

تحلیل فضایی آسیب پذیری کاربری های اراضی در برابر سیلاب (مطالعه موردی: شهر راز، استان خراسان شمالی)

لطفعلی کوزه گر کالجی^{۱*}، نورالدین رحمتی^۱، علی اسماعیل زاده کواکی^۲

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

۲. بنیاد پژوهش های اسلامی آستان قدس رضوی، مشهد، ایران

(دریافت: ۱۴۰۰/۰۴/۲۵ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۹/۰۲)

چکیده

مخاطرات طبیعی به عنوان یکی از چالش های امروزه شهرهای کوچک و بزرگ و بخشی از واقعیت های گریزناپذیر سکونتگاه های انسانی محسوب می شوند که هر ساله خسارات جدی به زیرساخت و محیط های انسان ساخت وارد می آورد. در این میان پدیده سیل که هر سال نقاط شهری و روستایی کشور اتفاق می افتد یکی از حوادث ویرانگر در کشور ایران محسوب می شود، با شناسایی نقاط و پهنه های آسیب پذیر و مدیریت آن می تواند از خطر آن کاسته شود. محدوده و قلمرو پژوهش حاضر شهر راز از توابع شهرستان راز و جرگلان است که با قرار گرفتن در مسیر رودخانه هایی که به صورت عرضی و طولی از شهر عبور می کنند دائماً در خطر سیل هست، بر این اساس این پژوهش به منظور شناخت مناطق آسیب پذیر شهر راز در مقابل خطرات ناشی از سیل، انجام گرفته است که از نظر نوع تحقیق کاربردی است که با استفاده از روش توصیفی - تحلیلی انجام شده است. برای تعیین وزن و ارجحیت شاخص ها نسبت به یکدیگر از نظرات تعداد ۴۰ نفر از کارشناسان مرتبط با حوزه های شهرسازی، مدیریت بحران و منابع آب استفاده شده است. در بخش اصلی پژوهش مربوط به شناسایی پهنه ها و نوع کاربری های آسیب پذیر شهر راز در برابر سیل، از نرم افزار GIS و تحلیل سلسله مراتبی AHP استفاده شده است. نتایج نشان می دهد که ۳۳ درصد از مساحت شهر راز در معرض آسیب پذیری زیاد ناشی از سیلاب قرار دارد که بیشترین آسیب پذیری مربوط به کاربری مسکونی است که مهم ترین علل این آسیب پذیری، شیب زمین، کیفیت پایین ابنیه و همچنین عدم رعایت حریم رودخانه هستند.

واژه های کلیدی: آسیب پذیری، تحلیل سلسله مراتبی، سیلاب شهری، شهر راز، مخاطرات طبیعی.

Spatial Analysis of Vulnerability of Urban Land uses Against Floods (Case study: Raaz City, Northern Khorasan province)

Kozegar Kalji^{1*}, L.A., Rahmati¹, N., Ismailzadeh Kowaki², A.,

1. Department of Geography and Human Development, Faculty of Earth Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

2. Researcher of Astan Quds Razavi Islamic Research Foundation, Mashhad, Iran

Received: 16/07/2021 Accepted: 23/11/2021

Abstract

Natural hazards have always been one of the challenges in small and large cities and have become part of the inevitable realities of human settlements, resulting in serious damage to infrastructure and man-made environments annually. Floods, for example, are considered one of the most destructive hazards affecting both rural and urban areas in Iran, however, its risk can be reduced by identifying and managing these vulnerable areas. The present study has focused on the city of Raz, a subdivision of the cities of Raz and Jarglan, which is constantly in danger of flooding due to being located in the path of the rivers that cross the city horizontally and longitudinally. Using the descriptive-analytical method, this study has been conducted to identify the vulnerable areas of the city of Raz against the risks caused by flooding. Relative questionnaires were completed by 40 experts in urban planning and natural resources, water and sewage, and environment; and GIS software and hierarchical analysis (AHP) were used to analyze the collected data. Results indicated that 33% of the area of Raz city is exposed to high risk of flooding and there are many factors contributing to high vulnerability in this city, including the slope of the land, low quality construction, and lack of observing the privacy of the river as the most important reason for the vulnerability of residential use.

Keywords: Vulnerability, Hierarchical analysis, Urban flood, Raaz city, Natural hazards.

مقدمه

سیلاب‌ها از مهم‌ترین مخاطراتی هستند که سبب وارد آوردن خسارات زیادی به نواحی شهری می‌شوند (درفشی و همکاران، ۱۳۹۹). براساس گزارش دفتر کاهش خطر بلایای طبیعی سامان ملل متحد در همه حوادث مربوط به آب‌وهوا در دو دهه گذشته، سیل با ۴۷ درصد بالاترین سهم را از مخاطرات طبیعی داشته و ۲/۳ میلیارد نفر را تحت‌تأثیر قرار داده است. پس از طوفان و مخاطرات زمینی، سیل بالاترین میزان خسارت اقتصادی (۶۶۲ میلیارد دلار) طی ۲۰ سال گذشته داشته است (CRED, U. UNISDR, 2015). سیلاب شهری، دیگر پدیده‌ای طبیعی نیست و مؤلفه‌های اجتماعی نظام‌های شهری باعث افزایش اثرات این سیلاب‌ها می‌شوند (Batista and Gourbesville, 2012) موارد متعدد بیانگر این است که خطر وقوع سیل در طی زمان افزایش یافته و این افزایش به ویژه از زمانی بوده است که بسیاری از کشورها مجوز ساخت و ساز در دشت‌های سیلابی را صادر کردند و حتی از رشد تجاری و مسکونی در این مناطق حمایت کردند (خیری‌زاده و همکاران، ۱۳۹۱). سیلاب شهری با توجه به فراوانی فزاینده آن در سال‌های اخیر یکی از مخاطرات طبیعی تهدیدکننده در مناطق شهری در سراسر جهان است. به منظور جلوگیری از وقوع سیل و کاهش پیامدهای بعدی، مدیران شهری با هدف پیش‌بینی ویژگی‌های بارندگی از جمله شدت پیک، زمان رسیدن و مدت زمان، به ساکنان مناطق پرخطر هشدار داده و در هنگام پیش‌بینی سیلاب، باید اقدامات اضطراری را به کار گیرند (QianKe and et al, 2020). همچنین سیل از جمله مخاطرات طبیعی است که دارای پیامدهای پیچیده مستقیم و غیرمستقیم جغرافیایی، اقتصادی، اجتماعی و اکولوژیکی است (Gabriel, 2013). رشد شهری برنامه‌ریزی نشده و مداخلات در روند جریان طبیعی آب معمولاً باعث افزایش خطر سیلاب‌های شهری می‌شود (Douglas and et al., 2008). وقوع سیل علاوه بر اینکه تابع وقایع اقلیمی به‌ویژه مقدار، شدت، توزیع مکانی و زمانی بارندگی است، تحت‌تأثیر ویژگی‌های مختلف حوضه آبخیز مانند کاربری اراضی و

