Political Spatial Planning
8(2): 107-140, Spring 2026
Special Issue on
Governance

DOI: *10.48311/psp.2026.119028.82800*

Spatial Analysis of Regional Vulnerability to Threats with a Defense and Security Planning Approach (Case Study: Qom Province)

Mohsen Rostami[1*], Ahmad Hatami[2]

1. Associate Professor of Political Geography, Supreme National Defense University, Tehran, Iran
2. Ph.D. Student of Geography and Urban Planning, University of Tehran, Tehran, Iran

Received: 2026-02-09 **Accepted**: 2026-04-03

Extended abstract

Introduction

Increasing spatial complexity and the intensification of natural and human-made threats have made territorial vulnerability a critical concern in contemporary spatial planning. Security-oriented land-use planning emphasizes the need to identify fragile spatial structures, reduce risk concentration, and enhance territorial resilience. Spatial vulnerability analysis, supported by GIS-based methods, provides an effective framework for integrating defense and security considerations into regional planning. Qom Province, due to its strategic geopolitical, religious, and infrastructural significance, represents a highly sensitive territorial system where spatial imbalance and infrastructure concentration have increased exposure to multiple threats.

Methodology

This study adopts an applied and descriptive–analytical approach using Geographic Information Systems (GIS) and multi-criteria decision-making techniques. A total of 22 natural, human-made, settlement, industrial, and infrastructure-related indicators were identified based on theoretical foundations and regional conditions. Indicator weighting was performed using the Analytic Hierarchy Process (AHP) with expert judgments

∗ Corresponding author, Email: mmahya1392@gmail.com
2 https://orcid.org/0000-0003-2071-9664

Copyright© 2026. TMU Press. This open-access article is published under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License which permits Share (copy and redistribute the material in any medium or format) and Adapt (remix, transform, and build upon the material) under the Attribution-NonCommercial terms.

processed in Expert Choice software. Spatial layers were standardized and integrated through weighted overlay analysis in ArcGIS Pro. To examine spatial patterns and clustering of critical infrastructure, Exploratory Spatial Data Analysis methods were employed, including Global Moran's I and kernel density analysis.

Results and Discussion

The results reveal that spatial vulnerability in Qom Province exhibits a non-random and clustered pattern. High and very high vulnerability zones are predominantly concentrated in the central parts of the province, particularly around Qom city, where population density, critical infrastructure, and strategic facilities overlap. Approximately 49% of the provincial area falls within high to very high vulnerability classes, while low-risk areas account for a limited share of the territory. Moran's I results confirm significant positive spatial autocorrelation, indicating strong clustering of sensitive infrastructure. The findings demonstrate that vulnerability is driven primarily by human-induced spatial concentration rather than natural factors alone, increasing the potential for cascading crises in the event of disruption.

Conclusion

The study concludes that the current mono-centric spatial structure of Qom Province has significantly reduced territorial resilience and increased security-related vulnerability. Transitioning toward a polycentric and balanced spatial development model, redistributing sensitive functions, and strengthening low-risk peripheral areas are essential for reducing vulnerability. Integrating defense-security principles into spatial planning can play a key role in enhancing territorial resilience and mitigating future risks.

Keywords: Spatial vulnerability, Spatial planning, Defensive–security planning, Spatial analysis, Qom Province

فصلنامه آمایش سیاسی فضا

دوره ۸، شماره ۲، بهار ۱۴۰۵

ویژه‌نامه کشورداری

تحلیل فضایی آسیب‌پذیری منطقه‌ای در برابر تهدیدات با رویکرد آمایش دفاعی و امنیتی (نمونه موردی: استان قم)

محسن رستمی[۱*]، احمد حاتمی[۲]

۱-دانشیار جغرافیای سیاسی، دانشگاه عالی دفاع ملی، تهران، ایران

۲-دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه تهران، تهران، ایران

دریافت: ۱۴۰۴/۱۱/۲۰ **پذیرش:** ۱۴۰۵/۰۱/۱۴

چکیده

تحولات فضایی معاصر و افزایش پیچیدگی تهدیدات طبیعی و انسان‌ساخت، ضرورت بازنگری در الگوهای برنامه‌ریزی فضایی با تأکید بر تاب‌آوری و امنیت سرزمینی را بیش از پیش کرده است. در این میان، تحلیل فضایی آسیب‌پذیری به‌عنوان ابزاری راهبردی، نقش مهمی در شناسایی کانون‌های پرخطر و پشتیبانی از تصمیم‌گیری‌های آمایش سرزمین ایفا می‌کند. پژوهش حاضر با هدف شناسایی الگوی توزیع فضایی آسیب‌پذیری و کشف کانون‌های غیرتاب‌آور در محدوده استان قم انجام شده است. پژوهش از نظر هدف کاربردی و از نظر ماهیت توصیفی – تحلیلی، و بر پایه مطالعات کتابخانه‌ای، داده‌های مکانی و تحلیل‌های کمی - فضایی استوار است. در این راستا، مجموعه‌ای از شاخص‌های طبیعی، انسان‌ساخت و زیرساختی شناسایی و لایه‌های اطلاعاتی متناظر با آن‌ها در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی پردازش شد. به‌منظور تعیین اهمیت نسبی شاخص‌ها از روش تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) و نرم‌افزار Expert Choice استفاده و تلفیق لایه‌ها از طریق هم‌پوشانی وزنی در محیط ArcGIS Pro انجام شد. برای شناسایی الگوی توزیع فضایی و میزان تمرکز آسیب‌پذیری نیز از تکنیک‌های تحلیل اکتشافی داده‌های مکانی شامل شاخص خودهمبستگی مکانی موران جهانی (Global Moran's I) و شاخص تراکم کرنل استفاده شد. نتایج نشان می‌دهد که الگوی آسیب‌پذیری فضایی در محدوده مورد مطالعه ماهیتی غیرتصادفی و خوشه‌ای دارد و کانون‌های آسیب‌پذیری بالا عمدتاً در پهنه‌هایی متمرکز شده‌اند که با تمرکز جمعیت، زیرساخت‌های حیاتی و هم‌پوشانی عملکردهای حساس همراه هستند. این تمرکز فضایی، سطح شکنندگی و ریسک سیستم فضایی را افزایش داده و احتمال بروز بحران‌های زنجیره‌ای را تقویت می‌کند. یافته‌ها بر ضرورت حرکت از الگوی توسعه متمرکز به توزیع متوازن‌تر زیرساخت‌ها و تقویت اصول آمایش دفاعی - امنیتی و پدافند غیرعامل در برنامه‌ریزی فضایی تأکید دارند.

واژگان کلیدی: آسیب‌پذیری فضایی، آمایش سرزمین، آمایش دفاعی – امنیتی، تحلیل فضایی، استان قم

---

* نویسنده مسئول مقاله: **E-mail**: mmahya1392@gmail.com

۱. مقدمه

آمایش سرزمین ابعاد مختلفی دارد که یکی از مهم‌ترین آن‌ها بعد دفاعی – امنیتی است. ملاحظات دفاعی – امنیتی شامل تحلیل تهدیدات، آسیب‌پذیری‌ها و ظرفیت‌های دفاعی مناطق مختلف است (Nouri Kalkenar, 2019: 32). عدم توجه به این عوامل می‌تواند منجر به افزایش آسیب‌پذیری زیرساخت‌ها و کاهش تاب‌آوری مناطق در برابر تهدیدات انسانی و طبیعی شود. کشور ایران به‌دلیل موقعیت جغرافیایی و ژئوپلیتیکی خاص در منطقه غرب آسیا، همواره با طیف متنوعی از تهدیدات طبیعی و انسانی مواجه است. با وجود اهمیت این مسئله، طرح‌های آمایش سرزمین در کشور بیشتر بر جنبه‌های اقتصادی و کالبدی متمرکز بوده و ابعاد امنیتی – دفاعی کمتر به‌صورت نظام‌مند در آن لحاظ شده است (Zarghani & Azami, 2011: 141-142). این کاستی سبب شده برخی مناطق راهبردی کشور، با وجود جایگاه حساس خود، از پشتوانه کافی در حوزه امنیت فضایی برخوردار نباشند. این کاستی به‌ویژه در استان قم، به‌عنوان یکی از استان‌های راهبردی کشور، برجسته‌تر به نظر می‌رسد. استان قم به دلیل موقعیت مرکزی، تمرکز جمعیتی و استقرار برخی زیرساخت‌های مهم ملی، از اهمیت قابل توجهی در نظام برنامه‌ریزی فضایی کشور برخوردار است. این استان علاوه بر مجاورت با پایتخت و قرارگیری در مسیرهای ترانزیتی شمال به جنوب و شرق به غرب کشور[۱]، کارکردهای فرهنگی و مذهبی بی‌بدیلی دارد که ناشی از وجود حرم حضرت معصومه (س)، مسجد مقدس جمکران و حوزه علمیه قم است. نزدیکی قم به مراکز سیاسی و عبور خطوط انتقال نفت و انرژی از استان، اهمیت آن را از منظر امنیت ملی چشمگیر کرده است. با وجود این جایگاه، الگوی توسعه فضایی استان نامتعادل بوده و بیش از ۹۰ درصد جمعیت، در شهر قم و حومه آن متمرکز شده‌اند؛ در حالی‌که بخش وسیعی از استان خالی از سکنه است. این تمرکز، علاوه بر ایجاد آسیب‌پذیری متمرکز[۲] برای زیرساخت‌ها و جمعیت، هزینه‌های دفاعی و نظارتی را نیز افزایش داده است. استان قم از منظر زیست‌محیطی نیز در شرایط پیچیده‌ای قرار دارد؛ عرصه‌های بیابانی گسترده، کمبود منابع آب پایدار، فرونشست زمین و مجاورت با کانون‌های بحرانی مانند دریاچه نمک، پیچیدگی وضعیت امنیتی آن را افزایش داده است. مسئله منابع آب در استان قم یکی از چالش‌های بنیادین است. میانگین بارندگی سالانه پایین و وابستگی استان به انتقال آب بین‌حوضه‌ای[۳]، آسیب‌پذیری استان را در برابر خشکسالی، بحران‌های اجتماعی، سیاسی و تهدیدات امنیتی افزایش داده است. در بخش صنعت و معدن، استان قم با وجود نبود صنایع پتروشیمی، دارای زیرساخت‌های حیاتی صنعتی و معدنی است (Taghvaei et al., 2017: 25). این زیرساخت‌ها، همراه با ظرفیت انرژی و عبور خطوط انتقال نفت، قم را به یک نقطه حساس و مهم در حوزه توسعه اقتصادی و امنیت ملی تبدیل کرده است.

---

۱. گره‌گاه سلفچگان به دلیل اهمیت راهبردی در سیستم ترانزیتی کشور به بندر خشکی معروف است.

2. Concentrated Vulnerability

۳. تأمین بخشی از آب استان قم از طریق انتقال بین‌حوضه‌ای از سرشاخه‌های رودخانه دز، شامل سد کوچری با فاصله حدود ۱۸۰ کیلومتر است.

علاوه بر این، تأسیسات هسته‌ای فردو، به‌عنوان یکی از زیرساخت‌های مهم کشور، در محدوده استان قم قرار دارد و نقش بسیار حساس و راهبردی در امنیت انرژی و امنیت ملی ایران ایفا می‌کند. این تأسیسات به‌دلیل ماهیت فنی و راهبردی خود، نیازمند حفاظت ویژه، کنترل دقیق و تاب‌آوری فضایی بالا است و هر گونه تمرکز جمعیتی یا عدم تعادل توسعه فضایی اطراف آن می‌تواند تهدیدات امنیتی و دفاعی را افزایش دهد. با وجود این ظرفیت‌ها، اسناد برنامه‌ریزی فضایی استان، مانند سند آمایش سرزمین استان قم (۱۳۹۳)، عمدتاً به توسعه اقتصادی و کالبدی پرداخته و ملاحظات امنیتی – دفاعی، به‌ویژه بحث تهدیدات نظامی و سایبری، تروریستی یا اثرات امنیتی زیست محیطی، کمبود آب و تغییرات اقلیمی، کمتر مورد توجه قرار گرفته‌اند (Shargh Ayandeh Consulting Engineers, 2014: 70). این خلأ مفهومی و اجرایی موجب شده است تا سیاست‌گذاری فضایی استان، از تاب‌آوری لازم در برابر تهدیدات چندبعدی برخوردار نباشد. لذا، پژوهش حاضر با هدف تحلیل فضایی آسیب‌پذیری استان قم در برابر مجموعه‌ای از تهدیدات طبیعی و انسان‌ساخت انجام شده است. این پژوهش درصدد است تا با بهره‌گیری از ابزارهای تحلیل فضایی و تلفیق شاخص‌های مختلف، سطح و الگوی توزیع فضایی آسیب‌پذیری را تبیین کرده و بر مبنای نتایج حاصل، راهکارها و پیشنهادهای اجرایی قابل‌کاربست در چارچوب آمایش دفاعی – امنیتی برای کاهش آسیب‌پذیری، افزایش تاب‌آوری سرزمینی و ارتقای امنیت فضایی استان قم ارائه کند.

۲. پیشینه پژوهش

مرور پژوهش‌های پیشین نشان می‌دهد که بخش قابل توجهی از مطالعات انجام‌شده بر نقش برنامه‌ریزی فضایی در کاهش آسیب‌پذیری، ارتقای تاب‌آوری و مدیریت ریسک بلایا تأکید داشته‌اند و برخی دیگر، به‌ویژه در سال‌های اخیر، بر کارکرد سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی و ابزارهای تحلیل فضایی در حوزه‌های امنیتی و دفاعی تمرکز کرده‌اند. تعدادی از پژوهش‌ها نیز با رویکرد اسنادی و راهبردی، به تبیین مفاهیم آمایش دفاعی – امنیتی و ارائه چارچوب‌های نظری یا راهبردی در مقیاس ملی و منطقه‌ای پرداخته‌اند. با وجود این، اغلب این مطالعات یا ماهیتی نظری و اسنادی داشته‌اند یا تحلیل‌های فضایی آن‌ها به یک یا چند مؤلفه محدود شده و کمتر به تلفیق هم‌زمان تهدیدات طبیعی، انسان‌ساخت، زیست‌محیطی و زیرساختی در قالب یک چارچوب عملیاتی منسجم پرداخته‌اند.

