



بررسی پتانسیل سیل خیزی حوزه‌های آبخیز و تعیین مناطق مولد سیل (مطالعه موردی: حوزه آبخیز نکا)

آرمان شعبانی بازنشین^۱, علیرضا عمادی^۲ و رامین فضل‌اولی^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، (تویینده مسؤول: a_shabani67@yahoo.com)

۲- دانشیار، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

تاریخ دریافت: ۹۲/۷/۱۶ تاریخ پذیرش: ۹۲/۴/۳۱

چکیده

سیل از جمله خطرهای طبیعی است که فراوانی وقوع آن در سال‌های اخیر روند افزایشی داشته و خسارت‌های ناشی از آن همه ساله بخشی از کشور را تحت تأثیر قرار داده است. اولویت‌بندی زیرحوزه‌ها از نظر پتانسیل سیل خیزی تأثیر مهمی در مدیریت حوزه آبخیز دارد. هدف از اولویت‌بندی سیل خیزی در زیرحوزه‌ها، ارائه الگویی برای کنترل و کاهش خطرات سیل و ارزیابی نقش هریک از زیرحوزه‌ها در دبی اوج هیدروگراف سیلاب خروجی از حوزه می‌باشد. در این تحقیق، حوزه نکا به دلیل وقوع سیل‌های متعدد، به عنوان منطقه مورد مطالعه انتخاب و با تلفیق GIS و مدل هیدرولوژیکی HEC-HMS بر اساس روش SCS سهم هر کدام از زیرحوزه‌ها در سیل خروجی از کل حوزه تعیین شد. به این منظور ابتدا هایتوگراف بازیابی طرح بازیابی دوره بازگشت‌های مختلف محاسبه و بعد از واستحی مدل HEC-HMS و تخمین مقدار بهینه پارامترها، هیدروگراف سیل خروجی از هریک از زیرحوزه‌های حوزه نکا و هم چنین هیدروگراف سیل خروجی از کل حوزه بازیابی دوره بازگشت‌های مختلف توسط HEC-HMS شیوه‌سازی شد. برای اولویت‌بندی زیرحوزه‌ها، پس از حذف انفرادی زیرحوزه‌ها در محیط HEC-HMS، از دو شاخص سهم مشارکت هر زیرحوزه در سیل خروجی از حوزه و سهم مشارکت هر زیرحوزه در سیل خروجی از حوزه بازیابی واحد سطح استفاده شد. به این منظور از سیل با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله استفاده شد. نتایج نشان داد که سهم هر زیرحوزه‌ها در پتانسیل سیل خیزی کل حوزه تنها تحت تأثیر مساحت آن‌ها نیست و عواملی چون موقعیت مکانی زیرحوزه‌ها و روندیابی سیل در رودخانه اصلی نیز در رژیم سیالی حوزه تأثیر قابل توجهی دارند. هم‌چنین شاخص تعیین شدت سیل خیزی بازیابی واحد سطح زیرحوزه‌ها، در اولویت‌بندی عملیات کنترل سیل بازیابی هزینه و امکانات می‌تواند از شاخص دیگر کارایی بیشتری داشته باشد. در نهایت مشاهده شد، زیرحوزه‌هایی که در قسمت‌های میانی حوزه واقع شده‌اند، بیش ترین تأثیر را در سیل خیزی حوزه دارند.

واژه‌های کلیدی: سیل، GIS، مدل HEC-HMS، حوزه نکا، روندیابی، اولویت‌بندی

خاصی برخوردار است. حوزه نکا طی سال‌های مختلف شاهد سیلاب‌های نسبتاً شدیدی بوده است که به عنوان نمونه می‌توان به سیل مرداد ماه سال ۱۳۷۸ اشاره نمود که موجب تخریب پل اصلی شهر و زیر آب رفتن بخش وسیعی از اراضی شد. در اکثر مطالعاتی که تاکنون در ایران برای بررسی سیل خیزی زیرحوزه‌ها صورت گرفته، کل حوزه به صورت یکپارچه در نظر گرفته شده و به اثرات روندیابی سیل در رودخانها و موقعیت مکانی زیرحوزه‌ها توجه نشده است که در این تحقیق به این امر پرداخته شده است. کاراندیش و همکاران (۴) به بررسی قابلیت برنامه HEC-GeoHMS در برآورد خصوصیات فیزیوگرافی حوزه پرداختند و به صورت موردنی رودخانه کارون خروجی پل شالو را مورد مطالعه قرار دادند. در این پژوهش آن‌ها با استفاده از داده‌های سنجش از دور و برنامه جانی HEC-GeoHMS در محیط GIS، خصوصیات فیزیوگرافی حوزه کارون را استخراج و نتایج آن را با محاسبات دستی معمولی مقایسه کردند. نتایج نشان داد اگر مدل رقومی و روودی از دقت قابل قبولی برخوردار باشد بسته نرم‌افزاری HEC-GeoHMS از دقت و سرعت بالایی در تعیین مسیر آبراهه‌ها و مز زیرحوزه‌ها و فایل ورودی برنامه HEC-HMS برخوردار خواهد بود. علاوه بر این، برنامه قادر است ویژگی‌های فیزیوگرافی حوزه را برای شبیه‌سازی توزیعی در حد پیکسل استخراج نماید که می‌تواند در سایر برنامه‌های هیدرولوژیکی وارد و در پژوهش‌های مدیریتی حوزه‌های آبخیز

مقدمه

سیل از جمله خطرهای طبیعی است که فراوانی وقوع آن در سال‌های اخیر روند افزایشی داشته و خسارت‌های ناشی از آن همه ساله بخشی از کشور را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در ۵۰ سال اخیر حدود ۳۷۰۰ واقعه سیل در کشور گزارش شده است که حدود ۵۳ درصد آن در سال‌های اخیر روی داده است. انسان در چرخه طبیعی آب از عرصه‌های آبخیز، کاربری غیراصولی اراضی، توسعه سطوح غیرقابل نفوذ و امثال آن پتانسیل سیل خیزی را افزایش داده است (۹). انتخاب اولویت مناطق برای انجام پژوههای کنترل سیلاب، یک تصمیم‌گیری سیاسی است که باید به وسیله مطالعه شرایط فیزیکی، اجتماعی و اقتصادی منطقه و تخمین تأثیرهای حاصل از انجام برنامه‌ها، تأیید شود (۲). زیرحوزه‌هایی اولویت بیشتری دارند که دارای شرایط بحرانی بوده و یا نزدیک به رودخانه اصلی یا تأسیسات عمومی (مخازن سدهای ذخیره‌ای، سدهای انحرافی و سایر سازه‌ها) که حفظ آن‌ها ضروری است، باشند. با توجه به این که در اکثر حوزه‌های آبخیز کشور، وقوع سیل و خسارت‌های ناشی از آن روند افزایشی داشته، تعیین مناطق مولد سیل و اولویت‌بندی زیرحوزه‌ها از نظر پتانسیل سیل خیزی می‌تواند در مدیریت بهتر حوزه مؤثر باشد. از این نظر حوزه نکا به دلیل وقوع سیلاب‌های متعدد از جایگاه