دخالت انسان نیز است. افزایش سطوح نفوذ ناپذیر حوضه که ناشی از شهرسازی و احداث انواع سازه‌ها بر خاک‌های نفوذپذیر است، به‌طور طبیعی از میزان سطوح نفوذپذیر که قادر به جذب بخشی از بارندگی هستند، می‌کاهد (خالدی و همکاران، ۱۳۹۸). نتیجه دست‌اندازی در محیط‌های طبیعی، حضور ساختارهای متعدد و نبود مقررات مناسب جهت محافظت از این محیط‌ها، شرایط رویداد سیلاب فراهم می‌شود که افزایش آسیب‌پذیری جوامع را در برابر سیلاب‌های شهری را در پی دارد (قهرودی تالی و همکاران، ۱۳۹۱). شناسایی خطرات سیل و به حساب آوردن آن در فرایندهای برنامه‌ریزی کاربری اراضی موجب خواهد شد نیاز به رشد شهرها لزوماً به تشدید ریسک منجر نشود. در نگاه کلان می‌توان گفت در طرح‌های جامع شهری یا طرح‌های هادی روستاها موضوع مدیریت سیل مدنظر نبوده به صورت محدود و غیر کارشناسی با آن برخورد شده است (حسام و همکاران، ۱۳۹۸). از آنجایی که نقشه‌نگاری خطر سیلاب‌های شهری نقش تعیین‌کننده‌ای در مدیریت و برنامه‌ریزی شهری به ویژه در کاهش خسارات سیل دارد (Eini and et al, 2020) و با توجه به موقعیت جغرافیایی شهرهای ایران بیانگر این مهم است که با توجه به قرارگیری شهرها در مسیر حوضه‌های آبریز مختلف ضرورت پیش‌بینی‌های لازم برای سیلاب‌ها احساس می‌شود و می‌بایست شهرسازان و برنامه‌ریزان شهری، زمین‌شناسان و جغرافیدانان به بررسی دقیق علل و عوامل ایجاد این بلایای طبیعی در مناطق شهری بپردازند و راه‌کارهای لازم را برای کاهش اثرات آن پیش‌بینی کنند. بر این اساس انجام مطالعات و تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی میزان خطر سیلاب‌های شهری و میزان آسیب‌پذیری کاربری‌های شهری می‌تواند قدم و اولین مرحله شروع برنامه‌ریزی برای کاهش و آمادگی مواجهه با سیلاب‌های شهری باشد. با توجه ویژگی‌های خاص شهر راز در استان خراسان شمالی، از جنبه‌های تکتونیکی و توپوگرافیکی که ارتفاعات مهمی از جمله: کوه گنداب از رشته کوه کپه داغ - هزار مسجد با ارتفاع ۱۴۶۸ متر در ۲/۵ کیلومتری جنوب غربی شهر، کوه راز از رشته کوه

کار گرفته شده است. استان خراسان شمالی یکی از استان‌هایی کشور است که در معرض انواع مخاطرات طبیعی است این مخاطرات سبب می‌شود که سهم استان خراسان شمالی از ۳ درصد بودجه عمومی کشور که در ابتدای سال به‌عنوان تنخواه مستقیماً در اختیار وزیر کشور قرار می‌گیرد صرف خسارت‌های وارده به بخش‌های کشاورزی، زیر بنایی و ساختمانی استان شود (وزارت کشور، ۱۳۹۸). در سال‌های اخیر مطالعات زیادی در رابطه با آسیب‌پذیری مناطق شهری برابر سیلاب در مورد شهرهای مختلف انجام گرفته است که افزایش و اهمیت این تحقیقات ناشی از پدیده رشد شهرنشینی در کشور در طول چند دهه گذشته و افزایش سیلاب‌های ویرانگر در مناطق شهری می‌باشد که خلاصه و نتایج حاصل از تحقیقات در ذیل بیان شده است. رستمی فتح‌آبادی و همکاران (۱۳۹۹) در مقاله‌ای با عنوان تحلیل فضایی مناطق سیل‌زده و سیل‌خیز شهر نورآباد لرستان و مخاطرات آن پرداخته‌اند و به این نتیجه رسیده‌اند که نتایج ارزیابی مناطق سیل‌زده با استفاده از تصاویر راداری و بازدیدهای میدانی بیانگر آن است که بر اثر سیلاب فروردین ۱۳۹۸، به ترتیب ۵۶۲/۰ و ۱۲۱۲/۱ کیلومترمربع از محدوده شهری با سیلاب مواجه شد. همچنین نتایج به‌کارگیری روش مدل‌سازی جریان ماندگاری (HEC-RAS)^۱ نیز نشان می‌دهد که ۱/۵۴۲ کیلومترمربع از محدوده شهر نورآباد در معرض وقوع سیلاب با دوره بازگشت صدساله قرار دارد. اسد افروز و همکاران (۱۳۹۹)، در پژوهشی با عنوان، تاب‌آوری محیطی در برابر مخاطرات سیلاب فروردین ۱۳۹۸ در شهر شیراز با رویکرد منظر، تئوری سیستم‌ها و مدل نیروی محرکه-فشار-وضعیت-تأثیر-پاسخ (DPSIR)^۲، به این نتیجه رسیده‌اند که جهش احساسی مردم و هماهنگی نهادها و سازمان‌ها باعث سرعت بازگشت به حالت طبیعی محیط کالبدی و فیزیکی شده است. جعفری (۱۳۹۹) در مقاله‌ای با عنوان، گونه-شناسی و تحلیل فضایی-زمانی مخاطرات محیطی در استان خراسان شمالی، به این نتیجه رسیده است که این استان از پنجاه و یک مخاطره محیطی آسیب می‌بیند و ضرورت افزایش ایمنی نقاط زیست و فعالیت

کپه داغ هزار مسجد با ارتفاع ۱۶۸۵ متر در ۶ کیلومتری شمال شهر، کوه کربلای علی از رشته کوه کپه داغ - هزار مسجد با ارتفاع ۱۶۶۲ متر در ۵ کیلومتری جنوب شرق، این شهر را احاطه کرده است، هرگونه برنامه‌ریزی بدون شناخت حساسیت‌ها و خصوصیات منطقه نتایج مخرب و جبران‌ناپذیری را در پی خواهد داشت. به خصوص اینکه رخداد هر پدیده‌ای به احتمال فراوان سبب تشدید و یا شروع فعالیت مخاطره طبیعی دیگری می‌شود. بنابراین لزوم مدیریت علمی و عملی مناسب در ارزیابی و پیش‌بینی میزان آسیب‌پذیری شهر راز در برابر خطر سیل، از وقوع حوادث غیر مترقبه و کاهش خسارات جانی و مالی جلوگیری می‌کند.

مبانی نظری و پیشینه

با رشد سریع شهرسازی و ایجاد و توسعه‌ی زیرساخت‌ها، سیلاب‌ها در نواحی شهری بیشتر و شدیدتر شده‌اند. گسترش ساخت و ساز شهری و افزایش سطوح با نفوذپذیری کم و یا غیرقابل نفوذ باعث کاهش نفوذ آب حاصل از بارش، افزایش رواناب، دبی‌های بزرگتر، تغذیه کمتر آب‌های زیرزمینی و افزایش تغییرپذیری‌ها می‌شود (درفشی و همکاران، ۱۳۹۹). آسیب‌پذیری به پدیده‌هایی مانند بارش، رواناب، تمرکز آن و میزان در معرض آسیب قرار گرفتن نواحی پایین دست سیلاب بستگی دارد. آسیب‌پذیری سیلاب طی زمان و از ناحیه-ای به ناحیه دیگر متغیر است که علت آن شرایط خاص طبیعی، فعالیت‌های انسانی و فرهنگ مخاطره نزد جامعه در معرض خسارت می‌باشد (قهرودی تالی و همکاران، ۱۳۹۱).

یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های شهرها در رویارویی با سیلاب‌های شهری، مدیریت آسیب‌پذیری ناشی از سیلاب‌ها است که بهره‌گیری از مدل‌های کمی و کیفی و همچنین سیستم اطلاعات جغرافیایی می‌تواند به مدیریتی جامع منجر شود. همچنین روش تحلیل سلسله مراتبی در تلفیق با سیستم اطلاعات جغرافیایی یکی از انواع روش‌هایی است که با استفاده از آن جهت سنجش پهنه‌های در خطر سیلاب و به‌عنوان سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری سیلاب‌های شهری به

و تغییر روش ها و دستورالعمل ها را توسط دستگاه های مسئول خاطر نشان می کند. در فشی و همکاران (۱۳۹۹) در مقاله ای با عنوان، ارائه الگویی در تحلیل و پهنه بندی سطح آسیب پذیری مناطق شهری در خطر سیلاب مطالعه موردی: مناطق ۱۰ و ۲۲ شهر تهران، نتایج پژوهش نشان می دهد که عامل تراکم جمعیت و تراکم شبکه آبراهه به ترتیب بیشترین و کمترین وزن و نتایج این تحقیق نشان می دهد، نقشه میزان ریسک سیلاب در منطقه ۱۰ دارای دامنه بالاتری نسبت به منطقه ۲۲ است. خالدی و همکاران (۱۳۹۸) در مقاله ای با عنوان، سنجش و ارزیابی میزان تاب آوری مناطق شهری در برابر سیلاب های شهری (مطالعه موردی: شهر ارومیه) به این نتیجه دست یافتند که با بررسی تاب آوری اقتصادی اجتماعی و مدیریتی کالبدی در میانگین کل شاخص ها منطقه ۳ مطلوب ترین و منطقه ۴ نامطلوب ترین بوده است. رستمی خلج و همکاران (۱۳۹۸) در پژوهشی با عنوان، پهنه بندی خطر سیلاب شهری با استفاده از روش تصمیم گیری چند متغیره (مطالعه موردی: شهرک امام علی، شهر مشهد) به این نتیجه رسیده اند، نقشه پتانسیل خطر به دست آمده نشان داد که ۸/۲ درصد از منطقه که در نزدیکی خروجی حوضه و در اطراف کانال اصلی قرار دارند، دارای پتانسیل خطر بیش تری هستند.

حسام و همکاران (۱۳۹۸) در مقاله با عنوان، پتانسیل سنجی خطر سیلاب شهری با رویکرد توسعه شهری ایمن (مطالعه موردی: شهر گنبد کاووس) که با روش تحلیل سلسله مراتبی AHP انجام داده اند به این نتیجه رسیدند که نقشه حاصل از خطر پذیری شهرستان گنبد کاووس که با استفاده از ۹ پارامتر تعیین شد، بیانگر قرارگیری این شهر در پهنه با پتانسیل خطر زیاد بوده همچنین نتایج حاصل و اتفاقات سیل اخیر حاکی از آسیب پذیری شهر گنبد ناشی از ریسک بیرونی سیلاب بوده است. چوکوما^۳ و همکاران (۲۰۲۱) در پژوهشی با عنوان "مدل سازی آسیب پذیری سیل مبتنی بر سیستم اطلاعات جغرافیایی در ایالت انامبرا با استفاده از یک مدل IVFRN-DEMATEL-ANP، (دیمتل فازی)، به این نتیجه رسیدند که این ایالت در برابر سیل بسیار

آسیب پذیر است و ۷۳ درصد از کل مساحت استان بین مناطق آسیب پذیر بسیار بالا و متوسط قرار دارد. آسیب پذیرترین منطقه دولت محلی (LGA)^۴ در ایالت انامبرا غربی است که ۹۵٪ از کل مساحت LGA بین مناطق آسیب پذیر بسیار بالا و متوسط قرار دارد. سارما^۵ و همکاران (۲۰۲۰)، در مقاله با عنوان "ارزیابی آسیب پذیری انسانی در برابر خطر سیل شهری با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی و سیستم اطلاعات جغرافیایی"، ضمن بررسی وقوع سیل در شهر گواهایتی در کشور هندوستان به خلا عدم شناسایی و پهنه بندی وقوع سیل در این شهر با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی و سیستم اطلاعات جغرافیایی پرداخته و برای تهیه نقشه پهنه مخاطرات از نظر کارشناسان خبره این حوزه و سیستم اطلاعات جغرافیایی استفاده شده است. در نتیجه گیری کلی پس از مشخص کردن پهنه های در خطر شهر مذکور به نتیجه رسیده اند که برای مقابله با پدیده سیل در شهرهای کشورهای در حال توسعه که فاقد منابع مالی هستند برنامه ریزی و شناسایی پهنه های در خطر شهرها ضروریست. سانگ^۶ و همکاران (۲۰۱۹) در پژوهشی با عنوان، تعادل تاب آوری - آسیب پذیری در مقابل سیلاب های شهری: نمونه موردی شهرهای ساحلی چین، نتایج تحقیق نشان می دهد آسیب پذیری شهر شنژن در برابر سیلاب در یک نقطه متمرکز نیست و در توزیع آن در سراسر شهر وجود دارد و ۷۶٪ حومه و خارج از شهر در معرض خطر متوسط و بالای سیلاب قرار دارد. الحسنات^۷ (۲۰۱۴) در مقاله با عنوان، ارزیابی سیل ناگهانی برای شهر وادی موسی کشور اردن که براساس آمار بارندگی و نقشه های دوره های بازگشت ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ ساله انجام داد به این نتیجه رسید که در حدود ۵۳ درصد منطقه منطبق بر زیر حوضه های کوهستانی بیشترین خطر را دارند. مینیا^۸ (۲۰۱۳) در مقاله ای با عنوان، ارزیابی پتانسیل جاری شدن سیل در حوضه آبریز رودخانه بسکا (رومانی) براساس FFPI که براساس مدل فاکتور فیزیوگرافیک (شاخص پتانسیل سیل ناگهانی)^۹ انجام داد و نتایج حاکی از پتانسیل زیاد خطر سیلاب ناگهانی در خروجی حوضه است. بررسی پیشینه تحقیق نشان

نظر متخصصین استفاده شده است. حجم نمونه تعداد ۴۰ نفر با روش نمونه‌گیری هدفمند انتخاب شدند در این روش افراد نمونه را از این رو برای مطالعه انتخاب می‌کنند که می‌تواند در فهم مسئله پژوهش و پدیده محوری مطالعه مؤثر باشند. با توجه به موضوع آسیب‌پذیری شهر مورد مطالعه از سیلاب کارشناسان مطلع و مرتبط با موضوع استفاده شده است. همچنین در بخش اصلی پژوهش که مربوط به ارزیابی میزان آسیب‌پذیری کاربری‌های شهر راز در برابر سیل می‌باشد از نرم‌افزار GIS و تحلیل سلسله مراتبی AHP استفاده شده است. به این صورت که ابتدا هر شاخص به زیرگروه‌هایی تقسیم شدند و به هر یک از زیرگروه‌ها نیز متناسب با اهمیت و جایگاه آن‌ها در فرآیند شناسایی امتیاز وزنی براساس جدول اولویت‌بندی ساعتی از ۱ تا ۹ داده شد. سپس نقشه‌ها از حالت وکتوری به رستری تبدیل و جدول اولویت‌بندی شاخص‌ها نسبت به یکدیگر تعیین و امتیازبندی شدند. پس از تعیین وزن‌ها و محاسبه نرخ پایداری شاخص‌ها و ضریب تأیید آن، عملیات اولویت‌بندی مناطق آسیب‌پذیر با استفاده از نرم‌افزار GIS اجرا و نتیجه به صورت نقشه‌ای در سه طبقه شامل نواحی اولویت‌دار (آسیب‌پذیری زیاد)، با اولویت کم (آسیب‌پذیری متوسط) و فاقد اولویت (آسیب‌پذیری کم) شناسایی شده‌اند.

