Archive of SID

ارائه‌ی الگویی در تحلیل و پهنه‌بندی سطح آسیب‌پذیری مناطق شهری در خطر سیلاب

مطالعه‌ی موردی: مناطق ۱۰ و ۲۲ شهر تهران

تاریخ دریافت: ۹۵/۳/۲۷
تاریخ پذیرش ۹۸/۹/۲۶

خه بات درفشی: دکتری ژئومورفولوژی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی تهران، تهران، ایران.
فاطمه عادلی ساردو: دانشجوی دکتری برنامه‌ریزی محیط زیست، پردیس دانشکده‌های فنی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
بهرام ملک محمدی*: دانشیار برنامه‌ریزی و مدیریت محیط زیست، پردیس دانشکده‌های فنی، دانشگاه تهران، تهران، ایران، Malekb@ut.ac.ir

چکیده

آسیب‌پذیری ناشی از سیلاب متغیر و پیچیده است. شهری مانند تهران با تغییرات زیاد سطح اجتماعی - اقتصادی و کیفی زندگی در نواحی مختلف و نیز تفاوت‌های ساختاری در بافت فیزیکی و کالبدی شهر، آسیب‌پذیری‌های جانی و خسارت مالی متفاوتی را در برابر سیلاب‌های شهری می‌تواند تجربه کند. در این پژوهش، به‌منظور دست‌یابی به الگویی در تحلیل آسیب‌پذیری دو منطقه‌ی ۱۰ و ۲۲، متغیرهای بلوک‌های با بافت فرسوده، تراکم جمعیت، کاربری اراضی و فاصله از پل به‌منزله‌ی عناصر فیزیکی در معرض خطر و متغیرهای شیب و شبکه‌ی آبراهه به‌منزله‌ی متغیرهای تشدیدکننده‌ی آسیب‌پذیری به‌کار گرفته شده‌اند. اولویت‌بندی و تعیین روابط بین این متغیرها با برآورد آسیب‌پذیری از طریق روش تحلیل سلسله‌مراتبی انجام گرفت و بر اساس نظرات کارشناسی، وزن اهمیت معیارها و متغیرها برای تهیه‌ی نقشه‌ی آسیب‌پذیری تعیین شد. وزن به دست آمده برای معیارها نشان می‌دهد که عامل تراکم جمعیت و تراکم شبکه‌ی آبراهه با ۰/۳۸۲۵ و ۰/۰۴۲۸ به ترتیب بیشترین و کمترین وزن‌های معیار را در تهیه‌ی نقشه‌ی آسیب‌پذیری دارند. میزان آسیب‌پذیری به دست آمده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی برای دو منطقه‌ی ۱۰ و ۲۲، به ترتیب دو عدد ۷/۸ و ۲/۶ را نشان می‌دهد. همچنین نتایج این تحقیق نشان می‌دهد، نقشه‌ی میزان ریسک سیلاب در منطقه‌ی ۱۰ دارای دامنه‌ی بالاتری نسبت به منطقه‌ی ۲۲ است.

واژه‌های کلیدی: *تحلیل آسیب‌پذیری، تحلیل سلسله‌مراتبی، ریسک سیلاب، منطقه‌ی ۱۰ تهران، منطقه‌ی ۲۲ تهران*

Present the pattern in vulnerability level zoning and analysis of urban areas at flood risk

Case study: Regions 10 and 22 of Tehran

Khabat Derafshi[1], Fatemeh Adeli Sardou[2], Bahram Malekmohammadi*[3]

Abstract

Vulnerability is the main construct in flood risk management. One of the most significant aims of flood vulnerability assessment is to make a clear association between the theoretical conceptions of flood vulnerability and the daily administrative process. Flood vulnerability is complex and has a wide range depending on various phenomena such as rainfall, runoff concentration and high exposure of the flooding downstream areas. Flood vulnerability changes over time and shifts its location due to natural conditions, human activities, and damages the culture of the community at risk. Tehran city has experienced various life and property damages because of high varieties in the socio-economic and the life quality level in regions as well as structural varieties in the city fabric. In this study, the blocks with weak texture, population density, land use, bridge, and slope and drainage density are defined as elements at risk for assessing the patterns of vulnerability between districts No. 10 and 22 of Tehran. Prioritization and relationship among these variables as well as vulnerability were examined through Analytic Hierarchy Process; based on expert opinions creating a matrix with 6×6 dimensions to determine the variables' relative weight and vulnerability map. According to the results of relative weights, population density of 0.3825 and drainage density of 0.0428 were revealed to be the highest and lowest relative weights respectively. The obtained vulnerability values from AHP method for districts No. 10 and 22 showed numbers 7.8 and 2.6 respectively. Tehran flood vulnerability has Multiple-scale analysis due to the amount of change or destruction of the urban natural watercourse, kind of land use, various densities of urban fabric and non-uniform distribution of population, as well as the socio-economic level and quality of life in urban neighborhoods.

Keyword: *Vulnerability Analysis, Analysis Hierarchical Process (AHP), Flood Risk, Region 10 of Tehran, Region 22 of Tehran.*

1. Ph.D. of Geomorphology, Faculty of Earth Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran
2. Ph.D. Student of Environmental Planning, College of Engineering, University of Tehran, Tehran, Iran
3. Associate Professor of Environmental Planning and Management, College of Engineering, University of Tehran, Tehran, Iran, Malekb@ut.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

آسیب‌پذیری تصور پیچیده‌ای در ارتباط با هر خطر و تأثیرات حاصل از آن است که نمونه‌ای از این تصور پیچیده درباره‌ی مخاطره‌ی سیلاب مطرح است. سیلاب از معمول‌ترین و مصیبت‌آمیزترین مخاطرات طبیعی است که جهان امروز با آن مواجه است. این مخاطره بیش از هر پدیده‌ی هیدرواقلیمی دیگری خسارت و تخریب به‌بار می‌آورد [۱]. سیلاب‌ها زندگی هزاران نفر را می‌گیرند و میلیاردها تومان خسارت به اموال انسان وارد می‌کنند. در مقایسه با سایر بلایای طبیعی، حدود ۲۰ درصد از مرگ و میرها و ۳۳ درصد از خسارت‌های اقتصاد جهانی را این مخاطره سبب می‌شود [۲]. با رشد سریع شهرسازی و ایجاد و توسعه‌ی زیرساخت‌ها، سیلاب‌ها در نواحی شهری بیشتر و شدیدتر شده‌اند [۳]. گسترش ساخت و ساز شهری و افزایش سطوح با نفوذپذیری کم و یا غیرقابل نفوذ باعث کاهش نفوذ آب حاصل از بارش، افزایش رواناب، دبی‌های بزرگ‌تر، تغذیه‌ی کمتر آب‌های زیرزمینی و افزایش تغییرپذیری‌ها می‌شود. شهرسازی خطر سیلاب را به علت افزایش اوج و حجم دبی بیشتر می‌کند و زمان رسیدن دبی به اوج را نیز کاهش می‌دهد [۴، ۵، ۶، ۷] در نتیجه‌ی دست‌اندازی در محیط‌های طبیعی، حضور ساختارهای متعدد و نبود مقررات مناسب برای محافظت از این محیط‌ها، شرایط رویداد سیلاب فراهم می‌شود که افزایش آسیب‌پذیری جوامع را در برابر سیلاب‌های شهری در پی دارد.

آسیب‌پذیری ناشی از سیلاب متغیر و پیچیده است. ریسک سیلاب به پدیده‌هایی مانند بارش، رواناب ایجاد شده و تمرکز آن و میزان در معرض آسیب قرار گرفتن نواحی پایین‌دست سیلاب بستگی دارد. آسیب‌پذیری سیلاب طی زمان و از ناحیه‌ای به ناحیه‌ی دیگر متغیر است که علت آن شرایط خاص طبیعی، فعالیت‌های انسانی و فرهنگ مخاطره نزد جامعه‌ی در معرض خسارت است. شهری مانند تهران با تغییرات زیاد سطح اجتماعی - اقتصادی و کیفی زندگی در نواحی مختلف و نیز تفاوت‌های ساختاری در بافت فیزیکی و کالبدی شهر، آسیب‌پذیری‌های جانی و خسارت مالی متفاوتی را در برابر سیلاب‌های شهری تجربه می‌کند. گزارش شده که ۲۱۵۰ نفر در رویداد سیل عظیم سال ۱۳۳۳ و ۳۰۰ نفر در سیل سال ۱۳۶۶ حوضه‌ی آبخیز دربند کشته شدند؛ از سال ۱۳۳۳ تا سال ۱۳۴۷ بر اثر ۱۰ رویداد سیل، ۲۲۲۶ نفر کشته شدند؛ طی سال‌های ۱۳۴۸ تا ۱۳۶۱ تعداد ۲۱ سیل روی داده که موجب مرگ ۲۵ نفر شده است و بالاخره، از سال ۱۳۶۲ تا سال ۱۳۷۴، ۳۰۵ نفر در ۱۲ خطر سیل جان خود را در شهر تهران از دست دادند [۸].

یاشون و ریوتارو در مطالعه‌ای به تخمین و تهیه‌ی نقشه‌های ریسک و آسیب‌پذیری سیلاب بر اساس سیستم اطلاعات جغرافیایی و تحلیلی سلسله‌مراتبی در منطقه‌ای در کنیا پرداخته‌اند و در نهایت میزان حساسیت قسمت‌های مختلف در منطقه‌ی مورد مطالعه نقشه‌سازی شده است [۹].

کاستاس و همکارانش در مطالعه‌ای به بررسی میزان ریسک سیلاب در تورنتو با استفاده از برنامه‌ریزی فضایی و سیستم اطلاعات جغرافیایی پرداخته‌اند. این مطالعه علاوه بر بعد فضایی به فاکتورهای اجتماعی نیز توجه داشته است [۱۰].