قبل و بعد از احداث سازه انجام داد و نتیجه گرفت احداث سد باعث کاهش و کنترل سیل به میزان ۸۲/۸ درصد می‌شود. روشان و همکاران (۱۱) با تلفیق مدل هیدرولیکی HEC-RAS و GIS پارامترهای هیدرولیکی رودخانه بشار در کهگیلویه و بویر احمد را شبیه‌سازی نمودند. نتایج حاصل نشان می‌دهد که مدل HEC-RAS مقادیر عددی مناسبی را جهت مطالعات هیدرولوژیکی جریان در رودخانه‌ها نتیجه می‌دهد. شکری کوچک و همکاران (۱۴) به منظور تخمین سیلاب حوزه ایندک از مدل HEC-HMS استفاده نمودند. نتایج نشان داد که اختلاف بین دبی اوج مشاهده شده و شبیه سازی شده در مراحل واستحی و اعتباریابی کمتر از ۱۰ درصد است و مدل دقت بالایی را در تخمین دبی اوج شبیه‌سازی سیلاب دارا می‌باشد.

با توجه به این که حوزه نکا یکی از سیل خیزترین حوزه‌های شمال کشور بوده که وقوع سیل‌های متعدد در آن موجب خسارت‌های زیادی اعم از مالی، جانی و ایجاد وقفه در سیستم‌های ارتباطی شده است، لذا با توجه به وسیع بودن این حوزه شبیه‌سازی منطقی که تأثیر بیشتری در افزایش دبی اوج خروجی از حوزه را دارند و انجام اقدامات کنترل سیل در آن‌ها، ضروری می‌باشد. لذا در تحقیق پیش‌رو، با تلفیق سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و مدل هیدرولوژیکی HEC-HMS، بر اساس دو شاخص سهم مشارکت زیرحوزه‌ها در سیل خروجی از حوزه و سهم مشارکت زیرحوزه‌ها در سیل خروجی از حوزه بازی واحد سطح، شبیه‌سازی و اولویت‌بندی زیرحوزه‌ها از نظر پتانسیل سیل خیزی صورت گرفته است.

مواد و روش‌ها

محدوده طرح

منطقه مورد مطالعه حوزه آبخیز رودخانه نکا واقع در منتهی‌الیه شرقی استان مازندران می‌باشد که بخشی از آن (رودخانه نکا) که در بالادست این حوزه واقع شده است، در امتداد شرق به غرب و بخش دیگری از آن که از داخل شهر نکا عبور می‌کند، در امتداد شمال به جنوب به سمت دریای خزر جریان دارد. حوزه آبخیز نکا حدوداً بین ۵۳° و ۱۷° دقیقه‌الی ۵۴° درجه و ۴۴° و ۲۸° دقیقه طول شرقی و ۳۶° درجه و ۴۲° دقیقه‌الی ۳۶° درجه و ۴۲° دقیقه عرض شمالی واقع شده است. این حوزه از شمال به حوزه آبخیز قره‌سو و حوزه کوچک خلیج گرگان و از غرب به حوزه آبخیز رودخانه تجن و از شرق به حوزه آبخیز قره‌سو گرگان و از جنوب به حوزه آبخیز تجن و حوزه‌های آبخیز استان سمنان منتهی می‌شود. محدوده این حوزه در شکل ۱ نمایش داده شده است.

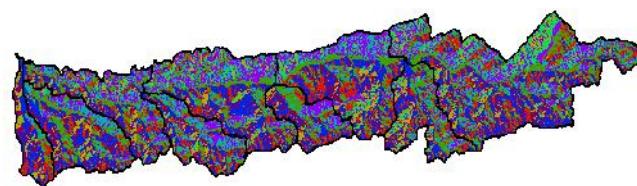
مورد استفاده قرار گیرد. تقطیان و فرازجو (۱۲) از تلفیق سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) و مدل هیدرولوژیک HEC-HMS برای اولویت‌بندی سیل خیزی واحدهای هیدرولوژیک سد گلستان استفاده کردند. نتایج حاکی از آن است که لزوماً زیرحوزه‌ای که مساحت بزرگ‌تر و یا دبی اوج بیشتری داشته باشد، در سیل خروجی حوزه تأثیر بیشتری ندارد بلکه اثر متقابل عوامل مؤثر مانند موقعیت مکانی زیرحوزه‌ها و روندیابی در رودخانه اصلی نیز می‌تواند مؤثر باشد. خلقی (۵) به مطالعه مدیریت بهینه آبخیزها در اجرای سدهای اصلاحی پرداخت. هدف از این تحقیق ارائه و معرفی راهکاری می‌باشد که بر مبنای ریاضی اولویت‌بندی زیرحوزه‌ها را از نظر انجام عملیات کنترل سیلاب و احداث سدهای اصلاحی انجام دهد. نتایج نشان داد با وجودی که بعضی از زیرحوزه‌ها از نظر شدت و حجم سیلاب در ردیف‌های اول نیستند ولی با توجه به در نظر گرفتن معیارهای مختلف و چندین تابع هدف در برنامه‌ریزی خطی در اولویت‌بندی‌های اول قرار گرفتند. میری (۷) از مدل هیدرولوژیکی HEC-HMS جهت شبیه‌سازی حوزه آبخیز چهاردانگه استفاده نمود و با روش تکرار حذف انفرادی، زیرحوزه‌ها را از لحاظ پتانسیل سیل خیزی اولویت‌بندی نمود. نتایج کار او نشان داد که زیرحوزه‌هایی که وسعت بیشتری دارند و یا دبی اوج بیشتری تولید می‌کنند لزوماً تأثیر بیشتری در سیل خروجی از حوزه را ندارند. هم‌چنین مشاهده شد زیرحوزه‌هایی که در قسمت‌های میانی حوزه قرار گرفته‌اند تأثیر بیشتری در سیل خیزی حوزه دارند. نبل و همکاران (۶) مدل منطقه‌ای از سیلاب در حوزه رودخانه سن آنتونیو واقع در ایالت تگزاس در کشور آمریکا را ارائه دادند در این مدل منطقه‌ای از نرم‌افزار HEC-RAS برای مدل‌سازی جریان متغیر در مسیر رودخانه استفاده شده است. نتایج نشان داد که این مدل سازی می‌تواند به عنوان ابزاری برای پیش‌بینی هیدرولوژیکی سیل در مقیاس منطقه‌ای مناسب باشد. روغنی و همکاران (۱۰) به منظور مکان‌یابی سطوح مؤثر بر دبی اوج سیل، سطوح هم‌پیمایش حوزه را استخراج کردند و نحوه توزیع مکانی زیرحوزه‌ها را در سطح منطقه مورد بررسی قرار دادند. سپس با فرض عملیات مهار سیل در زیرحوزه‌های واقع در هر سطح هم‌پیمایش، تأثیر آن‌ها روی دبی پیک هیدروگراف سیل مورد بررسی قرار دادند. نتایج کار آن‌ها نشان داد که سطح هم‌پیمایش پنج واقع در بخش میانی دارای بیشترین تأثیر در دبی اوج سیلاب خروجی از حوزه می‌باشد. جمشیدی (۳) از نرم‌افزار HEC-HMS برای شبیه‌سازی فرایند بارش-رواناب حوزه آبریز آبخیز را محدوده این حوزه با شهر بهمن واقع در استان خوزستان استفاده کرد. سپس شبیه‌سازی را برای دو حالت



