Journal of Applied Researches in Geographical Sciences
Print ISSN: 2228-7736 Online ISSN: 2588-5138
https://jgs.khu.ac.ir/

Investigating the development of urban space in order to face environmental hazards (case study: noor city)

Hossein Sharifi[1] | Mehrdad Ramzanipour✉ [2] | Leila Ebrahimi Jamnani[3]

1. PhD student in Geography and Urban Planning, Islamic Azad University, Chalous Branch, Chalous, Iran. **Email: phdkamransharifi@gmail.com**
2. Corresponding author, Assistant Professor in the Department of Geography and Urban Planning, Islamic Azad University, Chalous Branch, Chalous, Iran. **Email: mehr5490@yahoo.com**
3. Assistant Professor in the Department of Geography and Urban Planning, Islamic Azad University, Chalous Branch, Chalous, Iran. **Email: geo.ebrahimi@yahoo.com**

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received
2020/09/06
Received in revised
2020/12/06
Accepted
2021/01/06
Published
2021/01/07
Published online
2024/01/21

Keywords:
Urban space development,
Noor city,
environmental hazards,
CA-MARKOV model.

ABSTRACT

Today, human settlements across the globe face a multitude of natural hazards, necessitating the implementation of preventive measures due to the substantial human and financial losses they incur. This study aims to examine the development of urban areas in the city of Noor to address these environmental hazards. The research conducted falls under the category of descriptive-analytical, employing both library and field research methods to gather information. Various tools and techniques, such as the ANP method, fuzzy logic, ArcGIS software, the Markov chain combination model, and cellular automation, were utilized to analyze the collected data. Upon examination of the hazard map of the city, it becomes evident that the northern and southern regions possess the highest potential for hazards. Additionally, the research findings indicate that the recent expansion of constructed areas has led to a rapid transformation in land use, rendering these areas more susceptible to high-risk lands, irrespective of natural hazards. In other words, the built-up areas of Noor city have expanded from 2.43% of the total area in 2010 to 3.68% in 2019. Consequently, the implementation of sustainable development policies will enable cities and built-up areas to maintain their developmental spaces away from high-risk areas, serving the best interests of both the city and its inhabitants.

Cite this article: Sharifi, Hossein; Ramazanipour, Mehrdad; & Ebrahimi Jamnani (2025). Investigating Urban Development in Response to Environmental Hazards (Case Study: Noor County). Journal of Applied Researches in Geographical Sciences, 75 (24), 354-377. DOI: http://dx.doi.org/10.61186/jgs.24.75.4

© The Author(s). Publisher: Kharazmi University.
DOI: http://dx.doi.org/10.61186/jgs.24.75.4

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.213.6]
[DOI: 10.61186/jgs.24.75.4]

Journal of Applied Researches in Geographical Sciences
Print ISSN: 2228-7736 Online ISSN: 2588-5138
https://jgs.khu.ac.ir/

Extended Abstract

Introduction

If urban development is haphazard and lacks proper planning and design to address the risks that cities face, the vulnerability of cities will be significantly increased. Therefore, it is crucial to consider the establishment of hazard-free or low-risk human centers in urban development zones. This necessitates an examination of the current trends in urban development and the morphological structure of cities. While recent years have witnessed efforts to mitigate natural disasters in physical urban development planning, the rapid growth of many cities has resulted in an increase in incidents occurring within city limits. As a consequence, cities exhibit varying levels of vulnerability to natural hazards and disasters. For example, cities expanding into areas characterized by steep topography, proximity to fault lines, or susceptibility to landslides and floods are more prone to such risks. Hence, it is of utmost importance to incorporate the assessment of cities' vulnerability and the evaluation of their environmental characteristics and geographical locations into urban development planning. This process should involve a comprehensive study of the natural environment of the city and its surrounding areas, as well as an analysis of the potential impacts these factors may have on urban development. With this in mind, the research question can be formulated as follows: What are the natural hazards that pose a threat to the city of Noor County?

Material and Methods

The current research has an applied approach, focusing on its objective and descriptive-analytical nature. The data collection method employed in this study involves the classification of satellite imagery and land use mapping, alongside documentary and library research. The research is divided into two sections. The first section utilizes the Analytic Network Process (ANP) model, which is recognized as one of the most effective and significant multi-criteria decision-making models. This model is used to analyze the data and examine the criteria and sub-criteria that influence the zoning of natural hazards such as earthquakes, landslides, and floods. Additionally, the Super Decision software is used for modeling and zoning natural hazards, while the ArcGIS software is employed for layer integration and identification of high-risk areas and suitable locations for urban development, away from natural hazards.

Results and Discussion

Examining the vulnerability and value of human environments to different types of natural hazards is deemed exceedingly crucial and essential in academic circles. Undoubtedly, natural hazards result in substantial financial and human losses, thus warranting comprehensive research and analysis. Consequently, natural hazards have emerged as a critical area of study, enabling the mitigation and management of these risks. Analyzing and delineating natural hazards is imperative for effective planning and assessment of developmental initiatives in any burgeoning locale.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.213.6]
[DOI: 10.61186/jgs.24.75.4]

Journal of Applied Researches in Geographical Sciences
Print ISSN: 2228-7736 Online ISSN: 2588-5138
https://jgs.khu.ac.ir/

Conclusion

According to the final zoning map of hazard potential within the study area, approximately 16.27% of the area is categorized as falling within zones with a very high risk, around 21.56% is categorized as falling within zones with a high risk, about 28.39% is categorized as falling within zones with a moderate risk, and roughly 33.78% is categorized as falling within zones that range between risk and very high risk. Therefore, based on the final zoning map, it can be concluded that the northern and southern regions of the study area exhibit the highest potential for natural hazards. In other words, areas with very high and high risk are predominantly situated in zones characterized by smooth and low slopes, proximity to faults, proximity to waterways, agricultural and residential lands, and remoteness from communication networks.

Keywords: Urban development, Noor County, Environmental hazards, CA-MARKOV model.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.213.6]
[DOI: 10.61186/jgs.24.75.4]

نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی
شاپا چاپی: ۲۲۲۸-۷۷۳۶ شاپا الکترونیکی: ۲۵۸۸-۵۱۳۸
https://jgs.khu.ac.ir/

بررسی توسعه فضای شهری در راستای مواجهه با مخاطرات محیطی (مطالعه موردی: شهرستان نور)

حسین شریفی[۱]، مهرداد رمضانی‌پور[۲]✉، لیلا ابراهیمی جمنانی[۳]

۱. دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد چالوس، شهر چالوس، ایران.
رایانه: phdkamransharifi@gmail.com

۲. نویسنده مسئول، استادیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد چالوس، شهر چالوس، ایران.
رایانه: mehr5490@yahoo.com

۳. استادیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد چالوس، شهر چالوس، ایران.
رایانه: geo.ebrahimi@yahoo.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت:
۱۳۹۹/۰۶/۱۶
تاریخ بازنگری:
۱۳۹۹/۰۹/۲۶
تاریخ پذیرش:
۱۳۹۹/۱۰/۱۷
تاریخ انتشار:
۱۳۹۹/۱۰/۱۸
تاریخ انتشارآنلاین:
۱۴۰۲/۱۱/۰۱

کلیدواژه‌ها:
توسعه فضای شهری،
شهرستان نور،
مخاطرات محیطی،
مدل CA-MARKOV.

چکیده

امروزه سکونتگاه‌های انسانی، در نقاط مختلف دنیا به دلایل متعدد در معرض آسیب ناشی از مخاطرات طبیعی قرار دارند. این مخاطرات که آسیب‌های جانی و مالی فراوانی را با خود به همراه دارند نیازمند اقدامات پیشگیرانه می‌باشند. در این راستا در تحقیق حاضر سعی شده به بررسی توسعه فضای شهری در راستای مواجهه با مخاطرات محیطی در شهرستان نور بپردازد. نوع تحقیق کاربردی، روش بررسی آن توصیفی- تحلیلی و شیوه گردآوری اطلاعات کتابخانه‌ای و میدانی می‌باشد. جهت تجزیه‌وتحلیل اطلاعات از روش ANP، منطق فازی، نرم‌افزار ArcGis، مدل ترکیبی زنجیره مارکوف و اتوماتوی سلولی بهره گرفته شده است. بررسی نقشه مخاطرات شهرستان نشان می‌دهد که نواحی شمالی و جنوبی شهرستان، دارای بیشترین پتانسیل مخاطرات می‌باشد. همچنین یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که مناطق ساخته شده در دهه‌های گذشته باعث تغییرات سریع کاربری زمین شده است که بدون توجه به مخاطرات طبیعی، این مناطق بیشتر به سمت اراضی پرخطر سوق پیدا خواهند کرد. به عبارتی مناطق ساخته‌شده این شهرستان از ۲/۴۳ درصد کل مساحت در سال ۲۰۱۰ به ۳/۶۸ درصد در سال ۲۰۱۹ افزایش‌یافته است؛ بنابراین اگر سیاست‌های توسعه پایدار به‌طور کامل اجرا شوند، شهرها و مناطق ساخته‌شده قادر خواهند بود فضاهای توسعه خود را به خاطر منافع خود شهر و ساکنان آن از مناطق پرخطر حفظ کند.

استناد: شریفی، حسین؛ رمضانی‌پور، مهرداد؛ و ابراهیمی جمنانی، لیلا. (۱۴۰۳). بررسی توسعه فضای شهری در راستای مواجهه با مخاطرات محیطی (مطالعه موردی: شهرستان نور). *نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*، ۷۵ (۲۴)، ۳۷۷-۳۵۴.
http://dx.doi.org/10.61186/jgs.24.75.4

ناشر: دانشگاه خوارزمی تهران.
© نویسندگان.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.213.6]
[DOI: 10.61186/jgs.24.75.4]

مقدمه

توسعه شهری از نیاز به تطبیق جمعیت در حال رشد و توسعه اقتصادی ناشی می‌شود (چوتچای وونگ۱، ۱۳۹۸: ۱) و به‌طور مداوم در حال رشد است (راماچاندرا۲ و همکاران، ۱۳۹۳: ۶۷). طبق گزارش‌های سازمان ملل متحد در سال ۱۹۷۰ جمعیت نقاط شهری جهان معادل ۳۶.۶ درصد و در سال ۱۹۹۴ به حدود ۴۴.۹ درصد و در سال ۲۰۲۵ به حدود ۶۱.۱ درصد افزایش خواهد یافت. این نسبت برای کشورهای کمتر توسعه‌یافته از ۲۵.۱ درصد در سال ۱۹۷۰ به ۵۷ درصد در سال ۲۰۲۵ و در کشورهای پیشرفته از ۶۷.۵ به ۸۴ درصد خواهد رسید (منتظر و همکاران، ۱۳۹۷: ۱۲۱). این شهرنشینی سریع نه‌تنها منجر به استفاده گسترده از اراضی می‌شود، بلکه باعث افزایش جمعیت در نواحی شهری و اثرات زیست-محیطی مرتبط با توسعه نیز می‌گردد (شن۳، ۱۳۹۱: ۲۷). طبق برآورد سازمان ملل، تقریباً تمامی رشد خالص جمعیت در طی ۳۰ سال آینده در شهرها رخ خواهد داد و جمعیت آن‌ها دو برابر خواهد شد. چنین رشد جمعیتی چشم‌اندازهای شهری را دگرگون خواهد ساخت (سرور و همکاران،۱۳۹۳: ۹۶). به‌علاوه، افزایش جمعیت و گسترش شهرنشینی با رشد و توسعه کالبدی شهرها همگام نبوده و به ساخت‌وسازهای بی‌رویه و بی‌ضابطه، گسترش بی‌قاعده و مهارنشدنی شهرها به حالتی غیراستاندارد و مجزا با بافت اصلی و به‌سوی اراضی زراعی اطراف و به هم خوردن نظم ساختار فضایی شهرها منجر می‌شود (دای۴ و همکاران، ۱۳۸۰: ۲۵۸). اگر این روند، سریع و بی‌برنامه باشد به ترکیب فیزیکی مناسبی از فضاهای شهری نخواهد انجامید (ون آکر۵ و همکاران، ۱۳۹۵: ۲۹)، در نتیجه سیستم‌های شهری را با مشکلات عدیده‌ای روبرو خواهد ساخت (عطا-بواتنگ۶ و اووسو-انسه۷، ۱۳۹۵: ۱۴). مسائلی از جمله افزایش نرخ جرم و جنایات در شهرها و ناامنی (سرایی و کشتکار، ۱۳۹۶: ۷۳)، تخریب زمین‌های کشاورزی، ادغام روستاها در کالبد شهرها، مشکلات زیست‌محیطی و مخاطرات طبیعی، افزایش هزینه زیرساخت‌ها و خدمات شهری و عدم استفاده بهینه از زمین، نمونه‌ای از این مشکلات است (موحد و همکاران، ۱۳۹۳: ۲۳۲؛ قدمی و همکاران،۱۳۹۲:۲). به‌طوری‌که در چند دهه‌ی اخیر با افزایش بی‌سابقه جمعیت و رشد سریع شهرنشینی و بهره‌برداری بی‌رویه از منابع طبیعی، مناطق شهری به‌طور فزاینده‌ای به مناطق بسیار آسیب‌پذیر در مقابل بلایای طبیعی تبدیل‌شده است (قاسمی و همکاران،۱۳۹۲: ۲). در چنین شرایطی، همه‌ساله مخاطرات طبیعی، خسارات گسترده‌ای را به‌ویژه در کشورهای رو به توسعه وارد کرده است. در این راستا، در خصوص توسعه شهرها و مخاطرات محیطی مطالعات متعددی صورت گرفته است که در ادامه به برخی از آن‌ها اشاره شده است:

