

مجله مخاطرات محیط طبیعی، دوره هشتم، شماره بیست و یکم، پاییز ۱۳۹۸

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۶/۰۸/۰۹

تاریخ بازنگری نهایی مقاله: ۱۳۹۷/۰۱/۲۸

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۰۳/۱۲

صفحات: ۹۲ - ۷۵

استفاده از روش تحلیل خوشه‌ای و رگرسیون چند متغیره در ارزیابی پتانسیل سنجی سیلاب با تاکید بر پارامترهای هیدروژئومورفولوژیکی (مورد مطالعه: حوضه آبخیز رودخانه مارون)

محمد شریفی پیچون^{۱*}، کمال امیدوار^۲، کوثر متذکر^۳

چکیده

هدف این پژوهش، بررسی سیل‌خیزی حوضه آبخیز مارون بوده که در طول سال‌های گذشته سیلاب‌های نسبتاً شدیدی در آن رخ داده است. در ابتدا دبی حداکثر لحظه‌ای زیر حوضه‌ها تعیین و با کمک نرم افزار P10 و تحلیل فراوانی سیلاب و مشخص کردن توزیع لوگ نرمال، دبی با دوره بازگشت‌های مختلف برآورد شد. در ادامه ۱۸ متغیر مختلف هیدروژئومورفولوژیکی اثرگذار بر سیل‌خیزی حوضه آبریز مارون انتخاب شد که از بین آنها پارامترهای مساحت، محیط، عرض مستطیل معادل، طول حوضه، مجموع طول آبراهه‌ها و متوسط طول جریان که در ارزیابی توان سیل‌خیزی در مدل‌های هیدروژئومورفولوژیکی از بیشترین اهمیت برخوردارند، برای بررسی سیل‌خیزی حوضه مذکور مورد استفاده واقع گردید. برای تعیین مناطق همگن سیلاب و کاهش خطا در مدل‌سازی از روش تحلیل خوشه‌ای استفاده گردید. سپس با استفاده از نرم افزار SPSS و رگرسیون چند متغیره مدل‌های هیدروژئومورفولوژیکی سیلاب مناطق همگن در دوره‌های بازگشت مختلف تدوین گردیدند. پارامترهای موثر و مهم در مدل‌های رگرسیونی این مناطق در قالب ۶ عامل خلاصه و بر مبنای آنها نقشه پتانسیل سنجی سیلاب حوضه ترسیم گردید. بر اساس این نقشه، زیرحوضه‌های همگن (۱)، (۲)، (۳)، (۴)، (۷)، (۸)، (۹)، (۱۰)، (۱۷)، (۲۰) با سیل‌خیزی زیاد، زیرحوضه‌های همگن (۲)، (۵)، (۶)، (۱۱)، (۱۴)، (۱۶) با سیل‌خیزی متوسط، زیرحوضه‌های همگن (۳)، (۱۲)، (۱۳)، (۱۵)، (۱۹) با سیل‌خیزی کم و زیرحوضه همگن (۴)، (۱۸) با حساسیت و سیل‌خیزی بسیار زیاد مشخص شدند. بدین ترتیب، مشاهده شد که زیر حوضه‌های جنوبی و جنوب غربی بر اساس پارامترها و شاخص‌های مطرح شده از سیل‌خیزی بسیار کمتری برخوردار هستند.

واژگان کلیدی: تحلیل خوشه‌ای، سیل‌خیزی، حوضه آبخیز مارون، رگرسیون، هیدروژئومورفولوژی.

mscharifi@yazd.ac.ir

komidvar@yazd.ac.ir

mtzkowsar@yahoo.com

^۱- دکتری ژئومورفولوژی، استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه یزد (نویسنده مسئول)

^۲- دکتری اقلیم‌شناسی، استاد گروه جغرافیا، دانشگاه یزد

^۳- کارشناسی ارشد ژئومورفولوژی، گروه جغرافیا، دانشگاه یزد

مقدمه

سیل یک پدیده طبیعی است که جوامع بشری آن را به عنوان یک واقعه اجتناب‌ناپذیر پذیرفته‌اند؛ اما رویداد، اندازه، تکرار و میزان ریسک و آسیب‌پذیری آن در محیط‌ها و جوامع مختلف متفاوت است. بررسی آمار و اطلاعات خسارات ناشی از وقوع سیلاب در ایران و جهان بیانگر گستردگی صدمات ناشی از سیلاب به منابع طبیعی، انسانی و اقتصادی مناطق مختلف می‌باشد (وهایی، ۱۳۸۵). سیلاب به عنوان مهمترین فرایند تغییر دهنده چهره زمین، علاوه بر شرایط اقلیمی و ژئومورفولوژیکی از دخالت‌های انسان در سطح زمین نیز متاثر است. به همین دلیل رابطه بین بارندگی و رواناب به طور محسوسی از حوضه‌ای به حوضه دیگر فرق می‌کند. حوضه آبخیز به عنوان یک هیدروسستم، عامل تبدیل بارش نازل شده به بارش مازاد و تخلیه‌ی آن به نقطه‌ی خروجی است (حشمت‌پور و همکاران، ۱۳۸۱). مهار طغیان‌ها و سیلاب‌ها در حوضه آبخیز مستلزم آشنایی مطلوب به نحوه عملکرد سیستم هیدرولوژیکی و ژئومورفولوژیکی منطقه و تاثیر این دو بر همدیگر می‌باشد (رامشت، ۱۳۷۵). از این رو تعیین درجه سیل‌خیزی مناطق مختلف یک حوضه آبخیز مستلزم شناخت خصوصیات هیدروژئومورفیک حوضه، اقلیم منطقه، رواناب و بهره‌گیری از مدل‌های مختلف در قالب یک روش مشخص برای تفکیک مناطق مختلف حوضه می‌باشد (ثقفیان و قرمز چشمه، ۱۳۸۷). این خصوصیات شامل عوامل حوضه‌ای مانند مساحت، شکل، ارتفاع، شیب، تراکم زهکشی، عوامل زمین‌شناسی، خاک‌شناسی، زمان تمرکز و... است. در این زمینه اولین گام برای کاهش خطر، مهار سیل در سرمنشا آن - یعنی زیر حوضه‌های آبریز - است. زیرا به دلیل وسعت زیاد و گستردگی حوضه‌های آبریز انجام عملیات اجرایی و اصلاحی در سرتاسر حوضه امکان‌پذیر نیست (خسروشاهی، ۱۳۸۰).

به منظور بررسی عوامل موثر بر سیلاب و برآورد پاسخ حوضه به این ویژگی‌ها و سیل‌خیزی همواره مدل‌ها و روابط تجربی زیادی برای مناطق خاصی توسط محققین مختلف ابداع و مورد مطالعه قرار گرفته است. از جمله توماس و بنسون^۱ (۱۹۶۸) که با استفاده از ۷۰ پارامتر جریان رودخانه‌ای و ۳۱ مشخصه حوضه‌های آبخیز به بررسی مهمترین عوامل فیزیکی و اقلیمی موثر در مدل‌های منطقه‌ای سیلاب پرداخته‌اند. آن‌ها نتیجه گرفتند که سطح حوضه، شاخص‌های ذخیره، مقدار نزولات جوی و شدت و تواتر آنها، تبخیر و تعرق و درجه حرارت مهمترین مشخصه‌های یک حوضه آبخیز بوده که می‌تواند در تدوین معادلات تناوب سیل حوضه نقش داشته باشند. سیرینیواس^۲ و همکاران (۲۰۰۸) به منظور تحلیل تناوب سیلاب منطقه‌ای روشی مرکب از نقشه عوارض خود سازمان یافته و الگوریتم c-mean خوشه‌بندی فازی را استفاده و کارایی آن را در حوضه‌های آبخیز ایالت ایندیانا در آمریکا مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج نشان داد که روش تحلیل تناوب سیلاب منطقه‌ای با روش‌های مبنی بر تحلیل رگرسیونی و همبستگی چندمتغیره قابل مقایسه است. تاثیر داده‌های توپوگرافیکی، پیکربندی ژئومتریک و انواع روش‌های مدلسازی بر روی نقشه طغیان سیلاب توسط کوک و همکاران (۲۰۰۹) مورد بررسی قرار گرفت. این بررسی بر روی رودخانه استرودوس^۳ و برازوس^۱ با شرایط توپوگرافیک و ژئومورفیک متفاوت انجام گرفته است. پاکوتی و لاوری^۲

1 - Thomas & Benson

2 - Sirinivas

3 - Strouds

(۲۰۱۲) به بررسی خطرات سیل با استفاده از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره در رودخانه نادى در غرب فیجی پرداختند. آنها به بررسی لایه‌های ارتفاع، کاربری اراضی، شیب، فاصله از کانال و نوع خاک پرداختند. نتایج نشان داد به دلیل افزایش شهرنشینی و به تبع آن افزایش زباله در زهکش‌های شهری و پیرامون شهر، تخلیه رواناب‌ها به درستی صورت نمی‌گیرد. کاسترو^۲ و همکاران (۲۰۱۳) به پیش‌بینی سیلاب‌های ناگهانی بر اساس تحلیل مدل رگرسیون چند متغیره جهت سیستم پشتیبانی تصمیم در فیلیپین پرداختند. سوپریا^۳ و همکاران (۲۰۱۵) در پژوهشی به تحلیل ماکزیمم بارشهای روزانه و جریان آب ناشی از آن جهت پیش‌بینی سیلاب در حوضه رودخانه ولار^۴ در هندوستان پرداختند. آنها در مطالعه خود از مدل تحلیل رگرسیون استفاده نمودند و به این نتیجه رسیدند که بخشهای پایین دست حوضه از نظر سیل‌خیزی بسیار آسیب‌پذیرتر است. واگنار^۵ و همکاران (۲۰۱۷) در مطالعه‌ای تحت عنوان مدل‌سازی چند متغیره خسارات سیلاب با داده‌های محدود با استفاده از رویکرد یادگیری نظارت محور پرداختند. لی^۶ و همکاران (۲۰۱۸) در ارزیابی فضایی آسیب‌پذیری سیلاب‌های شهری با استفاده از داده‌کاو و سیستم اطلاعات جغرافیایی نقشه آسیب‌پذیری مناطق شهری را از نظر آسیب‌پذیری سیلاب تهیه و ترسیم نمودند.