محدوده و قلمرو جغرافیایی مورد مطالعه

شهرستان راز و جرگلان به مرکزیت شهر راز، بخش‌های شمال و شمال غربی استان خراسان شمالی را به خود اختصاص داده است و از شمال با کشور ترکمنستان، از شرق به شهرستان شیروان، از غرب به شهرستان مانه و سملقان و استان گلستان و از جنوب به شهرستان‌های بجنورد و مانه و سملقان محدود می‌شود. شهر راز به عنوان مرکز شهرستان، شهر کوچکی با مساحت حدود ۱۷۹/۸ هکتار است. ارتفاع این شهر از سطح دریا ۱۲۵۰ متر است و براساس آخرین سرشماری رسمی سال ۱۳۹۵، ۵۰۲۹ نفر جمعیت دارد (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵). نگاهی به تغییرات رشد جمعیت شهر راز نسبت به سال ۱۳۸۵ و ۱۳۹۵ کاهش ۳/۷ درصد را نشان می‌دهد. بخشی از این کاهش در کنار سایر عوامل به

می‌دهد علیرغم روش‌های متعدد و متنوع مطالعه سنجش آسیب‌پذیری و پهنه‌بندی سیلاب شهری روش و ابزار تحلیل سلسله مراتبی AHP^{۱۰} در سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)^{۱۱} متناسب بوده و پاسخگوی فرایند تحقیق است و از طرفی دیگر شهر مورد مطالعه به علت کوچک بودن مورد توجه جدی و مطالعه‌ای در این خصوص قرار نگرفته است. این در حالی است که براساس نگرش آمایش سرزمین باید با مطالعه مخاطرات طبیعی و بررسی قابلیت‌های نقاط مختلف زمینه تناسب انسان، فضا و فعالیت را فراهم آورد و از تشکیل و گسترش محیط‌های انسان‌ساخت در محیط‌های مخاطره‌آمیز جلوگیری و برای کاهش آن تدابیری اندیشیده شود. لذا ضروری است که مطالعات در این موضوع برای شناخت آسیب‌پذیری کاربری اراضی شهرهای کوچک نیز مورد توجه قرار گیرد. شهر راز با توجه به موقعیت جغرافیایی خود و عدم رعایت حریم آبراهه‌ها و مسیل‌ها، هر ساله در معرض خطر سیلاب‌های شهری قرار دارد. بنابراین پژوهش حاضر به دنبال بررسی و تحلیل میزان آسیب‌پذیری شهر راز در برابر خطرات ناشی از سیلاب‌های شهری است. بر این اساس با توجه به مسئله پژوهش به دنبال تعیین میزان آسیب‌پذیری شهر راز از سیلاب‌های شهری و بررسی کاربری‌های آسیب‌پذیر و میزان آسیب‌پذیری آن‌ها در برابر خطر سیلاب است. در راستای اهداف تحقیق برای تعیین اهمیت، طبقه‌بندی و امتیاز شاخص‌ها تحقیق از نظرات کارشناس خبره و مرتبط با پدیده مورد مطالعه استفاده شده است.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر از نوع کاربردی و با استفاده از روش توصیفی- تحلیلی انجام شده است. روش گردآوری اطلاعات براساس مطالعات کتابخانه‌ای و پرسشنامه است. جامعه آماری پژوهش، کارشناسان مرتبط با حوزه‌های شهرسازی و منابع طبیعی، آب و فاضلاب، محیط‌زیست و سایر نهادهای رسمی مرتبط با شهر راز می‌باشند. در این تحقیق برای اجتناب از تأثیر نظرات شخصی و خطاهای سلیقه‌ای تعیین و وزن معیارها از

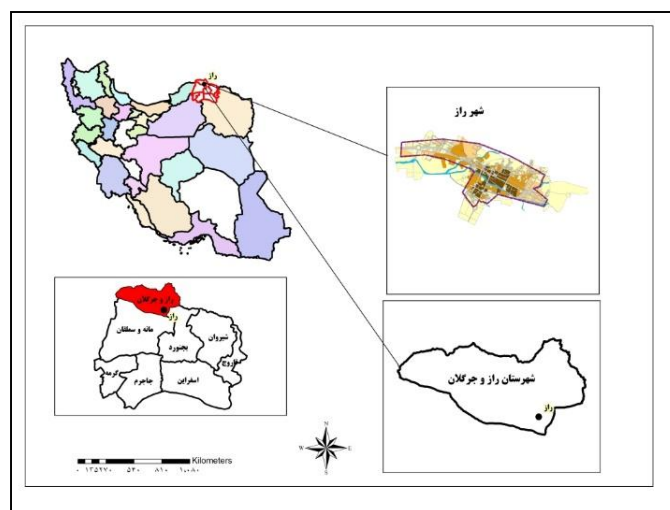
می گردند. رودخانه فصلی جلگه مهم ترین رودخانه این منطقه است که از ارتفاعات پیرامون راز در نزدیکی مرز ایران و ترکمنستان سرچشمه گرفته است و در جهت شرق- غرب جریان پیدا می کند. این رودخانه در نزدیکی روستای خرتوت به طرف جنوب غرب تغییر مسیر داده و به نام رودخانه آب خرتوت به رودخانه اترک می پیوندد.

دلیل مخاطره و سیلاب های شهری است. رودخانه هایی که به صورت عرضی از شهر راز عبور می کنند عبارت اند از: رزان دره، کلیدره و رودخانه هایی که به صورت طولی از شهر عبور می کنند عبارت اند از: آب دره، رودخانه دره شیخ فخر، که همه این رودخانه ها در رودخانه آب دره متصل گردیده و در نهایت به رودخانه اترک متصل

جدول ۱: روند رشد جمعیت شهر راز طی سال های ۹۵-۱۳۴۵

شرح	۱۳۴۵	۱۳۵۵	۱۳۶۵	۱۳۷۵	۱۳۸۵	۱۳۹۵
جمعیت	۲۵۶۵	۳۰۷۰	۴۳۴۹	۴۹۷۱	۵۲۲۷	۵۰۲۹
نرخ رشد (درصد)	-	۱/۸	۳/۵	۱/۳	۰/۵	-۳/۷

مأخذ: مرکز آمار ایران، سرشماری نفوس و مسکن سال های ۱۳۸۵-۱۳۹۵

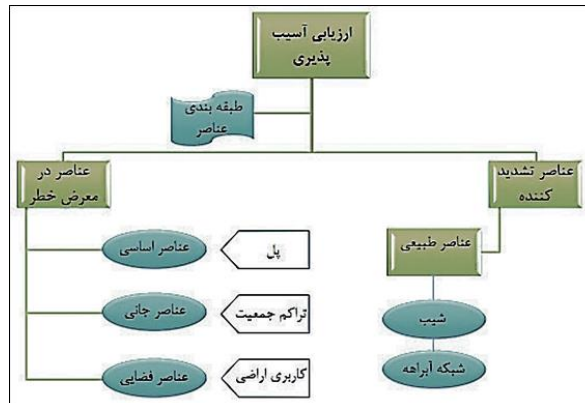


شکل ۱: موقعیت جغرافیایی شهر راز در استان خراسان شمالی

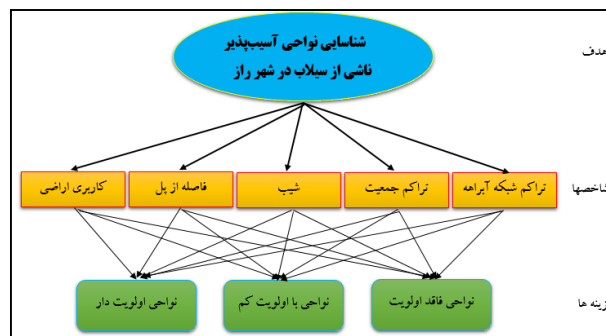
در هنگام بارش های شدید از جمله شایع ترین معضلات رواناب های شهری است، لذا پل های شهری از عناصر اساسی در معرض خطر سیلاب می باشند. یکی دیگر از عناصر، جانی هستند که به عنوان مهم ترین عناصر در معرض مخاطرات طبیعی بشمار می آیند به همین دلیل در ارزیابی آسیب پذیری ناشی از سیلاب، تراکم جمعیت نقش مهم و تعیین کننده ای دارد. عناصر فضایی نیز که کاربری های اراضی در این گروه قرار دارند نیز به دلیل توزیع فضایی کاربری های زمین در محیط جغرافیایی و فاصله آن ها از مسیر جریان سیلاب برای ارزیابی آسیب پذیری مورد بررسی قرار می گیرند.

