Archive of SID

جغرافیا (فصلنامه علمی ـ پژوهشی انجمن جغرافیای ایران)
دوره جدید، سال نهم، شماره ۳۰، پاییز ۱۳۹۰

مدل‌سازی جریان سیلاب حوضه آبریز رودخانه جاجرود با استفاده از رگرسیون چند متغیره

دکتر محمد حسین رضایی مقدم[۱]، صیاد اصغری[۲]، مهدی فیض‌اله‌پور[۳]

چکیده

سیل یک پدیده طبیعی است که به عنوان یک واقعه اجتناب‌ناپذیر توسط جوامع بشری پذیرفته شده است. اما رویداد، اندازه و تکرار سیل ناشی از عوامل متعددی است که بسته به شرایط اقلیمی، طبیعی و جغرافیایی هر منطقه تغییر می‌کند. آنچه مسلم است سیلاب ناشی از بارندگی است ولی مطالعات نشان می‌دهد که رابطه خطی و مستقیمی بین این دو عامل وجود ندارد از جمله عوامل اصلی بر هم زننده این رابطه علاوه بر شرایط جغرافیایی می‌توان به ویژگی‌های فیزیکی حوضه آبخیز اشاره کرد که این ویژگی توام با اختصاصات هیدرولوژیکی حوضه است. در این تحقیق برای مدل‌سازی جریان سیلاب حوضه آبریز رودخانه جاجرود ابتدا شاخص‌های موثر در ایجاد سیلاب با استفاده از تجارب مطالعات گذشته و ویژگی‌های خاص حوضه شناسایی گردید که بیشترین شاخص‌های تأثیرگذار در سیل‌خیزی منطقه مشخص می‌شوند در نهایت با استفاده از روش رگرسیون چند متغیره با استفاده از روش (enter) مدل سیلابی حوضه آبخیز جاجرود تدوین گردید. لایه‌های موردنیاز برای ارزیابی توسط نرم‌افزارهای GIS تهیه شده و تحلیل‌های لازم بر روی آنها صورت می‌گیرد. نتایج تحقیق نشان داد که از بین خصوصیات فیزیوگرافی مطالعه شده، فاکتورهای ضریب شکل، ضریب تراکم، زمان تمرکز، مساحت حوضه، مجموع طول آبراهه‌ها، طول آبراهه درجه یک، در مدل‌سازی سیلاب از بیشترین اهمیت برخوردار هستند.

کلید واژگان: سیلاب، هیدروکلیماتولوژی، سیل‌خیزی، حوضه آبریز جاجرود، مدل‌سازی.

---

۱. عضو هیات علمی و استاد گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه تبریز.
۲. دانشجوی دکتری ژئومرفولوژی، گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه تبریز.
۳. دانشجوی دکتری ژئومرفولوژی، گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه تبریز.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

از زمان آغاز تمدن بشری، زندگی بشر همواره به وسیله بلایای طبیعی تهدید گشته است. سیلاب از جمله پدیده‌های طبیعی است که هر ساله باعث به وجود آمدن خسارات سنگین جانی و مالی می‌شود. تخریب شدید منابع طبیعی چه به صورت بهره برداری بی رویه از جنگلها و منابع طبیعی و چه به شکل تغییر کاربری اراضی و تبدیل آنها به زمین‌های کشاورزی نامناسب و یا ساخت مناطق مسکونی بی رویه موجب شده است سیلاب‌ها سال به سال چه از نظر تعداد وقوع و چه از نظر شدت خسارات افزایش یابند (۱)[1] سیل یک پدیده طبیعی است که جوامع بشری آن را به عنوان یک واقعه 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، آنچه مسلم است سیلاب ناشی از بارندگی است ولی مطالعات نشان می‌دهد که رابطه خطی و مستقیمی بین این دو عامل وجود ندارد (خسروشاهی۱۳۸۰:۶۲) از جمله عوامل اصلی بر هم زننده این رابطه علاوه بر شرایط جغرافیایی می‌توان ویژگی‌های فیزیکی حوضه آبخیز اشاره کرد که این ویژگی توأم با اختصاصات هیدرولوژیکی حوضه است. در این فصل عوامل مهم و موثر بر وقوع سیل و همچنین اقدامات موثر در کاهش قدرت تخریبی سیل و روش‌های مطالعه توان سیل‌خیزی یک نقطه مورد مطالعه قرار می‌گیرد. رخداد سیل در هر حوضه‌ای بستگی به عوامل و شرایط مختلفی داردکه از جمله مهمترین آنها به شرح زیر است: عوامل حوضه‌ای شامل عوامل فیزیکی نظیر سطح، شیب، تراکم سطحی و... عوامل زمین‌شناسی و خاکشناسی، ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی رودخانه‌ها شامل ویژگی‌های مورفولوژیکی نظیر الگوی رودخانه‌ها، مشخصات هندسی، جنس کف بستر، و نیمرخ طولی آن ویژگی‌های پوشش گیاهی، عوامل اقلیمی و عدم اعمال مدیریت صحیح در حوضه است و همچنین عوامل مربوط به ویژگی‌های رودخانه و مصالح رودخانه‌ای، رسوب گذاری بستر رودها و بالا آمدن کف آنها، تغییر کاربری اراضی در حوضه آبخیز و حاشیه رودخانه، عدم رعایت حریم رودخانه و ساخت و ساز و توسعه شهری داخل محدوده حریم رودخانه و... است (تلوری۱۳۷۶، مهدوی۱۳۷۶، سیمونویچ۲۰۰۳: ۳۴۷).

