



Original Article

Assessment of Urban Infrastructure Vulnerability with a Passive Defense Approach (Case Study: Mazandaran Province)

Seyed Sajjed Soleimanian¹ , Lotfali Kozegar Kaleji^{1*} ¹, Department of Human Geography and Spatial Planning, Faculty of Earth Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

Abstract

Introduction: Mazandaran Province, as one of the strategically significant regions in northern Iran, plays a crucial role in the country's development. Beyond its considerable strategic importance, it serves as a major center for tourism, commerce, economic activities, and cultural exchanges. However, the current distribution of infrastructure in relation to population density and residential units appears to lack a coherent and systematic framework. This imbalance could potentially hinder the province's long-term development and pose substantial challenges to national progress. Analysis of Provincial Infrastructure on a Regional Geographic Scale and The formulation of a territorial defense planning framework, leveraging the principles of passive defense and incorporating tools such as Geographic Information Systems (GIS) for analyzing the infrastructure of Mazandaran Province, holds undeniable significance. The realization of this necessity facilitates strategic decision-making for experts and policymakers in safeguarding the province's infrastructure against natural and man-made crises. Additionally, it supports the balanced and rational spatial redistribution of infrastructure—including economic, healthcare, and communication networks—in alignment with population distribution and emerging demands across different geographic regions, thereby enhancing sustainable regional development. Accordingly, this study adopts a systematic and structured approach to provide such an analysis of Mazandaran Province's infrastructure, employing spatial analysis models, passive defense parameters, and GIS-based territorial defense planning strategies.

Materials and Methods: This study, in terms of research objectives, it falls within developmental studies, while in terms of methodology, it is classified as descriptive research. The spatial scope of the study encompasses Mazandaran Province, and its thematic scope covers all provincial infrastructure, with relevant information gathered through library research methods. To assess infrastructure vulnerability, the importance and identification of vulnerability indices for each critical element in the province were determined through expert surveys, utilizing questionnaires and the network analysis process to assign weightings and determine significance coefficients. The expert panel consisted of 30 specialists, including: 10 experts in passive defense from the National Passive Defense Organization, 10 graduate students specializing in political geography and passive defense, 10 local officials, including provincial and governmental experts. Based on the survey results, a spatial assessment of vulnerability was conducted using Geographic Information System (GIS) software, leading to the identification of vulnerable zones in Mazandaran Province. Ultimately, a spatial risk analysis was performed to evaluate potential hazards affecting critical infrastructure across the province.

Results and Discussion: In this study, the primary vulnerability criteria include natural factors, biological and ecological aspects, accessibility and connectivity, and proximity to existing infrastructure. Each of these criteria consists of multiple indicators, and each indicator is further subdivided into sub-indicators, which are hierarchically weighted in assessment stages. According to network analysis, the vulnerability scores are as follows: Proximity to infrastructure: 0.41 (highest impact) Accessibility index: 0.28 Biological index: 0.18 Natural index: 0.13 (lowest impact) Results from raster-based computational modeling indicate that the province can be classified into five distinct vulnerability zones: Very high vulnerability zone covering 5,897 km² (24.8%) High vulnerability zone covering 10,136 km² (42.6%) Moderate vulnerability zone covering 5,081 km² (21.2%) Low vulnerability zone covering 1,916 km² (8%) Very low vulnerability zone covering 726 km² (3.4%) This classification highlights the spatial distribution of vulnerability across Mazandaran Province and emphasizes the need for targeted infrastructure resilience strategies. Furthermore, the failure to recover vulnerable areas may lead to their further expansion in the future, resulting in the classification of the entire provincial territory as a region of moderate to high vulnerability.

Conclusion: The findings of this study indicate that the concentration of Mazandaran Province's infrastructure is predominantly located in the northern region, running parallel to the Caspian Sea coastline. Moreover, over 60% of the province's land area is highly vulnerable. Enhancing the spatial distribution stability of Mazandaran's infrastructure from a passive defense perspective—given its extensive dimensions—depends on the application of spatial intelligence through integrated systems, such as Geographic Information Systems (GIS), combined with strategic approaches. This integration can provide a comprehensive understanding of vulnerability patterns and support effective decision-making in urban resilience and infrastructure protection. To address existing challenges and enhance the resilience of urban infrastructure in Mazandaran Province within the framework of passive defense, the following recommendations are proposed: Adopting a transformative and strategic management approach in the infrastructure sector to align with passive defense principles, Providing adequate financial support to expand passive defense infrastructure and ensure its sustainability, Educating citizens on passive defense frameworks and regulations to promote public awareness and preparedness, Preventing the establishment of unnecessary new infrastructure in close proximity to existing facilities to minimize vulnerability, Maximizing the utilization of underground and subsurface spaces for infrastructure placement, enhancing protection and security, Designing multifunctional shelters and secure structures near critical and sensitive infrastructure to mitigate potential threats.

Keywords: Vulnerability, Mazandaran Province, Passive Defense, Infrastructures

Citation: Citation: Soleimanian, S. S., Kozegar Kaleji, L. (2024). Assessment of Urban Infrastructure Vulnerability with a Passive Defense Approach (Case Study: Mazandaran Province). Sustainable Development of Geographical Environment, Vol. 9, No. 20, (1-16). <https://doi.org/10.48308/sdge.2023.230614.1121>

Received: 05/03/2023

Revised: 12/04/2023

Accepted: 19/09/2023

* Corresponding Author's Email: l_kozegar@sbu.ac.ir

مقاله پژوهشی

ارزیابی آسیب پذیری زیرساخت های شهری با رویکرد پدافند غیرعامل (مطالعه موردی: استان مازندران)

سیدساجد سلیمانیان^۱، لطفعلی کوزه گر کالجی^{۱*}

۱. گروه جغرافیای انسانی و آمایش، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

چکیده

مقدمه: شهر هوشمند در پاسخ به چالش های پیچیده شهرنشینی سریع مطرح شده و اغلب بر کارایی و فناوری تمرکز دارد. با این حال، این رویکرد ممکن است ابعاد اجتماعی، فرهنگی و اخلاقی شهر را نادیده بگیرد. این پژوهش، با نقد دیدگاه های فناوری محور، یک چارچوب جایگزین به نام «شهر هوشیار» ارائه می دهد که انسان، معنا و عدالت را در اولویت قرار می دهد. مطالعات موجود بر ظرفیت های فناوری در بهبود زیرساخت ها و مدیریت شهری متمرکز بوده، اما کاستی هایی مانند ابهام مفهومی، فقدان عدالت محوری و تأثیر پذیری از منطق بازار را نشان داده اند. نگاه صرف به فناوری می تواند به سلطه نرم و تبعیت اجتماعی منجر شود و منافع فناورانه و اقتصادی را بر انسان و معنا مقدم سازد؛ بنابراین، بازاندیشی در مبانی نظری شهر با تأکید بر عدالت فضایی، پایداری فرهنگی-اجتماعی و تعالی انسانی ضروری است. این رویکرد، زمینه را برای گذار از شهر هوشمند به شهر هوشیار فراهم می کند، شهری که فناوری در خدمت انسان و معنا قرار می گیرد.

مواد و روش ها: این پژوهش بنیادی و اکتشافی با هدف روشن تر کردن مفاهیم، شناسایی چالش های بنیادین و ارائه چارچوب مفهومی «شهر هوشیار» انجام شده است. در گام نخست، با مرور نظام مند منابع علمی، مهم ترین چالش های مفهومی، اجرایی، فناورانه و حکمرانی شهر هوشمند استخراج گردید. در گام دوم، ۱۵ نفر از خبرگان به صورت هدفمند و با روش گلوله برفی انتخاب شدند و گردآوری داده ها تا اشباع نظری ادامه یافت. در گام سوم، داده ها با تکنیک دیمتل فازی تحلیل و روابط علی-معلولی میان چالش ها شناسایی شد. در نهایت، یافته ها با گفتمان انتقادی تلفیق گردید و چارچوب شهر هوشیار به عنوان بدیلی انسان محور، اخلاق مدار و معناگرا در برابر رویکرد فناورانه شهر هوشمند ارائه شد.

نتایج و بحث: در این پژوهش، با بهره گیری از روش دیمتل فازی، چالش های شهر هوشمند در ده بعد اصلی تحلیل و اولویت بندی شده اند. این تحلیل نشان داد که چالش هایی چون نقدهای مفهومی و فلسفی، افول عاملیت انسانی، ظرفیت نهادی و مالی و حکمرانی و سیاست گذاری از اثرگذارترین عواملند که به عنوان محرک های ساختاری، بنیان گذار سایر چالش ها هستند. در مقابل، مؤلفه هایی نظیر عدالت اجتماعی، مشارکت شهروندی، آموزش عمومی و امنیت سایبری بیشتر در جایگاه پیامدها قرار دارند. نتایج حاکی از آن است که نقد بنیادهای مفهومی شهر هوشمند و توجه به لایه های علی و میانجی، پیش نیاز ارائه راهکارهای مؤثر و پایدار است. در همین راستا، الگوی بدیل «شهر هوشیار» به عنوان چارچوبی انسان محور، اخلاق گرا و کل نگر پیشنهاد می شود.