یافته ها

برای ارزیابی مناطق آسیب پذیر ناشی از سیلاب در شهر راز، متغیرهای موثر در تبیین و تحلیل ها به دو گروه طبقه بندی شدند: اول عناصر تشدیدکننده، عناصری هستند که میزان آسیب پذیری کاربری ها را در برابر سیلاب افزایش می دهند. که شامل: شیب زمین و شبکه آبراهه و گروه دوم، عناصر در معرض خطر هستند که به عناصر اساسی، جانی و فضایی تقسیم شده اند. عناصر اساسی، عناصری هستند که در معرض مستقیم خطر سیلاب قرار دارند. به دلیل اینکه آب گرفتگی دهانه پل ها



شکل ۲: متغیرهای مؤثر در آسیب پذیری ناشی از سیلاب در شهر راز



شکل ۳: تحلیل سلسله مراتبی (AHP) از شاخص های مورد مطالعه

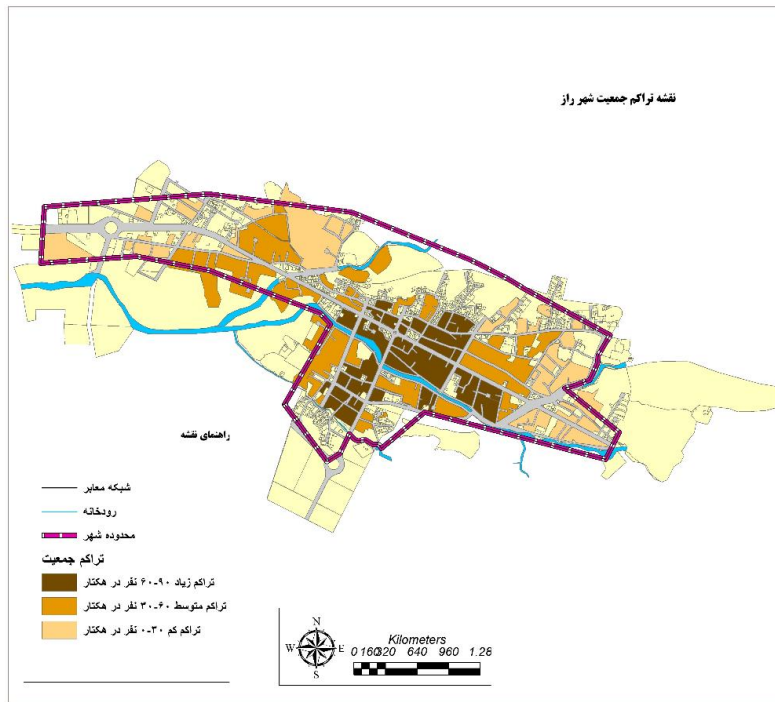
جدول ۲: طبقه بندی و امتیاز شاخص های تحقیق

رتبه (امتیاز)	طبقات	نام شاخص
۹	مسکونی	کاربری اراضی
۸	درمانی	
۷	آموزشی	
۶	اداری	
۱	تراکم کم ۰-۳۰ نفر در هکتار	تراکم جمعیت
۶	تراکم متوسط ۳۰-۶۰ نفر در هکتار	
۹	تراکم زیاد ۶۰-۹۰ نفر در هکتار	
۹	۳-۰	شیب (درجه)
۵	۶-۳	
۴	۱۰-۶	
۳	۱۵-۱۰	
۱	بیشتر از ۱۵	فاصله از پل
۹	۵۰-۰	
۶	۱۰۰-۵۰	
۳	۱۵۰-۱۰۰	
۲	۲۰۰-۱۵۰	
۱	۲۵۰-۲۰۰	تراکم شبکه آبراهه
۱	۶-۰	
۳	۱۲-۶	
۴	۱۸-۱۲	
۷	۲۴-۱۸	
۹	۳۰-۲۴	

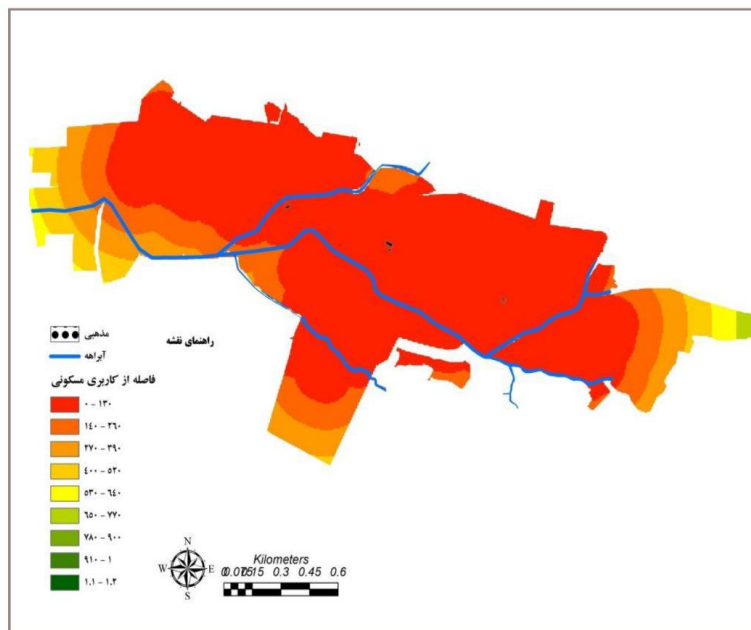
مأخذ: نگارندگان، یافته های تحقیق ۱۳۹۹ (براساس نظرات متخصصین)

شهری سنجش و تحلیل شده است. یافته های حاصل از بررسی و تحلیل نقشه های زیر در جدول ۳ و میزان آسیب پذیری هر گروه کاربری مشخص شده است.

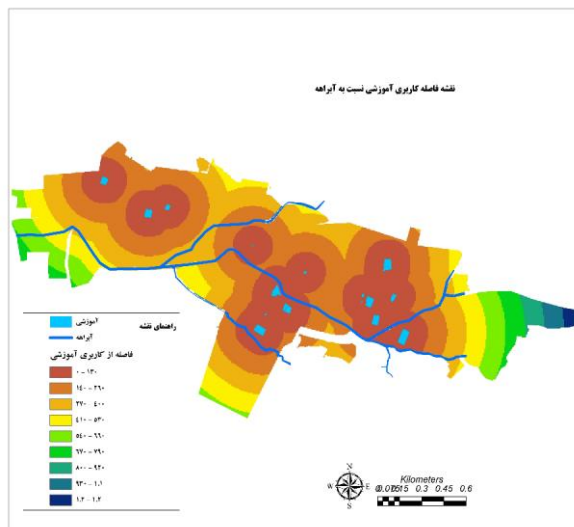
از عوامل تشدید کننده آسیب پذیری در این تحقیق تراکم شبکه آبراهه و شیب زمین ملاک عمل قرار گرفته است. بر این اساس فاصله هر کاربری اراضی از آبراهه های اصلی و نحوه قرارگیری در ساختار فضای



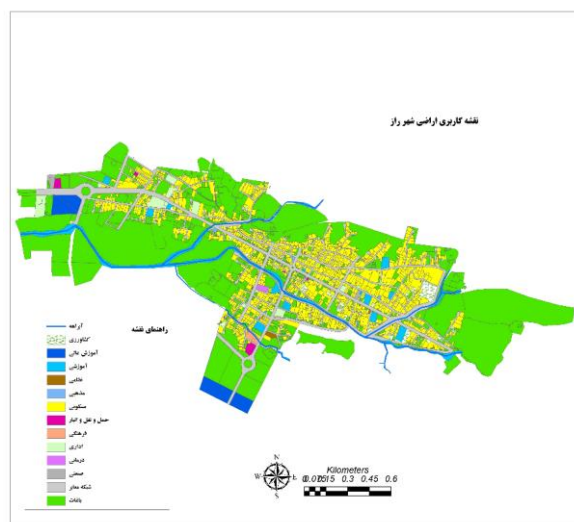
شکل ۴: نقشه تراکم جمعیت شهر راز



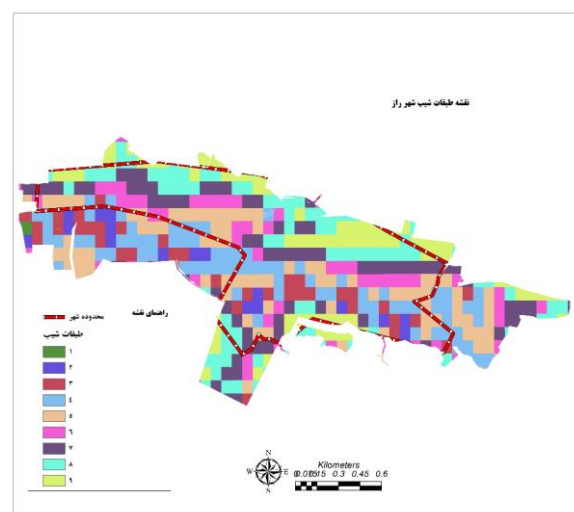
شکل ۵: نقشه فاصله کاربری مسکونی از آبراهه



