پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره ۷۲، تابستان ۱۳۸۹
صص. ۹۰-۷۳

پهنه‌بندی پتانسیل سیل‌خیزی حوضه آبریز کنجانچم

کمال امیدوار* – دانشیار اقلیم‌شناسی گروه جغرافیا، دانشگاه یزد
آمنه کیان‌فر – کارشناس ارشد اقلیم‌شناسی، دانشگاه یزد
شمس‌الله عسکری – کارشناس ارشد جغرافیای طبیعی و عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان ایلام

پذیرش مقاله: ۱۳۸۸/۸/۱۱ تأیید نهایی: ۱۳۸۹/۴/۲۶

چکیده

ویژگی هندسی آبخیزها در مطالعات و برآوردهای سیلاب بسیار مورد توجه است. این مشخصه در حوضه‌های فاقد آمار مهم‌ترین نقش را در برآوردهای هیدرولوژی دارد. تنوع آبخیزهای کشور به لحاظ شرایط اقلیمی، پوشش گیاهی، خاک و زمین‌شناسی و نبود ایستگاه‌های هیدرومتری، مسئله اساسی در عدم برآورد صحیح پیش‌بینی‌های سیلاب است. در این تحقیق، حوضه آبریز کنجانچم در استان ایلام به ۲۹ زیرحوضه تقسیم شده و برای هر زیرحوضه ۲۸ پارامتر ژئومتری، فیزیوگرافی، نفوذپذیری و اقلیمی ـ مانند مساحت، محیط، طول و شیب آبراهه اصلی، طول و شیب حوضه، زمان تمرکز، ضریب شکل و متغیر بارش، تاج پوشش گیاهی، CN، دبی ـ با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS محاسبه شده است. برای تعیین پتانسیل سیل‌خیزی زیرحوضه‌های حوضه آبریز کنجانچم از روش‌های آماری تحلیل عاملی و تحلیل خوشه‌ای استفاده شد، به گونه‌ای که داده‌های ۲۸ متغیر زیرحوضه‌ها به‌وسیله نرم‌افزار SPSS پردازش گردیدند و در قالب ۵ عامل اصلی (شکل، آبراهه، شیب، زهکشی و رواناب) خلاصه‌سازی شدند. نتایج به‌دست آمده بیانگر این است که عامل شکل با مقدار ویژه ۹/۷۵ مهم‌ترین عامل در سیل‌خیزی حوضه مورد مطالعه به‌شمار می‌آید. عوامل آبراهه، شیب، زهکشی و رواناب به ترتیب با مقدار ویژه ۶/۵۵، ۳/۴۵، ۲/۵۱، ۲/۲۶ به ترتیب اولویت در رتبه‌های بعدی قرار می‌گیرند. سپس براساس امتیاز عاملی منطقه مورد مطالعه به ۵ دسته سیل‌خیزی زیاد، نسبتاً زیاد، متوسط، نسبتاً کم و کم تقسیم گردید و سرانجام نقشه پهنه‌بندی پتانسیل سیل‌خیزی زیرحوضه‌ها در محیط GIS ترسیم شد.

کلیدواژه‌ها: پهنه‌بندی، سیل‌خیزی، تحلیل عاملی، تحلیل خوشه‌ای، حوضه آبریز کنجانچم.

مقدمه

سیل پدیده‌ای طبیعی است که جوامع بشری آن را به عنوان واقعه‌ای اجتناب‌ناپذیر پذیرفته‌اند؛ اما رویداد، اندازه و تکرار سیل ناشی از عوامل متعددی است که بسته به شرایط اقلیمی، طبیعی و جغرافیایی هر منطقه تغییر می‌کند. به همین دلیل رابطه بین بارندگی و رواناب به طور محسوس از حوضه‌ای به حوضه دیگر متفاوت است. نه فقط هر حوضه بلکه هر

نویسندهٔ مسئول: ۰۹۱۳۲۵۳۴۵۳۲
* E- mail: komidvar@yzaduni.ac.ir

زیرحوضه نیز شرایط ویژه خود را دارد که بایستی به طور مستقل مورد بررسی قرار گیرد (غیور، ۱۳۷۱، ۸۸). با توجه به اینکه برای جلوگیری از بروز این‌گونه پدیده‌های زیان‌بار در زمان حاضر نمی‌توان در عوامل و عناصر جوّی تغییر ایجاد کرد، بنابراین هرگونه راه‌حل اصولی و چاره‌ساز را باید در روی زمین و به‌ویژه در حوضه‌های آبریز جست‌وجو کرد. از این نظر، مناطقی که پتانسیل بالایی در ایجاد سیل دارند باید شناسایی شوند. در این زمینه اولین گام که برای کاهش خطر سیل مطرح می‌شود، مهار سیل در سرمنشأ آن ـ یعنی زیرحوضه‌های آبریز ـ است. مسلماً برای انجام این کار به شناسایی مناطق سیل‌خیز در داخل حوضه نیاز است، زیرا به دلیل وسعت زیاد و گستردگی حوضه‌های آبریز انجام عملیات اجرایی و اصلاحی در سراسر حوضه امکان‌پذیر نیست و حتی در صورت عدم بررسی دقیق می‌تواند امکان تشدید دبی اوج را با تغییر همزمانی دبی‌های اوج زیرحوضه‌ها سبب گردد (خسروشاهی، ۱۳۸۰، ۷). پدیده سیل به صورت کنونی در کشور ما بیش از آنکه ناشی از وقوع بارش‌های سنگین باشد، از عوارض به هم خوردن تعادل طبیعی و شرایط جغرافیایی (فیزیکی و مورفولوژی) منطقه بروز سیل است، به طوری که بروز بارش‌های معمولی نیز موجب جاری شدن سیلاب می‌شود. از بین رفتن پوشش گیاهی در اثر عدم درک صحیح از مدیریت منابع موجود، نبود جایگاهی برای آن در سیاست‌گذاری‌های کلان و شرایط اقتصادی حاکم بر عرصه و بهره‌وری بیش از ظرفیت طبیعی منابع موجود، شرایطی را فراهم ساخته است که گاه موجب بروز سیلاب تأثیرات تخریبی آن و از دست رفتن میلیون‌ها تن خاک ارزشمند می‌شود. بر همین اساس کاهش و مهار نسبی خطرهای سیلاب یکی از چالش‌های عمده مدیریت کشور و استان ایلام است. از راهکارهای کاهش خسارت سیلاب، پهنه‌بندی پتانسیل سیل‌خیزی حوضه‌های آبخیز است. به عبارت دیگر، تفکیک نواحی سیل‌خیز و تعیین سهم عوامل مؤثر در سیل می‌تواند در تدوین راهکار مناسبی برای سیاست‌گذاری‌های میان‌مدت و بلندمدت در بهره‌برداری بهینه از اراضی نقش ویژه‌ای داشته باشد. در این تحقیق حوضه آبخیز کنجانچم از نظر پتانسیل سیل‌خیزی با استفاده از روش‌های آماری چندمتغیره تحلیل عاملی و تحلیل خوشه‌ای و با کمک سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) مورد بررسی قرار گرفته و در نهایت نقشه‌های سیل‌خیزی حوضه در پنج سطح کم، نسبتاً کم، متوسط، نسبتاً زیاد و زیاد ترسیم شده است.

از مهم‌ترین مطالعاتی که در زمینه برآوردها و پیش‌بینی سیلاب در سطح جهانی و داخلی انجام شده است می‌توان به این موارد اشاره کرد.

هاوکینز[1] (۱۹۷۹) در ایالت یوتا سعی کرد ارتباطی بین سطوح اشباع حوضه و شماره منحنی CN[2] ایجاد کند اما با کاربرد رابطه ۰/۲S برای کاهش اولیه حوضه نتایج خوبی در پیش‌بینی رواناب به دست نیاورد. جیمز و همکاران[3] (۱۹۸۰)، ضمن برشمردن نیازهای مدیریتی ویژه در اقلیم‌های خشک، به پهنه‌بندی سیل در بخشی از ایالت یوتای امریکا پرداختند و نقشه پهنه‌های خطر سیل را برای سیل با دوره بازگشت‌های مختلف ترسیم کردند. بِیلز و همکاران[4] (۱۹۸۱) با مطالعه چندین سیلاب از حوضه‌های آبخیز مختلف به این نتیجه رسیدند که رواناب حاصل از بارندگی در مقابل تغییرات CN