جدول ۱: پیشینه پژوهش

نام محقق	سال	عنوان پژوهش	نوع	روش	نتیجه
فارینوس–داسی[1] و همکاران	2025	مدیریت ریسک بلایا، سازگاری با تغییرات اقلیمی و نقش برنامه‌ریزی فضایی و شهری	مقاله	رویکرد تحلیلی – مورد پژوهی	برنامه‌ریزی فضایی ابزاری کلیدی در کاهش آسیب‌پذیری و ارتقای تاب‌آوری سرزمینی است.
آلبرشتس[2]	2004	تحول نقش آمایش سرزمین راهبردی	مقاله	تحلیل نظری	برنامه‌ریزی فضایی راهبردی ابزاری برای مدیریت تغییر، عدم‌قطعیت و افزایش تاب‌آوری است.
الحمامی، توفیق و علی[3]	2024	سیستم‌های اطلاعات مکانی برای اهداف امنیتی و نظامی	مقاله	تحلیل کاربردی	GIS در طراحی دفاعی و پایش تهدیدات نقش مؤثری دارد.
یی و همکاران[4]	2023	ایجاد الگوی فضایی قلمرو امن‌تر در چین: تحلیلی مبتنی بر تعاملات انسان و محیط زیست	مقاله	تحلیل داده‌های فضایی و سنجش از دور	ابزارهای نوین فضایی تاب‌آوری امنیتی را افزایش می‌دهند.
گل‌وردی و همکاران	2013	نقش آمایش سرزمین در تدوین الگوی دفاعی – امنیتی ایران	پایان نامه کارشناسی ارشد	تحلیل اسنادی	مدلی ترکیبی برای تلفیق آمایش و ملاحظات دفاعی – امنیتی پیشنهاد شده است.
قهرمان و علی‌پور	2022	برنامه‌ریزی راهبردی دفاعی و امنیتی آمایش سرزمین (مطالعه موردی: مازندران)	مقاله	تحلیل SWOT و QSPM	راهبردهای ترکیبی مانند گردشگری ایمن و توسعه لجستیکی موجب ارتقای امنیت منطقه‌ای می‌شوند.
رومینا و حسینی	2019	بررسی معیارهای پدافند غیرعامل در مکان‌گزینی فعالیت‌های صنعتی (مطالعه	مقاله	توصیفی– تحلیلی	بی‌توجهی به ملاحظات پدافند غیرعامل در مکان‌گزینی موجب افزایش آسیب‌پذیری شده است.

1. Farinós-Dasí et al
2. Albrechts
3. Al-Hamami, Tawfik & Ali
4. Yi et al

نام محقق	سال	عنوان پژوهش	نوع	روش	نتیجه
		موردی: صنایع استان قم)			
تقوایی و همکاران	2017	بررسی عوامل مؤثر در رویکرد اجرایی برنامه‌ریزی فضایی استان قم	مقاله	توصیفی – تحلیلی، دلفی و تحلیل ماتریس تأثیرات متقاطع (MICMAC)	مهم‌ترین عوامل مؤثر بر اجرای برنامه‌ریزی فضایی استان قم شامل مرکزیت مذهبی – سیاسی، مجاورت با تهران، وجود مناطق کویری، منطقه ویژه اقتصادی سلفچگان و جایگاه استان در کریدور ارتباطی شرق–غرب است؛ شناخت این عوامل به ارائه راهکارهای اجرایی در برنامه‌ریزی فضایی کمک می‌کند.
صادقی و همکاران	2022	تحلیل اثرات اقتصادی – اجتماعی گردشگری مذهبی در توسعه فضایی استان قم	مقاله	توصیفی – تحلیلی	گردشگری مذهبی تأثیر قابل‌توجهی بر توسعه فضایی استان قم داشته و بخش مرکزی استان (شهر قم) بیشترین بهره‌مندی را از این فرایند داشته است که منجر به تمرکز توسعه و ایجاد نابرابری فضایی در سطح استان شده است.
برهانی و اسمعیلی	2021	آمایش دفاعی – امنیتی شهرها با بهره‌گیری از تحلیل فضایی آسیب‌پذیری کالبدی و نظامی(مطالعه موردی: شهر زاهدان)	مقاله	GIS و تصمیم‌گیری چندمعیاره	مناطق مرکزی زاهدان آسیب‌پذیر بوده و نیازمند بازطراحی دفاعی هستند.
حسینی	2019	تحلیلی بر کاربری اراضی استان قم با رویکرد گزینش پهنه‌های مناسب توسعه نظام شهری	پایان نامه کارشناسی ارشد	توصیفی – تحلیلی	نتایج نشان داد تنها ۱۲,۱۵ درصد از اراضی استان قم مناسب توسعه شهری بوده و بیش از ۷۰ درصد

نام محقق	سال	عنوان پژوهش	نوع	روش	نتیجه
					اراضی نامناسب هستند؛ محدودیت‌های طبیعی در غرب، شمال‌غرب و جنوب‌غرب استان تمرکز دارد که بیانگر محدودیت ساختاری توسعه فضایی در استان قم است.
مظاهری و یزدان پناه	2024	آمایش سرزمین با رویکرد دفاعی – امنیتی (مقایسه تطبیقی کشورهای ایران – چین و ارائه مدل راهبردی)	مقاله	تحلیلی – اسنادی	استفاده از ظرفیت‌های بومی و ژئوپلیتیکی موجب افزایش تاب‌آوری امنیتی می‌شود.
میره‌ای	2014	بررسی نظام شهری استان‌های نوظهور ایران با رویکرد آمایش سرزمین (مورد مطالعه: استان قم)	مقاله	توصیفی – تحلیلی؛ اسنادی و تحلیل ۱۲ شاخص شهری (تمرکز، پراکندگی، آنتروپی، تناسب مکانی و...)	نظام شهری استان قم به شدت نخست‌شهری و متمرکز است؛ سایر شهرهای استان توان جمعیتی لازم را نداشته و عدم تعادل فضایی و تمرکز فعالیت‌ها در شهر قم باعث آسیب‌پذیری و محدودیت توسعه در سایر مناطق استان شده است.
شریف زادگان و همکاران	2013	به‌کارگیری رویکرد شبکه هم‌پیوندی در سطح‌بندی فضاهای سکونتگاهی استان قم برای بهبود برنامه‌ریزی و آمایش منطقه‌ای	مقاله	توصیفی – تحلیلی	شهر قم به عنوان مرکز استان، تنها نقطه جمعیتی با توان جذب خدمات برتر است؛ سطح‌بندی سکونتگاه‌ها با رویکرد شبکه هم‌پیوندی کارآمدی بیشتری در تحلیل سلسله‌مراتب فضایی ایجاد کرده و مشکلات روش‌های سنتی کاهش یافته است.

Source: Authors

۳. مبانی نظری

۳-۱. آمایش سرزمین

آمایش سرزمین، روح بهینه‌سازی فضا و توسعه یک منطقه یا کشور است. آمایش سرزمین مفهومی بنیادین در برنامه‌ریزی فضای سرزمینی است که هدف آن بهینه‌سازی سازمان فضایی فعالیت‌های انسانی، حفاظت از منابع و هدایت توسعه پایدار در مقیاس ملی و منطقه‌ای است. این مفهوم در دهه‌های ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ به‌عنوان جریان اصلی برنامه‌ریزی راهبردی شهری و منطقه‌ای در اروپا مطرح، و فرآیندی اجتماعی – فضایی تحت هدایت بخش عمومی شناخته شد (Albrechts, 2004: 510). نخستین تعریف رسمی آمایش سرزمین در منشور برنامه‌ریزی فضایی اروپا (1983) ارائه شد که آن را بیان جغرافیایی سیاست‌های اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و زیست‌محیطی جامعه می‌دانست (Council of Europe, 1983: 5). متعاقب آن، چشم‌انداز توسعه فضایی اروپا (1999) هدف آمایش سرزمین را ارتقای هماهنگی اقتصادی – اجتماعی، توسعه پایدار و تعادل رقابت‌پذیری بین مناطق معرفی کرد (European Commission, 1999: 75). آمایش سرزمین به‌عنوان ابزاری راهبردی، نقش مهمی در بهینه‌سازی الگوی استفاده از زمین و افزایش کارایی فضایی ایفا می‌کند و یکی از ارکان اصلی تحقق توسعه پایدار و مدیریت هوشمند فضا محسوب می‌شود (Persson, 2013: 301). در سطح عملیاتی، آمایش سرزمین با افزایش تاب‌آوری جوامع، نقش مؤثری در آمادگی و واکنش به بحران‌ها دارد؛ به‌گونه‌ای که تجربه کشورهای مختلف نشان داده است ادغام سیاست‌های فضایی در مدیریت بحران موجب افزایش معنادار مقاومت اجتماعی در برابر بلایای طبیعی می‌شود (Zivhave et al., 2025: 10). در مجموع، آمایش سرزمین در امنیت سرزمینی دو کارکرد مکمل دارد؛ کارکرد پیشگیرانه از طریق تعادل فضایی و توزیع عادلانه منابع، و کارکرد واکنشی از طریق افزایش تاب‌آوری و هدایت فضایی بازسازی پسابحران. این دو کارکرد، آمایش سرزمین را به یکی از ارکان امنیت پایدار در سطوح ملی و منطقه‌ای تبدیل می‌کند.

۳-۲. دیدگاه امنیتی – دفاعی به آمایش سرزمین

رعایت ملاحظات دفاعی و امنیتی در طرح‌های آمایش سرزمین یکی از ضروریات توسعه کشورها و مناطق جغرافیایی مهم و حساس است که غفلت از آن خسارت‌های جبران‌ناپذیری در بر خواهد داشت (Yang et al, 2020: 1223). دیدگاه آمایش سرزمین با رویکرد ملاحظات دفاعی – امنیتی به کلیه راهبردها، برنامه‌ها و الزامات آمایشی مثل مکان‌یابی، تمرکززدایی، ایجاد تعادل، اختصاص عملکرد مناسب و انتخاب بهینه مقیاس و...اشاره دارد. همچنین در برابر تهدیدات نظامی و طبیعی به گونه‌ای که با این مجموعه اقدامات بتوان به یک پایداری نسبی در زیرساخت‌ها، شهرها و مردم در برابر تهدیدات ایجاد کرد، گفته می‌شود (Eskandari, 2011: 41). در طرح‌های مختلف آمایشی ایران، بیشتر دیدگاه‌ها بر امر توسعه تأکید داشته و به ملاحظات دفاعی – امنیتی برای دفاع سرزمینی و حفاظت از مراکز جمعیتی، اماکن نظامی و

نقاط راهبردی و حیاتی و نیز آمایش دفاعی مناطق مختلف جغرافیایی خصوصاً نواحی مرزی، توجه کافی نشده است (Mazaheri & Yazdanpanah, 2024: 141). دو دسته از عوامل را می‌توان در بررسی ملاحظات امنیتی – دفاعی سرزمین برشمرد: الف) عوامل ثابت جغرافیایی (نظامی) مانند عوارض زمین، آب‌نگاری، وضعیت جوی و اقلیمی؛ و ب) عوامل متغیر (پارامترهای انسانی) مانند منافع امنیت ملی، تهدیدات، ساختار نیروهای مسلح، عامل وحدت‌بخش روحیه و پیوستگی مردم و قومیت‌ها (Hafeznia et al., 2010: 84). توجه به ضرورت‌های دفاعی در محدوده مرزهای جغرافیایی به‌ویژه در پاسخ به تهدیدات نظامی، مستلزم آن است که ساختار فضایی و زیرساخت‌های حیاتی، حساس و مهم به‌گونه‌ای طراحی و استقرار یابند که از پایداری و تاب‌آوری لازم برخوردار باشند. در چنین رویکردی، هدف این است که در صورت بروز یا تحقق تهدیدات دشمن، سطوح مختلف فضایی شامل کشور، استان، شهر، بخش و محله بتوانند با حداقل اختلال به حیات خود ادامه دهند و نظام مدیریتی قادر به کنترل و هدایت شرایط باشد. بر این اساس، دیدگاه آمایش دفاعی – امنیتی تلاش می‌کند تا با پیش‌بینی سناریوهای تهدید، تعیین الگوهای مناسب استقرار فعالیت‌ها و توزیع متعادل جمعیت و زیرساخت‌ها، شرایطی فراهم آورد تا ضمن حفظ پایداری زیرساخت‌های اساسی، تأمین نیازهای ضروری مردم نیز تداوم یابد. در نتیجه، آمایش امنیتی – دفاعی در بستر سرزمین به ابزاری راهبردی برای افزایش تاب‌آوری ملی، کاهش آسیب‌پذیری فضایی و ارتقای توان اداره و پاسخگویی در شرایط بحران تبدیل می‌شود (Eskandari, 2011: 41).

۳-۳. مخاطرات انسان‌ساخت علیه زیرساخت‌های حیاتی

مخاطرات انسان‌ساخت به تهدیدهایی اطلاق می‌شود که منشأ انسانی دارند و با هدف اخلال، تخریب یا نابودی عملکرد عادی زیرساخت‌های حیاتی صورت می‌گیرند. این تهدها شامل تروریسم، خرابکاری، جرایم سازمان‌یافته، جاسوسی، شورش‌های اجتماعی و استفاده بالقوه از فناوری‌ها و مواد خطرناک هستند. پیشرفت فناوری‌های اطلاعاتی، ارتباطی و تسلیحاتی موجب افزایش چشمگیر توانمندی بازیگران مخرب شده است. از این رو، ارزیابی متوازن احتمال وقوع و پیامدهای این تهدیدات برای مدیریت ریسک زیرساخت‌های حیاتی ضروری است (Paul, 2011: 180).