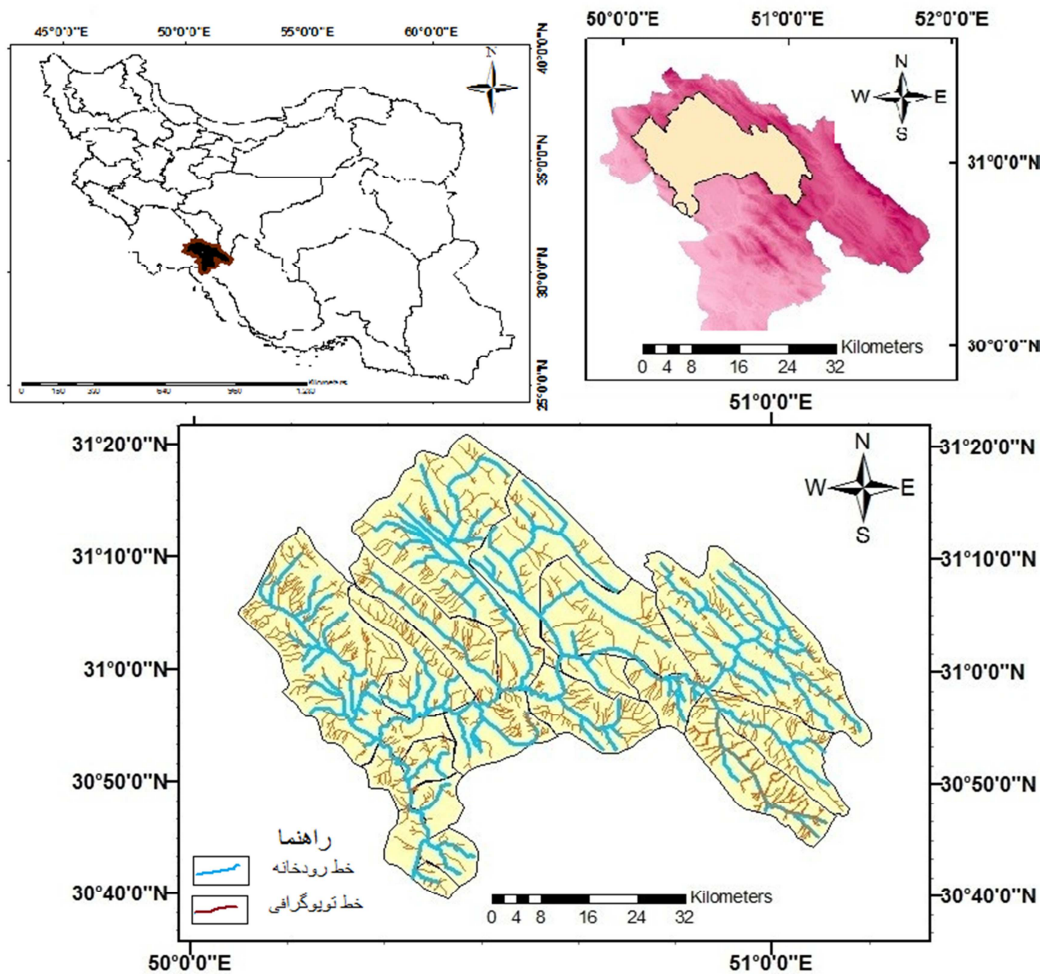
قنواتی (۱۳۸۰) در راستای بررسی سیلاب در حوضه رودخانه گاماسیاب به شناسایی عوامل مختلف هیدروژئومورفولوژیکی موثر بر بروز سیلاب پرداخت. او ۱۲ متغیر ژئومورفولوژیکی و فیزیوگرافی با استفاده از روش آماری رگرسیون چند متغیره مورد تجزیه و تحلیل قرار داد. در نهایت مدل پیش‌بینی سیلاب حوضه براساس ۷ متغیر ضریب جریان، ضریب گراویلوس، ارتفاع متوسط حوضه، شیب ناخالص رودخانه، شیب حوضه، طول حوضه و مساحت حوضه ساخته شد. واسنجی مدل نهایی نشان داد که حدود ۹۹ درصد با داده‌های مشاهده شده هماهنگی دارد. زارع و لشکری (۱۳۸۲) در تحقیقی به تحلیل منطقه‌ای سیلاب در حوضه رودخانه زهره پرداختند. در این تحقیق روابط و مدل‌هایی به منظور برآورد دبی‌های حداکثر لحظه‌ای با دوره بازگشت‌های مختلف در نقاط فاقد ایستگاه ارائه گردید. سپس بین مقادیر دبی با دوره بازگشت‌های مختلف و عوامل موثر بر سیلاب آن‌ها با استفاده از رگرسیون چندگانه ساده و لگاریتمی با استفاده از روش‌های پیشرو، پسرو و گام به گام روابط و مدل‌هایی را به دست آورد که با استفاده از آن می‌توان مقادیر دبی با دوره بازگشت‌های مختلف را در هر نقطه دلخواه از حوضه بدست آورد. فرج زاده و نصرتی (۱۳۸۳) با استفاده از مدل رگرسیون چند متغیره به شناسایی عوامل موثر در سیل‌خیزی حوضه آبخیز گاو رود در غرب ایران پرداخته و هر زیر حوضه را از نظر قابلیت تولید رواناب طبقه‌بندی کردند. اسدی (۱۳۹۳) به بررسی پتانسیل سنجی سیل‌خیزی حوضه آبریز کارون ۴ با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی پرداخت. او با استفاده از تحلیل عاملی، عوامل موثر بر سیل را شناسایی و به پهنه‌بندی آن با استفاده از تحلیل

1 - Brazos
2 - Paquette & Lowry
3 - Castro
4 - Supria
5 - Vellar
6 - Wagenaar
7 - Lee

خوشه‌ای پرداخت. از نظر ایشان، در حوضه آبریز کارون به دلیل ارتفاعات بلند زاگرس، عامل شیب نقش مهمی در سیل خیزی دارد. شعبانی و همکاران (۱۳۹۵) پتانسیل سیل‌خیزی حوزه‌های آبخیز و تعیین مناطق مولد سیل در حوزه آبریز نکا را مطالعه نمودند. نتایج بررسی‌های آنها نشان داد که سهم زیرحوضه‌ها در پتانسیل سیل‌خیزی تنها تحت تاثیر مساحت آنها نیست؛ بلکه عوامل دیگری نیز مانند موقعیت مکانی زیر حوضه‌ها و روندیابی سیل در رودخانه‌های اصلی در رژیم سیلابی حوضه نقش قابل توجهی دارند. حوضه آبخیز رودخانه مارون در جنوب غربی ایران در استان کهگیلویه و بویراحمد قرار دارد. با توجه به وضعیت جغرافیایی و قرار گرفتن آن در دامنه‌های غربی زاگرس از ریزش‌های جوی مطلوب برخوردار است. سیل‌خیزی همواره از مهمترین بلاها و مخاطرات محیطی در این حوضه به شمار رفته و سالانه خسارات زیادی را به این منطقه وارد می‌کند. معمولاً پس از هر بارش سنگین در این حوضه سیلاب‌های شدیدی از مناطق کوهستانی به سوی دشت‌های پایین دست خود به راه افتاده و میلیاردها تومان خسارت به بخش کشاورزی، راه‌ها و حوضه‌های شهری وارد می‌کند. بالا آمدن آب در جاده‌ها و معابر هر ساله تعداد زیادی را طعمه مرگ می‌کند. هدف این پژوهش شناخت بهتر وضعیت هیدروژئومورفولوژیکی حوضه آبخیز رودخانه مارون و پاسخگویی آن به سیلاب‌ها و همچنین تعیین محدوده‌های سیل خیز از طریق نقشه‌های پهنه‌بندی سیل است. در واقع با تعیین مناطق دارای پتانسیل بالا به نوعی می‌توان یک ارزیابی کلی از وضعیت سیل خیزی منطقه به دست آورد، چرا که وجود پتانسیل بالای سیل خیزی در یک منطقه مقدمه‌ای بر افزایش احتمال وقوع سیل در آن منطقه می‌باشد.

موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه حوضه آبخیز رودخانه مارون به مساحت ۳۰۵۰ کیلومتر مربع در محدوده جغرافیایی ۳۰ درجه و ۴۰ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۲۰ دقیقه عرض شمالی و ۵۰ درجه و ۵ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۱۰ دقیقه طول شرقی در استان کهگیلویه و بویراحمد قرار گرفته است. حوضه آبریز این رودخانه توسط حوضه آبریز رودخانه‌های زهره و کارون احاطه گردیده است. این رودخانه از کوه‌های نسبتاً بلند کهگیلویه سرچشمه گرفته و پس از طی مسیری طولانی از طریق تنگ تکاب وارد دشت بهبهان شده و پس از آن در محلی به نام قلعه شیخ و دریافت رود اعلاء رامهرمز، نام جراحی به خود گرفته و وارد تالاب شادگان می‌گردد. منطقه مورد مطالعه دربرگیرنده سرشاخه‌های رودخانه مارون در ارتفاعات تا نزدیکی سد مارون در تنگ تکاب می‌باشد. رودخانه از سرشاخه‌های رودخانه تا خروجی حوضه حدوداً ۱۲۰ کیلومتر را طی می‌کند. حوضه مذکور به دلیل شیب نسبتاً زیاد و پوشش گیاهی اندک و همچنین سازندهای بسیار سست رسوبات تبخیری و مارن از فرسایش پذیری بسیار بالایی برخوردار است. حداکثر ارتفاع در این حوضه ۳۴۸۳ متر و حداقل ارتفاع ۳۶۴ متر در نزدیکی سد مارون می‌باشد. شکل (۱) موقعیت حوضه آبخیز رودخانه مارون را در استان کهگیلویه و بویراحمد نشان می‌دهد.



شکل ۱: موقعیت حوضه آبخیز مارون (منبع: نگارندگان)

داده‌ها و روش‌ها

در این پژوهش جهت پتانسیل‌سنجی سیلاب و تدوین مدل سیلابی حوضه آبخیز رودخانه مارون و مشخص نمودن عملکردهای کمی و کیفی سیستم هیدرولوژی حوضه، ویژگیهای فیزیکی حوضه و زیرحوضه های آبریز رودخانه مارون مشخص و با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی مورفومتری گردیدند. این خصوصیات شامل ۱۸ پارامتر از جمله مساحت، محیط، طول حوضه، ارتفاع متوسط حوضه، شیب حوضه، شیب رودخانه، طول مستطیل معادل، عرض مستطیل معادل، ضریب شکل حوضه، ضریب فرم حوضه، ضریب گراویلوس، تراکم زهکشی، نسبت انشعاب، متوسط طول طی شده توسط جریان های سطحی، زمان تمرکز، ضریب میلر (گردشگری)، نسبت کشیدگی و مجموع آبراه های فرعی و اصلی می باشد که به عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته شده اند.

در گام بعد به تحلیل منطقه‌ای سیلاب در زیر حوضه‌ها پرداخته شده است. در واقع، هدف دستیابی به روشی است که بتواند در هر نقطه‌ای از منطقه مورد مطالعه، حتی در نقاط فاقد آمار، برآوردی از سیلاب با دوره برگشت مورد نظر را ارائه دهد. برای به دست آوردن دبی حداکثر لحظه‌ای از روش استدلالی استفاده شد. در روش استدلالی فرض می‌شود بارندگی روی حوضه یکنواخت بوده و مدت بارش مساوی زمان تمرکز (Tc) حوضه است. آنچه در روش استدلالی حائز اهمیت است انتخاب ضریب رواناب است که مقدار آن به صورت مستقیم دبی سیلاب را تحت تاثیر قرار می‌دهد (علیزاده، ۱۳۹۴).

$$Q_p = 2.78CIA$$

A = مساحت حوضه (km²)

C = ضریب رواناب حوضه

I = شدت بارندگی (cm/h)

Q_p = حداکثر دبی سیلابی (m³/s)

سپس با استفاده از نرم افزار P10 و استفاده از توزیع‌های فراوانی و شناسایی توزیع غالب، دبی با دوره بازگشت‌های مختلف محاسبه می‌شود. برای شناسایی زیرحوضه‌های همگن جهت مدل‌سازی و کاهش خطای مدل‌ها اقدام به تفکیک مناطق با استفاده از روش تحلیل خوشه‌ای^۱ شد. تحلیل خوشه‌ای یکی از روش‌هایی است که می‌توان توسط آن آمار جریان را به سایر حوضه‌ها و زیرحوضه‌ها تعمیم داد. این روش می‌تواند در پیدا کردن گروه‌های واقعی کمک نموده و در کاهش داده‌ها مفید باشد (مانلی^۲، ۱۳۹۴). تحلیل خوشه‌ای به عنوان نوعی تحلیل چند متغیره، ابزاری آماری است که در آن داده‌ها و مشاهدات بر اساس متغیرهای مورد نظر تعیین، اندازه‌گیری و توسط محقق طبقه‌بندی می‌شود (شامکوئیان و همکاران، ۱۳۸۷). تفکیک منطقه مطالعاتی به مناطق همگن باعث دقت بیشتر و خطای کمتر در مدل‌های رگرسیون در مناطق فاقد آمار می‌شود (بیابانکی و اسلامیان، ۱۳۸۳). همچنین، در این پژوهش از مدل رگرسیون چند متغیره یکی از روش‌های برآورد دبی‌های سیلابی استفاده شده است. در این مدل تغییرات یکی از متغیرهای که در این رابطه وجود دارد تابع تغییرات سایر متغیرها است. این متغیر را متغیر وابسته یا پاسخ و سایر متغیرها را متغیر مستقل می‌نامند. پیش‌بینی متغیرهای وابسته و آزمودن فرضیه‌های تحقیقی مقاصد اصلی تحلیل رگرسیون چندمتغیری را تشکیل می‌دهد (کرلینجر و پدهازور^۳، ۱۳۹۶). در کاربرد روش رگرسیون چند متغیره به چند مساله توجه می‌شود: اولاً رابطه منطقی بین دبی سیلابی و متغیر مستقل وجود داشته باشد؛ ثانیاً خصوصیات، ویژگی‌ها و پارامترهای فیزیکی حوضه بایستی تا حد امکان از یکدیگر مستقل باشند و کمتر همبستگی را نشان دهند؛ ثالثاً ضریب بدست آمده برای خصوصیات حوضه باید منطقی باشد (باعقیده، ۱۳۸۰). کاربرد رگرسیون بین دبی جریان سیلابی و ویژگی‌های کمی (مورفومتری و هیدرولوژی) حوضه در هر منطقه و بر پایه داده‌های محلی، یکی از روش‌های آسان و قابل اعتماد در برآورد دبی جریان‌های سیلابی است (خدمتی و همکاران، ۱۳۸۹). در این روش،

¹- Cluster Analysis

²- Munly

³- Kerlinjer & Pedhazur

بین متغیرهای مستقل (خصوصیات حوضه ها) و متغیر وابسته (حداکثر دبی لحظه‌ای در دوره‌ی بازگشت مختلف) روابطی برقرار می‌شود. مدل رگرسیونی که به طور معمول استفاده می‌شود به شکل رابطه (۱) است:

$$Y = A + B_1 X_1 + B_2 X_2 + \dots + B_n X_n + e \quad (1)$$

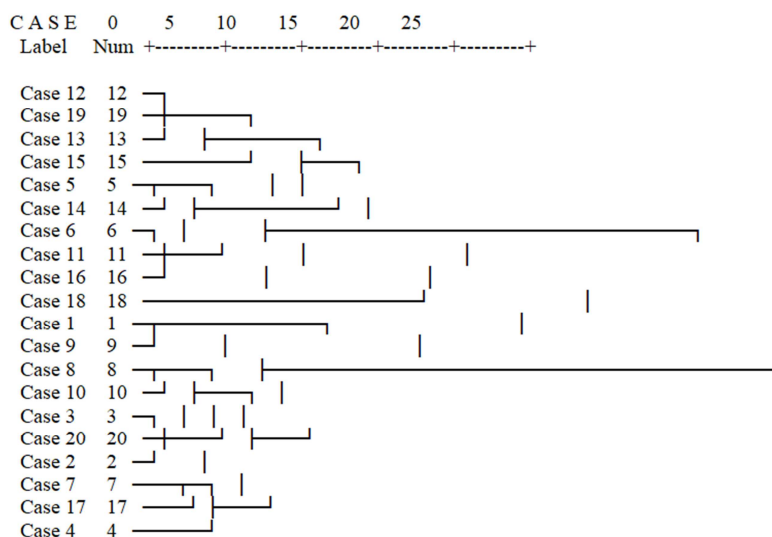
که در آن Y متغیر وابسته (در اینجا دبی سیلابی)، A عدد ثابت مدل، X_1, X_2, \dots, X_n متغیرهای مستقل هستند که می‌تواند همان خصوصیات و پارامترهای فیزیکی مانند ویژگی‌های کمی حوضه باشند و B_1, B_2, \dots, B_n ضرایب مربوط به هر یک از متغیرهای مستقل هستند که نشان دهنده تاثیر متغیر X بر Y است (به ازای یک واحد تغییر در X ، Y چه مقدار تغییر می‌کند) و e نشان دهنده خطای مدل رگرسیون است (کرلینجر و پدهازور، ۱۳۹۶). در نهایت با تبدیل عوامل هیدروژئومورفولوژیکی مؤثر در سیل خیزی رودخانه مارون به شکل لایه‌های اطلاعاتی در سیستم اطلاعات جغرافیایی و تلفیق آنها نقشه پهنه‌بندی سیل‌خیزی حوضه آبخیز رودخانه مارون ترسیم شده است.

