پهنه‌بندی پتانسیل خطر وقوع سیلاب

در قسمت مرکزی میانه با استفاده از مدل ANP

هاشم رستم‌زاده، استادیار گروه سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشگاه تبریز
سونیا سرافراز اسبق، دانشجوی کارشناسی ارشد، سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشگاه تبریز
مهسا میانجی، دانشجوی کارشناسی ارشد، سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشگاه تبریز

چکیده

سیلاب یکی از پدیده‌های پیچیده و مخرب طبیعی است که هرساله در جهان و از جمله در کشور ما خسارت‌های فراوانی را به‌دنبال می‌آورد. منطقه شمال‌غرب ایران، به دلیل داشتن اقلیمی نیمه‌خشک و کوهستانی و در نتیجه تغییرپذیری بالای بارش، از جمله مناطقی است که در معرض سیلابهای مخرب قرار دارد. منطقه مورد مطالعه قسمت مرکزی شهرستان میانه در استان آذربایجان‌شرقی است. برای انجام این پژوهش از روش‌های توصیفی، میدانی و تحلیلی استفاده شد. متغیرهای ارتفاع، شیب، تراکم زهکشی، جهت شیب و فاصله از رودخانه مورد بررسی قرارگرفته‌اند و لایه‌های اطلاعاتی در نرم‌افزارهای Arc GIS و ENVI تهیه شد. برای تعیین میزان اثر وزن‌دهی به متغیرهای اصلی و طبقه‌های فرعی هر یک از متغیرها در رابطه با خطر وقوع سیل از مدل ANP در قالب نرم‌افزار Super Decision استفاده شد. نتایج نشان می‌دهد که عامل فاصله از رودخانه با میزان ۳۵ درصد در رابطه با رخداد سیلاب، از بیشترین میزان اهمیت و عوامل شیب با ۷ درصد از کمترین میزان اهمیت برخوردار است و تأثیر ارتفاع ۱۳ درصد و زهکشی با ۲۱/۳درصد و جهت شیب با ۲۲/۵ درصد، هستند.

کلیدواژه‌ها: سیلاب، پهنه‌بندی، قسمت مرکزی میانه، ANP مدل، GIS

مقدمه

در یک تعریف بسیار ساده سیل جریانی از آب است که حجم آن نسبت به میانگین، در طول رودخانه، بالاتر باشد. سیلاب‌ها در طول تاریخ رایج‌ترین، مرگ‌بارترین و پرهزینه‌ترین خطر در میان مخاطرات طبیعی بوده‌اند. خطر وقوع سیل طی زمان افزایش یافته است، به‌ویژه از زمانی که بسیاری از کشورها مجوز ساخت‌وساز در دشت‌های سیلابی را صادر کردند و حتی رشد تجاری و مسکونی در این مناطق را مورد حمایت قرار دادند.

در ایران نیز همانند سایر مناطق سیل‌خیز دنیا در دهه‌های اخیر، شدت وقوع سیلاب‌ها و میزان خسارت‌های ناشی از آن به‌طور چشمگیری افزایش یافته است (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور،۱۳۸۰) آمار پنج دهه گذشته نشان می‌دهد که تعداد وقوع سیل در دهۀ ۸۰ نسبت به دهۀ ۴۰ کمابیش ۱۰ برابر شده و به بیان دیگر ۹۰۰ درصد افزایش داشته

است. (عبدی، ۱۳۸۵)

اندازه و تکرار رویداد سیلاب در هر منطقه، بستگی به عوامل متعددی دارد. ویژگی‌های فیزیکی حوضه آبریز مانند: شکل، شیب، شبکه آبراه‌ها و ناهمواری زمین، همراه با ویژگی‌های هیدرولوژیکی مانند: بارش، ذخیره و تلفات برگابی و چالابی، تبخیر و تعرق و نفوذپذیری و اقدامات ناشی از فعالیت‌های بشری، در بروز و تشدید سیلاب یا کاهش و افزایش میزان خسارت‌های ناشی از آن دخالت دارند.