1. www.ce.utexas.edu/centers/crwr/reports/online-html.

www.SID.ir

Archive of SID

مطالعات مختلفی بر روی سیل در حوضه‌های مختلف در داخل کشور و خارج از کشور انجام شده است که از آن جمله سومن ورکامتون (۱۹۹۴) با استفاده از مدل HEC-1 و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) اثرات تغییر کاربری اراضی بالادست حوضه آبخیز را روی الگوی سیلاب در نواحی پایین دست حوضه مورد ارزیابی قرار داده است. در این بررسی از ۵ متغییر به عنوان ورودی به سیستم استفاده نمود. این ۵ متغییر شامل بارش، میزان نفوذ، رواناب سطحی، مساحت حوضه و عوامل روندیابی سیل بود شبیه‌سازی هیدروگراف‌های سیل در گذشته و در آینده با کاهش و افزایش سطح جنگل‌های حوضه نشان داد که با کاهش مساحت جنگل، رواناب حوزه اصلی و زیر حوضه‌ها بیشتر شده و لذا تغییرات کاربری اراضی در بالادست حوزه در بالا آمدن سیل در اراضی پایین‌دست حوضه نقش اساسی داشته است (اسوان و راکامتون ۱۹۹۴: ۳۴۲). استفان (۲۰۰۲) در تحقیقی در حوضه رودخانه سنگ زرد واقع در ایالت مونتانای امریکا به بررسی سیل‌های به وقوع پیوسته در سال‌های ۱۹۹۶ و ۱۹۹۷ پرداخت، وی سپس اقدام به تعیین پهنه‌های سیل‌گیر، سیل‌های به وقوع پیوسته در این دو سال نمود و پهنه‌های سیل ۱۰۰ و ۵۰۰ ساله را تعیین نمود وی نتیجه گرفت که تغییر کاربری اراضی بیشترین تأثیر در ایجاد سیلاب را داشته است (استفان ۲۰۰۲: ۱). کولدیتز و همکاران (۲۰۰۳) در حوضه پانکو در مکزیک اقدام به تهیه نقشه پهنه سیل با تلفیق اطلاعات سنجش از دور با روش ژئومورفولوژیکی نمودند. منطقه مورد مطالعه، دره آبرفتی با وسعت زیاد است، آنها بیان داشتند که با تلفیق اطلاعات سنجش از دور می‌توان نقشه‌های با توان تفکیک بالا تهیه کرد که برای پهنه‌بندی سیل در مناطق با وسعت زیاد می‌تواند بسیار مفید باشد (کودیز و هودسون۲۰۰۳: ۲۲۹). فلیپ و همکاران (۲۰۰۶) در مطالعه رکوردهای تاریخی درازمدت از بارندگی، رواناب و دیگر فاکتورهای اقلیمی برای تحقیق در تمایلات و تغییرات هیدرولوژیکی در حوضه ولتا در دوره زمانی ۱۹۰۱–۲۰۰۲ پرداخته‌اند. یافته‌های تحقیق آنها نشان داد که فاکتورهای اقلیمی (شدت بارندگی، نوع بارش و دمای هوا) تأثیر شگرفی در چگونگی سیل (شدت و دوام) در ارتباط با ویژگی‌های هیدرولوژیکی حوضه (شکل حوضه، جنس حوضه، شیب و کاربری اراضی) آن دارد(فیلیپ۲۰۰۶: ۱۱۸۱). فیورنتینو و همکاران (۲۰۰۷) در پژوهشی تأثیر فرایندهای متفاوت هیدرولوژی فعال در یک حوضه را در ارتباط با فرایندهای اقلیمی متفاوت را در ایجاد سیل مورد بررسی قرار داده‌اند. یافته‌های تحقیق افزایش معناداری را در ارتباط فرایندهای اقلیمی و هیدرولوژیی بر ایجاد سیل دارد (مایرو۲۰۰۷: ۲۱۲۳).

