جغرافیا و توسعه شمارهٔ ۵۴ بهار ۱۳۹۸
وصول مقاله : ۹۵/۰۷/۲۶
تأیید نهایی :۹۷/۰۸/۱۹
صفحات : ۱۰۶-۹۱

تحلیل مناطق بالقوه در معرض مخاطرهٔ سیلاب شهری
مطالعهٔ موردی: شهر زاهدان

ابوالفضل آبیل[1]، دکتر تقی طاوسی[2]، دکتر محمود خسروی[3]

چکیده
هدف این پژوهش، بررسی رابطهٔ سیلاب‌های شهری با عوامل ساختاری و محیطی شهر زاهدان در راستای سنجش آسیب‌پذیری محیطی است. عوامل ساختاری که برای مکان‌یابی در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفت، عبارت‌اند از: توپوگرافی، شیب، کاربری اراضی و مسیل که هر کدام به‌صورت نقشه و به‌عنوان یک فاکتور با تکنیک GIS و با روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) وزن‌دهی و همپوشانی شده‌اند. تعیین میزان تقدم فاکتورها نسبت‌به یکدیگر با استفاده از پرسشنامه و به روش دلفی صورت گرفته است و به کمک نرم‌افزار expert choice فاکتورها دوبه‌دو با یکدیگر مقایسه و میزان ناسازگاری آن‌ها به کمتر از ۰/۱ رسیده است. پس از انجام مراحل هم‌پوشانی، نقشهٔ پهنه‌بندی خطر سیلاب در محدودهٔ شهر زاهدان تهیه شد. نتایج به‌دست‌آمده از نقشهٔ نهایی مکان‌یابی نقاط در خطر سیل نشان می‌دهد که حدود ۱ درصد از اراضی سطح شهر زاهدان در پهنهٔ خطر خیلی‌زیاد، ۱۷ درصد در محدودهٔ خطر نسبتاً زیاد، ۴۲ درصد در محدودهٔ عادی، ۲۸ درصد در محدودهٔ کم‌خطر و ۱۲ درصد در محدودهٔ خیلی کم‌خطر قرار دارد؛ ازاین‌رو با توجه به نقش مؤثر عوامل ساختاری، محیطی و اقلیمی در ایجاد رواناب و سیل‌خیزی شهر زاهدان، آسیب‌پذیرترین مناطق شهر در برابر خطر سیلاب و رواناب مشخص شده است. این مناطق شامل قسمت‌های انتهایی خیابان‌های مرادقلی و رزمجومقدم همچنین ابتدای خیابان‌های امام خمینی، سعدی و قسمت زیادی از خیابان شهید رجایی است.

واژه‌های کلیدی: سیلاب، مخاطرات محیطی، زاهدان، مکان‌یابی.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مخاطرات محیطی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران abolfazl.abil@gmail.com
۲- استاد اقلیم‌شناسی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران* t.tavousi@gep.usb.ac.ir
۳- استاد اقلیم‌شناسی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران khosravi@gep.usb.ac.ir

مقدمه

بررسی جنبه‌های مختلف زندگی انسان در گسترۀ زمین گویای این است که به‌گونه‌ای با پدیده‌های آب و هوایی پیوند دارد و هنگام برنامه‌ریزی برای زندگی انسان، شناخت آن‌ها از ضرورت‌های اولیه محسوب می‌شود *(فرجزاده، ۱۳۹۲: ۵)*. سیل یکی از آسیب‌های طبیعی شناخته شده است که براساس گزارش پایگاه دادۀ بین‌المللی مخاطرات در زمینۀ بلایای طبیعی، به‌همراه زلزله و خشکسالی بالاترین رتبه را ازنظر زیان‌های مالی و جانی درپی دارد *(پایگاه دادۀ بین‌المللی مخاطرات*[1]*، ۲۰۱۶)*. حداقل یک‌سوم خسارات ناشی از نیروهای طبیعی سیارۀ زمین را می‌توان به جاری‌شدن سیل نسبت داد *(Rashid, 2011:35)*.

افزایش جمعیت، گسترش صنایع، گسترش شهرنشینی و توسعۀ ساخت‌وسازهای شهری باعث‌شده تا تغییرات شدیدی در مورفولوژی حوضه‌های آبریز پدید آید. همچنین تسطیح زمین، تجاوز به حریم رودخانه‌ها و مسیل‌ها، باعث تغییر الگوی زهکشی طبیعی و جاری‌شدن جریان در سطح شهر می‌شود *(سپهر و کاویان، ۱۳۹۳: ۱۲۶)*. رشد سریع شهرسازی و توسعۀ زیرساخت‌ها، سیلاب را در نواحی شهری بیشتر و شدیدتر کرده است *(Bhattacharya, 2010:12)*. پیامد این پدیده، تشدید خطر سیل‌خیزی و آب‌گرفتگی گذرگاه‌ها و افزایش هزینه‌های نگهداری شهر شده و خسارات احتمالی جانی و مالی را افزایش داده است. پیشروی شهرها در حوضه‌های آبریز، سبب افزایش سطوح نفوذناپذیر، افزایش حجم رواناب و سیلاب، کاهش زمان تمرکز، افزایش دبی اوج لحظه‌ای و تغییر کیفیت رخداد سیلاب‌های شهری شده است *(قهرودی تالی و همکاران، ۱۳۹۵: ۲۲)*.

سیلاب یکی از ویرانگرترین مخاطرات آب و هوایی است که جبران پیامدهای آن به‌ویژه در شهرها که جلوه‌های توسعۀ انسانی در آنجا چشمگیر است، هزینه‌های کلانی به بار می‌آورد. به هر روی، توسعه شهرنشینی به‌ویژه در حاشیۀ مسیل‌ها بر خسارات سیل در دهه‌های گذشته افزوده است *(قهرودی‌تالی، ۱۳۹۱: ۲)*.بررسی شدت خطرپذیری بخش‌های گوناگون شهری و اهتمام به برنامه‌ریزی مدیریت سیلاب‌های شهری در راستای پرداختن به مسائل شهری به‌منظور حفظ محیط زیست انسان از اهمیت بارزی برخوردار است *(صادق‌لو و سجاسی‌قیداری، ۱۳۹۳)*؛ از این جهت که جمع‌آوری و دفع رواناب‌های ناشی از بارندگی در مسیل رودخانه‌ها درواقع نوع اقدامات ایمنی، بهداشت و رفاهی تلقی می‌شود *(قنواتی و همکاران، ۱۳۹۱: ۱۲۱)*. پژوهش‌ها گویای این است که نخستین گام کاهش پیامدهای زیانبار سیل، شناخت مناطق سیل‌گیر و پهنه‌بندی این مناطق از لحاظ ضریب آسیب‌پذیری نقاط سیل‌گیر است تا بتوان براساس نتایج به‌دست آمده با مدیریت یک‌پارچه و برنامه‌ریزی شهری جامع مانع از پیامدهای زیانبار سیلاب‌های شهری شد *(احمدزاده، ۱۳۹۴:۲)*.

پژوهش‌های فراوانی در راستای بررسی، پهنه‌بندی و مدیریت عوامل و پیامدهای سیل به‌ویژه در مناطق شهری انجام شده است که به اختصار به چند مورد آن اشاره می‌شود. لانگ و همکاران (۱۹۹۷) در منطقۀ ماهانادی واقع در اوراسیای هندوستان،پهنه‌بندی سیل را به‌منزلۀ یک روش غیرسازه‌ای مدیریت و کنترل آن معرفی کردند. کوریا و همکاران (۱۹۹۹) نقش کنترل کاربری زمین حوضه‌هایی را که با توسعۀ شهری همراه است و در معرض خطر سیل هستند، مورد ارزیابی قرار دادند. پلات و همکاران (۲۰۰۲) پهنه‌بندی خطر سیل را برای ساماندهی و مدیریت خطرهای ناشی از عوامل طبیعی و زیست‌محیطی ضروری می‌دانند. وینار و همکاران (۲۰۰۷) تغییرات مکانی خاک، کاربری زمین، بارش و شیب برای جمع‌آوری رواناب در حوضۀ پوتشینی رودخانۀ توکلا در آفریقای جنوبی را بررسی کردند.