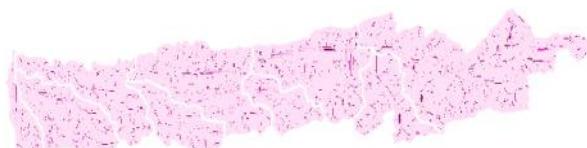
شکل ۱- محدوده حوزه آبخیز نکا
Figure 1. The limited Area of NEKA basin

نامنظم مثلثی در محیط ArcView تهیه شد. در نهایت خصوصیات فیزیوگرافی مورد نظر زیرحوزه‌ها از نقشه DEM^۱ استخراج شد. سپس برای تقسیم حوزه به زیرحوزه‌ها، با استفاده از DEM حوزه، نقشه جهت جریان که مشخص می‌کند آب موجود در هر سلول به کدامیک از سلول‌های مجاور خود جریان پیدا می‌کند، توسط الگوریتم D8 که در نرم‌افزار HEC-GeoHMS تعریف شده است، ایجاد شد که در شکل ۲ نشان داده شده است و با استفاده از نقشه جهت جریان و به کارگیری توابع GIS نقشه تجمع جریان نیز ایجاد شد که در شکل ۳ نشان داده است.

تعیین خصوصیات فیزیوگرافیک زیرحوزه‌ها
خصوصیات فیزیوگرافی یک حوزه آبخیز به مجموعه‌ای از پارامترها که مقادیر آن‌ها برای حوزه مورد نظر نسبتاً ثابت بوده و نمایان‌گر وضعیت و خصوصیات کلی حوزه و زیرحوزه‌ها می‌باشد، اطلاق می‌شود. در تحقیق حاضر برای تعیین خصوصیات فیزیوگرافی، از نرم‌افزار الحاقی HEC-GeoHMS در محیط ArcView استفاده شد. بدین منظور ابتدا مدل رقومی ارتفاعی حوزه که مشتمل از شبکه‌های سلولی که هریک حاوی یک عدد می‌باشند که بیانگر ارتفاع آن سلول است، با استفاده از نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ و با روش شبکه



شکل ۲- نقشه جهت جریان
Figure 2. Flow Direction map



شکل ۳- نقشه تجمع جریان
Figure 3. Flow accumulation map

خواهد بود و زیرحوزه‌های کوچک‌تری ایجاد خواهد شد و زیاد شدن تعداد زیرحوزه‌ها با افزایش محاسبات مربوطه باعث اتلاف وقت می‌شود. از طرفی در نظر گرفتن تعداد آبراهه‌های کمتر باعث کاهش دقت محاسبات هیدرولوژیکی می‌شود. لذا باید با صحیح و خطأ عدد آستانه مناسب برای ایجاد زیرحوزه‌ها را جستجو نمود. در این مرحله عدد آستانه پس از صحیح و خطأ عدد پنچ در نظر گرفته شد که به تشکیل نه زیرحوزه منجر شد که در شکل ۴ نمایش داده شده است.

اهمیت این نقشه‌ها در ایجاد شبکه آبراهه اصلی و ایجاد زیرحوزه‌ها می‌باشد. در نهایت از این نقشه‌ها برای تقسیم حوزه به زیرحوزه‌ها استفاده شد. به این منظور در نرم‌افزار HEC-GeoHMS پس از اجرای آیتم آبیتوم، عدد آستانه‌ای باید در مدل وارد شود. با تعریف عدد آستانه، کلیه سلول‌هایی که مقادیر آن‌ها در نقشه تجمع جریان بزرگ‌تر از عدد آستانه باشد به عنوان شبکه رودخانه‌ای در نظر گرفته می‌شوند. هرچه عد آستانه کوچک‌تر باشد تراکم شبکه رودخانه‌ای بیشتر



شکل ۴- نمایش زیرحوزه‌ها ایجاد شده در حوزه نکا
Figure 4. Showing the sub basins created in the NEKA basin

متوسط هر زیرحوزه استفاده شد که در رابطه (۱) نمایش داده شده است.

$$CN = \frac{\sum CN_i A_i}{\sum A_i} \quad (1)$$

که: CN_i : شماره منحنی مربوط به هر کاربری در هر زیرحوزه، A_i : مساحت مربوط به کاربری و CN : متوسط شماره منحنی نفوذ برای هر زیرحوزه می‌باشد (۱).

محاسبه شماره منحنی نفوذ زیرحوزه‌ها
شماره منحنی، پارامتر بی‌بعدی است که در روش SCS برای تعیین تلفات اولیه و زمان تأخیر به کار می‌رود و تحت تأثیر نوع کاربری اراضی، گروه هیدرولوژیکی و رطوبت پیشین خاک می‌باشد (۱۶). برای محاسبه شماره منحنی نفوذ زیرحوزه‌ها از نقشه کاربری اراضی و گروه‌های هیدرولوژیک خاک استفاده شد و در نهایت با توجه به محدوده زیرحوزه‌ها، از روش میانگین‌گیری وزنی برای محاسبه CN

باران نگار تعیین می‌شود اما در صورت عدم وجود چنین داده‌هایی می‌توان از الگوهای پیشنهادی سازمان SCS و یا سازمان هواشناسی جهانی و یا دیگر الگوهای موجود استفاده نمود (۷).

