نشریّهٔ مطالعات نواحی شهری دانشگاه شهید باهنر کرمان
سال سوم، شمارهٔ ۳، پیاپی ۸، پاییز ۱۳۹۵

ارزیابی آسیب‌پذیری محلاّت شهر جیرفت در مقابلِ سیلاب و ارائهٔ راهکارهای حفاظتی [۱]

دکتر ابوذر پایدار [۲]
استادیار دانشکدهٔ جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران
امیر ارسلان سنجری
دانش‌آموختهٔ کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران

چکیده

طبق آمار سازمان ملل، سیل و طوفان نسبت به سایر بلایای طبیعی بیشترین خسارات را به سکونتگاه‌های انسانی وارد آورده‌اند. کاهش خطرات سیلاب از مهمترین اهداف برنامه‌ریزی توسعهٔ شهری است. شهر جیرفت در نقطهٔ اتصال ۳ رود هلیل، شور و ملنتی واقع شده‌است و هر ساله از طغیان رودها آسیب می‌بیند. هدف تحقیق حاضر، اولویت‌بندی محلاّت شهر جیرفت به‌منظور برنامه‌ریزی برای مدیریت سیلاب است. نوع تحقیق، توصیفی- تحلیلی و روش گردآوری داده‌ها، آمار سازمانی و میدانی است. جامعهٔ آماری، کارشناسان منابع طبیعی، برنامه‌ریزی شهری و ادارات مسئول مدیریت بحران جیرفت هستند. حجم نمونه شامل ۵۳ نفر کارشناسان مربوطه می‌باشد. تحلیل داده‌ها با مدل‌های WP و WASPAS انجام شد. نتایج نشان داد محلاّت شهر به خاطر توسعهٔ فیزیکی بدون برنامه در کنار بستر رودخانه‌ها آسیب‌پذیر است. نتایج مدل WP که داده‌های کمی آسیب‌های رخ داده در محلاّت مختلف شهر را تحلیل نمود نشان داد بخش مجاور رود هلیل، محلّهٔ سرجاز و محلاّت میانی ملنتی بیشترین آسیب‌پذیری را در سه دههٔ اخیر داشته‌اند. نتایج WASPAS نشان داد محلاّت مجاور هلیل‌رود، محلاّت میانی شهر در حاشیهٔ رود ملنتی و بخش‌های محل تلاقی رود ملنتی و شور بیشترین آسیب‌پذیری را از سیلاب داشته‌اند و ضروری است در اولویت برنامه‌ریزی قرار گیرند؛ در حالی که قسمتی از شهر که مجاور بخش میانی رود ملنتی واقع شده، محلّهٔ سرجاز و حاشیهٔ رود شور در رتبهٔ ٤ تا ٦ آسیب‌پذیری قرار گرفتند. راهکار حفاظتی مطلوب برای کنترل تأثیرات منفی سیلاب در شهر جیرفت نیازمند ترکیبی از اقدامات سازه‌ای، مطلوبیت کاربری زمین شهری و مدیریت حوزهٔ بالادست است.

واژه‌های کلیدی: مخاطرات محیطی، سیلاب، برنامه‌ریزی محیطی، مدل WASPAS، مدل WP، شهر جیرفت.

---

[۱]- صفحات: ٤٢-٢١ دریافت مقاله: ۱۳۹۵/٦/۲۹ پذیرش نهایی: ۱۳۹۵/۹/۳۰
[۲]- نشانی پست الکترونیک نویسندهٔ مسئول: abooozarpaidar@gep.usb.ac.ir

مقدّمه

بلایای اتفاق افتاده در سالیان اخیر، بیانگر این موضوع است که جوامع و افراد به صورت فزاینده‌ای آسیب‌پذیرتر شده و ریسک‌ها نیز افزایش یافته است؛ با این حال، کاهش ریسک و آسیب‌پذیری اغلب تا بعد از وقوع سوانح نادیده انگاشته می‌شوند (بهتاش و همکاران، ۱۳۹۲: ۳٤). در مناطق شهری، آثار زیانبار معمول در اثر وقوع سوانح طبیعی شامل تلفیقی از ویرانی‌های کالبدی و اختلال عملکرد عناصر شهری همچون ویرانی سازه‌ها و ساختمان‌های مسکونی، شبکه راه‌ها و دسترسی‌ها مثل پل‌ها و ... است (پیشگاهی‌فرد و همکاران، ۱۳۹۰: ۱۸٤). سیلاب بیشترین بحران تکرارشوندهٔ طبیعی محسوب می‌شود و هر ساله سبب خسارات زیادی به مزارع، زمین‌های کشاورزی، راه‌ها، سدها، پل‌ها و جاده‌ها شده‌است و در نتیجه باعث تخریب ساختار اجتماعی، اقتصادی و خسارات جانی می‌گردد.

مناطق شهری به دلیل تغییر ساختار نفوذپذیری زمین و تراکم مساکن، بیشتر در معرض آسیب سیل قرار دارند. موقعیت جغرافیایی شهرهای ایران نیز، بیانگر این امر است که با توجّه به قرارگیری شهرها در مسیر حوضه‌های آبریز مختلف، پیش‌بینی‌های لازم برای سیلاب‌ها ضروریست و می‌بایست شهرسازان، زمین‌شناسان و جغرافیدانان به بررسی دقیق علل چنین بلایایی در مناطق شهری پرداخته و راهکارهای لازم را برای کاهش آثار آن پیش‌بینی کنند (تقوایی و سلیمانی، ۱۳۹۰: ٦٦). دو نوع استراتژی برای مواجهه با سوانحی چون سیل وجود دارد: استراتژی‌های پیش‌بینی و استراتژی‌های تاب‌آوری. استراتژیِ اوّل برای روبه‌رو شدن با مشکلات و معضلاتِ شناخته شده و استراتژیِ دوم برای مقابله با مشکلات ناشناخته به کار می‌رود (روستا و همکاران، ۱۳۹٦: ٤). بررسی پیشینهٔ مطالعاتی موضوع ضروری به نظر می‌رسد: سیل، مشهورترین بحرانی است که از آغاز حیات بشر، کرهٔ خاکی را تهدید کرده و سبب خسارات جانی، مالی، محیطی، کالبدی و ... شده‌است. تاکنون پژوهش‌های بسیاری دربارهٔ مدیریت

بحران سیل و سیلاب شهری در خارج و داخل کشور انجام شده که در ذیل نتایج برخی از این پژوهش‌ها ارائه شده‌است.

نتایج پژوهش میرزا (۲۰۰۱) بیانگر تأثیر گرمایش جهانی در افزایش میانگین دبی پیک طغیان در سالیان مختلف در کشور بنگلادش است و در نتیجهٔ آن، سکونتگاه‌ها و تأسیسات انسانی در خطر جدی قرار می‌گیرند. استفان (۲۰۰۲) در تحقیقی دربارهٔ حوضه‌های سیل‌گیر رودخانهٔ «سنگ زرد» واقع در ایالت مونتانای آمریکا سال‌های ۱۹۹٦ و ۱۹۹۷، اقدام به تعیین پهنه‌های سیل‌گیر، سیل‌های به وقوع پیوسته در این دو سال نمود و پهنه‌های سیل ۱۰۰ و ۵۰۰ ساله را تعیین نمود و نتیجه گرفت که تغییر کاربری اراضی، بیشترین تأثیر را در ایجاد سیلاب داشته است.