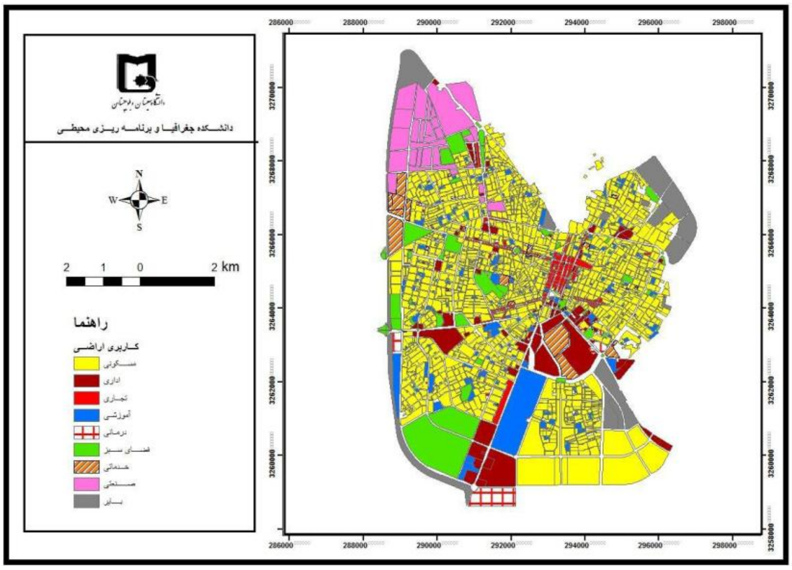
1- The International Disaster Database (EM-DAT)

در ایران خسروی (۱۳۷۱) نقش توسعه شهر زاهدان بر افزایش شدت سیلاب‌ها را بررسی نمود نتایج نشان داد که گسترش بی‌رویۀ شهر زاهدان باعث کاهش زمان تمرکز و تأخیر هیدروگراف سیل شده و شهر را در مقابل سیلاب آسیب‌پذیرتر نموده است.

نگارش و همکاران (۱۳۸۸) گسترش شهر سقز و اثرات آن بر سیل‌خیزی حوضۀ آبریز چم سقز را مطالعه و پیامد گسترش غیراصولی شهری را سیل‌خیزی بیان کردند. طاهری (۱۳۸۸) با بررسی لایه‌های رقومی حوضۀ آبی شهر دارابف توجه مدیران و برنامه‌ریزان را به ساخت آبراهه‌ها و پل‌های شهری بر پایۀ دبی سالانۀ حوضه جلب کرده است. چابک بلداجی و همکاران (۱۳۸۹) مکان‌یابی عرصۀ پخش سیلاب حوضۀ آبخیز عشق‌آباد طبس را مورد مطالعه قرار دادند. عشقی‌زاده و همکاران (۱۳۸۹) برای مقابله با مشکلات سیل‌گیری شهرها، بررسی منشأ و عوامل مؤثر بر سیلاب شهری را به‌عنوان «شناسنامۀ سیل‌گیری شهر» پیشنهاد کردند. امیر احمدی و همکاران (۱۳۹۰) بیشترین آسیب‌پذیری سیلاب را در بافت قدیمی و فرسودۀ شهر سبزوار بیان کردند. هدف این پژوهش بررسی رابطۀ سیلاب‌های شهر زاهدان با عوامل ساختاری و محیطی است که در راستای شناسایی و سنجش آسیب‌پذیری محیطی دنبال می‌شود. در اینجا، منظور از عوامل ساختاری شامل ناهمواری، شیب زمین، نوع کاربری زمین و ویژگی مسیل‌هایی است که بستر ساختاری سازه‌های شهری زاهدان را فراهم کرده است.

موقعیت جغرافیایی شهرستان زاهدان

زاهدان در جنوب شرق ایران، مرکز استان سیستان و بلوچستان است و دارای مختصات جغرافیایی بین طول‌های ۶۰ درجه و ۴۸ دقیقه تا ۶۰ درجه و ۵۴ دقیقۀ شرقی و بین عرض‌های ۲۹ درجه و ۲۶ دقیقه تا ۲۹ درجه و ۳۲ دقیقۀ شمالی قرار دارد. وسعت شهرستان زاهدان ۳۶۵۸۱ کیلومتر مربع و محدودۀ قانونی شهر درحال حاضر حدود ۶۴۰۰ هکتار است. شکل (۱) موقعیت شهرستان زاهدان را در کشور ایران نشان می‌دهد. متوسط ارتفاع شهر زاهدان از سطح دریا ۱۴۱۶ متر است *(آبیل، ۱۳۹۴: ۱۲)* و شیب عمومی در سطح شهر حدود ۵٪ است (شکل ۳)، (شکل ۶).



شکل ۱: نقشۀ شهر زاهدان

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۵

داده‌ها و روش‌شناسی

نخست نقشه‌های طرح جامع و کاربری سال ۱۳۸۴ از سازمان مسکن و شهرسازی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ تهیه شد. همچنین اطلاعات کاربری زمین و مسیل‌های شهر زاهدان و نقشهٔ نقاط ارتفاعی زاهدان از سازمان فوق تهیه و جمع‌آوری شد. پس از جمع‌آوری داده‌ها، نقشهٔ رقومی ارتفاعی DEM با دقت بالا از لایه‌های فوق تهیه و نقشهٔ شیب، جهت شیب از لایه DEM استخراج شد. به‌منظور تکمیل اطلاعات توصیفی و تکمیل اطلاعات پژوهش مشاهدات میدانی،کتاب‌های جغرافیایی، زمین شناسی، تاریخی و اجتماعی متعددی مورد مطالعه و استفاده قرار گرفت. محاسبات و عملیات برای تعیین مکان‌های خطر در سطح شهر با استفاده نرم‌افزار GIS و تحلیل AHP صورت گرفته که با استفاده از تکنیک AHP تقدم فاکتورها نسبت به هم مشخص و به‌وسیلهٔ نرم‌افزار EXPERT CHOISE وزن آن‌ها تعیین و درنهایت تلفیق لایه‌ها در نرم‌افزار GIS صورت گرفت. در نقشهٔ مکان‌یابی، آسیب‌پذیرترین نقاط شهر در برابر سیلاب‌های دوره‌ای مشخص شده است. مراحل انجام آن به‌صورت سلسله‌مراتبی در شکل (۲) به‌طور خلاصه نمایش داده شده است.

شکل ۲: چارت سلسله‌مراتب مکان‌یابی با روش AHP

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۵

فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی[1] یکی از معروف‌ترین فنون تصمیم‌گیری چندمنظوره است که اولین بار توسط توماس‌ال‌ساعتی عراقی‌الاصل در دههٔ ۱۹۷۰ ابداع شد. این روش در هنگامی که عمل تصمیم‌گیری با چند گزینهٔ رقیب و معیار تصمیم‌گیری روبه‌روست، می‌تواند استفاده شود. معیارهای مطرح‌شده می‌توانند کمّی و کیفی باشند.اساس‌این روش تصمیم‌گیری بر مقایسات زوجی نهفته است *(آذر و معماریانی، ۱۳۷۴: ۲۲).* تصمیم‌گیرنده با فراهم‌آوردن درخت سلسله‌مراتب تصمیم آغاز می‌کند. درخت سلسله‌مراتب تصمیم، عوامل مورد مقایسه و گزینه‌های رقیب مورد ارزیابی

1-Analytical Hierarchy process-AHP

در تصمیم را نشان می‌دهد. سپس یک‌سری مقایسات زوجی انجام می‌گیرد. این مقایسات وزن هر یک از فاکتورها را در راستای گزینه‌های رقیب مشخص می‌سازد. درنهایت منطق AHP به‌گونه‌ای ماتریس‌های حاصل از مقایسات زوجی را با همدیگر تلفیق می‌سازد که تصمیم بهینه حاصل آید. سرانجام این تحلیل امکان بررسی سناریوهای مختلف را به پژوهشگران را می‌دهد *(ساعتی، ۱۳۹۱: ۵۵)*.

رتبه‌بندی معیارها

فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی یکی از جامع‌ترین سیستم‌های طراحی‌شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است؛ زیرا این تکنیک امکان فرمول‌کردن مسائل را به شکل سلسله‌مراتبی مهیا می‌کند؛ علاوه‌بر این، بر مبنای مقایسهٔ زوجی بنا نهاده شده و قضاوت‌ها و محاسبات را تسهیل‌کرده و میزان سازگاری و ناسازگاری تصمیم را نشان می‌دهد که از مزایای این تکنیک در تصمیم‌گیری چندمعیاره است *(قدوسی، ۱۳۹۰: ۱۱۰)*. فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی توسط توماس‌ال‌ساعتی پژوهشگر عراقی‌الاصل، در دههٔ ۱۹۷۰ میلادی براساس تحلیل مغز انسان برای مسائل پیچیده و فازی ارائه کرد *(اصغرپور، ۱۳۷۷: ۳۵)*. این مدل، مدلی مناسب برای مکان‌یابی‌های چندمعیاره محسوب می‌شود که براساس مقایسهٔ زوجی بنا نهاده شده و امکان بررسی معیارهای مختلف را به مدیران و پژوهشگران می‌دهد. از مزایای این تکنیک که هر کدام از معیارها با توجه به اهمیتشان ازطریق تشکیل ماتریس مقایسهٔ زوجی با یکدیگر مقایسه می‌شوند *(اختصاصی و همکاران، ۱۳۹۰: ۱۰۸)*.

