ساماندهی مسیل شهری فرحزاد در شمال کلان‌شهر تهران از دیدگاه ژئومورفولوژی

عزت اله قنواتی[۱] محمد رضا ثروتی[۲]
رضا منصوری[۳] سمیرا نجفوند[٤]

تاریخ دریافت مقاله: ۹٤/۰۳/۲۹ تاریخ پذیرش مقاله: ۹٤/۰۷/۰٦

****

چکیده

توسعه بی‌رویه شهر تهران، طی نیم قرن گذشته علاوه‌بر نابودی بخش‌هایی از بافت تاریخی و منسجم و نیز فرسوده کردن سرمایه‌های فرهنگی و میراث تاریخی بازمانده، باعث از بین رفتن بخش بزرگی از میراث طبیعی از جمله مسیل‌ها شده است.مسیل فرحزاد یکی از این مسیل‌ها در شمال کلان‌شهر تهران می‌باشد. با ساماندهی مسیل‌ها، منظر شهری، محدوده‌های گردش‌گاهی و تفریحی و نیز حفاظت از محیط‌زیست و چشم‌انداز توسعه‌پایدار شهری تحقق می‌یابد.در مناطق شهری، آحاد جامعه نقش مهمی را در ساماندهی مسیل‌ها ایفاء می‌کنند. این پژوهش با هدف ارزیابی تناسب ساماندهی مسیل شهری فرحزاد با فاکتورهای ژئومورفولوژیکی نظیر خاک، شیب، فاصله از رودخانه، فاصله از جاده، فاصله از گسل، جهت شیب دامنه، فرازا، پوشش گیاهی و بارش انجام شده‌است. پژوهش بر پایه روش توصیفی- تحلیلی، مطالعات کتابخانه‌ای و با استفاده از نرم‌افزار GIS و نیز مدل تحلیل سلسله مراتبی در قالب نرم‌افزار Expert choice انجام گرفته و طی آن نقشه تناسب ساماندهی مسیل‌های شهری براساس فاکتورهای ژئومورفولوژیکی پیشنهاد شده‌است. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهند که بیشترین مساحت مسیل ساماندهی شده از لحاظ درنظر گرفتن فاکتورهای ژئومورفولوژیکی در وضعیت تناسب بسیار کم و کم (٤٤ درصد) قرار دارد. همچنین، درصد مساحت منطقه نیز دارای وضعیت تناسب بسیارزیاد و زیاد با فاکتورهای ژئومورفولوژیکی جهت ساماندهی بوده‌است. همچنین آنالیز تصاویر ماهواره‌ای لندست$^{+}$ETM طی سال‌های ۲۰۰۵ و ۲۰۱۰ (پیش و پس از ساماندهی) و مقایسه آنها مشخص نمود که پوشش‌گیاهی مسیل فرحزاد پس از ساماندهی نسبت به سال‌های پیش از ساماندهی ۲٦ درصد افزایش یافته‌است.

واژه‌های کلیدی: ساماندهی مسیل شهری، مسیل فرحزاد، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، ارزیابی ژئومورفولوژیکی.

****

۱- دانشیار گروه ژئومورفولوژی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران Ezghanavati@yahoo.com
۲- استاد گروه ژئومورفولوژی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران Rezasarvati@yahoo.com
۳- دانشجوی دکتری رشته ژئومورفولوژی/ مدیریت محیطی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران Re_mansouri@sbu.ac.ir
٤- دانش‌آموخته مقطع کارشناس ارشد ژئومورفولوژی samira.najafvand@yahoo.com

مقدمه

یکی از مهم‌ترین اجزای تأسیسات شهری مسیل‌ها هستند که آن را می‌توان پایانی‌ترین عنصر طبیعی و اکولوژیک شهرها دانست. مسیل شهری به آن دسته ازآبراهه‌هایی گفته می‌شود که سطوح غیر قابل نفوذ شهری نظیر بام ساختمان‌ها، سطوح آسفالت خیابان‌ها، جاده‌ها و کف پوش‌های غیر قابل نفوذ شهری بیش از ۱۰ درصد حوضه‌آبریز آن مسیل‌ها را تشکیل دهند *(خام‌چین‌مقدم،۱۳۸٦: ۲)*. مسیل‌های شهری گرچه به شکل بالقوه قادر به تأمین بسیاری از نیازهای شهری می‌باشند، ولی در صورت عدم مدیریت صحیح یکی از قابلیت‌های نهفته بروز سیلاب در مناطق توسعه یافته زمین‌های شهری محسوب می‌گردند. این زمین‌ها در داخل شهرها و یا در حاشیه آنها معمولاً برای برنامه‌ریزان شهری و یا افرادی که فعالیت‌های مربوط به زمین و بورس بازی‌های مربوط به آن شرکت دارند، اراضی وسوسه انگیزی هستند. ویژگی‌های این زمین‌ها عبارتنداز: بافت سست، دانه‌بندی درشت و غیرمتراکم و از طرف دیگر مقاومت کم تا بسیار کم می‌باشند که تأثیرات منفی روی سازه‌هایی که بر روی آنها احداث گردیده به صورت نشست سازه- ترک خوردگی آن بوده است(نگاره ۱). آثار چنین چیزی را در بسیاری از ساختمان‌های مجاور تهران شاهد هستیم *(اصغری‌مقدم، ۱۳۷۸؛ ٦)*.

نگاره ۱: ترک و نشست زمین در مسیل فرحزاد بوستان نهج‌البلاغه *(مأخذ: قادری، ۱۳۹۰)*.

امروزه با توسعه علوم مهندسی منظر، اصلاح هندسی مسیل‌ها به روش مهندسی عمران یا رهاسازی مسیل‌ها به حال خود هر دو امری اشتباه و غیرعلمی محسوب می‌شوند. لذا تدوین برنامه‌ای کاربردی برای طراحی منظر در حاشیه مسیل‌های درون شهری ضروری و پرهیزناپذیر به نظر می‌رسد *(پورجعفر و رستنده،۱۳۸۸: ۱٦)*. ویژگی‌هایی چون اکولوژی، هیدرولوژی، ژئومورفولوژی و کیفیت آب مسیل‌ها از جمله مشخصات و ویژگی‌های فیزیکی مسیل‌های شهری می‌باشند که در حال حاضر به عنوان معیاری اساسی در طبقه بندی مسیل‌های شهری و همچنین در بررسی پروژه‌های ساماندهی مسیل‌ها به حساب می‌آیند. ساماندهی شبکه مسیل‌ها با توجه به کالبد کلان‌شهر تهران، راهبرد کنترل سیلاب در پایتخت ایران است *(قهرودی‌تالی، ۱۳۹۰)*. ایجاد مسیر سبز وکاشت درخت وگیاهان متنوع متناسب با اقلیم منطقه در نواحی حاشیه‌ای و اطراف مسیل‌های شهری سبب جلوگیری از ارتباط مستقیم و بی واسطه انسان و سایر پدیده‌ها به عنوان عواملی مخرب با مسیل شده و باعث کنترل حرکت سیل و روند رسوب گذاری و همچنین جلوگیری از شسته شدن خاک و خروج مواد مغذی و گونه‌های مختلف در مسیل می‌گردد. در مورد مسیل شهری فرحزاد، با استفاده از یافته‌های پژوهش‌های ژئومورفولوژی در کنار سایر مطالعات مربوطه، می‌توان از ساماندهی نامناسب مسیل‌ها جلوگیری نمود و امکان استفاده هر چه بیشتر و بهتر از محیط، در جهت آسایش بیشتر شهروندان را فراهم نمود.

در مطالعات ساماندهی مسیل‌های شهری، بررسی‌های جغرافیایی چندان مورد توجه قرار نگرفته است. عموماً این مطالعات بدون توجه علمی به ویژگی‌های محیط و نیز تأثیرات ژئومورفولوژیکی بوده است. مسیل شهری فرحزاد با واقع شدن در دامنه‌های شمالی کلان‌شهر تهران و نیز به دلیل ژرفای بستر و ویژگی‌های طبیعی خود یکی از عناصر هویت بخش تهران محسوب شده و در نتیجه نقشی فرامنطقه‌ای دارد. این مسیل(رود دره) دارای طبیعتی متنوع و زیبا است که از مبداء کوهستان تا ژرفای بافت شهری نفوذ کرده و با فضاهای طبیعی دیگر، مانند پارک جنگلی و گاهی

با محیط شهری تلفیق گردیده است.