www.SID.ir

Archive of SID

از اواخر دهه ۱۳۴۰ یعنی از احداث سد لتیان مطالعه در مورد حوضه آبریز جاجرود شروع گشته است زیرا برای احداث سد لتیان نیاز به مطالعات همه‌جانبه در زمینه‌های توپوگرافی، زمین شناسی، هیدرولوژی، اقلیم، پوشش گیاهی و خاک احساس می‌شد. تقریباً اولین تحقیق در رابطه با سیلاب‌های البرز شمالی کار خدری (۱۳۶۸) بود. وی در تحقیق خود حوضه‌های آبخیز البرز شمالی را بر اساس روش جغرافیایی و لانگبین مورد بررسی قرار داد و به دو گروه همگن تفکیک کرد. در این بررسی تعداد ۴۳ حوضه که دارای آمار جریان بوده‌اند انتخاب و یک دوره پایه ۲۰ ساله مبنای تحلیل قرار گرفته است. با اندازه‌گیری و محاسبه ویژگی‌های ژئومورفولوژی کمی روابطی بین دبی‌های حداکثر متوسط و ویژگی‌های هندسی برای هر دوره بازگشت ارائه شده است (عرب خدری ۱۳۶۸: ۱۲). روح‌بخش (۱۳۷۷) در پایان‌نامهٔ خود نقش عوامل هیدروکلیمایی را در ایجاد سیل در حوضه آبریز رودخانه شلمانه رود بررسی کرده است. وی در تحقیق خود اثرات اقلیم، توپوگرافی و تعیین میزان همبستگی داده‌های اقلیمی و رواناب سطحی را مورد توجه قرار داده است (روح‌بخش۱۳۷۷: ۶۲). امانی (۱۳۷۷) حوضه آبریز جاجرود را از لحاظ سیل‌خیزی مورد مطالعه قرار داد ایشان در مطالعه خود نقش عوامل مختلف در ایجاد سیل در حوضه آبریز جاجرود را مورد مطالعه قرار داده است و در نهایت تأثیر هر کدام از زیر حوضه‌ها را از نظر اولویت رتبه‌بندی کرده است (امانی۱۳۷۷ :۲-۳).

غیاثی و همکاران (۱۳۸۳) در مطالعه خود تأثیر ویژگی هندسی آبخیزها بر سیلاب‌های لحظه‌ای را مورد بررسی قرار می‌دهد. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که برای تعیین همگنی نیاز به اندازه‌گیری تعداد زیادی از پارامترهای هندسی نیست، بلکه در منطقه مورد مطالعه پارامترهای مساحت، ارتفاع متوسط، شیب رودخانه، درصد پوشش جنگل، تراکم زهکشی و بارش متوسط سالیانه نقش تعیین‌کننده داشته و متغییر مساحت عامل اصلی در تعیین همگنی بوده است (غیاثی۱۳۸۳: ۵۸).

در نهایت با توجه به تحقیقات محققان، به منظور بررسی عوامل موثر بر سیلاب و در نتیجه برآورد پاسخ حوضه، داده‌های بارش و خصوصیات ژئومورفولوژیکی حوضه را مورد بررسی قرار داده‌اند. به‌طورکلی می‌توان گفت مجموعه متغییرهای موجود در هر حوضه (اقلیمی، مرفولوژیکی، هیدرولوژیکی) با یکدیگر ارتباط داشته و اثرات متقابلی روی همدیگر دارند که بعضی از اجزای آنها نقش افزایندگی و بعضی نقش کاهندگی در بروز سیلاب دارند. در این

www.SID.ir

Archive of SID

گونه تحقیقات سیل‌خیزی را با استفاده از مدل‌ها و روابط تجربی که عمدتاً توسط افراد دیگر و صرفاً برای منطقه خاصی ابداع شده است مطالعه کرده‌اند و اکثر محققان در این زمینه نتیجه گرفته‌اند که به کارگیری این مدل‌ها برای مطالعه سیل‌خیزی چندان مناسب نیستند. تنها زمانی این مدل‌ها می‌توانند در حوضه‌ای دیگر بکار روند که تعدیل‌های اساسی در این روابط براساس ویژگی‌های خود حوضه طراحی گردد تا نه تنها از مراجع به مدل‌ها و روابط تجربی دیگران بی‌نیاز گردد، مدلی طراحی شود که بیشترین دقت و، همچنین، بر اساس ویژگی‌های خاص خود حوضه باشد به همین خاطر در این تحقیق مدل سیلابی با توجه به ویژگی‌های خود حوضه طراحی گردید.

