

ارزیابی خطر سیل ناشی از عوامل انسانی با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) (مورد استان تهران)

شریف مطوف - استادیار گروه پژوهشی بازسازی پس از سانحه، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.
هاله مهدی پور* - کارشناس ارشد بازسازی پس از سانحه، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.
فرشته اصلانی - کارشناس ارشد بازسازی پس از سانحه، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

چکیده

توسعه روز افزون جوامع و پیچیده شدن روابط درونی و خارجی آنها، اهمیت پرداختن به مدیریت و برنامه‌ریزی در کاهش بلایا و اثرات آنها بر سکونتگاه‌های انسانی را بیش از پیش نمایان می‌کند. استان تهران به لحاظ شرایط طبیعی، منطقه‌ای، پراکندگی جمعیت، موقعیت استقرار شهرها و آبادی‌ها، دارای استعداد بالقوای در بروز بلایای طبیعی و ایجاد شرایط بحرانی می‌باشد. به همین علت برنامه‌ریزی منطقه‌ای و ارزیابی استان در برابر بلایا امری مهم و حیاتی محسوب می‌شود. در این پژوهش سعی بر آن است که رویکرد و مدلی مؤثر در ارزیابی خطر سیل ناشی از عوامل انسانی استان تهران ارائه گردد. هدف این مقاله، پهنه‌بندی خطر سیل ناشی از دخالت‌های انسانی استان تهران بر پایه تحلیل اطلاعات استخراج شده سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) است. در این پژوهش از پارامترهای خاص مانند: کاربری اراضی، تراکم جمعیت، رودخانه‌ها، مسیل‌ها و حریم رودخانه، در تهیه لایه‌ها استفاده شده‌است. سپس با تهیه لایه‌های مورد نیاز استان تهران، به آن‌ها بر اساس میزان اهمیتشان در بروز سیلاب وزن داده شده و در نهایت نقشه پهنه‌بندی خطر سیل استان تهران به دست آمده‌است. در این مراحل از لایه‌هایی مانند تجاوز به حریم رودخانه جهت توسعه و ساخت و ساز، میزان فرسایش خاک، جنگل‌زدایی و دیگر موارد که منجر به سیل در استان تهران می‌شوند، استفاده خواهد شد. در انتها نقشه پهنه‌بندی احتمال سیل و وضعیت بحرانی نشان می‌دهد که در درصد قابل توجهی از مساحت استان تهران در پهنه احتمال وقوع سیل بسیار و بسیار بالا قرار دارد و مناطقی در خطر احتمال بسیار شدید وقوع سیل ناشی از دخالت‌های انسانی می‌باشد که در صورت وقوع سانحه سکونتگاه‌های شهری و روستایی این مناطق اثرات مخرب و غیر قابل جبرانی به جای می‌گذارد. به همین دلیل جهت مدیریت بحران و کاهش آسیب‌پذیری و خسارات مناطق با خطر بالا و بسیار بالا، نیازمند برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری‌های مناسب و قابل اجرا همانند: کاهش تراکم سکونتگاه‌های انسانی در حریم رودخانه و مسیل‌ها، وضع قوانین ساخت و ساز در حریم رودخانه‌ها و رعایت استانداردهای زمین‌های زراعی، برای هر منطقه می‌باشد.

مقدمه

رشد جمعیت، تجمع سرمایه‌ها و گسترش شهرنشینی در مکان‌های مستعد خطر، منجر به پدید آمدن جامعه شهری با آسیب‌پذیری بالا در برابر سوانح می‌گردد. بشر با در نظر نگرفتن حریم رودخانه‌ها در ساخت و ساز و توسعه، چرای بیش از حد دام و کشاورزی غیراستاندارد و دلایل گوناگون دیگر به صورت مستقیم و غیرمستقیم اثر سوء داشته و موجب به خطر افتادن سکونتگاه‌های انسانی و شرایط بحرانی در بعضی از مناطق گشته‌است. یکی از بحران‌هایی که شهرها را تهدید می‌کند سیل ناشی از دخالت انسان در طبیعت می‌باشد. از سوی دیگر با در نظر گرفتن دلایل اصلی و عمده کاهش خطر، می‌توان خطر بلایایی که منجر به فاجعه می‌شوند را پیش‌بینی و اقداماتی جهت پیشگیری آن لحاظ نمود (وینسر^۱ و والکر^۲، ۲۰۰۵). نقشه تولیدی پهنه‌بندی میزان خطر سیلاب می‌تواند ابزاری کارآمد در برنامه‌ریزی جهت کاهش خطر سیل در سکونتگاه‌های انسانی و توسعه زیرساخت‌های شهری باشد (بوشله و همکاران، ۲۰۰۶). این امر مستلزم تهیه، ایجاد و تلفیق داده‌های مکانی مختلفی است. استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی به عنوان ابزاری کارآمد در تجزیه و تحلیل داده‌های مکانی می‌تواند در ارزیابی و پهنه‌بندی این خطر بسیار مؤثر باشد. توسعه و احداث هر کاربری، سکونتگاه‌های انسانی، زیرساخت‌ها، بهره‌برداری از زمین‌های کشاورزی و احداث و توسعه شبکه حمل و نقل به شناختی جامع از ویژگی‌های منطقه نیاز دارد. از این ویژگی‌هایی می‌توان به مواردی مانند: رودخانه‌ها (فصلی و موقت)، آبراهه‌ها، مسیل و دشت‌های سیلابی اشاره نمود.

۱. پرسش‌های پژوهش

در همین راستا و بر اساس اهداف کلان و خرد مطرح‌شده پرسش‌هایی مطرح می‌گردد که در ادامه این پژوهش سعی در یافتن پاسخ‌هایی مؤثر جهت برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری‌های آتی کاهش خطر سیل ناشی از عوامل انسانی در استان تهران است.

الف) عوامل اصلی و تشدیدکننده بر سیل ناشی از عوامل انسانی در استان تهران چیست؟

ب) میزان خطر وقوع سیل در استان تهران به چه میزان است و شدت و ضعف این خطر در استان به چه صورت است؟

۲. پیشینه پژوهش

مطالعات و کارهای متعددی در زمینه ارزیابی خطر سیل انجام شده‌است. برای مثال، چن و همکاران (۲۰۰۹) بر پایه سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) و اطلاعات رواناب سطحی و بارندگی میزان احتمال وقوع سیلاب شهری را تهیه کردند. همچنین

ارزیابی خطر سیل در شهر یربایونا استان تاکومن^۳ آرژانتین در سال ۲۰۱۰ توسط فرناندز^۴ و لوتر^۵ با استفاده از GIS و سیستم‌های چندمعیاره، پهنه‌بندی و بر اساس نتایج آن برنامه‌ریزی‌های توسعه شهر صورت گرفت. ارزیابی خطر سیل و آبرفتگی شهر مکه نیز براساس سیل‌های مهم دو سال ۱۹۹۰ و ۲۰۱۰ با استفاده از تجزیه و تحلیل مکانی GIS، توسط القامدی^۶ و همکاران در سال ۲۰۱۲ تهیه گردید و در نهایت نقشه پهنه‌بندی شده پتانسیل سیلاب شهر مکه، جهت توسعه و برنامه‌ریزی بلندمدت این شهر استخراج گردید. علاوه بر این مورلی^۷ و همکارانش در سال ۲۰۱۲، امکان و قابلیت سیل‌خیزی رود آرنو در کشور ایتالیا را با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) و سامانه موقعیت‌یاب جهانی (GPS) و بررسی الگوی رودخانه آرنو در نواحی و مناطق مختلف، معین نمودند.