شناخت این عوامل و دسته‌بندی آن‌ها در هر منطقه، از اصول اولیهٔ مهار سیلاب و کاهش خطرات آن است(رضوی ۱۳۸۷) بنابراین در کنترل و مبارزه با سیلاب، شناخت عوامل مؤثر بر آن اهمیت بسیار زیادی دارد. به گفته دیگر، پیش از هرگونه برنامه‌ریزی برای کنترل سیل، باید رفتار فرآیندهای آن را شناخت (اسمیت، به نقل از قنواتی، ۱۳۸۲) نقشه‌های پهنه‌بندی سیل، اطلاعات ارزشمندی را در رابطه با طبیعت سیلاب‌ها و آثار آن بر اراضی دشت سیلابی ارائه می‌دهند. در پهنه‌بندی سیل برای کنترل کاربری و توسعه اراضی، نواحی سیلاب دشت به قسمت‌هایی با خطرپذیری‌های متفاوت تقسیم می‌شوند (ولیزاده: ۱۳۸۲)

هر یک از عوامل مؤثر بر رخداد سیلاب، سهم متفاوتی در میزان خطر وقوع آن در سطح حوضه‌های آبریز دارند، به‌طوری‌که می‌توان این عوامل را به توجه به‌میزان اهمیت هر یک، اولویت‌بندی کرد. در این پژوهش، برای به‌دست آوردن میزان اهمیت هر یک از این عوامل، از مدل ANP استفاده شده است. یکی از روش‌های پرکاربرد در تصمیم‌گیری‌های چندمعیاره، فرایند تحلیل شبکه‌ای ANP است. این روش گسترش‌یافته شبکه AHP است. (مؤمنی و شریفی سلیم، ۱۳۹۰). به‌طور کلی ANP از ترکیب ۴ گام اصلی به‌وجود می‌آید: ۱. پایه‌ریزی مدل و ساختار مسئله. ۲. ماتریس مقایسه‌های زوجی و بردارهای تقدم. ۳. تشکیل سوپرماتریس و ۴. انتخاب بهترین گزینه. (۷۶-۶۳: (نجفی، ۱۳۸۹)

در زمینه پهنه‌بندی سیلاب می‌توان به کارهایی اشاره کرد که پژوهشگران مختلف با روش‌های گوناگون انجام داده‌اند که از جمله می‌توان یانینا (۲۰۰۸)، لزی۲ و همکاران (۲۰۰۹)، عنایتی (۱۳۸۲)، داورزنی (۱۳۸۳)، وهابی (۱۳۸۵) ولیزاده کامران (۱۳۸۶)، اسلامی و ثقفیان (۱۳۸۷)، امیدوار و کیان‌فر (۱۳۸۹)، غریب و همکاران (۱۳۸۶)، شعبانلو و همکاران (۱۳۸۷) را نام برد.