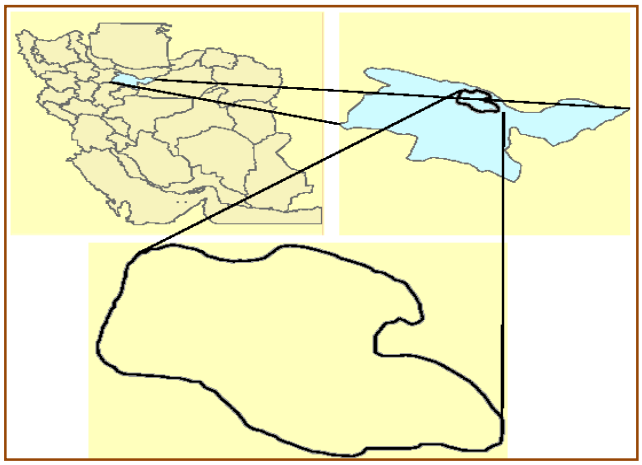
موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

حوضه آبریز جاجرود در شمال شرقی شهرستان تهران بین طول۵۱ درجه و ۲۲ دقیقه الی ۵۱ درجه و ۵۲ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۵ دقیقه الی ۳۶ درجه و ۵۰ دقیقه شمالی واقع شده است. حوضه آبخیز جاجرود با مساحتی ۱۸۹۰ کیلومترمربع از مناطق حفاظت شده سازمان حفاظت محیط زیست بوده که در دامنه‌های جنوبی سلسله جبال البرز مرکزی قرار گرفته است. از مساحت فوق‌الذکر حدود ۷۱۰ کیلومتر مربع در بالا دست سد لتیان و ۱۱۸۰ کیلومترمربع در پایین دست سد لتیان است. رودخانه جاجرود به عنوان یکی از اصلی‌ترین رودخانه‌های تغذیه‌کننده سد لتیان و از رودهای مهم و حیاتی استان تهران است که از ارتفاعات خرسنگ، جانستون، سرکچال، دیزین، آهار، شکرآب، گرمابدره و چندین ارتفاع دیگر و چشمه‌های متعدد سرچشمه گرفته و از به هم پیوستن رودهای فشم، اوشان، لوارک، افجه و کندرود شاخه اصلی جاجرود را تشکیل می‌دهد. شاخه اصلی جاجرود به طول ۴۰ کیلومتر می‌باشد و رودخانه در انتها در محل سرخه حصار در جنوب شرقی تهران تقسیم و در نهرهای حقابه جای و به مصرف آبیاری دشت ورامین می‌رسد. میانگین بارندگی در بخش‌های جنوبی حدود۲۰۰ ودر ارتفاعات شمالی حدود ۸۰۰ میلی‌متر است. در دوره پر آبی و مواقع سیلابی، آب مازاد بر احتیاج از طریق مسیل شریف آباد به طرف کویر هدایت می‌شود. با توجه به شرایط اقلیمی و توپوگرافی حوزه رودخانه جاجرود، مقادیر آبدهی در شاخه‌های

www.SID.ir

Archive of SID

اصلی و فرعی آن متغیر بوده، به علاوه با تغییر عواملی نظیر بارندگی، ساختار زمین، توپوگرافی و مصارف منطقه‌ای آب، تفاوت‌های قابل توجهی در آبدهی آنها مشاهده می‌شود.



شکل ۱: موقعیت حوضه رودخانه جاجرود در گستره استان تهران و ایران

مواد و روشها

در این مقاله به منظور بررسی نقش عوامل موثر بر ایجاد سیل در حوضه آبریز جاجرود ابتدا بررسی آمار و اطلاعات موجود و پردازش آنها گام نخست پژوهش را تشکیل می‌دهد که این امر از طریق جستجو و جمع آوری آمار و اطلاعات، گزارش‌ها و مطالعاتی انجام پذیرفت که تاکنون در منطقه مطالعاتی صورت پذیرفته است در گام بعدی، چگونگی اعتبار و انطباق اطلاعات به دست آمده با وضعیت واقعی منطقه مورد کنکاش قرار گرفت که این امر از طریق پیمایش‌های میدانی و مشاهدات عینی و ثبت وقایع و شرایط موجود و سپس تلفیق آنها با نتایج گام نخست، انجام پذیرفت. در نتیجه وضعیت گذشته و حال منطقه مورد مطالعه مشخص می‌گردد. و در نهایت با استفاده از روش رگرسیون چندمتغیره با استفاده از روش (enter) مدل سیلابی حوضهٔ آبخیز جاجرود تدوین گردید. لایه‌های مورد نیاز توسط نرم‌افزارهای GIS تهیه شده و تحلیل‌های لازم بر روی آنها صورت گرفت. برای تدوین مدل سیلابی حوضه آبریز رودخانه جاجرود از داده‌های زیر استفاده شد: مساحت حوضه، محیط حوضه، شیب حوضه‌ها، شیب آبراهه اصلی، شیب آبراهه‌های فرعی، ضریب تراکم، ضریب شکل، ارتفاع حوضه (حداکثر، حداقل و متوسط) زمان تمرکز، عرض مستطیل

