نقش متغیرهای ژئومورفیکی رودخانه ای در مخاطرات سیلاب شهرهای کوهستانی (مطالعه موردی: شهر طرقبه، استان خراسان رضوی)

تاریخ دریافت مقاله: ۹۳/۰۶/۱۳ تاریخ پذیرش نهایی مقاله: ۹۴/۰۲/۲۳

هادی قنبرزاده* (استادیار گروه جغرافیا دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد، ایران)
ابوالفضل بهنیافر (استادیار گروه جغرافیا دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد، ایران)
محمدرضا ثروتی (استاد گروه جغرافیا دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران)
مهدی موسوی (دانشجوی دکتری برنامه ریزی روستایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد، ایران)
علی محمد نورمحمدی (دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران)

چکیده

واحدهای ژئومورفیکی از اجزاء سیستم رودخانه ای محسوب می شوند، به طوری که در بسیاری موارد فرآیندهای ژئومورفیکی باعث بروز مخاطرات محیطی از جمله سیلاب می گردند. در این مقاله شهر طرقبه و حوضه آبخیز آن از لحاظ مخاطرات ناشی از فرآیندهای ژئومورفیکی رودخانه ای مورد بررسی قرار گرفته است. شهر طرقبه به عنوان منطقه نمونه بین المللی گردشگری در فاصله ۲۰ کیلومتری کلان شهر مشهد، در خروجی حوضه به شدت تحت تأثیر متغیرهای ژئومورفیکی بالادست حوضه می باشد که در سیل خیزی شهر نیز موثر است. روش تحقیق به صورت تجربی- تحلیلی بوده و برای شناخت رفتار حوضه‌ی مورد مطالعه، ابتدا متغیرهای ژئومورفیکی رودخانه ای و فاکتورهای موثر در مخاطره سیلاب منطقه شامل؛ لیتولوژی، طبقات ارتفاعی، شیب، کاربری اراضی، بارش، پوشش گیاهی، تراکم زهکشی، فاصله از آبراهه، ضریب شکل، جهت شیب و خاک انتخاب شدند. سپس با تهیه لایه های مورد نیاز ، اولویت بندی و تعیین روابط بین این متغیرها با آسیب پذیری از طریق روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و با کمک نرم افزار Expert Choice انجام گرفت. پهنه های بحرانی به لحاظ مخاطره سیلاب عمدتاً در محدوده تراکم روستاها، فضاهای تفرجی و ییلاقی، کاربری های گردشگری و شبکه دسترسی به کلان شهر مشهد می‌باشد. نکته حائز اهمیت این که عوامل انسان ساخت مانند تعرض مناطق مسکونی و تأسیسات شهری به حریم اصلی رودخانه و آبراهه ها، عدم رعایت اصول مهندسی در طراحی برخی سازه ها مانند ابعاد نامناسب پل ها بر روی رودخانه نیز عامل تشدید کننده مخاطرات سیلاب در منطقه هستند. تسطیح و تراس بندی دامنه ها به

* نویسنده رابط: Hadi_Qanbarzadeh@yahoo.com

منظور ساخت و سازها نه تنها موجب به هم خوردن تعادل دامنه ها شده بلکه موجب افزایش وزن بار دامنه-ها، بار جامد و شدت سیل خیزی نیز شده است. به طورکلی آسیب های ناشی از حرکات توده ای و سیلابی در محدوده شهر طرقبه تشدید گردیده است.

واژه های کلیدی: ژئومورفیکی رودخانه ای، مخاطره سیلاب، شهرهای کوهستانی، طرقبه

مقدمه

شهرنشینی و رشد و توسعه شهر در نواحی کوهستانی و میان کوهی تحت تأثیر فرآیندهای ژئومورفیکی به ویژه فرایندهای مرتبط با سیستم های رودخانه ای است. سکونت گاه های حاشیه رودها و سازه های طراحی شده در بستر رودها، بر اکوسیستم آبی و اکولوژی رود، موثر واقع شده و موجبات تغییرات مورفولوژی بستر را فراهم می سازد. اولین تأثیر این سکونت گاهها بر زیست بوم پهنه های آبی و سپس تغییر دبی رود است (Montgomery,2001: 247). از آنجا که شهرها از ترکیب واحدهای مختلف توپوگرافی و ژئومورفولوژیکی تشکیل می شوند، هر گونه اقدام در راستای توسعه و عمران شهرها به نحوی با پویایی و دینامیسم محیط طبیعی و در نتیجه با پدیده های ژئومورفولوژی تلاقی می کند (خورشیددوست و همکاران، ۱۳۹۰ :۲۱۰). هر اندازه که شهرها توسعه پیدا کنند، برخورد آنها با واحدهای گوناگون توپوگرافی و ژئومورفولوژی و موضوعات مربوط به آنها زیادتر می شود (حسین زاده و همکاران، ۱۳۹۳ : ۲۱). رودخانه ها از لحاظ شرایط دینامیکی با عمل حفر، حمل و رسوب گذاری مواد، باعث تغییرات زیادی بر اراضی شهر می گردند. اصولاً مخاطراتی که فرایندهای ژئومورفیک رودخانه ای ایجاد می کنند یا ناشی از عمل تخریب، فرسایش و رسوب گذاری و یا ناشی از طغیان آب رودخانه و بروز سیلاب است. از مخاطراتی که امروزه بشر با آن مواجه می باشد، پدیده سیلاب های شهری است. این مخاطره بیش از هر پدیده هیدرواقلیمی دیگری خسارت و تخریب به بار می‌آورد(NOAA/NWS,2009). سیلاب ها در مقایسه با سایر بلایای طبیعی، حدود ۲۰ درصد از مرگ و میرها و ۳۳ درصد از خسارت های اقتصاد جهانی را سبب می شود (IF-NET,2005). به گونه ای که تنها در یک دهه اخیر منتهی به سال ۲۰۰۰ میلادی، میزان خسارات ناشی از سیل و طوفان بالغ بر ۲۱ میلیارد دلار در مقابل ۱۸ میلیارد دلار خسارت ناشی از زلزله بوده است (Bukle,2007: 376). با رشد سریع شهرسازی و ایجاد و توسعه زیرساخت ها، سیلاب ها در نواحی شهری بیش تر و شدیدتر شده اند (Bhattacharya,2010). شهرسازی خطر سیلاب را به علت افزایش اوج و حجم دبی بیش تر کرده و زمان رسیدن دبی به اوج را نیز کاهش می‌دهد (Nirupama,2007: 27). شهرها با توجه به مقر جغرافیایی که بر آن واقع شده اند ممکن است برای توسعه آتی خود با پدیده های ژئومورفیک مختلفی مواجه باشند (صدوق و فهیم، ۱۳۹۳ :۱۲۳). در شهرهای کوهستانی که طی سال های اخیر با افزایش جمعیت و توسعه روزافزون فیزیکی روبرو بوده اند، در صورتی که تغییرکاربری ها و گسترش شهر در روی شیب دامنه ها بر اساس اصول برنامه

ریزی شده توسط مدیران شهری هدایت نشود، مسلماً اثرات بسیار منفی بر شرایط هیدرولوژیکی منطقه بر جای می گذارد. یکی از این اثرات، افزایش پتانسیل سیل خیزی می باشد.