یافته‌های تحقیق

در این تحقیق با استفاده از روش استدلالی، داده‌های دبی برای یک دوره ۱۰ ساله (۱۳۹۲-۱۳۸۳) تعیین و سپس همگنی داده‌ها با آزمون ران تست ۱ انجام شد. پس از انتخاب پایه زمانی مشترک، با استفاده از نرم افزار P10 جهت به دست آوردن مقادیر دبی با دوره های بازگشت مختلف، حداکثر دبی لحظه‌ای را با توزیع های آماری متداول نظیر نرمال، لوگ نرمال، پیرسون، لوگ پیرسون و گمبل برازش داده شد. با استفاده از کمترین خطا در توزیعات، لوگ نرمال به عنوان توزیع غالب منطقه شناسایی و دبی با دوره بازگشت های مختلف با توزیع غالب محاسبه شد. پس از انتخاب متغیرها و استانداردسازی با نمره Z و اعمال فاصله اقلیدسی و به کارگیری روش‌های مختلف بهترین تفکیک زیر حوضه های براساس روش Ward حاصل شد. در شکل ۲ دندروگرام^۲ حوضه آبخیز مارون نشان داده شده است.

^۱-Run Test

^۲-Dendrogram



شکل ۲: نمایش دندروگرام حوضه آبخیز مارون

دندروگرام ۴ دسته مجزا برای زیرحوضه ها با توجه به اندازه پارامترهای مذکور در این زیرحوضه ها مشخص کرده شده و همگن شناخته شده اند.

گروه ۱: زیرحوضه های ۱، ۲، ۳، ۴، ۷، ۸، ۹، ۲۰، ۱۰، ۱۷

گروه ۲: زیرحوضه های ۵، ۶، ۱۱، ۱۴، ۱۶

گروه ۳: زیرحوضه های ۱۲، ۱۳، ۱۹، ۱۵

گروه ۴: زیرحوضه ۱۸

سیس با استفاده از روش رگرسیون چندمتغیره بین دبی های حداکثر لحظه ای و خصوصیات زیر حوضه ها در مناطق همگن (روش خطی) رابطه برقرار گردید. در نتیجه مدل هایی برای مناطق همگن در دوره بازگشت های ۲ ساله، ۵ ساله، ۱۰ ساله، ۲۵ ساله، ۵۰ ساله، ۱۰۰ ساله، ۲۰۰ ساله، ۵۰۰ ساله و ۱۰۰۰ ساله محاسبه شد که در جداول ۱، ۲ و ۳ آورده شده است.

در مدل سازی زیرحوضه های مناطق همگن (۱) که در جدول (۱) نشان داده شده است. پارامترهای مساحت (A)، محیط (P)، عرض مستطیل معادل (BM) و متوسط طول طی شده جریان (LO) همبستگی معناداری با دبی سیلابی داشتند. در این مدل هرچه دوره بازگشت ها افزایش پیدا می کرد ضریب همبستگی کمتر شده، میزان خطا افزایش و سطح معناداری کاهش پیدا می کرد. افزایش خطا و کاهش ضریب تعیین موجب شده که با افزایش دوره بازگشت دبی مشاهده شده در مقایسه با دبی محاسبه شده تفاوت چشمگیری داشته باشد. تمام این زیر حوضه ها از مساحت و محیط بالایی برخوردارند و از این نظر همگن می باشند. با توجه به اینکه دبی سیلاب ها و حجم رواناب های حوضه معمولاً به طور مستقیم به مساحت و محیط حوضه بستگی دارد. هرچه از این نظر بزرگتر باشند انتظار دبی بیشتری

وجود دارد. عامل دیگر در سیل خیزی عرض مستطیل معادل می باشد به دلیل عرض کم آن ها نسبت به طول زیر حوضه ها آب با حجم بیشتری به پایین دست حرکت می کند. پارامتر دیگر مجموع متوسط طول طی شده جریان می باشد که در این زیرحوضه های همگن تاثیر معکوسی با دبی سیلابی داشته است. در این زیرحوضه‌ها با کاهش طول جریان طی شده دبی سیلابی افزایش بیشتری پیدا خواهد کرد. در این مدل‌ها سطح معناداری نشان دهنده مناسب بودن رگرسیون خطی برای برازش مدل است. سطح معناداری در کمترین اندازه خود بود که نشان می داد متغیرهای مستقل تاثیر شدیدی بر متغیر وابسته دارند. در نتیجه این زیر حوضه ها از سیل خیزی بالایی برخوردار هستند.

جدول ۱: مدل های هیدروژئومورفولوژیکی برآورد دبی های حداکثر لحظه ای با دوره بازگشت های مختلف در مناطق همگن ۱

خطای استاندارد	سطح معناداری	ضریب تعیین	مدل هیدروژئومورفولوژیکی
41/28	0/003	0/940	$Q2 = -24/37 + 0/429(A) + 1/281(P) + 8/702(BM) - 39/16(Lo)$
58/10	0/006	0/921	$Q5 = -140/78 - 0/035(A) + 3/358(P) + 26/41(BM) - 58/22(Lo)$
73/09	0/010	0/900	$Q10 = -256/56 - 0/536(A) + 5/317(P) + 43/15(BM) - 74/66(Lo)$
94/20	0/019	0/872	$Q25 = -425/013 - 1/27(A) + 8/100(P) + 67/196(BM) - 97/113(Lo)$
110/68	0/026	0/852	$Q50 = -557/26 - 1/856(A) + 10/26(P) + 85/70(BM) - 113/9(Lo)$
127/07	0/342	0/835	$Q100 = -693.616 - 2/45(A) + 12/48(P) + 104/70(BM) - 130/80(Lo)$
143/72	0/042	0/820	$Q200 = -830/313 - 3/049(A) + 14/70(P) + 123/65(BM) - 147/03(Lo)$
165/51	0/051	0/804	$Q500 = -1015/20 - 3/84(A) + 17/65(P) + 149/10(BM) - 168/40(Lo)$
181/48	0/062	0/788	$Q1000 = -1130/27 - 4/60(A) + 20/26(P) + 170/45(BM) - 222/20(Lo)$

در زیرحوضه های همگن (۲) همبستگی معناداری میان محیط حوضه (P)، طول حوضه (L) و عرض مستطیل معادل (BM) با دبی سیلابی وجود داشت. در مدل سازی این زیر حوضه‌ها که در جدول (۲) آورده شده است ضریب تعیین یک می باشد که نتایج حاصل از مدل های هیدروژئومورفولوژیکی ۱۰۰ درصد با واقعیت (داده های مشاهده شده) تطابق دارد. حتی با افزایش دوره بازگشت ضریب همبستگی کاهش پیدا نکرد. در اینجا محیط عامل معناداری در تبیین دبی سیلابی است. این زیرحوضه ها از محیط متوسطی نسبت به زیرحوضه های دیگر برخوردار بوده و هرچه محیط کمتر باشد انتظار دبی کمتری را باید داشت. طول حوضه یا به عبارتی طول آبراهه در این حوضه ها متوسط بوده است که نشان از دبی کم و حجم آب خروجی کم تر باشد. پارامتر دیگر عرض مستطیل معادل می باشد که به عنوان یک عامل منفی در تبیین دبی سیلابی در مدل های خوشه همگن ۲ شناخته شده است. عرض مستطیل در تعدادی از این زیرحوضه زیاد و در قسمت هایی از آن کم می باشد که باعث شده حجم آب در بعضی نقاط به سرعت و با حجم زیاد خارج شود و در بعضی نقاط دیگر به آرامی جریان را تخلیه کند. این زیر حوضه از نظر سیل خیزی در سطح متوسطی قرار دارند.

جدول ۲: مدل های هیدروژئومورفولوژیکی برآورد دبی های حداکثر لحظه ای با دوره بازگشت های مختلف در مناطق همگن ۲

خطای استاندارد	سطح معناداری	ضریب تعیین	مدل هیدروژئومورفولوژیکی
0/25	0/004	1/000	Q2 = - 49/40 +3/76(P) +1/90(L) - 2/65(BM)
0/25	0/004	1/000	Q5 = - 63/32 +4/81(P) +2/43(L) -3/33(BM)
0/25	0/004	1/000	Q10 =-72/35 +5/52(P) +2/74(L) - 3/90(BM)
0/37	0/004	1/000	Q25 =-83/14 +6/36(P) +3/20(L) -4/46(BM)
0/52	0/005	1/000	Q50 =-91/05 +6/97(P) +3/44(L) -4/87(BM)
0/39	0/004	1/000	Q100 = -99/215 +7/62(P) +3/78(L) -5/60(BM)
0/53	0/004	1/000	Q200 = -106/44 +8/15(P) +4/019(L) -5/66(BM)
0/76	0/005	1/000	Q500 = -116/37 +8/91(P) +4/40(L) -6/15(BM)
1/25	0/007	1/000	Q1000 = -123/36 +9/41(P) +4/58(L) -6/033(BM)

در زیر حوضه های همگن (۳) دو پارامتر معنادار شناخته شدند که شامل مساحت و مجموع طول آبراهه ها می باشد. مدل های این زیر حوضه ها در جدول (۳) آورده شده است. در این زیرحوضه ها ضریب تعیین مدل بین ۹۹ تا ۱۰۰ درصد می باشد. یعنی تغییرات دبی های مشاهده شده و محاسبه شده به خوبی به وسیله این مدل های هیدروژئومورفولوژیکی تبیین شده است. با افزایش دوره بازگشت ها خطا اندکی تغییر کرده و افزایش یافته است. مساحت تقریباً در این زیرحوضه ها کم بوده است. شکل زیرحوضه ها تقریباً به صورت مربع می باشد و عرض آن به گونه ای نیست که آب با حجم زیادی تخلیه شود. مجموع طول آبراهه ها نیز با زهکشی زیرحوضه رابطه مستقیم دارد. در این زیرحوضه ها از تراکم آبراهه ها نسبت به زیرحوضه های بالا دست خودکاسته شده است. سیل خیزی در این مناطق در سطح کمی قرار دارند.

