University of Guilan

Urban Planning Knowledge

ISSN: 2645-5412

Analysis of Urban Resilience Dimensions against Environmental Hazards in Lorestan Province

Saman Abizadeh [1]

1. Assistant Professor, Department of Art and Architecture, Payame Noor University (PNU), Tehran, Iran

Highlights:

Integration of multi-hazard spatial layers (earthquake, flood, subsidence, and drought) based on Code 2800 for comprehensive risk assessment.

Identification of over 600 villages and multiple urban and industrial centers located in high and very high-risk zones using GIS-based analysis.

ARTICLE INFO

UPK, 2026
VOL. 9, Issue 4, PP, 177-203
Received: 05 Feb 2026
Accepted: 19 Mar 2026

Article Type:
Research article

Keywords: Environmental hazards, Subsidence, Drought, Non-operational defense.

Cite this article:
Abizadeh, S (2026). Analysis of Urban Resilience Dimensions against Environmental Hazards in Lorestan Province. Urban Plan Knowl, 9(4), 177-203.

DOI:
10.22124/UPK.2026.32908.2116

EXTENDED ABSTRACT

Introduction: Natural hazards constitute one of the most significant challenges facing human societies worldwide, causing extensive economic losses, environmental degradation, and human casualties each year. Countries with complex geological and climatic conditions, such as Iran, are particularly vulnerable to a wide range of environmental hazards. Among these regions, Lorestan Province stands out due to its unique combination of geological structures, including active tectonic systems, diverse lithological formations, and variable climatic patterns. These characteristics collectively contribute to the high susceptibility of the region to hazards such as earthquakes, floods, droughts, and land subsidence. The increasing frequency and intensity of such hazards, coupled with rapid urbanization and unplanned development, have significantly amplified the vulnerability of both urban and rural settlements. In many cases, human activities—such as improper land use, deforestation, and unsustainable exploitation of natural resources—have further exacerbated the impacts of natural hazards. Therefore, reducing potential damages requires a comprehensive understanding of hazard distribution and the identification of high-risk areas. One of the most effective strategies in disaster risk reduction is spatial analysis and zoning of hazards. By identifying areas with varying levels of risk, policymakers and planners can develop targeted strategies for mitigation, preparedness, and resilient urban development. In this context, the present study aims to evaluate environmental hazard risks in Lorestan Province and identify vulnerable population centers using a spatially integrated approach. This research contributes to improving disaster management strategies and enhancing resilience through informed planning and decision-making.

Methodology: This study is applied-developmental in nature and adopts a descriptive-analytical approach to assess environmental hazards in Lorestan Province. The research methodology is based on the integration of quantitative spatial analysis and qualitative interpretation of environmental and socio-economic data.

***Corresponding Author:** s.abizadeh@pnu.ac.ir

Copyright: © 2024 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Data collection was carried out using multiple sources to ensure accuracy and comprehensiveness. These sources included library-based studies, statistical data from urban management organizations, population data from the Iranian Statistics Center, and technical standards derived from the Iranian National Building Code (Code 2800). This code provides a standardized framework for seismic hazard zoning and plays a critical role in assessing structural vulnerability across the country. To evaluate hazard vulnerability, several spatial information layers were utilized, including earthquake hazard zoning, flood-prone areas, subsidence zones, and drought indices. These layers were developed based on the guidelines of Code 2800 and data from the Building and Housing Research Center. Additional environmental parameters—such as slope, elevation, land use, rainfall, lithology, and proximity to faults and water networks—were incorporated to enhance the accuracy of hazard assessment. Geographic Information Systems (GIS), specifically ArcGIS software, were employed as the primary analytical tool. GIS enabled the integration, processing, and spatial analysis of multiple data layers, facilitating the identification of hazard-prone zones across the province. Through overlay analysis and spatial modeling, different hazard categories were classified into risk levels ranging from low to very high. Furthermore, drought conditions were analyzed using the Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI), which combines temperature and precipitation data to provide a comprehensive measure of climatic stress. The use of remote sensing data, including ETM satellite imagery and NDVI indices, also contributed to the analysis of land use patterns and vegetation cover. Overall, the methodology emphasizes a multi-hazard, multi-criteria approach, allowing for a holistic assessment of environmental risks in Lorestan Province.

Results: The findings of this study reveal that Lorestan Province is highly exposed to multiple environmental hazards, primarily due to its geographical location and anthropogenic influences. The spatial analysis indicates that several urban and rural settlements are located within high-risk and very high-risk zones. Specifically, ten cities—Poldokhtar, Shulabad, Sepiddasht, Biran Shahr, Chalachulan, Firuzabad, Nurabad, Haft Cheshmeh, Venai, and Barkhordar—were identified as being situated in areas with significant hazard exposure. These areas are characterized by a combination of seismic activity, flood susceptibility, and environmental instability, making them particularly vulnerable to disaster events. In addition to residential areas, industrial zones are also at considerable risk. The industrial towns of Khorramabad 3 and Dorud 1, along with the Ali Mirzayi Nurabad industrial zone, are located within high-risk zones. This highlights the potential for severe economic losses and disruptions in critical infrastructure in the event of natural disasters. The analysis further demonstrates that environmental hazards in the province are not solely natural phenomena but are also influenced by human activities. Improper land use planning, expansion of settlements into hazard-prone areas, and insufficient consideration of environmental constraints have intensified the level of risk. Discussion: A comparative analysis of population distribution and settlement patterns in high-risk areas reveals significant disparities across the province. The cities of Khorramabad and Delfan have the highest number of rural populations residing in high-risk and very high-risk zones. This indicates a critical need for targeted risk reduction strategies in these areas, particularly in rural communities where infrastructure and emergency response capacities may be limited. In contrast, the counties of Rumeshkan, Kohdasht, and Chegini exhibit relatively lower populations in high-risk zones. While this may suggest reduced vulnerability, it does not eliminate the need for preventive measures, as even low-population areas can experience severe impacts during hazard events. The concentration of population in hazardous areas underscores the importance of integrating risk assessment into regional planning. It also highlights the necessity of adopting non-structural measures such as land-use regulation, public awareness programs, and disaster preparedness initiatives. From a non-operational defense perspective, improving resilience requires a combination of spatial planning, infrastructure strengthening, and community-based risk management.

Conclusion: The results of this study indicate that environmental hazards pose a serious threat to both urban and rural areas in Lorestan Province. More than 600 villages, with a total population exceeding 105,000 people, are located in high-risk zones. This represents a substantial proportion of the province's population and emphasizes the urgency of implementing effective risk mitigation strategies. Among these settlements, the villages of Rabat (Khorramabad), Pachehlak Gharbi (Azna), and Hemmatabad (Borujerd), each with populations exceeding 200 residents, are identified as the most populous high-risk villages. These areas require immediate attention in terms of disaster preparedness, infrastructure resilience, and relocation planning where necessary. In conclusion, the study highlights the critical role of spatial analysis and GIS-based approaches in identifying vulnerable areas and supporting informed decision-making. Policymakers and planners should prioritize hazard zoning in development plans and adopt integrated strategies to reduce vulnerability and enhance resilience. Future research should focus on dynamic risk modeling and the incorporation of socio-economic factors to further improve hazard management frameworks.

ISSN: 2645-5412

تحلیل ابعاد تاب‌آوری شهری در برابر مخاطرات محیطی در استان لرستان

سامان ابی‌زاده * [1]

۱.استادیار، گروه هنر و معماری، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

نکات برجسته:

لایه‌های اطلاعاتی مربوط به پهنه‌بندی خطر زلزله، سیل، فرونشست و خشکسالی براساس آیین‌نامه ۲۸۰۰ مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن مورد استفاده قرار گرفت و وضعیت استان و مراکز جمعیتی آن بررسی می شود.

از نقشه های داده های متعددی همچون داده ماهواره‌ای ETM کاربری اراضی و تفسیر با شاخص NDVI در پژوهش حاضر استفاده شد.

اطلاعات مقاله

دانش شهرسازی، ۱۴۰۴
دوره ۹، شماره ۴، صفحات ۲۰۳-۱۷۷
تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۱/۱۶
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۲/۲۸

نوع مقاله:
پژوهشی

کلید واژه‌ها مخاطرات محیطی، فرونشست، خشکسالی، پدافند غیرعامل

ارجاع به این مقاله:
ابی‌زاده، سامان. (۱۴۰۴). تحلیل ابعاد تاب‌آوری شهری در برابر مخاطرات محیطی در استان لرستان، دانش شهرسازی، ۹(۴)، ۲۰۳-۱۷۷.
DOI: 10.22124/UPK.2026.32908.2116

چکیده

بیان مسئله: مخاطرات طبیعی همه ساله خسارات زیادی را در سراسر جهان و از جمله ایران بوجود می‌آورد. استان لرستان به دلیل خصوصیات متنوع زمین شناسی نظیر لیتولوژی, تکتونیک و شرایط خاص آب و هوایی, از جمله مناطق دارای پتانسیل مخاطرات زیست محیطی است. برای کاهش خسارات ناشی از این مخاطرات، اولین و مهم ترین کار تعیین مناطق با پتانسیل بالای خطر است.

هدف: این پژوهش ارزیابی ملاحظات ایمنی و پدافند غیرعامل در مخاطرات محیطی با رویکر آمایشی استان لرستان است.

روش: براین اساس پژوهش حاضر بر اساس هدف کاربردی-توسعه‌ای است و از لحاظ ماهیت و روش، توصیف- تحلیلی است. ابزار و روش‌های گردآوری اطلاعات از طریق روش کتابخانه‌ای و آمار و اطلاعات سازمان‌های شهری، سرشماری، مرکز آمار ایران و آیین نامه ۲۸۰۰ ساخت و ساز در کشور می‌باشد. به منظور تحلیل خطر زلزله‌خیزی در استان لرستان از لایه اطلاعاتی مربوط به پهنه‌بندی خطر زلزله، سیل، فرونشست و خشکسالی براساس آیین نامه ۲۸۰۰ مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن در سطح کشور استفاده شده و وضعیت استان و مراکز جمعیتی آن از این منظر مورد تحلیل قرار گرفته است. پدیده مخاطرات محیطی از قبیل سیل، زلزله، خشکسالی و فرونشست در لرستان، پیامد موقعیت جغرافیایی و پویش‌های انسانی آن بوده‌است. لذا در این پژوهش مدیریت ریسک و بحران مخاطرات طبیعی و محیطزیست با نرم‌افزار ArcGIS تحلیل شده‌است.

یافته‌ها: یافته‌های پژوهش مشخص کرد که پهنه‌بندی کلیه مخاطرات طبیعی ۱۰ شهر، پلدختر، شول آباد، سپیددشت، بیرانشهر، چالاچولان، فیروزآباد، نورآباد، هفت چشمه، ونایی و برخوردار در پهنه‌های پرمخاطره و بسیار پرمخاطره واقع شده‌اند. همچنین در بین شهرک‌ها و نواحی صنعتی استان دو شهرک صنعتی خرم آباد۳ و دورود۱ و ناحیه صنعتی علی میرزایی نورآباد در پهنه‌های پرمخاطره و بسیار پرمخاطره واقع شده‌اند.

نتیجه‌گیری: نتایج نشان می‌دهد که بیش از ۶۰۰ آبادی در استان لرستان با جمعیتی بالغ بر ۱۰۵ هزار نفر در پهنه‌های پرمخاطره و بسیار پرمخاطره واقع شده‌اند که در بین آنها سه روستای رباط (شهرستان خرم آباد)، پاچه لک غربی (شهرستان ازنا) و همت آباد (شهرستان بروجرد) با جمعیتی بیش از ۲۰۰ نفر پرجمعیت ترین روستاهای واقع در پهنه های پرمخاطره و بسیار پرمخاطره بوده‌اند.

نویسنده مسئول: s_abizade@yahoo.com

Copyright: © 2024 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

دانش شهرسازی، دوره ۹، شماره ٤، ۲۰۳-۱۷۷، زمستان ۱٤۰٤

بیان مسئله

مردم روزگار قدیم برای مقابله با بروز فاجعه از شیوه‌های خاصی استفاده می‌کردند، تاریخ نشان می‌دهد که انسان‌ها همواره به بررسی منشا مخاطرات طبیعی و غیرطبیعی و یافتن راه‌هایی برای پیشگیری از وقوع آن‌ها در آینده علاقمند بوده‌اند (Cheng et al, 2024). برای نیل به‌همین منظور به تهیه و تنظیم برنامه و برنامه‌ریزی همت گماشته‌اند. در عصر جهان شهری، تحول و تکامل شهرها علاوه‌بر دگرگونی‌های اجتماعی، اقتصادی، ارتباطی، در شکل انفجاری و مسئله‌ساز آن، حاصل بی‌توجهی‌های نوع بشر بوده است (Shu et al, 2024). تاثیر قابل توجه خطرات طبیعی و انسانی بر روی جوامع شهری باعث تغییر روش‌های مقابله با آن شده است، به گونه‌ای که از دهه ۱۹۷۰ بسیاری از جوامع بین‌المللی، مخاطرات طبیعی و انسانی و بحران‌های بوجود آمده ناشی از آن را به عنوان رویدادهای استثنایی مورد توجه قرار داده و مدیریت بحران به‌صورت جزئی از برنامه‌های توسعه شهری مورد توجه و تاکید اغلب کشورهای جهان قرار گرفته است (Mohammadi, 2023).

در زندگی مدرن، با افزایش وابستگی سریع به این امکانات این نیاز افزون شده است. به‌عبارتی‌دیگر زیرساخت شبکه‌ای است مستقل، انسان‌ساز و بیشتر خصوصی که وظیفه‌ی آن مشارکت و همکاری در تولید و توزیع پیوسته‌ی خدمات و کالاهای اساسی است (Wu et al, 2018). طبق تعریف سازمان امنیت اجتماعی و آمادگی شرایط اضطراری کانادا، زیرساخت‌های حیاتی، شبکه‌ها، تأسیسات و سرویس‌های اطلاعاتی و فیزیکی مرتبط به یکدیگر هستند که اگر منقطع یا تخریب گردند، بر روی سلامتی، ایمنی، امنیت و اقتصاد جامعه تأثیر جدی خواهند گذاشت (Brown et al, 2023). ارزیابی ملاحظات ایمنی و پدافند غیرعامل شامل روش‌های تعیین، تحلیل، کمی‌سازی و کشف ارتباطات، میان ویژگی‌های است که مهاجم را به سمت هدف خاصی سوق می‌دهد و باعث تشخیص نقاط آسیب‌پذیر برای ارائه راهکارهای پدافندی خواهد بود (Sharif et al, 2024).

هنگام وقوع جنگ و بمباران در شهرها در مدت زمان بسیار کم سیستم عملکردی تأسیسات زیربنایی آسیب می‌بیند (Shi et al, 2023). این تأسیسات با هزینه بسیار بالا ایجاد و مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند که آسیب‌رسانی به آن‌ها باعث توقف تولید و خدمات‌رسانی به شهروندان و زیان‌های اقتصادی و اجتماعی می‌شود (Qu et al, 2022). امروزه بیش از دوسوم تهدیدات معطوف به زیرساخت‌ها و شریان‌های حیاتی است و نقش مهم شریان‌های حیاتی در فرآیند مدیریت جامع بحران شهری و ارتباط تنگاتنگ این شبکه‌ها با هم از یکسو و ارزش اقتصادی آنها از سوی دیگر باعث می‌شود که توجه ویژه‌ای به آن‌ها داشته باشیم (Hausken et al, 2011). بنابراین دفاع از زیرساخت‌های حیاتی هر جامعه از پیش‌فرض‌های تعیین‌کننده‌ی بقای آن جامعه است. دفاع غیرعامل در شریان‌های حیاتی، مجموعه تمهیداتی است که چنین مراکزی را در برابر تهدیدات انسان‌ساخت عمدی محافظت می‌نماید (بهزادفر و همکاران، ۱۳۹۶). ارزیابی آسیب‌پذیری و ریسک شریان‌های حیاتی و رعایت اصول پدافند غیرعامل تنها ضامن نجات آن‌ها در برابر تهدیدات می‌باشد.