در تعیین الگوی زمانی بارش طرح ابتداء الگوی بارش منطقه محاسبه شد و پس از محاسبه الگوی منطقه‌ای، بارش ایستگاه آبلو با دوره بازگشت ۵۰ ساله با گام زمانی ۲۰ دقیقه‌ای توزیع داده شد. همچنین این بارش با استفاده از نرم‌افزار SMADA با الگوهای مختلف SCS توزیع داده شد. برای مقایسه الگوی بارش منطقه با الگوهای ارائه شده SCS از دو روش آماری نکوبی بارش و مجموع مرتع باقیمانده‌ها استفاده شد که به ترتیب در رابطه‌های (۵) و (۶) نمایش داده شده است:

$$STE = \left[\frac{1}{n-1} \sum (x_{O_i} - xt_i)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (5)$$

$$STE = \sum (x_{O_i} - xt_i)^2 \quad (6)$$

در این روابط x_{O_i} ، مقدار باران مشاهده‌ای، xt_i ، مقدار باران محاسبه شده با الگوهای SCS توسط نرم‌افزار SMADA، n ، برابر با تعداد داده‌ها و STE، تخفیف استاندارد تخمین می‌باشد (۷). داده‌های باران سنجی مربوط به اندازه‌گیری باران در یک نقطه می‌باشد که به آن بارش نقطه‌ای گفته می‌شود و معمولاً لازم است که آن را به مساحت حوزه یا منطقه تعیین دهیم. در این تحقیق جهت محاسبه میانگین بارش منطقه‌ای و توزیع مکانی آن از شبکه تیسن در محیط ArcView استفاده شد که در شکل ۵ نمایش داده شده است. در نهایت از رابطه (۷) جهت محاسبه میانگین بارش منطقه استفاده شد.

$$P = \frac{\sum P_i A_i}{\sum A_i} \quad (7)$$

که A_i : مساحت مربوط به هر چند ضلعی که در داخل حوزه قرار می‌گیرد، P : مقدار بارش در ایستگاه‌های داخل حوزه و P : متوسط بارندگی منطقه می‌باشد (۱).

محاسبه زمان تمرکز زیرحوزه‌ها

در این تحقیق از روش کربیچ جهت محاسبه زمان تمرکز زیرحوزه‌ها استفاده شد که در رابطه (۲) نمایش داده شده است.

$$t_c = 0.949 \left(\frac{L_3}{H} \right)^{0.385} \quad (2)$$

که در این رابطه، t_c : زمان تمرکز برحسب ساعت، L : طول آبراهه اصلی برحسب کیلومتر و H : اختلاف ارتفاع بین بالاترین و پایین‌ترین نقطه حوزه برحسب متر می‌باشد (۱).

تهیه بارش طرح

به منظور تهیه بارش طرح، آمار بارندگی روزانه در ایستگاه‌های باران سنجی داخل حوزه از شرکت سهامی آب منطقه‌ای استان مازندران تهیه شد. از آنجا که زمان تمرکز زیرحوزه‌ها از شش ساعت کمتر بود بارش طبق روش سازمان حفاظت خاک آمریکا، بارش شش ساعته در نظر گرفته شد و با استفاده از رابطه (۳) ابتداء بارش یک ساعته با دوره بازگشت ده سال محاسبه شد و در نهایت از رابطه (۴) جهت محاسبه بارش شش ساعته با دوره بازگشت‌های مختلف استفاده شد.

$$P_{10}^{60} = 2.26 (p_{24h})^{1.1374} (p_{year})^{-0.3072} \quad (3)$$

که در آن p_{24h} : میانگین حداکثر بارش‌های ۲۴ ساعته و p_{year} : متوسط بارش سالانه برحسب میلی‌متر می‌باشد

$$p_T^t = [0.4524 + 0.2471 \ln(T - 0.6)] \quad (4)$$

$0.371 + 0.6184 t^{0.4484}) P_{10}^{60}$ که در آن t : زمان برحسب ساعت، T : دوره بازگشت برحسب سال و P_{10}^{60} : بارش یک ساعته با دوره بازگشت ده سال بر حسب میلی‌متر می‌باشد (۱).

توزیع مکانی و زمانی بارش طرح

الگوی زمانی بارش، روی هیدروگراف سیالاب مؤثر می‌باشد. الگوی توزیع زمانی شدت بارندگی از روی داده‌های



شکل ۵- شبکه تیسن حوزه نکا
Figure 5. Thiessen network of the NEKA basin

نتایج حاصل تطبیق بیشتری با مقادیر واقعی داشته باشد. به این فرآیند واسنجی مدل گفته می‌شود. عمل واسنجی زمانی میسر است که داده‌های مشاهده‌ای باران و جریان (هیدروگراف یک سیل مشخص و رگبار مولد آن سیل که ثبت شده‌اند) موجود باشد. بدین ترتیب در عمل واسنجی با

کالبیره کردن مدل HEC-HMS و استخراج پارامترهای ورودی به مدل چون هدف از مدل تولید هیدروگراف خروجی از حوزه مطابق با شرایط واقعی می‌باشد لذا باید بتوان تمام پارامترهای مدل را برای حوزه مورد مطالعه، به طور دقیق محاسبه نمود تا

دوره بازگشت ۱۰۰ سال استفاده شد و با فرض عملیات کنترلی در زیرحوزه مورد نظر (احداث سد و ...)، تأثیر آن در خروجی حوزه حذف شد. سپس با اجرای متولی مدل و تکرار آن برای سایر مناطق، تأثیر آنها در کاهش دبی اوج خروجی از حوزه تعیین شد. در نهایت از دو روش برای تعیین سیل خیزی زیرحوزه‌ها استفاده شد:

الف- در روش اول زیرحوزه‌ای که بیشترین سهم مشارکت در تولید سیل خروجی از حوزه را بر عهده داشت، به عنوان سیل خیزترین زیرحوزه شناسایی شد. برای تعریف توان سیل خیزی، F ، از رابطه (۸) استفاده شده است.

$$F = \frac{\Delta Q_p}{Q_p} \quad (8)$$

ب- در روش دوم از نمایه سیل خیزی، f ، برای مواردی که مساحت حوزه، اولویت‌بندی سیل خیزی را تحت تأثیر قرار می‌دهد، برای تعیین سیل خیزی زیرحوزه‌ها استفاده شد که با رابطه (۹) بیان شده است.

$$f = \frac{\Delta Q_p}{A} \quad (9)$$

که A ، سهم مشارکت هر زیرحوزه در دبی اوج خروجی از کل حوزه بر حسب درصد، ΔQ_p ، مقدار کاهش در دبی اوج خروجی از کل حوزه در اثر حذف زیرحوزه مورد نظر بر حسب مترمکعب بر ثانیه، Q_p ، دبی اوج خروجی از کل حوزه بر حسب مترمکعب بر ثانیه، f ، سهم مشارکت هر زیرحوزه در دبی اوج خروجی از کل حوزه بازی و واحد سطح و A ، مساحت زیرحوزه به کیلومترمربع می‌باشد (۸).

نتایج و بحث

نتایج خصوصیات فیزیوگرافی حوزه نکا

به منظور محاسبه ویژگی‌های فیزیوگرافی زیرحوزه‌ها، لایه‌های طولانی‌ترین سیمیر جریان، مسیر جریان مرکزی و مرکز حوزه در HEC-GeoHMS ایجاد شد و با استفاده از آن‌ها، اطلاعات و خصوصیات فیزیوگرافی هریک از زیرحوزه‌ها استخراج شد که نتایج حاصل در جدول ۱ نمایش داده شده است.