جدول ۳: مدل های هیدروژئومورفولوژیکی برآورد دبی های حداکثر لحظه ای با دوره بازگشت های مختلف در مناطق همگن ۳

خطای استاندارد	سطح معناداری	ضریب تعیین	مدل هیدروژئومورفولوژیکی
0/55	0/016	1/000	Q2=1/691 +0/726(A) +0/017(Lr)
1/005	0/025	0/999	Q5= 4/34 +0/923(A) -0/081(Lr)
1/15	0/025	0/999	Q10=5/014 +1/05(A) - 0/101(Lr)
1/45	0/027	0/999	Q25=5/9 +1/22(A) -0/12(Lr)
1/63	0/028	0/999	Q50=6/6+1/34(A) - 0/153(Lr)
1/83	0/029	0/999	Q100=7/22 +1/46(A) - 0/170(Lr)
2/02	0/03	0/999	Q200=7/85 +1/57(A) -0/186(Lr)
2/41	0/03	0/999	Q500=8/83 +1/73(A) -0/232(Lr)
0/82	0/011	1/000	Q1000=14/80+1/70(A) -0/111(Lr)

و منطقه همگن (۴) شامل یک زیرحوضه (۱۸) است. این زیر حوضه دارای محیط، مساحت و زمان تمرکز پایینی بوده و ضریب طول جریان در حد متوسط قرار دارد. با توجه به ویژگی های زیرحوضه ۱۸ و اینکه زیر حوضه های بالاتر است، می توان این زیرحوضه را از نظر سیل خیزی بسیار حساس دانست.

واسنجی و آزمون مدل

برای آزمون مدل و واسنجی آن ابتدا دبی های حداکثر سیلاب با استفاده از مدل های نهایی محاسبه و با حداکثر سیلاب مشاهده شده در زیر حوضه ها مقایسه شدند. نتایج این مقایسه در جداول (۴، ۵، ۶) نشان داده شده است. به

جز گروه همگن ۱ که با افزایش دوره بازگشت ها خطا افزایش و سطح معناداری مدل کاهش پیدا می کرد؛ دو منطقه همگن دیگر همبستگی خود را حفظ کرده و تغییری نکردند و خطا بسیار پایین بود. همانطور که اشاره شد در مدل سازی زیرحوضه‌های همگن ۱ پارامترهای مساحت (A)، محیط (P)، عرض مستطیل معادل (BM) و متوسط طول طی شده جریان (L₀) همبستگی معناداری با دبی سیلابی داشتند. در این مدل هرچه دوره بازگشت‌ها افزایش پیدا می - کرد ضریب همبستگی کمتر شده، میزان خطا افزایش و سطح معناداری کاهش پیدا می کرد. افزایش خطا و کاهش ضریب تعیین موجب شده که دبی مشاهده شده در مقایسه با دبی محاسبه شده تفاوت چشمگیری داشته باشد.

جدول ۴: داده های حداکثر سیلاب مشاهده شده و محاسبه شده حوضه های همگن شماره (۱)

دوره بازگشت	حداکثر دبی مشاهده شده (مترمکعب بر ثانیه)	حداکثر دبی محاسبه شده (مترمکعب بر ثانیه)
۲ ساله	۲۳۶	۲۳۵
۵ ساله	۲۹۷/۴	۲۹۶/۸
۱۰ ساله	۳۳۳/۷	۳۳۳/۲
۲۵ ساله	۳۷۶/۴	۳۷۷/۹
۵۰ ساله	۴۰۶/۸	۴۰۵/۹
۱۰۰ ساله	۴۳۶/۲	۴۳۶/۵
۲۰۰ ساله	۴۶۵	۶۰۲
۵۰۰ ساله	۵۰۲	۸۲۶/۳
۱۰۰۰ ساله	۵۳۸	۹۷۱

مناطق همگن (۲): در این زیرحوضه‌ها همبستگی معناداری میان محیط حوضه (P)، طول حوضه (L) و عرض مستطیل معادل (BM) با دبی سیلابی وجود داشت. در مدل سازی این زیر حوضه‌ها، ضریب تعیین در تمام دوره بازگشت‌ها ۱ می باشد که نشان می دهد نتایج حاصل از مدل رگرسیونی ۱۰۰ درصد با واقعیت (داده های مشاهده شده) تطابق دارد. حتی با افزایش دوره بازگشت ضریب همبستگی کاهش پیدا نکرد.

جدول ۵: داده های حداکثر سیلاب مشاهده شده و محاسبه شده در حوضه های همگن شماره (۲)

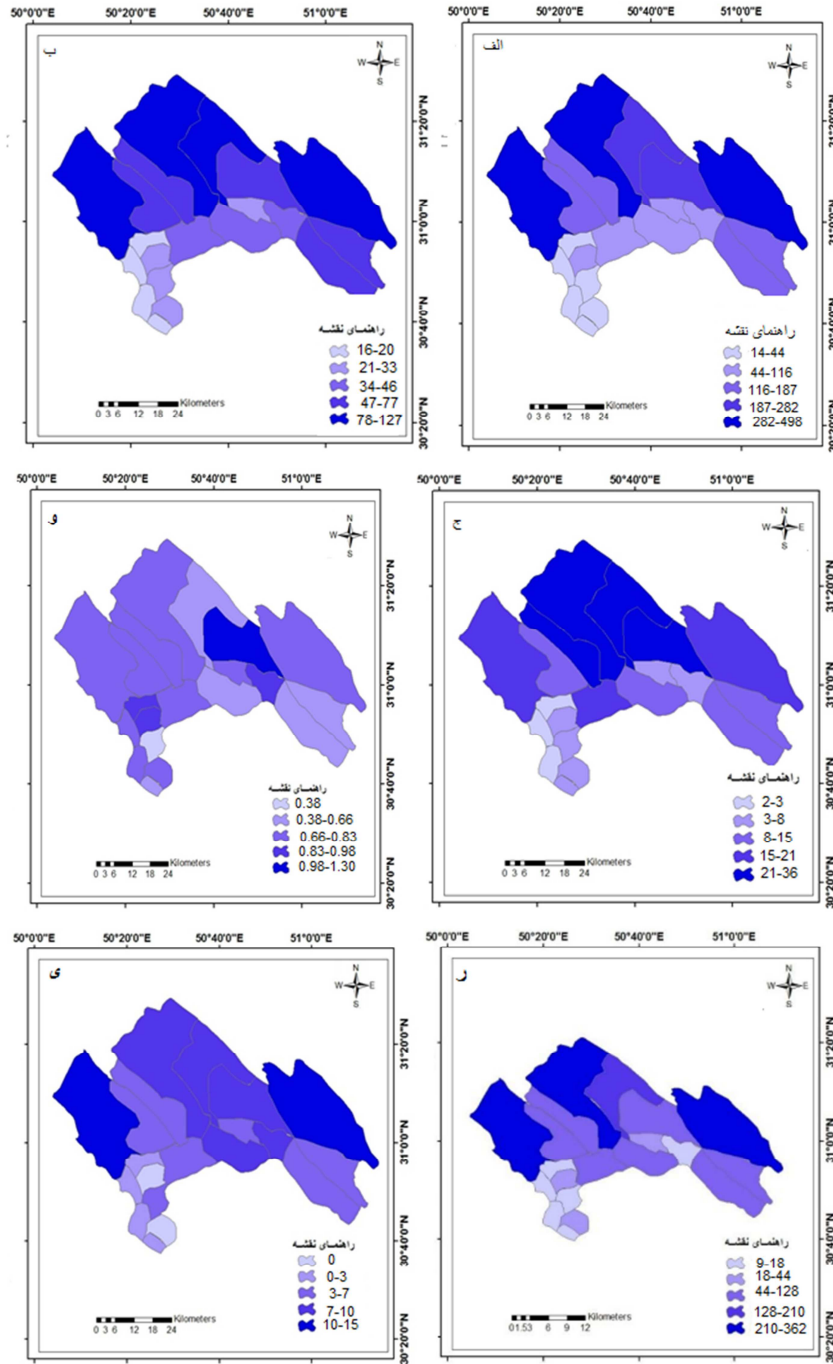
دوره بازگشت	حداکثر دبی مشاهده شده (مترمکعب بر ثانیه)	حداکثر دبی محاسبه شده (مترمکعب بر ثانیه)
۲ ساله	۶۲/۴	۶۲/۵
۵ ساله	۸۰/۵۴	۸۰/۱۷
۱۰ ساله	۹۱/۹۸	۹۱/۵۶
۲۵ ساله	۱۰۶/۲	۱۰۶/۰۳
۵۰ ساله	۱۱۶/۱۸	۱۱۶/۱۲
۱۰۰ ساله	۱۲۵/۸۷	۱۲۶/۰۴
۲۰۰ ساله	۱۳۵/۹۱	۱۳۶/۰۲
۵۰۰ ساله	۱۴۸/۸۲	۱۴۹/۰۲
۱۰۰۰ ساله	۱۵۸/۷۳	۱۵۹/۰۴

