

ریزپهنه بندی خطر سیلاب در محدوده شهر سبزوار در راستای توسعه پایدار شهری

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۰/۰۵/۱۱

تاریخ دریافت مقاله: ۹۰/۰۳/۲۵

ابوالقاسم امیر احمدی* (استادیار جغرافیا، دانشگاه تربیت معلم سبزوار)
ابوالفضل بهنیا^۱ (استادیار ژئومورفولوژی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد)
مجید ابراهیمی^۲ (دانشجوی کارشناسی ارشد ژئومورفولوژی در برنامه ریزی محیطی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد)

چکیده

به منظور پیش بینی دامنه خسارات ناشی از سیلاب جهت کنترل و مهار آن پهنه بندی خطر سیل امری ضروری است. که هدف از این تحقیق بررسی میزان خطر پذیری سیلاب و ارزیابی خسارت وارده به شهر سبزوار است. پارامترهای خاص موضوع این تحقیق شامل؛ کاربری اراضی، تراکم جمعیت، مسیل ها، طبقات شیب، تراکم مسکونی، ضریب CN، ضریب رواناب، تراکم جمعیت، فضای باز و قدمت ابنیه بوده سپس با تهیه لایه‌های مورد نیاز محدوده شهر، اقدام به تعیین وزن هر لایه بر اساس میزان اهمیت آن در بروز سیلاب گردید. پس از وزن دهی نهایی، لایه‌ها به صورت دو به دو (AHP) توسط نرم افزار Expert choice مقایسه و ماتریس حاصل از این مقایسات به نرم افزار Idrisi منتقل و ضریب نهایی برای هر لایه تعیین شد. در نهایت با اعمال این ضرایب از طریق منوی Raster calculator در نرم افزار ArcGis نقشه‌ی پهنه بندی خطر سیلاب در محدوده‌ی شهر سبزوار تهیه گردید. بدین ترتیب، محدوده‌های بحرانی بافت شهری در برابر سیلاب و آب گرفتگی مشخص و خسارات ناشی از سیل در قالب نقشه‌ی ارزیابی خسارت ارائه شد. نقشه پهنه بندی خطر سیل نشان می دهد که حدود ۱۵ درصد از محدوده نقشه در پهنه‌ی خطر خیلی زیاد، ۴۵ درصد در پهنه‌ی خطر زیاد، ۲۵ درصد در پهنه‌ی خطر متوسط و ۱۵ درصد در پهنه‌ی کم خطر از لحاظ سیل گیری قرار دارد. هم‌چنین با تهیه نقشه‌ی ارزیابی خسارت مشخص شد که پهنه‌های مشخص شده ۸۰ درصد منطبق با پهنه‌های مختلف از نظر شدت سیل گیری می‌باشد.

واژه های کلیدی :

پهنه‌بندی سیلاب، نقشه ارزیابی خسارت، شهر سبزوار، الگوی GIS، AHP

* نویسنده رابط: AmirAhmadi@Sttu.ac.ir

¹ a.behniafar@yahoo.com

² Majid_ebrahimi2@yahoo.com

مقدمه

رشد جمعیت، توسعه شهری و صنعتی شدن جوامع، تاثیرات نامطلوبی در هیدرولوژی حوضه‌ی آبریز مربوطه می‌گذارد و موجب تشدید سیلاب‌ها، افزایش آلودگی در قسمت پایاب، کاهش جریان‌های پایه و کاهش تغذیه‌ی آب‌های زیرزمینی می‌گردد (طاهری بهبهانی و بزرگ زاده، ۱۳۷۵: ۴-۵). به بیان دیگر، تحولات هیدرولوژیک ناشی از شهرسازی و نحوه‌ی کاربری اراضی حوضه‌های شهری را می‌توان به اختصار چنین خلاصه نمود:

- تغییر حجم کل رواناب
- تغییر میزان تغذیه ناشی از بارش
- تغییر حداکثر آبدهی (پیک) سیلاب‌ها
- تغییر کیفیت آب

اکثر شهرهای ایران در خروجی حوضه‌ها بنا شده‌اند و شهر سبزوار نیز از این امر مستثنی نیست، افزایش سطوح نفوذ ناپذیر که ناشی از شهرسازی و احداث ساختمان بر خاک‌های نفوذپذیر است، طبعاً از سطوح نفوذپذیر حوضه که قادر به جذب بخشی از بارندگی است کاسته و در نتیجه بر حجم کل رواناب شهر افزوده است (بزرگ زاده، ۱۳۷۲: ۲). سطوح روکش شده‌ی شهر، بام ساختمان‌ها و سطوح خیابان‌ها و پارکینگ‌ها همانند مانعی در برابر نفوذ آب باران به داخل خاک و تغذیه‌ی آب‌های زیرزمینی عمل می‌کند و سبب می‌شود که بخش بیش تری از بارندگی به رواناب‌های سطحی تبدیل شود (اصغری مقدم، ۱۳۸۴: ۱۴۶). بررسی آمار و اطلاعات خسارت ناشی از وقوع سیلاب در ایران و جهان بیانگر گستردگی صدمات ناشی از سیلاب به منابع طبیعی، انسانی و اقتصادی مناطق مختلف می‌باشد (وهایی، ۱۳۸۵: ۳۴). روند افزایش سیل در ۵ دهه‌ی گذشته نشان می‌دهد که تعداد وقوع سیل در دهه ۸۰ نسبت به دهه‌ی ۴۰ تقریباً ۱۰ برابر شده است و به عبارت دیگر ۹۰۰ درصد افزایش داشته است (عبدی، ۱۳۸۵: ۲۰۰). مهار طغیان و سیلاب مستلزم آشنایی مطلوب به نحوی عملکرد سیستم هیدرولوژیکی منطقه است (رامشت، ۱۳۸۵: ۴۸). سیل به معنی طغیان ناگهانی آب ناشی از برهم خوردن تعادل هیدرولوژیکی و آب و هوایی در یک منطقه است (صدقی، ۱۳۷۳: ۱۴). پهنه بندی خطر سیل، در واقع ابزاری اساسی برای مدیریت کاهش خطرهای سیل است و وسیله‌ای قانونی در دست دولت و مسؤولان برای کنترل و مدیریت کاربری اراضی و برنامه‌های توسعه همزمان با کاهش خطرهای سیل و حفاظت محیط زیست است (تلوری، ۱۳۷۶: ۱۰۳-۹۶). پهنه بندی خطر سیلاب با هدف بکارگیری در برنامه ریزی و مدیریت در کنترل و مهار سیل تا کنون در