جدول ۲: انواع تهدیدات انسان‌ساخت

نوع تهدید انسان‌ساخت	شرح تهدید	برد اثرگذاری	زیرساخت‌های هدف	پیامدهای اصلی
تهدید داخلی	سوءاستفاده کارکنان، پیمانکاران یا تأمین‌کنندگان دارای دسترسی مشروع به سامانه‌ها و اطلاعات	محلی – ملی	انرژی، هسته‌ای، مخابرات، حمل و نقل، داده	اخلال عملکرد، افشای اطلاعات، خرابکاری فیزیکی و سایبری

نوع تهدید انسان‌ساخت	شرح تهدید	برد اثرگذاری	زیرساخت‌های هدف	پیامدهای اصلی
تهدیدات شیمیایی [1]	استفاده عمدی از مواد شیمیایی صنعتی یا نظامی	محلی – منطقه‌ای	حمل و نقل، مراکز جمعیتی، زیرساخت آب	تلفات انسانی، وحشت اجتماعی، آلودگی محیطی
تهدیدات زیستی [2]	انتشار عوامل بیماری‌زا از طریق هوا، آب یا غذا	ملی – فراملی	سلامت، غذا، حمل و نقل، خدمات عمومی	بحران سلامت، اختلال زیرساختی، ناپایداری اجتماعی
تهدیدات رادیولوژیکی و هسته‌ای [3]	استفاده از بمب‌های کثیف یا حمله به تأسیسات حساس	محلی – ملی – فراملی	انرژی، مراکز شهری، محیط زیست	اثرات روانی شدید، آلودگی پایدار، مهاجرت اجباری
مواد منفجره	استفاده از IED ها، بمب‌های دستی یا حملات انفجاری	محلی	حمل و نقل، مراکز عمومی، زیرساخت‌های صنعتی	تخریب فیزیکی، تلفات انسانی، اختلال خدمات
تهدید پهپادها	شناسایی، جاسوسی، حمل مواد منفجره یا حملات هدفمند	محلی – منطقه‌ای	تأسیسات نظامی، انرژی، مراکز حساس	نقض امنیت، تخریب نقطه‌ای، دشواری کشف
تسلیحات ضربتی دقیق	حملات موشکی کوتاه‌برد و دوربرد به زیرساخت‌های غیرنظامی	منطقه‌ای – فراملی	انرژی، مخابرات، حمل و نقل	تخریب گسترده، اختلال زنجیره‌ای
پالس الکترومغناطیسی [4]	حملات EMP یا پدیده‌های مشابه طبیعی	ملی – فراملی	برق، ارتباطات، سامانه‌های الکترونیکی	فروپاشی شبکه‌ها، اثرات زنجیره‌ای
حوادث و تهدیدات فنی	نقص فنی، فرسودگی، خطای انسانی	محلی – ملی	هسته‌ای، انرژی، صنعت	فجایع گسترده، آلودگی، خسارت بلندمدت

Source: Evans et al, 2022: 4

1. CBRNE-C
2. CBRNE-B
3. CBRNE-R/N
4. EMP

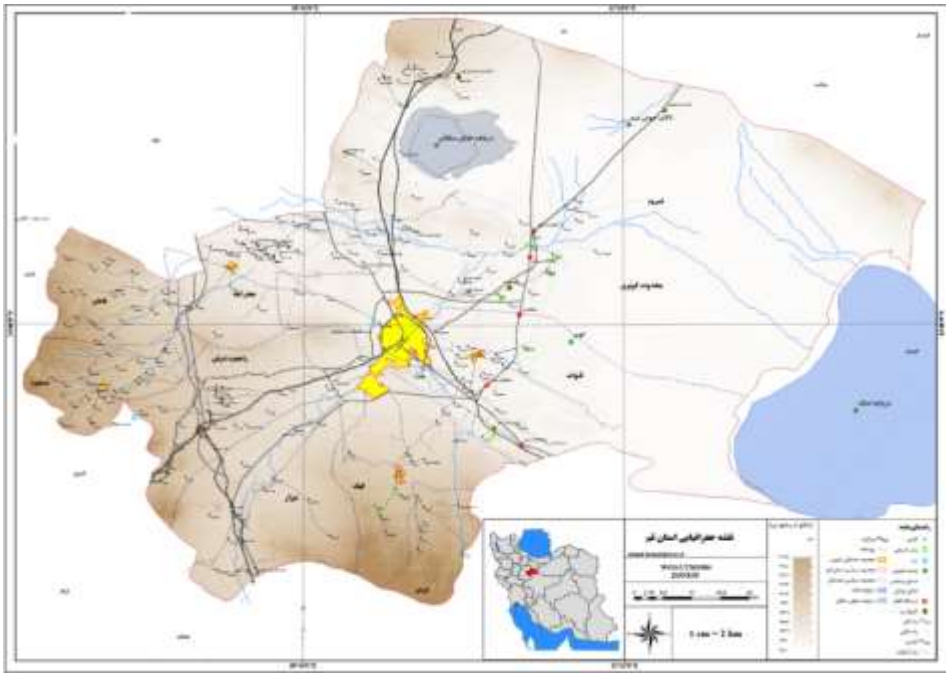
در ارتباط با زیرساخت های حیاتی[1] نیز اگرچه تعریف استاندارد جهانی واحدی برای آن وجود ندارد، اما به طور کلی به سامانه‌ها و دارایی‌های فیزیکی و سایبری اطلاق می‌شود که ناتوانی یا نابودی آن‌ها می‌تواند تأثیری تضعیف‌کننده بر امنیت فیزیکی یا اقتصادی و سلامت و ایمنی عمومی جامعه داشته باشد (DHS/CISA, November 2019: 4).

۳-۴. موقعیت جغرافیایی استان قم

استان قم از نظر موقعیت جغرافیایی در گستره‌ای میان ۳۴ درجه و ۹ دقیقه و ۲۸ ثانیه تا ۳۵ درجه و ۱۳ دقیقه و ۱۵ ثانیه عرض شمالی و ۵۰ درجه و ۴ دقیقه و ۴۰ ثانیه تا ۵۱ درجه و ۵۸ دقیقه و ۱۰ ثانیه طول شرقی قرار گرفته است. وسعت این استان ۱۱،۲۳۸ کیلومتر مربع است و حدود ۰،۷ درصد از کل مساحت ایران را تشکیل می‌دهد. قم پس از استان البرز دومین استان کوچک کشور محسوب می‌شود و در رتبه سی‌ام از نظر وسعت در میان ۳۱ استان ایران قرار دارد. استان قم تا پیش از سال ۱۳۷۵ یکی از شهرستان‌های تابعه استان تهران محسوب می‌شد، اما در این سال به‌عنوان یک واحد سیاسی ـ اداری مستقل مورد شناسایی قرار گرفت. این استان از شمال با استان تهران (شهرستان‌های ورامین و ری)، از غرب با استان مرکزی (شهرستان‌های ساوه، تفرش، آشتیان، محلات و دلیجان)، از جنوب با استان اصفهان (شهرستان کاشان) و از شرق با استان سمنان (شهرستان گرمسار) همجوار است (Zavvreh Consulting Engineers, 2011: 45). استان قم در مسیر محورهای ارتباطی اصلی شمال – جنوب و شرق – غرب واقع شده است و به‌عنوان حلقه اتصال پایتخت با استان‌های جنوبی، جنوب‌غربی و مرکزی ایران عمل می‌کند. در بعد طبیعی، سیمای توپوگرافیک استان ترکیبی از نواحی دشتی، کوهپایه‌ای و کوهستانی است و ارتفاعات جنوب غربی و جنوب با شیب نسبتاً زیاد و در مقابل، نواحی شمالی و شرقی، متشکل از دشت‌های باز و کویر مسیله قرار گرفته است. اقلیم خشک، بارندگی اندک و تبخیر بالا سبب کاهش ظرفیت زیستی و افزایش شکنندگی زیست محیطی استان شده است. محدودیت منابع آب سطحی و زیرزمینی و وابستگی به انتقال آب بین‌حوضه‌ای، مخاطراتی چون فرونشست زمین، افت سفره‌های آب و تهدید امنیت آبی را به همراه داشته است. از نظر لرزه‌خیزی، موقعیت استان در مجاورت گسل‌های فعال مانند قمرود، نصرت، کهک و کوشک، احتمال وقوع زمین‌لرزه‌های متوسط تا شدید را تقویت می‌کند. در بعد جمعیتی و نظام سکونتگاهی، رشد سریع جمعیت، مهاجرت‌های گسترده داخلی و خارجی، و تمرکز سکونت در یک منطقه (شهر قم)، ساختار جمعیتی متراکم و ناهمگون فرهنگی را پدید آورده است. در عین حال، بافت مذهبی، حضور حوزه علمیه، حرم حضرت معصومه (س)، مسجد مقدس جمکران و نهادهای فرهنگی – دینی، قم را به کانون هویت دینی کشور بدل کرده است. وجود زیرساخت‌هایی همچون تاسیسات هسته‌ای فردو بر میزان اهمیت این استان افزوده است (Shargh-e Ayandeh Consulting Engineers, 2014: 84).

[1] Critical Infrastructure

نقشه ۱: نقشه موقعیت جغرافیایی استان قم



Source: Authors

۴. روش پژوهش

پژوهش از نوع کاربردی و از نظر ماهیت، توصیفی – تحلیلی است که با استفاده از منابع کتابخانه‌ای، اسنادی و داده‌های مکانی انجام شده است. ماهیت فضایی مسئله پژوهش ایجاب می‌کند تا از رویکرد تحلیل فضایی و روش‌های کمی مبتنی بر سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) استفاده شود. در این راستا، ابتدا شاخص‌های مؤثر بر آسیب‌پذیری فضایی با توجه به ادبیات نظری، پژوهش‌های پیشین و ویژگی‌های بومی محدوده مورد مطالعه از منابع معتبر داخلی و خارجی شناسایی شدند. سپس لایه‌های اطلاعاتی[1] متناظر با این شاخص‌ها تهیه شد. داده‌های مکانی پس از یکسان‌سازی سیستم مختصات، بازطبقه‌بندی و استانداردسازی، در محیط نرم‌افزار ArcGIS Pro مورد پردازش قرار گرفتند. به‌منظور تعیین اهمیت نسبی شاخص‌ها و کاهش سوگیری در فرآیند تصمیم‌گیری، از روش تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) استفاده شد. در این راستا، ابتدا ساختار سلسله‌مراتبی پژوهش در قالب سطوح هدف، معیارها و زیرمعیارها طراحی، و سپس مقایسه‌های زوجی شاخص‌ها بر اساس قضاوت خبرگان انجام شد. جامعه خبرگان شامل ۲۰ نفر از متخصصان حوزه‌های جغرافیا، برنامه‌ریزی فضایی و مسائل مرتبط با استان قم بود که دارای شناخت علمی یا تجربه اجرایی در زمینه ویژگی‌های کالبدی، محیطی و زیرساختی استان بودند. انتخاب این افراد با استفاده از روش نمونه‌گیری هدفمند و به‌کارگیری تکنیک

1. Shapefile

گلوله‌برفی[1] انجام شد. ابتدا از خبرگان اولیه خواسته شد تا سایر متخصصان واجد صلاحیت در موضوع پژوهش را معرفی کنند. برای محاسبه وزن نهایی شاخص‌ها، نرم‌افزار Expert Choice مورد استفاده قرار گرفت. همچنین نرخ ناسازگاری[2] ماتریس‌های مقایسه زوجی در تمامی موارد کمتر از حد آستانه قابل قبول (۰,۱) بود که بیانگر انسجام منطقی قضاوت‌ها و اعتبار نتایج حاصل از وزن‌دهی است. پس از وزن‌دهی شاخص‌ها، فرآیند هم‌پوشانی وزنی لایه‌ها انجام، و نقشه‌های پهنه‌بندی آسیب‌پذیری در سطوح مختلف استخراج شد. در مرحله پایانی، با استفاده از تحلیل خودهمبستگی فضایی[3] شاخص موران (Moran's I) به بررسی وضعیت الگوی فضایی زیرساخت های حساس در استان قم پرداخته شد. شاخص موران نشان می‌دهد که آیا خوشه‌بندی در مجموعه داده وجود دارد یا نه؟ و محاسبه آن به شرح ذیل است:

$$I = \frac{n\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} w_{ij}\left(x_i - \bar{x}\right)\left(x_j - \bar{x}\right)}{\left(\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} w_{ij}\right)\sum_{i=1}^{n}\left(x_i - \bar{x}\right)^2}$$

در این فرمول، n تعداد نواحی، xi مقدار متغیر در ناحیه i، xj مقدار متغیر در ناحیه j، $\bar{x}$ میانگین متغیر در کلیه نواحی و w_{ij} وزن بکار رفته برای مقایسه دو ناحیه i و j است. دامنه تغییرات ارزش شاخص Moran's I از ۱+ (خودهمبستگی مکانی مثبت کامل) تا ۱− (خودهمبستگی مکانی منفی کامل) است (Mansoorian et al., 2018: 65).

