مجله علمی پژوهشی مخاطرات محیط طبیعی، دوره دهم، شماره ۲۹، پاییز ۱۴۰۰
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۰۹/۲۴
تاریخ بازنگری نهایی مقاله: ۱۳۹۸/۱۱/۲۴
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۰۱/۳۱
صفحات: ۵۲ - ۳۳

مقاله (علمی پژوهشی)

بررسی میزان آسیب‌پذیری تأسیسات شهر ایلام در برابر مخاطرات محیطی (سیل) با رویکرد پدافند غیرعامل

پاکزاد آزادخانی*[۱]، جعفر حسین زاده[۲]، شکوفه کمری[۳]

۱*. استادیار گروه معماری و جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه باختر ایلام
۲. دانشیار گروه علوم جنگل، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام
۳. کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه باختر ایلام

چکیده

کاهش آسیب‌پذیری تأسیسات شهری جهت تقلیل میزان خسارت‌ها با بهره‌گیری از رویکردهای جدید مدیریت بحران از قبیل پدافند غیرعامل که می‌تواند در ایجاد محیطی ایمن در شهرها مؤثر واقع شود، از مهم‌ترین اهدافی است که امروزه برنامه‌ریزان و مدیران شهری درصدد اجرای آن در شهرها می‌باشند. این پژوهش با هدف بررسی میزان آسیب‌پذیری تأسیسات شهری در سطح شهر ایلام باتوجه به اصول پدافند غیرعامل و با تأکید بر مخاطرات محیطی انجام گرفته است. روش تحقیق، برای تبیین وضع موجود و یافتن پاسخی برای سؤالات تحقیق، روش توصیفی-تحلیلی است. روش جمع‌آوری اطلاعات بر مبنای کتابخانه‌ای و نیز میدانی بوده و تجزیه‌وتحلیل اطلاعات به‌دست‌آمده با استفاده از تلفیق دو فن AHP_FUZZY و GIS انجام گرفته است. نتایج نشان می‌دهند که شهر ایلام در برابر مخاطرات سیل براساس اصول پدافند غیرعامل آسیب‌پذیر می‌باشد. همچنین تأسیسات شهر ایلام ازجمله شبکه توزیع برق و گازرسانی و بیشتر شبکه‌های توزیع آب و فاضلاب براساس اصول پدافند غیرعامل در نقاط ایمن شهر قرار گرفته‌اند؛ ولی بخش مهمی از شبکه لوله‌های اصلی انتقال آب شرب در مناطق بحرانی سیلاب واقع شده‌اند که در این پژوهش نقاط ایمن از دیدگاه پدافند غیرعامل شناسایی شده‌اند تا تدابیر لازم جهت تغییر مسیر آن‌ها توسط ارگان‌های مربوطه صورت پذیرد.

واژگان کلیدی: پدافند غیرعامل، تأسیسات، آسیب‌پذیری شهری، مکان‌یابی، سیل، شهر ایلام.

*- پاکزاد آزادخانی (نویسنده مسئول) Email: d.rp.azadkhani@bakhtar.ac.ir

مقدمه

یکی از جنبه‌های مهم و قابل‌توجه در برنامه‌ریزی توسعه، تأکید و توجه به آسیب‌پذیری کشور و از همه مهمتر آسیب-پذیری شهرها در مقابل تهدیدهای ناشی از جنگ و بلایای طبیعی است؛ زیرا شهرها باتوجه به حجم بالای سرمایه-گذاری و مکان‌گزینی بسیاری از تأسیسات و ابزارهای اقتصادی و اجتماعی، توجه و امعان نظر بیشتری را می‌طلبند؛ چرا که بروز این حوادث تلفات جانی و مالی زیادی به‌دنبال خواهد داشت (مهندس مشاور طرح و راهبرد پویا، ۱۳۹۰؛ امینی‌ورکی و همکاران، ۱۳۹۳). وقوع بلایای طبیعی نظیر سیل در اغلب موارد تأثیرهای مخربی بر سکونتگاه‌های انسانی باقی گذاشته که منجر به نابودی ساختمان‌ها و زیرساخت‌ها در این‌گونه مناطق شده و عوارض اقتصادی و اجتماعی پردامنه‌ای بر جوامع بشری و کشورهای جهان تحمیل کرده است (نصیری، ۱۳۹۶).

بدون شک تقویت امنیتی تأسیسات شهری در بهبود عرضه خدمات و کاهش آسیب‌پذیری‌ها به‌ویژه در زمان‌های بحران نقش اساسی دارد. دراین‌بین، تأسیسات و تجهیزاتی چون سیستم‌های حمل‌ونقل، شبکه‌های تهیه و توزیع کالا، آب و فاضلاب، برق، گاز و ... که اساساً شریان‌های اصلی هر شهر را تشکیل می‌دهند، از نقش و جایگاه مهم‌تری برخوردار است (بخشی‌شادمهری و همکاران، ۱۳۹۵). ازاین‌رو، موضوع پدافند غیرعامل به‌عنوان عنصر بازدارنده موردتوجه خاص اکثر کشورها به‌ویژه کشور ما به‌علت موقعیت سیاسی و جغرافیای طبیعی قرار گرفته است (غلامی و همکاران، ۱۳۹۳) که علاوه بر ملاحظات امنیتی در استتار، اختفا و پراکندگی استحکامات و تأسیسات و موقعیت استقرار زیرساخت‌ها، بایستی موقعیت و مسائل طبیعی و توپوگرافیکی شهرها نیز موردتوجه برنامه‌ریزان قرار گیرد (پورهاشمی و همکاران، ۱۳۹۵). اگر در برنامه‌ریزی‌ها به این مسائل توجه نشود، در زمان وقوع حوادث میزان خسارت‌ها بیشتر خواهد شد، چنانچه در زمین‌لرزه‌ی هائیتی در سال ۲۰۱۰ با تخریب ۹۰ درصدی مواجه شده و با ازبین‌رفتن زیرساخت‌ها، تعداد زیادی از مردم به‌علت نرسیدن کمک‌های بهداشتی و غذایی جان خود را از دست دادند (پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله، ۱۳۸۸). در زلزله بم در سال ۱۳۸۲ اکثر مدیران بومی در اثر زلزله کشته شدند و شهر یکباره مدیریت خود را از دست داد و باعث وخامت چند برابری اوضاع شهر شد (پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله، ۱۳۸۲). همچنین سیل سال ۱۳۹۴ شهر ایلام به‌علت عدم برنامه‌ریزی قبل از وقوع حادثه خسارت‌های زیادی به زیرساخت‌های شهر و مردم وارد ساخت.

شهر ایلام در اثر یک فرایند غیرطبیعی یعنی اسکان عشایر ایجاد شده و اغلب در بازه‌ی زمانی غیربرنامه‌ریزی‌شده‌ای، خودبه‌خود عملکردها را پذیرفته است؛ پدیده حاشیه‌نشینی، بافت و کالبد شهر را به‌هم ریخته و باعث تأثیر منفی بر کیفیت خدمات شهری شده است. به‌طوری‌که در زمان وقوع حوادث طبیعی مانند سیل اخیر، اکثر مراکز و زیرساخت‌های شهر ایلام آسیب دید، توان پاسخگویی به نیازهای اولیه مردم به حداقل رسید و عده‌ی زیادی به‌علت عدم رعایت اصول شهرسازی متأثر از بی‌توجهی برنامه‌ریزان در مکان‌یابی‌ها دچار خسارت مالی و جانی شدند. هدف این پژوهش، بررسی میزان آسیب‌پذیری تأسیسات شهر ایلام براساس پدافند غیرعامل است. بنابراین، سوال‌هایی که اینجا مطرح است این است که: وضعیت شهر ایلام در مواجهه با مخاطرات محیطی با رویکرد پدافند غیرعامل چگونه است؟ میزان آسیب‌پذیری تأسیسات شبکه تأمین و توزیع آب شرب، شبکه تأمین و توزیع نیروی برق و شبکه سیستم گازرسانی شهر ایلام در مقابل مخاطرات سیلاب با رویکرد پدافند غیرعامل چگونه است؟

مبانی نظری و پیشینه تحقیق

پدافند غیرعامل

واژه «پدافند» از نظر لغوی همتراز با واژه «دفاع» است و مشتمل بر «کارهایی که برای پیشگیری از حمله دشمن یا پیروزی او در حمله انجام می‌گیرد» (صدری‌افشار و حکمی، ۱۳۷۳).

پدافند غیرعامل شهری به منزله‌ی راهبرد آمادگی در شرایط اضطرار (Alexander, 2002) یا استراتژی بازدارندگی است (خوشگویان‌فرد، ۱۳۸۶). پدافند غیرعامل به اقدام‌های غیرمسلحانه‌ای گفته می‌شود که موجب کاهش آسیب‌پذیری نیروی انسانی، ساختمان‌ها و تأسیسات، تجهیزات و مجموعه شریان‌های کشور در مقابل عملیات خصمانه و مخرب دشمن و یا کاهش مخاطرات ناشی از سوانح غیرطبیعی می‌گردد (اخباری و احمدی‌مقدم، ۱۳۹۳). پدافند غیرعامل مستلزم به‌کارگیری جنگ‌افزار نبوده و با اجرای آن می‌توان از وارد شدن خسارت‌های مالی به تجهیزات و تأسیسات حیاتی و حساس نظامی و غیرنظامی و تلفات انسانی جلوگیری نموده و یا میزان این خسارت‌ها و تلفات را به حداقل ممکن کاهش داد (شهسواری و همکاران، ۱۳۹۱). به‌همین دلیل جوامع مختلف پیوسته به‌دنبال کشف راه‌حل‌هایی برای برون‌رفت از آسیب‌های ناشی از حوادث غیرمترقبه هستند که بتوانند به‌گونه‌ای کنترل کنند و در واقع بحران را مدیریت نمایند (کیانی و سالارسردی، ۱۳۹۵).

زیرساخت، تأسیسات و تجهیزات شهری

منظور از زیرساخت، تأسیسات زیربنایی هستند که در صورت بروز بحران دچار آسیب گردیده و تأثیرهای گسترده‌ای بر شهر و ساکنان آن می‌گذارد. تأسیسات و تجهیزات شهری در پدافندغیرعامل عبارت است از تأسیساتی که به منظور رفع نیازها و مشکلات ساکنین شهر از نظر تأمین آب، برق، گاز، تلفن، فاضلاب، جمع‌آوری و دفع آب‌های سطحی به وجود می‌آیند (عبدالهی، ۱۳۸۲).

در سطح شهر ممکن است سیلاب‌هایی رخ دهد که نه ناشی از طغیان رودخانه است و نه هجوم آب دریا، بلکه این گونه سیلاب‌ها به‌دنبال بارش شدید باران در سطح شهر و به‌علت غیرقابل نفوذبودن سطوح شهری، حادث می‌گردد. این سیلاب‌ها اغلب به‌صورت آب‌گرفتگی سطح معابر و خیابان‌ها، منازل به‌ویژه در مناطق پست شهر ظاهر می‌شوند. سیلاب شهری موجب اختلال در ترافیک شهر، آمد و شد مردم، ورود آب به منازل، مغازه‌ها و به‌ویژه زیرزمین‌ها شده و خسارت‌های مستقیم و غیرمستقیم به اقتصاد شهر وارد می‌آورد. طراحی سیستم‌های جمع‌آوری آب‌های سطحی در شهر باید باتوجه به ویژگی‌های اقلیمی شهر صورت گیرد و هر گونه سهل‌انگاری در آن می‌تواند برای جوامع و کانون‌های شهری مشکل‌آفرین باشد (طاهری و بزرگ‌زاده، ۱۳۷۵).