تخریب‌ها و فرسایش‌های محیطی در بسیاری از مناطق، به‌ویژه در ایران، تحت تأثیر عوامل متعددی قرار دارند. این عوامل شامل موقعیت جغرافیایی، ویژگی‌های اقلیمی و زمین‌شناسی، و نگرش‌های اجتماعی نسبت به محیط‌زیست هستند (شیخی و همکاران، ۱۳۹۷). همچنین، مدیریت ناکارآمد، قوانین قدیمی و عدم آگاهی نسبت به ارزش واقعی منابع انرژی، می‌توانند به مشکلات بیشتری منجر شوند (Jeong et al, 2024). مکان‌یابی نادرست شهرک‌ها و صنایع و نظام توزیع نامناسب نیز بر این مسائل می‌افزاید. به‌طور کلی، ظهور بحران‌های محیطی در کشورهای مختلف نشان‌دهنده ناتوانی در ایجاد تعادل میان توسعه و حفاظت از محیط‌زیست است و این امر به عدم توجه به اصول توسعه پایدار و عدالت محیطی مرتبط است (کاویانی‌راد، ۱۳۸۹). از آنجا که آمادگی جامعه در برابر بلایای طبیعی یکی از شاخص‌های کلیدی توسعه به شمار می‌رود، متأسفانه در بسیاری از کشورها، برنامه‌ریزی برای شرایط اضطراری و بحران‌ها در اولویت قرار ندارد (زالی و همکاران، ۱۳۹۷). این ناهماهنگی میان برنامه‌ریزی توسعه و مدیریت بحران، به افزایش آسیب‌پذیری در برابر بلایای طبیعی منجر می‌شود. تنها تعداد محدودی از کشورها به‌طور جامع به مدیریت مخاطرات و بلایا توجه کرده‌اند و بیشتر تلاش‌ها معطوف به فاز مقابله در بحران‌ها بوده است (عسکریزاده و همکاران، ۱۳۸۹). خسارات و تلفات ناشی از بلایای طبیعی در نقاط مختلف جهان، ضرورت انجام پژوهش‌های کاربردی در زمینه ایمن‌سازی شهرها را بیشتر نمایان کرده است (مشک‌سار و همکاران، ۱۳۹۷). بهبود روش‌های مقابله با بلایای طبیعی و ایمن‌سازی شهری، نیازمند پژوهش‌های عمیق‌تر و کارآمدتر است (Fröhlich et al, 2024). استفاده از اصول پدافند غیرعامل و طراحی برنامه‌های کاهش آسیب‌پذیری

برای جوامع در معرض خطر، از اهمیت بالایی برخوردار است. این رویکرد می‌تواند به ارتقاء ابتکارات در طراحی‌ها و بهبود سیاست‌ها و فناوری‌های موجود کمک کند (زالی و همکاران، ۱۳۹۳).

در مطالعات ارزیابی اثرات زیست محیطی با رویکرد پدافند زیستی طرح‌ها و پروژه‌های صنعتی و معدنی، انتخاب محدوده مطالعاتی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Hryhoruk et al, 2021). در طرح‌ها توجه به نوع و میزان فعالیت‌های پروژه، بزرگی و دامنه اثر و همین طور حساسیت‌های زیست‌محیطی منطقه باید در دستور کار قرارگیرد (زالی و همکاران، ۱۳۹۸). براین اساس با نظر گرفتن انواع اثرات ناشی از اجرای طرح توسعه شهرک‌های صنعتی چهار محدوده بلافصل، محدوده محلی، محدوده منطقه‌ای و محدوده ملی و بین المللی تعریف می‌گردد که با توجه به موقعیت شهرک در یکی از این محدوده‌ها دسته‌بندی می‌شود، عملیات ساخت‌وساز جهت توسعه و احداث واحدهای صنعتی و سایر فعالیت‌های پیش رو برای این واحدها با در نظر گرفتن موقعیت مناطق مسکونی و زیست محیطی در اطراف، محدوده‌ای طرح بر اساس منطقه‌بندی برای استقرار واحدهای صنعتی و خدماتی باید در نظر گرفته شود. حوادث طبیعی و مصنوع یکی از مهم‌ترین دغدغه‌ها و نگرانی‌های زندگی بشر است که همواره در جستجوی راه‌حلی برای پیشگیری و مبارزه با آن بوده است. از جمله این حوادث طبیعی می‌توان به زلزله اشاره کرد که از گذشته تاکنون از اهمیت بسزایی برخوردار بوده است. کشور ایران به‌عنوان بخشی از کمربند کوهزایی آلپ– هیمالیا پیوسته در طول تاریخ زلزله‌های را تجربه کرده است؛ به نحوی‌که بر اساس آیین‌نامه ۲۸۰۰ ساخت و ساز در کشور باید گفت که ۹۷ درصد شهرهای ایران در خطر وقوع زمین‌لرزه با قدرت‌های مختلف بوده‌اند. اگرچه بشر تاکنون روش قابل اعتمادی برای پیش‌بینی زمان، مکان و بزرگی زلزله ارائه نداده و قادر به مهار تمامی خسارت‌های ناشی از وقوع آن نبوده است، اما می‌توان با شناسایی مناطق مستعد خطر و رعایت اصول ایمنی به عنوان تنها راه ممکن و مطمئن، شدت فاجعه را تا حد قابل توجهی کاهش داد. قرارگیری گسل فعال زاگرس در میانه استان لرستان و همچنین قرارگیری کانون زلزله غرب کشور (گسل‌های اصلی نهاوند) در مجاورت این استان، لزوم توجه بیشتر را برای بحث آمادگی در مقابله زلزله نشان می‌دهد. موقعیت جغرافیایی لرستان به گونه‌ای است که پذیرای تنوع و گوناگونی در حوزه اقلیم، بارش، دما، نم، کوهستان، دشت و مانند آن است. به همان نسبت نیز تنوع گیاهی و جانوری سازگار با وضعیت رویش گاهی دارد. پدیده مخاطرات محیطی و محیطزیست در لرستان، پیامد موقعیت جغرافیایی و پویش‌های انسانی آن بوده است. لذا هدف این پژوهش ارزیابی ملاحظات ایمنی و پدافند غیرعامل در مخاطرات محیطی با رویکر آمایشی استان لرستان است.

مبانی نظری

انسان در طول تاریخ به‌منظور تأمین امنیت و حفاظت از خود، روش‌های مختلفی را به کار گرفته است. در هزاره اول پیش از میلاد، برای حفاظت از دهکده‌ها، حصارهایی ساخته می‌شد که نمونه‌هایی از آن را می‌توان در تمدن‌های باستانی مشاهده کرد (Kang, 2024). در چین باستان، دیوارهایی به نام "نجو" از خاک زرد ساخته می‌شد که ارتفاع آن‌ها تا ۱۰ متر می‌رسید. امروزه نیز در فلات "لوبست"، ساخت چنین دیوارهایی رواج دارد. این دیوارها در ابتدا برای مقابله با حملات راهزنان و حیوانات وحشی ایجاد شده بودند، اما به‌مرور زمان به‌عنوان ابزاری برای دفاع در برابر دشمنان مورد استفاده قرار گرفتند (Wang et al, 2023). از جمله این دیوارها می‌توان به دیوار بزرگ چین و دیوار گرگان در ایران اشاره کرد که بقایای قلعه‌تپه‌هایی در شهرهای تاریخی ایران نیز وجود دارد.

علم و هنر پدافند، که به دو دسته عامل و غیرعامل تقسیم می‌شود، سابقه‌ای طولانی دارد (ملکی و مودت، ۱۳۹۲). پدافند در قالب دو نوع اصلی تعریف می‌شود: پدافند عامل: این نوع شامل استفاده از تسلیحات و نیروی نظامی برای دفاع است و نیروهای مسلح مسئولیت اصلی آن را بر عهده دارند (پورمحمدی و همکاران، ۱۳۹۱).

پدافند غیرعامل: در این نوع، تمامی نهادها، سازمان‌ها، صنایع و حتی افراد می‌توانند نقش مؤثری ایفا کنند. این رویکرد بر تدبیر انسان و کنترل بر محیط تمرکز دارد تا به مدیریت و کاهش آثار مخاطرات کمک کند. پدافند غیرعامل به مجموعه‌ای از تدابیر اطلاق می‌شود که قبل از وقوع هر نوع خطر اتخاذ می‌شود و به تسهیل مدیریت بحران و کاهش اثرات آن کمک می‌کند. این تدابیر بر اساس ارزیابی و شناسایی پتانسیل‌های خطر هر منطقه طراحی می‌شوند تا در زمان بحران کمترین آسیب به ساکنان و زیرساخت‌ها وارد آید (حسین‌زاده‌دلیر و همکاران، ۱۳۹۱) .پدافند غیرعامل شامل اصولی همچون استتار، اختفا، فریب، مکان‌یابی، پراکندگی و جابه‌جایی، مقاوم‌سازی استحکامات و ایمن‌سازی

سازه‌های حیاتی است. رعایت و به‌کارگیری این اصول با توجه به نوع مخاطره و محل خطر، به کاهش آسیب‌پذیری و آثار ناشی از حوادثی مانند زلزله کمک خواهد کرد.

از دیرباز، جوامع انسانی همواره با خطرات و تهدیدات ناشی از بلایا و مخاطرات طبیعی مانند سیل، زلزله، آتش‌فشان و خشک‌سالی مواجه بوده‌اند. این مخاطرات طبیعی به‌عنوان رخدادهایی از فرآیندهای طبیعی شناخته می‌شوند که می‌توانند آسیب‌ها و خسارات قابل توجهی به انسان‌ها و محیط زیست وارد کنند (کلانتری و سلطان‌پور، ۱۳۹۳). دسته دیگری از تهدیدات که در این بخش به آن پرداخته می‌شود، تهدیدات انسان‌محور هستند. این نوع تهدیدات با پیشرفت فناوری و انگیزه‌های بشر، حتی با وجود وجود قوانین و نهادهای امنیتی، همچنان به شیوع خود ادامه می‌دهند و آسیب‌های جدی به انسان‌ها و شهرها وارد می‌کنند (Kumar et al, 2024). به‌طور کلی، حوادث انسانی به تهدیداتی اطلاق می‌شود که با دخالت مستقیم در راستای به خطر انداختن منافع اساسی یک کشور، ملت یا سرزمین (شامل منافع مادی، معنوی، استقلال و تمامیت ارضی) ایجاد می‌شوند. سازمان بهداشت جهانی این بحران‌ها را تهدیداتی می‌داند که انسان‌ها به نوعی در ایجاد آن نقش دارند؛ این نقش می‌تواند عمدی یا غیرعمدی باشد (حسینی و همکاران، ۱۳۹۲).

اگر چه احتمال وقوع تهدیدات زیستی را نمی‌توان پیش‌بینی کرد، در عین حال برای دفاع در مقابل چنین تهدیداتی تدارکات کافی الزم است . این موضوع مخصوصاً در مورد جمعیت شهری صادق است که هیچگونه تجهیزات حفاظتی و یا واکسنی ندارند (Akano et al, 2024). این مسئله باعث تأسف است که انسان‌ها به عوامل زیستی حساسیت بیشتری دارند و یک حمله با عوامل زیستی ممکن است صدها هزار تلفات بر جای بگذارد. بدون اطلاع از حمله، هنگامی که تعداد بیمارانی که نشانه بیماری توسط یک عامل را دارند افزایش می‌یابد، مشخص می‌گردد که تهدید زیستی روی داده است (Fröhlich et al., 2024). از آنجا که تاکنون یک تهدید زیستی بزرگ در جهان روی نداده است که عینیت عام داشته باشد، از این رو استراتژی مناسب برای این حمله وجود ندارد. چرا که تحلیلی از این حمله، تاکتیک آن و اهداف آن وجود ندارد. تشخیص درست و مقابله سریع میتواند منجر به نجات زندگی انسان‌ها گردد. بنابراین در مقابله تهدیدات زیستی واحدهای بهداشتی و درمانی مهمترین نقش را بازی می‌کنند. در این نوع تهدیدات همه مشخصات باید معلوم شود تا دولت‌ها بتوانند در مقابل آن واکنش نشان دهند (Dogan et al, 2024). با این حال بروز تهدید با عوامل زیستی، به دولت‌مردان، سیاستمداران سازمان‌های بین المللی اجازه نمی‌دهد که وقت کافی داشته باشند تا این مسأله را خنثی کرده و یا اینکه واکنشی مناسبی را در برابر آن اتخاذ کنند (Sarybaev et al, 2023). از آنجا که عوامل زیستی می‌تواند اثرات مصیبت باری در حد کشتار جمعی داشته باشند، عاملان تهدید می‌توانند بحران اجتماعی، سیاسی و بهداشتی در تاریخ بوجود آورند. لذا ضرورت دارد تمهیدات موردنیاز در چرخه پدافند زیستی پیش بینی و برای حصول آن‌ها برنامه‌های مشخصی تدوین و اجرا گردد (Yang et al, 2023).

پیشینه پژوهش

در پژوهش شو[1] و همکاران (۲۰۲۴)، ارزیابی خطرات زمین‌شناسی و انتخاب مکان سکونتگاه‌های روستایی با استفاده از GIS و الگوریتم جنگل تصادفی به بررسی سکونتگاه‌های روستایی در شهر یبین، استان سیچوان را به عنوان منطقه تحقیقاتی پرداختند. با تجزیه و تحلیل بلایای تاریخی و ویژگی‌های جغرافیایی محلی، روش‌های آماری برای غربالگری و ساخت یک مدل ارزیابی خطر خطر زمین شناسی برای سکونتگاه‌های روستایی در شهر یبین استفاده می شود. تجزیه و تحلیل کمی و کیفی بر روی شاخص‌های کلیدی خطر خطر زمین‌شناسی در سکونتگاه‌های روستایی در شهر یبین انجام شد. مدل‌های چندگانه برای ارزیابی جامع خطر خطرات زمین‌شناسی در سکونتگاه‌های روستایی در شهر یبین مورد استفاده قرار گرفت و یک مطالعه منطقه‌بندی انجام شد. سپس دقت مدل‌های مختلف مقایسه شد و مدل جنگل تصادفی به‌عنوان مدل محاسباتی برای انتخاب مکان اجتناب از بلایا در سکونتگاه‌های روستایی شهر یبین انتخاب شد. بدین ترتیب نقشه پهنه‌بندی سطح خطر خطر زمین شناسی در شهر یبین به دست آمد. در نهایت، تحلیل انتخاب مکان برای سکونتگاه‌های روستایی با سطوح مختلف خطر خطر زمین‌شناسی انجام و استراتژی‌هایی برای بهینه سازی انتخاب سایت پیشنهاد شده است.

[1] Shu

ایبرت[1] و همکاران (۲۰۱۹)، به ارزیابی آسیب‌پذیری اجتماعی شهر با استفاده از عکس‌های هوایی و داده‌های ماهواره‌ای و GIS پرداختند و چنین نتیجه گرفتند که تحلیل داده‌های مکانی بر اساس بخش‌های مختلف در ترکیب با داده‌های میدانی به ارزیابی بهتر کمک می‌کند.

در این پژوهش، وینوگرادوف[2] و همکاران (۲۰۱۸)، ابتدا یک مدل جامع برای ارزیابی و پیش‌بینی شاخص‌های توسعه پایدار اجتماعی-اکولوژیکی و اقتصادی جمهوری قزاقستان پیشنهاد کردند. این جنبه‌ها سیستم شکل‌گیری در فعالیت‌های هر کشور در تدوین برنامه‌ها و اسناد راهبردی است. هدف اصلی تضمین رفاه اجتماعی جمعیت است که بدون توسعه اقتصادی که فرآیند تولید مثل را تضمین می‌کند و استانداردهای زیست محیطی را تضمین می‌کند غیرممکن است. بر اساس تحلیل همبستگی-رگرسیون، سیستمی از معادلات اقتصادسنجی که به ترتیب رابطه شاخص‌های اصلی توسعه حوزه‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی و عوامل مختلف را تشریح می‌کند، به تبیین تغییرات این حوزه‌ها پرداخته است.

گولاتی[3] (۲۰۱۸)، به ارزیابی آسیب‌پذیری شهر در برابر زلزله در شهر دهرادون هند پرداخت و چنین نتیجه گرفت که مدل Hazus به دلیل کثرت و تنوع داده‌ها و متغیرهای مورد استفاده می‌تواند به‌عنوان مدل مناسبی جهت ارزیابی و کاهش آسیب‌پذیری شهرها در برابر زلزله مورد استفاده قرار گیرد.

همانگونه که پژوهش چوئی[4] و همکاران (۲۰۱۴)، نشان می‌دهد استفاده از روش‌های پدافند غیرعامل و تغییر جهت‌گیری‌ها در زمینه مدیریت بحران یک ابزار موثر در برابر بلایای طبیعی است؛ و تجربه مهیب زلزله و سونامی ژاپن در سال ۲۰۱۱ نشان داد که آمادگی و آموزش در سطوح مختلف می‌تواند در کاهش خسارت‌ها نقش موثری ایفا نماید.

علی‌اکبری و همکاران (۱۴۰۰)، به ارائه مدل ارزیابی جامع آسیب‌پذیری پهنه‌های شهری به تفکیک لایه‌های تشکیل‌دهنده شهر با رویکرد پدافند غیرعامل پرداختند. نتایج نشان داد که در بین معیارهای آسیب‌پذیری، شبکه زیرساخت‌های شهری مهم‌ترین معیاری است که در آسیب‌پذیری شهر نقش بسزایی ایفا می‌کند.

نوروزی و همکاران (۱۳۹۹)، به بررسی راهبردهای مدیریت ریسک شهری کلانشهر تبریز با رویکرد آسیب‌پذیری در زلزله پرداختند و چنین نتیجه گرفتند که محدوده موردمطالعه با وجودداشتن نقاط قوت بالا، ضعف‌های فراوانی دارد و با تهدیدهایی روبروست. نتایج حاصل از مقایسه امتیازات به راهبرد تقویت فرصت‌ها و قوت‌ها (راهبرد تهاجمی) تأکید دارد.

ناصری و همکاران (۱۳۹۸)، به طبقه‌بندی کمی آسیب‌پذیری شهری در برابر زلزله در شهر یزد پرداختند و چنین نتیجه گرفتند که متغیرهای ساختمانی از نظر مساحت در آسیب‌پذیری فیزیکی-کالبدی متغیر ساختمان‌هایی با مساحت زیر ۱۰۰ متر تا ۲۰۰ مترمربع هیچگونه توزیع و پراکندگی ندارند. در مجموع متغیرهای نوع سکونت در آسیب‌پذیری اجتماعی، کمترین ضریب پراکندگی به متغیرهای سکونتگاه‌های گروهی مربوط است.