منطقه مورد مطالعه

شهرستان میانه، در جنوب شرقی استان آذربایجان‌شرقی قرار دارد. شهرستان‌های سراب و چاراویماق به‌ترتیب، حدود شمالی و غربی آن را می‌پوشاند. حدود جنوبی این شهرستان با قسمتی از جنوب اردبیل هم‌جوار است و شهرستان خلخال واقع در استان اردبیل نیز همسایهٔ شرقی این شهرستان به‌شمار می‌رود. گوشهٔ شمال‌غربی حدود شهرستان میانه از ۸۲ کیلومتری جنوب‌شرقی تبریز شروع و به طول ۸۰ کیلومتر به سمت جنوب و شرق کشیده می‌شود. مرکز شهر میانه، به خط مستقیم در ۱۳۸ کیلومتری جنوب‌شرقی تبریز قرار دارد. شهرستان میانه به همراه هشترود و چاراویماق دوازده‌هزار کیلومتر وسعت دارند و مردمان مناطق یاد شده، بعد از تبریز، برای امور اقتصادی خود به شهر میانه مراجعه می‌کنند. شهرستان میانه و مناطق روستایی آن دورافتاده‌ترین نقاط نسبت به مرکز استان به‌شمار می‌روند. این شهرستان در ۴۷درجه و ۴۲ دقیقهٔ طول شرقی و ۳۷ درجه و ۲۰ دقیقهٔ عرض شمالی، بین دو رشته کوه بزقوش و قافلانتی واقع شده و ۱۱۰ متر از سطح دریا ارتفاع دارد. متوسط بارش سالانه آن ۳۲۰ میلی‌متر در نقاط کم‌ارتفاع جنوب شرقی و در بالای ارتفاعات بزقوش از ۳۹۳ تا ۶۰۰ میلی‌متر متغیر است. متوسط دمای سالانه نیز در این شهرستان، ۳ الی ۱۴/۵ درجه سانتیگراد، در مناطق مختلف آن می‌باشد. منابع آب‌های سطح‌الارضی و رودخانه‌های میانه و میزان آب‌دهی آن به شرح زیر است: ۱. رودخانه شهری چای یا شهر چایی، با ۱۳۰ میلیون مترمکعب. ۲. قارلانقوچای با ۵۱۰ میلیون مترمکعب ۳. رودخانه آیدوغموش با ۱۵۰ میلیون مترمکعب ۴. رودخانه قزل‌اوزن با ۱۲۵۰ میلیون مترمکعب ۵. گرمه چای (گرمرود) با ۳۰۰ میلیون مترمکعب. همهٔ این رودخانه‌ها از طریق قزل‌اوزن به دریای خزر وارد می‌شوند. علاوه بر اینها چندین رود کوچک دیگر از جمله رودخانه شیخ احمد ترکمان، صومعه، اشلق و قوری‌چای که از رشته کوه بزقوش سرچشمه می‌گیرند و به رودخانه قزل‌اوزن می‌ریزند. تعدادی چشمه‌های کوچک و بزرگ و در حدود ۲۹۶ رشته قنات نیز با عمق، طول و میزان آب نسبتاً کم، در قسمت‌های مختلف شهر و روستا پراکنده‌اند که بخشی از آب مورد نیاز شهرستان را تأمین می‌نمایند. شهرستان میانه مرکز فرمانداری ویژه دارای سه بخش به نام‌های بخش مرکزی، بخش کاغذکنان و بخش کندوان می‌باشد.

روش پژوهش

برای انجام این پژوهش پس از مشخص کردن متغیرهای مورد بررسی، شامل شیب، جهت شیب، فاصله از رودخانه، ارتفاع و تراکم زهکشی، نسبت به گردآوری داده‌ها اقدام شده است. این داده‌ها شامل نقشه‌های توپوگرافی مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ هستند. سپس لایه‌های اطلاعاتی در ETM تصاویر ماهواره‌ای به هرماه الحاقی‌های مربوطه تهیه شد. بدین‌گونه که لایه‌های شیب، جهت شیب و تراکم Arc GIS و ENVI نرم‌افزارهای با قدرت تفکیک ۳۰ متر تهیه شد. برای به‌دست آوردن میزان اهمیت هر یک از این عوامل (معیارها) در رابطه با رخداد سیل و روش وزن‌دهی به کار برده شده است. برای حل یک مسئله با این روش، ابتدا

ANP متغییرهای اصلی و طبقه‌های فرعی متغیرها، از مدل باید شبکه‌ای از هدف، معیارها، زیرمعیارها، گزینه‌ها و روابط بین آن‌ها شناسایی و رسم شود. در گام بعدی همه مقایسه‌های زوجی انجام گیرد. معیاری که مقایسه‌های زوجی نسبت به آن یا با توجه به آن انجام می‌شود، به «معیار کنترلی» معروف است. وزن معیارها و وزن گزینه‌ها، در سوپرماتریسی که سطرها به مقدار ثابتی میل کنند، به دست خواهد آمد (مؤمنی و شریفی سلیم: ۱۳۹۰) در این مدل اندازه‌گیری مقادیر اهمیت نسبی به مانند تحلیل سلسله‌مراتبی با مقایسه‌های زوجی و به کمک طیف ۱ تا ۹ انجام می‌شود. عدد ۱ نشان‌دهندهٔ اهمیت یکسان بین دو عامل و عدد ۹ نشان‌دهندهٔ اهمیت شدید یک عامل نسبت به عامل دیگر است (کیانی و دیگران: ۱۳۸۹)