در این پژوهش برای رتبه‌بندی کلی و تصمیم‌گیری مناسب برای معیارها از روش دلفی استفاده شده است. ابتدا پرسشنامه رتبه‌بندی معیارها مانند جدول (۱) تهیه و در اختیار کارشناسان قرار گرفت بدین صورت که هر یک از کارشناسان در مقایسهٔ زوجی معیارها نظر خود را به معیار ارجح‌تر می‌دهند.

این پرسشنامه به‌منظور وزن‌دهی و رتبه‌بندی معیارها و زیرمعیارهای اصلی برای مکان‌یابی نقاط در خطرسیلاب در شهر زاهدان در راستای انجام پژوهشی علمی طراحی شده است و ساختار آن مبتنی‌بر تکنیک فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی AHP است که اساس آن بر مقایسات زوجی استوار است. در این روش وزن هر معیار با درجهٔ تقدمی که با مقادیر کمی بین ۱ تا ۹ معادل شده‌اند، به‌دست می‌آید. معادل عددی متغیّرهای زبانی که از دیدگاه تصمیم‌گیرنده نشان‌دهندهٔ میزان اهمیت یک معیار نسبت به معیار دیگر است، در جدول (۲) نشان داده شده است. براساس مطالعات جغرافیایی و سوابق سیلاب در شهر زاهدان متغیّرهای نزدیکی به مسیل‌ها، کاربری زمین، ارتفاع منطقه و شیب منطقه به‌عنوان متغیّرهای اصلی تأثیرگذار در افزایش ریسک خطر سیلاب به کارشناسان معرفی و از آن‌ها خواسته شد که تقدم اولویت خطر را به‌صورت زوجی به روش سلسله‌مراتبی و مقیاس ۱ تا ۹ ارزش‌گذاری کنند (جدول ۱). در این جدول مقدار عدد ۹ بالاترین تقدم و مقدار ۱ نبود تقدم بین دو متغیّر است.

جدول ۱: پرسشنامهٔ رتبه‌بندی وزن معیارهای اصلی

مسیل	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	کاربری
مسیل	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	ارتفاع
مسیل	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	شیب
کاربری	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	ارتفاع
کاربری	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	شیب
ارتفاع	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	شیب

مأخذ : نگارندگان، ۱۳۹۵

جدول ۲: ماتریس ارزش‌گذاری برای مقایسهٔ زوجی

ارزش کمّی	ارزش کیفی
۱	اهمیت کم
۲	اهمیت کم تا متوسط
۳	اهمیت متوسط
۴	اهمیت متوسط تا زیاد
۵	اهمیت زیاد
۶	اهمیت زیاد تا خیلی‌زیاد
۷	اهمیت خیلی‌زیاد
۸	اهمیت خیلی‌زیاد تا شدید
۹	اهمیت شدید

مأخذ: ساعتی، ۱۳۹۱

بحث و نتایج

طبقه‌بندی مجدد لایه‌ها[1]

در هنگام تهیهٔ نقشه‌ها توسط سازمان‌های مختلف، داده‌ها به‌صورت موضوعی تعریف شده‌اند. با توجه به ورودی لایه‌های مختلف با درجه‌بندی‌های متفاوت، نیاز به یکسان‌سازی آن‌ها در ارتباط با هدف و آماده‌سازی آن‌ها برای عملیات هم‌پوشانی به طبقه‌بندی مجدد آن‌ها پرداخته می‌شود. این عمل با استفاده از دستور Reclassify برای طبقه‌بندی مجدد لایه‌های رستری در محیط Arc map صورت می‌گیرد. نقشهٔ فاکتورهای ارتفاع، شیب، کاربری شهری و مسیل عملیات طبقه‌بندی مجدد روی آن‌ها صورت گرفته و برای هر یک از کلاس‌ها ارزشی بین ۱ تا ۹ مطابق جدول (۲) در نظر گرفته شده است. البته این ارزش‌گذاری با توجه به نوع پژوهش و نظر محقق می‌تواند به‌صورت نزولی یا صعودی تنظیم شود.

در این پژوهش رتبه‌بندی مسیل‌های شهری براساس روش استالر صورت گرفته است و سپس به یک لایهٔ رستری با ۹ فاصلهٔ مساوی طبقه‌بندی شده است. همچنین به‌منظور ارزش‌گذاری برای معیارهای شیب، ارتفاع و کاربری اراضی شهر به‌ترتیب مطابق جداول (۳)، (۴)، (۵) و (۶) عمل شده است؛

1-Reclassify

جدول ۳: ارزش‌گذاری کمّی برای معیار شیب

شیب به‌درجه	۱/۲	۳/۶	۶/۷	۱۲	۱۷	۲۳	۳۱	۴۰	۶۶
ارزش کمّی	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۵

جدول ۴: ارزش‌گذاری کمّی برای معیار ارتفاع

ارتفاع به متر	۱۳۱۴	۱۳۶۲	۱۴۱۰	۱۴۵۸	۱۵۰۵	۱۵۵۳	۱۶۰۱	۱۶۴۹	۱۶۹۶
ارزش کمّی	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۵

جدول ۵: ارزش‌گذاری کاربری‌های شهری

کاربری اراضی شهر	ارزش کمّی
مسکونی	۹
اداری	۸
تجاری	۷
آموزشی	۶
درمانی	۵
فضای سبز	۴
خدماتی	۳
صنعتی و کارگاهی	۲
سایر	۱

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۵

جدول ۶: ارزش‌گذاری کمّی برای معیار فاصله از مسیل

فاصله از مسیل (متر)	۳۵۰	۷۰۰	۱۰۵۰	۱۴۰۰	۱۷۵۰	۲۱۰۰	۲۴۵۰	۲۸۰۰	۳۱۵۰
ارزش کمّی	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۵

روش‌های وزن‌دهی

در حالت کلی وزن‌دهی فاکتورها می‌تواند با استفاده از دانش کارشناسی صورت گیرد. در روش دانش کارشناسی، از تجربه و دانش کارشناسان متخصص در زمینۀ کاربرد موردنظر درجهت وزن‌دهی به معیارها (فاکتورها) استفاده می‌شود.برخی از روش‌های وزن‌دهی که به‌طور کلی در تصمیم‌گیری‌های چند معیاره و با استفاده از دانش کارشناسی صورت می‌گیرد، عبارت‌اند از: روش Ranking که در آن وزن‌دادن به معیارها براساس نظر تصمیم‌گیرنده است، روش Rating که تصمیم‌گیری وزن معیارها را براساس یک مقیاس ازپیش‌تعیین‌شده، تخمین می‌زند و روش مقایسۀ زوجی که بخشی از روش AHP است. در روش وزن‌دهی مقایسۀ زوجی، معیارها دو به دو با یکدیگر مقایسه شده و اهمیت آن‌ها نسبت به یکدیگر تعیین می‌شود. در این پژوهش یک‌سری مقایسۀ دوبه‌دویی از اهمیت نسبی معیارها برای ارزیابی مورد نظر به‌عمل آمده است. این مقایسه‌های دوبه‌دویی برای ایجاد یک‌سری وزن‌ها (که

جمع جبری آن‌ها برابر با یک است)، تحلیل می‌شوند *(تقوایی‌وغفاری، ۱۳۸۵: ۴۷)*.

وزن‌های نسبی به‌دست‌آمده برای هر یک از معیارها، داده‌های ورودی اصلی برای تحلیل ارزیابی چندمعیاره در محیط GIS هستند. برای تعیین درجه دقت و صحت وزن‌دهی، از شاخص سازگاری (C.I) استفاده می‌شود که بر مبنای رویکرد بردار ویژهٔ تئوری گراف محاسبه می‌شود *(Saati, 1980: 5)*. چنانچه شاخص سازگاری معادل ۰/۱ یا کمتر از آن باشد، وزن‌دهی صحیح بوده؛ در غیر این صورت وزن‌های نسبی داده‌شده به معیارها بایستی تغییر یابند و وزن‌دهی مجدداً باید انجام شود. سپس یک ماتریس ایجاد می‌شود که ورودی آن همان وزن‌های تعیین‌شده و خروجی آن وزن‌های نسبی مربوط به معیارهاست. به‌طور کلی، این روش وزن‌دهی دارای سه گام اساسی است که عبارت است از: ایجاد ماتریس مقایسهٔ زوجی، محاسبهٔ وزن معیارها و برآورد نسبت سازگاری.