جدول ۳: شاخص‌های پژوهش

شاخص	نحوه عملیاتی‌سازی	معیار / واحد اندازه‌گیری	منطق آسیب‌پذیری
مراکز و تأسیسات نظامی	ایجاد حریم‌های فاصله‌ای پیرامون مراکز نظامی	فاصله (کیلومتر)	فاصله کمتر = آسیب‌پذیری بالاتر
نیروگاه‌ها	تحلیل فاصله از نیروگاه‌ها و پهنه نفوذ خطر	فاصله (کیلومتر)	مجاورت بالا = آسیب‌پذیری زیاد
خطوط انتقال انرژی	ایجاد بافر خطی در اطراف خطوط انتقال	فاصله (کیلومتر)	تمرکز زیرساخت = ریسک بالا
سدها	تحلیل فاصله و پهنه سیلاب احتمالی	فاصله (کیلومتر)	شکست سد = آسیب‌پذیری شدید
زیرساخت‌های مخابراتی	تحلیل فاصله از مراکز و دکل‌های مخابراتی	فاصله (کیلومتر)	وابستگی عملکردی بالا = حساس

1. Snowball Sampling
2. Consistency Ratio
3. Spatial Autocoloration

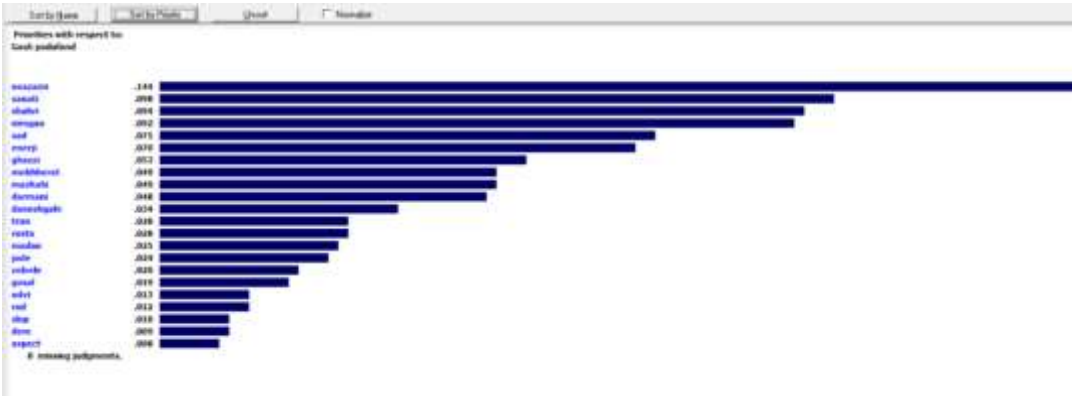
شاخص	نحوه عملیاتی‌سازی	معیار / واحد اندازه‌گیری	منطق آسیب‌پذیری
زیرساخت‌های درمانی	فاصله از مراکز درمانی حیاتی	فاصله (کیلومتر)	تمرکز جمعیت + خدمات حیاتی
راه‌آهن	ایجاد حریم عملکردی خطوط ریلی	فاصله (کیلومتر)	گلوگاه حمل‌ونقل = ریسک بالا
جاده‌های اصلی	تحلیل تراکم و فاصله از شبکه جاده‌ای	فاصله / تراکم	تمرکز شبکه = آسیب‌پذیر
شهرک‌های صنعتی	فاصله از شهرک‌ها و صنایع بزرگ	فاصله (کیلومتر)	خطر ثانویه صنعتی
صنایع غذایی	تحلیل فاصله از مراکز تولید غذایی	فاصله (کیلومتر)	امنیت غذایی = حساسیت بالا
معادن مهم	فاصله از معادن فعال	فاصله (کیلومتر)	خطرات زیست‌محیطی و صنعتی
محدوده‌های شهری	تراکم جمعیت و تمرکز کالبدی	نفر/هکتار	تراکم بالا = آسیب‌پذیری زیاد
نقاط روستایی	فاصله از مراکز روستایی	فاصله (کیلومتر)	دسترسی محدود = آسیب‌پذیری
نقاط مذهبی	فاصله از مراکز مذهبی	فاصله (کیلومتر)	تجمع انسانی بالا
نقاط دانشگاهی	فاصله از مراکز دانشگاهی	فاصله (کیلومتر)	جمعیت پویا و متمرکز
گسل‌ها	فاصله از گسل‌های فعال	فاصله (کیلومتر)	نزدیکی به گسل = ریسک بالا
کانون‌های زلزله‌خیز	تحلیل شدت لرزه‌ای	فاصله (کیلومتر)	شدت بالا = آسیب‌پذیری زیاد
رودخانه‌ها	فاصله از رودخانه‌ها و حریم سیلاب	فاصله (متر)	سیلاب = تهدید مستقیم
ارتفاع	طبقه‌بندی ارتفاعی	متر	ارتفاع پایین/بالا = ریسک
شیب	طبقه‌بندی درصد شیب	درصد (٪)	شیب زیاد = ناپایداری
جهت شیب	طبقه‌بندی جهت‌های پرخطر	درجه	مواجهه با مخاطرات
پوشش گیاهی	تحلیل NDVI و تراکم پوشش	شاخص NDVI	پوشش کم = شکنندگی

Source: Seyedin et al., 2017; Nikbakht et al., 2022; Hosseini & Sedighi, 2014; Mashhadi & Amini Varki, 2015; Parizi Mimandi & Kazeminia, 2015

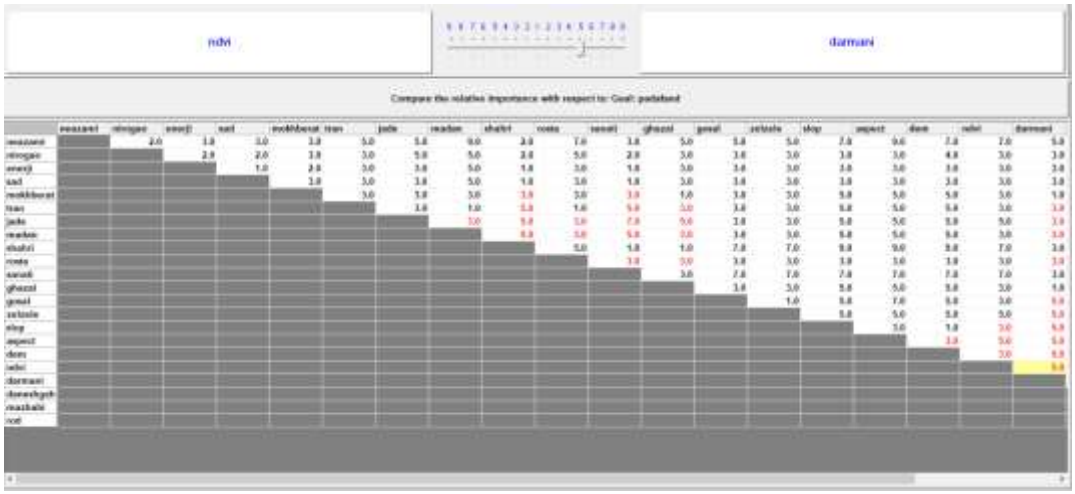
در موضوع وزن‌دهی به لایه‌ها، نمودار ۱ و جدول ۴، خروجی نرم‌افزار Expert Choice است و نتایج نهایی فرآیند وزن‌دهی شاخص‌های مؤثر در آسیب‌پذیری استان قم بر اساس روش تحلیل سلسله‌مراتبی و با اتکا به قضاوت‌های

خبرگان را نشان می‌دهد. وزن‌های به‌دست‌آمده بیانگر ادراک جمعی خبرگان از میزان حساسیت و نقش هر شاخص در شکل‌گیری الگوی نهایی آسیب‌پذیری است.

نمودار ۱: وزن شاخص‌ها بر اساس نظرات متخصصان



جدول ۴: وزن شاخص‌ها بر اساس نظرات متخصصان

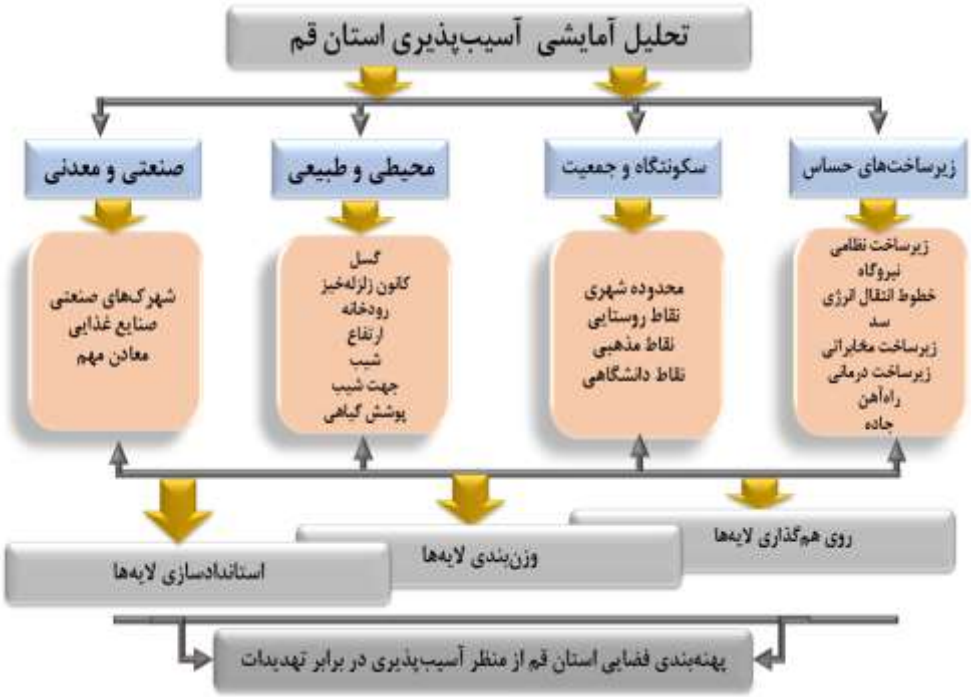


تمرکز این تأسیسات در محدوده‌های خاص و هم‌پوشانی آن‌ها با سایر زیرساخت‌های حیاتی، اهمیت آن‌ها را در تحلیل آسیب‌پذیری دوچندان می‌کند. پس از آن، شاخص‌هایی نظیر صنایع، محدوده‌های شهری، نیروگاه‌ها و شبکه‌های انرژی، وزن‌های بالایی را کسب کرده‌اند که نشان‌دهنده نقش محوری فعالیت‌های اقتصادی، جمعیتی و زیرساختی در افزایش سطح ریسک و آسیب‌پذیری فضایی استان قم است. در مقابل، شاخص‌های محیطی مانند شیب، جهت شیب، ارتفاع و شاخص پوشش گیاهی (NDVI)، وزن‌های کمتری دریافت کرده‌اند که این موضوع بازتاب‌دهنده غلبه عوامل انسان‌ساخت در تعیین آسیب‌پذیری نهایی است. به بیان دیگر، از دیدگاه خبرگان، هر چند

عوامل طبیعی زمینه بروز مخاطرات را فراهم می‌کنند، اما شدت و گستره پیامدها بیش از همه، متأثر از مکان‌یابی و تمرکز زیرساخت‌های حساس و سکونتگاه‌های انسانی قرار دارد. همچنین وزن نسبتاً پایین‌تر شاخص‌هایی مانند رودخانه و گسل نسبت به زیرساخت‌های حیاتی، بیانگر آن است که خبرگان نقش این عوامل را بیشتر به‌عنوان محرک یا تشدیدکننده مخاطره در نظر گرفته‌اند، تا عامل اصلی آسیب‌پذیری. در مجموع، نتایج وزن‌دهی به‌دست‌آمده نشان می‌دهد که الگوی آسیب‌پذیری استان قم ماهیتی عمدتاً انسان‌محور و زیرساخت‌محور دارد و تصمیم‌گیری‌های فضایی گذشته در تمرکز کاربری‌های حساس، نقش تعیین‌کننده‌ای در افزایش ریسک ایفا کرده‌اند.

با توجه به مبانی نظری پژوهش در حوزه آمایش دفاعی – امنیتی و ادبیات مرتبط با تحلیل آسیب‌پذیری سرزمینی، ارزیابی میزان آسیب‌پذیری فضایی مستلزم در نظر گرفتن مجموعه‌ای از عوامل طبیعی، انسانی و زیرساختی است. لذا، در این پژوهش، چارچوب مفهومی بر پایه چهار بُعد اصلی شامل عوامل محیطی – طبیعی، سکونتگاه و جمعیت، زیرساخت‌های حساس و فعالیت‌های صنعتی – معدنی طراحی شده است. هر یک از این ابعاد از طریق مجموعه‌ای از شاخص‌های مکانی قابل اندازه‌گیری است و در قالب لایه‌های اطلاعاتی در محیط ArcGIS Pro استانداردسازی، وزن‌دهی و تلفیق شده‌اند. در نهایت، بر اساس هم‌پوشانی و تحلیل چندمعیاره این لایه‌ها، پهنه‌بندی فضایی استان قم از نظر میزان آسیب‌پذیری در برابر تهدیدات انجام گرفته است.

مدل ۱: مدل مفهومی پژوهش



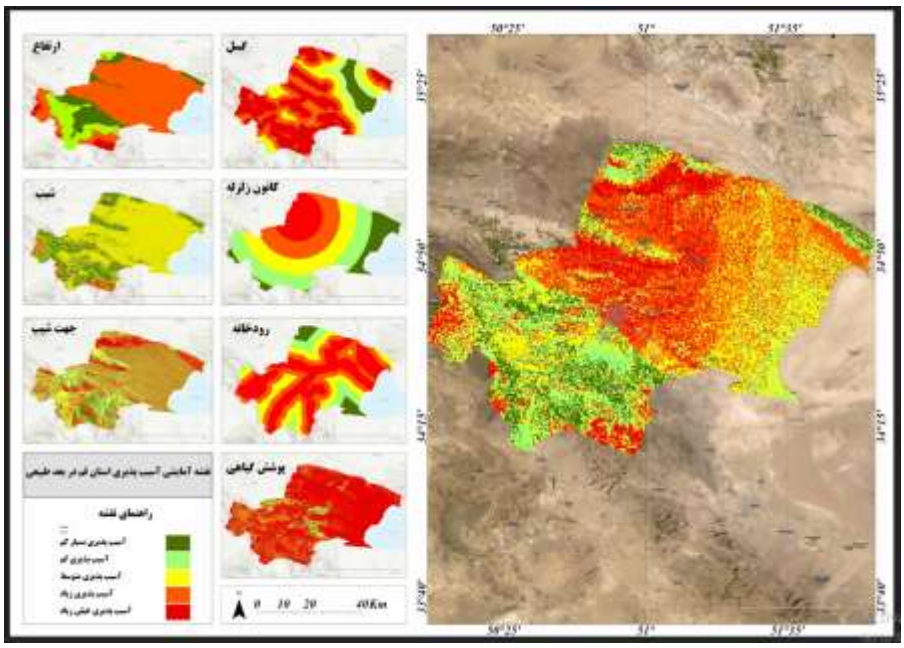
Source: Authors

۵. یافته‌های پژوهش و تجزیه و تحلیل

۵-۱. پهنه‌بندی آسیب‌پذیری استان قم

نقشه پهنه‌بندی آسیب‌پذیری طبیعی استان قم –که با تلفیق لایه‌های گسل و کانون زلزله، ارتفاع، شیب، جهت شیب، شبکه رودخانه‌ای و شاخص پوشش گیاهی (NDVI) تهیه شده است–، نشان می‌دهد که الگوی مخاطرات طبیعی استان به‌طور مستقیم تابع ژئومورفولوژی، گسل‌های لرزه‌خیز و پراکنش منابع آب و پوشش گیاهی است و توزیع یکنواختی ندارد. پهنه‌های با آسیب‌پذیری زیاد و خیلی زیاد عمدتاً به‌صورت نوارهای خطی در امتداد گسل‌های فعال، به‌ویژه در بخش‌های مرکزی، جنوبی و شمال‌غربی استان شکل گرفته‌اند که تهدید زمین‌لرزه‌ای را به مهمترین مخاطره طبیعی استان تبدیل می‌کند. همجواری شهر قم با این پهنه‌های گسلی، آسیب‌پذیری ذاتی آن را حتی مستقل از تهدیدات انسان‌ساخت، به سطح بسیار بالا رسانده است. هم‌پوشانی برخی گسل‌های فعال با مسیر رودخانه‌های اصلی نظیر قمرود، ریسک چندلایه‌ای شامل روانگرایی، تشدید سیلاب و تغییرات ناگهانی بستر رودخانه را ایجاد کرده و سکونتگاه‌ها و زیرساخت‌های مستقر در این پهنه‌ها را در معرض خطرات تشدیدشونده قرار می‌دهد. در مقابل، دشت‌های مرکزی و شرقی استان که به‌ظاهر در پهنه‌های با آسیب‌پذیری متوسط تا کم قرار دارند، به‌دلیل عبور رودخانه قمرود، پوشش گیاهی ضعیف و شرایط اقلیمی خشک، با مخاطرات پنهان نظیر سیلاب‌های ناگهانی، فرسایش بادی و گرد و غبار مواجه هستند. جهت شیب و ویژگی‌های توپوگرافیک این نواحی نیز می‌تواند شدت و مسیر رواناب و فرسایش را در مقیاس محلی تقویت کند. در مجموع، الگوی آسیب‌پذیری طبیعی استان قم ماهیتی دوگانه دارد: بخش‌های کوهستانی غربی با تهدیدات زمین‌ساختی و بخش‌های دشتی شرقی با مخاطرات آبی – اقلیمی گسترده. با این حال، تهدید اصلی و تعیین‌کننده برای شهر قم و مراکز حیاتی استان، زمین‌لرزه‌های محتمل ناشی از گسل‌های فعال پیرامونی است؛ امری که ضرورت اولویت‌بخشی به تاب‌آورسازی لرزه‌ای، بازنگری در الگوی استقرار زیرساخت‌ها و لحاظ جدی ملاحظات پدافند غیرعامل در برنامه‌ریزی فضایی استان را برجسته می‌کند.