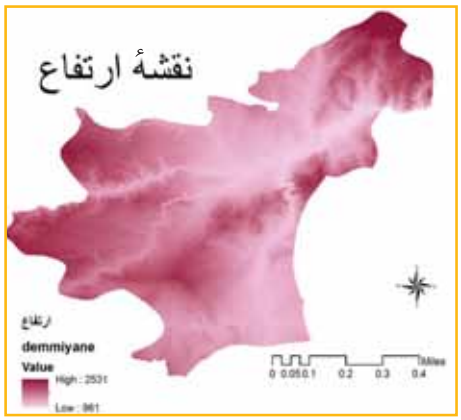
بدین منظور تعداد ۱۵ پرسش‌نامه برای به‌دست آوردن رابطه و میزان اثر این عوامل در رابطه با خطر وقوع سیلاب در سطح حوضهٔ آبریز تهیه شد و در اختیار کارشناسان ژئومورفولوژی قرار گرفت. پس از تحلیل پرسش‌نامه، برای محاسبهٔ وزن‌های نهایی هر معیار و زیرمعیار (با توجه ارتباطات درونی) از نرم‌افزار Super Decisions استفاده شد. این نرم‌افزار را ساعتی و همکارش ارائه کردند. این بستهٔ نرم‌افزاری، توانایی ساخت مدل‌های تصمیم به همراه وابستگی‌ها و بازخورد و محاسبهٔ سوپرماتریس را دارد (مؤمنی و شریفی سلیم: ۱۳۹۰) وزن‌های نهایی منتج از این نرم‌افزار، وارد جداول توصیفی لایه‌های اطلاعاتی در نرم‌افزار Arc GIS شده و پس از آماده‌سازی با استفاده از مدل همپوشانی ریاضی، نقشهٔ پهنه‌بندی خطر وقوع سیلاب در سطح حوضه آماده شد.

یافته‌های پژوهش

عوامل مؤثر بر وقوع یا تشدید خطر سیل

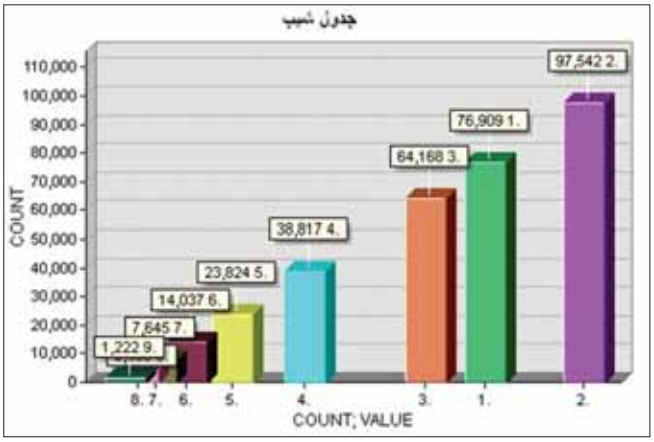
- عامل شیب

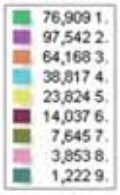
با افزایش شیب عمومی سطح حوضه، فرصت لازم برای نفوذ کاهش می‌یابد، به‌عبارت دیگر، می‌توان گفت که با افزایش شیب