شهرسبزوار مورد توجه نبوده و در قالب طرح تحقیقاتی و حتی مطالعاتی فعالیت چندانی در این زمینه صورت نگرفته است. لذا به منظور پیش بینی دامنه خسارات ناشی از سیلاب در شرایط مختلف و توجیه اقتصادی و اجتماعی، برنامه‌های کنترل و مهار سیلاب، پهنه بندی خطر سیلاب ضروری می نماید.

پیشینه تحقیق

پژوهش های مختلفی در جهان و ایران در ارتباط با این موضوع صورت پذیرفته که می توان به مواردی چند اشاره نمود: جمیز^۱ و همکاران (۱۹۸۰) ضمن بر شمردن نیازهای مدیریتی به ویژه در اقلیم خشک، اقدام به پهنه بندی خطر سیلاب در ایالت یوتای آمریکا کردند و بیان داشتند که به علت تغییرات مناطق سیلاب گیر از سیلابی به سیلاب دیگر، باید توجه داشت که در مناطق نقشه بندی شده، خطرهای خیلی زیاد یا خیلی کم نشان داده نشود. پلات^۲ (۲۰۰۲) در تحقیقات خود با نام خطر سیلاب و مدیریت آن، پهنه بندی خطر را به عنوان شیوه کاملاً مشخصی برای سامان دهی و مدیریت خطرهای ناشی از عوامل طبیعی، زیست محیطی یا انسانی که از بین آن ها سیلاب نیز بسیار بارزتر است، تعریف کرد. هیالمارسون^۳ (۱۹۸۸) برای پهنه بندی خطر سیلاب در مناطق آریزونای غربی و شرقی با استفاده از خصوصیات هیدرولوژیکی و ژئومورفولوژیکی، به بررسی خطرهای تهدید کننده عملیات مهندسی پرداختند. در پایان با توجه به فرسایش کناری سواحل و بستر رودخانه ها و ته نشست رسوبات در هنگام وقوع و فروکش جریان سیلاب، ضوابط مورد نظر در پهنه بندی منطقه مورد بررسی و مناطق مشابه را ارائه کردند. لانگ و موهانتی^۴ (۱۹۹۷) با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، در منطقه ماهانادی واقع در اوراسیای هندوستان، اقدام به پهنه بندی سیلاب کرده و مدیریت سیلاب ها بر اساس پهنه بندی را به منزله یک روش غیر سازه ای کنترل سیلاب معرفی و آن را بهینه کردند. کوریا^۵ و همکاران (۱۹۹۹) با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و مدل های هیدرولوژیکی و هیدرولیکی، در دشت های سیلابی که با توسعه شهری همراه است و در معرض خطر سیلاب قرار دارند، تاثیر کنترل کاربری اراضی در کاهش خطر سیلاب را ارزیابی و در ادامه

1- James

2- Plate

3- Hyalmarson

4- Liang & Mohanty

5- Correia

اقدام به پهنه بندی و آنالیز سیل کردند. اسلام و سادو^۱ (۲۰۰۰) با استفاده از داده های سنجش از دور از سیل تاریخی سال ۱۹۸۸ بنگلادش، یک نقشه خطر سیل را برای این کشور به کمک سامانه های اطلاعات جغرافیایی (GIS) تهیه کردند. لین^۲ و همکاران (۲۰۰۰) پهنه بندی حوزه ی آبخیز کارولینای شمالی را به منزله BMPs (مناسب ترین اقدام مدیریتی) بررسی و آن را به عنوان عملکردی بسیار مفید در مدیریت حوزه های آبخیز معرفی کردند. یانگ و تسای^۳ (۲۰۰۰) مدلی به نام FGIS را برای پهنه بندی خطر سیلاب، محاسبات خصوصیات سیل و نشان دادن خصوصیات سیل در کشور تایوان طراحی کردند. ایشان در این مدل علاوه بر شبیه سازی دشت سیلابی، از منحنی عمق خسارت نیز برای تعیین مقدار خسارت استفاده کردند. استفان^۴ (۲۰۰۲) در تحقیقات خود به بررسی سیل های به وقوع پیوسته در سال های ۱۹۹۶ و ۱۹۹۷ در حوزه ی آبخیز رودخانه سنگ زرد واقع در ایالت مونتانا ی آمریکا پرداخت. وی همچنین برای تعیین پهنه های سیل رخ داده در این ۲ سال مشخصات ۲۵ مقطع را در طول یک مسیر ۱۸ کیلومتری برداشت و پهنه های سیل با دوره های بازگشت مختلف را تعیین کرد. خلیلی زاده (۱۳۸۲) در تحقیقی با نام ارزیابی خطر و مدیریت سیل در شهر گرگان با استفاده از نرم افزارهای Arcview-GIS اقدام به پهنه بندی خطر سیل در طول ۱۰/۵ کیلومتر از مسیر رودخانه زیارت کرد و علاوه بر ترسیم نقشه پهنه های خطر سیل، مقدار خسارت ناشی از سیل را نیز برآورد کرد. جهانفر (۱۳۸۵) در تحقیقی به منظور تحلیل منطقی خطر وقوع سیل و شناسایی عوامل موثر بر وقوع آن در حوضه ی اسلام آباد غرب به کمک مدل های کمی و سیستم اطلاعات جغرافیایی، نسبت به پهنه بندی خطر سیل اقدام نموده است. زارع (۱۳۷۱) در مطالعه ای که با استفاده از عکس های هوایی شهر تهران و تحلیل توپوگرافی منطقه انجام داده، از جمله علل بروز سیلاب در محدوده شهر را از بین رفتن مسیل های طبیعی توسط توسعه شهری و هم چنین گسترش شهر در بستر رودخانه می داند.

