

پهنه بندی سیل خیزی، بر آورد سیلاب و ارزیابی کارایی کانال‌های دفع آب‌های سطحی در حوضه‌های شهری (مطالعه موردی: حوضه-آبشوران در کرمانشاه)

امیر کرم*

استادیار دانشگاه خوارزمی

فرزانه درخشان

کارشناس ارشد جغرافیای طبیعی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۸/۲۰ پذیرش نهایی: ۱۳۹۱/۴/۳۱

چکیده

سیلاب‌ها، یکی از پدیده‌ها و مخاطرات طبیعی بسیار مهم و مخرب در سطح جهان محسوب می‌شوند. سیلاب‌ها نه تنها در نواحی برون شهری، بلکه در نواحی شهری نیز آسیب‌های فراوانی به بار می‌آورند. تغییرات انسانی ایجاد شده در الگوی طبیعی سیستم‌های زهکشی در نواحی شهری و حاشیه شهرها عامل اصلی بروز سیلاب و آسیب‌های وارده است. روند رو به رشد رخداد سیل در سال‌های اخیر حاکی از آن است که اکثر مناطق کشور نیز در معرض تهاجم سیلاب قرار دارند. هدف این نوشتار، بررسی وضعیت سیل خیزی در حوضه‌ی آبریز آبشوران در جنوب غرب شهر کرمانشاه بر آورد حجم سیلاب منتهی به شهر ارزیابی کارایی کانال‌های دفع آب سطحی در این محدوده است. برای این منظور پس از رقومی سازی داده‌های مورد نیاز در سیستم اطلاعات جغرافیایی، لایه‌های نقشه‌ای مختلف شامل بارندگی، سنگ شناسی، خاک و واحد ارضی، تراکم زهکشی، شیب زمین و پوشش زمین تولید شد. سپس ارزیابی و پهنه بندی سیل خیزی با روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) به عمل آمد. برای بر آورد دبی سیلابی نیز روش استدلالی به کار گرفته شد. نتایج نشان داد که حدود ۳۰ درصد مساحت حوضه دارای پتانسیل سیل خیزی بالایی است. همچنین با توجه به بر آورد دبی حداکثر سیلابی و تجربه‌های گذشته، کانال‌های دفع آب‌های سطحی ناشی از سیلاب در این بخش از شهر کرمانشاه توانایی لازم برای عبور و دفع سیلاب را ندارند و در صورت وقوع سیلاب‌های بعدی، شهر مجدداً متحمل آسی‌های خواهد شد. لذا لازم است مسئولین ذیربط راهکارهای لازم برای کاهش سیل خیزی در حوضه‌های شهری و تمهیدات مناسب برای بهبود سیستم کانال‌های دفع آب‌های سطحی را مورد مطالعه، برنامه ریزی و پیش بینی قرار دهند.

واژگان کلیدی: سیل خیزی، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، سیستم اطلاعات جغرافیایی، حوضه شهری، کرمانشاه، آبشوران.

مقدمه

سیلاب‌ها، یکی از پدیده‌ها و مخاطرات طبیعی بسیار مهم و مخرب در سطح جهان محسوب می‌شوند. با توجه به آمارهای ثبت شده و مشاهدات، در میان کلیه سوانح و بلایای طبیعی، سیل از مخرب ترین آنها بوده و بیشترین فراوانی وقوع را نیز دارا می‌باشد. سیلاب‌ها نه تنها در نواحی برون شهری، بلکه در نواحی شهری نیز آسیب‌های فراوانی به بار

می‌آورند، شدت این آسیب‌های گاهی در نواحی شهری بیش از نواحی برون شهری است. تغییرات انسانی ایجاد شده در الگوی طبیعی سیستم‌های زهکشی در نواحی شهری و حاشیه شهرها عامل اصلی بروز سیلاب و آسیب‌های وارده است. بالا بودن آسیب‌های سیلاب در شهرها عمدتاً به دلیل قرارگیری برخی از بخش‌های قدیمی شهرها در حاشیه رودخانه‌ها، تغییر الگوی زهکشی طبیعی حوضه‌ها به دلیل گسترش شهری و تخریب پوشش گیاهی و منابع طبیعی در حوضه‌های بالادست شهری است.

بر اساس آمار منتشره (گوها و همکاران^۱، ۲۰۰۴) در دوره‌ی ۳۰ ساله (۲۰۰۳-۱۹۷۴) در سطح جهان، ۲۱۶۲ سیل بزرگ و مهم رخ داده که ۳۴ درصد کل رخدادهای سوانح جهان را تشکیل می‌دهد. تعداد کشته شدگان ناشی از سیلاب‌ها حدود ۲۰۶ هزار نفر برآورد و تعداد آسیب دیدگان بیش از ۲/۶ میلیارد نفر بوده‌اند. تنها در سیلاب سال ۱۹۹۶ چین ۱۵۰ میلیون نفر آسیب دیده‌اند و در سیلاب سال ۱۹۹۹ ونزوئلا، ۳۰ هزار نفر کشته شده‌اند. همچنین سیلاب سال ۱۹۹۸ چین، ۲۱ میلیون هکتار از اراضی را به زیر آب برده است.

سیل پاکستان در ۲۶ اوت سال ۲۰۱۰، سیل عظیمی بود که در پی باران‌های موسمی شدید و بالا آمدن سطح آب رود سند، استان‌های سرحد، سند، پنجاب و بلوچستان از کشور پاکستان را در بر گرفت. در این سیل بیش از ۲۰۰۰ نفر جان خود را از دست دادند و بیش از یک میلیون خانه ویران شد. بر اساس تخمین‌های سازمان ملل، بیش از ۲۰ میلیون نفر در اثر این حادثه، آسیب دیده یا بی‌خانمان شدند، در زمان اوج شدت سیل، حدود یک پنجم از مساحت کشور پاکستان، به زیر آب رفت. آسیب وارده به ساختمان‌ها، حدود ۴ میلیارد دلار آمریکا و از بین رفتن غلات، حدود ۵۰۰ میلیون دلار آمریکا تخمین زده می‌شود (ویکی‌پدیا، <http://fa.wikipedia.org/wiki>). همچنین تلفات سیل ژوئیه ۲۰۱۱ در تایلند به بیش از ۵۰۰ نفر و آسیب‌های آن تا ۲۸ میلیارد دلار برآورد شده است (سایت مهرنیوز).

در ایران نیز به دلیل شرایط اقلیمی، سیلاب‌ها از رخدادهای مکرر و آسیب بار محسوب می‌شوند. روند رو به رشد رخداد سیل در سال‌های اخیر حاکی از آن است که اکثر مناطق کشور در معرض تهاجم سیلاب قرار دارند. بر اساس مطالعات انجام شده سالانه نزدیک به ۴۰ سیل بزرگ و کوچک در نقاط مختلف کشور روی می‌دهد. بررسی سیلاب‌های شهری تاریخی نشان می‌دهد که شهرهای ساری، تهران، شوشتر و شیراز سیلاب‌های عظیمی را تجربه کرده‌اند. بررسی‌های وزارت جهاد کشاورزی گویای آن است که طی چهار دهه (۱۳۷۰-۱۳۳۱)، ۱۸۹۰ سیل در ایران اتفاق افتاده که که بیش از ۵۰ درصد آنها در دهه‌ی ۶۰-۷۰ به وقوع پیوسته، همچنین در اثر این سیلاب‌ها، ۶۲۵ شهر آسیب دیده‌اند. جدول (۱) توزیع رخداد سیلاب و برآورد آسیب آن در چهار دهه برای کشور را نشان می‌دهد (وزارت نیرو، ۱۳۸۵).

در بررسی دیگری (مهدوی، ۱۳۷۸) تعداد سیلاب‌های رخ داده طی دوره‌ی ۱۳۷۵-۱۳۵۰ کشور معادل ۹۶۷ مورد ذکر شده که به طور متوسط طی دوره مذکور، سالانه برابر ۳۹ سیل در کشور می‌باشد. بر مبنای این گزارش از میان استان‌های کشور، استان خراسان، خوزستان و فارس به ترتیب در رتبه‌های اول تا سوم فراوانی وقوع سیلاب قرار دارند. همچنین در سیلاب‌های رخ داده در دوره‌ی مذکور، ۱۸۸۲ نفر کشته و ۹۱۶۲/۴ میلیارد ریال نیز آسیب وارد شده است (مهدوی، ۱۳۷۸). به گفته وزیر نیرو، سیلاب‌ها سالانه در ایران یک تریلیون و پانصد میلیارد ریال آسیب وارد می‌کنند و سالانه به طور متوسط در سیل‌های معمولی ۵۰ نفر و در سیل‌های بزرگ ۵۰۰ نفر جان خود را از دست می‌دهند (www.econews.ir). سیل‌های مرداد ماه ۱۳۶۶ تجریش در تهران و سیل ۱۳۸۰ استان گلستان از جمله مخرب‌ترین سیل‌های کشور بوده‌اند. در سیل ۱۹ مرداد ۱۳۸۰ استان گلستان ۲۱۰ نفر کشته، ۲۴۸ نفر مفقود و ۴۰ نفر مجروح شده‌اند (سایت شرق نیوز).