نقشه ۲: پهنه‌بندی آسیب‌پذیری قم براساس شاخص‌های طبیعی



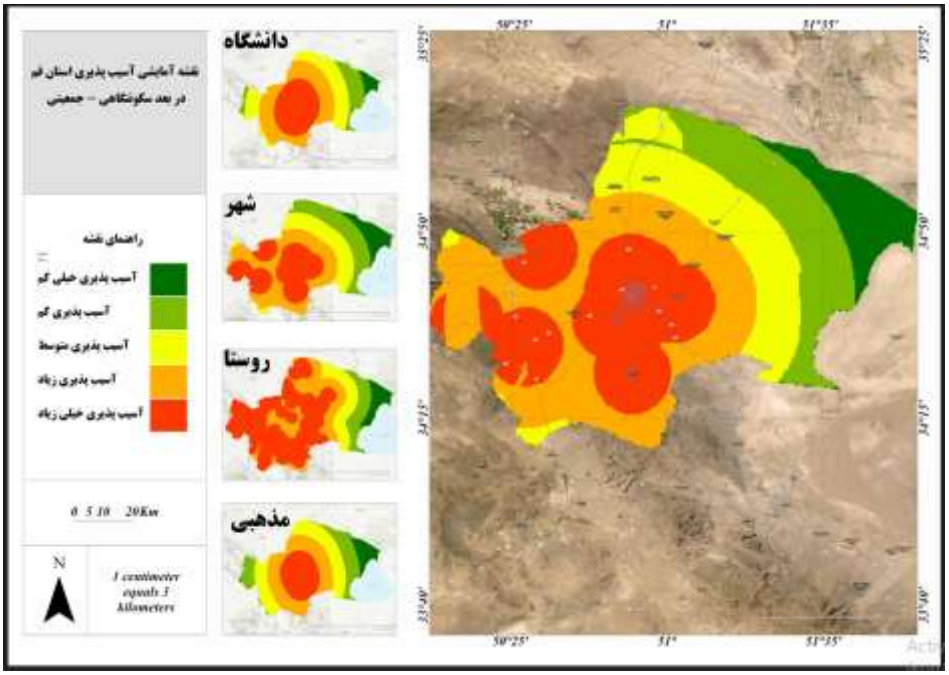
Source: Authors

نقشه آسیب‌پذیری استان قم در ابعاد سکونتگاهی و جمعیتی با تمرکز بر شاخص‌های محدوده شهری، نقاط روستایی، اماکن مذهبی و مراکز دانشگاهی، نشان می‌دهد که ساختار فضایی استان تک‌هسته‌ای و متمرکز است و بیشترین سطح آسیب‌پذیری در محدوده شهر قم و پیرامون بلافصل آن شکل گرفته است. تمرکز هم‌زمان جمعیت، مراکز اداری و دولتی، دانشگاه‌های اصلی، حوزه‌های علمیه و کانون‌های مذهبی[1] در یک پهنه فشرده، موجب قرارگیری این محدوده در رده آسیب‌پذیری زیاد و خیلی زیاد شده، و آن را به حساس‌ترین کانون فضایی استان تبدیل کرده است. این تمرکز چندلایه، یک ابرریسک فضایی ایجاد کرده است که در آن هر گونه اختلال طبیعی یا انسان‌ساخت می‌تواند به سرعت به بحران زنجیره‌ای در مقیاس استانی و حتی فرامنطقه‌ای منجر شود. در مقابل، پهنه‌های پیرامونی استان که عمدتاً شامل سکونتگاه‌های روستایی پراکنده و عرصه‌های طبیعی و بیابانی هستند، در ظاهر از سطح آسیب‌پذیری پایین‌تری برخوردارند؛ اما از نظر عملکردی، به هسته مرکزی وابسته هستند. وابستگی این نواحی به شهر قم در تأمین خدمات حیاتی، زیرساخت‌های انرژی و آب، خدمات درمانی و مراکز تصمیم‌گیری، موجب شده است تا این مناطق فاقد کارکرد پشتیبان مستقل باشند و در صورت اختلال در هسته مرکزی، به‌سرعت به کانون‌های ثانویه بحران تبدیل شوند. فقدان شهرها و مراکز جمعیتی میانی با توان خدماتی و مدیریتی، این وابستگی را تشدید کرده و

۱. حرم حضرت معصومه (س) در مرکز شهر قم

مانع شکل‌گیری یک نظام سکونتگاهی سلسله‌مراتبی و تاب‌آور در سطح استان شده است. در مجموع، نتایج این تحلیل بر ضرورت گذار از الگوی تک‌هسته‌ای به ساختار چندکانونی، تقویت نقش مراکز پیرامونی و بازتوزیع کارکردهای حساس به‌منظور کاهش آسیب‌پذیری و ارتقای تاب‌آوری فضایی استان قم تأکید دارد.

نقشه ۳: پهنه‌بندی آسیب‌پذیری قم بر اساس جمعیتی – سکونتگاهی

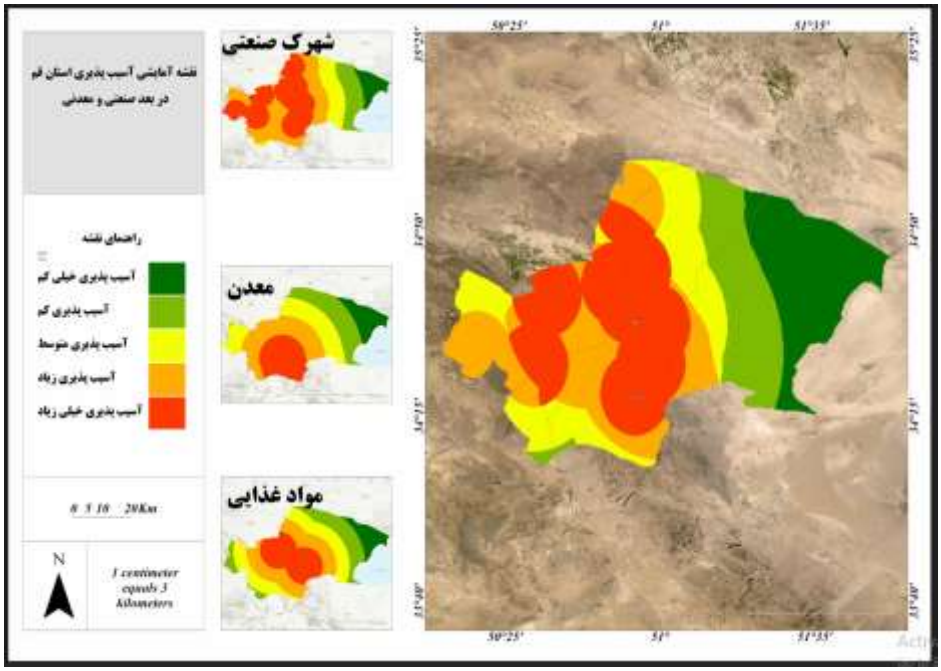


Source: Authors

نقشه تحلیل فضایی آسیب‌پذیری استان قم در شاخص مراکز صنعتی و معدنی، بر پایه تلفیق سه لایه اصلی شامل شهرک‌های صنعتی، معادن مهم و مجتمع‌های تولید مواد غذایی تهیه شده است. این شاخص‌ها به‌عنوان عناصر حیاتی و زیرساخت‌های راهبردی، نقش تعیین‌کننده‌ای در پایداری اقتصادی، امنیت غذایی و تاب‌آوری منطقه‌ای استان قم دارند و از منظر آمایش دفاعی – امنیتی، میزان تمرکز و هم‌پوشانی آن‌ها می‌تواند سطح آسیب‌پذیری فضایی استان را به‌طور معناداری افزایش دهد. تحلیل فضایی آسیب‌پذیری استان قم در شاخص مراکز صنعتی، معدنی و غذایی نشان می‌دهد که الگوی استقرار این زیرساخت‌های راهبردی، متمرکز و مبتنی بر هم‌پوشانی عملکردی است؛ به‌گونه‌ای که بیشترین سطوح آسیب‌پذیری در پهنه‌های مرکزی و جنوب‌غربی استان شکل گرفته است. نواحی با آسیب‌پذیری زیاد و خیلی زیاد عمدتاً منطبق بر پهنه‌هایی هستند که شهرک‌های صنعتی بزرگ، مراکز تولید مواد غذایی و معادن کلیدی به‌صورت هم‌زمان در آن‌ها مستقر شده‌اند. این تمرکز فضایی، اگرچه از منظر کارایی اقتصادی و دسترسی زیرساختی

مزیت محسوب می‌شود، اما از دیدگاه آمایش دفاعی – امنیتی، ریسک تمرکز تهدید و شکنندگی ساختار فضایی استان را افزایش می‌دهد. شهرک صنعتی شکوهیه به‌عنوان قطب اصلی صنعتی استان، همراه با شهرک‌های صنعتی محمودآباد و سلفچگان، در پهنه‌هایی با آسیب‌پذیری متوسط تا زیاد قرار گرفته‌اند. سلفچگان به دلیل موقعیت گره‌گاهی در شبکه ترانزیتی کشور و نقش لجستیکی فرامنطقه‌ای، از حساسیت بالای دفاعی – امنیتی برخوردار است. در حوزه امنیت غذایی نیز تمرکز دامشهر قم و شهرک لبن در پهنه‌های آسیب‌پذیر، وابستگی تولید به زیرساخت‌های انرژی، آب و حمل و نقل را برجسته کرده است و احتمال بروز اختلالات زنجیره‌ای را افزایش می‌دهد. در بخش معدن، معدن منگنز و نارچ به‌عنوان یک منبع راهبردی ملی، در پهنه‌ای با آسیب‌پذیری متوسط تا زیاد قرار دارد که هر گونه اختلال در آن می‌تواند پیامدهای اقتصادی و صنعتی فرامنطقه‌ای به همراه داشته باشد. در مقابل، نواحی شرقی و شمال‌شرقی استان قم به دلیل تراکم کمتر زیرساخت‌های حیاتی، از سطح آسیب‌پذیری پایین‌تری برخوردارند و می‌توانند در چارچوب راهبردهای آمایش دفاعی به‌عنوان پهنه‌های پشتیبان، کاهش ریسک و بازتوزیع تدریجی فعالیت‌های حساس مورد توجه قرار گیرند. در مجموع، نتایج این تحلیل نشان می‌دهد که بدون اصلاح الگوی تمرکز فضایی و تقویت اصول پدافند غیرعامل، ساختار کنونی استقرار مراکز صنعتی، معدنی و غذایی می‌تواند سطح آسیب‌پذیری امنیتی استان قم را در برابر تهدیدات آینده تشدید کند.

