

Journal of Water and Wastewater, Vol. 32, No. 6, pp: 84-97

Identification of Key Centers of Vulnerability in the City of Hamedan Against Floods Using GIS Software and River Modeling HEC_RAS

B. Rouhi Asl¹, M. Mirza Ebrahim Tehrani², A. R. Estalaji³, M. R. Farzad Behtash⁴

1. PhD Student, Dept. of Environmental Management, Marine Science and Technology, Islamic Azad University, North Tehran Branch, Tehran, Iran
2. Assist. Prof., Dept. of Environmental Management, Marine Science and Technology, Islamic Azad University, North Tehran Branch, Tehran, Iran
(Corresponding Author) tehrani.mah@gmail.com
3. Prof., Dept. of Geography Humanities, Islamic Azad University, Imam Khomeini Memorial Branch, Shahr-e-Rey, Tehran, Iran
4. Assist. Prof., Dept. of Architectural Engineering-Urban Planning, Islamic Azad University, North Tehran Branch, Tehran, Iran

(Received May 22, 2021 Accepted Sep. 14, 2021)

To cite this article:

Rouhi Asl, B., Mirza Ebrahim Tehrani, M., Estalaji, A. R., Farzad Behtash, M. R. 2022. "Identification of key centers of vulnerability in the city of Hamedan against floods using GIS software and river modeling HEC-RAS" Journal of Water and Wastewater, (In press). Doi: 10.22093/wwj.2021.280585.3148. 32(6), 84-97

Abstract

Urban floods have been exacerbated by climate change, urbanization, and limited drainage of urban infrastructure. Over the past decades, they had many negative effects, including the vulnerability of key centers. The vulnerability of key urban centers through man-made hazards and natural disasters causes their inefficiency, intensifies public dissatisfaction and lack of service in accidents. In order to make key centers resilient, it is necessary to identify important centers and examine their vulnerability to various hazards and threats. Criteria and sub-criteria for grading and evaluation of assets were weighted by AHP technique in Expert Choice software and then the key centers of the city were identified. Intra-Urban and extra-Urban hydrology and modeling of rivers in Hamadan in different return periods were studied by using HEC-RAS software. Next, the results were transferred to GIS and flood risk zoning of Hamadan was determined. After entering the average sample comments in Expert Choice software, the weight of each index was determined separately, which shows that the quantitative level of utilization index has the highest weight and the economic value of the asset has the lowest weight. Finally, with the adaptation of key centers and flood risk zones in GIS, vulnerable centers were identified.

Keywords: Vulnerability, Key Centers, Hamedan, Passive Defense, Flood.



مجله آب و فاضلاب، دوره ۳۲، شماره ۶، صفحه: ۸۴-۹۷

احصای مراکز کلیدی آسیب پذیر شهر همدان در برابر سیلاب با استفاده از نرم افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS و مدل سازی رودخانه‌ها HEC-RAS

بی‌تا روحی اصل^۱، مهناز میرزا ابراهیم طهرانی^۲، علیرضا استعلاجی^۳، محمدرضا فرزاد بهتاش^۴

۱- دانشجوی دکترا، گروه مدیریت محیط زیست، علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال، تهران، ایران

۲- استادیار، گروه مدیریت محیط زیست، علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال، تهران، ایران

(نویسنده مسئول) tehrani.mah@gmail.com

۳- استاد، گروه جغرافیا علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد یادگار امام خمینی (ره)، شهر ری، تهران، ایران

۴- استادیار، گروه شهرسازی، دانشکده فنی مهندسی و علوم و فنون، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال، تهران، ایران

پذیرش ۱۴۰۰/۶/۲۳

(دریافت ۱۴۰۰/۳/۱)

برای ارجاع به این مقاله به صورت زیر اقدام بفرمایید:

روحی اصل، ب.، میرزا ابراهیم طهرانی، م.، استعلاجی، ع.، فرزاد بهتاش، م.، ر.، ۱۴۰۰، "احصای مراکز کلیدی آسیب پذیر شهر همدان در برابر سیلاب با استفاده از نرم افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS و مدل سازی رودخانه‌ها HEC-RAS" مجله آب و فاضلاب، ۳۲(۶)، ۸۴-۹۷.

Doi: 10.22093/wwj.2021.280585.3148

چکیده

سیلاب‌های شهری بر اثر تغییرات اقلیمی و رشد شهرنشینی و محدودیت در زهکشی زیرساخت‌های شهری تشدید شده‌اند. طی دهه‌های گذشته اثرات منفی زیادی از جمله آسیب پذیری مراکز کلیدی را برجای گذاشته‌اند. آسیب پذیری مراکز کلیدی شهری در حوادث و سوانح طبیعی سبب ناکارآمدی آنها، تشدید نارضایتی عمومی و عدم خدمات رسانی در حوادث می‌شود. به منظور تاب‌آوری مراکز کلیدی لازم است ابتدا مراکز مهم شناسایی شده و آسیب پذیری آنها در مخاطرات و تهدیدهای مختلف بررسی شوند. معیارها و زیر معیارهای سطح بندی و ارزیابی دارایی‌ها پس از تنظیم پرسش نامه و گردآوری نتایج با استفاده از وارد کردن میانگین حسابی نظرات نمونه با تکنیک AHP در نرم افزار Expert Choice وزن دهی شدند و سپس مراکز کلیدی شهر مشخص شدند. هیدرولوژی درون شهری و برون شهری و مدل سازی رودخانه‌های شهر همدان در دوره بازگشت‌های مختلف با استفاده از نرم افزار HEC_RAS بررسی شد. سپس نتایج به GIS منتقل شد و پهنه بندی خطر سیلاب شهر همدان مشخص شد. پس از وارد کردن میانگین حسابی نظرات نمونه در نرم افزار Expert Choice وزن هر شاخص به تفکیک مشخص شد که نشان می‌دهد شاخص سطح کمی بهره برداری، بیشترین وزن و ارزش اقتصادی دارایی، کمترین وزن را دارد. در نهایت با انطباق مراکز کلیدی و پهنه‌های خطرپذیر سیلاب در بستر GIS مراکز آسیب پذیر احصا شدند.

واژه‌های کلیدی: آسیب پذیری، مراکز کلیدی، شهر همدان، پدافند غیرعامل، سیلاب

۱- مقدمه

به طور کلی پدافند غیرعامل به مجموعه اقداماتی اطلاق می‌شود که می‌تواند از وارد شدن خسارات به تجهیزات حساس و تلفات انسانی جلوگیری کرده و یا میزان این خسارات را کاهش دهد. هدف

برنامه ریزی مدیریت بحران در حوزه مدیریت کلان شهرها با در نظر گرفتن اصول پدافند غیرعامل جزء ضروری ترین نیازهای شهرهاست که می‌تواند خسارت ناشی از وقوع بحران‌ها را کاهش دهد (Modiri et al., 2015).



تمام دارایی‌های شهر اهمیت همسانی در پدافند غیرعامل و فرایند مدیریت بحران ندارند. مرحله شناخت و اولویت‌بندی دارایی‌ها شهر همدان یکی از دیگر گام‌های اساسی در این پژوهش بود. بر این اساس، هدف اصلی این پژوهش، شناسایی دارایی‌هایی بود که در صورت خسارت و از بین رفتن، تهدید مهمی برای تأمین اطلاعات و ارتباطات، خدمات و منابع شهر ایجاد می‌کنند (Abdullah Khani, 2007).