شکل ۶: نقشه فاصله کاربری آموزشی از آبراهه‌ها



شکل ۷: نقشه وضع موجود کاربری اراضی



شکل ۸: نقشه طبقه‌بندی شیب اراضی شهر

جدول ۳: طبقه بندی کاربری اراضی اصلی و میزان آسیب پذیری

وضعیت آسیب پذیری	میانگین فاصله از آبراهه	بیشترین فاصله از آبراهه (متر)	کمترین فاصله از آبراهه (متر)	مساحت (هکتار)	کاربری اصلی
زیاد	۱۷۰	۵۶۸	۰	۶۲/۴۹	مسکونی
متوسط	۱۴۷	۳۴۹	۱۵	۳/۱	آموزشی
زیاد	۸۳	۸۳	۸۳,۰۰	۰/۳۷	بهداشتی -
متوسط	۱۸۱	۳۸۵	۴۳	۴/۱۷	اداری
زیاد	۵۹	۱۶۲	۰	۰/۵	فرهنگی
کم	۱۱۳	۱۷۴	۱۵	۰/۲۱	مذهبی
کم	۹۷	۱۲۳	۵۱,۰۰	۰/۳	انتظامی
کم	۱۵۵	۵۲۳	۲۸	۱/۰۸	حمل و نقل و انبار
کم	۷۵	۲۶۱	۱۳	۲۵	کشاورزی و باغات

مأخذ: نگارندگان، یافته های تحقیق ۱۳۹۹

در این تحقیق متغیرهای مؤثر در آسیب پذیری که شامل کاربری اراضی، فاصله از پل، تراکم جمعیت، شیب و تراکم شبکه آبراهه است جهت تعیین وزن کلی، اولویت بندی آن ها براساس روابط موجود در ماتریسی به ابعاد ۵*۵ برای مقایسه دوه دو متغیرها و تعیین ارجحیت آن ها قرار گرفت (جدول ۵).

جدول ۴: اولویت بندی شاخص ها نسبت به یکدیگر

شاخص	کاربری اراضی	تراکم جمعیت	شیب (درجه)	فاصله از پل	تراکم شبکه آبراهه
کاربری اراضی	۱	۲	۰/۳۳	۰/۵	۰/۳۳
تراکم جمعیت	۰/۵	۱	۰/۳۳	۰/۲۵	۰/۳۳
شیب (درجه)	۳	۳	۱	۲	۱/۵
فاصله از پل	۲	۴	۰/۵	۱	۰/۵
تراکم شبکه آبراهه	۳	۳	۰/۶۶	۲	۱

مأخذ: یافته های تحقیق ۱۳۹۹

برای محاسبه مقادیر و بردار ویژه، پس از نرمال نمودن ماتریس وزن نسبی (ضرایب) برای متغیرها محاسبه شد (نمودار ۱). وزن های نسبی (ضرایب)، به عنوان میزان تأثیرگذاری هر متغیر در تعیین آسیب پذیری مورد استفاده قرار گرفتند. به عبارتی آسیب پذیری ناشی از

سیلاب در شهر راز به صورت تابعی از این ضرایب در رابطه زیر تعریف شد. در این رابطه:

$V =$ آسیب پذیری،

$P =$ تراکم جمعیت،

$B =$ فاصله از پل،

$S =$ شیب،

توسعه پایدار محیط جغرافیایی

راز احداث شده‌اند و حریم رودخانه را رعایت نکرده‌اند. همچنین کاربری‌های آموزشی، صنعتی، کشاورزی و مذهبی در فاصله ۱۳ و ۱۵ متری از رودخانه بنا شده‌اند.

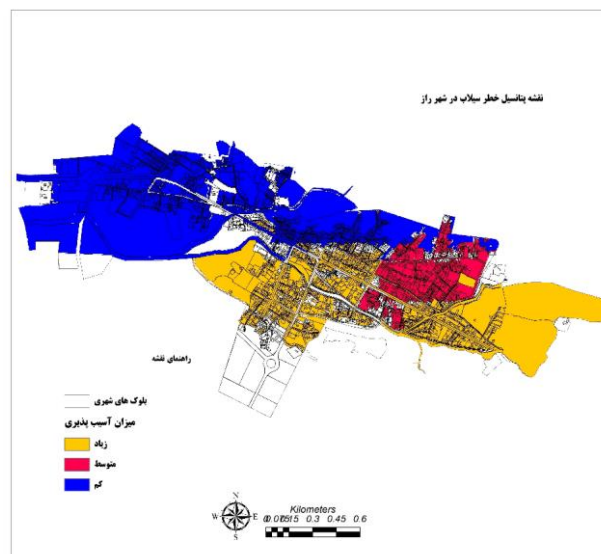
D = تراکم شبکه آبراهه
 $V = (0.074) + (0.107) + (0.199) + (0.28) + (0.34)$
 یافته‌ها در تحقیق حاضر نشان می‌دهد که کاربری‌های مسکونی و فرهنگی در فاصله صفر از رودخانه در شهر

جدول ۵: درصد مساحت مناطق آسیب‌پذیر از سیلاب در شهر راز

وضعیت	مساحت آسیب‌پذیری به درصد	نوع کاربری آسیب‌پذیر	علت
زیاد	۳۳٪	مسکونی، فرهنگی، مذهبی، درمانی	عدم رعایت حریم، شیب زمین، کیفیت پایین ابنیه،
متوسط	۱۹٪	اداری، آموزشی	عدم رعایت حریم
کم	۴۸٪	سایر کاربری‌ها	فاصله از حریم و ضریب رواناب پایین

در شهر راز مشخص نمود که کاربری‌های مسکونی، فرهنگی، مذهبی، درمانی بیشترین درصد خطرپذیری در برابر سیلاب‌های شهری را دارند.

بنابراین همان‌طور که در جدول ۵ و شکل ۹ نشان داده شده است، استفاده از مدل تحلیل سلسله مراتبی AHP و نرم‌افزار GIS میزان و نواحی آسیب‌پذیر در برابر سیل



شکل ۹: نقشه پهنه‌های آسیب‌پذیر و میزان آسیب‌پذیری شهر راز از سیلاب

مدرن در مدیریت سیلاب‌های شهری، بر به کارگیری روش‌هایی که حداکثر تطابق را با فرآیندهای چرخه طبیعی آب سطحی داشته باشد، تأکید دارد. با تغییرات جهانی آب و هوا و در کنار آن، گسترش شهرنشینی بدون برنامه‌ریزی یا دست‌پایین گرفته شدن مسیل‌ها و بستر رودخانه‌ها، مخاطرات و بحران‌های طبیعی و خسارات ناشی از آنها روندی افزایشی داشته است. شناسایی ریسک‌های سیل و به حساب آوردن آن در

بحث و نتیجه‌گیری

امروزه رشد فیزیکی شهری همراه با هم‌جواری ناسازگار کاربری‌های زمین، مسائل بسیاری را با خود برای شهرها به وجود آورده و مدیریت شهری را همواره به رفع بحران مشغول کرده است تا تدوین‌گر سیاست‌های پیشگیرانه و پیش‌بینی‌کننده باشد. در گذشته رویکردهای مدیریت سیلاب‌های شهری، براساس جمع‌آوری، انتقال و دفع سیلاب‌ها بوده است در حالی که رویکردهای