استان تهران به دلیل شرایط خاص جغرافیایی پیوسته در معرض خطر سیل می‌باشد. متأسفانه این استان به دلیل توسعه و رشد ناهمگون شهرها، بدون توجه به قوانین ضروری شهرسازی و برنامه‌ریزی در دو دهه اخیر، دارای پیچیدگی‌هایی در سیستم زهکشی می‌باشد. هدف اصلی پژوهش، ارزیابی احتمال وقوع سیل ناشی از عوامل انسانی و مهم‌ترین عوامل مؤثر بر آن می‌باشد. در راستای دستیابی به هدف اصلی مقاله، اهداف خردی نیز تعریف شده‌است که شامل: ارزیابی احتمال وقوع سیل ناشی از احداث و توسعه سکونتگاه‌های انسانی در قالب کاربری‌های مختلف در حریم رودخانه‌ها و مسیل‌ها، ارزیابی احتمال وقوع سیل ناشی از استفاده نادرست از خاک در حریم روخانه و نواحی با خاک فرسایش زیاد یا متوسط و بررسی میزان تراکم پوشش گیاهی در حریم رودخانه‌ها، می‌شود.

به همین دلیل یکی از بحران‌هایی که استان تهران را تهدید می‌کند سیل ناشی از دخالت انسان در طبیعت می‌باشد و متأسفانه در استان پتانسیل‌هایی وجود دارد که این نوع دخالت‌ها را تشدید می‌کند. به عنوان مثال جهت توسعه بسیاری از کاربری‌ها و سکونتگاه‌ها به حریم رودخانه و مسیل‌ها پیشروی کرده که خود منجر به تشدید وقوع سیل می‌شود. بنابراین برای کنترل و کاهش این سوانح باید سیاست‌گذاری در تخصیص کاربری‌ها در حریم رودخانه و مسیل، توسعه شبکه حمل و نقل و کنترل فرسایش خاک بر اساس نقشه‌ها و مخاطرات احتمالی تعیین‌شده در حریم رود و مسیل‌ها صورت گیرد.

در این پژوهش به بررسی خطر سیل ناشی از عوامل انسانی در استان تهران با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS و تحلیل اطلاعات استخراج‌شده از آن، پرداخته شده‌است. برای این منظور عوامل تأثیرگذار بر وقوع سیل ناشی از دخالت انسانی شناسایی و نقشه‌های احتمال وقوع برای تعیین مکان‌های مستعد خطر در استان تهران تولید می‌گردند. در این روش ابتدا داده‌های اولیه

فراهم و سپس در محیط نرم افزار ArcGIS لایه‌های مورد نیاز براساس جدول ساختار داده‌ها^۸ استخراج می‌گردد و پس از آن لایه‌های مربوطه با ضریب‌هایی مؤثر در وقوع سیل ناشی از عوامل انسانی همچون لایه کاربری‌ها، شبکه‌های دسترسی در حریم‌های رودخانه‌ها، میزان فرسایش خاک، بر روی یکدیگر قرار گرفته و نقشه‌های احتمال وقوع و علل‌زمینه‌ای آسیب‌پذیری به طور مجزا تولید می‌شوند و مجدداً با روی هم‌اندازی این دو نقشه، پهنه‌بندی میزان خطر وقوع سیل ناشی از عوامل انسانی حاصل می‌شود که بر اساس این نقشه تحلیل‌هایی صورت خواهد گرفت.

۳. روش پژوهش

با توجه به بدهای توصیفی و تحلیلی پژوهش، از منابع کتابخانه‌ای و اینترنتی، داده‌های آماری استفاده گردیده و علاوه بر آن در راستای رسیدن به اهداف مقاله، تحلیل و ارائه نقشه‌هایی نیاز بوده که با توجه به پتانسیل‌های موجود در نرم‌افزار Arc GIS، نقشه‌های موردنظر تولید و پردازش شده و برای تکمیل‌تر کردن تحلیل‌های آن منابع معتبر منطقه‌ای و نرم‌افزار اکسل^۹ به کار گرفته شده‌اند. همچنین در این پژوهش جهت دستیابی به نقشه پهنه‌بندی خطر سیل در استان تهران به ترتیب موارد، جمع‌آوری داده‌های کیفی و کمی مرتبط با موضوع، شناخت منطقه و نیمرخ آن، دسته‌بندی دیاگرام ساختار داده‌ها^{۱۰} برای تولید نقشه‌های مورد نیاز، بررسی عوامل تأثیرگذار بر احتمال و شدت سانحه، تولید نقشه‌های احتمال وقوع، بررسی علل‌زمینه‌ای آسیب‌پذیری، تولید نقشه‌های مربوطه و ارزیابی خطر سیل ناشی از عوامل انسانی، پیگیری خواهد شد.

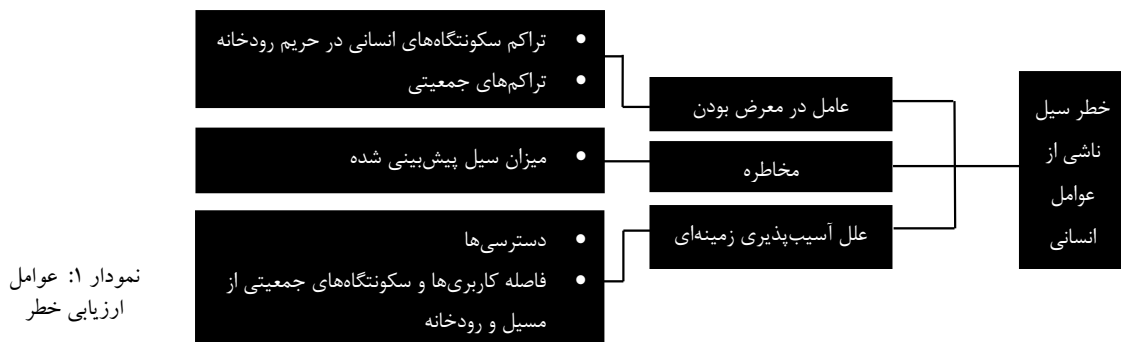
همانطور که پیش‌تر ذکر شد برای تهیه و تدوین نقشه احتمال وقوع در ابتدا علل اصلی را بررسی کرده، سپس بر اساس نمودار ساختار داده‌های تعریف شده به تهیه نقشه پرداخته می‌شود. به طور معمول در تهیه نقشه‌ها ابتدا بناها و یا مراکز سکونتگاهی به نقاط تبدیل کرده و پس از آن نقاطی که در حریم رودخانه‌اند (فاصله ۱۵۰ متری) را مشخص و از لایه خروجی آن تراکم گرفته و نقشه‌های احتمال وقوع بر اساس نوع کاربری، ایجاد

می‌شود. در آخر لایه‌های تمامی نقشه‌های تولیدشده را پس از ارزش‌گذاری بر روی هم انداخته و نقشه‌های نهایی احتمال وقوع سیل ناشی از دخالت‌های انسانی استان تهران به دست می‌آید. پس از تولید نقشه‌ها برای استفاده از آنها در برنامه‌ریزی نقاط مثبت و منفی آن را استخراج کرده و از نتیجه نهایی آنها برای راه‌حل و پیشنهادات در جهت کاهش خطر سیل ناشی از عوامل انسانی استفاده می‌شود. به منظور تعیین احتمال وقوع می‌توان عوامل مؤثر را در مقولات جداگانه‌ای طبقه‌بندی نمود. برای مثال برخی از موارد به مانند ساختمان‌ها شامل: آموزشی، اداری، مذهبی، فرهنگی، درمانی و بهداشتی، تجاری و غیره، شبکه حمل و نقل شامل: جاده‌ها (آزادراه، بزرگراه، جاده‌های اصلی و...)، خطوط راه آهن، خطوط متروها، فرودگاه‌ها، سکونتگاه‌های انسانی شامل: شهرها، روستاها و آبادی‌ها، تأسیسات شریان‌های حیاتی شامل: آب، برق، گاز، نفت و غیره و زمین‌های کشاورزی و میزان فرسایششان، می‌باشند.