صابری فر (۱۳۹۲) در پژوهشی با عنوان مطالعه توسعه فیزیکی شهر بیرجند با معیار مخاطرات به بررسی رشد فیزیکی شهر بیرجند و چگونگی پیشروی این شهر به سوی مناطق پرخطر پرداخته است. یافته‌های پژوهش مبین آن است که با ارتقای شهر به مرکز استان، نه‌تنها توسعه فیزیکی شهر تشدید شده است بلکه تراکم ساخت‌وسازهای شهری افزایش داشته است و این تراکم بدون توجه به عوامل خطرساز و پهنه‌های خطرناک به انجام رسیده است. سرور و همکاران (۱۳۹۳) در مقاله‌ای به بررسی نقش عوامل محیطی در امکان‌سنجی توسعه فیزیکی بهینه شهر ملکان پرداختند. نتایج تحقیق ایشان نشان داد که ویژگی‌های طبیعی منطقه، فرصت‌های زیادی را برای توسعه فیزیکی شهر فراهم نموده است اما درعین‌حال، توسعه فیزیکی شهر به سمت شمال و به‌ویژه احداث برخی واحدهای مسکونی و خدماتی در محدوده تاریخی تالاب باعث ایجاد مسائلی مانند برخورد با واحدهای ژئومورفولوژیکی نامناسب از نظر توسعه شهری، برخورد با شیب‌های تند و سازندهای با استحکام پایین، بالا بودن سطح ایستایی آب‌های زیرزمینی و همچنین در معرض قرارگیری برخی واحدها در مقابل سیلاب‌های محلی شده است. سرور و همکاران (۱۳۹۴) در مقاله‌ای با عنوان ارزیابی آسیب‌پذیری فضاهای شهری در برابر بحران زلزله، وضعیت شهر اهر را موردبررسی قرار داده‌اند برای این کار از شاخص‌های ۱۵ گانه در سه طیف

1. Chotchaiwong
2 .Ramachandra
3. Shen
4. Dai
5. Van Acker%
6. Atta-Boateng
7. Owusu-Ansah

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.213.6]
[DOI: 10.61186/jgs.24.75.4]

شاخص‌های سازه‌ای، برنامه‌ریزی و طبیعی استفاده کرده‌اند. نتایج پژوهش حاکی از آن است که حدود ۳۰ درصد از فضاهای ساخته‌شده شهری اهر در برابر زلزله، آسیب‌پذیری متوسط به بالایی دارند و ساختار کالبدی مطلوبی برای مدیریت بحران ناشی از زلزله را ارائه نمی‌نمایند. جمالی و همکاران (۱۳۹۴) در مقاله خود تحت عنوان تحلیل فضایی مخاطرات ژئومورفولوژیکی توسعه‌ی شهر در حریم رودخانه‌ی خشک کلان‌شهر شیراز دریافتند که ک طرف بخش شرقی کلان‌شهر شیراز به دلیل قرارگیری بر روی دشت سیلابی از طرف آبراهه‌ها و رودخانه‌ی خشک و از طرف دیگر با تعرض به حریم رودخانه، ابعاد و ارتفاع نامناسب پل‌ها، احداث کنارگذرها و... در معرض مخاطرات محیطی ناشی از فرآیندهای رودخانه‌ای و عوامل انسان‌ساخت قرار دارد. صفاری و هاشمی (۱۳۹۵) در مقاله‌ای به پهنه‌بندی حساسیت وقوع زمین‌لغزش در شهرستان کرمانشاه پرداخته‌اند. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که پارامترهای لیتولوژی، فاصله از گسل، فاصله از جاده، شیب، جهت شیب، ارتفاع، کاربری اراضی و بارش به‌عنوان مهم‌ترین پارامترهای احتمالی مؤثر در وقوع زمین‌لغزش‌های منطقه شناسایی‌شده‌اند. صیدی (۱۳۹۵) در پایان‌نامه خود به شناسایی و پهنه‌بندی مخاطرات محیطی اثرگذار بر توسعه کالبدی شهر ایلام پرداخته است. نتایج بررسی‌ها نشان داد که شهر ایلام از میان تمامی مخاطرات طبیعی معمول در بخش زاگرس میانی بیشتر تحت تأثیر مخاطره سیلاب می‌باشد و مسیر توسعه‌ای که شهر ایلام در دهه‌های اخیر طی کرده است بدون در نظر گرفتن این پدیده بسیار مهم بوده است و توسعه کالبدی شهر در شهر در جهت مناطق با ریسک بالای سیلاب صورت پذیرفته است. آزاده و تقوایی (۱۳۹۶)، با تحلیل فضایی آسیب‌پذیری سکونتگاه‌های شهری و روستایی در برابر مخاطره زلزله (مطالعه موردی: استان گیلان) به این نتیجه دست یافتند که از مجموع ۲۹۲۵ سکونتگاه روستایی، ۱۳۵۰ روستا با جمعیت نسبی ۹/۲۴٪ در پهنه با خطر بسیار بالای زلزله ساکن هستند. اسدی عزیزآبادی و همکاران (۱۳۹۷) در مقاله‌ای با عنوان سنجش و ارزیابی میزان تاب‌آوری بافت‌های فرسوده شهری در برابر مخاطرات محیطی در کلان‌شهر کرج دریافتند که بافت فرسوده شهر کرج از نظر ابعاد تاب‌آوری آسیب‌پذیر می‌باشد. نیاستی و گرگانی (۱۳۹۷) در مقاله خود تحت عنوان بررسی آسیب‌پذیری سکونتگاه‌ها در نواحی روستایی مطالعه مقایسه‌ای شهر فراغی و روستاهای سیل‌زده شرق استان گلستان دریافتند که بازسازی پس از سیل ۱۳۸۴ استان گلستان نه تنها در کاهش میزان آسیب‌پذیری شهر فراغی نسبت به سه روستای موردبررسی، موفق نبوده بلکه بر روند رو به رشد آسیب‌پذیری آن مؤثر بوده است. شاه زیدی و حیانی زاده (۱۳۹۸) در مقاله خود تحت عنوان بررسی زمین‌لغزش‌های منطقه پشت کوه فریدون‌شهر دریافتند که ۳۱ درصد از منطقه در پهنه‌های کم‌خطر، ۳۳ درصد در منطقه با خطر متوسط و ۳۶ درصد از منطقه در محدوده پرخطر قرار دارند. یانگ و ما (۲۰۱۰) در مقاله‌ای به تهیه نقشه پهنه‌بندی خطر محیط-زیستی شانگهای چین را بر پایه معیارهای تراکم جمعیت، ترافیک و آلودگی منابع آبی و خاکی تهیه کردند یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که مناطق شهری به چهار منطقه کم‌خطر، مناطق با ریسک خطر توسط بالا و خیلی بالا طبقه‌بندی شده‌اند. باگان و یاماگاتا۸ (۲۰۱۲) با استفاده از پردازش تصویر ماهواره‌ای Landsat روند رشد فضایی و زمانی توکیو را در ۴۰ سال گذشته مورد تجزیه‌وتحلیل قرار دادند. تحلیل همبستگی فضایی همبستگی مثبت و شدیدی بین رشد و توسعه شهری و تغییرات در تراکم جمعیت را نشان می‌دهد. چوتچیونگ۹ و ویجیتوزوم۱۰ (۲۰۱۹) در مقاله‌ای به پیش‌بینی تغییرات گسترش شهری و کاربری اراضی شهری در شهر ناخون راچاما با استفاده از یک مدل CA-Marov تحت دو سناریوی متفاوت پرداخته‌اند. نتایج حاکی از توسعه نواحی ساخته‌شده و کوچک شدن نواحی سبز است. در سناریوی ۲، توسعه شهری کم‌تر از سناریوی ۱ بوده و حفظ فضای سبز به دلیل محدودیت‌های دولتی امکان‌پذیر به نظر می‌رسید. وانگ۱۱ و همکاران (۲۰۱۹) در مقاله خود به پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی در شمال چین با استفاده از رگرسیون لجستیک، اتوماتای سلولی و مدل مارکوف پرداخته و نتایج، موج جدیدی از توسعه حومه شهرها را در بخش‌های جنوب غربی، غرب و شمال غربی منطقه موردمطالعه در سال ۲۰۲۰ را

8. Bagan & Yamagata
9. Chotchaiwong
10. Wijitkosum
11. Wang

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.213.6]
[DOI: 10.61186/jgs.24.75.4]

نشان می‌دهد. علاوه بر این، توسعه شهری شتاب گرفته است که به‌احتمال‌زیاد آلودگی محیطی گسترده‌ای که در حال حاضر در این منطقه وجود دارد را تشدید می‌کند. ما۱۲ و همکاران (۲۰۲۰) در مقاله خود به ارزیابی ریسک محیطی در شهر ژنگژو چین پرداخته‌اند. نتایج ارزیابی نشان می‌دهد که مساحت منطقه پرخطر در ژنگژو ۴.۰۵ درصد و سطح متوسط خطر ۸۳.۰۶ درصد می‌باشد.

با توجه به مطالب ذکر شده و مطالعات صورت گرفته، پژوهش حاضر در نظر دارد توسعه شهرستان نور را در برابر مخاطرات طبیعی موردبررسی قرار دهد. از همین رو اصلی‌ترین وجه تمایز این پژوهش با دیگر پژوهش‌ها در حوزه مخاطرات محیطی، بررسی وضعیت شهرستان نور در برابر مخاطرات محیطی با بهره‌گیری از داده‌های ماهواره‌ای می‌باشد؛ اما در رابطه با ضرورت چنین پژوهش و مطالعه‌ای در ایران و شهرستان نور به‌طور خاص، می‌توان چنین عنوان کرد که کشور ایران به دلیل قرارگیری در کمربند خشک و نیز زلزله‌خیز آسیا، بالقوه پتانسیل وقوع خطرات طبیعی را دارد و از جمله آسیب‌پذیرترین کشورهای دنیا محسوب می‌شود (رضایی و همکاران، ۱۳۹۴: ۶۱۰) که همواره بر اثر بروز سوانحی همچون سیل، زلزله، خشک‌سالی، طوفان و غیره خسارات جانی و مالی قابل‌توجهی به آن وارد شده است (بهتاش و همکاران، ۱۳۹۲: ۱؛ نظم‌فر و پاشازاده،۱۳۹۷: ۱۰۱-۱۰۲)؛ به‌طوری‌که ۳۷/۷ درصد از کل مساحت آن در مناطق در معرض خطر سوانح طبیعی قرار دارند. لذا می‌توان عنوان نمود که ایران از حیث وقوع سوانح طبیعی جز ده کشور حادثه‌خیز جهان است (فرزاد بهتاش و همکاران، ۱۳۹۲: ۳۴) به‌طوری‌که از ۴۰ حادثه طبیعی شناسایی‌شده در جهان بیش از ۳۰ مورد آن در ایران رخ داده است (قلی‌پور، ۱۳۹۵: ۵۵) و از آنجا که کشوری درحال‌توسعه محسوب می‌شود، روند توسعه شهری، مهاجرت و افزایش جمعیت شهرها نیز می‌تواند بر وقوع بحران‌های محیطی در کلان‌شهرها دامن بزند. بسیاری از کلان‌شهرهای ایران در سال‌های اخیر با رشد مهاجرت از روستاها به شهرها، شاهد توسعه بی‌رویه و غیراصولی شهر هستند (فرزاد بهتاش و همکاران، ۱۳۹۲: ۳۴). شهرستان نور یکی از شهرستان‌های استان مازندران نیز از این قاعده مستثنی نبوده است. در واقع استان مازندران به‌طور عام و شهرستان نور به‌طور خاص، سالانه حدود ۸۰ تا ۱۰۰ حادثه غیرمترقبه را به خود می‌بیند و به‌طور متوسط در هر سال بالغبر ۱۰۰ میلیارد تومان در بخش‌های مختلف خسارت به استان وارد شده که این خسارت‌ها سالانه حدود ۵۰ تا ۷۰ درصد بودجه عمرانی استان را شامل می‌شود (سجادیان و همکاران،۱۳۹۰: ۷۲-۷۳). از عمده دلایل این امر دست‌اندازی‌های انسان و دخالت در عرصه طبیعت، قرار گرفتن مازندران بر روی کمربندی کوه‌زایی البرز، کمبود اطلاعات زمین شناسایی برای اجرای طرح‌های عمرانی، تغییر کاربری اراضی، کاهش پوشش گیاهی، شرایط ویژه اقلیمی، مکان‌یابی نامناسب در انتخاب ساختگاه‌ها بخشی از مشکلات استان به شمار می‌رود که نظم متوازن طبیعت را دچار اختلال کرده است و بحران‌های محیطی سالیان اخیر نیز گواه بر این امر است.