همچنان که گفته شد اغلب شهرهای ایران در معرض سیل گیری هستند. شهر کرمانشاه نیز از این قاعده مستثنی نبوده و در دوره‌های تاریخی سیلاب‌های متعددی را تجربه کرده. از جمله سیلاب‌های سال ۱۳۵۹، ۱۳۶۲ و ۱۳۷۰ از سیلاب‌هایی بوده‌اند که در این شهر سبب تلفات و وارد شدن آسیب به شهر شده‌اند (پارس کنسولت، ۱۳۷۹). هدف این

پژوهش، بررسی وضعیت سیل خیزی در حوضه‌ی آبریز آبخیزان در جنوب غرب و غرب شهر کرمانشاه، برآورد حجم سیلاب منتهی به شهر و ارزیابی کارایی کانال‌های دفع آب سطحی در این محدوده است.

جدول ۱: توزیع رخداد سیلاب در کشور (۱۳۷۰-۱۳۳۱)

دهه	رخداد سیل		تعداد شهرهای آسیب دیده	آسیب‌های وارده (میلیاردریال)	
	تعداد	درصد		مقدار	درصد
۱۳۳۰-۱۳۴۰	۱۹۱	۱۰/۱	۱۰۱	۱۳۵/۰۵	۱۰/۸
۱۳۴۰-۱۳۵۰	۲۵۱	۱۳/۳	۱۳۱	۱۴۸/۸۱	۱۱/۹
۱۳۵۰-۱۳۶۰	۴۴۰	۲۳/۳	۱۵۴	۲۷۵/۱۱	۲۲
۱۳۶۰-۱۳۷۰	۱۰۰۸	۵۳/۳	۲۳۹	۶۹۱/۵۳	۵۵/۳
مجموع	۱۸۹۰	۱۰۰	-	۱۲۵۰/۵	۱۰۰

منبع: نشریه ۲۹۶، وزارت نیرو، ۱۳۸۵

در زمینه سیل و سیلاب‌های شهری در سطح جهان مطالعات فراوانی صورت گرفته، مانند مانتای و مارکو^۱ (۲۰۰۹) با استفاده از سیستم پشتیبان کاداستر به پهنه بندی سیلاب در شهر نیویورک پرداخته‌اند. میگنوت و همکاران^۲ (۲۰۰۶) با مدل سازی سیلاب در نواحی متراکم شهری، در شهر نیمز فرانسه به بررسی سیلاب پرداخته‌اند. لومه و همکاران^۳ (۲۰۰۴) با استفاده از مدل ژئومورفولوژیکی، وضعیت سیلاب در حوضه‌های شهری را بررسی کردند. اشمیت و همکاران^۴ (۲۰۰۴) به مدل سازی سیلاب در سیستم‌های زهکشی شهری پرداختند. تادا و همکاران^۵ (۲۰۰۱) ویژگی‌های سیلاب‌های شهری ژاپن را مورد مطالعه قرار دادند. وایت و همکاران^۶ (۲۰۰۰) تاثیر توسعه‌ی شهری در رفتار هیدرولوژیکی رودخانه‌ها را مورد مطالعه قرار دادند. وندر و همکاران^۷ (۲۰۰۳) نیز با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای به ارزیابی خطر سیلاب پرداختند. در سال ۲۰۰۹ نیز چن و همکاران^۸ (۲۰۰۹) بر مبنای یک مدل جی آی اس مبنای آبرفتگی ناشی از سیلاب شهری را مورد مطالعه قرار دادند.

در ایران نیز بررسی‌های قابل توجهی در مورد سیل و سیلاب‌های شهری در چند دهه‌ی اخیر انجام شده است. باباخانی (۱۳۷۱) به مطالعه آثار بارش بر وقوع سیلاب در ارتفاعات مشرف به تهران پرداخته، بدر افکن (۱۳۷۸) سیل خیزی حوضه کن در تهران را مطالعه کرده، حسین زاده و جهادی (۱۳۸۴) تاثیر گسترش شهر مشهد بر افزایش سیلاب‌های شهری را مطالعه نموده‌اند. زارع (۱۳۷۱) عوامل موثر بر وقوع سیلاب‌های شهری ایران را مورد مطالعه قرار داده است. صابری (۱۳۷۵) سیلاب تهران در رابطه با مسیل‌ها مورد مطالعه قرار داده. معاون هاشمی (۱۳۷۹) به تحلیل منطقه‌ای سیلاب‌ها در خراسان پرداخته است. حشمت پور و همکاران (۱۳۸۱) با توجه به عوامل ژئومورفولوژیک و ژئوکلیماتیک به بررسی هیدروگراف واحد لحظه‌ای سیلاب پرداخته‌اند. سلیمانی و همکاران (۱۳۸۲) نقش عوامل فیزیوگرافیک بر دبی سیلابی را مورد مطالعه قرار داده‌اند. ولایتی و همکاران (۱۳۸۴) به اهمیت مدیریت ریسک سیلاب در نواحی روستایی اشاره کرده‌اند. توکلی و رستمی نیا (۱۳۸۵) مدل منطقه‌ای سیلاب در استان ایلام را مورد بررسی قرار داده‌اند. معیری و انتظاری (۱۳۸۷) به بررسی سیلاب در استان اصفهان پرداخته‌اند، نصری (۱۳۸۸) شبکه مسیل‌های

- 1- Maantay & Marko(2009)
- 2- Mignot et al (2006)
- 3- Lumme et al (2004)
- 4- Schmitt et al (2004)
- 5- Tada et al (2001)
- 6- White et al (2000)
- 7- Vander et al (2003)
- 8- Chen et al (2009)

تاثیرگذار بر سیلاب‌های شهر زواره را مورد بررسی قرار داده و کرکوتی و همکاران (۱۳۸۹) دبی حداکثر سیلابی در حوضه قره سو کرمانشاه را با روش‌های مختلفی برآورد کرده‌اند.

معرفی محدوده مورد مطالعه

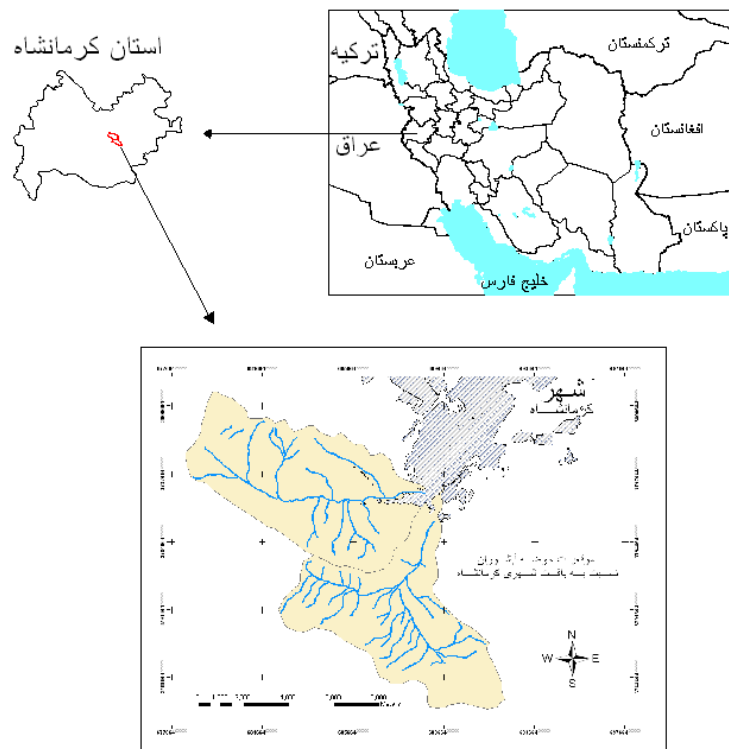
حوضه آبریز آبشوران یکی از زیر حوضه‌های رودخانه بزرگتر قره سو در منطقه کرمانشاه است. آبشوران یکی از شعبات رودخانه قره سو است که از ارتفاعات جنوب‌غربی و جنوبی شهر کرمانشاه سرچشمه گرفته و متشکل از دو زیر حوضه کوچکتر است. زیر حوضه جنوبی به نام سراب قنبر ۳۹/۵ کیلومترمربع و زیر حوضه غربی به نام کانی روزان ۴۶ کیلومتر مربع مساحت دارد. آبراهه‌های اصلی این دو زیر حوضه نهایتاً در جنوب‌غرب شهر در حوالی میدان آیت‌الله کاشانی به یکدیگر پیوسته و از این پس به نام آبشوران پس از گذشتن از درون شهر کرمانشاه در بخش شمالی شهر به رود قره سو می‌پیوندند.