۴. مبانی و چارچوب نظری

یک روش و مدل کاربردی جهت تصمیم‌گیری برنامه‌ریزان در روند برنامه‌ریزی یک منطقه، باید قابلیت تدوین اهداف، چارچوب و جایگاهی برای تحلیل داشته باشد. به صورت کلی می‌توان مدل‌ها را به چهار دسته توصیفی، شبیه‌سازی، برنامه‌ریزی و ارزیابی مطرح نمود (کولین^{۱۱}، ۱۹۸۸) که در این مقاله از مدل چهارم، ارزیابی استفاده خواهد شد. یکی از روش‌های ارزیابی خطر مکانی با استفاده از سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی و تولید نقشه توسط آن می‌باشد و در نهایت تحلیل کاربری‌های اراضی در ارتباط با موضوع موردنظر و ارائه قوانین و سیاست‌های مربوطه می‌باشد (کلادیا^{۱۲}، ۲۰۰۷).

در این پژوهش برای ارزیابی خطر سیل ناشی از عوامل انسانی مدلی به کار رفته است که سه عامل اصلی: مخاطره، عامل در معرض بودن، آسیب‌پذیری^{۱۳} را در نظر دارد. توضیحات کامل‌تر این سه مؤلفه در نمودار (۱) مطرح شده‌است. علاوه بر این ارتباط سه مؤلفه نام‌برده را با خطر می‌توان از فرمول زیر مشاهده نمود



بمانیان و همکاران، ۱۳۹۱) و (چانگ^{۱۴} و چنگ^{۱۵}، ۲۰۱۰). بنابراین نقشه خطر سیل ناشی از عوامل انسانی کمک شایان و قابل توجهی در تعیین توسعه مکانی می‌کند تا ریسک آسیب‌پذیری مردم و خسارت کاربری را کاهش دهد و در نقشه‌های احتمال وقوع و آسیب‌پذیری با درجه بالا نشان می‌دهد که باید عملیات کنترل سیلاب و سیستم‌های هشداردهنده سیلاب در نظر گرفته شود (محمودزاده و همکاران، ۱۳۹۴).

۴-۱. شناخت منطقه مورد مطالعه

استان تهران به دلیل دلیل مرکزیت اداری، تمرکز جمعیت و دیگر فعالیت‌ها از موقعیت منحصر به فردی نسبت به سایر استان‌ها برخوردار است. همچنین شرایط استان تهران از نظر توپوگرافی و مجاورت با اقلیم‌های متفاوت، قابل تأمل بوده و این تفاوت اقلیمی منجر به وجود آمدن حساسیت‌های محیطی گردیده و بی‌توجهی به آن در زمان بهره‌برداری، آسیب‌پذیری را افزایش داده و موجب وارد شدن خسارات جبران‌ناپذیری می‌شود. بنابراین شناخت محیط طبیعی، قابلیت‌ها و تهدیدهای استان تهران لازمه سیاست‌ها و اقدامات سنجیده در جهت ارزیابی و کاهش خطر سیل ناشی از عوامل انسانی است.

۴-۱. شناخت منطقه مورد مطالعه

در استان تهران به دلیل وجود جریان‌های شدید در برخی از ایام سال، تمام شبکه‌های آب استان قادر به پاسخگویی نبوده و منجر به وقوع سیل می‌شود. تعدادی از این جریان‌های سیلابی با وجود پرمخاطره بودنشان به علت عدم وجود سکونتگاه‌های انسانی و یا تأسیسات مهم در مسیرشان، خسارات جانی و یا مالی وارد نمی‌کنند. از جمله این جریان‌ها می‌توان به خررود و رود الموت اشاره نمود (استانداری تهران، ۱۳۸۸).

علاوه بر این بخش دیگری از شبکه آب‌های استان که از دبی قابل توجهی برخوردارند، به وسیله سد تحت کنترل درآمده و خطری را متوجه استان نمی‌کند، مانند رود کرج که توسط سد امیرکبیر مهار شده‌است. رودخانه‌های جاجرود و حبله‌رود نیز در شرق استان دارای جریان سیلابی قابل توجهی‌اند، اما با نظر به فرم زهکشیشان، بخش‌های پایین‌دست استان در مجاورت کویر مرکزی را تحت تأثیر قرار می‌دهند و با توجه به نبود سکونتگاه

و تأسیسات خطر جدی ندارد (استانداری تهران، ۱۳۸۸). اما مهم‌ترین و اصلی‌ترین شبکه آب‌های سطحی استان تهران به خصوص که شهر تهران را دچار مشکل می‌سازد، آب‌های جاری از دامنه البرز جنوبی است. این جریان مستقیم وارد شهر شده و اصلی‌ترین جریان‌های آن نیز دریند، کن، فرحزاد و درکه می‌باشد (علی‌محمدی، ۱۳۸۸).

۵. بحث و تحلیل یافته‌ها

پس از استخراج ساختار داده‌ها و بر اساس داده‌های خام در دسترس استان تهران، به استخراج نقشه‌های موردنظر در جهت پیشبرد پژوهش پرداخته گردیده‌است. در این پژوهش جهت پهنه‌بندی خطر سیل ناشی عوامل انسانی از متغیرهای که شامل تراکم و فاصله از رودخانه، شبکه حمل و نقل، تراکم جمعیت، تراکم کاربری‌های متفاوت، میزان فرسایش خاک و زمین‌های زراعی در حریم رودخانه، در محدوده مطالعاتی در محیط GIS، استفاده شده‌است. در این میان سامانه اطلاعات جغرافیایی قابلیت‌های زیادی برای تولید نقشه‌های پهنه‌بندی سیل و نمایش آنها به طرق مختلف را دارا می‌باشد. در این مقاله ابتدا نقشه‌های مربوط به احتمال وقوع و علل زمینه‌ای آسیب‌پذیری سیل ناشی از عوامل انسانی استان تهران تولید و پس از آن لایه‌های حاصل را بر اساس میزان اثرگذاری ضریب داده و بر روی یکدیگر انداخته و در نهایت نقشه پهنه‌بندی خطر سیل ناشی از دخالت‌های انسانی استان تهران تولید می‌شود. براساس نقشه خطر سیل می‌توان برنامه‌هایی جهت مدیریت بحران، امداد و نجات، اسکان اضطراری، اسکان موقت و بازسازی منطقه آسیب‌دیده ارائه داد.

در تهیه هر نقشه ابتدا بناها و یا مراکز سکونتگاهی را به نقاطی تبدیل کرده، سپس مراکزی را که در حریم ۱۵۰ متری رودخانه‌اند، مشخص و از آن یک لایه خروجی تولید می‌شود، از لایه خروجی تراکم گرفته و نقشه‌های موردنظر ایجاد می‌شود. در نهایت لایه‌های تمامی نقشه‌های تولیدشده را پس از عملیات Reclassify بر روی آنها، ضرایب ارزش‌گذاری از طریق منوی Raster calculator در نرم‌افزار ArcGIS نقشه‌های احتمال وقوع حاصل می‌گردند.

