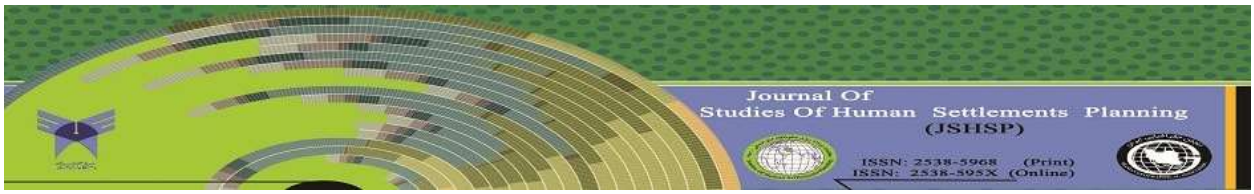
Vol. 19, Issue 1, Spring 2024, pp. 213-226 ISSN (Print): 2538-5968 ISSN (Online): 2538-595X



Research Article Dor: 20.1001.1.25385968.1402.18.1.19.6

Spatial Analysis of Geomorphic Hazards in order to identify safe Residential Zones (Case Study: Urban Areas of Gilan Province)

Payam Jafari[1], Hamid Majedi[2]* & Hossein Zabihi[3]

1. Ph.D Candidate in Urban Planning, Department of Urban Development, Science & Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
2. Professor, Department of Urban Development, Science & Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
3. Associate Professor, Department of Urban Development, Science & Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
* Corresponding author: Email: majedi@srbiau.ac.ir

Receive Date: 30 August 2022
Accept Date: 15 August 2023

ABSTRACT

Introduction: Geomorphic hazards have continuously occurred throughout history in various regions of the Earth. Since humans have been unable to prevent many of these hazards to date, the best solution is to avoid them. Many human settlements are located in areas at risk of geomorphic hazards, posing a potential threat to them. By identifying high-risk and safe residential areas, it is possible to achieve the necessary preparedness to deal with hazards and also select safe residential areas in site selection and development plans.
Research Aim: The objective of this research is to identify safe residential zones in Gilan Province using spatial analysis.
Methodology: The research method is mixed (quantitative and qualitative), and a combination of library and field methods has been used to collect data and information. Data and information analysis was performed using fuzzy logic and ANP techniques.
Studied Areas: The geographical scope of this research is Gilan Province.
Results : The findings showed that earthquakes, floods, landslides, erosion, subsidence, and liquefaction are the most important natural hazards in the study area, respectively. In terms of the spatial distribution of safe residential points, based on the output of the fuzzy model in GIS software, 51.5% of the area of Gilan Province is covered by unsafe and relatively unsafe areas in terms of geomorphic hazards. On the other hand, safe and relatively safe zones cover 23.4% of the area of Gilan Province, and 25.1% of the area of the province is covered by zones with moderate safety.
Conclusion: In areas of the province with high risk, i.e. the southern regions (including the counties of Roodbar, Siahkal, Roodsar, Amlash and Langarud) and the northwestern parts of the province (Astara and northern Talysh), it is proposed to establish a regional crisis management base in order to minimize casualties and costs due to hazards. This is because the scope of geomorphic hazards is not subject to county boundaries and covers a wide area. Therefore, dealing with these hazards requires integrated and inter-county decision-making and action.

KEYWORDS: Geomorphic Hazards, Spatial Analysis, Safe Zones, Gilan Province

فصلنامه علمی مطالعات برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی
دوره ۱۹، شماره ۱ (پیاپی ٦٦)، بهار ۱٤۰۳
شاپای چاپی ۵۹٦۸- ۲۵۳۸ شاپای الکترونیکی ۵۹۵X- ۲۵۳۸
http://jshsp.iaurasht.ac.ir
صص. ۲۲٦-۲۱۳

مقاله پژوهشی Dor: 20.1001.1.25385968.1402.18.1.19.6

تحلیل فضایی مخاطرات ژئومورفیک به منظور شناسایی پهنه‌های امن سکونتی (مطالعه موردی: مناطق شهری استان گیلان)

پیام جعفری[۱]، حمید ماجدی[۲*] و حسین ذبیحی[۳]

۱. دانشجوی دکتری رشته شهرسازی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۲. استاد، گروه شهرسازی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۳. دانشیار، گروه شهرسازی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
* نویسنده مسئول: Email: majedi@srbiau.ac.ir

تاریخ دریافت: ۰۸ شهریور ۱۴۰۱
تاریخ پذیرش: ۲۴ تیر ۱۴۰۲

چکیده

مقدمه: مخاطرات ژئومورفیک، به طور مستمر و در طول تاریخ در نواحی مختلف کره زمین اتفاق افتاده‌اند. از آنجا که بشر تا به امروز قادر به جلوگیری از وقوع بسیاری از این مخاطرات نبوده، بهترین راهکار، دوری از این مخاطرات است. بسیاری از سکونتگاه‌های انسانی در موقعیت‌های خطرپذیر به لحاظ مخاطرات ژئومورفیک قرار گرفته‌اند که تهدیدی بالقوه برای آنها محسوب می‌شود. با شناسایی نواحی پرخطر و امن سکونتی، می‌توان به آمادگی لازم برای رویارویی با مخاطرات دست یافته و نیز در مکان‌یابی سکونتگاه‌ها و طرح‌های توسعه، نواحی امن سکونتی را برگزید.

هدف: هدف این پژوهش، شناسایی پهنه های امن سکونتی در استان گیلان به روش تحلیل فضایی است.

روش‌شناسی تحقیق: روش تحقیق ترکیبی (کمی و کیفی) بوده و برای جمع آوری داده و اطلاعات، ترکیبی از دو روش کتابخانه ای و میدانی به کار برده شده است. تحلیل داده‌ها و اطلاعات با استفاده از تکنیک‌های منطق فازی و ANP صورت گرفته است.

قلمرو جغرافیایی پژوهش: قلمرو جغرافیایی این پژوهش، استان گیلان می‌باشد.

یافته‌ها: یافته‌ها نشان دادند زمین‌لرزه سیل، زمین لغزش، فرسایش، فرونشست و روانگرایی به ترتیب، مهم‌ترین مخاطرات طبیعی محدودهٔ مطالعه هستند. به لحاظ پراکنش فضایی نقاط امن سکونتی نیز بر مبنای آنچه از خروجی مدل فازی در نرم‌افزار GIS به دست آمد، ۵۱,۵ درصد از مساحت استان گیلان را سطوح ناامن و نسبتاً ناامن به لحاظ مخاطرات ژئومورفیک دربرگرفته است. از سوی دیگر پهنه‌های امن و نسبتاً امن، ۲۳/۴ درصد از سطح استان گیلان را شامل می‌شود و ۲۵/۱ درصد از مساحت استان را نیز پهنه با امنیت متوسط دربر می‌گیرد.

نتایج: در مناطقی از استان که خطرپذیری بالاست، یعنی نواحی جنوبی (شامل شهرستان‌های رودبار، سیاهکل، رودسر، املش و لنگرود) و شمال غربی استان (آستارا و نواحی شمالی تالش)، به منظور به حداقل رساندن تلفات و هزینه‌های ناشی از مخاطرات، پیشنهاد می‌شود پایگاه مدیریت بحران منطقه‌ای ایجاد گردد. چرا که دامنه مخاطرات ژئومورفیک تابع مرزبندی شهرستانی نبوده و گستره وسیعی را شامل می‌شود. بنابراین، مقابله با این مخاطرات نیازمند تصمیم‌گیری و اقدامات یکپارچه و بین شهرستانی است.

