



Assessment of Urban Infrastructure Vulnerability from a Passive Defense Perspective (Case Study: Ilam City)

Houshang Moradi¹, Saeed Maleki^{2*}, Abbass Alipour³, Javad Rahimi Moghadam⁴

¹Postdoctoral Researcher in Geography and Urban Planning, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran. Email Address: m.hoshang2014@yahoo.com

²Correspondence: Professor, Department of Geography and Urban Planning, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran., Email Address: malekis@scu.ac.ir

³Associate Professore of political Geography, Imam Hossein Comprehensive University, Tehran, Iran. Email Address: abbasalipour@ihu.ac.ir

⁴PhD, Payam Noor University of Tehran, Tehran, Iran. Email Address: jrahimi88@gmail.com

ARTICLE INFO

Article history:

Article Type: Research paper

Received: 24 Desember 2025

Received in revised form: 7 February 2026

Accepted: 13 July 2026

Available online: 21 August 2026

Keywords:

Vulnerability

Land Uses

GIS

Passive Defense

Ilam

ABSTRACT

Today, the concentration of population, infrastructure, and vital land uses in cities has rendered them highly vulnerable to both human-induced threats and natural hazards. In border cities, this issue assumes greater importance due to their geopolitical status, connective functions, and the concentration of administrative and service centers. As a frontier city and the primary transit gateway for pilgrims to the holy shrines, Ilam encompasses a dense cluster of vital, sensitive, and critical land uses, thereby necessitating a precise assessment of its spatial vulnerability and the adoption of planning strategies grounded in the principles of passive defense. In this context, identifying high risk zones and prioritizing vulnerable elements constitutes a fundamental step toward mitigating potential damages and enhancing urban resilience. The present study was conducted to assess and zone the vulnerability of urban infrastructures and land uses in Ilam from a passive defense perspective. Adopting a descriptive-analytical research design, data were collected through documentary studies and field surveys, including expert interviews and questionnaire administration. A total of 30 indicators associated with vulnerable urban elements were identified. Following the weighting of these indicators using the Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP), the corresponding spatial layers were prepared and analyzed within a Geographic Information System (GIS) environment. Ultimately, the final vulnerability zoning map of the city was derived through an integrated overlay analysis of the layers. The findings reveal that the central and northwestern sectors of the city are classified within high and very high vulnerability categories, primarily attributable to elevated population density, the overconcentration of critical and sensitive land uses, and inadequate spatial distribution of services. Overall, approximately 52% of the city's total area falls within high and very high vulnerability zones, 12% is situated in moderate vulnerability zones, and 36% lies within low-risk zones. Furthermore, healthcare facilities, administrative managerial land uses, and communication networks were identified as the most critical elements, carrying the highest vulnerability weights. Accordingly, the study proposes a set of strategic measures, including the balanced spatial redistribution of vital land uses, reduction of functional concentration, reinforcement of supportive infrastructures, and the systematic integration of passive defense requirements into future urban development plans.

Cite this article: H. Moradi, S. Maleki, A. Alipour, and J. Rahimi Moghadam, "Assessment of Urban Infrastructure Vulnerability from a Passive Defense Perspective (Case Study: Ilam City)," Journal of Passive Defence, vol. 17, no. 2, pp. 127-144, 2026.

DOI: <https://doi.org/10.47176/pd.2026.1614>



OPEN ACCESS

© Author(s) retain the copyright and full publishing rights

Publisher: Imam Hossein University.

Introduction

Cities and metropolises, due to the high concentration of investment, dense population, and the establishment of a wide range of infrastructure facilities and vital and sensitive centers, face considerable vulnerability in the event of human-induced threats (such as military attacks) and natural hazards. The destruction of structures, disruption of access networks, and damage to water, electricity, gas, and telecommunication facilities are direct consequences of such events, potentially causing heavy financial and human losses. Border cities, due to their specific geopolitical position, cross-border communication role, and the presence of key administrative and service centers, are of double sensitivity. Ilam, as the provincial capital and the main gateway for pilgrims traveling to the holy shrines in Iraq, with a high concentration of vital, sensitive, and important land uses, requires a precise assessment of spatial vulnerability and planning based on passive defense principles. Passive defense, as a set of non-military measures to reduce vulnerability, ensure the continuity of essential activities, and facilitate crisis management, is a key approach in this regard. Despite previous studies in other cities of the country, no comprehensive assessment of the urban infrastructure status of Ilam has been conducted from this perspective. Therefore, the present study was designed and implemented with the aim of evaluating and zoning the vulnerability of urban infrastructure and land uses in Ilam based on passive defense principles, and providing practical solutions to reduce potential damages and enhance urban resilience.

Results and Discussion

The present study is descriptive-analytical in nature and applied in terms of purpose. Data were collected through documentary studies and field surveys (including in-depth exploratory interviews with experts and the distribution of questionnaires among 25 university professors, specialists, and related managers). In the first step, 30 indicators related to vulnerable urban elements were identified in the form of 5 main criteria (facilities, administrative centers, military-police centers, transportation, and support centers), and the network structure of vulnerability was developed. Weighting of criteria and sub-criteria was performed using the Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP) and Expert Choice software. The results showed that support and military criteria have the greatest impact on the vulnerability of Ilam's urban infrastructure, respectively. Among the sub-criteria, "fuel storage tanks" with a final weight of 0.1373 play the most significant role, followed by healthcare land uses (hospitals), administrative-managerial uses (governorate, municipality), and communication networks in subsequent priorities. Furthermore, green space and religious centers have the least impact on vulnerability. In the next step, the information layers of each indicator were prepared, standardized, and integrated in the GIS environment using overlay functions with the application of the obtained weights. The final vulnerability zoning map of Ilam shows that the central and northwestern parts of the city, due to high population density, concentration of vital and sensitive land uses, and weak spatial distribution of services, fall into the high and very high vulnerability classes. This spatial pattern indicates a significant non-compliance of the current land-use layout with passive defense principles (such as proper dispersion, standard distancing, and safe accessibility).

Conclusion

The findings from the integration of layers and final analysis indicate that the vulnerability zoning of Ilam's urban infrastructure can be presented in five classes. Approximately 24% of the city's area is in the very low vulnerability zone, 12% in the low zone, 12.4% in the moderate zone, 12.8% in the high zone, and 40% in the very high vulnerability zone. In other words, a total of 52% of the city's area (including the high and very high zones) is assessed as having high vulnerability, which constitutes a serious warning for crisis management and passive defense in this border city. Based on these results, healthcare, administrative-managerial, and communication network land uses were identified as the most important elements with high vulnerability weights, requiring prioritization in corrective actions. Overall, the present study demonstrates that the existing practice in the location and spatial distribution of vital and sensitive land uses in Ilam does not have sufficient coordination with the requirements of passive defense, and this inconsistency can lead to irreparable damages during a crisis. Accordingly, the key proposed strategies include: 1) balanced distribution and dispersion of vital, sensitive, and important land uses across the city to reduce functional concentration in the central core, 2) strengthening support infrastructure and multiple access networks, 3) incorporating passive defense principles and regulations into urban development and regeneration plans, 4) gradual relocation of high-risk centers (such as fuel storage tanks and sensitive facilities) to lower-risk areas, and 5) developing retrofitting and preparedness programs based on the identified vulnerable zones. The implementation of these strategies can be an effective step towards reducing vulnerability, increasing resilience, and ensuring sustainable urban security in Ilam.

ارزیابی وضعیت آسیب‌پذیری زیرساخت‌های شهری از منظر پدافند غیرعامل (مورد مطالعه: شهر ایلام)

هوشنگ مرادی^۱، سعید ملکی^{۲*}، عباس علیپور^۳، جواد رحیمی مقدم^۴

^۱ پژوهشگر پسادکتری جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران. رایانامه: m.hoshang2014@yahoo.com

^۲ استاد، گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران (نویسنده مسئول). رایانامه:

malekis@scu.ac.ir

^۳ دانشیار جغرافیای سیاسی، دانشگاه جامع امام حسین (ع)، تهران، ایران. رایانامه: abbasalipour@ihu.ac.ir

^۴ دکتری تخصصی، دانشگاه پیام نور تهران، تهران، ایران. رایانامه: jrahimi88@gmail.com

چکیده

مشخصات مقاله

تاریخچه مقاله:

نوع مقاله: علمی پژوهشی

دریافت: ۱۴۰۴/۱۰/۰۳

بازنگری: ۱۴۰۴/۱۱/۱۸

پذیرش: ۱۴۰۵/۰۴/۲۲

ارائه آنلاین: ۱۴۰۵/۰۵/۳۰

کلیدواژه‌ها:

آسیب‌پذیری

کاربری‌ها

GIS

پدافند غیرعامل

ایلام

امروزه تمرکز جمعیت، زیرساخت‌ها و کاربری‌های حیاتی در شهرها، آن‌ها را در برابر تهدیدات انسانی و مخاطرات طبیعی به شدت آسیب‌پذیر ساخته است. در شهرهای مرزی، این مسئله به دلیل موقعیت ژئوپلیتیکی، نقش ارتباطی و استقرار مراکز مدیریتی و خدماتی از اهمیت بیشتری برخوردار است. شهر ایلام به‌عنوان یکی از شهرهای مرزی و دروازه اصلی تردد زائران عتبات عالیات، با تمرکز کاربری‌های حیاتی، حساس و مهم، نیازمند ارزیابی دقیق میزان آسیب‌پذیری فضایی و برنامه‌ریزی مبتنی بر اصول پدافند غیرعامل است. از این‌رو، شناسایی پهنه‌های پرخطر و اولویت‌بندی عناصر آسیب‌پذیر، گامی اساسی در جهت کاهش خسارات احتمالی و ارتقای تاب‌آوری شهری محسوب می‌شود. پژوهش حاضر با هدف ارزیابی و پهنه‌بندی آسیب‌پذیری زیرساخت‌ها و کاربری‌های شهری ایلام از منظر پدافند غیرعامل انجام شده است. روش تحقیق از نوع توصیفی-تحلیلی بوده و داده‌ها از طریق مطالعات اسنادی و برداشت‌های میدانی (مصاحبه با خبرگان و توزیع پرسشنامه) گردآوری شده‌اند. در این پژوهش، ۳۰ شاخص مرتبط با عناصر آسیب‌پذیر شهری شناسایی و پس از تعیین وزن آن‌ها با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی فازی (FAHP)، لایه‌های اطلاعاتی در محیط GIS تهیه و تحلیل گردید. در نهایت، با تلفیق لایه‌ها، نقشه نهایی پهنه‌بندی آسیب‌پذیری شهر استخراج شد. نتایج نشان می‌دهد که بخش‌های مرکزی و شمال غربی شهر به دلیل تراکم بالای جمعیت، تمرکز کاربری‌های حیاتی و حساس و ضعف در پراکنش فضایی خدمات، در طبقه آسیب‌پذیری بالا و بسیار بالا قرار دارند. به‌طور کلی، حدود ۵۲ درصد از مساحت شهر در پهنه آسیب‌پذیری زیاد و بسیار زیاد، ۱۲ درصد در وضعیت متوسط و ۳۶ درصد در پهنه کم‌خطر قرار گرفته است. همچنین، کاربری‌های درمانی، اداری-مدیریتی و شبکه‌های ارتباطی از مهم‌ترین عناصر با وزن آسیب‌پذیری بالا شناسایی شدند. بر این اساس، راهکارهایی شامل توزیع متعادل کاربری‌های حیاتی، کاهش تمرکز عملکردی، تقویت زیرساخت‌های پشتیبان و لحاظ الزامات پدافند غیرعامل در طرح‌های توسعه شهری پیشنهاد گردید.