زالی و همکاران (۱۳۹۶)، در پژوهش خود با عنوان «تحلیل و ارزیابی ریسک زیرساخت‌های منطقه‌ای از منظر پدافند غیرعامل نمونه موردی: منطقه صنعتی پارس یک جنوبی» پرداختند، و نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که از نظر اهمیت دارایی‌ها به ترتیب تأسیسات نفت و گاز با ۸.۸۶، زیرساخت ارتباطات با ۸.۶۴، تأسیسات برق با ۶.۷۱ و تأسیسات آب و فاضلاب با ۶.۴۵ حائز بیشترین ارزش هستند. همچنین دوازده تهدید مورد ارزیابی قرار گرفت که در این بین احتمال وقوع حملات هوایی و موشکی با ۹.۲۱، حملات شیمیایی- میکروبی و هسته‌ای با ۹.۱۷ و تهدیدات زیستی با ۸.۷۲ بیشترین احتمال وقوع را دارا هستند. بیشترین آسیب‌پذیری و ریسک زیرساخت ارتباطات در برابر بمب‌های الکترومغناطیسی به ترتیب با ۹.۱۱۴ و ۶۸۸.۴۷، تأسیسات برق در برابر بمب‌های الکترومغناطیسی و گرافیتی به ترتیب با ۸.۴۴۶ و ۴۰۷.۴۷، تأسیسات نفت و گاز در برابر تهدیدات بمب‌گذاری به ترتیب با ۸.۴۸۴ و ۶۵۵.۴۶، تأسیسات آب و فاضلاب در برابر تهدیدات سایبر تروریسم و زیستی به ترتیب با ۸.۳ و ۴۶۶.۸۲ می‌باشد و در پایان راهکارهای کاهش آسیب‌پذیری و ریسک بیان شده است.

[1] Ebert
[2] Vinogradova
[3] Gulati
[4] Chui

محمدپور و همکاران (۱۳۹۵)، به تحلیل شاخص‌های آسیب‌پذیری در بافت‌های فرسودهٔ شهری با رویکرد مدیریت بحران زلزله در محله سیروس تهران پرداختند و چنین نتیجه گرفتند که وسعت و پوشش جمعیتی نقاط با آسیب‌پذیری بالا و بسیار بالا بیشتر است و در کل، محدوده باتوجه به همهٔ عوامل کالبدی مورد تحلیل، در برابر زلزله بسیار آسیب‌پذیر است.

روش پژوهش

استان لرستان با وسعتی برابر با ۲۸۰۶۴ کیلومتر مربع، معادل ۱.۷ درصد از مساحت کل کشور را به خود اختصاص داده است. این استان که در زمره استان‌های غربی ایران قرار دارد، بین ۳۲ درجه و ۴۰ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۲۳ دقیقه عرض شمالی و ۴۶ درجه و ۵۰ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۰۱ دقیقه طول شرقی واقع شده است. لرستان از شمال با استان‌های همدان و مرکزی، از شرق با استان اصفهان، از جنوب با استان خوزستان و از غرب با استان‌های کرمانشاه و ایلام همسایه است. همچنین، این استان در قسمت جنوب شرقی خود دارای مرز محدودی با استان چهارمحال و بختیاری می‌باشد. لرستان شامل ۱۱ شهرستان و ۲۳ شهر است و ۱۳ ایستگاه سینوپتیک در آن قرار دارد. این استان به‌دلیل موقعیت جغرافیایی خود، منطقه‌ای کوهستانی محسوب می‌شود؛ ارتفاع بلندترین قله استان، اشترانکوه، به ۴۱۵۰ متر می‌رسد، در حالی که پست‌ترین نقطه آن در جنوب استان با ارتفاع ۵۰۰ متر از سطح دریا واقع شده است. بر اساس آیین‌نامه ۲۸۰۰ ساخت و ساز، ۹۷ درصد شهرهای ایران در معرض خطر زلزله با شدت‌های مختلف قرار دارند. اگرچه انسان هنوز نتوانسته است روش مؤثری برای پیش‌بینی زمان، مکان و شدت زلزله‌ها ارائه دهد و کنترل کامل خسارات ناشی از آن‌ها ممکن نیست، اما شناسایی مناطق آسیب‌پذیر و رعایت اصول ایمنی می‌تواند به کاهش قابل توجه شدت فاجعه کمک کند. وجود گسل فعال زاگرس در میانه استان و نزدیکی به کانون زلزله‌های غرب کشور (گسل‌های اصلی نهاوند) اهمیت توجه ویژه به آمادگی در مقابل زلزله را دوچندان می‌کند.

برای جمع‌آوری اطلاعات از منابع کتابخانه‌ای و آمار و اطلاعات سازمان‌های شهری، سرشماری و مرکز آمار ایران و همچنین آیین‌نامه ۲۸۰۰ ساخت و ساز در کشور استفاده شده است. شاخص‌هایی با استفاده از منابع موجود، طرح‌های تحقیقاتی، آمارنامه‌ها، کتب و طرح‌های جامع و تفصیلی استخراج و مورد تحلیل قرار گرفتند. در این پژوهش تحلیل خطر مخاطرات زیست محیطی زمین لغزش، فرسایش، سیل و زمین لرزه (معیارهای سطح ۱) بر مبنای ۹ عامل مؤثر در ناپایداری مخاطرات شامل شیب، جهت شیب، لیتولوژی، بارندگی، کاربری اراضی، طبقات ارتفاعی، کانون زمین لرزه‌های قدیمی و فاصله از لایه‌های گسل و آبراهه (معیارهای سطح ۲) انجام شد. شیب، جهت شیب و ارتفاع از نقشه مدل رقومی ارتفاع که از رقومی کردن خطوط تراز نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ منطقه در محیط نرم افزارArcMap تهیه گردید. داده‌های حاصل از عوارض خطی (گسل و فاصله از آبراهه) به منظور تهیه نقشه فاصله از گسل ابتدا خطواره‌ها از سازمان‌های مربوطه دریافت و با استفاده از نقشه زمین‌شناسی و توپوگرافی، گسل‌ها از سایر عوارض خطی تفکیک گردید. نقشه فاصله از آبراهه شبکه آبراهه‌ها از روی نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ منطقه مشخص و در محیط نرم افزار ArcMap رقومی گردید. نقشه کاربری اراضی در حوزه استان لرستان نقشه کاربری اراضی با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای ETM دریافت و با شاخص NDVI تفسیر شد. نقشه کانون زمین لرزه ابتدا موقعیت کانون زمین لرزه‌های قدیمی از طریق مرکز لرزه نگاری تهیه گردید. به‌منظور تحلیل خطر زلزله‌خیزی در استان لرستان، از لایه‌های اطلاعاتی مرتبط با پهنه‌بندی خطر زلزله بر اساس آیین‌نامه ۲۸۰۰ مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن استفاده شده است. این آیین‌نامه کشور را به چهار پهنه تقسیم می‌کند: (۱) پهنه با خطر نسبی کم، (۲) پهنه با خطر نسبی متوسط، (۳) پهنه با خطر نسبی زیاد و (۴) پهنه با خطر نسبی خیلی زیاد. بر این اساس، استان لرستان در سه پهنه با خطر متوسط، زیاد و خیلی زیاد قرار دارد. پس از این تقسیم‌بندی، وضعیت استان و مراکز جمعیتی آن از این منظر مورد بررسی قرار گرفته است. در این تحقیق، برای ارزیابی خطرپذیری کاربری‌ها و فعالیت‌ها در سطح استان لرستان، از نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) به‌نام ArcGIS بهره گرفته شده است.

سپس با درون‌یابی بین موقعیت‌های به دست آمده در سطح حوزه، نقشه فاصله از کانون زمین لرزه‌های منطقه در محیط نرم افزار ArcGIS تهیه گردیده است. در این پژوهش بعد از تهیه منابع و اطلاعات لازم، کلیه مراحل تحقیق شامل ساماندهی اطلاعات، اجرای مدل‌ها و ارزیابی نتایج در محیط نرمافزار ArcGIS انجام گرفته است.

در بررسی پدیده خشکسالی در استان لرستان از داده های تحلیلی و نتایج ارائه شده توسط مرکز ملی خشکسالی کشور استفاده شده است، در این گزارشات از شاخص تحلیل SPEI استفاده شده است، این شاخص اولین بار توسط ویسنت سرانگو و همکاران در سال ۲۰۰۹ معرفی

شد. SPEI شاخصی چندکمیتی است که در آن داده‌های بارش ودما با یکدیگر ترکیب می‌شوند. محاسبات آن مشابه شاخص استانداردشدهٔ بارش است. درشاخص استانداردشدهٔ بارش داده‌های ورودی مقادیر بارش ماهانه یا هفتگی است، اما در SPEI مقادیر ماهانه یا هفتگی اختلاف بارش و PET استفاده می شود. این در واقع معرف برقراری تعادل اقلیمی آب است که درمحاسبهٔ SPEI در نظر گرفته شده است. بررسی پدیده خشکسالی طی دوره ۱۰ ساله تا پایان مرداد ماه سال ۱۴۰۲ با استفاده از این شاخص نشان دهنده وضعیت نامطلوب کشور در این خصوص است، وضعیت خشکسالی هواشناسی بر اساس شاخص SPEI در سطح کشور شدید و بسیار شدید در اغلب پهنه‌های کشور است، به طوری که در بین استان‌های کشور، استان‌های سمنان و سیستان و بلوچستان وضعیت نامناسب‌تری نسبت به سایر استان‌ها داشته‌اند، مقایسه وضعیت استان لرستان با سایر استان‌های کشور نشان از وضعیت مطلوب‌تر این استان دارد.

به منظور تلفیق لایه‌های اطلاعاتی مرتبط با مخاطرات طبیعی پنج لایه اطلاعاتی با وزن مساوی با یکدیگر تلفیق شده‌اند، این لایه‌ها عبارتند از: لایه خطر زلزله: لایه خطر زلزله در استان لرستان بر اساس آیین نامه ۲۸۰۰؛ لایه خطر سیل: لایه تلفیقی خطرپذیری سیل در استان لرستان؛ خشکسالی: لایه اطلاعاتی خشکسالی طی دوره ۱۰ ساله؛ لایه خطر زمین‌لغزش: لایه اطلاعاتی فاصله از رخداد زمین لغزش؛ لایه فرونشست زمین: لایه منتشر شده توسط سازمان نقشه برداری کشور؛ مبنای تلفیق و امتیازدهی به پهنه‌ها در هر لایه به شرح جدول ۸ است:

جدول ۱: *امتیازدهی و تلفیق لایه‌های مخاطرات طبیعی*

لایه اطلاعاتی	امتیاز پهنه‌ها
خطر زلزله (آیین نامه ۲۸۰۰ مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن)	بسیار پرخطر (امتیاز۵)، پرخطر (امتیاز۴)؛ خطر متوسط (امتیاز ۳)
خطر سیل	کمتر از ۱ کیلومتر(امتیاز۵)، بین ۱ تا ۲ کیلومتر(امتیاز۴)؛ دشت های سیلابی بیش از ۲ کیلومتر(امتیاز ۳)، سایر پهنه های بیش از ۲ کیلومتر (امتیاز ۱)
خشکسالی	خشکسالی بسیار شدید (امتیاز ۵)؛ خشکسالی شدید (امتیاز ۴)؛ خشکسالی متوسط (امتیاز ۳)؛ خشکسالی خفیف (امتیاز ۲)؛ در حد نرمال (امتیاز ۱)؛
فاصله از رخداد زمین لغزش	کمتر از ۱.۵ کیلومتر (امتیاز ۵)؛ بین ۱.۵ تا ۳ (امتیاز ۴)؛ فاصله بیش از ۳ کیلومتر (امتیاز ۱)
فرونشست زمین	پهنه دارای فرونشست زمین(۵)؛ پهنه فاقد فرونشست زمین(۱)

یافته‌ها و بحث

پهنه‌بندی استان در ارتباط با خطر زلزله

بر اساس تحلیل وضعیت میزان خطر نسبی زلزله ۲۹.۷ درصد از مساحت استان در پهنه با خطر نسبی خیلی زیاد، ۵۴.۶ درصد از مساحت استان در پهنه باخطر نسبی زیاد و ۱۵.۷ درصد از مساحت در پهنه با خطر نسبی متوسط قرار گرفته است. نظر به این که ۹۸.۹ درصد از مساحت شهرستان دورود در پهنه با خطر خیلی زیاد واقع شده، این شهرستان پرمخاطره‌ترین شهرستان استان به شمار می رود، پس از آن شهرستان بروجرد با سهم ۸۰.۷ درصد در رده دوم شهرستان های پرخطر قرار گرفته است و در طرف مقابل با توجه به این که شهرستان رومشکان به طور کامل در پهنه با خطر نسبی متوسط قرار گرفته است کم‌مخاطره‌ترین شهرستان استان به شمار می‌رود و پس از آن شهرستان کوهدشت با سهم ۶۹.۲ درصدی از پهنه های با خطر نسبی متوسط در رده دوم کم مخاطره‌ترین شهرستان های استان قرار گرفته است (جدول ۲).

دانش شهرسازی، دوره ۹، شماره ٤، ۲۰۳-۱۷۷، زمستان ۱٤۰٤

جدول ۲: *مساحت و سهم مساحت شهرستان های استان لرستان به تفکیک خطر نسبی زلزله*

شرح		میزان خطر نسبی			شرح		میزان خطر نسبی		
		خیلی زیاد	زیاد	متوسط			خیلی زیاد	زیاد	متوسط
ازنا	مساحت(هکتار)	۶۱۰۸۳	۷۹۰۱۷	۰	دلفان	مساحت(هکتار)	۱۲۵۱۱۸	۱۴۷۷۰۶	۰
	سهم(درصد)	۴۳/۶	۵۶/۴	۰/۰		سهم(درصد)	۴۵/۹	۵۴/۱	۰/۰
الیگودرز	مساحت(هکتار)	۲۲۰۲۰۹	۳۰۹۰۰۹	۰	دورود	مساحت(هکتار)	۱۳۶۹۸۸	۱۴۶۱	۰
	سهم(درصد)	۴۱/۶	۵۸/۴	۰/۰		سهم(درصد)	۹۸/۹	۱/۱	۰/۰
بروجرد	مساحت(هکتار)	۱۳۴۸۲۴	۳۲۳۰۹	۰	رومشکان	مساحت(هکتار)	۰	۰	۵۶۳۴۲
	سهم(درصد)	۸۰/۷	۱۹/۳	۰/۰		سهم(درصد)	۰/۰	۰/۰	۱۰۰/۰
پلدختر	مساحت(هکتار)	۰	۲۲۶۳۹۹	۱۴۶۹۳۶	سلسله	مساحت(هکتار)	۶۱۴۱۱	۹۵۳۴۳	۰
	سهم(درصد)	۰/۰	۶۰/۶	۳۹/۴		سهم(درصد)	۳۹/۲	۶۰/۸	۰/۰
چگنی	مساحت(هکتار)	۰	۱۴۲۳۷۷	۰	کوهدشت	مساحت(هکتار)	۰	۱۰۶۰۵۱	۲۳۸۷۲۱
	سهم(درصد)	۰/۰	۱۰۰/۰	۰/۰		سهم(درصد)	۰/۰	۳۰/۸	۶۹/۲
خرم آباد	مساحت(هکتار)	۹۹۰۹۵	۳۹۹۵۴۴	۰	کل استان	مساحت(هکتار)	۸۳۸۷۲۹	۱۵۳۹۲۱۵	۴۴۱۹۹۹
	سهم(درصد)	۱۹/۹	۸۰/۱	۰/۰		سهم(درصد)	۲۹/۷	۵۴/۶	۱۵/۷

از نظر جمعیت حدود ۱۴ درصد کل جمعیت استان در پهنه با خطر متوسط،۴۲ درصد درپهنه با خطر زیاد و ۴۴ درصد در پهنه با خطر خیلی زیاد ساکن هستند، این میزان برای جمعیت روستایی به ترتیب ۱۶٪، ۴۲٪ و ۴۲٪ است و برای جمعیت شهری به ترتیب ۱۲٪، ۴۳٪ و ۴۵٪ است. در بین شهرستان‌های استان بیشترین جمعیت ساکن با بیش از ۳۲۰ هزار نفر مربوط به شهرستان بروجرد و پس از آن ۱۷۴ هزار نفر مربوط به شهرستان دورود است (جدول۳)؛ سه شهر بروجرد، دورود و نورآباد بزرگترین شهرهای واقع در پهنه با خطر خیلی زیاد زلزله هستند و شهر خرم آباد در پهنه با خطر زیاد واقع شده است.