شهر طرقبه یکی از مناطق ییلاقی و توریستی حاشیه کلان شهر مشهد، طی دهه های اخیر آسیب های بسیاری را در برابر سیلاب تجربه کرده است. این شهر در خروجی حوضه آبخیز جاغرق – طرقبه به شدت تحت تأثیر فرآیندهای ژئومورفیکی رودخانه ای و عوامل انسانی بوده است. عواملی مانند؛ مورفومتریک حوضه، نحوه استقرار شهر طرقبه نسبت به رودخانه اصلی منطقه و آبراهه ها، قرارگیری و گسترش بخش هایی از شهر بر روی دامنه های پرشیب، ساخت و سازهای بی رویه در حاشیه بستر رودخانه، تشدید کاربری اراضی، توسعه ناهمگون فعالیت‌های گردشگری و فضاهای ییلاقی و تفرجی، عدم رعایت اصول صحیح طراحی سازه ها و سایر تأسیسات در شیب ها و حاشیه رودخانه باعث گردیده که این شهر بالقوه در معرض تهدید عوامل مخاطره آور از جمله سیلاب قرار گیرد.

بر این اساس پژوهش های مختلفی در جهان و ایران در ارتباط با ژئومورفولوژی رودخانه ای و مخاطره سیلاب صورت گرفته است. از جمله می توان پژوهش هایی را ذکر کرد که توسط محققانی چون گریگوری (۲۰۰۶)، تورندی کرفت و همکاران (۲۰۰۷) و گریگوری و همکاران (۲۰۰۷) انجام گرفته که هر یک از آنان با توجه به هدفی که داشتند، جنبه هایی از ژئومورفولوژی رودخانه ای را مورد بررسی قرار داده اند. هم چنین از بین محققان خارجی می-توان به تورن (۲۰۰۲)، کریس و همکاران (۲۰۰۸) و گابریل و همکاران (۲۰۰۹) اشاره کرد که بر اساس مشخصه های هندسی، میزان دبی جریان و آورد رسوب، مورفولوژی رودخانه را بررسی کرده اند. کوریا (۱۹۹۹) با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و مدل های هیدرولوژیکی و هیدرولیکی، در دشت های سیلابی که با توسعه شهری همراه است و در معرض خطر سیل قرار دارند، تأثیر کاربری اراضی در کاهش خطر سیل را ارزیابی و اقدام به پهنه بندی و آنالیز سیل کردند. اسلام و کی میترو(۲۰۰۰) با استفاده از داده های سنجش از دور از سیل تاریخی سال ۱۹۸۸ بنگلادش، یک نقشه خطر سیل را برای این کشور به کمک سامانه های اطلاعات جغرافیایی (GIS) تهیه کردند. (ناپ رادم و همکاران،۲۰۰۶) نقشه پهنه بندی خطر سیل گیری را برای حوضه های آبریز کوچک در نزدیکی دریای بایا در دره استورو تهیه کردند. مطالعات دیگری در زمینه سیلاب به وسیله یانگ و همکاران (۲۰۰۰)، سیناکودان و همکاران (۲۰۰۳)، هادسون و همکاران (۲۰۰۳)، ولسکی و همکاران (۲۰۰۶)، مرواد و همکاران (۲۰۰۸)، ایمز و همکاران (۲۰۰۹) و بالداسار و همکاران (۲۰۰۹) انجام شده است. در ایران مقیمی و همکاران

(۱۳۸۹)، خورشید دوست و همکاران (۱۳۹۰)، ثروتی و همکاران (۱۳۹۰)، قنواتی و همکاران (۱۳۹۰)، امیراحمدی و همکاران (۱۳۹۰)، بومری و همکاران (۱۳۹۰)، صفاری و همکاران (۱۳۹۰)، علایی طالقانی و همکاران (۱۳۹۰)، امیدوار و همکاران (۱۳۹۰) و قهرودی تالی و همکاران (۱۳۹۱) در زمینه تأثیر عوامل ژئومورفیکی رودخانه ای در ایجاد مخاطرات محیطی و هم چنین خطر سیلاب و پهنه بندی آن در مناطق شهری، تحقیقاتی را انجام داده اند.

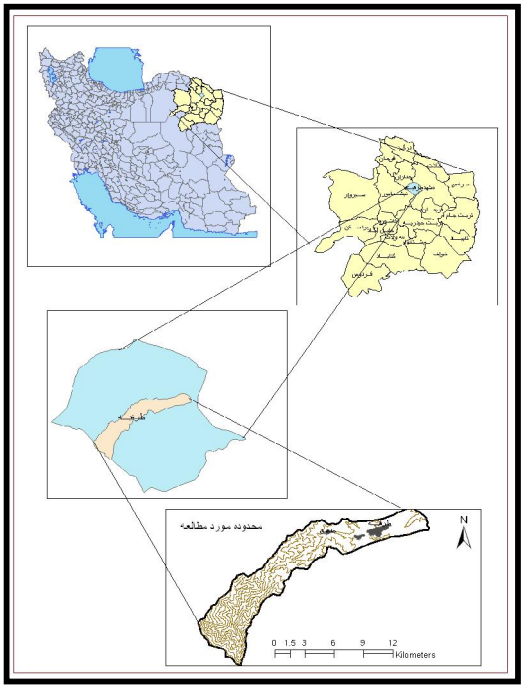
در این پژوهش سعی گردیده تا با شناسایی و بررسی متغیرهای ژئومورفیکی رودخانه ای در حوضه آبخیز شهر طرقبه، به این سوال پاسخ داده شود که مهم ترین عوامل ژئومورفیکی رودخانه ای موثر بر وقوع سیلاب در منطقه کدامند و پهنه های بحرانی مواجه با خطر سیلاب در کدام قسمت شهر وجود دارند؟ بنابراین هدف اصلی تحقیق تعیین پهنه های مخاطره آمیز سیلاب در مناطق مختلف حوضه آبخیز شهر طرقبه است.

موقعیت محدوده مطالعاتی

محدوده مورد مطالعه شامل شهر طرقبه و حوضه آبخیز آن با مساحتی معادل ۸۲/۷۷ کیلومترمربع است. گستره مطالعاتی یکی از زیرحوضه های حوضه آبریز رودخانه کشف رود به شمار می رود که در دامنه شمالی رشته کوه های بینالود و در بخش غربی کلان شهر مشهد و به فاصله ۲۰ کیلومتری از این شهر واقع شده است. شهر طرقبه از مهم ترین مراکز جمعیتی و یکی از مناطق نمونه بین المللی گردشگری، در خروجی این حوضه قرار دارد. ارتفاع متوسط حوضه ۱۹۳۲ متر و بخش وسیعی از حوضه شیبی بیش تر از ۱۵ درصد دارد. وجود ارتفاعات، کمبود زمین‌های هموار و پست، دره‌های نسبتاً عمیق و کم‌عرض، وجود خاک کم عمق و شیب نسبتاً زیاد از ویژگی‌های عمده توپوگرافی منطقه می‌باشد. شیب عمومی شهر طرقبه به تبعیت از شیب توپوگرافی در جهت شرقی – غربی می باشد. شهر طرقبه در داخل دره طرقبه و در قسمت گودترین بخش حوضه آبخیز واقع شده و از نظر توپوگرافی و مورفولوژیکی یک شهر میانکوهی محسوب می شود. هسته اولیه شهر در حاشیه رودخانه و در بخش متراکم از تراس-های آبرفتی شکل گرفته است. با مراحل توسعه شهری، کانون های جمعیتی و سکونت گاه ها به تدریج به سمت ارتفاعات شرقی و جنوب شرق و هم چنین ارتفاعات غربی بالادست حوضه گسترش یافتند. اقلیم منطقه نیمه خشک سرد و میانگین بارش سالانه حوضه ۳۶۰ میلی متر است. بخشی از بارش به صورت برف می باشد که با افزایش دما در دوره گرم سال پس از ذوب،

موجبات افزایش دبی رودخانه و مخاطره سیلاب را در حاشیه رودخانه به ویژه شهر طرقبه فراهم می آورد.