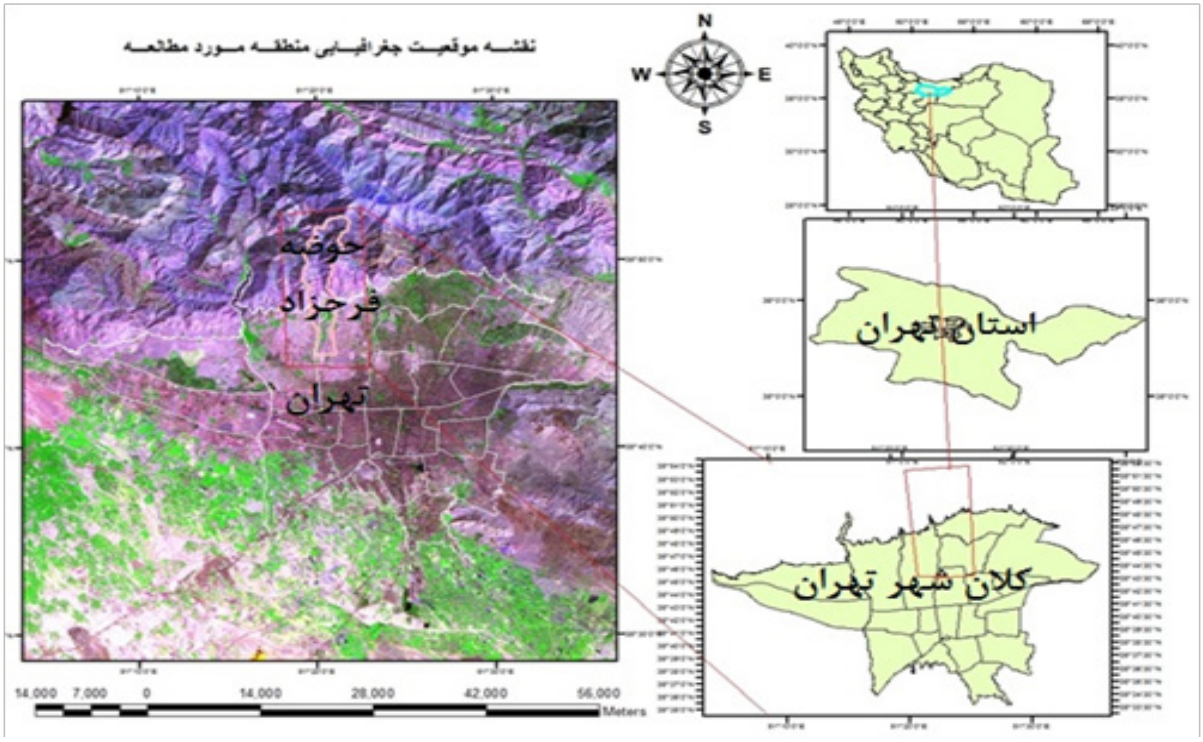
پورجعفر ورستنده (۱۳۸۸) در مقاله‌ای تحت عنوان الگوی طراحی منظر در امتداد مسیل‌های درون شهری (مطالعه موردی: مسیل الوسجرد همدان)، به شناسایی و تحلیل مهم‌ترین معیارهای طراحی منظر در حاشیه مسیل‌های درون شهری پرداخته‌اند. آنها با استفاده از روش تحلیلی توصیفی و مبتنی بر سنجش معیارها به شکل کیفی نشان دادند که برنامه‌ریزی چند عملکردی منظر سبب شکل‌گیری منظر شهری پایدار در حاشیه مسیل‌های درون شهری می‌گردد. در این میان پژوهش‌هایی در وارد ساختن داده‌های مورفولوژیکی برای ارتباط بین داده‌ها در مدیریت یکپارچه سیلاب‌های شهری انجام شده که از جمله:فیترل و همکاران در سال ۲۰۰۸ با ایجاد مدل سه بعدی با بزرگنمایی زیاد توانستند محدوده‌های آب گرفتگی شهری در ناحیه گرینفیلد، در حومه شهر گلاسگو در انگلستان را شناسایی نمایند *(قهرودی‌تالی، ۱۳۸۹)*.

حبیبی(۱۳۸۸)، در «ملاحظات فنی- محیطی در مدیریت سیلاب‌ها و مسیل‌های شهری در ایران»، ملاحظات فنی و محیطی تأثیرگذار بر سیلاب‌ها و رواناب‌های شهری را یکی از مهم ترین مسائل در مدیریت و برنامه‌ریزی شهری دانسته است. قهرودی‌تالی (۱۳۸۸) در کاربرد مدلی یکپارچه سیلاب شهری در کلان‌شهرها (مطالعه موردی:شمال خاوری تهران)، با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی، ساختار داده مکانی حوضه‌های درکه، دربند وجاجرود را تولید کرده است. نامبرده نشان داده است که برای کاهش سیلاب در تهران باید سیلاب‌های بالادست را کنترل کرد. خام چین مقدم (۱۳۸٦)، در «بررسی اهمیت و لزوم بهسازی مسیل‌های شهری با توجه به عوامل هیدرولوژیک، زیست محیطی، قانونی، اجتماعی و اقتصادی»، ضمن بررسی فلسفه لزوم بهسازی مسیل‌های شهری، به بررسی عوامل تأثیر گذار در امر بازسازی مسیل‌ها با رویکرد مدیریت شهری و محوریت پاس‌داشت محیط زیست مسیل‌های شهری پرداخته‌اند. یونسی و همکاران (۱۳۸٦)، به بررسی خصوصیات سیلاب‌های شهری در مسیل‌های شهرستان خرم‌آباد و نقش آن در مدیریت سیلاب، با استفاده از دبی‌های سیلاب ۲٤ ساله رودخانه‌های لرستان پرداخته، نامبردگان نشان دادند که سیلاب، حتی با دوره بازگشت ۱۰ ساله می‌تواند در بخش وسیعی از شهر خرم آباد، باعث بروز خساراتی شود.

در این پژوهش تلاش شده‌است تا بیشتر لایه‌های مؤثر در ساماندهی مسیل شهری فرحزاد که لایه‌های آن به صورت نقشه‌های موجود قابل تفکیک است در نظر گرفته شود. در مرحله بعدی، پس از مقایسه زوجی معیارها و تعیین وزن و تعیین اولویت‌ها در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی تک تک لایه‌ها را ابتدا طبقه‌بندی کرده و سپس بر اساس نظر کارشناسی و مشخصات منطقه به هر یک از طبقات، امتیازی از ۰تا۱۰ تعلق گرفته است. این امتیاز دهی به خاطر این است که لایه‌های درونی هر معیار از خود رفتار یکسانی را در رابطه با هدف نشان نمی‌دهند. در پایان لایه‌های تهیه شده در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی توسط مدل پیشنهادی در وزن‌های بدست آمده از تحلیل سلسله مراتبی ضرب شده و وضعیت تناسب این مسیل ساماندهی شده با فاکتورهای ژئومورفولوژی مشخص شده‌اند. در نگاره ۳ مراحل کار به صورت نمودار نمایش داده شده است.

موقعیت جغرافیایی منطقه مورد پژوهش

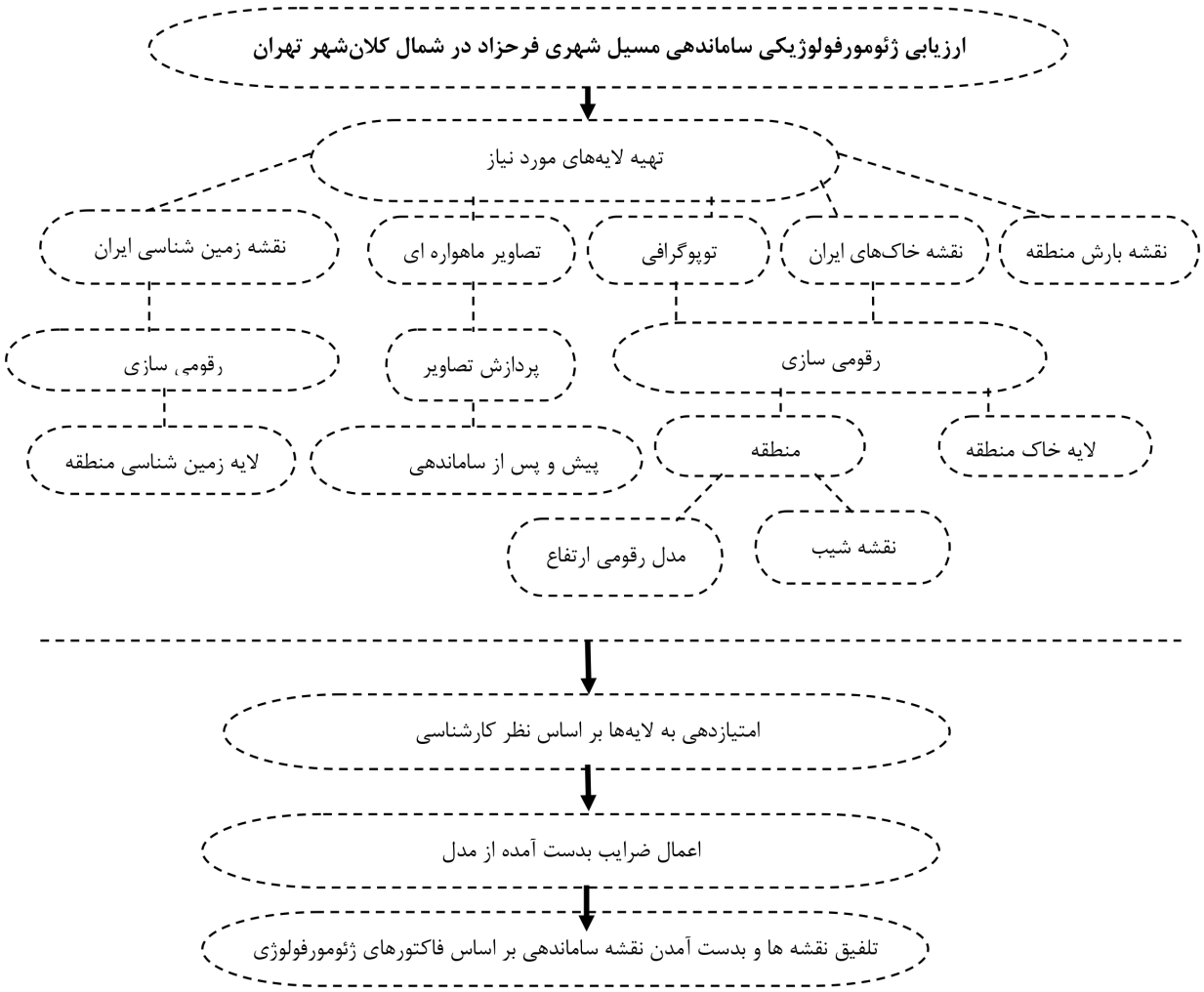
مسیل فرحزاد یکی از حوضه‌های آبخیز شمالی کلان‌شهر تهران می‌باشد. این حوضه، از نظر زمین شناسی ساختمانی جزئی از البرز مرکزی محسوب می‌گردد *(جداری عیوضی، ۱۳۷۸، ۳۹)* و دارای آب و هوای نیمه خشک است. حوضه فرحزادبا مساحت ۲۸ کیلومتر مربع در مختصات جغرافیایی ´۱۹ °۵۱ تا ´۲۲ °۵۱ درازای خاوری از نیمروز گرینویچ و ´٤۵ °۳۵ تا ´۵۳ °۳۵ پهنای شمالی از خط استوا قرار گرفته است. مسیل فرحزاد از بُعد جغرافیای گیاهی، متعلق به ناحیه ایران تورانی با تابستان‌های گرم و زمستان‌های سرد می‌باشد. این مسیل در ناحیه کوهستانی با بیشینه فرازای ۳٤۲۰ متر و