بهینه‌سازی پارامترها، بهترین برازش بین هیدروگراف‌های برآورده و مشاهده شده انجام می‌پذیرد (۸). در این پژوهش برای یافتن مقادیر بهینه پارامترهای شماره منحنی، زمان تأخیر و تلفات اولیه از تابع هدف درصد خطای دبی اوج استفاده شد. با بررسی اطلاعات مربوط به رگارهای مشاهده‌ای، رگارهایی که هیدروگراف سیل آن در ایستگاه آبلو (خروچی محدوده مطالعاتی) ثبت شده بود و هیدروگراف شکل زنگولهای داشت انتخاب شدند. که از این میان سه رگار مورخ ۱۳۸۶/۰۹/۲۹، ۱۳۸۶/۰۲/۲۶ و ۱۳۸۵/۱۲/۲۵ برای واستنجی انتخاب شدند و در نهایت مقادیر واستنجی شده با واقعه سیلابی ۱۳۸۵/۷/۲۷ اعتباریابی شدند.

شبیه‌سازی واکنش هیدرولوژیک حوزه با مدل HEC-HMS

مدل HEC-HMS از انواع مدل‌های ریاضی کامپیوترا برای شبیه‌سازی واقعه بارش- رواناب بوده که دارای چندین زیر مدل در اجزاء رواناب، جریان سطحی، آب پایه و جریان کانالی می‌باشد. این مدل دارای سه بخش اصلی به نام‌های مدل حوزه، مدل اقلیمی و شاخص‌های کنترلی می‌باشد. هم چنین این مدل دارای قابلیت کالibrاسیون خودکار و بهینه‌سازی پارامترها می‌باشد (۱۵). در این مطالعه، با استفاده از روش منحنی SCS، مقدار تلفات اولیه بارش و نفوذ تعیین شد و سپس برای تعیین هیدروگراف رواناب مستقیم حوزه از روشن هیدروگراف واحد SCS استفاده شد. به منظور روندیابی روش هیدروگراف واحد HEC استفاده شد. پس از وارد کردن آبراهه‌ها نیز از روش تأخیری استفاده شد. هریک از زیرحوزه‌ها و هیدروگراف سیل خروجی از کل حوزه، بازی دوره بازگشتهای مختلف توسط مدل شبیه‌سازی شد.

اولویت‌بندی سیل خیزی زیرحوزه‌ها

هدف از اولویت‌بندی زیرحوزه‌ها ارائه الگویی در جهت کنترل و کاهش خطرهای سیل و ارزیابی نقش هریک از زیرحوزه‌های منطقه مورد مطالعه در دبی اوج هیدروگراف سیلاب خروجی از حوزه می‌باشد. به منظور تعیین تأثیر هریک از زیرحوزه‌ها در دبی اوج سیل خروجی از کل حوزه، از سیلاب با

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیوگرافی زیرحوزه‌های حوزه آبخیز نکا

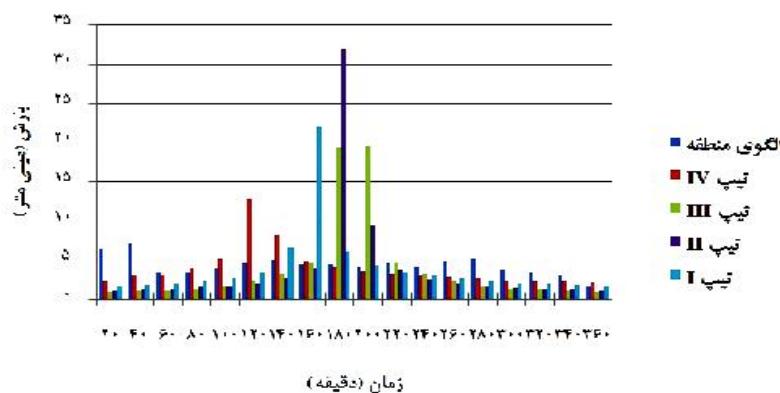
Table 1. The physiographic features of sub basins of the NEKA basin

نام زیرحوزه	طول آبراهه اصلی (متر)	شیب آبراهه اصلی (%)	مساحت (کیلومتر مربع)	محیط (کیلومتر)	اختلاف ارتفاع (متر)	شماره منحنی	زمان تمرکز (ساعت)	نفوذ
R10W10	۲۴۲۰/۴/۵۲	۲/۶	۷۲/۳۴	۷۱/۳	۸۷۶	۷۱/۹	۲/۸	۷۱/۹
R20W20	۴۰۸۴/۴	۲/۶	۲۶۱/۷۶	۱۰۳/۷۵	۱۴۵۳/۵	۷۱/۶	۴/۲	۷۱/۶
R30W30	۲۹۷۸۶/۸/۱	۶	۱۴۰/۷۵	۱۲/۲۵	۱۸۰	۷۲/۳	۲/۷	۷۲/۳
R40W40	۶۰۴۶/۹/۴	۲/۶	۵۲۸/۹۴	۱۹۴/۰/۵	۲۱۴۴/۹	۶۸/۴	۵/۶	۶۸/۴
R50W50	۳۹۱۹۷/۹/۵	۳	۱۸۸/۷۲	۱۲۵/۶۵	۱۱۱۳/۱	۷۱/۲	۴/۳	۷۱/۲
R60W60	۴۰۶۷۴/۵/۵	۳	۲۸۱/۷۷	۱۲۷	۱۲۳۵/۴۸	۷۷/۷	۴/۴	۷۷/۷
R70W70	۲۱۲۰/۱/۱	۵/۷	۹۶۳۸	۸۰/۸۵	۱۱۴/۰/۵	۷۷/۲	۲/۱	۷۸/۲
R80W80	۲۶۷۸۶/۳/۷	۴/۳	۱۲۶/۰/۶	۹۵/۷	۱۱۰	۷۷/۲	۲/۸	۷۲/۹
R90W90	۳۴۲۰/۸/۹۹	۲/۲	۱۸۲/۳۸				۳/۸	۷۲/۹

نتایج بهینه‌سازی پارامترهای مدل و تعیین دبی اوج خروجی از زیرحوزه‌ها بازی دوره بازگشتهای مختلف از مقادیر اولیه و بهینه پارامترهای مدل پس از واستنجی و اعتباریابی مدل نمایش داده شده است.

نتایج مقایسه الگوی بارش منطقه با الگوی‌های SCS

نتایج دو آزمون نکویی و مجموع مریع باقی مانده‌ها نشان می‌دهد که الگوی بارش منطقه با الگوی IA SCS مطابقت بالایی دارد که در شکل ۶ و جدول ۲ نمایش داده شده است.