نقشه شماره ۱ : موقعیت محدوده مورد مطالعه در استان خراسان رضوی و شهرستان بینالود



مأخذ: (بخش GIS استانداری خراسان رضوی،۱۳۹۲)

روش و داده های تحقیق

با توجه به ماهیت موضوع و هدف تحقیق، این پژوهش به روش تجربی – تحلیلی و به صورت اسنادی، کارهای پیمایشی و میدانی و آزمایشگاهی انجام گرفت. ابتدا متغیرهای ژئومورفیکی رودخانه ای و فاکتورهای موثر در مخاطره سیلاب منطقه شامل؛ لیتولوژی، طبقات ارتفاعی، شیب، کاربری اراضی، بارش، پوشش گیاهی، تراکم زهکشی، فاصله از آبراهه، ضریب شکل، جهت شیب و خاک انتخاب شدند. برای تهیه داده ها و لایه های مذکور از نقشه های توپوگرافی رقومی ۲۵۰۰۰ : ۱، نقشه زمین شناسی رقومی ۱۰۰۰۰ : ۱، نقشه ارزیابی منابع و قابلیت اراضی ۲۵۰۰۰۰ : ۱، عکس های هوایی ۲۰۰۰۰ : ۱، تصاویر ماهواره ای لندست، اطلاعات ایستگاه های هواشناسی و هیدرولوژی منطقه و داده های مربوط به کاربری اراضی

حوضه استفاده شده است. به منظور اولویت بندی و تعیین روابط بین متغیرهای موثر در مخاطره سیلاب از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP)[1] بهره گرفته شده است. بر اساس نظرات کارشناسی، ماتریس هایی جهت تعیین وزن معیار متغیرها ایجاد شد. سپس با استفاده از نرم افزار Expert Choice مقایسه ی دو به دوی متغیرها و اولویت بندی عوامل بر اساس وزن آن-ها محاسبه شده است. بعد از تعیین وزن هر یک از متغیرها و ترکیب لایه ها در محیط GIS، نقشه پهنه بندی خطر سیلاب حوضه و محدوده شهر طرقبه تولید گردید.

یافته های تحقیق

بررسی متغیرهای ژئومورفیکی رودخانه ای در حوضه عواملی مانند ویژگی های توپوگرافیک، مورفولوژی رودخانه و فعالیت های بشری در مخاطرات مربوط به ژئومورفولوژی رودخانه ای و سیلاب موثر می باشد (بروکز،۲۰۰۳: ۳۸). نتایج حاصل از بررسی متغیرها در منطقه مشخص نمود که به لحاظ لیتولوژی، محدوده بافت شهری و حاشیه آن متشکل از رسوبات آبرفتی و تراس های جوان و قدیمی است که حدود ۱۳٪ از مساحت کل حوضه را در بر گرفته است. منشأ رسوباتی که رودخانه طرقبه حمل می کند، آبرفتی و کوهرفتی (زاویه دار و مستعد فرسایش) است که موجبات افزایش بار بستر و تغییر مورفولوژی آن را فراهم و باعث قدرت تخریبی آن در مواقع سیلابی می شود. سری مایان، فیلیت، شیل و کوارتز که با ۴۰٪ از مساحت منطقه، عمدتاً در پیرامون شهر طرقبه و مراکز جمعیتی طرقدر و جاغرق و پایین دست حوضه آبخیز مشاهده می شود. شیل و ماسه سنگ تریاس در بالادست جاغرق و قسمت های میانی حوضه در افزایش بار جامد رودخانه به دلیل آورد رسوب تأثیر بسزایی دارد. شیب و مورفولوژی دامنه ها تأثیر بسیار زیادی در وقوع مخاطرات محیطی دارد. شیب ۵ تا ۱۵ درصد حدود ۲۲٪ ، ۱۵ تا ۳۰ درصد نیز ۳۲٪ از کل مساحت حوضه را داشته است. هم چنین ۴۱٪ از مساحت منطقه شیب بیش تر از ۳۰ درصد داشته اند. میزان تراکم زهکشی بین ۰/۹۳ تا ۷/۵۶ در سطح حوضه متفاوت است. زیرحوضه های مشرف به شهر طرقبه از تراکم زهکشی بیش تری برخوردارند. عامل ارتفاع جهت رواناب ها و میزان تراکم زهکشی را کنترل و در میزان رطوبت خاک و شیب دامنه ها تأثیر بسزایی دارد. به طوری سطوح ارتفاعی ۱۶۰۰ – ۱۲۰۰ و ۲۰۰۰ - ۱۶۰۰ متر هر کدام با ۳۰٪ درصد، بیش ترین مساحت از محدوده را داشته اند. در طبقه

1 - Analytical Hierarchy Process

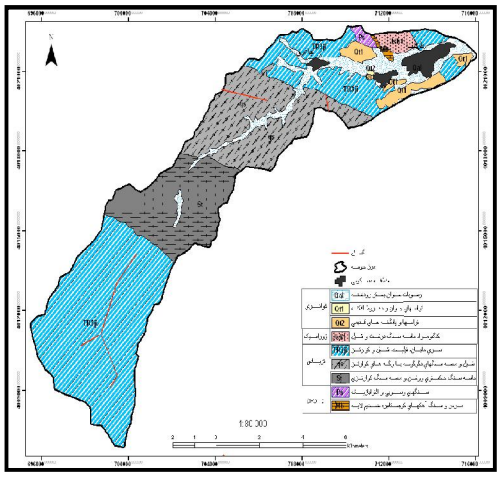
ارتفاعی ۱۲۰۰ تا ۱۶۰۰ متر که شهر طرقبه نیز در آن واقع شده، شرایط مساعد رطوبتی، افزایش پدیده خاکزایی و ضخامت خاک و در نتیجه افزایش فعالیت های باغداری و به دنبال آن تغییر کاربری زمین (ویلاسازی و تأسیسات تفریحی و تفرجی)، زمینه را برای تغییرات ژئومورفیکی رودخانه و هم چنین مخاطرات محیطی فراهم آورده است. بنابراین علاوه بر واحدهای توپوگرافیک، شرایط ژئومورفیکی مسیر رودخانه بر رفتار سیلاب رود نیز بسیار موثر می باشد، به گونه ای که پدیده های ژئومورفیکی در هر زیرحوضه از حوضه اصلی رود متفاوت بوده و هر یک از اجزاء ژئومورفیکی مسیر رود بر شرایط سیلاب آن تأثیرگذار خواهد بود، تغییر و تحولات به وجود آمده در پایین دست حوضه های آبخیز و بخش پایاب آن ها، توسط انسان منجر به تغییر مورفولوژی آن و در نتیجه خطرات سیل خیزی رود می شود (مورای، ۲۰۰۳: ۱۶۷). بنابراین در پژوهش حاضر به منظور شناخت فرآیندهای ژئومورفیکی محدوده مورد مطالعه، حوضه آبخیز به زیرحوضه های هیدرولوژیکی نیز تقسیم تا امکان بررسی و تحلیل دقیق متغیرهای تأثیرگذار بر مخاطرات سیلاب فراهم گردد.