کلیدواژه‌ها: مخاطرات ژئومورفیک، تحلیل فضایی، پهنه‌های امن، استان گیلان

مقدمه

حوادثی که به طور ناگهانی روی می دهند و موجب وارد آمدن خسارت به انسان و محیط می شوند، به عنوان مخاطرات طبیعی شناخته می شوند. در واقع مخاطرات طبیعی را باید شامل هر رویدادی دانست که منشا آن طبیعت و ذات آن چیز است (احمدی و همکاران، ۱۴۰۱: ۴۸۰). این مخاطرات به دلیل ماهیت غیر منتظرۀخود، در بیشتر موارد خسارت مالی و جانی بسیاری بر جایی می گذارند. در بین مخاطرات طبیعی، زمین‌لرزه و سیل جزء ویران گرترین مخاطرات به شمار می آیند (رجبی و همکاران، ۱۳۹۷: ۱۸۳). در طی سال‌های ۱۹۹۸ تا ۲۰۱۷، بیش از ۴ میلیارد و ۴۵۰ هزار نفر در جهان تحت تاثیر مخاطرات طبیعی قرار گرفتند و گذشته از تحمیل بیش از ۲۹۰۰ میلیارد دلار آمریکا خسارت اقتصادی، یک میلیون و ۳۳۰ هزار نفر نیز جان خود را از دست دادند. بیش از ۶۷ درصد کشته ها و ۴۵ درصد خسارات اقتصادی مربوط به دو مخاطره اصلی زمین‌لرزه و سیل است. ایران به لحاظ احتمال رویداد مخاطرات طبیعی جزء ده کشور مخاطره خیز جهان به شمار می رود؛ چنانکه براساس گزارش دفتر سازمان ملل متحد، از ۴۱ مخاطره طبیعی شناخته شده در جهان، بیش از ۳۴ نوع آن در ایران رخ می دهد. با اینکه ایران ۱ درصد جمعیت جهان را دارد، در حدود ۶ درصد تلفات ناشی از مخاطرات طبیعی را به خود اختصاص داده است. با وجود این، متاسفانه در ایران راهبرد مدونی برای کاهش مخاطرات با رویکرد پیشگیری تعریف نشده است؛ در نتیجه آسیب پذیری جامعه و هزینه های روانی و مادی ناشی از مخاطرات طبیعی افزایش یافته است. بنابراین، تلاش برای کاهش آثار مخاطرات ضرورت دارد (جدی و همکاران، ۱۳۹۸: ۱).

به‌همان‌گونه که مکان‌یابی اولیه شهرها تحت تأثیر واحدهای ژئومورفیک (دشت، جلگه، کوه و...) و فرآیندهای ژئومورفیک است، قطعاً گسترش و توسعه سکونتگاه‌ها نیز باعث برخورد آنها با عناصر و واحدهای گوناگون ژئومورفیکی خواهد شد. به همین دلیل، برنامه‌ریزی برای توسعه مکان‌های سکونتی، بدون توجه به وضعیت مورفولوژیکی منطقه، عملاً موفقیت آمیز نخواهد بود. زیرا این عناصر گاهی به عنوان عوامل منفی و خطرساز، مکان جغرافیایی را برای توسعه، مخاطره آمیز و پرهزینه می‌کند (منانی، ۱۳۹۴: ۲). هدف از پژوهش حاضر تحلیل فضایی مخاطرات ژئومورفیک به منظور شناسایی پهنه های امن سکونتی در مناطق شهری استان گیلان می‌باشد.

مخاطرات ژئومورفیک به رخدادها و مخاطرات زمینی گفته می‌شود که در اثر ناپایداری ناهمواری‌های زمین و فعالیت بارز آنها، منابع انسانی را تهدید می‌نماید. به بیان دیگر مخاطرات ژئومورفیک رویدادهای نهادی پدیده های طبیعی‌اند که حدوث آن در بستر فعالیت های انسانی تهدیدآمیز و در مواردی فاجعه‌آور است. طبقه بندی مخاطرات ژئومورفیک در وقوع این نوع مخاطرات، احتمال ناپایداری پدیده ی خاص ژئومورفولوژیکی که ممکن است در قلمرو معینی با بزرگی و دورۀ زمانی مشخصی اتفاق بیافتد، وجود دارد طبقه بندی مخاطرات ژئومورفیک براساس طبقه بندی اسلای مارکر[1] عبارتند از:

– مخاطرات ناشی از دینامیک درونی (زمین لرزه، ولکانیسم، نئوتکتونیک و...)؛

– مخاطرات ناشی از دینامیک بیرونی (ناپایداری های دامنه، فرسایش کناری رودخانه، فرسایش ساحلی و...)؛

– مخاطرات ناشی از تغییرات کاربری اراضی و تغییرات اقلیمی (بیابان زایی، جریان یخچالی و...) (افشارزاده، ۱۳۹۶: ۱۲).

یکی از اقداماتی که در راستای شناخت در جهت برنامه‌ریزی برای کاهش مخاطرات ژئوموفولوژیک انجام می‌گیرد، تحلیل فضایی آسیب پذیری سکونتگاه‌های انسانی است. تحلیل فضایی نگرشی است که به چگونگی پراکندگی ها و ریشه یابی عوامل موثر در شکل‌گیری تفاوت‌ها و تشابه‌های مکانی می‌پردازد. تحلیل فضایی می‌تواند از طریق بررسی نحوه تغییر و تحول پدیده ها به کشف نظم مکانی پدیده‌ها در چهارچوب نظریه‌های موجود به نظریه جدید منجر شود (شماعی و همکاران، ۱۳۹۶). واژه آسیب پذیری[2] به پتانسیل درجه تخریب، همراه با در نظر گرفتن خطری مشخص مانند زمین‌لرزه یا سیل اشاره دارد (نخعی و ودیعتی، ۱۳۹۳). از سوی دیگر آسیب پذیری به عنوان احتمال بروز پیامدهای هر رویداد منفی و نامطلوب در جامعه ناظر بر خصوصیت ها و ویژگی های یک فرد یا یک جامعه از لحاظ ضعف توانای های آنها برای پیش بینی، مقابله و مقاومت در مقابل مخاطرات طبیعی است (شریفی و نوری‌پور، ۱۳۹۶). با وجود تفاسیر مختلف، آسیب پذیری هر سیستم ناشی از سه عامل: مواجهه با مخاطره، حساسیت به آن مخاطره و ظرفیت سیستم برای مقابله، پذیرش یا بهبود اثرات آن است (رجبی و همکاران، ۱۳۹۷: ۱۸۵).

1. Slay marker
2. Vulnerability

در مورد ارزیابی خطر زمین‌لرزه بایستی ابتدا هدف و نتیجه مورد انتظار تعیین شود چرا که این موضوع از سه دیدگاه متمایز و البته مرتبط به هم قابل بررسی است. در روش کار اول که مربوط به متخصصان زمین لرزه شناسی است بر روی امواج زمین لرزه، عملکرد گسل‌ها و پهنه بندی خطر وقوع زمین لرزه بر مبنای بررسی آماری سوابق زمین لرزه ها و چینه شناسی محدوده گسل های شناخته شده تأکید می‌شود. این حیطه معمولاً مورد تعصب لرزه شناسان است و هرگونه پیش‌نگری با روش‌های دیگر معمولاً از نظر آنها صحیح نخواهد بود. اما در روش کار دوم که مربوط به روش کار زمین شناسی و ژئومورفیک است بایستی ارزیابی خطر زمین لرزه ناظر بر پهنه بندی خطر وقوع و پتانسیل‌های زمین برای تشدید خطر زمین لرزه باشد. این روش تقریباً با روش‌های ارزیابی و پهنه‌بندی خطر زمین لغزش مشابهت دارد. در روش سوم هم که مربوط به روش کار آمایش سرزمین و برنامه‌ریزی شهری و منطقه ای می‌باشد بایستی ارزیابی خطر زمین لرزه ناظر به ارزیابی خسارت و پهنه بندی اثرات آسیب پذیری ناشی از وقوع زمین لرزه بر روی سامانه های انسانی، شهرها، راه‌ها و سایر عملکردها و کاربری‌ها باشد در این روش بر روی ارزیابی خسارت اقتصادی نیز تأکید می‌شود. مبنای عمل روش سوم نیز تا حدودی پهنه بندی تولید شده در روش دوم است. به هر حال در هر سه روش هدف پهنه بندی خطر زمین لرزه است با این تفاوت که هدف روش اول شناسایی، پیش‌یابی و پیش نگری خطر وقوع زمین لرزه است. در یک مطالعه جامع همه این روش‌ها به ترتیب می‌تواند مورد توجه باشد. برای پهنه بندی خطر وقوع زمین لرزه در منطقه مورد مطالعه از دو فاکتور لرزه خیزی و نزدیکی به گسل استفاده شده است.