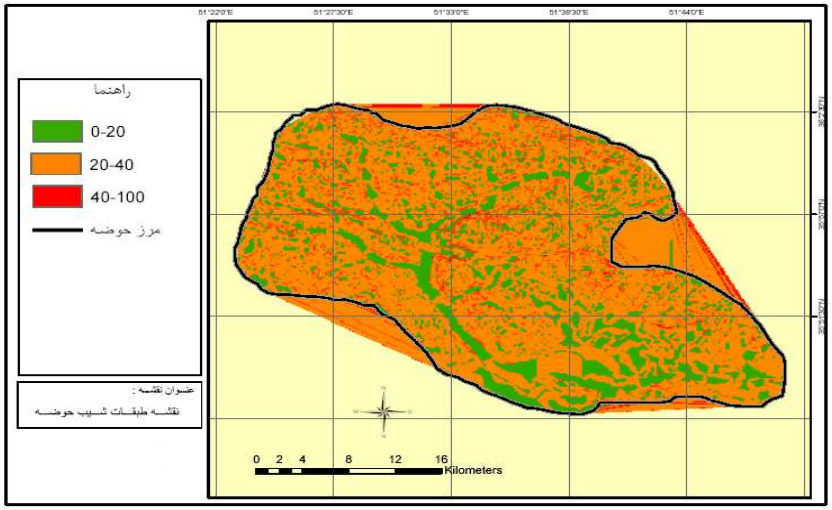
www.SID.ir

Archive of SID

معادل، طول مستطیل معادل، دبی سیلابی، تراکم زهکشی، فراوانی آبراهه‌ها، نسبت انشعاب، متوسط باران، دمای متوسط حوضه، پوشش گیاهی، کاربری اراضی.

تعیین خصوصیات و ویژگی‌های حوضه آبریز جاجرود

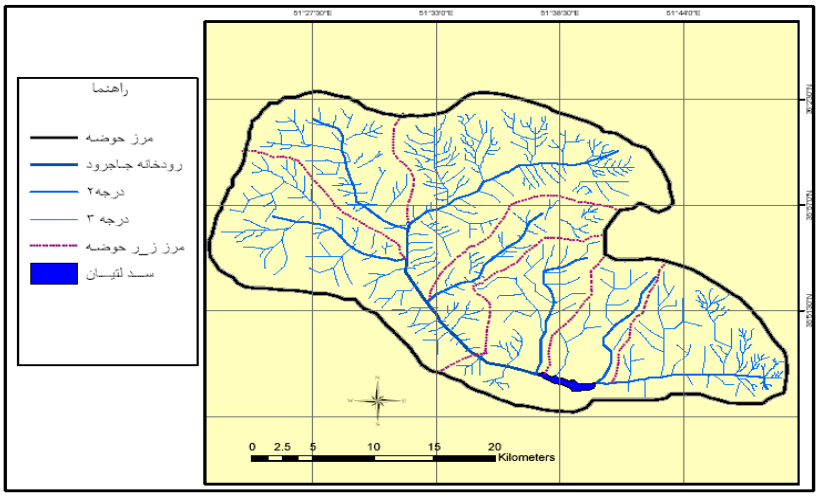
آگاهی از خصوصیات فیزیوگرافی یک حوضه همراه با داشتن اطلاعاتی از شرایط آب و هوایی منطقه می‌تواند تصویر نسبتاً دقیق از کارکرد کیفی و کمی سیستم هیدرولوژی حوضه ارایه نماید و همچنین اطلاعات با ارزشی برای شناخت بهتر نزولات جوی، وضعیت آبدهی، سیل‌خیزی و رسوب‌گذاری حوضه به دست دهد (نصرتی۱۳۷۹: ۲۲). به همین خاطر برای اگاهی از وضعیت هیدرولوژیکی، اقلیمی و فیزیوگرافی حوضه آبریز جاجرود پارامترهای مؤثر در سیل‌خیزی و لازم برای تدوین مدل سیلابی مطالعه شده که خلاصه آنها در جدول شمارهٔ ۱ است.