محدوده مورد مطالعه حوضه آبشوران با مساحت ۸۵/۵ کیلومترمربع در مختصات ۳۴ درجه و ۱۰ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۲۰ دقیقه عرض شمالی و ۴۶ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۴۷ درجه و ۷ دقیقه طول شرقی قرار دارد. این محدوده در بخش جنوبی و جنوب‌غربی شهر کرمانشاه، در شهرستان کرمانشاه از استان کرمانشاه واقع است (شکل ۱). شهر کرمانشاه از نظر اقلیمی در منطقه‌ای با آب و هوای مدیترانه‌ای در تابستان‌ها نیمه خشک و در زمستان‌ها سرد است. میانگین مجموع بارش سالانه این شهر در یک دوره ۲۵ ساله (۲۰۰۵-۱۹۸۰) حدود ۴۴۱/۵ میلی‌متر (جدول ۲ و شکل ۳) و دمای متوسط سالانه آن حدود ۱۴ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. مجموع روزهای یخبندان سالانه شهر نیز به ۹۹ روز می‌رسد. حداکثر بارش ۲۴ ساعته در ایستگاه کرمانشاه برابر ۱۰۸ میلی‌متر در ماه دسامبر گزارش شده است (جدول ۳).

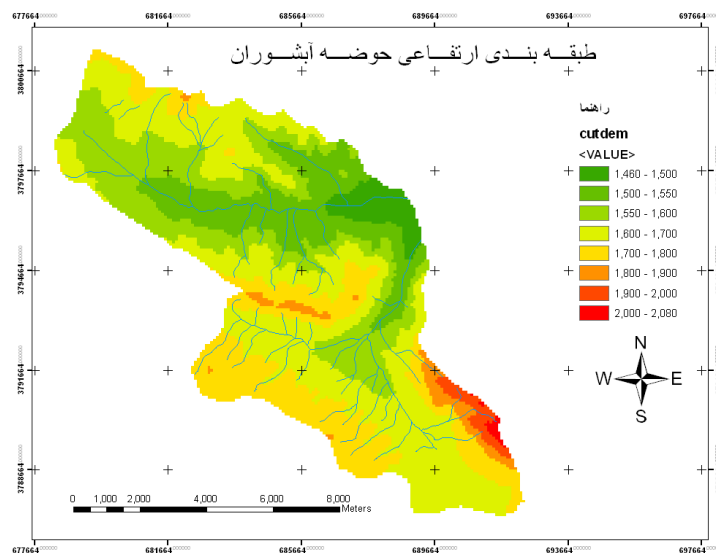
شدت بارندگی در این منطقه زیاد بوده به طوری که برای یک دوره بازگشت ۲۵ ساله، ۷۲ میلی‌متر بارش برآورد شده است (پارس کنسولت، ۱۳۷۹). از نظر توپوگرافی محدوده مورد مطالعه و محل قرارگیری شهر کرمانشاه از دو بخش دشت و کوهستان تشکیل شده، البته بخش اصلی و اعظم مساحت شهر بر روی دشت و بخش‌های جنوبی و جنوب‌غربی آن کوهستانی است.

ارتفاعات کوه سفید در بخش جنوبی و جنوب‌غربی با حداکثر ارتفاع ۲۰۸۰ متر با جهت شمال‌غرب - جنوب‌شرق امتداد دارند (شکل ۲) و حوضه آبشوران نیز در واقع در این بخش کوهستانی واقع است. کمترین ارتفاع در خروجی حوضه به حدود ۱۴۶۰ متر می‌رسد. در زیر حوضه سراب قنبر (زیر حوضه جنوبی) شیب عمومی به سمت شمال و در زیر حوضه کانی روزان (زیر حوضه غربی) شیب عمومی به سمت شرق است. حداکثر شیب در بخش‌های کوهستانی به ۶۳ درصد و حداقل شیب در بخش‌های هموار محدوده به نزدیک صفر می‌رسد.

از نظر زمین‌شناسی محدوده مورد مطالعه در مرز بین زون سندج - سیرجان و زون زاگرس چین‌خورده - رانده قرار دارد. در واقع راندگی کوه سفید در جنوب و جنوب‌غرب شهر کرمانشاه این دو واحد زمین‌ساختی - رسوبی را از هم جدا می‌کند. راندگی مذکور با امتداد شمال‌غرب - جنوب‌شرق کشیده شده و در شمال‌شرق آن بخشی از زون دگرگون شده‌ی سندج - سیرجان و در جنوب‌غرب این راندگی، زون زاگرس چین‌خورده - رانده واقع شده است. بخش شمال‌شرق راندگی متشکل از رادیولاریت‌های کرمانشاه با سن کرتاسه و شامل سنگ آهک رادیولاریتی و همچنین سنگ آهک، مارن سنگ و نیز گل سنگ با سن ژوراسیک است. در محدوده‌ی خارج از کوهستان نیز دشت آبرفتی کرمانشاه دیده می‌شود. بخش جنوب‌غربی راندگی کوه سفید دارای رسوبات سازند ایلام و سازند کرمانشاه به سن کرتاسه و عمدتاً از سنگ آهک پوشیده شده است. همچنین در بخش‌هایی به طور پراکنده سازند گورپی شامل مارن دیده می‌شود. بخش‌های پایکوهی از واریزه‌های کوهرفتی کوتاه‌تر و دره‌ها و دشت‌های کوچک میانکوهی نیز از مخروط‌های گراولی و تراس‌های کوتاه‌تری تشکیل شده‌اند.



شکل ۱: موقعیت حوضه آبخیز آبشوران و محدوده مورد مطالعه در استان و نسبت به شهر کرمانشاه (منبع: نگارندگان)



شکل ۲: طبقه بندی ارتفاعی حوضه آبخیز آبشوران (منبع: نگارندگان)

سه تیپ اصلی واحد ارضی شامل کوهستان‌های کم ارتفاع، تپه‌ها و دشت در محدوده مورد مطالعه وجود دارد. از نظر کاربری زمین ارتفاعات عمدتاً از مراتع درجه ۲ و ۳ پوشیده شده‌اند. بخش‌های قابل توجهی از ارتفاعات و دامنه‌ها تغییر

کاربری داده و به زمین‌های زراعی دیم تبدیل شده‌اند. در بخش‌های مسطح و هموار دشت‌های میان کوهی زراعت آبی حاکم است و بخش‌های انتهایی دره‌ی سراب قنبر و دره کانی روزان دارای پوشش باغی است. نواحی ساخته شده و بافت شهری نیز بخش‌هایی از مساحت حوضه آبخوران را در بر می‌گیرد.

جدول ۲: بارش ماهانه ایستگاه سینوپتیک کرمانشاه (میانگین دوره آماری ۲۰۰۵-۱۹۸۰)

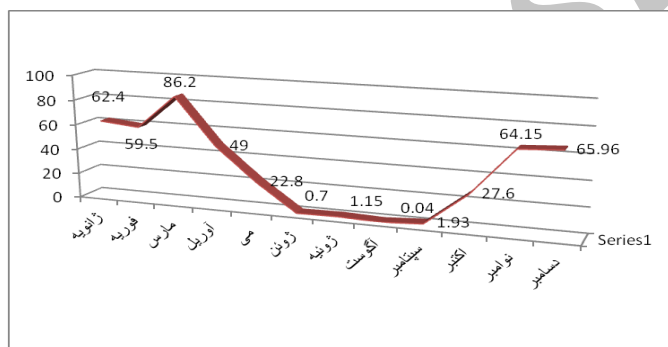
ماه‌های سال	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	ژوئیه	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	سالانه
بارش (میلی-متر)	۶۲/۴	۵۹/۵	۸۶/۲	۴۹	۲۲/۸	۰/۷	۱/۱۵	۰/۰۴	۱/۹۳	۲۷/۶	۶۴/۱۵	۶۵/۹۶	۴۴۱/۴۳

منبع: سایت سازمان هواشناسی کشور

جدول ۳: برخی شاخص‌های آماری بارش ایستگاه سینوپتیک کرمانشاه (میانگین دوره آماری ۲۰۰۵-۱۹۸۰)

شاخص (میلی-متر)	میانگین	بیشترین	کمترین	مد آماری
بارش سالانه	۴۴۱/۴۳	۷۰۲	۲۱۵	۵۰۴
حداکثر بارش ۲۴ ساعته	۴۰/۸۳	۱۰۸	۲۴	۳۸

منبع: سایت سازمان هواشناسی کشور



شکل ۳: نمودار بارش ماهانه ایستگاه کرمانشاه (میانگین دوره آماری ۲۰۰۵-۱۹۸۰) (منبع: نگارندگان)

روش شناسی

- داده‌ها

منابع و مواد مورد استفاده در پژوهش حاضر شامل مطالعات کتابخانه‌ای، استفاده از نقشه‌های پایه‌ای مختلف، تصویر ماهواره‌ای منطقه و بازدیدهای میدانی و فناوری سیستم اطلاعات جغرافیایی بوده است. نقشه زمین شناسی منطقه، با استفاده از نقشه زمین شناسی کرمانشاه به مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ تهیه و رقومی گردید. برای داده‌های توپوگرافی از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه برداری مربوط به منطقه مورد مطالعه استفاده شد. از این نقشه‌ها شبکه زهکشی و بافت شهری نیز استخراج گردید. از تصویر ماهواره‌ای منطقه، کاربری/پوشش زمین به روش بصری شناسایی شد. کلیه داده‌ها و نقشه‌ها در سیستم اطلاعات جغرافیایی وارد و در نرم افزار ArcGIS نسخه ۹/۳ و ویرایش و بازساخت گردید. سیستم تصویر UTM برای کلیه نقشه انتخاب و نقشه‌های رستری با پیکسل ۲۵×۲۵ متر ساخته شدند.