الکساندرا و همکارش در یک مقاله به ارزیابی آسیب‌پذیری رواناب‌های سطحی در منطقه‌ی شهری با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره پرداخته‌اند [۱۱].

در مطالعه‌ای محمودزاده و همکارانش به تهیه‌ی نقشه‌ی ریز پهنه‌بندی خطر سیلاب در تبریز با استفاده از Gis پرداخته‌اند که در نهایت سیلاب آب‌گرفتگی و میزان خسارت ناشی از سیل در قالب نقشه ارزیابی شده است و میزان در معرض سیلاب قرار گرفتن نقاط مختلف محدوده‌ی مورد مطالعه مشخص شده و پهنه‌بندی صورت گرفته است [۱۲].

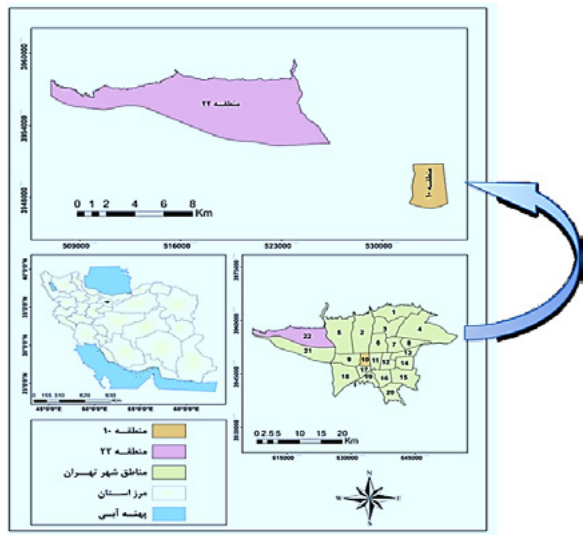
صداقت و همکارانش در مقاله‌ای به پهنه‌بندی حساسیت سیلاب شهری با استفاده از تحلیل سلسله‌مراتبی در شهر آمل پرداخته‌اند. در این پژوهش، به‌منظور دست‌یابی به الگویی در تفاوت‌های آسیب‌پذیری متغیرهای فاصله از رودخانه، کاربری اراضی، تراکم ساختمانی، تراکم جمعیتی، طبقات ارتفاعی، شماره‌ی منحنی به‌منزله‌ی عناصر فیزیکی در معرض خطر و متغیرهای شیب و فاصله از معابر آبگرفتگی و مسیل‌ها به‌منزله‌ی متغیرهای تشدیدکننده‌ی آسیب‌پذیری به‌کار گرفته شده است و در نهایت به نقشه‌سازی و پهنه‌بندی سیلاب‌های شهری پرداخته‌اند [۱۳].

مدیریت آسیب‌پذیری در نتیجه‌ی سیلاب، از مهم‌ترین دغدغه‌های شهر تهران در رویارویی با سیلاب‌های شهری است که بهره‌گیری از مدل‌های کمی و کیفی و همچنین سیستم اطلاعات جغرافیایی[۱] می‌تواند به مدیریتی جامع منجر شود. توجه به ویژگی‌های ژئومورفولوژیک حوضه‌ها و قابلیت سیل‌خیزی آن‌ها، استفاده از روش تحلیلی و کمیت‌پذیری متغیرهای مؤثر در سیل‌خیزی، مدل‌سازی و مدیریت سیلاب شهری در مسیل‌ها، مدل‌های ریاضی و پهنه‌بندی سیلاب، ارزیابی ژئومورفولوژیکی توسعه‌ی شهر در قلمرو حوضه‌های زهکشی و بررسی تأثیر حوضه‌های بالادست بر رخداد سیلاب بخش‌های مسکونی با کاربرد مدل یکپارچه‌ی سیلاب شهری در کلان‌شهرها نمونه‌ای از تلاش‌های انجام شده در ارتباط با مدیریت جامع سیلاب کلان‌شهر تهران و کاهش آسیب‌پذیری ناشی از رخداد این مخاطره است [۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸].

با توجه به مطالب ذکر شده و همچنین ادراک تفاوت‌های فضایی (نظیر تراکم جمعیتی، ساخت‌وسازها، کاربری اراضی و شبکه‌ی زهکشی) در سطح کلان‌شهر تهران، پژوهش حاضر به تحلیل و پهنه‌بندی سطح آسیب‌پذیری ناشی از سیلاب با استفاده از روش‌های تحلیل سلسله‌مراتبی[۲] و سیستم اطلاعات جغرافیایی در مناطق ۱۰ و ۲۲ این کلان‌شهر می‌پردازد (به‌ترتیب کوچک‌ترین و بزرگ‌ترین منطقه‌ی شهری از نظر مساحت در کلان‌شهر تهران). این بررسی بر مبنای تحلیل متغیرهای آسیب‌پذیر در مقابل سیلاب انجام می‌گیرد تا در نهایت بتوان به الگویی دست یافت که ساختار آسیب‌پذیری را در دو منطقه تشریح نماید.

www.SID.ir

Archive of SID



تصویر۱: موقعیت جغرافیایی مناطق ۱۰ و ۲۲ شهر تهران

محدوده‌ی مورد مطالعه

منطقه‌ی ۲۲ شهرداری تهران بین "۱۰'۵ ۵۱ تا "۴۰'۲۰ ۵۱ طول شرقی و "۱۶ '۳۲ ۳۵ تا "۱۹' ۵۷ ۳۵ عرض شمالی در قسمت شمال غربی شهر تهران و در پایین دست حوضه‌ی آبریز کن و وردیج واقع شده است. این منطقه در شمال با کوهستان البرز مرکزی، در جنوب با آزادراه تهران ـ کرج و در غرب با محدوده جنگل‌های دست کاشت وردآورد محدود می‌گردد و با مناطق ۵ و ۲۱ شهرداری تهران همجوار است [۱۹] همچنین منطقه در شرق با حریم رودخانه‌ی کن محدود شده است. حوزه‌ی سیل برگردان غرب و رودخانه‌ی کن یکی از اجزای اصلی سیستم زه‌کشی شهر تهران محسوب می‌شود و قسمت عمده‌ای از سیلاب نواحی شمالی، شمال غربی، غرب و جنوب تهران را زه‌کش می‌کند [۲۰].

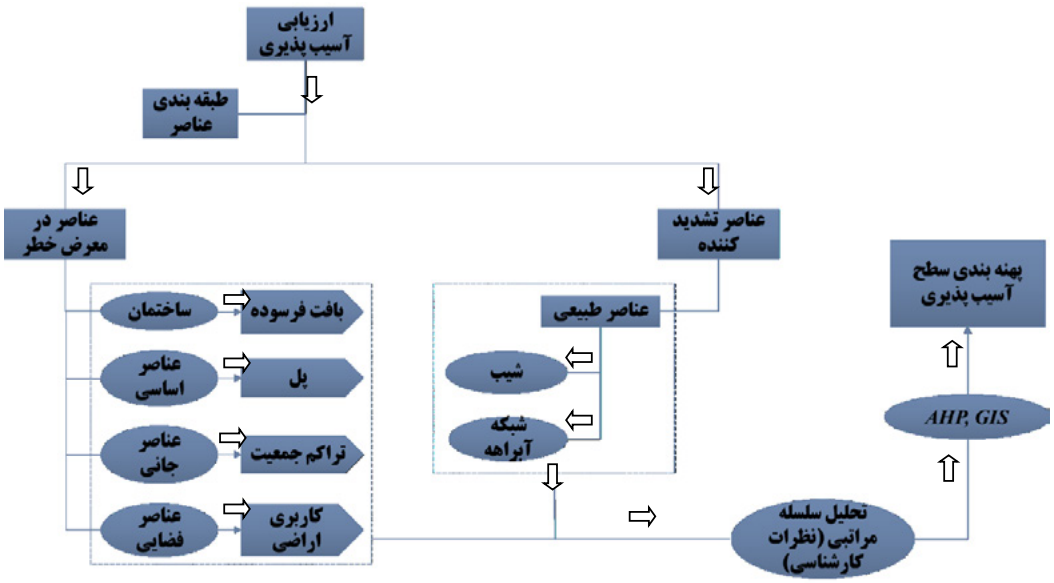
منطقه‌ی ۱۰ که از شمال به خیابان آزادی، از شرق به بزرگراه نواب، از جنوب به خیابان قزوین و از غرب به خیابان شهیدان و هرمزان و پادگان جی محدوده شده، مساحتی معادل ۸۰۷ هکتار دارد و کوچک‌ترین منطقه از حیث مساحت در تهران به شمار می‌آید. این منطقه از حیث طبیعی فاقد هر گونه عناصر مهم طبیعی است. بخشی از نهر فیروزآباد که تا مناطق جنوبی تهران ادامه دارد از این منطقه عبور کرده است و در حال حاضر کانال‌سازی شده و در زیر زمین قرار دارد. یکی دیگر از اجزای اصلی سیستم زه‌کشی تهران حوزه‌ی مرکزی تهران است که کاملاً سرپوشیده است و عمدتاً به صورت تونل است [۲۰].