۱-۱- پیشینه پژوهش

پژوهشگران بسیاری از روش HEC-RAS در مدل‌سازی سیلاب و بررسی اثرات ناشی از آن بهره برده‌اند. برای مثال در پژوهشی در سال ۲۰۲۱ از مدل HEC-RAS در مدل‌سازی سیل هیدرودینامیکی با تکنیک‌های مکانی به بررسی رودخانه‌ای در هند پرداختند و استفاده از این روش را کارا دانستند (Pathan and Agnihotri, 2021).

همچنین دشت سیلابی شمال رومانی نیز با استفاده از مدل‌سازی HEC-RAS برای بهبود دقت نقشه‌های خطر سیل بررسی شد. نتایج این مدل با مدل‌های مشابه مقایسه شد و نشان داد که خروجی‌های این مدل دقیق‌تر است (Hutanu et al., 2020).

در پژوهشی پژوهشگران یک رویکرد ترکیبی از تلفیق HEC-RAS و GIS را برای شناسایی و ارزیابی آسیب‌پذیری خطر سیل در شهر جکسون بررسی کردند. در این پژوهش، شبیه‌سازی یک سیل توسط مدل HEC-RAS انجام شد و نتایج حاکی از کارایی این روش ترکیبی توسعه یافته در ارزیابی آسیب‌پذیری منطقه بود. خطر سیل ارزیابی شده با استفاده از شبیه‌سازی حوادث سیل انجام شد، تصمیم‌گیری برای برنامه‌ریزی استفاده از زمین در دشت‌های سیلابی باید با درج اطلاعات علمی دقیق انجام شود (Yerramilli, 2012).

در پژوهشی امیراحمدی و همکاران در سال ۱۳۹۱ به بررسی میزان خطرپذیری سیلاب و ارزیابی خسارت وارده به شهر سبزوهر پرداختند. در این پژوهش، محدوده‌های بحرانی بافت شهری در برابر سیلاب و آب‌گرفتگی مشخص و خسارات ناشی از سیل در قالب نقشه ارزیابی خسارت ارائه شد (Amirahmadi et al., 2012).

در پژوهشی پهنه‌بندی سیل با استفاده از مدل هیدرولیکی تحلیل

آن کاهش آسیب‌پذیری محیطی و محیط‌زیستی، اجتماعی، اقتصادی و امنیتی است (Mohammadi, 2013).

کلان شهرها به‌عنوان بزرگترین هسته‌های مترام جمعیتی بیشترین میزان نیروی انسانی، سرمایه‌گذاری، طرح‌های اقتصادی و زیرساختی را در خود جای داده‌اند و به‌دلایلی مانند تمرکز بیش از حد، جانمایی غیراصولی کاربری‌ها (به‌خصوص کاربری‌های خطرآفرین مانند ایستگاه‌های سوخت فسیلی و فرودگاه‌ها)، رعایت نکردن استانداردهای دسترسی (تناسب ابنیه و معابر)، وجود پل‌های متعدد، رعایت نکردن حریم رودخانه‌ها، توجه اندک به عناصر اقلیمی مانند بادهای غالب، نزولات جوی در ساخت‌وسازها، حتی رعایت نکردن فواصل دسترسی متوازن و استاندارد در پراکنش مراکز امداد و نجات مانند بیمارستان‌ها و آتش‌نشانی در معرض تهدیدات و آسیب‌های فراوانی قرار دارند که می‌تواند در مواقع بحران، زندگی شهروندان را با مشکلات جدی مواجه کند. بنابراین، اتخاذ تدبیر مناسب در قالب طرح‌های مدیریت شهری با رعایت اصول و ضوابط پدافند غیرعامل ضروری است (Jalali, 2012).

با توجه به تغییرات اقلیمی و خسارات ناشی از سیل‌ها و خشک‌سالی‌های اخیر بررسی این موضوع اهمیت زیادی دارد. از آنجایی که سیلاب‌ها معمولاً مناطق هم‌جوار رودخانه‌ها را مورد هجوم قرار می‌دهد و امروزه نیز فعالیت‌های اقتصادی و سکونتگاه‌های انسانی در نزدیکی رودخانه‌ها شکل می‌گیرد، بررسی این مناطق از نظر پارامترهای سیل‌خیزی و تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی سیل یکی از ضروریات برنامه‌ریزی به‌شمار می‌رود (Azamorad, 2010).

زمانی که جریان آب از بستر طبیعی خود تجاوز و اراضی پست و حاشیه رودخانه را فراگیرد و خسارت‌های مالی و جانی به همراه داشته باشد، سیل تعریف می‌شود (Sheykh Alishahi et al., 2016).

شناسایی و سطح‌بندی دارایی‌ها بر مبنای اهمیت آنها برای تداوم زیست و فعالیت سیستم شهری در مواجهه با بحران‌های طبیعی و انسان‌ساخت است و تاب‌آوری دارایی‌ها، این امکان را فراهم می‌کند که سیستم شهری در شرایط بحرانی بتواند نیازهای شهری را پاسخگو باشد و از این طریق فرایند مدیریت بحران ناشی از حوادث انسان‌ساخت و طبیعی را تسهیل می‌بخشد (Movahedinia, 2006).



ماهیت و روش، توصیفی_تحلیلی بود که در بخش توصیفی با استفاده از پژوهش‌های کتابخانه‌ای و اسنادی، اطلاعات و داده‌های مورد نیاز گردآوری شد. جامعه آماری پژوهش شامل کارشناسان، فعالان و صاحب‌نظران حیطه مخاطرات طبیعی شهرستان بود که از میان افراد در دسترس به‌عنوان گروه نمونه انتخاب شدند که برای انتخاب افراد مورد نظر از روش نمونه‌برداری قضاوتی از نوع گمانی و هدف‌دار استفاده شد. این روش زمانی به‌کار می‌رود که گردآوری داده‌های تخصصی و دقیق در مورد موضوع پژوهش جنبه حیاتی دارد. هدف از توزیع پرسش‌نامه انتخاب هدفمند معیارها و زیرمعیارها بود که به‌طور مستقیم بر ارزیابی دارایی‌های در معرض خطر اثر گذاشت. اولویت‌بندی معیارها، زیر معیارها و استراتژی‌های برگزیده نیز با استفاده از نرم‌افزار Expert Choice انجام شد. ترکیب این مراحل و انجام هم‌زمان موارد یاد شده، این پژوهش را در زمره پژوهش‌های آمیخته قرار می‌دهد که بر جمع‌آوری، تجزیه و تحلیل و ترکیب دو نوع داده کمی و کیفی در یک پژوهش واحد اشاره دارد. در ادامه وزن شاخص‌های مؤثر در تاب‌آوری تعیین شد.

در این پژوهش، احصای مراکز کلیدی آسیب‌پذیر در برابر سیل در پنج مرحله انجام شد:

۱- تعیین سطح‌بندی و شناسایی دارایی‌ها: به اولویت‌بندی مراکز کلیدی در مواجهه با تهدیدات سطح‌بندی اطلاق می‌شود که بر اساس معیارها و شاخص‌ها در سه سطح حیاتی، حساس و یا مهم قرار می‌گیرند. سطح‌بندی مراکز کلیدی نیازمند کمی‌سازی معیارها و شاخص‌های کیفی است که بر اساس سیاست‌های سازمان پدافند غیرعامل کشور جدول ماتریسی طبقه‌بندی مراکز کلیدی بر اساس ۸ معیار اصلی، ۱۰ معیار فرعی و ۴۳ شاخص تخصصی طراحی و تدوین شده است. ۸ معیار اصلی منظور شده در جدول سطح‌بندی و مجموع امتیازات وابسته به هر یک از معیارهای یاد شده به شرح جدول ۱ است.