نگاره ۲: موقعیت جغرافیایی منطقه مورد پژوهش در دامنه‌های شمالی کلان‌شهر تهران

در ناحیه شهری با کمینه فرازای۱۳۸٦ متر واقع شده است. رودخانه فرحزاد پس از بخش کوهستانی وارد محدوده شهری تهران شده و از شمال به جنوب تا میدان صادقیه (به صورت روباز) جریان می‌یابد. این بخش از حوضه آبریز رودخانه، توسط دو بزرگراه به نام‌های اشرفی اصفهانی (واقع در باختر رودخانه) و یادگار امام (واقع در خاور رودخانه) بریده شده است، به طوری که بزرگراه‌های گفته شده به صورت دو زهکش در باختر و خاور رودخانه اصلی عمل می‌کنند و عملاً سطح حوضه طبیعی رودخانه را در این بخش محدود می‌نمایند. موقعیت منطقه مورد پژوهش در نگاره ۲ نشان داده شده‌است.

مسیل فرحزاد به صورت باریک و نسبتاً پرشیب می‌باشد. رودخانه فرحزاد از فرازای۳٤۱۰ متری خاور امامزاده داوود جریان یافته و در دامنه جنوبی البرز، در شمال شهر تهران واقع شده و در مسیر خود از مناطق فرحزاد و پونک می‌گذرد. در ادامه مسیر در منطقه صادقیه از طریق مسیل اصلی باختر تهران به رودخانه کن می‌پیوندد. دبی متوسط سالانه آن معادل ۰/۲۳ متر مکعب در ثانیه به عنوان عاملی در جهت تأمین آب پروژه‌های پیشنهادی بر روی دره فرحزاد و یکی از مهم ترین امکانات این دره محسوب می‌گردد. الگوی چینه بندی، ساختار و تکتونیک مسیل فرحزاد تحت تأثیر شدید ویژگی‌های البرز مرکزی می‌باشد. کهن ترین لایه‌های رخنمون یافته در این منطقه مربوط به رسوبات و سنگ‌های آتشفشانی به شکل گدازه، توف‌های مختلف و گه‌گاه دایک‌های بازیک و اسیدی مربوط به زمان ائوسن است. ورود بادهای باختری در دوره سرد مهم‌ترین عامل بارش‌های فراوان منطقه محسوب می‌شود. گرمترین ماه سال در منطقه تیرماه و سردترین ماه، دی ماه می‌باشد. تعداد روزهای یخبندان در حوضه برابر ۹۱ روز در سال بوده که از اوایل آذرماه شروع و تا اسفند ماه ادامه می‌یابد. پر باران ترین ماه سال، اسفند ماه و کم باران ترین، تیرماه می‌باشد*(آقاعلیخانی، ۱۳۸۸)*. حداکثر میزان بارندگی در این ناحیه بیش از ٦۰۰ میلیمتر و میانگین آن به ٤۲۲ میلیمتر در سال می‌رسد*(سازمان هواشناسی کشور،۱۳۹۰)*.



نگاره ۳: مراحل کاری انجام پژوهش به صورت نمودار (فلوچارت).

داده‌ها و روش‌ها

در این پژوهش ۹ عامل (خاک، شیب، فاصله از رودخانه، فاصله از جاده، فاصله از گسل، جهت شیب دامنه، فرازا، پوشش گیاهی و بارش)، به عنوان عوامل اصلی مؤثر بر ساماندهی مسیل شهری فرحزاد شناخته شده‌اند.

مطابق با موضوع مورد پژوهش، روش به‌کار رفته در این پژوهش روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) است. اساس این روش مقایسه زوجی متغیرها در جدول ماتریس است(جدول ۱۱ و نگاره ۱۳). ماتریس، مقایسات زوجی و وزن معیارها را نشان می‌دهد. ارزش عددی ناشی از مقایسه کیفی آنها نسبت به همدیگر نیز از طریق قضاوت کارشناسی تعیین می‌گردد. بنابراین؛ مقایسه دو به دو متغیرهای مؤثر در ارزیابی ژئومورفولوژیکی ساماندهی مسیل‌های شهری، ورودی این سیستم در نظر گرفته شده و وزن‌های نسبی حاصل از نرم‌افزار ExpertChoice نیز خروجی سیستم خواهد بود. در استفاده از این روش و به منظور رسیدن به نتیجه نهایی، مراحل کاری به شرح ذیل دنبال گردید:

استخراج لایه‌های اطلاعاتی از متغیرهای مورد نظر، به منظور تلفیق داده‌های ورودی. نخستین اقدام در روش (AHP)مطابق با همه روش‌های آماری، تهیه لایه‌های اطلاعاتی از متغیرها می‌باشد که در آن باید هر متغیر به صورت یک نقشه در پایگاه داده نشان داده شود. بدین

منظور ۹ لایه اطلاعاتی شامل: فرازا، شیب، جهت شیب دامنه، بارش، فاصله از رودخانه، فاصله از گسل، فاصله از جاده، پوشش گیاهی و خاک استفاده شد.

در واقع پوشش گیاهی از طریق باریک کردن پهنای رودخانه، جریان مخالف را افزایش می‌دهد که این امر سرعت تخلیه به سمت پایین رود را کاهش می‌دهد. پوشش گیاهی در محدوده مسیل فرحزاد از دو جنبه حائز اهمیت است: نخست، موقعیت منطقه به عنوان یک محیط تفرج‌گاهی در شمال تهران که جهت گذران اوقات فراغت مردم مورد استفاده قرار می‌گیرد. دوم، علاوه بر این، با توجه به مسئله سیلاب در شهر تهران، وضعیت توپوگرافی و ژئومورفولوژیکی کوهستانی و شیب تقریباً بالای مسیل در بالادست شهر مهم می‌باشد*(دارابی، ۱۳۸۲)*. عامل فاصله از جاده از لحاظ سیل‌گیری این سازه‌ها دارای اهمیت است.

پس از تعیین سلسله مراتب، با وزن دهی به مقادیر و داده‌های مکانی از طریق مقایسات زوجی متغیرهای زوجی و گزینه‌ها و اولویت‌دهی به آن و تحلیل آن به کمک نرم‌افزارExpertChoice وزن نهایی هر یک از معیارها مشخص شدو در لایه نقشه‌ای ضرب گردید که در نهایت نقشه ساماندهی متناسب با فاکتورهای ژئومورفولوژیکی تهیه شد (نگاره۱٤).

تحلیل یافته‌ها

در این پژوهش بر اساس فرایند تحلیل سلسله مراتبی به هر یک از فاکتورها، ارزش یا وزنی داده شد و نهایتاً جمع جبری آنها معیار تناسب ساماندهی با فاکتورهای ژئومورفولوژیکی قرار گرفته است. این روش توسط ساعتی *(ساعتی،۱۹۸۰)* ارائه شده است و یک روش ریاضی جهت تعیین اهمیت و تقدم معیارها در فرایند تحلیل و ارزیابی است*(قنواتی، ۱۳۸۵)*. در این پژوهش ارزیابی ژئومورفولوژیکی ساماندهی مسیل شهری هدف کلی بوده است. در ادامه مدل AHP برای آزمون معیارهای مهم ساماندهی منطقه مد نظر قرار گرفته است.