در ارتباط با خطر سیل خیزی نیز می‌توان گفت در خلال یا پس از یک بارندگی شدید، مقدار دبی رودخانه به سرعت افزایش یافته و در نتیجه، آب از بستر عادی خود سرریز می‌کند و دشت سیلابی و مناطق اطراف را دربر می‌گیرد. با بررسی دشت سیلابی قدیمی و آبرفت‌های آن، شاید بتوان با درجه‌ای از تقریب احتمال وقوع و بزرگی سیل‌های آتی منطقه را مشخص کرد. اصولا بزرگی سیلها و تکرار آن‌ها در طول زمان تابع شدت بارندگی، نفوذپذیری زمین و وضع توپوگرافی منطقه است (شهرکی و همکاران، ۱۳۹۸). البته امروزه به دلیل دخالت های بی رویه در بسیاری نقاط که قبلاً سیل نمی‌آمده، طغیان‌های بزرگی مشاهده می‌شود. فعالیت بشر به چند صورت احتمال وقوع سیل را افزایش می‌دهد. از آن جمله می‌توان به ساختمان سازی در دشت سیلابی رود که مستلزم اشغال بخش‌هایی از آن است و باعث کاهش ظرفیت طبیعی رود می‌شود، اشاره کرد. به این ترتیب محدوده‌ای از دشت سیلابی که در زمان طغیان زیر آب می‌رود، گسترده‌تر می‌گردد.

شهرسازی‌ها و حذف گیاهان باعث کاهش مقدار آب نفوذی و افزایش آب سطحی می‌شود. حجم زیاد آب از یک طرف بر بزرگی طغیان می‌افزاید و از طرفی با افزایش فرسایش، رسوباتی به وجود می‌آورد که با برجای گذاشتن آن‌ها ظرفیت بستر اصلی رود کاهش می‌یابد. موارد پیش معمولاً تاثیر تدریجی دارند، ولی سیل‌های ناگهانی و فاجعه آمیز اغلب بر اثر تخریب سدها و بندها، ایجاد می‌شوند. با توجه به مطالب ارائه شده مهمترین سوال‌های پژوهش خاضر به شرح زیر است:

– مهمترین مخاطرات ژئومورفیک که به عنوان تهدیدی برای مناطق شهری استان گیلان تلقی می شوند، کدام اند؟

– میزان خطر هر یک از مخاطرات ژئومورفیک تهدید کننده مناطق شهری استان گیلان چقدر است؟

– کدام یک از مناطق شهری استان گیلان از لحاظ مخاطرات ژئومورفیک وضعیت نامناسب‌تری دارد و اولویت رسیدگی به کدام مناطق شهری بالاتر است؟

پهنه بندی در مقیاس‌های متفاوتی انجام می‌شود. مقیاس پهنه‌بندی به عوامل متعددی از جمله هدف، ماهیت، روش شناسی و توان اقتصادی دستگاه اجرا کننده بستگی دارد. پر واضح است که در مقیاس‌های بزرگ: اطلاعات دقیق‌تر، جزئی‌تر و کامل‌تر خواهند بود و بنابراین در صد خطا در بیان احتمال وقوع خطر کمتر خواهد بود. در عین حال پهنه بندی‌هایی که برای مناطق بزرگ در مقیاس های کوچک‌تر انجام می شود از دقت کمتری برخوردار است، در این موارد از ابعاد ملی، منطقه‌ای و ناحیه‌ای استفاده می شود. اغلب تقسیم بندی‌های انجام شده برای پهنه بندی خطر زمین لغزش، سه رده یا سه نوع مقیاس را پیشنهاد نموده اند (مقیاس بزرگتر ۱:۲۵۰۰۰) مقیاس متوسط (مقیاس های ۱:۵۰۰۰۰ تا ۱:۵۰۰۰۰۰) و مقیاس کوچک (مقیاس کوچک‌تر از ۱:۱۰۰۰۰۰). چنان‌که گفته شد، به کارگیری هر یک از این مقیاس‌ها، به اهداف پهنه بندی، مدت زمان پهنه بندی، هزینه‌های مطالعاتی، ابعاد منطقه مورد مطالعه و منابع و اطلاعات موجود وقابل دسترسی بستگی دارد. بدیهی است پهنه بندی برای نواحی بزرگ یا در حد کشور ها ًبایستی در مقیاس های کوچک انجام گیرد و پهنه بندی پروژه های اجرایی مقیاس های بزرگ را می‌طلبد.

در پهنه بندی‌هایی که در مقیاس‌های کوچک انجام می‌شود معمولاً از اطلاعات کلی و نه چندان دقیق استفاده می‌شود، این نوع پهنه بندی‌ها در زمان نسبتاً کوتاهی، تصویری کلی و مقدماتی از خطر لغزش را ارائه می‌دهند، در مقیاس‌ها بزرگ، هزینه‌های

مطالعاتی معمولاً بالاست، تکنیک‌های میدانی و کارهای آزمایشگاهی غلبه بیشتری دارند و مدت زمان پهنه‌بندی نیز بسیار زیاد است. پهنه‌بندی‌های مقیاس متوسط عموماً با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و عکس‌های هوایی، اطلاعات آب‌وهوایی و ژئومرفولوژیکی تکمیلی اطلاعات به‌وسیلهٔ بازدیدهای میدانی صورت می‌گیرد. این نوع پهنه‌بندی‌ها از دقت نسبتاً قابل قبولی برخوردار هستند. در این پژوهش با توجه به اهداف طرح، مساحت منطقه مورد مطالعه و سایر شرایط و امکانات موجود پهنه‌بندی در مقیاس متوسط یعنی ۱:۱۰۰۰۰۰ و با استفاده از داده های طبیعی و آب‌وهوایی، تصاویر ماهواره‌ای و عکس‌های هوایی و بازدید های میدانی صورت گرفته است.