استناد: مرادی، هوشنگ، ملکی، سعید، علیپور، عباس، جواد، "ارزیابی وضعیت آسیب‌پذیری زیرساخت‌های شهری از منظر پدافند غیرعامل (مورد مطالعه: شهر ایلام)"، نشریه پدافند غیرعامل، دوره ۱۷، شماره ۲، صفحات ۱۳۷-۱۴۴، ۱۴۰۵.

DOI: <https://doi.org/10.47176/pd.2026.1614>

© نویسنده(گان) حق نشر و حقوق کامل انتشار را برای خود محفوظ می‌دارند.



ناشر: دانشگاه جامع امام حسین (ع).

OPEN ACCESS

۱- مقدمه

شهرها و کلان‌شهرها با توجه به حجم بالای سرمایه‌گذاری و استقرار بسیاری از تأسیسات و مراکز ثقل و از همه مهم‌تر جمعیت زیادی که در اطراف آن‌ها ساکن هستند، در صورت بروز تهدیدات انسان‌ساخت دچار صدمات مالی و جانی قابل توجهی می‌شوند [۱]. در کلان‌شهرها، صدمات جنگی شامل ترکیبی از ویرانه‌های کالبدی و اختلال در عملکرد عناصر شهری است. انهدام سازه‌ها و ساختمان‌ها، شبکه راه‌ها و دسترسی‌ها، تأسیسات اساسی مخازن آب، نیروگاه‌ها خطوط ارتباطی تلفن، برق، آب، گاز و ... از آن جمله هستند. در این میان، کلان‌شهرها به‌عنوان پرتراکم‌ترین نقاط سکونتگاهی، در معرض بیشترین خطرات و تهدیدات انسانی و طبیعی قرار دارند [۲]. در سال‌های اخیر توجه بسیاری از برنامه‌ریزان، دولت‌ها و ملت‌ها به موضوع آسیب‌پذیری و مدیریت آن بوده است [۳]؛ زیرا به علت بافت فشرده و جمعیت متراکم و شبکه‌های متنوع شهری، معمولاً در مواقع جنگ در برابر تهاجم زمینی و هوایی به‌عنوان یک مانع محسوب می‌گردند و از طرفی خواسته و ناخواسته جنگ‌ها به سمت شهرها سوق پیدا کرده‌اند که بعضاً باعث تلفات بالای غیرنظامیان (افراد و شهروندان عادی) و خسارات (آسیب‌زا) زیادی به شهرها می‌شوند [۴]؛ بنابراین شناخت دقیق علل و آگاهی از میزان آسیب‌پذیری احتمالی عناصر تشکیل‌دهنده کالبد و کارکرد شهر می‌تواند نقش مؤثر و سازنده‌ای در برنامه‌های پیشگیری و کاهش خسارات ناشی از سوانح و حوادث طبیعی داشته باشد [۵]. بر این اساس اتخاذ تدابیر و روش‌هایی که میزان آسیب‌پذیری شهرها را در مقابل مخاطرات و تهدیدها کاهش دهد، ضروری است و این شرایط توجه بیش‌ازپیش به دانش پدافند غیرعامل و بهره‌گیری از روش‌های آن‌ها سبب شده است [۶]. اولین گام در کاهش آسیب‌پذیری ارزیابی و بررسی میزان آسیب‌پذیری شهرها بر اساس عناصر شهری و برنامه‌ریزی شهری موجود است [۷]. تا بتوان با تکیه بر آسیب‌شناسی موجود، راهبردهای بلند مدت را تدوین و راهکارهای اصولی و بنیادین را ترسیم نمود؛ بنابراین شناخت دقیق علل و آگاهی از میزان آسیب‌پذیری احتمالی عناصر تشکیل‌دهنده کالبد و عناصر شهری می‌تواند نقش مؤثر و سازنده‌ای در برنامه‌های پیشگیری و کاهش خسارت ناشی از سوانح و حوادث طبیعی داشته باشد. بر این اساس اتخاذ تدابیر و روش‌هایی که میزان تخریب زیرساخت‌های شهری را در مقابل تهدیدات دشمن کاهش دهد، ضروری است و این شرایط توجه بیش‌ازپیش صاحب‌نظران و برنامه‌ریزان کشور به دانش پدافند غیرعامل و بهره‌گیری از روش‌های آن را سبب شده است.

پدافند غیرعامل که در برنامه‌ریزی بحران شهری رویکرد نوینی به شمار می‌آید، ماهیت وجودی‌اش بر کاهش آثار بحران با استفاده از روش‌های غیرنظامی استوار است. در واقع، پدافند غیرعامل شامل تمامی اصول و اقدامات غیرنظامی است که با بهره‌گیری از آن‌ها، از وارد شدن خسارات مالی به نقاط حساس شهری و تلفات مالی و جانی جلوگیری شود یا میزان آن به حداقل برسد [۸]. دفاع غیرعامل به‌عنوان بستر توسعه پایدار و یکی از مؤثرترین و پایدارترین روش‌های دفاع در برابر تهدیدات محسوب و عرصه‌های مختلف فضاهای شهری را شامل می‌شود. این نوع دفاع پنج هدف محوری شامل: افزایش بازدارندگی، کاهش آسیب‌پذیری، تداوم فعالیت‌های ضروری، ارتقاء پایداری ملی و تسهیل مدیریت بحران در مقابل تهدیدات نظامی را دنبال می‌نماید [۹]. هم‌اکنون با تکیه بر موارد حاضر، بررسی و ارزیابی نقش الزامات پدافند غیرعامل در مکان‌یابی مراکز و تأسیسات شهری اقدامی ضروری است و تأخیر در آن باعث ناپایداری و آسیب‌پذیری شهر می‌گردد؛ بنابراین انتخاب راه‌حل‌ها و دستیابی به الگوی بهینه و بررسی سازوکارهای لازم منطبق بر تحولات فناوری روز را می‌طلبد [۱۰]؛ بنابراین پرداختن به ارزیابی کاربری‌ها و فضاهای شهری از منظر پدافند غیرعامل در این شهر ضرورتی انکارناپذیر است. شهر ایلام به‌عنوان مرکز این استان، با عنایت به موقعیت بین‌راهی و دروازه ورودی عتبات عالیات بر سر راه زائران قرار دارد و هر سالانه میلیون‌ها نفر از گردشگران مذهبی از مسیر شهر ایلام عازم عتبات و شهرهای زیارتی کشور عراق می‌شوند؛ تمرکز بالای جمعیت در شهر باعث می‌شود در زمان وقوع حوادث شمار تلفات افزایش و تاب‌آوری شهر و شهروندان کاهش یابد [۱۱]. در پایان اهمیت و ضرورت پژوهش حاضر در این است که ما باید اطلاعات دقیقی در مورد کاربری‌های شهری از نظر وضعیت و موقعیت تأسیسات و مراکز حساس و حیاتی شهر داشته باشیم تا بدانیم که آن‌ها چه مقدار هم‌راستا و مطابق با اصول و مبانی پدافند غیرعامل هستند که بتوانیم آن مکان‌هایی را که بر اساس اصول پدافند غیرعامل ساخته شده‌اند را شناسایی کنیم و مکان‌هایی را که دارای ضعف می‌باشند را اصلاح کنیم در این راستا، توجه و بررسی آسیب‌پذیری زیرساخت‌ها و کاربری‌ها و فضاهای شهری اهمیت و ضرورت دو‌چندانی می‌یابد؛ که از اهداف اصلی پژوهش هم همین مورد می‌باشد.

۱-۱- پیشینه‌ی تحقیق

تا به حال مطالعات مختلفی در ارتباط با اصول پدافند غیرعامل در کاربری‌های شهری مناطق مختلف کشور انجام شده است. مرادی و همکاران [۱۱] در پژوهشی به ارزیابی ملاحظات

شکلی که در مناطق پیرامونی تنها ۰/۱۶ از محدوده سکونتگاه‌های روستایی (همت‌آباد، دایی آباد و مجتمع گاوداری) در اولویت دوم (اراضی با آسیب‌پذیری کم) قرار داشته و وضعیت مکانی کاربری‌های آن در شرایط موجود نسبتاً مناسب ارزیابی شده است. همچنین تنها ۱۲ درصد از محدوده شهر زاهدان در اولویت اول قرار داشته و وضعیت مکانی کاربری‌های آن در شرایط موجود مناسب ارزیابی شده است.

غلام‌زاده سیستماتی [۱۶] نقش پدافند غیرعامل در مدیریت ساخت‌وساز شهری (مطالعه موردی: شهر شیراز) پرداخته است. نتایج این مطالعه بیانگر این است که بیشتر پاسخ‌دهندگان اهمیت مؤلفه‌های پدافند غیرعامل در مدیریت ساخت‌وساز شهر شیراز را به دو دسته تقسیم کرده‌اند. بر اساس نظرات جامعه آماری در شهر شیراز و بر مبنای میانگین وزنی داده‌ها، مؤلفه استحکامات و سازه‌های امن و مؤلفه مکان‌یابی بالاترین امتیاز را گرفته‌اند. بدین معنی که از نظر ایشان، نقش مؤلفه‌های پدافند غیرعامل نسبت به سایر مؤلفه‌ها در مدیریت ساخت‌وساز شهر شیراز پررنگ‌تر می‌باشد.