عملیات محاسبهٔ داده‌ها

محاسبهٔ داده‌های پروژه، عملیاتی بسیار طولانی و نسبتاً پیچیده است؛ به‌خصوص اگر تعداد ستون عمودی معیارها و همچنین تعداد جایگزین‌ها و معیارها در سطح افقی گسترده باشد، بر پیچیدگی و طولانی‌شدن عملیات محاسبه افزوده خواهد شد. در این پروژه وزن معیارها و میزان ناسازگاری آن‌ها با نرم‌افزار Expert Choice انجام شده است و ماتریس آن در جداول (۳ تا ۷) نمایش داده شده است.

تلفیق نقشهٔ فاکتورها و تعیین مکان‌های خطر

هدف تلفیق نقشه‌های فاکتور، تعیین مکان‌های در خطر سیل و رواناب است. بهتر است نقشهٔ خروجی حاصل از تلفیق نقشه‌های فاکتور به‌گونه‌ای تهیه شده باشد که مقدار هر پیکسل آن نشان‌دهندهٔ میزان مناسب‌بودن مکان مربوط برای محدودهٔ خطر با درنظرگرفتن تمامی فاکتورهای مؤثر باشد. مقدار ابعاد هرپیکسل در نقشهٔ خروجی حاصل از تلفیق نقشه‌های فاکتور، باید متناسب با وسعت منطقهٔ مورد مطالعه تعیین شود. در این پژوهش ابعاد هر پیکسل برای همهٔ نقشه فاکتورها ۱۰×۱۰ درنظر گرفته شده است، یعنی هر پیکسل محدوده‌ای برابر با ۱۰۰ مترمربع را نمایش می‌دهد.

انجام مدل همپوشانی به دو روش امکان‌پذیر است. در هر دو روش ابتدا به همهٔ فاکتورهای مؤثر براساس اهمیت نسبی و با توجه به نظرات کارشناسی، وزنی اختصاص داده می‌شود. این وزن‌ها به‌صورت اعداد صحیح مثبت یا اعداد حقیقی در یک بازهٔ مشخص، تعیین می‌شوند. در روش اول نقشه‌های ورودی فاکتورها، همانند روش بولین به‌صورت باینری هستند. در این روش، هر نقشه فاکتور یک عامل وزنی منفرد دارد و برای ترکیب با نقشه‌های دیگر، فقط در عامل وزنی خودش ضرب می‌شود. اهمیت کلاس‌های مختلف موجود در یک نقشه فاکتور، در روش اول یکسان درنظر گرفته می‌شود. روش دوم انعطاف‌پذیری بیشتری نسبت به روش اول دارد. در این روش علاوه بر این که به هر یک از نقشه‌های ورودی وزنی اختصاص می‌یابد، به هر یک از کلاس‌ها و واحدهای مکانی موجود در هر نقشه فاکتور نیز، براساس اهمیت نسبی و نظرات کارشناسی وزنی داده می‌شود. به‌عبارتی، کلاس‌های مختلف موجود بر یک نقشه واحد، دارای وزن‌های متفاوت هستند.

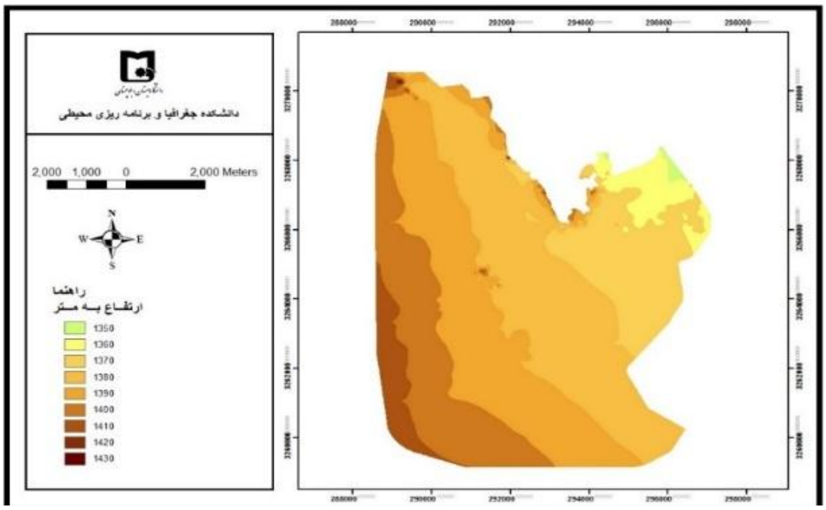
در این پژوهش پس از انجام مراحل طبقه‌بندی مجدد لایه‌ها، وزن نهایی آن‌ها به‌وسیلهٔ نرم‌افزار Expert choise مشخص شده است. مرحلهٔ همپوشانی وزنی[1] لایه‌ها در محیط Arc map انجام می‌شود. نقشهٔ خروجی به‌صورت رستر است که مجدداً کلاس‌بندی و ارزش‌گذاری می‌شود و درنهایت به یک نقشهٔ برداری

1-Weighted overlay

تبدیل می‌شود. پس از اتمام مراحل کلاس‌بندی و طبقه‌بندی مجدد مراحل تحلیل بر روی نقشهٔ (لایه) آماده‌شده برای تعیین مکان‌های مناسب و نامناسب آغاز می‌شود. هدف تلفیق نقشه‌های فاکتور در این پژوهش، تعیین محدودهٔ خطر و فاصله از مسیل‌هاست.

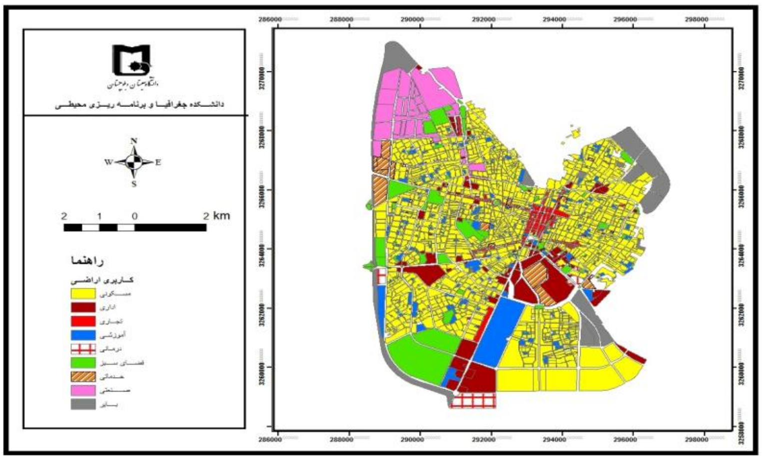
تعیین مناطق در خطر سیل و رواناب در شهر زاهدان

یکی از مهم‌ترین عملیاتی که امروزه در زمینهٔ کاهش مخاطرات ناشی از جریان سیلاب و رواناب در مناطق شهری و روستایی صورت می‌گیرد، پهنه‌بندی و مکان‌یابی مناطق پرخطر در معرض سیل و رواناب است. از آنجایی که حوضهٔ آبریز شهر زاهدان شرایط و ویژگی‌های سیل‌خیزبودن را دارد، با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی اقدام به تهیهٔ نقشهٔ مکان‌یابی مناطقی که در خطر بسیار زیاد سیلاب و رواناب در این شهر هستند، صورت گرفت. در این پژوهش از ۴ معیار اصلی برای مکان‌یابی مناطق در خطر سیل و رواناب استفاده شد که عبارت‌اند از: ۱- عامل ارتفاع، ۲- عامل شیب، ۳- کاربری اراضی، ۴- مسیل‌های ورودی به شهر. شکل (۳) موقعیت ارتفاعی زاهدان را در سطح منطقه نمایش می‌دهد. حداکثر و حداقل ارتفاع آن بین ۱۳۵۰ تا ۱۴۳۰ متر است. شکل (۴) کاربری‌های مختلف شهری را نشان می‌دهد، شکل (۵) فاصله از مسیل‌های داخل شهر را نمایش می‌دهد و نشان می‌دهد که زاهدان بر روی یک پهنهٔ سیل‌خیز استقرار یافته است که در این نقشه فاصلهٔ رتبه‌ها از یکدیگر ۳۵۰ متر است و شکل (۶) وضعیت شیب‌های طبیعی را در سطح حوضه نمایش می‌دهد و مشخص می‌کند که زاهدان بر روی یک سطح بسیار کم‌شیب حدود ۵ درصد (۱/۲ درجه) قرار دارد.