کولدیتز و همکاران (۲۰۰۳) در حوضهٔ پانکو در مکزیک، اقدام به تهیهٔ نقشهٔ پهنهٔ سیل با تلفیق اطلاعات سنجش از دور با روش ژئومورفولوژیکی کردند. آنها اظهار نمودند که با تلفیق اطلاعات سنجش از دور می‌توان نقشه‌های با توان تفکیک بالا تهیه کرد که برای پهنه‌بندی سیل در مناطق با وسعت زیاد می‌تواند بسیار مفید باشد. لوکاس و همکاران (۲۰۰۷) در تحقیقی با عنوان «بررسی پتانسیل اثرات تغییر اقلیم آینده روی وقوع جریانات سیلابی کانادا» نشان داد که اقلیم آینده در حوضهٔ مورد مطالعه مرطوب‌تر و گرمتر از حال حاضر خواهد شد و اکثریت وقایع سیل در حوضه‌های بارانی ساحلی اتفاق خواهد افتاد؛ سپس بر اساس این یافته‌ها عملیات مدیریتی مختلف را برای غلبه بر آثار اقلیم آینده در دو حوضهٔ مورد مطالعه پیشنهاد کردند.

میلر و همکاران (۲۰۱۲) پتانسیل سیل‌خیزی رودخانهٔ آرنو در ایتالیا را از طریق پیمایش الگوی رود در مناطق مختلف با استفاده از GPS و GIS بررسی کردند و نشان دادند مناطق توسعه‌یافتهٔ شهری، بیشتر در معرض خطر قرار دارند. نتایج پژوهش حیدری و همکاران (۱۳۸۵) در مقاله‌ای با عنوان بررسی سیمای طرح جامع کنترل سیلاب در سیلاب دشت رودخانه‌های دز و کارون نشان داد که اجرای یک سد تأخیری در حوضهٔ رودخانهٔ شور، سبب هدایت سیلاب رودخانهٔ کارون در بالا دست شهر اهواز

به نهر ماله و احداث خاکریزهای حفاظتی در پایین دست شهر اهواز و همچنین تقویت هدف کنترل سیلاب سد مخزنی دز می‌شود.

رحیمی (۱۳۸۸) در پژوهشی با عنوان تأثیر رگبارهای منفرد بر مدیریت بحران سیل (نمونهٔ موردی حوضهٔ فارسان)، احداث سد مخزنی، ساحل‌سازی رودخانه برای جلوگیری و کاهش خسارات ناشی از سیلاب به اقتصاد کشاورزی حوضه، پیشنهاد داده است. تقوایی و سلیمانی (۱۳۹۰) در مقاله‌ای با عنوان بررسی مدیریت بحران شهرها با تأکید بر سیل؛ به این نتیجه رسیدند که با استفادهٔ مطلوب از آب باران می‌توان خسارات ناشی از سیل را کاهش داد.

نتایج تحقیق لطفی و جعفری (۱۳۹۰) در بررسی فرآیند ایمن‌سازی شهری جهت مقابله با مخاطرات طبیعی (سیل) نشان داد که حفاظت و ساماندهی رودخانه‌ها، بهسازی مسیل‌های شهری، استفادهٔ بهینه از رواناب شهری، ایجاد مدیریت یکپارچهٔ واحد در مدیریت سیلاب شهری با بهره‌گیری از مدل‌سازی و شبیه‌سازی کامپیوتری به توسعهٔ پایدار کلان‌شهر تهران در مقابل سیلاب کمک خواهد کرد.

شهر جیرفت با مساحتی بالغ بر ۳۲۰۰ هکتار به عنوان مرکز شهرستان حاصل‌خیز جیرفت در جنوب استان کرمان واقع شده‌است. در داخل محدودهٔ این شهر رودخانه‌های مهم هلیل، ملنتی و شور واقع شده که در اثر طغیان آنها طی سال‌های گذشته به این شهر خسارات زیاد مالی و جانی وارد شده‌است. اگر چه در سال‌های گذشته اقداماتی در جهت کنترل سیل در محدودهٔ شهر جیرفت انجام گرفته؛ اما نسبت به گستردگی خسارات، کافی نبوده و شهر جیرفت به وسیلهٔ رودخانه‌های مذکور تهدید می‌شود. طی سال‌های گذشته در اثر سیل به ۱٦۸ هکتار باغ و زمین کشاورزی، ۸٤۰ باب ساختمان، ٤۱ حلقهٔ چاه، ٦ رشتهٔ قنات، ۱۰۸ کیلومتر جاده، ۲٦ کیلومتر کانال آب خسارات وارد شده و ۱۱۸۳۱ رأس دام تلف شده‌است (مطالعات کنترل سیل حوزهٔ شهری جیرفت، ۱۳۸۲: ۸۹). عدم رعایت اصول شهرسازی و برنامه‌ریزی و رعایت نکردن حریم مسکونی کالبدی از رودخانه‌ها سبب خساراتی به شهر شده‌است که

به‌منظور جلوگیری از آن، پژوهش حاضر قصد دارد به بررسی و اولویت‌بندی محلاّت شهر جیرفت برای سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی برای مهار سیلاب پرداخته تا اولویت و نیاز هر یک از بخش‌های شهر برای برنامه‌ریزی کنترل سیلاب مشخص شود؛ در واقع، هدف تحقیق پاسخ‌گویی به این دو سوال است: در سه دهۀ اخیر کدام بخش‌های شهر جیرفت بیشترین تأثیر را از مخاطرۀ سیلاب پذیرفته‌اند؟ امروزه کدام بخش‌های شهر جیرفت، بیشترین نیاز را به تخصیص بودجه و اجرای اقدامات حفاظتی در مقابل خطر سیلاب دارد؟

داده‌ها و روش‌شناسی

پژوهش حاضر از نوع توصیفی- تحلیل بوده و در آن از روش‌های کمّی و کیفی برای گردآوری و تحلیل داده‌ها استفاده شده‌است. اگر نظام برنامه‌ریزی را در سه فاز تصمیم‌گیری (سیاست‌گذاری)، اجرا و نظارت بدانیم، مطلوبیت کاربرد مدل‌های WP و WASPAS که در ردیف جدیدترین مدل‌های تصمیم‌گیری منطقی و چند معیاره هستند مشخص می‌شود. آمار سازمانی موجود در طرح جامع و تفضیلی شهر جیرفت نیز به‌منظور آگاهی از میزان وضعیّت دقیق سیلاب در شهر جیرفت، و آمار ادارۀ منابع طبیعی نیز بررسی شد.

داده‌های کمّی (با مقیاس فاصله‌ای- نسبی) که از این طریق به‌دست آمد در قالب ٦ شاخص تلفات جانی، مالی، آسیب به زیرساخت‌ها، مزارع و مساکن است و از طریق مدل ارزیابی WP تحلیل شد؛ همچنین، برای تکمیل داده‌ها ابزار پرسشنامه نیز طراحی شد. جامعۀ نمونه برابر با جامعۀ آماری (۵۳ نفر کارشناسان شهرداری، مسکن و شهرسازی منابع طبیعی و...) است. شش شاخص (آسیب‌پذیری محلاّت از سیلاب، کیفیت تأسیسات فیزیکی و سازه‌ای، فاصلۀ کاربری‌های شهری ساخته شده از مرز رودخانه، کیفیت جریان آب رودخانه در هر محلّه، کیفیّت بستر رودخانه در بالا دست و اهمیّت و حساسیت محلّه از نظر برنامه‌ریزی شهری در حال حاضر و آینده) طراحی و

داده‌های مورد نیاز حاصل شد؛ در نهایت شاخص‌های مختلف جهت مطلوبیّت‌بخشی به برنامه‌ریزی مخاطرات محیطی توسط کارشناسان وزن‌دهی شده و داده‌های حاصل از طریق مدل ارزیابی WASPAS تجزیه و تحلیل گردید.