۲- وزن‌دهی معیارهای اصلی و زیر معیارها برای سطح‌بندی و ارزیابی دارایی‌ها: وزن‌دهی معیارهای اصلی و زیر معیارهای ارزیابی دارایی‌ها و پهنه‌ها با تکنیک AHP در نرم‌افزار Expert Choice انجام می‌شود.

در ادامه به‌منظور نمره‌دهی و اولویت‌بندی دارایی‌های کلیدی، لازم است به ارزیابی دارایی‌ها پرداخته شود تا میزان اهمیت هر

رودخانه در استان یزد، دشت منشاد انجام شد. در این پژوهش که از مدل HEC-RAS نیز استفاده شده بود، مشاهده شد که تلفیق سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی با مدل HEC-RAS در تحلیل مناطق سیل‌گیر باعث تسهیل محاسبات و کاهش عملیات میدانی می‌شود و نیز کاربرد آن در آبریزها بسیار توصیه می‌شود (Sheykh Alishahi et al., 2016).

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- منطقه مورد مطالعه

استان همدان با مساحتی در حدود ۱۹۵۴۶ کیلومتر مربع یکی از نواحی کوهستانی غربی کشور است که در مختصات جغرافیایی ۳۳ درجه و ۳۳ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۳۸ دقیقه عرض شمالی و ۴۷ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۴۹ درجه و ۳۶ دقیقه طول شرقی قرار گرفته است. شهرستان همدان به‌عنوان پرجمعیت‌ترین شهرستان این استان در بلندای ۱۸۷۰ متری از سطح دریا قرار دارد (Shadmani, 2011). موقعیت جغرافیایی شهرستان همدان در شکل ۱ نشان داده شده است.

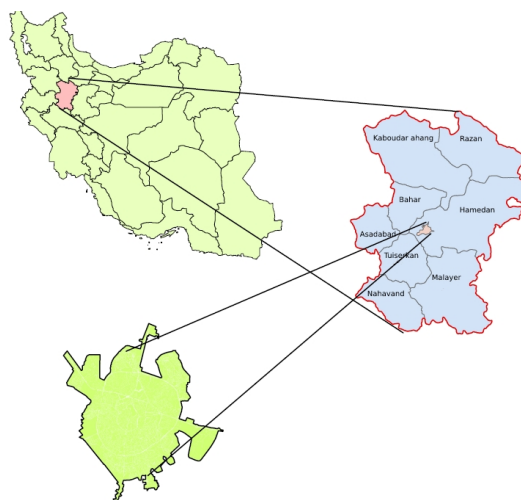


Fig. 1. Geographical location of Hamedan city (Ministry of Power, 2019)

شکل ۱- موقعیت جغرافیایی شهرستان همدان (Ministry of Power, 2019)

۲-۲- روش کار

این پژوهش در زمره پژوهش‌های کاربردی بود، زیرا هدف آن بهتر کردن وضعیت یک پدیده بود که در شهرستان همدان انجام شد. روش این پژوهش بر اساس هدف نظری کاربردی و از لحاظ



جدول ۱- امتیاز معیارهای اصلی ماتریس سطح‌بندی (Khosropour, 2003)

Table 1. Scores of the main criteria of the grading matrix (Khosropour, 2003)

| NO | The main criteri | Grade | Considerations |
|-------|---|-------|---|
| 1 | Fundamental importance | 10 | 1 Sub-criterion and 5 quantitative indicators |
| 2 | Scope of influence | 20 | 3 Sub-criteria and 10 quantitative indicators |
| 3 | Depth of influence in the administration of the country | 20 | 1 Sub-criteria and 7 quantitative indicators |
| 4 | Possibility of replacement | 6 | 3 Sub-criteria and 3 quantitative indicators |
| 5 | To be unique | 14 | 5 Quantitative indicators |
| 6 | Role-Playing | 5 | 3 Quantitative indicators |
| 7 | Capital value | 10 | 2 Sub-criteria and 7 quantitative indicators |
| 8 | Consequences of injury | 15 | 3 Quantitative indicators |
| Total | - | 100 | - |

جدول ۳- طبقه‌بندی سطوح مختلف بر اساس امتیاز نهایی

(Khosropour, 2003)

Table 3. Classification different levels based on final score (Khosropour, 2003)

| Level | Rating | Grade range |
|-------|------------|-------------|
| 1 | Special | 93-100 |
| 2 | Vital | 83-92 |
| 3 | Sensitive | 71-82 |
| 4 | Important | 56-70 |
| 5 | Protective | 36-55 |

غیرماندگار می‌دهد (Yamani, 2012).

۴- انطباق دارایی‌ها و نتایج مدل‌سازی انجام شده از رودخانه‌ها در

دوره بازگشت‌های متفاوت

۵- احصای دارایی‌های تحت تأثیر سیلاب

در بخش بعدی به نتایج هر کدام از بندهای فوق اشاره می‌شود.

۳- نتایج و بحث

۱-۳- سطح‌بندی و شناسایی دارایی‌ها

در این پژوهش، روند شناسایی دارایی‌های کلیدی شهر همدان با بهره‌گیری از نظرات کارشناسان و خبرگان در این زمینه، انجام شد. در استخراج دارایی‌ها تلاش شد تا همه آنها در یک ویژگی مشترک باشند و آن ارتباط تنگاتنگ دارایی‌های استخراج شده با تداوم فعالیت شهر است. به نحوی که در صورت حذف دارایی امکان

یک از آنها مشخص شود. در این راستا با توجه به شاخص‌های بیان شده در جدول ۱ به تعیین عدد دارایی و میزان اهمیت آنها مبادرت می‌شود. شاخص‌های ارزیابی ارزش سرمایه‌ای دارایی‌ها در جدول ۲ آمده است.

جدول ۲- شاخص‌های ارزیابی دارایی‌ها

Table 2. Asset valuation indicators

| | |
|---|---------------------------------------|
| 1 | Economic value |
| 2 | Environmental value |
| 3 | Functional value |
| 4 | Dependence on the outside |
| 5 | Possibility of replacement and repair |
| 6 | Quantitative level of operation |
| 7 | Quality level of operation |

پس از ارزیابی و نمره دادن هر یک از معیارهای اصلی جمع امتیازها محاسبه و بر اساس نمره حاصله، سطح دارایی‌های مربوطه در یکی از سطوح حیاتی، حساس و مهم تعیین می‌شود. جدول ۳ نشان دهنده طبقه‌بندی سطوح حیاتی، حساس و مهم است (Khosropour, 2003).

۳- پهنه‌بندی شهر در برابر سیلاب با استفاده از مدل HEC_RAS: نرم‌افزار HEC_RAS یا نرم‌افزار تحلیل رودخانه انجمن مهندسی ارتش آمریکا مجموعه‌ای از ابزارها است که به کاربر امکان انجام محاسبات هیدرولیک رودخانه را در حالت جریان ماندگار و



درصد تلاش‌ها، صرف زمان و هزینه، صرفاً موجب ۲۰ درصد موفقیت در رسیدن به اهداف می‌شود. نامشخص بودن زمان وقوع تهدید، محدودیت منابع و تأمین و تخصیص اعتبار و محدودیت زمانی انجام اقدامات پدافند غیرعامل ایجاب می‌کند که بر اساس قانون ارجحیت، مراکز کلیدی شهری بر اساس درجه اهمیت آنها سطح‌بندی شوند و انجام اقدامات پدافند غیرعامل به ترتیب در مراکز درجه ۱، درجه ۲ و درجه ۳ انجام شود (Saeedi and Yavari, 2012, Zahedi, 2013).