نتیجه گیری: یافته ها نشان دادند چالش های اصلی شهر هوشمند بیش از آنکه فنی و زیرساختی باشند، در سطوح فلسفی، مفهومی و نهادی ریشه دارند. غلبه نگاه فناورانه ضمن ارتقای کارایی، به نابرابری، تضعیف عاملیت انسانی و بحران های زیست محیطی انجامیده است. در پاسخ، الگوی بدیل «شهر هوشیار» بر پایه حکمرانی مشارکتی، عدالت اجتماعی و معناگرایی ارائه شد که فناوری را ابزاری اخلاق مدار در خدمت تعالی انسانی می داند. ارکان این الگو در شش حوزه مردم، اقتصاد، حکمروایی، محیط، تحرک و زندگی بازتعریف شدند و گذار به آن ضرورتی راهبردی برای مواجهه با بحران های معاصر شهری ارزیابی گردید.

واژه های کلیدی: شهر هوشمند، انسان محوری، شهر هوشیار، گفتمان انتقادی، دیمتل فازی

استناد: رفیعان، م، کلانتری سرچشمه، ع. (۱۴۰۵). شهر هوشیار؛ بازاندیشی در مفهوم شهر هوشمند. توسعه پایدار محیط جغرافیایی، دوره ۸، شماره ۱۶، بهار ۱۴۰۵، (۱-۱۶). <https://doi.org/10.48308/sdge.2026.241176.1272>

پذیرش: ۱۴۰۴/۱۱/۰۵

بازنگری: ۱۴۰۴/۱۱/۰۵

دریافت: ۱۴۰۴/۰۵/۲۹

* رایانامه نویسنده مسئول: l_kozegar@sbu.ac.ir

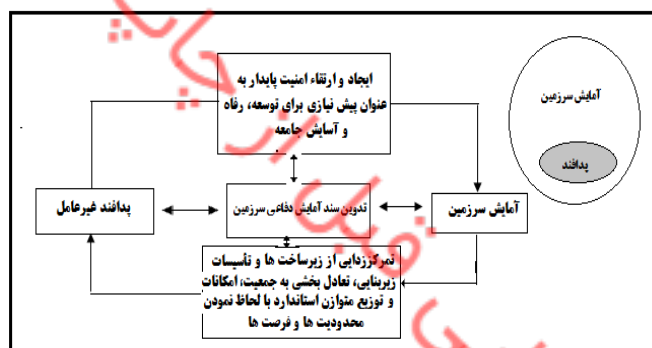
مقدمه

همواره امنیت کشور ما از طریق زمینی، دریایی و هوایی مورد تهدید کشورهای متخاصم دنیا و حتی گروه‌های تروریستی داخلی بوده است. از طرفی، در سال‌های اخیر حضور قدرت‌های فرامنطقه‌ای در فضای سرزمینی کشورهای همسایه، زمینه‌های دسترسی سریع این کشورها به زیرساخت‌های کشور را به هنگام وقوع بحران فراهم نموده است (Rajabi, 2016). امری که در بلند مدت در صورت عدم توزیع فضایی مناسب زیرساخت‌های حیاتی کشور می‌تواند، خسارت جبران‌ناپذیری را بر پیکر امنیت ملی کشور وارد نماید. بر این اساس، پدافند غیرعامل در مقیاس فضاهای سرزمینی و در ارتباط با پراکنش مطلوب زیرساخت‌های حیاتی، به عنوان ضرورتی اساسی، همواره یکی از دغدغه‌های اصلی نهادهای نظامی، انتظامی و حاکمیتی کشور به حساب آمده است (Azami, et al, 2019). در این بین، با توجه به نقش و اهمیت پدافند غیر عامل در افزایش توان و اقتدار نظام مقدس جمهوری اسلامی ایران و کاهش آسیب‌پذیری‌های کشور، لزوم تدوین سیاست‌های کلی برای نهادینه کردن این امر در قانون‌گذاری‌ها، تنظیم مقررات و سیاست‌های اجرایی کشور، بیش از پیش احساس می‌شود.

امروزه توجه به اصول و کاربردهای دفاع غیرعامل با تأکید بر رویکرد تحلیل ساختار فضایی زیرساخت‌های منطقه‌ای و بخشی از اهمیتی اساسی در حوزه برنامه‌ریزی توسعه برخوردار است (Kamran and Hosseini Amini, 2012). با اتکاء به این نکته می‌توان گفت که توسعه پایدار در ارتباط با تحلیل پدافندی زیرساخت‌های استراتژیک و حیاتی هر سکونتگاه انسانی، فرآیندی چند بُعدی است که درک آن به منظور وقوف بر مشکلات و یا قابلیت‌های توسعه‌ای سازمان فضایی هر کشور در گروهی تحلیل صحیح پیچیدگی‌ها و ابعاد اغلب متضاد آن می‌باشد (Edward, 2017). بنابراین، ضرورت شناخت وضع موجود و چشم‌اندازسازی وضع مطلوب در ارتباط با زیرساخت‌ها در پرتوی ملاحظات امنیتی و دفاعی دارای اهمیتی انکارناپذیر می‌باشد (Raggers, et al, 2016). از این‌رو، توسعه پیوند نزدیکی با مطالعات پدافند غیرعامل و آمایش دفاعی سرزمین پیدا می‌کند و به این ترتیب امنیت به مقوله‌ای تفکیک‌ناپذیر در بحث استقرار، بهبود و توسعه زیرساخت‌ها تبدیل می‌شود (Faraji-Mollaei et al, 2015). در توضیح این مطلب بایستی اشاره نمود که دستیابی به سطوح بالای توسعه در هر فضای سرزمینی مستلزم وجود طرح‌های بازدارنده و آمایشی در قبل، حین و هنگام وقوع بحران است تا ضمن حفاظت از زیرساخت‌های موجود، ضریب آسیب‌پذیری این تأسیسات را به حداقل رسانده و از هدر رفتن سرمایه‌های انسانی و مالی جوامع جلوگیری نماید (Turner, 2016). در بُعد دیگر می‌توان ضرورت وجود برنامه‌های آمایش دفاعی را در مقیاس منطقه‌ای در تمرکززدایی از تأسیسات و امکانات راهبردی، متناسب با جمعیت و نقاط سکونتگاهی قلمداد نمود تا در صورت وقوع خطر، تهدیدی اساسی بر اثر تمرکز غیر استاندارد زیرساخت‌ها به وجود نیاید و ارائه خدمات بنیادین به افراد استقرار یافته در پهنه‌های مختلف سرزمینی و منطقه‌ای با اختلال توأم نگردد (Collins, 2008; Movahedini, 2007). بر این اساس و با عنایت به موضوع پژوهش می‌توان اشاره نمود که تمرکزگرایی در استقرار زیرساخت‌ها، بی‌تعادلی، بی‌نظمی، اغتشاش بین عملکردهای اختصاص یافته به هر کدام از تأسیسات زیرساختی و ضرورت‌های دفاعی انسان و فضای جغرافیایی در صورت بروز هر گونه بحران را می‌توان تهدید در حوزه آمایش دفاعی سرزمین تعریف نمود. به بیان دیگر، ناپایداری زیرساخت‌های ضروری و اساسی کشور، عدم پایداری و قدرت اداره در دستگاه‌های اجرایی کشور و قابلیت پایین مدیریت و پاسخگویی به نیاز مردم در صورت وقوع و عملی شدن تهدید را می‌توان نوعی آمایش سرزمینی غلط و عدم هماهنگی با نیازهای اولیه انسان که امنیت دفاع در برابر متجاوز می‌باشد، تعریف کرد (Coaffee, 2009). بنابراین، پدافند غیرعامل در حوزه آمایش سرزمینی و در ارتباط با تحلیل فضایی زیرساخت‌های منطقه‌ای عبارتست از کلیه راهبردها، برنامه‌ها و الزامات آمایشی نظیر تمرکززدایی، ایجاد تعادل، اختصاص عملکرد مناسب و انتخاب مقیاس بهینه و غیره به منظور پاسخگویی به آسیب‌ها و خطرهای حاصل از آن در برابر تهدیدهای نظامی و غیرنظامی، به گونه‌ای که با انجام این مجموعه اقدامات بتوان به یک پایداری نسبی در زیرساخت‌ها، شهرها و مردم در برابر تهدیدها دست یافت (Anvari, et al, 2021). به نحوی که با فرض عملی شدن تهدیدهای طبیعی و غیرطبیعی توسط دشمن، کشور، استان، شهر، بخش،