در واقع ارزیابی میزان آسیب‌پذیری و رتبه‌بندی محلاّتی که رودخانه‌های شهر از آن عبور می‌کنند با استفاده از مدل‌های ارزیابی WP و WASPAS انجام می‌شود. تکنیک تولید وزنی به تکنیک جمع وزنی و تکنیک مجموع سادهٔ وزنی شباهت بسیاری دارد؛ با این تفاوت که در این مدل به جای جمع، از روش ضرب استفاده می‌شود؛ همچنین، مقدار هر معیار به توان وزن آن معیار می‌رسد. در این تکنیک، نرمالیزه کردن شاخص‌ها ضرورتی ندارد (تران و بوختم، ۲۰۰۹: ۳). این مدل می‌تواند برای مسائل تصمیم‌گیری تک‌بعدی و چندبعدی استفاده شود (تریان تافیلیو و بیگ، ۲۰۰٤: ۷). تکنیک تولید وزنی با استفاده از رابطهٔ (۱) عمل می‌کند:

رابطهٔ (۱):
$$A_{WP}^{*} = \max \prod_{j=1}^{m} (x_{ij})^{w_j}$$

در این رابطه، A_{WP}^{*} معادل حاصل ضرب رتبه یا سودمندی گزینهٔ i ام، x_{ij} معادل گزینهٔ i ام از شاخص j ام، و w_j معادل وزن شاخص j ام می‌باشد.

همچنین در مدل دوم حاصل امتیازات گردآوری شده برای هر محلّه از نظر شاخص‌های مختلف در تکنیک ارزیابی تولید وزنی تجمعی[1] (WASPAS) قرار گرفت. برای ارزیابی، رتبه‌بندی و تصمیم‌گیری زمانی که گزینه‌های مختلف براساس تعدادی معیار مورد بررسی قرار می‌گیرند سیستم‌های پشتیبانی چندمعیاره به گونه‌ای موفقیت‌آمیز می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند. انتخاب روش‌های MCDM براساس پارامترهای مختلف در تحقیقات مختلفی مورد بحث قرار گرفته است. یکی از پارامترهایی که می‌تواند در انتخاب مدل تصمیم‌گیری مدنظر باشد میزان دقت این مدل‌هاست. ترکیب دو مدل می‌تواند میزان دقت تحلیل را بالا ببرد (زسوسدسکاس و همکاران، ۲۰۱۲: ۲۰۲). میزان دقت مدل‌های تصمیم‌گیری چندشاخصهٔ WSM و WPS به خوبی شناخته شده‌است. این مدل‌ها در مسائل پیچیدهٔ تصمیم‌گیری

[1]-Weighted Aggregated Sum Product Assessment (WASPAS)

کارایی بالایی داشته و نتایج حاصل از آن دقت بالایی دارد (سیمَناویسینس و همکاران، ۲۰۱۱: ۱۸).

یک مسئله در مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره با m گزینه و n معیار تصمیم‌گیری تعریف می‌شود. W_j معادل اهمیّت نسبی معیار و X_{ij} ارزش عملکرد گزینهٔ i برحسب معیار j می‌باشد. اهمیّت نسبی گزینهٔ i در رابطهٔ (۲) به‌عنوان Q_i نشان داده شده که در آن $\overline{X}_{ij}$ به‌عنوان مقدار نرمالیزه شده معیار j ام از گزینه i تعریف شده‌است:

رابطهٔ (۲):
$$Q_I^{(1)} = \sum_{j=1}^{n} \overline{x}_{ij} \times w_j$$

براساس WPM وزن گزینهٔ i به‌عنوان Q_i^2 به صورت رابطهٔ زیر تعریف می‌شود:

رابطهٔ (۳):
$$Q^{(2)}{}_i = \max \prod_{j=1}^{n} (\overline{x}_{ij})^{w_j}$$

سعی شده معیار ترکیبی برای اولویت‌بندی گزینه‌ها به کار رود که در آن سهم برابری از (WSM) و (WPM) جهت ارزیابی نهایی گزینه‌ها داده شود (ساپارایوسکاس و همکاران، ۲۰۱۱: ۲۰۰):

رابطهٔ (٤):
$$Q_i = 0.5Q_i^{(1)} + 0.5Q_i^{(2)}$$

$$Q_i = \lambda \sum_{j=1}^{n} \overline{x}_{ij} w_j + (1-\lambda) \prod_{j=1}^{n} (\overline{x}_{ij})^{w_j} \qquad , \qquad \lambda = 0,...1$$

مقادیر بهینهٔ λ می‌تواند با گسترش رابطهٔ زیر محاسبه شود:

رابطهٔ (۵):
$$\lambda = \frac{\sigma^2(Q_i^{(2)})}{\sigma^2(Q_i^{(1)}) + \sigma^2(Q_i^{(2)})}$$

واریانس‌های $Q^2(Q_i^{(1)})$ و $Q^2(Q_i^{(2)})$ از طریق رابطه‌های زیر محاسبه می‌شود:

رابطهٔ (٦):
$$\sigma^2(Q_i^{(1)}) = \sum_{j=1}^{n} \overline{x}_{ij} w_j{}^2 \sigma^2(\overline{x}_{ij})$$

$$\sigma^2(Q_i^{(2)}) = \sum_{j=1}^{n} \left[\frac{\prod_{j=1}^{n} (\overline{x}_{ij})^{w_j} \times w_{ij}}{(\overline{x}_{ij})^{w_j} (\overline{x}_{ij})^{(1-w_j)}} \right]^2 \sigma^2(x_{ij})$$

برآورد واراریانس مقادیر معیارهای نرمایزه شدهٔ اوّلیه از طریق رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود:

رابطهٔ (۷): $\sigma^2(\overline{x}_{ij}) = (0.05\overline{x}_{ij})^2$

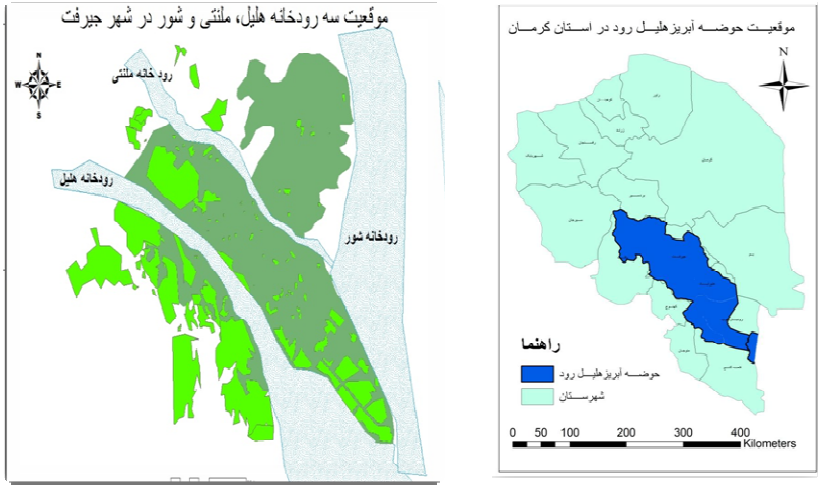
همچنین در مرحلهٔ دوم مدل که به نرمالیزه کرده داده‌ها می‌پردازد از مدل بی‌مقیاس شدهٔ خطی استفاده شد. این روش دارای توابعی است که استفاده از آنها بستگی به جهت شاخص‌ها دارد؛ برای شاخص‌های همسو از رابطهٔ زیر استفاده می‌شود:

رابطهٔ (۸): $r_{ij} = \frac{x_{ij}}{Max(x_{ij})}$

و برای شاخص‌های غیرهمسو از رابطهٔ زیر استفاده می‌شود:

رابطهٔ (۹): $r_{ij} = \frac{Min(x_{ij})}{x_{ij}}$

شهر جیرفت به عنوان مرکز شهرستان جیرفت با مساحت ۲٦٤۰۹۱ هکتار به مختصات جغرافیایی ۵۷ درجه و ۱۲ دقیقه و ۳٦ ثانیه تا ۵۸ درجه و ۲ دقیقه و ۱٤ ثانیه و عرض ۲۸ درجه و ۳۸ دقیقه و ٤ ثانیه تا ۲۹ درجه و ۱٤ دقیقه قرار دارد. رودخانهٔ شور در شرق، رود ملنتی در مرکز، و رود هلیل جداکنندهٔ بخش قدیم و جدید شهر جیرفت (کلرود) قرار دارند (مطالعات کنترل سیل حوزهٔ شهری جیرفت، ۱۳۸۲: ۱۹)



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی قلمرو شهر مورد مطالعه

بحث

بررسی گسترش فیزیکی و آسیب‌پذیری بخش‌های شهر جیرفت

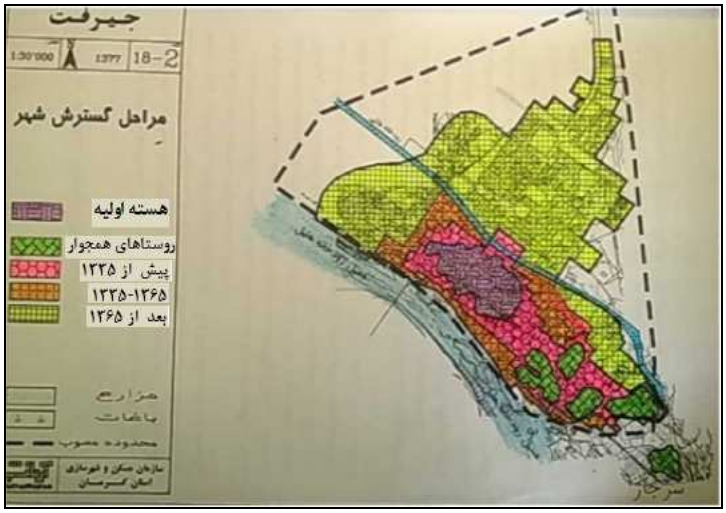
مهمترین عامل پیدایش شهر جیرفت، استفاده از زمین‌های حاصلخیز و آب فراوان هلیل رود جهت پرداختن به کشاورزی بوده است. به دلیل وجود رودخانهٔ فصلی در این شهر به‌خصوص رودخانهٔ هلیل و طغیان‌های این رود در طول تاریخ؛ مکان این شهر دست‌خوش تغییر شده‌است. توسعهٔ فیزیکی شهر جیرفت از عوامل طبیعی تأثیر پذیرفته است؛ بدین گونه که از سمت شمال به وسیلهٔ ارتفاعات، از سمت غرب به خاطر وجود رودخانهٔ هلیل، از سمت شرق به خاطر وجود رودخانهٔ فصلی ملنتی و از سمت جنوب به دلیل قرار گرفتن رودخانهٔ شور محدود شده‌است. یکی از تبعات توسعهٔ فضایی شهر، تغییر تدریجی کاربری زمین‌های اطراف شهر و یا زمین‌های روستاهای پیرامون است که این مساله به‌خصوص در نقاطی از حوضه که در حوزهٔ نفوذ شهر قرار گرفته‌اند، بیشتر مشهود است. در نتیجهٔ توسعهٔ بی‌رویهٔ کاربری‌های شهری، تخریب زمین‌های زراعی، نابودی فضای سبز و حتی گسترش حاشیه‌نشینی سبب تغییرات و دگرگونی‌های بسیار در کاربری اراضی حوضهٔ تحت نفوذ خود (نواحی روستایی و محدودهٔ طغیان‌های فصلی رودخانه‌ها) شده است.

در واقع، گسترش فیزیکی در بعضی قسمت‌ها بدون توجّه به بستر و حریم رودخانه و پایین افتادگی این قسمت‌ها به دلیل وجود گسل صورت می‌گیرد؛ ضمن اینکه بسیاری از کاربری‌های روستایی این قسمت (مزارع، باغات و پوشش گیاهی) از بین رفته و تبدیل به کاربری مسکونی و تجاری می‌شوند. متأسفانه توسعهٔ کاربری اراضی، چه در اطراف شهر و چه در حوضهٔ شهر، بدون برنامه و اندیشه صورت گرفته است؛ به طور کلی، از دههٔ ٤٠ به بعد رشد فضایی و کالبدی شتابان و ناموزونی پیدا کرده و پیامدهای نامطلوب کالبدی به دنبال آورده است؛ بنابراین، درست است که علت به وجود آمدن هستهٔ اولیهٔ شهر جیرفت، رودخانهٔ هلیل بوده؛ اما امروزه به خاطر توسعهٔ فیزیکی شهر و رعایت نکردن حریم منازل و سایر کاربری‌های شهر از محدودهٔ

رودخانه‌ها؛ رودخانه‌های ۳ گانه سبب خسارات جانی و مالی در محدودهٔ شهر می‌شود. بحران‌های ناشی از سیلاب، بزرگترین دغدغهٔ ستاد مدیریت بحران شهرستان است.

گذر سه رودخانهٔ هلیل، ملنتی و شور از درون و حاشیهٔ شهر جیرفت بین کاربری-های شهر فاصله انداخته است. بعضی بخش‌های شهر جیرفت بیشتر تحت تأثیر آسیب-های این سه رودخانه هستند و گذر این رودخانه‌ها از محلاّت شهر، هر ساله خسارات مالی و جانی در بعضی محلاّت شهر جیرفت بر جای می‌گذارد. محلاّتی که امروزه در خطر رودخانهٔ هلیل قرار دارند کهوریه، کلرود، رهجرد و بهجرد هستند و محلاّت آسیب‌پذیر از رود ملنتی نیز شهرک فجر، حاشیهٔ بلوار خلیج فارس و حسین‌آباد است. رودخانهٔ شور نیز خساراتی را به محلّهٔ سرجاز و روستای جنگل‌آباد وارد می‌سازد.

بر اساس آمار حاصل از ادارهٔ کل منابع طبیعی، بیشترین جریان آب سال‌های اخیر در محلاّت حاشیهٔ ملنتی و سپس هلیل بوده که سبب خسارات جانی و آسیب به ساختمان‌ها و مراکز اطراف خود شده‌است؛ به طوری که محلّهٔ حسین‌آباد که تحت تأثیر رودخانهٔ ملنتی است در سال ۹۲ به دلیل خروج آب از بستر روخانه و طغیان آب در محلّهٔ سبب آسیب‌رسانی به هزار واحد مسکونی (۲۰-۵۰ درصد) شد.



شکل ۲- روند توسعهٔ فیزیکی شهر جیرفت در ارتباط با رودخانه‌های سه‌گانه

همچنین، تخلیهٔ زباله‌های خانگی و ساختمانی در بستر رودخانهٔ ملنتی، بیشتر از هلیل و شور است و در هنگام طغیان رود و نیز در حالت عادی سبب آسیب‌پذیری و آلودگی محلاّت شهر می‌شود. در سال‌های اخیر نیز بیشترین نابودی پوشش گیاهی در اطراف رودخانهٔ هلیل و ملنتی صورت گرفته است. در دههٔ اخیر، ساخت و سازهای جدید در محلاّت پایین‌دست رودخانه و عدم رعایت فاصله‌ها به‌خصوص در محلاّت مربوط به ملنتی و هلیل، ایجاد محدوده‌های غیررسمی در کنارهٔ رودخانه تشدید شده‌است و این محلاّت بیشتر در معرض سیل‌زدگی‌اند؛ به طوری که بیشترین تخریب در هنگام برخورد سیلاب با محلاّت مجاور رود هلیل است.