لیو و یین [۱۷] با استفاده از AHP-FAHP-ANP-GIS برای ارزیابی ریسک خطرات چندگانه در هنگ‌کنگ استفاده کردند. جمالی و همکاران [۱۸] از DEMATEL-ANP برای ارزیابی سطوح تاب‌آوری شهری استفاده کردند. آن‌ها از همپوشانی GIS برای ارائه خروجی‌های بصری استفاده کردند. در نتیجه این مطالعه، بلایا و مخاطرات طبیعی در ابعاد محیطی، زیرساخت‌های شهری در ابعاد فیزیکی و میزان اشتغال در ابعاد اجتماعی-اقتصادی به‌عنوان تأثیرگذارترین معیارها برای تاب‌آوری شهری شناخته شدند.

پال و همکاران [۱۹]، در کتابی با عنوان «علم و فناوری برای آسیب‌پذیری چند مخاطره‌ای، تغییرات اقلیمی و ایجاد تاب‌آوری» پرداختند. آن‌ها در این مطالعه بیان می‌کنند که مسائل پیچیده شهری، مسائلی چندوجهی هستند و غلبه بر این خطرات می‌تواند منجر به کاهش خطر و توسعه پایدار شود. آن‌ها ادعا کردند که می‌توان سازه‌های مختلفی را در هر شهری با کمک سیاست‌های مدیریت بحران و مشارکت جامعه، تاب‌آوری کرد. این کتاب تکنیک‌های حل مسئله مبتنی بر شواهد را از دیدگاه‌های اجتماعی، طبیعی، مهندسی و سایر دیدگاه‌ها ارائه می‌دهد و داده‌ها، تحقیقات و کارهای مفهومی را با موارد عملی در مدیریت ریسک بلایا پیوند می‌دهد تا به جنبه‌های چندبخشی تاب‌آوری و استراتژی سازگاری در برابر بلایا بپردازد. همان‌طور که مشخص است، انواع کمی از تحقیقات بر تهدیدات انسان‌ساخت برای شهرها و ارزیابی تاب‌آوری شهرها با استفاده از تکنیک‌های

شاخص‌ها و اصول پدافند غیرعامل در زیرساخت‌های آب شهری ایلام پرداختند نتایج پژوهش نشان می‌دهد که بخش قابل‌توجهی از زیرساخت‌های حیاتی (آب شهری) ایلام دارای ضعف در مکان‌یابی، پراکندگی و نبود طرح‌های مقاوم‌سازی مبتنی بر اصول غیرعامل هستند. در پایان یافته‌های پژوهش بیانگر آن است که عامل مکان‌یابی (B1) و تمرکززدایی و کوچک‌سازی (B10) دارای اهمیت خیلی زیاد، عامل فریب (B8) در بحث تأسیسات آب‌رسانی شهری از منظر پدافند غیرعامل دارای اهمیت خیلی کم می‌باشد. سیدیدی و همکاران [۱۲] در مطالعه‌ای به بررسی و ارزیابی آسیب‌پذیری کاربری مسکونی در برابر تهدیدات خارجی با رویکرد پدافند غیرعامل شهری (مطالعه موردی: منطقه ۱۰ تهران) پرداختند. به‌طور کلی نتایج حاصل از روی هم گذاری لایه‌ها نشان داد بیش از ۸۶ درصد واحدهای مسکونی محدوده در پهنه‌های آسیب‌پذیر واقع شده‌اند و میزان آسیب‌پذیری واحدهای مسکونی در این پهنه‌ها بسیار بالا است.

دهقان و همکاران [۱۳] در مطالعه‌ای به بررسی و ارزیابی کاربری‌ها و فضاهای شهری با رویکرد پدافند غیرعامل پرداختند. یافته‌ها بیانگر آن است که سنجش و ارزیابی کاربری‌ها با معیارهایی مانند طراحی و ساخت، چگونگی راه‌های ارتباطی، معیارهای ایمنی و پارادایم‌های سازگاری و هم‌جواری با رویکرد پدافند غیرعامل صورت گرفته مصداق بر این امر می‌باشد که طراحی و ساخت کاربری‌های مدنظر با معیارها، پارادایم‌ها و ضوابط پدافند غیرعامل تطابق ندارند، توزیع مکانی و فضایی این کاربری‌ها نیز در سطح شهرها بسیار نامتوازن می‌باشند و به اصول و شاخص‌های ایمنی توجه کافی نشده است.

سلحشور و همکاران [۱۴] در پژوهشی به بررسی و ارزیابی میزان آسیب‌پذیری زیرساخت‌های شهری با رویکرد پدافند غیرعامل (شهر شیروان) پرداخته‌اند. یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد میزان آسیب‌پذیری شهر شیروان در برابر تهدیدات نظامی دشمن در ۱۱/۶ درصد شهر خیلی کم، ۴۱/۳ درصد میزان آسیب‌پذیری کم، ۲۵/۹ درصد میزان آسیب‌پذیری متوسط، ۱۷/۲ درصد میزان آسیب‌پذیری بالا، ۳/۹ درصد میزان آسیب‌پذیری خیلی بالا بوده است که در واقع میزان آسیب‌پذیری شهر شیروان در ۵۲/۹ درصد از شهر پایین و ۲۱/۱ درصد از شهر میزان آسیب‌پذیری بالا بوده است.

کدخدایی و همکاران [۱۵] در پژوهشی به آمایش شهری با رویکرد پدافند غیرعامل در شهر زاهدان و مناطق پیرامونی آن با استفاده از نرم‌افزار Expert choice - GIS و الگوتره فازی پرداخته‌اند. نتایج این پژوهش نشان داد جانمایی کاربری‌های آسیب‌پذیر در وضعیت فعلی، در شرایط مناسبی قرار ندارد، به

MCDM متمرکز شده‌اند.

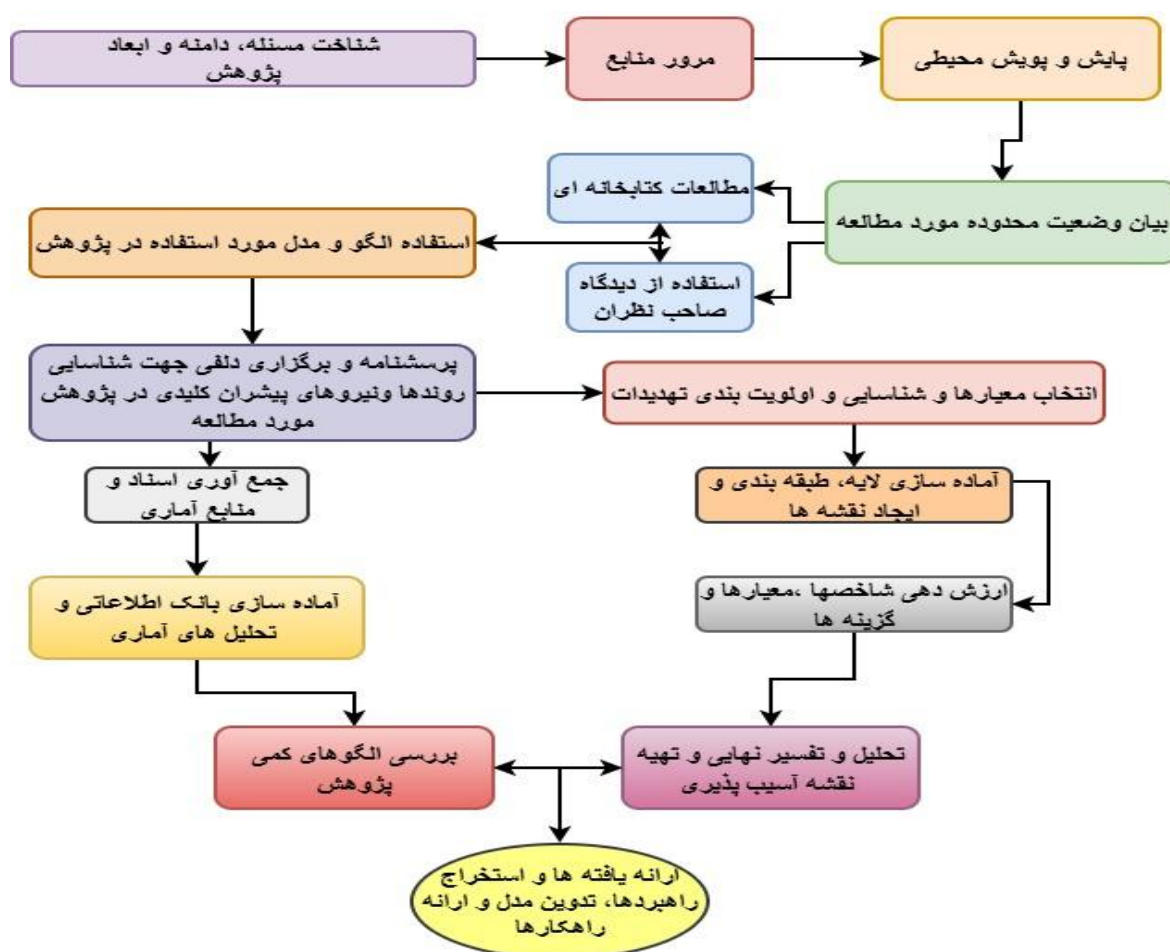
پورمحمدی و همکاران [۲۰] در پژوهشی به بررسی و تدوین راهبردهای تاب‌آوری فیزیکی در پدافند غیرعامل با توجه به شناسایی مناطق در معرض خطر محیط‌های شهری (مطالعه موردی: شهر اهواز) پرداختند. نتایج ارزیابی ریسک نشان می‌دهد که بیشتر مناطق شهری اهواز در معرض خطر بالایی قرار دارند. بخش‌های مرکزی و شمالی اهواز بیشترین آسیب‌پذیری را در زمان بحران دارند. این مناطق شامل منطقه ۱ (مرکز شهر) و مناطق ۲، ۳ و ۷ در حاشیه شهر است.

موراکی و همکاران [۲۱] در پژوهشی به بررسی ساختن شهرهای آسیب‌پذیرتر؛ انعطاف‌پذیری به‌عنوان پارادایم جدید برنامه‌ریزی هوشمند پرداخته‌اند. نتایج این مطالعه بیانگر این است که انعطاف‌پذیری می‌تواند پارادایم جدید برنامه‌ریزی هوشمندانه باشد و اداره شهر باید اهداف خاصی را برای ایجاد یک شهر هوشمند و پایدار ایجاد کند تا بتواند یک طراحی شهری نوآورانه را ایجاد کند.

یدالهی و همکاران [۲۲] در پژوهشی به بررسی راهبردهای

مدیریتی کاهش پیامدهای مخاطرات سیل با استفاده از SWOT در دشت بهار- همدان پرداختند؛ نتیجه آن‌ها نشان از استقرار راهبرد محافظه‌کارانه (WO) در این دشت است.