جدول شماره ۱ ـ پارامترهای مورفومتریک حوضه آبخیز شهر طرقبه

پارامتر	مقدار
مساحت (Km2)	۸۲/۷۷
محیط (Km)	۶۰/۹
ارتفاع حداکثر حوضه (m)	۳۰۷۶
ارتفاع حداقل حوضه (m)	۱۲۱۰
ارتفاع متوسط حوضه (m)	۱۹۳۲
شیب متوسط حوضه (٪)	۲۸/۹
تراکم شبکه آبراهه (Km/Km2)	۱/۷۷
طول آبراهه اصلی (Km)	۲۷
ضریب شکل	۰/۱۱
ضریب گراویلیوس	۱/۸۷
نسبت انشعاب	۴/۲۳
شیب متوسط رودخانه (٪)	۳/۹۷
طول مستطیل معادل (Km)	۲۵/۰۸
عرض مستطیل معادل (Km)	۲/۷۴
زمان تمرکز کرپیچ (Hr)	۲/۳۵

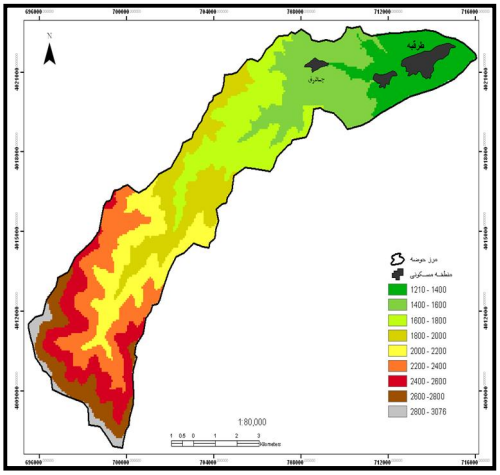
مأخذ: یافته های تحقیق

نقشه شماره ۲: لیتولوژی حوضه آبخیز شهر طرقبه



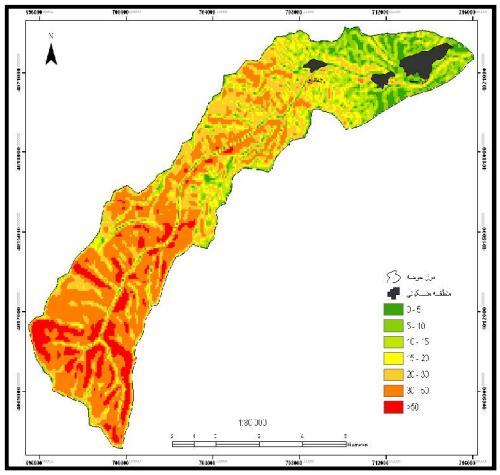
مأخذ: (نگارندگان،۱۳۹۲)

نقشه شماره ۳: سطوح ارتفاعی حوضه آبخیز شهر طرقبه



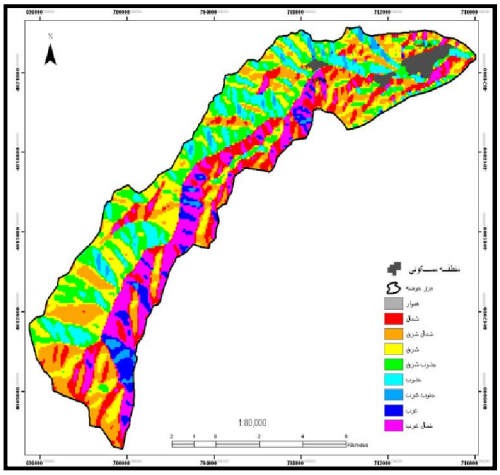
مأخذ: (نگارندگان،۱۳۹۲)

نقشه شماره ۴: شیب حوضه آبخیز شهر طرقبه



مأخذ: (نگارندگان،۱۳۹۲)

نقشه شماره ۵: جهت شیب حوضه آبخیز شهر طرقبه

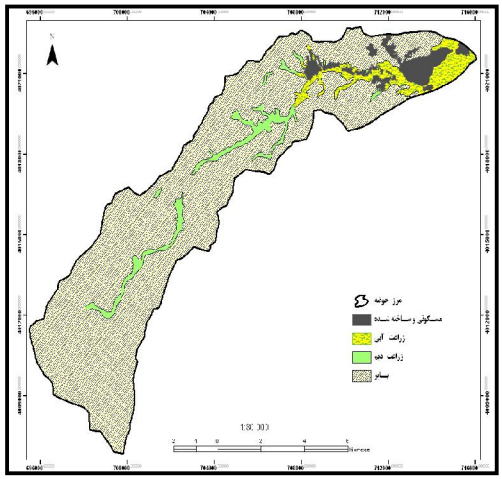


مأخذ: (نگارندگان،۱۳۹۲)

نقشه شماره ۶: کاربری اراضی حوضه آبخیز شهر طرقبه

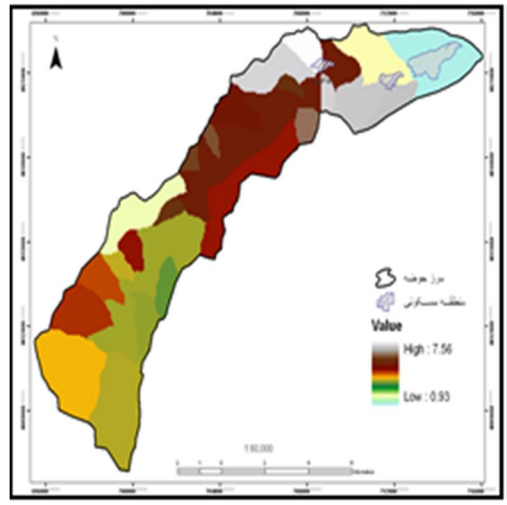
مأخذ: (نگارندگان،۱۳۹۲)

نقشه شماره۷: پوشش گیاهی حوضه آبخیز شهر طرقبه



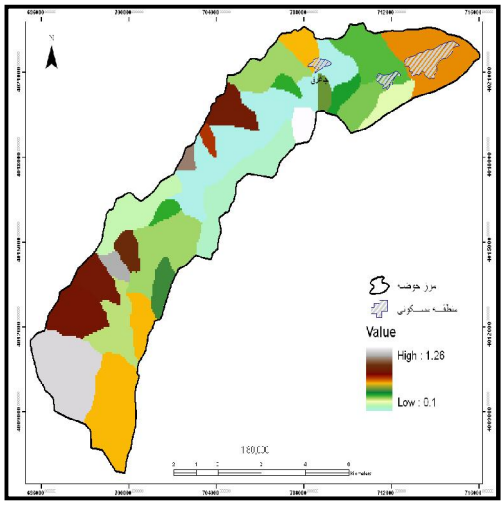
مأخذ: (نگارندگان،۱۳۹۲)

نقشه شماره ۸: تراکم زهکشی حوضه آبخیز شهر طرقبه



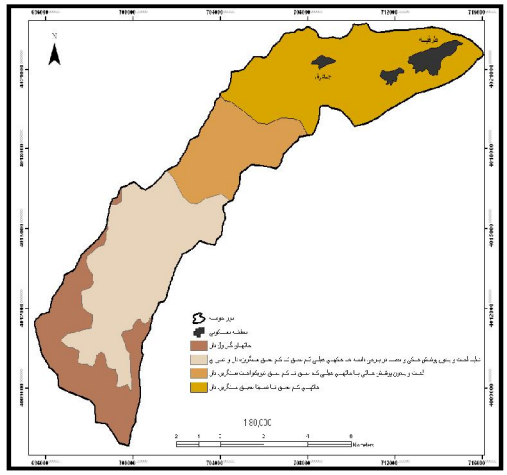
مأخذ: (نگارندگان،۱۳۹۲)