آسیب‌پذیری شهری

سازمان وضعیت اضطراری استرالیا؛ آسیب‌پذیری را به‌عنوان درجه حساسیت و برگشت‌پذیری جامعه و محیط در برابر خطرها تعریف می‌کند (مشهدی، ۱۳۹۴). آسیب‌پذیری شهر پدیده‌ای است گسترده که تمامی عوامل موجود در یک

شهر را دربر می‌گیرد و به‌علت وابستگی عناصر به یکدیگر، آسیب‌پذیری شهر نیز به‌سرعت گسترش می‌یابد. آسیب-پذیری شهری به میزانی از تفاوت‌های ظرفیتی جوامع شهری برای مقابله با اثرهای مخاطرات طبیعی بر اساس موقعیت آن‌ها در جهان مادی (ساختار فضایی شهر) و ویژگی‌های اجتماعی آن جوامع (ساختار اجتماعی شهر) اطلاق می‌شود (امینی‌ورکی و همکاران، ۱۳۹۳).

بر اساس نظریه‌ی آسیب‌پذیری و ویژگی‌های مفهومی آن در هر فضای شهری مفروض، مقدار معینی از خطرپذیری وجود دارد؛ اما سطوح و دامنه آسیب‌پذیری و ایمنی در سطح شهر به‌طور یکنواخت توزیع نشده است. با استناد به نظریه‌ی آسیب‌پذیری، احتمال بروز حوادث و مخاطرات برای گروهی از شهروندان در بخش‌های خاصی از شهر همواره بیشتر از دیگران است. این افراد را حادثه‌پذیر، دفاع‌ناپذیر، مستعد حادثه یا اقشار آسیب‌پذیر می‌نامند (Dow, 1992).

اگر خطر را درجه‌ای از خسارت بالقوه بدانیم که نتیجه‌ای از احتمال وقوع مخاطرات و سطحی از آسیب‌پذیری باشد، آسیب‌پذیری را می‌توان نقص ذاتی در ابعاد ویژه‌ی محیط شهر دانست که بنا به ویژگی‌های بیولوژیکی، فیزیکی و یا مشخصه‌های طراحی آن مستعد آسیب است (محمدی‌ده‌چشمه، ۱۳۹۲).

تئوری واردن (سرهنگ بازنشسته ارتش آمریکا در سال ۱۹۸۸) براین مبنا است که مهمترین وظیفه در طرح‌ریزی یک جنگ، شناسایی مراکز ثقل کشور موردتهاجم بوده و چنانچه این مراکز با دقت شناسایی و موردهدف قرار گیرند، کشور مورد تهاجم در اولین روزهای جنگ طعم شکست نظامی را چشیده و درکوتاه‌ترین مدت به خواسته‌های کشور مهاجم تن داده و تسلیم خواهد شد (یزدانی و سیدین، ۱۳۹۵). بنابراین، در پدافند غیرعامل باید آسیب‌پذیری‌ها را کاهش و از تهدیدها دور نگه داشت. یک هدف درصورتی آسیب‌پذیر است که به‌راحتی و سهولت و در مقابل تهدیدها خطرپذیر بوده و درصورت تهاجم دشمن با خسارت‌ها و تلفات زیادی مواجه شود (صیامی و همکاران، ۱۳۹۲).

مکان‌یابی زیرساخت‌ها

مکان‌یابی زیرساخت‌ها، انتخاب بهترین و مطلوب‌ترین نقطه و محل استقرار است؛ به‌طوری که پنهان و مخفی نمودن نیروی انسانی، وسایل، تجهیزات و فعالیت‌ها را به بهترین وجه امکان‌پذیر سازد (ریحانی، ۱۳۹۴).

مکان‌یابی فرآیندی است که از طریق آن و براساس شرایط تعیین‌شده و با توجه به منابع و امکانات موجود، می‌توان بهترین محل موردنظر برای فعالیت تعیین کرد. ازاین‌جهت باید کلیه عوامل مؤثر در ایجاد یک مکان، موردبررسی و تجزیه وتحلیل قرار گیرد و بین عوامل مختلف دفاع غیرعامل، اقتصادی، فنی، جغرافیایی و سیاسی و صاحبان‌سرمایه تلفیق صورت پذیرد، سپس بهترین محل از بین تمام محله‌های موردنظر انتخاب گردد (اخوان و همکاران، ۱۳۹۶). انجام مطالعات درست و مناسب، نیازمند تخصص‌هایی از جمله: تحقیق در عملیات، روش‌های تصمیم‌گیری، جغرافیا، اقتصاد مهندسی، علوم کامپیوتر، ریاضی، بازاریابی، طراحی شهر و موارد گوناگون دیگری است. در ضمن ویژگی‌های منطقه‌ای نیز به‌عنوان عوامل کلیدی مؤثر در تعیین محل در مسائل مکان‌یابی محسوب می‌شوند (کرباسیان و همکاران، ۱۳۹۰).

پیشینه تحقیق

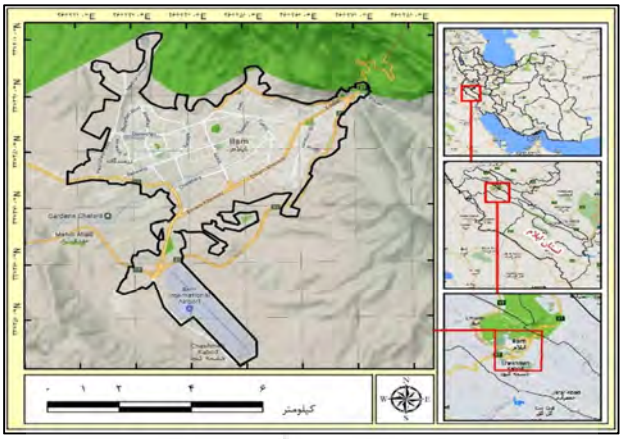
در مورد پدافند غیرعامل شهری مطالعات متعددی صورت گرفته است. باتوجه به تحقیقات بعمل‌آمده می‌توان بیان نمود که برای دست‌یابی به مدیریت پویای شهری لازم است ضمن شناخت کامل مناطق آسیب‌پذیر با استفاده از روش‌های علمی و تجربی، اقدام‌های پیشگیرانه و بازدارنده با بهره‌گیری از امکانات و تکنولوژی روز دنیا در شهرهای بحران‌خیز توسط نهادهای کنترل‌کننده اندیشیده شود تا در زمان بحران به سرنوشت شهرهای آسیب‌دیده دچار نشوند. ازجمله پژوهش‌های صورت‌گرفته می‌توان به پژوهش وینار[1] و همکاران (۲۰۰۷) اشاره نمود. ایشان محل‌های دارای پتانسیل برای جمع‌آوری رواناب را براساس قابلیت‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی، در حوزه پوتشینی رودخانه توکلا در آفریقای جنوبی شناسایی نمودند. آنان برای این منظور تغییرات مکانی خاک، کاربری اراضی، بارش و شیب را درنظر گرفته و با خروجی که شامل نقشه محل‌های مناسب برای جمع‌آوری رواناب بود، نشان دادند. حدود ۱۸ درصد مساحت حوزه برای جمع‌آوری رواناب دارای تناسب بالایی است و سیستم اطلاعات جغرافیایی در مکان‌یابی این مناطق می‌تواند نقش مهمی را ایفا نماید. بیلینیا[2] و همکاران (۲۰۰۷) برای شناسایی محل‌های دارای پتانسیل برای جمع‌آوری آب باران، از سیستم تصمیم‌گیری بر پایه سیستم اطلاعات جغرافیایی استفاده کردند. به‌این‌منظور لایه‌های اطلاعاتی بارش، شیب، بافت خاک، عمق خاک، شبکه زهکشی و کاربری وارد سیستم تصمیم‌گیری بر پایه GIS شد. خروجی حاصل نقشه محل‌های دارای پتانسیل برای جمع‌آوری و ذخیره آب را نشان داد. آنان در این مطالعه قابلیت کاربرد سنجش از دور و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی در شناسایی مکان‌های مستعد برای جمع‌آوری آب باران را نشان دادند. گوهرینگ[3] (۲۰۰۹) به بهبود طراحی شهر دفاعی و چگونگی تحقق اهداف طراحی دفاعی در یک محیط، با به‌کارگیری ابزارهای تحلیلی پرداخته است. لرتین[4] و همکارانش (۲۰۱۱) در تحقیقی با هدف ارزیابی حمله پیش‌گیرانه در مقابل اهداف نادرست و حفاظت در استراتژی دفاعی، نحوهٔ توزیع منابع با به‌کارگیری دفاع بهینه در پیشگیری مؤثر حملات، استقرار اهداف کاذب و پشتیبانی اهداف را تجزیه‌وتحلیل کرده‌اند. اسمیتلین[5] و همکاران (۲۰۱۱) در پژوهشی ارتباط فضایی بین آسیب‌پذیری اجتماعی و تخمین خسارت‌های زلزله را بررسی کردند. جوهانسون[6] و همکاران (۲۰۱۳) در پژوهشی دو روش اصلی برای کسب دانش موردنیاز برای طراحی و بهبود زیرساخت‌های حیاتی پیشنهاد کرده‌اند که عبارتند از: تجزیه‌وتحلیل قابلیت اطمینان و تحلیل آسیب‌پذیری. وایت[7] و همکاران (۲۰۱۴) مدلی را برای ارزیابی آسیب‌پذیری دارایی‌ها همراه با مقیاسی از ریسک استراتژیک و احتمال شکست دارایی‌ها در مقابل حمله‌های انتحاری با استفاده از نظریه بازی ارائه می‌دهند. روئدا و کال[8] (۲۰۱۷) در مقاله‌ای به بررسی حملات هدفمند به یک گره شبکه‌های مخابراتی که به‌طورمستقیم به یک گره شبکه برق متصل شده است و بالعکس، پرداخته‌اند. حسینی‌امینی و همکاران (۱۳۸۹) اشاره نمود که نشان دادند شهر لنگرود فاقد برنامه جامع دفاعی جهت تأمین امنیت شهروندان در زمان حملات احتمالی می‌باشد. اسماعیلی و تقوایی (۱۳۹۰) در