1. Hawkins
2. Curve Number
3. James
4. Bales

بسیار حساس است. لذا با مطالعه خصوصیات فیزیکی حوضه به این نتیجه رسیدند که کاربری اراضی و خصوصیات فیزیکی خاک مهم‌ترین عوامل در تعیین شماره منحنی‌اند. عنایت رسول[1] و همکاران (۱۹۹۴) معتقدند کنترل کامل سیل نه امکان‌پذیر است و نه مطلوب، بلکه باید روش‌های مدیریت سیلاب مدنظر قرار گیرند. سووان‌وراکامترن[2] (۱۹۹۴) در هند با استفاده از مدل هیدرولوژیک HEC -۱ و GIS تأثیرات تغییر کاربری اراضی بالادست حوضه کاداواری، الگوی سیلاب در نواحی پایین‌دست حوضه را مورد ارزیابی قرار داده است. پنج مجموعه متغیرهای مورد نیاز برای ورود به سیستم شامل بارش، میزان نفوذ، رواناب سطحی، مساحت حوضه و روندیابی سیل بود. سینگ[3] (۱۹۹۷) معتقد است تولید رواناب در یک حوضه آبریز به عوامل متعددی بستگی دارد که از جمله آنها می‌توان به خصوصیات حوضه‌های آبریز، دینامیک بارش، نفوذ و شرایط پیشین حوضه اشاره کرد. فرانسیسکو[4] و همکاران (۱۹۹۸) به‌منظور اتصال سیستم GIS با مدل‌های هیدرولیکی و هیدرولوژی، مناطق تحت تأثیر سیل رودخانه‌ها را بر روی نقشه ترسیم کردند. آنها از GIS به عنوان ابزاری قدرتمند برای تکمیل و تحلیل داده‌ها در مدیریت دشت‌های سیلابی یاد کردند. استفان[5] (۲۰۰۲) در حوضه رودخانه سنگ زرد واقع در ایالت مونتانای امریکا به بررسی سیل‌های به وقوع پیوسته در سال‌های ۱۹۹۶ و ۱۹۹۷ پرداخت و سپس اقدام به تعیین پهنه‌های سیل‌گیر در سیل‌های این دو سال کرد.

قائمی و مرید (۱۳۷۵) در مطالعه‌ای موردی، ضمن معرفی شش عامل تأثیرگذار بر سیلاب ـ شامل: عمق بارندگی، زمان بارندگی، عمق برف انباشته شده، شیب و شکل حوضه، جنس زمین و پوشش گیاهی و ارزش‌گذاری کمی آنها با نظر کارشناسی ـ شدت سیل‌خیزی زیر حوضه‌های رودخانه کرخه را تعیین کردند. قنواتی و فرجزاده اصل (۱۳۷۹) برای ناحیه‌بندی فیزیوگرافیک حوضه‌های آبریز (حوضه رودخانه‌های زهره و خیرآباد) به‌منظور شناسایی متغیرها که با هم روابط درونی دارند و همچنین برای کاهش دادن متغیرهای فیزیوگرافی و هیدرولوژی مورد استفاده در تحقیق، از روش تحلیل عاملی استفاده کردند و به کمک این روش ۲۹ متغیر به کار گرفته شده را به ۴ عامل اصل کاهش دادند.

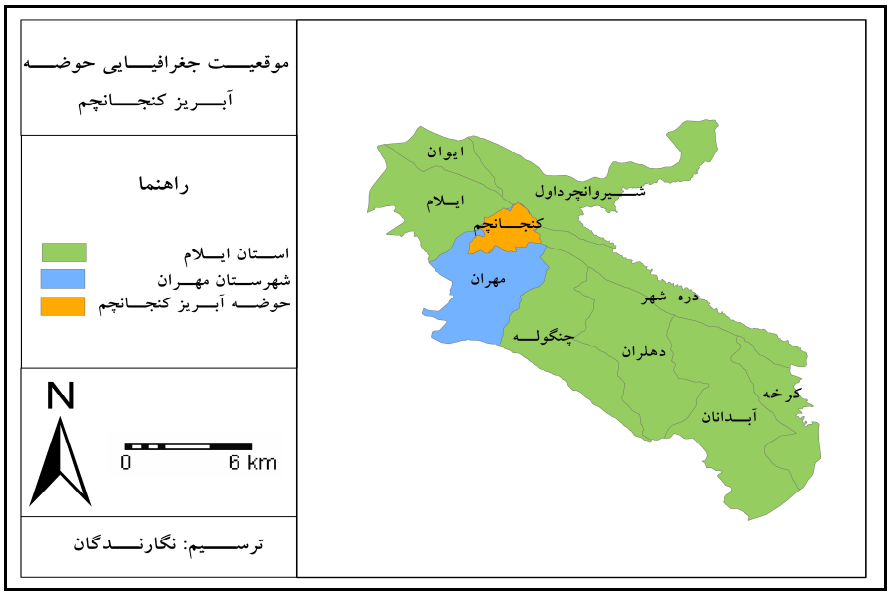
عبدی و رسولی (۱۳۸۰) برای پهنه‌بندی پتانسیل سیل‌خیزی در حوضه آبریز زنجان‌رود با تهیه لایه‌های مختلف مطالعاتی از قبیل زمین‌شناسی، کاربری اراضی، گروه‌های هیدرولوژی خاک، CN و لایه‌های منحنی‌های هم‌باران حوضه با دوره بازگشت‌های ۲۵ و ۵۰ ساله و هم‌پوشانی لایه‌های مورد نظر، در نهایت لایه پتانسیل تولید رواناب را با استفاده از روش SCS محاسبه کردند.

منطقه مورد مطالعه

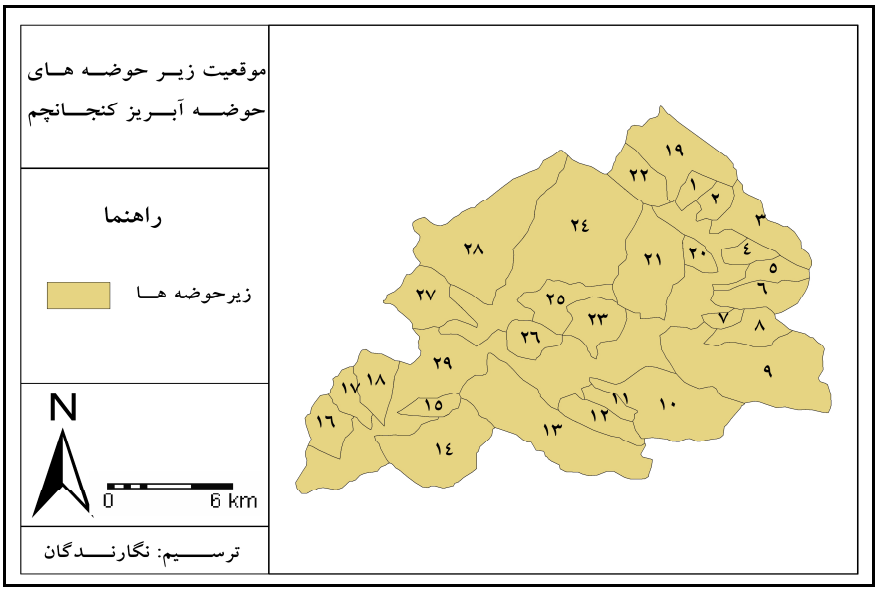
محدوده جغرافیایی مورد مطالعه در این پژوهش، حوضه آبریز کنجانچم با مساحت ۵۷۴/۵ کیلومتر مربع در استان ایلام است. حوضه آبریز کنجانچم بین ۴۶ درجه و ۱۶ دقیقه و ۳۶ ثانیه تا ۴۶ درجه و ۳۸ دقیقه و ۳۲ ثانیه طول شرقی و

1. Enayate Rasul
2. Suwanwerakamtor
3. Singh
4. Francisco
5. Stephen

۳۳ درجه و ۲۳ دقیقه ۲۷ ثانیه تا ۳۳ درجه و ۳۸ دقیقه و ۵۴ ثانیه عرض شمالی قرار دارد. حوضه آبریز کنجانچم در محدوده سیاسی شهرستان‌های ایلام و مهران است که در بین حوضه‌های ایلام، شیروان چرداول، دره‌شهر و چنگوله واقع شده است. درواقع مهم‌ترین رود این حوضه رودخانه کنجانچم است که از اتصال دو رودخانه چاویز و گل‌گل تشکیل شده است. کمترین ارتفاع حوضه ۵۰۰ متر و بیشترین ارتفاع نیز در کوه قلارنگ واقع در شمال حوضه ۲۴۰۰ متر از سطح دریاست. مساحت این حوضه با استفاده از GIS و نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح ۵۷۴/۵ کیلومتر مربع محاسبه شده است (شکل‌های ۱ و ۲).