نقشه شماره ۹: ضریب شکل حوضه آبخیز شهر طرقبه



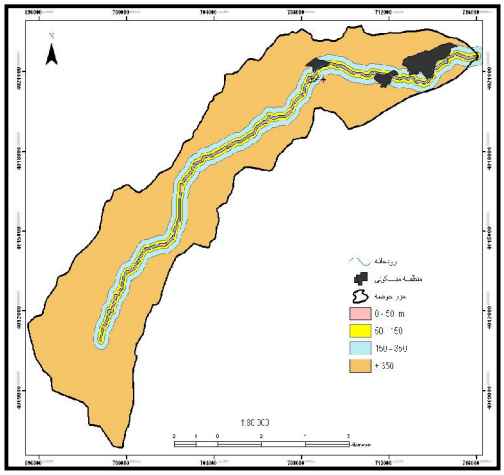
مأخذ: (نگارندگان،۱۳۹۲)

نقشه شماره ۱۰: خاک حوضه آبخیز شهر طرقبه



مأخذ: (نگارندگان،۱۳۹۲)

نقشه شماره ۱۱: فاصله از آبراهه حوضه آبخیز شهر طرقبه



مأخذ: (نگارندگان،۱۳۹۲)

جدول شماره ۲ ـ مشخصات متغیر زمین شناسی حوضه آبخیز شهر طرقبه

دوره	لیتولوژی	مساحت (کیلومترمربع)	مساحت (درصد)
کواترنری	رسوبات جوان بستر رودخانه	۸/۴	۱۰/۱
	تراس های جوان و مخروط افکنه	۰/۰۵	۰/۰۶
	تراس ها و پادکاه های قدیمی	۲/۶۶	۳/۲
ژوراسیک	کنگلومرا، ماسه سنگ درشت و شیل	۱/۱۷	۱/۴
تریاس	سری مایان، فیلیت، شیل و کوارتز	۴۰/۴۹	۴۹
	شیل و ماسه سنگ های دگرگونه با رگه های کوارتز	۱۵/۶	۱۸/۸
	ماسه سنگ خاکستری روشن و ماسه سنگ کوارتزی	۱۳/۶۳	۱۶/۵
پرمین	سنگ های رسوبی و الترابازیک	۰/۵	۰/۶
	مرمر و سنگ آهک های کریستالیزه ضخیم لایه	۰/۲۷	۰/۳

مأخذ: یافته های تحقیق (نگارندگان)

جدول شماره ۳ : مشخصات متغیر سطوح ارتفاعی حوضه آبخیز شهر طرقبه

سطوح ارتفاعی	مساحت (کیلومترمربع)	مساحت (درصد)
۱۲۰۰ – ۱۶۰۰	۲۴/۷۴	۲۹/۹
۱۶۰۰ – ۲۰۰۰	۲۳/۴۱	۲۸/۳
۲۰۰۰ – ۲۴۰۰	۱۹/۹۰	۲۴
۲۴۰۰ – ۳۲۰۰	۱۴/۷۲	۱۷/۸

مأخذ: یافته های تحقیق (نگارندگان)

جدول شماره ۴ : مشخصات متغیر شیب حوضه آبخیز شهر طرقبه

شیب	مساحت (کیلومترمربع)	مساحت (درصد)
۰ – ۵	۳/۷	۴/۵
۵ – ۱۰	۸/۰۵	۹/۷
۱۰ – ۱۵	۱۰/۳۲	۱۲/۵
۱۵ – ۲۰	۸/۹	۱۰/۷
۲۰ – ۳۰	۱۷/۶	۲۱/۳
۳۰ – ۵۰	۲۷/۲	۳۲/۸
+ ۵۰	۷	۸/۵

مأخذ: یافته های تحقیق (نگارندگان)

جدول شماره ۵ : مشخصات متغیر کاربری اراضی حوضه آبخیز شهر طرقبه

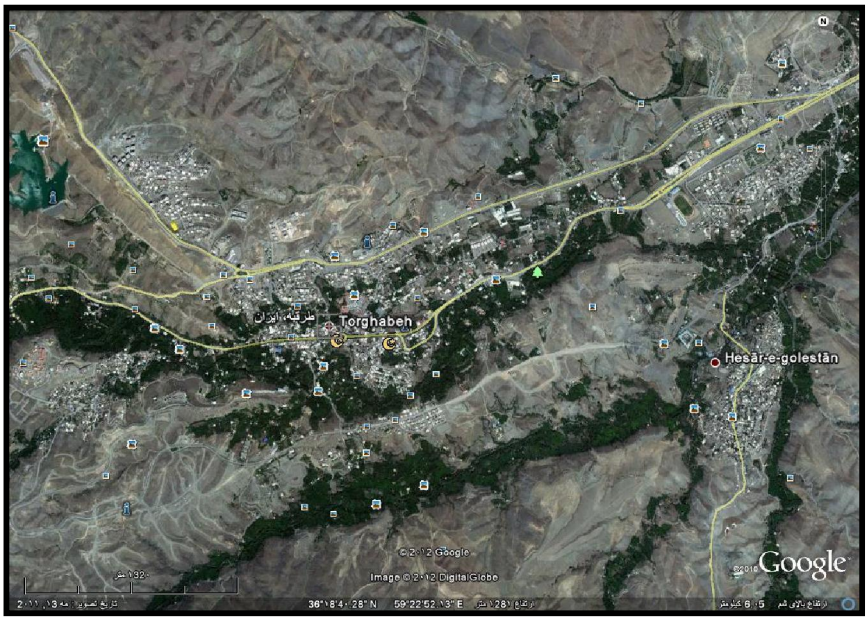
نوع کاربری	مساحت (کیلومترمربع)	مساحت (درصد)
مسکونی و ساخته شده	۳/۷۶	۴/۵
زراعت آبی	۴/۷۱	۵/۷
زراعت دیم	۳/۸۵	۴/۶
زمین های بایر	۷۰/۴۵	۸۵/۲

مأخذ: یافته های تحقیق (نگارندگان)

جدول شماره ۶ : مشخصات متغیر پوشش گیاهی حوضه آبخیز شهر طرقبه

نوع پوشش	مساحت (کیلومترمربع)	مساحت (درصد)
باغات	۱۰/۶۹	۱۲/۹
بیشه زار و درختچه	۲/۱۶	۲/۶
مراتع پرتراکم و متوسط	۶۱	۷۳/۷
مراتع کم تراکم	۸/۹۲	۱۰/۸

مأخذ: یافته های تحقیق (نگارندگان)



شکل شماره ۱ : موقعیت بافت شهر طرقبه و روند گسترش آن در حاشیه رودخانه اصلی

(مأخذ: گوگل ارث)

شکل شماره ۲: کاهش عرض بستر رودخانه در نتیجه تغییر غیراصولی کاربری در حریم بستر (مأخذ: نگارندگان،۱۳۹۲)