1. Winnaar
2. Mbilinya
3. Goehhering
4. Leritina
5. Schmidtlein
6. Johansson
7. White
8. Rueda & Calle

پژوهشی به این نتیجه رسیده است که تاکنون در طراحی‌های شهری، شهر بیرجند به مقوله پدافند غیرعامل و اصول آن توجه نشده است. شجاع‌عراقی و همکاران (۱۳۹۰) در تحقیقی به شناسایی و بررسی عوامل مؤثر بر مکان‌گزینی پایگاه‌های پشتیبانی مدیریت بحران پرداخته‌اند. صفاری و همکاران (۱۳۹۰) در مقاله‌ای به آسیب‌پذیر بودن منطقه ۳ تهران به‌علت عدم رعایت حریم رودخانه و مقاوم نبودن ساختمان‌ها تأکید دارند. کامران و حسینی‌امینی (۱۳۹۰) در تحقیقی به این نتایج دست یافتند که ساختمان‌های دولتی و نظامی بر اساس اصول پدافند غیرعامل ساخته نشده‌اند. موحد و همکاران (۱۳۹۱) در تحقیق خود به این نتیجه رسیده‌اند که ۷۶ درصد از مناطق شهر مسجدسلیمان به خصوص بافت قدیم شهر آسیب‌پذیر بوده و نیازمند برنامه‌ریزی برای جلوگیری از خطرهای احتمالی می‌باشد. کیکاوسی و کسایی (۱۳۹۱) در تحقیقی مناطق خطر شهر سمنان را مشخص کرده و به نقش و تأثیرگذاری پدافند غیرعامل در افزایش بازدارندگی و توسعه پایدار دراین شهر تاکید می‌کنند. روستایی و معبودی (۱۳۹۴) در پژوهشی به رابطه بین ویژگی‌های اجتماعی-اقتصادی و میزان آسیب‌پذیری شهرها تاکید دارد که نابرابری ناشی از سیاست‌های حکومتی و عدم برنامه‌ریزی صحیح را در این زمینه دخیل می‌دانند. زنگنه (۱۳۹۵) در مقاله‌ای به ارزیابی و تحلیل مخاطرات و راهکارهای پدافند غیرعامل در شبکه راه‌های البرز با استفاده از روش IHWP و رتبه‌بندی GIS در برابر تهدیدهای نظامی پرداخته است. علیزاده و همکاران (۱۳۹۵) در تحقیقی به ساختمان‌های مهم شهر توجه داشته و محلات آسیب‌پذیر شهر نیز مشخص شده است. درنتیجه به‌نظر می‌رسد با رعایت اصل همجواری می‌توان از وقوع حوادث ناگوار در محیط‌های پرخطر جلوگیری کرد و امنیت شهر و شهروندان را تأمین نمود. فداکار و بهشتی‌زاده (۱۳۹۵) در پژوهشی به‌این نتایج دست یافته‌اند که به‌کار بردن اصول برنامه‌ریزی شهری ضریب آسیب‌پذیری شهرها در مقابل خطرها را افزایش می‌دهد و به احداث مرکز خود امدادی در محلات به‌عنوان راه‌حل بعد از بحران اعتقاد دارند و آموزش عمومی را بسیار مؤثر می‌دانند. بنابراین، پدافند غیرعامل شهری از ضروریات غیرقابل‌انکار به‌حساب خواهد آمد که توجه جدی به آن به‌ویژه توسط دانشگاهیان و محققان در آینده امری محتوم و قابل اعتنا در مسیر اداره صحیح شهری خواهد بود. بنابراین، این پژوهش در این راستا و به‌منظور بررسی میزان آسیب‌پذیری تأسیسات شهر ایلام با رویکرد پدافند غیرعامل صورت گرفته که تاکنون دراین‌زمینه در شهر ایلام پژوهشی صورت نگرفته است؛ همچنین استفاده از تلفیق روش‌های AHP و GIS برای بررسی موضوع از دیگر نوآوری‌های آن محسوب می‌شود.

معرفی محدوده موردمطالعه

شهر ایلام مرکز استان از نظر موقعیت جغرافیایی°۴۶ طول شرقی و °۳۲ عرض شمال واقع شده و در محدوده زاگرس چین‌خورده قرار گرفته است. شهر ایلام در دره‌ای کوهستانی و در شمال‌شرقی به مساحت تقریبی ۲۵ کیلومترمربع در دامنه‌ی جنوبی کبیرکوه از سلسله جبال زاگرس واقع شده است. حدود طبیعی آن که ۲۲۰ کیلومتر طول و ۱۰۰ کیلومتر عرض دارد. ارتفاع شهر از سطح دریا ۱۳۶۳ کیلومتر است (مهندسین مشاور بعد تکنیک، ۱۳۹۲).



شکل ۱: محدوده شهر ایلام.

مأخذ: شهرداری شهر ایلام، ۱۳۹۶.

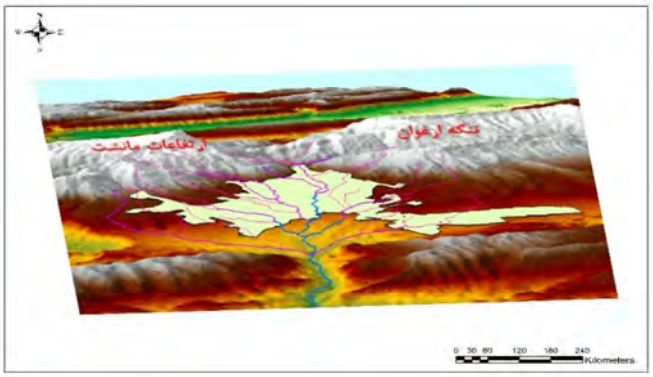
روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش دارای ماهیتی توصیفی- تحلیلی و ازنظر هدف، کاربردی است. گردآوری اطلاعات آن مبتنی بر روش کتابخانه‌ای و اسنادی می‌باشد. باتوجه به حجم زیاد اطلاعات و نیاز به همپوشانی اطلاعات مختلف با یکدیگر، در این پژوهش از سیستم GIS در تجزیه‌وتحلیل داده‌ها استفاده شده است. نحوهٔ کار بدین‌صورت است که ابتدا وضعیت مورفولوژیکی حوزه‌های اطراف شهر ایلام موردبررسی قرار گرفت، سپس محدوده شهر بااستفاده از GIS ازلحاظ سیلاب پهنه‌بندی شد. برای این‌منظور معیارها و لایه‌های موردنیاز به‌روش فازی یکسان‌سازی شد. درنهایت با تلفیق دو تکنیک AHP_Fuzzy و GIS نقشه‌های پهنه‌بندی تأسیسات و زیرساخت‌های شبکه تأمین آب شرب، برق و گاز استخراج شد.

داده‌ها

وضعیت مورفولوژیکی حوزه‌های اطراف شهر ایلام

شهر ایلام به‌علت وضعیت توپوگرافی و همچنین به‌علت قرارگیری در میان رشته‌کوه‌هایی که بخش اعظمی از اطراف شهر را احاطه کرده است، در موقعیتی قرار گرفته که با افزایش بارندگی‌ها، روان‌آب‌ها و سیلاب‌های حاصله راهی جز ورود به شهر ایلام برای آن‌ها وجود ندارد. به‌علت وجود ارتفاعات زیاد در بخش‌های شرقی و شمالی شهر، این منطقه در هنگام بارش‌های رگباری به‌عنوان یک آبگیر با شیب بالا عمل کرده و حجم زیادی از آب را به دامنه‌های پایین‌دست روانه می‌کند (شکل ۲).

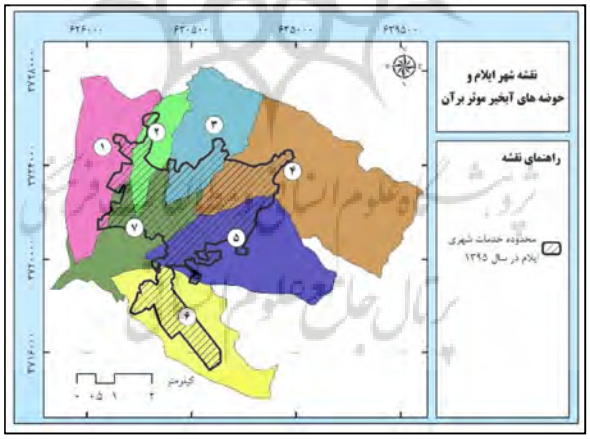


شکل ۲: وضعیت فیزیوگرافی حوزه اطراف محدوده شهری ایلام.

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۶.

پهنه‌بندی بحران سیلاب در محدوده شهری ایلام با استفاده از GIS

برای این منظور، با استفاده از تحلیل‌گر Arc Hydro در محیط نرم‌افزار ArcGIS حوضه‌های آبخیز منطقه استخراج شد. نتایج تحلیل نشان داد که منطقه موردمطالعه تحت تأثیر هفت حوضه آبخیز قرار گرفته است (شکل ۳). این حوزه‌ها براساس مکان‌های متأثر نام‌گذاری شده‌اند. حوزه (۱): دانشگاه ایلام، حوزه (۲): رزمندگان، حوزه (۳): بلوار صنایع، حوزه (۴): ارغوان، حوزه (۵): آشوری، حوزه (۶): کوثر و حوزه (۷): پنجستون.



شکل ۳: نقشه پهنه شهر ایلام و حوضه‌های آبخیز مؤثر بر آن.

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۶.

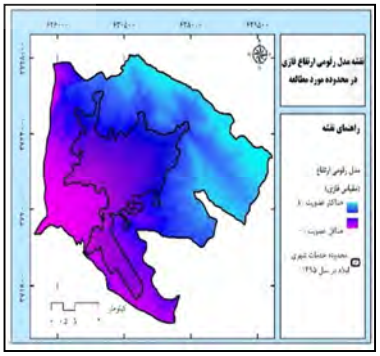
در منطق فازی، هر منطقه باتوجه به مقداری که معیار موردنظر را رعایت می‌کند، مقدار عضویتی می‌گیرد که بیان‌کننده میزان مطلوبیت آن ناحیه می‌باشد. بدین‌معنی که هر ناحیه، با مقدار عضویت بالاتر از مطلوبیت بالاتری برخوردار است. در منطق فازی مسئله قطعیت وجود ندارد و هر لایه در مقیاسی بین ۰ و ۱ درجه‌بندی می‌شود، یعنی ۱ بالاترین مطلوبیت و عدد صفر فاقد مطلوبیت می‌باشد و طیفی از رنگ‌ها بین این دو عدد قرار می‌گیرند. علاوه بر

مسئله انتخاب مقیاس جهت تهیه نقشه‌های فازی، بایستی نوع تابع فازی نیز موردبررسی و تابع مناسب‌تر را برای معیار موردنظر انتخاب نمود. ازجمله توابع مشهور، تابع Large، Small، Liner و غیره می‌باشند و علاوه بر این توابع کاربر می‌تواند باتوجه به نیاز خود تابع را تعریف کند. در این تحقیق لایه‌های موردنیاز با استفاده از توابع فازی، در محیط نرم‌افزار Arc gis10.2 فازی‌سازی گردید که نتایج آن در شکل‌های ۴ تا ۱۲ نشان داده شده است.