بنابراین برنامه‌ریزی در کشور ما برای مخاطرات محیطی خصوصاً در شهرهای بزرگ که مرکز تراکم انسانی، اقتصادی و غیره بوده دارای آسیب‌پذیری به‌مراتب بیشتری هستند، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و بسیار ضروری است که بخشی از برنامه‌های توسعه‌ای کشور بدین امر اختصاص یابد. به‌طورکلی به‌کارگیری الگوهای جدید و استفاده از یک سیستم مسنجم و تلفیق برنامه‌ریزی مدیریت خطر در برنامه‌ریزی شهری مهم‌ترین اقدامات در کاهش آسیب‌پذیری مناطق شهری در برابر مخاطرات طبیعی می‌باشند. چراکه وقوع حوادث طبیعی امری اجتناب‌ناپذیر تلقی شده و توسعه و پیچیدگی ابعاد زندگی اجتماعی در شهرها، گسترش روزافزون شهرنشینی، تراکم بالای ساختمانی و جمعیت، عدم رعایت نکات ایمنی در ساخت‌وسازهای شهری و وجود بافت‌های فرسوده شهری، ابعاد آن حوادث را وسعت بخشیده است (منوریان و همکاران،۱۳۹۷: ۱۴). همان‌طور که ذکر شده است، توسعه شهر اگر بی‌قاعده و بدون داشتن طرح و برنامه‌ریزی مرتبط به مخاطراتی که شهر با آن روبرو است، باشد آسیب‌پذیری شهرها بیشتر خواهد بود. به همین دلیل در توسعه شهر می‌بایست پهنه‌هایی برای استقرار مراکز انسانی در نظر گرفته شود که عاری از مخاطره بود و یا حداقل کم‌خطر برای ساکنین باشد و این نیازمند بررسی روند توسعه شهر و ساختار مورفولوژیکی آن است (شایان،۱۳۸۹: ۳). با آنکه در طی سال‌های اخیر در

12. Ma

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.213.6]
[DOI: 10.61186/jgs.24.75.4]

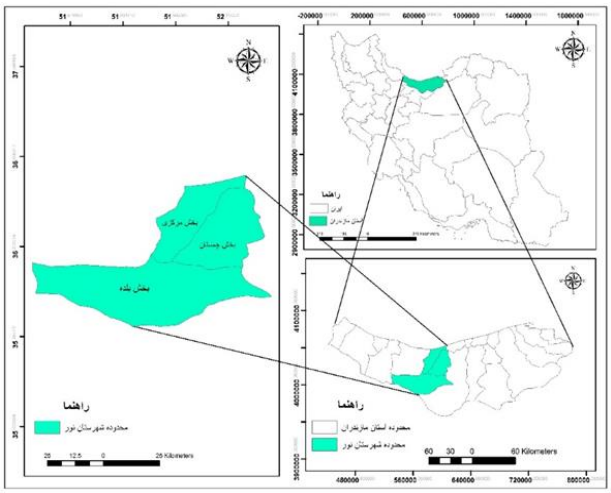
برنامه‌ریزی برای توسعه فیزیکی شهرها اقداماتی جهت کاهش سوانح طبیعی انجام گرفته است ولی رشد اغلب شهرها به افزایش میزان سوانح در محدوده شهرها منجر شده است و میزان آسیب‌پذیری این شهرها در مقابل خطرات و بلایای طبیعی بسیار متفاوت بوده است. به‌گونه‌ای‌که شهرهایی که در محدوده توسعه و گسترش کالبدی آن‌ها بر روی نواحی آسیب‌پذیر از قبیل بستر با توپوگرافی پرشیب، نزدیک به خط گسل، نواحی در معرض ریزش سنگ و سیل بوده به‌صورت زیادتری آسیب‌پذیر بوده‌اند؛ بنابراین در برنامه‌ریزی توسعه فیزیکی شهرها و مکان‌یابی سمت توسعه آن‌ها و همچنین ارزیابی میزان آسیب‌پذیری آن‌ها، بررسی ویژگی‌های محیط شهری و بستر و موقعیت جغرافیایی شهرها اهمیت بسیار زیادی دارد. در این برنامه‌ریزی، بایستی بستر طبیعی شهر و نواحی اطراف آن و تأثیراتی که آن‌ها می‌توانند در توسعه کالبدی شهر داشته باشند، موردمطالعه قرار گیرد (طالب‌زاده،۱۳۸۸: ۹۹). در این رابطه سؤال پژوهش بدین‌صورت مطرح می‌گردد که مخاطرات طبیعی تهدید کننده در شهرستان نور کدام هستند؟

بر اساس آنچه گفته شده است پژوهش حاضر با هدف پهنه‌بندی مخاطرات طبیعی تهدیدکننده فضای شهری و جلوگیری از توسعه فضای شهری در این محدوده‌ها صورت گرفته است. به عبارتی این پژوهش سعی دارد به شناسایی و بررسی مخاطرات محیطی شهرستان نور با استفاده از نقشه‌های جی ای اس و داده‌های ماهواره‌ای به شناسایی مناطق پرخطر بپردازد تا یافته‌های حاصل از بررسی این مخاطرات ابزاری برای برنامه‌ریزان شهری و محیطی فراهم آورد که بتواند توسعه آتی شهر را حتی‌الامکان بر نواحی کم‌خطر منطبق ساخته و یا با شناخت این مخاطرات اقدامات لازم برای تعدیل خطرپذیری گروه‌های انسانی و تأسیسات را فراهم آورند.

روش‌شناسی

موقعیت منطقه موردمطالعه

منطقه موردمطالعه (شهرستان نور) در استان مازندران واقع در بین موقعیت جغرافیایی ۲۶/۵۱ طول شرقی و ۴۷/۳۶ عرض شمالی و در ارتفاع ۴۷۲۱ متر در مرکز استان واقع شده است و مرکز آن شهر نور می‌باشد شکل (۱) و مساحت آن ۹۷۴/۲ کیلومترمربع است که حدود ۱۱/۳ در صد از کل مساحت استان را پوشش می‌دهد. میانگین بارندگی در این شهرستان ۳۰۵.۸ میلی‌متر می‌باشد و میانگین بیشینه دما در این شهرستان ۱۶.۲ درجه سانتی‌گراد و میانگین کمینه دما ۲.۷ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. این شهرستان دارای سه بخش مرکزی، بلده و چمستان است و جمعیت آن براساس اطلاعات سرشماری سال ۱۳۹۵ نزدیک به۱۲۱۵۳۱ نفر می‌باشد. این منطقه شهرنشینی سریع و تغییر کاربری زمین را تجربه کرده است به‌طوری‌که زمین‌های ساخته‌شده آن از۶۵/۱۹ کیلومترمربع (۲۰۱۰) به ۹۸/۵۵ کیلومترمربع (۲۰۲۰) افزایش‌یافته است. کاربری غالب اراضی آن نیز جنگل و مرتع به ترتیب با مساحت ۶۸۷/۹۳ و ۱۶۰۱/۳۹ کیلومترمربع می‌باشد.



شکل (۱). موقعیت منطقه موردمطالعه

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.213.6]
[DOI: 10.61186/jgs.24.75.4]

روش انجام پژوهش

پژوهش حاضر بر اساس هدف، کاربردی و بر اساس ماهیت، توصیفی- تحلیلی می‌باشد. روش جمع‌آوری داده‌ها در این مطالعه از روش طبقه‌بندی داده‌های ماهواره‌ای و تهیه نقشه‌های کاربری اراضی و نیز اسنادی و کتابخانه‌ای است. پژوهش حاضر در دو بخش انجام گرفته شده است. در بخش اول این پژوهش، جهت تحلیل داده‌ها از مدل ANP که یکی از بهترین و مهم‌ترین مدل فنون تصمیم‌گیری چندمعیاره بهره گرفته‌شده است و معیارها و زیرمعیارهای مؤثر در پهنه‌بندی مخاطرات طبیعی (زلزله، زمین‌لغزش و سیلاب) مورد آزمون قرار گرفته‌اند. همچنین جهت مدل‌سازی و پهنه‌بندی مخاطرات طبیعی نیز از نرم‌افزار سوپردسیژن استفاده شده است و از نرم‌افزار ArcGIS جهت تلفیق لایه‌ها و شناسایی مناطق با ریسک بالا و مکان‌های مناسب و به‌دوراز مخاطرات طبیعی جهت توسعه شهری استفاده گردید.

در بخش دوم از پژوهش نیز جهت تحلیل تغییرات کاربری اراضی و رشد شهری از روش‌های مدل زنجیره مارکوف و مدل سلول‌های خودکار، برای مدل‌سازی و پیش‌بینی تغییرات رشد شهری در سال ۲۰۲۹ و تغییرات کاربری اراضی و پیش‌بینی کاربری اراضی از نرم‌افزار IDRISI استفاده گردید. برای پیش‌پردازش و پردازش داده‌ها از نرم‌افزار ENVI5.1 و برای پس پردازش نیز از نرم‌افزار ArcGIS10.7 استفاده گردید در نهایت از نرم‌افزارGoogle Earth نیز برای نمونه-های آموزشی جهت طبقه‌بندی داده‌های ماهواره‌ای استفاده شده است.

جدول (۱). مشخصات تصاویر ماهواره‌ای مورداستفاده در پژوهش

تاریخ میلادی	تاریخ شمسی	ماهواره	سنجنده	قدرت تفکیک مکانی
۲۰۱۹/۰۷/۳۱	۱۳۹۸ / ۵ / ۹	لندست ۸	OLI	۳۰ متر
۲۰۱۰/۰۸/۱۵	۱۳۸۹ / ۵ / ۲۴	لندست ۷	ETM+	۳۰ متر

مدل اتوماتای سلولی یک ابزار آماری است که احتمال تغییر کاربری زمین را از یک دوره به دوره دیگر با توسعه ماتریس احتمال انتقال بین دو دوره براساس انتخاب‌های همسایگی توصیف می‌کند. بااین‌حال، تحلیل مارکوف دلایل تغییر کاربری زمین را در نظر نمی‌گیرد و نسبت به فضا غیرحساس است (معماریان[13]، ۱۳۹۲: ۵)؛ بنابراین برای حل این مشکل ترکیبی از اتوماتای سلولی و زنجیره مارکوف توسعه داده شد. مدل (CA–Markov) دو منطق را با هم ترکیب می‌کند: یک اتوماتای سلولی و یک ماتریس احتمال انتقال براساس تغییرات کاربری زمین که توسط جدول متقاطع دو تصویر تنظیم‌شده با خطاهای متناسب ایجاد شده است در مدل (CA–Markov)، قوانین انتقال موتورهای واقعی تغییر هستند. قوانین انتقال، تبدیل از یک حالت سلول به حالت دیگر در طول یک دوره خاص، براساس حالت‌های سلول‌های مجاور است (هوانگ[14]، ۱۳۹۴: ۷۷۲). تحلیل مدل (CA–Markov) احتمال تغییر کاربری زمین را از یک دوره (t) به دوره دیگر (t+۱) توصیف می‌کند این تغییرات با استفاده از معادله احتمال پیشنهاد شده توسط بیز برای پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی محاسبه شدند رابطه (۱).

رابطه (۱)

$$St+1 = (Pij * St)$$

که در آن st حالت سلول در CA در زمان (t)،St+1 حالت سلول در CA در زمان (t+۱) و pij ماتریس احتمال انتقال در حالتی است که به‌صورت رابطه (۲) محاسبه می‌شود:

رابطه (۲)

$$Pij = \begin{bmatrix} P_{11} & \cdots & P_{1n} \\ \vdots & & \vdots \\ P_{n1} & & P_{nn} \end{bmatrix}$$

13. Memarian
14. Huang

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.213.6]
[DOI: 10.61186/jgs.24.75.4]

$$(۰ \leq P_{ji} < ۱ \;\&\; \sum_{j=۱}^{N} P_{ji=۱}, (i,j = ۱,۲, \dots, n))$$

ماتریس انتقال مارکوفP است،Pij نماد احتمال تبدیل از حالت فعلیi به حالت دیگر j در زمان بعدی است، Pn احتمال حالت هر زمانی است j،i نوع کاربری زمین دوره‌های اول و دوم است انتقال پایین دارای احتمال نزدیک (۰) خواهد بود و انتقال بالا دارای احتمال نزدیک (۱)است (الکورشی۱۵ و کومار۱۶، ۱۳۹۳: ۵). در ماتریس انتقال درخواست می‌کند که هر نرخ یک مقدار غیر منفی و هر یک از عوامل زنده ۰ تا ۱ باشد در کل دوره مشاهده شد. تخمین زنجیره مارکف، فرکانس رابطه‌گذار در کل دوره زمانی است. نتیجه تخمین می‌تواند برای پیش‌بینی استفاده شود (موندال۱۷ و همکاران، ۱۳۹۵: ۲۶۱)؛ بنابراین، محاسبه با استفاده از مدل مارکوف با مدل اتوماتای سلولی تلفیق شد تا داده‌های ماهواره‌ای به‌روز شوند. سلول‌های داده جدید به دنبال سلول‌های اطراف خود در قالب ۳ یا ۵ ماتریس تولید شدند که از یک سلول به سلول دیگر تغییر مکان دادند تا این‌که منطقه مشخص‌شده را پوشش دهد این روش به‌صورت برنامه‌ریزی‌شده تکرار شد (فو۱۸ و همکاران، ۱۳۹۸: ۱۳). فرآیند کلیدی CA–Markov تنظیم یک قانون‌گذار، تابعی از تغییرات در اشیا سلولی است که شرایط گذار الگوی کاربری زمین را تعیین می‌کند برای شبیه‌سازی بهتر تغییرات فضایی کاربری اراضی شهری، مدل مارکوف نیاز به تعریف تغییرات در احتمالات حالت کاربری اراضی با تعیین آستانه برای تغییر نوع کاربری اراضی و عوامل تصادفی دارد. برای تعریف قوانین انتقال تغییر کاربری اراضی در مدل CA–Markov، محدودیت‌های محلی و تغییرات تصادفی معرفی می‌شوند (هوانگ، ۱۳۹۴: ۷۷۳). مدلCA–Markov شامل دو مرحله است: مرحله اول، بررسی دقت مدل CA–Markov و مرحله دوم، تحلیل داده‌های مربوط به پیش‌بینی تغییر کاربری زمین از داده‌های ماهواره‌ای گرفته‌شده در سال‌های ۲۰۱۰ (لندست ۷ سنجنده ETM+) و ۲۰۱۹ (لندست۸ سنجنده OLI) برای تأیید دقت مدل و برای پیش‌بینی تغییرات کاربری زمین در سال ۲۰۲۹ مورداستفاده قرار گرفتند نرخ دقت کلی در معادله ۴ نشان داده شده‌است و نتیجه ۹۶/۸۶٪ بوده است.

نتایج و بحث

برای بررسی احتمالی خطر زمین‌لغزش، شناسایی صحیح مناطق لغزشی امری بسیار ضروری به شمار می‌رود. لذا ابتدا معیارها و زیر معیارهای مؤثر در زمین‌لغزش انتخاب گردید سپس هریک از لایه‌ها براساس میزان اهمیت در ۵ کلاس (احتمال خیلی زیاد، زیاد، متوسط، پایین و بسیار پایین) طبقه‌بندی گردید و با توجه به داده‌ها و اطلاعات موجود و نیز بررسی و شناسایی عوامل مؤثر در زمین‌لغزش در منطقه‌ی موردمطالعه، هر یک از معیارهای موردنظر براساس مطالعات پیشین مورد ارزیابی و رتبه‌بندی قرار گرفت. در این بخش برای ارزیابی و رتبه‌بندی معیارها از فرایند تحلیل شبکه‌ای استفاده شده است.