پس از اینکه نقشه‌های احتمال وقوع سیل ناشی از عوامل انسانی مانند: استفاده غیراستاندارد زمین‌های زراعی، کاربری‌ها، شبکه حمل و نقل و سکونتگاه‌های انسانی از قبیل آبادی‌ها، روستاها و شهرها به طور مجزا تهیه و به آنها بر اساس میزان تأثیرشان بر احتمال و شدت وقوع، ضریب داده شده و پس از محاسبه لایه‌ها انداخته‌شده بر روی یکدیگر، نقشه نهایی به دست می‌آید، که احتمال وقوع سیل ناشی از عوامل انسانی که بیشتر در اثر تجاوز به حریم می‌باشد، را نشان می‌دهد. در ضریب‌دهی لایه می‌توان

جدول ۱: ساختار داده‌های سیل ناشی از عوامل انسانی (نگارندگان)

ساختار داده‌های (DSD)		
تراکم بالای ساخت و ساز در حریم رودخانه‌ها، احتمال وقوع سیل ناشی از عوامل انسانی را افزایش می‌دهد.	تجاوز به حریم رودخانه ^۱	عوامل مؤثر در تشدید سیل ناشی از دخالت‌های انسانی
برداشت غیراصولی و بی‌رویه مصالح از بستر رودخانه‌ها، احتمال و شدت وقوع سیل را افزایش می‌دهد.	برداشت مصالح	
رعایت نکردن استانداردها و استفاده بیش از حد از زمین‌های زراعی، میزان جذب آب توسط خاک را کاهش می‌دهد و احتمال وقوع سیل افزایش پیدا می‌کند.	زمین‌های زراعی ^۲	
قطع بی‌رویه درختان جنگل برای بهره‌برداری بیشتر موجب می‌شود که قدرت نفوذپذیری آب در خاک کاهش پیدا کند و احتمال وقوع سیل شدت پیدا کند.	جنگل	
چرای بیش از حد دام‌ها باعث کاهش پوشش گیاهی می‌شود و میزان جذب آب توسط خاک کاهش پیدا می‌کند.	مراعات	پوشش گیاهی و جنگلی
تراکم و گذر جاده‌ها در حاشیه رودخانه‌ها در هنگام وقوع سیل افزایش آسیب‌پذیری را به همراه دارد.	شبکه راه‌ها ^۳ (جاده و دسترسی‌ها ارتباطات حمل و نقل راه‌های موقت)	عوامل آسیب‌پذیری زمین‌های
با افزایش فاصله از حاشیه رودخانه آسیب‌پذیری کاهش پیدا می‌کند.	زیر ساخت‌ها: (جاده‌ها، پل‌ها، خطوط انتقال برق، شبکه‌های آب و گاز، سامانه‌های مخابراتی و ساختمان‌های خدمات عمومی)	
با افزایش فاصله آسیب‌پذیری کاهش پیدا می‌کند.	کالبدی	
کاهش تراکم باعث کاهش آسیب‌پذیری می‌شود.	کالبدی	
دور کردن زمین‌های کشاورزی از ناحیه در معرض خطر باعث کمتر شدن خسارت به آنها می‌شود و نخاله‌های کمتری به منطقه کشاورزی نفوذ می‌کند.	اقتصادی ^۴ زمین‌های کشاورزی ساختمان‌های مسکونی سیستم خدماتی آب و برق	
همچنین در ناحیه که سیل رخ می‌دهد در صورتیکه تراکم مسکونی زیاد باشد باعث به وجود آمدن نخاله‌ها می‌شود و با جابه‌جایی آسیب‌های شدید وارد می‌کند.		
هرچه مزارع و زمین‌های کشاورزی از ناحیه مستعد خطر دورتر باشند باعث کاهش آسیب آنها می‌شود.	محیط زیست: خاک	
افزایش تراکم جمعیتی و ساختمانی در مناطق مستعد خطر، افزایش یابد (حاشیه رودخانه‌ها)، تلفات انسانی افزایش می‌یابد.	تلفات انسانی:	غیر کالبدی
کاهش فاصله باعث افزایش آسیب‌پذیری بیشتر می‌شود و تلفات انسانی را افزایش می‌دهد. و همچنین کاهش تراکم خطوط فشار قوی برق باعث کاهش آسیب‌پذیری می‌شود.	غرق شدن برق‌گرفتگی	

^۱ نقشه مورد نیاز: قرارگیری سکونتگاه‌ها، بلوک‌های ساختمانی، کارخانه‌ها، مراکز درمانی و دیگر موارد در حریم ۱۵۰ متری رودخانه.

^۲ نقشه مورد نیاز: زمین‌های زراعی که در حریم رودخانه واقع شده‌اند و زمین‌هایی که فرسایش آنها بسیار زیاد و یا متوسط می‌باشند.

^۳ نقشه مورد نیاز: جاده‌هایی که در حریم رودخانه واقع‌اند و دارای تراکم بسیار بالایی نیز می‌باشند، دچار آسیب‌پذیری بالایی هستند.

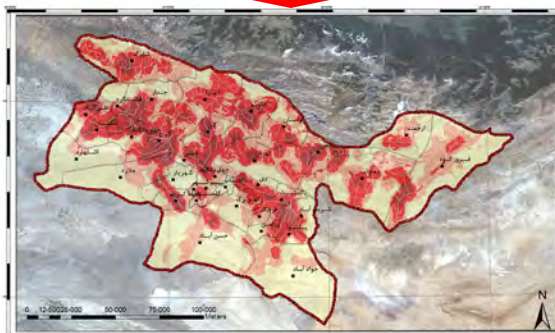
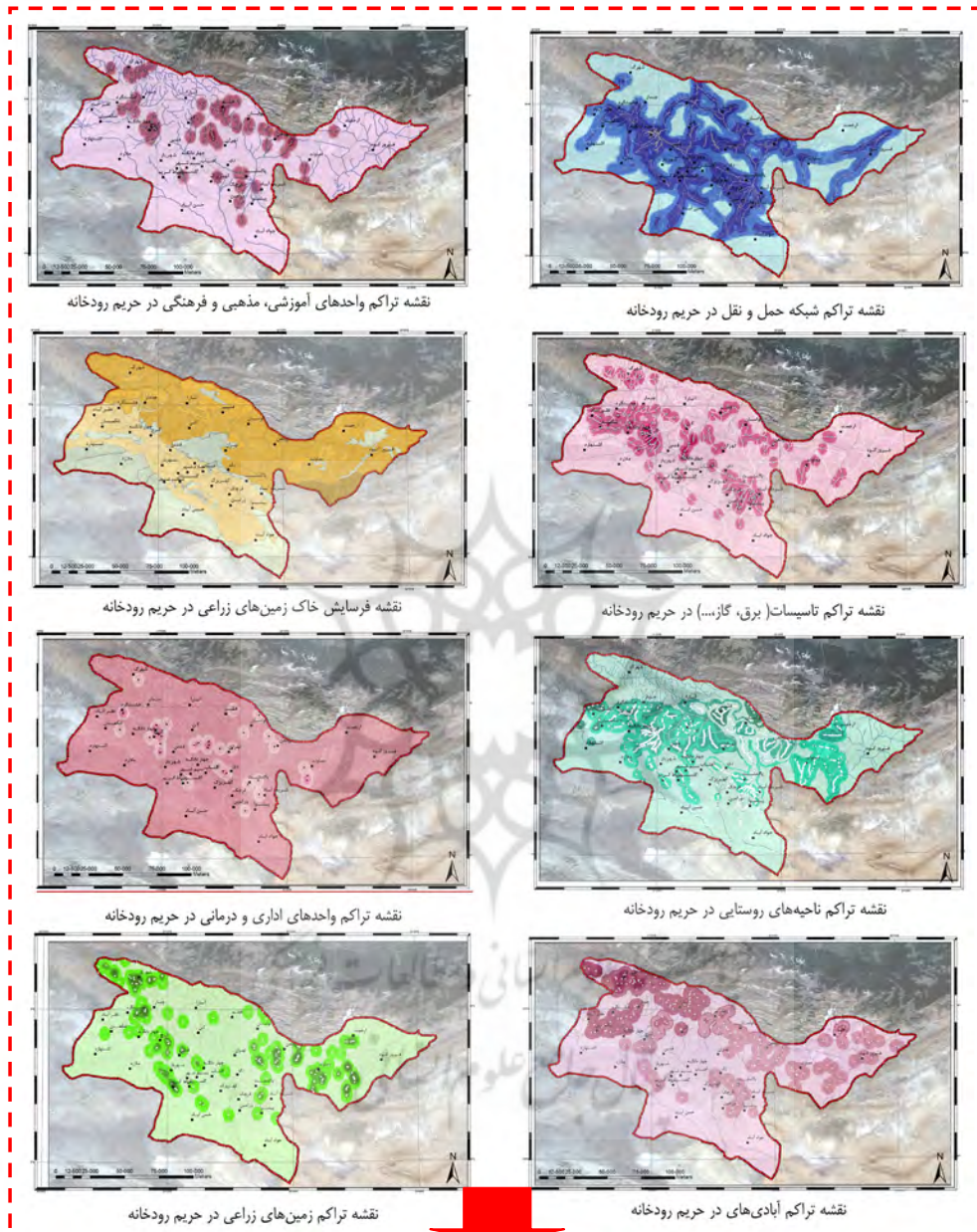
^۴ نقشه مورد نیاز: فاصله و تراکم زمین‌های زراعی از مسیرها (مسیر سیل) و حریم رودخانه‌ها و تقاطع با میزان فرسایش خاک این زمین‌ها.