مناطق همگن (۳): در زیر حوضه‌ها این منطقه دو پارامتر معنادار شناخته شدند که شامل مساحت و مجموع طول آبراهه‌ها می‌باشد. در این زیرحوضه‌ها مدل بین ۹۹ درصد و ۱۰۰ درصد می‌باشد. یعنی تغییرات دبی‌های مشاهده شده و محاسبه شده به وسیله مدل‌های هیدروژئومورفولوژیکی به خوبی تبیین شده است. خطا اندکی با افزایش دوره بازگشت‌ها تغییر کرده و افزایش یافته است.

جدول ۶: داده‌های حداکثر سیلاب مشاهده شده و محاسبه شده در حوضه‌های همگن شماره (۳)

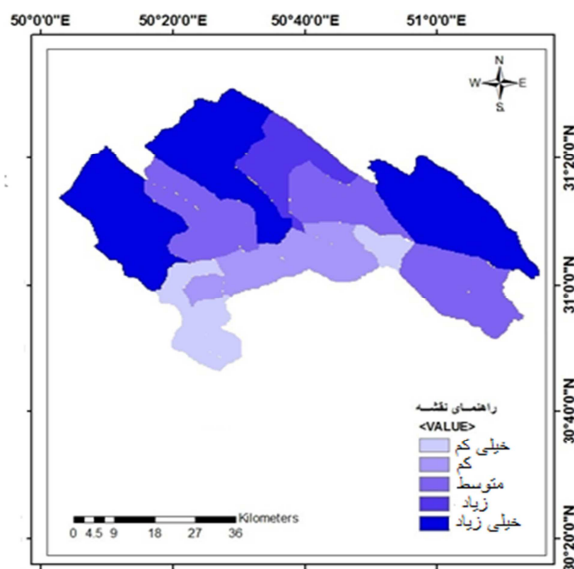
دوره بازگشت	حداکثر دبی مشاهده شده (مترمکعب بر ثانیه)	حداکثر دبی محاسبه شده (مترمکعب بر ثانیه)
۲ ساله	۳۴/۴۰	۳۴/۰۴
۵ ساله	۴۳/۴۷	۴۲/۹۹
۱۰ ساله	۴۹/۶۷	۴۹/۱۲
۲۵ ساله	۵۷/۳۰	۵۶/۶۷
۵۰ ساله	۶۲/۸۰	۶۱/۸۸
۱۰۰ ساله	۶۷/۴۰	۶۸/۲۵
۲۰۰ ساله	۷۲/۴۶	۷۳/۶۵
۵۰۰ ساله	۷۸/۲	۷۹/۱
۱۰۰۰ ساله	۸۷/۶۵	۸۶/۴۹

با استفاده از نرم‌افزار SPSS و رگرسیون چندمتغیره پارامترهای موثر در مدل‌های هیدروژئومورفولوژیکی شناسایی و بررسی شد که نتایج آن در جداول (۱، ۲، ۳) نشان داده شده است. لایه‌های طبقه‌بندی این پارامترها در نقشه‌های مختلف (شکل ۳) ترسیم و در نهایت با ترکیب این لایه‌ها نقشه پهنه‌بندی سیل‌خیزی حوضه به وسیله GIS ترسیم شد که در شکل ۴ آورده شده است. در شکل ۳-الف، مساحت زیر حوضه‌ها بر حسب کیلومتر مربع محاسبه شده است. بدیهی است هر چه مساحت حوضه‌ها بیشتر باشد، میزان سیل‌خیزی آنها نیز بیشتر خواهد شد. نقشه شکل ۳-ب نقشه محیط زیر حوضه‌ها را نمایش می‌دهد. همانطور که از نقشه پیداست، زیرحوضه‌های بخش‌های شمالی از محیط و مساحت بیشتری برخوردار هستند و بنابراین از دبی بالاتری نسبت به زیر حوضه‌های جنوبی برخوردار می‌باشند. شکل ۳-ج طول حوضه‌های آبریز را نشان می‌دهد. با افزایش طول سیل‌خیزی حوضه‌ها کاهش می‌یابد. از این رو، به دلیل داشتن طول بیشتر زیر حوضه‌های شمالی، این پارامتر اثر دو عامل دیگر مؤثر بر سیل‌خیزی، یعنی محیط و مساحت را در نتایج نهایی تعدیل می‌نماید. شکل ۳-د مجموع طول آبراهه‌ها را نشان می‌دهد. رابطه این عامل با سیل‌خیزی معکوس است. بدین معنی که هر چه طول آبراهه‌ها افزایش پیدا کند، فضای بیشتری برای تخلیه آبها بوجود آمده و امکان سیلابی شدن رودخانه اصلی را کاهش می‌دهد. شکل ۳-ر طول جریان در زیر حوضه‌ها را نشان می‌دهد. این عامل نیز تعدیل‌کننده دبی‌های سیلابی است و با افزایش طول حجم دبی‌ها کاهش پیدا می‌کند. شکل ۳-ی عرض مستطیل معادل در زیر حوضه‌ها را نشان می‌دهد. افزایش عرض با کاهش دبی‌های سیلابی همراه بوده و کاهش عرض مستطیل معادل سبب می‌شود که آبهای ناشی از بارشها با سرعت بیشتری از حوضه خارج و سیل‌خیزی در آن را بوجود بیاورند.



شکل ۴: طبقه بندی مساحت حوضه آبخیز مارون شامل الف) مساحت، ب) محیط، ج) طول حوضه، د) مجموع طول آبراهه ها (ر طول جریان، ی) عرض مستطیل معادل (منبع: نگارندگان)

در ادامه بر پایه‌ی مدل رگرسیون چند متغیره و تعیین مناطق همگن، ۱۸ متغیر اثر گذار در بررسی سیلاب به ۶ عامل مساحت، محیط، عرض مستطیل، طول حوضه، مجموع طول آبراهه ها و متوسط جریان طی شده خلاصه گردیده و بر مبنای لایه‌های اطلاعاتی این عوامل در سیستم اطلاعات جغرافیایی و تلفیق آنها نقشه نهایی پهنه‌بندی سیل خیزی به دست آمد (شکل ۴). در این پهنه بندی سیل خیزی زیرحوضه ها به صورت ۵ کلاسه تقسیم شده است. با توجه به این نقشه پهنه‌بندی (شکل ۴)، زیرحوضه‌هایی که در شمال، شمال غرب و شمال شرق قرار دارند دارای سیل خیزی بسیار زیاد تا زیاد می باشند؛ زیرحوضه های جنوبی دارای سیل خیزی متوسط می باشند و زیرحوضه های جنوب غرب دارای سیل خیزی کم تا بسیار کم می‌باشند.



شکل ۴: نقشه محدوده های سیل خیزی با مقادیر ریسک خیلی کم تا خیلی زیاد.

نتیجه‌گیری

سیل رخدادی طبیعی است که برای تعادل بخشی ساختمان زمین و ناهمواریهای آن ضروری بوده و در جهت ایجاد دشت ها و پهنه های رسوبی و زمین های حاصلخیز برای نیازهای انسانی مناسب و مطلوب است. با این وجود، این رخداد طبیعی امروزه به شکل یکی از مخاطرات و تهدیدات جانی و مالی بشری در سراسر دنیا در آمده است. میزان خطر و آسیب پذیری، تکرار و بزرگی آن ناشی از عوامل مختلف و متعدد محیطی و دخالت های انسانی است. در این زمینه عوامل هیدروژئومورفولوژیکی حوضه های آبریز تا حدودی میزان آسیب پذیری و ریسک پذیری آن را در مناطق مختلف مشخص می‌نمایند. بررسی و شناخت این عوامل در کنترل و مهار سیلاب و به طور کلی برنامه ریزی و مدیریت آن بسیار حیاتی هستند. این پژوهش نیز به دنبال شناخت و بررسی عوامل هیدروژئومورفولوژیکی اثرگذار در حوضه آبخیز مارون است. برای این مهم، در راستای بررسی پارامترهای مختلف هیدروژئومورفولوژیکی موثر بر سیلاب حوضه آبخیز رودخانه مارون، ۱۸ متغیر مختلف شامل مساحت، محیط، متوسط ارتفاع، زمان تمرکز، گردشگری،