جدول (۲). وزن معیارها و زیرمعیارهای پهنه‌بندی زمین‌لغزش

معیارها	وزن معیارها	زیر معیارها	وزن زیر معیارها
انسانی	۰/۱۸۹	کاربری اراضی	۰/۰۲۹
		فاصله از شبکه‌های ارتباطی	۰/۰۲۰
توپوگرافی	۰/۳۳۹	ارتفاع	۰/۱۵۳
		شیب	۰/۱۶۶
		جهت شیب	۰/۱۲۹

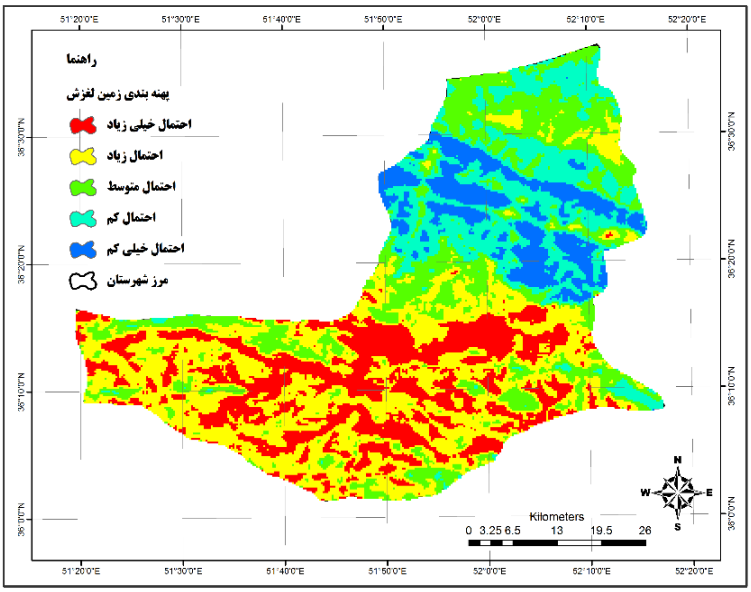
15. Alqurashi
16. Kumar
17. Mondal
18. Fu

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.213.6]
[DOI: 10.61186/jgs.24.75.4]

هیدرولوژی	۰/۲۸۴	فاصله از رودخانه	۰/۰۷۲
		بارندگی	۰/۰۸۶
زمین‌شناسی	۰/۱۸۸	رده‌بندی خاک	۰/۰۱۱
		زمین‌لغزش‌های موجود	۰/۱۰۷
		فاصله از گسل	۰/۰۴۸
		لیتولوژی	۰/۱۷۹

منبع: یافته‌های پژوهش

نقشه نهایی حاصل از پهنه‌بندی زمین‌لغزش در ۵ کلاس احتمال خیلی زیاد، زیاد، احتمال متوسط، احتمال کم و احتمال خیلی کم طبقه‌بندی شد شکل (۳). در این نقشه، کلاس احتمال خیلی بالا با ۲۱/۱۸ درصد مساحت، بیشتر مناطقی که دارای بارندگی زیاد، طبقات ارتفاعی بالا و در اراضی مراتع می‌باشند را شامل می‌شود. همچنین کلاس احتمال زیاد با ۳۲/۵۰ درصد، کلاس احتمال متوسط با ۲۱/۳۵ درصد، کلاس احتمال کم با ۱۶/۰۲ درصد و کلاس احتمال خیلی کم با ۸/۹۵ درصد از مساحت کل منطقه را شامل می‌شود. مناطقی که در جنوب، جنوب غرب و جنوب شرق شهرستان نور قرار گرفتند بیشتر مستعد زمین‌لغزش می‌باشد جدول (۳).



شکل (۲). نقشه پتانسیل احتمال زمین‌لغزش به روش ANP

پهنه‌بندی زلزله

طبق نتایج مدل ANP جدول (۳) در پهنه‌بندی زلزله می‌توان بیان داشت که زیرمعیارهای گسل، رده‌بندی خاک و شیب به ترتیب دارای بیشترین ضریب اهمیت بوده و جهت شیب، فاصله از شبکه‌های ارتباطی و فاصله از مناطق مسکونی از اهمیت کمتری در پهنه‌بندی زلزله منطقه برخوردار می‌باشند. همچنین نرخ ناسازگاری کوچک‌تر از ۰/۱ می‌باشد که این عامل نشان‌دهنده سازگار بودن مقایسات دودویی معیارها و زیرمعیارها می‌باشد.

جدول (۳). وزن معیارها و زیرمعیارهای پهنه‌بندی زلزله

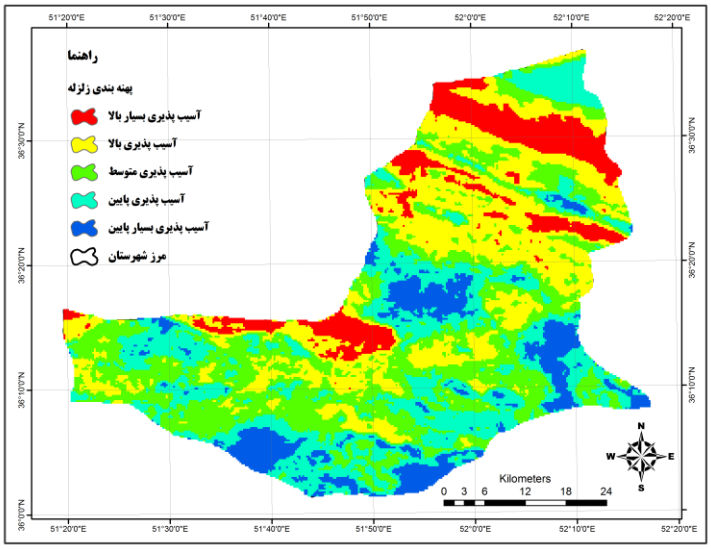
معیارها	وزن معیارها	زیر معیارها	وزن زیر معیارها
انسانی	۰/۲۱۵	فاصله از مناطق مسکونی	۰/۰۶۴
		فاصله از شبکه‌های ارتباطی	۰/۰۴۰

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.213.6]
[DOI: 10.61186/jgs.24.75.4]

توپوگرافی	۰/۳۴۶	ارتفاع	۰/۱۰۴
		شیب	۰/۱۴۳
		جهت شیب	۰/۰۱۸
زمین‌شناسی	۰/۴۳۸	رده‌بندی خاک	۰/۲۱۶
		فاصله از گسل	۰/۲۳۶
		لیتولوژی	۰/۱۷۸

منبع: یافته‌های پژوهش

در بخش پتانسیل خطر زمین‌لرزه از بین ویژگی‌های طبیعی مؤثر بر این پدیده، شاخص‌های از قبیل فاصله از گسل، جهت شیب، زمین‌شناسی، شیب و فاصله از مناطق مسکونی و ... انتخاب گردید. پس از استخراج ارزش (وزن) لایه‌های مؤثر در زلزله با استفاده از روش ANP در محیط نرم‌افزار سوپردسیژن و استانداردسازی آن‌ها، لایه‌های موردنظر در محیط gis با دستور weighted sum با یکدیگر تلفیق شدند. در پهنه‌بندی خطر زلزله مشاهده شد که شدت‌های لرزه‌ای مختلف در داخل محدوده وجود دارد؛ که بیشتر در طول گسل‌ها و نزدیکی به مناطق مسکونی شکل گرفته است. مناطقی که دارای آسیب‌پذیری بسیار بالا و بالا قرار گرفته‌اند در دامنه‌های شمالی، شمال شرقی و شمال غربی و قسمتی از جنوب غربی را شامل می‌شود که علت آن را می‌توان با بافت خاک سست و نرم (حواشی شهر نور) گسل‌های فراوان مناطق موردنظر، ارتفاعات، شیب‌های هموار و پست و نزدیکی به شبکه‌های ارتباطی عنوان کرد. از نظر آسیب-پذیری در برابر زلزله محدوده موردمطالعه در ۵ کلاس طبقه‌بندی‌شده است که پهنه‌های با آسیب‌پذیری بسیار بالا حدود ۱۰/۳۶ درصد مساحت شهرستان را پوشش می‌دهند و بیشتر مناطقی که در اطراف گسل قرار دارند را شامل می‌شود. همچنین حدود ۲۵/۶۷ درصد مساحت در محدوده با میزان آسیب‌پذیری بالا قرار دارد و محدوده با آسیب-پذیری متوسط حدود ۳۰/۴۰ درصد از منطقه را شامل می‌شود. حدود ۲۴/۱۸ درصد مساحت شهرستان در محدوده با احتمال پایین و ۹/۴۰ درصد در محدوده آسیب‌پذیری بسیار پایین واقع گردیده است. در این میان می‌توان بیان کرد که شهر نور در برابر آسیب‌پذیری زلزله در کلاس‌های آسیب‌پذیری متوسط و آسیب‌پذیری پایین قرار گرفته است شکل (۳).



شکل (۳). نقشه میزان آسیب‌پذیری زلزله به روش ANP

پهنه‌بندی سیلاب

برای تهیه نقشه‌ی پهنه‌بندی پتانسیل سیلاب، مرحله اول، انتخاب لایه‌ی اطلاعاتی برای هر زیرمعیار می‌باشد. در این پژوهش نیز از ۸ زیر معیار (فاصله از رودخانه، شیب، مناطق مسکونی، لیتولوژی و...) استفاده شد. سپس لایه‌ها را رتبه‌بندی

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.213.6]
[DOI: 10.61186/jgs.24.75.4]

و رستری کرده و با استفاده از تابع Reclassify استانداردسازی شد. در نهایت با استفاده از وزن نهایی استخراج شده از مدل ANP وزن هر زیر معیار را به لایه همان زیرمعیار با استفاده از دستور Weighted Sum ضرب کرده و با ترکیب لایه‌های اطلاعاتی باهم، نقشه پهنه‌بندی پتانسیل سیل‌خیزی تهیه گردید شکل (۴).

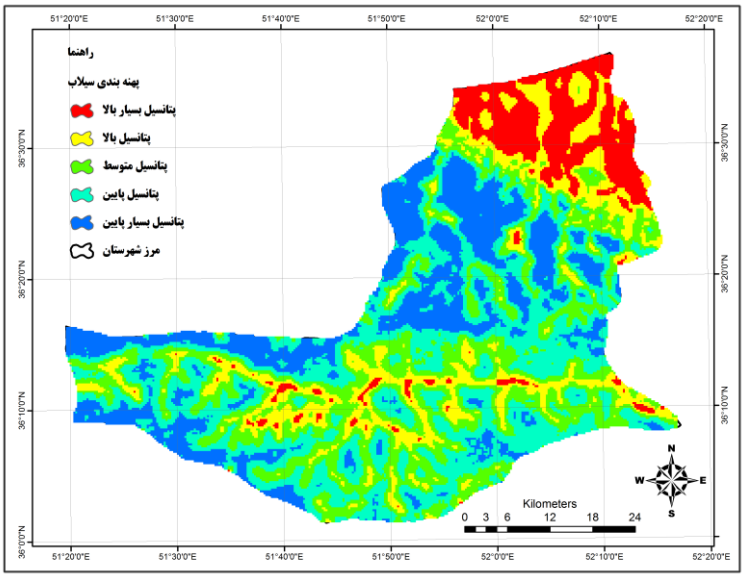
جدول (۴). وزن معیارها و زیرمعیارهای پهنه‌بندی سیلاب

معیارها	وزن معیارها	زیر معیارها	وزن زیر معیارها
انسانی	۰/۲۹۵	کاربری اراضی	۰/۰۶۴
		فاصله از مناطق مسکونی	۰/۰۹۶
توپوگرافی	۰/۲۲۰	ارتفاع	۰/۱۴۴
		شیب	۰/۲۴۳
هیدرولوژی	۰/۳۳۰	فاصله از رودخانه	۰/۲۲۳
		بارندگی	۰/۱۷۹
زمین‌شناسی	۰/۱۵۵	رده‌بندی خاک	۰/۰۱۵
		لیتولوژی	۰/۰۳۶

منبع: یافته‌های پژوهش

در شکل (۴) محدوده موردمطالعه را به لحاظ پتانسیل احتمال سیلاب به ۵ کلاس با پتانسیل بسیار بالا، بالا، متوسط، پایین و پتانسیل بسیار پایین طبقه‌بندی شد. بیشتر عاملی که بر سیل‌گیری منطقه تأثیر گذاشته است عامل فاصله از رودخانه بوده است. نابسامانی رودخانه‌ها و ناکافی بودن عملیات آبخیزداری در منطقه بر تکرار وقوع سیلاب و تشدید آن افزوده است. شیب منطقه تأثیر بسزایی بر سرعت جریان رواناب سطحی و آبراهه‌ها دارد به این صورت که هر چه شیب دامنه‌ها و آبراهه‌ها زیادتر و همچنین وجود بارش زیاد در ارتفاعات بالاتر در محدوده موردمطالعه باعث سرعت جریان رواناب سطحی بیشتر شده و در شیب‌های کمتر میزان سیل‌گیری را افزایش داده است. ویژگی‌های خاک‌شناسی در لایه-بندی‌های مختلف اثر داشته و میزان نفوذپذیری آب به درون خاک را تحت تأثیر قرار می‌دهد و در نتیجه برآیند اثر این عوامل تجمع رواناب را به دنبال داشته و بر سیل‌گیری منطقه تأثیر می‌گذارد. به‌عبارتی‌دیگر همان‌طور که نقشه 4نشان می‌دهد، مناطق با ارتفاع پایین و شیب پایین‌تر و به‌ویژه مناطق نزدیک به رودخانه‌ها بیشترین مستعد وقوع سیلاب هستند و هر چه از رودخانه‌ها فاصله گرفته شود میزان پتانسیل احتمال سیلاب کمتر می‌شود. در این نقشه، پهنه‌های با پتانسیل بسیار بالا حدود ۹/۹۴ درصد مساحت شهرستان را پوشش می‌دهد که بیشتر مناطقی که در اطراف آبراهه‌ها قرار دارند را شامل می‌شود و همچنین حدود ۱۴/۶۷ درصد مساحت در محدوده با پتانسیل بالا قرار دارد و محدوده با پتانسیل متوسط چیزی حدود ۲۴/۷۴ درصد از منطقه را شامل می‌شود. حدود ۳۰/۲۱ درصد مساحت شهرستان در محدوده با پتانسیل پایین و ۲۰/۴۳ درصد در محدوده پتانسیل بسیار پایین واقع گردیده است. طبق نقشه نهایی پتانسیل سیلاب، مناطق شمالی بیشترین پتانسیل را در محدوده موردنظر دارا می‌باشد که در این میان شهر نور در طبقه با پتانسیل بسیار بالا قرار گرفته است که علت آن را می‌توان در قرارگیری شهر در شیب‌های هموار و پست، ارتفاع پایین (۳۲- متر) و قرار گرفتن آبراهه‌ها در حواشی و داخل شهر دانست.