جدول ۳: *جمعیت شهری و روستایی ساکن در شهرستان‌های استان لرستان به تفکیک خطر نسبی زلزله*

شهرستان		متوسط	زیاد	خیلی زیاد	جمع کل	شهرستان		متوسط	زیاد	خیلی زیاد	جمع کل
ازنا	شهری	۰	۱۸۲۱	۴۷۴۸۹	۴۹۳۱۰	دلفان	شهری	۰	۰	۶۸۳۰۰	۶۸۳۰۰
	روستایی	۰	۸۶۹۸	۱۶۸۵۶	۲۵۵۵۴		روستایی	۰	۲۶۳۰۶	۴۸۹۴۹	۷۵۲۵۵
	کل	۰	۱۰۵۱۹	۶۴۳۴۵	۷۴۸۶۴		کل	۰	۲۶۳۰۶	۱۱۷۲۴۹	۱۴۳۵۵۵
الیگودرز	شهری	۰	۹۲۸۸۱	۱۵۳۱	۹۴۴۱۲	دورود	شهری	۰	۰	۱۲۳۸۶۱	۱۲۳۸۶۱
	روستایی	۰	۲۵۴۱۵	۱۶۰۵۸	۴۱۴۷۳		روستایی	۰	۰	۵۰۶۰۳	۵۰۶۰۳
	کل	۰	۱۱۸۲۹۶	۱۷۵۸۹	۱۳۵۸۸۵		کل	۰	۰	۱۷۴۴۶۴	۱۷۴۴۶۴
بروجرد	شهری	۰	۰	۲۴۵۳۷۹	۲۴۵۳۷۹	رومشکان	شهری	۳۸۳۲	۰	۰	۳۸۳۲
	روستایی	۰	۴۰۲۷	۷۶۵۹۲	۸۰۶۱۹		روستایی	۲۹۰۷۷	۰	۰	۲۹۰۷۷
	کل	۰	۴۰۲۷	۳۲۱۹۷۱	۳۲۵۹۹۸		کل	۳۲۹۰۹	۰	۰	۳۲۹۰۹
پلدختر	شهری	۳۰۴۰۶	۷۶۵۶	۰	۳۸۰۶۲	سلسله	شهری	۰	۳۳۹۹	۳۳۵۵۸	۳۶۹۵۷
	روستایی	۲۳۱۲۹	۱۱۸۸۸	۰	۳۵۰۱۷		روستایی	۰	۱۶۰۵۳	۲۲۴۲۲	۳۸۴۷۵
	کل	۵۳۵۳۵	۱۹۵۴۴	۰	۷۳۰۷۹		کل	۰	۱۹۴۵۲	۵۵۹۸۰	۷۵۴۳۲
چگنی	شهری	۰	۴۵۰۷	۰	۴۵۰۷	کوهدشت	شهری	۱۰۸۴۱۰	۰	۰	۱۰۸۴۱۰
	روستایی	۰	۳۶۹۸۴	۰	۳۶۹۸۴		روستایی	۴۷۸۶۴	۱۵۴۴۰	۰	۶۳۳۰۴
	کل	۰	۴۱۴۹۱	۰	۴۱۴۹۱		کل	۱۵۶۲۷۴	۱۵۴۴۰	۰	۱۷۱۷۱۴
خرم آباد	شهری	۰	۳۷۹۱۰۹	۱۷۲۰	۳۸۰۸۲۹	کل استان	شهری	۱۴۲۶۴۸	۴۸۹۳۷۳	۵۲۱۸۳۸	۱۱۵۳۸۵۹
	روستایی	۰	۱۰۱۵۶۰	۱۸۶۶۴	۱۲۰۲۲۴		روستایی	۱۰۰۰۷۰	۲۴۶۳۷۱	۲۵۰۱۴۴	۵۹۶۵۸۵
	کل	۰	۴۸۰۶۶۹	۲۰۳۸۴	۵۰۱۰۵۳		کل	۲۴۲۷۱۸	۷۳۵۷۴۴	۷۷۱۹۸۲	۱۷۵۰۴۴۴

بر اساس آیین نامه ۲۸۰۰ گسل‌های اصلی گسل‌هایی هستند که طول آن‌ها بیش از ده کیلومتر است. جابجایی ناشی از گسلش در سطح زمین می‌تواند موجب آسیب به سازه‌ها گردد، در پهنه‌های گسلی به ویژه گسل‌های اصلی، اجتناب از ساخت ساختمان به ویژه ساختمان‌های با اهمیت بسیار زیاد اکیداً توصیه می‌شود. از این رو، لازم است کلیه سازندگان بنا در این پهنه‌ها پیش از ساخت

اقدام به شناسایی گسلش سطحی کرده و در صورتی که زمین شناس، گسلش سطحی با جابه‌جایی عمده‌ای را تشخیص داد، ضوابط مربوط به پهنه‌های با جابه جایی عمده بر اساس آیین نامه‌های ملی یا بین المللی معتبر مصوب رعایت گردد. بر اساس آیین‌نامه ۲۸۰۰ کاربری زمین‌های شهری در محدوده‌های پهنه‌های گسلی به ویژه گسل‌های اصلی حتی الامکان باید به نحوی انجام شود که به کاربری‌های کم‌خطر و یا کم‌تراکم نظیر فضای سبز، معابر فضاهای ورزشی و تفریحی با سازه‌های سبک اختصاص یابد. در پهنه گسل‌های اصلی با جابجایی، عمده احداث ساختمان با اهمیت بسیار زیاد ممنوع و در مابقی پهنه‌ها احداث آن‌ها با انجام مطالعات و اعمال تمهیدات ویژه مجاز است؛ همچنین در پهنه گسل‌های اصلی با جابجایی عمده احداث ساختمان با اهمیت زیاد صرفاً با انجام مطالعات ویژه و اعمال تمهیدات ویژه مجاز است. پهنه‌های گسلی در برگیرنده تغییر شکل‌های عمده در محدوده اطراف گسل‌ها هستند. با توجه به موارد مذکور در آیین نامه ۲۸۰۰ در این بخش پهنه ۲۰۰ متری پیرامون گسل‌های استان از نظر قرارگیری مراکز سکونتگاهی و فعالیتی مورد ارزیابی قرار گرفته است که در ادامه نتایج مربوط به بررسی‌ها ارائه می‌شود:

محدوده ۵ شهر استان شامل، خرم آباد، دورود، الشتر، ونایی و چالانچولان در پهنه ۲۰۰ متری گسل‌ها قرار گرفته است که مجموع مساحت این پهنه‌ها بیش از ۶۲۶ هکتار است. قرارگیری ۳۷۵ هکتار از مساحت شهر دورود در حریم ۲۰۰ متری گسل ها نشان از خطرپذیری بالای این شهر دارد. در رده دوم خطر پذیری شهر خرم آباد قرار گرفته که دارای تداخل ۱۲۶ هکتاری با حریم ۲۰۰ متری گسل‌ها است؛ شهر الشتر نیز با تداخل ۱۰۰ هکتاری در رده سوم قرار دارد. دو شهر چالانچولان و ونایی نیز در رده‌های آخر قرار گرفته‌اند.

بر اساس بررسی موقعیت آبادی‌ها نسبت حریم ۲۰۰ متری گسل‌های استان مجموعا ۹۴ آبادی در حریم گسل قرار گرفته‌اند که این آبادی‌ها در سال ۱۳۹۵ بالغ بر ۲۴۳۸۸ نفر جمعیت داشته‌اند. شهرستان دلفان با ۲۳ آبادی واقع در حریم گسل بیشترین تعداد آبادی‌های در پهنه پرمخاطره گسل‌ها را داشته‌اند و پس از دلفان شهرستان خرم آباد با ۱۸ آبادی در رده دوم قرار دارد، از نظر مجموع جمعیت روستایی ساکن در پهنه گسل‌ها شهرستان دورود با بیش از ۸۵۰۰ جمعیت روستایی ساکن در پهنه گسلی در بالاترین جایگاه از این نظر قرار دارد و شهرستان بروجرد با بیش از ۴۷۰۰ نفر در رده دوم قرار گرفته است. بزرگترین روستاهای واقع در حریم ۲۰۰ متری گسل‌ها به ترتیب شامل داریاب شهرستان دورود، کلکله شهرستان ازنا، بنک آباد شهرستان دورود، چهاربره و جوجه حیدر شهرستان بروجرد هستند که به ترتیب ۲۳۶۱، ۱۱۱۱، ۱۱۰۳، ۱۰۵۲ و ۹۱۶ نفر جمعیت داشته اند. نتیجه بررسی آبادی‌های واقع در حریم گسل‌ها در جدول زیر ارائه شده است.

دانش شهرسازی، دوره ۹، شماره ٤، ۲۰۳-۱۷۷، زمستان ۱٤۰٤

جدول ۴: *تعداد و جمعیت آبادی های واقع در حریم ۲۰۰ متری گسل‌های استان*

شهرستان	تعداد آبادی	مجموع جمعیت روستایی ساکن	نام آبادی‌های واقع در حریم گسل
ازنا	۴	۱۶۹۹	ده حاجی، شاه پسند، کلکله، قلعه رستم
الیگودرز	۶	۱۳۹۶	پیرامام، مزرعه اباد، چال چنار، باغ لطفیان، اب کاسه، آب‌باریک بالا
بروجرد	۱۴	۴۷۴۴	جوجه حیدر، چقابل، چهاربره، الک اباد، پاپولک، درب استانه خالدبن علی، دیناراباد، عودمولا، تاری آباد، وزیراباد، رضا آباد قلعه تازه، سراب پنبه، تنگ لره، کریم آباد
چگنی	۱	۲۳	تل امان اله
خرم آباد	۱۸	۲۶۵۷	لازگیره، ترس، روزمیانکی، سرکول، بابامحمودبالا، اسکین بالا، تجره سراب سادات، تجره گله دار، تنگ نمک، چشمه پاپی، شیخ حیدر، کمره، مهرعلی خانی، آبتاف، دراشگفت، پله باباحسین بنارکبود، چشمه طلا
دلفان	۲۳	۳۴۳۷	تاریکه رنگرزان، قشلاق ته سران، کله کله پایین، کمانه الفت آباد، اسداباد، گل زرد / تازه آباد بهرام، چشمه کوه حسین آباد، حسین خان، پشت تنگ دروزنه، دوداره، قاضی خانی، میان تنگ بالا، انبارته پایین، شاه قلی آباد، خاکی، یارعلی پایین، نبی وند، گاوکش وسطی، تاج امیر، چراغ، خسروبیگی بالا، اسلام آباد،اماسیاب پایین، علی‌میرزایی پایین
دورود	۱۷	۸۵۳۴	پهلوان کل، زرگران پایین، ازنا، کلنگانه، لبان پایین، اکبرآباد، بنک آباد، چغادون، چمنار، خرگوش خانی، درب آستانه، رضور، سیره پایین، باباخانی، داریاب، چوبدرپایین، شرشره
سلسله	۱۱	۱۸۹۸	پشت تنگ فیروزاباد، پشت تنگ گل گل، تیمورسوری بالا، بهاراباد، پیرکه بالا، رضی آباد جوانمرد، سراب سرخه احمداباد، سراب سرخه صادق اباد، علی ابادجوانمرد، صادق آباد، گل زرد
استان لرستان	۹۴	۲۴۳۸۸	_

بررسی موقعیت شهرک‌ها و نواحی صنعتی بر اساس پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله نشان می‌دهد، منطقه ویژه اقتصادی لرستان، شهرک صنعتی بروجرد۱، شهرک صنعتی بروجرد۲، ناحیه صنعتی پل هرو (سیاهگوشی)، ناحیه صنعتی علی میرزایی نورآباد، شهرک صنعتی دورود۱، شهرک صنعتی دورود۲ و شهرک صنعتی الشتر در پهنه با خطر خیلی زیاد واقع شده است. همچنین بررسی موقعیت شهرک‌های صنعتی نسبت به حریم ۲۰۰ متری گسل‌ها نشان می‌دهد دو شهرک صنعتی الیگودرز و درود ۲ و ناحیه صنعتی مرزیان ازنا در حریم ۲۰۰ متری گسل‌ها واقع شده‌اند (نقشه ۱).

جدول ۵: *موقعیت شهرک/نواحی صنعتی استان لرستان به تفکیک خطر نسبی زلزله*

نام شهرستان	نام شهرک/ناحیه صنعتی	خطر نسبی زلزله	حریم ۲۰۰ متری گسل
ازنا	ناحیه صنعتی مرزیان ازنا	زیاد	تداخل دارد
	منطقه ویژه اقتصادی لرستان	خیلی زیاد	–
الیگودرز	شهرک سنگ الیگودرز	زیاد	–
	شهرک صنعتی الیگودرز	زیاد	تداخل دارد
بروجرد	شهرک صنعتی بروجرد۱	خیلی زیاد	–
	شهرک صنعتی بروجرد۲	خیلی زیاد	–
پلدختر	شهرک صنعتی پلدختر	متوسط	–
خرم آباد	شهرک صنعتی خرم آباد۱	زیاد	–
	شهرک صنعتی خرم آباد۳	زیاد	–
	شهرک صنعتی خرم آباد۲	زیاد	–
	ناحیه صنعتی پل هرو (سیاهگوشی)	خیلی زیاد	–
دلفان	ناحیه صنعتی علی میرزایی نورآباد	خیلی زیاد	–
دورود	شهرک صنعتی دورود۱	خیلی زیاد	–
	شهرک صنعتی دورود۲	خیلی زیاد	–
سلسله	شهرک صنعتی الشتر	خیلی زیاد	تداخل دارد
کوهدشت	ناحیه صنعتی خوشنامود کوهدشت	زیاد	–
	شهرک صنعتی کوهدشت	متوسط	–

پهنه‌بندی استان در ارتباط با خطر سیل

بدون شک تخریب پوشش گیاهی جنگلی و تغییر کاربری اراضی شیب‌دار از جنگلی به زراعی به ویژه در مناطق سیل خیز و نیز زراعت غیر اصولی در اراضی شیب‌دار از جمله انجام شخم در جهت شیب زمین و عدم اختصاص این اراضی به درختان و گیاهان چندساله که در تخفیف اثرات سیل موثرتر هستند، از عوامل تاثیرگذار بر تشکیل رواناب و سیلاب در استان لرستان بوده است.

مساحت اراضی کشاورزی استان لرستان بالغ بر ۸۵۳ هزار هکتار است. با توجه به اینکه بیش از ۵۳ درصد اراضی کشاورزی در استان لرستان دارای شیب بالاتر از ۵ درصد هستند و بخش اعظمی از این اراضی کشاورزی زیر کشت فرسایش‌زای دیم قرار دارند، کشاورزان در این مناطق بنا به دلایلی مانند کم بودن عرض اراضی و عدم امکان شخم به وسیله تراکتور در اراضی شیب‌دار و همچنین، سهولت اجرای شخم در جهت شیب، معمولاً اقدام به شخم در جهت شیب می‌کنند. این مسئله در هنگام بارش‌های سیل آسا اثر منفی خود را نشان می‌دهد و باعث عدم نفوذ کافی بارش‌های شدید به خاک می‌شود (نقشه ۲).

بر اساس بررسی‌های انجام شده و تلفیق لایه‌های مرتبط با خطر سیل، سهمی معادل ۲۷٪ از مساحت استان لرستان در پهنه با خطر زیاد و خیلی زیاد سیل واقع شده است؛ که در بین شهرستان‌های استان دو شهرستان الیگودرز و دلفان با سهم مساحتی بیش از ۴۲٪ از پهنه‌های زیاد و خیلی زیاد در رده نخست شهرستان‌های پرخطر واقع شده‌اند و پس از این دو شهرستان شهرستان دورود و ازنا قرار گرفته‌اند که به ترتیب سهم مساحتی۳۹.۸ و ۳۱.۲ درصد از مساحت شهرستان در پهنه پرخطر و قرار گرفته است.

دانش شهرسازی، دوره ۹، شماره ٤، ۲۰۳-۱۷۷، زمستان ۱٤۰٤

جدول ۶: خطرپذیری سیل به تفکیک شهرستان‌های استان لرستان

	شرح	بسیار کم خطر	کم خطر	خطر متوسط	خطر زیاد	خطر خیلی زیاد
ازنا	مساحت(هکتار)	۱۰۱۷	۶۳۶۷۶	۳۰۷۸۲	۳۴۵۶۹	۹۶۸۷
	درصد	۰/۷	۴۵/۶	۲۲/۰	۲۴/۷	۶/۹
الیگودرز	مساحت(هکتار)	۳۱۲۴	۱۱۵۳۷۲	۱۸۵۲۵۱	۱۹۵۰۹۷	۲۶۲۳۴
	درصد	۰/۶	۲۲/۰	۳۵/۳	۳۷/۲	۵/۰
بروجرد	مساحت(هکتار)	۲۲۵۸	۶۱۵۶۲	۵۴۲۳۰	۴۱۱۴۰	۶۱۳۶
	درصد	۱/۴	۳۷/۲	۳۲/۸	۲۴/۹	۳/۷
پلدختر	مساحت(هکتار)	۴۳۱۱۷	۲۲۷۴۳۶	۶۱۸۲۵	۳۴۱۴۵	۵۵۷۵
	درصد	۱۱/۶	۶۱/۱	۱۶/۶	۹/۲	۱/۵
چگنی	مساحت(هکتار)	۱۴۸۵۰	۸۵۲۳۶	۲۰۴۷۲	۱۶۸۱۸	۴۹۲۶
	درصد	۱۰/۴	۵۹/۹	۱۴/۴	۱۱/۸	۳/۵
خرم آباد	مساحت(هکتار)	۱۷۱۶۹	۲۱۴۵۰۷	۱۲۸۸۹۸	۱۲۵۰۸۵	۹۴۹۲
	درصد	۳/۵	۴۳/۳	۲۶/۰	۲۵/۳	۱/۹
دلفان	مساحت(هکتار)	۲۵۴۳	۶۹۴۱۸	۸۵۳۱۸	۱۰۴۷۵۸	۹۹۷۴
	درصد	۰/۹	۲۵/۵	۳۱/۴	۳۸/۵	۳/۷
دورود	مساحت(هکتار)	۴۰۸	۴۰۶۰۰	۴۲۲۱۸	۴۷۸۴۲	۷۱۵۲
	درصد	۰/۳	۲۹/۴	۳۰/۵	۳۴/۶	۵/۲
رومشکان	مساحت(هکتار)	۶۵۶۳	۳۲۳۱۶	۱۰۷۲۳	۶۱۴۷	۶۷
	درصد	۱۱/۸	۵۷/۹	۱۹/۲	۱۱/۰	۰/۱
سلسله	مساحت(هکتار)	۲۲۴۴	۵۸۴۰۹	۵۳۴۲۷	۳۵۷۸۷	۶۶۱۳
	درصد	۱/۴	۳۷/۳	۳۴/۱	۲۲/۹	۴/۲
کوهدشت	مساحت(هکتار)	۵۳۰۱۱	۲۱۰۰۲۱	۴۶۲۲۹	۳۱۸۱۰	۲۷۸۹
	درصد	۱۵/۴	۶۱/۱	۱۳/۴	۹/۳	۰/۸
کل استان	مساحت(هکتار)	۱۴۶۳۰۵	۱۱۷۸۵۵۴	۷۱۹۳۷۲	۶۷۳۱۹۹	۸۸۶۴۶
	درصد	۵/۲	۴۲/۰	۲۵/۶	۲۴/۰	۳/۲

در بین شهرهای استان هفت شهر پلدختر، سپیددشت، بیرانشهر، شول آباد، چمن سلطان، ونایی و برخوردار در پهنه با خطر خیلی زیاد قرار گرفته‌اند؛ در بین شهرک‌ها و نواحی صنعتی استان بخشی از شهرک صنعتی شماره ۳ خرم آباد، بخشی از شهرک صنعتی سنگ الیگودرز و بخشی از منطقه ویژه اقتصادی لرستان در پهنه با خطر خیلی زیاد سیل قرار گرفته‌اند.