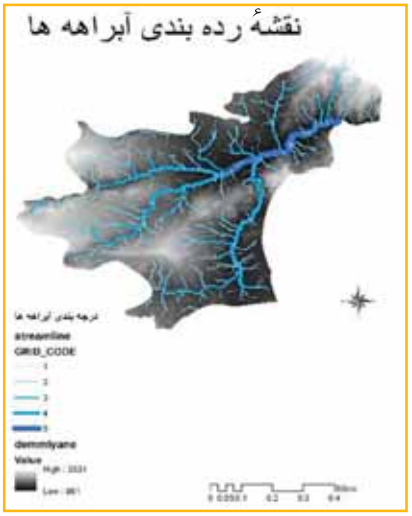
شکل ۱ . نقشه ارتفاع

شکل ۱ . نمودار ارتفاع

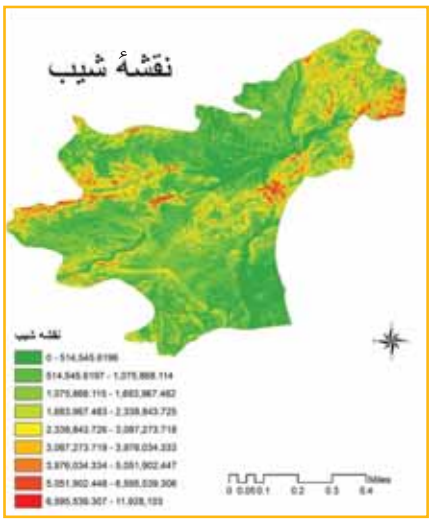




شکل ۲ .درصد مساحت هر یک از طبقه‌های شیب

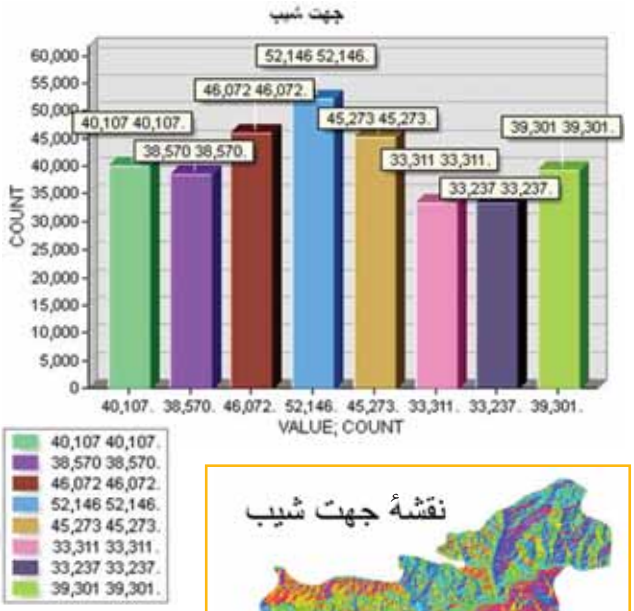


شکل ۳ . نقشه شیب حوضه مرکزی میانه

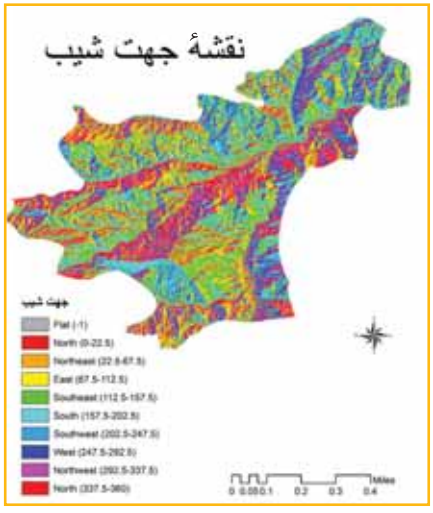


شکل ۴. نقشه رده بندی آبراهه ها حوضه مرکزی میانه

حوضه، زمان تمرکز کاهش می‌یابد (نجمایی، ۱۳۶۹) شیب‌های زیاد، باعث ایجاد اوج‌های بالا در آب نمود می‌شوند (زاهدی:۱۳۸۷) نقشهٔ شیب حوضهٔ مورد مطالعه با استفاده از تصاویر DEM منطقه و بهره‌گیری از نرم‌افزار Arc GIS تهیه شد. شکل شمارهٔ



شکل ۵. نمودار جهت شیب حوضه مرکزی میانه



شکل ۶. نقشه شیب حوضه مرکزی میانه

۲، درصد مساحت هر یک از طبقه‌های شیب را نشان می‌دهد که با توجه به درصد بیشترین فراوانی را در سطح حوضه دارد.

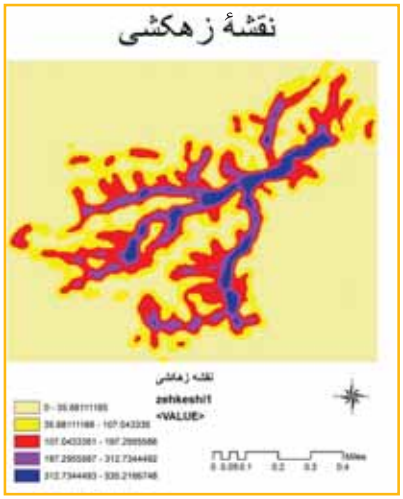
● عامل جهت شیب

عامل جهت شیب از عوامل تأثیرگذار بر پهنه‌بندی خطر سیلاب به‌شمار می‌رود.