سطح‌بندی مراکز کلیدی نیازمند کمی‌سازی معیارها و شاخص‌های کیفی است، در این راستا با طراحی جدولی که از سوی سازمان پدافند غیرعامل انجام شده در آن مراکز زیرساختی شهری در حوزه‌های مختلف بر اساس شاخص‌های تعیین شده، در ۳ سطح «درجه ۱، درجه ۲ و درجه ۳» اولویت‌بندی شدند (جدول ۳). در این پژوهش نیز پس از ارزیابی و نمره دادن به هریک از شاخص‌ها جمع کل امتیاز / نمره در ستون «جمع امتیاز» درج شد و بر اساس نمره حاصله، سطح مرکز کلیدی مربوطه در یکی از سطوح (درجه ۱، درجه ۲ و درجه ۳) تعیین شدند. شاخص‌های میزان اثرگذاری و سطح عملکرد، قابلیت بازیابی (زمان بازگشت‌پذیری - سطح بازیابی)، ۱۲ اثر پیامدی تلفات (انسانی) - خسارات (فیزیکی - ریالی) - صدمات (روانی) به صورت پیامد اولیه، ثانویه و نهایی قابلیت جایگزینی و درجه وابستگی در جداول ۵ و ۶ آمده است.

۳-۴- شبیه‌سازی جریان رودخانه‌ای و پهنه‌بندی شهر در برابر سیلاب با استفاده از HEC_RAS

شناسایی به موقع تهدید برای اتخاذ تدابیر هوشمندانه مقابله‌ای، موجب رفع نقاط ضعف و کاهش آسیب‌پذیری می‌شود. به‌منظور شناخت تهدید موردنظر (سیلاب) در ادامه به شبیه‌سازی جریان رودخانه و پهنه‌بندی سیلاب شهر با استفاده از مدل HEC_RAS پرداخته می‌شود. از آنجا که هدف بررسی‌های هیدرولوژیک، تعیین سیلاب طراحی هر یک از رودخانه‌هاست، برای ایجاد یکپارچگی در سیلاب‌های به‌دست آمده، حوضه‌های درون‌شهری و برون‌شهری به‌صورت هم‌زمان در نظر گرفته شدند. بیشترین عرض کف رودخانه‌های مدل‌سازی شده ۱۰ متر و کمترین عرض ۱ متر است. همچنین بیشترین طول در رودخانه‌های مدل‌سازی شده حدود ۶۰۰۰ متر و

خدمات‌رسانی تحت تأثیر قرار گرفته و عملکرد اصلی را مختل می‌کند.

۳-۲- وزن‌دهی معیارهای اصلی و زیر معیارهای ارزیابی دارایی‌های شهر همدان

به‌منظور اعتبار نتایج حاصل از ارزیابی دارایی‌های کلیدی شهر همدان باید در گام اول شاخص‌های ارزیابی دارایی وزن‌دهی شوند. این امر به این دلیل است که تأثیر هر شاخص به اندازه وزن خود در میزان اهمیت یک دارایی لحاظ شود. زیرا همه شاخص‌های معرفی شده در جدول ۳ وزن یکسانی ندارند. به‌منظور وزن‌دهی به شاخص‌های بیان شده پس از تنظیم پرسش‌نامه، توزیع و گردآوری نتایج آن با استفاده از تکنیک AHP در نرم‌افزار Expert Choice نتایج استخراج شد. پس از وارد کردن میانگین حسابی نظرات نمونه در نرم‌افزار نتایج خروجی نرم‌افزار وزن هر شاخص را به تفکیک مشخص کرد که نتایج آن در جدول ۴ قابل مشاهده است.

جدول ۴- وزن شاخص‌های ارزیابی دارایی

Table 4. Weight of asset valuation indicators

| Priority | Asset valuation indicators | Weight |
|----------|---------------------------------------|--------|
| 1 | Functional value | 0.117 |
| 2 | Quality level of operation | 0.133 |
| 3 | Quantitative level of operation | 0.416 |
| 4 | Environmental value | 0.188 |
| 5 | Possibility of replacement and repair | 0.073 |
| 6 | Dependence on the outside | 0.045 |
| 7 | Economic value | 0.022 |

با توجه به شاخص‌های مطرح شده در جدول ۴ و تعاریف سازمان پدافند غیرعامل، دارایی‌های شهر همدان و سطح‌بندی آنها با توجه به میزان امتیاز احصا شد که بنا به ملاحظات پدافند غیرعامل نتیجه قابل‌ارائه نیست.

۳-۳- اولویت‌بندی دارایی‌های حائز اهمیت

بر اساس قانون ارجحیت (۲۰/۸۰) چنانچه مدیران در نظام برنامه‌ریزی فعالیت‌ها را بر اساس درجه اهمیت آن اولویت‌گذاری کنند، ۲۰ درصد تلاش‌ها، صرف زمان و هزینه منجر به ۸۰ درصد موفقیت می‌شود و چنانچه این امر مهم مورد غفلت قرار گیرد، ۸۰



جدول ۵- میزان اثرگذاری و سطح عملکرد، قابلیت بازیابی (زمان بازگشت‌پذیری- سطح بازیابی)، اثر پیامدی تلفات (انسانی)- خسارات (فیزیکی-ریالی)- صدمات (روانی) به صورت پیامد؛ اولیه، ثانویه و نهایی

Table 5. Impact rate and level of performance, recoverability (reversibility time - recovery level), consequential effect (human losses) - damages (physical-real) - injuries (psychological) as a consequence; primary, secondary and final

| Grade | Consequential effect | Recoverability | Impact rate and level of performance | Qualitative range |
|-------|---|---|---|-------------------|
| X1 5 | The consequence in multiple layers will cause losses of about (<75) and complete destruction of the center/asset, and will include public dissatisfaction. | The center/asset is not recoverable and will stop working if damaged. | The center/asset has the scope of "urban" activity and the continuity of its activity and meeting the key needs of the people for the "city" is important. | Very much |
| X2 4 | The consequence in multiple layers will cause losses of about (50-75) and causes a lot of damage to the center/asset, and will lead to a great deal of public dissatisfaction. | The center/asset has little recoverability and can be recovered to a limited extent and takes a long time to return. | The center/asset has the scope of "Region" activity and the continuity of its activity and meeting the key needs of the people for the "Region" is important. | Much |
| X3 3 | The consequence in multiple layers will cause losses of about (50-50) and lead to a lot of damage to the center/asset, and to some extent includes general dissatisfaction. | The center/asset is moderately recoverable and can be recovered on a relatively large scale and takes a fairly long time to return. | The center/asset has the scope of "District" activity and the continuity of its activity and meeting the key "District" is important. | Medium |
| X4 2 | The consequence in multiple layers will cause losses of about (5-25) and superficial damage to the center/property, and to a very small extent, will lead to general dissatisfaction. | The center/asset is highly recoverable and can be recovered on a large scale and requires a limited time to return. | The center/asset has the scope of "Neighborhood" activity and the continuity of its activity and meeting the key needs of the people for the "Neighborhood" is important. | Low |
| X5 1 | Damage to the center/asset caused casualties of (1-5) and the damage was not large enough to affect people. | The center/asset is very recoverable and there is no possibility of interruption in its operation. | The activity of the center/asset does not affect the city administration. But it has a limited role to play in meeting the basic needs of some people. | Very low |