منطقه مورد مطالعه

شهر سبزوار یکی از قدیمی ترین مناطق سکونت ایمن و غربی ترین شهرستان استان خراسان رضوی است که بین ۷° ۹' تا ۳۶° ۳۰' ۲۲' عرض شمالی و ۳۷° ۳۷' تا ۵۷°

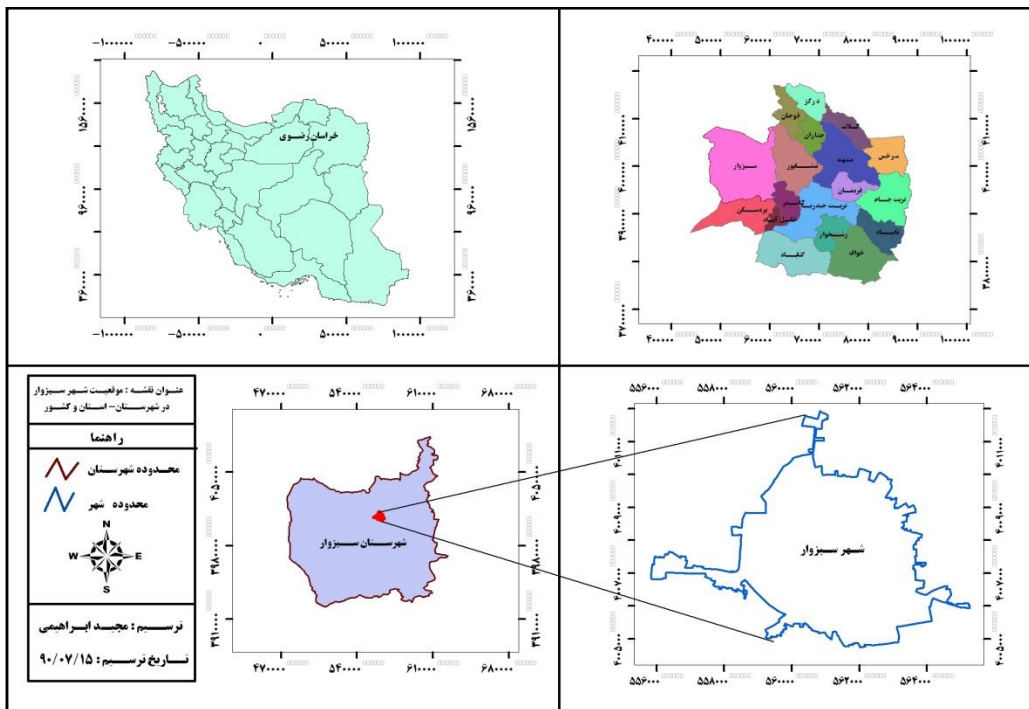
1- Islam & Sado

2- Lin

3- Yang & Tsai

4- Stephen

۱۰° ۴۶' ۵۷" طول شرقی و ارتفاع ۹۷۰ متری از سطح دریا واقع شده است. این شهر با مساحت ۳۱/۷ کیلومتر مربع حدود ۲۱۴۵۸۲ نفر را در خود جای داده است (سرشماری عمومی نفوس و مسکن، ۱۳۸۵). شهرستان سبزوار از سمت شمال به شهرستان قوچان، اسفراین و بجنورد از شرق به شهرستان نیشابور، از جنوب به شهرستان کاشمر و از طرف غرب به شهرستان شاهرود از استان سمنان محدود است. تیپ اقلیمی غالب منطقه در رده بندی دومارتن در گروه اقلیم خشک قرار می گیرد و متوسط بارندگی آن ۲۰۶/۵ میلی متر است. شیب عمومی شهر از سمت شمال و شمال شرق بطرف جنوب است. شیب در زمین های آبرفتی و دشت ها پایین و بین صفر تا سه درجه است.



شکل شماره ۱: موقعیت شهر سبزوار در ایران، خراسان رضوی و شهرستان

مواد و روش

الف) مواد: در این پژوهش برای پهنه بندی خطر سیلاب از ۶ متغیر که شامل لایه های؛ فاصله از رودخانه، تراکم مسکونی، تراکم جمعیتی، شیب، ضریب رواناب و ضریب CN و

همچنین به منظور ارزیابی خسارت، متغیرهای کیفیت بنا، قدمت ابنیه (ساختمانی)، تراکم ساختمانی، فاصله تا حریم رودخانه، تراکم جمعیتی و لایه فضا باز در محدوده مطالعاتی استفاده کردیم. از نقشه شهر سبزوار با دقت ۲۰۰۰:۱ جهت تهیه نقشه های کاربری اراضی و مسیل های شهر (کال ها) بهره گرفته شد و هر یک از کاربری های شهر بر روی نقشه در محیط GIS مشخص گردید. برای تهیه نقشه CN از نقشه های کاربری اراضی و خاک منطقه و نیز تصاویر ماهواره ای لندست استفاده و نقشه ضریب رواناب بر اساس روش هیدروگراف مصنوعی دفتر حفاظت خاک آمریکا (SCS) محاسبه و با توجه به سابقه سیلاب ها در محدوده شهر که در فصل مرطوب اتفاق افتاده مقدار CN برای شرایط مرطوب اصلاح گردید. نقشه شیب شهر از نقشه توپوگرافی ۲۵۰۰:۱ رقومی استخراج شده است. نقشه تراکم جمعیت و تراکم مسکونی محدوده مطالعاتی بر اساس سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۸۵ برای هر منطقه شهری به تفکیک حوضه آمازی و همچنین نقشه قدمت بناهای شهر بر اساس تاریخ صدور پایان کار مورد بررسی قرار گرفته و نقشه آن در محیط GIS تهیه گردید (سازمان مدیریت و برنامه ریزی خراسان، ۱۳۸۵). نقشه کلاس های لایه فضای باز داخل بافت شهر نیز که یکی از مهم ترین حربه ها جهت مقابله با خطر سیل محسوب می شود، بر اساس نقشه های کاربری اراضی تولید شده در مراحل قبل و بر اساس (جدول شماره ۳) آماده شد.