دستگاه، محله و مردم در درون این قسمت با تعیین الگوی زندگی در شرایط بحران و تهدید، قابل اداره و مدیریت باشند و دستگاه‌های مرتبط بتوانند ضمن توجه به پایداری زیرساخت‌های خود و تأمین نیازهای ضروری مردم، قادر به اداره وضعیت موجود باشند (Quarol, 2005). پدافند حفظ جان مردم، تضمین امنیت افراد، صیانت از تمامیت ارضی و حاکمیت ملی در همهٔ مواقع در برابر هرگونه شرایط و هرگونه تجاوز است (Ahmadlouei, 2010). پدافند عامل به معنای به کارگیری اقدامات و برنامه‌های پدافندی و تهاجمی با هدف ممانعت از پیروزی دشمن است (Sherman, 2002:3) در حالیکه پدافند غیرعامل مجموعه اقدامات غیرمسلحانه‌ای است که موجب کاهش آسیب‌پذیری نیروهای انسانی، ساختارها، تأسیسات، تجهیزات و شریانهای حیاتی شهر یا کشور در برابر حملات نظامی یا مخاطرات طبیعی و انسانی می‌شود (Spilerman, ۱۹۷۰). پدافند غیرعامل نوعی از دفاع است که تمهیدات خاصی را می‌طلبد و در آن تسلیحات وجود ندارد (Parizadi and Hosseini-Amini, 2009) و به اقدامات غیرمسلحانه‌ای که موجب کاهش آسیب‌پذیری نیروی انسانی، ساختمان‌ها، تأسیسات، تجهیزات، اسناد و شریان‌های کشور در مقابل تهدیدات انسان‌ساز گردد، اشاره دارد (Alexander, 2002) و در واقع تأکید بیشتر این رویکرد بر روی "مدیریت پیش از بحران" می‌باشد (Parizadi and Hosseini-Amini, 2009). بیشتر نظریه پردازان داخلی، پدافند غیرعامل را با تأکید بر بُعد دفاع پیشگانه در برابر حملات دشمن (عامل انسانی) تعبیر کرده‌اند (Movahedini, 2007., Nabati, 2009., Kamran and Hosseini Amini, 2012., Asgharyan, 2007).

شکل ۱. رابطه متقابل آمایش سرزمین و پدافند غیرعامل در تحلیل فضایی زیرساخت‌های منطقه‌ای



منبع: Faraji-Mollaei et al, 2015

باید بیان داشت که عمده پژوهش‌های صورت گرفته در این حوزه بر ابعاد شهری آن تأکید داشته‌اند به نحوی که رویکرد پدافند غیرعامل و تحلیل ساختار فضایی زیرساخت‌های منطقه‌ای چندان مورد توجه قرار نگرفته‌اند. با این حال همواره ارتقاء دفاع شهری و توسعه مطلوب زیرساخت‌های دفاعی و سیاسی (Wang, et al, 2017) در کنار مکان‌یابی صحیح کاربری‌های شهری همچون آتش‌نشانی‌ها و احداث و توسعه مسیرهای جایگزین در سطح فضاهای مختلف شهری متناسب با اندازه فضایی محدوده شهری (Marsell, 2005) به مثابه امری مثبت ارزیابی شده که امنیت ساکنان شهر را به مقوله مکان‌یابی کاربری‌ها بر طبق اصول پدافند غیرعامل پیوند زده است.

استان مازندران به عنوان یکی از مناطق کلیدی استقرار یافته در محدوده شمال ایران ضمن آنکه از اهمیت استراتژیک دفاعی و مرزی قابل ملاحظه‌ای برخوردار است، همچنین، این استان به عنوان قطب گردشگری تجاری، اقتصادی و فرهنگی بزرگ کشور دچار پراکنش نامنظم زیرساخت‌ها نسبت به جمعیت و واحدهای سکونتگاهی شده است. براساس سرشماری سال ۱۳۹۵، استان دارای ۳۲۸۳۵۸۲ نفر جمعیت، ۲۳ شهرستان و ۶۰ نقطه شهری می‌باشد. به همین دلیل می‌توان گفت که تهیه طرح آمایش دفاعی سرزمین با بهره‌گیری از اصول پدافند غیرعامل و در قالب ابزارهایی همچون سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) به منظور تحلیل زیرساخت‌های استان مازندران از اهمیتی انکارناپذیر برخوردار است. ضرورتی که تحقق آن، اتخاذ تصمیم‌گیری‌های استراتژیک را در حوزه حفاظت از زیرساخت‌های استان در مواجهه با بحران‌های طبیعی و غیرطبیعی برای کارشناسان و مدیران سیاسی آسان‌تر نموده و با کمک به باز توزیع فضایی متعادل و سنجیده زیرساخت‌ها (اقتصادی، درمانی، ارتباطی و غیره) متناسب با جمعیت و تقاضای ایجاد شده آن در حوزه‌های مختلف جغرافیایی، دستیابی

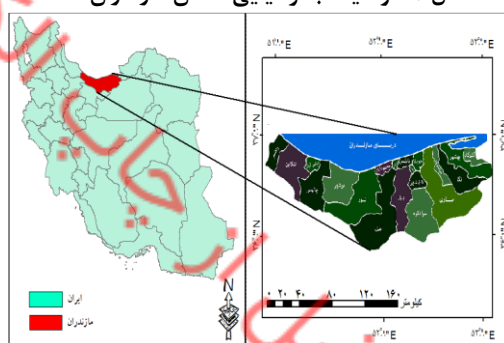
به توسعه پایدار منطقه‌ای را تسهیل می‌کند. لذا این پژوهش در کلیتی سیستمی و منظم سعی در ارائه چنین تحلیلی از زیرساخت‌های استان مازندران با استفاده از الگوی تحلیل فضایی و پارامترهای پدافند غیرعامل در بستر GIS و الگوی آمایش دفاعی سرزمین دارد.

مواد و روش‌ها

محدوده مورد مطالعه

استان مازندران به مرکزیت شهر ساری در شمال ایران و در کرانه‌های جنوبی دریای مازندران می‌باشد و هم‌مرز با استان‌های گلستان، سمنان، تهران، البرز، قزوین و گیلان است. این استان با وسعت ۲۳۷۵۶ کیلومترمربع ۱,۵ درصد از مساحت کل کشور را تشکیل می‌دهد. این استان با جمعیت ۳۲۸۳۵۸۲ نفری بر اساس سرشماری سال ۱۳۹۵ یکی از پرجمعیت‌ترین مناطق ایران از لحاظ تراکم جمعیتی است و دارای ۲۲ شهرستان می‌باشد (Statistical Center of Iran, ۲۰۱۶). قله دماوند مرتفع‌ترین کوه ایران و بلندترین آتشفشان آسیا و خاورمیانه در مازندران و در شهرستان آمل قرار دارد.

شکل ۲. موقعیت جغرافیایی استان مازندران



(منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱)

استان مازندران تا سال ۱۳۹۵، از ۲۲ شهرستان، ۵۶ بخش، ۱۳۱ دهستان، ۵۸ شهر و ۳۶۰۹ روستا تشکیل شده است. شهرستان بابل دارای بیشترین تعداد بخش (۶)، دهستان (۱۳)، شهر (۷) و آبادی (۶۷۳) بوده است. و شهرستان فریدون‌کار ارای کمترین تعداد آبادی (۲۶) می‌باشد.

روش تحقیق

پژوهش حاضر با هدف ارزیابی میزان آسیب‌پذیری زیرساخت‌های استان مازندران از منظر پدافند غیرعامل، از نظر غایت تحقیق، جزء تحقیقات توسعه‌ای و بر اساس روش تحقیق، در گروه تحقیقات توصیفی - تحلیلی قرار دارد. همچنین قلمرو مکانی تحقیق، استان مازندران بوده و قلمرو موضوعی آن، همه زیرساخت‌های استان می‌باشد که با استفاده از روشهای کتابخانه‌ای، اطلاعات موردنظر گردآوری شده است. به منظور سنجش میزان آسیب‌پذیری زیرساختها میزان اهمیت و شناسایی شاخصهای آسیب‌پذیری هر یک از عناصر حساس استان، از طریق نظرسنجی در قالب پرسشنامه و مدل ANP از متخصصان به ارزشگذاری هریک از معیارها و تعیین ضرایب اهمیت آنها پرداخته شده است. لازم به ذکر است که تعداد متخصصان ۳۰ نفر بوده است که ۱۰ نفر با تخصص رشته پدافند غیرعامل در سازمان پدافند غیرعامل کشور، ۱۰ نفر دانشجوی رشته های جغرافیای سیاسی و پدافند غیرعامل و ۱۰ نفر از مسئولین محلی شامل کارشناسان استانداری و فرمانداری در استان است. بر اساس نتایج پرسشنامه، ارزیابی فضایی میزان آسیب‌پذیری پهنه با استفاده از نرم‌افزار Arc GIS مورد تحلیل قرارگرفته و پهنه‌های آسیب‌پذیر استان مازندران مشخص شده و در نهایت ارزیابی فضایی خطرات احتمالی در زیرساخت‌های مهم استان انجام گردیده است.