● عامل تراکم زهکشی

میزان تراکم زهکشی، یک شاخص مهم در تعیین شدت سیلاب‌ها، میزان بار رسوبی، بیلان آب در کل حوضه و به‌طور کلی در چگونگی فعالیت فرایندهای رواناب‌های سطحی است (زاهدی، ۱۳۸۷) برای دخالت دادن نقش تراکم زهکشی زیر حوض‌ها در خطر وقوع سیلاب، تراکم زهکشی برای هر یک از زیر حوضه‌ها محاسبه شد و نتایج نشان‌دهندهٔ اختلاف زیاد زیر حوض‌ها در رابطه با شیب، سنگ‌شناسی، مساحت و سایر مواردی می‌باشند که در میزان تراکم زهکشی مؤثر است. حوضهٔ مورد مطالعه بر

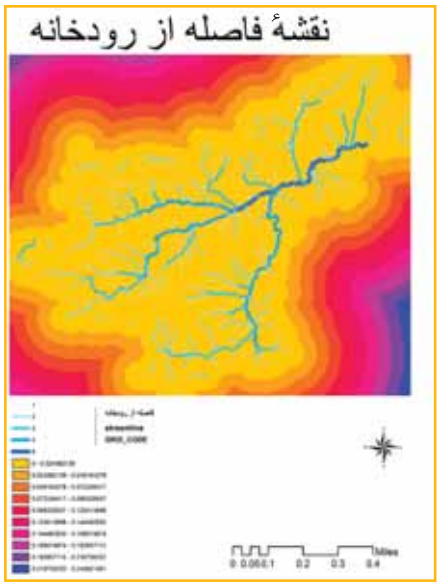
شکل ۷. نمودار تراکم زهکشی حوضه مرکزی میانه



شکل ۸. نقشه تراکم زهکشی حوضه مرکزی میانه

اساس مقادیر تراکم زهکشی زیرحوضه‌ها، به پنج طبقه تقسیم شدند. این طبقه‌بندی نیز با استفاده از روش آماری انجام گرفت. هرچه تراکم زهکشی زیرحوضه‌ای بالاتر باشد، تخلیه رواناب در سطح آن به سادگی انجام خواهد شد، در نتیجه زمان تمرکز کاهش

شکل ۹ . نمودار فاصله از رودخانه حوضه مرکزی میانه



شکل ۱۰ . نقشه فاصله از رودخانه حوضه مرکزی میانه

یافته و میزان خطر وقوع سیل افزایش می‌یابد.

● عامل فاصله از رودخانه

هرچه قدر مناطق مسکونی به رودخانه نزدیک‌تر باشد احتمال طغیان رودخانه و به‌وجود آمدن سیلاب و در نتیجه خسارت بیشتر می‌شود.