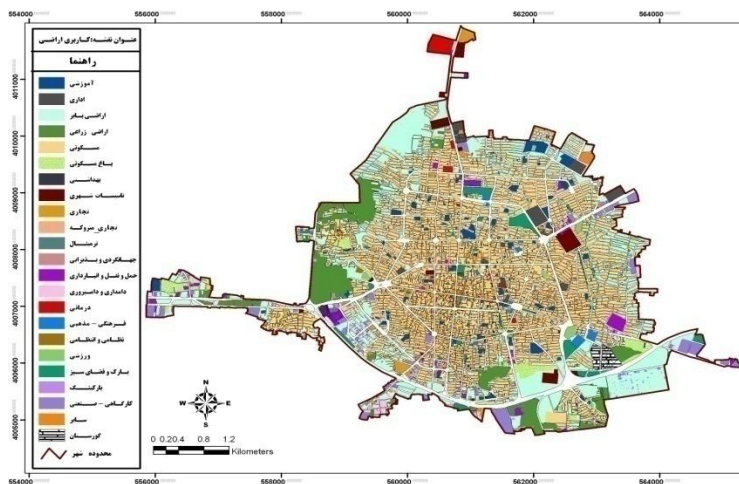
ب) روش کار: بعد از تعیین فاکتورها از نقشه های رقومی موجود، اسناد مکتوب، آمار نامه ها و گزارش های مختلف برای تهیه نقشه ها و اطلاعات مورد نیاز استفاده شد. که پس از ویرایش و تعریف روابط توپولوژیک وارد نرم افزار ArcGIS شدند. همچنین برای پهنه بندی محدوده خطر از مدل های پشرفته ای همچون AHP و روش وزن دهی SAW که از بهترین روش ها در تصمیم گیری چند معیاره مکانی می باشد استفاده گردید. این مدل ها با تلفیق امکانات GIS و داده های مختلف ابزار قدرتمندی در پهنه بندی مخاطرات محیطی محسوب می شوند. پس از تعیین ماتریس و رابطه دو به دو فاکتورها (AHP) که توسط نرم افزار Expert choice محاسبه گردید، با توجه به این که بسط دهنده AHP طراحی شده برای نرم افزار GIS تا ماتریس های ۵*۵ را محاسبه می کند لذا از نرم افزار Idrisi مقدار ویژه محاسبه گردید. بعد از تعیین وزن هر یک از فاکتورها در محیط GIS وزن های به دست آمده را در هر هر یک از لایه ها ضرب نمودیم، در واقع نقشه پهنه بندی خطر سیل از ترکیب لایه ها در محیط GIS حاصل شده است.

مراحل انجام کار در این تحقیق به صورت زیر می باشد :



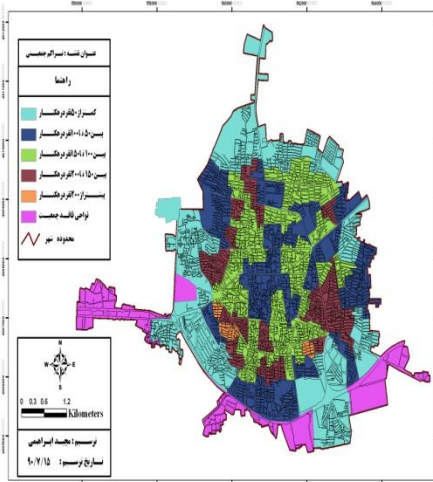
شکل شماره ۲: فلوجارت و مراحل انجام تحقیق (مأخذ: نویسندگان)

لایه‌های مورد استفاده در این پژوهش عبارت است از :

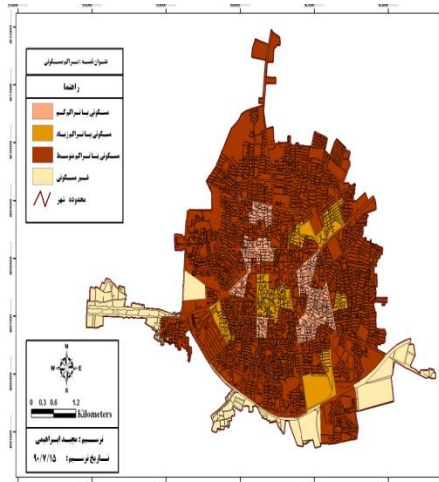


شکل شماره ۳: کاربری اراضی شهر سبزوار

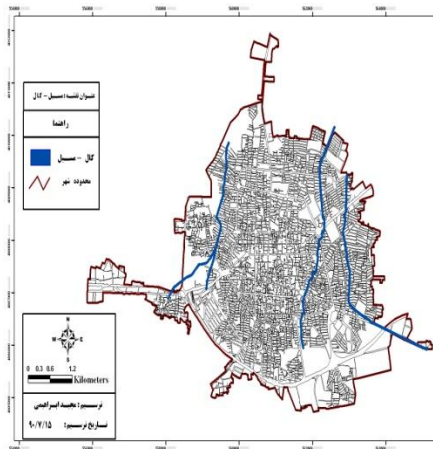
منبع : طرح جامع شهر سبزوار، سازمان مسکن و شهرسازی خراسان رضوی، مهندسين مشاور پردا راز (۱۳۸۸)