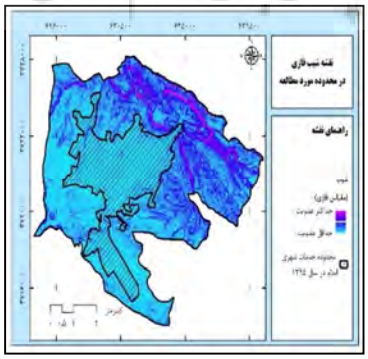
به‌علت اینکه اثر ارتفاع بر روی بحران سیل براساس نظر کارشناسان و مطالعات مشابه به شکل خطی است، بنابراین در این مطالعه برای فازی‌سازی معیار ارتفاع از تابع عضویت فازی Linear استفاده شد. معیار شیب نیز همانند ارتفاع بااستفاده از تابع عضویت فازی Linear فازی‌سازی شد. مناطق با شیب بالا دارای حداکثر عضویت (عدد ۱) و مناطق با شیب کم دارای حداقل عضویت (عدد نزدیک به صفر) می‌باشد. جهت جغرافیایی نیز همانند دیگر معیارهای فیزیوگرافی با استفاده از تابع عضویت فازی Linear فازی شد. به‌علت اینکه معیار جهت برخلاف معیارهای ارتفاع و شیب دارای ماهیت گسسته است قبل از فازی‌سازی نیاز به اولویت‌بندی براساس هدف پژوهش دارد. برای فازی‌سازی این معیار، ابتدا میزان تأثیر جهت‌های مختلف جغرافیایی بر مسئله بحران سیل بررسی شد و براساس آن طبقه‌بندی مجدد صورت گرفت و درنهایت نتایج حاصله با تابع عضویت فازی Linear، فازی شد. میزان تأثیر و اهمیت هرکدام از جهت‌های مختلف جغرافیایی بر مسئله بحران سیل در جدول (۱) نشان داده شده است. رتبه‌بندی انجام‌شده در این جدول براساس نظر کارشناسان مرتبط با این حوزه و پژوهش‌های مختلف است. برای مثال همان‌گونه که پیش‌تر نیز عنوان شد جهت شمالی به‌علت اینکه در معرض نور کمتری قرار می‌گیرد رطوبت بیشتری داشته و این عامل باعث رویش پوشش گیاهی بیشتری می‌شود. وجود پوشش گیاهی انبوه‌تر باعث جذب بیشتر آب شده و این عامل باعث به‌حداقل‌رسیدن رواناب می‌شود.

جدول ۱: اهمیت جهت‌های مختلف جغرافیایی در مسئله بحران سیل

جهت جغرافیایی	میزان تأثیر در بحران سیل	رتبه
شمال	کم	۴
شرق	نسبتاً کم	۳
جنوب	زیاد	۱
غرب	نسبتاً زیاد	۲



شکل ۴: مدل رقومی ارتفاع فازی شده

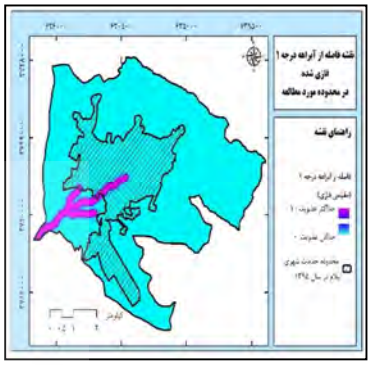


شکل ۵: شیب فازی شده

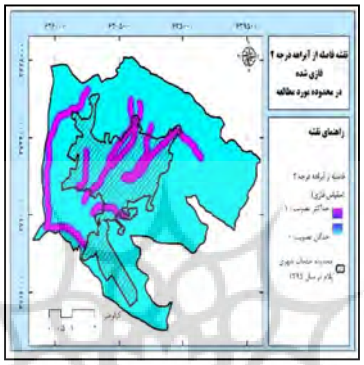
شکل ۶: جهت جغرافیایی فازی شده

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۶.

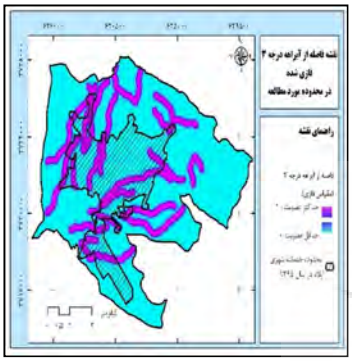
فاصله از آبراهه‌های اصلی و فرعی نیز به‌عنوان یک عامل بسیار مؤثر در امر بحران سیل است. نکته‌ای که در این مهم وجود دارد این‌است‌که فاصله‌های نزدیک‌تر به آبراهه‌ها بسیار مؤثرتر از فاصله‌های دورتر عمل می‌کنند و این عامل باعث می‌شود فازی‌سازی لایه به روش Linear کارایی مناسبی نداشته باشد. بدین‌منظور در این بررسی برای فازی-سازی معیارهای فاصله از آبراهه‌های درجه ۱، درجه ۲ و درجه ۳ از تابع عضویت فازی Small بهره‌گیری شد که مقادیر نزدیک به رودخانه دارای عدد عضویت بالاتری را به خود اختصاص می‌دهند.



شکل ۷: فاصله از آبراهه درجه ۱



شکل ۸: فاصله از آبراهه درجه ۲



شکل ۹: فاصله از آبراهه درجه ۳

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۶.

معیار پوشش گیاهی که از روی شاخص NDVI حاصل شده است نیز برای یکسان‌سازی مقیاس‌ها با تابع عضویت فازی Linear فازی‌سازی شد. به‌علت‌اینکه مقادیر پایین‌تر شاخص NDVI نشان‌دهنده پوشش گیاهی کمتر است و پوشش گیاهی کمتر نشان‌دهنده حساسیت بیشتر به فرسایش و ایجاد رواناب سطحی است بنابراین در این بررسی برای شاخص NDVI فازی‌سازی با تابع خطی و به شکل معکوس انجام شد.

معیار زمین‌شناسی نیز همانند معیار جهت جغرافیایی به‌علت ماهیت گسسته ابتدا رتبه‌بندی و سپس با استفاده از تابع Linear به‌صورت فازی درآمد. نتایج مربوط به میزان اهمیت هریک از سازندهای زمین‌شناسی در امر مدیریت بحران سیلاب در جدول ۲ نشان داده شده است.

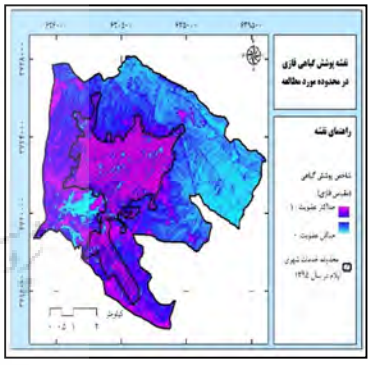
جدول۲: اهمیت سازندهای مختلف زمین‌شناسی در مسئله بحران سیل

سازند زمین‌شناسی	میزان حساسیت به فرسایش در زمان سیلاب	رتبه
پادگانه‌های جوان و مخروط افکنه آبرفتی	متوسط	۴
پادگانه‌های قدیمی و مخروط افکنه آبرفتی	زیاد	۳
سازند آسماری	خیلی کم	۵
سازند پابده	زیاد	۲
سازند گچساران	خیلی زیاد	۱
مناطق شهری	خیلی کم	۶

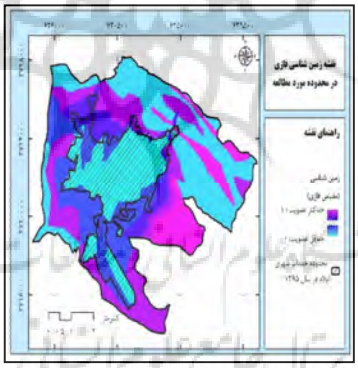
نقشه کاربری اراضی نیز مانند نقشه‌های زمین‌شناسی و جهت جغرافیایی گسسته بوده و بعد از رتبه‌بندی و تعیین میزان اهمیت آن‌ها در بحران سیل به استفاده از تابع عضویت Linear به شکل فازی تبدیل شد. نتایج مربوط به میزان اهمیت هریک از طبقات کاربری اراضی در امر مدیریت بحران سیلاب در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول۳: اهمیت طبقات مختلف کاربری اراضی در مسئله بحران سیل

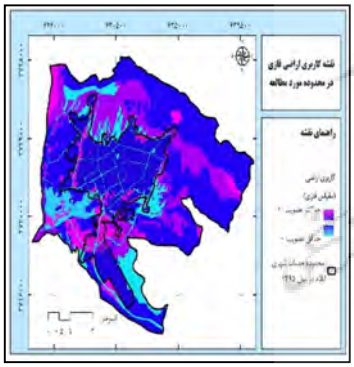
کاربری	میزان حساسیت به فرسایش در زمان سیلاب	رتبه
اراضی بایر	خیلی زیاد	۱
اراضی کشاورزی	زیاد	۳
باغ	خیلی کم	۴
بیرون‌زدگی سنگی	خیلی کم	۲
جنگل تنک و درختزار	متوسط	۳
جنگل نیمه انبوه	متوسط	۳
جنگل‌کاری	متوسط	۵
فضای سبز شهری	خیلی کم	۵
کشاورزی زیر آشکوب	کم	۴
نواحی شهری و ساخت‌وساز	متوسط	۳



شکل ۱۰: شاخص NDVI فازی شده



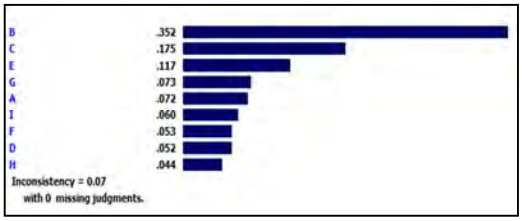
شکل ۱۱: زمین‌شناسی فازی شده



شکل ۱۲: کاربری اراضی فازی شده

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۶.

به‌منظور محاسبه میزان اهمیت هریک از لایه‌های اطلاعاتی از تحلیل (AHP) استفاده شد. براساس نتایج ارائه‌شده در شکل (۱۳) و جدول (۴) می‌توان به این مهم دست‌یافت که معیار شیب با وزن ۰/۳۵۲ بیشترین و معیار زمین‌شناسی نیز با وزن ۰/۰۴۴ کمترین وزن و اهمیت را به خود اختصاص داده‌اند. بنابراین، تأثیرگذارترین متغیر از میان معیارهای موردبررسی، معیار شیب می‌باشد.



شکل ۱۳: نمودار نتایج تحلیل سلسله مراتبی.

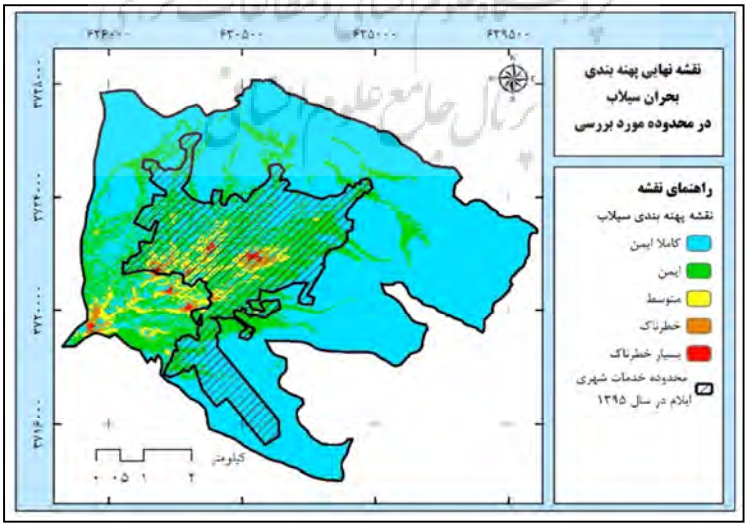
مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۶.