ضریب گراویلیوس، نسبت انشعاب، نسبت کشیدگی، شیب رودخانه، شیب حوضه، تراکم زهکشی، شکل حوضه، طول و عرض مستطیل، متوسط طول جریان، طول حوضه و مجموع طول آبراهه‌ها در زیرحوضه‌ها تعیین و اندازه‌گیری شده است. به دلیل زیاد بودن تعداد زیر حوضه‌ها زیاد بود، از روش تحلیل خوشه‌ای برای دسته‌بندی زیرحوضه‌ها به صورت مناطق همگن و سپس بررسی این مناطق از نظر سیل‌خیزی استفاده شد. بنابراین، همه زیرحوضه‌های موجود در زیرحوضه مارون به چهار منطقه همگن یا به اصطلاح چهار خوشه تقسیم شدند که این چهار حوضه از نظر شرایط سیل‌خیزی در وضعیت مشابهی قرار داشتند. همچنین، به دلیل زیاد بودن تعداد متغیرهای اثرگذار در سیل‌خیزی، از روش تحلیل خوشه‌ای و رگرسیون چندمتغیره استفاده برای تحلیل آنها بهره گرفته شد. بدین ترتیب، از بین ۱۸ متغیر مورد نظر پارامترهای مساحت، محیط، عرض مستطیل معادل، طول حوضه، مجموع طول آبراهه‌ها و متوسط طول جریان در ارزیابی توان سیل‌خیزی در مدل‌های هیدروژئومورفولوژیکی انتخاب گردیدند. عامل مساحت و محیط رابطه مستقیمی با دبی‌های سیلابی داشته و زیرحوضه‌هایی که از نظر مساحت و محیط بزرگتر بوده دبی حداکثر لحظه‌ای آنها با دوره بازگشت خاص نیز بیشتر است این امر با نتایج مطالعات دیگر از جمله اسدی (۱۳۹۳)، خدمتی و همکاران (۱۳۸۹) مطابقت دارد. از نظر شاخص طول حوضه نیز این نتیجه حاصل شد که زیر حوضه‌های طولانی‌تر به دلیل زمان تمرکز بیشتر از سیل‌خیزی کمتری برخوردارند. چرا که زمان زیادی طول می‌کشد که آب از سرشاخه‌ها به نقطه خروجی یا همان نقطه تمرکز حوضه برسد. مستطیل معادل، مستطیلی است که مساحت و محیط آن برابر مساحت و محیط حوضه باشد. در محاسبه طول و عرض مستطیل معادل پارامتر مساحت حوضه و ضریب گراویلیوس دخالت داده شد. بر حسب مدل‌ها، عرض مستطیل معادل با دبی حداکثر لحظه‌ای همبستگی داشته و وارد مدل شده است. از این نظر، مناطقی از عرض کمتری برخوردار بودند، سیل‌خیزی بیشتر و شدیدتری را نشان دادند. عامل تراکم زهکشی و آبراهه‌ها در حوضه منعکس‌کننده ویژگی‌های زمین‌شناسی، خاک‌شناسی، پوشش گیاهی، توپوگرافی و به خصوص نفوذپذیری خاک در سطح حوضه می‌باشد. بدین ترتیب، با افزایش تراکم آبراهه‌ها، رواناب‌ها با سرعت بیشتری جریان یافته و در پی آن دبی حداکثر لحظه‌ای افزایش می‌یابد. بر مبنای این پارامترها و تحلیل‌های رگرسیون نقشه پهنه‌بندی حوضه از نظر سیل‌خیزی در چهار منطقه همگن ترسیم گردید که بر اساس این نقشه، در خوشه همگن ۱ شامل زیرحوضه‌های (۱، ۲، ۳، ۴، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۷، ۲۰) دارای سیل‌خیزی زیاد، خوشه همگن ۲ شامل زیرحوضه‌های (۵، ۶، ۱۱، ۱۴، ۱۶) دارای سیل‌خیزی متوسط، خوشه همگن ۳ شامل زیرحوضه‌های (۱۲، ۱۳، ۱۵، ۱۹) دارای سیل‌خیزی کم و خوشه همگن ۴ شامل زیرحوضه (۱۸) دارای سیل‌خیزی بسیار زیاد می‌باشد. بدین ترتیب، مشاهده شد که زیر حوضه‌های جنوبی و جنوب غربی بر اساس پارامترها و شاخص‌های مطرح شده از سیل‌خیزی بسیار کمتری برخوردار هستند.

منابع

اسدی دومکانی، علی (۱۳۹۳). بررسی پتانسیل سنجی سیل‌خیزی و پهنه‌بندی آن در حوضه آبریز کارون ۴ با استفاده از GIS. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه پیام نور ابرکوه.

باعقیده، محمد (۱۳۸۰). تحلیل رژیم‌ی و پیش بینی دبی های سیلابی با تاکید بر پارامترهای فیزیکی (غرب دریاچه ارومیه، زولاچای تا مهاباد چای)، پایان نامه کارشناسی ارشد، استاد راهنما: زین العابدین جعفرپور، دانشگاه خوارزمی تهران
 بیابانکی، منیره و اسلامیان، سید سعید (۱۳۸۳). استفاده از روش خوشه بندی در تعیین همگنی هیدرولوژیک و ارزیابی آن توسط روش های تحلیل ممیزی و منحنی های Andrew در حوضه آبریز کرخه، مجله کشاورزی، جلد ۶، شماره ۲، صص ۲۶-۱۳.

ثقفیان، بهرام؛ قرمز چشمه، باقر (۱۳۸۷). تغییرات مکانی شدت سیل خیزی، مجله تحقیقات منابع آب ایران، دوره ۴، شماره ۱، صص. ۲۸-۳۹

حشمت پور، علی (۱۳۸۱). بررسی عملکرد اقدامات آبخیزداری در کنترل سیلاب حوزه آبخیز غاز محله (استان گلستان)، مجموعه خلاصه مقالات اولین همایش نقش و جایگاه آبخیزداری در توسعه منابع طبیعی و کشاورزی حاشیه دریای خزر، ۹۶ صفحه

خدمتی، حامد؛ منشوری، محمد؛ حیدری زاده، مجید؛ صدقی، حسین (۱۳۸۹). منطقه بندی و برآورد دبی سیلابی در حوضه های آبخیز فاقد آمار جنوب شرق ایران ایران با ترکیب روش شاخص سیلاب و رگرسیون چند متغیره، نشریه آب و خاک، جلد ۲۴، شماره ۳، صص ۵۹۳-۶۰۹

خسروشاهی، محمد (۱۳۸۰). تعیین نقش زیرحوضه های آبخیز در شدت سیل خیزی حوزه، مطالعه موردی: حوزه آبخیز دماوند، پایان نامه دکتری، گروه جغرافیا، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۷۷ صفحه

رامشت، محمد حسین (۱۳۷۵). کاربرد ژئومورفولوژی در برنامه ریزی ملی منطقه ای، چاپ اول، دانشگاه اصفهان.

زارع، داریوش؛ لشگری، حسن (۱۳۸۲). تحلیل منطقه ای سیلاب در حوزه رودخانه زهره، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۷۰ شامکویان، حمیرا؛ قهرمان، بیژن؛ داوری، کامران؛ سردمد، مجید (۱۳۸۷). تحلیل فراوانی سیلاب منطقه ای با استفاده از تئوری گشتاورهای خطی و سیلاب نمایه در حوضه های آبریز استان های خراسان، مجله آب و خاک، جلد ۲۳، صص ۴۳-۳۱.

شعبانی بازنشین، آرمان؛ عمادی، علیرضا؛ فضل اولی، رامین (۱۳۹۵). بررسی پتانسیل سیل خیزی حوزه های آبخیز و تعیین مناطق مولد سیل (مطالعه موردی: حوزه آبخیز نکا)، پژوهشنامه مدیریت حوضه آبخیز، سال هفتم، شماره ۱۴

علیزاده، امین (۱۳۹۱) اصول هیدرولوژی کاربردی، مشهد، انتشارات آستان قدس رضوی، چاپ چهلیم

فرج زاده، منوچهر و نصرتی، عبدا... (۱۳۸۳). پهنه بندی حساسیت سیل خیزی حوضه آبریز گاو رود با استفاده از GIS نشریه علوم جغرافیایی، جلد ۳، شماره ۳ و ۴.

قنواتی، عزت الله (۱۳۸۰). مدلسازی هیدروژئومورفولوژیکی سیلاب و رسوب (نمونه موردی: حوضه رودخانه های زهره و خیرآباد)، پایان نامه دکتری، به راهنمایی علی اصغر موحد دانش، دانشگاه تربیت مدرس تهران

کرلینجر، فردریک، نیکلز؛ پدهازور، الازارجی (۱۳۹۶). رگرسیون چند متغیره در پژوهشهای رفتاری، ترجمه حسن سرایی، انتشارات سمت، چاپ نهم

مانلی، برایان، (۱۳۹۴). آشنایی با روشهای آماری چند متغیره، ترجمه مقدم، محمد؛ محمدی، ابوالقاسم و مصطفی آقایی سربرزه، انتشارات پریور، چاپ سوم، تعداد صفحات ۲۸۰

وهایی، جلیل (۱۳۸۵). پهنه بندی خطر سیل با استفاده از مدل های هیدرولوژیکی و هیدرولیکی در منطقه طالقان رود، مجله پژوهش و سازندگی، شماره ۲، پایبند ۷۱، صص ۳۳-۴۰.