برای ارزیابی سیل خیزی در حوضه آبخوران از شش معیار سنگ شناسی، شیب، تراکم زهکشی، پوشش زمین، خاک و واحد ارضی، بارش و روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده شد. با توجه به فقدان ایستگاه دبی سنجی در حوضه، برای برآورد دبی سیلابی در هر یک از زیر حوضه‌ها، روش استدلالی به کار گرفته شد (علیزاده، ۱۳۶۸).

- روش شناسی : فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) یکی از روش‌های تصمیم‌گیری و اولویت‌بندی با معیارهای چندگانه است که توسط ساتی^۱ (۱۹۸۰) ابداع شد. این روش با استفاده از مقایسات زوجی بین معیارها و دیدگاه قضاوتی محقق یا محققان، وزن و اهمیت هر یک از معیارها را برای یک هدف مشخص معین کرده و نهایتاً آترناتیوها یا گزینه‌ها را رتبه‌بندی و اولویت‌بندی می‌کند. این روش شامل سه مرحله‌ی اصلی به شرح زیر است :

۱- ساختن سلسله مراتب اولین گام ترسیم یک نمایش گرافیکی از مسئله است که در آن هدف، معیارهای مناسب برای دستیابی به هدف و گزینه‌های موردنظر نشان داده شود. در واقع در این مرحله سطوح مختلف تحلیل به صورت سلسله مراتبی و گرافیکی به تصویر کشیده می‌شوند.

۲- مقایسه زوجی و وزن دهی در AHP عناصر هر سطح نسبت به یکدیگر به صورت زوجی (دوبه دویی) مقایسه شده و وزن دهی می‌شوند. مقایسه و وزن دهی به عناصر در یک ماتریس $K \times K$ ثبت می‌شود که در آن K تعداد معیارها در هر سطح می‌باشد (در این بررسی یک ماتریس 6×6). مقایسه زوجی به صورت ارزش‌گذاری عنصر سطر نسبت به عنصر ستون صورت می‌گیرد و برای ارزش‌گذاری نیز معمولاً از یک مقیاس فاصله‌ای از ۱ تا ۹ استفاده می‌شود (جدول ۴).

۳- محاسبه نرخ سازگاری^۲ (CR) نرخ سازگاری در روش AHP شاخصی است که سازگاری مقایسه‌ها را نشان می‌دهد. این نرخ گویای درجه‌ی صحت و دقت ارزش‌گذاری‌ها در مقایسه‌های زوجی است، چنانچه نرخ مذکور برابر و کمتر از ۰/۱ باشد می‌توان ارزش‌گذاری‌ها و مقایسات را خوب و صحیح دانست، در غیر این صورت ارزش‌گذاری زوجی باید دوباره انجام گرفته یا اصلاح شود.

جدول ۴: نحوه‌ی ارزش‌گذاری ارجحیت در ماتریس مقایسه زوجی

مقدار ارزش (امتیاز)	درجه‌ی اهمیت در مقایسه‌ی زوجی
۱	با اهمیت و ارجحیت یکسان
۳	کمی مرجح یا کمی مهم‌تر
۵	ارجحیت زیاد
۷	ارجحیت خیلی زیاد
۹	کاملاً مرجح یا کاملاً مهم‌تر

*ارقام مابین امتیازهای فوق ارزش‌بینایی دارند. منبع: قدسی پور، ۱۳۸۱، ۱۴.

- برآورد دبی سیلاب

با توجه به فقدان ایستگاه دبی سنجی در محدوده‌ی مورد مطالعه برای برآورد دبی سیلابی زیر حوضه‌های مورد مطالعه از روش استدلالی استفاده شد. دبی سیلابی زیر حوضه‌ها با روش استدلالی، برای دو دوره بازگشت ۲۵ و ۵۰ ساله از رابطه‌ی (۱) برآورد شد (علیزاده، ۱۳۶۸).

$$Q=0.278CIA$$

رابطه‌ی (۱)

در رابطه‌ی فوق Q: دبی بر حسب متر مکعب در ثانیه، C: ضریب رواناب، I: شدت بارش (میلی‌متر بر ساعت) و A: مساحت حوضه (کیلومتر مربع) می‌باشد. مقدار ضریب رواناب حوضه با توجه به شیب متوسط حوضه و وضعیت پوشش مرتعی ضعیف از جداول استاندارد معادل ۰/۶ در نظر گرفته شد (علیزاده، ۱۳۶۸). شدت بارش نیز با توجه به روابط موجود و آمار شدت بارش برای دوره‌های برگشت ۲۵ ساله معادل ۱۵ و برای دوره برگشت ۵۰ سال معادل ۱۹ میلی‌متر در ساعت برآورد گردید.

1- Saaty (1980)

2- Consistency Rate

وضعیت موجود کانال‌های دفع آب های سطحی

همچنان که پیشتر گفته شد رودخانه آبشوران از دو زیر حوضه‌ی اصلی یعنی زیر حوضه جنوبی به نام سراب قنبر و زیر حوضه غربی به نام کانی روزان تشکیل شده. مساحت زیر حوضه جنوبی ۳۹ / ۵ کیلومتر مربع بوده و آبراهه اصلی آن به نام سراب قنبر از سمت جنوب وارد شهر می‌شود. این آبراهه در بخش‌هایی از مسیر خود در شهر به صورت کانال مصنوعی، دیواره سازی و کف سازی روباز و در بخش‌هایی دیگر به صورت سر پوشیده است. مسیر این آبراهه قبل از ورود به شهر به صورت طبیعی و بدون دیواره سازی می‌باشد. کانال سراب قنبر پس از ورود به شهر از محلاتی چون شهرک صادقیه، سراب قنبر می‌گذرد.

مساحت زیر حوضه‌ی غربی یعنی کانی روزان حدود ۴۶ کیلومتر است. آبراهه اصلی این حوضه نیز با جهت غربی- شرقی وارد بخش جنوبی کرمانشاه می‌شود. این آبراهه نیز در خارج شهر دارای بستر معمولی و پس از ورود به شهر در بخش‌هایی به صورت کانال مصنوعی سر پوشیده و در بخش‌هایی دیگر به صورت کانال مصنوعی روباز ادامه مسیر می‌دهد و از محلاتی چون شهرک ژاندارمری، شهرک دارایی، کسری، محله بهار و محله دلگشا می‌گذرد. هر دو کانال در نزدیکی میدان آیت ... کاشانی به یک‌دیگر می‌پیوندند و از این پس به نام رودخانه یا کانال آبشوران در درون شهر طی مسیر می‌کند (شکل ۴).

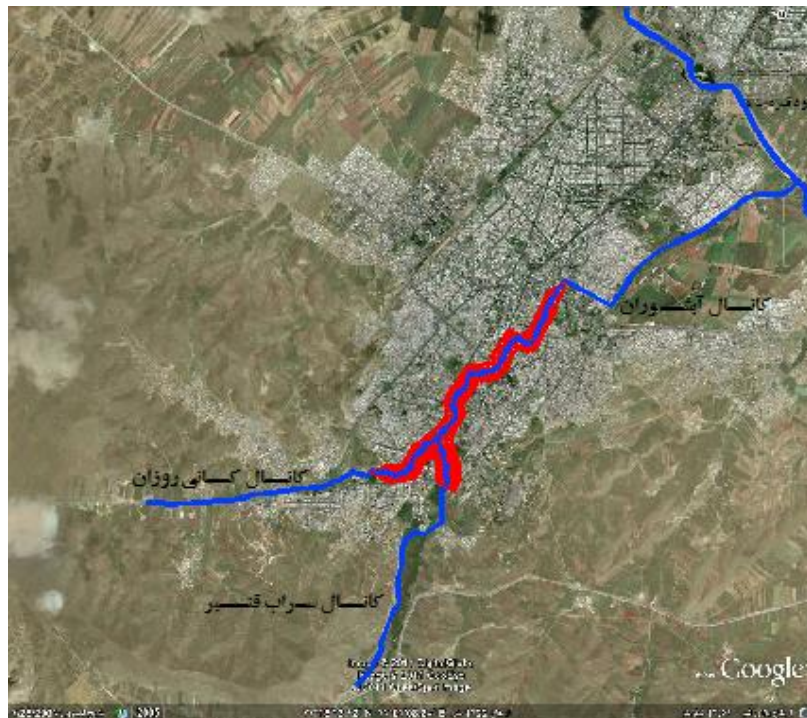
این دو کانال رودخانه‌ای، در طول سال‌های گذشته دارای سابقه سیلابی و طغیان بوده‌اند، سیلابی شدن این دو کانال همراه با بروز آسیب‌های مالی و جانی نیز بوده است. عمدتاً در هنگام بارش‌های شدید و سیلابی شدن این دو معبر آب، فرسایش کناره‌ای بستر و کانال، فرو ریزش دیواره‌های طبیعی و مصنوعی را به دنبال دارد. چنانچه در حاشیه بلافصل کانال‌ها نیز ساختمان‌هایی وجود داشته باشد، این ساختمان‌ها نیز تخریب شده یا بخش‌هایی از آنها آسیب می‌بینند. به عنوان نمونه می‌توان به سیلاب‌های زیر و آسیب‌های وارده اشاره کرد:

۱- در بهار ۱۳۵۹، بارندگی شدید و طغیان آب کانال در رودخانه آبشوران، باعث فرو ریختن سه واحد مسکونی و یک واحد تجاری در بافت شهری شد؛

۲- در بارندگی‌های پاییز ۱۳۶۲، فروریزش ساختمان و پل در مسیر این کانال تلفات جانی نیز در بر داشت؛

۳- در بهار ۱۳۷۰، بارندگی و طغیان کانال باعث فرو ریزش دو ساختمان و فرو ریختن بخشی از دیوار ساختمانی دیگر شد (پارس کنسولت، ۱۳۷۹)؛

۴- همچنین برپایه بررسی‌های میدانی در بارندگی‌های سال ۱۳۸۱ نیز یک باب مغازه در حاشیه کانال تخریب شده است. وقوع سیلاب در این دو زیر حوضه علاوه بر رخداد بارش‌های شدید، عمدتاً ناشی از دستکاری‌های انسانی در چند دهه اخیر در حوضه آبریز بالا دست و همچنین در مسیر کانال‌های موجود است. تغییر کاربری طبیعی اراضی در حوضه‌های بالا دست شامل تخریب مراتع طبیعی، تغییر کاربری و دیم کاری ارتفاع‌های اطراف، شخم زدن موازی باشیب دامنه‌ها، ساخت و سازهای گسترده صورت گرفته در حوضه بالا دست، تغییر مسیر آبراهه‌ها، بارگذاری ساختمانی در حاشیه بستر و کانال‌ها و عدم رعایت حریم بستر و کانال رودخانه به اضافه ریختن آشغال، زباله و نخاله‌های ساختمانی از جمله اصلی‌ترین دلایل افزایش پتانسیل سیل خیزی حوضه‌های بالا دست و فرو ریزش دیواره‌ها و فرسایش کناره‌ای در مسیر این دو کانال می‌باشد (شکل ۵ و ۶).



منبع: گوگل ارث

شکل ۴: کانال‌های اصلی درون شهری آبشوران و نواحی در معرض سیلاب (بخش‌هاشور خورده قرمز رنگ)

- با توجه به وضعیت موجود کانال‌ها و سیلابی شدن آنها در مواقع بارش‌های شدید، در حال حاضر اصلی ترین مشکلات این کانال‌ها و حاشیه‌ها به قرار زیر است:
- ۱- سر ریز آب کانال‌ها در مواقع طغیانی؛
 - ۲- فرو ریزش ساختمان‌های حاشیه‌ای؛
 - ۳- فرو ریزش دیواره کانال، بستر و فرسایش کناره‌ای؛
 - ۴- ریختن آشغال، فاضلاب، زباله و نخاله‌های ساختمانی به داخل کانال (شیوع بیماری، تجمع حشره‌ها و حیوان‌های موذی)؛
 - ۵- نمناکی و سست شدن پی ساختمان‌های کناری کانال‌ها.

عدم ظرفیت عبور دهی آب در کانال‌ها در مواقع سیلابی، مشکل اصلی کانال‌های درون شهری در این ناحیه شهر است، با توجه به برداشت‌های صورت گرفته از مقطع کانال‌ها در نقاط مختلف به صورت تجربی و در مواقع سیلابی مشاهده شده که کانال‌ها و پل‌های ساخته شده روی آنها توانایی عبور آب‌های سیلابی را ندارند لذا آب سرریز شده و وارد خیابان‌ها و اطراف کانال می‌شود. به دلیل سرعت بالای آب نیز فرسایش کناره‌ای شدید و ریزش دیواره‌ها مکرراً رخ می‌دهد. جدول (۵) مقاطع آب گذر در نقاط مختلفی از مسیر دو کانال مورد بحث را نشان می‌دهد. همچنان که در جدول مشاهده می‌شود در کانال سراب قنبر کمترین مقطع کانال ظرفیت عبور حدود ۱۶ متر مکعب و حداکثر مقطع کانال ظرفیت عبور ۴۱ متر مکعب آب را دارد. کانال‌های کانی روزان و آبشوران نیز حداکثر ظرفیت عبور ۳۵ و ۳۲ مترمکعب آب را دارند.



شکل ۵: تصاویری از اثرات تخریبی سیل در محدوده مورد مطالعه (منبع: نگارندگان)



شکل ۶: تصاویری از کانال‌های دفع آب‌های سطحی در محدوده مورد مطالعه (منبع: نگارندگان)

یافته‌های پژوهش

- ارزیابی و پهنه بندی سیل خیزی

همچنان که پیشتر گفته شد برای ارزیابی و پهنه بندی سیل خیزی در حوضه سی آبشوران، از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و نرم افزار Expert Choice استفاده شد. در این روش شش معیار شامل شیب، بارندگی سالانه، سنگ شناسی، پوشش زمین، خاک (واحدهای ارضی) و تراکم زهکشی برای پهنه بندی سیل خیزی مورد استفاده قرار گرفتند (شکل ۷).

جدول (۶) و شکل (۸) ماتریس مقایسات زوجی و وزن‌های نسبی معیارها در روش AHP را نشان می‌دهد. با توجه به این جدول و شکل (۹) ملاحظه می‌شود که معیارهای بارش سالانه، پوشش زمین و شیب زمین به ترتیب با وزن‌های ۰/۴۲۳، ۰/۲۳۷ و ۰/۱۹۷ بیشترین وزن‌ها را به خود اختصاص داده‌اند.

لازم به ذکر است که شاخص نرخ سازگاری روش AHP نیز معادل $0/09$ بدست آمد. پس از اعمال وزن‌های معیار در سیستم اطلاعات جغرافیایی و لایه‌های نقشه‌ای معیارهای شش گانه، نهایتاً با تلفیق نقشه‌های وزن دار شده نقشه نهایی ارزیابی و پهنه بندی پتانسیل سیل خیزی محدوده‌ی مورد مطالعه تهیه شد (شکل ۱۰). این نقشه نیز سپس با استفاده از عملیات باز طبقه بندی به پنج پهنه پتانسیل سیل خیزی شامل پتانسیل بسیار بالا، بالا، متوسط، کم و بسیار کم گروه بندی شد (شکل ۱۰).

جدول ۵: مقاطع آبگذر کانال‌های حوضه آبشوران

کانال	محل مقطع	شکل مقطع	ارتفاع کانال (متر)	عرض کانال (متر)	سطح مقطع (مترمکعب)
سراب قنبر (زیر حوضه جنوبی)	پل دلگشا	طاق ضربی	۷	۳	۲۱
	پل معمولی	مستطیل	۳/۵	۶	۲۱
	پل بعد از پل دلگشا (با مصالح چوب و آهن)	مستطیل	۳/۵	۴/۶	۱۶/۱
	پل کوچه شهر فرنگ (کوی معتمدی)	مستطیل	۵/۵	۷/۵	۴۱/۲۵
	پل جنب کوچه کلاتری ۱۳	مستطیل	۴/۳	۵/۵	۲۳/۶۵
	انتهای کانال	مستطیل	۴	۵/۵	۲۲
کانی روزان (زیر حوضه غربی)	پل شهرک دارایی	مستطیل	۴	۸	۳۲
	پل کوچه دوم شهرک دارایی	مستطیل	۵	۷	۳۵
	پل عابر پیاده (روبروی مدرسه سجاده)	مستطیل	۳/۸	۷/۵	۲۸/۵
	پل کوچه سجادی	مستطیل	۵	۵/۶	۲۸
	انتهای سرشاخه	مستطیل	۵	۵/۶	۲۸
آبشوران	محل برخورد دو کانال	مستطیل	۴	۸	۳۲
	۷۰۰ متر پایین تر از محل الحال دو کانال	مستطیل	۴	۸	۳۲

منبع: پارس کنسولت، ۱۳۷۹

جدول ۶: ماتریس مقایسات زوجی روش AHP و وزن‌های معیارها برای ارزیابی و پهنه بندی سیل خیزی در حوضه آبشوران

معیارها	شیب	بارندگی سالانه	سنگ شناسی	پوشش زمین	خاک (واحد‌های ارضی)	تراکم زهکشی	وزن نسبی
شیب	۱	۰/۲	۸	۱	۷	۳	۰/۱۹۷
بارندگی سالانه	۵	۱	۹	۲	۵	۵	۰/۴۲۳
سنگ شناسی	۰/۱۲۵	۰/۱۱	۱	۰/۱۲۵	۲	۱	۰/۰۴۲
پوشش زمین	۱	۰/۵	۸	۱	۹	۴	۰/۲۳۷
خاک (واحد‌های ارضی)	۰/۱۴۲	۰/۲	۰/۵	۰/۱۱	۱	۰/۲۵	۰/۰۳۲
تراکم زهکشی	۰/۳۳	۰/۲	۱	۰/۲۵	۴	۱	۰/۰۶۹