نتایج و بحث

بر اساس داده‌ها و آمارهای مورد استناد، استان مازندران دارای زیرساخت‌های اصلی زیادی است که در زمینه‌های مختلف ارائه خدمات می‌نمایند. در این پژوهش معیارهای اصلی آسیب‌پذیری عبارتند از معیار طبیعی، زیستی و بیولوژیکی، دسترسی و ارتباطی، فاصله از زیرساخت‌های موجود. هرکدام از این معیارها خود به مجموعه‌ای از شاخص و هر شاخص نیز خود دارای زیرشاخص‌هایی است که هرکدام در مراحل سلسله مراتبی امتیازبندی می‌شوند.

تحلیل آسیب‌پذیری استان بر مبنای شاخص‌های طبیعی

بررسی شاخص‌های طبیعی در ارزیابی آسیب‌پذیری زیرساخت‌ها، به عنوان بستر استقرار مکانی زیرساخت‌ها، بسیار مهم می‌باشد. با توجه به تنوع مکانی و طبیعی استان مازندران و تنوع عوارض طبیعی، توجه به این شاخص بسیار مهم می‌باشد. بنابراین، در این مرحله از پژوهش ۸ زیرشاخص طبیعی مورد استفاده قرار گرفت که شامل شیب، جهت شیب، ارتفاع، پهنه زلزله، زمین لغزش، خاک‌شناسی، اقلیم و پهنه سیلابی می‌باشد. جهت امتیازبندی شاخص‌ها از تحلیل شبکه استفاده شد و هر شاخص به طبقاتی تقسیم‌بندی گردید که جهت محاسبه آن در نرم افزار GIS ضروری می‌باشد. جهت امتیازبندی به روش ANP از منابع مختلف و نظرات کارشناسی بهره گرفته شد که در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱. شاخص‌های طبیعی مورد استفاده در ارزیابی آسیب‌پذیری سطح استان مازندران (منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱)

شاخص	بازه‌ها	امتیازات	مفهوم
شیب	۰ تا ۲ درجه	۵	نسبتاً آسیب‌پذیر
	۲ تا ۵ درجه	۱	آسیب‌پذیری بسیار کم
	۵ تا ۱۰ درجه	۳	آسیب‌پذیری کم
	۱۰ تا ۲۰ درجه	۷	آسیب‌پذیری زیاد
	بیشتر از ۲۰ درجه	۹	آسیب‌پذیری بسیار زیاد
جهت شیب	شمالی	۹	آسیب‌پذیری بسیار زیاد
	شرقی - شمال شرقی	۷	آسیب‌پذیری زیاد
	شمال غربی	۵	نسبتاً آسیب‌پذیر
	جنوب غربی - غربی	۳	آسیب‌پذیری کم
	جنوب - جنوب شرقی	۱	آسیب‌پذیری بسیار کم
ارتفاع	۰ تا ۵۰۰ متر	۷	نسبتاً آسیب‌پذیر
	۵۰۰ تا ۱۰۰۰ متر	۳	آسیب‌پذیری بسیار کم
	۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ متر	۱	آسیب‌پذیری کم
	۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰ متر	۵	آسیب‌پذیری زیاد
	بیشتر از ۲۰۰۰ متر	۹	آسیب‌پذیری بسیار زیاد
پهنه زلزله	پهنه با خطر بسیار بالا	۹	آسیب‌پذیری بسیار زیاد
	پهنه با خطر بالا	۷	آسیب‌پذیری زیاد
	پهنه با خطر نسبتاً بالا	۵	نسبتاً آسیب‌پذیر
	پهنه با خطر متوسط	۳	آسیب‌پذیری کم
	پهنه با خطر نسبتاً پایین	۱	آسیب‌پذیری بسیار کم
زمین لغزش	زمین لغزش بسیار زیاد	۹	نسبتاً آسیب‌پذیر
	زمین لغزش زیاد	۸	آسیب‌پذیری بسیار کم
	زمین لغزش متوسط	۷	آسیب‌پذیری کم
	زمین لغزش کم	۲	آسیب‌پذیری زیاد
	زمین لغزش بسیار کم	۱	آسیب‌پذیری بسیار زیاد
خاک شناسی	خاک خشک	۷	آسیب‌پذیری بسیار زیاد
	خاک مرطوب	۴	آسیب‌پذیری زیاد
	برون‌زدگی سنگی	۵	نسبتاً آسیب‌پذیر
	برون‌زدگی و خاک مرطوب	۲	آسیب‌پذیری کم

خاک باتلاقی	۹	آسیب‌پذیری بسیار کم
خیلی مرطوب	۹	نسبتاً آسیب‌پذیر
نیمه مرطوب	۷	آسیب‌پذیری بسیار کم
مرطوب	۵	آسیب‌پذیری کم
نیمه خشک	۴	آسیب‌پذیری زیاد
خشک	۲	آسیب‌پذیری بسیار زیاد
۵۰۰۰ متر	۹	آسیب‌پذیری بسیار زیاد
۵۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ متر	۷	آسیب‌پذیری زیاد
۱۰۰۰۰ تا ۲۰۰۰۰ متر	۳	نسبتاً آسیب‌پذیر
۲۰۰۰۰ تا ۳۰۰۰۰ متر	۲	آسیب‌پذیری کم
بیشتر از ۳۰۰۰۰ متر	۱	آسیب‌پذیری بسیار کم

اقلیم

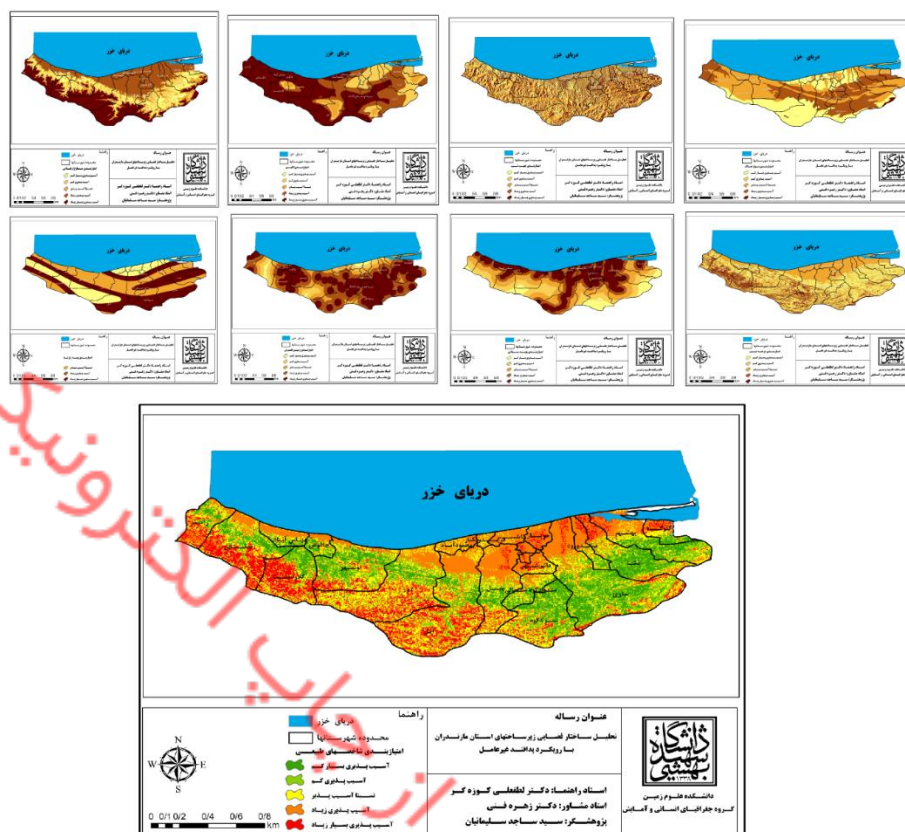
پهنه سیلابی

(منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱)

فرآیند تحلیل شبکه، حالت عمومی تحلیل سلسله مراتبی و شکل گسترده آن است و تمام ویژگی‌های مثبت مانند سادگی، انعطاف‌پذیری، بکارگیری معیارهای کمی و کیفی به طور همزمان و قابلیت بررسی سازگاری و قضاوت‌ها را دارا است، همچنین می‌تواند ارتباطات پیچیده بین عناصر را با بکارگیری ساختار شبکه‌ای به جای سلسله مراتبی در نظر بگیرد. پس از تحلیل‌های انجام شده و امتیاز نهایی شاخص‌های مورد مطالعه شاخص پهنه سیلابی با ۰/۲۲ و پهنه زلزله با ۰/۱۷ دارای بیشترین اهمیت بودند، از سوی دیگر دو شاخص‌های جهات شیب و خاک‌شناسی در پایین‌ترین سطح اهمیت قرار داشتند.