بررسی وضعیت آبادی‌های واقع در پهنه با خطر زیاد نشان می‌دهد در کل استان ۲۵۴ آبادی در پهنه با خطر خیلی زیاد واقع شده‌اند که شهرستان الیگودرز و خرم آباد به ترتیب با ۵۵ و ۵۱ آبادی بیشترین تعداد آبادی در خطر خیلی زیاد سیل را به خود اختصاص داده‌اند. از نظر تعداد جمعیت روستایی ساکن در آبادی‌ها واقع در پهنه با خطر خیلی زیاد مجموعا ۴۵۶۴۴ نفر در ۲۵۴ آبادی ساکن هستند که شهرستان بروجرد با ۸۶۰۰ نفر ساکن در ۱۳ آبادی بیشترین جمعیت را به خود اختصاص داده است و شهرستان‌های ازنا و خرم آباد در رده‌های بعدی قرار گرفته‌اند.

جدول ۷: جمعیت روستایی و تعداد آبادی‌ها واقع در محدوده با خطر خیلی زیاد سیل به تفکیک شهرستان‌های استان لرستان

شهرستان	تعداد آبادی واقع در پهنه با خطر خیلی زیاد سیل	سهم از تعداد واقع در پهنه با خطر خیلی زیاد سیل	مجموع جمعیت ساکن در پهنه با خطر خیلی زیاد سیل	سهم از جمعیت ساکن در پهنه با خطر خیلی زیاد سیل
ازنا	۱۴	۵/۵	۷۷۹۱	۱۷/۱
الیگودرز	۵۵	۲۱/۷	۳۸۸۱	۸/۵
بروجرد	۱۳	۵/۱	۸۶۲۴	۱۸/۹
پلدختر	۲۴	۹/۴	۲۶۵۱	۵/۸
چگنی	۲۹	۱۱/۴	۴۵۷۷	۱۰/۰
خرم آباد	۵۱	۲۰/۱	۷۷۵۲	۱۷/۰
دلفان	۲۴	۹/۴	۳۶۴۷	۸/۰
دورود	۸	۳/۱	۲۸۸۵	۶/۳
سلسله	۲۵	۹/۸	۲۵۰۱	۵/۵
کوهدشت	۱۱	۴/۳	۱۳۳۵	۲/۹
جمع کل	۲۵۴	۱۰۰	۴۵۶۴۴	۱۰۰

بررسی و پهنه‌بندی پدیده رانش زمین (زمین لغزش) در استان لرستان

رانش زمین یا زمین‌لغزش به حرکت لایه‌های رسوبی غیر متراکم و متراکم بر روی سطح شیب‌دار که ناپایدار هستند و به دلایل متفاوت به وقوع می‌پیوندد گویند.؛ مهمترین عوامل موثر در این خصوص را می‌توان وقوع باران‌های شدید یا سستی خاک در اثر فرایند راه‌سازی و جاده‌سازی برشمرد؛ استان لرستان یکی از مناطق پرخطر زمین لغزش در ایران است که به دلیل شرایط کوهستانی، شیب‌های شدید، نوع سنگ‌ها، تغذیه فراوان آب و فعال بودن گسل‌های ژئولوژیک در معرض این پدیده قرار دارد. براساس آمارهای موجود، در سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۵، بیش از ۲۰۰۰ حادثه زمین لغزش در استان لرستان رخ داده است که باعث قطع راه‌های ارتباطی، تخریب خانه‌ها و ساختمان‌ها، تغییر الگوهای رودخانه‌ای و تأثیر منفی بر منابع طبیعی شده است. در سال ۱۳۹۸، بارندگی‌های شدید و سیلاب‌های ناشی از آن باعث رخ دادن حوادث زمین لغزش گسترده در استان لرستان شد که منجر به مرگ و مصدوم شدن صدها نفر و تخلیه هزاران خانوار از مناطق محروم و روستایی شد. در سال ۱۴۰۰، زلزله ۵.۹ ریشتری که در شهرستان سلسله در استان لرستان رخ داد، باعث شد تا چندین حادثه زمین لغزش در منطقه به وقوع بپیوندد که علاوه بر خسارات جانی و مالی، باعث قطع آب و برق و خطوط تلفن در بسیاری از روستاها شد. بسیاری از حادثه‌های زمین لغزش در استان لرستان به دلیل بارندگی شدید، آب شدن برف ، آب‌رسانی نامناسب، حفاری و تخریب سنگ‌ها، ساخت و ساز بدون مجوز و نظارت فنی و فعالیت‌های زلزله‌ای رخ داده‌اند.

برای پیشگیری و کنترل زمین لغزش در استان، باید از فعالیت‌های نامناسب در مناطق شیب‌دار و حساس به زمین لغزش خودداری کرد. برخی از این فعالیت‌ها عبارتند از: برداشت بی‌رویه چوب و جنگل، حفاری و تخریب سنگ‌ها، ساخت‌وساز بدون مجوز و نظارت فنی، تغذیه نامناسب آب و فاضلاب، تغذیه نامناسب کود و سموم کشاورزی و همچنین باید از روش‌های مختلف مهندسی ژئوتکنیک برای تثبیت شیب‌های حساس به زمین لغزش استفاده کرد. برخی از این روش‌ها عبارتند از: استفاده از دیوارهای حمایتی، انکرها، میلگردها، شبکه‌های فلزی، پالیس‌های چوبی، موج شکن‌ها، تراسبندی و تقویت پوشش گیاهی و غیره.

بررسی مکانی سابقه بروز زمین لغزش در استان لرستان نشان می‌دهد بیشترین رخدادهای به صورت متراکم پیرامون شهر سپیددشت و راه‌آهن چمسنگر–سپیددشت، محور جاده‌ای زاغه–خرم آباد و محور جاده‌ای ویسیان–پلدختر بوده است. سابقه زمین لغزش در استان لرستان

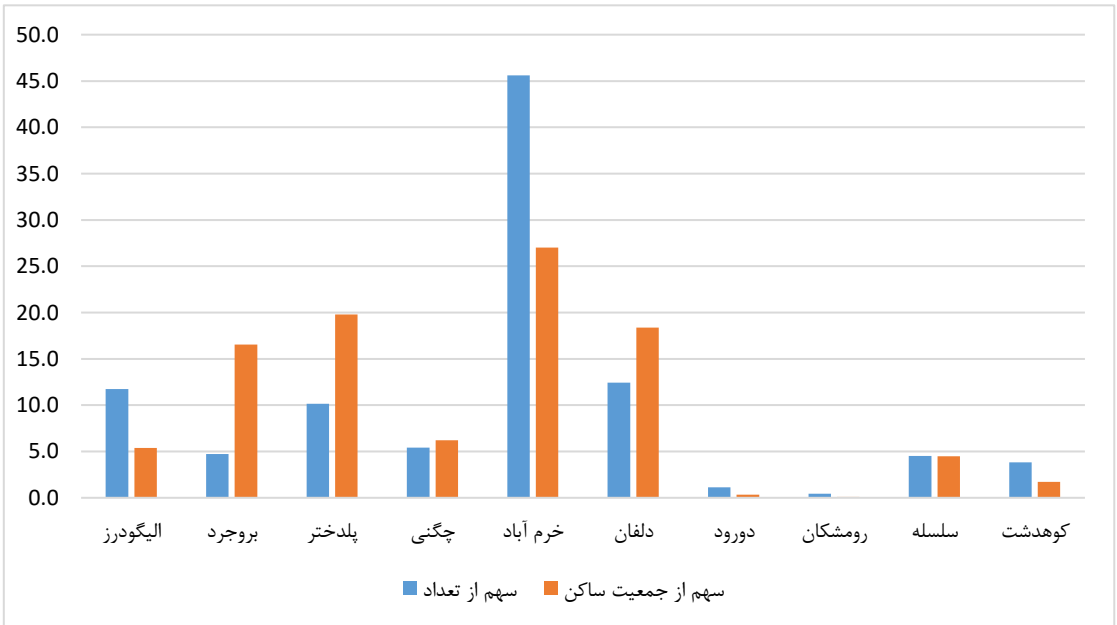
دانش شهرسازی، دوره ۹، شماره ٤، ۲۰۳-۱۷۷، زمستان ۱٤۰٤

در حوزه پیرامونی رخدادهای قبلی نشان می‌دهد در بین شهرهای استان چهار شهر سپیدشت، ونایی، فیروزآباد و پلدختر در پهنه‌های پرمخاطره با سابقه بروز زمین لغزش واقع شده‌اند. در بین شهرک‌ها و نواحی صنعتی استان نیز تنها شهرک صنعتی دورود ۱ جز مراکز واقع در پهنه‌های پرمخاطره به‌شمار می‌رود.

بررسی وضعیت آبادی‌های استان نشان می‌دهد، ۴۴۳ آبادی با جمعیتی بالغ بر ۶۰ هزار نفر در محدوده ۳ کیلومتری رخدادهای زمین لغزش قرار گرفته‌اند که از این تعداد بیش از ۴۵ درصد از آبادی‌ها (۲۰۲ آبادی) که دارای جمعیتی بالغ بر ۱۶ هزار نفر بوده‌اند در شهرستان خرم آباد قرار گرفته‌اند و این شهرستان را به پرمخاطره‌ترین شهرستان استان در این خصوص تبدیل کرده‌اند، پس از خرم آباد شهرستان دلفان و پلدختر به ترتیب با ۵۵ و ۴۵ آبادی و جمعیت روستایی بالغ بر ۱۱ هزار نفر ساکن در این آبادی‌های در رده‌های بعدی قرار گرفته‌اند. جدول زیر نشان دهنده تعداد آبادی‌ها و جمعیت آبادی‌های مستقر در پهنه ۳ کیلومتری پیرامون پدیده‌های زمین لغزش است (نقشه ۳).

جدول ۸: *جمعیت روستایی و تعداد آبادی‌ها واقع در محدوده پر خطر زمین لغزش به تفکیک شهرستان‌های استان لرستان*

شهرستان	تعداد آبادی واقع در محدوده پرخطر زمین لغزش	سهم از تعداد آبادی‌ها	مجموع جمعیت ساکن در محدوده پرخطر زمین لغزش	سهم از جمعیت ساکن در محدوده پرخطر زمین لغزش
الیگودرز	۵۲	۱۱/۷	۳۲۵۰	۵/۴
بروجرد	۲۱	۴/۷	۹۹۷۸	۱۶/۶
پلدختر	۴۵	۱۰/۲	۱۱۹۲۵	۱۹/۸
چگنی	۲۴	۵/۴	۳۷۵۰	۶/۲
خرم آباد	۲۰۲	۴۵/۶	۱۶۲۶۹	۲۷/۰
دلفان	۵۵	۱۲/۴	۱۱۰۸۰	۱۸/۴
دورود	۵	۱/۱	۲۰۹	۰/۳
رومشکان	۲	۰/۵	۵۳	۰/۱
سلسله	۲۰	۴/۵	۲۷۱۰	۴/۵
کوهدشت	۱۷	۳/۸	۱۰۳۶	۱/۷
جمع کل	۴۴۳	۱۰۰	۶۰۲۶۰	۱۰۰



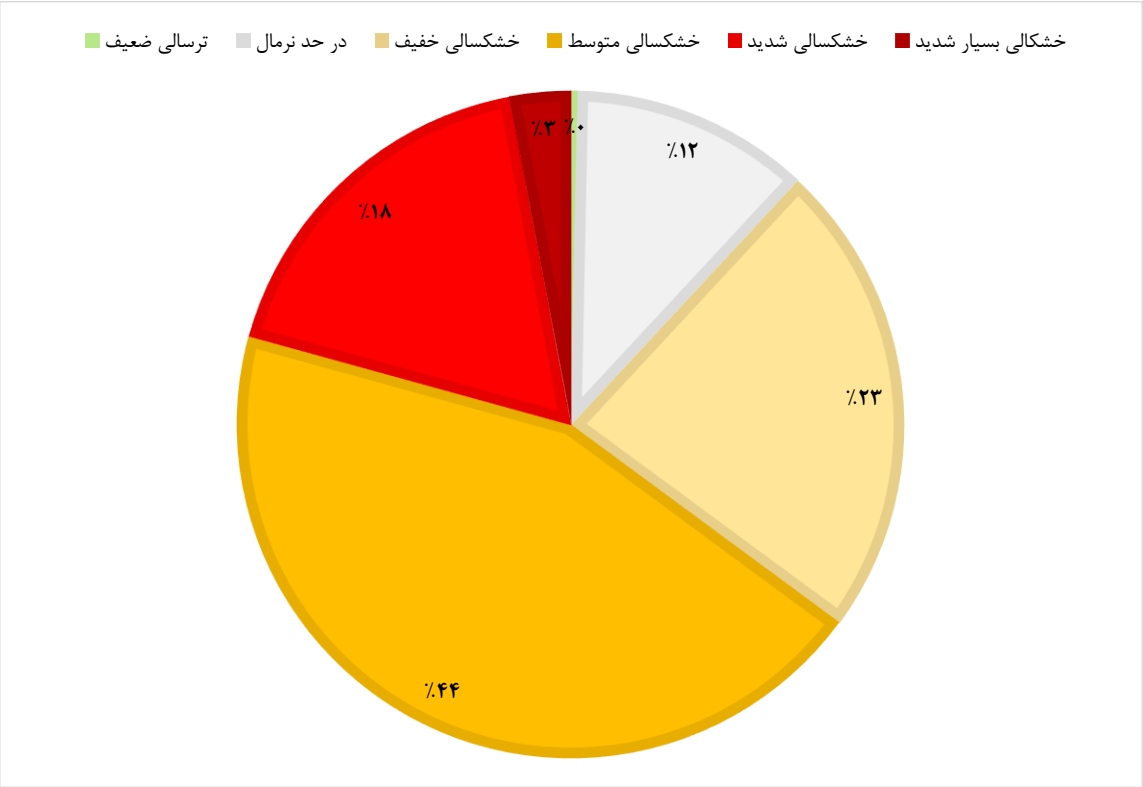
نمودار ۱. سهم تعداد و جمعیت روستایی ساکن در محدوده پر خطر زمین لغزش به تفکیک شهرستان‌های استان لرستان

بررسی و پهنه‌بندی پدیده خشکسالی در استان لرستان

بر اساس نتایج نقشه دوره ۱۲۰ ماه منتهی به مرداد ماه سال ۱۴۰۲ (نقشه ۴) مجموعا بیش از ۸۸ درصد از مساحت استان لرستان جز پهنه‌های درگیر خشکسالی به شمار می‌رود و بیش از ۶۴ درصد از مساحت استان درگیر خشکسالی متوسط به بالا است.

پدیده خشکسالی در استان لرستان و سایر نقاط کشور آثار و تبعاتی را بر جای می‌گذارد که مهمترین آن‌ها عبارتند از:

- کاهش منابع آب شیرین: خشکسالی باعث کاهش سطح آب در رودخانه‌ها، چشمه‌ها، سدها، چاه‌ها و آبخوان‌ها شده است. این موضوع باعث محدود شدن دسترسی به آب آشامیدنی، آبیاری و صنعتی شده است.
- تأثیر منفی بر کشاورزی و دامپروری: خشکسالی باعث کاهش تولید محصولات زراعی و باغی، خشک شدن مراتع و کاهش علوفه دام شده است. این موضوع باعث افزایش هزینه‌های تولید، کاهش درآمد کشاورزان و دامداران، افزایش قیمت مواد غذایی و تغذیه نامناسب دام شده است.
- تأثیر منفی بر محیط زیست: خشکسالی باعث تخریب جنگل‌ها و پوشش گیاهی، بروز فرسایش خاک، رسوب‌گذاری در سدها، تغیر الگوهای رودخانه‌ای و کاهش تنوع زیستی شده است. این موضوع باعث افزایش آلودگی هوا، خاک و آب، بروز بحران‌های بهداشتی و به خطر افتادن سلامت انسان‌ها و حیوانات شده است.