جدول۴: وزن‌های نهایی محاسبه‌شده برای هریک از معیارها

ارتفاع	شیب	جهت	فاصله از آبراهه درجه ۱	فاصله از آبراهه درجه ۲	فاصله از آبراهه درجه ۳	پوشش گیاهی	زمین‌شناسی	کاربری اراضی
A	B	C	D	E	F	G	H	I
۰/۰۷۲	۰/۳۵۲	۰/۱۷۵	۰/۰۵۲	۰/۱۱۷	۰/۰۵۳	۰/۰۷۳	۰/۰۴۴	۰/۰۶۰

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۶.

در این مرحله اقدام به اعمال وزن‌های محاسبه‌شده بر روی لایه‌های مکانی فازی شد. پس از روی‌هم‌گذاری لایه‌ها با عملگر گامای فازی، نقشه فازی بحران سیلاب حاصل شد. در این نقشه مقادیر بالاتر نشان‌دهنده خطر بیشتر و مقادیر کمتر نشان‌دهنده مناطق با خطر کمتر در مسئله سیلاب است (شکل ۱۴). براساس نقشه نهایی مشاهده می‌شود که شهر ایلام دقیقاً در مسیر سیلاب قرار گرفته و مناطق با پتانسیل بالا (نقاط قرمزرنگ) دقیقاً در محدوده بافت شهری ایلام جای گرفته‌اند. مساحت هر یک از طبقات نقشه در جدول (۲) نشان داده شده است.



شکل ۱۴: نقشه بحران سیل در محور موردمطالعه

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۶.

جدول۵: مساحت طبقات مختلف خطر سیلاب در حوزه شهری و اطراف شهر ایلام

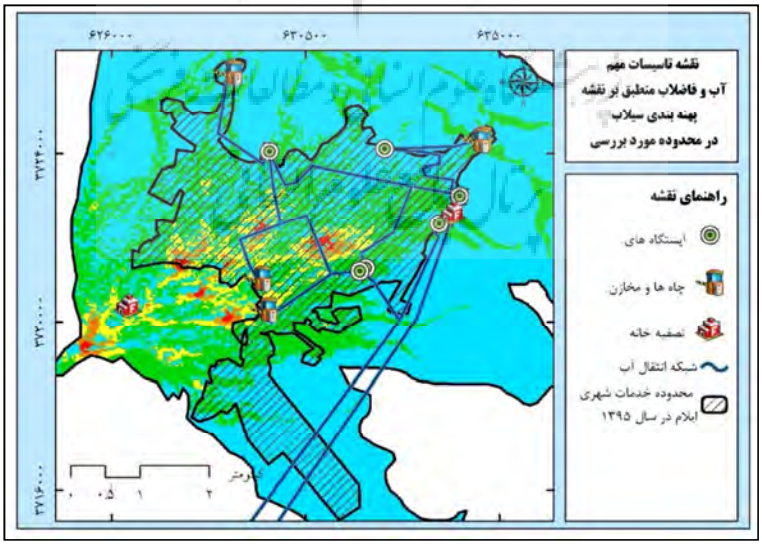
طبقات خطر سیلاب	مساحت به هکتار	درصد مساحت
کاملاً ایمن	۹۱۶۵	۷۴/۵۴
ایمن	۲۵۲۰	۲۰/۴۹
متوسط	۴۵۵	۳/۷۰
خطرناک	۱۲۳	۱/۰۰
بسیار خطرناک	۳۳	۰/۲۷

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۶.

یافته‌ها

آسیب‌پذیری زیرساخت‌های شبکه تأمین و توزیع آب شرب شبکه تأمین و توزیع آب شرب شهر ایلام

آب مصرفی شهر ایلام از سه منبع سد ایلام، گل‌گل و چاه‌های موجود در بخش شمال شرق شهر ایلام در قسمت قوچلی تأمین می‌شود. پس از تهیه لایه‌های مکانی مناطق مهم تأسیسات زیرساختی شبکه آب و فاضلاب شهر ایلام، جزبه‌جز تأسیسات شبکه ازنظر آسیب‌پذیری موردبررسی قرار گرفت (شکل ۱۵). براساس جدول (۶) از میان ۴۵ کیلومتر خط انتقال و توزیع آب به شهر ایلام بخش اعظمی از آن در منطقه بحرانی سیلاب قرار ندارد و می‌توان چنین استنتاج کرد که تأسیسات مربوط به لوله‌های انتقال آب در بخش‌های شمالی و شرقی شهر ایلام در مناطق ایمنی واقع شده‌اند. براساس این جدول ۲۹۰ متر از لوله‌های اصلی انتقال آب دقیقاً بر روی مناطق بحرانی خطر سیلاب واقع شده‌اند و باتوجه به‌اینکه این مناطق در بخش‌هایی از منطقه ۳ شهری قرار گرفته است (شکل ۱۵). لذا در صورت تخریب می‌تواند مشکلات زیادی را برای ساکنین این مناطق ایجاد کند.



شکل ۱۵: نقشه شبکه توزیع آب و فاضلاب شهر ایلام منطبق بر نقشه بحران سیلاب

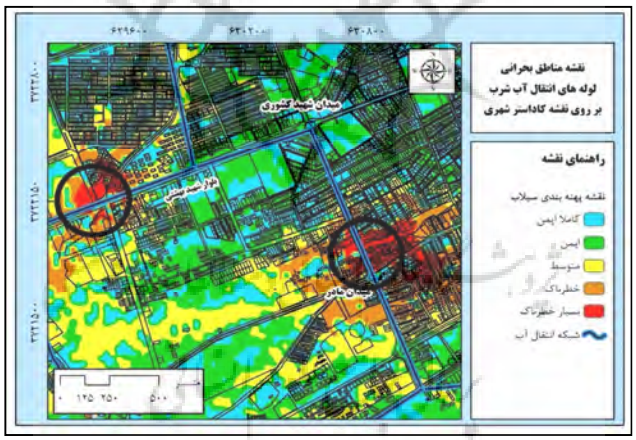
مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۶.

جدول۶: نتایج تحلیل آسیب‌پذیری زیرساخت‌های آب و فاضلاب در بحران سیلاب

خطر سیلاب	شبکه انتقال آب (متر)	ایستگاه‌های پمپاژ (ایستگاه)	چاه‌ها و مخازن (مخزن)	تصفیه‌خانه
کاملاً ایمن	۲۸۱۰۰	۲	۱	۰
ایمن	۱۲۰۵۰	۴	۱	۱
متوسط	۳۱۲۰	۰	۲	۱
خطرناک	۱۴۶۰	۰	۱	۰
بسیار خطرناک	۲۹۰	۰	۰	۰
مجموع	۴۵۰۲۰	۶	۵	۲

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۶.

از میان ۶ ایستگاه پمپاژ موجود در شهر ایلام تمامی آن‌ها در مناطق ایمن ازنظر سیلاب واقع شده‌اند. علت این امر نیز قرارگیری آن‌ها در مناطق با ارتفاع بیشتر از اطراف بوده که آن‌ها را در برابر این خطر ایمن می‌کند. ازمیان مجموع ۵ مخزن و چاه اصلی به‌جز یک حلقه چاه واقع در محدوده پیچ‌آشوری، مابقی در مناطق ایمن و نسبتاً ایمنی ازنظر مخاطرات سیلاب استقرار یافته‌اند. هر دو تصفیه‌خانه اصلی شهر نیز در مناطق مناسبی ازنظر بحران سیلاب واقع شده‌اند (شکل ۱۶).

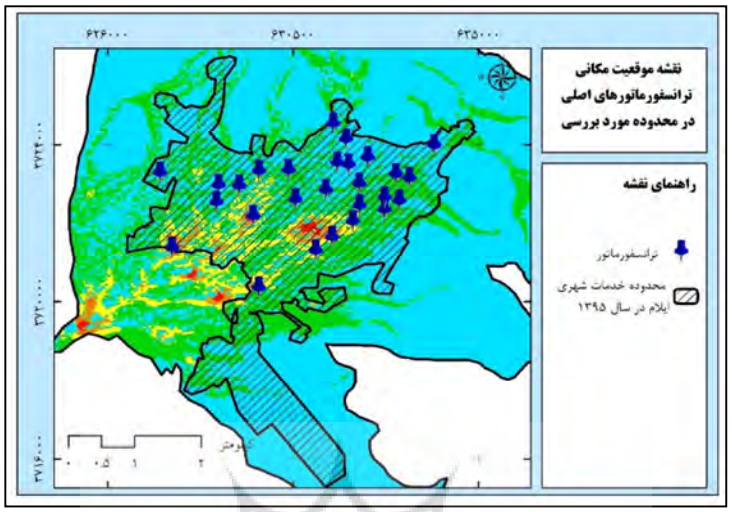


شکل ۱۶: نقشه مناطق بسیار آسیب‌پذیر انتقال آب شرب شهر ایلام

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۶.

آسیب‌پذیری زیرساخت‌های شبکه تأمین و توزیع نیروی برق شهر ایلام

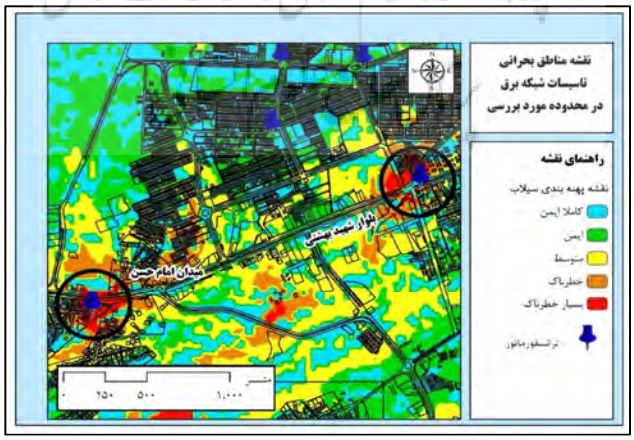
هر سیستم انرژی الکتریکی از سه قسمت مرکز تولید نیرو یا نیروگاه، خطوط انتقال و شبکه‌های توزیع تشکیل شده است که بخش توزیع از مراحل انتهای تحویل انرژی الکتریکی به مصرف‌کننده‌ها است؛ شامل خطوط ولتاژ متوسط (کمتر از ۲۰ کیلو ولت)، پست‌های ترانسفورمری و خطوط ولتاژ پایین (کمتر از ۱۰۰۰ ولت) می‌شود. در این بررسی، میزان آسیب‌پذیری ترانسفورماتورهای اصلی شهر ایلام در برابر مخاطرات سیل موردبررسی قرار گرفت (شکل ۱۷).



شکل ۱۷: نقشه موقعیت ترانسفورماتورهای اصلی شبکه توزیع برق شهر ایلام

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۶.