شکل ۳. امتیاز ANP شاخص‌های طبیعی (منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱)



شکل ۴. استانداردسازی و همپوشانی شاخص‌های طبیعی (منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱)

تحلیل آسیب‌پذیری استان بر مبنای شاخص‌های زیستی و بیولوژیک

امروزه توجه به شاخص‌های زیستی و بیولوژیکی در بحث آسیب‌پذیری زیرساخت‌های استان و شناسایی پهنه‌های آسیب‌پذیر در سطوح مختلف جغرافیایی بسیار مهم می‌باشد. برای این منظور در این بخش از پژوهش، شش زیر شاخص اصلی یعنی آبراهه، کاربری اراضی، مناطق حفاظت شده، مناطق شهری، سدهای آبی و تالاب‌ها مورد بررسی قرار گرفت. نزدیکی و فاصله از شاخص‌های زیستی می‌تواند آسیب‌پذیری پهنه جغرافیایی را نشان دهند. بعد از آماده‌سازی لایه‌ها به ارزش‌گذاری شاخص‌ها اقدام گردید که در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲. شاخص‌های زیستی و بیولوژیکی مورد استفاده در ارزیابی آسیب‌پذیری سطح استان مازندران (منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱)

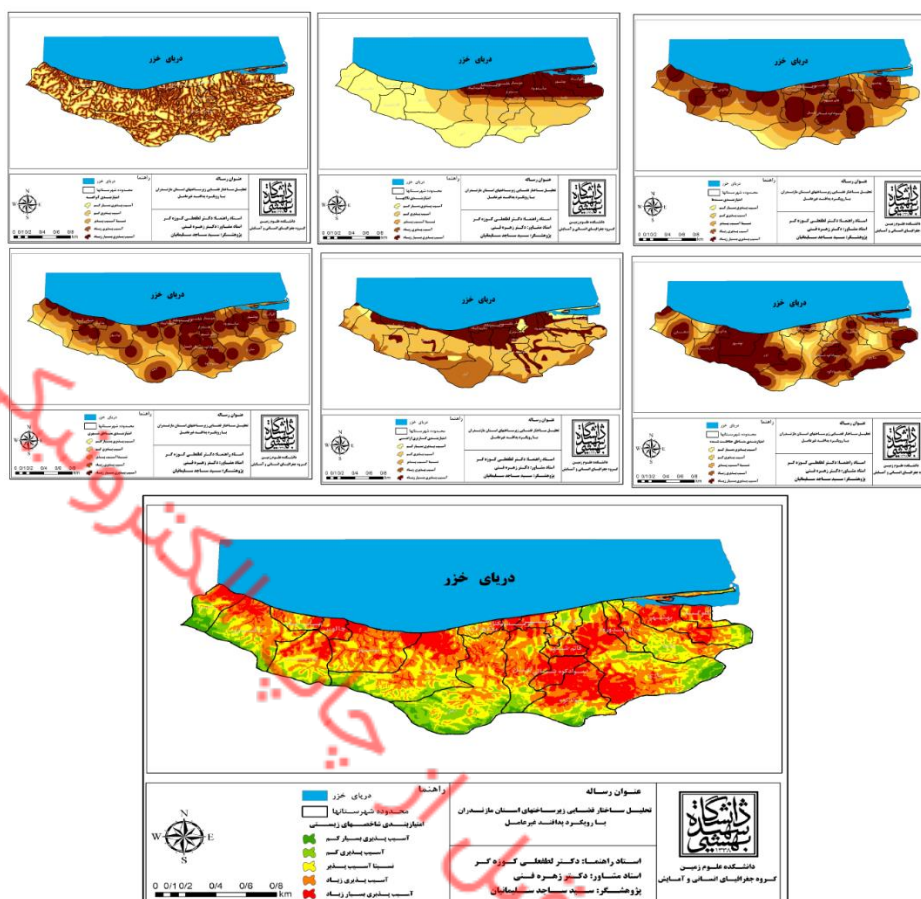
شاخص	بازه‌ها	امتیازات	مفهوم
آبراهه	۰ تا ۵۰۰ متر	۵	نسبتاً آسیب‌پذیر
	۵۰۰ تا ۱۰۰۰ متر	۱	آسیب‌پذیری بسیار کم
	۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ متر	۳	آسیب‌پذیری کم
	۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰ متر	۷	آسیب‌پذیری زیاد
	بیشتر از ۲۰۰۰ متر	۹	آسیب‌پذیری بسیار زیاد
کاربری اراضی	اراضی بایر و اغلب بدون پوشش گیاهی	۹	آسیب‌پذیری بسیار زیاد
	پوشش کم گیاهی مرتعی	۷	آسیب‌پذیری زیاد
	پوشش مرتعی نسبتاً خوب و اغلب چراگاه فصلی	۵	نسبتاً آسیب‌پذیر
	زیرکشت نباتات و درخت کاری شده	۳	آسیب‌پذیری کم
	پوشش جنگلی با تراکم متوسط	۱	آسیب‌پذیری بسیار کم
مناطق حفاظت شده	۰ تا ۱۰۰۰ متر	۷	نسبتاً آسیب‌پذیر
	۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ متر	۳	آسیب‌پذیری بسیار کم

آسیب‌پذیری کم	۱	۲۰۰۰ تا ۳۰۰۰ متر	مناطق شهری
آسیب‌پذیری زیاد	۵	۳۰۰۰ تا ۴۰۰۰ متر	
آسیب‌پذیری بسیار زیاد	۹	بیشتر از ۴۰۰۰ متر	
آسیب‌پذیری بسیار زیاد	۹	۰ تا ۵ کیلومتر	
آسیب‌پذیری زیاد	۷	۵ تا ۱۰ کیلومتر	
نسبتاً آسیب‌پذیر	۵	۱۰ تا ۱۵ کیلومتر	
آسیب‌پذیری کم	۲	۱۵ تا ۲۰ کیلومتر	
آسیب‌پذیری بسیار کم	۱	بیشتر از ۲۰ کیلومتر	سدهای آبی
نسبتاً آسیب‌پذیر	۹	۰ تا ۵۰۰۰ متر	
آسیب‌پذیری بسیار کم	۸	۵۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ متر	
آسیب‌پذیری کم	۷	۱۰۰۰۰ تا ۱۵۰۰۰ متر	
آسیب‌پذیری زیاد	۲	۱۵۰۰۰ تا ۲۰۰۰۰ متر	
آسیب‌پذیری بسیار زیاد	۱	بیشتر از ۲۰۰۰۰ متر	تالاب‌ها
آسیب‌پذیری بسیار زیاد	۷	۰ تا ۳۰۰۰ متر	
آسیب‌پذیری زیاد	۴	۳۰۰۰ تا ۶۰۰۰ متر	
نسبتاً آسیب‌پذیر	۵	۶۰۰۰ تا ۹۰۰۰ متر	
آسیب‌پذیری کم	۲	۹۰۰۰ تا ۱۲۰۰۰ متر	
آسیب‌پذیری بسیار کم	۹	بیشتر از ۱۲۰۰۰ متر	

امتیازبندی شش لایه اصلی شاخص زیستی و بیولوژیکی به روش تحلیل شبکه نشان می‌دهد که مناطق شهری یا همان نواحی عمده زیست با امتیاز ۰,۲۸، بیشترین اهمیت و کاربری اراضی با امتیاز ۰,۰۹، کمترین اهمیت را به خود اختصاص داده است. جهت اعمال شاخص‌ها و امتیازها از دستور محاسبه‌گر رستری استفاده شد که نقشه مرتبط با هر کدام از شاخص‌ها در ادامه نشان داده شده است.