زیاد، احتمال وقوع زیاد، احتمال وقوع کم و احتمال وقوع بسیار کم قرار گرفته‌اند که با کم‌رنگ‌تر شدن رنگ‌ها شدت احتمال وقوع نیز کاهش پیدا می‌کند. در تصویر نقشه (۱) احتمال وقوع سیل ناشی از عوامل انسانی در استان تهران، لکه‌های پررنگ نشان‌دهنده احتمال وقوع بسیار زیاد در هشتگرد، فشم، لواسان، رودهن، شمال قدس و جنوب پاکدشت می‌باشد. همچنین در

به عنوان مثال به اهمیت بیشتر استفاده غیراستاندارد زمین‌های زراعی نسبت به تأسیسات اشاره کرد. زیرا مورد اول تأثیر آشکارتر و شدیدتری در احتمال وقوع سیل نسبت به مورد دوم ایفا می‌کند. در نقشه‌های تولیدشده نقاط پررنگ به سمت کم‌رنگ نشان‌دهنده، احتمال وقوع بسیار زیاد به احتمال وقوع بسیار کم است. و تمام نقشه‌ها در چهار طبقه به شرح: احتمال وقوع بسیار

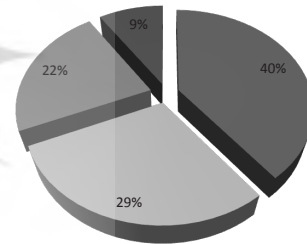
شمال شرق و شمال غرب استان احتمال وقوع زیاد می‌باشد. در نمودار دایره‌ای شماره (۲)، نسبت احتمال وقوع سیل ناشی از عوامل انسانی در سطح استان تهران را نشان می‌دهد. در واقع ۹٪ از سطح استان را پهنه با احتمال وقوع بسیار زیاد اشغال

کرده‌است و پس از آن ۲۲٪ را پهنه احتمال وقوع بالا سیل، ۲۹٪ احتمال وقوع کم و ۴۰٪ پهنه احتمال وقوع بسیار کم از سطح استان را در بر گرفته‌است. در تدوین ادامه این پژوهش با بررسی علل زمینه‌ای

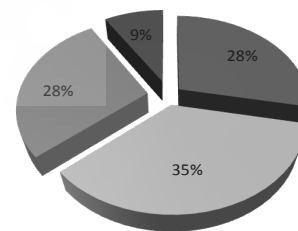


تصویر ۱: نقشه احتمال وقوع سیل ناشی از عوامل انسانی در استان تهران

آسیب‌پذیری‌های انسانی در عوامل ارادی مانند موارد: کالبدی، زیرساختی، اقتصادی به تهیه نقشه آنها پرداخته خواهد شد. همچنین میزان آسیب‌پذیری این عوامل برابر با خسارتی است که در صورت بروز سانحه به یک اجزاء و عناصر سکونتگاهی برحسب ماهیت و کیفیت آنها وارد می‌شود. در تولید نقشه‌های این بخش ابتدا فواصل معینی از رودخانه و مسیل گرفته شده و پس از تولید نقشه، نواحی که در فاصله بسیار کم با این حریم‌ها می‌باشند، دارای علل زمینه‌ای آسیب‌پذیری بسیار بالایی تشخیص داده شده که با دور شدن از این حریم‌ها و افزایش فاصله علل زمینه‌ای، آسیب‌پذیری کاهش پیدا می‌کند. باید خاطر نشان شد که حریم‌های در فواصل معینی از مسیل‌ها در نظر گرفته شده‌است، این فواصل ۰-۵۰۰، ۵۰۰-۱۰۰۰، ۱۰۰۰-۲۰۰۰ و ۲۰۰۰-۱۰۰۰۰ متر می‌باشند، که در حدود ۲۸٪ از سطح استان مراکز دارای علل زمینه‌ای آسیب‌پذیری بسیار زیاد می‌باشند. ۳۵٪ از مساحت استان را پهنه علل زمینه‌ای آسیب‌پذیری بالا انتخاب کرده‌اند که در صورت قرارگیری دسته‌بندی‌های نام برده شده آسیب‌پذیری آنها بالا می‌باشد. همچنین به ترتیب ۲۸٪ و ۹٪ از سطح استان در پهنه علل زمینه‌ای آسیب‌پذیری کم و بسیار کم قرار دارند (نمودار ۳).