منبع: نگارندگان

with respect to: Goal: Flood estimation

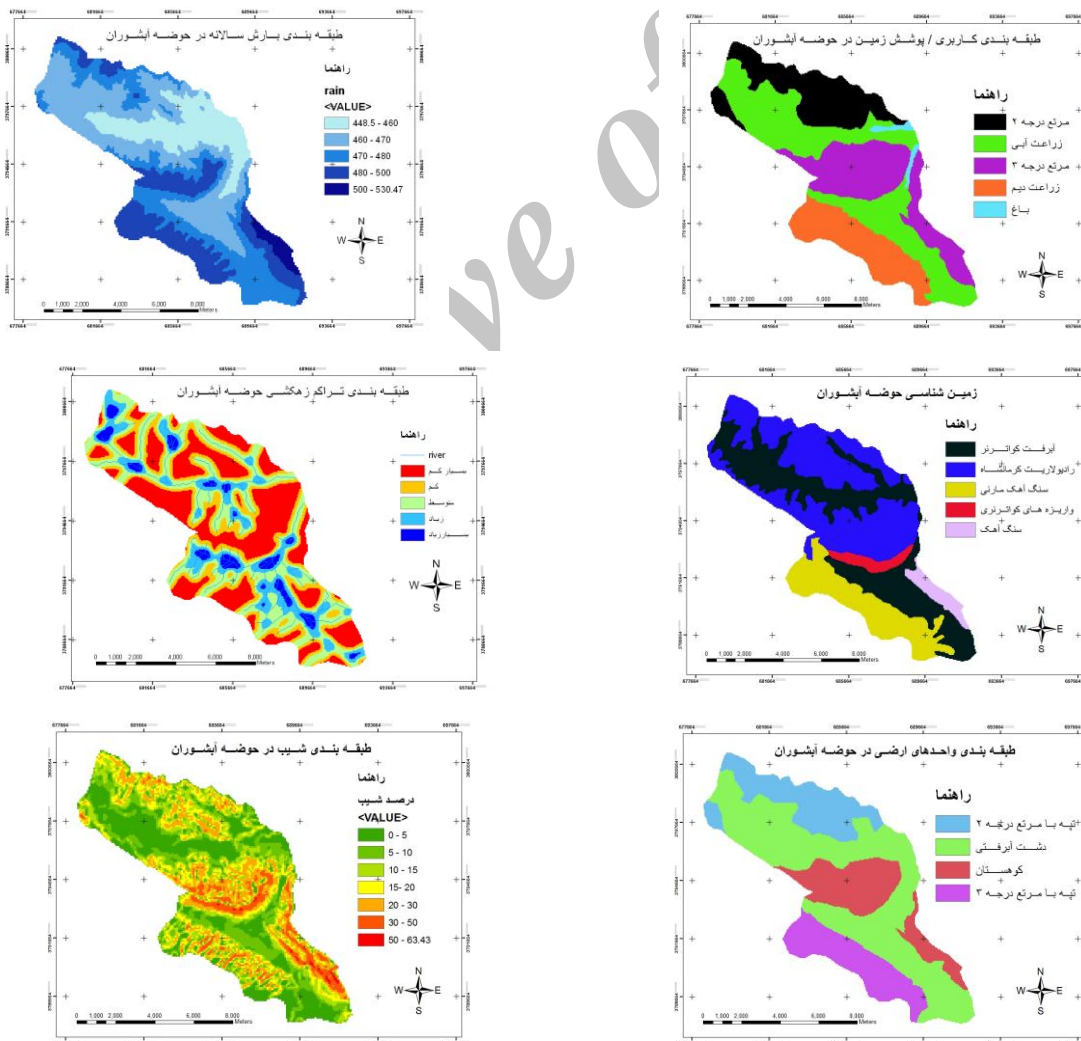
1	rain	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	slope
2	rain	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	lithology
3	rain	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	landcover
4	rain	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	landunit
5	rain	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	density of drriage
6	slope	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	lithology
7	slope	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	landcover
8	slope	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	landunit
9	slope	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	density of drriage
10	lithology	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	landcover
11	lithology	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	landunit
12	lithology	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	density of drriage
13	landcover	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	landunit

1 = Equal **3 = Moderate** **5 = Strong** **7 = Very Strong** **9 = Extreme**

شکل ۸: جدول خروجی ماتریس مقایسات زوجی معیارها در نرم افزار

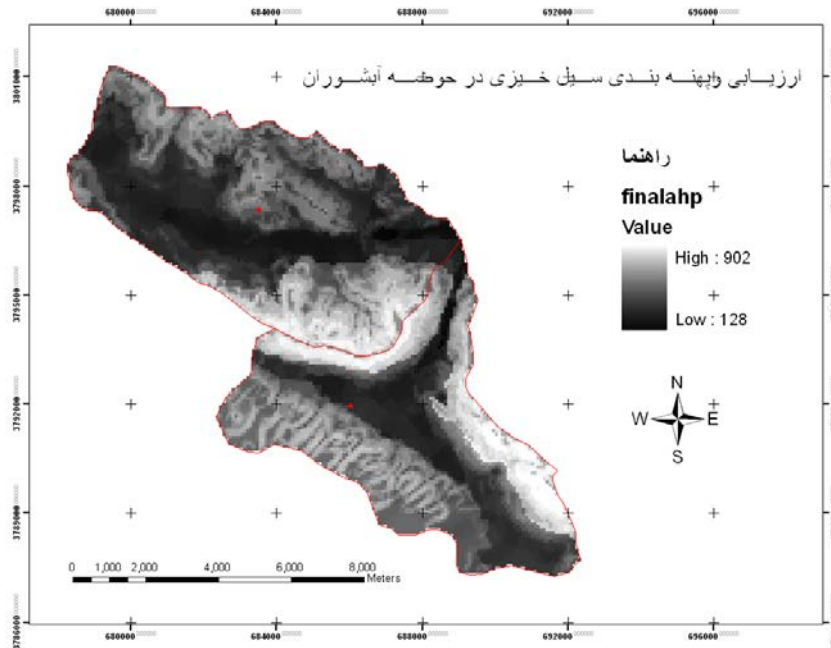


شکل ۹: وزن‌های خروجی معیارها



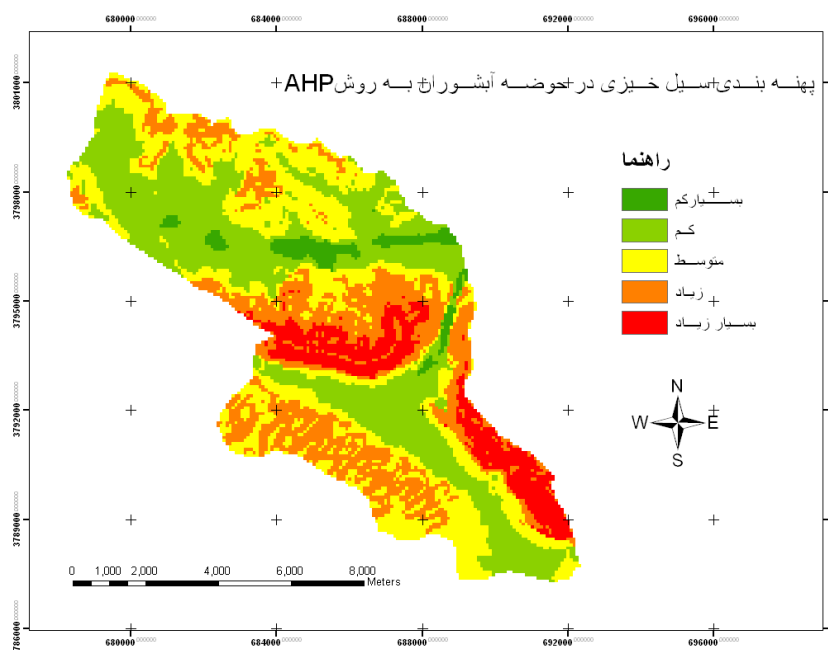
شکل ۷: معیارها و نقشه‌های مورد استفاده برای ارزیابی سیل خیزی (منبع: نگارندگان)

جدول (۷) مساحت هر یک از طبقات و پهنه‌های پتانسیل سیل خیزی را نشان می‌دهد. همچنان که جدول (۷) نشان می‌دهد ۹/۴ درصد از مساحت محدوده در پهنه با پتانسیل بسیار بالا و ۲۳ درصد از مساحت محدوده نیز در پهنه با پتانسیل بالا قرار دارد. این نواحی عمدتاً در بخش‌های بلند ارتفاعات در مرکز، شمال، جنوب‌شرق و جنوب حوضه آبخوران مشاهده می‌شوند. همپوشانی نقشه طبقه بندی سیل خیزی با نقشه‌های معیارها نشان می‌دهد که پهنه‌های با پتانسیل زیاد و بسیار زیاد سیل خیزی از نظر زمین شناسی در سنگ آهک، رادیولاریت و واریزه‌های مرتفع قرار دارند. از نظر کاربری/ پوشش زمین نواحی با پتانسیل زیاد و بسیار زیاد سیل خیزی در مراتع درجه ۳ و درجه ۲ دیده می‌شوند. از نظر شیب، دامنه‌های با شیب بیش از ۳۰ درصد و تند پتانسیل بالایی برای سیل خیزی دارند و واحد ارضی کوهستان با شیب زیاد و پوشش گیاهی ضعیف مستعد سیل خیزی است. مقایسه نقشه بارش با نقشه سیل خیزی نیز نشان می‌دهد که پتانسیل سیل خیزی با افزایش بارش رابطه مستقیمی دارد و بالاخره آن که بیشترین پتانسیل سیل خیزی در نواحی با تراکم زهکشی پایین دیده می‌شود. نواحی با کمترین پتانسیل سیل خیزی نیز در نواحی کم ارتفاع حوضه در دشت‌ها و دره‌های میانکوهی محدوده مورد مطالعه واقع بوده و عمدتاً نواحی زراعی را شامل می‌شوند (شکل ۱۰).