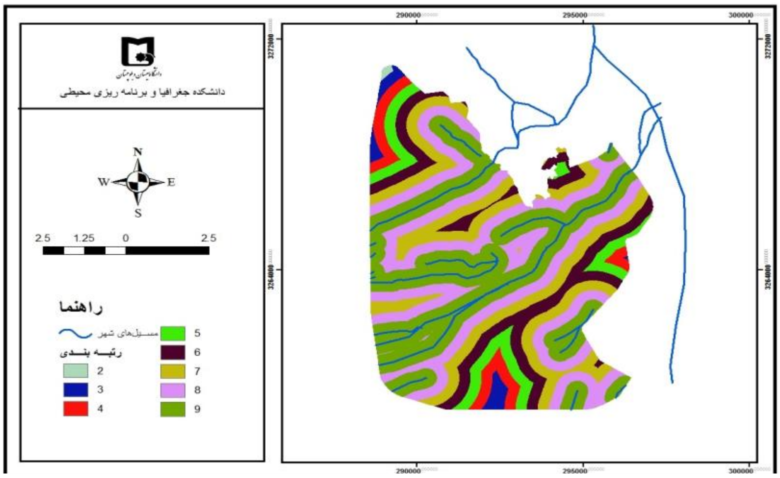
شکل ۳: نقشهٔ ارزش‌گذاری موقعیت ارتفاعی زاهدان

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۵



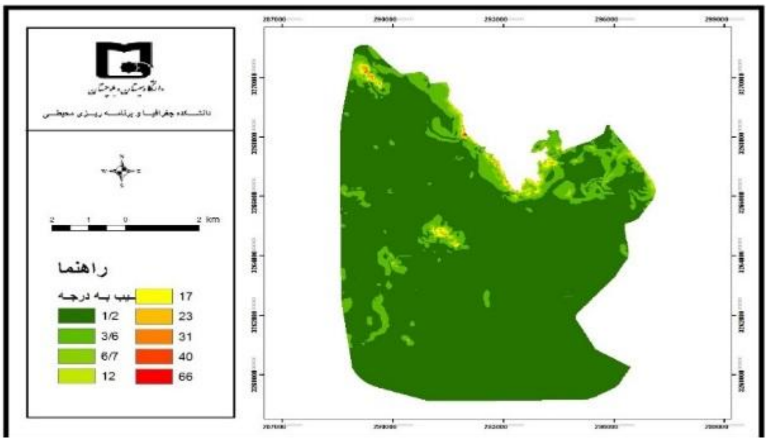
شکل ۴: نقشهٔ کاربری اراضی زاهدان

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۵



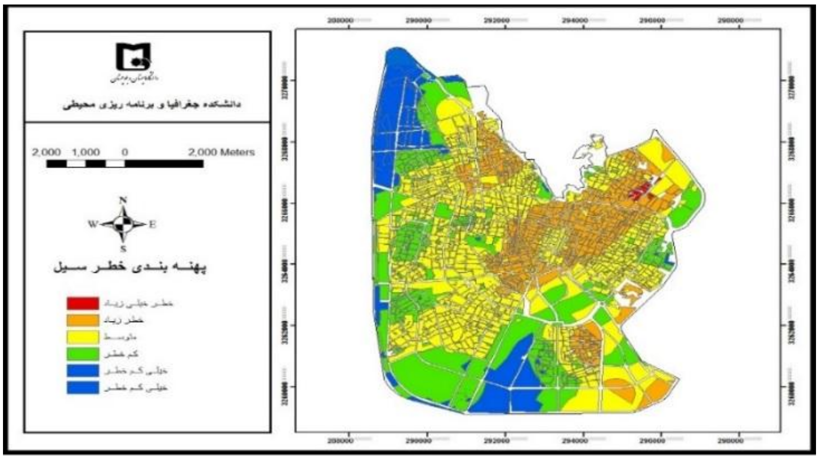
شکل ۵: نقشهٔ ارزش‌گذاری برحسب فاصله از مسیل

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۵



شکل ۶: نقشهٔ شیب زاهدان

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۵



شکل ۷: مناطق در خطر سیل و رواناب

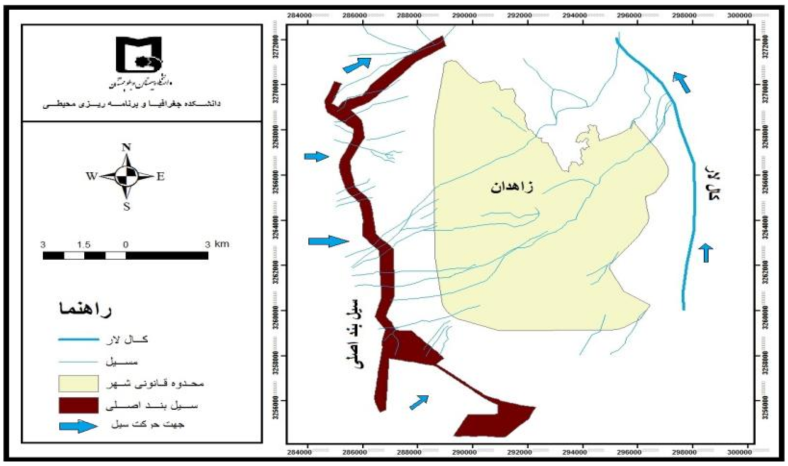
تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۵

جدول ۷: مساحت و درصد محدوده‌های در خطر سیل و رواناب در شهر زاهدان (نگارندگان،۱۳۹۵)

میزان خطر	خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	خیلی کم
مساحت (هکتار)	۱۸	۹۵۵	۲۲۸۰	۱۵۰۲	۶۸۴
درصد	۱	۱۷	۴۲	۲۸	۱۲

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۵

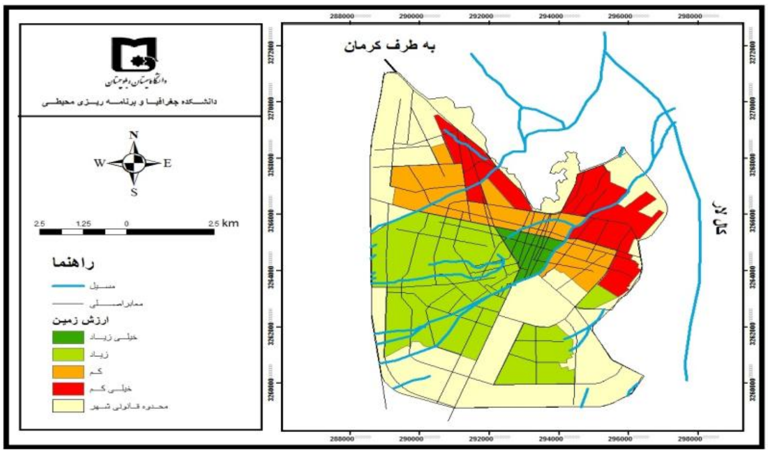
با توجه به شکل (۷) که پهنه‌بندی مناطق در خطر سیلاب و رواناب را در شهر زاهدان نمایش می‌دهد، حدود ۱۸هکتار (۱ درصد) از اراضی شهر زاهدان را در محدودهٔ خطر خیلی‌زیاد، ۹۵۵ هکتار (۴۷ درصد) در محدودهٔ خطر زیاد، ۲۲۸ هکتار (۱۱ درصد) در خطر متوسط، ۱۵۰ هکتار (۷ درصد) در منطقهٔ کم‌خطر، ۶۸۴ هکتار (۳۴ درصد) در منطقهٔ خیلی کم‌خطر نشان می‌دهد. بیشترین نقاط در معرض خطر سیل و رواناب در قسمت‌های انتهایی مسیل‌های شهر واقع شده است و در محدوده‌های شرق و جنوب‌شرق به‌علت ساخت خاکریزها و سیل‌بندهای گستردهٔ خطر تا حد زیادی رفع شده است.



شکل ۸: موقعیت سیل‌بندهای شهر و جهت حرکت سیلاب

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۵

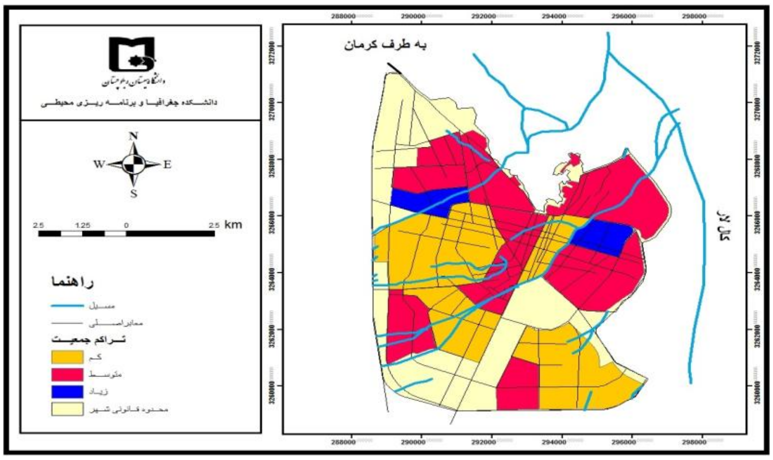
با توجه به سیل‌خیزی شهر زاهدان علاوه بر خاک‌ریزهای متعددی که برای جلوگیری از ورود سیلاب‌ها به شهر ساخته شده است، سیل‌بندهای متعدد و طویلی نیز درجهت جلوگیری از ورود سیلاب‌ها و رواناب‌ها و انحراف مسیر آن‌ها برای شهر زاهدان درنظر گرفته شده است. شکل (۸) موقعیت جهت حرکت رواناب‌ها و موقعیت سیل‌بندهای اصلی که نواحی جنوب غرب، غرب و شمال شرق شهر زاهدان را به‌طور کامل پوشش داده است، نشان می‌دهد.