و در سایر مناطق نقشه‌های (90m) Dem SRTM بوده است. در نقشه‌های ۱:۲۰۰۰ شهر همدان دو گروه رقوم ارتفاعی ارائه شده که یک گروه رقوم برداشت شده از کف معابر و گروه دیگر، رقوم بام ساختمان‌ها است. با استفاده از رقوم سطح معابر، نقشه رقوم ارتفاعی شهر همدان تهیه شد و به نقشه رقوم ارتفاعی اراضی برون‌شهری اضافه شد و به این ترتیب یک نقشه رقوم ارتفاعی از شهر همدان و حوضه‌های برون‌شهری مشرف به آن به دست آمد. دو نکته اساسی در تعیین مرز حوضه‌های آبریز مدنظر بوده که اولی به مساحت و دومی به کاربری اراضی داخل هر زیرحوضه مربوط است. بارش طراحی، یکی از پارامترهای مهم در مدل‌سازی بارش رواناب بوده و باید متناسب با نیازهای مدل بارش- رواناب انتخاب

کمترین طول ۶۰۰ متر است. تعیین بارش طراحی و تعیین تلفات بارندگی بخشی از این پژوهش را تشکیل می‌دهد. با ایجاد یک مدل بارش- رواناب، مقدار سیلاب طراحی با دوره‌های بازگشت مختلف تعیین می‌شود (شکل ۲).

در بررسی کفایت هیدرولیکی شبکه کلیه رودخانه‌ها و شاخه‌های اصلی آنها توسط نرم‌افزار مدل‌سازی هیدرولیکی مناسب مدل‌سازی می‌شوند. به این ترتیب پروفیل سطح آب در سیلاب‌ها با دوره‌های بازگشت مختلف تعیین می‌شود و از این طریق کفایت هیدرولیکی شبکه بررسی می‌شود. برای حوضه‌بندی و سپس تعیین مشخصات فیزیوگرافی حوضه‌ها، از نرم‌افزار WMS و تکنیک‌های GIS استفاده شده است. نقشه پایه در محدوده شهری، نقشه‌های ۱:۲۰۰۰



جدول ۶- قابلیت جایگزینی، درجه وابستگی

Table 6. Replaceability, degree of dependence

| Grade | Degree of dependence | Replaceability | Qualitative range |
|-------|--|---|-------------------|
| X1 5 | The center/asset dependence is high so that more than 3 assets are dependent on it and the asset has the main center in the infrastructure network. (Assets are systemic) and provide services to government centers. | The equipment, facilities and systems available in the center/asset are unique and cannot be replaced. | Very much |
| X2 4 | The degree of center/asset dependence is high enough that 3 assets depend on it and the asset does not have the main center in the infrastructure network. (Assets are systemic) and provide services to government agencies. | The supply of equipment, facilities and systems in the center/asset is overseas dependent and difficult to replace. | Much |
| X3 3 | The degree of dependence of the center/asset is moderate so that 2 assets are dependent on it and the asset does not have the main center in the infrastructure network. (Assets are systemic and provide services to public centers). | The supply of equipment, facilities and systems in the center/asset is limited but can be replaced in the long run. | Medium |
| X4 2 | The degree of center/asset dependence is so low that 1 asset is dependent on it and the asset is not centrally located in the infrastructure network. (Assets are systemic in nature and provide services to private centers). | The equipment, facilities and systems in the center/asset can be replaced as soon as possible. | Low |
| X5 1 | No other asset depends on the asset. | There is no problem in supplying the equipment, facilities and systems in the center/asset and it can be easily replaced. | Very low |

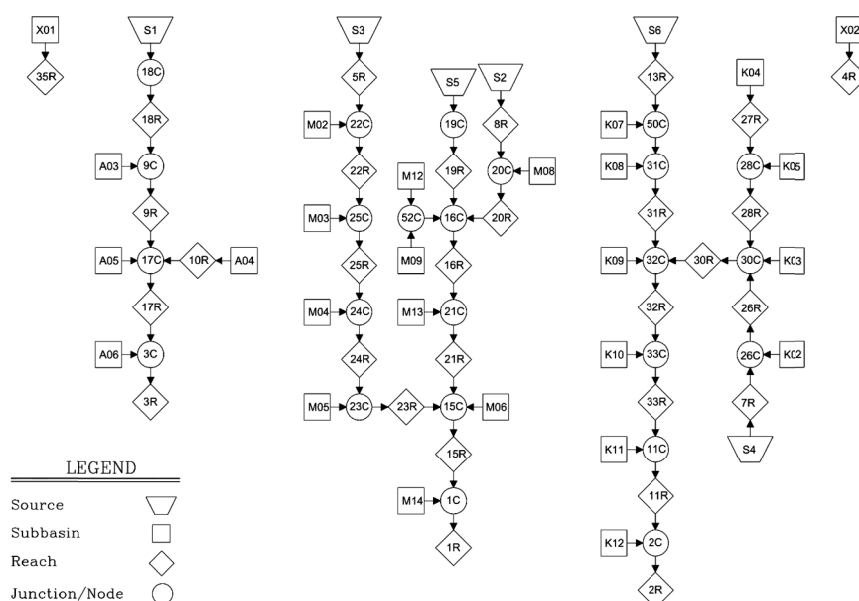


Fig. 2. The structure of rainfall-run-off (Hamedan)

شکل ۲- ساختار مدل بارش-رواناب شهر همدان



۳-۵- بررسی ظرفیت آبگذری مقاطع مختلف رودخانه‌ها

بررسی ظرفیت آبگذری مقاطع مختلف رودخانه‌های شهر همدان با استفاده از برداشت‌های وضع موجود انجام شد. روش کار به این صورت بود که مقطع پایین دست هر یک از این رودخانه‌ها به‌عنوان کیلومتر صفر در نظر گرفته شد و فاصله سایر مقاطع با مقطع صفر محاسبه شد. همچنین از روی نقشه توپوگرافی شهر، شیب عمومی زمین در محل هر مقطع تعیین شد و با استفاده از فرمول مانینگ، ظرفیت کلیه مقاطع در حالت تمام پر محاسبه شد. شکل ۴ پلان کیلومترگذاری شده رودخانه دیوین را نشان می‌دهد. در این شکل محور افقی فاصله از مقطع صفر^۱ و محور عمودی ظرفیت آبگذری مقاطع^۲ را نشان می‌دهد. چنانچه ملاحظه می‌شود، ظرفیت مقاطع در رودخانه به‌طور مداوم به سمت پایین دست افزایش نمی‌یابد و حاکی از وضع نامطلوب این مجاری از نظر ظرفیت آبگذری مقاطع است. شایان ذکر است بر روی شکل، سیلاب‌های طراحی از جمله سیلاب ۵۰ ساله نیز ترسیم شده است.