شکل ۶- مقایسه الگوی بارش منطقه با الگوهای SCS
Figure 6. Comparing the regional rainfall pattern with SCS patterns

جدول ۲- مقایسه الگوی بارش منطقه با الگوهای SCS

Table 2. Comparing regional rainfall pattern with SCS Patterns

تیپ الگوهای SCS	آزمون نکویی برازش	آزمون مجموع مرع باقی ماندها	آزمون نکویی برآنش	CN
۴/۸۶	۴۰/۰۶	۹۲۵/۳۶	۴۰/۰۶	I
۷/۲۸	۹۲۵/۳۶	۵۹۸/۶۴	۷/۲۸	II
۵/۹۳	۵۹۸/۶۴	۱۳۱/۷۷	۵/۹۳	III
۲/۷۸	۱۳۱/۷۷		۲/۷۸	IA

جدول ۳- مقادیر اولیه و بهینه پارامترهای مدل HEC-HMS

Table 3. The primary and optimal values of the HEC-HMS model parameters

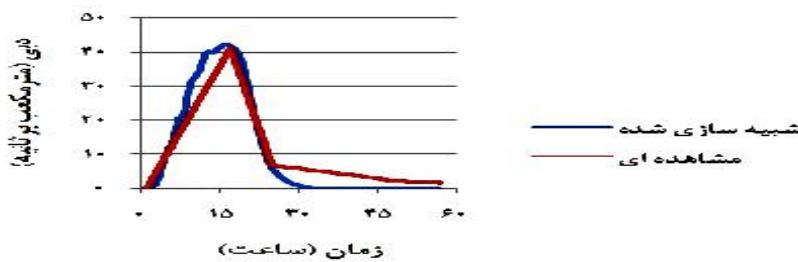
نام زیرحوزه	زمان تأخیر (دقیقه)	تلقات اولیه (ملی متر)	شماره محاسبه	CN
R10W10	۸۳	۷۵	اولیه	بهینه
R20W20	۱۷۲	۱۰	۷۶	۷۶
R30W30	۱۸۹	۵	۶۹	۶۹
R40W40	۲۷۰	۸	۷۳	۷۳
R50W50	۱۶	۱۰	۷۱	۷۱
R60W60	۱۵۱	۵	۷۱	۷۱
R70W70	۶۹	۱۳	۷۵	۷۵
R80W80	۸۵	۱۲	۷۸	۷۶
R90W90	۱۱۶	۱۴	۷۴	۷۳

همچنین نتایج مربوط به شبیه‌سازی مدل برای سیل با دروغ جدول ۴ ارائه شده است. در شکل ۷ نیز، نتیجه اعتباریابی مدل با واقعه سیلابی ۱۳۸۵/۷/۲۷ نمایش داده شده است.

جدول ۴- نتایج واسنجی و اعتباریابی مدل

Table 4. The model calibration and validation results

تاریخ وقوع	واقعه سیلابی	دی جدادر (مترا مکعب بر ثانیه)	حجم سیل (مترا مکعب × ۱۰۰۰)	زمان رسیدن به دی جدادر (ساعت)	درصد خطا	مشاهده شده	شبیه‌سازی شده	درصد خطا	مشاهده شده	شبیه‌سازی شده	درصد خطا	مشاهده شده	شبیه‌سازی شده	درصد خطا
۱۳۸۵/۹/۲۹	۸/۵	۸/۰۸	۱۷/۰۰	۱۲/۵	۵۵۶/۲	۵۹/۸	۵۹/۸	۰/۹	۱۶	۱۶	۰/۹	۵۹/۸	۵۹/۸	۰/۹
۱۳۸۶/۲/۲۶	۱۷/۲	۱۷/۸۲	۱۴/۰۰	۶/۶	۶۶۴/۸	۵۸/۰/۸	۵۸/۰/۸	۳/۶	۱۵	۱۵	۳/۶	۵۸/۰/۸	۵۸/۰/۸	۳/۶
۱۳۸۵/۱۲/۲۵	۸/۱	۸۳/۳۶	۱۶/۲۵	۱/۶	۱۶/۲۵	۵۰/۹/۷	۳۹۷۶/۰	۲/۸	۱۶	۱۶	۲/۸	۵۰/۹/۷	۵۰/۹/۷	۲/۸
۱۳۸۵/۷/۲۷	۴۱/۲	۴۲/۰۳	۱۶/۰۰	۵/۹	۲۲۲۹/۶	۲۲۰۴/۷	۲۲۰۴/۷	۱/۹	۱۷	۱۷	۱/۹	۲۲۰۴/۷	۲۲۰۴/۷	۱/۹



شکل ۷- مقایسه هیدروگراف‌های مشاهده‌ای و شبیه‌سازی شده در مرحله اعتباریابی.
Figure 7. Comparing the observational and simulated hydrographs in the validation step

جدول ۵- دبی اوج خروجی از زیرحوزه‌ها و خروجی از حوزه با دوره بازگشت‌های مختلف

Table 5. The peak outflow of sub basins and outlet of the basin with different return periods

	۱۰۰	۵۰	۲۵	۱۵	۵	۲	دوره بازگشت (سال)
	دبی اوج (مترمکعب بر ثانیه)						نام زیرحوزه
۱۳۲/۴۹	۱۰۹/۴۶	۸۷/۵	۷۷/۱۳	۲۵/۶۸	۱۷/۷۸	R10W10	
۴۳۸/۰۳	۳۵۰/۰۷	۲۹۴/۸۳	۲۴۴/۲۶	۸۵/۴۸	۵۹/۴۵	R20W20	
۱۶۵/۱۸	۱۶۲/۳۵	۱۴۹/۷۴	۱۶/۶۱	۳۶/۷۱	۲۵/۴۹	R30W30	
۵۶۴/۸۱	۴۶۰/۰۸	۳۶/۷۹	۲۹۲/۴۶	۹۲/۸۴	۵۹/۶۸	R40W40	
۲۸۸/۱۲	۲۲۷/۵۳	۱۸۱/۳	۱۷۷/۲۵	۵۳/۲۱	۲۸/۸۸	R50W50	
۴۲۲/۵۶	۳۴۶/۹	۲۷۴/۶۹	۲۲۳/۹۴	۹۰/۴۲	۵۱/۱۸	R60W60	
۱۵۰/۱۴	۱۲۰/۹۴	۹۳/۱۱	۷۵	۲۸/۳۵	۱۲/۵۶	R70W70	
۲۱۰/۲۵	۱۷۳/۱۶	۱۳۷/۳	۱۱۱/۹۸	۳۹/۵۲	۲۲/۴۴	R80W80	
۲۵۶/۲۷	۲۰۶/۳۶	۱۵۵/۵۳	۱۲۶/۸۵	۳۸/۹۹	۲۱/۴۳	R90W90	
۹۹۳/۸	۸۱۴/۰۲	۶۴۴/۰۲	۵۲۲/۸۴	۲۱۴/۵۳	۱۰/۸۵۴	OUTLET	

چنان‌چه تنها میزان سهم مشارکت هر زیرحوزه در سیل خروجی از حوزه مدنظر باشد، زیرحوزه‌ای R60W60 و R70W70 و R20W20 در اولویت قرار می‌گیرند. نتایج حاصل از اجرای مدل با روش‌های پیشنهادی شان می‌دهد که نحوه مشارکت زیرحوزه‌ها در دبی اوج سیل خروجی از حوزه لزوماً متناسب با دبی اوج زیرحوزه‌ها نبوده و زیرحوزه‌های با دبی اوج بیشتر ضرورتاً تأثیر بیشتری بر دبی اوج سیل خروجی از حوزه ندارند که این نتیجه با نتایج خلقی (۵) و ثقیل و فرازجو (۱۲) مطابقت دارد.