شکل ۵. امتیاز ANP شاخص‌های زیستی و بیولوژیکی (منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱)



شکل ۶: استانداردسازی و همپوشانی شاخص‌های زیستی و بیولوژیکی (منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱)

تحلیل آسیب‌پذیری استان به لحاظ شاخص‌های دسترسی و ارتباطی

سهولت دسترسی به زیرساختها یکی از مهمترین شاخص‌های ارزیابی آسیب‌پذیری زیرساختها محسوب می‌شود. جهت اعمال این شاخص در ارزیابی و شناسایی پهنه‌های آسیب‌پذیر استان مازندران از ۳ زیرشاخص مسیر ارتباطی (جاده)، راه آهن و خطوط انتقال انرژی (گاز) استفاده شده است. در مرحله بعدی به هر کدام از بازه‌های تعریف شده بر اساس تحلیل شبکه، امتیاز اختصاص داده می‌شود که در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳. شاخص‌های دسترسی و ارتباطی مورد استفاده در ارزیابی آسیب‌پذیری سطح استان مازندران (منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱)

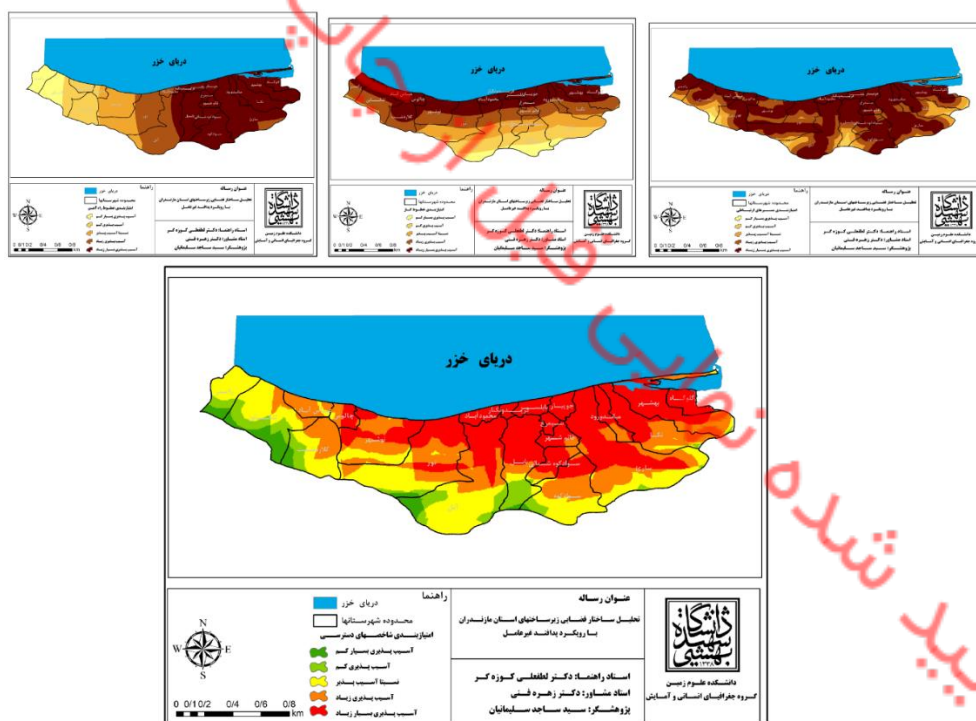
شاخص	نحوه ارزش گذاری	
	بازه‌ها	امتیازات
مسیر ارتباطی (جاده)	۰ تا ۱۰۰۰ متر	۵
	۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ متر	۱
	۲۰۰۰ تا ۳۰۰۰ متر	۳
	۳۰۰۰ تا ۴۰۰۰ متر	۷
	بیشتر از ۴۰۰۰ متر	۹
	۰ تا ۱۰۰۰ متر	۹
راه آهن، تونل و پل	۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ متر	۷
	۲۰۰۰ تا ۳۰۰۰ متر	۵
	۳۰۰۰ تا ۴۰۰۰ متر	۳
	بیشتر از ۴۰۰۰ متر	۱
خطوط انتقال انرژی (گاز)	۰ تا ۱۰۰۰ متر	۹

آسیب‌پذیری زیاد	۷	۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ متر
نسبتاً آسیب‌پذیر	۵	۲۰۰۰ تا ۳۰۰۰ متر
آسیب‌پذیری کم	۲	۳۰۰۰ تا ۴۰۰۰ متر
آسیب‌پذیری بسیار کم	۱	بیشتر از ۴۰۰۰ متر

امتیازبندی سه لایه اصلی شاخص دسترسی به روش تحلیل شبکه نشان می‌دهد که خطوط انتقال انرژی (گاز) با امتیاز ۰,۵۰، بیشترین اهمیت و راه‌آهن با امتیاز ۰,۲۰، کمترین اهمیت را به خود اختصاص داده است. جهت اعمال شاخص‌ها و امتیازها از دستور محاسبه‌گر رستری استفاده شد که شکل مرتبط با هر کدام از شاخص‌های مورد مطالعه در ادامه نشان داده شده است.



شکل ۷. امتیاز ANP شاخص‌های دسترسی در استان مازندران (منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱)



شکل ۸. استانداردسازی و همپوشانی شاخص‌های دسترسی (منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱)

تحلیل آسیب‌پذیری استان به لحاظ شاخص‌های فاصله از زیرساخت‌های موجود

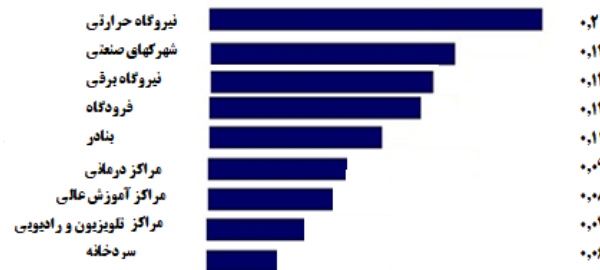
نیروگاه‌ها، صنایع نفت و گاز، پتروشیمی و انتقال برق و انرژی به عنوان منبع اصلی درآمد کشور و همچنین به دلیل حساسیت و قابلیت اشتعال و انفجار، در برابر حملات دشمن و حوادث طبیعی و غیرطبیعی آسیب‌پذیر می‌باشد و نیازمند برنامه جامع و مدونی در حوزه پدافند غیرعامل می‌باشند. در جنگ‌های امروزی و در سیستم‌های کنترل و فرماندهی، شیوه جدیدی از جنگ طرح‌ریزی شده است که در آن سعی می‌شود با کمک فن‌آوری‌های نوین اطلاعاتی، کسب اطلاعات از ستون پنجم و تخلیه اطلاعاتی افراد دستگیر شده، ضمن شناسایی مراکز مهم و زیرساخت‌های اقتصادی، نظامی و

صنعتی به هدف‌گیری و انهدام آنها اقدام شود. فاصله از حریم قانونی و امنیتی زیرساخت‌ها یکی دیگر از شاخص‌های ارزیابی آسیب‌پذیری زیرساخت‌ها در استان مازندران می‌باشد. برای این منظور ۹ زیرساخت استان بررسی شد و برای هر کدام از آن‌ها بازه‌های فاصله و امتیاز مربوطه، لحاظ گردید. این زیرشاخص‌ها شامل مراکز آموزش عالی، فرودگاه، نیروگاه برق، مراکز درمانی، بنادر، صدا و سیما، شهرک‌های صنعتی، نیروگاه حرارتی و سردخانه هستند.

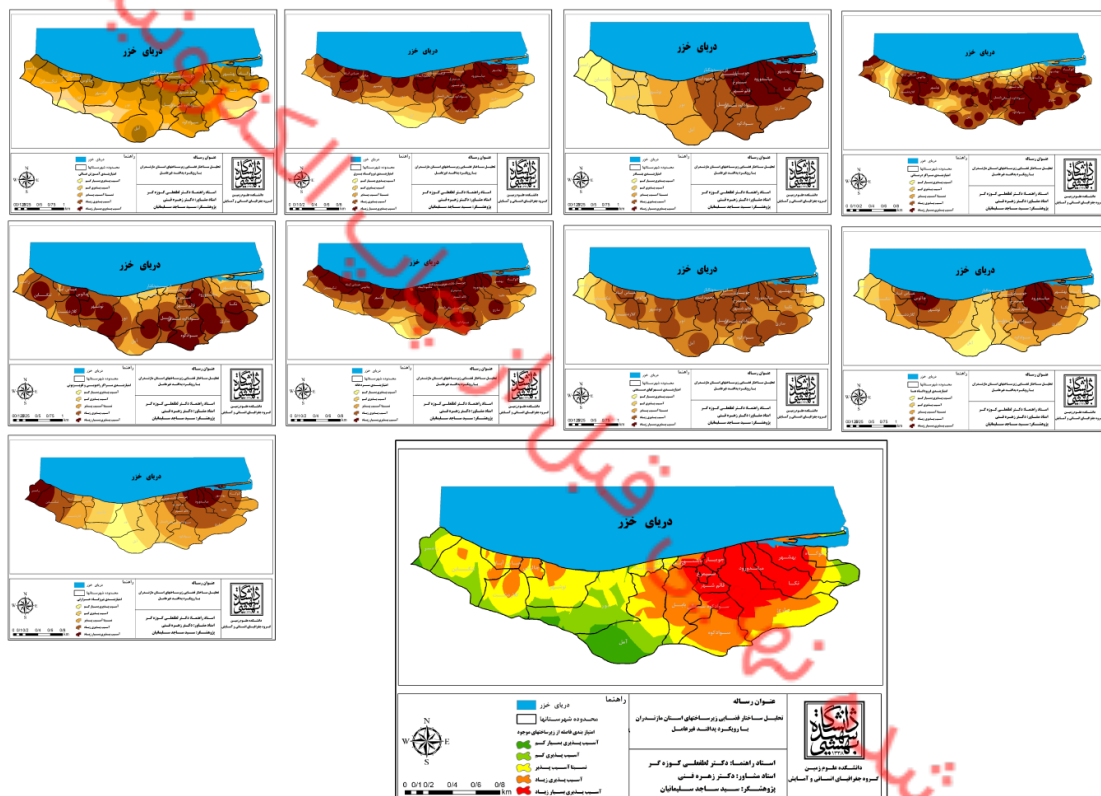
جدول ۴. شاخص‌های فاصله از زیرساخت مورد استفاده در ارزیابی آسیب‌پذیری سطح استان مازندران (منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱)