نریمسا و همکاران [۲۳] در پژوهشی به بررسی پدافند غیرعامل: سنجش و ارزیابی آسیب‌پذیری شهری با رویکرد تاب‌آوری پرداختند. هدف از پژوهش حاضر، سنجش سطح ایمنی شهری بر اساس اصول پدافند غیرعامل، سطح‌بندی شهری بر اساس میزان آسیب‌پذیری، الگوی پراکندگی زیرساخت‌های شهری و سازمان‌های مهم تصمیم‌گیری در شهر است. پیشنهاد این تحقیق، بررسی سطح امنیت شهری بر اساس اصول پدافند غیرعامل، سطح شهر بر اساس میزان آسیب‌پذیری، الگوی پراکندگی زیرساخت‌های شهری و سازمان‌های مهم تصمیم‌گیری در شهر است. این مطالعه بر اساس محیط شهری انجام شد که با استفاده از نشانه‌های فضایی مؤثر بر امنیت، برای تعمق در مورد آسیب‌پذیری شهر در زمان وقوع جنگ مورد استفاده قرار گرفت. شکل (۱) در زیر روش کار پژوهش را نشان می‌دهد.



شکل (۱): روش کار پژوهش

۲- روش تحقیق

پژوهش حاضر از نظر ماهیت توصیفی- تحلیلی و از لحاظ هدف کاربردی می‌باشد. داده‌های مورد نیاز این پژوهش از طریق مطالعات اسنادی و میدانی جمع‌آوری شده است. جمع‌آوری اطلاعات میدانی مورد نیاز نیز از طریق انجام مصاحبه‌ی اکتشافی عمیق با خبرگان و توزیع پرسشنامه بین جامعه آماری انجام شد. برای ارزش‌گذاری و اهمیت کاربری‌ها و لایه‌های اطلاعاتی کاربری‌های اصلی با یکدیگر و کاربری‌های فرعی هر گروه نیز با هم به کمک مدل AHP در محیط نرم‌افزار Expert choice انجام

شد و در مرحله بعد لایه اطلاعاتی که دارای بیشترین نقش را در بحث آسیب‌پذیری و پدافند غیرعامل بودند را استخراج و سپس امتیازات هر لایه به کمک مدل مذکور ارزش‌گذاری شده و طبق این ضریب اهمیت هر لایه در انتخاب نهایی مکان‌های آسیب‌پذیر و غیر آسیب‌پذیر در نظر گرفته شده است. در این تحقیق برای ارزیابی خطرپذیری کاربری‌های شهری از نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) استفاده شد. سپس با استفاده از آزمون‌های آماری و دیگر ابزارهای کمی و کیفی، داده‌های گردآوری شده مورد تجزیه و تحلیل، واکاوی و کنکاش قرار گرفت. که مشخصات آن‌ها در جدول (۱) زیر قابل مشاهده است.

جدول (۱): مشخصات توصیفی پاسخگویان و توزیع آماری آن‌ها

کارشناسان	تعداد	تحصیلات			رشته و سوابق شغلی (فعالیتی)		
		کارشناسی	کارشناسی ارشد	دکتری	زیر ۱۰ سال	۲۰-۱۰	بالای ۲۰ سال
اساتید دانشگاه	۱۱	-	۳	۸	۷	۳	۱
کارشناسان و مدیران مربوطه	۱۴	۴	۸	۲	۹	۲	۳

در این پژوهش تلاش شده است که با بررسی اسناد مطالعات مربوط به شهر ایلام و به بهره‌گیری از مطالعات میدانی و استفاده از ابزار پرسشنامه و فرم برداشت میدانی، اطلاعات و داده‌ای مورد نیاز جهت بررسی و سنجش میزان رعایت اصول کاربری‌ها و فضاهای شهری در حیطه مدیریتی و اصول شهرسازی از نظر شاخص‌های پدافند غیرعامل مورد بررسی و تحلیل قرار گیرد. در این باب پس از بررسی کاربری‌های موجود در سطح شهر ایلام، با توجه به معیارهای موردنظر کاربری‌ها و فضاهای شهری برگزیده شدند. کاربری‌های مؤثر در پدافند غیرعامل به ۵ معیار و ۳۰ زیر معیار تقسیم شدند و با تعریف فاصله مناسب از آن‌ها نسبت به کاربری‌ها و فضاهای شهری پهنه آسیب‌پذیری در شهر به دست آمده است و به دنبال آن با بررسی توزیع مکانی این کاربری‌های نسبت به همدیگر (نزدیکی و مجاورت) اصول مکان‌یابی در آن مورد تحلیل قرار گرفته است. در این راستا از تکنیک‌ها و روش‌های تحلیل آماری و مکانی و همچنین از تکنیک‌ها و روش‌های تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی چند معیاره نظیر سلسله مراتبی فازی (FUZZY AHP) در محیط GIS ARC بهره گرفته شد.

تحلیل مکانی رعایت الگوی هم‌جواری کاربری‌های حیاتی و حساس در شهر ایلام ارزیابی الگوی هم‌جواری از منظر پدافند غیرعامل مستلزم داشتن اطلاعات کافی درباره انواع

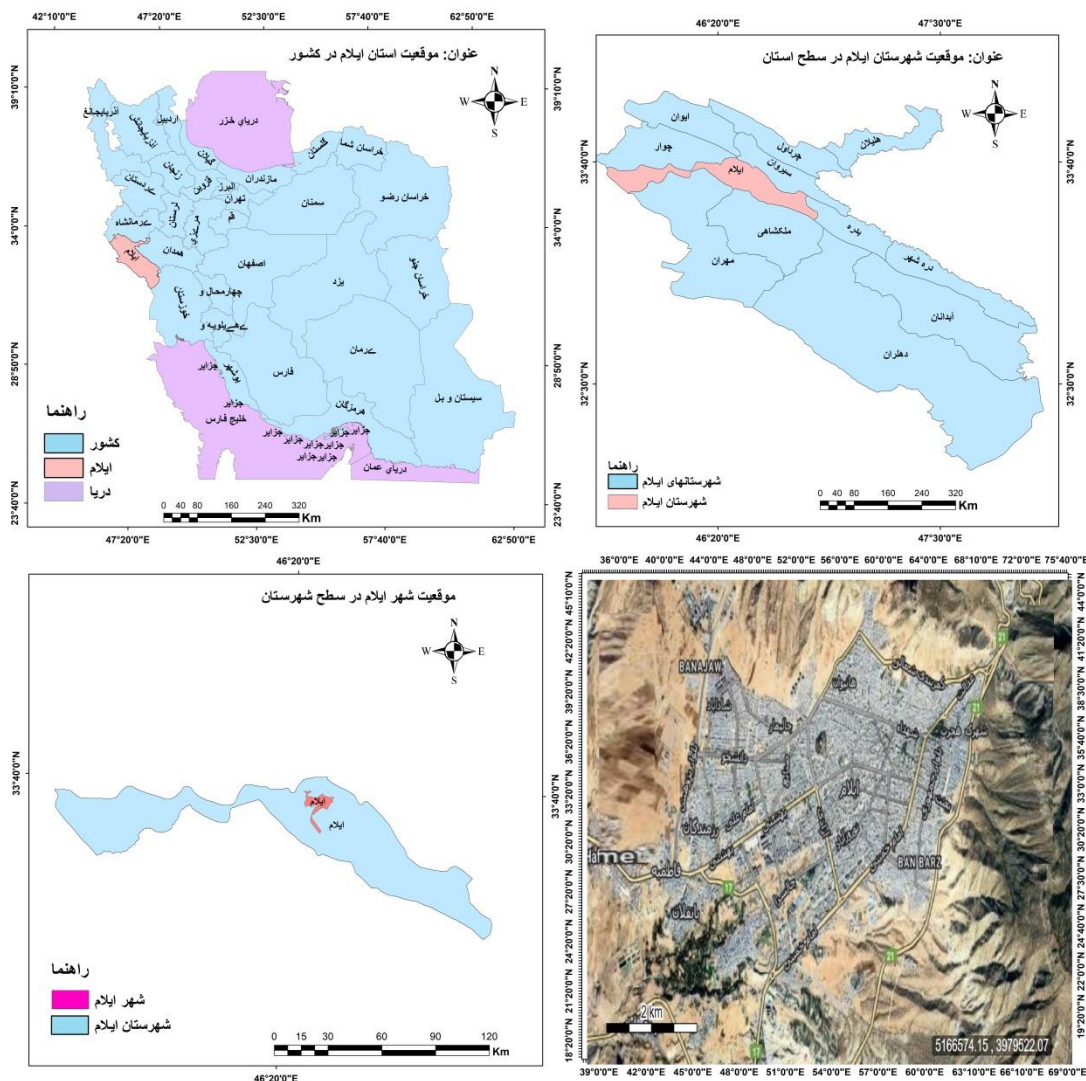
کاربری‌های مؤثر در پدافند غیرعامل و همچنین چگونگی مکان‌یابی هر کاربری حیاتی و حساس نسبت به سایر کاربری‌ها است و در این رابطه باید به قوانین و قواعد پدافند غیرعامل نسبت به کاربری‌ها مختلف شناخت داشته باشیم؛ در راستای رسیدن به این شناخت نیازمند طی مراحل و روش‌های مختلفی هستیم که در ذیل بدان پرداخته می‌شود.

۲-۱- معرفی منطقه مورد مطالعه

شهر ایلام مرکز استان از نظر موقعیت جغرافیایی در ۴۶ درجه طول شرقی و ۳۲ درجه عرض شمال واقع شده و همچنین در محدوده زاگرس چین‌خورده قرار گرفته است. این شهر از شمال شرق و جنوب شرقی با شهرستان‌های ایوان سیروان و دره شهر و از سمت جنوب و جنوب غرب به شهرستان مهران و از غرب به استان دیاله عراق محدود می‌شود، حدود طبیعی شهر ایلام ۲۲۰ کیلومتر طول و ۱۰۰ کیلومتر عرض دارد. ارتفاع شهر ایلام از سطح دریا ۱۳۶۳ کیلومتر است. بلندترین قله از مجموعه ارتفاعات استان در کبیر کوه واقع شده که ارتفاع آن از سطح دریای آزاد ۳۰۶۲ متر ارتفاع است. شهر ایلام در دره‌ای کوهستانی و در شمال شرقی دشتی به مساحت تقریبی ۲۵ کیلومترمربع در دامنه‌ی جنوبی کبیر کوه از سلسله جبال زاگرس واقع شده است در دامنه‌های فوق جنگل‌هایی وجود دارد که

شکل (۲) در زیر موقعیت جغرافیایی شهر و استان ایلام را نشان می‌دهد.