● تعیین درجه اهمیت متغیرهای مؤثر بر وقوع سیل

بدین منظور پس از تشکیل ساختار ANP پس از به‌دست آوردن لایه‌های اطلاعاتی، برای وزن‌دهی از مدل ماتریس مقایسه‌ای، شامل شش سطر و شش ستون، از طرق پرسش‌نامه و دیدگاه‌های کارشناسان ژئومورفولوژی، برای تعیین رابطه و میزان اهمیت هر یک از این معیارها و زیرمعیارها استفاده شد (برای نمونه جدول شمارهٔ ۱ درصفحه بعد). برای تحلیل دیدگاه‌ها روش بردار مورد استفاده قرار گرفت. در روش بردار براساس قاعده اکثریت، روش‌های مختلف ترجیحی گزینه‌ها نسبت به یکدیگر ملاک عمل قرار داده می‌شود. (پور طاهری، ۱۳۸۹) پس از تشکیل سوپرماتریس‌ها، وزن‌ها یا Super Decisions و SPSS انجام محاسبات از نرم‌افزارهای ارزش‌های هر معیار (جدول شماره ۲) و وزن‌های نسبی هر زیرمعیار و ارتباطات درونی آن‌ها نسبت به هدف پژوهش به‌دست آمد. وزن‌های نهایی برای هر یک از زیرمعیارها (با توجه به ارتباطات درونی) در محیط نرم‌افزار محاسبه شد. سپس در Arc GIS محاسبه و در نرم‌افزار Super Decisions وارد جداول توصیفی هر یک از لایه‌ها شدند و هر یک از لایه‌ها با توجه به ارزش‌های جدید، بار دیگر طبقه بندی شدند. هر یک از این لایه‌ها را می‌توان به‌عنوان یک نقشهٔ پهنه‌بندی خطر وقوع سیلاب، تنها براساس عامل مربوطه در نظر گرفت. پس از آماده‌سازی لایه‌های اطلاعاتی، با توجه به میزان اهمیت، از ابزار تحلیلگر فضایی برای همپوشانی ریاضی لایه‌ها استفاده شد.

میزان اهمیت معیار

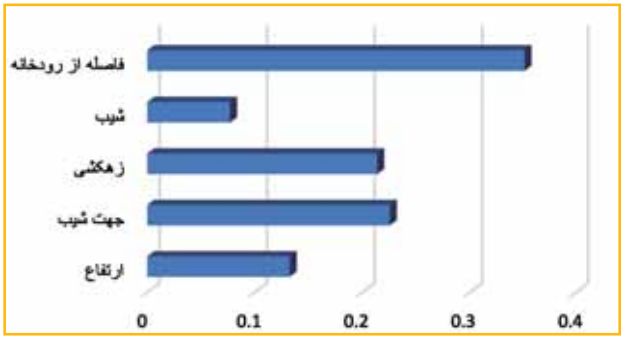
نقشه پهنه‌بندی خطر سیلاب در قسمت مرکزی میانه

بحث و نتیجه‌گیری

پهنه‌بندی نهایی پتانسیل خطر وقوع سیلاب در حوزه مورد مطالعه، با توجه به ارتباطات درونی و براساس دخالت وزن‌ها یا ارزش‌های نهایی هر یک از متغیرهای اصلی و همچنین طبقات فرعی متغیرها انجام گرفت. تحلیل وزن‌ها و ارتفاع رواناب نشان می‌دهد که در رابطه با خطر وقوع سیلاب، عامل فاصله از رودخانه با مقدار ۳۵، ANP نهایی منتج از بیشترین میزان و عامل شیب با ۷ درصد از کمترین اهمیت برخوردارند. در واقع می‌توان گفت که خطر وقوع سیلاب در حوضهٔ مورد مطالعه تا حد زیادی وابسته به شرایط فیزیکی حوضه و فاصله از رودخانه‌ها و مسیرهای عبور آب دارد. ولی ارتفاع روانابی که یک بارش مشخص تولید می‌کند، تا حد زیادی متأثر از ویژگی‌های فیزیکی حوضه است. از این‌رو با اینکه کنترل عوامل اقلیمی منطقه، مانند شدت، مدت و نوع بارش، امکان‌پذیر نیست ولی با انجام اقداماتی در محدودهٔ حوضهٔ آبریز (به‌ویژه در پهنه‌های با خطر بالای وقوع سیل) مانند کاهش شیب به‌صورت پلکانی در قسمت‌های مختلف حوضه، ساماندهی بستر آبراههٔ اصلی، آبخیزداری و مانند آن، می‌توان خطرات وقوع سیلاب را به حداقل رساند. با توجه به نقشه پهنه‌بندی خطر وقوع سیل حوضه (شکل