نتایج اولویت‌بندی سیل خیزی در زیرحوزه‌ها به منظور محاسبه پتانسیل سیل خیزی زیرحوزه‌ها، دو پارامتر سهم مشارکت هر زیرحوزه در دبی اوج خروجی از کل حوزه و سهم مشارکت هر زیرحوزه در دبی اوج خروجی از کل حوزه بازی واحد سطح، محاسبه شد که نتایج آن در جدول ۶ نمایش داده شده است. نتایج جدول فوق بیانگر این است که چنان‌چه مبنای اولویت‌بندی را مشارکت زیرحوزه‌ها بازی واحد سطح در نظر بگیریم و مساحت زیرحوزه برای اولویت‌بندی مدنظر باشد، زیرحوزه‌ای R70W70 و R60W60 بهترین در اولویت قرار می‌گیرند و R80W80 و R90W90

جدول ۶- نتایج حذف اثر زیرحوزه‌ها بر دبی اوج خروجی از حوزه نکا

Table 6. The results of removing sub basins effect on the peak outflow of NEKA basin

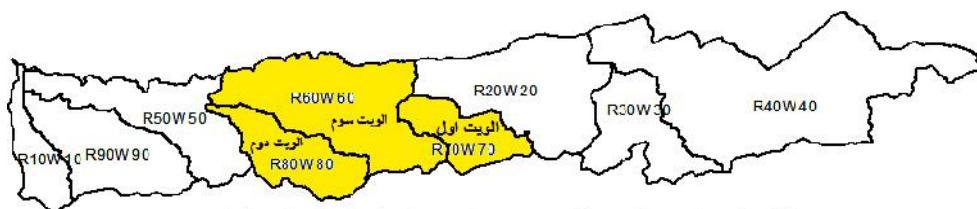
f (مترمکعب بر ثانیه بر کیلومتر مربع)	F(%)	دبی اوج خروجی از حوزه قبل از حذف زیرحوزه	دبی اوج خروجی از حوزه قابل حذف زیرحوزه	مساحت (کیلومتر مربع)	زیرحوزه
۰/۱	۰/۰۷	۹۹۳/۸	۹۹۷/۸	۷۷/۳۴	R10W10
۰/۳۱۶	۸/۳۱	۹۱۱/۱۹	۹۹۳/۸	۲۶۱/۷۶	R20W20
۰/۱۲	۰/۲۸	۹۹۱/۵	۹۹۳/۸	۱۴۰/۷۵	R30W30
۰/۰۰۷	۰/۳۵	۹۹۰/۳۶	۹۹۳/۸	۵۲۸/۹۴	R40W40
۰/۶۶	۱/۲۵	۹۸۱/۱۶	۹۹۳/۸	۱۸۸/۷۲	R50W50
۰/۱۵۷	۱۰/۱۳	۸۹۷/۴	۹۹۷/۸	۲۸۱/۷۲	R60W60
۰/۰۵۲	۸/۲۶	۹۱۱/۷	۹۹۷/۸	۹۶/۳۸	R70W70
۰/۰۳۵	۶/۷۹	۹۴۶/۲۸	۹۹۳/۸	۱۲۶/۱	R80W80
۰/۲۳۹	۴/۳۹	۹۵۰/۱۸	۹۹۳/۸	۱۸۲/۷۸	R90W90

می‌گردد که این امر موجب افزایش دبی اوج در خروجی از حوزه می‌شود. لذا عمدتاً در این حوزه‌ها (با شکل هندسی کشیده)، زیرحوزه‌های مؤثر در تشید سیل، در قسمت‌های میانی واقع شده‌اند. اما با توجه به این که ویژگی‌های فیزیوگرافی زیرحوزه‌ها تأثیر به سزایی بر روندیابی آبراهه‌ها و رفتارهای هیدرولیکی زیرحوزه‌ها دارند، لذا نمی‌توان تنها براساس شکل حوزه اولویت‌بندی زیرحوزه‌ها را انجام داد و باید شبیه‌سازی هیدرولیکی و هیدرولوژیکی انجام شود. بنابراین عوامل روندیابی آبراهه‌ها، ویژگی‌های فیزیوگرافی

هم‌چنین با توجه به موقعیت مکانی زیرحوزه‌ها مشاهده می‌شود که زیرحوزه‌هایی که در قسمت‌های میانی حوزه قرار گرفته‌اند، تأثیر بیشتری بر دبی اوج سیل خروجی از حوزه دارند که با نتایج میری (۷) و روغنی (۱۰) در یک راستا می‌باشد. موقعیت مکانی زیرحوزه‌های مؤثر در سیل خروجی از حوزه، تا حد زیادی به شکل حوزه و خصوصیات فیزیوگرافی زیرحوزه‌های آن بستگی دارد. در حوزه‌های میانی حوزه واقع شده‌اند، موجب هم‌زنمانی وقوع دبی اوج در آبراهه اصلی

باشد. در بخش‌های اجرایی نیز که مسائل اقتصادی طرح‌ها یکی از عوامل تعیین‌کننده است، میزان کاهش سیل خروجی بازای هر واحد سطح زیرحوزه اهمیت بیشتری دارد. در این مطالعه مبنای اولویت‌بندی زیرحوزه‌ها بنابر دلایل ذکر شده در توضیحات بالا، میزان مشارکت در سیل خروجی بازای واحد سطح (شاخص f) به دلیل کارایی بیشتر نسبت به شاخص دیگر (شاخص F)، در نظر گرفته شد که نهایتاً زیرحوزه‌های R70W70 و R80W80 به ترتیب در اولویت قرار گرفتند. در شکل ۸ موقیت مکانی زیرحوزه‌های بحرانی ذکر شده، نمایش داده شده است. روش پیشنهادی برای هر حوزه آبخیز و در هر منطقه اقلیمی قابل بررسی بوده و اجرای آن در قالب مطالعات کنترل سیل توصیه می‌شود.