روش پژوهش

تعریف متغیرهای مؤثر در آسیب‌پذیری ناشی از سیلاب، ایجاد روابط بین متغیرها و اولویت‌بندی تأثیر هر متغیر در آسیب‌پذیری با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی انجام می‌گیرد. رسیدن به میانگین وزنی میزان آسیب‌پذیری در دو منطقه‌ی شهر تهران نیز از طریق تحلیل در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی امکان‌پذیر می‌شود. اولین گام در ارزیابی آسیب‌پذیری زیرساخت‌های فیزیکی، تعریف عناصر در معرض خطر و عناصر تشدیدکننده‌ی آسیب‌پذیری ناشی از سیلاب است. تصویر ۲ عناصر فیزیکی و تشدیدکننده‌ی آسیب‌پذیری تعریف شده در این پژوهش را نشان می‌دهد. با توجه به این تصویر، متغیرهای بلوک‌های با بافت فرسوده، تراکم جمعیت، کاربری اراضی و پل به‌منزله‌ی عناصر فیزیکی در معرض خطر و متغیرهای شیب و شبکه‌ی آبراهه به‌منزله‌ی متغیرهای تشدیدکننده‌ی آسیب‌پذیری به کار گرفته شده‌اند.

تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) و آسیب‌پذیری ناشی از سیلاب

رسیدن به الگویی جامع از تغییرپذیری رفتار سیلاب و آسیب‌پذیری آن، برای مدیریت سیلاب‌های کلان‌شهر تهران نیازمند دانشی آگاهانه از وضعیت بخش‌های مختلف این شهر در مقابل سیلاب‌هاست. برای دست‌یابی به این الگو، روش تحلیل سلسله‌مراتبی به‌منزله‌ی ابزاری مفید در زمینه‌ی تهیه‌ی نقشه‌ی آسیب‌پذیری شهر تهران است.



تصویر۲: متغیرهای مؤثر در پهنه‌بندی و تحلیل آسیب‌پذیری ناشی از سیلاب در این پژوهش

www.SID.ir

Archive of SID

در فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی برای استخراج مقیاس‌های نسبی از مقایسه‌ی زوجی داده‌های گسسته و پیوسته استفاده می‌شود. این مقایسه‌ها ممکن است برای اندازه‌گیری‌های واقعی به کار رود یا این که نشان‌دهنده‌ی وزن نسبی ترجیحات باشد [۲۱]. AHP روشی است منعطف، قوی و ساده که می‌تواند برای تصمیم‌گیری در شرایطی که معیارهای تصمیم‌گیری متضاد، انتخاب بین گزینه‌ها را مشکل می‌کند [۲۲] و همچنین برای تصمیم‌گیری در یک فضای چندبعدی مورد استفاده قرار گیرد.

AHP روش ساده‌ی محاسباتی برای عملیات اصلی بر روی ماتریس‌هاست. با ایجاد سلسله‌مراتب مناسب و پردازش گام به گام، امکان ساخت ماتریس‌های مقایسه‌ای در سطوح مختلف سلسله‌مراتب توسط این روش فراهم شده و با ترکیب بردارها، ضرایب وزنی گزینه‌های مختلف محاسبه می‌شوند [۲۳]. به‌طور کلی تحلیل سلسله‌مراتبی روشی است که امکان تصمیم‌گیری صحیح با حضور معیارهای کیفی، کمی و ترکیبی را فراهم می‌کند. پیاده‌سازی AHP در یک تصمیم‌گیری شامل ۳ فاز است: ساختن سلسله‌مراتبی، انجام مقایسات وزنی و محاسبه‌ی وزن‌ها.

ارزیابی آسیب‌پذیری ناشی از سیلاب و تهیه‌ی نقشه‌ی آن بر مبنای پارامترهای تعریف شده در تصویر ۲ انجام گرفت. برای ارزیابی ابتدا بین آسیب‌پذیری و هر کدام از این پارامترها رابطه‌ای خطی به صورت مستقیم و یا معکوس تعریف گردید. بدین ترتیب که در صورت افزایش آسیب‌پذیری در ارتباط با ارزش هر متغیر، بین این دو رابطه‌ی خطی مستقیم و در غیر این صورت رابطه‌ی خطی معکوس برقرار شد. تعریف این رابطه‌ها نیازمند این است که هر متغیر دارای ارزش‌های مشخصی باشد؛ به عبارتی امکان برقراری ارتباط بین آسیب‌پذیری با کم یا زیاد شدن ارزش متغیرها فراهم شود. بدین منظور هر یک از متغیرهای مؤثر از طریق تابع‌های مختلفی به لایه‌های رستری تبدیل شدند تا هم بتوان بر مبنای نقش متغیر در هدف مورد بررسی وزن‌دهی انجام داد و هم روی هم قرارگیری لایه‌ها و ارزیابی آسیب‌پذیری امکان‌پذیر شود.

در جدول ۲، الگوی وزن‌دهی و تعیین میزان اهمیت متغیرها در برآورد آسیب‌پذیری در برابر سیلاب مشخص شده است. در ادامه برای همسان‌سازی لایه‌های رستری، هر یک از آن‌ها از طریق روش شکست‌های طبیعی[۳] به ده طبقه تقسیم شدند. انتخاب این روش طبقه‌بندی به دلیل تبعیت آن از توزیع نرمال (منحنی گوس) ارزش داده‌ها است. این طبقه‌بندی بر اساس رابطه‌ی هر متغیر با هدف اصلی انجام گرفت؛ بدین معنا که اگر رابطه‌ی بین این دو خطی مستقیم باشد، مقدار ۱ به پایین‌ترین و مقدار ۱۰ به بالاترین ارزش آن متغیر اختصاص داده شد. در صورت معکوس بودن رابطه‌ی خطی، بالاترین ارزش متغیر مقدار ۱ و پایین‌ترین ارزش آن مقدار ۱۰ می‌گیرد. جدول ۱ الگوی این وزن‌دهی‌ها و روابط تعریف شده را بیان می‌کند. با توجه به جدول، متغیرهای تراکم جمعیت، شیب و تراکم آبراهه با آسیب‌پذیری ناشی از سیلاب رابطه‌ی مستقیم و متغیر فاصله از پل رابطه‌ی معکوس دارد. در مورد متغیر کاربری اراضی باید گفت که این متغیر رابطه‌ی خطی با هدف مورد بررسی ندارد؛ بدین معنا که هر کاربری میزان و نوع خاصی از آسیب‌پذیری را در مقابل سیلاب دارد. بیشترین ارزش این متغیر به کاربری مسکونی داده شده که مسلماً آسیب‌پذیری جانی و مالی بیشتری را در قیاس با سایر کاربری‌ها شامل می‌شود. پس از آن کاربری‌های تجاری، تأسیسات و تجهیزات شهری، صنعتی، حمل و نقل و انبار، نظامی، آسفالت‌ها (شبکه‌ی راه)، معادن، فضای سبز و اراضی بایر به ترتیب از ارزش آسیب‌پذیری کمتری در برابر سیلاب‌های شهر تهران برخوردارند و در نتیجه از مقدار ارزشی آن‌ها نیز در ارزیابی آسیب‌پذیری کاسته می‌شود. بر مبنای اهمیت متغیرها در ارتباط با آسیب‌پذیری، اولویت‌بندی آن‌ها برای اجرای مدل آسیب‌پذیری با روش AHP اولویت‌بندی می‌شوند (ستون آخر جدول ۱).

جدول ۱: الگوی وزن‌دهی طبقات متغیرها و اولویت‌بندی آن‌ها در محیط AHP بر اساس آسیب‌پذیری

وزن / متغیر	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	رابطه خطی
کاربری اراضی (CN)	۸۲	۷۰	۸۵	۹۸	۹۰	۹۷	۸۸	۹۳	۹۲	۹۵	غیرخطی
بافت فرسوده	بدون شرط	ریزدانه	–	نفوذ ناپذیر	–	ناپایدار	–	–	ناپایدار-	ناپایدار- نفوذناپذیر- ریزدانه	–
فاصله از پل (M)	-۱۰۴۱۶ ۸۸۲۸	-۸۸۲۸ ۷۴۰۴	-۷۴۰۴ ۶۰۲۱	-۶۰۲۱ ۴۸۴۱	-۴۸۴۱ ۳۸۶۵	-۳۸۶۵ ۳۰۱۰	-۳۰۱۰ ۲۲۳۷	-۲۲۳۷ ۱۵۰۵	۸۱۳-۱۵۰۵	۰-۸۱۳	معکوس
تراکم جمعیت	-۲۸۲۱ ۲۶۸	-۵۶۰۶ ۲۸۲۱	-۵۶۰۶ ۷۹۲۷		-۱۰۷۱۲ ۱۳۷۲۹	-۱۳۷۲۹ ۱۷۴۴۳	-۱۷۴۴۳ ۲۲۷۸۱	-۲۲۷۸۱ ۲۸۵۸۴	-۲۸۵۸۴ ۴۰۸۸۵	-۴۰۸۸۵ ۵۹۶۸۵	مستقیم
شیب (به درجه)	۰-۱/۸۶	-۳/۵ ۱/۸۶	-۵/۵ ۳/۵	-۸/۰۶ ۵/۵	-۱۱/۱۷ ۸/۰۶	-۱۵/۳ ۱۱/۱۷	-۲۶/۴ ۲۰/۴	-۳۴/۳ ۲۶/۴	-۳۳/۵ ۲۶/۲	۳۴/۳-۵۳	مستقیم
تراکم شبکه آبراهه (Km/Km^2)	۰-۱/۳	۱/۳-۴	-۶/۶ ۴	-۹/۵ ۶/۶	-۱۲/۶ ۹/۵	-۱۶/۱ ۱۲/۶	-۲۰/۵ ۱۶/۱	-۲۶/۲ ۲۰/۵	-۲۶/۲ ۳۳/۵	۳۳/۵-۴۳	مستقیم

www.SID.ir

Archive of SID

CN[4] یک ارزش عددی بسیار مناسب برای تبدیل لایه‌ی کاربری اراضی به لایه‌ای رستری است. از تابع فاصله[5] بر مبنای حداکثر فاصله[6] برای رستری کردن لایه‌ی پل استفاده گردید. برای اندازه‌گیری میزان تراکم شبکه‌ی زهکشی تابع تراکم[7] به کار گرفته شد. این تابع بر اساس شعاع مشخص در هر نقطه، مجموع طول آبراهه‌ها را بر مساحت تقسیم می‌کند؛ در این پژوهش شعاع در نظر گرفته شده برای محاسبه‌ی تراکم شبکه‌ی زهکشی ۲۰۰۰ متر است. بلوک‌های بافت فرسوده[8] بر اساس سه شرط ناپایداری، نفوذناپذیری و ریزدانگی به ۶ طبقه تقسیم شدند. طبقه‌ی ۱ بخش‌هایی از شهر تهران را در بر می‌گیرد که هیچ یک از این سه شرط را نداشته و در واقع بافتی فرسوده ندارند؛ ارزش ۲ به بلوک‌های ریزدانه، ارزش ۴ به بلوک‌های نفوذناپذیر و ارزش ۶ به بلوک‌های ناپایدار اختصاص داده شد. بلوک‌های ناپایدار-ریزدانه و ناپایدار-نفوذناپذیر به ترتیب ارزش ۸ و ۹ گرفتند. بلوک‌هایی هم که هر سه شرط فرسودگی را دارا هستند، آسیب‌پذیرترین بافت‌های مناطق شهر تهران در مقابل مخاطره‌ی سیلاب‌اند و ارزش ۱۰ برای آن‌ها در نظر گرفته شد.