پهنه بندی خطر سیلاب در آبخیز شهر طرقبه

یکی از فرآیندهای ژئومورفولوژیک در هر ناحیه پدیده سیل می باشد که بر اساس ویژگی-های هندسی و فیزیوگرافی حوضه های آبخیز، مورفولوژی، شکل دره ها و ناهمواری ها، شدت و ضعف می یابد (محمدخانی، ۱۳۹۲: ۱۷۱). در این پژوهش با توجه به اثر و اهمیت هر یک از عوامل موثر در خطر سیلاب، لایه های مورد نظر بر اساس مدل کمّی و کیفی فرآیند تحلیل سلسله مراتبی وزن دهی شدند و نقشه پهنه بندی خطر سیلاب در محدوده شهر طرقبه تولید گردید. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی یکی از جامع ترین سیستم های طراحی شده برای تصمیم گیری با معیارهای چندگانه است (ملکی و عزیزی، ۱۳۹۳ : ۴۲). این روش که به وسیله توماس، ال، ساعتی در سال ۱۹۸۰ مطرح گردید، جهت استخراج مقایسه های نسبی از مقایسه زوجی داده های گسسته و پیوسته به کار می رود (مالچفسکی، ۱۳۸۵ :۳۱۴). این مقایسه ها ممکن است برای اندازه گیری های واقعی به کار رود یا این که نشان دهنده وزن نسبی ترجیحات باشد (ساعتی،۲۰۰۴). مدل AHP به خاطر این که اهمیت عامل را یکسان در نظر نمی گیرد و آن‌ها را اولویت بندی می کند، نتایج قابل قبولی ارائه می دهد (آیالیو و یاماگیشی،۲۰۰۵: ۱۷). پس از تشکیل ماتریس مقایسه ی زوجی، تمامی معیارها به صورت دو به دو با هم مقایسه و با استفاده از جدول وزن دهی بین ۱ تا ۹ امتیازدهی شده است. یکی از مزیت های این فرایند امکان

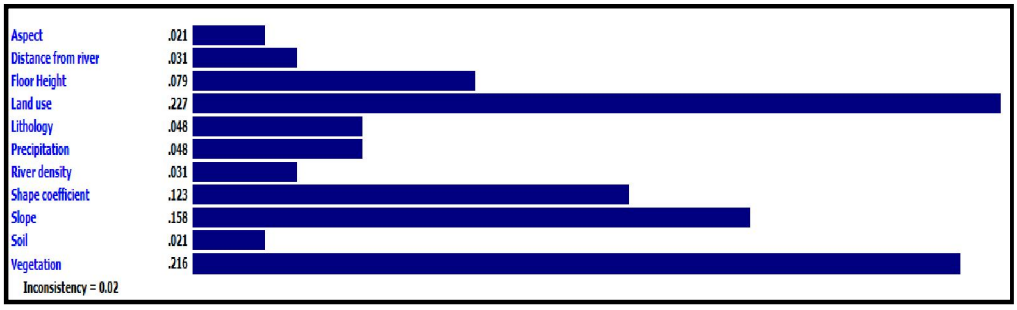
بررسی سازگاری در قضاوت های انجام شده برای تعیین ضریب اهمیت معیارها با محاسبه‌ی ضریب ناسازگاری (I.R) است. چنانچه این ضریب کوچک تر یا مساوی با ۰/۱ باشد، سازگاری در قضاوت ها مورد قبول است (قدسی پور،۲۰۰۶: ۱۲۳)، در غیر این صورت باید در قضاوت ها تجدید نظر شود.

محاسبه وزن معیارهای اصلی موثر بر وقوع سیلاب محدوده مطالعاتی مشخص نمود که وزن عوامل آنتروپوژن ۰/۴۹۲، عوامل مورفولوژی ۰/۳۰۶، عوامل هیدرواقلیمی ۰/۱۲۵ و عوامل زمین شناسی و خاک ۰/۰۷۸ می باشد. بر این اساس متغیرهای موثر در خطر سیلاب که شامل کاربری زمین، لیتولوژی، پوشش گیاهی، شیب، ضریب شکل، طبقات ارتفاعی، جهت شیب، بارش، تراکم زهکشی، فاصله از آبراهه و خاک است جهت تعیین وزن کلی، اولویت بندی آن ها بر اساس روابط موجود در ماتریسی برای مقایسه دو به دو متغیرها و تعیین ارجحیت آن ها قرار گرفت (جدول ۷).

جدول شماره ۷ : ماتریس متغیرهای موثر در تهیه نقشه آسیب پذیری سیلاب شهر طرقبه

	کاربری زمین	پوشش گیاهی	شیب	ضریب شکل	طبقات ارتفاعی	بارش	لیتولوژی	فاصله از آبراهه	تراکم زهکشی	جهت شیب	خاک
کاربری زمین		2.0	2.0	1.0	2.0	6.0	6.0	7.0	7.0	8.0	8.0
پوشش گیاهی			2.0	3.0	4.0	5.0	5.0	6.0	6.0	7.0	7.0
شیب				2.0	3.0	4.0	4.0	5.0	5.0	6.0	6.0
ضریب شکل					2.0	3.0	3.0	4.0	4.0	5.0	5.0
طبقات ارتفاعی						2.0	2.0	3.0	3.0	4.0	4.0
بارش							1.0	2.0	2.0	3.0	3.0
لیتولوژی								2.0	2.0	3.0	3.0
فاصله از آبراهه									1.0	2.0	2.0
تراکم زهکشی										2.0	2.0
جهت شیب											1.0
خاک	Incon: 0.02										

مأخذ: نگارندگان، خروجی نرم افزار Expert Choice



شکل شماره ۳ : وزن نسبی متغیرهای موثر در وقوع خطر سیلاب حوضه آبخیز شهر طرقبه

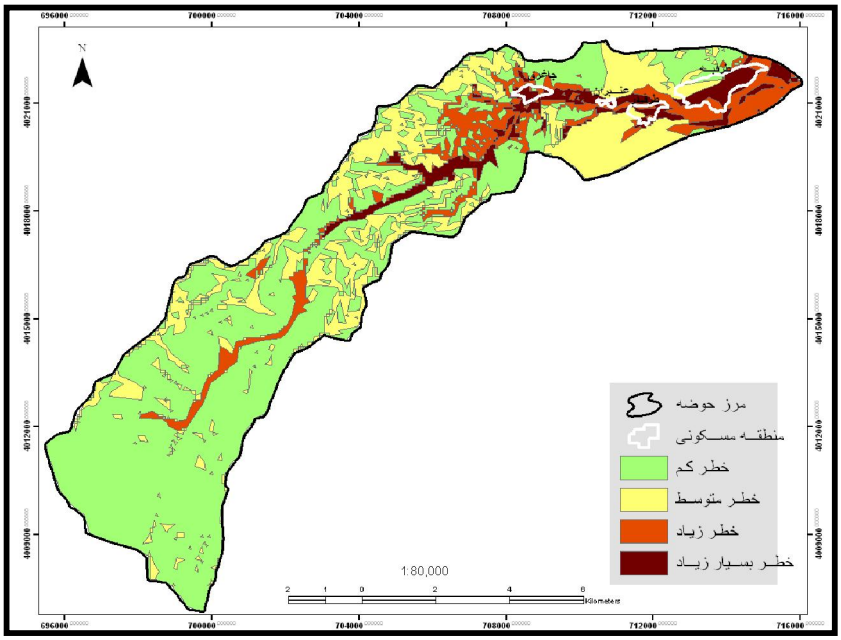
مأخذ: نگارندگان، (خروجی نرم افزار Expert Choice)

جدول شماره ۸ : مساحت پهنه های پتانسیل خطر سیلاب شهر طرقبه و حوضه ی آبخیز آن

طبقات خطر	مساحت (Km2)	مساحت (٪)
کم	۴۷/۵۷	۵۷/۵
متوسط	۱۹/۶۴	۲۳/۷
زیاد	۹/۸۶	۱۱/۹
خیلی زیاد	۵/۷	۶/۹

(مأخذ: نگارندگان)

نقشه شماره ۱۲ : پتانسیل خطر سیلاب در محدوده شهر طرقبه و حوضه آبخیز آن



(مأخذ: نگارندگان)