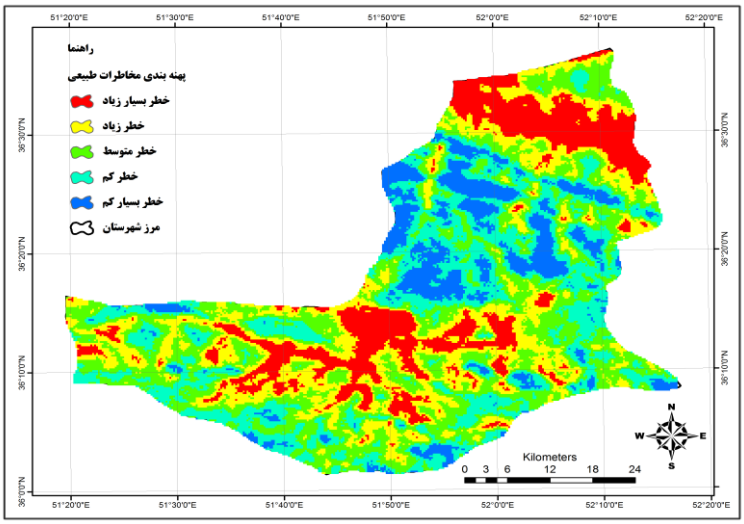
[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.213.6]
[DOI: 10.61186/jgs.24.75.4]



شکل (۴). نقشه پتانسیل احتمال سیلاب به روش ANP

پهنه‌بندی مخاطرات طبیعی با استفاده از تلفیق ۳ پهنه‌بندی زمین‌لغزش، سیلاب و زلزله

برای پهنه‌بندی مخاطرات محیطی در محدوده موردمطالعه، نقشه‌های پهنه‌بندی شده‌ی سیلاب، زمین‌لغزش و زلزله با یکدیگر همپوشانی و تلفیق گردید و نقشه نهایی مخاطرات در شهرستان (با تأکید بر سیلاب، زمین‌لغزش و زلزله) تهیه گردید. نقشه تهیه شده از این همپوشانی در ۵ کلاس طبقه‌بندی شد. با توجه به نقشه نهایی پهنه‌بندی پتانسیل خطر محدوده موردمطالعه، پهنه‌های با خطر بسیار زیاد حدود ۱۶/۲۷ درصد، خطر زیاد حدود ۲۱/۵۶ درصد، خطر متوسط چیزی حدود ۲۸/۳۹ درصد و در نهایت محدوده خطر و بسیار خطر حدود ۳۳/۷۸ درصد از مساحت شهرستان را پوشش می‌دهد بنابراین می‌توان چنین اظهار کرد که نواحی شمالی (به‌ویژه اطراف شهر نور که در طبقه با خطر زیاد قرار گرفته است) و جنوبی محدوده موردنظر دارای بیشترین پتانسیل مخاطرات طبیعی می‌باشد. به عبارتی طبقه با خطر بسیار زیاد و زیاد بیشتر در پهنه‌های با شیب‌های هموار و پست، نزدیکی به گسل‌ها، نزدیکی به آبراهه‌ها و زمین‌های زراعی و مسکونی و فاصله از شبکه‌های ارتباطی قرار گرفته است شکل (۵).



شکل (۵). نقشه‌ی پهنه‌بندی مخاطرات محیطی شهرستان نور

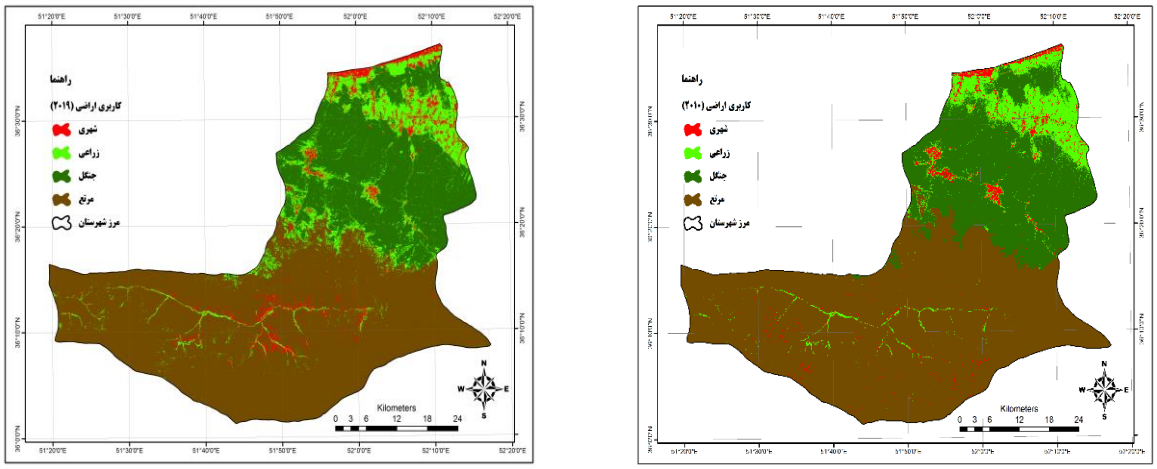
[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.213.6]
[DOI: 10.61186/jgs.24.75.4]

جدول (۵). مساحت و درصد مساحت کلاس‌های پتانسیل خطر پهنه‌بندی مخاطرات محیطی

ردیف	پتانسیل خطر	مساحت (km2)	درصد مساحت
۱	بسیار زیاد	۴۴۴/۷۸	۱۶/۲۷
۲	زیاد	۵۸۹/۴۱	۲۱/۵۶
۳	متوسط	۷۷۶/۳۳	۲۸/۳۹
۴	کم	۶۳۷/۸۲	۲۳/۳۳
۵	خیلی کم	۲۸۵/۷۵	۱۰/۴۵

نتایج طبقه‌بندی داده‌های ماهواره‌ای شهرستان نور

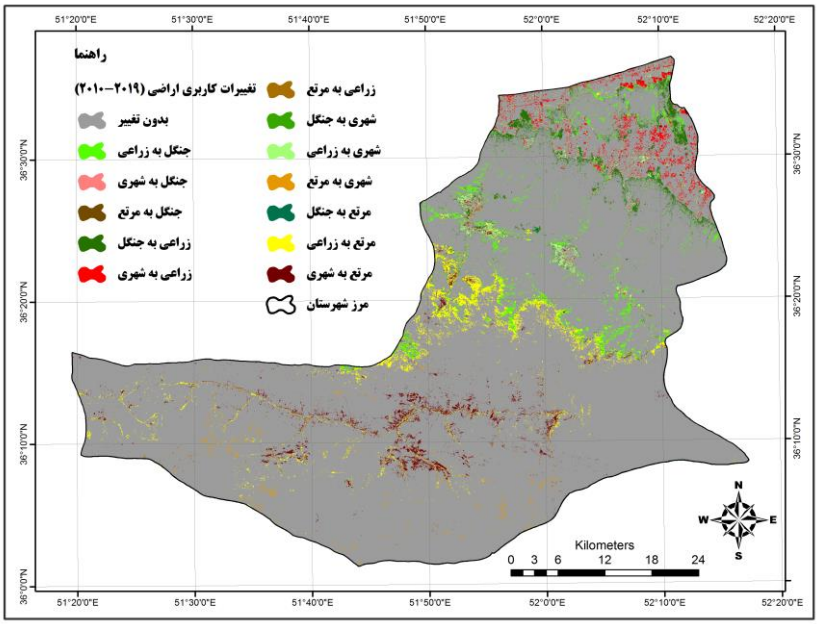
نقشه کاربری اراضی منطقه مطالعاتی برای سال‌های ۲۰۱۰ و ۲۰۱۹ که با الگوریتم طبقه‌بندی حداکثر احتمال تهیه شده است در شکل (۶) نشان داده شده است. همچنین، بر اساس نقشه‌های به دست آمده، ضریب کاپا و دقت کلی برای سال‌های موردنظر و مساحت هر یک از کاربری‌های مختلف موجود در منطقه موردمطالعه، محاسبه و در جدول ۶ ارائه گردیده است. بر اساس تفسیر داده‌های ماهواره‌ای سال‌های مذکور، مساحت کاربری مسکونی (شهری)، اراضی زراعی، جنگل و مرتع در سال ۲۰۱۰ به ترتیب ۶۵/۱۹، ۶۹۶/۲۳۱۰۱/۳۲ و ۱۶۸۰/۸۹ کیلومترمربع بوده و برای سال ۲۰۱۸ این میزان به مقادیر ۹۸/۵۵، ۲۸۵/۵۴، ۶۸۷/۹۳ و ۱۶۰۱/۳۹ کیلومترمربع تغییر پیدا کرده است که نشان دهنده کاهش کاربری‌های جنگل و مراتع و افزایش کاربری‌های مسکونی و زراعی بوده است. هیچ طبقه‌بندی تا زمانی که دقت آن مورد ارزیابی قرار نگرفته است، تکمیل نیست و برای کسب اطمینان از نسبت صحت نقشه استخراج شده از داده‌های ماهواره‌ای، دقت آن باید مورد ارزیابی قرار گیرد. دقت طبقه‌بندی بیانگر سطح اعتماد به نقشه استخراج شده است. در این پژوهش نیز جهت ارزیابی نقشه‌های استخراج شده از ضریب کاپا و دقت کلی استفاده شده است. دقت کلی و ضریب کاپا برای سال‌های ۲۰۱۰ و ۲۰۱۹ به ترتیب با دقت کلی ۹۷/۵ و ۹۶/۸۶ و با ضریب کاپای ۰/۹۴ و ۰/۹۲ بوده است.



شکل (۶). نقشه‌های کاربری اراضی شهرستان نور در بازه زمانی ۲۰۱۰- ۲۰۱۹

بر اساس شکل (۷) و جدول (۶) که نشان دهنده تغییرات کاربری‌ها نسبت به یکدیگر می‌باشد. کمترین تغییرات در کاربری‌های اراضی جنگلی به اراضی مسکونی و اراضی مسکونی به اراضی جنگلی به ترتیب برابر با ۰/۹۱ و ۰/۹۴ کیلومترمربع و بیشترین تغییرات در کاربری مرتع به کاربری زراعی برابر با ۵۶/۱۴ کیلومترمربع بوده است. بر اساس نقشه تغییرات می‌توان عنوان کرد که تغییرات کاربری‌های مرتعی، جنگلی و زراعی به مناطق مسکونی (شهری) برابر با ۲۹/۱۵ کیلومترمربع بوده است. همچنین مساحت کلاس بدون تغییر نیز ۲۶۷۳/۴۱۱ کیلومترمربع بوده است.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.213.6]
[DOI: 10.61186/jgs.24.75.4]



شکل (۷). نقشه تغییرات کاربری اراضی شهرستان نور در بازه زمانی ۲۰۱۰- ۲۰۱۹

جدول (۶). ضریب کاپا، دقت کلی، مساحت و درصد مساحت و تغییرات کاربری‌ها در شهرستان نور در بازه‌ی زمانی ۲۰۱۰- ۲۰۱۹

کاربری	مساحت (km2)		درصد مساحت		دقت کلی		ضریب کاپا	
	۲۰۱۰	۲۰۱۹	۲۰۱۰	۲۰۱۹	۲۰۱۰	۲۰۱۹	۲۰۱۰	۲۰۱۹
اراضی ساخته شده یا مسکونی (شهری)	۶۵/۱۹	۹۸/۵۵	۲/۴۳	۳/۶۸				
اراضی زراعی	۲۳۱/۳۲	۲۸۵/۵۴	۸/۶۵	۱۰/۶۸				
جنگل	۶۹۶/۰۱	۶۸۷/۹۳	۲۶/۰۳	۲۵/۷۳				
مرتع	۱۶۸۰/۸۹	۱۶۰۱/۳۹	۶۲/۸۷	۵۹/۹۰				
تغییرات کاربری‌ها (۲۰۱۰-۲۰۱۹)								
بدون تغییر	۲۶۷۳/۴۱۱		۹۰/۹۶		۵۸/۹	۶۷/۶۵	۴۹/۰	۵۸/۰
اراضی ساخته شده یا مسکونی (شهری) به جنگل	۰/۹۱		۰/۰۳۴					
جنگل به اراضی ساخته شده یا مسکونی (شهری)	۰/۹۴		۰/۰۳۵					
جنگل به مرتع	۱/۲۴		۰/۰۴					
مرتع به جنگل	۲/۳۵		۰/۰۸					
اراضی ساخته شده یا مسکونی (شهری) به مرتع	۳/۱۰		۰/۱۱					
اراضی ساخته شده یا مسکونی (شهری) به مرتع	۸/۷۷		۰/۳۲					
اراضی ساخته شده یا مسکونی (شهری) به زراعی	۲۰/۲۲		۰/۷۵					
اراضی زراعی به اراضی ساخته شده یا مسکونی (شهری)	۲۸/۲۱		۱/۰۵					
مرتع به اراضی ساخته شده یا مسکونی (شهری)	۳۴/۱۲		۱/۲۷					
اراضی زراعی به جنگل	۳۸/۱۶		۱/۴۲					
جنگل به اراضی زراعی	۴۷/۳۲		۱/۷۷					
مرتع به اراضی زراعی	۵۶/۱۴		۲/۱۰۰					