تحلیل زونی[9] و میانگین وزنی آسیب‌پذیری ناشی از سیلاب

ابزارهای تحلیل زونی در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی ارزش رستر را به‌منزله‌ی یک ورودی گرفته و آن را برای هر سلول تابع یا آمار یک زون محاسبه می‌کنند. ابزارهای تحلیل زونی توسط زون‌های مشخص شده (رستر ارزشی ورودی منفرد یا دوگانه) گروه‌بندی می‌شوند.

تحلیل‌های زونی ابزاری بسیار مناسب برای محاسبه‌ی متوسط وزنی (هندسی) آسیب‌پذیری ناشی از سیلاب است. این متوسط وزنی می‌تواند در تعیین تغییرات آسیب‌پذیری مناطق شهر تهران مورد استفاده قرار گیرد. طریقه‌ی محاسبه کردن متوسط وزنی آسیب‌پذیری در یک منطقه‌ی شهری بدین‌صورت است که مجموع ارزش‌های آسیب‌پذیری بر مبنای ارزش سلول‌های آن در یک منطقه به دست آمده و از تقسیم این ارزش بر تعداد سلول‌های قرار گرفته در منطقه‌ی مورد نظر، متوسط ارزش یک متغیر در آن منطقه به دست می‌آید.

ریسک سیلاب

محاسبه‌ی ارزش ریسک می‌تواند در زمینه‌های خسارت اجتماعی - اقتصادی و یا در ارتباط با مقیاس خسارت ایجاد شده توسط سیل انجام بگیرد که در این پژوهش، بعد اجتماعی و اقتصادی ریسک سیلاب مورد توجه قرار گرفت. تهیه‌ی نقشه‌ی ریسک و ارزیابی آن بر مبنای نتایج حاصل از پتانسیل خطر و آسیب‌پذیری انجام شد. نتیجه‌ی این محاسبه، ارزش ریسک با دامنه‌ای از صفر تا یک است که سطح احتمال خسارت را توسط سیلاب بیان می‌کند.

رابطه‌ی ۱ نحوه‌ی برآورد ریسک سیلاب را در این پژوهش برای مناطق شهر تهران نشان می‌دهد. با توجه به این رابطه، میزان ارزش‌دهی یا تأثیرگذاری متغیر آسیب‌پذیری بیشتر از پتانسیل مخاطره‌ی سیلاب در نظر گرفته شده است. دلیل این ارزش‌دهی بیشتر به آسیب‌پذیری این است که شهر تهران بیش از آنکه با معضل یا چالش پتانسیل خطر ناشی از تولید رواناب مواجه باشد، با آسیب‌پذیری عناصر در معرض خطر و همچنین تفاوت‌های مکانی این عناصر درگیر است. به عبارتی، هنگامی‌که رواناب در سطح شهر جریانی سیلابی به خود می‌گیرد. پهنه‌های بافت فرسوده که هم بلوک‌هایی ناپایدار هستند و هم تراکم جمعیتی بالایی دارند، احتمال ریسک سیلاب و خسارت بالا را نیز می‌توانند تجربه کنند. نتیجه‌ی این سخن می‌تواند در سطح کیفی زندگی بخش‌های مختلف شهر تهران خلاصه شود.

رابطه‌ی ۱: $R = 0.33H * 0.66$

در این رابطه، H[10] مخفف کلمه‌ی مخاطره، V[11] مخفف کلمه‌ی (آسیب‌پذیری) و R[12] مخفف کلمه‌ی خطرپذیری است.

مشخصات متغیرهای مؤثر آسیب‌پذیری سیلاب

در ادامه توضیحات مربوط به هر یک از متغیرهای مؤثر در برآورد آسیب‌پذیری سیلاب در مناطق ۱۰ و ۲۲ شهر تهران ارائه شده است.

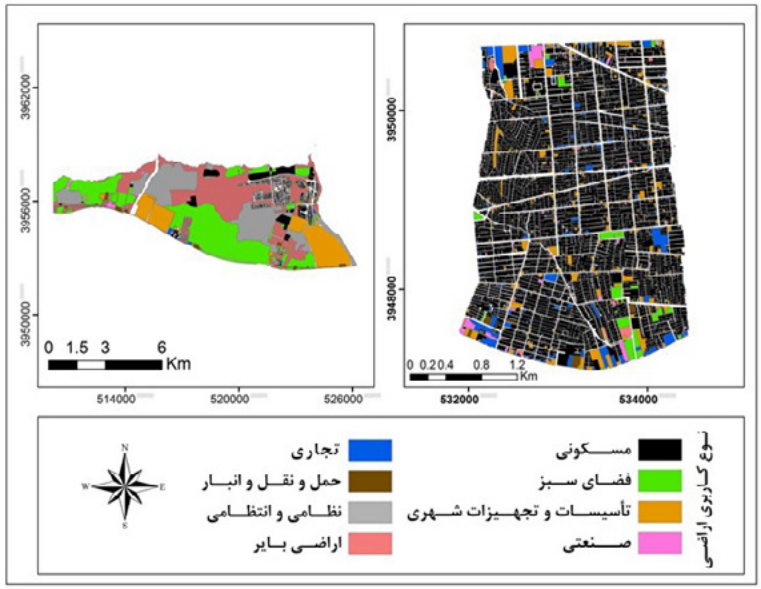
کاربری اراضی: نوع کاربری اراضی در شهر تهران مشتمل بر ۹ کاربری است که عبارتند از مسکونی، فضای سبز، تأسیسات و تجهیزات شهری، صنعتی، تجاری، حمل و نقل و انبار، نظامی، اراضی بایر و معادن شن و ماسه. جدول ۲ مساحت و درصد مساحت این کاربری‌ها را در دو منطقه ۱۰ و ۲۲ نشان می‌دهد [۱۹] با توجه به جدول، کاربری معادن شن و ماسه در دو منطقه‌ی مطالعاتی وجود ندارد (تصویر ۳).

جدول۲: مساحت و درصد مساحت کاربری‌های اراضی در مناطق ۱۰ و ۲۲

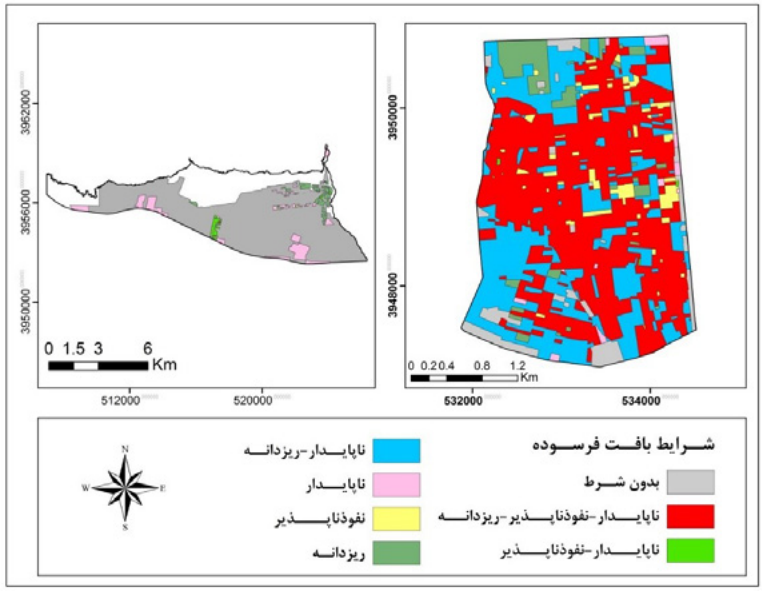
نوع کاربری	منطقه ۱۰		منطقه ۲۲	
	مساحت (Km^2)	٪	مساحت (Km^2)	٪
مسکونی	۴.۷۸	۳۵.۰۹	۴.۵۲	۸.۶۲
فضای سبز	۰.۱۴	۱۳.۸۱	۱۵.۰۱	۲۸.۶۰
تأسیسات شهری	۰.۴۹	۹.۵۴	۶.۸۱	۱۲.۹۸
صنعتی	۰.۱۱	۵.۱۶	۰.۴۳	۰.۸۲
تجاری	۰.۳۷	۵.۲۴	۰.۲۳	۰.۴۴
حمل و نقل و انبار	۰.۰۵	۵.۸۲	۰.۷۵	۱.۴۲
نظامی و انتظامی	۰.۰۰	۹.۳۴	۱۰.۵۳	۲۰.۰۷
اراضی بایر	۰.۰۸	۷.۸۴	۱۴.۱۹	۲۷.۰۵
جمع مساحت	۶/۰۲	۱۰۰	۵۲/۴۷	۱۰۰

www.SID.ir

Archive of SID



تصویر ۳: نقشه‌ی کاربری اراضی مناطق ۱۰ (راست) و ۲۲ (چپ) کلان‌شهر تهران [طرح تفصیلی شهر تهران، ۱۳۸۵]