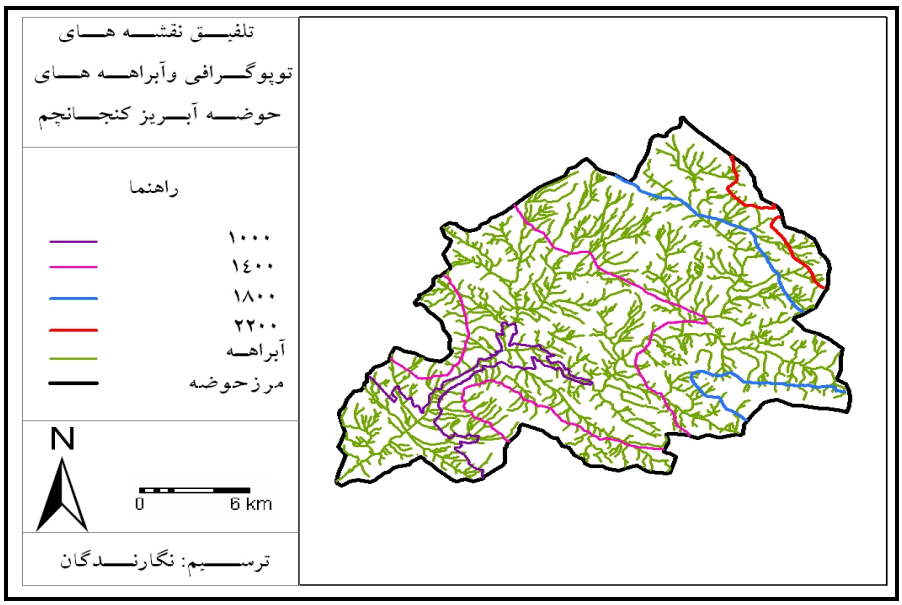


شکل ۱. موقعیت جغرافیایی حوضه آبریز کنجانچم



شکل ۲. موقعیت جغرافیایی زیرحوضه‌های حوضه آبریز کنجانچم

حوضه آبریز کنجانچم از حوضه‌های کوهستانی استان ایلام است (شکل ۳). بخشی از دشت مهران در داخل این حوضه قرار دارد که دارای استعداد فراوان در زمینه فعالیت‌های کشاورزی است. این دشت، مرکزی برای تولید محصولات کشاورزی به حساب می‌آید. این در حالی است که هر ساله سیل‌های مخرب به بخش‌های وسیعی از زمین‌ها و باغ‌های حاشیه رودخانه کنجانچم آسیب وارد می‌کند. شناسایی مناطق سیل‌خیز این حوضه، بدون تردید زمین‌های کشاورزی منطقه را تحت تأثیر قرار می‌دهد و تعیین اولویت زیرحوضه‌های آن برای اجرای برنامه‌های کنترل سیل امری لازم و ضروری است. هدف از انجام این پژوهش تعیین سیل‌خیزی زیرحوضه‌های حوضه آبریز کنجانچم در استان ایلام است.



شکل ۳. توپوگرافی حوضه آبریز کنجانچم

مواد و روش‌ها

شناخت وضعیت زیرحوضه‌ها و استعداد سیل‌خیزی حوضه‌های آبریز از مقوله‌هایی است که اخیراً در مطالعات آبخیزداری مطرح گردیده، ولی هنوز در کشور ما جایگاه آن به خوبی مشخص نشده است. یکی از معیارهای مناسب برای شناخت پتانسیل سیل‌خیزی حوضه‌های آبریز، طبقه‌بندی آنها بر اساس شاخص‌های ژئومتری، فیزیوگرافی، نفوذپذیری و اقلیمی است. در این مطالعه از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰، اطلس پوشش گیاهی، کاربری اراضی، خاک استان و مطالعات انجام شده در سطح حوضه و روش‌های آماری چندمتغیره تحلیل عاملی و تحلیل خوشه‌ای به‌وسیله نرم‌افزار SPSS و بسته نرم‌افزاری Arc GIS استفاده شده است. آمارهای بارش از مرکز هواشناسی استان ایلام و سازمان هواشناسی کشور و آمار دبی‌ها از وزارت نیرو (تماب) دریافت شده است. در این پژوهش حوضه آبریز کنجانچم به ۲۹ زیرحوضه تقسیم (شکل ۲) و شدت سیل‌خیزی زیرحوضه‌ها در پنج کلاس دسته‌بندی شده است. با توجه به اهداف تحقیق دبی حداکثر لحظه‌ای، بارش روزانه، تاریخ سیل‌های حوضه در دوره

آماری (۱۳۷۴-۱۳۸۶) انتخاب شده است. برای دیگر شاخص‌های مورد استفاده در تحقیق ابتدا شاخص‌های مؤثر در سیل‌خیزی حوضه، شامل متغیرهای ژئومتری، فیزیوگرافی، نفوذپذیری و اقلیمی برای زیرحوضه‌های حوضه آبریز کنجانچم از طریق نرم‌افزار Arc GIS محاسبه شدند (جدول ۱). سپس با استفاده از روش‌های آماری تحلیل عاملی و تجزیه خوشه‌ای به‌وسیله نرم‌افزار آماری SPSS مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفتند. در پایان ۲۸ متغیر مورد بررسی با استفاده از روش‌های آماری تحلیل عاملی و تحلیل خوشه‌ای در سیل‌خیزی زیرحوضه‌ها با توجه به متغیرهای پیش‌گفته در ۵ دسته سیل‌خیزی زیاد، نسبتاً زیاد، متوسط، نسبتاً کم و کم مشخص شد.

جدول ۱. شاخص‌های مورد استفاده در تعیین پتانسیل سیل‌خیزی حوضه آبریز کنجانچم

ردیف	شاخص	ردیف	شاخص
۱	طول مستطیل معادل	۱۵	طول آبراهه اصلی
۲	ضریب گراویلیوس	۱۶	آبراهه رتبه ۳
۳	محیط	۱۷	آبراهه رتبه ۴
۴	طول حوضه	۱۸	شیب متوسط
۵	مساحت	۱۹	شیب درصد
۶	ضریب گردی میلر	۲۰	اختلاف ارتفاع
۷	زمان تمرکز	۲۱	شیب آبراهه اصلی
۸	نسبت کشیدگی	۲۲	تاج پوشش گیاهی
۹	ضریب فرم	۲۳	CN
۱۰	عرض مستطیل معادل	۲۴	نسبت انشعاب
۱۱	مجموع آبراهه‌ها	۲۵	تراکم زهکشی
۱۲	مجموع طول آبراهه‌ها	۲۶	دبی اوج
۱۳	آبراهه رتبه ۱	۲۷	بارش
۱۴	آبراهه رتبه ۲	۲۸	دبی ویژه

یافته‌های تحقیق

ارزیابی پتانسیل سیل‌خیزی زیرحوضه‌های حوضه آبریز کنجانچم با استفاده از روش تحلیل عاملی

تحلیل عاملی از بهترین روش‌ها برای گروه‌بندی و در عین حال خلاصه کردن اطلاعات زیاد است، به طوری که از نظر مفهوم معنی‌دار باشد (کلاین، ۱۳۸۰، ۳). در این تحقیق از تحلیل عاملی نوع R به روش مؤلفه‌های اصلی استفاده شده است که در ادامه به چند واژه عمده تحلیل عاملی اشاره می‌شود (کلانتری، ۱۳۸۲، ۲۸۱).

مقدار خاص: عبارت است از همبستگی بین متغیرهای اصلی و عوامل؛

عامل: عبارت است از ترکیب خطی متغیرهای اصلی که نشان‌دهنده جنبه‌های خلاصه‌شده از متغیرهای مشاهده شده است؛

بار عاملی: همبستگی بین متغیرهای اصلی و عوامل؛

ماتریس عاملی: درصد عاملی هر یک از عامل‌ها؛

چرخش عاملی: فرایندی است برای تعدیل محور عامل به منظور دستیابی به عامل‌های معنی‌دار و ساده؛

وزن عاملی: وزن‌هایی هستند که به شاخص‌ها داده می‌شوند تا در تعیین امتیاز عاملی مشکلی ایجاد نشود؛ و

امتیاز عاملی: وزن عددی است که در هر یک از نواحی پس از ضرب وزنی عاملی در مقدار شاخص اصلاح شده از طریق نمره Z به دست می‌آید.

عامل‌سازی شاخص‌های سیل‌خیزی حوضه آبریز کنجانچم

با بهره‌گیری از نرم‌افزار رایانه‌ای SPSS مجموع شاخص‌های مورد استفاده در این تحقیق با استفاده از تحلیل عاملی نوع R عامل‌سازی شدند؛ بدین صورت که شاخص‌هایی که دارای ارتباط درونی باشند، ترجیح می‌دهند با یکدیگر حول یک محور یا عامل تجمع کنند. لذا شاخص‌هایی که دارای همبستگی بالای ۰/۵ هستند یک عامل را تشکیل می‌دهند؛ و برعکس، شاخص‌هایی که دارای همبستگی منفی‌اند و امکان تجمع با این شاخص ندارند، عامل دیگری را. بنابراین، عوامل از طریق ماتریس همبستگی استخراج می‌شوند (توفیق، ۱۳۷۲، ۱۲). نتیجه حاصل از این تحقیق کاهش ۲۸ شاخص اولیه به ۵ عامل برتر از طریق چرخش واریماکس در تحلیل عاملی بوده است که به ترتیب عبارت‌اند از: شکل و اندازه، آبراهه، شیب، زهکشی و رواناب. در جدول شماره ۲ مقادیر ویژه و درصد واریانس هر یک از عوامل آورده شده است.