سرعت جریان آب هنگام گذر از محلاّت هلیل، بیشتر از شور و ملنتی می‌باشد. مهمترین اقداماتی که برای جلوگیری از طغیان رود هلیل صورت گرفته احداث سد خاکی در بالا دست، ساخت دیواره‌های سنگی و عریض کردن پهنای بستر رودخانه می‌باشد. در سال‌های گذشته به‌خصوص در سال ۷۱ بسیاری از محلاّت هلیل، آسیب جانی و مالی زیادی از طغیان سیل دیدند. رودخانهٔ شور از حاشیهٔ شهر می‌گذرد و مسئولان توجّه کمتری به بستر این رودخانه دارند؛ در حالی که پل سرجاز که در مسیر گذر این رودخانه احداث شده و عامل ارتباط شهر جیرفت با شهرستان‌های جنوبی استان است، دچار فرسودگی شده‌است. در بالا دست این پل، کارخانه‌های شن و ماسه فعالیت دارند و بستر رودخانه را به بسیار دست‌کاری کرده‌اند. وضعیّت فوق نشان می‌دهد خطر سیل همچنان وجود دارد و حتّی با گسترش فیزیکی شهر تشدید می‌شود.

اقدامات سازه‌ای انجام شده در بالا دست و در محدودهٔ محلاّت کافی نیست و ضرورت اقدامات جدی‌تر همراه با اولویت مناسب تخصیص بودجه‌ها و اجرای پروژه-ها وجود دارد؛ بنابراین، بررسی وضعیّت محلاّت مجاور رودخانه‌های سه‌گانه و اولویت‌بندی آنها به منظور تخصیص بودجه و اجرای برنامه‌های مؤثر ضروری است؛ به

این منظور، نتایج مدل‌های ریاضی WP و WASPAS چنین اولویت‌بندی را برای محلاّت مجاور رودخانه‌ها نشان می‌دهد.

نتایج مدل WP برای ارزیابی درجهٔ آسیب‌پذیری محلاّت شهر جیرفت

به‌منظور آزمون فرضیهٔ اوّل تحقیق که می‌گوید «محلاّت مجاور رود هلیل و محلّهٔ سرجاز از نظر شاخص‌های کمی بیشترین آسیب‌پذیری را در سه دههٔ اخیر در مقابل سیلاب داشته‌اند» داده‌های کمی مربوط به شاخص‌های آسیب‌پذیری که از طریق سازمان‌های ذیربط گردآوری شده بود در قالب مدل WP تحلیل شد. جدول (۱) علامت اختصاری، واحد سنجش و وزن هر یک از شاخص‌های ارزیابی را نشان می‌دهد. جدول (۲) نیز مقادیر خام شاخص‌ها را در ۳ دههٔ اخیر نشان می‌دهد.

جدول ۱- شاخص‌های ارزیابی، علامت اختصاری و وزن‌دهی به شاخص‌ها

علامت اختصاری	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6
شاخص	تلفات جانی در ۳ دههٔ اخیر	تعداد مصدوم در ۳ دههٔ اخیر	تخریب مساکن در ۳ دههٔ اخیر	تخریب زیرساخت‌ها	آسیب به باغ، مزرعه و دام	غرق شدن وسایل نقلیه
وزن شاخص	۰/۳۷	۰/۱۳	۰/۱۲	۰/۱۵	۰/۱۳	۰/۱۰

جدول ۲- ماتریس داده‌های خام

گزینه‌ها و علامت اختصاری	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6
محلاّت مجاور رود هلیل (A_1)	۱۲	۸٦	۱۷۰۰	۱۲	۱۲۰	٦
محلّهٔ سرجاز (A_2)	۳	۱۵	۸۵۰	۱۵	۱۸	۲
محلاّت حاشیهٔ رود شور (A_3)	۷	۳	۰	٦	۸۹	۹
بخش مسکونی بالا دست رود ملنتی (A_4)	۱	۱۱	۲۲۰	۵	۸	۲
محل تلاقی رود ملنتی و شور (A_5)	۲	۱۷	۵۰	۲	۳	۳
محلاّت میانی حاشیهٔ رود ملنتی (A_6)	۳	۲٤	۱۱۵۰	۱٤	۰	۷

جدول (۳) داده‌های وزنی را نشان می‌دهد که حاصل به توان‌رسانی هر داده با وزن شاخص مورد نظر است.

جدول ۳- ماتریس داده‌های وزنی

گزینه‌ها	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6
(A_1)	۲/۵۱	۱/۷۸	۲/٤٤	۱/٤٥	۱/۸٦	۱/۲۰
(A_2)	۱/۵۰	۱/٤۲	۲/۲۵	۱/۵۰	۱/٤٦	۱/۰۷
(A_3)	۲/۰۵	۱/۱۵	۰/۰۰	۱/۳۱	۱/۷۹	۱/۲۵
(A_4)	۱/۰۰	۱/۳۷	۱/۹۱	۱/۲۷	۱/۳۱	۱/۰۷
(A_5)	۱/۲۹	۱/٤۵	۱/٦۰	۱/۱۱	۱/۱۵	۱/۱۲
(A_6)	۱/۵۰	۱/۵۱	۲/۳۳	۱/٤۹	۰/۰۰	۱/۲۱

طبق جدول (٤) نیز مجموع داده‌های وزنی برای هر محلّه (از نظر شاخص‌های ٦ گانه) محاسبه شد. بر اساس امتیاز حاصل اقدام به ارزیابی درجهٔ آسیب‌پذیری محلاّت و اولویت‌بندی آنها بر این اساس شد. نتایج مدل WP نشان داد محلاّت مجاور رود هلیل، محلّهٔ سرجاز، و محلاّت میانی ملنتی در سه دههٔ اخیر از نظر شاخص‌های کمّی بیشترین آسیب‌پذیری را در مقابل سیلاب داشته‌اند.

جدول ٤– محاسبهٔ امتیاز آسیب‌پذیری و رتبه‌بندی محلاّت

گزینه‌ها	امتیاز آسیب‌پذیری	رتبه
محلاّت مجاور رود هلیل (A_1)	۱۱/۲٤	۱
محلّهٔ سرجاز (A_2)	۹/۲۰	۲
محلاّت حاشیهٔ رود شور (A_3)	۷/۵۵	٦
بخش مسکونی بالادست رود ملنتی (A_4)	۷/۹۳	٤
محل تلاقی رود ملنتی و شور (A_5)	۷/۷۲	۵
محلاّت میانی حاشیهٔ رود ملنتی (A_6)	۸/۰٤	۳

نتایج مدل WASPAS برای اولویت‌بندی محلاّت از نظر نیاز به برنامه‌ریزی سیلاب

به‌منظور آزمون فرضیهٔ دوم تحقیق که می‌گوید «امروزه محلاّت حاشیهٔ رود هلیل و بالادست رود ملنتی بیشترین نیاز را به تخصیص بودجه و اجرای پروژه‌ها و اقدامات سازه‌ای و حفاظتی دارند» از نظرات کارشناسان در قالب شش شاخص کیفی بهره گرفته

شد که داده‌های حاصل از طریق مدل WASPAS تحلیل شد. قبل از ارائهٔ گام‌های مدل ارزیابی در قالب جدل‌های (۵) و (٦)، گزینه‌های ارزیابی (محلاّت) و شاخص‌های ارزیابی، علائم اختصاری شاخص‌ها و گزینه‌ها، جهت شاخص و واحد سنجش آن ارائه شده‌است.