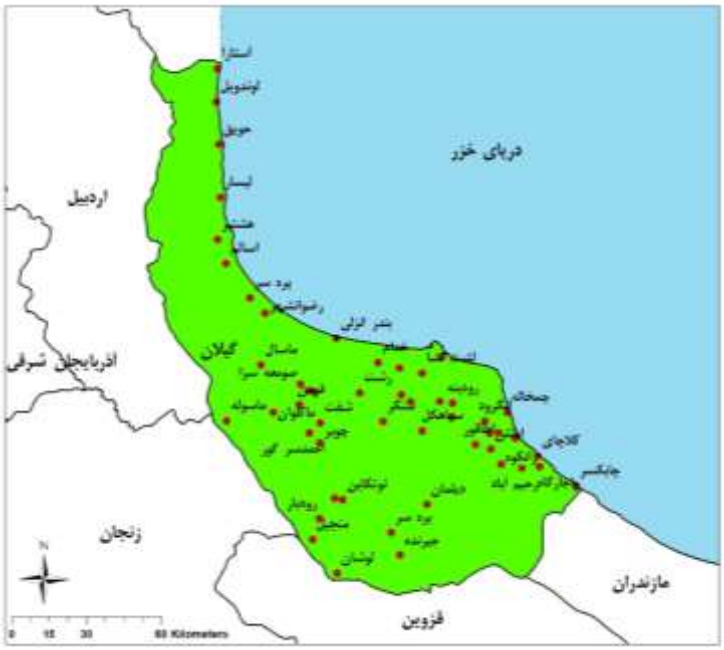
روش پژوهش

این پژوهش در دو بخش توصیفی – تحلیلی صورت گرفته است. در بخش توصیفی علاوه بر مطالعات اسنادی و استفاده از آمار موجود، جهت روزآمد نمودن اطلاعات، به دستگاه‌های اجرایی مربوط مراجعه و اطلاعات مورد نیاز به‌منظور پهنه‌بندی مخاطرات ژئومورفیک در محدوده موردمطالعه، جمع‌آوری گردیده است. همچنین در مرحله تحلیل داده‌ها، علاوه‌بر به‌کارگیری تکنیک‌های تلفیقی عملگرهای فازی و تحلیل‌های فضایی با استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی، برای دریافت دیدگاه‌ها و نظرات کارشناسان و صاحب‌نظران، جهت پهنه‌بندی مخاطرات ژئومورفیک در محدوده موردمطالعه از روش مصاحبه استفاده گردیده است. برای شناسایی و احصاء مهم‌ترین مخاطرات ژئومورفیک استان گیلان از مصاحبه با متخصصین و کارشناسان بهره‌گرفته شده است. برای این منظور، پس از انجام ۱۳ مصاحبه، به اشباع نظری در ارتباط با مهمترین مخاطرات ژئومورفیک استان گیلان دست یافتیم. همچنین به منظور بالا بردن ضریب اطمینان، ۴ مصاحبه دیگر انجام گرفت که از ۴ مصاحبهٔ آخر، مورد جدیدی به نتایج به دست آمده از ۱۳ پرسش نامه ابتدایی اضافه نگردید. بنابراین، این قسمت از تحقیق نتایج انجام ۱۷ مصاحبه است که در ادامه بیان می‌شود. روش جمع‌آوری داده و اطلاعات، ترکیبی از دو روش کتابخانه‌ای و میدانی است. به این صورت که به منظور جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز برای پاسخ به سؤال نخست (در ارتباط با شناسایی مخاطرات ژئومورفیک استان گیلان)، از هر دو روش کتابخانه‌ای و میدانی و ابزارهای مصاحبه بهره‌گرفته شده است. برای پاسخ به سؤال دوم (میزان خطر هر یک از مخاطرات ژئومورفیک)، صرفاً روش میدانی و ابزار پرسش‌نامه کفایت نموده است. ابزار گردآوری داده‌ها، پرسش‌نامهٔ محقق‌ساخته‌ابوده و نمونه آماری متشکل از خبرگان به تعداد ۱۷ نفر و شامل تخصص‌های ژئومورفولوژی، آب‌وهواشناسی، محیط زیست و آمایش سرزمین بوده است. در ارتباط با سؤال سوم (وضعیت هر یک مناطق شهری استان گیلان به لحاظ مخاطرات ژئومورفیک) نیز جمع‌آوری داده‌های مکانی به روش کتابخانه‌ای صورت گرفته است. این داده‌ها و اطلاعات، با مراجعه به سازمان‌ها و نهادهایی همچون مرکز آمار ایران، شهرداری های استان، استانداری گیلان، گردآوری شده‌اند.

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از مدل فازی در نرم افزار GIS و تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی بهره گرفته شده است. منطق فازی یک منطق چند مقداری است، یعنی پارامترها و متغیرهای آن، علاوه بر اختیار اعداد یک (۱) یا صفر (۰)، می‌توانند تمامی مقادیر بین این دو عدد را نیز اختیار کنند. تعلق هر عضو مجموعه مرجع به یک عضو زیر مجموعه خاص، به صورت قطعی نیست یعنی با قاطعیت نمی‌توان گفت که عضو مورد نظر متعلق به این مجموعه هست یا نیست. این عدم قطعیت با نسبت دادن یک عدد بین ۱ و ۰ به این عضو انجام می‌گیرد. اگر این عدد، برابر صفر باشد می‌توان با قطعیت گفت که عضو مورد بحث متعلق به آن مجموعه نبوده و همچنین اگر این عدد یک باشد می‌توان ادعا کرد که عضو مورد بحث متعلق به آن مجموعه است. به این ترتیب می توان زیر مجموعه های یک مجموعه فازی را با نسبت دادن عددهای ۱ و ۰ به هر عضو مجموعه بازنمایی کرد.

قلمرو جغرافیایی پژوهش

محدودهٔ جغرافیایی پژوهش، استان گیلان است. استان گیلان در شمال ایران و جنوب دریای خزر بین ۳۶ درجه و ۳۴ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۲۷ دقیقه عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۵۳ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۳۴ دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ واقع شده است (شکل ۱) .



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی استان گیلان و نقاط شهری

مساحت این استان در حدود ۱۴۰۰۰ کیلومتر مربع است. جمعیت استان در سرشماری سال ۱۳۹۵ برابر با ۲۵۳۰۶۹۶ نفر بوده است که از این تعداد ۱۲۶۵۳۴ (نزدیک به ۶۳ ۵ درصد) در نقاط شهری و بقیه هم در نقاط روستایی ساکن بوده‌اند. همچنین بر اساس تقسیمات کشوری سال ۱۳۹۷، استان گیلان دارای ۵۲ شهر، ۴۳ بخش و ۲۵۶۷ آبادی دارای سکنه است (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۸). شبکه هیدروگرافی گیلان در ایجاد فعالیت و استقرار جمعیت در استان نقش مؤثری داشته است، این شبکه شامل پنج حوزه آبگیر آستارا – رضوانشهر، تالاب انزلی از شاندرمن تا رشت، پسیخان تا سفیدرود، آستانه ـ لنگرود و حوزهٔ شلمان – چابکسر است (پوررمضان و مهدوی، ۱۳۹۱: ۱۱۳). استان گیلان به لحاظ قرار گیری در قلمرو چین خوردگی های آلپی، جزء قلمروهای ناپایدار کره زمین محسوب می‌شود و پوسته جامد در حوضهٔ این سیستم، هنوز از نظر حرکات زمین ساخت به مرحله تعادل قطعی نرسیده است و می‌تواند یکی از کانون های ناپایدار و آسیب پذیر به حساب آید.

یافته‌ها و بحث

شناسایی مهم‌ترین مخاطرات ژئومورفیک استان گیلان

با انجام مصاحبه‌های صورت گرفته، ۶ مخاطرهٔ اصلی شاملزمین لرزه، سیل، روانگرایی، فرونشست، زمین لغزش و فرسایش، به عنوان مهم‌ترین مخاطرات ژئومورفیک استان گیلان شاسایی گردید.. در جدول (۱) فراوانی این مخاطرات به استناد نظر خبرگان، مشخص شده است.

جدول ۱. مهم‌ترین مخاطرات ژئومورفیک استان گیلان و فراوانی آنها

نوع مخاطره	فراوانی
زمین لرزه	۱۷
سیل	۱۱
روانگرایی	۴
فرونشست	۴
زمین لغزش (حرکات دامنه‌ای)	۷
فرسایش	۵

پهنه‌بندی مخاطرات ژئومورفیک استان گیلان

پس از بررسی مطالعات پیشین و نظر متخصصین مرتبط با پهنه‌بندی ژئومورفیک، لایه‌های مؤثر در آسیب‌پذیری از قبیل شیب، جهت شیب، فرسایش، گسل و... تعیین شد و در مرحله بعد به وزن دهی به این معیارها توسط مدل ANP پرداخته شد. در این خصوص به دلیل حجم بالای محاسبات، نرم افزار فرآیند تحلیل شبکه‌ای (Super Decisions) به کار گرفته شده است. معیارهای مورد بررسی در این پژوهش در چهار خوشه عوامل طبیعی قرار گرفتند. خوشه عوامل فرسایش دارای ۴ عنصر پوشش گیاهی، زمین شناسی، توپوگرافی و کاربری زمین بوده است. خوشه عوامل زمین لرزه در ۲ عنصر گسل و لرزه خیزی؛ خوشه سیلاب شامل آبراهه و بارش و در نهایت خوشه عوامل حرکات دامنه ای در سه عنصر شیب، جهت شیب و نقاط لغزشی قرار گرفته‌اند.

مراحل اجرایی مدل ANP در محدوده مورد مطالعه عبارتند از:

– گام اول، پایه‌ریزی مدل و ساختار مسئله

– گام دوم، ماتریس مقایسات زوجی و برآورد وزن نسبی

$$W_i/W_j \; {}^{1}/_{a_{ij}} \; w_i w_j \; W_i/W_j \; A \times W = \lambda_{max} \times W \lambda_{max} AW = \sum_{i=1}^{n} w_i \; WCI = \frac{\lambda_{max} - n}{n-1} \; CI$$

– گام سوم، تشکیل سوپرماتریس اولیه

– گام چهارم، تشکیل سوپرماتریس وزنی

– گام پنجم، محاسبه بردار وزنی عمومی

– گام ششم، محاسبه وزن نهایی معیارها $\lim_{k\to\infty} w^k \lim_{k\to\infty} \left(\frac{1}{N}\right) \sum w_i^k$

پس از تعیین ساختار مدل ANP و تعیین سوپر ماتریس‌های وزنی و حد، وزن هریک از شاخص‌های مؤثر به شرح جدول ۲ به دست آمده‌اند. مجموع وزن های بدست آمده برابر با ۱ می باشد.