نتایج تحلیل انجام‌شده نشان داد که از میان ۲۸ ترانسفورماتور زمینی و هوایی اصلی در مناطق مختلف شهر ایلام، تعداد ۱۲ ترانسفورماتور در محدوده کاملاً ایمن، ۷ ترانسفورماتور در محدوده ایمن، ۳ ترانسفورماتور در محدوده متوسط، ۴ ترانسفورماتور در محدوده خطرناک و درنهایت تعداد ۲ ترانسفورماتور در مناطق بسیار خطرناک ازنظر مخاطرات سیلاب استقرار یافته‌اند که این امر می‌تواند مشکلات جدی در رابطه با قطعی برق محدوده به وجود آورد. تأسیسات شبکه توزیع برق استقراریافته در مناطق بسیار خطرناک بر روی نقشه کاداستر شهری ایلام در شکل (۱۸) نشان داده شده است.



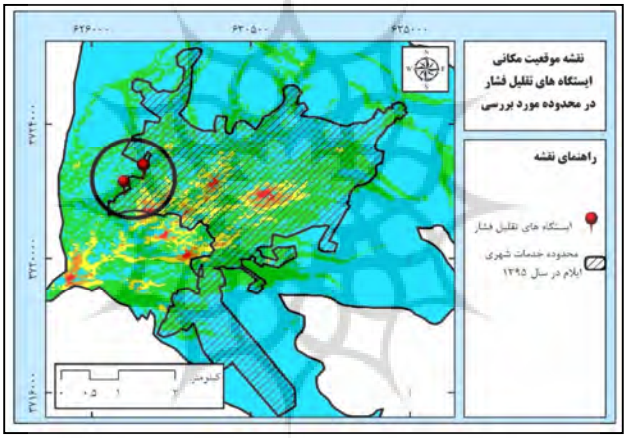
شکل ۱۸: نقشه مناطق بسیار آسیب‌پذیر تأسیسات شبکه توزیع برق شهر ایلام

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۶.

آسیب‌پذیری زیرساخت‌های سیستم گازرسانی شهر ایلام

شهر ایلام دارای دو ایستگاه اصلی تقلیل فشار موسوم به C.G.S[1] و T.B.S[2] است. ایستگاه C.G.S معمولاً از خطوط انتقال منشعب می‌گردند؛ بنابراین فشار ورودی آن‌ها همان فشار خط انتقال می‌باشد که به لحاظ انشعاب‌گیری از خطوط انتقال آن‌ها را می‌توان در زمره ایستگاه‌های بزرگ محسوب نمود. همچنین ایستگاه‌های T.B.S ایستگاه‌هایی هستند که از خطوط با فشار Psi250 منشعب می‌گردند و پس از انجام عملیات تقلیل فشار گاز، فشار موردنظر خطوط شبکه شهری و یا صنعتی عملیات گازرسانی را تولید می‌نمایند. در این مطالعه مکان‌های استقرار این زیرساخت مهم و حیاتی موردبررسی قرار گرفت (شکل ۱۹).

نتایج تحلیل انجام‌شده نشان داد هر دو ایستگاه C.G.S و T.B.S شبکه گازرسانی شهر ایلام در مناطق ایمن ازنظر بحران سیلاب قرار گرفته‌اند.



شکل ۱۹: نقشه موقعیت ایستگاه‌های C.G.S و T.B.S شبکه گازرسانی شهر ایلام

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۶.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش، ابتدا با پهنه‌بندی حوزه‌های اطراف شهر ایلام در برابر بحران سیلاب، میزان خطر سیلاب در هر نقطه مدل‌سازی شد و سپس با معرفی و قرار دادن تأسیسات زیرساختی شهر، میزان آسیب‌پذیری جزبه‌جز آن‌ها موردبررسی قرار گرفت. براساس نقشه نهایی پهنه‌بندی مخاطرات سیلاب در حوضه شهر ایلام، مشاهده می‌شود که شهر ایلام دقیقاً در مسیر سیلاب قرار گرفته و مناطق با پتانسیل بالا به‌طوردقیق در محدوده بافت شهری ایلام جای گرفته‌اند. دو نقطه از مناطق با خطر بسیار زیاد دقیقاً بر مناطقی از شهر منطبق شده‌اند که در آخرین سیلاب، خسارت شدیدی را متحمل دیده بودند. براساس نتایج حاصله، بخش اعظمی از تأسیسات زیرساختی آب و فاضلاب شهر ایلام در مناطق نسبتاً مناسبی ازنظر بحران و مخاطرات سیلاب استقرار یافته است. ولی بااین‌حال بخش مهمی از شبکه لوله‌های اصلی انتقال آب شرب در مناطق بحرانی سیلاب واقع شده‌اند.

1 City Gate Station
2 Town Border Station

از دیگر نتایج این پژوهش این بود که برخی از ترانسفورماتور زمینی و هوایی اصلی در مناطق مختلف شهر ایلام، در محدوده خطرناک و مناطق بسیار خطرناک ازنظر مخاطرات سیلاب استقرار یافته‌اند که این امر می‌تواند مشکلات جدی در رابطه با قطعی برق محدوده به‌وجود آورد. درمورد زیرساخت‌های سیستم گازرسانی نتایج تحلیل انجام‌شده نشان داد که هر دو ایستگاه C.G.S و T.B.S شبکه گازرسانی شهر ایلام در مناطق ایمن ازنظر بحران سیلاب قرار گرفته‌اند و بنابراین می‌توان گفت به‌علت‌اینکه این تأسیسات بسیار جدیدتر از سایر زیرساخت‌های شهری ایلام احداث شده‌اند، اصول ایمنی در مکان‌گزینی آن‌ها بیشتر مدنظر قرار گرفته است. درنهایت می‌توان بیان نمود که زیرساخت‌های گازرسانی و توزیع برق ازنظر رعایت اصول پدافند غیرعامل در مقابل بحران سیلاب در وضعیت خوبی به‌سر می‌برند و بیشتر این تأسیسات در مناطق ایمن قرار دارند. بخش اعظمی از تأسیسات زیرساختی آب و فاضلاب شهر ایلام در مناطق نسبتاً مناسبی ازنظر بحران و مخاطرات سیلاب استقرار یافته است. ولی بااین‌حال بخش مهمی از شبکه لوله‌های اصلی انتقال آب شرب در مناطق بحرانی سیلاب واقع شده‌اند که به‌منظور کاهش خسارت‌ها باید تدابیر لازم جهت تغییر مسیر آن‌ها توسط ارگان‌های ذی‌ربط صورت پذیرد؛ چراکه در صورت واردآمدن خسارت‌های جدی به این تأسیسات، هزینه‌ها و پیامدهای آن‌ها بسیار شدیدتر از بازنگری و اصلاحات مسیر لوله‌ها خواهد بود.

براین اساس پیشنهاد می‌شود برای بهبود وضعیت زیرساخت‌های شهری اقدام‌هایی از قبیل بهسازی و ایمن‌سازی وضع موجود زیرساخت‌های آب و فاضلاب شهر، پیش‌بینی ذخیره‌سازی نیازهای ضروری (مثل آب)، طراحی و ایجاد منبع‌های آب در جاهای ایمن شهر در مواقع بحران، توسعه الگوی محلات خوداتکا در مواقع بحرانی، حفاظت از زیرساخت‌های شهری (آب، برق، گاز و ...) در مقابل بحران‌های طبیعی، تدوین استانداردهای پدافند غیرعامل در حوزه‌های اصلی زیرساخت‌های شهری و الزامی‌شدن رعایت آن در نظام فنی و عمرانی شهری در حوزه شبکه تصفیه، انتقال، ذخیره، توزیع و مصرف انرژی در شهر، استانداردها و ملاحظات در حوزه تولید و توزیع شبکه برق مصرفی شهری و برق اضطراری، تمرین و آموزش و مانور برای ایجاد آمادگی در حوزه‌های مدیریت شهری برای مقابله با شرایط تهدید، ایجاد ستادهای مدیریتی محله‌ای و ارتباط مستقیم این ستادها با ستاد مدیریت بحران شهر ایلام و راه‌اندازی مرکز تحقیقات و مطالعات مخاطرات شهری با رویکرد پدافند غیرعامل در سطح شهر ایلام صورت گیرد.

منابع

اخباری، محمد و احمدی‌مقدم، محمدعلی. (۱۳۹۳): بررسی پدافند غیرعامل در مدیریت شهری. فصلنامه ژئوپلیتیک، ۱۸ (۲)، ۶۹-۳۶.

اخوان عبداللهیان، محمدرضا؛ تقوایی، مسعود و وارثی، حمیدرضا. (۱۳۹۶): تعیین نوع کاربری‌های آسیب‌پذیر و معیارهای مکان‌گزینی فضایی کالبدی آن با توجه به بحران‌های غیرطبیعی (پدافند غیرعامل) به روش AHP (نمونه موردی شهر سبزوار). *فصلنامه تصمیمات جغرافیایی*. ۳۲ (۱)، ۱۳۶-۱۲۱.

اسماعیلی‌شاهرخت، مسلم و تقوایی، علی‌اکبر. (۱۳۹۰): ارزیابی آسیب‌پذیری شهر با رویکرد پدافند غیر عامل با استفاده از روش دلفی، نمونه موردی: شهر بیرجند. *مدیریت شهری*. ۹ (۲۸)، ۱۱۰-۹۳.

امینی ورکی، سعید، مدیری، مهدی، شمسایی‌زفرقندی، فتح‌الله، قنبری‌نسب، علی. (۱۳۹۳): شناسایی دیدگاه‌های حاکم بر آسیب‌پذیری شهرها در برابر مخاطرات محیطی و استخراج مؤلفه‌های تأثیرگذار در آن با استفاده از روش کیو، *دو فصلنامه مدیریت بحران*، ۳ (۴)، ۱۸-۵.

پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله. (۱۳۸۸): زمین‌لرزه (۱۲ ژانویه ۲۰۱۰) هائیتی. ۲۲ در ماه ۱۳۸۸. http://www.iiees.ac.ir

پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله. (۱۳۸۲). گزارش مقدماتی شناسایی زلزله ۵ در ماه ۱۳۸۲ بم، ۳۰۴-۱، http://www.iiees.ac.ir

پورهاشمی، سیما؛ اصانلو، علی؛ منصوری‌دانشور، محمدرضا و نژادسلیمانی، حمید. (۱۳۹۵): ارزیابی توان‌های توپوگرافیک در تدوین راهبردهای بهینه پدافند غیرعامل برای شهرهای مرزی (مطالعه موردی: شهر زاوین در نوار مرزی ایران و ترکمنستان، استان خراسان رضوی). *فصلنامه علمی-پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (سپهر)*. ۲۵ (۹۷)، ۹۶-۸۱.

حسینی‌امینی، حسن؛ اسدی، صالح و برنافر، مهدی. (۱۳۸۹): ارزیابی ساختار شهر لنگرود جهت برنامه‌ریزی پدافند غیرعامل. *نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*. ۱۵ (۱۸)، ۱۴۹-۱۲۹.

خوشگویان‌فرد، علیرضا، (۱۳۸۶): *روش‌شناسی کیو*، تهران: مرکز تحقیقات صدا و سیمای جمهوری اسلامی ایران.