شکل ۹: ارزش زمین‌های شهر و مسیل‌ها

تهیه و ترسیم : نگارندگان، ۱۳۹۵

شکل (۹) ارزش زمین‌های سطح شهر زاهدان را طبق برآورد سازمان مسکن و شهرسازی نمایش می‌دهد. رنگ زرد بیشترین ارزش را دارد که هستهٔ اولیه و مراکز تجاری شهر را دربرمی‌گیرد. به‌طور کلی با توجه به این نقشه مشخص می‌شود که هرچه شهر به‌سمت مبدأ مسیل‌ها توسعه یافته، ارزش زمین نیز افزایش یافته و زمین‌هایی که در انتهای خروجی مسیل‌های شهر قرار دارند، دارای کمترین ارزش می‌باشند (مناطق سفیدرنگ به‌علت کاربری خاص مانند نظامی، دانشگاهی، صنعتی ارزش آن‌ها برآورد نشده است).



شکل ۱۰: نقشهٔ تراکم جمعیت و مناطق در خطر سیل و رواناب زاهدان

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۵

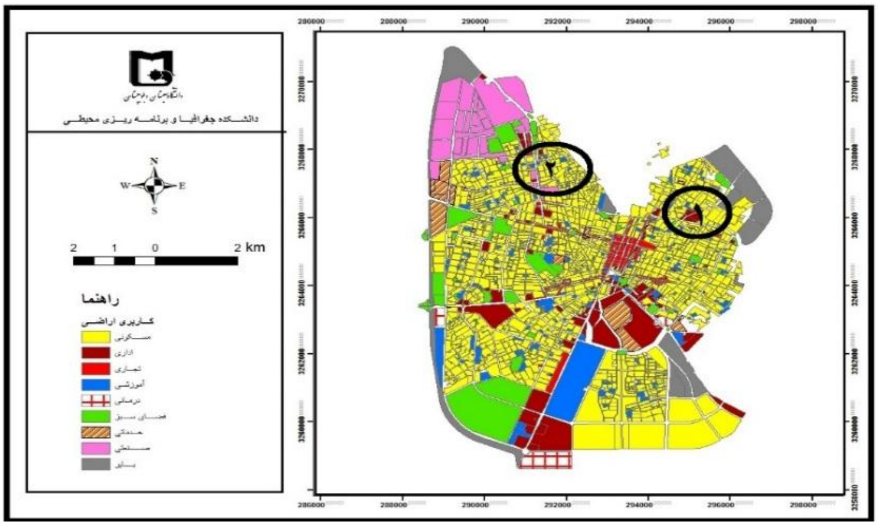
شکل (۱۰) تراکم جمعیت را در مناطق مختلف شهر نشان می‌دهد. مناطق پرجمعیت شهر با تراکم بالای ۲۰۰ نفر و بیشتر بر روی زمین‌های کم‌ارزش که در مسیر مسیل و سیلاب قرار دارند، دیده می‌شوند. جدول (۸) برخی فاکتورهای محاسبه‌شده دربارهٔ خصوصیات فیزیوگرافی، اقلیمی و طبیعی نمایش داده شده است.

عوامل ساختاری، اقلیمی، توپوگرافی، زمین‌شناسی، هیدرولوژی، پوشش گیاهی، تراکم جمعیت و ارزش زمین و سایر عوامل، حساس‌ترین نقاط شهر نسبت‌به آسیب‌پذیری در برابر سیل و رواناب گویای این است که مناطقی که با دایرهٔ سیاه‌رنگ در شکل ۱۱ مشخص‌شده است؛ به‌دلایلی چون ۱- عبور مسیل‌های اصلی، ۲- زمین‌های کم‌ارزش، ۳- تراکم جمعیت بالا، ۴- شیب‌بندی نامناسب معابر و ۵- عدم‌رعایت مسائل بهداشتی، بیشترین آسیب‌پذیری را از خطر سیل و رواناب دارند (شکل ۱۱).

جدول ۸: فاکتورهای محاسبه‌شده دربارهٔ خصوصیات فیزیوگرافی، اقلیمی و طبیعی

ردیف	ویژگی	کمیّت یا کیفیت	ردیف	ویژگی	کمیّت یا کیفیت
۱	ارتفاع متوسط	۱۴۱۶ متر	۷	نفوذپذیری خاک	متوسط
۲	شیب متوسط	۱/۲ درجه	۸	پوشش گیاهی	بسیارضعیف
۳	میانگین بارندگی	۷۶ میلی‌متر	۹	مساحت	۶۴۰۰ هکتار
۴	ضریب تغییرپذیری	بسیار زیاد	۱۰	محیط	۴۰ کیلومتر
۵	جهت غالب شیب	جنوب‌غرب به شمال‌شرق	۱۱	جهت مسیل‌ها	جنوب‌غرب به شمال‌شرق
۶	دورهٔ بازگشت سیل	۱ تا ۳۲ سال	۱۲	حداکثرشدت‌بارندگی‌ماهانه	۳/۶۱

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۵



شکل ۱۱: آسیب‌پذیرترین قسمت‌های شهر در برابر سیل و رواناب

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۵

نتیجه

توسعه بی‌رویهٔ شهر زاهدان بر روی دشت آبرفتی و کاهش سطوح قابل نفوذ به‌وسیلهٔ سطوح شهری خطر افزایش وقوع سیلاب را به دنبال داشته است. این امر باعث آسیب‌پذیری بافت‌های شهری در مقابل این مخاطره محیطی شده است.نتایج نشان می‌دهد که حساس‌ترین نقاط شهر زاهدان نسبت‌به آسیب‌پذیری در برابر سیل و رواناب از عوامل ساختاری، اقلیمی،

توپوگرافی، زمین‌شناسی، هیدرولوژی، پوشش گیاهی، تراکم جمعیت و ارزش زمین متأثر است و ساختارهای شهری از جمله «عبور مسیل‌های اصلی»، «ارزان بودن قیمت زمین»، «تراکم جمعیت بالا»، «شیب‌بندی نامناسب معابر» و «عدم‌رعایت مسائل‌بهداشتی» موجب شده است تا بیشترین آسیب‌پذیری از مخاطرهٔ سیل و رواناب در دو محلهٔ شهر زاهدان متمرکز شود (شکل ۱۱).

نقشهٔ نهایی پهنه‌بندی سیلاب به‌وسیلهٔ فاکتورهای طبیعی نشان می‌دهد که حدود ۱٪ از اراضی شهر در محدودهٔ خطر خیلی زیاد، ۱۷٪ در محدودهٔ خطرزیاد، ۴۲٪ در محدودهٔ متوسط، ۲۸٪ کم‌خطر و ۱۲٪ در محدودهٔ بسیار کم‌خطر قرار دارند. نقشهٔ خطر نشان می‌دهد، مناطق نیمه‌شرقی شهر آسیب‌پذیری بیشتری در برابر سیلاب دارند؛ همچنین با توجه به پایین‌بودن ارزش زمین و تراکم جمعیت بیشتر در نیمهٔ شرقی شهر، آسیب‌پذیری در این قسمت شهر بیشتر محسوس می‌شود. پس با توجه به اینکه سطوح ایزوله‌شدهٔ شهری مانع نفوذ آب به زمین می‌شود و قسمت زیادی از آب‌های ناشی از بارندگی ازطریق ناودان‌های منازل به معابر شهر انتقال داده می‌شود، پیشنهاد می‌شود با ایجاد چاهک‌های جذبی در منازل و معابر شهر حجم زیادی از آب‌ها به زمین نفوذ داده شود. همچنین با ایجاد حوضچه‌های کوچک و بزرگ در اطراف شهر حجم قابل‌ملاحظه‌ای از آب را به زمین نفوذ داد (چنین حوضچه‌هایی در منطقهٔ بم‌پشت سراوان که فاقد هرگونه سفرهٔ آب زیرزمینی و رودخانهٔ دائمی است، وجود دارد و آب موردنیاز شهر ازطریق ذخیرهٔ آب در پشت سدها و دریاچه‌های کوچک و بزرگ تأمین می‌شود). اقدامات سازه‌ای، مدیریتی و آموزشی برای کاهش اثرات سیلاب شهری امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر است.