استانداردسازی نقشه‌های معیار با استفاده از مدل AHP

جهت ساماندهی و ادغام نقشه‌ها، می‌بایست لایه‌های مؤثر (معیارها) در ساماندهی را استاندارد کنیم. یعنی لایه‌ها با استفاده از قواعد تصمیم گیری به مقیاسی تبدیل شوند که بتوان آنها را با یکدیگر ادغام کرد. بدین منظور از روش تحلیل سلسله مراتبی استفاده شده است. روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی(AHP)، که توسط ساعتی در سال ۱۹۸۰ ارائه گردید بر مبنای سه اصل می‌باشد: تجزیه و تحلیل، قضاوت تطبیقی و سنتز اولویت‌ها *(ساعتی،۱۹۸۰)*. با معلوم شدن این اصول، روش تحلیل سلسله مراتبی شامل مراحل اصلی زیر است:

الف) تولید ماتریس مقایسه زوجی: یک مقیاس اساسی را با مقادیری از ۱ تا ۹ برای تعیین میزان اولویت‌های نسبی دو معیار به‌کار می‌گیرد (جدول ۱).

جدول۱: ارزش گذاری در ماتریس مقایسه زوجی

میزان و درجه اهمیت در مقایسه زوجی	امتیاز (ارزش هر معیار)
برتری برابر یا یکسان	۱
کمی برتری یا کمی مهم‌تر	۳
برتری زیاد	۵
برتری بسیار زیاد	۷
کاملاً برتر یا مهم‌تر	۹

اعداد مابین مقادیر بالا، ارزش‌های بینابینی دارند.
مأخذ: (قدسی پور، ۱۳۸۱).

ب) محاسبه وزن‌های معیار: این مرحله شامل مراحل زیر است: ۱) جمع کردن مقادیر هر ستون ماتریس مقایسه زوجی ۲) تقسیم نمودن هر مؤلفه ماتریس بر مجموع ستونش و ۳) محاسبه میانگین مؤلفه در هر ردیف از ماتریس نرمال شده.
ج) محاسبه نسبت سازگاری: این مرحله شامل عملیات زیر است: ۱) تعیین بردار مجموع وزنی به وسیله ضرب کردن وزن اولین معیار در ستون ماتریس مقایسه زوجی اصلی،

۲) سپس ضرب نمودن دومین معیار در دومین ستون، سومین معیار در ستون ماتریس اصلی، ۳) سرانجام جمع نمودن این مقادیر در سطر.

همانطور که پیش‌تر نیز اشاره شد، در این پژوهش از نُه معیار گوناگون استفاده شده است که در ادامه نحوه وزن‌دهی هریک به اختصار توضیح داده می‌شود.

فرازا: این لایه از نقشه Dem منطقه به دست آمد. این نقشه با توجه به هدف و روش AHP، طبقه بندی شد. عملیات وزن دهی AHP در نرم افزار Expert choice 11 انجام شد و وزن نهایی این معیار در محیط GIS در لایه نقشه‌ای اعمال گردید. رابطه وزن دهی به طبقات فرازا، با توجه به هدف، به صورت مستقیم در نظرگرفته شد، یعنی هر چه ارتفاع بیشتر بوده، وزن بیشتری برای آن در نظر گرفته شد(جدول ۲).

جدول ۲: امتیازهای تعیین شده برای طبقات فرازا

معیار	کلاس‌ها	امتیاز طبقات	وزن لایه در(AHP)
فرازا (متر)	۱۵۰۰ - ۱۳۰۰	۱/۰۸	۰/۳۳۰
	۱۷۰۰ - ۱۵۰۰	۰/۸۵	
	۱۹۰۰ - ۱۷۰۰	۰/۷۵	
	۲۱۰۰ - ۱۹۰۰	۰/۷۵	
	۲۳۰۰ – ۲۱۰۰	۰/٦٦	
	۲۵۰۰ – ۲۳۰۰	۰/٤۲	
	۲۷۰۰ – ۲۵۰۰	۰/۳۳	
	۲۷۰۰ – ۲۹۰۰	۰/۲۳	
	۲۹۰۰ – ۳۱۰۰	۰/۰۹	
	<۳۱۰۰	۰	

شیب: شیب نیز از جمله شرایط فیزیکی می‌باشد که برروی زمان تمرکز، سرعت جریان و شدت فرسایش در مسیل مؤثر است. لایه شیب، از لایه Dem منطقه، با استفاده از نرم افزار Arc GIS 10 بدست آمد. این نقشه با توجه به هدف و روش AHP، طبقه‌بندی شد. عملیات وزن دهی AHP در نرم افزار Expert choice 11 اجرا گردیده و وزن نهایی این معیار در محیط GIS در لایه نقشه‌ای اعمال شد. رابطه وزن هر کدام از طبقات شیب با توجه به هدف پژوهش، به صورت عکس در نظر گرفته شد (جدول ۳). هر چقدر میزان شیب کمتر باشد وزن بیشتری را به خود اختصاص می‌دهد.

جدول ۳: امتیازهای تعیین شده برای طبقات شیب

معیار	کلاس‌ها	امتیاز طبقات	وزن لایه در(AHP)
شیب (درجه)	۱۰ - ۰	۰/۴	۰/۲۰۵
	۲۰-۱۰	۰/۴	
	۳۰ - ۲۰	۰/۳	
	۴۰ - ۳۰	۰/۳	
	۵۰ - ۴۰	۰/۲	
	۶۰ - ۵۰	۰/۲	
	۷۰ - ۶۰	۰/۱	
	۸۰ - ۷۰	۰/۰۴	
	۹۰ - ۸۰	۰/۰۴	
	<۹۰	۰	

جهت شیب: لایه مربوط، از لایه Dem منطقه به دست آمد و در آن ۹ واحد فرعی به صورت دامنه‌های شمالی، جنوبی، خاوری، باختری، شمال باختری، شمال خاوری، جنوب‌خاوری، جنوب‌باختری و دشت استخراج گردید. وزن هر کدام از جهت‌ها با نظر کارشناس با توجه به هدف پژوهش در نظر گرفته شد. بیشترین وزن به جهت صاف و هموار (Flat) و کمترین آن به شمال‌خاوری اختصاص داده شد. این نقشه با توجه به هدف و روش AHP، طبقه بندی گردید. عملیات وزن دهی AHP در نرم افزار Expert choice 11 انجام شد و وزن نهایی این معیار در محیط GIS در لایه نقشه‌ای اعمال شد. در جدول ٤ جهت‌های دامنه به همراه

امتیاز و وزن آنها در مدل AHPارایه شده است.

جدول٤: امتیازهای تعیین شده برای جهت شیب

معیار	جهت‌ها	امتیاز	وزن لایه در(AHP)
جهت شیب	Flat	۰/۲	۰/۱۵۵
	Northeast	۰/۰٤	
	East	۰/۱	
	Southeast	۰/۱	
	South	۰/۰۳	
	Southwest	۰/۱	
	West	۰/۱	
	Northwest	۰/۰۷	
	North	۰/۰۹	

بارش: در این پژوهش، رابطه وزن دهی به هر یک از طبقات بارش بصورت مستقیم درنظر گرفته شد. بیشترین مقدار بارش در منطقه با ۳۰ درصد مربوط به طبقات۲۹۱تا ۳٦٦میلی متر بارندگی بود و کمترین مقادیر طبقات بارش منطقه با مساحت ۱۲ درصد، مربوط به طبقات بیش از۵۹۲ میلی متر بارندگی بوده است. بیشترین مقدار بارش با بیش از ۵۹۲ میلی متر به نقاط بالادست و کوهستانی منطقه تعلق دارد. جدول ۵ نحوه امتیازدهی به هر طبقه بارشی را نشان می‌دهد.

جدول ۵: امتیازهای تعیین شده برای طبقات بارش

معیار	کلاس ها	امتیاز طبقات	وزن لایه در(AHP)
بارش(میلی متر)	۲۹۱ – ۳٦٦	۰/٤	۰/۱۲۲
	۳٦٦ – ٤٤٤	۰/۷	
	٤٤٤ – ۵۱۵	۱	
	۵۱۵ – ۵۹۲	۱/۳	
	>۵۹۲	۱/۵	

پوشش‌گیاهی: پوشش‌گیاهی یکی از اجزای کلیدی برای ساماندهی مسیل‌های شهری محسوب می‌شود که باعث افزایش ویژگی‌های طبیعی و زیباشناختی مسیل می‌شود. انتخاب پوشش گیاهی مسیل باید به گونه‌ای باشد که حتی در طول سیلاب‌های طولانی هم شسته نشود و از نرخ ماندگاری بالایی برخوردار باشد.

این نقشه با توجه به هدف پژوهش طبقه‌بندی شد. عملیات وزن دهی به طبقات آن با استفاده از نرم‌افزار Expert choice 11 انجام شد و وزن نهایی این معیار در محیط GISدر لایه نقشه ای اعمال شد (جدول ٦).