نتیجه گیری

شهر طرقبه و حوضه آبخیز آن در طی سال های اخیر به شدت تحت تأثیر تغییرکاربری زمین و ساخت وساز در حاشیه رودخانه بدون توجه کافی به حریم بستر رودخانه قرار گرفته است. این شهر که در خروجی درّه عمیق جاغرق استقرار یافته در معرض مخاطرات سیلاب است و مکان گزینی آن به شدت متأثر از فرآیندهای ژئومورفیکی رودخانه ای می باشد. به طوری که برخی از سکونتگاه ها و ویلاهای شخصی و عمومی و هم چنین کافه رستوران های

حاشیه رودخانه جاغرق به سمت طرقبه و هم چنین واحدهای مسکونی در شهر طرقبه و سایر مناطق شهری به علت ساخت وساز بر روی دامنه های پرشیب موجبات تشدید فرسایش و به دنبال آن تسهیل در بروز سیلاب را فراهم آورده است. بررسی وضعیت سیلاب در منطقه نشان می دهد که در سال های آبی ۵۶-۱۳۵۵، ۷۷-۱۳۷۶ و ۷۸ -۱۳۷۷ سیلاب هایی با دبی حداکثر لحظه ای بالای ۴۰ مترمکعب برثانیه اتفاق افتاده و هم چنین در سیلاب مورخ ۸۷/۳/۱۷ ارتفاع آب در محدوده شهر طرقبه به ۵۰ سانتی متر رسیده که باعث آب گرفتگی، تخریب پل ها، تخریب منازل، مغازه ها و تلفات جانی شده است. حداکثر دبی با دوره بازگشت صد ساله حوضه ۱۰۲ مترمکعب برثانیه برآورد شده است. براساس نقشه پهنه بندی خطر سیلاب، پهنه های با خطر بسیار زیاد در محدوده شهر طرقبه و سایر مراکز جمعیتی حوضه، در حاشیه رودخانه طرقبه به سمت بالادست حوضه تا جاغرق و در حد فاصل میاناب ها حدود ۷٪ از کل مساحت آبخیز شهر را در بر گرفته است. هر چند که هسته اولیه شهر طرقبه در سطوح توپوگرافی نسبتاً هموار شکل گرفته ولی به مرور زمان محدودیت فضا برای توسعه فیزیکی شهر طرقبه و از جمله تشدید فعالیت های گردشگری و خانه های دوم زمینه گسترش سریع شهر در مناطق شیب دار، تجاوز به حریم رودخانه و فضاهای خالی حواشی مخاطره آمیز را به دنبال داشته است. پهنه های خطر زیاد با حدود ۱۲٪ از کل مساحت را می توان در این نواحی و به خصوص در حاشیه خط القعرها و زیرحوضه های مشرف به رودخانه اصلی مشاهده نمود. این پهنه ها عمدتاً در محدوده تراکم روستاها، فضاهای تفرجی و ییلاقی، کاربری های گردشگری و شبکه دسترسی به کلان شهر مشهد می باشد. نکته حائز اهمیت این که عوامل انسان ساخت مانند تعرض مناطق مسکونی و تأسیسات شهری به حریم اصلی رودخانه و آبراهه ها، عدم رعایت اصول مهندسی در طراحی برخی سازه ها مانند ابعاد نامناسب پل ها بر روی رودخانه نیز عامل تشدید کننده مخاطرات سیلاب در منطقه هستند. هم چنین وسعت زیادی از اراضی مشجر و باغ های منطقه، مورد ساخت و ساز مسکونی، فضاهای پذیرایی، تفریحی و توسعه خانه-های دوم قرار گرفته است. تسطیح و تراس بندی دامنه ها به منظور ساخت و سازها نه تنها موجب به هم خوردن تعادل دامنه ها شده بلکه موجب افزایش وزن بار دامنه ها و افزایش بار جامد و تأثیر آن بر شدت سیل خیزی نیز شده است. بنابراین محدوده مورد مطالعه در مقابل آسیب های ناشی از مخاطرات سیلاب تکرارشونده، آسیب پذیر و حساس می باشد. به طوری که شناخت رفتار و حرکات دینامیکی رودخانه یکی از مهم ترین برنامه های مدیریت سیلاب است (گری و همکاران، ۲۰۰۵ : ۹). در این راستا در روش های مدیریت سیلاب علاوه بر تعیین

کاربری های مجاز اراضی بستر و حریم رودخانه و جلوگیری از ساخت و سازهای جدید در حریم رودخانه، اقدامات آبخیزداری در مناطق بالادست حوضه و حاشیه شهر می تواند مورد توجه برنامه ریزان قرار گیرد تا در نهایت شاهد کاهش دبی های سیلابی در منطقه باشیم.

منابع و مآخذ:

۱- امیدوار، ک، کیان فر، آ و عسگری، ش. ۱۳۸۹. پهنه بندی پتانسیل سیل خیزی حوضه آبریز کنجانچم، فصلنامه پژوهش های جغرافیای طبیعی، شماره ۷۲:۹۰-۷۳.

۲- امیراحمدی، ا، بهنیافر، ا و ابراهیمی، م. ۱۳۹۱. ریزپهنه بندی خطر سیلاب در محدوده شهر سبزوار در راستای توسعه ی پایدار شهری، فصلنامه آمایش محیط، ۱۶: ۳۳-۱۷.

۳- برمری، م، رادفر، ش، نهتانی فر، ع و مهدوی، ق. ۱۳۹۰. شناسایی پهنه های سیلابی و ویژگی های فیزیوگرافی و کمّی حوضه آبریز دامن با استفاده از GIS و RS ، فصلنامه جغرافیا و توسعه، ۲۲: ۱۴۶-۱۲۹.

۴- ثروتی، م و بهزاد، ا. ۱۳۹۰. برآورد پتانسیل سیلاب با تأکید بر ویژگی های ژئومورفیکی در دو حوضه آبخیز زیلکی و فیره رود با استفاده از روش SCS ، فصلنامه جغرافیایی سرزمین، ۳: ۴۷-۳۳.

۵- حسین زاده، م.م، ثروتی، م.ر، صرافی، م و اسماعیلی، ر. ۱۳۹۳. بررسی محدودیت های ژئومورفولوژیک برای توسعه فیزیکی شهر کرمانشاه، فصلنامه آمایش محیط، ۲۶: ۳۸-۱۹.

۶- خورشیددوست، ع، رضایی مقدم، م، احمدی، م و خالقی، س. ۱۳۹۰. نقش فرآیندهای ژئومورفیکی رودخانه ای در ایجاد مخاطرات محیطی شهر سنقر در استان کرمانشاه، فصلنامه فضای جغرافیایی، ۳۵: ۲۳۴-۲۰۹.

۷- سازمان آب منطقه ای خراسان رضوی. ۱۳۸۹. بخش آبهای سطحی ، آمار و اطلاعات هیدرولوژی .

۸- سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور. ۱۳۶۵. نقشه زمین شناسی، مقیاس ۲۵۰۰۰۰ : ۱ ، برگه مشهد.

۹- سازمان نقشه برداری شمال شرق کشور. ۱۳۸۱. نقشه های توپوگرافی مقیاس ۵۰۰۰۰ : ۱ و ۲۵۰۰۰ : ۱ ، محدوده مطالعاتی.

۱۰-سازمان هواشناسی کشور. ۱۳۹۰. آمار و اطلاعات ایستگاه های سینوپتیک منطقه مورد مطالعه.

۱۱-صدوق، ح و فهیم، ع. ۱۳۹۳. محدودیت های ژئومورفولوژیک و رشد فیزیکی شهر تویسرکان با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و مدل رقومی ارتفاعی (DEM)، فصلنامه آمایش محیط، ۲۷: ۱۴۲-۱۲۱.