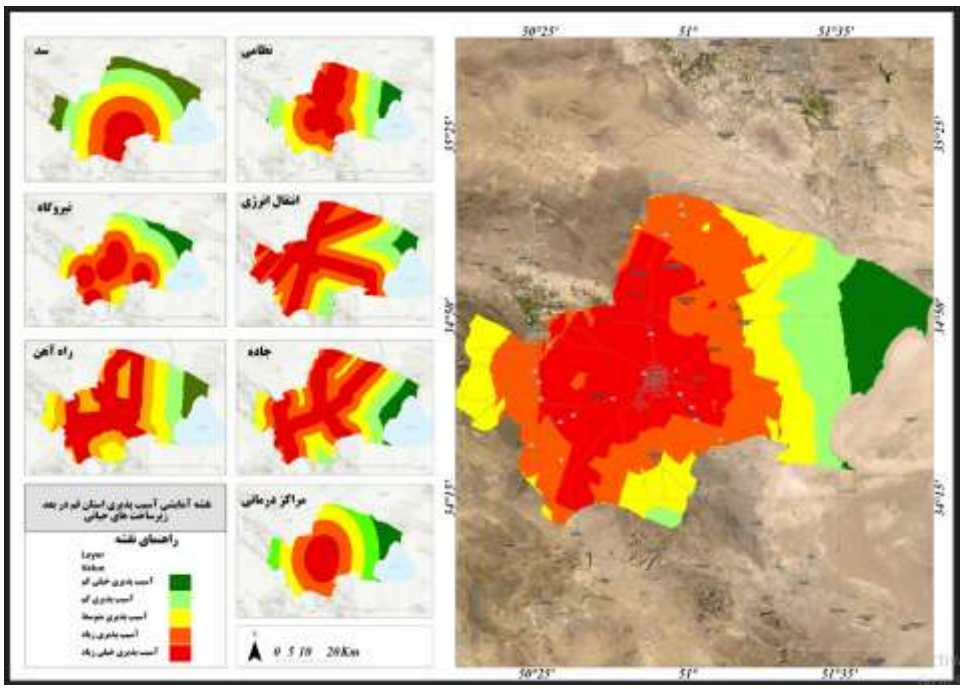
نقشه ۴: پهنه‌بندی آسیب‌پذیری قم بر اساس بعد صنعتی و معدنی



Source: Authors

با استناد به نقشه پهنه‌بندی آسیب‌پذیری زیرساخت‌های حساس استان قم و لایه‌های اطلاعاتی تشکیل‌دهنده آن شامل توزیع فضایی تأسیسات نظامی، سدها، نیروگاه‌ها، خطوط انتقال انرژی، مراکز درمانی، راه‌آهن، جاده‌های اصلی و دکل‌های مخابراتی، تحلیل فضایی حاضر نشان‌دهنده یک الگوی پیچیده و چندلایه از آسیب‌پذیری است که ماهیت قم را به عنوان یک گره امنیتی – حیاتی ملی تعریف می‌کند. این تحلیل‌ها بیانگر آن است که ساختار فضایی این زیرساخت‌ها مبتنی بر تمرکز عملکردی بالا، هم‌پوشانی مکانی تأسیسات حیاتی و وابستگی شبکه‌ای است. براساس نقشه‌های تحلیلی، بیشترین سطوح آسیب‌پذیری بسیار زیاد در پهنه مرکزی استان و به‌ویژه در محدوده شهری قم و محورهای ارتباطی پیرامونی آن شکل گرفته است؛ جایی که مراکز نظامی، نیروگاه‌ها، خطوط انتقال انرژی، مراکز درمانی و شبکه‌های حمل و نقل ریلی و جاده‌ای به‌صورت فشرده مستقر شده‌اند. این تمرکز اگرچه از نظر کارایی عملکردی و سهولت مدیریت قابل توجیه است، اما از دیدگاه آمایش دفاعی و امنیت سرزمینی، شکنندگی ساختاری استان را افزایش داده است. تحلیل شبکه انرژی استان نشان می‌دهد که نیروگاه‌ها و خطوط انتقال انرژی عمدتاً در امتداد کریدورهای مرکزی و شعاعی از شهر قم گسترش یافته‌اند و نوارهای ممتدی از آسیب‌پذیری بالا را ایجاد کرده‌اند. هم‌مکانی این خطوط با شبکه‌های حمل و نقل و سایر زیرساخت‌های حساس، به‌ویژه در محور سلفچگان — قم – تهران، این کریدور را به یکی از شریان‌های مهم با ارزش تخریب بسیار بالا تبدیل کرده است. در کنار این کریدورهای ممتد، نقاط کانونی مجزایی با آسیب‌پذیری بسیار بالا نیز شناسایی شده‌اند که منطبق بر تأسیسات نظامی، نیروگاه‌ها و پست‌های اصلی تبدیل هستند. این نقاط، با وجود فاصله نسبی از هسته جمعیتی، به دلیل کارکرد ملی و حساسیت ذاتی، شبکه‌ای از آسیب‌پذیری ثانویه شامل مسیرهای دسترسی، خطوط انرژی و سامانه‌های مخابراتی وابسته را پیرامون خود ایجاد کرده‌اند. در مقابل این کانون‌های متراکم، نواحی شرقی و شمال‌شرقی استان قم که در نقشه با سطوح پایین‌تر آسیب‌پذیری مشخص شده‌اند، به دلیل فاصله از تمرکز زیرساخت‌های حیاتی و تراکم کمتر عملکردهای حساس، از ظرفیت بالقوه بالاتری برای ایفای نقش پشتیبان فضایی برخوردار هستند. این نواحی می‌توانند در چارچوب راهبردهای آمایش دفاعی و پدافند غیرعامل، به‌عنوان پهنه‌های کاهش ریسک، بازتوزیع تدریجی زیرساخت‌های حساس و افزایش عمق دفاعی و تاب‌آوری سرزمینی استان مورد توجه قرار گیرند. به‌طور کلی، نتایج این تحلیل نشان می‌دهد که بدون مداخله هدفمند در سیاست‌های آمایش سرزمین و کاهش تمرکز فضایی زیرساخت‌های حیاتی، ساختار کنونی استان قم در برابر تهدیدات ترکیبی آینده با آسیب‌پذیری امنیتی مواجه خواهد بود.

نقشه ۵: پهنه‌بندی آسیب‌پذیری قم بر اساس زیرساخت‌های حساس



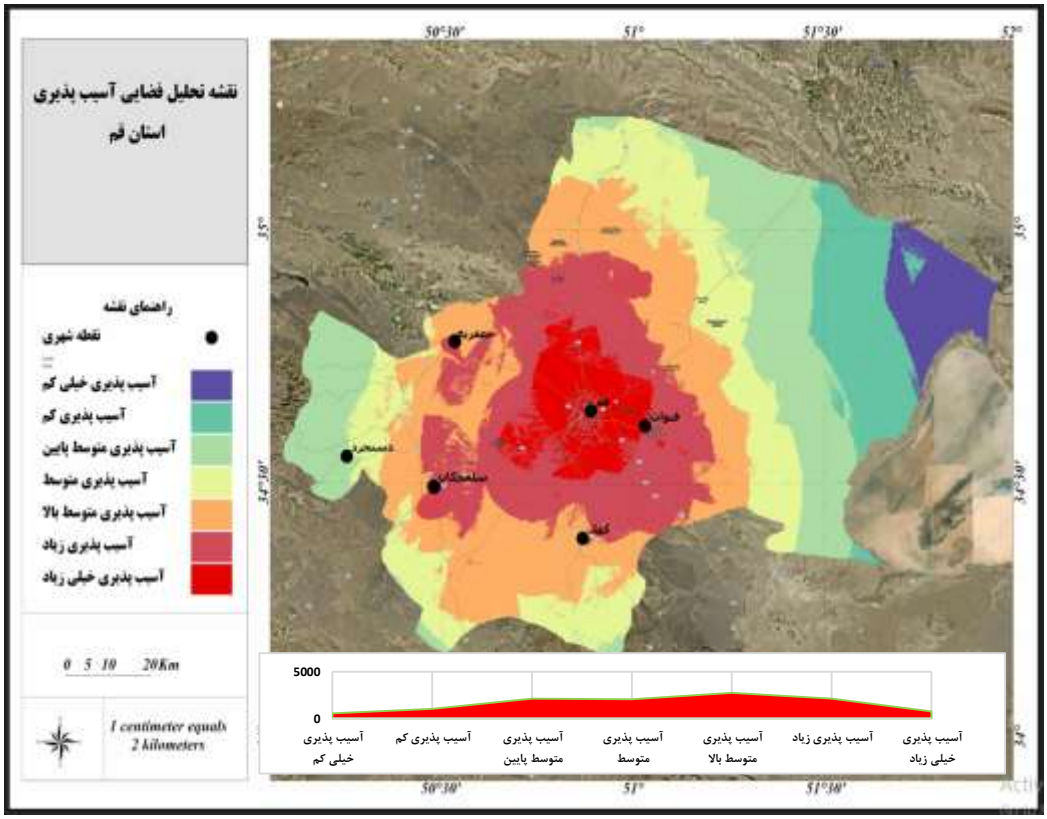
Source: Authors

۵-۲. تحلیل فضایی آسیب‌پذیری استان قم

تحلیل فضایی نقشه نهایی آسیب‌پذیری استان قم که بر پایه تلفیق ۲۲ لایه طبیعی، سکونتگاهی و صنعتی و معدنی و زیرساخت حساس انجام شده است، بیانگر شکل‌گیری الگویی مرکزگرا از آسیب‌پذیری در سطح استان است. نتایج آماری نشان می‌دهد که از مجموع حدود ۱۱,۲۰۰ کیلومتر مربع مساحت استان، تنها ۱۳,۴ درصد در طبقات آسیب‌پذیری کم و خیلی کم قرار دارد، در حالی‌که بیش از ۸۶,۵ درصد از قلمرو استان در سطوح متوسط پایین تا خیلی زیاد طبقه‌بندی شده است؛ امری که نشان‌دهنده گسترش فضایی شرایط شکننده در بخش عمده‌ای از استان است. از نظر توزیع فضایی شدت آسیب‌پذیری، طبقات متوسط بالا، زیاد و خیلی زیاد در مجموع حدود ۴۹,۱ درصد (معادل حدود ۵۵۳۰ کیلومتر مربع) از مساحت استان را شامل می‌شوند. این پهنه‌ها به‌صورت پیوسته و خوشه‌ای در مرکز استان و پیرامون آن گسترش یافته‌اند که بیانگر تمرکز فضایی ریسک و هم‌مکانی زیرساخت‌های حیاتی، جمعیت و فعالیت‌های کلیدی در این محدوده است. در این میان، طبقه آسیب‌پذیری متوسط بالا با سهم ۲۴,۴ درصد (۲۷۳۶ کیلومتر مربع) گسترده‌ترین پهنه را تشکیل می‌دهد و نقش ناحیه انتقالی میان هسته بسیار پرریسک مرکزی و نواحی پیرامونی را ایفا می‌کند. پهنه آسیب‌پذیری خیلی زیاد اگرچه تنها ۶,۶ درصد (حدود ۷۱۶ کیلومتر مربع) از مساحت

استان را در بر می‌گیرد، اما از نظر فضایی به‌طور مستقیم بر محدوده شهر قم و حریم بلافصل آن منطبق است. این عدم تناسب میان سهم مساحتی و شدت آسیب‌پذیری، نشان‌دهنده تمرکز حداکثری ریسک در حداقل فضا است؛ به‌گونه‌ای که بخش کوچکی از استان، بیشترین ظرفیت بروز پیامدهای زنجیره‌ای در مقیاس استانی و ملی را در خود جای داده است. این وضعیت حاصل هم‌پوشانی فشرده زیرساخت‌های انرژی، نظامی، حمل و نقل، درمانی، آموزشی و مذهبی با کانون غالب جمعیت و خدمات استان است. در سطوح میانی، طبقات آسیب‌پذیری متوسط پایین (۱۸,۸ درصد) و متوسط (۱۸,۲ درصد) در مجموع حدود ۳۷ درصد (بیش از ۴۱۵۰ کیلومتر مربع) از مساحت استان را پوشش می‌دهند. این پهنه‌ها عمدتاً به‌صورت کمربندی پیرامون هسته مرکزی گسترش یافته‌اند و بیانگر انتقال فضایی فشار عملکردی و وابستگی ساختاری نواحی پیرامونی به شهر قم هستند. وجود شهرک‌های صنعتی، معادن مهم، صنایع غذایی و محورهای ارتباطی اصلی در این نواحی، همراه با شرایط طبیعی خاص نظیر شیب و ارتفاع، موجب تثبیت سطحی از آسیب‌پذیری میانی در این پهنه‌ها شده است. در مقابل، نواحی شرقی و شمال‌شرقی استان که در طبقات آسیب‌پذیری کم و خیلی کم قرار دارند و تنها حدود ۱۵۱۲ کیلومتر مربع از مساحت استان را شامل می‌شوند، از نظر فضایی ساختاری پراکنده، گسسته و کم‌اتصال به شبکه‌های زیرساختی حیاتی دارند. این ویژگی، در کنار تراکم جمعیتی پایین‌تر و شرایط توپوگرافیک متفاوت، سبب کاهش سطح ریسک در این نواحی شده و آن‌ها را به‌عنوان پهنه‌های بالقوه تعادل‌بخش و پشتیبان فضایی استان مطرح می‌کند. از منظر تحلیل فضایی – کارکردی، الگوی مشاهده‌شده نشان می‌دهد که آسیب‌پذیری استان قم بیش از آنکه تابع صرف عوامل طبیعی باشد، نتیجه مستقیم سازمان فضایی نامتوازن فعالیت‌ها و تمرکز شدید زیرساخت‌ها است. تمرکز حدود نیمی از مساحت استان در سطوح آسیب‌پذیری بالا و بسیار بالا، در کنار محدود بودن پهنه‌های کم‌خطر، بیانگر کاهش تاب‌آوری فضایی و افزایش حساسیت سیستم سرزمینی استان در برابر بحران‌های ترکیبی است. در مجموع، تحلیل فضایی و آماری نقشه آسیب‌پذیری استان قم تأکید می‌کند که راهبردهای برنامه‌ریزی منطقه‌ای باید به‌طور مشخص بر کاهش شدت تمرکز در هسته مرکزی، ایجاد پیوستگی عملکردی کنترل‌شده در پهنه‌های میانی و تقویت نقش پهنه‌های کم‌خطر شرقی و شمال‌شرقی به‌عنوان فضاهای پشتیبان و افزایش‌دهنده تاب‌آوری سرزمینی متمرکز شوند. این رویکرد می‌تواند در چارچوب آمایش دفاعی – امنیتی، به کاهش ریسک فضایی و ارتقای پایداری ساختار فضایی استان قم منجر شود.