روستایی، شهریور و معبودی، محمدتقی. (۱۳۹۴): تحلیل فضایی آسیب‌پذیری اجتماعی مناطق شهری در مقابل زلزله با استفاده از مدل SVI (نمونه موردی: منطقه ۲ شهرداری تبریز)، *فصلنامه مطالعات ساختار و کارکرد شهری*، ۳ (۱۱)، ۱۲۶-۱۰۵.

ریحانی، فرزانه. (۱۳۹۴): بررسی پدافند غیر عامل در کشور سوییس. *ماهنامه پژوهش*. ۱ (۲)، ۶-۱.

زنگنه، محمد. (۱۳۹۵): ارزیابی و تحلیل مخاطرات و راهکارهای پدافند غیرعامل در شبکه راه‌های البرز با استفاده از روش‌های IHWP و SWOT. *فصلنامه علمی پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (سپهر)*، ۲۵ (۹۸)، ۱۲۸-۱۱۳.

بخشی شادمهری، فاطمه؛ زرقانی، سید هادی؛ خوارزمی، امیدعلی. (۱۳۹۵): تحلیل ملاحظات پدافند غیرعامل در زیرساخت‌های شهری با تأکید بر زیرساخت آب. *فصلنامه تحقیقات جغرافیایی*. ۳۱ (۳) :۱۰۳-۱۱۷.

شجاع‌عراقی، مهناز؛ تولایی، سیمین و ضیائیان، پرویز. (۱۳۹۰): مکان‌یابی بهینه پایگاه‌های پشتیبانی مدیریت بحران با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: منطقه ۶ شهرداری تهران). *مجله مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای*. ۳ (۱۰)، ۶۰-۴۱.

شهسواری، حامد؛ قربانی، وحید، ربیعی، بهاره. (۱۳۹۱): تبیین اصول و ملاحظات دفاع شهری رویکرد پدافند غیرعامل با تأکید به سلولار نمودن شهرها، *نشریه مدیریت شهری*، ۱۴ (۳۸)، ۳۹۰-۳۷۱.

صدری‌افشار، غلام‌حسین، حکمی، نسرین. (۱۳۷۳): *فرهنگ فارسی امروز*، تهران: موسسه نشر کلمه، ۲۵۹و ۵۴۶.

صفاری، امیر؛ ساسان‌پور؛ فرزانه و موسیوند، علی‌جعفر. (۱۳۹۰): ارزیابی آسیب‌پذیری مناطق شهری در برابر خطر سیل با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و منطق فازی مطالعه موردی: منطقه ۳ تهران. *تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی (علوم جغرافیایی)*. ۱۷ (۲۰)، ۱۵۰-۱۲۹.

صیامی، قدیر؛ لطیفی، غلامرضا؛ تقی‌نژاد، کاظم و زاهدی‌کلاکی، ابراهیم، (۱۳۹۲): آسیب‌شناسی پدافندی ساختار شهری با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و GIS، مطالعه موردی شهر گرگان. *آمایش جغرافیایی فضا فصلنامه علمی-پژوهشی دانشگاه گلستان*، ۳ (۱۰)، ۴۳-۲۳.

طاهری بهبهانی، محمدطاهر و بزرگ‌زاده، مصطفی، (۱۳۷۵): *سیلاب‌های شهری*، تهران: انتشارات مرکز تحقیقات مسکن و معماری ایران.

عبدالهی، مجید. (۱۳۸۲): *مدیریت بحران در نواحی شهری*. تهران: انتشارات سازمان شهرداری‌های کشور.

علیزاده، مهدی؛ امانپور، سعید و ده‌چشمه، مصطفی. (۱۳۹۵): ارزیابی آسیب‌پذیری زیرساخت‌های شهر کوهدشت با رویکرد پدافند غیرعامل. *فصلنامه آمایش سرزمین*. ۸ (۱)، ۱۵۴-۱۳۳.

غلامی، محمد؛ نظری، ولی‌الله.؛ نصیری، اسماعیل و حوری‌زاد، علی‌اکبر. (۱۳۹۳): تحلیل مراکز ثقل اداری-خدماتی شهر براساس پدافند غیرعامل (مطالعه موردی: شهر بوئین‌زهرا). *فصلنامه مطالعات برنامه‌ریزی شهری*. ۲ (۶)، ۷۷-۵۵.

فداکار، هادی و بهشتی‌زاده، نیما. (۱۳۹۵): «پدافند غیرعامل، عنصر همیشه لازم امنیت پایدار ایران اسلامی». پنجمین کنفرانس الگوی اسلامی ایرانی پیشرفت؛ الگوی پایه پیشرفت؛ ۲۹ و ۳۰ اردیبهشت ماه، ۷-۱.

کامران، حسن و حسینی‌امینی، حسن. (۱۳۹۰): کاربرد پدافند غیرعامل در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای. *فصلنامه علمی پژوهشی فضای جغرافیایی*. ۱۲ (۳۸)، ۲۱۵-۲۲۷.

کرباسیان، مهدی؛ دشتی، مهدی و اسداللهی، احمدرضا. (۱۳۹۰): مدل ترکیبی تحلیل پوششی داده‌ها و مکان‌یابی تسهیلات حساس با ملاحظه اصل پراکندگی. *مجله علمی-پژوهشی علوم و فناوری‌های پدافند غیرعامل*. ۲ (۳)، ۱۶۷-۱۶۱.

کیانی، اکبر و سالارسردی، فرضعلی. (۱۳۹۵): مبانی نظری و کاربردی پدافند غیرعامل با رویکرد ساختاری و مکان‌یابی فعالیت‌های کاربردی اراضی مناطق شهری. *مجله علمی تخصصی پدافند غیرعامل و توسعه پایدار*، ۲ (۱۹)، ۱۹-۱.

کیکاوسی، مصطفی و کسائی، میترا. (۱۳۹۱): «کاربرد سیستم‌های اطلاعات مکانی (RS-GIS) در مدیریت بحران با رویکرد پدافند غیرعامل». اولین همایش ملی رویکردهای نوین آمایش سرزمین در ایران، سمنان، دانشگاه سمنان، https://www.civilica.com/Paper-AMAYESHSEMNAN01-AMAYESHSEMNAN01_023.html

محمدی ده‌چشمه، مصطفی. (۱۳۹۲): *ایمنی و پدافند غیرعامل شهری*. اهواز: انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز.

مشهدی، حسن. (۱۳۹۴): *ارزیابی تهدیدها، آسیب‌پذیری و ریسک در زیرساخت‌های حیاتی*. چاپ اول، تهران: دانشگاه صنعتی مالک اشتر.

موحد، علی؛ فیروزی، محمدعلی و ایصافی، ایوب. (۱۳۹۱): بررسی آسیب‌پذیری ساختمان‌های شهری در برابر زلزله با استفاده از مدل سلسله مراتبی معکوس (IHWP) در سیستم اطلاعات جغرافیایی: مطالعه موردی شهر مسجد سلیمان، *پژوهش و برنامه‌ریزی شهری*، ۳ (۱۱)، ۱۳۶-۱۱۵.

مهندسین مشاور بعد تکنیک. (۱۳۹۲): *گزارش توجیهی طرح جامع ایلام*، ایلام: ادارهٔ کل راه و شهرسازی استان ایلام.

مهندس مشاور طرح و راهبرد پویا. (۱۳۹۰): *طرح هادی روستای مناوند (دهستان قهستان، بخش قهستان، شهرستان درمیان)*. بنیاد مسکن انقلاب اسلامی استان خراسان جنوبی، ۱۸۷-۱.

نصیری، محمد. (۱۳۹۶): *تحلیل فضایی آسیب‌پذیری استان زنجان در برابر مخاطرات طبیعی با رویکرد مدیریت بحران*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد هنر و معماری. دانشگاه گیلان. استاد راهنما: صابر محمدپور.

یزدانی، محمدحسن؛ سیدین، افشار. (۱۳۹۵): بررسی آسیب‌پذیری شهر از منظر پدافند غیرعامل (مطالعه موردی: شهر اردبیل). *فصلنامه علمی پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (سپهر)*، ۲۵ (۱۰۰)، ۱۷-۳۴.

Alexander, D. (2007). Disaster management, from theory to implementation, Journal of Seismology and Earthquake Engineering, 9 (1-2), 49-59.

Dow K. (1992). Exploring differences in our common future(s): the meaning of vulnerability to global environmental change. Geoforum, 23 (3), 417 – 436.

Goehhering, A. (2009). Analytical methods to enhance passive urban design. 26th conference in passive and low energy architecture, Quebec City, Canada.

Johansson, J., Hassel, H., Zio, E., (2013). Reliability and vulnerability analyses of critical infrastructures: Comparing two approaches in the context of power systems, Reliability Engineering & System Safety, 120, 27-38

Leritina, G. & Hauskenc, K. (2011). Preventive strike vs. false targets and protection in the fence strategy. Reliability Engineering and System Safety, 96 (8), 912-924.

Mbilinyi, B.P., Tumbo, S.D., Mahoo, H.F., & Mkiramwinyi, F.O., 2007, GIS–based decision support system for identifying potential sites for rainwater harvesting, Physics and Chemistry of the Earth, 32, 1074 – 1081.

Rueda D. F. & Calle, E., (2017). Using interdependency matrices to mitigate targeted attacks on interdependent networks: A case study involving a power grid and backbone telecommunications networks, International Journal of Critical Infrastructure Protection, Volume 16: 3-12.

Schmidtlein, M. (2011). Modeled earthquake losses and social vulnerability in Charleston, South Carolina. Applied Geography, 31, 269- 281.

White, R., Boult, T., Chow, E., (2014). A computational asset vulnerability model for the strategic protection of the critical infrastructure, International Journal of Critical Infrastructure Protection, 7(3) 167-177.

Winnaar, G. de., Jewitt, G. P. W., & Horan, M, (2007), A GIS–based approach for identifying potential run off harvesting sites in the Thukela River basin, South Africa, Physics and Chemistry of the Earth, 32, 1058 – 1067.

Research Article

Evaluating the Vulnerability of Ilam City Facilities to Environmental Threats (Flood) Using Passive Defense Approach

Pakzad Azadkhani[1*], Jaafar Hoseinzadeh[2], Shokofeh Kamari [3]

1*. Assistant Professor, Department of Geography and Urban Planning, Non-Profit University of Bakhtar, Ilam, Iran

.2. Associate Professor, Department of forest sciences, Faculty of agriculture, Ilam University, Ilam, Iran

3. Graduate Student of Geography and Urban Planning, Non-Profit University of Bakhtar, Ilam, Iran

Received: 15-12-2019 Final Revised: 13-02-2020 Accepted: 19-04-2020

Abstract

Reducing the vulnerability of urban facilities to decrease the amount of damage using new crisis management approaches, such as passive defense, that can be effective in creating a safe environment in cities is one of the most important objectives that urban planners and managers today seek to implement in cities. Accordingly, the present study aims to investigate the vulnerability of urban facilities in Ilam City with respect to passive defense and with an emphasis on environmental threats. The research method is a descriptive-analytical method for explaining the status quo and finding answers to the research questions. Data collection method is library and field studies. Data analysis is done by combining the two AHP Fuzzy and GIS methods. The results show that based on the principles of passive defense, the City of Ilam is vulnerable to flood hazards. Furthermore, facilities of Ilam City, including electricity and gas distribution networks and most water and wastewater distribution networks, are located in safe areas of the city based on passive defense principles. However, an important part of the network of major drinking water pipelines are located in critical flood areas. In this study, safe points have been identified from the perspective of passive defense in order to take the necessary steps to change the path of these pipelines by the relevant organizations.