از سیلاب در این شهر قرار دارند. این نواحی بیشتر در قسمت‌های شمالی شهر راز قرار گرفته‌اند، جایی که میزان شیب زمین زیاد است اما بالاتر از سطح رودخانه قرار دارد و همچنین ضریب رواناب در آنجا پایین است. به همین علت در معرض کمترین میزان آسیب‌پذیری قرار دارند. این نواحی ۴۸ درصد از مساحت شهر راز را در بر گرفته است. از این جهت نتایج پژوهش حاضر با نتایج پژوهش سانگ و همکارانش در سال ۲۰۱۹ همسو نبوده چراکه آنها به این نتیجه رسیدند که آسیب‌پذیری شهر سنژن کشور چین در برابر سیلاب در یک نقطه متمرکز نیست و در توزیع آن در سراسر شهر وجود دارد و ۷۶٪ حومه و خارج از شهر در معرض خطر متوسط و بالای سیلاب قرار داشته است. با توجه به نتایج به دست آمده و همگام با توسعه شهر راز لازم است با برنامه‌ریزی و تعیین یک چهارچوب مناسب قانونی و مالی، مسایل محیطی در راس قرار گیرد و به گونه‌ای عمل شود که بتوان آن را به عنوان اقدامات مفید و عامل توسعه پایدار شهری برشمرد. ساختار کالبدی این شهر نشان می‌دهد که توسعه این شهر چگونه شکل گرفته است. از آنجا که هرگونه برنامه توسعه باید با در نظر گرفتن وضعیت گذشته شهرها باشد، متاسفانه با نادیده گرفتن موضوع، به مرور زمان با توسعه بی رویه شهر، تجاوز به حریم رودخانه‌ها، از بین بردن زمین‌های کشاورزی و یا پوشش‌های گیاهی، سیلاب‌های ادواری همیشه تهدیدی جدی برای شهر راز است. جهت پیشگیری از وقوع سیل استفاده از روش‌های عملیات ساختمانی و غیر ساختمانی ضروری است و در به کارگیری هر یک از روش‌ها توجه به نوع خاک، آب‌وهوا، پوشش گیاهی، محدوده ساخت‌وساز و ... نیز لازم است. همچنین ضرورت دارد برای شهر راز که در معرض تهدید سیل قرار دارد ضمن انجام مطالعات لازم، طرح هدایت آب-های سطحی و سیلاب‌های شهری طرح جامع کنترل و مهار سیلاب تهیه تا طی آن تمامی حوزه مورد بررسی قرار گرفته شود. در صورت امکان یک سازمان واحد یا یک کمیته هماهنگی، مسئول برنامه‌ریزی و اجرای این طرح باشد و مسئولین شهری و دولتی قوانین و مقررات و تمهیدات لازم را برای اجرای آن فراهم آورند تا بدین

فرایندهای برنامه‌ریزی کاربری اراضی موجب خواهد شد که نیاز به رشد شهرها لزوماً به تشدید ریسک منجر نشود. در نگاه کلان می‌توان گفت در طرح‌های جامع شهری موضوع مدیریت سیلاب‌های شهری مدنظر نبوده یا به صورت محدود و غیر کارشناسی با آن برخورد شده است. یکی از راهکارهای کاهش خسارات سیلاب‌های شهری، پهنه‌بندی پتانسیل سیل‌خیزی حوضه‌های آبریز در نواحی شهری است. به عبارت دیگر تفکیک نواحی سیل‌خیز و تعیین سهم عوامل مؤثر در سیل می‌تواند در تدوین راهکار مناسبی برای سیاست‌گذاری‌های میان-مدت و بلندمدت در بهره‌برداری بهینه از اراضی اهمیت ویژه‌ای داشته باشد. از نقشه پهنه‌بندی خطر و سیلاب می‌توان به منزله ابزاری مؤثر در برنامه‌ریزی توسعه پایدار شهرها و همچنین شناخت نواحی که توسعه زیرساخت‌های تخلیه و زهکشی سیلاب‌ها در نواحی شهری ضروری است، استفاده کرد. یافته‌های تحقیق نشان داد ۳۳ درصد از مساحت شهر راز در معرض آسیب‌پذیری زیاد ناشی از سیلاب قرار دارد که با توجه به کوچک بودن شهر و عدم وسعت سایر کاربری‌ها بیشترین آسیب‌پذیری مربوط به کاربری مسکونی است. این آسیب‌پذیری بیشتر به دلیل شیب زمین، کیفیت پایین ابنیه و همچنین عدم رعایت حریم رودخانه به‌عنوان مهم‌ترین علت در آسیب‌پذیری کاربری مسکونی می‌باشد. نتایج پژوهش حاضر با نتایج پژوهشی ملک محمدی و همکاران در سال ۱۳۹۹ در مناطق ۱۰ و ۲۲ تهران، همسو نبود، زیرا در پژوهش آنها تراکم جمعیت بالاترین میانگین در بین دلایلی که باعث آسیب‌پذیر بودن شهر داشته‌اند. نتایج پژوهش حاضر مشخص کرد ۳۳ درصد از شهر راز در معرض خطر بالای سیل‌گیری قرار دارد با نتایج پژوهشی که حسام و همکاران در سال ۱۳۹۸ در ارزیابی میزان خطرپذیری شهر گندکاووس داشتند همسو است، چرا که آنها به این نتیجه رسیدند که خطرپذیری شهر گندکاووس که با استفاده از ۹ پارامتر تعیین شده بود، بیانگر قرارگیری این شهر در پهنه با پتانسیل خطر زیاد بوده است. همچنین نواحی که روی نقشه شهر راز با رنگ آبی مشخص شده است، در معرض آسیب‌پذیری کم ناشی

۳۰ تا ۶۰ سال قرار دارند که ایجاد سازه‌های نوساز و جدید از مصالح ساختمانی مرغوب و مقاوم در تمام مناطق شهر توصیه می‌شود.

- ارائه تسهیلاتی از جمله زمین مناسب و وام‌های کم بهره به ساکنانی که در مناطق حاشیه رودخانه اصلی ساکن هستند جهت جابه‌جایی برای کاهش تراکم ساختمانی و جمعیتی در مناطق با آسیب‌پذیری بالا.

- کاهش طبقات ساختمانی در نواحی مربوط به حریم مسیل‌ها.

- جلوگیری از احداث واحدهای مسکونی در دو معبر اصلی و درجه یک شهر زار یعنی خیابان شهید رجایی جنوبی به سمت فلکه معلم و خیابان شهید رجایی جنوبی به سمت آموزش و پرورش که در حریم مسیل اصلی شهر نیز واقع شده‌اند.

وسيله بتوان خسارات ناشی از سیل را کاهش داد. بر این اساس برخی از راهکارهایی که در زمینه کاهش آسیب‌پذیری خطرات ناشی از سیلاب در شهر راز می‌تواند در نظر گرفته شود عبارت‌ند از:

- تغییر کاربری‌های پرخطر به کاربری‌های مجاز (فضاهای سبز و تفریحی) به ویژه در حاشیه خیابان شهید رجایی جنوبی به سمت آموزش و پرورش.

- ایجاد فضاهای باز به منظور امداد رسانی در مواقع بروز مخاطرات طبیعی، در حاشیه خیابان‌های شهید رجایی، شهید باهنر و شهید بهشتی که دارای عملکرد خیابان جمع و پخش کننده می‌باشند.