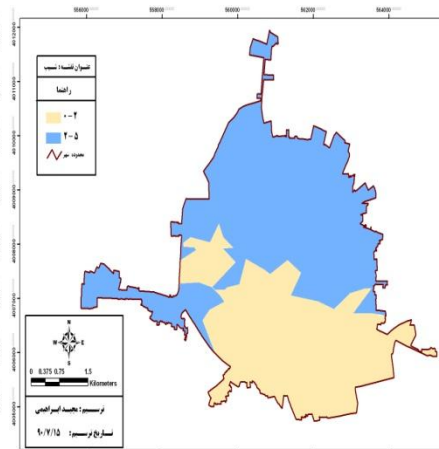
شکل شماره ۵: تراکم جمعیتی شهر سبزوار



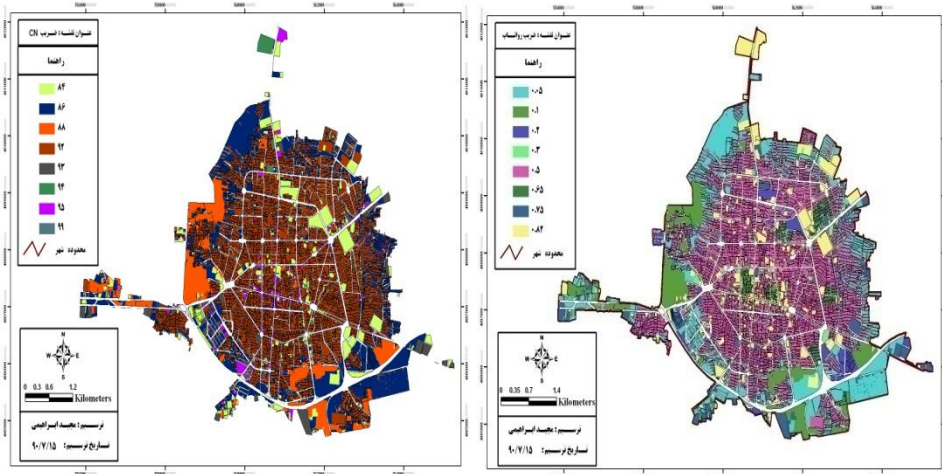
شکل شماره ۴: تراکم مسکونی شهر سبزوار



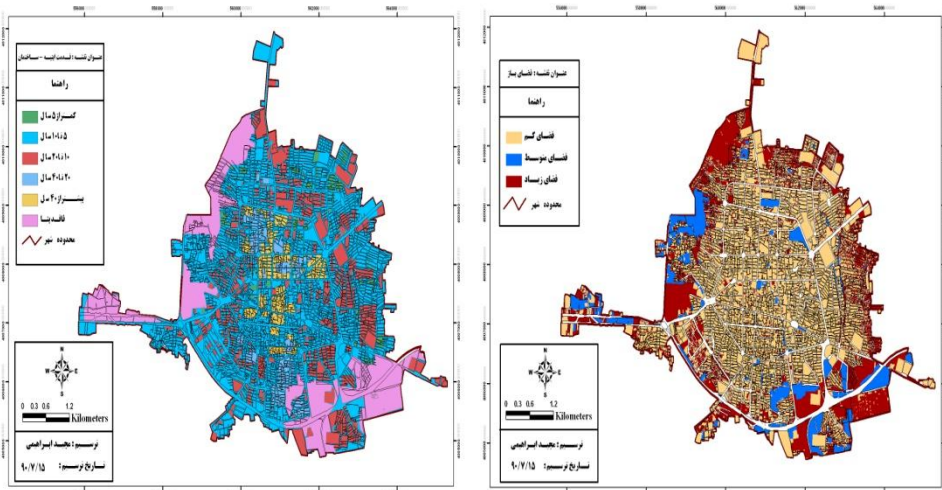
شکل شماره ۷: مسيل ها شهر



شکل شماره ۶: شيب شهر سبزوار



شکل شماره ۸: ضرب رواناب شهر سبزوار (نگارندگان) شکل شماره ۹: ضرب CN شهر سبزوار (نگارندگان)



شکل شماره ۱۰: کلاسه های فضای باز شهر سبزوار شکل شماره ۱۱: قدمت ابنیه شهر سبزوار

منابع : طرح جامع شهر سبزوار، سازمان مسکن و شهرسازی خراسان رضوی، مهندسين مشاور پردازز، (۱۳۸۸)

بحث و نتایج

مدل سازی با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی (AHP^۱)

یکی از روش های ارزیابی و وزن دهی، روش تحلیل سلسله مراتبی می باشد که به وسیله ی پروفیسور توماس – ال – ساعتی (Saaty) در سال ۱۹۸۰ مطرح گردید که از طریق نرم افزار Expert choice امکان ایجاد اتخاذ تصمیمی مستدل و منطقی در راستای انتخابی مطلوب را برای تصمیم گیرنده فراهم می کند (آقایی و مازیار، ۱۳۸۶ : ۶). این نرم افزار نتایج مقایسات را به شکل جدول و انواع نمودار نمایش می دهد. خوبی کار این نرم افزار در آن است که، همزمان با مقایسات نرخ ناساگاری را نیز نمایش می دهد. در مقایسه معیارهای مربوطه نرخ ناسازگاری ۰/۰۲ می باشد. در روش AHP همه فاکتورها و معیارها دو به دو با هم مقایسه شده و در ماتریس وزن ها قرار داده می شود. پیشنهاد کردند که، مقیاس مقایسه در دامنه ی ۱ تا ۹ قرار داده شود به طوری که ارزش^۱ نشان دهنده اهمیت برابر دو فاکتور، و عدد ۹ نشان دهنده اهمیت بسیار مهم یک فاکتور در مقابل فاکتور دیگر می باشد (مالچفسکی، ۱۳۸۵ : ۳۱۵-۳۱۴). وزن های استفاده شده در لایه ها طبق نظر کارشناسان در سازمان های مختلف شهر سبزوار و تحت عنوان فرم کارشناسی جمع آوری شد.