جدول ٦: امتیازهای تعیین شده برای پوشش گیاهی

معیار	کلاس ها	امتیاز طبقات	وزن لایه در(AHP)
پوشش گیاهی	۵۰ –۹۰	۰/۰۳	۰/۰٦۰
	۹۰–۱۰۵	۰/۰۷	
	۱۰۵–۱۱۵	۰/۱	
	۱۱۵–۱۳۰	۰/۱	
	<۱۳۰	۰/۳	

خاک: برای جدا سازی این لایه از نقشه خاک‌های استان تهران استفاده گردید. عمده خاک‌های منطقه از نوع اینسپتیسول هستند که در حدود ٦۳ درصد از مساحت منطقه را در بر گرفته اند. جدول ۷ امتیازدهی به لایه خاک را نشان می‌دهد.

جدول ۷: امتیازهای تعیین شده برای خاک‌های منطقه مورد پژوهش

معیار	کلاس‌ها	امتیاز طبقات	وزن لایه در(AHP)
خاک	اینسپتیسول	۰/٤	۰/۰٦٤
	اینسپتیسول با رخنمون سنگی	۰/۰۲	
	شهری	۰/۰۰٦	

فاصله از رودخانه: لایه رودخانه از نقشه توپوگرافی منطقه تهیه شده است. نقشه مربوطه بعد از جدا کردن مبنای فاصله[1] از محدوده و عوارض، به رستر تبدیل شد و اطلاعات مربوط به آن اخذ گردید. رابطه وزن دهی به هر کدام از طبقات فاصله از رودخانه به صورت عکس محاسبه شد. جدول ۸ امتیازات هر طبقه را نشان می‌دهد. در ساماندهی مسیل‌های شهری هر چقدر فاصله از آبراهه بیشتر باشد بهتر است.

جدول ۸: امتیازهای تعیین شده برای فاصله از رودخانه‌های منطقه مورد پژوهش

معیار	کلاس ها	امتیاز طبقات	وزن لایه در(AHP)
فاصله از رودخانه	۰ – ۸۹	۳/۳	۰/۰۳۳
	۸۹ – ۲۰۶	۲/۹	
	۲۰۶ – ۳۷۰	۱/۶	
	۳۷۰ – ۵۸۳	۰/۹	
	<۵۸۳	۰/۳	

فاصله از گسل: این نقشه با توجه به هدف و روش AHP، طبقه بندی شد. عملیات وزن دهی AHP در نرم افزار Expert choice 11 انجام شد و وزن نهایی این معیار در محیط GIS در لایه نقشه ای اعمال شد (جدول ۹).

جدول ۹: امتیازهای تعیین شده برای فاصله از گسل‌های منطقه مورد پژوهش

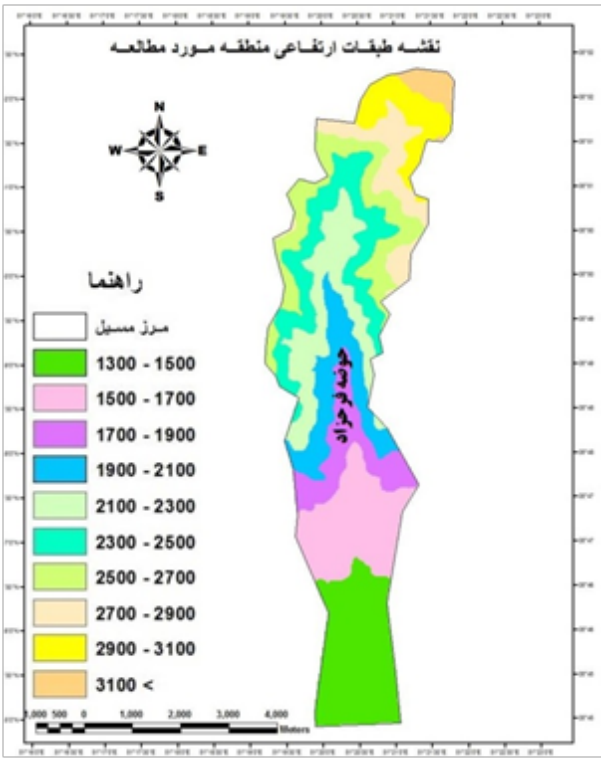
معیار	کلاس‌ها	امتیاز طبقات	وزن لایه در(AHP)
فاصله از گسل (متر)	۰ – ۱۷۹۰	۰/۰۰۲	۰/۰۱۹
	۱۷۹۰ – ۳۳۴۱	۰/۰۱	
	۳۳۴۱ – ۴۹۷۵	۰/۰۲	
	۴۹۷۵ – ۶۷۳۲	۰/۰۳	
	<۶۷۳۲	۰/۰۴	

فاصله از جاده: این نقشه نیز با توجه به هدف و روش AHP، طبقه بندی شد.

عملیات وزن دهی AHP در نرم افزار Expert choice 11 انجام شد و وزن نهایی این معیار در محیط GIS در لایه نقشه ای اعمال شد(جدول ۱۰).

جدول ۱۰: امتیازهای تعیین شده برای فاصله از جاده‌های منطقه مورد پژوهش

معیار	کلاس ها	امتیاز طبقات	وزن لایه در(AHP)
فاصله از جاده(متر)	۰-۲۷۴	۰/۰۰۱	۰/۰۱۲
	۲۷۴-۶۴۷	۰/۰۰۲	
	۶۴۷-۱۱۱۸	۰/۰۰۴	
	۱۱۱۸-۱۷۹۱	۰/۰۱	
	>۱۷۹۱	۰/۰۱	



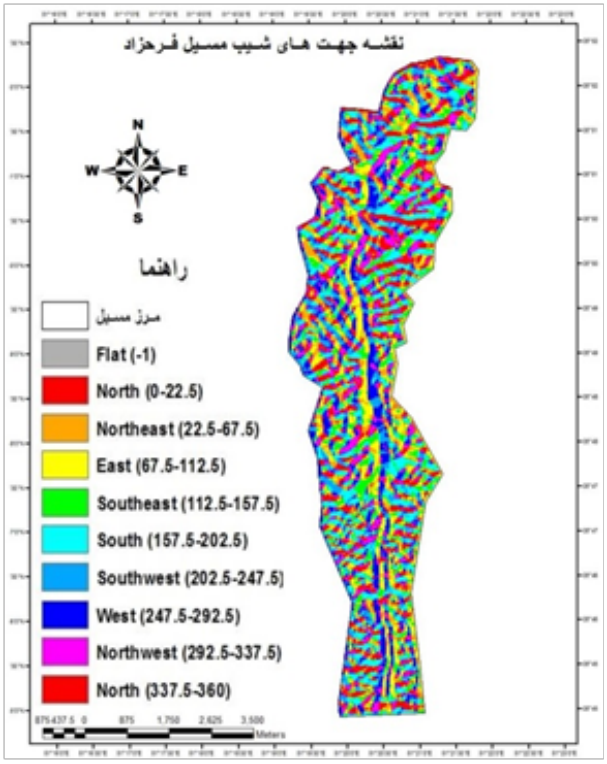
نگاره ٤: نقشه طبقات ارتفاعی منطقه مورد پژوهش

1- Distance

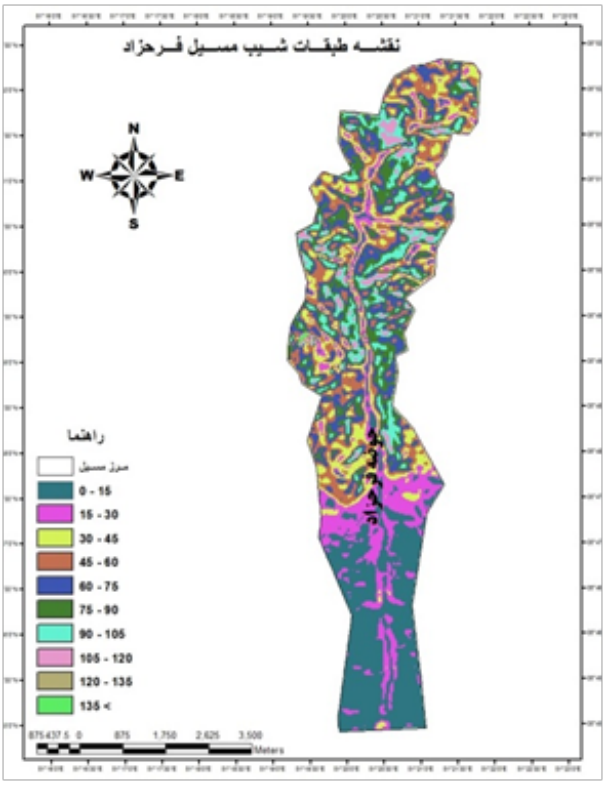
تهیه لایه‌های مورد نیاز برای ارزیابی ژئومورفولوژیکی ساماندهی مسیل شهری فرحزاد در محیط GIS

این مرحله فرایندی است که شامل اخذ داده، تغییرات فرمت، زمین مرجع نمودن، تنظیم کردن، و مستندسازی داده‌ها است(*فرج زاده و سرور،۱۳۸۱: ۸*).