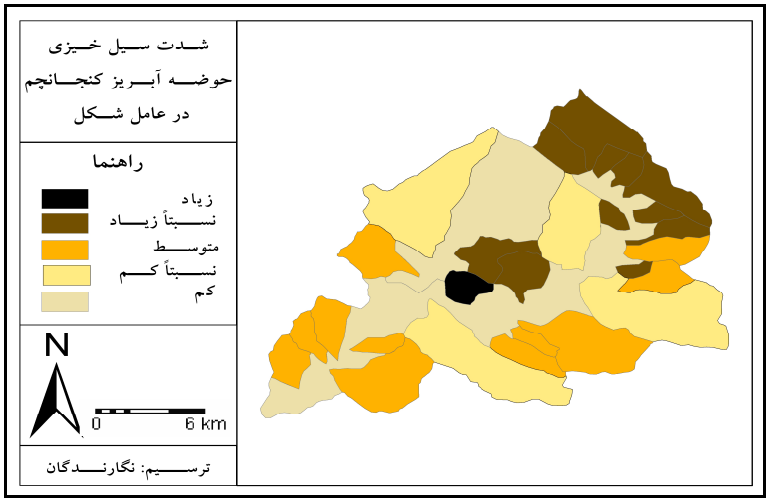
جدول ۲. مقادیر نهایی درصد واریانس و واریانس تجمعی عامل‌ها

ردیف	نام عامل	مقدار ویژه	درصد واریانس	درصد واریانس تجمعی
۱	شکل واندازه	۹/۷۵۳	۳۰/۲۴۱	۳۰/۲۴۱
۲	آبراهه	۶/۵۵۳	۱۹/۶۸۵	۴۹/۹۲۶
۳	شیب	۳/۴۵۳	۱۵/۱۵۲	۶۵/۰۷۸
۴	زهکشی	۲/۵۰۷	۸/۶۶۸	۷۳/۷۴۶
۵	رواناب	۲/۲۶۲	۸/۴۶۴	۸۲/۳۱

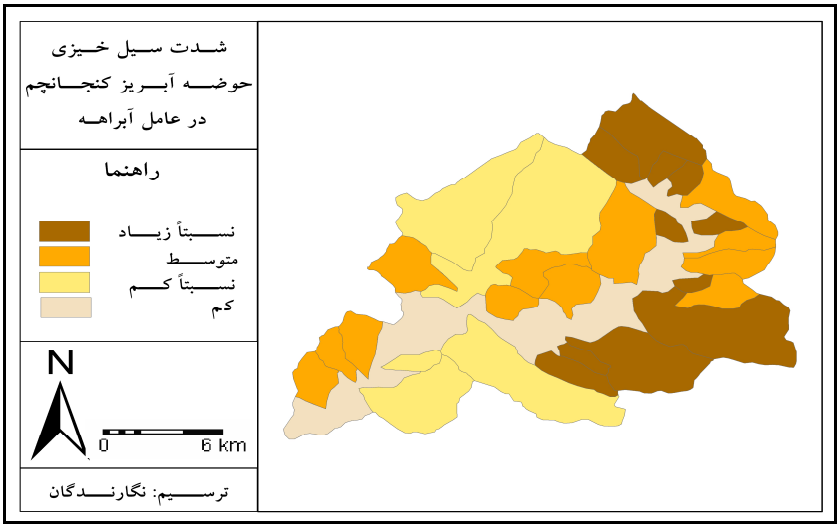
ارزیابی پتانسیل سیل‌خیزی حوضه آبریز کنجانچم در عامل‌های شکل و اندازه، آبراهه و شیب

در عامل اول که به اسم شکل و اندازه نام‌گذاری شد، شاخص‌های طول مستطیل معادل، ضریب گراویلیوس، محیط، طول حوضه، مساحت، ضریب گردی میلر، زمان تمرکز، نسبت کشیدگی و ضریب فرم بارگذاری شدند. براساس محاسبات انجام شده بر روی شاخص‌ها در عامل شکل و اندازه، زیرحوضه ۲۶ به عنوان سیل‌خیزترین و زیرحوضه‌های ۲۴ و ۲۹ با کمترین پتانسیل سیل‌خیزی شناخته شدند. زیرحوضه ۲۶ دارای شکل گرد، زمان تمرکز کم، نسبت کشیدگی کم، مساحت و طول حوضه کوچک است که این شرایط نشان‌دهنده سیل‌خیزی بالاست. عامل اول بیانگر این نکته است که بین

عامل شکل حوضه و میزان سیل‌خیزی رابطه معکوس وجود دارد؛ بدین صورت که هر چه عامل شکل و خصوصیات مربوط به آن از جمله طول حوضه، مساحت حوضه و نظایر اینها بالا باشد، حوضه دارای پتانسیل سیل‌خیزی کمتری است.

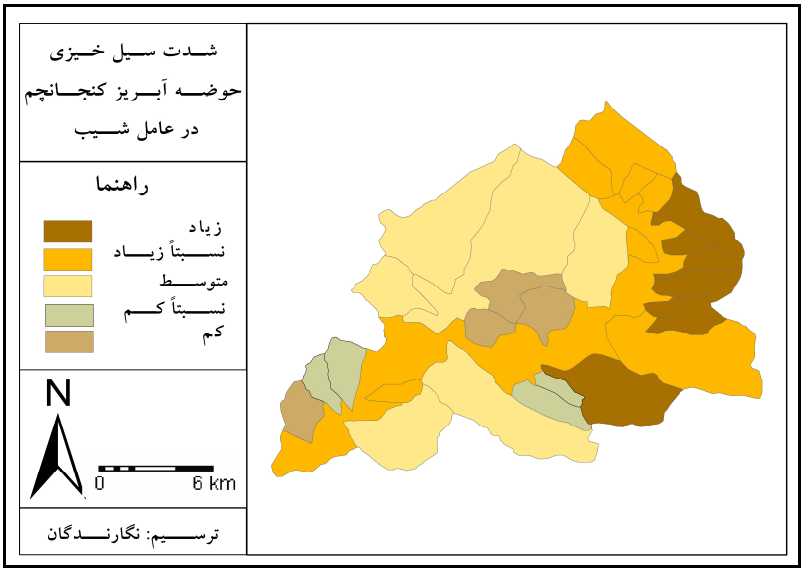


شکل ۴. میزان سیل‌خیزی حوضه آبریز کنجانچم در عامل شکل



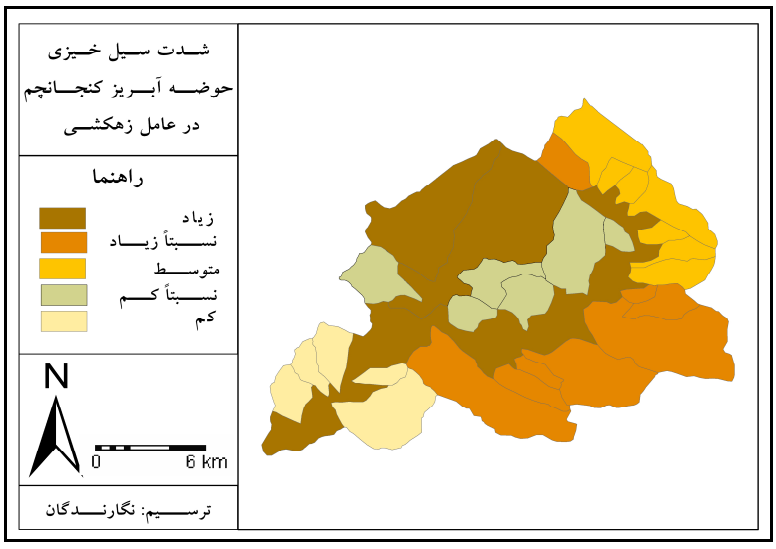
شکل ۵. میزان سیل‌خیزی حوضه آبریز کنجانچم در عامل آبراهه

در عامل دوم که به نام عامل آبراهه نام‌گذاری شد، شاخص‌های مجموع آبراهه‌ها، مجموع طول آبراهه‌ها، طول آبراهه اصلی، آبراهه رتبه‌های ۱، ۲، ۳ و ۴ بارگذاری شدند. طبق محاسبات صورت گرفته در این عامل مشخص شد که زیرحوضه‌های ۱، ۲، ۴، ۷، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۹، ۲۰، ۲۲ دارای سیل‌خیزی نسبتاً زیاد و زیرحوضه ۲۹ با پتانسیل سیل‌خیزی کم تعیین شده‌اند. در زیرحوضه‌هایی که به عنوان پتانسیل سیل‌خیزی نسبتاً زیاد شناخته شدند، زیرحوضه‌هایی هستند که تراکم شبکه آبراهه‌های آنها کم بوده است (شکل ۵).