جدول شماره ۱: اعداد مقایسه دو به دو فاکتورها

تعریف	شدت اهمیت
اهمیت برابر	۱
اهمیت برابر تا اهمیت متوسط	۲
اهمیت متوسط	۳
اهمیت متوسط تا اهمیت قوی	۴
اهمیت قوی	۵
از اهمیت قوی تا اهمیت خیلی قوی	۶
اهمیت خیلی قوی	۷
از اهمیت خیلی قوی تا اهمیت فوق العاده قوی	۸
اهمیت فوق العاده قوی	۹

منبع : (مالچفسکی ، ۱۳۸۵ : ۳۱۵-۳۱۴)

^۱ Analytical Hierarchy Process

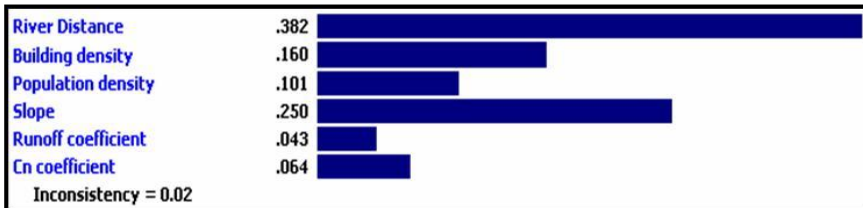
جمع کل وزن ها برای تحلیل نهایی باید برابر یک باشد. البته برای تعیین ارزش ها، فاکتورها باید خوبی بررسی شوند و تعیین آن ها اختیاری نیستند. اگر چنانچه به صورت اختیاری ارزش برتری را برای فاکتورها تعیین کنیم ناسازگاری (CR¹) در تحلیل به وجود خواهد آمد.

جدول شماره ۲: مقایسه معیارها در نرم افزار Expert choice

	فاصله از مسیل	تراکم ساختمانی	تراکم جمعیتی	شیب	ضریب روناب	ضریب CN
فاصله از مسیل		۵	۸	۲	۴	۶
تراکم ساختمانی			۴	→ ۴	→ ۲	۲
تراکم جمعیتی					۵	۳
شیب					۳	۵
ضریب روناب						۳
ضریب CN						

محاسبه: نگارندگان، نرم افزار Expert choice

نکته: پیکان ها در ماتریس بیانگر ترجیحات معکوس می باشد، به عنوان مثال در مقایسه Building density و sloop عدد ۲ نشان دهنده برتری ۲ برابری sloop نسبت به Building density می باشد.

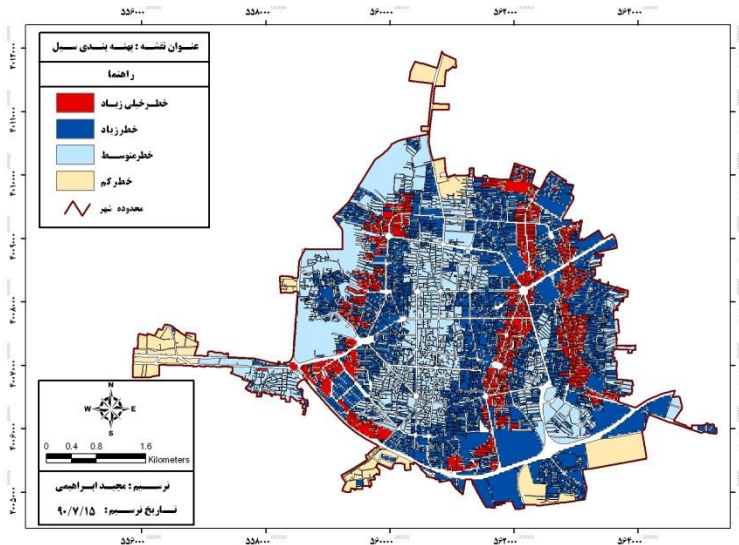


شکل شماره ۱۲: نمودار نتایج نهایی مقایسه معیارها (مأخذ: نویسندگان)

پهنه بندی خطر سیل

ابتدا مقادیر وزن AHP در جدول اطلاعاتی لایه ها وارد شدند. سپس هر یک از لایه ها از حالت برداری به حالت رستری تبدیل شده و بر اساس مقادیر وزن AHP بر روی آن ها عملیات Reclassify صورت گرفت و در نهایت با اعمال این ضرایب از طریق منوی Raster calculator در نرم افزار ArcGIS نقشه پهنه بندی خطر سیلاب در محدوده شهر تهیه گردید.

¹ Consistency ratio



شکل شماره ۱۳: نقشه پهنه بندی سیل شهر سبزوار (مأخذ: نویسندگان، ۱۳۹۰)

ارزیابی آسیب پذیری سکونتگاه های شهر سبزوار در برابر سیل:

در تحلیل آسیب پذیری عوامل کالبدی، اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی مورد بررسی قرار می گیرد. در این تحقیق آسیب پذیری سکونت گاه های غیر رسمی شهری بیش تر از جنبه کالبدی مطرح است. لذا داده های مورد نیاز در این تحقیق به دو دسته داده های مکانی و غیر مکانی یا توصیفی تقسیم بندی می شوند. با توجه به مقیاس نقشه ۲۰۰۰:۱ (وضع موجود شهر سبزوار، داده ها هم مقیاس گردیدند و ابعاد سلول ها^۱ جهت تحلیل های رستری با توجه به مقیاس نقشه ها ۱ متر لحاظ گردید. مدل به کار رفته در این بخش از تحقیق، روش SAW می باشد، روش وزن دهی افزودنی ساده (SAW) از رایج ترین روش ها در تصمیم گیری چند معیاره مکانی می باشند. به این روش هم چنین تلفیق افزایشی وزنی^۲ (WIC) یا روش امتیاز بندی نیز اطلاق می شود. روش SAW می تواند با استفاده از سیستم GIS دارای قابلیت های روی هم گذاری انجام شود. (مالچفسکی، ۱۳۸۵: ۳۳۹) این روش در هر دو محیط GIS رستری و برداری قابل انجام می باشد. برخی GIS ها مانند Idrisi و Spans روش SAW را به سادگی انجام می دهند، در این روش ابتدا معیارها استاندارد می گردد. سپس هر معیار با استفاده از یک عملیات عددی وزن داده می شود. یعنی هر مقدار موجود در سلول لایه ی نقشه معیار، استاندارد