جدول ۵- متغیّرها و شاخص‌های اولویت‌بندی محلاّت شهر جیرفت برای برنامه‌ریزی سیلاب

هدف	شاخص	جهت	واحد سنجش
اولویت‌بندی محلاّت شهر جیرفت برای برنامه‌ریزی در مقابل سیلاب	میزان آسیب‌پذیری محلاّت از سیلاب	+	طیف لیکرت
	کیفیت تأسیسات فیزیکی و سازه‌ای	-	طیف لیکرت
	فاصلهٔ کاربری‌های شهری ساخته شده از مرز رودخانه	-	طیف لیکرت
	کیفیت جریان آب رودخانه در هر محلّه	+	طیف لیکرت
	کیفیت بستر رودخانه در بالا دست	-	طیف لیکرت
	اهمیّت و حساسیت کاربری‌ها و تأسیسات محلّه در حال و آینده	+	طیف لیکرت

جدول ٦- گزینه‌ها (A) و شاخص‌های (X) ارزیابی و اولویت‌بندی

نام محلّه	علامت اختصاری	شاخص	علامت اختصاری
محلاّت مجاور رود هلیل	A_1	میزان آسیب‌پذیری محلاّت از سیلاب	X_1
محلّهٔ سرجاز	A_2	کیفیت تأسیسات فیزیکی و سازه‌ای	X_2
محلاّت حاشیهٔ رود شور	A_3	فاصلهٔ کاربری‌های شهری ساخته شده از مرز رودخانه	X_3
بخش مسکونی بالا دست رود ملنتی	A_4	کیفیت جریان آب رودخانه در هر محلّه	X_4
محل تلاقی رود ملنتی و شور	A_5	کیفیت بستر رودخانه در بالا دست	X_5
محلاّت میانی حاشیهٔ رود ملنتی	A_6	اهمیّت و حساسیت کاربری‌ها و تأسیسات محلّه	X_6

- تشکیل ماتریس وضع موجود

در این مرحله نمرهٔ شاخص آسیب‌پذیری، کیفیت تأسیسات، فاصلهٔ کاربری‌ها، کیفیت جریان آب در هر محلّه، کیفیت بستر رودخانه در بالا دست، اهمیّت و حساسیت محلّه از نظر برنامه‌ریزی برای هر گزینه محاسبه شده‌است؛ به این معنا که میانگین امتیازات گویه‌های مربوط به هر شاخص از نظر کارشناسان محاسبه شد و سپس از

طریق حاصل جمع جواب کارشناسان، مقدار خام هر شاخص در هر گزینه در محیط Exsel محاسبه شد و ماتریس وضع موجود (جدول ۷) ترسیم شد.

جدول ۷- ماتریس داده‌های خام

نام محلّه	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6
A_1	۱۹۰/۵	۱۷۵/۵	۲۰۷	۱۸٤/۲۵	۱۵۲/۳۸	۱۵۲/۲۵
A_2	۱٦۵/۲۵	۱٤۰/۵	۱٦۸	۱٦٤/۷۵	۱٤٦/۳۷	۱۳۲/۵
A_3	۱۵۳/۲۵	۱۲۳	۱۷٤	۱٦۷	۱۲۹/۳	۱۳۳/۲۵
A_4	۱۷۰/۲۵	۱۵۱	۱۸۸	۱۷۹/۲۵	۱٤۵/۷۲	۱۵۱
A_5	۱۵۹/۷۵	۱۵۷/۵	۱۸۲	۱٦۹	۱۳۸/۳۹	۱۳۷/۵
A_6	۱٦۵/۷۵	۱٤٤/۵	۱۸۱	۱۵۷/۵	۱۳۵/۳۷	۱٤۲/۷۵

- ***نرمالیزه کردن داده‌های خام با مدل خطی*** (جدول ۸)

جدول ۸- داده‌های استاندارد بر اساس روش بی‌مقیاس شدهٔ خطی

نام محلّه	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6
A_1	۱/۰۰	۱/٤۳	۰/۸۱	۰/۸۵	۰/۸۵	۱/۰۰
A_2	۰/۸۷	۱/۱٤	۱/۰۰	۰/۹٦	۰/۸۸	۰/۸۷
A_3	۰/۸۰	۱/۰۰	۰/۹۷	۰/۹٤	۱/۰۰	۰/۸۸
A_4	۰/۸۹	۱/۲۳	۰/۸۹	۰/۸۸	۰/۸۹	۰/۹۹
A_5	۰/۸٤	۱/۲۸	۰/۹۲	۰/۹۳	۰/۹۳	۰/۹۰
A_6	۰/۸۷	۱/۱۷	۰/۹۳	۱/۰۰	۰/۹٦	۰/۹٤

- ***محاسبهٔ وزن شاخص‌ها***

در گام سوم، وزن‌دهی به معیارها انجام شد. برای این کار روش عکس‌پذیری رتبه-ای برای تعیین هر شاخص به کار رفت. وزن‌دهی به شاخص‌ها توسط ۱۰ کارشناس برنامه‌ریزی شهری و عمران در دانشگاه سیستان و بلوچستان انجام شد در محیط نرم-افزار Excel تحلیل و وزن نهایی (جدول ۹) محاسبه گردید.

- محاسبهٔ واریانس مقادیر معیارهای نرمایزه شدهٔ اوّلیه

جدول ۹- محاسبهٔ وزن شاخص‌ها به کمک روش عکس‌پذیری رتبه‌ای

شاخص	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6
وزن	۰/۲۲	۰/۱٤	۰/۱۱	۰/۱۸	۰/۱۵	۰/۲

جدول ۱۰- واریانس مقادیر معیارهای نرمایزه شدهٔ اوّلیه

نام محلّه	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6
A_1	۰/۰۰۲۵	۰/۰۰۵۱	۰/۰۰۱٦	۰/۰۰۱۸	۰/۰۰۱۸	۰/۰۰۲۵
A_2	۰/۰۰۱۹	۰/۰۰۳۳	۰/۰۰۲۵	۰/۰۰۲۳	۰/۰۰۲۰	۰/۰۰۱۹
A_3	۰/۰۰۱٦	۰/۰۰۲۵	۰/۰۰۲۳	۰/۰۰۲۲	۰/۰۰۲۵	۰/۰۰۱۹
A_4	۰/۰۰۲۰	۰/۰۰۳۸	۰/۰۰۲۰	۰/۰۰۱۹	۰/۰۰۲۰	۰/۰۰۲۵
A_5	۰/۰۰۱۸	۰/۰۰٤۱	۰/۰۰۲۱	۰/۰۰۲۲	۰/۰۰۲۲	۰/۰۰۲۰
A_6	۰/۰۰۱۹	۰/۰۰۳۵	۰/۰۰۲۲	۰/۰۰۲۵	۰/۰۰۲۳	۰/۰۰۲۲

- محاسبهٔ واریانس‌های $Q^2(Q_i^{(1)})$ ***و*** $Q^2(Q_i^{(2)})$ (جدول ۱۱)

جدول ۱۱- واریانس‌های محاسبه شده برای گزینه‌ها

گزینه	$\sigma^2(Q_i^{(1)})$	$\sigma^2(Q_i^{(2)})$
A_1	۰/۰۰۰٤٦	۰/۰۲۰
A_2	۰/۰۰۰۳٦	۰/۰۱۸
A_3	۰/۰۰۰۳۳	۰/۰۱۷
A_4	۰/۰۰۰۳۹	۰/۰۱۸
A_5	۰/۰۰۰۳۸	۰/۰۱۸
A_6	۰/۰۰۰٤۰	۰/۰۱۸