شکل ۶. میزان سیل‌خیزی حوضه آبریز کنجانچم در عامل شیب

در عامل سوم که به عامل شیب نام‌گذاری شد، شاخص‌های شیب متوسط، شیب درصد، اختلاف ارتفاع شیب آبراهه اصلی، تاج پوشش گیاهی و CN بارگذاری شده‌اند. نتایج حاصل از محاسبات بیانگر آن است که زیرحوضه‌های ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۱۰ دارای پتانسیل سیل‌خیزی زیاد و زیرحوضه‌های ۱۶، ۲۳، ۲۵، ۲۶ به عنوان پتانسیل سیل‌خیزی کم شناخته شدند. زیرحوضه‌هایی که با پتانسیل سیل‌خیزی زیاد شناخته شده، اکثراً در شمال‌شرقی و شرق حوضه واقع شده که کوهستانی است و اختلاف ارتفاع زیاد و در نتیجه شیب زیاد دارند. زیرحوضه‌هایی که پتانسیل سیل‌خیزی کم دارند، دارای اختلاف ارتفاع، شیب کم و پوشش گیاهی نسبتاً خوبی هستند (شکل ۶). امتیاز عاملی، شدت سیل‌خیزی و رتبه هر یک از زیرحوضه‌ها در عامل‌های شکل و اندازه، شیب و آبراهه در جدول ۳ آمده است.



شکل ۷. میزان سیل‌خیزی حوضه آبریز کنجانچم در عامل زهکشی

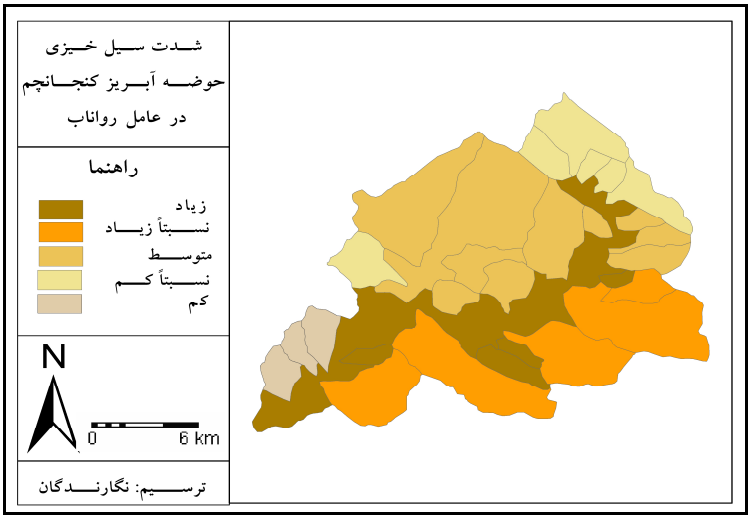
جدول ۳. امتیاز عاملی، میزان سیل‌خیزی و رتبه سیل‌خیزی حوضه آبریز کنجانچم در عامل‌های شکل، آبراهه و شیب

زیرحوضه‌ها	عامل شکل واندازه			عامل آبراهه			عامل شیب		
	امتیاز عاملی	میزان سیل‌خیزی	رتبه سیل‌خیزی	امتیاز عاملی	میزان سیل‌خیزی	رتبه سیل‌خیزی	امتیاز عاملی	میزان سیل‌خیزی	رتبه سیل‌خیزی
۱	-۰/۶۸۹	نسبتاً زیاد	۶	-۰/۸۰۳	نسبتاً زیاد	۴	-۰/۹۸۷	نسبتاً زیاد	۸
۲	-۰/۸۸۱	نسبتاً زیاد	۲	-۰/۷۹۹	نسبتاً زیاد	۵	-۰/۹۱۴	نسبتاً زیاد	۹
۳	-۰/۶۴۲	نسبتاً زیاد	۸	-۰/۲۰۶	متوسط	۲۲	-۱/۲۸۸	زیاد	۳
۴	-۰/۶۲۷	نسبتاً زیاد	۹	-۰/۷۵۶	نسبتاً زیاد	۶	-۱/۰۰۵	زیاد	۷
۵	-۰/۷۵۸	نسبتاً زیاد	۴	-۰/۳۹۰	متوسط	۱۷	-۱/۶۸۶	زیاد	۱
۶	-۰/۰۲۵	متوسط	۲۳	-۰/۳۶۶	متوسط	۱۹	-۱/۲۴۸	زیاد	۴
۷	-۰/۶۸۶	نسبتاً زیاد	۷	-۰/۸۱۸	نسبتاً زیاد	۲	-۱/۶۲۱	زیاد	۲
۸	-۰/۲۲۶	متوسط	۱۹	-۰/۲۹۲	متوسط	۲۱	-۱/۱۷۶	زیاد	۵
۹	۰/۷۸۵	نسبتاً کم	۲۶	-۰/۷۴۶	نسبتاً زیاد	۷	-۰/۷۱۸	نسبتاً زیاد	۱۲
۱۰	-۰/۰۵۶	متوسط	۲۱	-۰/۶۴۰	نسبتاً زیاد	۸	-۱/۰۷۰	زیاد	۶
۱۱	-۰/۴۹۶	متوسط	۱۳	-۰/۸۰۵	نسبتاً زیاد	۳	۰/۷۰۷	نسبتاً کم	۲۳
۱۲	-۰/۱۳۲	متوسط	۲۰	-۰/۶۰۲	نسبتاً زیاد	۱۰	۰/۷۳۷	نسبتاً کم	۲۴
۱۳	۰/۶۹۴	نسبتاً کم	۲۵	۰/۸۲۲	نسبتاً کم	۲۸	-۰/۲۷۷	متوسط	۱۸
۱۴	-۰/۴۶۴	متوسط	۱۴	۰/۰۱۴	نسبتاً کم	۲۴	-۰/۴۳۶	متوسط	۱۷
۱۵	-۰/۴۰۶	متوسط	۱۵	۰/۶۹۰	نسبتاً کم	۲۶	-۰/۸۸۸	نسبتاً زیاد	۱۰
۱۶	-۰/۴۰۲	متوسط	۱۶	-۰/۲۹۸	متوسط	۲۰	۱/۲۷۱	کم	۲۶
۱۷	-۰/۰۴۹	متوسط	۲۲	-۰/۴۷۹	متوسط	۱۲	۰/۷۶۶	نسبتاً کم	۲۵
۱۸	-۰/۲۶۱	متوسط	۱۸	-۰/۴۲۱	متوسط	۱۴	۰/۶۲۵	نسبتاً کم	۲۲
۱۹	-۰/۶۰۱	نسبتاً زیاد	۱۰	-۰/۸۷۵	نسبتاً زیاد	۱	-۰/۸۱۱	نسبتاً زیاد	۱۱
۲۰	-۰/۵۲۶	نسبتاً زیاد	۱۱	-۰/۵۱۶	نسبتاً زیاد	۱۱	-۰/۵۶۵	نسبتاً زیاد	۱۵
۲۱	۰/۰۳۱	نسبتاً کم	۲۴	-۰/۴۶۶	متوسط	۱۳	-۰/۴۶۸	متوسط	۱۶
۲۲	-۰/۷۵۱	نسبتاً زیاد	۵	-۰/۶۴۲	نسبتاً زیاد	۹	-۰/۶۷۴	نسبتاً زیاد	۱۳
۲۳	-۰/۵۱۷	نسبتاً زیاد	۱۲	-۰/۳۹۹	متوسط	۱۶	۱/۵۳۵	کم	۲۸
۲۴	۱/۵۷۸	کم	۲۸	۰/۸۱۲	نسبتاً کم	۲۷	۰/۳۱۱	متوسط	۲۰
۲۵	۰/۸۳۱	نسبتاً زیاد	۳	-۰/۱۶۹	متوسط	۲۳	۲/۱۴۷	کم	۲۹
۲۶	-۱/۱۲۲	زیاد	۱	-۰/۳۸۱	متوسط	۱۸	۱/۳۲۷	کم	۲۷
۲۷	-۰/۳۸۹	متوسط	۱۷	-۰/۴۰۵	متوسط	۱۵	-۰/۰۴۶	متوسط	۱۹
۲۸	۰/۸۰۸	نسبتاً کم	۲۷	۰/۶۸۴	نسبتاً کم	۲۵	۰/۴۹۷	متوسط	۲۱
۲۹	۴/۲۹۲	کم	۲۹	۳/۵۲۵	کم	۲۹	-۰/۶۰۹	نسبتاً زیاد	۱۴