نمودار ۲: نسبت احتمال وقوع سیل ناشی از عوامل انسانی در سطح استان تهران



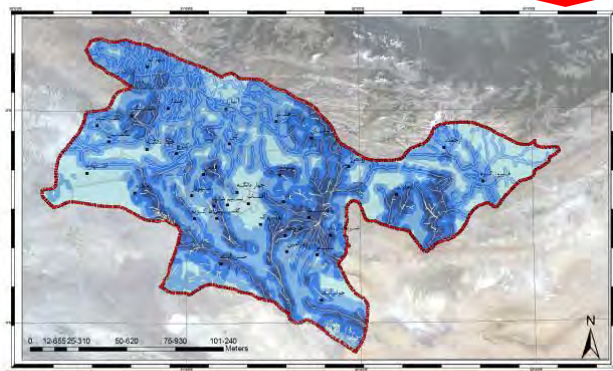
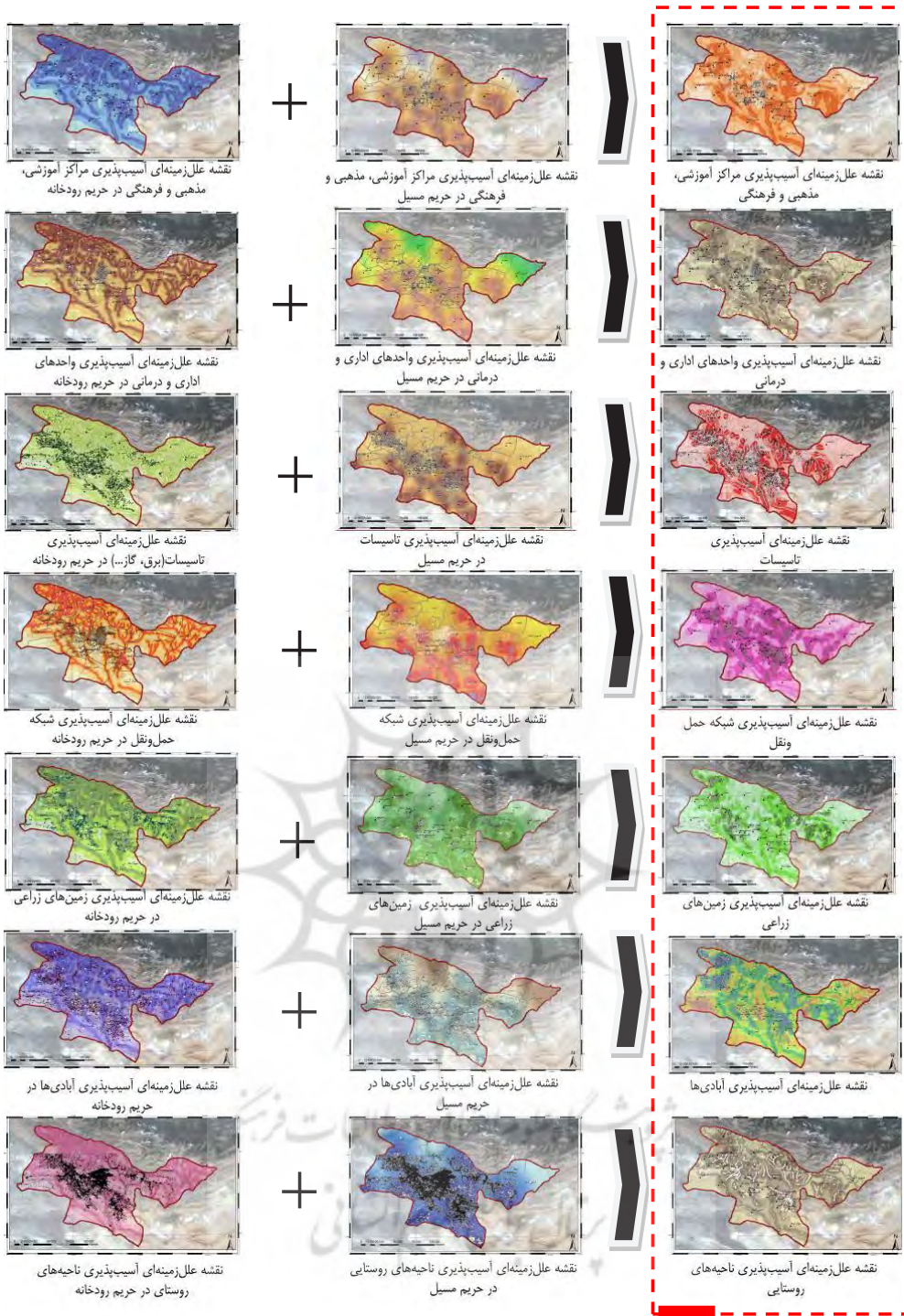
نمودار ۳: نسبت علل زمینه‌ای آسیب‌پذیری سیل ناشی از عوامل انسانی در سطح استان

بر روی هم‌انداخته و از آن یک خروجی گرفته شد که نتیجه حاصل تصویر (۲)، نقشه علل زمینه‌ای آسیب‌پذیری سیل ناشی از عوامل انسانی در استان تهران، می‌باشد. در این نقشه در شرق استان شهرهای پاکدشت، شریف‌آباد، شمال شرقی استان شهرهای دماوند و جنوب شرقی دماوند و شرق استان در هشتگرد آسیب‌پذیری بسیار بالا می‌باشد. همچنین در نقاطی در شمال استان، لواسان و رودهن نیز پهنه با احتمال وقوع بالا وجود دارد. در جنوب غربی استان و قسمتی از شمال استان در آسارا علل زمینه‌ای آسیب‌پذیری بسیار کم می‌باشد.

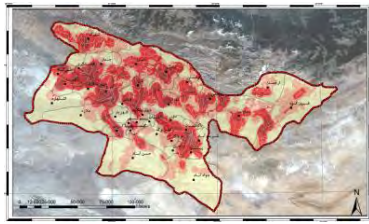
اهمیت توزیع مکانی مخاطراتی مانند سیل در قالب خطر به وسیله ترکیب داده‌های احتمال وقوع سیل ناشی از دخالت‌های انسانی و شدت آنها با میزان آسیب‌پذیری هر یک در مناطق مختلف حاصل در چارچوب برنامه‌های نظارت مکانی در بسیاری از کشورها استفاده می‌شود (فیلیپس، ۲۰۰۶). پس از تدوین نقشه‌های احتمال وقوع و علل زمینه‌ای آسیب‌پذیری سیل ناشی از عوامل انسانی استان تهران، آنها را با ضریب‌های تعیین شده بر روی یکدیگر انداخته و محاسبه کرده و از لایه نهایی خروجی گرفته می‌شود. نقشه حاصل، نقشه خطر سیل ناشی از دخالت‌های انسانی در استان تهران می‌باشد (تصویر ۲). در این نقشه هر چه لکه‌ها پررنگ‌تر باشند، میزان خطر در آن بیشتر بود که با کم‌رنگ‌تر شدن این لکه‌ها خطر کاهش پیدا می‌کند. این نقشه این امکان را فراهم می‌کند برنامه‌ریزان بتوانند برنامه منطقه‌ای را جهت توسعه و دیگر موارد به صورت آگاهانه انجام دهند.

همانطور که در تصویر (۴)، نقشه خطر سیل نمایان است، غرب استان در هشتگرد، شرق استان پاکدشت، شریف‌آباد، قرچک، در شمال استان (فشم، لواسان و رودهن)، در شمال شرقی استان (دماوند و جنوب شرقی آن)، در مرکز استان (تهران، قدس، چهاردانگه و شهریار) و در جنوب استان (رباط کریم، گلستان، شمال شرقی ملارد و شمال حسن‌آباد) با خطر بسیار شدید سیل ناشی از عوامل انسانی مواجه می‌باشند. نمودار دایره‌ای شماره (۴) نشان می‌دهد که، در حدود ۱۵ درصد از سطح استان با خطر شدید سیل مواجه‌اند و به ترتیب نیز ۲۵ درصد، ۲۹ درصد و ۳۱ درصد از مساحت استان را پهنه‌های با خطر شدید، کم و بسیار کم اشغال کرده‌اند.