- محاسبهٔ مقدار (λ) ***و*** Q_i ***برای رتبه‌بندی گزینه‌ها***

طبق جدول ۱۲؛ مقادیر محاسبه شدهٔ Q_i نشان می‌دهد محلاّت مجاور رود هلیل، بخش مسکونی بالا دست رود ملنتی و محل تلاقی رود ملنتی و شور امروزه به لحاظ نیاز به انجام اقدامات مهار سیلاب در اولویت اوّل تا سوم هستند. یافته‌ها نشان می‌دهد

اگر در سه دهۀ گذشته بیشترین آسیب‌پذیری جانی، مالی و زیرساختی متوجّه محلاّت مجاور رود هلیل، محلّۀ سرجاز، و محلاّت میانی ملنتی (طبق نتایج مدل WP) بوده است؛ اما از نظر کارشناسی، امروزه محلاّت حاشیۀ هلیل، بالا دست ملنتی و محلّ تلاقی ملنتی و شور، بیشترین حسّاسیت و آسیب‌پذیری را داشته و در اولویت اقدامات برنامه-ریزی و تخصیص بودجه برای مهار سیلاب هستند.

جدول ۱۲- مقادیر (λ) و Q_i برای هر یک از گزینه‌ها

گزینه	λ	Q_i	رتبه‌بندی گزینه‌ها
A_1	۰/۹۷۷	۲/۹۰	۱
A_2	۰/۹۸۰	۲/۸۳	۵
A_3	۰/۹۸۱	۲/۷۹	٦
A_4	۰/۹۷۹	۲/۸٦	۲
A_5	۰/۹۸۰	۲/۸۵	۳
A_6	۰/۹۷۹	۲/۸۹	٤

نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف بررسی وضعیّت گسترش فیزیکی شهر جیرفت در ارتباط با رودخانه‌های سه‌گانه، بررسی وضعیّت آسیب‌پذیری بخش‌های مختلف این شهر از مخاطرۀ سیلاب و اولویت‌بندی محلاّت شهر جیرفت برای سیاست‌گذاری، تخصیص بودجه و اجرای پروژه‌های مدیریت سیلاب انجام شد. نتایج نشان داد هستۀ اولیۀ شهر جیرفت در کنار رودخانۀ هلیل‌رود شکل گرفته و در سه دهۀ اخیر گسترش فیزیکی شهر به سمت دو رودخانۀ شور و ملنتی تشدید شده‌است.

گسترش بدون برنامه در برخی بخش‌ها و دخالت انسان در قالب ساخت و ساز و تخلیۀ زائدات در بستر رودخانه‌ها، برداشت از بستر رودخانه‌ها و تخریب پوشش بستر باعث شده در دهۀ اخیر آثار تخریبی رودخانه‌های شور و ملنتی نیز در کنار هلیل‌رود آشکار شود؛ بنابراین اگر در سه دهۀ پیش شهر جیرفت تنها در مقابل رودخانۀ هلیل

آسیب‌پذیر بود؛ اما امروزه بخش‌هایی از شهر که در حاشیهٔ رود ملنتی واقع است بیشترین هراس را از سیلاب دارند. بر روی رود ملنتی ٦ پل ارتباطی ساخته شده‌است که دو بخش شرقی و غربی شهر را به هم متصل می‌کند.

اقدامات سازه‌ای و دیواره‌های بتنی در حاشیهٔ رودخانهٔ هلیل انجام شده‌است؛ اما رودخانه‌های ملنتی و شور از این تأسیسات برخوردار نیستند. هلیل‌رود، بیشترین اقدامات سازه‌ای را در سال‌های اخیر داشته است؛ با وجود این، امروزه همچنان محلاّت آن تحت خطر سیلاب قرار دارند که با شکسته شدن سد، یا خارج شدن بیش از اندازهٔ آب از بستر سد، سبب خسارات در پایین دست می‌شود. رودخانهٔ شور به دلیل گذر از مسیر جادهٔ اصلی و پل جنگل‌آباد (مسیر اصلی رفت و آمد شهر جیرفت با سایر شهرهای جنوب استان) می‌باشد تا کنون کمترین خسارت جانی و مالی را داشته است؛ اما در دههٔ اخیر با خاک‌برداری و دستکاری بستر رودخانه، گسترش ساخت و سازها و گسترش مزارع در بخش‌هایی از مسیل آن، آسیب‌پذیری بخش‌های مجاور رودخانه بیشتر شده‌است.

به‌منظور آزمون فرضیهٔ اوّل: از یافته‌های مدل WP نتیجه می‌گیریم در سه دههٔ اخیر بیشترین آسیب‌پذیری جانی، مالی و زیرساختی متوجّه محلاّت مجاور رود هلیل، محلّهٔ سرجاز، و محلاّت میانی ملنتی بوده است؛ بنابراین، فرضیهٔ اوّل تحقیق تائید می‌شود؛ همچنین، به‌منظور آزمون فرضیهٔ دوم از تحلیل نظرات کارشناسان به کمک WASPAS نتیجه می‌گیریم امروزه محلاّت حاشیهٔ هلیل، بالادست ملنتی و محل تلاقی ملنتی و شور، بیشترین حساسیت و آسیب‌پذیری را داشته و در اولویت برنامه‌ریزی و تخصیص بودجه برای مهار سیلاب هستند؛ بنابراین، فرضیهٔ دوم نیز تائید می‌شود؛ همچنین، جزئیات ارزیابی در سطح شاخص‌ها نشان داد که بخش‌های حاشیهٔ رود هلیل بیشترین استعداد آسیب‌پذیری را در بین محلاّت شهر جیرفت دارند. البته بیشترین اقدامات و پروژه‌های سازه‌ای نیز در محلاّت هلیل اجرا شده‌است؛ همچنین، شاخص فاصلهٔ

کاربری‌ها نشان داد کاربری‌ها در محلاّت هلیل و ملنتی با بستر رودخانه فاصلهٔ کمی دارند و این امر از دلایل اصلی افزایش آسیب‌پذیری این محلاّت است.

نخستین راهکار برای حفاظت مسیل‌ها و کاهش آسیب‌پذیری؛ استفادهٔ عقلایی و پایدار از امکانات مسیل‌هاست. استفادهٔ عقلایی به صورت زیر ممکن است:

- ممنوعیت چرای دام در علفزارها و نیزارهای بستر رود هلیل در تمامی فصول؛ زیرا ضمن تخریب منظر سبز و زیبای بستر که جاذبهٔ ارزشمند گردشگری است، آسیب پذیری دیواره و کف مسیل را در برابر جریان آب در فصل بارندگی زیاد می‌کند.
- می‌توان بافت محلّه‌ای جدا شده را از طریق معبر سبز مشجّر با کاربری گذران اوقات فراغت به‌هم پیوند داد.
- ایجاد محیط مناسب برای حفظ و سلامت بیوتا (بیوتیپ) شهری گیاه و جانور.
- ایجاد کریدورهای طبیعی و بهبود جریان هوا، تهویه و تخلیه آلودگی هوا.
- ایجاد محیط دارای توان تفرّج و منظر مناسب و آرام‌بخش به هنگام جریان آب.
- توسعهٔ فضای سبز طبیعی به منظور گردشگری در فصل قطعی جریان آب.