شکل ۲: نقشه طبقات شیب حوضه

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳: نقشه هیدرولوژی حوضه

مدل‌سازی جریان سیلاب با استفاده از رگرسیون چند متغیره

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 (آمارپردازان۱۳۷۸: ۲۸). یکی از روش‌های برآورد دبی‌های سیلابی استفاده از مدل رگرسیون چند متغیره است. پیش‌بینی متغیرهای وابسته و آزمودن فرضیه‌های تحقیقی مقاصد اصلی تحلیل رگرسیون چند متغیری را تشکیل می‌دهد (کرلینجر۱۳۶۶: ۴۵)

شکل کلی این مدل به صورت زیر است:

(رابطه شماره۱)

$$Y= a +B_1X_1 + B_2X_2 + \ldots + X_n X_n+ e$$

که در آن Y متغییر وابسته است که در اینجا دبی سیلابی، a عدد ثابت مدل $(X_1,X_2\ldots,Xn)$ متغییرهای مستقل هستند که می‌توانند همان خصوصیات و پارامترهای فیزیکی باشند، $(B_1,B_2\ldots Bn)$ ظرایب مربوط به هر یک از متغییرهای مستقل هستند . ضریب رگرسیون به صورت ظاهر مبین تغییری است که در متغییر وابسته در ازای یک واحد تغییر در متغییر مستقل ایجاد می‌شود. در صورتی که نمره‌های استاندارد تغییر کند متغییر وابسته، B انحراف

www.SID.ir

Archive of SID

استاندارد باشد، این به معنای آن است که اگر متغییر مستقل یک انحراف استاندارد تغییر کند متغییر وابسته، B انحراف استاندارد تغییر خواهد کرد. e نشان‌دهنده خطالی مدل رگرسیون است (کرلینجر۱۳۶۶: ۴۸).

در کاربرد روش رگرسیون چند متغییره باید بعضی نکات مهم را در نظر داشت و شرایط ویژه آن را در نظر گرفت. اولاً رابطهٔ منطقی بین دبی سیلابی و متغییر مستقل وجود داشته باشد. ثانیاً خصوصیات، ویژگی‌ها و پارامترهای فیزیکی حوضه بایستی تا حد امکان از یکدیگر مستقل باشند، کمتر همبستگی را نشان دهند. ثالثاً ضریب بدست آمده برای خصوصیات حوضه باید منطقی باشد (باعقیده،۱۳۸۰: ۴۵).

انتخاب نهایی خصوصیات حوضه‌ها

قبل از ورود داده به مدل رگرسیون تشخیص داده شد که از بین خصوصیات فیزیوگرافی مطالعه شده، فاکتورهای ضریب شکل، ضریب تراکم، زمان تمرکز، مساحت حوضه، مجموع طول آبراهه‌ها، طول آبراهه درجه یک، در ارزیابی توان سیل‌خیزی از بیشترین اهمیت برخوردار هستند.

با توجه به نتایج حاصل از روش ورود با هم متغییرها به مدل رگرسیون (روشEnter) کلیه متغیرها در یک مرحله به مدل وارد شدند، در جدول R Square مقادیر مربع ضریب همبستگی را نشان می‌دهد و معادل ۱ است. یعنی ۱۰۰ درصد تغییرات بین مشاهدات به وسیله این مدل رگرسیونی تبیین شده است.

مدل نهایی رگرسیون از بین ۳۰ متغییر مستقل (جدول شمارهٔ ۱) به وسیله ۶ متغیر X11 (ضریب تراکم)، X12 (ضریب شکل)، X16 (زمان تمرکز)،X21 (مساحت حوضه)، X25 (مجموع طول آبراهه‌ها)، X29 (طول آبراهه درجهٔ یک) ساخته می‌شود و برآورد متغیر پاسخ یا وابسته (Y) دبی سیلابی طبق رابطه (الف) حاصل می‌شود که در آن Qw دبی، عدد 0.598 ضریب ثابت مدل رگرسیون (a)، 1.438 فاکتور، ضریب تراکم حوضه (Cc= X11)، 1.172- فاکتور، ضریب شکل حوضه (F0=X12)، 1.284 فاکتور زمان تمرکز (TH=X16)، 0.119

www.SID.ir

Archive of SID

فاکتور مساحت حوضه (A=X21)، 0.163 فاکتور مجموع طول آبراهه‌ها(= Total Lab X25)، 0.695- فاکتور طول آبراهه درجه یک (Total1) هستند.

(رابطه شماره ۲)

$$QW= -0.598 + 1.438ZARIBC_C – 1.172 \times ZARIBF_0 + 1.284 \times TH + 0.119\times A+.0163 \times TOTALAB-0.0695LABRAHE_1$$

مدل نهایی تحقیق (مدل سیلابی)

در این تحقیق برای تعیین نوع ارتباط عناصر فیزیوگرافی حوضه از روابط (شماره۲)و (شماره۳) استفاده شده است.