Keywords: passive defense, facilities, urban vulnerability, location, flood, Ilam city.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

* Corresponding Author Email: d.rp.azadkhani@bakhtar.ac.ir

References

References (in Persian)

Abdollahi, Majid (2003) Crisis Management in Urban Areas; Tehran: Publications of the Organization for City Halls around the Country. [In Persian]

Akhavan Abdollahian, M.R.; Taghvaee, M.; Varesi, H. R. (2017), Determining Vulnerable Usage Types and Criteria for Physical Spatial Site Selection Based on Unnatural Crises (Passive Defense); Periodic Journal of Geographical Decision Making, 32 (1), 121-136. [In Persian]

Akhbari, M., Ahmadi Moghadam, M.A., (2014), Evaluating Passive Defense in Urban Management; Periodic Journal of Geopolitics, 10 (2), 36-96. [In Persian]

Alizadeh, Mahdi; Amanpour, Saeed; Dah Cheshmeh, Mostafa (2016) Evaluating the Vulnerability of Infrastructures in Kouhdasht City Using a Passive Defense Approach; Journal of Land Survey; Series Eight, 133-154. [In Persian]

Amini Varaki, S., Modiri, M., Shamsayi Zafarghandi, F., Ghanbari nasab, A. (2015). Perspectives of the city's vulnerability to environmental hazards and its effective components by using the Q-Method. Journal of Emergency Management, 3 (Special Issue of Passive Defense Week 93), 5-18. [In Persian]

Bakhshi Shadmehri F, Zarghani S H, Kharzmi O A. (2016). Analysis of Passive Defense Considerations in Urban Infrastructure With an Emphasis on Water Infrastructure. geores. 31 (3), 103-117. [In Persian]

Bo'd Technique Consulting Engineers (2013), Comprehensive Plan of Ilam City. [In Persian]

Fadakar, Hadi; Beheshtizadeh, Nima (2016) Passive Defense, a Necessary Element for the Stable Security of Islamic Republic of Iran; the Fifth Conference on the Islamic-Iranian Model of Development, Basic Model of Development and Progress, May 18 and 19 of 2016. [In Persian]

Gholami, M.; Nazari, V.A.; Nasiri, A.; Hourinejad, A. A. (2014) Analyzing Administrative and Service Core Centers Based on Passive Defense (Case Study: Buin Zahra City), Periodic Journal of Urban Planning Studies, 2 (6), 55-77. [In Persian]

Husseini Amini, H., Asadi, S., Bornafar, M., (2010), Evaluating the Structure of Langeroud City for Passive Defense Planning, Journal of Applicable Research in Geographical Sciences, Ed. 15 (18), 129-149. [In Persian]

International Institute of Earthquake Engineering and Seismology (2009) Haiti's Earthquake (January 12, 2010), http://www.iiees.ac.ir/ [In Persian]

International Institute of Earthquake Engineering and Seismology (2004) Preliminary Report on Bam Earthquake of December 26, 2003, 1-304, http://www.iiees.ac.ir/ [In Persian]

Ismaeili Shahrakht, M., Taghvaee, A. A., (2011) Assessing the Vulnerability of the City Based on Passive Defense Approach Using Delphi Method, Case Study: Birjand City; Journal of Urban Management, 9 (28), 93-110. [In Persian]

Kamran, Hasan; Husseini Amini, Hasan (2011) Application of Passive Defense in Urban and Regional Planning, Research and Science Periodical of Geographical Space, 12 (38), 215-227. [In Persian]

Karbasian, Mahdi; Dashti, Mahdi; Asadollahi, Ahmad Reza (2011) A Combinatory Model of Data Envelopment Analysis (DEA) and Site Selection of Sensitive Facilities Considering the Principle of Dispersion; Scientific and Research Journal of Passive Defense Sciences and Technologies, 2 (3), 161-167. [In Persian]

Keykavousi, Mostafa; Kasaee, Mitra (2012) Application of Geographical Information Systems (GIS-RS) in Crisis Management Based on a Passive Defense Approach; the First National Conference on Modern Approaches of Land Survey in Iran, Semnan, University of Semnan. [In Persian]

Khoshgoyianfard, A. (2007): Methodology of Koo Sciences, Tehran: Islamic Republic of Iran Broadcasting Center. [In Persian]

Kiani, Akbar; Salar Sardi, Farzali (2016) Theoretical and Practical Fundamentals of Passive Defense Based on a Structural Approach and Site Selection of Functional Activities of Urban Areas; Scientific Professional Journal of Passive Defense and Stable Development, 2 (19), First Edition, 1-19. [In Persian]

Mashhadi, H. (2015) Evaluation of Threats, Vulnerability, and Risk in Critical Infrastructure, First Edition, Tehran: Malek Ashtar University of Technology. [In Persian]

Movahed, Ali; Firouzi, Muhammad Ali; Eisafi, Ayoub (2012) Evaluating the Vulnerability of Urban Buildings to Earthquakes Using Inversed Analytical Hierarchy Model (IHWP) in the Geographical Information System, Case Study: Masjed Soleiman City; Journal of Urban Research and Planning, 3 (11), 115-136. [In Persian]

Muhammadi Dah Cheshmeh, M. (2013) Urban Safety and Passive Defense, Ahvaz: Publications of Shahid Chamran University of Ahvaz. [In Persian]

Nasiri, M. (2017) Spatial Analysis of Zanjan Province's Vulnerability to Natural Disasters Based on a Crisis Management Approach, Dissertation for a Master's Degree in Arts and Architecture, Gilan University, Supervisor: Saber Muhammadpour. [In Persian]

Pourhashemi, S.; Aslanlou, A.; Mansouri Daneshvar, M. R.; Soleimani, H. N. (2017), Evaluating Topographical Potentials in Devising Optimal Passive Defense Strategies for Border Cities (Case Study: Zavin City on the Border between Iran and

Turkmenistan, Khorasan Razavi Province), Scientific and Research Journal of Geographical Information (SEPEHR), 25 (97), 81-96. [In Persian]

Pouya Design and Strategy Consulting Engineers (2011) the Guidance Plan of manavand Village (Ghohestan Rural District, Ghohestan District, Darmian City District), Housing Foundation of Islamic Revolution in Khorasan Razavi Province, 1-187. [In Persian]

Reihani, Farzaneh (2015) Evaluating Passive Defense in Switzerland, Research Monthly, 1 (2). [In Persian]

Roustaee, Sharivar; Ma'boudi, Muhammad Taghi (2015) Spatial Analysis of Social Vulnerability of Urban Areas against Earthquakes Using the SVI Model (Case Study: Zone 2 of Tabriz City), Periodical Journal of Studies on Urban Structure and Functionality, 3 (11), 105-126. [In Persian]

Sadri Afshar, Gholamhussein; Hakami, Nasrin (1994) Modern Persian Dictionary, Nashre Kalameh Publications, Tehran, 259 and 546. [In Persian]

Safari, Amir; Sasanpour, Farzaneh; Mousivand, Ali Ja'far (2011) Assessing the Vulnerability of Urban Areas to Floods using Geographical Information System and Fuzzy Logic (Case Study: Zone 3 of Tehran City), Journal of Applicable Research in Geographical Sciences (Journal of Geographical Sciences), 17 (20), 150-129. [In Persian]

Shahsavari, Hamed; Ghorbani, Vahid; Rabiei, Bahareh (2012) Explaining the Principles and Considerations of Urban Defense in Passive Defense Approach with an Emphasis on Using Solar Energy in Cities, Journal of Urban Management, No. 38, 371-390. [In Persian]

Shoja' Iraqi, Mahnaz; Tavalaee, Simin; Zia'ian, Parviz (2011) Optimal Site Selection for Crisis Management Support Bases Using Geographical Information System (Case Study: Zone 6 of Tehran City); Journal of Urban and Regional Studies and Research, Year Three, 10, 41-60. [In Persian]

Siami, Ghadir; Latifi, Gholamreza; Taghinejad, Kazem; Zahedi Kalaki, Ibrahim (2013) Assessing the Defense Vulnerability of Urban Structures; Spatial Geographical Survey, Science and Research Periodical of Golestan University, Year 3, Serial No. 10. [In Persian]

Taheri Behbahani, Mohammad Taher and Bozardzadeh, Mostafa, (1996): Urban Floods, Tehran: Iranian Center for Housing and Architecture Research.

Yazdani, M., saidain, A. (2017). Investigating the Vulnerability of the City from the Passive Defense Perspective (Case Study: Ardabil City). Scientific- Research Quarterly of Geographical Data (SEPEHR), 25(100), 17-34. doi: 10.22131/sepehr.2017.24803. [In Persian]

Zangeneh, M. (2016) Evaluation and Analysis of Threats and Passive Defense Strategies in Road Networks of Alborz Province Using IHWP and SWOT Methods, Scientific and Research Journal of Geographical Information, 25 (98), 113-128. [In Persian]

References (in English)

Alexander, D. (2007). Disaster management, from theory to implementation, Journal of Seismology and Earthquake Engineering, 9 (1-2), 49-59.

Dow K. (1992). Exploring differences in our common future(s): the meaning of vulnerability to global environmental change. Geoforum, 23 (3), 417 – 436.

Goehhering, A. (2009). Analytical methods to enhance passive urban design. 26th conference in passive and low energy architecture, Quebec City, Canada.

Johansson, J., Hassel, H., Zio, E., (2013). Reliability and vulnerability analyses of critical infrastructures: Comparing two approaches in the context of power systems, Reliability Engineering & System Safety, 120, 27-38

Leritina, G. & Hauskenc, K. (2011). Preventive strike vs. false targets and protection in the fence strategy. Reliability Engineering and System Safety, 96 (8), 912-924.

Mbilinyi, B.P., Tumbo, S.D., Mahoo, H.F., & Mkiramwinyi, F.O., 2007, GIS–based decision support system for identifying potential sites for rainwater harvesting, Physics and Chemistry of the Earth, 32, 1074 – 1081.

Rueda D. F. & Calle, E., (2017). Using interdependency matrices to mitigate targeted attacks on interdependent networks: A case study involving a power grid and backbone telecommunications networks, International Journal of Critical Infrastructure Protection, Volume 16: 3-12.

Schmidtlein, M. (2011). Modeled earthquake losses and social vulnerability in Charleston, South Carolina. Applied Geography, 31, 269- 281.

White, R., Boult, T., Chow, E., (2014). A computational asset vulnerability model for the strategic protection of the critical infrastructure, International Journal of Critical Infrastructure Protection, 7(3) 167-177.

Winnaar, G. de., Jewitt, G. P. W., & Horan, M, (2007), A GIS–based approach for identifying potential run off harvesting sites in the Thukela River basin, South Africa, Physics and Chemistry of the Earth, 32, 1058 – 1067.