در راستای اقدامات سازه‌ای و حفاظتی نیز می‌توان پیشنهادهای زیر را ارائه کرد:

- اصلاح مسیر و مقطع رودخانه‌ها به‌منظور افزایش قدرت انتقال و ظرفیت هیدرولیکی مسیل‌ها و کاهش تراز سطح آب (تسریع عبور جریان آب از شهر)؛ به این منظور می‌توان به لایروبی بخش پایین‌دست رود هلیل، محل تقاطع ملنتی و شور و بخش میانی ملنتی در اسرع زمان اشاره کرد.
- ایجاد کانال‌های جمع‌آوری آب‌های سطحی (سیلاب‌رودهای کمکی) جهت هدایت بخشی از سیلاب به نهرها یا کانال‌هایی که به طور مصنوعی حفر گردیده و از مسیر دلخواه عبور داده می‌شود. از جملهٔ پروژه‌های لازم در این زمینه می‌توان به ایجاد کانال‌های جمع‌آوری و انتقال آب از بالادست شهر جیرفت به سمت جنوب اشاره کرد که به صورت انشعاباتی از رود ملنتی عمل کنند.
- تبدیل اراضی پست و گود شهر جیرفت به پارک و فضای سبز که در این زمینه می‌توان به ایجاد پارک طبیعی با کاشت جنگل‌های بومی (کُنار، کهور و گز) در حد

فاصل رود شور با حاشیهٔ شهر جیرفت اشاره کرد. متأسفانه اخیراً در این قسمت به گسترش مزارع کشاورزی و ایجاد معادن شن و ماسه اقدام شده‌است.

- ایجاد دیواره‌های بتنی موازی با دیوارهٔ گیاهی در حاشیهٔ مسیل‌ها به ویژه در حاشیهٔ هلیل و ملنتی، بخش بالادستی و میانی رود ملنتی به دلیل شکننده بودن حاشیهٔ رودخانه بیشترین نیاز را به اجرای این پروژه‌ها دارد.
- ایجاد پل روگذر به تعداد بیشتر در بخش بالادست رود ملنتی و رود هلیل.
- ممانعت از ساختمان‌سازی در اراضی حاشیهٔ رودها به ویژه بخش پایین‌دست رود شور و بالادست ملنتی.
- ایجاد سطوح نفوذپذیر در حاشیهٔ شهر و حتی‌الامکان عدم تبدیل زمین‌های آزاد به سطوح نفوذناپذیر
- ایجاد استخرهای خاکی و حوضچه‌های ذخیرهٔ موقت روانآب در حاشیهٔ شهر.
- جدیّت ادارات منابع طبیعی در اجرای پروژه‌های آب‌خیزداری در بالادست رودخانه‌های سه‌گانه به‌ویژه رودخانهٔ ملنتی که نیاز مبرم به سیل‌بند، بانکت، چالهٔ هلالی تزریق مصنوعی و سدهای خاکی کوچک مقیاس دارد.

فهرست منابع

١. بهتاش، محمدرضا. کی‌نژاد، محمدعلی. پیربابایی، محمدتقی. عسگری، علی. (۱۳۹۲). **ارزیابی و تحلیل ابعاد و مؤلفه‌های تاب‌آوری کلانشهر تبریز.** نشریهٔ هنرهای زیبا- معماری و شهرسازی، دورهٔ ۱۸، شمارهٔ ۳، صص٤٢-٣٣.

٢. پیشگاهی‌فرد، زهرا. اقبالی، ناصر. فرجی‌راد، عبدالرضا. بیگ‌بابایی، بشیر. (۱۳۹۰). **مدل‌سازی مناطق خطرپذیر به کمک AHP جهت مدیریت بحران شهری.** فضای جغرافیایی، صص ۳۷.

٣. تقوایی، مسعود. سلیمانی، فهیمه. (۱۳۹۰). **مدیریت بحران شهری با تأکید بر سیل.** فصلنامهٔ علمی سپهر، دورهٔ ۲۰، مجلهٔ سپهر، شمارهٔ۷۹.

٤. حیدری، علی. صادقیان، افتخار جوادی، محمدصادق. نیک‌فال، الهام. (۱۳۸۵). **سیمای طرح جامع کنترل سیلاب در رودخانه‌های دز و کارون.** نشر کارگاه همزیستی با سیلاب.

٥. روستا، مجتبی. ابراهیم‌زاده، عیسی. ایستگلدی، مصطفی (١٣٩٦). **تاب‌آوری کالبدی در برابر زلزله (نمونهٔ موردی: بافت فرسودهٔ شهر زاهدان).** مجلهٔ جغرافیا و توسعه، شمارهٔ ٤٦، صص ١٨-١.

٦. لطفی، حیدر. جعفری، مهتاب. (۱۳۹۰). **فرایند ایمن‌سازی شهری جهت مقابله با مخاطرات طبیعی (سیل).** فصلنامهٔ علمی پژوهشی فضای جغرافیایی، شمارهٔ ٣٦.

٧. مطالعات کنترل سیل حوزهٔ شهری جیرفت، گزارش، تلفیق و نتیجه‌گیری. **(۱۳۸۲).** مشاور: دکتر مجید حیدری‌زاده، وزارت جهاد کشاورزی، مدیریت آبخیزداری.

8. Colditz, F., Thomas, L., Ashley, G., (2008). **Municipal council of Municipal, Council of Colifornia**. City of Palosverdes Estates Neigh borhood compatibility Application.
9. Locas Chris, Fischenich, J., Karecha, jay., (2007). **Controlling urban sprawl: some experiences from Liverpool.** Cities, Vol.23. No.5.
10. Ginevicius, R.A., (2011). **New Determining Method for the Criteria Weights in Multi criteria Evaluation, Journal of**

Information technology & Decision Making. Vol.10. No.6, pp.1067–1095.

11. Miller, D.W., Starr, M.K., (2012). **Executive Decisions and Operations Research**. Englewood Cliffs, NJ, U.S.A., Prentice-Hall, Inc.
12. Mirza, M., (2001). **Global warming and changes in the phrohability of occur ente of floods in Bangladesh and imply cations Global Enviromental changes**. Vol.12, pp.137-138.
13. Saparauskas, J., Zavadskas, E. K., Turskis, Z. (2011), **Selection of Facade's Alternatives of Commercial and Public Buildings Based on Multiple Criteria**. International Journal of Strategic Property Management, 15(2), pp.189–203.
14. Simanaviciene, R., Ustinovicius, L.A. (2011). **New Approach to Assessing the Biases of Decisions Based on Multiple Attribute Decision Making Methods**. Electronics & Electrical Engineering.
15. Stephen, R., (2002). **Hydrologi c Investigation by the U.S. Ge ological Survey Following the 1996 and 1997 Flood in the Upper Yellowstone River.** Montana. American Water Resources Association 19th Annual Montana Section Met ting, Section One, pp.1-18.
16. Taleai, M., Sharifi, A., Sliuzas.Rmesgari, M., (2008). **Evaluating the compatibility of multi- function al and intensive urban land user.** International Journal of Applied Earth observation and Geo Information 9(4).
17. Triantaphyllou,E., Baing, K., (2004). **The Impact of Aggregating Benefit and Cost Criteria in Four MCDA, Dept**. Industrial and Manufacturing System Engineering Louisiana State University, IEEE Transaction on Engineering Management.
18. Zavadskas. E, Turskis, Z., Antucheviene, J., (2012). **Optimization of Weighted Aggregated Sum Product Assessment.** Electronics and Electrical Engineering Electronics IR Electro technical, No6.
19. Tran, P.N., Boukhatea, N., (2009). **Comparison of MADM Decision Algorithms for Interface Selection in Heterogeneous Wireless Networks**. Computer Science & Network Department, TELECOM ParisTech, 46 rue Barrault, 75013 Paris, France.