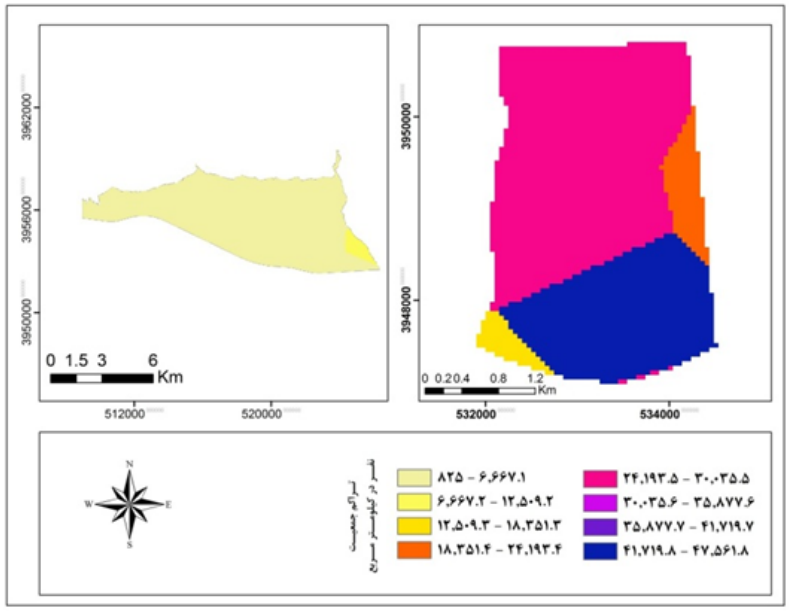
تصویر ۴: نقشه‌ی بلوک‌های با بافت فرسوده‌ی دو منطقه‌ی ۱۰ (راست) و ۲۲ (چپ) کلان‌شهر تهران

بافت فرسوده: مطابق شاخص‌های مصوب شورای عالی شهرسازی و معماری، وسعت پهنه‌های ناپایدار شهر تهران ۱۴۷۹۲ هکتار است که ۳۲۶۸ هکتار آن به دلیل دارا بودن هر سه شرط فرسودگی (ناپایداری[۱۳]، نفوذناپذیری[۱۴] و ریزدانگی[۱۵])، به‌منزله‌ی بافت فرسوده مصوب شد. وسعت زیاد بافت‌های فرسوده با تراکم بالای جمعیت و آسیب‌پذیری این بافت در مقابل مخاطرات محیطی از جمله سیلاب شهری، یکی از مهم‌ترین چالش‌های شهر تهران به شمار می‌رود. تصویر ۴ نقشه‌ی بلوک‌های بافت فرسوده را نشان می‌دهد. با توجه به تصویر، ۵۳/۰۴ درصد از مجموع مساحت منطقه‌ی ۱۰ (۴/۲۷ کیلومتر مربع) و ۰/۰۲ درصد از مساحت منطقه‌ی ۲۲ (۰/۰۰۹ کیلومتر مربع) پهنه‌های با هر سه شرط بافت فرسوده را تشکیل می‌دهند [۱۹].

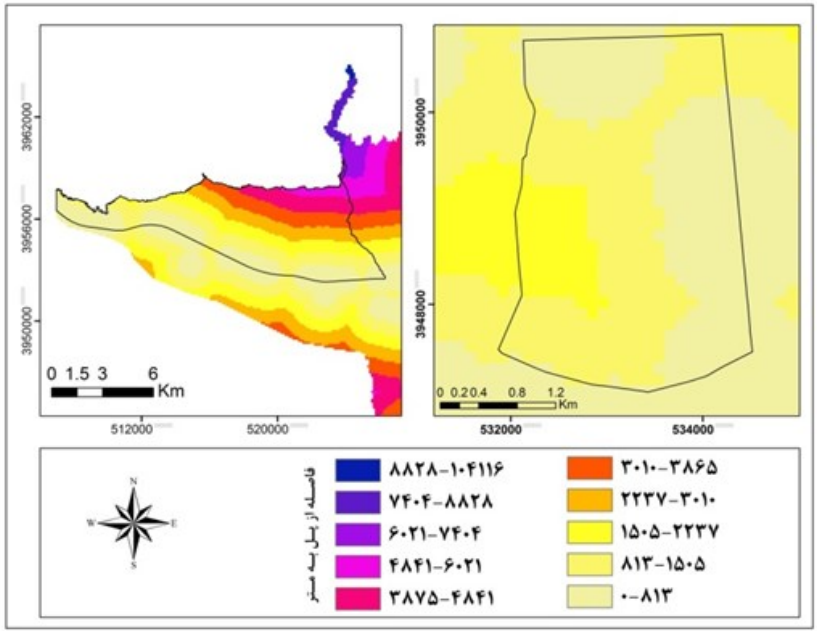
تراکم جمعیت؛ آماده‌سازی این متغیر بر مبنای آمار جمعیتی نواحی شهر تهران در سال ۱۳۸۸ انجام گرفت. ابتدا فایل نقطه‌ای داده‌های جمعیتی برای هر ناحیه از شهر تهران تهیه گردید. سپس بر اساس این داده‌های نقطه‌ای و از طریق پلیگون‌های تیسن، مشخصه‌ی محل‌های اندازه‌گیری نشده توسط نزدیک‌ترین نقطه‌ی داده‌ای منفرد محاسبه شد؛ بدین ترتیب لایه‌ای سطحی از جمعیت نواحی شهر تهران به صورت پلیگون‌های چند ضلعی تهیه شد. در ادامه با محاسبه‌ی مساحت هر کدام از این پلیگون‌ها و تقسیم تعداد جمعیت بر این مساحت، متغیر تراکم جمعیت بر حسب نفر در کیلومتر مربع آماده شد که در تصویر ۵ نشان داده شده است. با توجه به تصویر، تراکم جمعیتی دو منطقه‌ی مطالعاتی از ۸۲۵ تا ۴۷۵۶۱ نفر در کیلومتر مربع متغیر است. منطقه‌ی ۲۲ پراکنش جمعیتی متجانسی داشته (۸۲۵ تا ۱۲۵۰۹ نفر)، در صورتی‌که پراکنش تراکم جمعیتی منطقه‌ی ۱۰ نامتجانس‌تر است (۱۲۵۱۰ تا ۴۷۵۶۲ نفر) [۲۴].

www.SID.ir

Archive of SID



تصویر ۵: نقشه‌ی تراکم جمعیتی دو منطقه ۱۰ (راست) و ۲۲ (چپ) کلان‌شهر تهران



تصویر ۶: نقشه‌ی فاصله از پل دو منطقه‌ی ۱۰ (راست) و ۲۲ (چپ) کلان‌شهر تهران

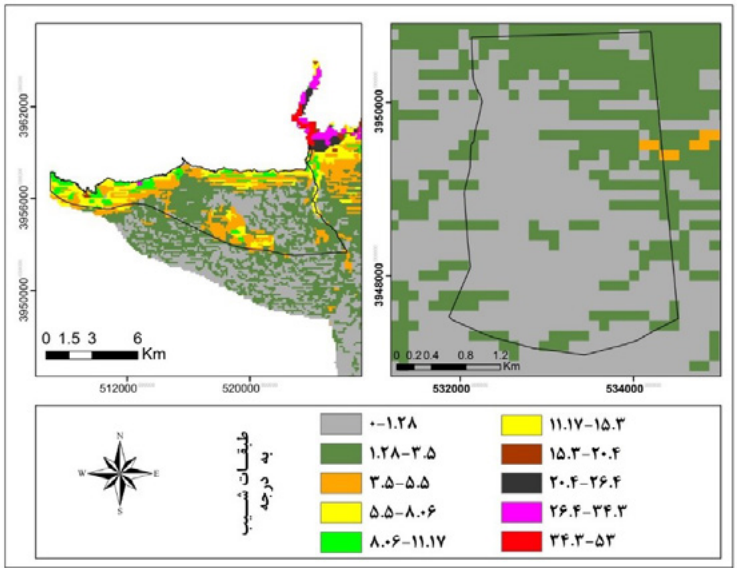
پل: نقشه‌ی مکانی تعداد ۱۲۷ روگذر و پل گزارش شده توسط سازمان مشاور فنی و مهندسی شهر تهران در تصویر ۶ نشان داده شده است. آبگرفتگی دهنه‌ی پل‌ها در هنگام بارش‌های شدید از جمله شایع‌ترین معضلات رواناب‌های شهر تهران است.

شیب: تهیه‌ی این لایه با استفاده از مدل ارتفاعی رقومی ASTER صورت گرفت. جریان سریع رواناب در شیب‌های بالای شمال شهر تهران به همراه کاهش سرعت رواناب در شیب‌های پایین جنوب شهر و افزایش احتمال آبگرفتگی، می‌تواند به‌منزله‌ی نقش تغییر میزان شیب در الگوی سیلاب شهر تهران در نظر گرفته شود (تصویر ۷).