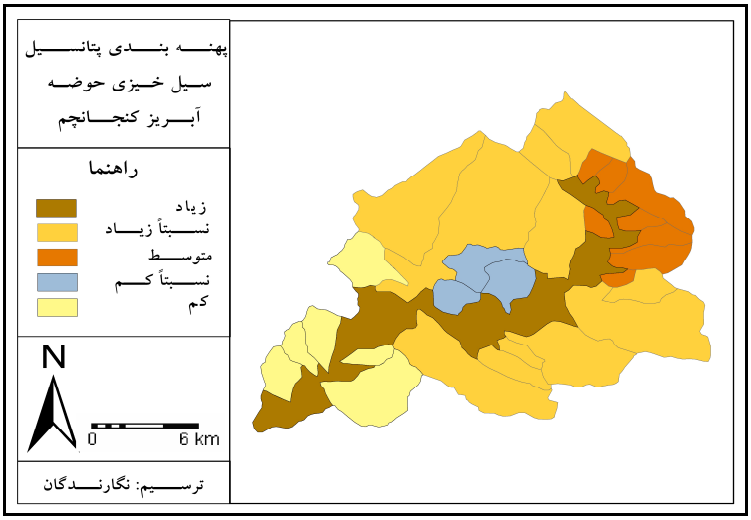
ارزیابی پتانسیل سیل‌خیزی حوضه آبریز کنجانچم در عامل‌های زهکشی و رواناب

در عامل چهارم که عامل زهکشی نام‌گذاری شده است، شاخص‌های نسبت انشعاب، تراکم زهکشی، عرض مستطیل معادل بارگذاری شدند. محاسبات انجام شده بر روی این عامل نشان می‌دهد که زیرحوضه‌های ۲۴، ۲۹، ۲۸ دارای پتانسیل سیل‌خیزی زیاد و زیرحوضه‌های ۱۷، ۱۶، ۱۵، ۱۴، ۱۸ دارای استعداد سیل‌خیزی کم هستند. زیرحوضه‌های با سیل‌خیزی زیاد به عنوان زهکش اصلی حوضه عمل کرده‌اند. نتایج نشانگر آن‌اند که ۳۸ درصد از زیرحوضه‌ها به لحاظ عامل زهکشی دارای سیل‌خیزی زیاد هستند (شکل ۷).

عامل پنجم به نام عامل رواناب نام‌گذاری شده، و سه شاخص دبی اوج، حداکثر بارش روزانه و دبی ویژه در آن بارگذاری گردیده است. طبق محاسبات صورت گرفته بر روی این عامل زیرحوضه‌های ۷، ۱۱، ۱۲، ۱۵، ۲۹ دارای پتانسیل سیل‌خیزی زیاد و زیرحوضه‌های ۱۶، ۱۷، ۱۸ دارای پتانسیل سیل‌خیزی کم شناخته شدند. زیرحوضه‌ها با سیل‌خیزی زیاد اکثراً در پایین‌دست زیرحوضه‌های کوهستانی با نزول‌های جوّی بالا و شیب نسبتاً تند قرار دارند که این ویژگی، پتانسیل سیل‌خیزی این زیرحوضه‌ها را افزایش داده است. اما زیرحوضه‌های ۱۷، ۱۶، ۱۸ که پتانسیل سیل‌خیزی ناچیزی دارند، در انتهای حوضه کنجانچم و در دشتی با ارتفاع کمتر از ۱۰۰۰ متر و بارش کمتر از متوسط حوضه قرار گرفته‌اند (شکل ۸). امتیاز عاملی، شدت سیل‌خیزی و رتبه هر یک از زیرحوضه‌ها در عامل‌های زهکشی و رواناب در جدول شماره ۴ آمده است و نقشه پهنه‌بندی پتانسیل سیل‌خیزی حوضه آبریز کنجانچم در شکل ۹ دیده می‌شود.



شکل ۸. میزان سیل‌خیزی حوضه آبریز کنجانچم در عامل رواناب



شکل ۹. نقشه پهنه‌بندی پتانسیل سیل‌خیزی حوضه آبریز کنجانچم

جدول ۴. امتیاز عاملی، میزان سیل‌خیزی و رتبه سیل‌خیزی حوضه آبریز کنجانچم در عامل‌های زهکشی و رواناب

زیر حوضه‌ها	عامل زهکشی			عامل رواناب		
	امتیاز عاملی	میزان سیل‌خیزی	رتبه سیل‌خیزی	امتیاز عاملی	میزان سیل‌خیزی	رتبه سیل‌خیزی
۱	-۰/۱۸۶	متوسط	۱۷	۰/۸۸۷	نسبتاً کم	۲۵
۲	-۰/۴۴۸	متوسط	۱۴	۰/۹۸۷	نسبتاً کم	۲۶
۳	-۰/۴۹۱	متوسط	۱۲	۰/۴۵۴	نسبتاً کم	۲۱
۴	-۰/۳۸۶	متوسط	۱۶	-۰/۲۵۸	متوسط	۱۷
۵	-۰/۴۴۷	متوسط	۱۵	-۰/۲۱۶	متوسط	۱۸
۶	-۰/۴۸۰	متوسط	۱۳	-۰/۱۸۳	متوسط	۲۰
۷	-۰/۹۱۲	نسبتاً زیاد	۵	-۱/۱۲۵	زیاد	۴
۸	-۰/۷۲۴	نسبتاً زیاد	۷	-۰/۶۶۱	نسبتاً زیاد	۱۰
۹	-۰/۶۸۳	نسبتاً زیاد	۹	-۰/۹۴۵	نسبتاً زیاد	۶
۱۰	-۰/۷۶۹	نسبتاً زیاد	۸	-۰/۸۷۴	نسبتاًزیاد	۷
۱۱	-۰/۸۵۱	نسبتاً زیاد	۶	-۱/۰۳۷	زیاد	۵
۱۲	-۰/۶۵۳	نسبتاً زیاد	۱۱	-۱/۷۲۸	زیاد	۲
۱۳	-۰/۶۷۲	نسبتاً زیاد	۱۰	-۰/۷۸۳	نسبتاً زیاد	۹
۱۴	۱/۴۷۲	کم	۲۵	-/۸۵۴	نسبتاً زیاد	۸
۱۵	۱/۹۹۳	کم	۲۹	-۱/۵۷۸	زیاد	۳
۱۶	۱/۶۷۰	کم	۲۶	۱/۴۷۴	کم	۲۸
۱۷	۱/۷۹۹	کم	۲۸	۱/۲۱۶	کم	۲۷
۱۸	۱/۷۲۷	کم	۲۷	۱/۴۸۶	کم	۲۹
۱۹	-۰/۲۸۱	متوسط	۱۸	۰/۵۵۳	نسبتاًکم	۲۲
۲۰	۰/۳۰۶	نسبتاًکم	۲۱	-۰/۴۰۳	متوسط	۱۳
۲۱	۰/۸۰۴	نسبتاً کم	۲۳	-۰/۳۵۲	متوسط	۱۵
۲۲	-۰/۹۹۶	نسبتاً زیاد	۴	۰/۵۹۷	نسبتاً کم	۲۳
۲۳	۰/۸۵۴	نسبتاً کم	۲۴	-۰/۴۸۶	متوسط	۱۱
۲۴	-۱/۲۱۶	زیاد	۳	-۰/۲۸۱	متوسط	۱۶
۲۵	۰/۰۹۲	نسبتاً کم	۱۹	-۰/۴۲۷	متوسط	۱۲
۲۶	۰/۱۷۲	نسبتاً کم	۲۰	-۰/۱۹۲	متوسط	۱۹
۲۷	۰/۳۷۶	نسبتاً کم	۲۲	۰/۷۸۶	نسبتاً کم	۲۴
۲۸	-۱/۳۴۲	زیاد	۲	-۰/۳۸۷	متوسط	۱۴
۲۹	-۱/۶۲۱	زیاد	۱	-۲/۷۶۰	زیاد	۱

ارزیابی پتانسیل سیل‌خیزی زیرحوضه‌های حوضه آبریز کنجانچم، با استفاده از روش تحلیل خوشه‌ای

هنر یافتن گروه‌های مشابه در داده‌ها را تجزیه و تحلیل خوشه‌ای می‌نامند. به طور خلاصه، هدف اصلی در تحلیل خوشه‌ای این است که گروه‌های همگن متغیرها جست‌وجو شوند (غیاثی، ۱۳۸۳، ۴). اغلب پارامترهای حوضه‌های آبریز وجه اشتراک زیادی با یکدیگر دارند، و به این دلیل لازم است که گروه‌بندی شوند. در این پژوهش با استفاده از روش تحلیل خوشه‌ای گروه‌های همگن مشخص شدند. متغیرهایی که در تحلیل عاملی مورد استفاده قرار گرفتند، در روش تجزیه‌وتحلیل خوشه‌ای هم استفاده شده‌اند.