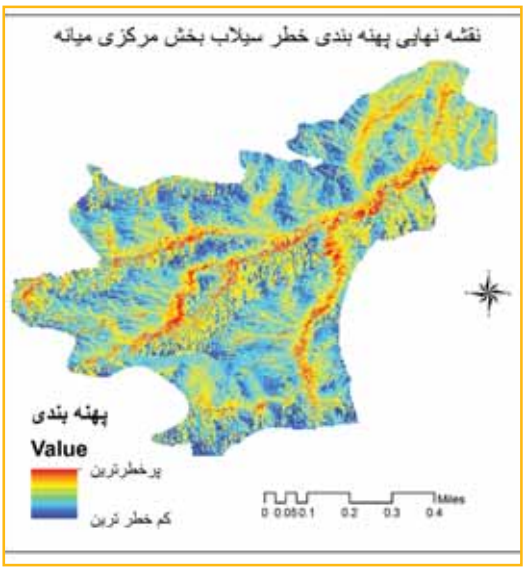
جدول ۱. نمونه‌ای از مقایسات زوجی (معیار شیب با سایر معیارها)

جهت شیب	>=۹/۵	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	>=۹/۵	ارتفاع
زهکشی	>=۹/۵	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	>=۹/۵	ارتفاع
شیب	>=۹/۵	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	>=۹/۵	ارتفاع
فاصله از رودخانه	>=۹/۵	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	>=۹/۵	ارتفاع
زهکشی	>=۹/۵	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	>=۹/۵	جهت شیب
شیب	>=۹/۵	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	>=۹/۵	جهت شیب
فاصله از رودخانه	>=۹/۵	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	>=۹/۵	جهت شیب
شیب	>=۹/۵	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	>=۹/۵	زهکشی
فاصله از رودخانه	>=۹/۵	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	>=۹/۵	زهکشی
فاصله از رودخانه	>=۹/۵	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	>=۹/۵	شیب



شکل ۱۱ . نمودار مقایسه میانه شیب با سایر معیارها

شمارهٔ ۱۲)، می‌توان نتیجه گرفت که به استثنای قسمت‌هایی از بالادست حوضه، هم‌زمان با نزدیک شدن و به‌هم پیوستن دو شعبهٔ اصلی حوضه مورد مطالعه، خطر وقوع سیلاب افزایش می‌یابد. این امر به دلیل دخالت مشترک تعدادی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر رخداد سیلاب و همچنین برقراری ارتباطات درونی بین متغیرها است. در بیشتر این قسمت‌ها این عوامل در ترکیب با عوامل دیگری چون، تراکم زهکشی بالا و جهت شیب مؤثر، باعث شده که در این قسمت از حوضه خطر وقوع سیلاب افزایش یابد. افزون بر این، در این محدوده از حوضه، دو شعبه اصلی به تدریج به هم نزدیک شده و در نهایت با تشکیل یک آبراهه واحد میزان دبی (به‌خصوص در فصل بهار) یک‌باره افزایش پیدا می‌کند که در صورت محدودیت بستر اصلی در انتقال جریان آب، می‌تواند باعث وقوع سیل شود.



شکل ۱۲ . نقشه پهنه بندی خطر سیل

منابع

۱. اسلامی، ع. و ثقفیان، ب. (۱۳۸۷). نقش عوامل مورفومتری و اقلیمی حوضه در تولید جریان‌های سیلابی. ۱۴۹ ـ (مطالعه موردی: حوضه‌های آبخیز ناحیه غربی خزر)، پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، شمارهٔ ۷۸، صص. ۱۵۷.

۲. خیری‌زاده و ملکی (۱۳۹۱) پهنه‌بندی خطر سیلاب در حوضه آبریز مردق‌چای با استفاده از مدل ANP، پژوهش های ژئومورفولوژی کمی شماره۳، زمستان ۱۳۹۱، صص ۳۹ـ۵۶.

۳. پایگاه اینترنتی مرکز آمار ایران به نشانی .Http://www.amar org.ir

۴. پورطاهری، م. (۱۳۸۹). کاربرد روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه در جغرافیا، چاپ اول، انتشارات سمت، تهران.

۵. داورزنی، ز. (۱۳۸۳) پهنه‌بندی خطر سیل‌خیزی با تأکید بر ویژگی‌های ژئومورفولوژیک، مطالعهٔ موردی: حوضهٔ آبخیز داورزن، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تهران.

۶. رضوی، ا. (۱۳۸۷). اصول تعیین حریم منابع آب، چاپ اول، انتشارات دانشگاه صنعت آب و برق، تهران.