شاخص	نحوه ارزش‌گذاری	
	بازه‌ها	امتیازات
شهرک‌های صنعتی و نیروگاه‌ها	۰ تا ۵ کیلومتر	۵ نسبتاً آسیب‌پذیر
	۵ تا ۱۰ کیلومتر	۱ آسیب‌پذیری بسیار کم
	۱۰ تا ۱۵ کیلومتر	۳ آسیب‌پذیری کم
	۱۵ تا ۲۰ کیلومتر	۷ آسیب‌پذیری زیاد
	بیشتر از ۲۰ کیلومتر	۹ آسیب‌پذیری بسیار زیاد
	۰ تا ۲ کیلومتر	۹ آسیب‌پذیری بسیار زیاد
فرودگاه و بندر	۲ تا ۴ کیلومتر	۷ آسیب‌پذیری زیاد
	۴ تا ۶ کیلومتر	۵ نسبتاً آسیب‌پذیر
	۶ تا ۸ کیلومتر	۳ آسیب‌پذیری کم
	بیشتر از ۸ کیلومتر	۱ آسیب‌پذیری بسیار کم
	۰ تا ۵۰۰ متر	۷ نسبتاً آسیب‌پذیر
	۵۰۰ تا ۱۰۰۰ متر	۳ آسیب‌پذیری بسیار کم
مراکز درمانی و آموزشی	۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ متر	۱ آسیب‌پذیری کم
	۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰ متر	۵ آسیب‌پذیری زیاد
	بیشتر از ۲۰۰۰ متر	۹ آسیب‌پذیری بسیار زیاد
	۵ تا ۱۰ کیلومتر	۷ آسیب‌پذیری زیاد
	۱۰ تا ۱۵ کیلومتر	۵ نسبتاً آسیب‌پذیر
	۱۵ تا ۲۰ کیلومتر	۲ آسیب‌پذیری کم
مراکز رادیویی و تلویزیونی	بیشتر از ۲۰ کیلومتر	۱ آسیب‌پذیری بسیار کم
	۰ تا ۲ کیلومتر	۹ نسبتاً آسیب‌پذیر
	۲ تا ۴ کیلومتر	۸ آسیب‌پذیری بسیار کم
	۴ تا ۶ کیلومتر	۷ آسیب‌پذیری کم
	۶ تا ۸ کیلومتر	۲ آسیب‌پذیری زیاد
	بیشتر از ۸ کیلومتر	۱ آسیب‌پذیری بسیار زیاد
سردخانه	۰ تا ۲ کیلومتر	۹ آسیب‌پذیری بسیار زیاد
	۲ تا ۴ کیلومتر	۷ آسیب‌پذیری زیاد
	۴ تا ۶ کیلومتر	۵ نسبتاً آسیب‌پذیر
	۶ تا ۸ کیلومتر	۳ آسیب‌پذیری کم
	بیشتر از ۸ کیلومتر	۱ آسیب‌پذیری بسیار کم

امتیازبندی ۹ لایه اصلی شاخص فاصله از زیرساخت به روش تحلیل شبکه نشان می‌دهد که نیروگاه حرارتی با امتیاز ۰,۲۰، بیشترین اهمیت و سردخانه‌ها با امتیاز ۰,۰۶، کمترین اهمیت را به خود اختصاص داده است. جهت اعمال شاخص‌ها و امتیازها از دستور محاسبه‌گر رستری استفاده شد و شکل هر یک از شاخص‌ها در ادامه نشان داده شده است.



شکل ۹. امتیاز ANP شاخص‌های فاصله از زیرساخت‌ها (منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱)



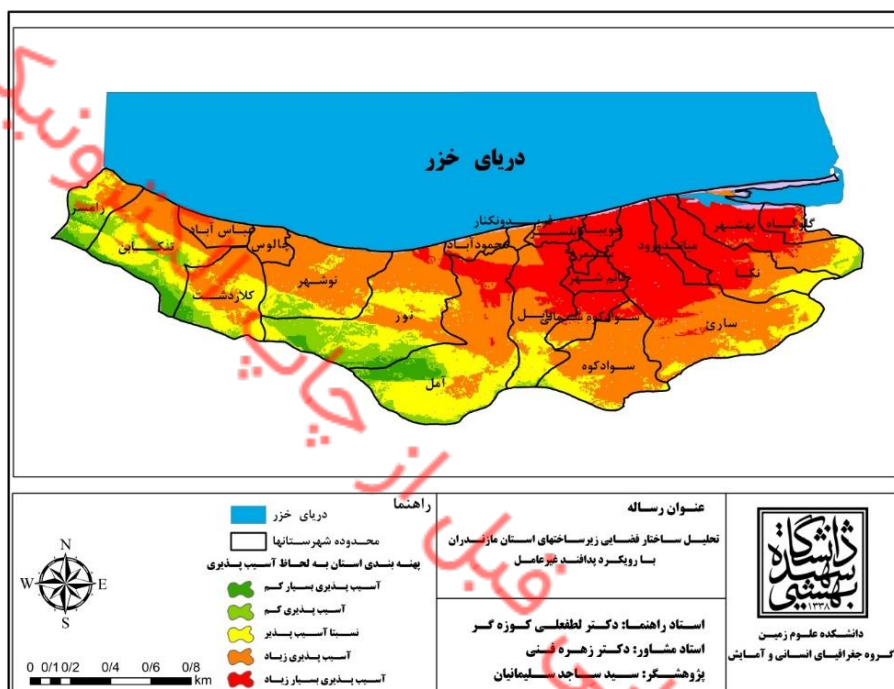
شکل ۱۰. استانداردسازی و همپوشانی شاخص‌های فاصله از زیرساخت‌ها (منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱)

ارزیابی نهایی آسیب‌پذیری زیرساخت‌های استان مازندران

مرحله نهایی در مدل محاسبه‌گر رستری در محیط GIS از بر روی هم‌گذاری چهار لایه اصلی شاخص‌های طبیعی، دسترسی، زیستی و فاصله از زیرساخت به دست می‌آید. برای روی هم‌گذاری لایه‌ها به هر کدام از شاخص‌های اصلی به روش ANP امتیاز داده شد و در مرحله بعدی با طبقه‌بندی مجدد لایه‌ها امتیاز هر کدام اعمال گردید. با توجه به تحلیل شبکه فاصله از زیرساخت امتیاز ۰,۴۱، شاخص دسترسی ۰,۲۸، شاخص زیستی ۰,۱۸ و شاخص طبیعی ۰,۱۳ به ترتیب بیشترین تا کمترین امتیاز را به خود اختصاص دادند.

شاخص فاصله از زیرساختها	۰,۴۱
شاخص دسترسی	۰,۲۸
شاخص زیستی و بیولوژیکی	۰,۱۸
شاخص طبیعی	۰,۱۳

شکل ۱۱. امتیاز ANP چهار شاخص اصلی طبیعی، زیستی، دسترسی و فاصله از زیرساخت (منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱)



شکل ۱۲: پهنه بندی میزان آسیب پذیری زیرساختهای استان مازندران با رویکرد پدافند غیر عامل (منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱)

نتایج مدل محاسبه‌گر رستری نشان می‌دهد که استان از نظر آسیب‌پذیری به پنج پهنه قابل تفکیک می‌باشد. پهنه با آسیب‌پذیری خیلی زیاد که مساحتی برابر با ۵۸۹۷ کیلومتر مربع (۲۴/۸ درصد)، پهنه با آسیب‌پذیری زیاد برابر با ۱۰۱۳۶ کیلومتر مربع (۴۲/۶ درصد)، پهنه‌ای با آسیب‌پذیری متوسط برابر با ۵۰۸۱ کیلومتر مربع (۲۱/۲ درصد)، پهنه‌ای با آسیب‌پذیری کم برابر با ۱۹۱۶ کیلومتر مربع (۸ درصد) و پهنه با آسیب‌پذیری خیلی کم برابر با ۷۲۶ کیلومتر مربع (۳/۴ درصد) می‌باشد.