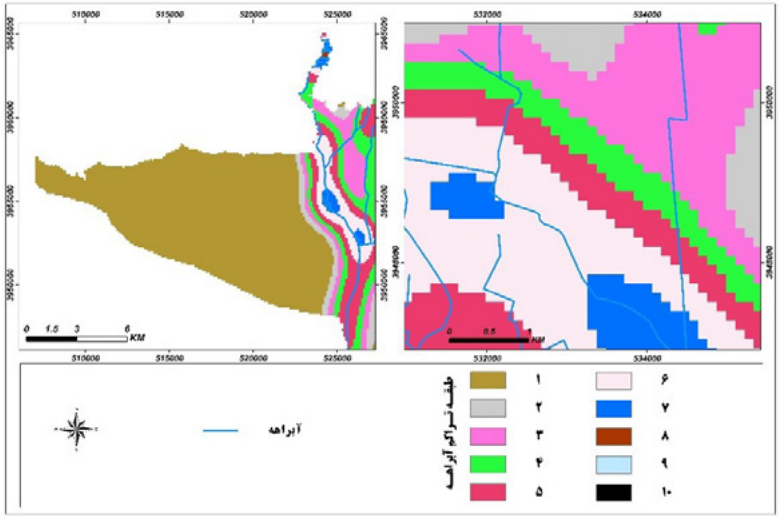
شبکه‌ی آبراهه: رودخانه‌ها و مسیل‌های شهری دارای مسائل و مشکلات عمده‌ای هستند که یکی از مهم‌ترین این مشکلات، محدود شدن آن‌ها به کانال اصلی آن و ساخت و ساز در محدوده‌ی اطراف است. آنچه که به این مسئله اهمیت می‌بخشد افزایش خطرات سیلاب با کاهش محدوده‌ی عبور رواناب است. فعالیت‌های انسانی تأثیرات غیرقابل انکاری بر رودخانه‌ها و مسیل‌های شهر تهران داشته است. سیستم هیدرولوژیکی که هندسه‌ی رودخانه را قبل از توسعه تعیین کرده به صورت تغییرناپذیری دگرگون شده تا شدت جریان‌های بالاتری را به طور مکرر ایجاد کند [۲۵].

www.SID.ir

Archive of SID



تصویر ۷: نقشه‌ی طبقات شیب دو منطقه‌ی ۱۰ (راست) و ۲۲ (چپ) کلان‌شهر تهران



تصویر ۸: نقشه‌ی طبقات تراکم آبراهه‌ی دو منطقه‌ی ۱۰ (راست) و ۲۲ (چپ) کلان‌شهر تهران

نتایج و بحث

کاربری اراضی، بلوک‌های با بافت فرسوده، فاصله از پل، تراکم جمعیت، شیب و تراکم شبکه‌ی آبراهه متغیرهای مؤثر در تهیه‌ی نقشه‌ی آسیب‌پذیری ناشی از سیلاب در کلان‌شهر تهران هستند که در قسمت روش کار، الگوی روابط و وزن‌دهی آن‌ها تشریح شد. برای تعیین وزن کلی، اولویت‌بندی متغیرهای مؤثر در آسیب‌پذیری و تهیه‌ی مقادیر کمی آن‌ها بر اساس نظرات کارشناسی ماتریسی به ابعاد ۶×۶ ایجاد شد (جدول ۳). مقایسه‌ی دو به دو متغیرها، مبنای تعیین ارجحیت آن‌ها در ارتباط با آسیب‌پذیری ناشی از سیلاب قرار گرفت؛ این مقایسه با توجه به نظرات کارشناسی ۱۵ نفر از اساتید و کارشناسان آشنا به منطقه‌ی مورد مطالعه انجام گرفت.

برای محاسبه‌ی مقادیر و بردار ویژه، ستون‌ها با هم جمع و هر سلول ماتریس بر جمع ستون مربوطه تقسیم شد که این عمل برای نرمال کردن ماتریس انجام گرفت. مرحله‌ی بعدی محاسبه‌ی میانگین سطرهای ماتریس است که از آن به‌منزله‌ی وزن نسبی استفاده می‌شود. وزن نسبی (معیار) متغیرهای استفاده شده در تصویر ۹ آورده شده است؛ این تصویر نشان می‌دهد که وزن معیار برای عامل تراکم جمعیت ۰/۳۸۲۵، بافت فرسوده ۰/۲۵۰۴، کاربری اراضی ۰/۱۵۹۶، فاصله از پل ۰/۱۰۰۶، شیب ۰/۰۶۴۱ و تراکم شبکه‌ی آبراهه ۰/۰۴۲۸ محاسبه شده است. بنابراین، تراکم جمعیت بیشترین و تراکم شبکه‌ی آبراهه کمترین وزن را در تهیه‌ی نقشه‌ی آسیب‌پذیری دارند. این وزن‌های نسبی (ضرایب)، به‌منزله‌ی میزان تأثیرگذاری هر متغیر در ایجاد نقشه‌ی آسیب‌پذیری مورد استفاده قرار گرفتند. به عبارتی آسیب‌پذیری ناشی از سیلاب در مناطق کلان‌شهر تهران به صورت تابعی از این ضرایب تعریف و از رابطه‌ی ۲ به دست آمد.

رابطه‌ی ۲:

$$V = (0.3825P) + (0.2504\,T) + (0.1596\,T) + (0.1006\,B) + (0.641S) + (0.0428\,D)$$

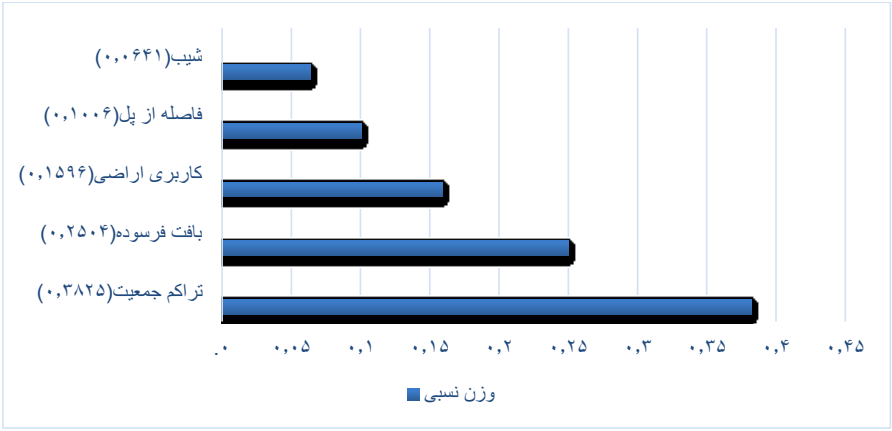
www.SID.ir

Archive of SID

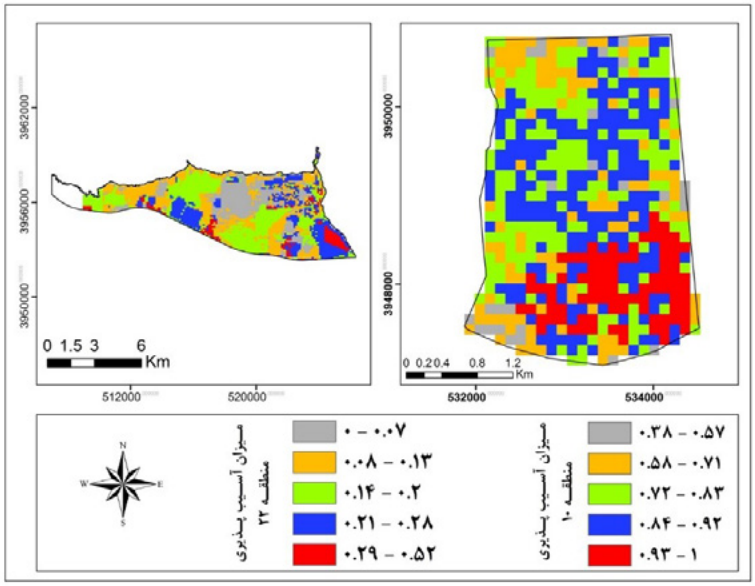
جدول ۳: ماتریس متغیرهای مؤثر در تهیه‌ی نقشه‌ی آسیب‌پذیری سیلاب کلان‌شهر تهران

متغیر	تراکم جمعیت	بافت فرسوده	کاربری اراضی	فاصله از پل	شیب	تراکم شبکه آبراهه
تراکم جمعیت	۱	۲	۳	۴	۵	۶
بافت فرسوده	۰،۵	۱	۲	۳	۴	۵
کاربری اراضی	۰،۳۳	۰،۵	۱	۲	۳	۴
فاصله از پل	۰،۲۵	۰،۳۳	۰،۵	۱	۲	۳
شیب	۰،۲	۰،۲۵	۰،۳۳	۰،۵	۱	۲
تراکم شبکه آبراهه	۰،۱۶	۰،۲	۰،۲۵	۰،۳۳	۰،۵	۱

$CR = 0.01$*



تصویر ۹: وزن نسبی متغیرهای مؤثر در آسیب‌پذیری ناشی از سیلاب



تصویر ۱۰: نقشه‌ی تفاوت سطح آسیب‌پذیری ناشی از سیلاب در دو منطقه‌ی ۱۰ (راست) و ۲۲ (چپ)

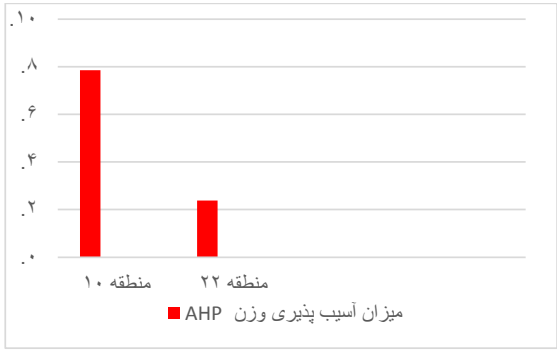
که در این رابطه، v آسیب‌پذیری، P تراکم جمعیت، T بلوک‌های با بافت فرسوده، B فاصله از پل، S شیب و D تراکم شبکه‌ی آبراهه است. ضرایب ارائه شده در این رابطه، همان وزن‌های نسبی محاسبه شده بر مبنای مقایسه‌ی زوجی متغیرها در تحلیل سلسله‌مراتبی است. این مقادیر همان لایه‌های رستری متغیرهای مؤثر در آسیب‌پذیری سیلاب است که با استفاده از فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی، وزن‌دار شده و وزن هر کدام به‌صورت ضریب در آن لایه اعمال گردیده است تا شکل عمومی این معادله به دست آید.