زیرحوزه‌ها و شکل حوزه می‌توانند باعث تغییر در موقعیت مکانی زیرحوزه‌های مؤثر در تشدید سیل خروجی از حوزه شوند. لذا برای هرگونه عملیات کنترل سیل و یا کاهش دبی اوج در خروجی حوزه، باید نحوه تأثیر هریک از زیرحوزه‌ها را پس از روندیابی آن‌ها در آبراهه‌های اصلی تعیین کرد و سپس با توجه به سهمی که در ایجاد سیل بر عهده دارند، آن‌ها را تقسیک و اولویت‌بندی نمود. در مواردی که مساحت زیرحوزه‌ها اولویت‌بندی را تحت تأثیر قرار دهد، می‌توان این اولویت‌بندی را برای هر واحد سطح زیرحوزه انجام داد. شاخص تعیین شدت سیل خیزی بازای واحد سطح زیرحوزه‌ها، در اولویت‌بندی عملیات کنترل سیل بازای هزینه و امکانات، می‌تواند از شاخص دیگر کارایی بیشتری داشته



شکل ۸- نمایش موقعیت مکانی زیرحوزه‌های بحرانی از نظر پتانسیل سیل خیزی
Figure 8. Showing the location of critical sub basins in terms of potential flooding

منابع

- Alizadeh, A. 2009. Principles of Applied Hydrology. 27th Ed., Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, IRAN, 870 pp (In Persian).
- Djordjevic, B. and S. Bruck. 1989. System Approach to the Selection of Priority Areas of Erosion Control with Emphasis on the Implication of the Water Resources Subsystem. River Sedimentation Conference, Beijing, CHINA, 1547-1554 pp.
- Jamshidi, R. 2006. Study the Effect of Construction Flood Control Structures on Reducing Flood Peak Flow in Urban Watersheds. M.Sc. Thesis, Mazandaran University, Sari, IRAN, 79 pp (In Persian).
- Kar andish, F., K. Ebrahimi, A. Shahnazari and J. Porhemat. 2010. Study the Ability of HEC-GeoHMS Software to Estimate Physiogeographic Characteristics in Basin. First Conference of Water Resources Management in Coastal Lands, Sari, IRAN, 9 pp (In Persian).
- Kholghi, M. 2001. Optimal Management of Watersheds in Execution of Detention Dams. The First Conference of Watershed and Water Extraction Management in Watersheds, Boushehr, IRAN, 76-81 pp (In Persian).
- Knebl, M.R., Z.L. Yang, K. Hutchison and D.R. Maidment. 2005. Regional Scale Flood Modeling Using NEXRAD Rainfall, GIS and HEC-HMS/RAS (Case Study: the San Antonio River Basin Summer 2002 storm event). Environmental Management, 11: 325-336.
- Miri, R. 2010. Hydraulic and hydrologic Location to Construct Dam Using Computer Models (Case Study: Chahardange River, Mazandaran Province). M.Sc. Thesis, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, IRAN, 120 pp (In Persian).
- Mosavi Nadooshani, S.S. and A. Danandeh Mehr. 2004. Hydrologic Modeling System of HEC-HMS. 2nd Ed., Dibagaran, Tehran, IRAN, 295 pp (In Persian).
- Rezvani, H. 1998. Study the Effective Factors in Flood Production and Evaluation Control Factors. Forest and Rangeland, 23: 25-36 (In Persian).
- Roghani, M., M. Mahdavi and A. Ghafouri. 2003. Introduction a Method of Locating Effective Area on Flood Peak Flow for Planning Flood Containment and Reduce its Damages in Basins. Research and construction, 6: 48-57 (In Persian).
- Roushan, H., G. Vahabzadeh, K. Solaimani and Farhadi, R. 2013. Simulation of River Hydraulics Behavior Using HEC-RAS Model in GIS Environment (Case Study: Beshar River, Kohgiloyeh & Boyerahmad Province). Journal of Watershed Management, Sari Agricultural Sciences & Natural Resources University, Sari, IRAN, 7: 70-84 (In Persian).
- Saghafian, B. and H. Farazjoo. 2007. Determination the Productive Areas of the Flood and Prioritization the Flooding Hydrologic Units of Golestan Dam's Basin. Watershed Sciences and Engineering, 1: 187-188 (In Persian).
- Sharifi, F., B. Saghafian and A. Telvari. 2002. The Great 2001 Flood in Golestan Province. Iran: Causes and Consequences. International Conference on Flood Estimation, Berne, SWITZERLAND, 263-271 pp.
- Shokri, S., A. A. Behnia, F. Radmanesh and A. M. Akhondi. 2012. Watershed Flood Hydrograph Estimation Using HEC-HMS and Geographic Information System (Case Study: Idanak Watershed). Journal of Watershed Management, Sari Agricultural Sciences & Natural Resources University, Sari, IRAN, 5:63-80 (In Persian).
- USACE. 2000. HEC-HMS Technical Manual. Hydrology Engineering Center, 187 pp.
- Wanielista, M.P. 1990. Hydrology and Water Quantity Control. John Wiley & Sons, Inc, 565 pp.

Investigation the Flooding Potential of Basins and Determination Flood Producing Areas (Case Study: NEKA Basin)

Arman Shaabani Bazneshin¹, Alireza Emadi² and Ramin Fazloula²

1- M.Sc. Student, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University,

(Corresponding author: a_shabani67@yahoo.com)

2- Associate Professor, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University

Received: October 8, 2013

Accepted: July 22, 2014

Abstract

Flood is one of the natural hazards that its frequent occurrence has increased in the recent years and the damages of it, had affected apart of country in every year. Prioritization of sub basins has an important effect in watershed management. The purpose of prioritization of sub basins is offer a pattern for control and decrease flood hazards and evaluating the role of each sub basin in peak discharge of outlet flood hydrograph of basin. In this study, NEKA basin was selected as study area, because of several floods was occurred in it and with combining GIS and HEC-HMS hydrological model, the contribution of each sub basin in outlet flood from total basin based on SCS method, was determined. For this purpose, at first design rainfall hyetograph for different return periods was computed and after calibration the HEC-HMS model and estimate optimal value of the parameters, outlet flood hydrograph from each sub basin of NEKA basin and also outlet flood hydrograph from all over the basin for different return periods was simulated by HEC-HMS. For prioritization of sub basins, after removal of single sub basin in HEC-HMS environment, two indexes of parcellary contribution of each sub basin in outlet flood of basin and parcellary contribution of each sub basin in outlet flood of basin per unit area was used. For this purpose, the 100 years return period flood was used. The results showed that the contribution of sub basins in flooding potential will be not only affected by its area but also the place of each sub basin and flood routing in main reach have remarkable effect on flooding regime of basin. Also determine the severity of flooding per unit area of sub basins, in prioritization flood control operation for cost and facilities, can be more efficient than other. Finally was observed, the sub basins that are located in the central part of basin, have most effect on the total basin's flooding.

Keywords: Flood, GIS, HEC-HMS Model, Neka Basin, Prioritization, Routing