نمودار ۲. سهم مساحتی پهنه‌های درگیر پدیده خشکسالی در استان لرستان (۱۲۰ ماه منتهی به مرداد ماه ۱۴۰۲)

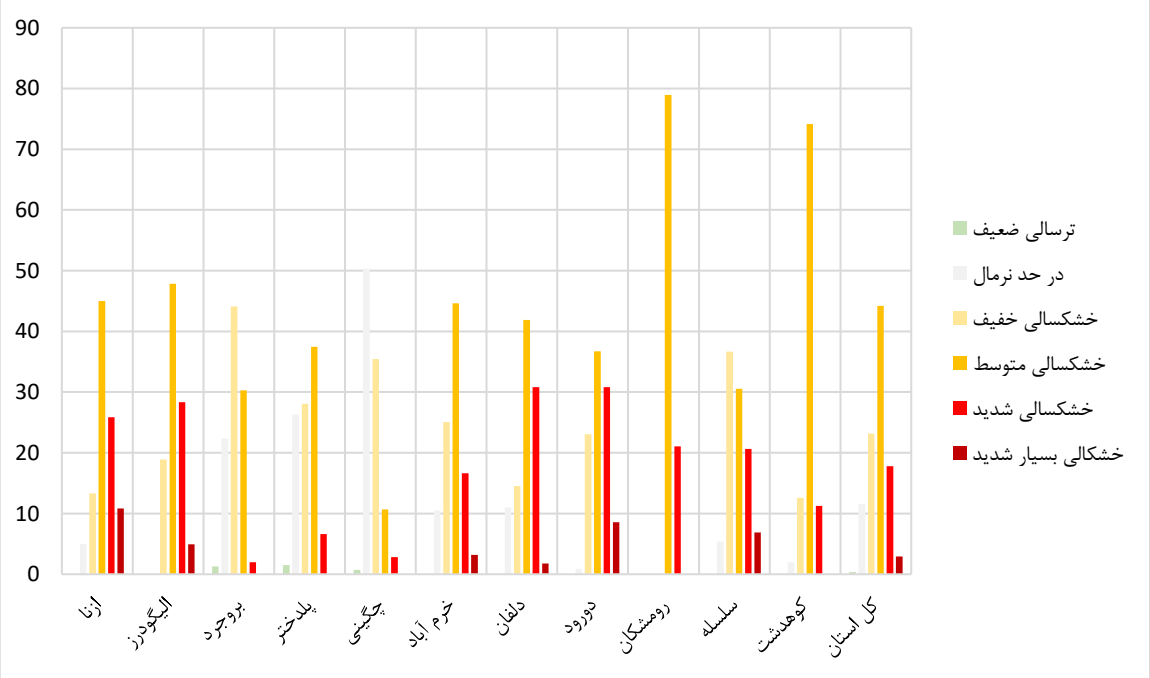
بررسی وضعیت شهرستان‌های استان از نظر خشکسالی نشان می‌دهد سه شهرستان، چگینی، بروجرد و پلدختر کمترین درگیری را با پدیده خشکسالی داشته‌اند و در مقابل شهرستان‌های رومشکان، الیگودرز و دورود بیشترین سهم پهنه‌های درگیر با پدیده خشکسالی را داشته‌اند. نتایج بررسی سهم مساحت شهرستان‌ها به تفکیک پهنه‌های خشکسالی در جدول زیر ارائه شده‌است.

دانش شهرسازی، دوره ۹، شماره ٤، ۲۰۳-۱۷۷، زمستان ۱٤۰٤

جدول ۹. سهم مساحت پهنه‌های تحت تاثیر خشکسالی دوره ۱۲۰ ماهه منتهی به مرداد ۱۴۰۲ به تفکیک شهرستان‌های استان

شهرستان	ترسالی ضعیف	در حد نرمال	خشکسالی خفیف	خشکسالی متوسط	خشکسالی شدید	خشکالی بسیار شدید	مجموع درصدهای خشکسالی
ازنا	۰	۴/۹۹	۱۳/۳۱	۴۴/۹۸	۲۵/۸۶	۱۰/۸۶	۹۵/۰۱
الیگودرز	۰	۰	۱۸/۸۹	۴۷/۸۵	۲۸/۳۳	۴/۹۳	۱۰۰
بروجرد	۱/۳۱	۲۲/۳۵	۴۴/۰۸	۳۰/۲۸	۱/۹۷	۰	۷۶/۳۳
پلدختر	۱/۵۱	۲۶/۲۹	۲۸/۰۹	۳۷/۴۷	۶/۶۴	۰	۷۲/۲
چگینی	۰/۷۱	۵۰/۳۳	۳۵/۴۷	۱۰/۶۵	۲/۸۴	۰	۴۸/۹۶
خرم آباد	۰	۱۰/۵	۲۵/۰۶	۴۴/۶۴	۱۶/۶۱	۳/۱۹	۸۹/۵
دلفان	۰	۱۱/۰۱	۱۴/۵۴	۴۱/۸۷	۳۰/۸۲	۱/۷۶	۸۸/۹۹
دورود	۰	۰/۸۵	۲۳/۰۴	۳۶/۷۳	۳۰/۸۱	۸/۵۶	۹۹/۱۴
رومشکان	۰	۰	۰	۷۸/۹۶	۲۱/۰۴	۰	۱۰۰
سلسله	۰	۵/۳۴	۳۶/۶۴	۳۰/۵۳	۲۰/۶۲	۶/۸۶	۹۴/۶۵
کوهدشت	۰	۱/۹۸	۱۲/۵۸	۷۴/۱۷	۱۱/۲۷	۰	۹۸/۰۲
کل استان	۰/۳۳	۱۱/۵۹	۲۳/۱۸	۴۴/۱۹	۱۷/۷۷	۲/۹۵	۸۸/۰۹

منبع: مرکز ملی اقلیم و مدیریت بحران خشکسالی



نمودار ۳. سهم مساحت پهنه‌های تحت تاثیر خشکسالی دوره ۱۲۰ ماهه منتهی به مرداد ۱۴۰۲ به تفکیک شهرستان‌های استان

بررسی و پهنه‌بندی پدیده فرونشست زمین در استان لرستان

بررسی وضعیت فرونشست در استان لرستان نشان می‌دهد بیش از ۴۰ هزار هکتار از اراضی این استان در معرض پدیده فرونشست قرار گرفته‌اند که مهمترین پهنه دارای فرونشست در استان شامل پهنه شمالی شهرستان دلفان، پهنه شمالی شهرستان دورود و پهنه جنوبی شهرستان بروجرد، پهنه شمالی شهرستان رومشکان و پهنه پیرامونی شهر پلدختر است. بر اساس بررسی‌های انجام شده محدود شش شهر، برخوردار، پلدختر، چالانچولان سراب حمام، نورآباد و هفت چشمه با پهنه‌های دارای فرونشست زمین تداخل دارد؛ در بین شهرک‌های صنعتی نیز محدوده شهرک صنعتی پلدختر و ناحیه صنعتی علی میرزایی نورآباد در پهنه‌های دارای فرونشست زمین قرار گرفته است. بررسی وضعیت

آبادی‌های واقع در پهنه‌های دارا فرونشست زمین نیز نشان می‌دهد تعداد ۱۱۸ آبادی با جمعیتی بالغ بر۲۷ هزار نفر در پهنه‌های دارای فرونشست زمین قرار گرفته‌اند که در بین، شهرستان‌های استان شهرستان دلفان با ۱۰۴ آبادی و جمعیت روستایی بیش از ۲۲ هزار نفر بیشترین تعداد آبادی و جمعیت را به خود اختصاص داده است (نقشه ۵).

جدول ۱۰: *جمعیت روستایی و تعداد آبادی های واقع در پهنه های دارای فرونشست زمین به تفکیک شهرستان*

شهرستان	تعداد آبادی	سهم از تعداد	جمعیت روستایی	سهم از جمعیت
بروجرد	۳	۲/۵	۸۶۴	۳/۱
پلدختر	۲	۱/۷	۱۱۵	۰/۴
دلفان	۱۰۴	۸۸/۱	۲۲۷۸۴	۸۲/۶
دورود	۶	۵/۱	۲۴۶۷	۸/۹
رومشکان	۳	۲/۵	۱۳۵۴	۴/۹
جمع کل	۱۱۸	۱۰۰	۲۷۵۸۴	۱۰۰

تلفیق نقشه‌های مخاطرات محیطی

در نتیجه‌ی تلفیق لایه‌های اطلاعاتی جدول (۱) با امتیازهای ذکر شده، لایه نهایی خطرپذیری در سطح استان تهیه شده است و در قالب نقشه ۶ به نمایش گذاشته شده است. چنانچه در جدول ۱۱ نشان داده شده است، ۱۳ درصد از کل مساحت استان در محدوده های پرمخاطره و بسیار پرمخاطره واقع شده است، که در بین شهرستان‌های استان لرستان سه شهرستان ازنا، دلفان و دورود با حدود ۲۵ درصد پهنه پرمخاطره و بسیار پرمخاطره، جز پر مخاطره‌ترین شهرستان‌های استان لرستان به شمار می‌روند. سه شهرستان رومشکان، کوهدشت و چگینی با سهم کمتر از ۳ درصد از پهنه‌های پر مخاطره و بسیار پرمخاطره، کم‌خطر ترین شهرستان‌های استان لرستان هستند. بر اساس تلفیق لایه‌های اطلاعاتی پهنه شمالی و شرقی استان لرستان پرمخاطره‌تر از پهنه‌های جنوب و غربی استان هستند و در پهنه مرکزی استان پهنه‌های دارای مخاطره سیل و زمین لغزش بیشترین تاثیر را در افزایش خطرپذیری شهری داشته‌اند.

جدول ۱۱: *مساحت و سهم مساحت شهرستان‌ها بر اساس تلفیق لایه‌های مخاطرات طبیعی*

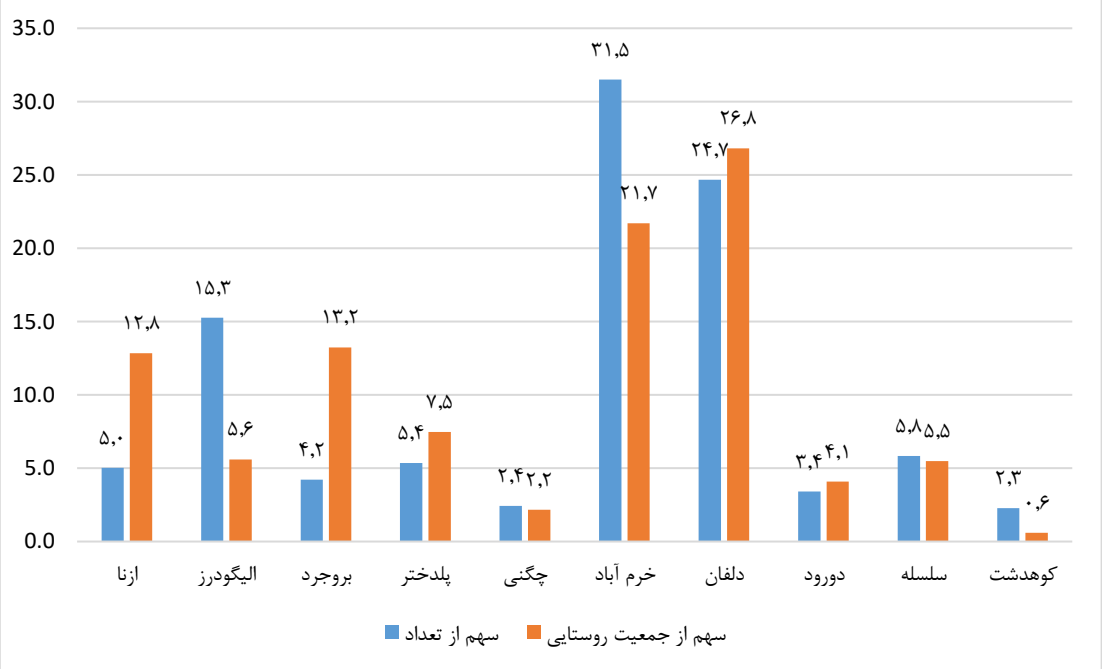
	شرح	بسیار کم مخاطره	کم مخاطره	مخاطره متوسط	پرمخاطره	بسیار پرمخاطره
ازنا	مساحت(هکتار)	۵۵۸۴	۶۹۶۹۳	۲۹۷۹۵	۳۴۱۰۰	۵۶۸
	سهم از مساحت(درصد)	۴/۰	۴۹/۹	۲۱/۳	۲۴/۴	۰/۴
الیگودرز	مساحت(هکتار)	۵۴۲	۲۱۷۱۵۱	۲۱۶۹۲۶	۸۲۳۷۲	۸۱۱۶
	سهم از مساحت(درصد)	۰/۱	۴۱/۴	۴۱/۳	۱۵/۷	۱/۵
بروجرد	مساحت(هکتار)	۱۲۰۸۶	۹۱۷۰۳	۴۶۱۳۹	۱۱۴۷۶	۳۹۴۲
	سهم از مساحت(درصد)	۷/۳	۵۵/۵	۲۷/۹	۶/۹	۲/۴
پلدختر	مساحت(هکتار)	۱۲۹۶۹۸	۲۰۱۸۸۱	۲۵۶۹۸	۱۳۱۳۲	۱۷۰۶
	سهم از مساحت(درصد)	۳۴/۹	۵۴/۳	۶/۹	۳/۵	۰/۵
چگنی	مساحت(هکتار)	۵۴۵۹۸	۷۴۵۳۰	۹۲۵۲	۳۸۶۱	۶۱
	سهم از مساحت(درصد)	۳۸/۴	۵۲/۴	۶/۵	۲/۷	۰/۰
خرم آباد	مساحت(هکتار)	۳۲۲۹۲	۲۲۹۱۵۶	۱۳۸۲۲۲	۸۹۳۳۳	۶۱۸۷
	سهم از مساحت(درصد)	۶/۵	۴۶/۳	۲۷/۹	۱۸/۰	۱/۲
دلفان	مساحت(هکتار)	۴۱۹	۱۰۴۹۵۳	۱۰۰۱۶۵	۴۸۹۳۲	۱۷۵۴۶
	سهم از مساحت(درصد)	۰/۲	۳۸/۶	۳۶/۸	۱۸/۰	۶/۵
دورود	مساحت(هکتار)	۰	۴۱۲۳۳	۶۴۲۵۸	۲۶۹۲۹	۵۸۰۳
	سهم از مساحت(درصد)	۰/۰	۲۹/۸	۴۶/۵	۱۹/۵	۴/۲
رومشکان	مساحت(هکتار)	۷۵۵۸	۴۰۵۶۸	۶۵۵۵	۱۱۳۷	۰
	سهم از مساحت(درصد)	۱۳/۵	۷۲/۷	۱۱/۷	۲/۰	۰/۰
سلسله	مساحت(هکتار)	۵۸۸۱	۸۲۹۶۷	۵۰۶۵۶	۱۶۰۰۹	۹۷۳
	سهم از مساحت(درصد)	۳/۸	۵۳/۰	۳۲/۴	۱۰/۲	۰/۶
کوهدشت	مساحت(هکتار)	۵۱۸۴۰	۲۶۷۳۸۵	۱۸۷۰۹	۵۸۷۷	۷۰
	سهم از مساحت(درصد)	۱۵/۱	۷۷/۸	۵/۴	۱/۷	۰/۰
کل استان	مساحت(هکتار)	۳۰۰۴۹۹	۱۴۲۱۲۲۰	۷۰۶۳۷۶	۳۳۳۱۵۷	۴۴۹۷۳
	سهم از مساحت(درصد)	۱۰/۷	۵۰/۶	۲۵/۲	۱۱/۹	۱/۶

بررسی وضعیت شهرهای استان بر اساس لایه تلفیق مخاطرات نشان می‌دهد ۱۰ شهر، پلدختر، شول آباد، سپیددشت، بیرانشهر، چالاچولان، فیروزآباد، نورآباد، هفت چشمه، ونایی و برخوردار در پهنه‌های پرمخاطره و بسیار پرمخاطره واقع شده‌اند. همچنین در بین شهرک‌ها و نواحی صنعتی استان دو شهرک صنعتی خرم آباد۳ و دورود۱ و ناحیه صنعتی علی میرزایی نورآباد در پهنه‌های پرمخاطره و بسیار پرمخاطره واقع شده‌اند.

بررسی وضعیت آبادی‌های استان نشان می‌دهد که بیش از ۶۰۰ آبادی در استان لرستان با جمعیتی بالغ بر ۱۰۵ هزار نفر در پهنه‌های پرمخاطره و بسیار پرمخاطره واقع شده‌اند که در بین آن‌ها سه روستای رباط (شهرستان خرم آباد)، پاچه لک غربی (شهرستان ازنا) و همت آباد (شهرستان بروجرد) با جمعیتی بیش از ۲۰۰ نفر پرجمعیت‌ترین روستاهای واقع در پهنه‌های پرمخاطره و بسیار پرمخاطره بوده‌اند.