(رابطه شماره ۳)

$$Q_W = a + B_1\, C(X_{11}) + B_2(X_{12}) + B_3\, T(X_{16}) + B_4\, A(X_{21}) + B_5\, L(X_{25}) + B_6\, L(X_{29})$$

در رابطهٔ مذکور Qw دبی سیلابی، C ضریب تراکم، F ضریب تمرکز، A مساحت، L طول کانال و L1 طول آبراهه درجه یک است. a ضریب ثابت، B1 تا B6 عبارت از ضرایب معادلهٔ رگرسیون چند متغیره است (ضرایب B1 تا B6 در رابطه شمارهٔ ۲) و مقادیر X11,X12,X16,X25,X26 در جدول شمارهٔ ۱ آمده است).

در نهایت دقت مدل به وسیله داده‌های مربوط به حداکثر سیلاب مشاهده شده به وسیله داده‌های محاسبه شده توسط مدل مقایسه گردید. نتایج مقایسه در جدول شمارهٔ ۱ آمده است که نشان‌دهندهٔ دقت بسیار بالای مدل است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۱: داده‌های مربوط به حداکثر سیلاب مشاهده شده و محاسبه شده هر یک از ایستگاه‌ها

ردیف	ایستگاه	دبی مشاهده شده سالیانه (مترمکعب بر ثانیه)	دبی محاسبه شده (مترمکعب بر ثانیه)
۱	گرمابدره	۹۷.۰۴۱	۹۷.۰۴
۲	آهار	۷۳.۲۱	۷۳.۶۰۶
۳	میگون	۷۸.۰۷	۷۸.۰۷۲
۴	لوراک	۶۴.۴۹	۶۴.۴۸
۵	امامه	۲۹.۰۸	۲۹.۰۸۳
۶	کند	۴۳.۱۸	۴۳.۱۷
۷	افجه	۲۸.۴۵	۲۸.۴۴

نتیجه‌گیری

از میان ۳۰ متغیر اقلیمی، هیدرولوژیکی،و فیزیوگرافی مطالعه شده در این تحقیق مشخص شد که ۶ متغیر ضریب تراکم، ضریب شکل، زمان تمرکز، مساحت حوضه، طول آبراهه درجه یک و مجموع طول آبراهه‌ها بیشترین نقش را در مدل سیلابی حوضه آبریز جاجرود دارند. در این مطالعه چون برای به دست آوردن مدل سیلابی تعداد بیشتری از متغیرها نسبت به تحقیقات دیگر مورد استفاده قرار گرفته است. به همین خاطر دقت مدل به دست آمده بسیار بالا است (جدول شمارهٔ ۲). و همچنین، در تحقیقات مربوط به سیل‌خیزی در مدل رگرسیون از روش (enter) استفاده گردد به خاطر این که به علت ماهیت علم جغرافیا و دیدگاه سیستمی باید تمام متغیرها وارد مدل گردد اگر تمامی متغیرها وارد مدل نگردد تأثیر متغیرهایی که نقش کم دارند ولی در کل در دبی کل حوضه نقش دارند نادیده گرفته خواهد شد و این امر باعث کاهش دقت مدل خواهد شد و دبی مشاهده شده با دبی مقایسه شده اختلاف زیادی خواهد داشت.

بنابراین موارد زیر در این تحقیق به نظر می‌رسد:

www.SID.ir

Archive of SID

- مدل‌ها و معادلات بدست آمده در این تحقیق خاص منطقه مورد مطالعه (شمال شرق تهران) است و کاربرد آن در دیگر نقاط کشور مستلزم در نظر گرفتن شرایط و ویژگی‌های خاص آن مناطق است.
- با توجه به به تنوع اقلیمی در ایران پیشنهاد می‌شود در مناطق مختلف کشور تحقیقاتی مشابه انجام گیرد تا با دستیابی به معادلات و روابطی که مبتنی به ویژگی‌های اقلیمی و مورفولوژیکی خاص خود آن مناطق است از کاربرد فرمول‌های تجربی مربوط به سایر کشورها بی‌نیاز گردند.
- از آنجا که در طراحی، اجرا و نگهداری از سازه‌های هیدرولیکی پیش‌بینی دبی‌های سیلابی امری اجتناب‌ناپذیر است، لذا توصیه می‌شود با اهمیت دادن به این فاکتور مهم تا حدود زیادی از بروز خطرات، زیان‌ها و هزینه‌های احتمالی بکاهیم.
- جهت جلوگیری از به وقوع پیوستن سیل در حوضه آبریز جاجرود بسط و گسترش جنگل‌های مصنوعی و درختکاری و اقدامات آبخیزداری با توجه به خصوصیات هر یک از زیر حوضه‌ها انجام گیرد. تا علاوه بر بالا بردن تراکم پوشش گیاهی و حفظ طراوت محیط زیست شدت جریان و تراکم زهکشی را کاهش داده و احتمال وقوع سیل را کم کند.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