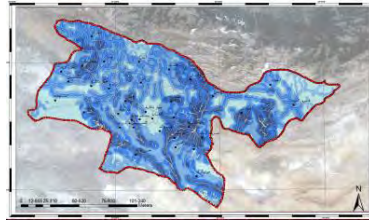
تمرکز شدید جمعیت، فعالیت و عدم تعادل مکانی در برخورداری از امکانات اجتماعی، سیاسی، اقتصادی و خدماتی را می‌توان از ویژگی‌های کشورهای جهان سوم نام برد. بر اساس این ویژگی‌ها بخش عمده‌ای از امکانات و جمعیت در یک یا چند نقطه تمرکز می‌یابد و سایر مناطق به صورت حاشیه‌ای عمل کرده و باعث بروز نابرابری‌های سکونتگاهی منطقه‌ای می‌شود (مرصوصی و همکاران، ۱۳۸۹). همچنین در این کشورها رشد شهرهای بزرگ، موجب عدم پیوستگی با شهرهای کوچکتر در اکثر سطوح



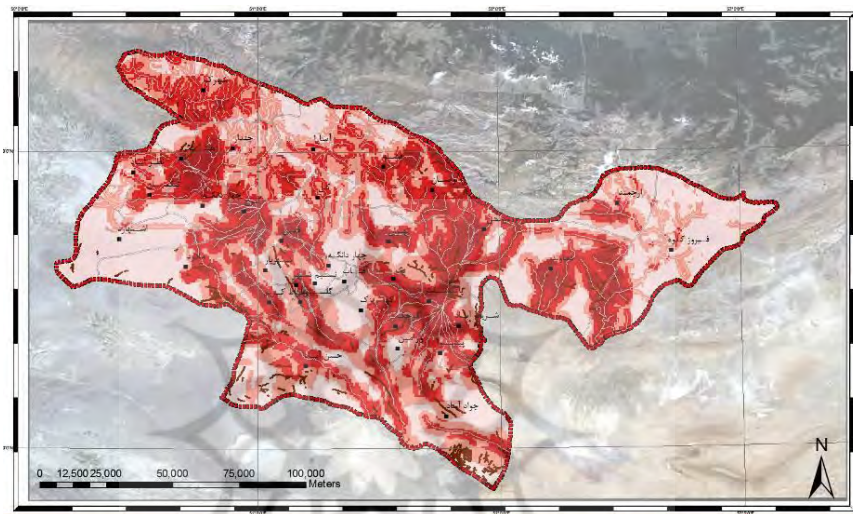
تصویر ۲: نقشه علل زمینهای آسیب‌پذیری سیل ناشی از عوامل انسانی



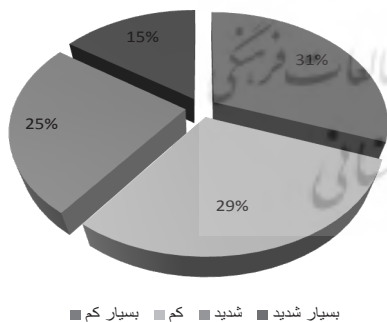
+



تصویر ۳: از راست به چپ نقشه‌های علل زمینه‌ای آسیب‌پذیری و احتمال وقوع سیل ناشی از عوامل انسانی در استان تهران



تصویر ۴: نقشه پهنه‌بندی خطر سیل ناشی از عوامل انسانی در استان تهران



نمودار ۴: نسبت خطر سیل ناشی از عوامل انسانی در سطح استان

می‌شوند و شهرهای کوچک و میانی با ارتباط ضعیف با جوامع پایین‌تر از خود به صورت فضاهای پیرامونی، حاشیه‌ای و وابسته درمی‌آیند (باقری، ۱۳۷۵). در سند برنامه سوم توسعه (۱۳۷۸)، نیز به این موضوع که به وجود آوردن قطب‌های بزرگ جمعیتی در بعضی از مناطق کشور، که جاذب فعالیت‌های خدماتی و تولیدی و زیربنایی می‌باشند، باعث جذب جمعیت‌های جدیدی شده و تکرار این دوره‌ها موجب شدیدتر شدن این اختلاف و نابرابری خواهدگردید (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی، ۱۳۷۸). همچنین از مهم‌ترین عوامل تجمع و پراکندگی جمعیت‌ها نیز می‌توان به دو دسته اصلی اشاره نمود: عوامل غیرارادی و عوامل ارادی.

عوامل غیر ارادی: از عواملی است که اراده انسان نقش تعیین‌کننده‌ای در تغییر و تحول آنها ندارد و این عوامل به نوبه خود به دو گروه جغرافیایی طبیعی و جغرافیایی تاریخی تقسیم می‌شوند. **عوامل ارادی:** به عواملی اطلاق می‌گردد که تحت تأثیر تصمیم و اراده انسان (جامعه بشری) قابلیت تغییر و تحول بسیار دارد این عوامل نیز در سه گروه: ساختار اقتصادی، ویژگی‌های فرهنگی، سیاسی، نظامی، تغییر و تحولات فراملی طبقه‌بندی می‌شوند (مؤمن طایفه، ۱۳۹۱).

نتیجه گیری

در این مقاله ارزیابی خطر سیل ناشی از عوامل انسانی در استان تهران با توجه به عوامل نام برده شده، بررسی گردید. همانطور که ذکر شد، کاهش فاصله بلوک‌ها و سکونتگاه‌های انسانی از حریم رودخانه و مسیل‌ها، تراکم آنها در حریم رودخانه و دیگر موارد باعث افزایش میزان آسیب‌پذیری و شدت احتمال وقوع می‌گردد. سامانه اطلاعات جغرافیایی این امکان را فراهم نمود تا پهنه‌بندی از خطر سیل در اثر دخالت انسانی استان تهران، برای برنامه‌ریزان منطقه جهت سیاست‌گذاری و استراتژی‌های ایجاد شود.

با وجود توسعه روزافزون استان تهران و تجمع سکونتگاه‌های انسانی، سرمایه‌های اقتصادی و حتی تمرکز دستگاه‌های دولتی، تحلیل نقشه خطر سیل استان نشان می‌دهد که بسیاری از ساخت و سازها سکونتگاه‌ها و حتی زیرساخت‌هایی مانند شبکه حمل و نقل در حریم رودخانه و مسیل‌ها بنا شده‌اند و دارای خطر بسیاری بالای سیل می‌باشند. همانطور که در تصویر (۴) مشاهده می‌شود، شهری مانند تهران که نقش اساسی و حیاتی در استان تهران بازی می‌کند، نیز در رده خطر بسیار بالا سیل ناشی از دخالت‌های انسانی می‌باشد و جهت توسعه آن به سمت حریم رودخانه‌ها و در زمین‌هایی با فرسایش بالا صورت می‌گیرد. این درحالیست که به قوانین و استانداردهای برنامه‌ریزی شهری و کاربری‌ها توجه نمی‌شود و در صورت وقوع سانحه خسارات مالی و جانی بسیاری وارد خواهد شد. همچنین در شمال استان و شمال شهر تهران، منازل و سکونتگاه‌های تفریحی بسیاری در حریم رودخانه واقع گردیده‌اند، که منجر به شدت وقوع سیل با خسارات و تلفات می‌گردند. بنابراین برای مدیریت بحران و کاهش خسارات، مناطق با خطر بسیار شدید و شدید، نیازمند برنامه‌ریزی صحیح و قابل اجرا می‌باشند. بر این اساس راهکارهایی به صورت خلاصه ارائه می‌گردد:

- کاهش تراکم سکونتگاه‌های انسانی، تأسیسات و شبکه حمل و نقل در حریم رودخانه و مسیل.
- وضع قوانین و اجرای آن برای جلوگیری از ساخت و ساز در حریم رودخانه و مسیل.
- وضع قوانین و اجرای آن برای انتقال مراکز قابل جابه‌جایی به مکان‌های امن.
- تبیین سیاست‌های تنبیهی و تشویقی برای جابه‌جایی مراکز به نقاط امن.
- کاشت گیاهان دوره‌ای برای تثبیت خاک در زمین‌های زراعی در حریم رودخانه.
- استفاده از استانداردهای کشاورزی، ایجاد بستر خاکی مقاوم و با قابلیت نفوذ بسیار بالای آب و کنترل فرسایش خاک در زمین‌های زراعی حریم رودخانه نقاط روستایی که با فرسایش بالای خاک مواجه می‌باشند.