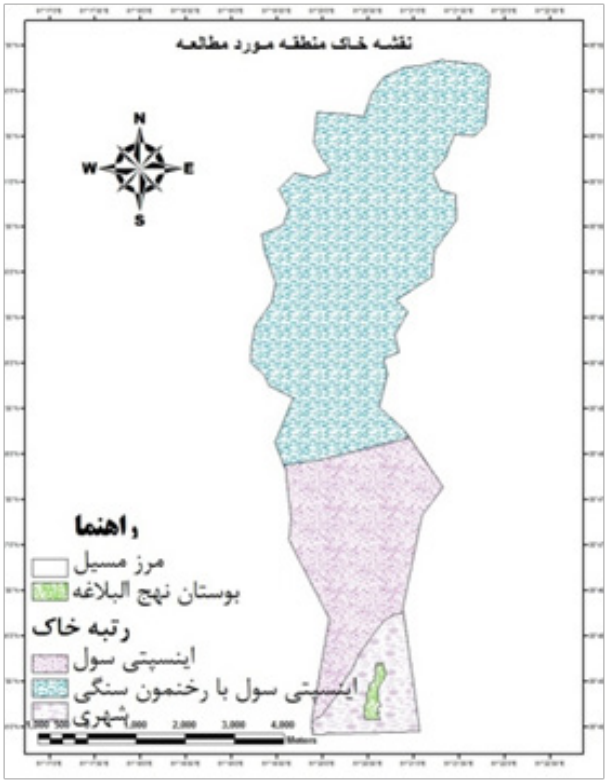
داده‌هایی که به سیستم اطلاعات جغرافیایی وارد شده، عبارتند از نقشه‌های رقومی خاک، DEM، گسل، رودخانه، جاده، مناطق شهری که با استفاده از داده‌های موجود، لایه‌های جدیدی مانند نقشه‌های (٤ تا ١٢) طبقات ارتفاعی، طبقات شیب، جهت شیب، خاک، فاصله از جاده، فاصله از شبکه زهکشی، فاصله از گسل، بارش و همچنین با استفاده از تصاویر ماهواره لندست سری سنجنده ETM^+ (۲۰۰۵ و ۲۰۱۰) منطقه، دو نقشهNDVI برای وضعیت پوشش گیاهی پیش و پس از ساماندهی مسیل به دست آمد.



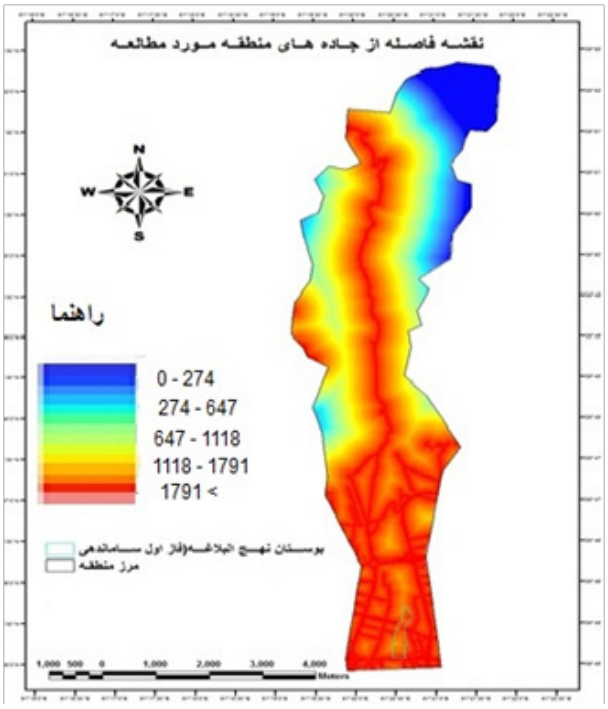
نگاره ٦: نقشه جهات شیب منطقه مورد پژوهش



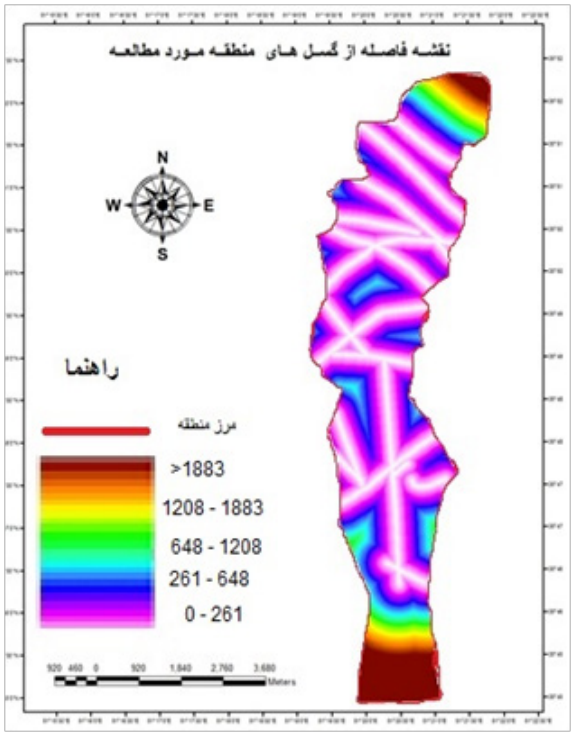
نگاره ۵: نقشه طبقات شیب منطقه مورد پژوهش



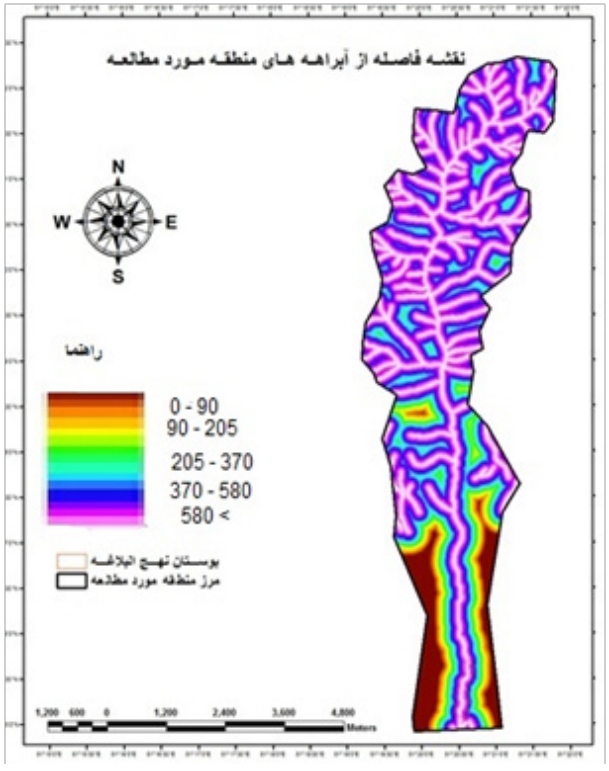
نگاره ۷: نقشه خاک‌های منطقه مورد پژوهش



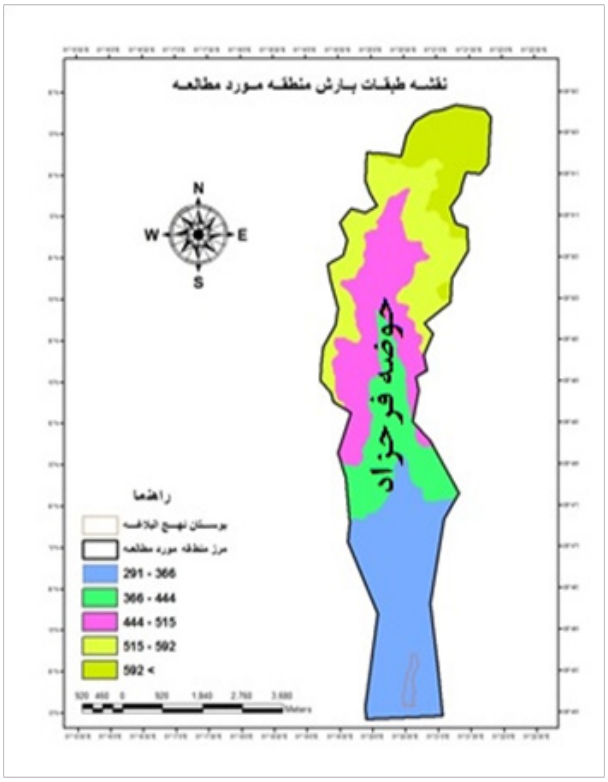
نگاره ۸: نقشه فاصله از جاده در منطقه مورد پژوهش