۳-۶- نتایج محاسبات هیدرولیک رودخانه

بررسی نیم‌رخ‌های طولی نشان می‌دهد که در بخش‌هایی از این رودخانه‌ها، شرایط کنونی مناسب نیست و سیلاب طراحی از کانال بیرون ریخته، به تبع آن آب‌گرفتگی معابر حادث می‌شود. کمبود ظرفیت مقاطع و همچنین ابعاد نامناسب پل‌ها و کالورت‌ها علت‌های ناتوانی رودخانه‌های شهر همدان در انتقال ایمن سیلاب به خارج از شهر است. شکل ۵ محل‌هایی که بر مبنای مدل‌سازی انجام شده پتانسیل سیل‌گرفتگی دارند را نشان می‌دهد. بازه‌هایی از هر رودخانه است که ظرفیت مقطع در آن بازه جواب‌گوی سیلاب طراحی نیست که تقریباً تمامی مسیر رودخانه‌های دیوین و خضر قادر به عبوردهی سیلاب ۵۰ ساله نیست. با این وجود بخش‌هایی در این رودخانه‌ها وجود دارد که شرایط آنها به مراتب بحرانی‌تر از سایر بازه‌های همین رودخانه‌ها است.

انطباق لایه‌های دارایی‌ها و خروجی مدل‌سازی رودخانه‌ها در بستر GIS لایه‌های دارایی‌های کلیدی شهر همدان و وضعیت رودخانه‌های شهر در بستر GIS انطباق داده شده و نقشه خروجی آن استخراج شد که مطابق شکل ۶ احصا شد.

شده تعیین شود. برای معرفی بارش طراحی، ۴ مشخصه برای آن تعیین می‌شود. این مشخصه‌ها عبارت‌اند از: تداوم کل بارندگی، عمق کل بارش، توزیع زمانی، توزیع مکانی بارندگی، ساختار مدل بارش - رواناب.

برای مدل‌سازی حوزه به‌منظور محاسبه سیلاب‌های طراحی در محل پروژه‌ها، با استفاده از نرم‌افزار HEC_RAS یک مدل بارش - رواناب تهیه شدند. در این مدل، حوزه‌های برون‌شهری شهر همدان با ۶ منبع، شهر همدان با ۲۴ زیر حوزه و رودخانه‌های شهر با ۲۳ آبراهه معرفی شدند. در مدل توسعه داده شده، سیلاب آبراهه‌های برون‌شهری بر اساس نتایج پژوهش‌های هیدرولوژی در نظر گرفته شد. همچنین تعیین تلفات بارش و تبدیل بارش به رواناب با روش‌های ارائه شده توسط سازمان حفاظت خاک SCS و روندیابی سیل در رودخانه به روش ماسکینگام کوئز انجام شد. از آنجا که میزان نفوذ آب در خاک تابعی از نوع و بافت خاک، کاربری زمین و نوع و تراکم پوشش گیاهی است، با استفاده از این داده‌ها می‌توان میزان تلفات بارندگی را به یکی از روش‌های متداول به‌دست آورد. برای محاسبه سیلاب‌های طراحی، بارش‌های ۶ ساعته ایستگاه فرودگاه همدان به‌عنوان بارش معرف در نظر گرفته شد که متناسب با سطح هر زیرحوضه، با استفاده از ضرایب کاهش بارش نقطه‌ای، تعدیل شده، مطابق با الگوی توزیع زمانی بارش‌های ۶ ساعته در این مدل‌سازی حوزه‌های برون‌شهری به‌صورت منبع مدل‌سازی شده‌اند و از این رو بارش طراحی بر روی اراضی شهری اعمال شدند. جدول ۷ سیلاب‌های طراحی ورودی به رودخانه‌های شهر همدان را نشان می‌دهد.

برای مدل‌سازی رودخانه‌ها، مشخصات زیر تعیین شدند:

- الف) مقاطع عرضی و مشخصات پل‌ها و کالورت‌های موجود در مسیر جریان
- ب) ضرایب مانینگ
- ج) ضرایب افت ناشی از انبساط و انقباض جریان
- د) دبی جریان
- ه) شرایط مرزی

بررسی گذردهی رودخانه‌ها در مقاطع مختلف توسط نرم‌افزار HEC_RAS انجام شد که به‌صورت نمونه‌گذردهی رودخانه مرادیگ و دیوین در شکل ۳ آمده است.

¹ Chainage

² Bankful Discharge



جدول ۷- سیلاب‌های طراحی ورودی به رودخانه‌های شهر همدان

Table 7. The modelled floods going to Hamedan's rivers

| Subbasin/Node | Place of entering modelled flood | | Modelled flood (m ³ /sec) | | | | | |
|---------------|----------------------------------|--------------|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | Node | Range | 100-yr | 50-yr | 20-yr | 10-yr | 5-yr | 2-yr |
| A04 | 0.0 | Heidare | 34.20 | 28.20 | 20.30 | 14.60 | 8.90 | 2.20 |
| S1 | 11240.0 | Abbasabad-01 | 24.50 | 21.90 | 18.50 | 16.00 | 13.20 | 9.10 |
| 9C | 2126.7 | Abbasabad-01 | 32.80 | 28.60 | 23.20 | 19.20 | 15.10 | 9.50 |
| 17C | 2447.0 | Abbasabad-02 | 68.00 | 57.70 | 44.20 | 34.30 | 24.30 | 11.80 |
| 3C | 1210.0 | Abbasabad-02 | 69.00 | 58.60 | 44.80 | 34.70 | 24.60 | 11.80 |
| S5 | 1760.9 | Park mardom | 19.90 | 6.70 | 5.60 | 4.90 | 4.00 | 2.80 |
| S2 | 6032.6 | Divin-01 | 10.20 | 9.10 | 7.70 | 6.60 | 5.50 | 3.80 |
| 20C | 3424.1 | Divin-01 | 14.40 | 12.30 | 9.90 | 8.10 | 6.40 | 3.90 |
| 52C | 868.8 | Park mardom | 4.20 | 3.50 | 2.60 | 1.90 | 1.20 | 0.30 |
| 16C | 3650.7 | Divin-02 | 38.20 | 32.50 | 25.20 | 19.70 | 14.20 | 7.70 |
| 21C | 2280.0 | Divin-02 | 43.40 | 36.50 | 27.70 | 21.10 | 15.30 | 7.80 |
| S3 | 10937.9 | Moradbeig-01 | 22.30 | 20.00 | 16.90 | 14.60 | 12.00 | 8.20 |
| 22C | 6100.0 | Moradbeig-01 | 30.10 | 26.20 | 21.10 | 17.50 | 13.70 | 8.50 |
| 25C | 4386.2 | Moradbeig-01 | 37.30 | 32.10 | 25.30 | 20.30 | 15.50 | 8.90 |
| 24C | 3286.0 | Moradbeig-01 | 44.50 | 37.90 | 29.50 | 23.10 | 17.20 | 9.30 |
| 23C | 1106.0 | Moradbeig-01 | 45.90 | 39.00 | 30.10 | 23.80 | 17.60 | 9.40 |
| 15C | 700.1 | Moradbeig-01 | 91.00 | 76.70 | 58.60 | 45.50 | 33.20 | 17.30 |
| S6 | 3664.1 | Faqire-01 | 5.60 | 5.10 | 4.30 | 3.70 | 3.00 | 2.10 |
| 50C | 2039.3 | Faqire-01 | 11.10 | 9.40 | 7.20 | 5.70 | 4.20 | 2.30 |
| K08 | 1799.7 | Etehad | 15.10 | 12.30 | 8.80 | 6.10 | 3.50 | 0.90 |
| 31C | 2834.4 | Faqire-01 | 26.10 | 21.60 | 15.90 | 11.50 | 7.70 | 3.10 |
| S4 | 6848.0 | Khezh-01 | 19.90 | 17.80 | 15.00 | 13.00 | 10.70 | 7.30 |
| 26C | 3058.7 | Khezh-01 | 26.10 | 22.70 | 18.30 | 15.30 | 12.00 | 7.50 |
| 30C | 1843.3 | Khezh-01 | 62.00 | 52.90 | 40.70 | 31.90 | 22.80 | 10.70 |
| 32C | 2234.3 | Khezh-02 | 89.80 | 76.30 | 58.00 | 45.20 | 31.70 | 14.20 |
| 33C | 1532.8 | Khezh-02 | 106.90 | 90.40 | 68.10 | 52.40 | 36.10 | 15.30 |
| 11C | 0.0 | Khezh-02 | 113.10 | 95.50 | 71.90 | 55.20 | 37.80 | 15.80 |