جدول ۲. وزن نهایی شاخص‌های مؤثر در پهنه‌بندی مخاطرات با اجرای مدل ANP

عنصر	وزن نهایی- ANP
گسل	۰/۱۲۳
لرزه خیزی	۰/۱۱۵
شیب	۰/۰۷۴
جهت شیب	۰/۰۵۹
نقاط لغزش	۰/۰۷۶
بارش	۰/۱۰۰
آبراهه	۰/۰۶۹
پوشش گیاهی	۰/۱۰۲
توپوگرافی	۰/۰۸۱
کاربری زمین	۰/۱۰۹
زمین شناسی	۰/۰۹۲

پهنه‌بندی استان گیلان بر اساس شاخص‌های مؤثر در مخاطرات ژئومورفیک

جهت پیاده سازی مدل منطق فازی در GIS مراحل عملیاتی زیر صورت گرفته است:

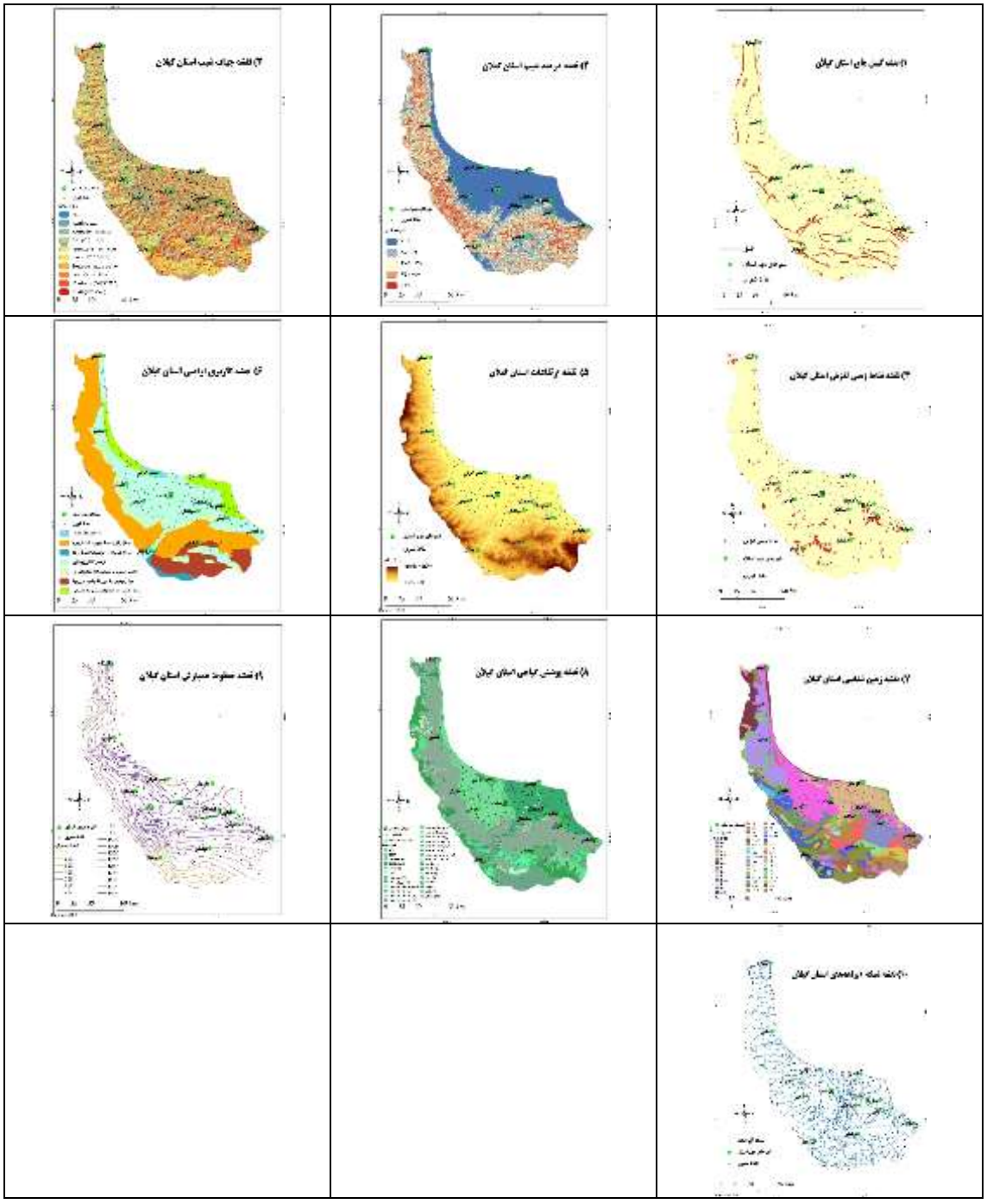
مرحله اول: ابتدا فاصله اقلیدسی معیارها با استفاده از ابزار Distance در تحلیل گر مکانی محاسبه شده است. لایه رقومی فاصله هر معیار به صورت جداگانه با اندازه پیکسل ۲۰ استخراج گردیده و سپس هر یک از لایه‌ها در وزن به‌دست آمده از ANP ضرب شده و لایه‌های وزن دار حاصل گردیده‌اند.

مرحله دوم: از دستور عملیاتی عضویت فازی در جعبه ابزار Arc Toolbox استفاده می‌شود. توابع عضویت در درجات فازی عبارت‌اند از: S شکل، J شکل، خطی، تعریف شده توسط کاربر و گوسین (ایست من، ۱۹۹۳: ۱۱۲). در این تحقیق با توجه به ماهیت خطی (صفر تا یک) معیارها از روش خطی استفاده گردیده است.

مرحله سوم: در این مرحله عملیات، همپوشانی فازی صورت گرفته است. به این منظور، لایه های رقومی که در مرحله گذشته فازی سازی شده است، در این مرحله روی هم گذاشته می‌شود که عملگرهای پنج گانه ای برای این منظور وجود دارد. در این پژوهش از عملگر گاما با مقدار ۰/۹ استفاده شده است.

پارامترهای موجود در مدل فازی

همانگونه که اشاره گردید در مدل منطق فازی روی هم گذاری پارامترها، نقشه نهایی حاصل می‌گردد (شکل‌های ۲ تا ۱۱).



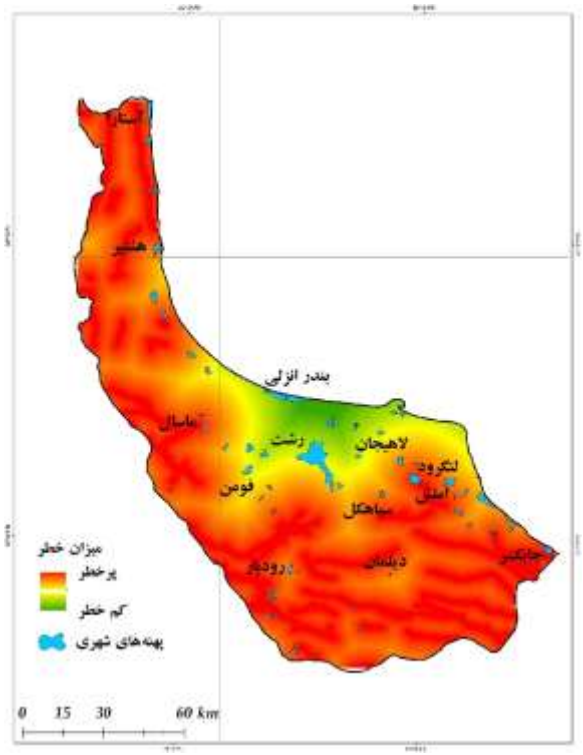
شکل‌های ٤ تا ۱۱. لایه‌های مورد استفاده در پهنه‌بندی خطرپذیری استان گیلان در برابر مخاطرات ژئومورفولوژیک

پهنه بندی زمین لرزه خیزی

برای پهنه بندی خطر وقوع زلزله در منطقه مورد مطالعه از دو فاکتور لرزه خیزی و نزدیکی به گسل استفاده شده است. مناطق خطرناک عمدتاً در نزدیکی گسل ها و سنگ هایی که مقاومتشان در مقابل زلزله ضعیف است قرار گرفته اند. بیشتر منطقه به لحاظ خطر وقوع این مخاطره ژئومورفیکی در پهنه با خطر بالا قرار دارند.