انتخاب الگوریتم مناسب برای تجزیه و تحلیل

انتخاب الگوریتم برای تجزیه و تحلیل خوشه‌ای بستگی به نوع داده و هدف آن دارد. دو روش جزء به جزء و طبقاتی برای این منظور به کار می‌رود. در روش اول تعداد خوشه را خود محقق تعیین می‌کند. در روش طبقاتی از دو فرایند تجمعی و تقسیمی استفاده می‌شود. از مزایای روش طبقاتی ترسیم دندروگرام است، که گروه‌های همگن از آن استخراج می‌شود (غیاثی و دیگران، ۱۳۸۳، ۵). در انتخاب الگوریتم این پژوهش از روش طبقاتی[1] استفاده شده است.

تفکیک زیرحوضه‌ها در گروه‌های همگن

پس از استانداردسازی داده‌ها با مدل استاندارد و اعمال فاصله اقلیدسی و به‌کارگیری روش‌های مختلف، بهترین تفکیک زیرحوضه‌ها براساس روش وارد[2] حاصل شد. دسته‌بندی حوضه در دندروگرام حاصل از خروجی نرم‌افزار SPSS مشاهده می‌شود (شکل ۱۰).

دندروگرام ۴ دسته مجزا برای زیرحوضه‌ها با توجه به اندازه پارامترهای مذکور در این زیرحوضه‌ها مشخص شده است. مقدار متغیرهای کمی مؤثر بر سیلاب زیرحوضه‌ها در داخل این دسته‌ها برای هر گروه زیرحوضه‌ها تفکیک گردیده و همگن شناخته شده‌اند.

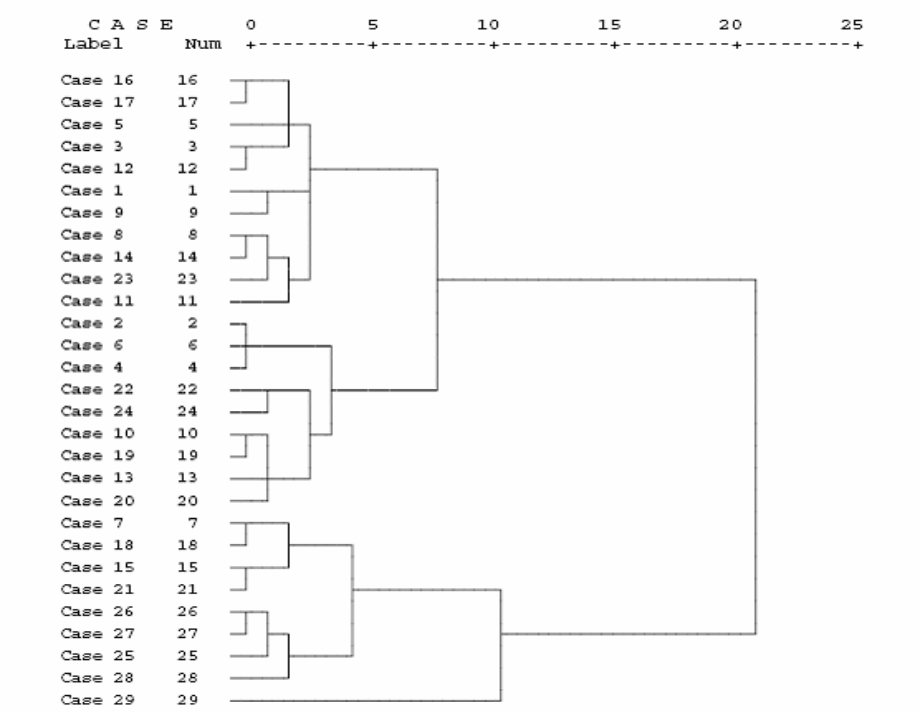
گروه ۱: زیرحوضه‌های ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۲۰

گروه ۲: زیرحوضه‌های ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۹، ۲۱، ۲۲، ۲۴، ۲۸

گروه ۳: زیرحوضه‌های ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸، ۲۳، ۲۵، ۲۶، ۲۷

گروه ۴: زیرحوضه ۲۹

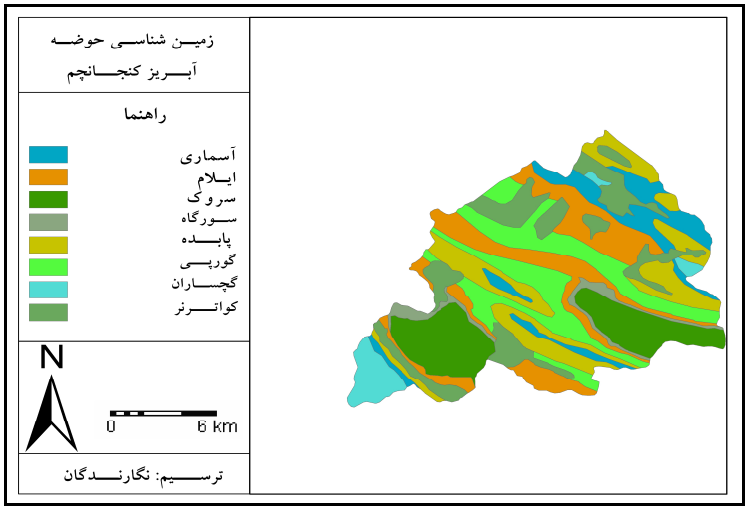
1. Hierarchical
2. Ward’s Method



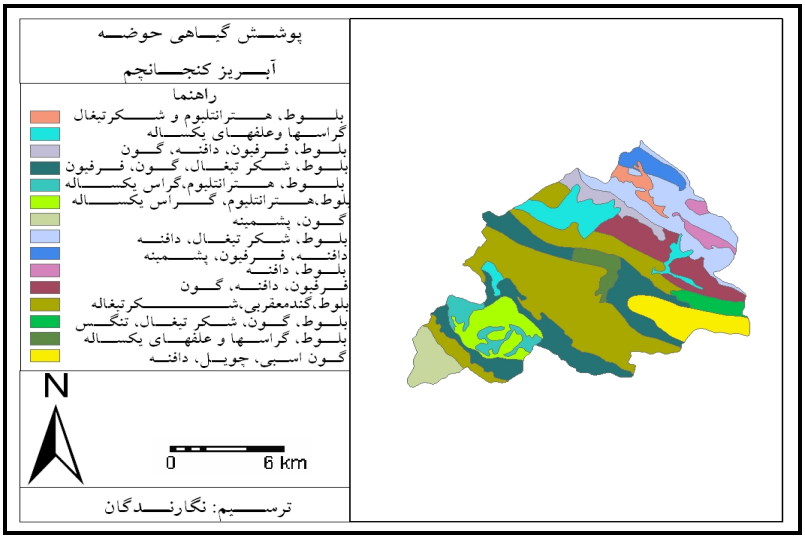
شکل ۱۰. دندروگرام پتانسیل سیل‌خیزی حوضه آبریز کنجانچم

تحلیل توصیفی متغیرهای کیفی مؤثر بر سیلاب حوضه رودخانه کنجانچم

حوضه آبریز کنجانچم در شمال غربی کمربند چین‌خورده زاگرس قرار گرفته است و چین‌های متعددی به شکل طاقدیس و ناودیس در آن وجود دارد. کوه‌های حوضه با توجه به زمین‌شناسی ساختمانی و چینه‌شناسی سنگ‌های تشکیل‌دهنده آن به شکل نسبتاً کشیده درآمده و دره‌های نسبتاً کم‌عرض در میان کوه‌ها به وجود آمده است. به‌طور کلی سنگ‌های موجود در سطح حوضه متعلق به دوران‌های دوم و سوم زمین‌شناسی است و رسوبات جدید نیز در محل‌های متفرقه مشاهده می‌شوند (شکل ۱۱). پوشش گیاهی حوضه آبریز کنجانچم در شکل ۱۲ آمده است.



شکل ۱۱. نقشه زمین‌شناسی حوضه آبریز کنجانچم



شکل ۱۲. نقشه پوشش گیاهی حوضه آبریز کنجانچم

الف) زیرحوضه‌های شمال حوضه کنجانچم

بیشترین مساحت زیرحوضه‌های ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۲۰ مربوط به ارتفاعات، کوه‌های سنگی با خاک سطحی کم است. پوشش گیاهی به دلیل ضخامت کم خاک و شیب زیاد فقیر است. شیب زیاد، نفوذپذیری نسبتاً کم، فرسایش بالا و نداشتن پوشش خاکی ضخیم از ویژگی‌های آنها به حساب می‌آید. به دلیل بارندگی مناسب (حدود ۶۰۰ میلی‌متر) پوشش گیاهی، مرتعی است. بنابراین قابلیت نفوذ بسیار کم در رسوبات شیل و مارن، علت پوشش گیاهی فقیر این زیرحوضه‌هاست. فعالیت‌های انسانی از جمله شیوه‌های نادرست کشاورزی و دامداری (کشت در جهت شیب، چرای مفرط دام) در سال‌های اخیر روند گسترش سیل را، به‌ویژه در پایین‌دست این زیرحوضه‌ها افزایش داده است. در نگاه کلی این زیرحوضه‌ها پتانسیل سیل‌خیزی زیادی دارند (شکل ۲).