از یک‌طرف موجب زیبایی منطقه‌ی شهری و از طرف دیگر باعث ایجاد آب‌وهوای معتدل کوهستانی در شهر ایلام می‌گردند [۲۴].



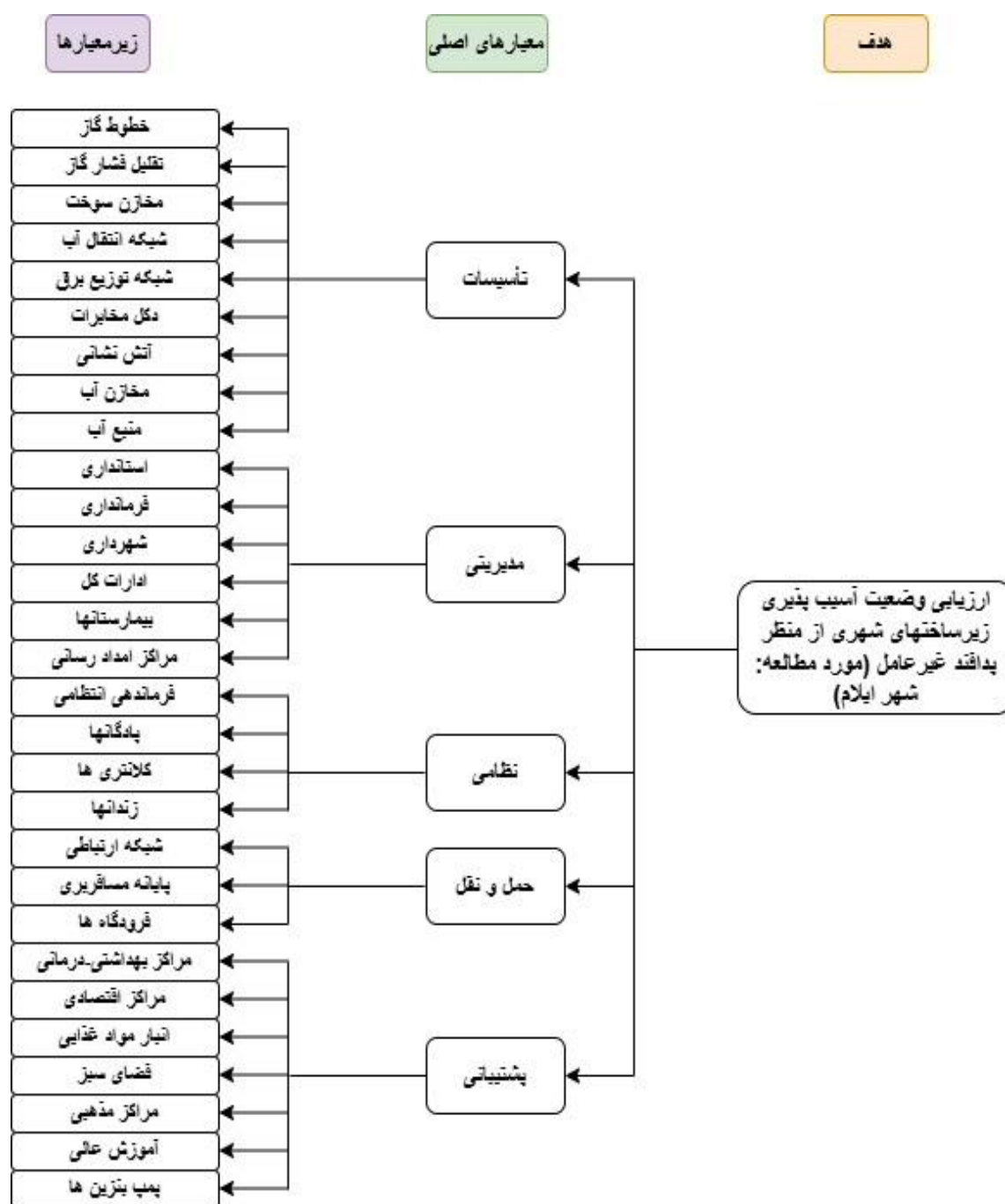
شکل (۲): نقشه موقعیت جغرافیایی شهر و استان ایلام

جلوگیری از تکرار و اطاله‌ی مطلب تعداد ۱۰ کاربری مهم انتخاب شدند. همان‌گونه که بیان گردید وجود معیارهای مختلف و گاه متضاد برای تصمیم‌گیری، کاربرد روش‌های چند متغیره را الزامی می‌سازد در این پژوهش نیز زیرساخت‌های شهر ایلام مورد بررسی قرار گرفتند. طی این فرآیند ابتدا زیرساخت‌های شهری در قالب ۵ معیار (تأسیسات، مراکز مدیریتی، مراکز نظامی انتظامی، حمل‌ونقل، مراکز پشتیبانی) با ۱۰ زیر معیار برای بررسی آسیب‌پذیری زیرساخت‌های شهر ایلام مورد بررسی قرار گرفته است (شکل ۳).

۲-۲- آماده‌سازی لایه‌ها

۲-۲-۱- تهیه لایه کاربری‌های حیاتی و حساس و مهم

انتخاب کاربری حیاتی و حساس در سطح یک کلان‌شهر کاری زمان‌بر و نیازمند صرف انرژی بسیار زیادی باشند. در این پژوهش بیش از ۱۸۰ هزار قطعه کاربری در سطح شهر ایلام به‌صورت تک‌تک مورد بررسی قرار گرفته و کل کاربری‌ها از منظر پدافند غیرعامل در ۴ دسته حیاتی حساس مهم و غیر مهم تقسیم گردیدند، از بین بیش از ۱۸۰ هزار کاربری، به لحاظ اهمیت و



شکل (۳): ساختار شبکه‌ای آسیب‌پذیری زیرساخت‌های شهر ایلام

ارتباطی، پایانه مسافربری، بهداشتی - درمانی و فضای سبز به دلیل ماهیتشان به‌طور معکوس بر آسیب‌پذیری زیرساخت‌ها تأثیرگذار باشند، یعنی با فاصله از این کاربری‌ها و مراکز میزان آسیب‌پذیری افزایش یابد که این امر با توجه به نظرات کارشناسان و منابع معتبر در جدول (۱) در تهیه لایه‌های هر یک از معیارها و زیرمعیارها در نظر گرفته شده است.

با مطالعات تحقیقات صورت گرفته، آیین‌نامه‌ها و ضوابط مربوط به شهرسازی استانداردهای مربوط به هر لایه مشخص و اعمال گردید نظر به اینکه دلیل انتخاب معیارها و زیرمعیارها، تأثیرگذاری کم‌وبیش آن‌ها بر میزان آسیب‌پذیری زیرساخت‌های شهری بوده ممکن است. افزایش مقدار یا کمیت تمامی معیارهای تعیین شده بر میزان آسیب‌پذیری زیرساخت‌های شهری هم‌جهت نباشند و برخی معیارها، از جمله کاربری آتش‌نشانی، شبکه

جدول (۱): نحوه ارزش گذاری زیر معیارها در آسیب پذیری زیرساخت ها

منبع	نحوه ارزش گذاری			شاخص	
	مفهوم	امتیازات	بازه‌ها (متر)		
[۲۵]	آسیب‌پذیری خیلی زیاد	۹	۰-۱۰۰	خطوط گاز، تقلیل فشار گاز، برق، آب، دکل مخابرات، منابع آب	تأسیسات
	آسیب‌پذیری زیاد	۷	۱۰۱-۲۰۰		
	آسیب‌پذیری متوسط	۵	۲۰۱-۳۰۰		
	آسیب‌پذیری کم	۳	۳۰۱-۴۰۰		
	آسیب‌پذیری خیلی کم	۱	بیشتر از ۴۰۰		
[۲۶]	آسیب‌پذیری خیلی زیاد	۹	۰-۱۰۰	مخازن سوخت و مخازن آب	
	آسیب‌پذیری زیاد	۷	۱۰۱-۱۶۰		
	آسیب‌پذیری متوسط	۵	۱۶۱-۲۱۰		
	آسیب‌پذیری کم	۳	۲۱۱-۳۰۰		
	آسیب‌پذیری خیلی کم	۱	بیشتر از ۳۰۰		
[۲۵]	آسیب‌پذیری خیلی کم	۱	۰-۲۴۹	آتش‌نشانی	
	آسیب‌پذیری کم	۳	۲۵۰-۴۹۹		
	آسیب‌پذیری متوسط	۵	۵۰۰-۷۴۹		
	آسیب‌پذیری زیاد	۷	۷۵۰-۱۲۴۹		
	آسیب‌پذیری خیلی زیاد	۹	بیشتر از ۱۲۵۰		
[۲۶]	آسیب‌پذیری خیلی زیاد	۹	۰-۱۵۲	ادارات دولتی	مدیریتی
	آسیب‌پذیری زیاد	۷	۱۵۲-۲۱۵		
	آسیب‌پذیری متوسط	۵	۲۱۶-۲۹۰		
	آسیب‌پذیری کم	۳	۲۹۱-۳۶۵		
	آسیب‌پذیری خیلی کم	۱	بیشتر از ۳۶۵		
نظر کارشناسی	آسیب‌پذیری خیلی کم	۱	۰-۲۰۰	شبکه ارتباطی	حمل‌ونقل
	آسیب‌پذیری کم	۳	۲۰۰-۴۰۰		
	آسیب‌پذیری متوسط	۵	۴۰۰-۶۰۰		
	آسیب‌پذیری زیاد	۷	۶۰۰-۸۰۰		
	آسیب‌پذیری خیلی زیاد	۹	بیشتر از ۸۰۰		
[۲۵]	آسیب‌پذیری خیلی کم	۱	۰-۲۴۹	پایانه مسافری	
	آسیب‌پذیری کم	۳	۲۵۰-۴۹۹		
	آسیب‌پذیری متوسط	۵	۵۰۰-۷۴۹		
	آسیب‌پذیری زیاد	۷	۷۵۰-۱۲۴۹		
	آسیب‌پذیری خیلی زیاد	۹	بیشتر از ۱۲۵۰		