منبع: یافته‌های پژوهش

مدل‌سازی و پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی

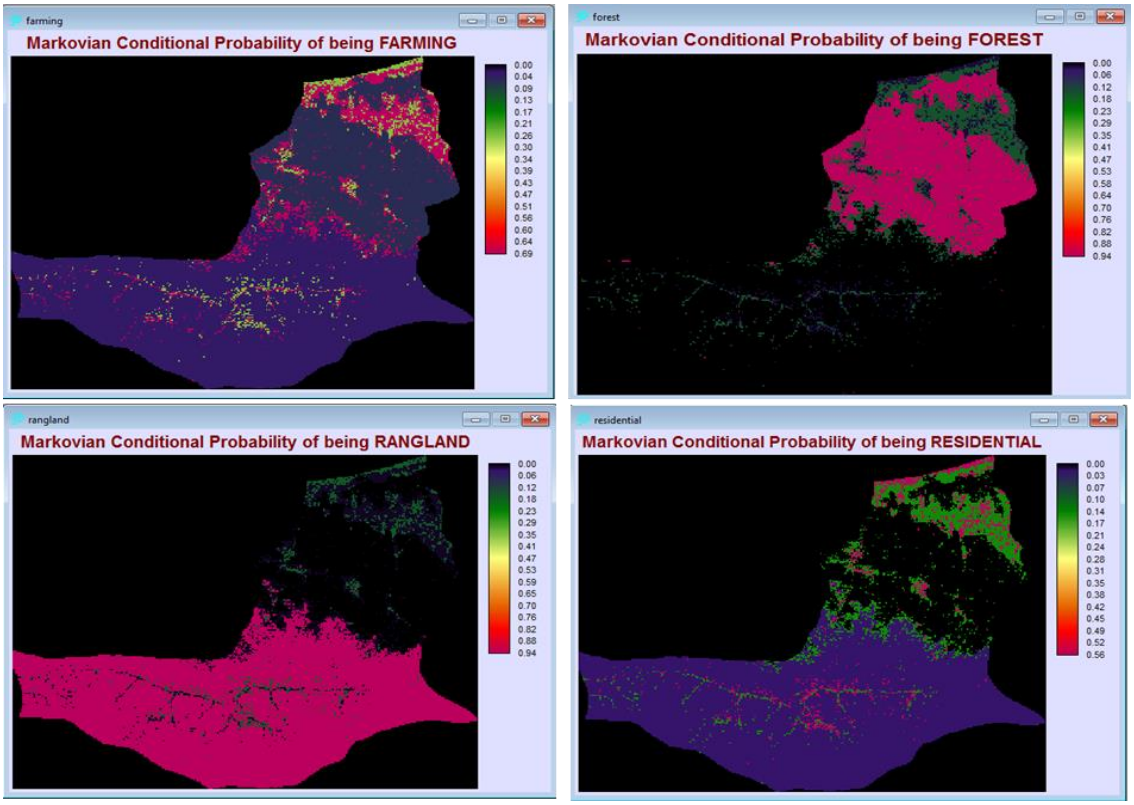
در این مطالعه از روش‌های مدل مارکوف و CA-MARKOV و نقشه‌های کاربری اراضی سال‌های ۲۰۱۰ و ۲۰۱۹ برای مدل‌سازی و پیش‌بینی نقشه کاربری اراضی منطقه در سال ۲۰۲۹ استفاده گردید. نقشه‌های کاربری اراضی سال‌های

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.213.6]
[DOI: 10.61186/jgs.24.75.4]

۲۰۱۰ و ۲۰۱۹ به این دلیل با استفاده از مدل پیش‌بینی گردید تا بتوان اعتبار مدل در شبیه‌سازی را با مقایسه این نقشه‌ی پیش‌بینی شده با نقشه واقعی کاربری اراضی حاصل از طبقه‌بندی تعیین کرد. خروجی مدل مارکوف، ماتریس‌هایی است که مساحت و احتمال تغییر هر طبقه از کاربری اراضی به سایر طبقات را در آینده نشان می‌دهد. نتایج مدل CA-MARKOV، نقشه کاربری اراضی حاصل از پیش‌بینی و شبیه‌سازی است.

مدل‌سازی و پیش‌بینی کاربری اراضی شهرستان نور در سال ۲۰۲۹

به‌منظور پیش‌بینی تغییرات آینده پوشش اراضی منطقه موردمطالعه از تصاویر دو زمان پیاپی (۲۰۱۰ و ۲۰۱۹) استفاده شد و نقشه کاربری اراضی سال بعدی با فاصله زمانی موردنظر پیش‌بینی گردید. در این تحقیق نیز مدل‌سازی و پیش‌بینی وضعیت ۴ کلاس کاربری شامل اراضی ساخته شده یا مسکونی (شهری)، اراضی جنگلی، اراضی زراعی و اراضی مرتعی در محدوده موردمطالعه در سال ۲۰۲۹ انجام گرفت. برای این کار از تصویر سال ۲۰۱۰ و ۲۰۱۹ (نقشه‌های به‌دست‌آمده از تصویر لندست ۷ سنجنده ETM+ و لندست ۸ سنجنده OLI به روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال) با فاصله زمانی ۱۰ ساله استفاده شد و نقشه کاربری اراضی برای ۱۰ سال آینده پیش‌بینی گردید. ابتدا ماتریس احتمال انتقال و مساحت انتقال با اجرای مدل مارکوف به دست آمد، سپس نقشه کاربری اراضی واقعی سال ۲۰۱۹ و همچنین فایل مساحت انتقال‌یافته و نقشه‌های احتمال شرطی که در شکل ۸ آورده شده است (این نقشه‌ها حاصل از تحلیل زنجیره مارکوف که از ماتریس احتمال انتقال به‌دست‌آمده است، احتمال اینکه هر نوع کاربری زمین در هر موقعیت مکانی در آینده پیدا شود بیان می‌کند که براساس دو نقشه کاربری اراضی سال‌های ۲۰۱۰ و ۲۰۱۹ استخراج شده است) به‌دست‌آمده از مدل مارکوف در مدل CA-MARKOV استفاده شده و نقشه کاربری سال ۲۰۲۹ پیش‌بینی گردید.



شکل (۸). نقشه‌های احتمال شرطی هریک از کاربری‌ها با استفاده از مدل مارکوف

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.213.6]
[DOI: 10.61186/jgs.24.75.4]

جدول (۷). ماتریس احتمال انتقال طبقات کاربری اراضی براساس زنجیره مارکوف از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۹

کاربری	اراضی جنگلی	اراضی زراعی	اراضی ساخته شده یا مسکونی (شهری)	اراضی مرتعی
اراضی جنگلی	۰/۹۳۵۵	۰/۰۶۰۹	۰/۰۰۱۷	۰/۰۰۱۹
اراضی زراعی	۰/۱۴۹۹	۰/۶۸۵۸	۰/۱۴۹۹	۰/۰۱۴۳
اراضی ساخته شده یا مسکونی (شهری)	۰/۰۱۸۶	۰/۲۵۹۰	۰/۵۵۹۳	۰/۱۶۳۱
اراضی مرتعی	۰/۰۰۲۱	۰/۰۳۶۱	۰/۰۲۳۱	۰/۹۳۸۷

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول (۸). ماتریس مساحت احتمال انتقال‌یافته طبقات کاربری اراضی براساس زنجیره مارکوف از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۹

کاربری	اراضی جنگلی	اراضی زراعی	اراضی ساخته شده یا مسکونی (شهری)	اراضی مرتعی
اراضی جنگلی	۹۶۶۰	۶۲۹	۱۸	۲۰
اراضی زراعی	۹۱۸	۲۸۲۶	۶۱۸	۵۹
اراضی ساخته شده یا مسکونی (شهری)	۳۱	۴۲۶	۹۱۹	۲۶۸
اراضی مرتعی	۴۹	۸۴۷	۵۴۱	۲۲۰۲۶

منبع: یافته‌های پژوهش

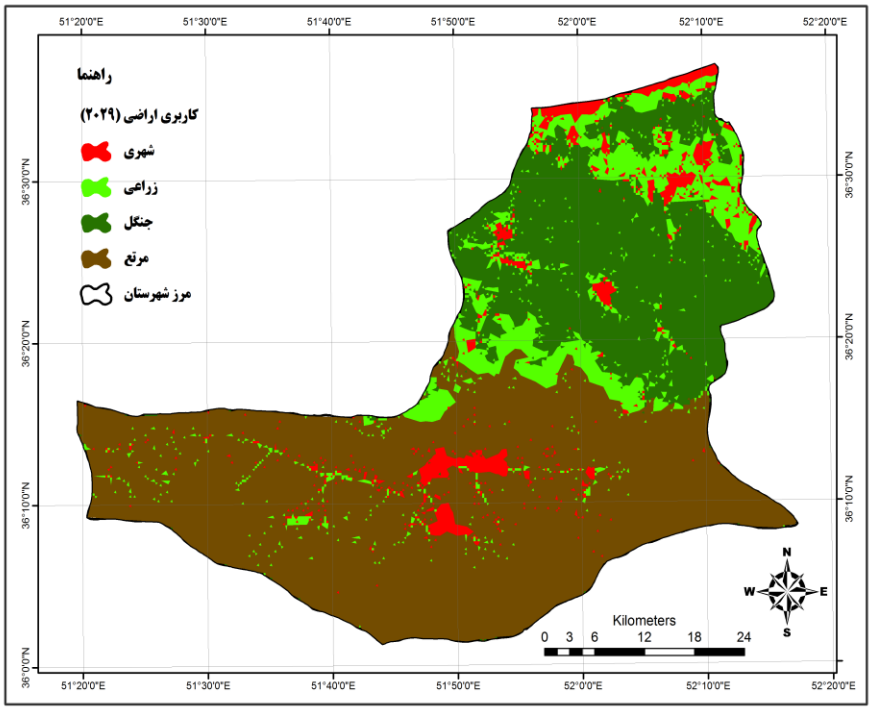
بررسی ماتریس‌های احتمال و مساحت احتمال انتقال طبقات کاربری اراضی بین سال‌های ۲۰۱۰ و ۲۰۱۹ نشان می‌دهد که پایدارترین طبقات در طی این بازه زمانی طبقات اراضی جنگلی و مرتعی به ترتیب با احتمال انتقال ۰/۹۳۵۵ و ۰/۹۳۸۷ بوده‌اند. طبقات اراضی ساخته‌شده یا مسکونی و اراضی زراعی به ترتیب با دارا بودن احتمال انتقال ۰/۵۵۹۳ و ۰/۱۴۹۹ جزء پویاترین طبقات در این دوره زمانی محسوب می‌گردند.

نتایج نقشه پیش‌بینی تغییرات بین سال‌های ۲۰۱۹ و ۲۰۲۹ نشان می‌دهد که با ادامه روند تغییرات، وسعت اراضی جنگلی که در سال ۲۰۱۹ برابر با ۶۸۷/۶۵ کیلومترمربع (معادل ۲۵/۷۳ درصد کل محدوده موردمطالعه) بوده که طبق نتیجه مدل در سال ۲۰۲۹ به ۶۹۸/۶۵ کیلومترمربع (معادل ۲۶/۱۳ درصد کل محدوده) رسیده و اراضی مسکونی یا ساخته شده در سال ۲۰۱۹ برابر با ۹۸/۵۵ کیلومترمربع (معادل ۳/۶۸ درصد کل محدوده) بوده که در سال ۲۰۲۹ به ۱۴۱/۴۹ کیلومترمربع (معادل۵/۲۹ درصد کل محدوده) خواهد رسید. همچنین اراضی زراعی در سال ۲۰۱۹ برابر با ۲۸۵/۵۴ کیلومترمربع (معادل۱۰/۶۸ درصد) و در سال ۲۰۲۹ به ۳۱۹/۸۲ کیلومترمربع (معادل۱۱/۹۶ درصد) و کاربری مرتعی در سال ۲۰۱۹ برابر با ۱۶۰۱/۳۹ کیلومترمربع (معادل ۵۹/۹۰ درصد) و در سال ۲۰۲۹ برابر ۱۵۱۴/۲۴ کیلومترمربع (معادل ۵۶/۶۲ درصد) خواهد رسید. مقایسه سال ۲۰۲۹ نسبت به سال ۲۰۱۹ نشان‌دهنده کاهش ۳/۲۸ درصد مساحت اراضی مرتعی و افزایش ۱/۶۸ درصدی مساحت اراضی ساخته‌شده، ۱/۲۸ درصدی مساحت اراضی زراعی و ۰/۴ درصدی مساحت اراضی زراعی است جدول (۹).