از شکل ۱۲ در ارتباط با خطر زمین لرزه خیزی نتایج زیر به دست می‌آید:

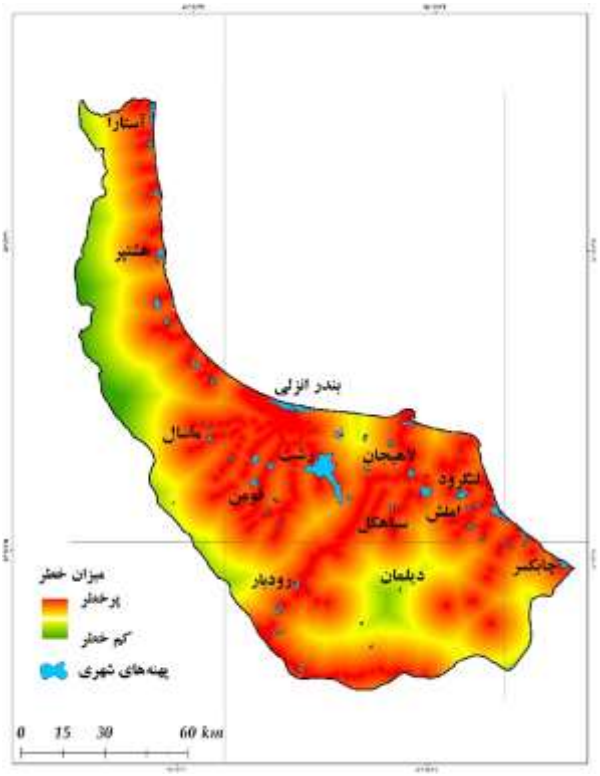
- مناطق کم خطر عمدتاً در قسمت های شمالی استان واقع شده اند که عمدتاً شامل شهرهایی نظیر بندرانزلی، زیباکنار، کیاشهر، نوشهر و حتی رشت می‌شود.
- مناطق با خطر زیاد در قسمت های جنوبی و شمال غربی و در نزدیکی شهرهای رودبار، سیاهکل، چابکسر و آستارا قرار دارد.



شکل ۱۲. پهنه‌بندی خطر لرزه‌خیزی استان گیلان

خطر سیل‌خیزی

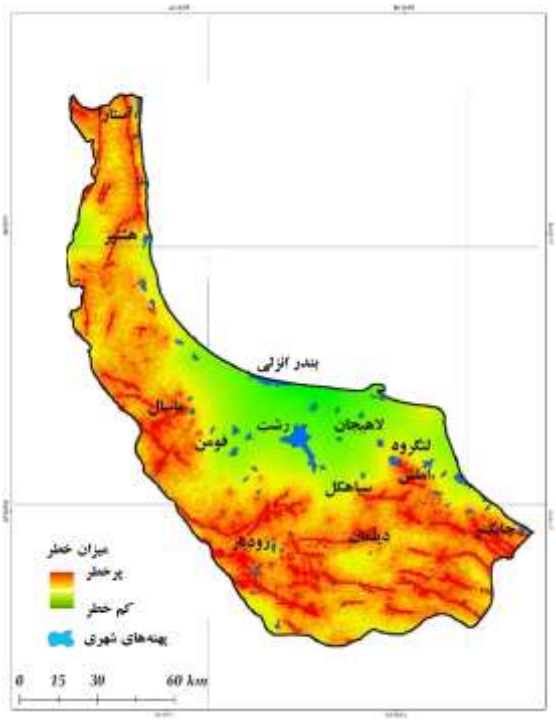
نقشه خطر سیل بیشتر از هرعاملی تحت تاثیر عوامل فاصله از بستر رودخانه و شیب سطحی است. محدوده های پرشیب در استان که دارای بالاترین میانگین بارش سالانه است؛ بیشترین شدت خطر رخداد سیل را دارد. تراکم رودخانه ها و ویژگی کوهستانی منطقه اگر با نابودی و تخریب پوشش جنگلی و مراتع همراه باشد شرایط سیل خیزی را بحرانی تر خواهد ساخت. بنابراین در ناحیه مطالعاتی پوشش گیاهی و کاربری زمین نیز نقش موثری در شدت احتمال سیل خیزی ناحیه دارند. به منظور پهنه‌بندی تهدید سیل در استان گیلان از لایه‌های شبکه آبراهه، میزان بارندگی (خطوط هم‌باران)، پوشش گیاهی، کاربری زمین و درصد و جهت شیب بهره گرفته شده است. بر اساس شکل (۱۳)، مناطق پرخطر در قسمت‌های شمالی، مرکزی، شرقی و جنوبی استان قرار دارد که عمدتاً شامل شهرهای مهمی از جمله رشت، فومن، ماسال، هشتپر، آستارا، رودبار، سیاهکل، لاهیجان، املش و لنگرود می شود. مناطق کم خطر نیز عمدتاً در قسمت های غربی استان قرار دارند که مراکز سکونتگاهی پرجمعیتی در این مناطق به چشم نمی‌خورد. با این حال می‌توان از شهرهایی مثل ماسوله، ارده و کیش دیبی نام برد. همچنین در قسمتی از مرکز متمایل به جنوب استان که شامل شهرهایی همچون دیلمان، چهارمحل و برەسر است نیز جزء پهنه کم‌خطر قرار می‌گیرد.



شکل ۱۳. پهنه‌بندی تهدید سیل در استان گیلان

پهنه‌بندی تهدید حرکات دامنه‌ای

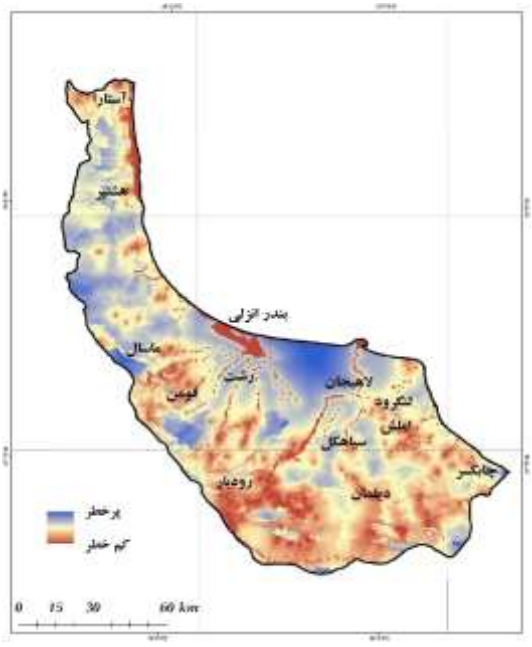
به منظور پهنه بندی تهدید حرکات دامنه‌ای در استان گیلان، از روی هم گذاری لایه‌های درصد شیب، آبراهه‌ها، زمین‌شناسی و زمین لغزش استفاده شده است. بر اساس شکل (۷)، بخش‌های غربی استان که دربرگیرنده شهرهایی همچون آستارا و ماسال است با دارا بودن ویژگی‌هایی نظیر ناهمواری با شیب‌های تند، آبراهه‌های متعدد، بالاترین میزان آسیب‌پذیری ناشی از حرکات دامنه‌ای را نشان می‌دهد. همچنین بخش‌های جنوبی و جنوب شرقی استان شامل شهرهای چابکسر، رودبار، منجیل، لوشان و دیلمان نیز به شدت خطر حرکات دامنه‌ای را در خود دارند. این درحالی است که بخش‌های شمالی استان که شامل شهرهای مهم بندرانزلی، لاهیجان، رشت، فومن و هشتپر می‌شود، با تهدید حرکات دامنه‌ای کمتری مواجه‌اند.