جدول (۱): نحوه ارزش گذاری زیر معیارها در آسیب پذیری زیرساخت‌ها

منبع	نحوه ارزش گذاری			شاخص	
	مفهوم	امتیازات	بازه‌ها (متر)		
[۲۶]	آسیب پذیری خیلی زیاد	۹	۰-۴۰۰	پادگان، کلانتری، فرماندهی انتظامی	نظامی
	آسیب پذیری زیاد	۷	۴۰۱-۸۰۰		
	آسیب پذیری متوسط	۵	۸۰۱-۱۲۰۰		
	آسیب پذیری کم	۳	۱۲۰۱-۲۰۰۰		
	آسیب پذیری خیلی کم	۱	بیشتر از ۲۰۰۰		
[۲۶]	آسیب پذیری خیلی زیاد	۹	۰-۱۲۵	مراکز اقتصادی	پشتیبانی
	آسیب پذیری زیاد	۷	۱۲۶-۱۶۵		
	آسیب پذیری متوسط	۵	۱۶۶-۲۰۰		
	آسیب پذیری کم	۳	۲۰۱-۲۷۵		
	آسیب پذیری خیلی کم	۱	بیشتر از ۲۷۵		
نظر کارشناسی	آسیب پذیری خیلی زیاد	۹	۰-۱۰۰	انبار مواد غذایی	
	آسیب پذیری زیاد	۷	۱۰۰-۲۰۰		
	آسیب پذیری متوسط	۵	۲۰۰-۳۰۰		
	آسیب پذیری کم	۳	۳۰۰-۴۰۰		
	آسیب پذیری خیلی کم	۱	بیشتر از ۴۰۰		
[۲۵]	آسیب پذیری خیلی کم	۱	۰-۲۴۹	بهداشتی - درمانی	
	آسیب پذیری کم	۳	۲۵۰-۴۹۹		
	آسیب پذیری متوسط	۵	۵۰۰-۷۴۹		
	آسیب پذیری زیاد	۷	۷۵۰-۱۲۴۹		
	آسیب پذیری خیلی زیاد	۹	بیشتر از ۱۲۵۰		
نظر کارشناسی	آسیب پذیری خیلی زیاد	۹	۰-۷۵	مراکز مسکونی	
	آسیب پذیری زیاد	۷	۷۵-۱۵۰		
	آسیب پذیری متوسط	۵	۱۵۰-۲۲۵		
	آسیب پذیری کم	۳	۲۲۵-۳۰۰		
	آسیب پذیری خیلی کم	۱	بیشتر از ۳۰۰		
نظر کارشناسی	آسیب پذیری خیلی زیاد	۹	۰-۲۰۰	مراکز مذهبی	
	آسیب پذیری زیاد	۷	۲۰۰-۴۰۰		
	آسیب پذیری متوسط	۵	۴۰۰-۶۰۰		
	آسیب پذیری کم	۳	۶۰۰-۸۰۰		
	آسیب پذیری خیلی کم	۱	بیشتر از ۸۰۰		
نظر کارشناسی	آسیب پذیری خیلی کم	۱	۰-۲۰۰	فضای سبز	
	آسیب پذیری کم	۳	۲۰۰-۴۰۰		
	آسیب پذیری متوسط	۵	۴۰۰-۶۰۰		
	آسیب پذیری زیاد	۷	۶۰۰-۸۰۰		
	آسیب پذیری خیلی زیاد	۹	بیشتر از ۸۰۰		
[۲۶]	آسیب پذیری خیلی زیاد	۹	۰-۱۵۲	آموزش عالی	
	آسیب پذیری زیاد	۷	۱۵۲-۲۱۵		
	آسیب پذیری متوسط	۵	۲۱۶-۲۹۰		
	آسیب پذیری کم	۳	۲۹۱-۳۶۵		
	آسیب پذیری خیلی کم	۱	بیشتر از ۳۶۵		

مقیاس ۹ کمیتی توماس ال ساعتی (جدول ۲) و میزان ناسازگاری قضاوت ها انجام گرفته، کنترل می شود.

پس از تدوین ساختار شبکه ای مدل، تحلیلی زوجی معیارهای اصلی و زیر معیارها با بهره گیری از دیدگاه های کارشناسان، صاحب نظران و پژوهشگران و نرم افزار Expert Choice بر اساس

جدول (۲): ماتریس مقایسه زوجی معیارهای اصلی

معیارها	پشتیبانی	مدیریتی	نظامی	تأسیسات	حمل و نقل
پشتیبانی	۱	۳	۳	۵	۵
مدیریتی		۱	۱	۳	۵
نظامی			۱	۵	۳
تأسیسات				۱	۱/۳
حمل و نقل					۱

Priorities with respect to:
asib paziri



Inconsistency = 0.05

with 0 missing judgments.

شکل (۴): اوزان به دست آمده برای معیارها و محاسبه سازگاری آن ها

به اینکه برخی عناصر درون خوشه ها ممکن است، به عناصر سایر خوشه ها وابسته باشند، در این صورت با توجه به معیارهای کنترل ماتریس مقایسه زوجی تشکیل شده و عناصر ماتریس دوبه دو با هم مقایسه می شوند. وزن ماتریس به دست می آید و نتیجه وارد سوپر ماتریس اولیه می شود. سوپر ماتریس حاصل از تلفیق ماتریس های مختلف، سوپر ماتریس اولیه است که جمع عناصر هر ستون سوپر ماتریس بیش از یک است و در مرحله بعد، سوپر ماتریس نرمال می شود و سوپر ماتریس حاصله از آن سوپر ماتریس وزنی است و نهایتاً جهت همگرا شدن سوپر ماتریس وزنی، عناصر موجود در معیارها آن قدر به توان می رسند تا همگرا شوند؛ که در زیر فقط وزن نهایی معیارها و غیرمعیارهای محاسبه شده در جدول (۳) آورده شده است.

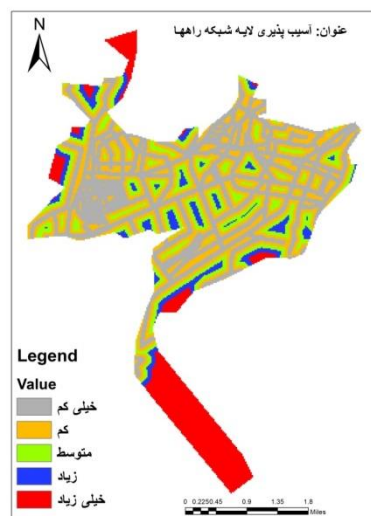
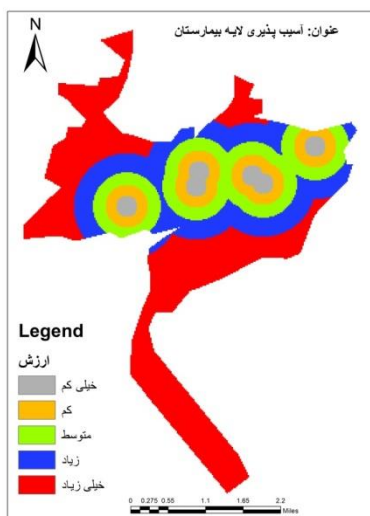
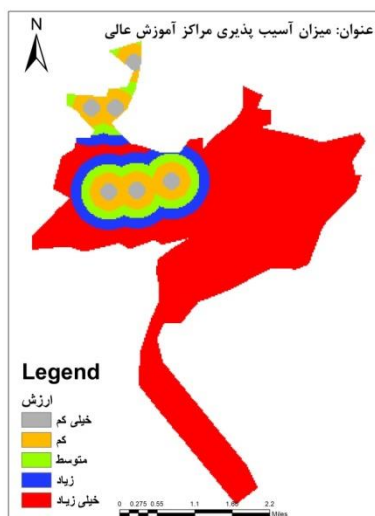
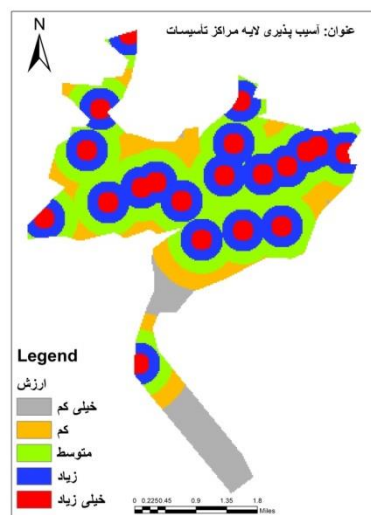
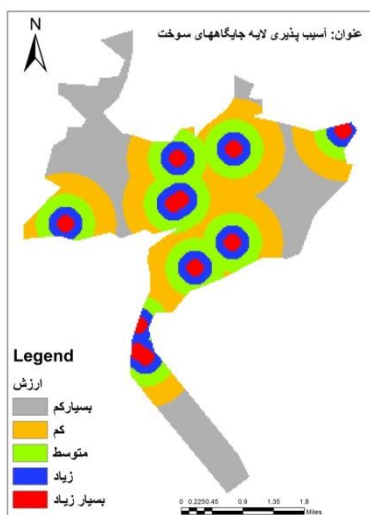
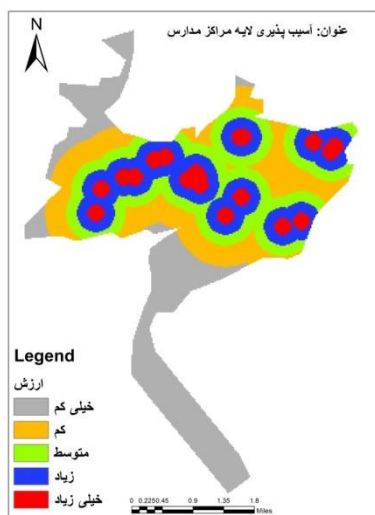
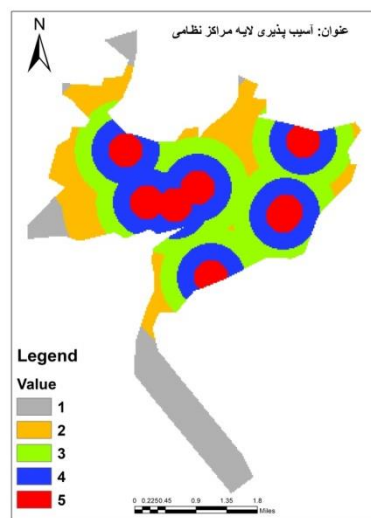
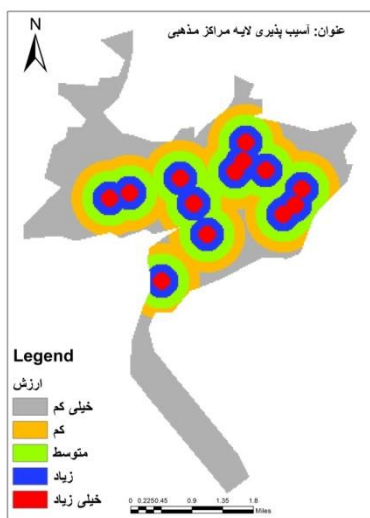
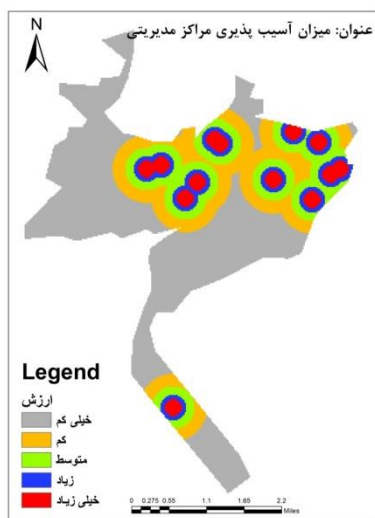
مطابق جدول (۲) و شکل (۴) وزن نسبی معیارهای از طریق مقایسه زوجی به دست آمده است. در ماتریس زوجی نمره اهمیت نسبی مؤلفه در سطر i با توجه به ستون j نشان می دهد به عبارتی $a_{ij} = w_i / w_j$ را مشخص می نماید که نمره یک نشان دهنده اهمیت برابر و نمره ۹ برابر با اهمیت خیلی زیاد i بر مؤلفه j است. میزان ناسازگاری قضاوت ها انجام گرفته برابر با ۰/۰۵ می باشد؛ با توجه به این مسأله که این مقدار می بایست در یک قضاوت سازگار کوچک تر و یا مساوی ۰/۱ باشد مورد قبول است. سپس مقایسه عناصر داخلی هر خوشه (زیر معیارها) شبیه روش AHP انجام می گیرد، در گام بعدی وزن نسبی عناصر ماتریس محاسبه و در نهایت عناصر جدول نرمال می شوند. با توجه