¹ - Pixel Size

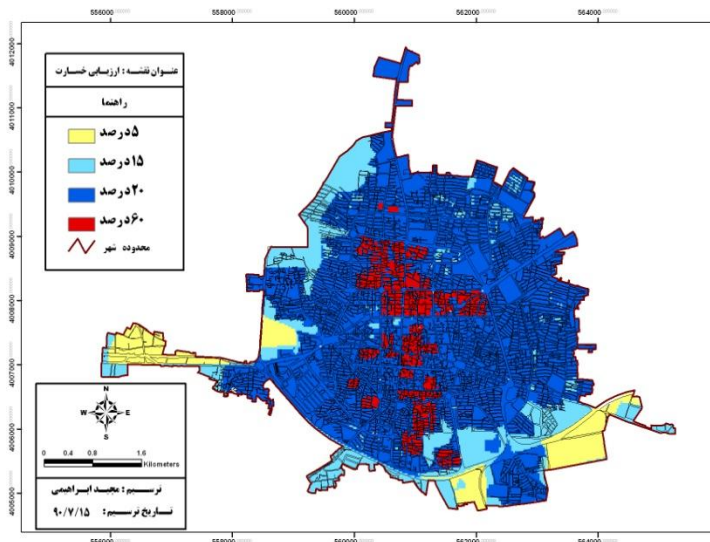
² - Weighted linear combination

شده و در وزن متناظر اهمیت ضرب می گردد. لایه های معیار استاندارد شده، در وزنی به منظور دستیابی به امتیاز ارزیابی کلی برای کلیه گزینه‌ها جمع زده می‌شوند. سرانجام گزینه‌های ممکن بر مبنای امتیازات ارزیابی، مرتب می‌گردند. در این بخش از تحقیق جهت ارزیابی خسارت، ۶ لایه به شرح زیر مورد استفاده قرار گرفته است.

جدول شماره ۳: لایه ها و کلاسهای مورد نظر و استانداردسازی شده طبق مدل SAW

وزن کلاس	کلاس III	وزن کلاس	کلاس II	وزن کلاس	کلاس I	وزن لایه	نام لایه
۳	خشت و گل	۵	آجر و ملات	۷	بتن و اسکلت	۲۵	کیفیت بنا
۳	قدیمی (بالای ۳۰ سال)	۵	میان‌ه (۱۰ تا ۳۰ سال)	۷	نوساز (۱۰ سال)	۲۵	قدمت بنا
۷	۷۵ تا ۱۰۰ واحد مسکونی در هکتار	۵	۴۰ تا ۷۵ واحد مسکونی در هکتار	۳	۳۰ تا ۴۰ واحد مسکونی در هکتار	۱۵	تراکم ساختمانی
۷	کم تر از ۱۲ کیلومتر	۵	۱۲ تا ۳۲ کیلومتر	۳	بیش از ۳۲ کیلومتر	۱۵	فاصله تا حریم رودخانه
۷	۳۰۰۰ تا ۴۵۰۰ نفر در هکتار	۵	۱۵۰۰ تا ۳۰۰۰ نفر در هکتار	۳	کم تر از ۱۵۰۰ نفر در هکتار	۱۰	تراکم جمعیتی
۷	بیش تر از ۱۰۰۰ متر	۵	بین ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ متر	۳	کم تر از ۵۰۰ متر	۱۰	فضاهای باز

مأخذ: نویسندگان



شکل شماره ۱۴: نقشه ارزیابی خسارت شهر سبزوار (مأخذ: نویسندگان، ۱۳۹۰)

نتیجه گیری

نقشه‌ی خطر سیل می‌تواند در تعیین مکان‌های توسعه استفاده شود تا از ریسک آسیب پذیری مردم و خسارت کاربری‌ها بکاهد. نقشه آسیب پذیری منطقه، وضعیت ساختمان‌ها نسبت به سیل را نشان می‌دهد و بیان می‌کند که در قسمت‌هایی که آسیب پذیری درجه‌ی بالایی دارد، باید عملیات کنترل سیلاب و سیستم‌های هشدار دهنده‌ی سیلاب در نظر گرفته شود.

نقشه‌ی نهایی پهنه بندی سیلاب نشان داد که حدود ۱۵٪ از شهر در پهنه‌ی خطر خیلی زیاد، ۴۵٪ در پهنه‌ی خطر زیاد، ۲۵٪ در پهنه‌ی خطر نسبتاً کم و ۱۵٪ در پهنه‌ی کم خطر از لحاظ سیل‌گیری قرار دارد. این نقشه حدود ۸۰٪ منطبق با نقشه ارزیابی خسارت در منطقه می‌باشد، به طوری که نقشه نشان می‌دهد ۶۰ درصد از خسارت مربوط به پهنه‌های با سیل‌گیری خیلی زیاد تا زیاد است، در واقع طبق نقشه ارزیابی خسارت بیش‌ترین خسارات مربوط به مناطقی است که از بافت فرسوده، مصالح غیر استاندارد و نامقاوم برخوردارند، این مناطق بیش‌تر در بافت قدیمی شهر مشاهده می‌شوند که مقر اولیه‌ی شهر محسوب می‌شود. این مناطق گرچه از تراکم مسکونی کمی برخوردارند و رشد عمودی چندانی ندارند اما تراکم جمعیت در آن‌ها بیش‌تر از مناطق نوساز شهر می‌باشد. به طور کلی می‌توان اظهار داشت که نقشه‌های پهنه‌بندی خطر سیلاب به مدیریت غیرسازه‌ای سیل کمک می‌کنند و به برنامه ریزان این امکان را می‌دهند تا بخش‌های امن‌تر از نظر سیل‌خیزی را برای توسعه انتخاب کنند.