نقشه ۶: نقشه نهایی پهنه‌بندی آسیب‌پذیری استان قم



Source: Authors

جدول ۵: اطلاعات به دست آمده از تحلیل فضایی آسیب‌پذیری استان قم

ردیف	مقدار آسیب‌پذیری	مساحت (کیلومتر مربع)	درصد
۱	آسیب‌پذیری خیلی کم	۵۱۵	۴/۵
۲	آسیب‌پذیری کم	۹۹۷	۸/۹
۳	آسیب‌پذیری متوسط پایین	۲۱۱۲	۱۸/۸
۴	آسیب‌پذیری متوسط	۲۰۴۵	۱۸/۲
۵	آسیب‌پذیری متوسط بالا	۲۷۳۶	۲۴/۴
۶	آسیب‌پذیری زیاد	۲۰۷۸	۱۸/۵
۷	آسیب‌پذیری خیلی زیاد	۷۱۶	۶/۶
۸	**مجموع**	**۱۱۲۰۰**	**۱۰۰**

Source: Authors Calculations

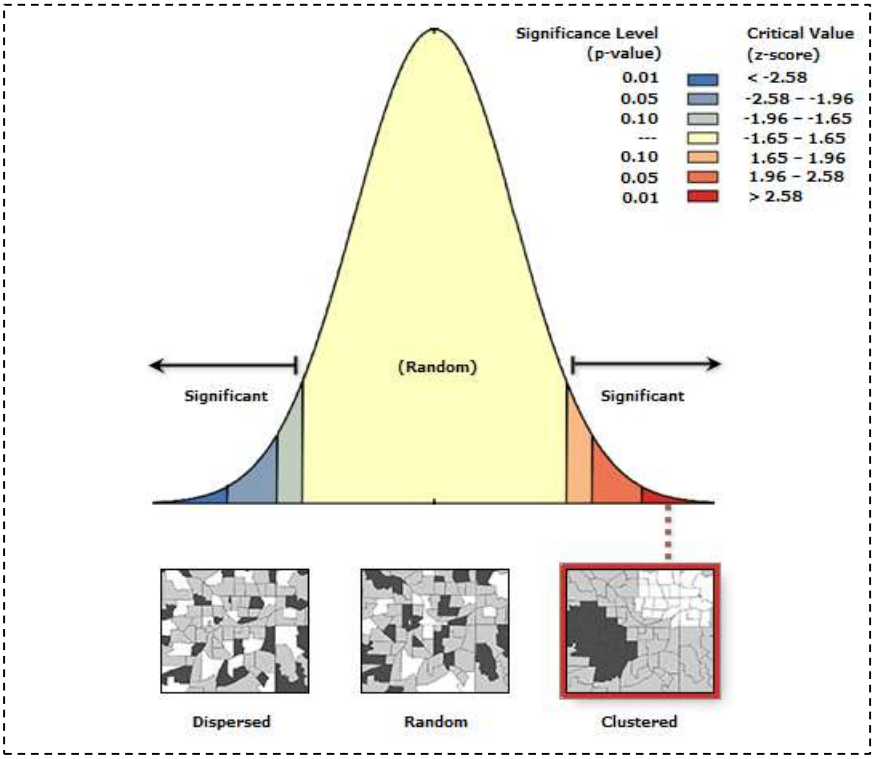
۵-۳. الگوی فضایی زیرساخت‌های حیاتی استان قم

نتایج حاصل از شاخص خودهمبستگی مکانی موران جهانی برای زیرساخت‌های حیاتی استان قم نشان می‌دهد که الگوی توزیع فضایی این زیرساخت‌ها به‌طور معناداری از حالت تصادفی فاصله گرفته و دارای ساختار خوشه‌ای با خودهمبستگی فضایی مثبت است. مقدار شاخص موران جهانی برابر با ۲۷۹۵۳۳۰/ و به‌طور قابل توجهی بزرگتر از مقدار مورد انتظار در حالت تصادفی (۰,۰۰۹۷۰۹-)، است و بیانگر تمایل عناصر فضایی به تجمع و همجواری مکانی است. مقدار Z-score نیز برابر با ۴,۱۰۱۵۵۷ است که به‌مراتب بالاتر از آستانه‌های بحرانی ۱,۹۶ و ۲,۵۸ است و همراه با p-value بسیار پایین (۰,۰۰۰۰۴۱)، وجود الگوی خوشه‌ای را در سطح اطمینان بسیار بالا تأیید می‌کند. این نتایج نشان می‌دهد که مکان‌یابی زیرساخت‌های حیاتی در استان قم نه‌تنها تصادفی نیست، بلکه تابع منطق‌های فضایی، عملکردی و ساختاری است که به تمرکز مکانی انجامیده‌اند. در این تحلیل، به‌کارگیری روش مفهوم‌سازی فضایی و فاصله اقلیدسی[1] با آستانه تأثیر حدود ۳۱ کیلومتر نشان می‌دهد که اثر همسایگی نزدیک، نقش تعیین‌کننده‌ای در شکل‌گیری الگوی خوشه‌ای داشته است؛ به‌طوری‌که زیرساخت‌های واقع در فاصله‌های نزدیکتر، وزن فضایی بیشتری در محاسبات داشته و به‌صورت متقابل بر یکدیگر تأثیر گذاشته‌اند. این ویژگی بازتاب‌دهنده وابستگی عملکردی میان زیرساخت‌های حیاتی، از جمله نیروگاه‌ها، شبکه‌های انتقال انرژی، مراکز مخابراتی، درمانی و سامانه‌های حمل و نقل است که عمدتاً در محدوده مرکزی استان و به‌ویژه پیرامون شهر قم متمرکز شده‌اند. خودهمبستگی فضایی مثبت مشاهده‌شده نشان می‌دهد که حضور یک زیرساخت حساس، احتمال استقرار زیرساخت‌های وابسته یا مکمل را در همسایگی افزایش داده و به شکل‌گیری خوشه‌های عملکردی منسجم انجامیده است. از منظر برنامه‌ریزی منطقه‌ای، چنین الگویی معمولاً حاصل تمرکز تاریخی سرمایه‌گذاری‌ها، منطق اقتصادی – فضایی توسعه، دسترسی به شبکه‌های ارتباطی و نقش هسته‌ای شهر قم در ساختار فضایی استان است. با این حال، تحلیل هم‌زمان نتایج موران جهانی و نقشه پهنه‌بندی آسیب‌پذیری نشان می‌دهد که این تمرکز فضایی، فراتر از یک ویژگی عملکردی، به یکی از عوامل اصلی افزایش آسیب‌پذیری ساختاری استان تبدیل شده است. هم‌پوشانی خوشه‌های زیرساختی با پهنه‌های آسیب‌پذیری زیاد و بسیار زیاد بیانگر آن است که بروز یک مخاطره طبیعی یا انسان‌ساخت در این خوشه‌ها می‌تواند پیامدهایی فراتر از مقیاس محلی ایجاد کند. در چنین شرایطی، نواحی پیرامونی نیز به‌دلیل وابستگی عملکردی به هسته مرکزی، قادر به ایفای نقش پشتیبان مؤثر نخواهند بود.

---

[1]. Inverse Distance Squared

شکل ۱: الگوی فضایی زیرساخت‌های حساس در استان قم



Source: Authors

جدول ۴: اطلاعات به دست آمده از موران جهانی

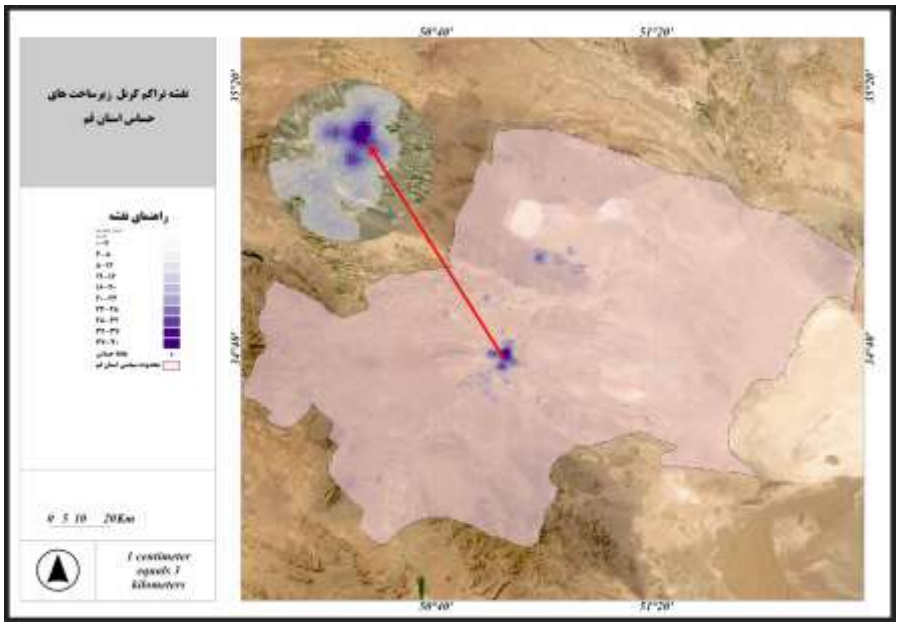
شاخص	مقدار	تفسیر
Moran's Index (I)	۰,۲۷۹۵۳۳	وجود خودهمبستگی مکانی مثبت (الگوی خوشه‌ای)
Expected Index	−۰,۰۰۹۷۰۹	مقدار مورد انتظار در حالت تصادفی
Variance	۰,۰۰۴۹۷۳	پراکندگی آماری شاخص
Z-score	۴,۱۰۱۵۵۷	انحراف بسیار معنادار از حالت تصادفی
p-value	۰,۰۰۰۰۴۱	معناداری آماری بسیار بالا (۰,۰۱ > α)

Source: Authors Calculations

نقشه تراکم کرنل زیرساخت‌های حیاتی استان قم نیز نشان می‌دهد که توزیع این زیرساخت‌ها از الگوی فضایی یکنواختی تبعیت نکرده و به‌طور معناداری در محدوده شهری قم و پیرامون آن متمرکز شده است. بیشترین شدت تراکم در هسته شهری قم مشاهده می‌شود که بیانگر هم‌پوشانی و تجمع زیرساخت‌های حیاتی نظیر مراکز درمانی، شبکه‌های

حمل و نقل، زیرساخت‌های انرژی، مخابرات و مراکز خدماتی در این محدوده است. در مقابل، بخش‌های وسیعی از پهنه‌های پیرامونی و خارج از محدوده شهری از تراکم بسیار پایین زیرساخت‌های حیاتی برخوردار هستند. این تمرکز فضایی، اگرچه از نظر کارایی عملکردی و دسترسی شهری قابل توجیه است، اما از دیدگاه آمایش دفاعی – امنیتی موجب افزایش آسیب‌پذیری متمرکز، تشدید ریسک تهدیدات انسان‌ساخت و طبیعی و افزایش احتمال بروز اختلالات زنجیره‌ای در صورت وقوع بحران می‌شود. نتایج این نقشه بر ضرورت بازتوزیع متعادل‌تر زیرساخت‌های حیاتی، تقویت پهنه‌های پشتیبان فضایی و کاهش تمرکز در محدوده شهری قم به‌منظور ارتقای تاب‌آوری سرزمینی تأکید دارد.

نقشه ۷: تراکم کرنل زیرساخت‌های حساس استان قم



Source: Authors

۶. نتیجه‌گیری و پیشنهاد

در جهان معاصر، امنیت سرزمینی به مفهومی پیچیده و چندبعدی تبدیل شده است که فراتر از رویکردهای سنتی دفاعی، ابعاد فضایی، اقتصادی، اجتماعی و محیط زیستی را شامل می‌شود. تحولات ژئوپلیتیکی منطقه‌ای، افزایش تهدیدات ترکیبی (طبیعی و انسان‌ساخت)، و شکنندگی سیستم‌های شهری در برابر بحران‌های زنجیره‌ای، ضرورت بازاندیشی در الگوهای برنامه‌ریزی فضایی را با تأکید بر تاب‌آوری و امنیت سرزمینی بیش از پیش آشکار ساخته است. در این میان، آمایش سرزمین به‌عنوان رویکردی راهبردی و یکپارچه‌نگر، ظرفیت بی‌بدیلی برای تلفیق ملاحظات دفاعی – امنیتی در فرآیند توسعه فضایی دارد. تحلیل فضایی آسیب‌پذیری به‌منزله ابزاری علمی و عملیاتی، امکان

شناسایی کانون‌های پرخطر، کشف الگوهای فضایی تهدید، و پشتیبانی از تصمیم‌گیری‌های مبتنی بر شواهد را فراهم می‌آورد. این پژوهش با درک این ضرورت، به تحلیل فضایی آسیب‌پذیری استان قم با رویکرد آمایش دفاعی – امنیتی پرداخته است است. استان قم به‌عنوان یکی از استان‌های راهبردی کشور، از جایگاهی ممتاز در منظومه امنیت ملی ایران برخوردار است. این استان، علاوه بر کارکرد بی‌بدیل مذهبی – فرهنگی ناشی از وجود حرم حضرت معصومه (س)، مسجد مقدس جمکران و حوزه علمیه قم، از موقعیت ژئوپلیتیکی مهمی بهره می‌برد که شامل مجاورت با پایتخت، قرارگیری در گره‌گاه ارتباطی شمال – جنوب و شرق – غرب کشور، و برخورداری از زیرساخت‌های مهم ملی از جمله تأسیسات هسته‌ای فردو، خطوط انتقال انرژی، و کریدورهای ترانزیتی است. با این حال، الگوی توسعه فضایی استان قم با چالش‌های ساختاری مواجه است؛ تمرکز بیش از ۹۵ درصد جمعیت در شهر قم و حریم پیرامونی آن، توزیع نامتوازن زیرساخت‌های حیاتی، هم‌پوشانی خطرات طبیعی (گسل‌های فعال، کمبود آب و فرونشست زمین)، تهدیدات انسان‌ساخت، و وابستگی عملکردی مطلق نواحی پیرامونی به هسته مرکزی از جمله این چالش‌ها هستند. این شرایط، استان قم را به‌عنوان یک سیستم فضایی با آسیب‌پذیری بالا و تاب‌آوری پایین معرفی می‌کند که هر گونه اختلال در آن می‌تواند پیامدهایی در مقیاس ملی به‌همراه داشته باشد. یافته‌های پژوهش که براساس تلفیق ۲۲ لایه اطلاعاتی طبیعی، انسان‌ساخت و زیرساختی و با بهره‌گیری از روش‌های کمی – فضایی حاصل شده است، تصویری هشداردهنده از الگوی آسیب‌پذیری فضایی استان قم ارائه می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که الگوی آسیب‌پذیری در استان قم ماهیتی متمرکز، خوشه‌ای و چندلایه دارد، به‌طوری که بیش از ۸۶٫۵ درصد از مساحت ۱۱/۲۰۰ کیلومتر مربعی استان در سطوح آسیب‌پذیری متوسط تا خیلی زیاد قرار گرفته است. در مرکز این الگو، شهر قم و حریم بلافصل آن (با مساحت ۷۱۶ کیلومتر مربع معادل ۶٫۶ درصد استان) به کانون اصلی آسیب‌پذیری تبدیل شده که هم‌زمان میزبان بالاترین تراکم جمعیتی، کلیه مراکز اداری و تصمیم‌گیری، عمده زیرساخت‌های حیاتی (انرژی، درمانی، مخابراتی و حمل و نقل)، و هسته‌های فرهنگی – مذهبی است. این تمرکز حداکثری، یک "تهدید جامع فضایی" ایجاد کرده است که در آن هر گونه مخاطره اعم از زمین‌لرزه ناشی از گسل‌های فعال پیرامونی، حملات نظامی، یا اختلالات زیرساختی می‌تواند به سرعت به بحرانی زنجیره‌ای با پیامدهای استانی و فرامنطقه‌ای تبدیل شود. تحلیل خودهمبستگی فضایی با مقدار موران ۰,۲۷۹۵۳۳ و سطح معنی‌داری ۰,۰۰۰۰۴۱ تأیید می‌کند که زیرساخت‌های حیاتی استان از الگوی توزیع تصادفی پیروی نکرده و به‌صورت خوشه‌ای با خودهمبستگی فضایی مثبت در محدوده مرکزی تجمع یافته‌اند. این خوشه‌بندی اگرچه ممکن است توجیه‌پذیری اقتصادی و عملکردی داشته باشد، اما از نظر امنیت سرزمینی، شکنندگی سیستم را افزایش داده است. نقشه‌های تولید شده به خصوص نقشه تراکم کرنل نیز این تمرکز را در هسته شهری قم نشان می‌دهد؛ در حالی که پهنه‌های وسیع شرقی و شمال‌شرقی استان –با وجود طبقه‌بندی کم‌خطر– به دلیل گسستگی از شبکه‌های حیاتی و وابستگی عملکردی به هسته مرکزی، فاقد قابلیت