نگاره ۱۰: نقشه فاصله از گسل در منطقه مورد پژوهش



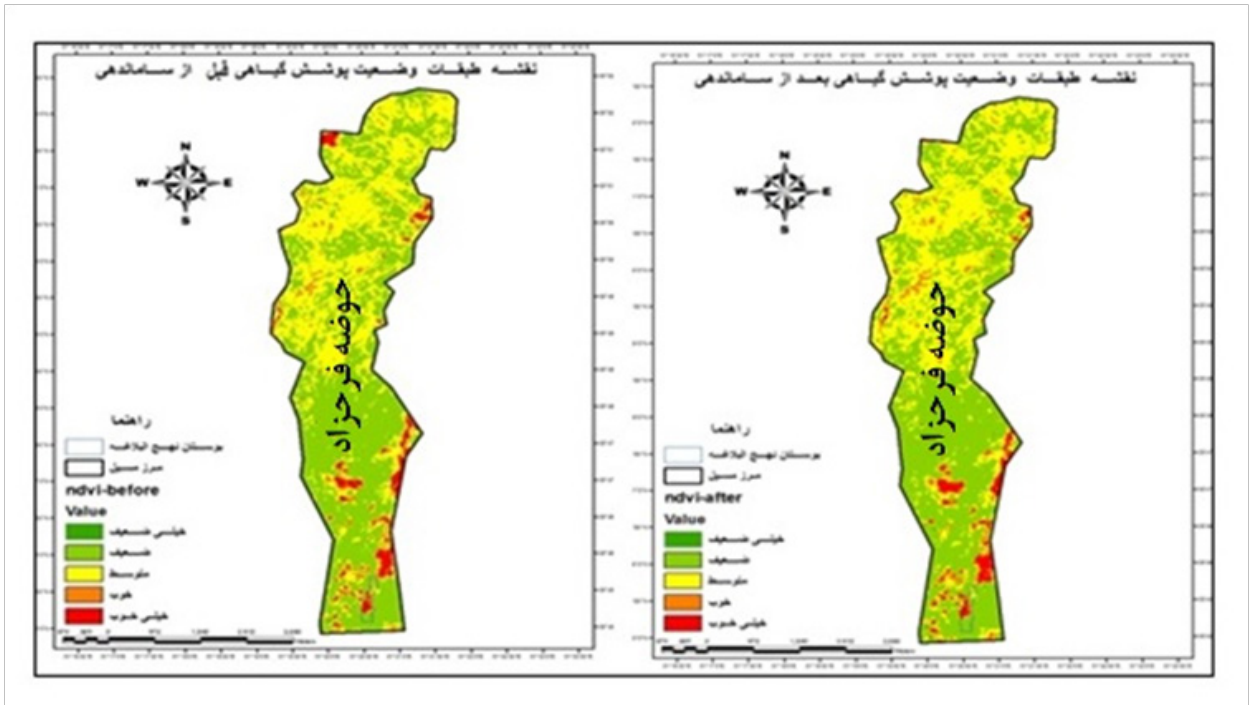
نگاره ۹: نقشه فاصله از آبراهه در منطقه مورد پژوهش



نگاره ۱۱: نقشه طبقات بارش در منطقه مورد پژوهش

جدول ۱۱: ماتریس مقایسه زوجی معیارها در نرم افزار ChoiceExpert

	elevation	slope	aspect	rain	ndvi	soil	drainage	failt	raod
elevation		5.0	3.0	5.0	7.0	4.0	5.0	5.0	5.0
slope			2.0	5.0	7.0	5.0	5.0	5.0	2.0
aspect				2.0	2.0	5.0	3.0	3.0	2.0
rain					2.0	3.0	2.0	5.0	3.0
ndvi						2.0	2.0	2.0	7.0
soil							2.0	3.0	5.0
drainage								5.0	3.0
fault									5.0
raod	Incon: 0.1								

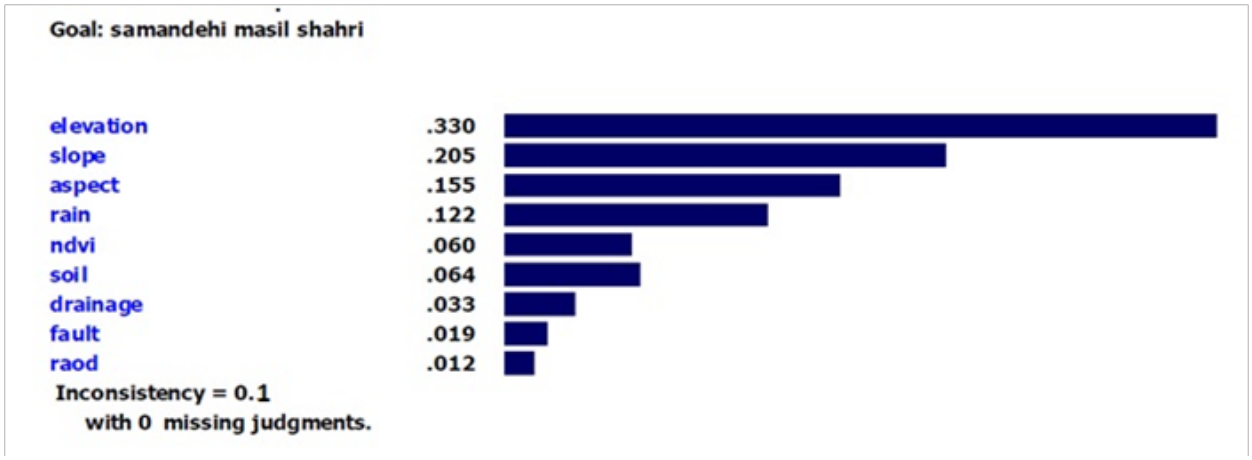


نگاره ۱۲: نقشه طبقات پوشش گیاهی پیش و پس از ساماندهی منطقه مورد پژوهش

استاندارد سازی لایه‌ها برای ارزیابی ساماندهی مسیل‌ها بر اساس فاکتورهای ژئومورفولوژیکی

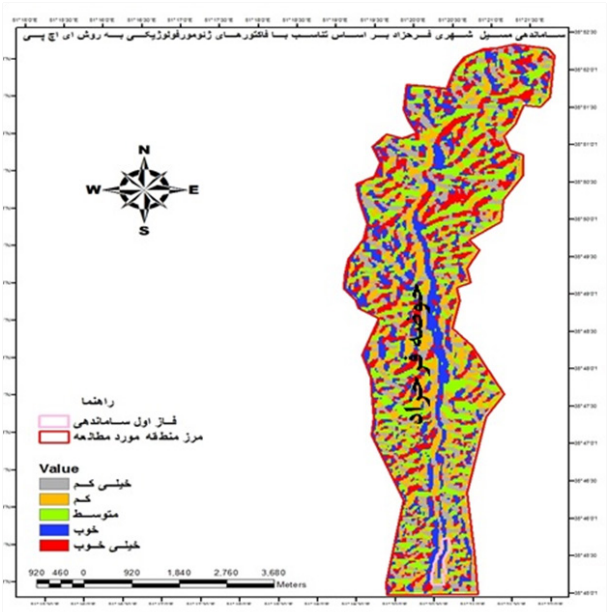
برای انجام این روش، ابتدا تک‌تک معیارهای مورد بررسی را مقایسه نموده و میزان اهمیت نسبی هر جفت را بر اساس میزان ارزش و اهمیت آن در ساماندهی مسیل‌های شهری در یک ماتریس وارد می‌کنیم (جدول۱۱). پس از آن وزن‌ها و نسبت سازگاری(CR) را محاسبه می‌نماییم (نگاره ۱۳). چنانچه این نسبت کمتر از ۰/۱ باشد، مقایسه‌ها قابل قبول و وزن‌های محاسبه شده را استخراج می‌کنیم، در صورتی که نسبت توافق ما از ۰/۱بیشتر باشد، آنگاه با اعمال تغییراتی در ماتریس مقایسه زوجی، آن را برای حد قابل قبول تنظیم می‌کنیم. عملیات محاسبه وزن‌ها و محاسبه نسبت توافق با توجه به ضعیف بودن نرم افزار GIS، توسط نرم افزار Expert choice انجام گرفت. چنانچه مقایسه‌های انجام شده، قابل قبول باشند، نتیجه نهایی بدست می‌آید. نیاز به گفتن است که نسبت (CR) برای داده‌های ما برابر ۰/۱ بدست آمد که نشان دهنده قابل قبول بودن نتیجه می‌باشد.

پس از اینکه لایه‌های مورد نیاز و تأثیرگذار برای این مدل



نگاره ۱۳: وزن هریک از فاکتورها در خروجی نرم افزار ChoiceExpert

از نقشه‌ها و تصاویر ماهواره‌ای جدا سازی گردید، در پایان به وسیله مدل AHP این معیارها وزندهی شده و در محیط GIS با یکدیگر تلفیق گردیدند. خروجی این مدل در پنج کلاس، از تناسب بسیار بالا تا تناسب بسیار پایین به‌منظور ساماندهی مسیل شهری فرحزاد طبقه‌بندی گردیدند (نگاره ١٤).



نگاره ١٤: ساماندهی مسیل شهری فرحزاد برپایه تناسب فاکتورهای ژئومورفولوژیکی و با استفاده از روش AHP

ساماندهی مورد نظر بر اساس تناسب فاکتورهای ژئومورفولوژیکی مشخص گردید که مقادیر هر کلاس به درصد در جدول ۱۲ نشان داده شده‌است.