منابع

- آبیل، ابوالفضل (۱۳۹۴). رابطهٔ مخاطرات ناشی از سیلاب‌های شهری با عوامل ساختاری و محیطی (مطالعهٔ موردی: شهر زاهدان)، پایان‌نامهٔ دورهٔ کارشناسی ارشد. گروه جغرافیای طبیعی. دانشگاه سیستان و بلوچستان.
- آذر، عادل؛ عزیزالله معماریانی (۱۳۷۴). AHP تکنیکی نوین برای تصمیم‌گیری گروهی، فصل‌نامهٔ دانش مدیریت. شمارهٔ ۲۷ و ۲۸. صفحات ۳۲-۲۲.
- احمدزاده، حسن؛ سعید سعیدآبادی؛ الهه نوری (۱۳۹۴). بررسی و پهنه‌بندی مناطق مستعد به وقوع سیل با تأکید بر سیلاب شهری (مطالعهٔ موردی: شهر ماکو)، نشریهٔ هیدروژئومورفولوژی. سال ۱. شمارهٔ ۲. صفحات ۲۳-۱.
- اختصاصی، محمدرضا؛ عادل سپهر (۱۳۹۰). روش‌ها و مدل‌های ارزیابی و تهیهٔ نقشهٔ بیابان‌زایی، انتشارات دانشگاه یزد. ۲۸۸ صفحه.
- اصغرپور، محمدجواد (۱۳۷۷). تصمیم‌گیری چندمعیاره، انتشارات دانشگاه تهران. ۳۹۸ صفحه.
- امیراحمدی، ابوالقاسم؛ صغری کرامتی؛ طیبه احمدی (۱۳۹۰). ریزپهنه‌بندی خطر سیلاب در محدودهٔ شهر نیشابور در راستای توسعهٔ‌شهری، مجلهٔ پژوهش و برنامه‌ریزی‌شهری. سال دوم.شمارهٔ هفتم.صفحات ۱۱۰-۹۱.
- ساعتی ،توماس ،ال (۱۳۹۱). تصمیم‌سازی به روش AHP، ترجمه: علی‌اصغر توفیق. انتشارات مرکز آموزش و تحقیقات صنعتی ایران. ۳۵۴ صفحه.
- خسروی، محمود (۱۳۷۱). نقش توسعه شهری در افزایش شدت سیلاب‌ها، مطالعه موردی شهر زاهدان، مجموعه مقالات هشتمین کنگره جغرافیدانان ایران. دانشگاه اصفهان. گروه جغرافیا. جلد دوم. ۲۶۹-۲۴۶.
- سپهر، عادل؛ راحیل کاویان (۱۳۹۳). طبقه‌بندی تحمل‌پذیری مناطق شهری کلان‌شهر مشهد به مخاطرات محیطی با استفاده از برنامه‌ریزی خطی تعامل تناوبی سیموس (SIMUS)، جغرافیا و مخاطرات محیطی. سال ۳. شمارهٔ ۹. صفحات ۱۴۱-۱۲۵.

- صادق‌لو، طاهره؛ حمداله سجاسی‌قیداری (۱۳۹۳). راهبردهای مدیریت مخاطرهٔ سیل در مناطق روستایی با مدل (SWOC-TOPSIS)، مطالعهٔ موردی: حوضهٔ آبریز قره‌چای رامیان، جغرافیا و مخاطرات محیطی. سال ۳. شمارهٔ ۱۲. صفحات ۱۲۸-۱۰۵.
- طاهری، محمدرضا (۱۳۸۸). استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی در کنترل سیلاب شهری، ژئوماتیک ۱۳۸۸، مدیر مرکز خدمات تخصصی جغرافیا و GIS، جهاد دانشگاهی دانشگاه تهران. صفحات ۸-۵.
- عشقی‌زاده، مسعود، نادر نورا؛ عادل‌سپهری (۱۳۸۹). ارزیابی مکانی مناطق مناسب جمع‌آوری روان‌آب پتانسیل در سیستم حوزهٔ آبخیز، مجلهٔ پژوهش‌های حفاظت آب و خاک. جلد ۷. شمارهٔ ۲. صفحات ۴۵-۳۶.
- تقوایی، مسعود؛ سیدرامین غفاری (۱۳۸۵). اولویت‌بندی در سکونتگاه‌های روستایی با روش AHP (مطالعهٔ موردی: دهستان بازفت)، مجله پژوهشی علوم انسانی دانشگاه اصفهان. دوره ۲۰. شماره ۱. ویژه‌نامه جغرافیا. صفحات ۴۷-۷۴.
- فرج‌زاده، منوچهر (۱۳۹۲).مخاطرات‌اقلیمی ایران، انتشارات سمت. تهران. ۲۱۶ صفحه.
- قدوسی‌پور، حسن (۱۳۹۰). فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی‌تکنیک تهران). ۲۲۴ صفحه.
- قنواتی، عزت‌الله؛ امیر کرم؛ مرضیه آقاعلیجانی (۱۳۹۱). ارزیابی و پهنه‌بندی خطر رخداد سیل در حوضهٔ فرحزاد تهران با استفاده از مدل فازی، مجلهٔ جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی. سال ۲۳. شمارهٔ ۴. صفحات ۱۳۸-۱۲۱.
- قهرودی‌تالی، منیژه (۱۳۹۱). آسیب‌پذیری خطوط ریلی شمال دشت لوت در مقابل سیلاب، جغرافیا و مخاطرات محیطی. سال ۱. شمارهٔ ۲. صفحات ۱۸-۱.
- قهرودی‌تالی، منیژه؛ آنیتا مجیدی‌هروی؛ اسماعیل عبدلی (۱۳۹۵). آسیب‌پذیری ناشی از سیلاب شهری (مطالعهٔ موردی: تهران، درکه تا کن)، جغرافیا و مخاطرات محیطی. سال ۵. شمارهٔ ۱۷. صفحات ۳۵-۲۱.
- نگارش، حسین؛ محمد دارایی (۱۳۸۸). گسترش شهر سقز و اثرات آن بر سیل‌خیزی حوضهٔ آبریز چم سقز، نشریهٔ تحقیقات علوم جغرافیایی. دوره ۱۱شمارهٔ ۱۴. صفحات ۱۶۵- ۱۴۵.
- Bhattacharya, N (2010). Flood Risk assessment in Barcelonnette, France. Master of science thysis,International institute for geo-information science and earth observation enschede (ITC), University of Twente, Netherlands.91p.
- Correa, E.N, M.G. Saraiva, F.N. Silva and I.Romos (1999). Floodplain Management in urban Development Area, Part II, GIS-Based Flood Analysis & Urban Growth Modeling. Water Resources Management, 13, 23-37.
- Liang, S and C. R. C. Mohanty (1997). Optimization of GIS-Based Flood Hazard ZoningA Case Study at the Mahanady Command Area in Cuttack District, Orrisa, India. Journal of Chinese Soil & Water Conservation28(1),11-20.
- Plat,E.G (2002). Flood risk and flood management, Journal of hydrology 267 (1-2), PP. 2-11.
- Rashid, H (2011). Interpreting flood disasters and flood hazard precipitation from newspaper discourse: Tale of two floods in Red River Valley, Manitoba, Canada, Applied Geography, 31, 35-45.
- Satty, T (1980). The Analytical Hierarchical Process, Planning, Priority Setting, Resource Allocation, New York, McGraw-Hill.287p.
- The International Disaster Database (EM-DAT), 2016. -http://www.emdat.be/about.
- Winnaar, G.De, Jewitt, G.P.W, and Horan, M (2007). A GIS-based approach for identifying potential runoff harvesting sites in the Thukela River basin,South Africa. Physics and Chemistry of the Earth, 32, PP.1058-1067.

Geography and Development
17nd Year-No.54–Spring 2019
Received:17/09/2016 Accepted: 10/11/2018

Analysis of Potential Areas Exposed to the Risk of Urban Flooding
Case Study: Zahedan City

Abolfazl Abil
M.Sc Student of Environmental Hazards
University of Sistan and Baluchestan

Dr. Taghi Tavousi
Professor of Climatology
University of Sistan and Baluchestan

Dr. Mahmood Khosravi
Professor of Climatology
University of Sistan and Baluchestan

Introduction

Population growth, industrial expansion, urbanization, and urban buildings have led to dramatic changes in the morphology of drainage basin.Also, flatten the land, raping the rivers and streams, and changing the pattern of natural drainage cause flooding in the city.The purpose of this study was to investigate the relation between the urban floods in Zahedan city and structural and environmental factors, identify and measure human vulnerability so based on that to identify and prioritize the flood areas.Structural factors include roughness, land slopes, type of land use and the characteristics of the constructions that have provided the structural framework of Zahedan urban structures.