۱. آمار پردازان (۱۳۷۷)، راهنمای کاربران **spss6.0** تحت ویندوز، جلد سوم، مرکز فرهنگی انتشاراتی حامی، ص ۲۵-.۵۴
۲. امانی فاطمه (۱۳۷۷)، امکان‌سنجی سیل‌خیزی در حوضه آبریز جاجرود، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده علوم زمین، ص۲-۳.
۳. با عقیده، محمد (۱۳۸۰)، تحلیل رژیمی و پیش‌بینی دبی‌های سیلابی با تأکید بر پارامترهای فیزیکی (غرب دریاچهٔ ارومیه زولاچای تا مهابادچای)، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد جغرافیا، دانشگاه تربیت معلم، ص ۴۵.
۴. تلوری، ع (۱۳۷۶)، عوامل مؤثر در وقوع یا تشدید سیل و خسارات آن، کارگاه آموزشی ـ تخصصی مهار سیلاب رودخانه‌ها، ۱۳۸-۱۵۹.
۵. خسرو شاهی، محمد (۱۳۸۰)، تعیین نقش زیر حوضه‌های آبخیز در شدت سیل‌خیزی حوضه (مطالعه موردی حوضه آبخیز دماوند)پایان‌نامهٔ دوره دکتری دانشگاه تربیت مدرس۶۲.
۶. روح‌بخش، حسینعلی (۱۳۷۷)، بررسی هیدروکلیمای حوضه آبریز رودخانه شلمانرود با تأکید بر سیل‌خیزی منطقه، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید بهشتی، دانشکدهٔ علوم زمین ص ۲۶.
۷. عرب خدری، محمود (۱۳۶۸)، بررسی سیلاب‌های حداکثر در حوضه‌های آبخیز البرز شمالی، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد دانشگاه تهران، ص ۱۲.
۸. غیاثی، نجفعلی؛ عرب‌خدری، محمود؛ غفاری، علیرضا؛ حاتمی، حمید (۱۳۸۳)، بررسی تأثیر ویژگی هندسی آبخیزها بر سیلاب‌های لحظه‌ای با دورهٔ برگشت مختلف، مجلهٔ پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی شمارهٔ ۶۲ ص ۵۴ -۶۷.
۹. کرلینجر، بدهارور، ترجمهٔ حسن سرابی (۱۳۶۶)(۱۹۷۳)، جلد اول، رگرسیون چند متغیری در پژوهش رفتاری، چاپ اول، مرکز نشر دانشگاهی، ص ۴۵-۵۸.
۱۰. مهدوی، م (۱۳۷۶)، هیدرولوژی کاربردی، جلد سوم، انتشارات دانشگاه تهران.
۱۱. نصرتی، عبدالله (۱۳۷۹)، پهنه‌بندی قابلیت سیل‌خیزی حوضه آبخیز کاورود با استفاده از سنجش از دور و **GIS** پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس ص ۲۲.

www.SID.ir

Archive of SID

12. **Colditz, R. and Hodson, P.F, (2003), Flood delineation in a large complex alluvial valley, Lower panuco basin, Mexico. Journal of Hydrology, 280:229–236.**
13. **Eric Tate, M.S.E (1999), Flood plain mapping using HEC –RAS and Arc View GIS Bureau of Engineering Research, The University of Texas at Austin J. Pickle Research Campus, Austin, TX 78712-4497**
    This document is available online via World Wide Web at: http:// www.ce .utexas .edu/ centers /crwr/ reports/ online. Htma.
14. **Mauro Fiorentino a, Salvatore Manfreda a, Vito Iacobellis (2007), Peak runoff contributing area as hydrological signature of the probability distribution of floods, Advances in Water Resources 30, p2123-2134.**
15. **Pilip G. Oguntunde a, Jan Friesen A, Nick van de Giesen, Hubert .H.G. Savenije (2006), Hydro climatology of the Volta River Basin in West Africa: Trends and variability from 1901to 2002, journal physics and chemistry of the Earth 31, p 1180-1188.**
16. **Simonovic, S.P.and R.W.Carson, (2003) Flooding in the Red river basin, Natural hazards, 28 p 345-365.**
17. **Stephan, R(2002), Hydrologic investigation by the U.S Geological survey following the 1996 and 1997 floods in the Upper Yellostone River, Montana American Recourses Association. Annual Montana Section Meeting. Section one p1-18.**
18. **Swanwerakamton, R. (1994), GIS and hydrologic modeling for management of mail water sheds ITC Journal NO .4.P.343.**

www.SID.ir