تصویر ۱۰ نقشه‌ی آسیب‌پذیری دو منطقه‌ی ۱۰ و ۲۲ کلان‌شهر تهران را نشان می‌دهد. ارزش صفر پهنه‌های با کمترین و ارزش یک پهنه‌های با بیشترین آسیب‌پذیری هستند. با توجه به تصویر، سطح آسیب‌پذیری ناشی از سیلاب در منطقه‌ی ۱۰، دامنه‌ای از ۰/۳۸ تا ۱ دارد؛ در حالی‌که آسیب‌پذیری منطقه‌ی ۲۲

www.SID.ir

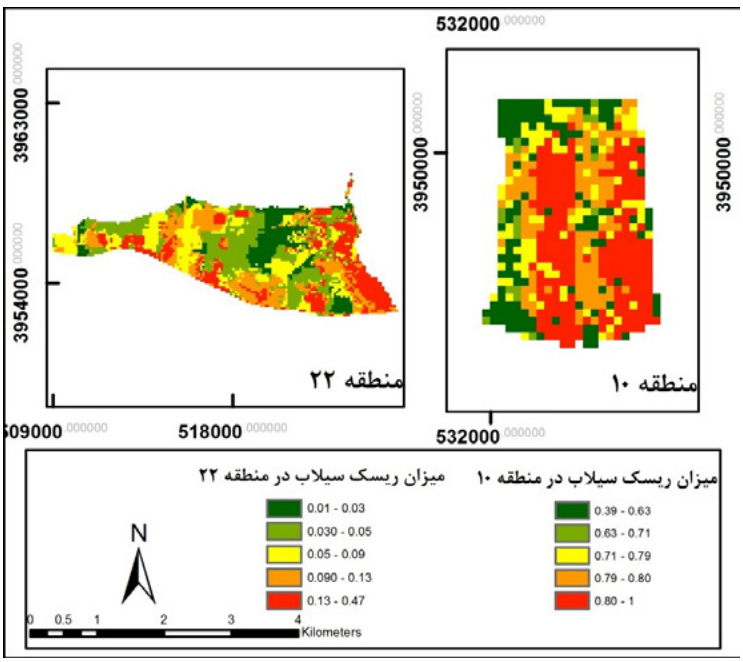
Archive of SID

بسیار پایین‌تر و از ۰ تا ۰/۵۲ متغیر است. این نتایج به دست آمده به‌خوبی بیانگر تفاوت سطح آسیب‌پذیری ناشی از سیلاب در دو منطقه‌ی مورد مطالعه است (تصویر ۱۱). تفاوت به گونه‌ای است که میزان آسیب‌پذیری به دست آمده از تحلیل سلسله‌مراتبی برای مناطق ۱۰ و ۲۲ به ترتیب ۷/۸ و ۲/۶ است. منطقه‌ی ۲۲ به دلیل جدید بودن بافت شهری، نبود بافت فرسوده و تراکم خیلی پایین جمعیت و همچنین توان آبگذری بالا (مسیل رودخانه‌ی کن) آسیب‌پذیری پایینی در مقابل سیلاب‌های شهری و رواناب‌های سطحی دارد. در مقابل تراکم شدید جمعیت در منطقه‌ی ۱۰، بافت متراکم و نامنظم ساختمانی مسکونی و شبکه‌های ارتباطی (سطوح غیرقابل نفوذ)، کیفیت نازل و بافت‌های مسکونی فرسوده از مهم‌ترین علل افزایش سطح آسیب‌پذیری ناشی از سیلاب در این منطقه است که تقریباً آن را به آسیب‌پذیرترین منطقه‌ی شهری کلان‌شهر تهران در برابر سیلاب مبدل نموده است.



تصویر ۱۱: میزان آسیب‌پذیری سیلاب به دست آمده از تحلیل سلسله‌مراتبی در مناطق ۱۰ (راست) و ۲۲ (چپ)

تصویر ۱۲ نقشه‌ی میزان ریسک سیلاب در دو منطقه‌ی ۱۰ و ۲۲ را نشان می‌دهد. محاسبه‌ی ارزش ریسک می‌تواند در زمینه‌های خسارت اجتماعی -اقتصادی و یا در ارتباط با مقیاس خسارت ایجاد شده توسط سیل انجام بگیرد که در این پژوهش، بعد اجتماعی و اقتصادی ریسک سیلاب مورد توجه قرار گرفت. تهیه‌ی نقشه‌ی ریسک و ارزیابی آن بر مبنای نتایج حاصل از پتانسیل خطر و آسیب‌پذیری انجام شد. نتیجه‌ی این محاسبه، ارزش ریسک با دامنه‌ای از صفر تا یک است که سطح احتمال خسارت را توسط سیلاب بیان می‌کند. رابطه‌ی ۱ چگونگی محاسبه‌ی ارزش ریسک سیلاب را در کلان‌شهر تهران نشان می‌دهد. با توجه به رابطه، میزان ارزش‌دهی یا تأثیرگذاری متغیر آسیب‌پذیری بیشتر از پتانسیل مخاطره‌ی سیلاب در نظر گرفته شده است. دلیل این ارزش‌دهی بیشتر به آسیب‌پذیری این است که شهر تهران بیش از آنکه با معضل یا چالش پتانسیل خطر ناشی از تولید رواناب مواجه باشد، با آسیب‌پذیری عناصر در معرض خطر و همچنین تفاوت‌های مکانی این عناصر درگیر است. به عبارتی، هنگامی‌که رواناب در سطح شهر جریانی سیلابی به خود می‌گیرد، پهنه‌های بافت فرسوده که هم بلوک‌هایی ناپایدار هستند و هم تراکم جمعیتی بالایی دارند، احتمال ریسک سیلاب و خسارت بالایی را نیز می‌توانند تجربه کنند. نتیجه‌ی این سخن می‌تواند در سطح کیفی زندگی بخش‌های مختلف شهر تهران خلاصه شود. با توجه به تصویر ۱۲ میزان ریسک سیلاب در منطقه‌ی ۱۰ دامنه‌ای از ۰/۳۹ تا ۱ را دارد در حالی که منطقه‌ی ۲۲ بسیار پایین‌تر و دارای دامنه‌ی ۰/۰۱ تا ۰/۴۷ را شامل می‌شود. این نتایج بیانگر میزان تفاوت در میزان ریسک سیلاب دو منطقه است که منطقه‌ی ۱۰ دارای درصد بالایی از ریسک سیلاب است، که این پدیده خود معلول افزایش سطوح غیرقابل نفوذ و بافت‌های فرسوده و تراکم بالا در این منطقه است.



تصویر ۱۲: نقشه‌ی تفاوت ناشی از میزان ریسک سیلاب در دو منطقه‌ی ۱۰ و ۲۲

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری

تهیه‌ی نقشه‌های پتانسیل خطر، آسیب‌پذیری و ریسک سه گام اساسی برای دست‌یابی به تحلیل تغییرپذیری ریسک سیلاب در گستره‌ی مناطق مورد مطالعه است. نقشه‌ی پتانسیل خطر، فرایندی برای تولید اطلاعات از میزان خطرآفرینی سیلاب در بخش‌های مختلف منطقه است. اما این نقشه به تنهایی برای تشریح مسائل سیلاب در نواحی شهری کافی نیست، چرا که سکونتگاه شهری اجزای گوناگونی دارد که می‌تواند به شکل‌های متفاوتی از سیلاب متأثر شوند. بر این مبنا، تحلیل آسیب‌پذیری گامی برای بهبود نتایج حاصل از تحلیل پتانسیل خطر از طریق اضافه شدن موجودیت شهر به مدل‌های تحلیلی است. نقشه‌ی پتانسیل خطر سیل نمی‌تواند به طور کامل اطلاعات مورد نیاز در مدیریت سیلاب شهری را فراهم کند؛ داشتن اطلاعات درباره‌ی میزان خسارت و تخریب در ناحیه‌ی سیل‌زده بسیار مهم است که این اطلاعات تنها از طریق شدت مخاطره قابل پیش‌بینی نیست؛ بلکه به شرایط ساخت و ساز نیز بستگی دارد. پیش‌بینی ریسک ناشی از مخاطره نیاز به بررسی دقیق علت‌های ایجاد خسارت دارد که از طریق در نظر گرفتن پتانسیل ایجاد خطر و آسیب‌پذیری فراهم می‌شود. بنابراین ترکیبی از مخاطره‌ی سیلاب با دیگر پارامترها نیاز است که موجب ایجاد اطلاعات دقیق‌تر برای مدیریت سیلاب شهری گردد. برای دست‌یابی به این هدف، تحلیل آسیب‌پذیری به‌منظور بررسی تأثیر رخداد سیلاب بر اموال و زندگی انسان در نواحی شهری ابزاری مفید است.