جدول (۹). مساحت و درصد کاربری اراضی برای سال‌های ۲۰۱۹ و ۲۰۲۹

کاربری	مساحت (km2)		درصد مساحت	
	۲۰۱۹	۲۰۲۹	۲۰۱۹	۲۰۲۹
اراضی ساخته شده یا مسکونی (شهری)	۹۸/۵۵	۱۴۱/۴۹	۳/۶۸	۵/۲۹
اراضی زراعی	۲۸۵/۵۴	۳۱۹/۸۲	۱۰/۶۸	۱۱/۹۶
جنگل	۶۸۷/۹۳	۶۹۸/۶۵	۲۵/۷۳	۲۶/۱۳
مرتع	۱۶۰۱/۳۹	۱۵۱۴/۲۴	۵۹/۹۰	۵۶/۶۲

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.213.6]
[DOI: 10.61186/jgs.24.75.4]

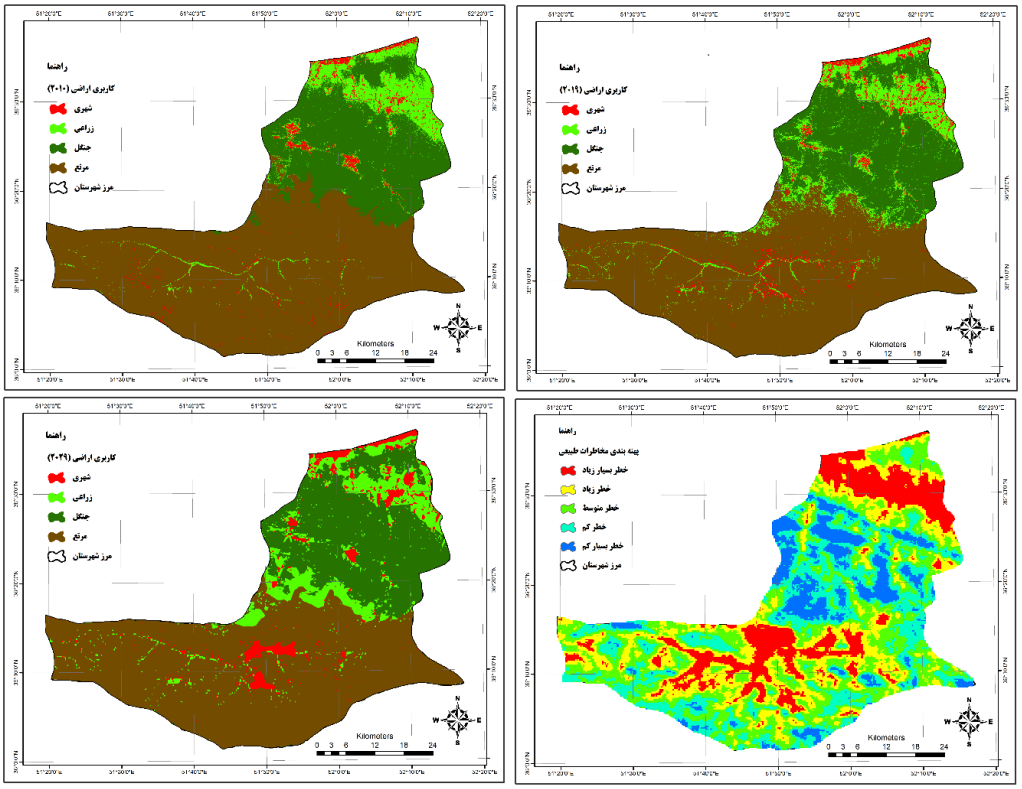


شکل (۹). نقشه کاربری اراضی سال ۲۰۲۹ حاصل از مدل CA-MARKOV

مقایسه نقشه‌های کاربری اراضی و نقشه پیش‌بینی‌شده با نقشه پهنه‌بندی مخاطرات طبیعی

با بررسی نقشه‌های کاربری اراضی سال‌های ۲۰۱۰ و ۲۰۱۹ و نقشه پیش‌بینی شده (CA-MARKOV) با نقشه‌ی پهنه‌بندی مخاطرات طبیعی می‌توان نتیجه‌گیری که توسعه اراضی ساخته شده (مسکونی) در بازه زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۹ و ۲۰۱۹ تا ۲۰۲۹ در جهت پهنه‌های با خطر بسیار زیاد و زیاد گسترش یافته‌اند. نتایج حاصل از مدل‌سازی در شهرستان نور به‌طورکلی نشان‌دهنده کاهش مساحت کاربری مرتعی در محدوده شهرستان است که ممکن است تغییر کاربری در محدوده باشد. علاوه بر این مدل افزایش سطح مناطق شهری را پیش‌بینی کرده است که این توسعه مستلزم برنامه‌ریزی برای موارد گوناگون از جمله نیازهای جمعیتی افزوده شده در منطقه در زمینه تأمین اشتغال، مکان زندگی طوری که کمترین آسیب به منابع منطقه (جنگل‌های اطراف) وارد شود، است. البته این پیش‌بینی با فرض ثابت ماندن عوامل اجتماعی- اقتصادی، اقلیمی و سیاسی انجام شده است. ولی در دنیای واقعی چنین امری غیرممکن خواهد بود و این امر می‌تواند باعث متفاوت بودن نتایج حاصل از پیش‌بینی مدل و آنچه به وقوع می‌پیوندد، شود شکل (۱۰).

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.213.6]
[DOI: 10.61186/jgs.24.75.4]



شکل ۱۰: مقایسه نقشه‌های کاربری اراضی و پیش‌بینی شده با نقشه پهنه‌بندی مخاطرات طبیعی شهرستان نور

نتیجه‌گیری

بررسی موقعیت و ارزش محیط‌های انسانی آسیب‌پذیر در برابر انواع مخاطرات طبیعی بسیار مهم و ضروری به نظر می‌رسد. در واقع مخاطرات طبیعی خسارات مالی و جانی بسیاری را به همراه داشته و دارد. بر این اساس مخاطرات طبیعی به‌عنوان یکی از مطالعات پایه قرار گرفت تا بتوان به کنترل و کاهش مخاطرات طبیعی دست یافت. تحلیل و پهنه‌بندی مخاطرات طبیعی برای برنامه‌ریزی و ارزیابی بیشتر فعالیت‌های توسعه‌ای برای هر منطقه درحال‌توسعه ضروری به نظر می‌رسد. در این پژوهش، به ارائه الگوی پهنه‌بندی مخاطرات ژئومورفیک در شهرستان نور با استفاده از مدل ANP در محیط نرم‌افزارArc Gis پرداخته شد. ابتدا با مطالعه کتابخانه‌ای در زمینه پهنه‌بندی مخاطرات ژئومورفیک، شاخص‌های تأثیرگذار شناسایی شده است. سپس این معیارها با استفاده از ANP و GIS تلفیق شدند و در نهایت لایه رقومی مناسب از طریق روی هم‌گذاری معیارها با یکدیگر ایجاد شده است. لایه رقومی به دست آمده خطرپذیرترین پهنه‌های فضایی را در محدوده موردمطالعه نشان داده است. با توجه به نقشه نهایی پهنه‌بندی پتانسیل خطر محدوده موردمطالعه، پهنه‌های با خطر بسیار زیاد حدود ۱۶/۲۷ درصد، پهنه‌های با خطر زیاد حدود ۲۱/۵۶ درصد، پهنه با خطر متوسط (حدود ۲۸/۳۹ درصد) و پهنه‌های در محدوده خطر و بسیار خطر بسیار حدود ۳۳/۷۸ درصد از مساحت شهرستان را در بر می‌گیرد؛ بنابراین با توجه به نقشه نهایی پهنه‌بندی، نواحی شمالی و جنوبی محدوده موردنظر، دارای بیشترین پتانسیل مخاطرات طبیعی می‌باشد. به عبارتی محدوده با خطر بسیار زیاد و زیاد بیشتر در پهنه‌های با شیب‌های هموار و پست، نزدیکی به گسل‌ها، نزدیکی به آبراهه‌ها، زمین‌های زراعی، مسکونی و فاصله از شبکه‌های ارتباطی قرارگرفته‌اند.

در این راستا در زمینه پهنه‌بندی مخاطرات ژئومورفیک مطالعات زیادی صورت گرفته شده است می‌توان به یافته‌های عباسی و همکاران (۱۳۹۶)، خدادادی و همکاران (۱۳۹۸)، جعفری و شاه زیدی (۱۳۹۷) در زمینه لغزش و سیل اشاره کرد که نتایج به دست آمده از پژوهش حاضر را تائید می‌کنند.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.213.6]
[DOI: 10.61186/jgs.24.75.4]

استفاده از فرآیند مدل‌سازی و شناسایی مهم‌ترین عوامل مؤثر در توسعه شهری، می‌تواند نقش مهمی در برنامه‌ریزی و مدیریت پایدار و صحیح منابع در آینده داشته باشد. در این پژوهش پس از تهیه نقشه کاربری اراضی با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای سال‌های (۲۰۱۰-۲۰۱۹) جهت بررسی و پیش‌بینی میزان توسعه مناطق مسکونی از مدل زنجیره مارکوف استفاده گردید. سپس با استفاده از مدل CA-MARKOV روند تغییرات کاربری اراضی احتمالی تخمین زده شد. با توجه به اینکه مقادیر کاپای کلی بالای (۸۰٪) برای هر دو روش برآورد گردید، یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که مدل‌ها توانایی خوبی در پیش‌بینی کلاس‌های کاربری داشته‌اند. به‌گونه‌ای که گسترش مداوم مناطق ساخته شده در دهه‌های گذشته باعث تغییرات سریع کاربری زمین شد. مناطق ساخته‌شده این شهرستان از ۲/۴۳٪ کل مساحت در سال ۲۰۱۰ به ۳/۶۸٪ در سال ۲۰۱۹ افزایش‌یافته است. مدل CA-MARKOV همچنین نشان داد که بدون توجه به مخاطرات طبیعی، مناطق ساخته‌شده افزایش خواهند یافت و در نتیجه شهرنشینی، مناطق ساخته شده بیشتر به سمت اراضی پرخطر سوق پیدا خواهند کرد. بااین‌حال، اگر سیاست‌های توسعه پایدار به‌طور کامل اجرا شوند، شهرها و مناطق ساخته‌شده قادر خواهند بود فضاهای توسعه خود را به خاطر منافع خود شهر و ساکنان آن از مناطق پرخطر حفظ کند. یافته‌های ما و چارچوب پیشنهادی ممکن است برای بهینه‌سازی برنامه‌ریزی کاربری اراضی به شیوه‌ای پایدار مفید باشد چارچوب پیشنهادی برنامه‌ریزی کاربری اراضی را می‌توان برای توسعه شهری جدید و تجدید حیات شهری نیز به کاربرد که انتظار می‌رود دستیابی به هدف توسعه پایدار شهری تا سال ۲۰۲۹ را تسهیل کند. لذا سازمان‌ها و نهادی‌های زی ربط متعددی از جمله ستاد مقابله با حوادث غیرمترقبه، اداره منابع طبیعی، استانداری، سازمان‌های راه و شهرسازی، بنیاد مسکن انقلاب اسلامی، سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌ها، سازمان‌های راه و ترابری، برق، آب منطقه‌ای و... می‌توانند برای برنامه‌ریزی‌های آتی خویش از نقشه‌های تهیه شده استفاده نمایند. در زمینه توسعه فیزیکی شهر با استفاده از زنجیره مارکوف نیز مطالعات متعددی صورت گرفته شده است که می‌توان به یافته‌های نوروزی و نوری (۱۳۹۸)، احدنژادروشتی و همکاران (۱۳۹۰)، دارابی و همکاران (۱۳۹۷)، ابراهیمی و همکاران (۱۳۹۵) و اکبری و همکاران (۱۳۹۸) اشاره کرد که با پژوهش حاضر همسو می‌باشند.

منابع

ابراهیمی، حمید؛ رسولی، علی‌اکبر؛ احمدپور، احمد. (۱۳۹۵). مدل‌سازی تغییرات دینامیک کاربری اراضی با استفاده از پردازش شئ گرا تصاویر ماهواره‌ای و مدلCA-Markov مطالعه موردی: شهر شیراز، فصلنامه علمی پژوهشی اطلاعات جغرافیایی، ۲۷(۱۰۸): ۱۳۷-۱۴۹.

احدنژادروشتی، محسن؛ زلفی، علی؛ شکری پوردیزج، حسین. (۱۳۹۰). ارزیابی و پیش‌بینی گسترش فیزیکی شهرها با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای چند زمانه و سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی شهر اردبیل ۱۳۶۳-۱۴۰۰)، آمایش محیط، ۴ (۱۵): ۱۰۷-۱۲۴.

آزاده، سید رضا؛ 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.

اسدی عزیزآبادی، مهسا؛ زیاری، کرامت الله؛ وطن‌خواهی، محسن. (۱۳۹۷). سنجش و ارزیابی میزان تاب‌آوری بافت‌های فرسوده شهری در برابر مخاطرات محیطی نمونه موردی: بافت فرسوده کلان‌شهر کرج، نشریه پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، ۹ (۳۵): ۱۱۱-۱۲۲.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.213.6]
[DOI: 10.61186/jgs.24.75.4]

اکبری، داود؛ مرادی زاده، مینا؛ اکبری، محمد. (۱۳۹۸). تغییرات کاربری اراضی و شبیه‌سازی رشد و توسعه شهری رشت با استفاده از مدل شبکه عصبی و سلول‌های خودکار زنجیره مارکوف، برنامه‌ریزی شهری، ۱۰(۳۹): ۱۵۷-۱۷۰.

ایمانی، بهرام؛ پورخسروانی، محسن. (۱۳۹۶). تحلیل فضایی پهنه‌های مخاطره‌آمیز شهرستان اردبیل، جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، ۲۸ (۲): ۱۰۹-۱۲۸.

جعفری، پیام؛ شاه زیدی، سمیه سادات. (۱۳۹۷). تحلیل و پهنه‌بندی مخاطرات ژئومورفیک مناطق شمال کشور با استفاده از فرایند تحلیل شبکه مطالعه موردی: استان گیلان، اطلاعات جغرافیایی، ۲۷ (۱۰۷): ۱۹۳-۲۰۸.

جمالی، میثم؛ مقیمی، ابراهیم؛ جعفر پور، زین‌العابدین؛ کردوانی، پرویز. (۱۳۹۴). تحلیل فضایی مخاطرات ژئومورفولوژیکی توسعه‌ی شهر در حریم رودخانه‌ی خشک کلان‌شهر شیراز، تحلیل فضایی مخاطرات طبیعی، (۲): ۵۱-۶۱.

خدادادی، فاطمه؛ انتظاری، مژگان؛ ساسان پور، فرزانه. (۱۳۹۸). تحلیل و پهنه‌بندی مخاطرات ژئومورفولوژیک (لغزش و سیل) استان البرز با استفاده از مدل‌های VIKOR-AHP و FR، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، ۵۱(۱): ۱۸۳-۱۹۹.