(منبع: نگارندگان)

شکل ۱۰: ارزیابی و پهنه بندی پتانسیل سیل خیزی در حوضه آبخوران (نقشه پیوستاری)



(منبع: نگارندگان)

شکل ۱: ارزیابی و پهنه بندی پتانسیل سیل خیزی در حوضه آبخیز آبه‌شوران (نقشه طبقه بندی شده)

جدول ۷: مساحت و درصد مساحت هریک از پهنه‌های پتانسیل سیل خیزی در حوضه آبخیز آبه‌شوران

پهنه	مساحت	درصد مساحت
بسیار بالا	۸۰۴/۸۶	۹/۴
بالا	۱۹۵۶/۶۸	۲۲/۶۹
متوسط	۲۶۰۹/۵۸	۳۰/۶
کم	۲۸۶۷/۷۸	۳۳/۶
بسیار کم	۲۷۷/۷	۳/۲
مجموع	۸۵۱۶/۶۱۸۴	۱۰۰

منبع: نگارندگان

– برآورد دبی سیلابی

با توجه به روش استدلالی و رابطه (۱)، دبی سیلابی در زیر حوضه سراب قنبر و کانی روزان محاسبه گردید و نتایج آن در جدول (۸) درج شده است. بر این اساس حداکثر دبی سیلابی زیر حوضه سراب قنبر در یک دوره برگشت ۲۵ ساله معادل ۱۰۰ و در یک دوره برگشت ۵۰ ساله معادل ۱۲۴ متر مکعب در ثانیه بر آورد شده است، همچنین دبی حداکثر سیلابی زیر حوضه کانی روزان در یک دوره ۲۵ ساله ۱۱۲ و در دوره ۵۰ ساله برابر ۱۴۰ متر مکعب بر آورد گردید. در محل اتصال دو آبراهه‌ی اصلی و ورودی رودخانه آبه‌شوران به داخل شهر کرمانشاه نیز حداکثر دبی سیلابی رودخانه معادل ۲۱۲ متر مکعب در ثانیه در یک دوره ۲۵ ساله و برابر ۲۶۴ متر مکعب در یک دوره ۵۰ ساله بر آورد شده است. نگاهی به جدول (۵) و عمق و عرض کانال‌های دفع آب‌های سطحی این بخش از شهر نشان می‌دهد که گنجایش هیچکدام از آنها بیش از حدود ۴۰ متر مکعب نیست، لذا نتایج جدول (۸) و برآورد سیلاب نشان می‌دهد که در آینده نیز با

رخداد سیلاب، بخش‌های قابل توجهی از حواشی کانال‌ها به دلیل عدم گنجایش عبور آب حاصل از سیل به وسیله کانال‌ها به زیر آب خواهند رفت و در اثر سیلاب آسیب خواهند دید.

جدول (۸) ویژگی‌های اصلی زیر حوضه‌ها و برآورد دبی حداکثر سیلابی به روش استدلالی

زیر حوضه‌ها	نام زیر حوضه	مساحت (هکتار)	متوسط شیب (درصد)	طول آبراهه اصلی (کیلومتر)	حداکثر دبی سیلابی	مترمکعب بر ثانیه
جنوبی	سراب قنبر	۳۹۴۸	۱۵/۵	۱۵/۵۴۳	دوره برگشت ۲۵ ساله	۱۲۴/۳۶
غربی	کانی روزان	۴۶۱۰	۱۳/۵	۱۳/۶۷۵	دوره برگشت ۲۵ ساله	۱۴۰/۱۴
مجموع	آبشوران	۸۵۵۸	۱۴/۵	۱۵/۵۴۳	دوره برگشت ۲۵ ساله	۲۶۴/۵

منبع: نگارندگان

بحث و نتیجه گیری

با توجه به مشکل سیلاب و طغیانی شدن کانال آبشوران، پتانسیل سیل خیزی این حوضه ارزیابی و نقشه‌ی پهنه بندی سیل خیزی برای آن تهیه و ترسیم گردید (شکل ۱۱). همچنان که شکل مذکور نشان می‌دهد نواحی با پتانسیل سیل خیزی بالا عمدتاً در ارتفاعات بلند کوهستانی مرکزی، جنوب شرقی و جنوبی حوضه‌ی آبشوران دیده می‌شود، نواحی که در آن بارش بیشتر، شیب تندتر و پوشش زمین عمدتاً برونزد سنگی، مراتع ضعیف یا اراضی بایر است. بر این اساس حدود ۳۰ درصد مساحت حوضه پتانسیل بالا و بسیار بالایی برای سیل خیزی دارد. سیل خیزی حوضه علاوه بر فرسایش خاک، تجمع رواناب در آبراهه‌های اصلی، احتمال تشدید شکل گیری گالی‌ها و وقوع سیلاب در پایین دست حوضه و در محل ورود به بافت شهری کرمانشاه را افزایش می‌دهد. استفاده از مدل AHP در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی می‌تواند با سرعت و دقت نسبتاً قابل قبولی نواحی مستعد سیل خیزی را مشخص و آشکار نماید. مقایسه‌ی پهنه‌های سیل خیز با تصویر ماهواره‌ای Google earth منطقه و مشاهده‌های میدانی نشان می‌دهد که مدل AHP از دقت قابل قبولی برخوردار است. با این وجود قضاوت محوری این مدل می‌تواند از عیوب آن نیز محسوب شود چون در صورت عدم وجود دانش و تجربه‌ی کافی و شناخت نسبت به موضوع و منطقه، ممکن است نتایج نه چندان صحیحی از این مدل حاصل شود. لیکن قابلیت پیوند آن با سیستم اطلاعات جغرافیایی و سرعت در تحلیل و محاسبات از مزایای آن محسوب می‌گردد.

برای برآورد سیل خیزی علاوه بر مدل AHP از مدل‌های دیگری هم چون شبکه‌های عصبی مصنوعی، منطق فازی، سلول‌های اتومات و ... نیز می‌توان بهره گرفت و کارایی آنها را مورد آزمون قرار داد. این مدل‌ها نیز قابلیت پیوند با سیستم اطلاعات جغرافیایی را دارند.

آبراهه‌های اصلی حوضه‌ی آبشوران شامل کانال سراب قنبر و کانال‌های کانی روزان کانال‌هایی با سابقه‌ی سیلابی و طغیانی هستند، در طول چند دهه‌ی گذشته موارد متعددی از وقوع سیلاب در این کانال‌ها و در محل عبور آنها از بافت شهری گزارش شده است، لذا تجربه نشان داده که سطح مقطع این کانال‌ها ظرفیت لازم برای عبور سیلاب‌های با دوره‌ی برگشت بالا را ندارد. ضمن آن که روند تخریب منابع طبیعی و تغییر کاربری زمین در حوضه‌های بالا دست، احتمال وقوع سیلاب‌ها را افزایش داده است.

برآورد دبی سیلابی در حوضه آبشوران نشان داد که هریک از آبراهه‌های وارده به شهر کرمانشاه در محل ورودی به شهر، پتانسیل وقوع سیلاب‌هایی با حجم ۱۰۰ متر مکعب در ثانیه را دارند در حالی که حداکثر ظرفیت عبور آب در کانال‌های موجود این بخش شهر، حدود ۴۰ متر مکعب است (به عنوان نمونه در پل کوچه شهرفرنگ و پل کوچه دوم شهرک دارایی)، حتی در محل اتصال دو کانال ورودی به شهر، این کانال توانایی عبور ۳۲ متر مکعب آب را دارا است (جدول ۵)، لذا در آینده نیز همچون گذشته احتمال وقوع سیلاب و سرریز آب از کانال‌ها در این محدوده وجود دارد مسئله‌ای که همراه با آسیب‌های جانی و مالی، تخریب دیواره‌های کانال‌ها و تخریب منازل است. بنابراین مسئله‌ای حفاظت از منابع طبیعی و خاک در حوضه‌ی آبشوران از مسائل بسیار مهم جهت کاهش احتمال وقوع سیلاب در این ناحیه است. در کنار آن طراحی مناسب و بهینه سازی کانال‌های آب‌های سطحی در این محدوده از شهر کرمانشاه بسیار حائز اهمیت می‌باشد. با توجه به خطر وقوع سیلاب، حریم کانال موجود نیز باید حفظ شده و رعایت شود تا از بروز آسیب‌های به تاسیسات و کاربری‌های حاشیه‌ی کانال‌ها جلوگیری به عمل آمده یا آسیب‌های وارده به حداقل برسد. با توجه به مجموعه بررسی‌های به عمل آمده در جهت کاهش پتانسیل سیل خیزی و کاهش آسیب‌های ناشی از سیلاب در بخش جنوب‌غربی شهر کرمانشاه پیشنهادات ذیل ارایه می‌گردد:

- انجام مطالعات آبخیز داری و حفاظت منابع طبیعی در حوضه آبشوران؛
- ممانعت از تغییر کاربری (توسعه‌ی دیم زارها) و تخریب مراتع در این حوض؛
- توسعه و تقویت پوشش گیاهی و انجام عملیات مرتعداری؛
- انجام مطالعات مهندسی سیلاب در کانال‌های رودخانه‌ای درون و برون شهری؛
- دیواره سازی و تثبیت بستر و حواشی کانال‌ها در بافت شهری؛
- محاسبه و تعیین حریم کانال رودخانه و تدوین ضوابط و مقررات مربوط به حریم رودخانه؛
- جلوگیری از وارد شدن و پخش زباله و فاضلاب در کانال‌های رودخانه‌ای.