جدول ۱۲: ساماندهی مسیل فرحزاد براساس تناسب فاکتورهای ژئومورفولوژیکی براساس روش AHP

کلاس‌های وضع ساماندهی موجود	مساحت (به هکتار)	درصد
بسیارکم	٥١٨	١٨
کم	٥٣٣/٣	٢٦
متوسط	٦٧٤/٩	٢٣
زیاد	٤٥٠/٨	١٦
بسیارزیاد	٥٢٤/٨	١٧
مجموع	٢٨٠٠	١٠٠

نتیجه‌گیری

در بین لایه‌های مورد استفاده در این پژوهش، فرازا، بیشترین وزن را به خود اختصاص داده است. لایه‌های بعدی به ترتیب اهمیت شامل: شیب، جهت شیب، بارش، پوشش گیاهی، خاک، فاصله از آبراهه، فاصله از گسل و فاصله از جاده بوده‌اند. در بین عوامل و لایه‌های تعیین شده کم‌ترین وزن نسبی به لایه فاصله از جاده منطقه اختصاص داده شده است. با توجه به اینکه منطقه مورد پژوهش دارای

فرازای زیادی می‌باشد و تقریباً پر شیب است این دو عامل می‌تواند در مواقع سیلابی شدن، منطقه پایین دست (بخش شهری) را با خطر جدی طغیان کانال‌ها و آبگرفتگی معابر شهری روبرو سازد. از تأثیراتی که جهت دامنه‌ها بر تعادل طبیعی آن می‌گذارد می‌توان به ذوب برف‌ها، تنوع پوشش گیاهی، تحول خاک و غیره اشاره کرد. چنانچه امتداد ناهمواری‌ها عمود بر جهت وزش هوای مرطوب باشند، بارندگی به حداکثر شدت خود می‌رسد. مسیل فرحزاد با داشتن خاک‌هایی با بافت با ژرفای بسیار کم یا سبک از نوع لیتوسل، که شامل سنگ‌های آذر آواری، توف و شیل است، بر پوشش گیاهی منطقه نیز تأثیر گذاشته به طوری که پوشش گیاهی منطقه از نوع بوته ای است. پوشش گیاهی یکی از مؤلفه‌های کلیدی احیای مسیل‌های شهری می‌باشد که باعث افزایش ویژگی‌های طبیعی و زیبا شناختی آن می‌شود *(هیون‌هوی‌بیا[1]، ۲۰۱۱)*.

یافته‌های پژوهش نشانگر لحاظ ننمودن شرایط ژئومورفولوژی و بی‌توجهی به فاکتورهای آن در ساماندهی این مسیل بوده است. همچنین این یافته‌ها، مشخص می‌نمایند که ساماندهی مسیل فرحزاد در مکان‌هایی صورت گرفته است که فاکتورهای ژئومورفولوژیکی لازم آن طور که باید در نظر گرفته نشده است، به طوری که ۳۳درصد از مساحت مسیل برای ساماندهی خوب و بسیار خوب و٤٤ درصد مسیل دارای تناسب کم تا بسیار کم می‌باشد. بیشترین مساحت این مسیل، دارای تناسب کم تا متوسط(٤٩ درصد) برای ساماندهی بوده است. این مقادیر برای بوستان نهج‌البلاغه (فاز اول ساماندهی) نیز به عنوان بخشی از مسیل فرحزاد محاسبه گردید که نشان داد ٤٧ درصد از مساحت بوستان برای ساماندهی دارای تناسب پایین و بسیار پایین با فاکتورهای لازم بوده در حالی که ٤٠ درصد مساحت بوستان تناسب بالا و بسیار بالا با فاکتورهای ژئومورفولوژیکی را به خود اختصاص داده است. ۱۳ درصد باقی مانده نیز از تناسب متوسط برخوردار بوده است. مخاطراتی نظیر رانش زمین، ناپایداری دامنه‌ها و حتی حفاظت از محیط زیست و گونه‌های طبیعی منطقه متأثر از عوامل- لندفرم‌ها و پارامترهای ژئومورفولوژیکی بوده است. بنابراین ضرورت دارد در ساماندهی مسیل‌های شهری توجه ویژه‌ای به لندفرم‌ها و فرایندهای ژئومورفولوژیکی حاکم بر منطقه اعمال شود.

1. Hyunhoe Bea

منابع و مآخذ

۱ - اصغری مقدم، محمدرضا (۱۳۷۸)؛ جغرافیای طبیعی شهر۲ (هیدرولوژی و سیل خیزی شهر)، چاپ نخست، تهران، نشر مسعی.

۲- آقاعلیخانی، مرضیه(۱۳۸۸)؛ پهنه‌بندی پتانسیل سیل‌خیزی و سیل‌گیری حوضه فرحزاد تهران با استفاده از مدل منطق فازی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، استاد راهنما: عزت الله قنواتی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی.

۳- پورجعفر، رستنده؛ محمدرضا، امین (۱۳۸۸)؛ الگوهای طراحی منظر در امتداد مسیل‌های درون شهری (مطالعه موردی: مسیل الوسجرد همدان)، نشریه هویت شهر، سال سوم، شماره پنجم، صص ۲۸-۱۵.

٤- جداری عیوضی، جمشید (۱۳۷۸)؛ ژئومورفولوژی ایران، چاپ نخست، تهران، انتشارات دانشگاه پیام نور.

۵- حبیبی، مهدی (۱۳۸۸)؛ ملاحظات فنی- محیطی در مدیریت سیلاب‌ها و مسیل‌های شهری در ایران، هشتمین کنفرانس هیدرولیک ایران ۱۳۸۸.

٦- خام‌چین مقدم، فرهاد (۱۳۸٦)؛ بررسی اهمیت و لزوم بهسازی مسیل‌های شهری (با توجه به عوامل هیدرولوژیک، زیست محیطی، قانونی، اجتماعی و اقتصادی)، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد.

۷- دارابی، لیلا (۱۳۸۲)؛ ژئومورفولوژی حوضه رودخانه فرحزاد تهران به منظور شناخت توان‌های محیطی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران.

۸- سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح کشور(۱۳٦۱)، نقشه

توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ تجریش.
۹- سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور (۱۳٦۷)، نقشه زمین شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ تهران.
۱۰- سازمان فضایی کشور، تصویر ماهواره ای ETM+تهران متعلق به سال‌های ۲۰۰۵ و ۲۰۱۰.
۱۱- سازمان هواشناسی کشور، بخش آمار و اطلاعات، ۱۳۹۰.
۱۲- فرج‌زاده، سرور؛ منوچهر و هوشنگ (۱۳۸۱)؛ مدیریت و مکان‌یابی مراکز آموزشی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی در منطقه هفت تهران، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی.
۱۳- قادری، صلاح‌الدین (۱۳۹۰)؛ مطالعه ارزیابی تأثیر اجتماعی احداث فاز ۱ و ۲ بوستان نهج البلاغه، دفتر مطالعات اجتماعی و فرهنگی شهرداری منطقه۲، شهرداری تهران، معاونت فرهنگی و اجتماعی، ناظر: رحمت الله صدیق سروستانی.
۱٤- قدسی پور، سید حسن (۱۳۸۱)؛ مباحثی در تصمیم گیری چند معیاره: فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، تهران ، انتشارات دانشگاه صنعتی امیر کبیر.
۱۵- قنواتی، سرخی؛ عزت الله، ولی(۱۳۸۵)؛ مکان یابی محل دفن بهداشتی مواد زائد جامد شهری با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی(AHP) (مطالعه موردی شهر آبدانان)، تهران، فصلنامه جغرافیایی سرزمین، شماره ۱۱.
۱٦- قهرودی تالی، منیژه (۱۳۸۸)؛ کاربرد مدل یکپارچه سیلاب شهری در کلان‌شهرها (مطالعه موردی، شمال شرق تهران)، جغرافیا و برنامه ریزی منطقه ای - پیش شماره پاییز و زمستان، صص ۱٦۷-۱۷۸.
۱۷- قهرودی تالی، منیژه (۱۳۸۹)؛ هدایت و جمع آوری فاضلاب شهری با به کارگیری مدل‌های هیدرولوژیکی، مطالعه موردی: شمال تهران (حوضه‌های کن، حصارک و دربند)، تهران، فصلنامه جغرافیایی، دانشگاه آزاد واحد مرکزی.
۱۸- قهرودی تالی، منیژه (۱۳۹۰)؛ ارزیابی موقعیت مکانی شبکه مسیل‌های تهران، لارستان، فصلنامه جغرافیای طبیعی، سال چهارم، شماره ۱۳.
۱۹- یونسی، حقی‌آبی و یونسی؛ حجت‌الله، امیرحمزه و محبوبه (۱۳۸۵)، بررسی خصوصیات سیلاب‌های شهری در مسیل‌های شهرستان خرم‌آباد و نقش آن درمدیریت سیلاب، اولین همایش ملی مهندسی مسیل‌ها (کال‌ها)، مشهد، شهرداری مشهد، http://www.civilica.com/Paper-MASEEL01-MASEEL01_023.html.
20- Fewtrell, T. J. Bates, P. D. Horritt, M.and Hunter, N. M. (2008) Evaluating the effect of scale inflood inundation modelling in urban environments",HYDROLOGICAL PROCESSES, 22,Published online 14 November 2008 in Wiley InterScience,p: 5107–5118.
21- Hyunhoe Bea(2011),"Urban stream restoration in korea:Design considerations and residents willingness to pay",Urban Forestry and Urban Greening 10, p-p:119-126.
22- Saaty, T(1980), the analytical hierarchical process;plans priority setting resource allocation. NEWYORK;Mc Grow-Hill.