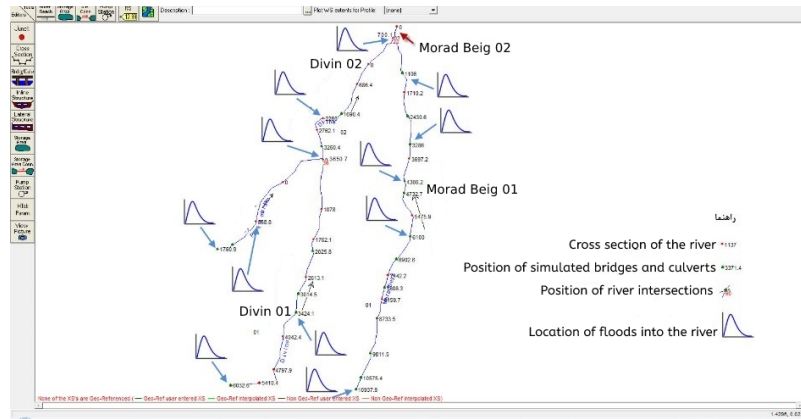


Fig. 3. Investigation of Morad Beig and Divin river crossings by HEC-RAS software
 شکل ۳- بررسی گذردهی رودخانه دره مراد بیگ و دیوین توسط نرم افزار HEC_RAS

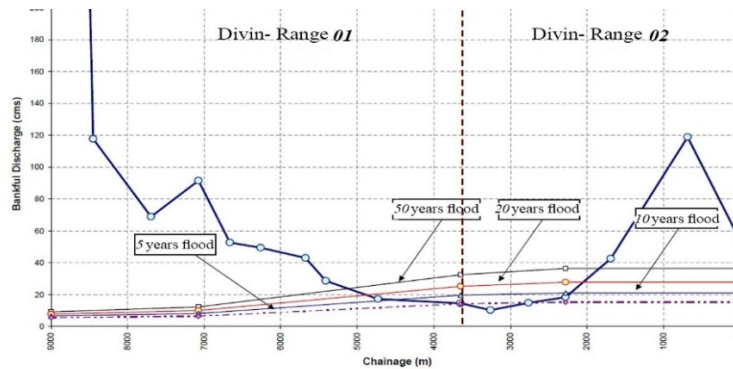


Fig. 4. Divin river water intake capacity
 شکل ۴- ظرفیت آبگذری رودخانه دیوین

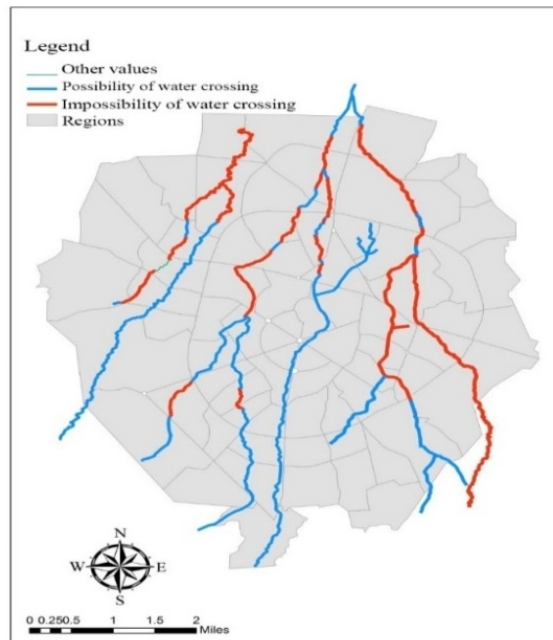


Fig. 5. Flood sites (no flood permeability) obtained from hydraulic modeling
 شکل ۵- محل های آب گرفتگی (عدم گذردهی سیلاب) به دست آمده از مدل سازی هیدرولیکی



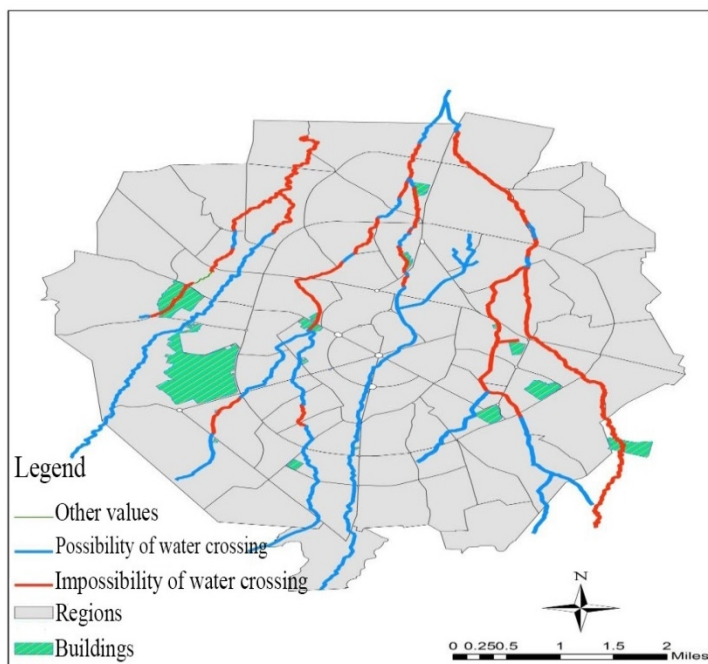


Fig. 6. Adaptation of the assets layer of Hamedan city and sections of the city's rivers with no flood permeability

شکل ۶- انطباق لایه دارایی‌های شهر همدان و بازه‌هایی از رودخانه‌های شهر با عدم گذردهی مناسب سیلاب

نتایج به GIS پهنه خطر سیلاب شهر همدان و انطباق آن با دارایی‌های احصا شده، مراکز کلیدی آسیب‌پذیر از سیلاب مشخص شدند که لازم است مسئولین امر با ارائه و به‌کارگیری راهکارها و مدل‌های تاب‌آوری از تبعات آبشاری و دومینویی این آسیب‌پذیری‌ها جلوگیری کنند و در واقع این پژوهش مقدمه‌ای برای ارائه راهکارهای تاب‌آوری ساختمان‌ها بود. در عصر حاضر همسو شدن پیچیدگی‌های حیات شهری در ابعاد مختلف، مخاطرات طبیعی و بحران‌های تکنولوژیک از یک سو و بحران‌های اجتماعی، امنیتی از سوی دیگر سبب کاهش تاب‌آوری شهری شده است. تأکید اصلی این پژوهش تبیین و ارائه راهکارهای تاب‌آوری ساختمان‌های مهم و حساس حیات شهری در هنگام وقوع تهدیدات طبیعی به‌خصوص سیلاب بود. به‌همین دلیل ابتدا مراکز دارای درجه حساسیت زیاد و کلیدی شناسایی شد و آسیب‌پذیری آنها در مخاطرات و تهدیدهای ناشی از سیلاب بررسی شد. معیارها و زیر معیارهای سطح‌بندی و ارزیابی دارایی‌ها پس از تنظیم پرسش‌نامه، توزیع و گردآوری نتایج آن با استفاده از وارد کردن میانگین حسابی نظرات جامعه نمونه با تکنیک AHP در نرم‌افزار Expert

مراکز کلیدی احصا شده از انطباق لایه دارایی‌ها و رودخانه‌هایی که ظرفیت گذردهی سیلاب را ندارند به دلیل ملاحظات پدافند غیرعامل صرفاً به‌صورت لکه‌گذاری و بدون نام مشخص شدند.