جدول ۵. سطوح آسیب‌پذیری استان مازندران (منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱)

سطح آسیب‌پذیری	مساحت (کیلومتر مربع)	درصد
آسیب‌پذیری خیلی زیاد	۵۸۹۷	۲۴/۸
آسیب‌پذیری زیاد	۱۰۱۳۶	۴۲/۶
آسیب‌پذیری متوسط	۵۰۸۱	۲۱/۲
آسیب‌پذیری کم	۱۹۱۶	۸
آسیب‌پذیری خیلی کم	۷۲۶	۳/۴
جمع	۲۳۷۵۶	۱۰۰

نتیجه‌گیری

پدافند غیرعامل به عنوان یکی از مؤثرترین و پایدارترین روشهای دفاع در مقابل تهدیدات همواره مدنظر اکثر کشورهای جهان قرار داشته است و حتی کشورهایی مانند آمریکا و روسیه باوجود برخورداری از توان بالای نظامی به این موضوع به صورت ویژه‌ای توجه داشته‌اند. در کشور ما باوجود موقعیت خاص از نظر جغرافیایی، دارا بودن ثروتهای عظیم نفت و گاز و همچنین نظام ضد استکبار و ورود به عرصه‌های فن‌آوریهای نوین و تهدیدات استکبار جهانی، موضوع پدافند غیرعامل به میزان کافی مورد توجه قرار گرفت. با توجه به موقعیت استان مازندران و نحوه قرارگیری مراکز سکونتگاهی (شهر و روستا) در نقاط آسیب‌پذیر از لحاظ حوادث طبیعی و جنگها ضرورت پرداختن به مسئله میزان آسیب‌پذیری زیرساختها و سازوکارهای پدافند غیرعامل امری بدیهی است. این پژوهش الگوی نوینی را در حوزه ارزیابی آسیب‌پذیری زیرساختها با رویکرد پدافند غیرعامل در سطح کلان (استان) تبیین می‌نماید و بیانگر آن است که در مطالعات آمایش سرزمین در سطح کشور و استانها می‌بایست به موضوع توزیع فضایی زیرساختها با نگاه پدافند غیرعامل توجه ویژه‌ای داشت و این موضوع به تفصیل در توزیع فضایی سکونتگاههای استان مازندران با بررسی شاخصهای مختلف مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که تمرکز زیرساختهای استان مازندران در بخش شمالی استان و در محور موازی با دریای خزر است و بیش از ۶۰ درصد مساحت استان در معرض آسیب‌پذیری بالا قرار دارد. ارتقاء میزان پایداری سیستم توزیع فضایی زیرساختهای استان مازندران با رویکرد پدافند غیرعامل با عنایت به گستردگی ابعاد آن، در گروی استفاده از تفکر فضایی در قالب سامانه‌های متناسب همچون GIS و ترکیب آن با رویکردهای استراتژیک است که می‌تواند دیدی جامع را پیرامون الگوهای آسیب‌پذیریها ارائه دهد. به منظور رفع چالش‌های موجود و کاهش آسیب‌پذیری زیرساختهای استان مازندران در حوزه پدافند غیرعامل پیشنهادات زیر ارائه می‌شود:

- توجه به مدیریت تحول خواه و راهبردگرا در حوزه زیرساختها
- ارائه حمایت‌های مالی مناسب جهت بسط زیرساختهای پدافند غیرعامل
- آموزش شهروندان پیرامون چارچوبها و ضوابط پدافند غیرعامل
- جلوگیری از استقرار زیرساختهای جدید غیرضروری در مجاورت زیرساختهای موجود
- استفاده حداکثری از فضاهای زیرسطحی و زیرزمینی برای استقرار زیرساختها
- طراحی پناهگاهها و سازه‌های امن چندمنظوره در مجاورت زیرساختهای حیاتی و حساس
- پیروی از معیارهای استتار و فریب و استفاده فناوریهای پیشرفته در استتار زیرساختها

سپاسگزاری: از همه کسانی که در این تحقیق نگارندگان را یاری کرده‌اند تشکر و قدردانی می‌شود.

حامی مالی: بنا به اظهار نویسنده مسئول، این مقاله حامی مالی نداشته است.

سهم نویسندگان در پژوهش: همه نویسندگان، در بخش‌های نگارش و تنظیم مقاله حاضر نقش و سهم برابر دارند.

تضاد منافع: نویسندگان (نویسندگان) اعلام می‌دارند که هیچ تضاد منافعی در رابطه با نویسندگی و یا انتشار این مقاله ندارند.

References

- Ahmadlouei, M., 2010. Passive defense in modern warfare (CBRN), Tehran: Farabi Faculty **(In Persian)**.
 Alexander, D., 2002. From Civil Defense to Civil Protection-and back again, [online]. Available from: <http://www.paydarymelli.ir>.
 Anvari, M.R, Akbari, A. and Aghajani, S., 2021. Evaluation of Zahedan City Defense Vulnerability using the AHP Method, Passive Defense, 11(44),73-86 **(In Persian)**.
 Asgharyan, A., 2007. Architectural Requirements in Passive Defense, Shahid Beheshti University, Tehran **(In Persian)**.

- Azami, H., Heydari, A., and Rostami, H., 2019. Future studies on the driving forces affecting the spatial distribution of infrastructure in Razavi Khorasan province with an emphasis on passive defense. *Journal of Political Geography Research*, 4(2), 121-152. <https://doi.org/10.22067/pg.v4i2.83986> **(In Persian)**.
- Coaffee, O., 2009. *Sustainability Human, Social, Economic and Environmental*. World Bank Washington DC, USA.
- Dalir, H., Maleki, K., Shafaati, A. and Heydari-Far, M., 2013. Passive Defense and Sustainable Urban Development with Emphasis on Threatened Users of Tabriz Metropolis from the Perspective of War. *Geography and Environmental Sustainability (Geographical Research Journal)*, 4(2), 1-24 **(In Persian)**.
- Dehkhoda, A., 1972. *Dehkhoda Dictionary*, Volume 4, Tehran: Tehran Publications **(In Persian)**.
- Esfandiari, A. Zarngarian, A. and Haqi, Hamed., 2011. *Land Planning*. Publication of the Rescue and Rescue Organization, Tehran **(In Persian)**.
- Faraji-Mollaei, A. Alivardilo, H. and Amini, H., 2015. Land Defense Planning from the Perspective of Passive Defense. *Journal of the Iranian Geographical Society*, 13(45), 247-274 **(In Persian)**.
- Johnson, Y. Riggers, G. and Eli, A., 2017. *Civil Defense and Home Land Security*. Ashort of National Preparedness Efforts. WIT press. London.
- Kamran, H. H. Hosseini Amini., 2012. Application of passive defense in urban and regional planning of Shahriar city, *Geographical Space*, 12(8):215-237 **(In Persian)**.
- Marssell, B., 2005. On the intergenerational allocation of natural resources. *The Scandinavian Journal of Economics*, 141-149.
- Mehdizadeh, H., Ahmadi, Q., Pakdel, M. and Faramarzi, M., 2022. Comparative study of the vulnerability of the checkered and semi-checkered texture of Salmas city to earthquakes from the perspective of passive defense, *General Journal of Urban Studies*, 11 (43), 15-26. <https://doi.org/10.34785/J011.2022.323> **(In Persian)**.
- Movahedini, J., 2007. *Principles and foundations of passive defense*, Malek Ashtar Industrial University, Tehran **(In Persian)**.
- Nabati, A., 2009. *Fundamentals of Passive Defense*, Tehran: Farabi University **(In Persian)**.
- Parizadi, T. and Hosseini-Amini, H., 2009. Investigation and Analysis of Measures (Passive Defense) in the City of Saqqez in an Analytical Approach, *Journal of Urban Management*, Tehran: Organization of Municipalities and Rural Areas of the Country, 26, 191-202 **(In Persian)**.
- Quarol, M., 2005. Does demogracy preemt civil wars? *Journal of political economy*, 21(2), 445-465. <https://doi.org/10.1016/j.ejpoleco.2004.08.003>
- Riggers, H. Eli, O. Rayy, K., 2016. *Passive Defense and Regional Development*. Routledge press.
- Rajabi, M., 2016. *A review of the concept of space security*. Ney Publishing: Tehran **(In Persian)**.
- Salahshur, Z., Ahmadian, M. and Alizadeh, K., 2022. Vulnerability Assessment of Urban Infrastructures with Passive Defense Approach (Case Study: Shirvan City), *Journal of Geography*, 72(20), 137-153. <http://dor.net/dor/20.1001.1.27833739.1401.20.72.8.4> **(In Persian)**.
- Sherman, L., 2002, *Policing for Prevention: in evidence based crime Prevention*, second published, Rutledge.
- Spilerman, S., 1970. The cause of racial disturbance, *journal of Amercian Sociological Review*, 35(4). 627-649. <https://core.ac.uk/download/pdf/161445727.pdf>
- Statistical Center of Iran, *General Population and Housing Census 2016*.
- Taghvaei, M and Hassaninejad, A, 2015. Physical-functional vulnerability assessment of organizations in charge of crisis management in Shiraz, *Sustainable City Journal*, 2(1), 176-199 **(In Persian)**.
- Turner, H., 2016. *Passive urban defense*, Oxford press. England .
- Wang, S., Zhang, J., Zhao, M., and Min, X. 2017. Vulnerability analysis and critical areas identification of the power systems under terrorist attacks. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 473, 156-165. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2017.01.003>