- با توجه به اینکه درصد قابل توجهی از ساختمان‌های مسکونی به صورت نیمه بادوام و کم دوام می‌باشند (۴۲/۷ درصد) از ابنیه شهر راز در گروه با قدمت بین

پی‌نوشت

- 1-Hydrologic Engineering Center (HEC) developed the River Analysis System (RAS)
- 2-Driving force, Pressure, State and Response
- 3-Chukwuma
- 4-Local Government Area
- 5-Sarmah
- 6-Song

- 7-Alhasanat
- 8-Minea
- 9-Bâsca River
- 10-Flash Flood Potential Index
- 11-Analytical Hierarchy process
- 12-Geographic Information Systems

منابع

- اسد افروز، ا.، متدین، ح.، مثنوی، م.ر. و منصوری، س.ا.، ۱۳۹۹. تاب‌آوری محیطی در برابر مخاطرات سیلاب فروردین ۱۳۹۸ در شهر شیراز با رویکرد منظر، تئوری سیستم‌ها و مدل DPSIR، مدیریت مخاطرات محیطی (دانش مخاطرات سابق): (۱)۷، ۷۵-۵۵. DOI: 10.22059/jhsci.2020.301219.556
- جعفری، ت.، ۱۳۹۹. گونه‌شناسی و تحلیل فضایی- زمانی مخاطرات محیطی در استان خراسان شمالی، مدیریت مخاطرات محیطی (دانش مخاطرات سابق)، (۳)۷، ۲۶۳-۲۴۱. DOI: 10.22059/jhsci.2020.309989.599
- حسام، ر.، ضرابی، ا. و تقوایی، م.، ۱۳۹۸. پتانسیل‌سنجی خطر سیلاب شهری با رویکرد توسعه شهری ایمن (مطالعه موردی: شهر گنبدکاووس)، مدیریت مخاطرات محیطی (دانش مخاطرات سابق): (۱)۶، ۳۲-۱۷. DOI: 10.22059/jhsci.2019.280517.465
- خالدی، ش.، قهرودی تالی، م. و فرهمند، ق.، ۱۳۹۸. سنجش و ارزیابی میزان تاب‌آوری مناطق شهری در برابر سیلاب‌های شهری (مطالعه موردی: شهر ارومیه)، فصلنامه توسعه پایدار محیط جغرافیایی: (۲)۱، ۱۵. DOI:10.52547/sdge.2.3.1699
- خیری زاده آروق، م.، جبرائیل، م. و عمونیا، ح.، ۱۳۹۱. پهنه‌بندی پتانسیل خطر وقوع سیلاب در حوضه آبریز مردقچای با استفاده از روش ANP، پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی: ۳، ۳۹-۵۶. http://www.geomorphologyjournal.ir/article_77881_b8bbf9d4f49a2be810e43f90704ae977.pdf
- درفشی، خ.، عادل ساردو، ف. و ملک محمدی، ب.، ۱۳۹۹. ارائه الگویی در تحلیل و پهنه‌بندی سطح آسیب‌پذیری مناطق شهری در خطر سیلاب مطالعه موردی: مناطق ۱۰ و ۲۲ شهر تهران، نشریه مدیریت بحران، (۱)۹، (پیاپی ۱۷)، بهار و تابستان.
- ۴cd2۷۹۵ab5۴f۸۵_bc۴۵۸۵۲http://www.joem.ir/article_۴cd۲۷۹۵ab5۴f۸۵_bc۴۵۸۵۲۴fc۲۴cb۸۸.pdf
- رستمی خلیج، م.، حسامی، د.، سلمان، ح. و تیموریان، ت.، ۱۳۹۸. پهنه‌بندی خطر سیلاب شهری با استفاده از روش تصمیم‌گیری چند متغیره (مطالعه موردی: شهرک امام علی،

- 10.22059/jhsci.2020.310534.609 DOI:
 - قانون مدیریت بحران کشور، قانون جدید مدیریت بحران،
 ۱۳۹۸ (مصوب ۴/۶/۱۳۹۸ مجلس شورای اسلامی)، معاونت
 تدوین، تنقیح و انتشار قوانین و مقررات، ۱-۱۲، ۱۶.
<https://qavanin.ir/Law/PrintText/265906>
 - مرکز آمار ایران، سرشماری نفوس و مسکن سال های،
 ۱۳۸۵-۱۳۹۵.
- شهر مشهد)، فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست،
 ۲۱(۱۱)، پیاپی ۹۰، ۱۷۳-۱۸۵.
https://jest.srbiau.ac.ir/article_255459eef86774_15924
 pdf69abe995b3291121bd.
 - رستمی فتح آبادی، م.، جعفریگلو، م. و مقیمی، ا.، ۱۳۹۹.
 تحلیل فضایی مناطق سیل زده و سیل خیز شهر نورآباد
 لرستان و مخاطرات آن، فصلنامه مدیریت مخاطرات محیطی
 (دانش مخاطرات سابق): ۷(۳)، پاییز، ۳۱۳-۳۲۹.
- Alhasanat, H., 2014. Flash Flood Assessment for Wadi Mousa City-Jordan. *Procedia Economics and Finance*, 18, 675-683. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212567114009903>
 - Batica, J. and Gourbesville, P., 2012. A resilience measures towards assessed urban flood management-CORFU project. In 9th International Conference on Urban Drainage Modelling, Belgrade. https://www.academia.edu/download/24854686/A_resilience_measures_towards_assessed_urban_flood_management_-_CORFU_project.pdf
 - Booth, D.B., 1991. Urbanization and the natural drainage system--impacts, solutions, and prognoses. <http://hdl.handle.net/1773/17032>.
 - Chukwuma, E.C., Okonkwo, C.C., Ojediran, J.O., Anizoba, D.C., Ubah, J.I. and Nwachukwu, C.P., 2021. A GIS based flood vulnerability modelling of Anambra State using an integrated IVFRN-DEMATEL-ANP model. *Heliyon*, 7(9), e08048 <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08048>
 - Wannous, C. and Velasquez, G., 2017. United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNISDR)—UNISDR’s Contribution to Science and Technology for Disaster Risk Reduction and the Role of the International Consortium on Landslides (ICL). In: Sassa, K., Mikoš, M., Yin, Y. (eds) *Advancing Culture of Living with Landslides*. WLF 2017. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-59469-9_6
 - Douglas, I., Alam, K., Maghenda, M., McDonnell, Y., Mclean, L. and Campbell, J., 2008. Unjust waters: climate change, flood-ing and the urban poor in Africa. *Environment and Urbanization*: 20(1), 187-205. <https://doi.org/10.1177/0956247808089156>
 - Eini, M., Kaboli, H.S., Rashidian, M. and Hedayat, H., 2020. Hazard and vulnerability in urban flood risk mapping: Machine learning techniques and considering the role of urban districts. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 50, 101687. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2020.101687>
 - Minea, G. and Zaharia, L., 2011. Structural and Non-Structural Measures for Flood Risk Mitigation in the Bâsca River Catchment (Romania. In *Forum geografic* (Vol. 10, No. 1). <https://tarjomefa.com/wp-content/uploads/2017/02/6189-English-TarjomeFa.pdf>
 - Minea, G., 2013. Assessment of the flash flood potential of Basca river catchment (Romania) based on physiographic factors. *Open Geosciences*, 5(3), 344-353. <https://doi.org/10.2478/s13533-012-0137-4>
 - Ke, Q., Tian, X., Bricker, J., Tian, Z., Guan, G., Cai, H. and Liu, J., 2020. Urban pluvial flooding prediction by machine learning approaches—a case study of Shenzhen city, China. *Advances in Water Resources*, 145, 103719. <https://doi.org/10.1016/j.advwatres.2020.103719>
 - Sarmah, T., Das, S., Narendr, A. and Aithal, B.H., 2020. Assessing human vulnerability to urban flood hazard using the analytic hierarchy process and geographic information system. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 50, 101659. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2020.101659>
 - Song, J., Chang, Z., Li, W., Feng, Z., Wu, J., Cao, Q. and Liu, J., 2019. Resilience-vulnerability balance to urban flooding: A case study in a densely populated coastal city in China. *Cities*, 95, 102381. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2019.06.012>