شکل ١٤. پهنه‌بندی تهدید حرکات دامنه‌ای استان گیلان

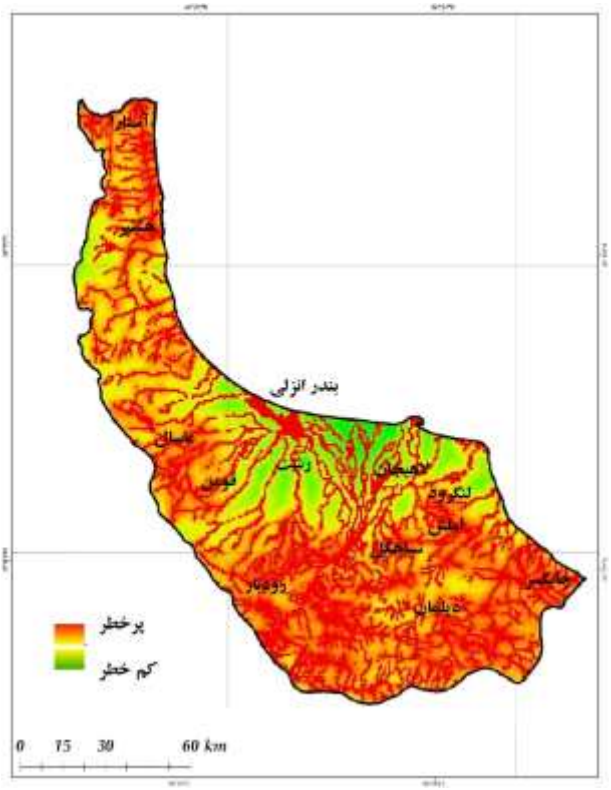
پهنه‌بندی فرسایش

شکل (۱۵) پهنه بندی شدت فرسایش را در استان گیلان نشان می‌دهد. برای تهیه نقشه پهنه‌بندی میزان شدت فرسایش خاک از لایه های اطلاعاتی کاربری زمین، پوشش گیاهی، توپوگرافی (ارتفاع)، میزان و جهت شیب استفاده شد. مطابق نقشه به دست آمده شمال شرقی استان در حوالی شهرستان‌های آستانه اشرفیه، رشت و لاهیجان و تا حدودی بندر انزلی، بیشترین شدت فرسایش خاک وجود دارد. کمترین میزان فرسایش در محور مرکزی و جنوبی و محدوده با جنگل‌های متراکم دیده می‌شود. شامل شهرهای رودبار، دیلمان و فومن.



شکل ۱۵. پهنه‌بندی خطر فرسایش خاک در استان گیلان

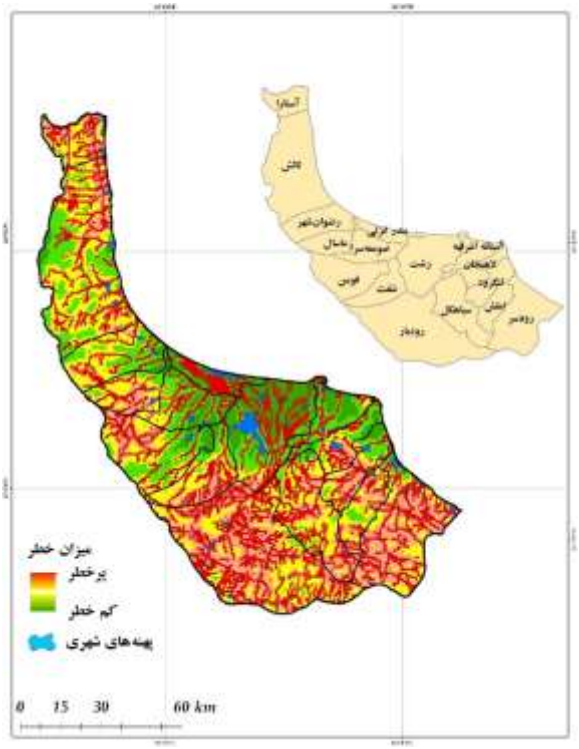
در نهایت همپوشانی فازی[1] صورت گرفته است. بدین منظور، لایه‌های رقومی که در مرحله گذشته فازی سازی شده است، در این مرحله روی‌هم گذاشته می‌شود که عملگرهای پنج‌گانه‌ای برای این منظور وجود دارد. لازم به یادآوری است که اپراتور ضرب فازی به دلیل حساسیت بسیار بالا و اپراتور جمع فازی به دلیل حساسیت بسیار پایین در تعیین نواحی آسیب‌پذیر نتیجه‌ی دور از واقعیت را ارائه می‌دهند. بنابراین در این پژوهش از میان اپراتورهای مختلف اپراتور گامای فازی و از میان گامای ۰/۷ و ۰/۸ و ۰/۹، گامای ۰/۹ به دلیل حساسیت مناسب آن برای تهیه نقشه نهایی پهنه‌بندی نواحی آسیب‌پذیر انتخاب گردید (شکل ۱۶).



شکل ۱۶. پهنه‌بندی مخاطرات ژئومورفیک استان گیلان به تفکیک شهرستان‌ها

پس از روی هم‌گذاری لایه‌های مخاطرات طبیعی با استفاده از منطق فازی نقشه پهنه‌بندی مخاطرات ژئومورفیک استان گیلان مدلسازی و تهیه شد. نقشه حاصل بیانگر آن است که مناطق مرکزی و جنوب استان در شهرستان‌های رودبار، شفت، صومعه سرا و تا حدود زیادی بخش‌های پرشیب و سیل خیز، بیشترین مخاطرات ژئومورفیک را دارا می‌باشد. قسمت غربی استان در شهرستان های رضوان‌شهر و طالش کم‌ترین مخاطرات ژئومورفیک استان گیلان را دارا می‌باشد. یافته‌های تحقیق تا این مرحله نشان دادند که مراکز سکونتگاهی موجود از نظر تهدیدات طبیعی ناحیه مانند زمین لرزه، سیل، فرسایش، حرکات دامنه‌ای در پهنه‌های با آسیب پذیری زیاد و بسیار زیاد واقع شده‌اند به طوری که بیش‌ترین نقاط سکونتگاهی در نواحی جنوبی و شمال غربی استان گیلان که این محدوده در پهنه با آسیب پذیری بالا استقرار یافته‌اند (شکل ۱۷).

1. Fuzzy Overlay



شکل ۱۷. پهنه‌های استان گیلان بر اساس میزان خطرپذیری

با توجه به یافته‌های تحقیق، پهنه‌بندی استان گیلان به لحاظ خطرپذیری به شرح جدول (۳) است.

جدول ۳. پهنه‌های استان گیلان بر اساس میزان خطرپذیری

نام پهنه	مساحت پهنه (کیلومتر مربع)	درصد از کل	تعداد جمعیت استان	درصد از جمعیت استان
ناامن	۴۶۸۰	۳۳/۲	۹۹۴۵۶۴	۹۳/۳
نسبتاً ناامن	۲۵۸۰	۱۸/۳	۵۴۱۵۶۹	۲۱/۴
امنیت متوسط	۳۵۴۲	۲۵/۱	۵۷۹۵۲۹	۲۲/۹
نسبتاً امن	۲۱۳۵	۱۵/۱	۲۳۰۲۹۳	۹/۱
امن	۱۱۷۲	۸/۳	۱۸۴۷۴۱	۷/۳

با توجه به اطلاعات جدول (۳)، یک سوم از مساحت استان گیلان در برابر مخاطرات ژئومورفیک ناامن و ۱۸/۳ درصد نیز نسبتاً ناامن است. به عبارت دیگر ۵۱/۵ درصد از مساحت استان گیلان، ایمنی کمتر از حد متوسط در برابر مخاطرات ژئوموفیک دارند که این مسئله نشان از مخاطره‌پذیر بودن این استان دارد. یک چهارم سطح منطقه ایمنی متوسط و تنها ۲۳/۴ درصد از سطح استان گیلان، به لحاظ خطرپذیری در برابر مخاطرات ژئومورفیک، امن یا نسبتاً امن است. همچنین شکل (۱۷) نشان می‌دهد که مناطق مرکزی و جنوب استان در شهرستان‌های رودبار، شفت، صومعه سرا و تا حدود زیادی بخش‌های پرشیب و سیل خیز شامل رشت، فومن، ماسال، هشتپر، آستارا، رودبار، سیاهکل، لاهیجان، املش و لنگرود بیشترین مخاطرات ژئومورفیک را دارا می‌باشند. ضمن آنکه قسمت غربی استان در شهرستان‌های رضوانشهر و طالش کم‌ترین مخاطرات ژئومورفیک استان گیلان را دارا می‌باشد.