جدول ۱۲: *جمعیت روستایی و تعداد آبادی‌های واقع در پهنه‌های پرمخاطره و بسیار پرمخاطره استان لرستان*

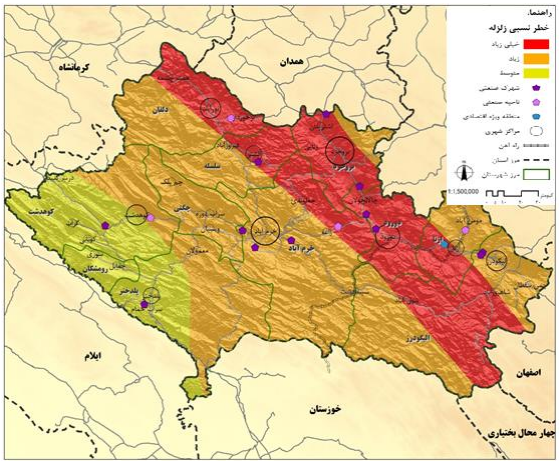
شرح	تعداد آباد	سهم از تعداد	جمعیت روستایی ساکن	سهم از جمعیت روستایی
ازنا	۳۱	۵/۰	۱۳۵۲۳	۱۲/۸
الیگودرز	۹۴	۱۵/۳	۵۸۹۵	۵/۶
بروجرد	۲۶	۴/۲	۱۳۹۴۹	۱۳/۲
پلدختر	۳۳	۵/۴	۷۸۶۷	۷/۵
چگنی	۱۵	۲/۴	۲۲۸۶	۲/۲
خرم آباد	۱۹۴	۳۱/۵	۲۲۸۶۸	۲۱/۷
دلفان	۱۵۲	۲۴/۷	۲۸۲۵۴	۲۶/۸
دورود	۲۱	۳/۴	۴۳۱۳	۴/۱
سلسله	۳۶	۵/۸	۵۷۶۹	۵/۵
کوهدشت	۱۴	۲/۳	۶۳۰	۰/۶
کل استان	۶۱۶	۱۰۰	۱۰۵۳۵۴	۱۰۰



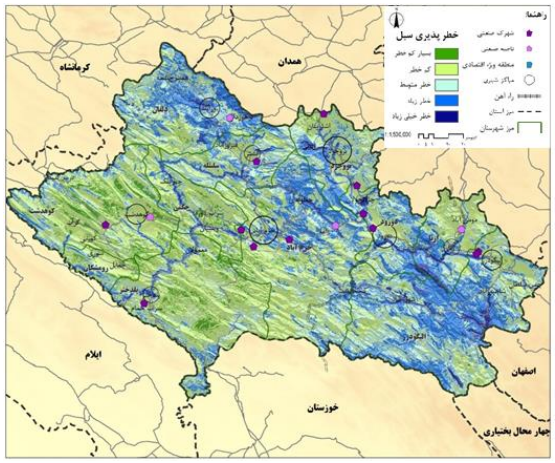
نمودار ۴. سهم تعداد و سهم جمعیت روستایی ساکن در پهنه‌های پرمخاطره و بسیار پرمخاطره به تفکیک شهرستان

مقایسه جمعیت و تعداد آبادی‌های واقع در پهنه‌های پرمخاطره و بسیار پرمخاطره استان لرستان نشان می‌دهد دو شهرستان خرم آباد و دلفان از نظر تعداد و جمعیت بیشترین تعداد و جمعیت روستایی ساکن در پهنه‌های پرمخاطره و بسیار پرمخاطره را درخود جای داده‌اند، شهرستان رومشکان، کوهدشت و چگینی نیز کمترین تعداد جمعیت روستایی و آبادی را در پهنه‌های مذکور داشته اند (نقشه ۶).

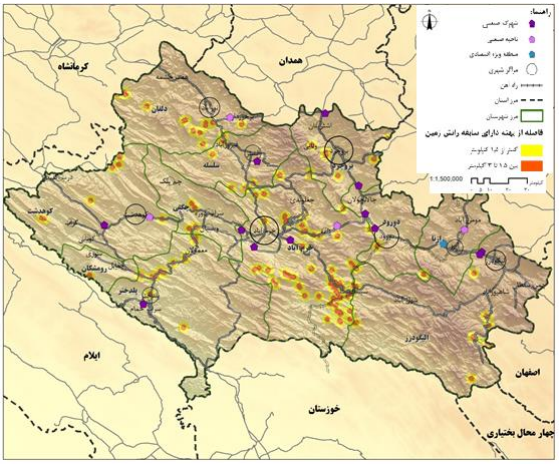
دانش شهرسازی، دوره ۹، شماره ٤، ۲۰۳-۱۷۷، زمستان ۱٤۰٤



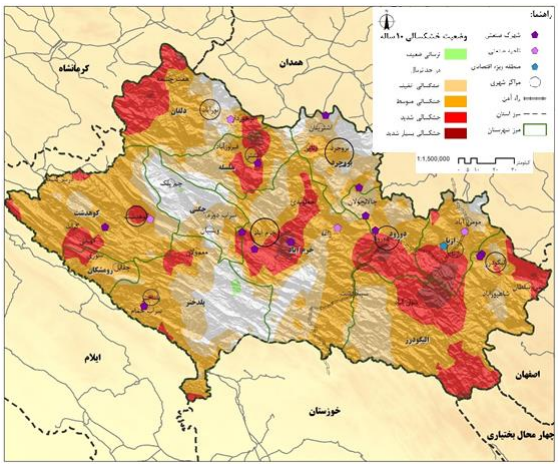
نقشه ۱ . میزان خطر نسبی زلزله بر اساس آیین نامه ۲۸۰۰ مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی



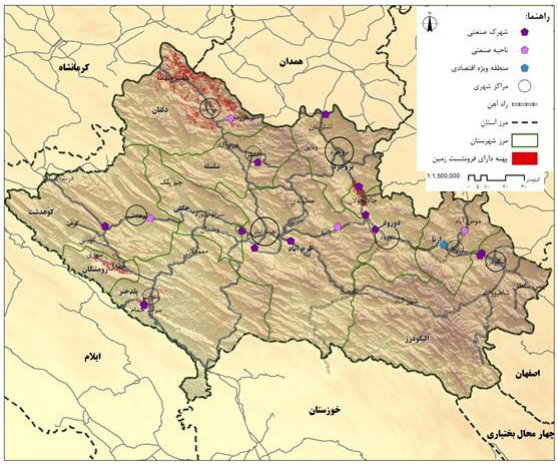
نقشه ۲. پهنه‌بندی خطر سیلاب در استان لرستان



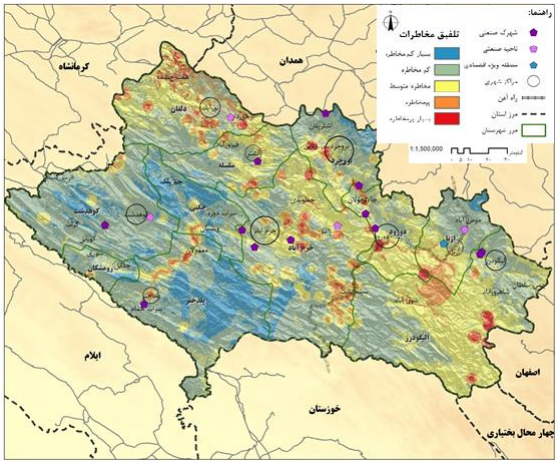
نقشه ۳. موقعیت رخدادها و فاصله از پدیده زمین لغزش در استان لرستان



نقشه۴. پدیده خشکسالی هواشناسی بر اساس شاخص SPEI طی دوره ۱۲۰ ماه منتهی به مرداد ۱۴۰۲



نقشه ۵. پهنه های متاثر از پدیده فرونشست زمین در استان لرستان



نقشه ۶. موقعیت مراکز جمعیتی و فعالیتی بر اساس تلفیق مخاطرات طبیعی در استان لرستان

نتیجه‌گیری

در حوزه طبیعی و محیطی مهم‌ترین تهدید استان قرارگیری گسل فعال زاگرس در میانه استان لرستان و همچنین قرارگیری کانون زلزله غرب کشور(گسل‌های اصلی نهاوند) در مجاورت این استان، لزوم توجه بیشتر را برای بحث آمادگی در مقابله زلزله نشان می‌دهد، بر اساس تحلیل وضعیت میزان خطر نسبی زلزله ۲۹.۷ درصد از مساحت استان در پهنه با خطر نسبی خیلی زیاد، ۵۴.۶ درصد از مساحت استان در پهنه باخطر نسبی زیاد و ۱۵.۷ درصد از مساحت در پهنه با خطر نسبی متوسط قرار گرفته است. نظر به این که ۹۸.۹ درصد از مساحت شهرستان دورود در پهنه با خطر خیلی زیاد واقع شده، این شهرستان پر مخاطره‌ترین شهرستان استان به شمار می‌رود، پس از آن شهرستان بروجرد با سهم ۸۰.۷ درصد در رده دوم شهرستان‌های پرخطر قرار گرفته است. از نظر جمعیتی حدود ۱۴ درصد کل جمعیت استان در پهنه با خطر متوسط،۴۲ درصد درپهنه با خطر زیاد و ۴۴ درصد در پهنه با خطر خیلی زیاد ساکن هستند، این میزان برای جمعیت روستایی به ترتیب ۱۶٪، ۴۲٪ و ۴۲٪ است و برای جمعیت شهری به ترتیب ۱۲٪، ۴۳٪ و ۴۵٪ است. در بین شهرستان‌های استان بیشترین جمعیت ساکن با بیش از ۳۲۰ هزار نفر مربوط به شهرستان بروجرد و پس از آن ۱۷۴ هزار نفر مربوط به شهرستان دورود است؛ سه شهر بروجرد، دورود و نورآباد بزرگترین شهرهای واقع در پهنه با خطر خیلی زیاد زلزله هستند و شهر خرم آباد در پهنه با خطر زیاد واقع شده است. بر اساس بررسی موقعیت آبادی‌ها نسبت حریم ۲۰۰ متری گسل‌های استان مجموعا ۹۴ آبادی در حریم گسل قرار گرفته‌اند که این آبادی‌ها در سال ۱۳۹۵ بالغ بر ۲۴۳۸۸ نفر جمعیت داشته‌اند. شهرستان دلفان با ۲۳ آبادی واقع در حریم گسل بیشترین تعداد آبادی‌های در پهنه پرمخاطره گسل‌ها را داشته‌اند و پس از دلفان شهرستان خرم آباد با ۱۸ آبادی در رده دوم قرار دارد، از نظر مجموع جمعیت روستایی ساکن در پهنه گسل‌ها شهرستان دورود با بیش از ۸۵۰۰ جمعیت روستایی ساکن در پهنه گسلی در بالاترین جمعتی از این نظر قرار دارد و شهرستان بروجرد با بیش از ۴۷۰۰ نفر در رده دوم قرار گرفته است. منطقه ویژه اقتصادی لرستان، شهرک صنعتی بروجرد۱، شهرک صنعتی بروجرد۲، ناحیه صنعتی پل هرو (سیاهگوشی)، ناحیه صنعتی علی میرزایی نورآباد، شهرک صنعتی دورود۱، شهرک صنعتی دورود۲ و شهرک صنعتی الشتر در پهنه با خطر خیلی زیاد واقع شده است. همچنین بررسی موقعیت شهرک‌های صنعتی نسبت به حریم ۲۰۰ متری گسل‌ها نشان می‌دهد دو شهرک صنعتی الیگودرز و درود ۲ و ناحیه صنعتی مرزیان ازنا در حریم ۲۰۰ متری گسل‌ها واقع شده‌اند.

یکی از مهمترین دلایل بروز سیلاب‌های شدید شخم نامناسب اراضی کشاورزی است، بر اساس بررسی‌ها بیش از ۵۳ درصد اراضی کشاورزی در استان لرستان دارای شیب بالاتر از ۵ درصد هستند و بخش اعظمی از این اراضی کشاورزی زیر کشت دیم قرار دارند، کشاورزان در این مناطق بنا به دلایلی مانند کم بودن عرض اراضی و عدم امکان شخم به وسیله تراکتور در اراضی شیب‌دار و همچنین، سهولت اجرای شخم در جهت شیب، معمولاً اقدام به شخم در جهت شیب می‌کنند. این مسئله در هنگام بارش‌های سیل آسا اثر منفی خود را نشان می‌دهد و باعث عدم نفوذ کافی بارش‌های شدید به خاک می‌شود. حدود ۲۳ درصد از جمعیت شهری و روستایی شهرستان پلدختر در حاشیه رودخانه‌های زال، مادیان رود، چولهول، سیمره و بویژه رودخانه کشکان واقع شده است، که به علت تجاوز به حریم و بستر رودخانه‌های فوق الذکر و ایجاد سازه‌های مختلف در حریم، هر ساله شاهد تلفات ناشی از سیل در این شهرستان هستیم. بر اساس بررسی‌های انجام شده مهمترین عامل تشدید خسارت ناشی از سیل شهرستان پلدختر عدم رعایت حریم رودخانه کشکان بوده است. در حوضه کشکان فقط دو سد ایوشان و هاله وجود دارد که حجم مخزن این دو سد جمعاً حدود ۵۵ میلیون مترمکعب است که در مقایسه با حجم سیلاب‌های اتفاق افتاده بسیار ناچیز است لذا یکی از مهمترین ضرورت‌های عمرانی استان احداث سد تنگ معشوره جهت تنظیم جریان آب در پایین دست است.

بررسی عوامل موثر بر بروز سیل نشان می‌دهد، سهمی معادل ۲۷٪ از مساحت استان لرستان در پهنه با خطر زیاد و خیلی زیاد سیل واقع شده است؛ که در بین شهرستان‌های استان دو شهرستان الیگودرز و دلفان با سهم مساحتی بیش از ۴۲٪ از پهنه‌های زیاد و خیلی زیاد در رده نخست شهرستان‌های پرخطر واقع شده‌اند و پس از این دو شهرستان شهرستان دورود و ازنا قرار گرفته‌اند که به ترتیب سهم مساحتی۳۹.۸ و ۳۱.۲ درصد از مساحت شهرستان در پهنه پرخطر و قرار گرفته است. در بین شهرهای استان هفت شهر پلدختر، سپیددشت، بیرانشهر، شول

دانش شهرسازی، دوره ۹، شماره ٤، ۲۰۳-۱۷۷، زمستان ۱٤۰٤

آباد، چمن سلطان، ونایی و برخوردار در پهنه با خطر خیلی زیاد قرار گرفته‌اند؛ در بین شهرک‌ها و نواحی صنعتی استان بخشی از شهرک صنعتی شماره ۳ خرم آباد، بخشی از شهرک صنعتی سنگ الیگودرز و بخشی از منطقه ویژه اقتصادی لرستان در پهنه با خطر خیلی زیاد سیل قرار گرفته‌اند. همچنین ۴۴۳ آبادی با جمعیتی بالغ بر ۶۰ هزار نفر در محدوده ۳ کیلومتری رخدادهای زمین لغزش قرار گرفته‌اند که از این تعداد بیش از ۴۵ درصد از آبادی ها(۲۰۲ آبادی) که دارای جمعیتی بالغ بر ۱۶ هزار نفر بوده‌اند در شهرستان خرم آباد قرار گرفته‌اند و این شهرستان را به پرمخاطره‌ترین شهرستان استان در این خصوص تبدیل کرده‌اند، پس از خرم آباد شهرستان دلفان و پلدختر به ترتیب با ۵۵ و ۴۵ آبادی و جمعیت روستایی بالغ بر ۱۱ هزار نفر ساکن در این آبادی‌های در رده‌های بعدی قرار گرفته‌اند.

بررسی‌ها در خصوص پدیده خشکسالی نشان می‌دهد، مجموعا بیش از ۸۸ درصد از مساحت استان لرستان جز پهنه‌های درگیر خشکسالی به شمار می‌رود و بیش از ۶۴ درصد از مساحت استان درگیر خشکسالی متوسط به بالا است. سه شهرستان، چگینی، بروجرد و پلدختر کمترین درگیری را با پدیده خشکسالی داشته‌اند و در مقابل شهرستان‌های رومشکان، الیگودرز و دورود بیشترین سهم پهنه‌های درگیر با پدیده خشکسالی را داشته‌اند.

از نظر پدیده فرونشست طبق بررسی‌ها، بیش از ۴۰ هزار هکتار از اراضی این استان در معرض پدیده فرونشست قرار گرفته‌اند که مهمترین پهنه دارای فرونشست در استان شامل پهنه شمالی شهرستان دلفان، پهنه شمالی شهرستان دورود و پهنه جنوبی شهرستان بروجرد، پهنه شمالی شهرستان رومشکان و پهنه پیرامونی شهر پلدختر است. بر اساس بررسی‌های انجام شده محدود شش شهر، برخوردار، پلدختر، چالانچولان سراب حمام، نورآباد و هفت چشمه با پهنه‌های دارای فرونشست زمین تداخل دارد؛ در بین شهرک‌های صنعتی نیز محدوده شهرک صنعتی پلدختر و ناحیه صنعتی علی میرزایی نورآباد در پهنه‌های دارای فرونشست زمین قرار گرفته است. بررسی وضعیت آبادی‌های واقع در پهنه‌های دارا فرونشست زمین نشان می‌دهد تعداد ۱۱۸ آبادی با جمعیتی بالغ بر۲۷ هزار نفر در پهنه‌های دارای فرونشست زمین قرار گرفته‌اند که در بین شهرستان‌های استان شهرستان دلفان با ۱۰۴ آبادی و جمعیت روستایی بیش از ۲۲ هزار نفر بیشترین تعداد آبادی و جمعیت را به خود اختصاص داده است.