پشتیبانی مؤثر در شرایط بحران هستند. به طور کلی، یافته‌های این پژوهش در راستا و همسو با دستاوردهای مطالعات پیشین در حوزه آمایش دفاعی – امنیتی قرار دارد، اما از چند جهت آن را توسعه و تعمیق بخشیده است. مانند پژوهش گل‌وردی و همکاران (2013) که بر ضرورت تلفیق ملاحظات دفاعی در آمایش سرزمین تأکید داشتند، این مطالعه نیز بر لزوم ادغام نظام‌مند شاخص‌های امنیتی در برنامه‌ریزی فضایی صحه می‌گذارد. مانند تحقیق رومینا و حسینی (2019) در مورد صنایع استان قم که بی‌توجهی به پدافند غیرعامل را عاملی برای افزایش آسیب‌پذیری دانسته بودند، یافته‌های حاضر نیز نشان می‌دهد که تمرکز صنایع و زیرساخت‌های حیاتی در پهنه‌های مشخص، ریسک‌پذیری استان را تشدید کرده است. از سوی دیگر، این پژوهش با بهره‌گیری از روش‌های کمّی – فضایی گامی فراتر از مطالعات اسنادی – توصیفی پیشین مانند تحقیق مظاهری و یزدان‌پناه (2024) برداشته و الگوی فضایی عینی آسیب‌پذیری را با شاخص‌های عددی و نقشه‌های پهنه‌بندی دقیق مستندسازی کرده است. در همین ارتباط، در حالی که پژوهش‌هایی مانند قهرمان و علی‌پور (2022) بر تحلیل SWOT در مقیاس استان مازندران متمرکز بودند، این تحقیق با تلفیق هم‌زمان تهدیدات طبیعی، انسان‌ساخت و زیرساختی در قالب یک چارچوب عملیاتی فضامحور، رویکردی جامع‌تر ارائه داده است. هم‌خوانی یافته‌های حاضر با تحقیق برهانی و اسمعیلی (2021) در مورد زاهدان که بر آسیب‌پذیری مناطق مرکزی شهرها تأکید داشت، نشان می‌دهد الگوی تمرکز آسیب‌پذیری در هسته‌های مرکزی، مسئله‌ای مشترک در شهرهای ایران است. با این حال، نوآوری این پژوهش در تمرکز بر استان قم به‌عنوان یک گره امنیتی – ملی و تحلیل هم‌زمان ابعاد مذهبی، ژئوپلیتیکی و زیرساختی آن است.

با توجه به نتایج پژوهش، پیشنهادهای ذیل قابل طرح است:

۱. بازتوزیع فضایی عملکردهای حساس شامل ایجاد قطب‌های عملکردی نیمه‌مستقل در سلفچگان، کهک و جعفریه؛ انتقال تدریجی مراکز غیرحساس استانی به شهرک‌های پیرامونی؛ و ایجاد مراکز ذخیره‌سازی راهبردی مواد غذایی، دارو و سوخت در پهنه‌های کم‌خطر.

۲. تدوین چارچوب آمایش دفاعی–امنیتی یکپارچه شامل تهیه نقشه‌های مخاطرات ترکیبی (تهدیدات طبیعی، انسان‌ساخت، سایبری و...)؛ تعیین حریم‌های دفاعی پلکانی حول تأسیسات حیاتی (نیروگاه‌ها، مراکز نظامی و...)؛ و استقرار سامانه پایش فضایی یکپارچه مبتنی بر GIS و سنجش از دور برای رصد تمام وقت تهدیدات.

۳. ارتقای تاب‌آوری زیرساخت‌های حیاتی شامل مقاوم‌سازی لرزه‌ای پل‌ها، تقاطع‌های غیرهمسطح و ایستگاه‌های حیاتی در حریم گسل‌ها؛ ایجاد قابلیت کارکرد جزیره‌ای برای نیروگاه‌ها و مراکز درمانی اصلی؛ و استقرار سیستم‌های تولید پراکنده انرژی (خورشیدی) در مراکز حیاتی.

۴. تدوین برنامه مدیریت بحران فضامحور شامل تعیین پهنه‌های تخلیه اضطراری در نواحی شرقی و

شمال‌شرقی؛ ایجاد مراکز فرماندهی بحران منطقه‌ای در نقاط مختلف استان؛ و تهیه سناریوهای واکنش فضایی برای انواع مخاطرات (زلزله، سیل و حملات نظامی).

تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از پژوهش انجام شده با عنوان "ملاحظات دفاعی- امنیتی آمایش سرزمین در استان قم" در دانشگاه عالی دفاع ملی است و نویسندگان از حمایت‌های این دانشگاه کمال تشکر و قدردانی را دارند.

سهم نویسندگان

نوسنده اول (۵۰ درصد) و نویسنده دوم (۵۰ درصد)

تاییدیه اخلاقی، تعارض منافع

موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

منابع مالی/ حمایت‌ها

موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

References

- Albrechts, L. (2004). Strategic (spatial) planning reexamined. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 31(5), 743–758. https://doi.org/10.1068/b3065
- Al-Hamami, A. H., Tawfik, Z. S., & Ali, A. H. (2023). Spatial information systems for the security and military aspects. *Journal Port Science Research*, 6 (Special Issue), 55–61. https://doi.org/10.36371/port.2023.special.9
- Barhani, K., & Esmaili, S. (2021). Defense-security spatial planning of cities using spatial analysis of physical and military vulnerability (Case study: Zahedan City). *National Security Quarterly*, 11(39), 405–430. **[In Persian]**
- Council of Europe. (1983). *European regional/spatial planning charter (Torremolinos Charter)*. Council of Europe. Retrieved from: https://www.apps.org.rs/wp-content/uploads/publikacije/(A4,-A5)-European-regional-spatial-planning-Charter-1983.pdf
- United States – Department of Homeland Security Cyber and Infrastructure Security Agency (DHS/CISA) (November 2019). *A guide to critical infrastructure security and resilience*. Report. Retrieved from: https://www.cisa.gov/sites/default/files/publications/Guide-Critical-Infrastructure-Security-Resilience-110819-508v2.pdf
- Eskandari, H. (Ed.). (2011). *Non-operational defense topics (5) - Spatial planning from the perspective of passive defense*. Tehran: Boostan Hamid. **[In Persian]**

- European Commission. (1999). *The EU compendium of spatial planning systems and policies*. Directorate-General for Regional and Urban Policy.
- Evans Carol V., Anderson Chris, Baker Malcom, Bearse Ronald, Biçakci Salih, Bieber Steve, Cho Sungbaek, Dwyer Adrian, French Geoffrey, Harell David, Lazari Alessandro, Mey Raymond, Sabonis-Helf Theresa, and Verner Duane (2022), *Enabling NATO's Collective Defense: Critical Infrastructure Security and Resiliency (NATO COE-DAT Handbook 1)*, Carlisle, PA: US Army War College Press. Retrieved from: https://press.armywarcollege.edu/monographs/955
- Farinós-Dasí, J., Pinazo-Dallenbach, P., Peiró Sánchez-Manjavacas, E., et al. (2025). Disaster risk management, climate change adaptation and the role of spatial and urban planning: Evidence from European case studies. *Natural Hazards*, 121, 23479–23512. https://doi.org/10.1007/s11069-024-06448-w
- Ghahreman, V., & Alipour, A. (2022). Strategic defense and security planning of spatial planning using SWOT and QSPM analysis (Case study: Mazandaran Province). *Quarterly of Defense Readiness and Technology*, 4(3), 57–84. **[In Persian]**
- Golvardi, H., Lotfi, H., & Ahmadi, S. A. (2013). *The role of spatial planning in formulating Iran's defense-security model* [Master's thesis, Islamic Azad University, Garmsar Branch]. **[In Persian]**
- Hafeznia, M. R., Safavi, S. Y., Motof, S., & Jalali, G. R. (2010). Designing a theoretical model of territorial planning based on passive defense principles. *Defense Policy*, 18(69). **[In Persian]**
- Hosseini, F. S. (2019). *An analysis of land use in Qom Province with an approach to selecting suitable zones for urban system development* [Master's thesis, University of Tehran]. **[In Persian]**
- Hosseini, S. H., & Sedighi, A. (2014). An analysis on the spatial-locational planning of healthcare facilities in Mashhad with a passive defense approach. *Journal of Territorial Planning*, 6(2), 335–361. https://doi.org/10.22059/jtcp.2014.53204 **[In Persian]**
- Mashhadi, H., & Amini Varki, S. (2015). Development and presentation of a vulnerability assessment and risk analysis model for critical infrastructures. *Crisis Management Quarterly*, (7), 69–85. **[In Persian]**
- Mazaheri, M and Yazdanpanah, K (2024). Land use planning with a defense-security approach (A comparative study of the countries of Iran - China and presentation of strategic model). Basij Strategic Studies, 27(102), 137-181. **[In Persian]**
- Mansoorian, H., Rajaei, S. A., Ashouri, H., & Hatami, A. (2018). Transition from urban labor market to regional labor market in Iran (An analysis of floating population data). *Spatial Planning*, 8(1), 51-70. https://doi.org/10.22108/sppl.2018.108542.1146 **[In Persian]**
- Mirehei, M. (2014). Study urban system of new provinces in Iran by spatial planning

approach, case study: Qom. Town and Country Planning, 6(2), 209-237. doi: 10.22059/jtcp.2014.53207 **[In Persian]**

- Nikbakht, M., Daznardi, Z., & Esmaeilzadeh, H. (2022). Site selection of border police stations based on natural and human indicators in the northeast of Iran using the FAHP integrated model (Case study: Border area of Razavi Khorasan Province with Turkmenistan). *Journal of Great Khorasan*, 13(49), 69–86. https://doi.org/10.22034/jgk.2022.308612.0 **[In Persian]**
- Nouri Kalkenari, J. (2019). The criteria for locating military barracks by considering the aspects of passive defense. *Passive Defense*, 10(1), 31–44. **[In Persian]**
- Parizi Mimandi, S., & Kazeminia, A. (2015). Zoning of vulnerability in Kerman city based on passive defense principles. *Journal of Territorial Planning*, 7(1), 119–144. **[In Persian]**
- Persson, C. (2013). Deliberation or doctrine? Land use and spatial planning for sustainable development in Sweden. *Land Use Policy*, 34, 301–313. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2013.03.002
- Paul, B. K. (2011). *Environmental hazards and disasters: Contexts, perspectives and management*. New York: Wiley-Blackwell, John Wiley & Sons.
- Romina, E., & Hosseini, M. (2019). Investigating the criteria of passive defense in locating industrial activities (Case study: Industries of Qom Province). *Interdisciplinary Studies of Strategic Knowledge*, 9(34), 163–183. **[In Persian]**
- Sadeghi, A, Nazari, V, Gholami, M and Amrollahi, M A. (2022). Investigating Socio-Economic Impact of Religious Tourism on Spatial Development of Qom Province. *Social Studies in Tourism*, 10(19), 195-220. doi: 10.52547/journalitor.36277.10.19.195 **[In Persian]**
- Seyedin, A., Afshar, A., Amini Varki, S., Rostami, H., & Yazdani, M. H. (2017). Spatial vulnerability assessment of infrastructures in Ardabil Province with a passive defense approach. *Journal of Territorial Planning*, 9(2), 333–362. https://doi.org/10.22059/jtcp.2017.227056.669671 **[In Persian]**
- Sharifzadegan, M. H. , Khavaninzadeh, A. , Fathi, H. and Malekpour Asl, B. (2013). Usage of Interconnected Network in Hierarchical Clustering of Settlements of Qom Province for Improvement Regional Planning. Town and Country Planning, 5(2), 211-240. doi: 10.22059/jtcp.2013.36784 **[In Persian]**
- Shargh-e Ayandeh Consulting Engineers. (2014). *The spatial planning plan for Qom province*. **[In Persian]**
- Taghvaei, M., Beik Mohammadi, H., Zali, N., & Kasaei, M. (2017). Investigating the effective factors in the executive approach of spatial planning in Qom Province. *Spatial Planning and Geomatics*, 21(1), 73–94. **[In Persian]**
- Yang, Q. Y., Luo, K., & Lao, X. (2020). Evolution and enlightenment of foreign spatial

planning: Exploration from the perspective of geography. *Acta Geographica Sinica*, 75, 1223–1236. DOI: 10.11821/dlxb202006010

- Zarghani, S. H., & Azami, H. (2011). Analysis of military-security considerations in preparation of military centers and camps with emphasis on Khorasan Razavi Province. The Journal of Spatial Planning and Geomatics, 15(2), 141-161. **[In Persian]**
- Zavvreh Consulting Engineers. (2011). *Qom region development and urban planning project*. **[In Persian]**
- Zivhave, M., Chatiza, K., Bvuma, T. E., Zimunya, W., & Musvoto, G. (2025). The role of spatial planning in strengthening human settlement resilience to nature-induced disasters in Chimanimani District, Zimbabwe. *Discover Sustainability*, *6*(1), 88. https://doi.org/10.1007/s43621-025-00865-y