نتیجه گیری

استان گیلان در شمال کشور، به دلیل موقعیت خاص جغرافیایی، تنوع آب وهوایی، ویژگیهای محیطی متنوع از لحاظ مخاطرات ژئومورفیک، جزء استان‌های مخاطره آمیز کشور محسوب می‌شود (مهرزاد و همکاران، ۱۴۰۳: ۴). وقوع هرسالهٔ مخاطرات سیل، زمین لغزش روانگرایی و... در استان، گواه این موضوع است. رخداد زمین‌لرزه نیز به دلیل وجود گسل‌های بزرگ، جزء مخاطرات

بالقوه در این استان می باشد. نتایج این تحقیق نشان داد که مهم‌ترین مخاطرات ژئومورفیک که به عنوان تهدیدی برای مناطق شهری استان گیلان تلقی می‌شود به ترتیب شامل زمین لرزه، سیل، زمین لغزش، فرسایش، فرونشست و روانگرایی هستند. بر مبنای آنچه از خروجی مدل فازی در نرم‌افزار GIS به دست آمد، بیش از نیمی از مساحت استان را سطوح ناامن و نسبتاً ناامن به لحاظ مخاطرات ژئومورفیک دربرگرفته است. از سوی دیگر پهنه‌های امن و نسبتاً امن، ۲۳/۴ درصد از سطح استان گیلان را شامل می‌شود و ۲۵/۱ درصد از مساحت استان را نیز پهنه با ایمنی متوسط دربرمی‌گیرد. با توجه به نقشه نهایی پهنه بندی نقاط امن سکونتی در استان گیلان، مشاهده می‌شود که موقعیت استقرار برخی از شهرهای استان، کاملاً در معرض برخی از مخاطرات به ویژه سیل و زمین لرزه قرار دارد و در مکان‌یابی آنها به ضرورت‌های امنیتی توجه نشده است. لذا نتایج این مطالعه می‌تواند در اولویت بندی مطالعات ایمن سازی نقاط سکونتی استان (از جمله در طرح‌های توسعه و عمران) کاربرد داشته باشد. به طوری که در الگوهای توسعه شهر و همچنین اینجاد شهرهای جدید در استان، این ملاحظات امنیتی باید کاملاً رعایت شود.

با بررسی عامل سکونتگاه‌های انسانی به این نتیجه می‌توان رسید که بیش ترین نقاط سکونتگاهی در کریدور مرکزی و شمال شرقی استان گیلان قرار دارند و این محدوده پهنه‌ای با آسیب پذیری بالا است. بنابراین توجه به ملاحظات ایمنی در برابر مخاطرات، در استقرار جمعیت و فعالیت، در استان و استقرار آنها در پهنه های ایمن ضروری می‌باشد. در مناطقی که خطرپذیری بالاست، یعنی نواحی جنوبی (شامل شهرستان‌های رودبار، سیاهکل، رودسر، املش و لنگرود) و شمال غربی استان (آستارا و نواحی شمالی تالش)، به منظور به حداقل رساندن تلفات و هزینه‌های ناشی از مخاطرات، پیشنهاد می‌شود پایگاه مدیریت بحران منطقه‌ای ایجاد گردد. چرا که دامنه مخاطرات ژئومورفیک تابع مرزبندی شهرستانی نبوده و گستره وسیعی را شامل می‌شود. بنابراین، مقابله با این مخاطرات نیازمند تصمیم‌گیری و اقدامات یکپارچه و بین شهرستانی است.

تقدیر و تشکر

این مقاله مستخرج از رساله دکتری پیام جعفری با عنوان "تحلیل فضایی مخاطرات ژئومورفیک به منظور شناسایی پهنه‌های امن سکونتی (مطالعه موردی: مناطق شهری استان گیلان)" با راهنمایی دکتر حمید ماجدی در دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات بوده است.

منابع

احمدی، فاطمه؛ اسماعیل نژاد، مرتضی و فال سلیمان، محمود. (۱۴۰۱). تحلیل فضایی مخاطرات طبیعی با تأکید خشکسالی و سنجش ظرفیت سازگاری (مطالعه موردی: سکونتگاه‌های روستایی، شهرستان رزن، استان همدان. *فصلنامه مطالعات برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی*، ۱۷(۲)، ۴۹۰-۴۷۹.

افشارزاده، مریم. (۱۳۹۶). بررسی مخاطرات ژئومورفیک ناشی از افت سطح آب‌های زیرزمینی در دشت عجب شیر. پایان نامه کارشناسی ارشد ژئومورفولوژی، دانشگاه تبریز

پوررمضان، عیسی و مهدوی، رضا. (۱۳۹۰). تحلیل سازمان فضایی فعالیت‌ها در استان گیلان. *فصلنامه مطالعات برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی، ۷(۲)*، ۱۱۳-۱۰۰.

جدی، علی؛ مقیمی، ابراهیم؛ احمدی، سید عباس و مهدی زارع. (۱۳۹۸). راهبرد کاهش مخاطرات طبیعی در ایران برمبنای حقوق و روابط بین‌الملل. *مجله مدیریت مخاطرات محیطی*، ۲(۶)، ۱۶-۱.

رجبی، معصومه؛ حجازی، میر اسدالله؛ روستایی، شهرام و عالی، نگین. (۱۳۹۷). پهنه بندی آسیب پذیری مخاطرات طبیعی و ژئومورفولوژیکی سکونتگاه‌های روستایی شهرستان سقز (مطالعه موردی: سیل و زمین لرزه). *فصلنامه پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمّی*، ۲(۷)، ۱۹۵-۱۸۳.

شریفی، زینب؛ و نوری پور، مهدی. (۱۳۹۶). تحلیل آسیب پذیری خانوارهای روستایی بخش مرکزی شهرستان دنا: کاربرد چارچوب معیشت پایدار. *نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی*، ۴(۲)، ۱۹-۳۶.

شماعی، علی؛ مصطفی پور، لقمان؛ و یوسفی فشکی، محسن. (۱۳۹۴). تحلیل فضایی آسیب‌پذیری محله‌های شهری با رویکرد پدافند غیرعامل در شهر پیرانشهر. *نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی*، ۲(۳)، ۱۱۸-۱۰۵.

شهرکی، مهتاب؛ شهرکی نادر، ملیحه؛ مرعشی، محمد مهدی؛ و راهبر کیخا، فریدون. (۱۳۹۸). روش‌های مقابله با سیلاب شهری (مطالعه موردی شهر زاهدان). دومین کنفرانس ملی مطالعات نوین مهندسی عمران، معماری، شهرسازی و محیط زیست در قرن ۲۱، تهران.

منانی، سمیرا. (۱۳۹۴). تحلیل موانع ژئومورفیک ناشی از توسعه فیزیکی شهر لواسانات. پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته جغرافیای طبیعی (ژئوموفولوژی)، گروه جغرافیا، دانشگاه آزاد اسلامی تهران مرکز، تهران.

مهرزاد، خلیل؛ پوررمضان، عیسی و مولائی هشجین، نصرالله. (۱۴۰۳). تبیین تاب‌آوری کالبدی سکونتگاه‌های روستایی شهرستان املش در برابر زمین لغزش. *فصلنامه مطالعات برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی*، ۱۹(۱)، ۱۸۳-۱۶۹.

نخعی، محمد؛ و ودیعی، میثم. (۱۳۹۳). تحلیل فضایی مخاطرات طبیعی ناشی از برداشت بی رویه آب زیرزمینی در آبخوان ساحلی ارومیه. *نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی*، ۱(۱)، ۶۵-۵۳.

Alkema, D., & Angelo, C. (2003). Geomorphology risk assessment for EIA, Studi Trentini di Scienze Naturali-Acta Geological. *Trento*, 139-145.

Battista, F., & Baas, S. (2004). The role of local institutions in reducing vulnerability to recurrent natural disasters and in sustainable livelihoods development, *FAO*, Rome.

Slay, M. (2002). Natural Hazards in British Colombia. *Earth Sciences*, 45, 81-100.

Smith, K. (2000). *Environmental hazards: Assessing risk and reducing disaster*, 3rd Ed, Routledge, New York, 2000.

Thomas, G., & Anderson, C. (2005). *Landslide Hazard and Risk*. John Wiley & Sons Ltd, VO l1.

How to cite this article:
Jafari, P., Majesdi, H., & Zabihi H. (2024). Spatial Analysis of Geomorphic Hazards in order to identify safe Residential Zones (Case Study: Urban Areas of Gilan Province). *Journal of Studies of Human Settlements Planning*, *19*(1), 213-226.

ارجا به این مقاله:
جعفری، پیام؛ ماجدی، حمید و ذبیحی، حسین. (۱۴۰۳). تحلیل فضایی مخاطرات ژئومورفیک به منظور شناسایی پهنه‌های امن سکونتی (مطالعه موردی: مناطق شهری استان گیلان). *فصلنامه مطالعات برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی*، ۱۹(۱)، ۲۲۶-۲۱۳.