بر اساس پهنه‌بندی کلیه مخاطرات طبیعی ۱۰ شهر، پلدختر، شول آباد، سپیددشت، بیرانشهر، چالاچولان، فیروزآباد، نورآباد، هفت چشمه، ونایی و برخوردار در پهنه‌های پرمخاطره و بسیار پرمخاطره واقع شده‌اند. همچنین در بین شهرک‌ها و نواحی صنعتی استان دو شهرک صنعتی خرم آباد۳ و دورود۱ و ناحیه صنعتی علی میرزایی نورآباد در پهنه‌های پرمخاطره و بسیار پرمخاطره واقع شده‌اند. بررسی وضعیت آبادی‌های استان نشان می‌دهد که بیش از ۶۰۰ آبادی در استان لرستان با جمعیتی بالغ بر ۱۰۵ هزار نفر در پهنه‌های پرمخاطره و بسیار پرمخاطره واقع شده‌اند که در بین آن‌ها سه روستای رباط (شهرستان خرم آباد)، پاچه لک غربی (شهرستان ازنا) و همت آباد (شهرستان بروجرد) با جمعیتی بیش از ۲۰۰ نفر پرجمعیت‌ترین روستاهای واقع در پهنه‌های پرمخاطره و بسیار پرمخاطره بوده‌اند.

جدول ۱۳: جمعبندی تهدیدات و ملاحظات سازمان فضایی استان

ابعاد	تهدیدات و موضوعات نگران کننده	ملاحظات و بایدها و نبایدهای دفاعی امنیتی	تاثیر بر سازمان فضایی
محیط طبیعی و محیط زیست	خطر زمین سیل در استان	رعایت الزامات ایمنی در پهنه‌های پر مخاطره زلزله	محدودیت توسعه تاسیسات و تجهیزات و خدمات منطقه‌ای در پهنه‌های پر مخاطره
	مخاطرات مرتبط با زمین لغزش و فرونشست در سطح استان	رعایت الزامات ایمنی در پهنه های پرمخاطره و عدم بارگذاری زیرساخت های ملی و منطقه ای در پهنه های پرمخاطره	ضعف ساختار فضایی زیرساخت ها در پهنه های پرمخاطره و تمرکز در پهنه های کم مخاطره
	تاثیر دوره خشکسالی بر فعالیت‌های کشاورزی در پهنه‌های غربی استان	افزایش گزینه‌های کشت محصولات مقاوم در برابر خشکسالی	خطر طولانی شدن دوره خشکسالی و شکل‌گیری روندهای مهاجرتی و جابه جایی جمعیت در سطح منطقه خطرات ناشی از تغییر کاربری های بخصوص تغییر کاربری اراضی کشاورزی
	قرارگیری استان در پهنه با خطر بالا و خیلی بالای زلزله و عبور گسل اصلی از میانه استان و گسل نهاوند از شمال استان	لزوم تقویت پیوندهای ارتباطی کریدوری با استان و افزایش دسترسی پذیری لزوم رعایت مقررات ملی ساختمان در احداث ساختمان ها و ابنیه در سطح استان مقاوم‌سازی ابنیه روستایی با کیفیت کم	تمرکزی کریدورهای های حمل و نقل و زیرساخت در یک مسیر مشترک کم مخاطره

یافته‌های پژوهش حاضر نشان می‌دهد که استان لرستان به دلیل موقعیت زمین‌ساختی خود در زون زاگرس، با طیف گسترده‌ای از مخاطرات طبیعی چندگانه مواجه است که در این میان، خطر زلزله به عنوان مهمترین تهدید با پوشش ۸۴.۳ درصدی مساحت استان در پهنه‌های با خطر نسبی زیاد و خیلی زیاد، اولویت نخست برنامه‌ریزی کاهش خطر را تعیین می‌کند. آنچه وضعیت استان را حائز اهمیت مضاعف می‌سازد، هم‌پوشانی این مخاطرات با الگوی استقرار جمعیت و زیرساخت‌هاست؛ به‌طوری‌که ۸۶ درصد از جمعیت استان در پهنه‌های پرخطر زلزله ساکن بوده و شهرهای مهمی همچون بروجرد، دورود و نورآباد در پهنه با خطر خیلی زیاد قرار گرفته‌اند. این الگوی نامتوازن توزیع فضایی جمعیت و فعالیت‌ها، ضمن افزایش آسیب‌پذیری، مدیریت بحران در استان را با چالش جدی مواجه ساخته است. همچنین بررسی هم‌زمان سایر مخاطرات نشان می‌دهد که پدیده‌هایی نظیر سیل، خشکسالی، زمین‌لغزش و فرونشست، هر یک به نوبه خود بخش‌هایی از استان را درگیر ساخته و در مواردی مانند شهرستان پلدختر (سیل) یا دلفان (فرونشست و زلزله)، ترکیبی از چند مخاطره، تاب‌آوری منطقه را به شدت کاهش داده است. از منظر سازمان فضایی، تمرکز زیرساخت‌های حیاتی و کریدورهای ارتباطی در مسیرهای مشترک و کم‌تعداد، ریسک سیستمیک بالایی ایجاد کرده که هرگونه اختلال ناشی از مخاطره در این مسیرها می‌تواند به قطع اتصال استان و مختل شدن کارکردهای منطقه‌ای منجر شود.

قابلیت تعمیم‌پذیری یافته‌های این پژوهش به سایر مناطق کشور، به ویژه استان‌های واقع در زون ساختاری زاگرس، از وجوه مختلف قابل تأمل است. الگوی هم‌پوشانی مخاطرات طبیعی با نواحی جمعیتی و اقتصادی، نه مختص لرستان، بلکه ویژگی مشترک بسیاری از استان‌های زاگرس‌نشین کشور است که توسعه فیزیکی آن‌ها اغلب تابع محدودیت‌های توپوگرافی و زمین‌ساختی بوده است. روش‌شناسی به‌کارگرفته شده در این مطالعه که مبتنی بر تلفیق لایه‌های اطلاعاتی متنوع (گسل‌ها، حریم‌ها، پراکنش جمعیت، تأسیسات زیربنایی و کاربری اراضی) در چارچوب تحلیل فضایی مخاطرات چندگانه است، قابلیت کاربست در سایر استان‌ها را داشته و می‌تواند مبنای تدوین برنامه‌های آمایش دفاعی–امنیتی و کاهش خطرپذیری منطقه‌ای قرار گیرد. با این حال، تعمیم نتایج کمی (نظیر درصدهای جمعیتی یا مساحتی) مستلزم احتیاط و لحاظ ویژگی‌های بومی هر منطقه از جمله الگوی گسل‌های فعال، شرایط اقلیمی–هیدرولوژیک، ساختار زمین‌شناسی و الگوهای خاص استقرار سکونتگاه‌ها است. نکته حائز اهمیت آنکه یافته‌های این پژوهش، ضرورت گذار از رویکرد تک‌خطرهای (Single-Hazard) به رویکرد چندخطرهای (Multi-Hazard) را در برنامه‌ریزی توسعه منطقه‌ای و آمایش دفاعی کشور آشکار می‌سازد، رویکردی که در آن، تعامل و هم‌افزایی مخاطرات مختلف و تأثیر تجمعی آن‌ها بر سکونتگاه‌های انسانی و زیرساخت‌ها مبنای تصمیم‌گیری قرار می‌گیرد.

References

Akano, O. A., Hanson, E., Nwakile, C., & Esiri, A. E. (2024). Integrating sustainability and safety in high-risk industries: A framework for balancing operational efficiency and environmental responsibility. Global Journal of Research in Multidisciplinary Studies*, 2(02), 027-037.*

Alalouf-Hall., D .(2019). "The Kamaishi miracle": lessons learned from the 2011 tsunami in Japan. alternatives-humanitaires*, 10.*

Aliakbari, E., Taleshi, M., Karami, M. R., & Maleki, K. (2021). Uncertainty approach in earthquake vulnerability assessment in GIS environment (Case study: Kermanshah metropolis). Geography (Regional Planning) Quarterly, 11*(43), 153-174. (in Persian)*

Askarizadeh, S. M. (2010). Disaster management planning and environmental hazards for sustainable development. Proceedings of the 4th International Congress of the Islamic World Geographers*, Zahedan, Iran. (in Persian)*

Behzadfar, M., Fotouhi Ahl, F., & Abdolhoseinzadeh, P. (2017). Evaluating the responsiveness of social, functional and environmental sustainability indicators in assessing the status and finding solutions for urban neighborhoods (Case study: Deh Vanak neighborhood, Tehran). Journal of Urban Planning Knowledge, 1*(1), 1-19. (in Persian)*

Brown, P. C., & Wange, R. L. (2023). Considerations regarding the use of nonhuman primates in assessing safety endpoints for pharmaceuticals. Regulatory Toxicology and Pharmacology*,* 143*, 105449.*

Cheng, Y., Gan, Y., Shi, C., Huo, A., Pei, Y., Song, Y., Wang, X., & Ahmed, A. (2024). A Critical Analysis of Geological Hazard Risk Assessment Including Future Perspectives. Sustainability, 16*(9), 3701. https://doi.org/10.3390/su16093701*

Chui, CH., Feng Joyce, Y., & Jordan, L., (2014). From good practice to policy formation the impact of third sector on disaster management in Taiwanc. International Journal of Disaster Risk Reduction*, 10, 28–37.*

Dogan, S., Kilicoglu, C., Akinci, H., Sevik, H., Cetin, M., & Kocan, N. (2024). Comprehensive risk assessment for identifying suitable residential zones in Manavgat, Mediterranean Region. Evaluation and program planning, 106, 102465.

Ebert, A., Kerle, N.,& Stein, A. (2008). Urban social vulnerability assessment with physical proxies and spatial metrics derived from air- and spaceborne imagery and GIS data, Natural Hazards*, 48: 275-294.*

Fröhlich, A., Przepióra, F., Drobniak, S., Mikusiński, G., & Ciach, M. (2024). Public safety considerations constraint the conservation of large old trees and their crucial ecological heritage in urban green spaces. Science of The Total Environment*, 948, 174919.*

Ghorbanpour, M., Molavi, M., & Zali, N. (2019). Evaluation of effective environmental dimensions on the realization of sustainable tourism (Case study: Zarchoub River in Rasht). Tourism Management Studies Quarterly, 14*(47), 289-323. (in Persian)*

Gulati.B. (2018). Earthquake risk assessment of buildings applicability of HAZUS in Dehradun Inda*, unpubished MS thesis, ITC the Netherland.*

Hausken, K., & Levitin, G. (2011). Active vs. passive defense against a strategic attacker. International Game Theory Review*, 13(01), 1-12.*

Heravi, A. F., Zali, N., & Rezayan Qiehbash, A. (2018). Investigating the challenges of the forest ecosystem using the layered cause analysis method and its role in regional sustainable development. Journal of Strategic Management and Futures Studies, 1*(2), 147-192. (in Persian)*

Hosseinzadeh Dalir, K., Maleki, K., Shafaati, A., & Heidarifar, M. R. (2012). Passive defense and sustainable urban development with an emphasis on vulnerable land uses in Tabriz metropolis from the perspective of war. Geography and Sustainability of Environment, 2*(4), 1-24. (in Persian)*

Jeong, K., Lee, K., Park, H., Pyo, J., & Lee, J. (2024). Considerations for the industrial safety management during decommissioning of nuclear facilities. Annals of Nuclear Energy*, 207, 110739.*

Kalantari, B., & Soltanpour, H. (2014). The role of participatory management in dealing with natural hazards with an emphasis on urban floods in Tehran metropolis. International Conference on Sustainable Development, Strategies and Challenges*, Tabriz, Iran, 82-96. (in Persian)*

Kang, L. (2024). Assessing road safety performance in Chinese provinces: A comprehensive analysis of the past decade. Research in Transportation Business & Management*, 54, 101133.*

Kavianirad, M. (2010). Spatial analysis of environmental hazards and ecological crises in Iran. Strategic Studies Quarterly, 13*(48), 33-58. (in Persian)*

Kumar, A., Thangavel, S., Awasthi, M. K., Singh, V. P., & Dutt, N. (2024). Safety and environmental considerations in nanofluid-based systems. In Nanofluids Technology for Thermal Sciences and Engineering*, 99-122.*

Maleki, S., & Movahed, E. (2013). Assessment of seismic vulnerability spectrum in cities based on different intensity scenarios using TOPSIS, μd and GIS models (Case study: Yazd city). Geography and Environmental Hazards, 2*(1), 127-142. (in Persian)*

Meshksar, P., Peyvastegar, Y., & Shamsoddini, A. (2018). Evaluation of the seismic vulnerability spectrum with the criterion of human casualties (Case study: District 3 of Shiraz metropolis). Journal of Urban Planning Knowledge, 2*(3), 99-113. (in Persian)*

Modiri, M., Hosseini, S. A., Ahadnejad Roshti, M., & Kameli Mofrad, M. J. (2013). Quality assessment of urban areas regarding the distribution of urban services in man-made crises with a passive defense approach (Case study: Districts of Tehran). Spatial Planning, 3*(2), 79-100. (in Persian)*

Mohammadi, K. (2023). Improved strategy management for WDNs: Integrated prioritization SWOT QSPM (IPSQ) method–Application to passive defense. Socio-Economic Planning Sciences*, 88, 101663. (in Persian)*

Mohammadpour, S., Zali, N., & Pourahmad, A. (2016). Analysis of vulnerability indices in worn-out urban textures with an earthquake crisis management approach (Case study: Sirus neighborhood, Tehran). Human Geography Research, 48*(1), 33-52. (in Persian)*

Naseri, N., Movahed, E., Garmsiri, P., Momeni, K., & Maleki, S. (2019). Quantitative classification of urban vulnerability to earthquakes (Case study: Yazd city). Journal of Urban Planning Geography Research, 7*(2), 393-409. (in Persian)*

Norouzi, H., Ezzatpanah, B., & Valizadeh, R. (2020). Urban risk management strategies of Tabriz metropolis with an approach to earthquake vulnerability. Geography (Regional Planning) Quarterly, 10*(40), 435-450. (in Persian)*

Pourmohammadi, M. R., Ranjbarnia, B., Maleki, K., & Shafaati, A. (2012). An analysis of the development level of Kermanshah province counties. Spatial Planning, 2*(1), 1-26. (in Persian)*

Qu, Z., Shi, H., Wang, Y., Yin, G., & Abu-Siada, A. (2022). Active and Passive Defense Strategies of Cyber-Physical Power System against Cyber Attacks Considering Node Vulnerability. Processes*,* 10*(7), 1351. https://doi.org/10.3390/pr10071351*

Sarybaev, M. K., Kaipnazarov, A. S., Djumageldiev, N. R., Allambergenov, A. J., & Idrisov, R. B. (2023). Some Aspects of Research on the Problems of Ensuring Environmental Safety of the Aral Region During the Years of Independence of Uzbekistan. Journal of Law and Sustainable Development*, 11(12), e2672-e2672.*

Sharif, N., Rönnqvist, M., Cordeau, J. F., Audy, J. F., Warya, G., & Ngo, T. (2024). Multi-objective vessel routing problems with safety considerations: A review. Maritime Transport Research*, 7, 100122. (in Persian)*

Sheikhi, M., Jomehpour, M., & Sajadi, A. (2018). Measuring the relationship between citizens' satisfaction with environmental quality and social sustainability. Journal of Urban Planning Knowledge, 2*(4), 19-31. (in Persian)*

Shi, C., Peng, J., Zhu, S., & Ren, X. (2023). From Passive Defense to Proactive Defence: Strategies and Technologies. In International Conference on Artificial Intelligence Security and Privacy*, 190-205.*

Shu, B., Liu, Y., Wang, C., Zhang, H., Amani-Beni, M., & Zhang, R. (2024). Geological hazard risk assessment and rural settlement site selection using GIS and random forest algorithm. Ecological Indicators*,* 166*, 112554.*

Soltani, A., Mousavi, S. R., & Zali, N. (2017). Analysis and risk assessment of regional infrastructure from the perspective of passive defense (Case study: South Pars 1 Industrial Zone). Regional Planning Quarterly, 7*(25), 83-96. (in Persian)*

Vinogradova, E. V., Mukhlynina, M. M., Mukhlynin, D. N., Solovyeva, N. V., & Lebedeva, O. Y. (2018). Economic and legal aspects of environmental safety. Journal of Environmental Management & Tourism*, 9(1 (25)), 144-150.*

Wang, F., Cao, J., Zhang, Y., Aviso, K. B., Tan, R. R., Li, Z., & Jia, X. (2023). Safety risk assessment of the large-scale carbon capture, utilization, and storage demonstration project in Dongying, China. Journal of Cleaner Production*, 414, 137699.*

Wu, S., Guo, J., Xing, Z., Gao, Y., Xu, X., & Lei, Z. (2018). Comparison of mechanical properties for mite cuticles in understanding passive defense of phytoseiid mite against fungal infection. Materials & Design*,* 140*, 241-248.*

Yang, L. A., Li, Y., Jia, L., Ji, Y., & Hu, G. (2023). Ecological risk assessment and ecological security pattern optimization in the middle reaches of the Yellow River based on ERI+ MCR model. Journal of Geographical Sciences*, 33(4), 823-844.*

Zali, N., Alilou, M., & Azadeh, S. R. (2014). An analysis of the population absorption capacity of Tabriz metropolis with an emphasis on new urban development patterns. Research and Urban Planning Quarterly, 5*(19), 73-90. (in Persian)*