۴- نتیجه‌گیری

ارزیابی و کاهش آسیب‌پذیری شهرها یکی از الزامات پدافند غیرعامل شهری است. آسیب‌پذیری ساختمان‌های کلیدی در حوادث و سوانح طبیعی سبب ناکارآمدی آنها و در نتیجه تشدید نارضایتی عمومی و عدم خدمت‌رسانی در حوادث می‌شود. سیلاب از جمله بلایای طبیعی شناخته شده است که در کنار زلزله و خشک‌سالی بیشترین رتبه را از لحاظ خسارات جانی و مالی دارد. سیلاب‌های شهری بر اثر تغییرات اقلیمی و رشد شهرنشینی و محدودیت در زهکشی زیرساخت‌های شهری تشدید شده‌اند و طی دهه گذشته اثرات منفی زیادی را در بر جای گذاشته است. بنابراین در این پژوهش با بررسی هیدرولوژی درون‌شهری و برون‌شهری و هیدرولیک شبکه و مدل‌سازی رودخانه‌های شهر همدان در دوره بازگشت‌های مختلف با استفاده از نرم‌افزار HEC_RAS و انتقال



خطوط قرمز رنگ که نشان‌دهنده عدم‌گذردگی مناسب رودخانه‌ها است بیانگر این مسئله مهم است که در این شهرستان ساختمان‌ها و ابنیه کلیدی از خطر سیلاب‌های احتمالی آینده در امان نیستند.

۵- قدردانی

نویسندگان پژوهش از شهرداری همدان برای همکاری در انجام پژوهش‌های پایه، کارشناسان و مدیران ادارات و دستگاه‌های اجرایی همدان برای تکمیل فرم‌های ارزیابی و همکاری برای انجام این پژوهش قدردانی می‌کنند.

Choice وزن‌دهی و سپس مراکز کلیدی شهر مشخص شدند. با بررسی هیدرولوژی درون‌شهری و برون‌شهری و هیدرولیک شبکه و مدل‌سازی رودخانه‌های شهر همدان در دوره بازگشت‌های مختلف با استفاده از نرم‌افزار HEC_RAS و انتقال نتایج به GIS برای پهنه‌بندی خطر سیلاب شهر همدان مشخص شد. در نهایت با انطباق مراکز کلیدی و پهنه‌های خطرپذیر سیلاب در بستر GIS مراکز آسیب‌پذیر احصا شدند و نتایج آن به صورت شکل ۶ قابل‌ارائه است. نتایج نشان می‌دهد که پهنه‌های سبز رنگ موجود در شکل ۵ که در واقع همان مراکز و دارایی‌های کلیدی هستند در تماس با

References

- Abdullah Khani, A. 2007. *Threats to National Security (Cognition and Method)*. Publications of Abrar Contemporary International Cultural Studies and Research Institute, Tehran, Iran. (In Persian)
- Amirahmadi, A. Behniafar, A. & Ebrahimi, M. 2012. Microzonation of flood risk within the city of Sabzevar in order to sustainable urban development. *Environmental Based on Territorial Planning*, 5(16), 17-32. (In Persian)
- Azamorad, M. 2010. Investigation of flooding due to permeability and runoff from geological formations in the catchment) (case study of the catchment of Kardeh Dam in Mashhad). *6th National Conference on Watershed Management Science and Engineering and 4th National Conference on Erosion and Sedimentation*, Department of Watershed Management, Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran. (In Persian)
- Hutanu, E., Mihu-Pintilie, A., Urzica, A., Paveluc, L. E., Stoleriu, C. C. & Grozavu, A. 2020. Using 1D HEC-RAS modeling and LiDAR data to improve flood hazard maps accuracy: a case study from Jijia Floodplain (NE Romania). *Water*, 12(6), 1624.
- Jalali, G. H. 2012. *Introduction to the Method and Model of Threat Assessment in Passive Defense*. 1st Ed, Imam Hossein University, Tehran, Iran. (In Persian)
- Khosropour, A. 2003. *General Instructions for Grading Important Centers*. Passive Defense Organization of the Country Pub., Tehran, Iran. (In Persian)
- Ministry of Power. *Meteorological and Hydrological Reports of Surface Water Plan of Hamadan City*, 2019, Tehran, Iran. (In Persian)
- Modiri, M. Nosrati, Sh. & Karimi, H. 2015. Crisis management planning in urban management with a passive defense approach and using SWOT or MCDM techniques. *Journal of Emergency Management*, 4(94), 5-14. (In Persian)
- Mohammadi deh Cheshme, M. 2013. *Passive Urban Safety and Defense*. Shahid Chamran University Pub., Ahvaz, Iran. (In Persian)
- Movahedinia, J. 2006. *Principles and Bases of Passive Defense*. 3rd Ed., Malek Ashtar University of Technology, Tehran, Iran. (In Persian)



- Pathan, A. I. & Agnihotri, P. G. 2021. Application of new HEC-RAS version 5 for 1D hydrodynamic flood modeling with special reference through geospatial techniques: a case of River Purna at Navsari, Gujarat, India. *Modeling Earth Systems and Environment*, 7(2), 1133-1144.
- Saeedi, A & Yavari, Y. 2012. Passive defense considerations in sample location study: Tehran Mosalla. *National Conference on Explaining Passive Defense Engineering Systems and Management*. Imam Hossein University. Tehran, Iran. (In Persian)
- Shadmani, M. 2011. Regional modeling of flood discharge in Hamedan province using artificial neural network. *Water and Soil Conservation Research (Agricultural Sciences and Natural Resources)*, 18(4), 21-42.
- Sheykh Alishahi, N. Jamali, A. Hasanzade, M. 2016. Flood zoning using hydraulic model of river analysis (case study: Manshad catchment - Yazd province). *Journal of Geographic Space*, 16(53), 77-96. (In Persian)
- Yamani, M. 2012. Determining flood zones using HES-RAS model upstream case study from Gling Bridge to Veshteh Bridge, *Journal of Geography and Environmental Hazards*, 1(1), 1-16. (In Persian)
- Yerramilli, S., 2012. A hybrid approach of integrating HEC-RAS and GIS towards the identification in the city of Jackson, MS. *American Journal of Geographic Information System*, 1(1), 7-16.
- Zahedi Kolaki, E., Latifi, Gh. & Taghinejad, K. 2013. *Defensive Pathology of Urban Structure Using AHP and GIS Hierarchical Analysis (Gorgan case study)*. Passive Defense Organization, Principles, Documents and Legal Requirements of Passive Defense Organization, Tehran, Iran. (In Persian)



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