منابع

- استانداری تهران (۱۳۸۸). **معاونت برنامه‌ریزی طرح تهیه و تدوین برنامه آمایش استان مطالعات منابع طبیعی و محیط زیست تحلیل مخاطرات (سیل، طوفان، ماسه‌های روان و مخاطرات محیط زیستی)**.
- باقری، اشرف‌السادات (۱۳۷۵). **نقش شهرهای میانی در توسعه ناحیه‌ای، رساله دکتری، به راهنمایی دکتر حسین شکوئی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.**
- بمانیان، م؛ رفیعیان، م؛ خالصی، م؛ بمانیان، ر (۱۳۹۱). **کاهش خطرپذیری شهر از بلایای طبیعی (زلزله) از طریق برنامه‌ریزی کاربری زمین (مطالعه موردی: ناحیه ۵ منطقه ۳ تهران)**، فصلنامه علمی و پژوهشی مدیریت بحران، (۲)، ۱۵-۵.
- سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی (۱۳۷۸). **مستندات برنامه سوم توسعه اقتصادی-اجتماعی و فرهنگی کشور.**
- علی‌محمدی، ع (۱۳۸۸). **مطالعات منابع طبیعی و محیط زیست، تحلیل موقعیت و توپوگرافی، برنامه آمایش استان، استانداری تهران، معاونت برنامه‌ریزی.**
- محمودزاده، م؛ امامی‌کیا، و؛ رسولی، ع (۱۳۹۴). **ریز پهنه‌بندی خطر سیلاب در محدوده شهر تبریز با استفاده از روش AHP**، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، ۳۰ (۱)، ۱۶۷-۱۸۰.
- مرصوصی، ن؛ حکمت‌نیا، ح؛ پورمحمدی، م؛ نظم‌فر، ح (۱۳۸۹). **تحلیل استراتژی‌های توسعه منطقه‌ای در آذربایجان شرقی، جغرافیا و برنامه‌ریزی منطقه‌ای**، ۱ (۲)، ۴۲-۵۰.
- مؤمن طایفه، م (۱۳۹۱). **تأثیر استان‌های مهاجرپذیر و مهاجرفرست بر روند شهرنشینی و تراکم نسبی جمعیت.**

-Al-Ghamdi, K, Mirza, M, Elzahrany, R, Dawod, G. (2012). **GIS evaluation of urban growth and flood hazards: a case study of Mecca city, Saudi Arabia, Knowing to manage the territory, protect the environment, and evaluate the cultural heritage**, Rome, Italy, 6-30.

-Büchle, B, Kreibich, H, Kron, A, Thieken, A, Ihringer, J, Oberle, P, Merz, B, Nestmann, F. (2006). **Flood-risk mapping: contributions towards an enhanced assessment of extreme events and associated risks. Natural Hazards and Earth System Sciences**, 6, 485-503.

-Chen, J, Hill, A, Urbano, L. (2009). **A GIS-based model for urban flood inundation, Journal of Hydrology**,

373, 184–192.

-Chung-Hung, T, Chen Cheng, W. (2010). **An earthquake disaster management mechanism based on risk assessment information for the tourism industry-a case study from the island of Taiwan**, *Tourism Management*. - Taiwan, ROC: Elsevier Ltd., Vol. 31.

-Claudia, B. (2007). **Risk-maps informing land-use planning processes; A survey on the Netherlands and the United Kingdom recent developments**, *Journal of Hazardous Materials*. - Delft, the Netherlands: Elsevier B.V. All rights reserved, Vol. 145.

-Collin, L. (1988). **Models in Urban Planning** [Book].

-Fernández, D, Lutz, A. (2010). **Urban flood hazard zoning in Tucumán Province Argentina, using GIS and multi-criteria decision analysis**. *Engineering Geology*, 111, 90–98.

-Morelli, S, Segoni, S, Manzo, G, Ermini, L, Catani, F. (2012). **Urban planning, flood risk and public policy: The case of the Arno River, Firenze, Italy**, *Applied Geography*, 34, 205-218.

-Philip, B. (2006). **Economic risk maps of floods and earthquakes for European regions**, *Quaternary International Dortmund, Germany; Espoo, Finland*, Vol. 150.

-Wisner, B, Walker, P. (2005). **Beyond Kobe; a Proactive Look at the World Conference on Disaster Reduction**. 18-22 January 2005, Kobe, Japan [Report] / Feinstein International Famine Centre. A report for the Swiss Department of Humanitarian Aid.



پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

Received: 25 May 2015

Accepted: 15 August 2015

Risk Evaluation of Flooding Due to Human Factors Using Geographic Information System (GIS), The Case Study of Tehran Province

Sharif Motawef- Assistant Professor in Post-disaster Reconstruction Research Group, Architecture and Urban Planning Department, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

Haleh Mahdipour*- Master of Science in Post-disaster Reconstruction, Architecture and Urban Planning Department, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

Fereshteh Aslani- Master of Science in Post-disaster Reconstruction, Architecture and Urban Planning Department, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

Abstract

Population growth and development of urbanism in hazard-disposed areas lead to higher vulnerability to natural disasters in civil societies. Ignoring riparian zones in construction and development and hyper-grazing and non-standard agriculture by humans have a number of direct and indirect deconstructive influences. One of the crises that threaten the cities is the flooding due to the interference of human in nature. On the other hand, by consideration of major risk reduction factors, risk of disasters that leads to catastrophes may be predicted and procedures can be conducted to avert them. This act requires preparation, development, and incorporation of various local data. Geographic Information System, as an efficient tool in analyzing the local data, can be very effective in evaluating and zoning of this hazard.

Tehran province is constantly under flooding threat because of its special geographic conditions. Unfortunately, because of heterogeneous development of the cities in recent years and ignoring the principal urban planning regulations, there exist serious sewerage complications. As a result, one of the crises that threaten Tehran province is flooding due to human interference in nature. Therefore, in order to control and decline these disasters, policies regarding land use allocation in riparian zone and watercourse, transport network development, and soil blowing control, should be adopted based on maps and probable hazards in riparian zones and watercourses. In this research, flooding risk due to human factors in Tehran province is investigated using ArcGIS Software, and then the extracted data are analyzed. To do so, the effective factors on flooding due to human factors, and preparation of contingency maps for vulnerable locations, are recognized. In this approach, initial data are provided first, and then the required layers are extracted from the data structure table in ArcGIS Software. Subsequently, the layers associated with effective coefficients in flooding due to human factors, such as land use layer, access network in riparian zones layer, and amount of soil blowing layer, are mounted on each other and contingency and vulnerability are generated separately. After that, flooding due to human factors and contingency maps were generated separately and factored based on their effects on probability and intensity of the disaster. The calculated layers are mounted on each other, leading to the final map, which shows the flooding possibility due to human factors mostly due to violating the riparian zones.

Analyzing the flood hazard map of the province demonstrates that most of the residential constructions and even substructures like transportation networks are built in riparian zones and watercourses, having very high risk of flooding. This happens because urban planning and land use regulations and standards are ignored, and in case of a disaster, there would be a huge financial and life loss. Because of this, crisis management and vulnerability reduction of areas with high and very high risks require appropriate and practicable planning and policies such as reduction in density of human residences, transportation network, and facilities in riparian zones and watercourses, creating constructional laws for riparian zones, and following the agricultural standards.

Keywords: Risk evaluation, Flood, Human Factors, Geographic Information System, Tehran Province.

* Corresponding Author: haleh_mehdipour@yahoo.com