Castro, J.; Salistre, G. M.; Byun, Y. C.; Gerardo, B. (2013) Flash flood prediction model based on multiple regression analysis for decision support system, World Congress on engineering and computer science, 23-25 October, San Francisco, USA.

Cook, A., & Merwade, V., (2009). Effect of topographic data, geometric configuration and modeling approach to flood inundation mapping. Journal of Hydrology, 377(1), 131-142.

Lee, S.; Lee, S.; Lee, M.; Jung, H. S.; (2018) Special assessment of Urban flood susceptibility using data mining and geographic information system tools, Sustainability, No. 10, Vol. 3.

Paquette, J. & Lowry, J. (2012). Flood hazard modeling and risk assessment in the Nadi River Basin, Fiji, using GIS and MCDA. The South Pacific Journal of Natural and Applied Sciences 30(1) 33 - 43.

Srinivas, V. V., Tripathi, S., Rao, A. R., & Govindaraju, R. S., (2008). Regional flood frequency analysis by combining self-organizing feature map and fuzzy clustering. Journal of Hydrology, 348(1), 148-166.

Thomas W.O. & M. A. Benson (1968), uniform flood frequency estimating methods for federal agencies water resources geology.p.891-9080.

Supria, P.; Krishnaveni. M.; Subbulakshmi, M. (2015) Regression analysis of annual maximum daily rainfall and streamflow for flood forecasting in Vellar River basin, Aquatic Procedia, Vol. 4, Pp. 957-963.

Wagenaar, D., Jong, J.; Bouwer. L. M. (2017) Multivariable flood damage modeling with limited data using supervised learning approaches, Natural Hazards and Earth System Sciences, No. 17, Pp. 1683-1696.

Research Article

Assessment of flooding using cluster analysis and multivariable regression methods with emphasis on Hydro-geomorphological parameters (Case study: Maroon catchment)

Mohamad Sharifi Paichoon^{*1}, Kamal Omidvar², Kosar Motazaker³

Received: 31-10-2017

Revised: 17-04-2018

Accepted: 02-06-2018

Abstract

Flooding is one of the major environmental hazards within the last century that widespread around the globe. Flooding is often thought of as a result of heavy rainfall, but different geomorphic and hydrologic systems have a different response to the precipitation. The main goal of the research is studying of flooding in the Maroon Catchment that severe flooding has been inflicted great losses in the agricultural, residential and deaths sectors over the past years. Usually, after any heavy rainfall, flooding will be expected. Maroon Catchment has located in the in the Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad province, between 30° 40' to 31° 20' of northern latitudes and 50° 5' to 51° 10' of eastern longitudes. To evaluate the various effective hydro geomorphologic parameters on flooding in the basin, we specified 18 different variable, but according to cluster analysis and multivariable regression models, effective parameters on the flood in the region were summarized in 6 factors includes: area, perimeter, and width of the equivalent rectangular, the total length of the drainage network, the length of the basin and average flow length. After choosing variable, standardization of them and using different methods, sub-catchment were separated. According to, sub-catchment divide to four homogeneous groups, each group contain some sub-catchment as follows: group 1 includes 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 17, 10, 20sub-catchments; group 2 includes 5, 6, 11, 14, 16 sub-catchments, group 3 includes 12, 13, 15, 19sub-catchments, and group 4 include 18sub-catchment. On the basis of the parameters and also analysis of them, we were observed that the sub-catchment of the 1 group had severe floods, the 2 group with medium floods, the 3 group with low floods and the 4 group with the intensity of floods.

Keywords: Cluster Analysis, Flooding, Maroon watershed, Regression Model, Hydrogeomorphology.

^{1*}- Assistant Professor of Geomorphology, Department of Geography Yazd University, Yazd, Iran

²- Professor of Climatology, Department of Geography Yazd University, Yazd, Iran

³- MA. Of Sc. of geomorphology, Yazd University, Yazd, Iran

Email: mscharifi@yazd.ac.ir

References

References (in Persian)

- Alizadeh, A. (2012) Principles of Applied Hydrology, Mashhad, Astane Ghodse Razavi press. [In Persian]
- Asadi, D., A. (2014) Study of flooding potential and its zoning in the Karoon 4 Basin using GIS, Dissertation master of Science, University of Abarkooh PayameNoor. [In Persian]
- Baaghdeh, M., (2001) Dietary Analysis and Flood Discharge Forecasting with Emphasis on Physical Parameters (West of Lake Urmia, Zolachaye to Mahabadchay) Dissertation Master of Science, Tehran Teacher Training University; Supervisor: Zain al-Abedin Jafarpour. [In Persian]
- Biabanaki, M.; Eslamian, S. (2004) Using clustering method in determining homogeneous and its evaluation by discriminant analysis methods and Andrew curves in the catchment area Karkhe, Volume 6, Number 2, 1383, page 13-26. [In Persian]
- Farajzadeh, M.; Nosrati A. (2004) Flood sensitivity zoning of Gavrood basin using GIS, Applied Research of Geographic Sciences (Geographic Sciences), Volume 3, Number 3-4; Pp. 49-58. [In Persian]
- Ghanavati, E. (1999) Hydrogeomorphological modeling of catchment flood and sediment in the Zohre and Kheyradab River, Ph.D. thesis, Tarbiat modares University. [In Persian]
- Heshmatpoor, A., (2002) Investigating the Performance of Watershed management in Flood Control in Ghaz Mahalleh Watershed (Golestan Province), The first conference on the role and status of watershed management in the development of natural resources and agriculture in the marginal Caspian Sea. [In Persian]
- Kerlinger, F. N; Pedhazur, E. J. (2017) Multiple Regression in Behavioral Research, Translated by Saraie, H., Samt Press, Pp. 532. [In Persian]
- Khedmati, H.; Manshoori M.; Heydarizadeh, M.; Sedghi H. (2010) Zonation and Estimation of Flood Discharge in Ungauged Sites Located in South-East Basins of Iran Using a Combination of Flood Index and MultiVariable Regression Methods, Journal of water and soil, Vol. 24, No. 3, PP. 593-609. [In Persian]
- Kosroshahi, M., (2001) Investigating the role of sub-basin participation in flood basin severity (Case study: Damavand Basin) Ph.D. Thesis, Department of geography, Tarbiat Modares University, Pp. 177. [In Persian]
- Munley, P. H. (2015) Multivariate statistical methods, Translate by Moghadam. M.; Mohammadi, A.; and Aghaiy, M.; Tehran, Parivar Press, Pp. 280. [In Persian]
- Ramesht, M. H. (1996) application Geomorphology in Environmental planning, Esfahan University Press. [In Persian]
- Saghafian, B., and Ghermez Cheshmeh, B., (2012) Spatial Variation of Flood Severity, Iran-Water Resources Research, Volume 4, No. 1, Pp. 28-39. [In Persian]
- Shaabani, B., A.; Emadi, A.; Fazl, R. (2016) Investigation the Flooding Potential of Basins and Determination Flood Producing Areas (Case Study: NEKA Basin), Watershed Management Research Vol. 7, No. 14. [In Persian]
- Shamkooian, H.; Ghahraman, B.; Davari, K.; Sarmad, M. (2008) Regional flood frequency analysis using linear moments for the watersheds of Khorasan province, Journal of Water and Soil, Vol. 23, pp 31-43. [In Persian]
- Thomas W.O. & M. A. Benson (1968), uniform flood frequency estimating methods for federal agencies water resources geology, p.891-9080. [In Persian]
- Supria, P.; Krishnaveni. M.; Subbulakshmi, M. (2015) Regression analysis of annual maximum daily rainfall and streamflow for flood forecasting in Vellar River basin, Aquatic Procedia, Vol. 4, Pp. 957-963. [In Persian]
- Vahabi, J. (2006) Flood hazard zonation using Hydrolic and hydrologic models, Pajouhesh & Sazandagi, No. 71, pp 33-40. [In Persian]
- Wagenaar, D., Jong, J.; Bouwer. L. M. (2017) Multivariable flood damage modeling with limited data using supervised learning approaches, Natural Hazards and Earth System Sciences, No. 17, Pp. 1683-1696. [In Persian]
- Zare, D., and Lashgari, H. (2003) Analysis of regional flood in the Zohreh River Basin, Geographical Research, No. 70. [In Persian]

References (in English)

- Castro, J.; Salistre, G. M.; Byun, Y. C.; Gerardo, B. (2013) Flash flood prediction model based on multiple regression analysis for decision support system, World Congress on engineering and computer science, 23-25 October, San Francisco, USA.
- Cook, A., & Merwade, V., (2009). Effect of topographic data, geometric configuration and modeling approach to flood inundation mapping. Journal of Hydrology, 377(1), 131-142.
- Lee, S.; Lee, S.; Lee. M.; Jung, H. S.; (2018) Special assessment of Urban flood susceptibility using data mining and geographic information system tools, Sustainability, No. 10, Vol. 3.
- Paquette, J. & Lowry, J. (2012). Flood hazard modeling and risk assessment in the Nadi River Basin, Fiji, using GIS and MCDA. The South Pacific Journal of Natural and Applied Sciences 30(1) 33 - 43.
- Srinivas, V. V., Tripathi, S., Rao, A. R., & Govindaraju, R. S., (2008). Regional flood frequency analysis by combining self-organizing feature map and fuzzy clustering. Journal of Hydrology, 348(1), 148-166.