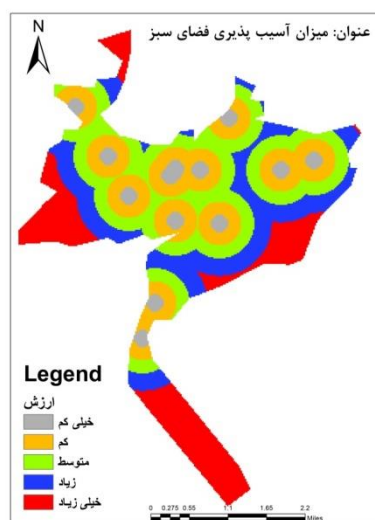
جدول (۳): وزن نهایی معیارها و زیر معیارهای مدل ارزیابی

وزن متوسط	وزن نهایی	وزن عمومی	وزن خوشه‌ای	زیر معیار	معیار
۰/۱۴۶	۰/۰۱۸۶	۰/۱۱۶	۰/۱۶۰	خطوط گاز	تأسیسات
	۰/۰۳۱۹	۰/۲۰۰	۰/۱۶۰	ایستگاه تقلیل فشار	
	۰/۱۳۷۳	۰/۸۵۸	۰/۱۶۰	مخازن سوخت	
	۰/۰۴۹۴	۰/۳۰۹	۰/۱۶۰	مخازن آب	
	۰/۰۴۵۷	۰/۲۸۶	۰/۱۶۰	منابع آب	
	۰/۰۶۶۵	۰/۴۱۶	۰/۱۶۰	شبکه انتقال آب	
	۰/۰۳۸۲	۰/۲۳۸	۰/۱۶۰	شبکه توزیع برق	
	۰/۰۵۵۸	۰/۳۴۹	۰/۱۶۰	دکل مخابرات	
	۰/۰۵۷۸	۰/۳۶۰	۰/۱۶۰	آتش‌نشانی	
۰/۰۲۷۸	۰/۰۴۷۵	۰/۲۷۹	۰/۱۷۰	استانداری	مدیریتی
	۰/۰۲۸۹	۰/۱۷۰	۰/۱۷۰	فرمانداری	
	۰/۰۴۶۲	۰/۲۷۲	۰/۱۷۰	شهرداری	
	۰/۰۱۱۶	۰/۰۶۸	۰/۱۷۰	ادارات کل	
	۰/۰۱۵۶	۰/۰۹۲	۰/۱۷۰	بیمارستان‌ها	
	۰/۰۱۷۱	۰/۱۰۱	۰/۱۷۰	مراکز امدادی	
۰/۰۵۹۱	۰/۰۲۶۵	۰/۰۹۵	۰/۲۷۹	فرماندهی انتظامی	نظامی
	۰/۰۵۷۸	۰/۲۰۷	۰/۲۷۹	پادگان‌ها	
	۰/۰۶۸۵	۰/۲۴۵	۰/۲۷۹	کلانتری‌ها	
	۰/۰۸۳۶	۰/۳۰۰	۰/۲۷۹	زندان‌ها	
۰/۰۲۵۸	۰/۰۴۳۰	۰/۴۲۲	۰/۱۰۲	شبکه ارتباطی	حمل و نقل
	۰/۰۱۰۹	۰/۱۰۷	۰/۱۰۲	پایانه مسافربری	
	۰/۰۲۳۵	۰/۲۳۰	۰/۱۰۲	فرودگاه‌ها	
۰/۰۰۶۷	۰/۰۲۲۰	۰/۴۴۰	۰/۰۵۰	بهداشتی - درمانی	پشتیبانی
	۰/۰۰۲۶	۰/۰۵۲	۰/۰۵۰	مراکز اقتصادی	
	۰/۰۰۹۵	۰/۱۹۰	۰/۰۵۰	انبار مواد غذایی	
	۰/۰۰۱۲	۰/۰۲۴	۰/۰۵۰	فضای سبز	
	۰/۰۰۲۵	۰/۰۵۰	۰/۰۵۰	مراکز مذهبی	
	۰/۰۰۲۵	۰/۰۵۰	۰/۰۵۰	جایگاه سوخت	
	۰/۰۰۶۸	۰/۱۳۶	۰/۰۵۰	آموزش عالی	

دست آوردن وزن‌های نهایی مربوط به هر یک از گزینه‌ها، پایگاه داده‌های مکانی منطقه مورد مطالعه در محیط نرم‌افزار ArcGIS با توجه به جدول (۴) تشکیل شد گزینه‌های مؤثر در فرآیند ارزیابی به لایه‌های اطلاعاتی تبدیل شدند. مجموعه این لایه‌های در شکل (۵) نشان داده شده است.

نتایج حاصل از مدل تحلیل شبکه نشان می‌دهد، معیار مراکز مهم پشتیبانی و نظامی بیشترین تأثیر را در آسیب‌پذیری زیرساخت‌های شهر ایلام دارد. در این میان شاخص‌های مخازن سوخت با میزان ۰/۱۳۷۳ بیشترین نقش را در آسیب‌پذیری زیرساخت‌های شهر ایلام دارد، در مرتبه بعدی معیار پشتیبانی با میزان ۰/۰۶۶ در این زمینه بیشترین نقش را دارد. پس از به

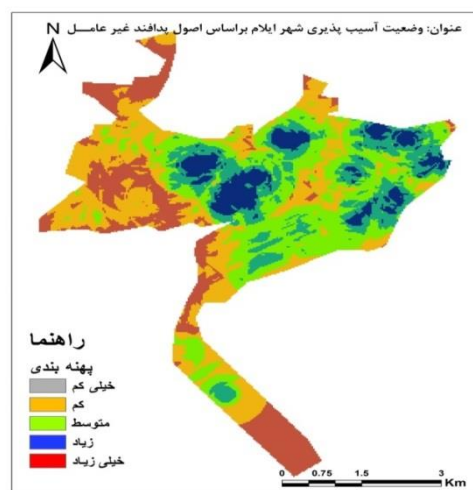




شکل (۵): فاصله و ارزش گذاری از لایه های معیار

صدمات جدی جلوگیری کرد. امنیت و عوامل امنیتی به عنوان یکی از مؤلفه های مهم در تعیین مکان کاربری های شهری است و مسئله حفاظت از پدیده ها و تأسیسات شهری و دفاع از شهروندان در مقابله حمله در زمان جنگ در شهرها است. دفاع در حقیقت به مجموعه اقداماتی اطلاق می گردد که با اجرای آن می توان از وارد شدن خسارت به تجهیزات و تأسیسات حیاتی، حساس و مهم، نظامی و غیرنظامی و تلفات انسانی جلوگیری نموده و موجبات استمرار فعالیت های زیربنایی، تأمین نیازهای حیاتی و تداوم خدمات رسانی عمومی و تسهیل اداره کشور در شرایط بحرانی و تجاوز خارجی را فراهم نمود. دفاع در مقابل این حملات به دفاع عامل و غیرعامل تقسیم می گردد. دفاع عامل مجموعه اقدامات بالقوه و بالفعل نیروهای انسانی آموزش دیده و ابزارهای نظامی که در قالب نیروهای زمینی، هوایی و دریایی سازمان دهی می شود. دفاع غیرعامل به مجموعه اقداماتی اطلاق می گردد که مستلزم به کارگیری جنگ افزار نبوده و با اجرای آن می توان از وارد شدن خسارت مالی به تجهیزات و تأسیسات حیاتی و حساس نظامی و غیرنظامی و تلفات انسانی جلوگیری نمود و یا میزان این خسارت و تلفات را به حداقل ممکن کاهش داد. شهرها دارای کالبدی است که این کالبد فعالیت های متعددی را در خود جای داده است و این فعالیت ها و کاربری ها باعث شده است که جمعیت وابسته ای در شهر جای گیرند که در صورت بروز خطر به شدت آسیب پذیرند. شناسایی مخاطرات متوجه شهرها و آسیب پذیری آن ها، نقش مهمی در پیشگیری و آمادگی برای مواجهه و مقابله با پیامدهای آن دارد. کاربری های شهری را از نظر میزان درجه خطرپذیری به ۳ دسته حیاتی، حساس و مهم طبقه بندی می کنند. با توجه به

پس از محاسبه وزن عوامل مؤثر بر آسیب پذیری زیرساخت های شهر ایلام و تهیه لایه های رستری مربوط به این معیارها با اعمال ضریب اهمیت هر یک از معیارها و از جمع حاصل ضرب آن ها به کمک توابع همپوشانی در نرم افزار GIS نقشه پهنه بندی و آسیب پذیری زیرساخت های شهری با توجه به تمامی عوامل و معیارهای به دست آمد. شکل (۶) در زیر نقشه نهایی آسیب پذیری زیرساخت های شهر ایلام را نشان می دهد.