۱۲-صفاری، ا، سامان پور، ف، موسی وند، ج. ۱۳۹۰. ارزیابی آسیب پذیری مناطق شهری در برابر خطر سیل با استفاده از GIS و منطق فازی (مطالعه موردی: منطقه ۳ تهران)، فصلنامه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۲۰: ۱۵۰-۱۲۹.

۱۳-علایی طالقانی، م و همایونی، ص. ۱۳۹۰. پهنه بندی حوضه دینور از نظر تولید سیلاب با استناد به مولفه های ژئومورفولوژی، فصلنامه پژوهش نامه ی جغرافیایی، ۱: ۴۹-۳۷.

۱۴-قنواتی، ع، کرم، ا و آقا علیخانی، م. ۱۳۹۰. کارایی روش تحلیل سلسله مراتبی در مطالعات سیل خیزی، فصلنامه جغرافیا، ۳۱: ۲۷۵-۲۵۷.

۱۵-قهرودی تالی، م، ثروتی، م، صرافی، م، پورموسوی، م و درفشی، خ. ۱۳۹۱. ارزیابی آسیب پذیری ناشی از سیلاب در شهر تهران، فصلنامه امداد و نجات، ۳: ۹۲-۷۱ .

۱۶-مالچفسکی، ی. ۱۳۸۵. سامانه اطلاعات جغرافیایی و تحلیل تصمیم چندمعیاری، ترجمه: اکبر پرهیزگار و عطا غفاری گیلانده، انتشارات سمت تهران.

۱۷-محمدخانی، م، ملک حسینی، ع، شمس، م. ۱۳۹۲. شناسایی نواحی مستعد استقرار جمعیت و فعالیت با توجه به توان های محیطی در دو استان تهران و البرز، فصلنامه آمایش محیط، ۲۱ : ۱۷۹- ۱۵۹ .

۱۸-مقیمی، ا و صفاری، ا. ۱۳۸۹. ارزیابی ژئومورفولوژیکی توسعه شهری در قلمرو حوضه های زهکشی سطحی، مطالعه موردی: کلان شهر تهران، فصلنامه برنامه ریزی و آمایش سرزمین، ۱(۱۴): ۳۱-۱.

۱۹-ملکی، ا و عزیزی، ب. ۱۳۹۳. تنگناهای طبیعی توسعه فیزیکی شهر پاوه با تأکید بر عوارض ژئومورفولوژی، فصلنامه آمایش محیط، ۲۷: ۵۴-۳۷.

۲۰-وزارت کشاورزی. ۱۳۷۸. نقشه خاک های ایران، مقیاس ۲۵۰۰۰۰ : ۱ ، منطقه بینالود شمالی.

21- Ames, D.P. and Rafn, E. B .2009. Estimation of stream channel geometry in Idaho using GIS-derived watershed characteristics.Environmental modeling and software24.

22- Ayalew, L., Yamagishi, H .2005. The Application of GIS-based logistic regression for landslide susceptibility mapping in the Kakuda-Yahiko Mountains, central Japan.Geomorphology, 65-15, 31.

23- Baldassarre, G.Di., Guy Schumann, Paul D .2009. A technique for the calibration of hydrolic models using uncertain satellite observation of flood extent. Journal of Hydrology, Vol.367, PP.276-282.

24- Bhattacharya, N .2010. Flood risk assessment in barcelonate, France. Of master, International institute for geo-information science and earth observation enschede (ITC), the Netherlands.

25- Brooks K, N .2003. Hydrology and The Management of Watersheds, Lowa Static University Prees.
26- Bukle, P .2007. Community Based Management: A New Approach to Managing Disasters, Proceeding of ESA Conference, Visions and Divisions, Helsinki, August 28-september 1,pp364-383.
27- Chris ,p .2008. The effects of variability in bank material properties on river bank stability, Goodwin Creec, Mississippi, Journal home page.
28- Correia, E.N., M.G. Saraiva, F.N. Silva and I.Romos .1999. Floodplain management in Urban development area. Part II. GIS-Based Flood analysis and urban Growth modelling.
29- Gabrielle, CL., David .2009. The impacts of ski slope development on stream channel morphology in white river national Forest, Colorado, USA- Journal home page, Geomorphology, 375- 388.
30- Gary, J. Brierley and Kirstie A .2005. Geomorphology and river management applications of the river styles framework. Blackwell Publishing.
31- Ghodsipour, H .2006. Discussion about multi criteria decision and AHP, publication Amirkabir Industry University , 220pp.
32- Gregory, K.J .2006. The human role in changing river channels, Journal of Geomorphology 79.
33- Gregory, K.J., Benito, G., Downs, P.W .2007. Applying fluvial geomorphology to river channel management: Background for progress towards a palaeo-hydrology protocol, ELSEVIER, Journal of Geomorphology xx.
34- Hudson, P.F., Rene Colditz, R .2003. Flood delineation in a large and complex alluvial vally, lower panuco basin, Mexico. Journal of Hydrology, Vol.280,pp222-245.
35- IF-NET .2005. Flood net brochure.
36- Islam, M. D., and Kimitero S .2000. Devalopment of flood hazard maps of Bangladesh Using NOAA-AVHRR Images with GIS. Hydrological Sciences Journal, 45(3).pp42-48.
37- Merwade, V., Aaron Cook, Julie Coonrod .2008. GIS techniques for creating river terrain models for hydrodynamic modelling and flood inundation mapping. Environment Modelling and Software, Vol.23, pp.1300-1311.

38- Montgomery, D.R .2001. Geomorphology, river ecology, and ecosystem management. In: Dorava, J.M., (eds) Geomorphic Processes and Riverine Habitat. American Geophysical Union, Washingtone, DC., pp.247-253.
39- Murray, A.B .2003. Contrasting the globs, strategies and predictions associated with simplified numerical models and detailed simulations. American Geophysical Union. pp.151-165.
40- Napradean, I and Chira, R .2006. The hydrologicl modelling of the Ustturoi Valley-Using two modelling programs – WetSpa and HecRas. CARPATHIAN JOURNAL OF EARTH AND ENVIRONMENTAL SCIENCES.vi.issn (1842-4090.53-62).
41- Nirupama N. and Simonovic,S .2007. Increase of flood risk due to urbanization: A Canadian example. Natural Hazards. 40, pp. 25-41.[In Persian]
42- NOAA/NWS .2009. Flood lasses:complication of flood loss statistics [Online].NOAA gov climate research Centure. Available:http://www.weather.gov/oh/hic/flood, stats/Flood Loss time series. Shtml [Accessed 25.08,2009].
43- Saaty, T.L .2004. Mathematical methods of operations research, Courier Dover Publications. New York.
44- Sinnakaudan F.K., AminuddinAbGhani, M.Sanusis. A, Nor Azizi Z .2003. Flood risk mapping for Pari River incorporating sediment transport. Environment Modelling and Software. Vol, 18.pp.119-130.
45- Thorndycraft, V. R., Benito, G., Gregory, K.J .2007. Fluvial geomorphology: A perspective on current status and methods, Journal of Geomorphology X.
46- Thorne, C.R .2002. Geomorphic analysis of large alluvial rivers, J. Geomorphology, Vol 44, No 5, pp203- 219.
47- Wolski, P., H.H.G, Savenije, M.Murray-Hudson, T.Gumbrich .2006. Modelling of the flooding in the DkavangoDelta, Botswana, using a hybrid reservoir GIS model. Journal of Hydrology, Vol.331, Issues 1-2, pp.58-72.
48- Yang, C.R. and Tsai,C .2000. Development of a GIS-Based Flood Information system for Floodplain management and Damage Calculation. Journal of the American Water Resources Association, 36(3), pp.567-577.