منطقه‌ی ۲۲ به دلیل جدید بودن بافت شهری، نبود بافت فرسوده و تراکم خیلی پایین جمعیت و همچنین توان آبگذری بالا (مسیل رودخانه‌ی کن) آسیب‌پذیری پایینی در مقابل سیلاب‌های شهری و رواناب‌های سطحی دارد. مقابل تراکم شدید جمعیت در منطقه‌ی ۱۰، بافت متراکم و نامنظم ساختمانی مسکونی و شبکه‌های ارتباطی (سطوح غیر قابل نفوذ)، کیفیت نازل و بافت‌های مسکونی فرسوده از مهم‌ترین علل افزایش سطح آسیب‌پذیری ناشی از سیلاب در این منطقه است که موجب افزایش آسیب‌پذیری این منطقه‌ی شهری در برابر سیلاب شده است. در واقع، بافت‌های ریزدانه‌ی ناپایدار در کنار توان آبگذری بالا و تخریب مسیل‌های عمده‌ی انتقال رواناب می‌تواند از علت‌های اصلی آسیب‌پذیر بودن این بخش‌ها در مقابل سیلاب باشد. نقشه‌ی آسیب‌پذیری ناشی از سیلاب که می‌تواند بازتاب مناسبی از وضعیت اجتماعی و اقتصادی مناطق مختلف شهر تهران از نظر آسیب‌پذیری باشد، نشان می‌دهد که آسیب‌پذیرترین بخش‌های شهری بر بافت‌های فرسوده با تراکم جمعیتی بسیار بالا منطبق است. با توجه به نقشه‌ی آسیب‌پذیری و ریسک در منطقه‌ی ۱۰ به لحاظ وسعت بیشتر مناطق مسکونی خسارت به اراضی مسکونی بیشتر خواهد بود، درحالی که در شرق منطقه‌ی ۲۲ خسارت به باغات و اراضی کشاورزی قابل توجه خواهد بود.

با توجه به سیستم همبسته‌ی اکولوژیکی شهری اثر خسارت سیلاب تنها محدود به مناطق ۱۰ و ۲۲ نیست و می‌تواند بر مناطق پایین دست خود اثرات جانبی داشته باشد. این میزان خسارت نتیجه‌ی بی‌توجهی انسان به حریم آبراهه است که با مدیریت کاربری اراضی می‌توان تا حد زیادی از به وقوع پیوستن خسارات جلوگیری کرد. در واقع با مدیریت کاربری اراضی هم می‌توان از به وقوع پیوستن خسارت مالی متوجه شهروندان کاست و هم می‌توان احساس امنیت را برای شهروندان افزایش داد تا با امنیت بیشتری به زندگی خود ادامه دهند.

پی‌نوشت

1. Geographical Information System (GIS)
2. Analytic Hierarchy Process (AHP)
3. Natural Breaks
4. Curve Number
5. Distance
6. Maximum Distance
7. Density

۸. بلوک‌های فرسوده، بلوک‌هایی هستند که ۵۰ درصد قطعات آن‌ها مشمول سه شرط اصلی ذکر شده باشند.

9. Zonal Analysis
10. Hazard
11. Vulnerability
12. Risk

۱۳. بلوک‌های ناپایدار بلوک‌هایی هستند که حداقل ۵۰ درصد قطعات آن‌ها غیر مقاوم است.

۱۴. بلوک‌های نفوذناپذیر بلوک‌هایی هستند که حداقل ۵۰ درصد عرض معابر آن‌ها کمتر از ۶ متر است.

۱۵. بلوک‌های ریزدانه بلوک‌هایی هستند که حداقل ۵۰ درصد قطعات آن‌ها دارای مساحتی زیر ۲۰۰ متر مربع هستند.

منابع

1. NOAA/NWS. (2009). Flood losses: complication of flood loss statistics [Online]. NOAA gov climate research Centre. Available: http://www.weather.gov/oh/hic/flood stats/Flood Loss time series.shtml [Accessed 25.08.2009].
2. IF-NET 2005. Flood net brochure.
3. Bhattacharya, Namrata. (2010). Flood risk assessment in barcelonate, France. Thesis of master degree, International institute for geo-information science and earth observation enschede (ITC), the Netherlands.
4. Nirupama N. and S. P. Simonovic. (2007). Increase of flood risk due to urbanization: A Canadian example. Natural Hazards. 40, pp. 25-41.
5. Saghafian B., Farzjoo Hassan, Bozorgy Babak and Yazdandoost Farhad. (2008). Flood intensification due to changes in land use. Water Resource Management. 22, pp. 1051-1067.
6. Liu Y.B., F. De Smedt, F. Hoffmann and L. Pfister. (2004). Assessing land use impact on flood processes in complex terrain by using GIS and modeling approach. Environmental modeling and assessment 9: pp. 227-235.

www.SID.ir

Archive of SID

7. Campana N. A. and E. M. C. Tucci. (2001). Predicting floods from urban development scenarios: Case study of the Diluvio basin, Porto Alegre, Brazil. Urban Water 3: pp. 113-124.

۸. وزارت جهاد کشاورزی (۱۳۸۸). طرح جامع حفاظت و احیاء منابع طبیعی شمال تهران و شمیرانات (البرز جنوبی)، گزارش تلفیق، سنتز و برنامه‌ریزی، جلد اول.

9. Yashon O. Ouma and Ryutaro Tateishi. (2014). Urban Flood Vulnerability and Risk Mapping Using Integrated Multi-Parametric AHP and GIS: Methodological Overview and Case Study Assessment. Water Journal | An Open Access Journal from MDPI. 6, 1515-1545

10. Costas Armenakis, Erin Xinheng Du, Sowmya Natesan, Ravi Ancil Persad and Ying Zhang. (2017). Geosciences Journal. 7, 123

11. Aleksandra Barczak, Camille Grivaul. (2007). Geographical Information System for the assessment of vulnerability to urban surface runoff. NOVATECH 2007 – Sixth International Conference on Sustainable Techniques and Strategies in Urban Water Management.

۱۲. محمودزاده، حسن؛ امامی کیا، وحید؛ رسولی، علی اکبر (۱۳۹۳). ریزپهنه‌بندی خطر سیلاب در محدوده‌ی شهر تبریز با استفاده از روش AHP. فصلنامه‌ی تحقیقاتی جغرافیایی، سال ۳۰، شماره‌ی ۱،(بهار ۱۳۹۴)، شماره‌ی پیاپی ۱۱۶.

۱۳. صداقت، محسن؛ سلیمانی، کریم؛ رشیدپور، مصطفی (۱۳۹۵). پهنه‌بندی حساسیت سیلاب شهری با استفاده از فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (مطالعه‌ی موردی: آمل)، سومین کنفرانس علمی پژوهشی افق‌های نوین در علوم جغرافیا و برنامه‌ریزی معماری و شهرسازی ایران، تهران، انجمن توسعه و ترویج علوم و فنون بنیادین.

۱۴. یمانی، مجتبی؛ عنایتی، مریم (۱۳۸۴). ارتباط ویژگی‌های ژئومورفولوژیک حوضه‌ها و قابلیت سیل‌خیزی (تجزیه و تحلیل داده‌های سیل از طریق مقایسه ژئومورفولوژیک حوضه‌های فشند و بهجت‌آباد)، *پژوهش‌های جغرافیایی*، شماره‌ی ۵۴، ۴۷-۵۷.

۱۵. کاویانپور، محمدرضا و رزم خماوش صوفیانی، حسن (۱۳۸۶). مدل‌سازی و مدیریت سیلاب شهری مسیل باختر و منوچهری تهران با استفاده از GIS، سومین کنگره ملی مهندسی عمران.

۱۶. مقیمی، ابراهیم و صفاری؛ امیر (۱۳۸۹). ارزیابی ژئومورفولوژیکی توسعه‌ی شهری در قلمروی حوضه‌های زهکشی سطحی مطالعه‌ی موردی: کلان‌شهر تهران، *فصلنامه مدرس علوم انسانی*، دوره‌ی ۱۴، شماره‌ی ۱، ۱-۳۱.

۱۷. قهرودی تالی، منیژه (۱۳۸۹). تأثیر حوضه‌های بالادست تهران بر رخداد سیلاب در مناطق مسکونی تهران، مطالعه‌ی موردی: تأثیر حوضه فرحزاد در منطقه‌ی ۲ تهران، اولین کنفرانس ملی مدیریت سیلاب‌های شهری، مرداد ماه.

۸۱. روزخش، پرویز؛ حبیبی، مهدی؛ غریب رضا، محمد رضا (۱۳۸۹). بررسی وضعیت سیل‌گذری رودخانه‌ی کن در غرب تهران تحت تأثیر احداث پل، برداشت شن و ماسه و تجاوز به حریم رودخانه، اولین کنفرانس ملی مدیریت سیلاب‌های شهری، تهران.

۱۹. وزارت مسکن و شهرسازی، شهرداری تهران (۱۳۸۴). تهیه‌ی الگوی توسعه و طرح تفصیلی منطقه و همکاری با شهرداری مناطق ۱۰ و ۲۲، ویرایش نهایی.

۲۰. مهاب قدس (۱۳۹۱). شرکت مهندسی مشاور، مطالعات طرح جامع آب‌های سطحی- جلد دوم: مطالعات پایه.

21. Saaty, T. L. (2004). Mathematical methods of operations research. Courier Dover Publications. New York.

۲۲. زبردست، اسفندیار (۱۳۸۰). کاربرد فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای، *مجله‌ی هنرهای زیبا*، شماره‌ی ۱۰.

23. Jinfeng, Yue. (2002). Generating ranking groups in Analytical Hierarchy Analysis. Dublin. Jhon wiely & Sons press.

۲۴. درفشی، خه‌بات (۱۳۹۰). بررسی تغییرات فضایی سیلاب در کلان‌شهر تهران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی.

۲۵. بهتاش، فرزاد آقایی؛ محمد تقی، محمد؛ امینی، مروارید (۱۳۸۹). بررسی وضعیت رود دره فرحزاد (قبل و بعد ساماندهی)، مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهرتهران. *دانش شهر*، شماره‌ی ۱۵، ۲۷-۳۱.

www.SID.ir