ب) زیرحوضه‌های شرق حوضه کنجانچم

اکثر زیرحوضه‌های ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳ در قسمت شرقی و مرکزی حوضه کنجانچم قرار دارند. بالادست این زیرحوضه‌ها اراضی کوهستانی و صخره‌ای با نفوذپذیری کم، پوشش گیاهی نسبتاً کم، شیب زیاد و فرسایش‌پذیری بالایی دارند و پایین‌دست این زیرحوضه‌ها، اراضی و پوشش کشاورزی دیم و مرتع دیده می‌شود. کشت بر روی زمین‌های پرشیب و دامداری سنتی در این زیرحوضه‌ها متداول است. نیمرخ آبراهه‌های اصلی در این زیرحوضه‌ها پرشیب با شیب بیشتر از ۱۰ درصد و دارای بستر نامنظم است. روند کلی آنها به سمت دشت است که با ساختمان زمین‌شناسی انطباق دارد. این گروه از زیرحوضه‌ها پتانسیل سیل‌خیزی نسبتاً زیادی دارند (شکل ۲).

ج) زیرحوضه‌های جنوب حوضه کنجانچم

این زیرحوضه‌ها در ارتفاع کمتر از ۱۰۰۰ متر در جنوب حوضه کنجانچم روی سازند نفوذپذیر گچساران قرار گرفته‌اند. پوشش گیاهی به صورت اراضی مرتعی و زراعت دیم و آبی و دامداری سنتی در این زیرحوضه‌ها متداول است. در کل این گروه زیرحوضه‌ها، پتانسیل سیل‌خیزی کمی دارند.

د) زیرحوضه‌های مرکزی

وسعت بخش عمده‌ای از مساحت این زیرحوضه‌ها با آهک و شیل و مارن پوشیده شده است، که نفوذپذیری متوسط تا خوب دارند. فرسایش آبی چهره این زیرحوضه‌ها را تحت تأثیر قرار داده است. مخروط‌افکنه و پادگانه‌های قدیمی در آن به چشم می‌خورد و اراضی مرتفعی گسترده‌ای در این زیرحوضه‌ها وجود دارد. البته کشاورزی در قسمت‌های کم‌شیب و مسطح آن انجام می‌گیرد. شیب این زیرحوضه‌ها متوسط تا کم است. این گروه از زیرحوضه‌ها پتانسیل سیل‌خیزی نسبتاً کمی دارند.

هـ) زیرحوضه‌های غربی حوضه

نزدیک به نیمی از مساحت زیرحوضه‌های ۲۱، ۲۴، ۲۷، ۲۸ را کوه‌های نسبتاً مرتفع تشکیل می‌دهد. فرسایش نسبتاً شدید، پوشش گیاهی کم تا متوسط و گیاهان استپی و در برخی از قسمت‌ها اراضی بایر از ویژگی‌های این واحد است. شیب متوسط بیش از ۱۰ درصد و خاک کم‌عمق است. فعالیت‌های انسانی به صورت دامداری است، و این زیرحوضه‌ها دارای سیل‌خیزی نسبتاً بالایی هستند.

و) زیرحوضه ۲۹

قسمت‌های کوچکی از شمال و مرکز زیرحوضه ۲۹ را اراضی صخره‌ای با نفوذپذیری کم می‌پوشانند. فرسایش در آن زیاد است و به شکل شیاری، رودخانه‌ای و سطحی به چشم می‌خورد. این زیرحوضه عمدتاً از آهک همراه با لایه‌هایی از شیل و مارن پوشیده شده و تراس‌های آبرفتی در آن مشهود است. روند کلی آبراهه‌ها به سمت جنوب است که در شیل و مارن بستر خود را گسترده‌اند و با لیتولوژی انطباق یافته‌اند. از لحاظ پوشش گیاهی، اراضی مرتعی و زراعت آبی (کشاورزی و باغ‌ها) را در بر می‌گیرد. بیشترین فعالیت‌های انسانی در این زیرحوضه به شکل کشاورزی دیم، آبی و دامداری سنتی است. این گروه از زیرحوضه‌ها پتانسیل سیل‌خیزی پایینی دارند.

نتیجه‌گیری

در نگاه کلی حوضه کنجانچم شکل نسبتاً کشیده و مساحتی حدود ۵۷۴/۵ کیلومتر مربع را در بر می‌گیرد. در بررسی پتانسیل سیل‌خیزی حوضه و مطالعه نقش زیرحوضه‌ها در سیلاب حوضه از روش‌های آماری تحلیل عاملی و تجزیه خوشه‌ای استفاده شده است. تحلیل عاملی یکی از بهترین روش‌ها به‌منظور شناسایی متغیرهایی است که با هم روابط درونی دارند و همچنین برای کاهش دادن متغیرهای فیزیوگرافی و هیدرولوژی است. براساس نتایج حاصل از تحلیل‌های عاملی و خوشه‌ای، ۲۸ شاخص اولیه به ۵ عامل برتر شکل، آبراهه، شیب، زهکشی و رواناب تبدیل شدند. ارزیابی عامل‌ها نشان می‌دهد که زیرحوضه ۲۶ در عامل شکل، زیرحوضه‌های ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۱۰ در عامل شیب، زیرحوضه‌های ۲۴، ۲۸، ۲۹ در عامل زهکشی، و در عامل رواناب زیرحوضه‌های ۷، ۱۲، ۱۱، ۱۵، ۲۹ دارای پتانسیل سیل‌خیزی زیادی هستند. زیرحوضه‌ها از نظر مشابهت پتانسیل سیل‌خیزی، فرسایش، پوشش گیاهی، و تأثیرات عملکرد انسانی به ۵ گروه با پتانسیل سیل‌خیزی زیاد، نسبتاً زیاد، متوسط، نسبتاً کم و کم تفکیک شده‌اند. نتیجه حاصل از تحلیل خوشه‌ای نشان می‌دهد که گروه ۴ با ۱۰۳/۴ کیلومتر از مساحت حوضه دارای سیل‌خیزی نسبتاً زیاد، گروه ۲ با ۳۱۴/۸ کیلومتر

سیل‌خیزی متوسط، گروه ۱ با ۵۲/۱ کیلومتر سیل‌خیزی نسبتاً کم و گروه ۳ با ۱۰۴/۲ کیلومتر مربع مساحت دارای سیل‌خیزی کم بوده‌اند. این خود بیانگر آن است که حوضه آبریز کنجانچم پتانسیل سیل‌خیزی نسبتاً بالایی دارد. زیرحوضه‌ها نقش اساسی در سیل‌خیزی این حوضه دارند و زمین‌های وسیع کشاورزی پایین‌دست را متأثر می‌کنند. شناسایی زیرحوضه‌هایی که بیشترین تأثیر را بر سیل‌خیزی محدوده مورد مطالعه دارند، به برنامه‌ریزان امکان می‌دهد تا با اقدامات مناسب آبخیزداری، دبی‌های سیلابی حوضه را کاهش دهند و کار مدیریت سیلاب را از بالادست حوضه آغاز کنند تا قطب کشاورزی آسیب‌پذیر از بالادست حوضه، کنترل‌شدنی باشد.

منابع

Bales, J. & Beston R.P., 1981, **The Curve Namber asa Hydrologic Index**, Proceedings of International Symposium on rainfall – runoff hydrologic modeling, Mississippi, State University, pp. 371-386.

Cline, Paul, 2001, **An easy Guide for Factor Analysis**, Translated by Sadr o Sadat, Seyed Jalal & Minaie Asghar, Samt publication, p. 3.

Enayate Rasul, A.Z., M. Fazle Rabbi, Mustafa Kamal, 1994, **GIS in Flood Mapping for Important Flood Management in Bangladesh, Hyroinformatic**, 94, pp. 629-634.

Francisco, N.C., Rego, F.C., Gracasaraiva M.D., and Ramos I., 1998, **Coupling GIS with Hydrologic and Hydrolic Flood Modelling Management**, Water Resources Management, 12, 229-249.

Hawkins, R.H., 1979, **Runoff Curve Number with Varying Site Moisture**, Journal of Irrigation and Drainage Division, American Society of Civil Engineers, Vol. 104, No. IR4, pp. 389-398

James, M.D. et al., 1980, **Flood Plain Management Needs Peculier to Arid Climates,** Water Resources Bulletin, 16(6), Elsevier Science Ltd.

Singh,V.P., 1997, **Kinematic Wave Modelling In Water Resources**, Chapter 18.

Stephen, R., 2002, **Hydrologic Investigation By the U.S. Geological Survey Following, the 1996 and 1997 Floods in the Upper Yellowstone River**, Montana. American Water Rcsources Association 19'Annual Montana section Meeting, section one, pp.1 – 18.

Suwanwerakamtorn, R., 1994, **GIS and Hydrologic Modelling for Management of Small Watersheds**, ITC Journol, No.4, P. 343.