شکل (۶): نقشه آسیب پذیری شهر ایلام بر اساس پدافند غیرعامل

۳- نتیجه گیری

یکی از شاخص های اساسی توسعه پایدار تأمین امنیت فضای شهری و همچنین ساکنان شهر می باشد. به همین جهت یکی از راه های اساسی جهت تأمین امنیت در فضاهای شهری، مکان یابی بهینه تأسیسات و مراکز حیاتی، حساس و مهم شهری می باشد تا در زمان وقوع بحران و حوادث طبیعی و غیرطبیعی بتوان از

زیرساخت‌های شهر ایلام در نظر گرفته شده است. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده تعداد ۳۰ زیر معیار در ۳ معیار مراکز حیاتی، حساس و مهم با یکدیگر در نرم‌افزار ARC GIS بر اساس ضریب اهمیت که توسط متخصصان و نخبگان در نرم‌افزار Expert choice به دست آمد با یکدیگر ترکیب شدند؛ و در نهایت نقشه پهنه‌بندی میزان آسیب‌پذیری زیرساخت‌های شهری تدوین شد.

۴- مراجع

- [1] G. Zarei and S. Abazarloo, "Assessment of urban vulnerability using AHP with passive defense approach: Case study of Tehran," Safe City J., vol. 1, no. 2, 2018. (In Persian) https://www.ispdrc.ir/article_705603.html
- [2] S. A. Hosseini et al., "Assessment of vulnerable elements and passive defense considerations in Tehran buffer zone," in Proc. 1st Conf. Urban Planning with Passive Defense Approach, Malek Ashtar Univ., 2011. (In Persian)
- [3] B. Wisner et al., "Proactive approach to disaster reduction," Feinstein Int. Famine Center Report, Kobe Conf., Japan, 2005.
- [4] M. M. Azizi and M. Bornafar, "Optimal urban planning during air attacks from passive defense perspective," Urban Stud. Q., no. 1, pp. 9–22, 2012. (In Persian) https://urbstudies.uok.ac.ir/article_1271.html
- [5] A. Shahi Vandi and H. Sheikhi, "Evaluation of urban vulnerability based on passive defense principles: Case study of Hamedan," J. Phys. Dev. Plan., no. 4, pp. 81–92, 2018. (In Persian) <https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.26455471.1397.5.4.5.4>
- [6] G. Siyami et al., "Defensive pathology of urban structure using AHP and GIS: Case study of Gorgan," Geogr. Spat. Plan., vol. 3, no. 10, pp. 21–42, 2013. (In Persian) https://gps.gu.ac.ir/article_7382.html
- [7] H. Kamran and H. Hosseini Amini, "Application of passive defense in urban and regional planning: Case study of Shahriar," Geogr. Space, vol. 12, no. 38, pp. 215–237, 2012. (In Persian) <http://geographical-space.iau-ahar.ac.ir/article-1-903-fa.html>
- [8] P. Brandon, "Extreme management in disaster recovery," Procedia Eng., vol. 14, pp. 14–21, 2011.
- [9] M. Ghazanfari, Vulnerability Assessment of Metro Stations Against Man-Made Threats, M.S. thesis, Malek Ashtar Univ., 2013. (In Persian)
- [10] H. Moradi, "Evaluation of urban land uses with passive defense approach: Case study of Ilam," Applied Research Report, Law Enforcement Research Office, Ilam, 2024. (In Persian)
- [11] H. Moradi and S. Maleki, "Evaluation of passive defense principles in urban water infrastructures of Ilam," J. Passive Defense, in press, 2025.
- [12] J. Sadidi et al., "Assessment of residential land-use vulnerability against external threats: Case study of Tehran District 10," J. Spat. Anal. Environ. Hazards, vol. 10, no. 3, 2023. (In Persian) <https://www.sid.ir/paper/1494892/fa>
- [13] M. Dehghan et al., "Evaluation of urban land uses with passive defense approach," in Proc. Int. Conf. Architecture and Urban Planning, Tabriz, 2022. (In Persian)
- [14] Z. Salahshour et al., "Assessment of urban infrastructure vulnerability with passive defense approach: Case study of Shirvan," Geogr. Q., vol. 20, no. 72, 2022. (In Persian) <https://dor.isc.ac/dor/http://dor.net/dor/20.1001.1.27833739.1401.2.0.72.8.4>
- [15] M. Kadkhodaei et al., "Urban spatial planning with passive defense approach in Zahedan," Peri-Urban Space Dev., vol. 3, no.

موقعیت راهبردی شهر ایلام و دارا بودن مرز مشترک خاکی با کشور عراق، بررسی آسیب‌پذیری آن از اهمیت خاصی برخوردار است و اهمیت برنامه‌ریزی در موقع بحران در محدوده پژوهش احساس می‌شود. لذا برای کاهش تلفات غیرنظامی‌ها و ضایعات تأسیسات و تجهیزات شهری بایستی در طرح‌های توسعه جدید شهری و یا بازسازی شهر به عناصر دفاع غیرعامل توجه ویژه به موارد ساختاری و کارکردی فعالیت و جمعیت همچنین پیش‌بینی و مکان‌یابی بهینه در رعایت اصول و ضوابط پدافند غیرعامل گردد. نتایج به‌دست آمده از پهنه‌بندی آسیب‌پذیری این شهر، این امکان را فراهم می‌آورد تا با توجه به شدت آسیب‌پذیری در هر یک از مناطق اقدامات لازم در جهت کاهش احتمالی آسیب‌پذیری آن‌ها صورت گیرد. در برخی از موارد با انجام اقداماتی نظیر انتقال برخی مراکز خطرناک به نقاط دیگر، لحاظ کردن اصول پدافند غیرعامل در عناصر شهری و اجزای آن‌ها و مواردی از این دست تا حد زیادی می‌تواند از شدت آسیب‌پذیری مناطق بکاهد.

بر اساس نتایج به‌دست آمده، تعداد ۱۰ زیر معیار در ۵ معیار مراکز حیاتی، حساس و مهم با یکدیگر در نرم‌افزار ArcGIS بر اساس ضرایب اهمیت که توسط متخصصان و نخبگان در نرم‌افزار اکسپرت چویس به دست آمد با یکدیگر ترکیب شدند. یافته‌های بیانگر این است که میزان آسیب‌پذیری در پنج طیف طبقه‌بندی شدند. بر این اساس میزان آسیب‌پذیری در ۲۴ درصد از شهر ایلام خیلی کم، ۱۲ درصد میزان آسیب‌پذیری کم، ۱۲/۴ درصد میزان آسیب‌پذیری متوسط، ۱۲/۸ درصد میزان آسیب‌پذیری بالا و حدود ۴۰ درصد از میزان آسیب‌پذیری خیلی بالا است. در واقع می‌توان گفت که میزان آسیب‌پذیری در ۴۸ درصد شهر پایین و در ۵۲ درصد از شهر میزان آسیب‌پذیری بالا است؛ بنابراین نتایج به‌دست‌آمده، می‌توان گفت میزان آسیب‌پذیری کاربری‌ها در شهر ایلام بالا است. با توجه به توزیع میزان آسیب‌پذیری زیرساخت‌های حیاتی و حساس و خطرات انسانی به‌عنوان یکی از راهکارهای مناسب باعث توانمندتر شدن شهرها و افزایش مقاومت آن‌ها در برابر مخاطرات شده است که ارتباط مستقیمی با برنامه‌ریزی پدافند غیرعامل دارد. در این پژوهش ارزیابی کاربری‌ها و فضاهای شهری با رویکرد پدافند غیرعامل در حیطه مدیریتی و شهرسازی مورد بررسی قرار گرفته‌اند: بررسی‌های انجام گرفته نشان می‌دهد که کاربری‌های تأسیساتی از نظر کارشناسان، به‌عنوان تأثیرگذارترین شاخص‌ها و کاربری فضای سبز و مراکز مذهبی به‌عنوان کم‌اثرترین کاربری‌ها در آسیب‌پذیری

- [21] F. Moraci et al., "Making less vulnerable cities: Resilience as a new paradigm of smart planning," *Sustainability*, vol. 10, no. 3, p. 755, 2018. <https://doi.org/10.3390/su10030755>.
- [22] P. Yadollahi et al., "Managerial strategies for reducing flood hazard consequences using SWOT: Case study of Hamedan–Bahar Plain," *J. Watershed Manag. Res.*, vol. 11, no. 22, pp. 188–198, 2020. <http://dx.doi.org/10.52547/jwmr.11.22.188>
- [23] M. R. Narimisa, N. E. A. Basri, and M. Elahi, "Passive defense: Measuring and evaluating urban vulnerability with resilience approach," *Religación*, vol. 4, no. 13, pp. 153–160, 2019.
- [24] Deputy of Planning, Ilam Governorate, Statistical Yearbook of Ilam Province, 2021. (In Persian).
- [25] Naqsh-e Jahan Pars Consulting Engineers, Detailed Plan of Tehran Region 6, 2007. (In Persian)
- [26] M. H. Yazdani and A. Seydin, "Urban vulnerability assessment from passive defense perspective: Case study of Ardabil," *Sepehr Geogr. Inf. Q.*, vol. 25, no. 100, pp. 18–22, 2016. (In Persian)
<https://www.sid.ir/paper/253112/fa>
- 2, pp. 67–90, 2021. (In Persian)
<https://www.sid.ir/paper/1357524/fa>
- [16] M. Gholamzadeh Sistani, The Role of Passive Defense in Urban Construction Management (Case Study: Shiraz) , M.S. thesis, Dept. Civil Eng., Allameh Mohaddeseh Noori Univ., 2021. (In Persian)
- [17] H.-M. Lyu and Z.-Y. Yin, "An improved MCDM combined with GIS for risk assessment of multi-hazards in Hong Kong," *Sustain. Cities Soc.*, vol. 93, p. 104427, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2023.104427>
- [18] A. Jamali, M. Robati, H. Nikoomaram, F. Farsad, and H. Aghamohammadi, "Urban resilience assessment using hybrid MCDM model based on DEMATEL–ANP method (DANP)," *J. Indian Soc. Remote Sens.*, vol. 51, no. 4, pp. 893–915, 2023. <https://doi.org/10.1007/s12524-023-01670-8>.
- [19] I. Pal et al., *Science and Technology for Multi-Hazard Vulnerability, Climate Change and Resilience Building*, vol. 1, 2022.
- [20] M. Pourmohammadi, H. Ahmadi, and A. Salaripour, "Developing physical resilience strategies in passive defense according to identification of endangered areas of urban environments: Case study of Ahvaz," *Int. J. Disaster Resil. Built Environ.*, vol. 13, no. 1, pp. 14–30, 2022. <https://doi.org/10.1108/IJDRBE-08-2020-0086>.