Methods and Methodology

First, the maps of the comprehensive and detailed plan were prepared by Sistan and Baluchestan Department of Roads and Urban Development. Also, the land use information, main torrents and the elevation points of the city were collected. After collecting maps, the required data and information were collected by the library and field methods. The Digital Elevation Model (DEM) was prepared and the slope and aspect maps were extracted from the DEM layer.

An Analytic Hierarchy Process (AHP) is a structured way of organizing and analyzing complex decisions based on mathematics. It was developed by Thomas L. Saaty in the 1970s and has since been widely studied and refined.By using the AHP hierarchy process analysis process, the decision-making process was performed to weigh the desired criteria. Variables were weighed on priority by Expert Choice(EC) software.

The decision maker evaluates the hierarchy tree, compares the factors and rival options. Then a pair of comparisons is made. These comparisons determine the weight of each of the factors.

Finally, AHP logic combines matrices derived from paired comparisons to determine the best decision for multi-criteria site locations.

In this research, the Delphi method has been used for general ranking and appropriate decision making for criteria.In this way, each of the experts in a paired comparison of criteria measures their opinion in a questionnaire, which is based on the AHP hierarchical technique.In this method, the weight of each criterion is obtained with a degree of priority, which is equivalent to a value of between 1 and 9, each number indicates the importance of a variable than another.Variables like torrents and streams, land use, elevation, and slope of the area as the main variables in increasing the risk of the flood were introduced to the experts and they were asked to evaluate the risk priority by hierarchical method and scale from 1 to 9. After determining the weight of each criterion, calculations and operations were performed to determine the hazardous locations using Geographical Information System (GIS) with weighted overlay operation.

Results and Discussion

In this research, four main criteria to determine hazardous flood areas were used: 1- elevation factor, 2-slope factor, 3- Land use, 4- Urban Torrents.

Regarding the input of different layers with different scales, they were compared to their scale in relation to the purpose of the study and were reclassified for overlapping operations. The purpose of the integration of maps is to identify the places exposed to the risk of flood. The dimensions of each pixel in the output map resulting from the integration of the maps should be determined in proportion to the area of the study area. In this research, each pixel represents an area of 100 square meters.

After the weighing overlapping process, the flood hazard zonation map was prepared in Zahedan. The results from the final flood hazard zonation map indicate that about 1% of urban areas are located in the very high-risk zone, 17% in the relatively high-risk zone, 42% in the normal range, 28% in Low-risk area and 12% are in the extremely low-risk zone. Therefore, considering the effective role of structural, environmental and climatic factors in the urban flooding areas, the most vulnerable parts of the city were identified against the risk of flood risk. These areas include the end of the streets of Maradqoli and Razmjomqadam, as well as the beginning of the streets of Imam Khomeini, Saadi and a large part of Shahid Rajaee Street.

Conclusion

The excessive development of the city on the alluvial plain and the reduction of the permeable surface by urban surface extension have led to flood risk. This has caused urban texture vulnerability to this environmental hazard.

Most of the most vulnerable urban flood areas are located in the end parts of the city and has been largely eliminated in the eastern and southeastern parts of the city due to the construction of flood bands and structural plains. The densely populated areas of the city with a population density of over 200 people are most likely to be found on low-value land located on the floodways and torrents. The regions of the eastern part of the city are more vulnerable to floods. Also according to the low price of land and population density in the eastern half of the city, vulnerability in this part of the city is more pronounced. Structural, managerial and educational proceedings to reduce the effects of the urban flood are essential and inevitable.

Keywords: Flood, Environmental Hazards, Zahedan, Urban development, GIS.

References

- Abil, A (2015). Relationship between the risks of urban flooding and structural and environmental factors (Case study: Zahedan city), M.s.c in Environmental Hazrards, University of Sistan and Baluchestan.
- Ahmad Zadeh, H, Said Abadi, S, Nouri, E (2015). A Study and Zoning of the Areas Prone to Flooding with an Emphasis on Urban Floods (Case Study: City of Maku). Hydrogeomorphology Journal , 1(2), 1-24.
- Amir Ahmadi,A,Keramati,S, Ahamadi,T (2011). Flood risk micro- zoning in the city of Neyshabur regared to urban development, Research in Urban Planning Journal, 2(7), 91-110.
- Asgharpour, M. J (1998). Multi-criteria decision making,Univrsity of Tehran Press, 398p.
- Azar, A, Memarian, A (1995). AHP New Technique for Group Decision Making, Management Khnoledge Journal,27, 28: 22-32.
- Bhattacharya, N (2010). Flood Risk assessment in Barcelonnette, France. Master of science thysis,International institute for geo-information science and earth observation enschede (ITC), University of Twente, Netherlands.91p.
- Correa, E.N., M.G. Saraiva, F.N. Silva and I.Romos (1999). Floodplain Management in urban Development Area, Part II, GIS-Based Flood Analysis & Urban Growth Modeling. Water Resources Management, 13, PP.23-37.
- Ekhtesasi,M.R,Sepeher,A (2011). Methods and models for assessing and providing a desertification plan,Yazd University Press, 288p.
- Eshghizadeh, M, Nora, N, Sepeher, A (2000). Spatial assessment of suitable areas for collecting water potential in a water catchment area system (Case study: Gonabad catchment area), Journal of Water and Soil Conservation,7(2),36-45.
- Farajzadeh, M (2013). Iran's Climatic Hazards, Samt Publication, 216p.
- Ghanavati,E,Karam,A,Alijani,M (2012). Assessment and zoning of flood risk in the Farahzad basin of Tehran using fuzzy model, Journal of Geography and Environmental Planning,23(4),121-138.
- Ghodousi Pour,H.(2011). Analytical Hierarchy Process, Amir Kabir University of Technology Publications,224p.
- Ghohroudi Tali,M ,Majidi Heravi,A,Abdoli,E,(2016).Vulnerability of Urban Flooding Case Study: Tehran, Darake to Kan, Journal of Geography and Environmental Hazards,5(17), 21-35.
- Ghohroudi Tali,M(2013), Vulnerability of railway in northern Lut Plain against floods, Journal of Geography and Environmental Hazards,1(2),1-18.
- Khosravi,M,(1992). The impact of urban development in increasing the intensity of urban flood, Case study :Zahedan City,Proceeding of 8th Congress of Iranian Geographers,University of Isfahan,Iran,2: 246-269.
- Liang, S., and C. R. C. Mohanty (1997). Optimization of GIS-Based Flood Hazard ZoningA Case Study at the Mahanady Command Area in Cuttack District, Orrisa, India. Journal of Chinese Soil and Water Conservation 28(1),11-20.

- Liang, S., and C.R.C. Mohanty, (1997). "Optimization of GIS-Based Flood Hazard Zoning-A Case Study at the Mahanady Command Area in Cuttack District,Orrisa, India", Journal of Chinese Soil and Water Conservation 28 (1), 1-20.
- Negaresh,H,Daraie,M (2009). Expansion of the city of Saqez and its effects on the flooding of Cham Saghez drainage basin,Journal of Applied researches in Geographical Sciences,11(14),145-165.
- Plat,E.G(2002).Flood risk and flood management, Journal of hydrology 267(1-2),PP.2-11.
- Rashid, H (2011). Interpreting flood disasters and flood hazard precipitation from newspaper discourse: Tale of two floods in Red River Valley, Manitoba, Canada, Applied Geography, 31, 35-45.
- Saati,T.E,(2002). AHP Decision Making, Translated by: Tofigh, A.A, Iranian Center for Industrial Research and Training,354p.
- Sadeghlou,T,Sajasi Ghidari,H (2014). Flood hazard management strategies in rural area by SWOC-TOPSIS technique (Case study: Ghare- chai river basin of Ramyan province), Journal of Geography and Environmental Hazards, 3(4), 105-128.
- Satty, T (1980). The Analytical Hierarchical Process, Planning, Priority Setting, Resource Allocation, New York, McGraw-Hill, 287p.
- Sepher,A,Kavian, R(2014). Classifying Sustainability of Mashhad Urban Regions to Environmental Hazards Using SIMUS Linear Programming, Journal of Geography & Environmental Hazards, 3(9): 125-141.
- Taghvaie,M,Ghafari,S.R(2003) Prioritization in Rural Settlements by AHP (Case Study: Bazoft Village), Journal of Humanities University of Isfahan, 20(1), 47-74.
- Taheri,M.R.(2009). Use of GIS in controlling urban flood,Jihad Daneshgahi Press, PP. 5-8.
- The International Disaster Database (EM-DAT), 2016. -http://www.emdat.be/about.
- Winnaar, G. De, Jewitt, G.P.W, and Horan, M (2007). A GIS-based approach for identifying potential runoff harvesting sites in the Thukela River basin,South Africa. Physics and Chemistry of the Earth, 32,1058-1067.