منابع و مآخذ

- ۱- آقایی، ش، مازیار، م. ۱۳۸۶. تصمیم گیری منطقی با بهره گیری از نرم افزار Expert choice 2000 چاپ اول. اصفهان. نشر ارکان دانش. ۱۳۰ صفحه.
- ۲- اصغری مقدم، م. ۱۳۸۴. آب و زیستگاه شهری. چاپ اول. انتشارات سرا. ۱۶۵ صفحه.
- ۳- تلوری، ع. ۱۳۷۶. مدیریت مهار سیلاب و کاهش خسارت سیل. کارگاه آموزشی تخصصی مهار سیلاب رودخانه ها، همدان، ۱۶-۱۵ اردیبهشت. ۵۹-۵۰.
- ۴- جهانفر، ع. ۱۳۸۸. پهنه بندی خطر سیل در حوضه اسلام آباد غرب با به کارگیری مدل AHP. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته جغرافیا، دانشگاه تربیت معلم سبزوار. ۲۳۷ صفحه.
- ۵- خلیلی زاده، م. ۱۳۸۲. ارزیابی خطر و مدیریت سیلاب در شهر گرگان. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۱۳۱ صفحه.
- ۶- رامشت، م. ۱۳۷۵. کاربرد ژئومورفولوژی در برنامه ریزی ملی منطقه ای اقتصادی. چاپ اول. انتشارات دانشگاه اصفهان. ۲۳۸ صفحه.
- ۷- زارع، ج. ۱۳۷۱. علل و عوامل سیلاب و آب گرفتگی در مناطق شهری ایران و راههای پیشگیری از آن. اولین کنفرانس بین المللی بلایای طبیعی در مناطق شهری، تهران، ۲۳-۱۶ تیر ۲۲-۱۴۹.
- ۸- سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان خراسان رضوی. ۱۳۸۵. سرشماری عمومی نفوس و مسکن شهرستان سبزوار.
- ۹- سازمان نقشه برداری کشور. ۱۳۷۵. نقشه توپوگرافی ۲۵۰۰۰: ۱، برگه های III NE ۷۵۶۲، III NW ۷۵۶۲.
- ۱۰- صدقی، ح. ۱۳۷۳. هیدرولوژی سیلاب، مجله عمران، ۱(۲۱): ۱۴-۱۲.
- ۱۱- طاهری بهبهانی، م، بزرگ زاده، م. ۱۳۷۵. سیلابهای شهری. چاپ اول. انتشارات مرکز مطالعات و تحقیقات شهرسازی و معماری ایران. ۳۳۰ صفحه.
- ۱۲- عبدی، پ. ۱۳۸۵، بررسی پتانسیل سیلخیزی حوضه زنگان رود با روش SCS و سیستم اطلاعات جغرافیایی. مجله ملی آبیاری و زهکشی، ۲(۱۷): ۳۳-۲۲.
- ۱۳- لیند، گ. ۱۳۷۲. سیلگیری شهرها. مصطفی بزرگ زاده. چاپ اول. انتشارات مرکز مطالعات و تحقیقات شهرسازی و معماری ایران. ۳۸ صفحه.
- ۱۴- مالچفسکی، ی. ۱۳۸۵. سامانه اطلاعات جغرافیایی و تحلیل تصمیم چند معیاری. اکبر پرهیزگار، عطا غفاری. چاپ اول، انتشارات سمت. ۲۹۸ صفحه.

۱۵- مهندسین مشاور پردا راز. ۱۳۸۸. طرح جامع شهر سبزوار. سازمان مسکن و شهرسازی خراسان رضوی.

۱۶- وهابی، ج. ۱۳۸۵. پهنه بندی خطر سیل با استفاده از مدل های هیدرولوژیکی و هیدرولیکی در منطقه طالقان رود. مجله پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، ۵(۱۲): ۸۷-۶۹.

17- Correia, E.N., M.G. Saraiva, F.N. Silva and I. Romos. 1999. Floodplain Management in Urdan Development Area. Part II. GIS-Based Flood Analysis and Urdan Growth Modeling.

18- Hyalmarson, H.w. 1988. "Flood Hazard zonation in Aridland." Wesley Publishers.

19- Islam, M. D., and Kimitero Sado, 2000. Development of Flood Hazard Maps of Bangladesh Using NOAA-AVHRR Images with GIS. Hydrological Sciences Journal, 45(3). pp.42-48.

20- James, M. D. Larsen, M. D. and Glover, T. F., 1980. Floodplain Management Needs Precuiler to Arid Climates. Water Resources Bulletin 16 (6): PP.1020-1029.

21- 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), PP.11-20.

21- Lin, J.Y., S.L. Yu, and T. C. Lee, 2000. Managing Taiwan's Reservoir Watersheds By the Zoning Approach. Journal of American Water Resources Association 36(5): PP 989-1001.

22- Plate, E.J. 2002. Flood Risk and Flood Management, Journal of Hydrology 267, P.P.2-11.

23- Stephen, R. 2002. Hydrologic Investigation by the U.S. Geological Survey Following the 1996 and 1997 Flood in the upper Yellowstone River, Montana. American Water Resources Association 19th Annual Montana Section One, PP.1-18.

24- Yang, C.R. and C.T. Tsai. 2000. Development of a GIS-Based Flood Information System for Floodplain Management and Damage Calculation. Journal of the American Water Resources Association, 36(3), PP.567-577