منابع

- ۱- باباخانی، ع. (۱۳۷۱): "ریزش‌های جوی کوتاه مدت و شدید در دامنه‌های جنوبی البرز مرکزی مشرف بر شهر تهران و اثرات وقوع سیل در تهران و منابع آن" مجموعه مقالات اولین کنفرانس بین المللی بلایای طبیعی در مناطق شهری. دفتر مطالعات و برنامه ریزی شهرتهران.
- ۲- بذرافکن، م. (۱۳۷۸): "هیدروژئومورفولوژی حوضه آبخیز کن با تاکید بر سیل خیزی آن". پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران.
- ۳- پارس کنسولت. (۱۳۷۹): "طرح جمع آوری و دفع آب‌های سطحی حوزه آبریز جنوب قره سو".
- ۴- توکلی، م و رستمی نیا. (۱۳۸۵): "ارایه مدل منطقه‌ای برآورد سیلاب در حوزه‌های آبخیز استان ایلام". مجله علوم کشاورزی. سال ۱۲. شماره ۲. صص ۳۵۶-۳۴۷
- ۵- حسین زاده، س و مهناز جهادی طرقی. (۱۳۸۵): "اثرات گسترش شهر مشهد بر الگوی زهکشی طبیعی و تشدید سیلاب‌های شهری". پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۶۱ پاییز ۱۳۸۶. صص ۱۴۵-۱۵۹
- ۶- حشمت پور و همکاران. (۱۳۸۱): "بررسی کارایی هیدروگراف واحد لحظه‌ای ژئومورفولوژیک و ژئوکلیماتیک در برآورد دبی سیلاب". مجله منابع طبیعی ایران. جلد ۵۵. شماره ۱. سال ۱۳۸۱
- ۷- زارع، ج. (۱۳۷۱): "علل و عوامل وقوع سیلاب و آبگرفتگی در مناطق شهری ایران و راه‌های پیشگیری از آن". مجموعه مقالات اولین کنفرانس بین المللی بلایای طبیعی در مناطق شهری. دفتر مطالعات و برنامه ریزی شهرتهران. صص ۱۴۲-۱۲۹.

- ۸- سلیمانی و همکاران (۱۳۸۲): "بررسی نقش عوامل فیزیوگرافیک حوضه بر دبی‌های حداکثر لحظه‌ای در زیر حوضه‌های گرگانرود به منظور ارایه مدل منطقه‌ای سیلاب". مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. سال ۱۰ شماره ۴. زمستان ۱۳۸۲. صص ۱۷۳-۱۶۱.
- ۹- صابری، الف. (۱۳۷۵): "بررسی اثرات تغییرات ناشی از شهرسازی در مسیل‌های شمال تهران به منظور ارایه روش‌های کنترل و مدیریت سیلاب". پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت مدرس.
- ۱۰- علیزاده، الف. (۱۳۶۸): اصول هیدرولوژی کاربردی. چاپ دوم. انتشارات آستان قدس رضوی مشهد.
- ۱۱- قدسی پور، سیدحسن. ۱۳۸۱. "مباحثی در تصمیم‌گیری چندمعیاره: فرآیند تحلیل سلسله مراتبی". انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر. چاپ سوم. تهران
- ۱۲- کرکوتی و همکاران (۱۳۸۹): "برآورد مقدار سیلاب حداکثر به روش‌های مشاهده‌ای، کریگر و SCS، مطالعه موردی: رودخانه قره سو در کرمانشاه". محیط شناسی، پاییز ۱۳۸۹. (۵۵) ۳۶. صص ۹۹-۱۱۰.
- ۱۳- معاون-هاشمی، الف. (۱۳۷۹): "تحلیل منطقه‌ای سیلاب در خراسان". پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت مدرس تهران.
- ۱۴- مهدوی، م. (۱۳۷۶): "بررسی آثار اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی آسیب سیل". کارگاه آموزشی تخصصی مهار سیلاب رودخانه‌ها. تهران. انجمن هیدرولیک ایران.
- ۱۵- معیری و انتظاری (۱۳۸۷): "سیلاب و مروری بر سیلاب‌های استان اصفهان". چشم انداز جغرافیایی. سال سوم. شماره ۶ بهار و تابستان ۱۳۸۷. صص ۱۲۳-۱۰۹.
- ۱۷- مهدوی، م. (۱۳۷۸): "مدیریت سیل". وزارت کشور. دفتر مطالعات و هماهنگی امور ایمنی و بازسازی، برنامه عمران سازمان ملل متحد. تهران.
- ۱۸- نصری، م. (۱۳۸۸): "بررسی سیلاب‌ها و شبکه مسیل‌های تاثیر گذار بر شهر زواره و توجه به آن در برنامه ریزی شهری". چشم انداز زاگرس. زمستان ۱۳۸۸. ۱ (۲). صص ۶۵-۷۸.
- ۱۹- وزارت نیرو. (۱۳۸۵): "راهنمای ارزیابی آسیب سیلاب". نشریه شماره ۲۹۶. شرکت سهامی مدیریت منابع آب ایران. معاونت پژوهش و مطالعات پایه.
- ۲۰- ولایتی و همکاران. (۱۳۸۴): "اهمیت مدیریت ریسک سیلاب در مناطق روستایی، مطالعه موردی: حوضه آبریز کارده". جغرافیا و توسعه. پاییز و زمستان ۱۳۸۴. صص ۳۹-۵۴.
- ۲۱- نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ کرمانشاه. سازمان نقشه برداری کشور.
- ۲۲- نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ کرمانشاه. سازمان زمین شناسی کشور.

- 23-Chen et al. (2009): "A GIS-Based Model for Urban Food Inundation". Journal of Hydrology, 373 (2009): pp. 184-192
- 24-Guha et al. (2004): "Thirty Years of Natural Disasters 1974-2003 The Numbers". UCL Peeresses, Universities, DE Louvain.
- 25-Lumme et al. (2004): "Applying a GIS-Based Geomorphologic Routing Model in Urban Catchments". Journal of Hydrology. Vol. 300. pp 203-216.
- 26-Maantay, m & A. Marko. (2009): "Mapping Urban Risk: Flood, Race and Environmental Justice in New York. Applied Geography, 29. (2009): pp. 111-124.
- 27-Mignot et al. (2006): "Modeling Floods in Dense Urban Area Using 2D Shallow Water Equations". Journal of Hydrology. (2006): 326. pp 186-199.
- 28- Saaty, T.L. (1980): The Analytic Hierarchy Process. Mc Graw-Hill International. New York, NY, U.S.A.
- 29- Schmitt et al. (2004): "Analysis and Modeling of Flooding in Urban Drainage Systems". Journal of Hydrology. Vol. 299. pp 300-311.
- 30- Tada et al. (2001): "Analysis of Overland Flood Flow Intrusion Into Underground Space in Urban Area". Journal of Hydro Science and Hydraulic Engineering. Vol. 18. no 2. pp 43-54.

- 31-Vander et al. (2003):"A Segmentation and Classification Approach of IKONOS-2 Imagery for Land Cover Mapping to Assist Flood Risk and Flood Damage Assessment". International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation. Vol. 4. pp. 217-229.
- 32-White et al. (2000):" The Effects of Watershed Urbanization on The Stream Hydrology and Riparian Vegetation of Los Penasquitos Greek California. Landscape and Urban Planning. Vol. 74.pp 125-138.
- 33- www.econews.ir Rise Flood Zoning, Flood Estimation and Performance Evaluation of Surface Water Disposal Channels.
- 34- <http://fa.wikipedia.org/wiki>.
- 35- <http://www.mehrnews.com/fa/NewsDetail.aspx?NewsID=1461728>.
- 36- <http://sharghnewspaper.ir/News/90/09/19/18888.html>.

Archive of SID