دارابی، حمید؛ پیرنیا، عبداله؛ چوبین، بهرام؛ روزبه، سجاد. (۱۳۹۷). مدل‌سازی و پیش‌بینی رشد فیزیکی شهر ساری با استفاده از رگرسیون لجستیک و زنجیره مارکوف، علوم و فنون نقشه‌برداری، ۷(۴): ۱۱۹-۱۳۱.

رجبی، معصومه، حجازی، میراسدالله؛ روستایی، شهرام؛ عالی، نگین. (۱۳۹۷). پهنه‌بندی آسیب‌پذیری مخاطرات طبیعی و ژئومورفولوژی سکونتگاه‌های روستایی شهرستان سقز مطالعه موردی: سیل و زلزله، پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، ۷(۲): ۱۸۳-۱۹۵.

سجادیان، مهیار، شاکرمی، گودرزی، داوود، آسو، حسینی. (۱۳۹۰). واکاوی سیستم اکوتوریسم پایدار در ارتباط با مخاطرات طبیعی استان مازندران با بهره‌گیری از GIS، فصلنامه جغرافیایی چشم‌انداز زاگرس، ۳(۱۰): ۷۰-۸۹.

سرایی، محمدحسین؛ کشتکار، لیلا. (۱۳۹۶). تحلیل تطبیقی اثربخشی شاخص دسترسی در میزان وقوع جرم در دو محدوده کلانتری شهر اهواز، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۱۷ (۴۵): ۷۳-۹۲.

سرور، هوشنگ، خیری زاده آروق، منصور، لاله پور، منیژه (۱۳۹۳)، نقش عوامل محیطی در امکان‌سنجی توسعه فیزیکی بهینه شهر ملکان، مجله پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، ۵(۱۸): ۹۵-۱۱۴.

سرور، هوشنگ؛ کاشانی اصل، امیر؛ خیری زاده، منصور. (۱۳۹۴). ارزیابی آسیب‌پذیری فضاهای شهری در برابر بحران زلزله با استفاده از منطق فازی مطالعه موردی شهر اهر، شهر پایدار، ۲(۲): ۹۱-۱۱۰.

شاه زیدی، سمیه سادات؛ حیاتی زاده، رویا. (۱۳۹۷). بررسی زمین‌لغزش‌های منطقه پشتکوه فریدون‌شهر با استفاده از مدل آنتروپی، جغرافیا و توسعه، ۵۴: ۳۷-۵۰.

شایان، سیاوش. «بررسی مخاطرات ژئومورفولوژی ناشی از توسعه فیزیکی شهری مطالعه موردی شهر ماهنشان»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۸۹.

شکری فیروز جاه، پری. (۱۳۹۶). تحلیل فضایی میزان تاب‌آوری مناطق شهر بابل در برابر مخاطرات محیطی، نشریه علمی پژوهشی برنامه‌ریزی توسعه کالبدی، ۲(۲): ۲۷-۴۴.

صابری فر، رستم. (۱۳۹۲). مطالعه توسعه فیزیکی شهر بیرجند با معیار مخاطرات، پژوهش‌های بوم‌شناسی شهری، ۳(۶): ۹۳-۱۰۲.

صفاری، امیر؛ هاشمی، معصومه. (۱۳۹۵). پهنه‌بندی حساسیت وقوع زمین‌لغزش با مدل‌های آنتروپی و منطق فازی مطالعه موردی: شهرستان کرمانشاه، فصل‌نامه جغرافیای طبیعی، ۹ (۳۴): ۴۳-۶۲.

صیدی، روح‌الله. «شناسایی و پهنه‌بندی مخاطرات محیطی اثرگذار بر توسعه کالبدی شهر ایلام»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، موسسه آموزش عالی باختر ایلام، ۱۳۹۵.

طالب‌زاده، میرحیدر. (۱۳۸۸). توسعه فیزیکی ناپایدار شهر و آسیب‌پذیری آن‌ها در برابر سوانح طبیعی نمونه موردی شهر ماکو در آذربایجان غربی، مسکن و محیط روستا، ۱۲۸: ۹۸-۱۱۲.

عابدینی، موسی؛ موسوی، معصومه. (۱۳۹۷). بررسی مهم‌ترین مخاطرات محیطی در حوضه آبخیز شهر ایذه با استفاده از مدل‌های WLC و TOPSIS، فصلنامه علمی پژوهشی فضای جغرافیایی، ۱۸(۶۱): ۴۱-۶۲.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.213.6]
[DOI: 10.61186/jgs.24.75.4]

عباسی، حامد؛ شرفی، سیامک؛ مریانجی، زهره. (۱۳۹۶). تحلیل فضایی مخاطرات ژئومورفیک تهدید کننده مجتمع‌های زیستی شهری در استان لرستان، تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، ۴(۲): ۱۰۷-۱۲۵.

فرزادبهتاش، محمدرضا؛ کی‌نژاد، محمدعلی؛ پیربابایی، محمدتقی؛ عسگری، علی. (۱۳۹۲). ارزیابی و تحلیل ابعاد و مؤلفه‌های تاب‌آوری کلان‌شهر تبریز، نشریه هنرهای زیبا-معماری و شهرسازی، ۱۸(۳): ۳۳-۴۲.

قاسمی، سجاد، حسینی، مهدی، دولتی، غلام. (۱۳۹۲). بررسی مسائل کلان‌شهرها از منظر مخاطرات طبیعی با تأکید بر ایران، دومین کنفرانس بین‌المللی مخاطرات محیطی، دانشگاه خوارزمی، تهران.

قدمی، مصطفی، دیوسالار، اسداله، زنجبر، زینب، غلامیان آقامحلی، طاهره. (۱۳۹۲). ارزیابی راهبردی ساختار فضایی شهر در چارچوب پایداری موردمطالعه شهر ساری، فصلنامه اقتصاد و مدیریت شهری، ۳: ۱-۶.

قلی پور، آرزو. (۱۳۹۵). مدیریت بلایای طبیعی در جمهوری اسلامی ایران و همکاری‌های منطقه‌ای بین‌المللی، فصلنامه سیاست، ۳(۱۰): ۵۱-۶۹.

مرکز مطالعات و خدمات تخصصی شهری و روستایی پژوهشکده علوم انسانی و اجتماعی جهاد دانشگاهی. (۱۳۸۵). از سری متون تخصصی ویژه دهیاران آشنایی با مدیریت بحران با تأکید بر نقاط روستایی، پژوهشکده علوم انسانی و اجتماعی، جهاد دانشگاهی.

منتظر، فرامرز، نظم‌فر، حسین، یزدانی، محمدحسن. (۱۳۹۷). تحلیل توسعه فضایی شهر اردبیل در دوره زمانی ۱۳۹۰-۱۳۳۵، فصلنامه مطالعات عمران شهری، ۲(۵): ۱۲۰-۱۳۶.

منوریان، عباس، مجتبی، امیری، مهری کلی، سیمین. (۱۳۹۷). شناسایی مؤلفه‌های اثرگذار بر افزایش میزان تاب‌آوری اجتماعی محلات آسیب‌پذیر و دارای بافت فرسوده در مواجهه با حوادث طبیعی (شهر موردی: تهران)، مطالعات مدیریت شهری، ۱۰(۳۴): ۱۳-۲۶.

مهدوی، مسعود، قدیری معصوم، مجتبی، محمدی یگانه، بهروز. (۱۳۸۳). نقش عوامل جغرافیای طبیعی در ناپایداری و مهاجرت‌های روستایی استان زنجان، پژوهش‌های جغرافیایی، ۴۸: ۲۲۲-۲.

موحد، علی؛ علیزاده، هادی؛ شجاعیان، علی. (۱۳۹۳). ظرفیت سنجی توسعه شهری در بسترهای طبیعی با استفاده از عملگرهای فازی و مدل FAHP در حوضه آبریز غفار، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۱۴ (۳۵): ۲۳۱-۲۵۱.

مکانیکی، جواد؛ اسمعیل‌نژاد، مرتضی؛ اکبرپور، محمد. (۱۳۹۸). ارزیابی آسیب‌پذیری سکونتگاه‌های روستایی در مقابل مخاطرات محیطی مطالعه موردی: شهرستان‌های بیرجند و خوسف، فصلنامه پژوهش-های روستایی، ۱۰(۲): ۲۴۷-۲۵۷.

نظم فر، حسین، پاشازاده، اصغر. (۱۳۹۷). ارزیابی تاب‌آوری شهری در برابر مخاطرات طبیعی مطالعه موردی شهر اردبیل، مجله آمایش جغرافیایی فضا، ۸: ۱۰۱-۱۱۶.

نوجوان، مهدی؛ صالحی، اسماعیل؛ امیدوار، بابک؛ فریادی، شهرزاد. (۱۳۹۵). تحلیل رویکرد نظری مدیریت سوانح طبیعی در ایران با استفاده از مفهوم فراتحلیل، فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، انتشار آنلاین، ۱-۱۵.

نوروزی، اصغر (۱۳۹۶). مبانی مدیریت بحران در نواحی روستایی. اصفهان: انتشارات جهاد دانشگاهی.

نوروزی، اصغر. (۱۳۹۸). سنجش میزان تاب‌آوری سکونتگاه‌های روستایی در برابر مخاطرات محیطی (مطالعه موردی: بخش بلداجی)، نشریه علمی پژوهشی برنامه‌ریزی توسعه کالبدی، ۴(۳): ۷۳-۸۸.

نوروزی، میلاد؛ نوری، کامران. (۱۳۹۸). ارزیابی روند توسعه فیزیکی شهر صحنه با استفاده از مدل LCM و زنجیره مارکوف، دو فصلنامه اندیشه جغرافیا، ۱۱(۲۲): ۷۸-۹۲.

40. Adger, W. N. (2006). Vulnerability. Global environmental change, 16(3), 268-281. DOI:10.1016/j.gloenvcha.2006.02.006

41. Alqurashi, A.F.; Kumar, L. (2014). Land Use and Land Cover Change Detection in the Saudi Arabian Desert Cities of Makkah and Al-Taif Using Satellite Data. Adv. Remote Sens. 2014, 3-14. DOI:10.4236/ars.2014.33009

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.213.6]
[DOI: 10.61186/jgs.24.75.4]

42. Bagan H and Yamagata Y. (2012). Landsat analysis of urban growth: How Tokyo became the world's largest megacity during the last 40 years. Remote Sensing of Environment 127. pp: 210-222.Bagan & Yamagata DOI:10.1016/j.rse.2012.09.011
43. Chotchaiwong, P., & Wijitkosum, S. (2019). Predicting urban expansion and urban land use changes in Nakhon Ratchasima City using a CA-Markov Model under two different scenarios. Land, 8(9), 140. DOI:10.3390/land8090140
44. Chotchaiwong, P., & Wijitkosum, S. (2019). Predicting Urban Expansion and Urban Land Use Changes in Nakhon Ratchasima City Using a CA-Markov Model under Two Different Scenarios. Land, 8(9), 140. DOI:10.3390/land8090140
45. Dai, F. C., Lee, C. F., Zhang, X. H. (2001). GIS-based geo-environmental evaluation for urban land-use planning: a case study. Engineering geology, 61(4), 257-271. DOI:10.1016/S0013-7952(01)00028-X
46. Fahy, B., Brenneman, E., Chang, H., Shandas, V. (2019). Spatial analysis of urban flooding and extreme heat hazard potential in Portland. International journal of disaster risk reduction, 39, 101117. DOI:10.1016/j.ijdrr.2019.101117
47. Fu, X.; Wang, X.; Yang, Y.J. (2019). Deriving suitability factors for CA-Markov land use simulation model based on local historical data. J. Environ. Manag, 206, 10-19 DOI:10.1016/j.jenvman.2017.10.012 PMID
48. Hewitt, K. (1983). Interpretations of calamity from the viewpoint of human ecology.
49. Ma, C., Yan, W., Hu, X., & Kuang, H. (2020). Geo-environment risk assessment in Zhengzhou City, China. Geomatics, Natural Hazards and Risk, 11(1), 40-70. DOI:10.1080/19475705.2019.1701571
50. Mondal, M.S.; Sharma, N.; Garg, P.K.; Kappas, M..(2016) Statistical Independence Test and Validation of CA Markov Land Use Land Cover (LULC) Prediction Results. Egypt. J. Remote Sens. Space Sci. 2016, 19, 259-272. DOI:10.1016/j.ejrs.2016.08.001
51. Owusu-Ansah, J. K., & Atta-Boateng, F. (2016). The spatial expression of physical development controls in a fast growing Ghanaian city. Land use policy, 54, 147-157. DOI:10.1016/j.landusepol.2016.02.012
52. Ramachandra, T. V., Bharath, A. H., & Sowmyashree, M. V. (2015). Monitoring urbanization and its implications in a mega city from space: Spatiotemporal patterns and its indicators. Journal of environmental management, 148, 67-81. DOI:10.1016/j.jenvman.2014.02.015 PMID
53. Shen, Z. (2012). Geospatial techniques in urban planning. Springer Science & Business Media. DOI:10.1007/978-3-642-13559-0
54. Van Acker, V., Goodwin, P., & Witlox, F. (2016). Key research themes on travel behavior, lifestyle, and sustainable urban mobility. International journal of sustainable transportation, 10(1), 25-32. DOI:10.1080/15568318.2013.821003
55. Wang, M., Cai, L., Xu, H., & Zhao, S. (2019). Predicting land use changes in northern China using logistic regression, cellular automata, and a Markov model. Arabian Journal of Geosciences, 12(24), 790. DOI:10.1007/s12517-019-4985-9
56. Yang, Y., Ma, J., (2010). Study on Risk Zoning Technology of Major Environmental RiskSources in Urban Scale and Its Application in Shanghai, China. Environmental Sciences, 2,1050-1062 DOI:10.1016/j.proenv.2010.10.117

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.213.6]
[DOI: 10.61186/jgs.24.75.4]