نشریه علمی- پژوهشی

علوم و مهندسی آبخیزداری ایران
Iran-Watershed Management
Science & Engineering

سال نهم- شماره ۲۸- بهار ۱۳۹۴ Vol. 9, No. 28, Spring 2015

گزارش فنی

کاربرد مدل HEC-HMS در الویت‌بندی پتانسیل سیل‌خیزی حوزه آبخیز بالادست سد کرج

الهام رفیعی ساردویی[۱]، شهرام خلیقی سیگارودی[۲]، علی آذره[۳]، محمد رستمی‌خلج[۱]

تاریخ دریافت : ۱۳۹۰/۰۹/۰۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۳/۲۷

چکیده

سیل یکی از پدیده‌های پیچیده و مخرب طبیعی است که هر ساله خسارات سنگینی را به دنبال دارد. عوامل روندیابی آبراهه‌ها و موقعیت مکانی زیرحوزه‌ها در سیلاب خروجی حوزه تأثیر گذارند. از این‌رو برای اجرای برنامه های کنترل سیل در بالادست حوزه‌های بزرگ باید نحوه‌ی تأثیر آن‌ها را بر سیلاب حوزه ارزیابی کرد و با توجه به سهم این عوامل در سیلاب خروجی، آن‌ها را اولویت‌بندی نمود. حوزه آبخیز بالادست سد کرج به علت سیل‌خیز بودن، جهت انجام این تحقیق انتخاب شد. در این مطالعه با تلفیق GIS و مدل هیدرولوژیکی HEC-HMS، بر اساس روش SCS میزان مشارکت هر یک از زیرحوزه‌ها در سیل خروجی کل حوزه تعیین گردید. برای این منظور با تکرار حذف انفرادی هر یک از زیرحوزه‌ها در محیط HEC-HMS، پتانسیل سیل‌خیزی زیرحوزه‌ها اولویت‌بندی شد. نتایج نشان می‌دهد که زیرحوزه تکیه سپهسالار بیشترین سهم را در سیل کل حوزه و زیرحوزه ولایت رود کمترین سهم را در پتانسیل سیل خیزی دارد.

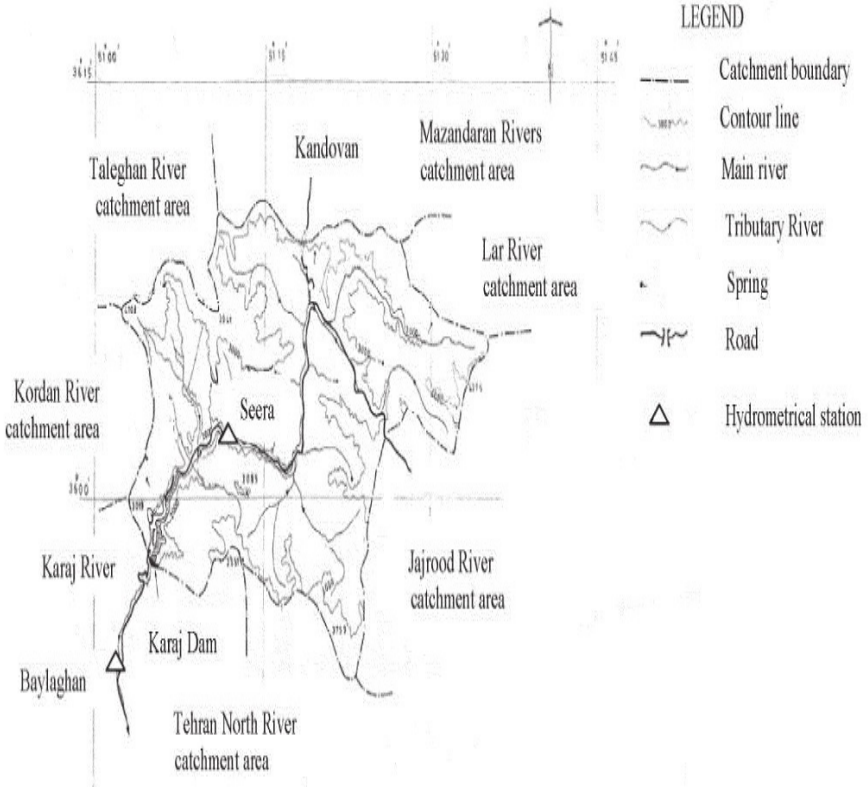
واژه‌های کلیدی: پتانسیل سیل‌خیزی، HEC-HMS، GIS، مناطق مولد سیل.

مقدمه

به دلیل وسعت زیاد حوزه‌های آبخیز و محدودیت‌های اقتصادی و اجرایی، احیا آبخیزها از دیدگاه کنترل سیل در یک پروژه واحد نه تنها عملی نیست، بلکه ممکن است اثرات معکوس داشته باشد. اولویت‌بندی مناطق برای پروژه‌های کنترل سیل، یک تصمیم‌گیری مدیریتی است که باید به وسیله مطالعات شرایط فیزیکی، اجتماعی و اقتصادی منطقه و برآورد تأثیرات حاصل از انجام برنامه‌ها، تایید گردد [۷].

خسرو شاهی [٤] تأثیر سیل‌خیزی زیرحوزه‌ها را از طریق مدل ریاضی در حوزه آبخیز دماوند مورد بررسی قرارداد و زیرحوزه‌ای را که بیشترین تأثیر را در سیل خروجی داشته، معرفی نموده است. Foody و همکاران [۳] به منظور شناسایی مناطق حساس به تند سیل‌ها در منطقه‌ای در غرب مصر از مدل HEC-HMS به منظور شبیه‌سازی سیلاب استفاده کردند؛ که منجر به شناسایی ۲ منطقه حساس گردید. روغنی و همکاران [۸] روشی نوین را در بهینه‌سازی عملیات آبخیزداری و مهار سیل ارایه دادند. آن‌ها برای اولویت‌بندی زیرحوزه‌ها، سطوح هم پیمایش حوزه را استخراج و توزیع مکانی زیرحوزه‌ها بر روی این سطوح را مورد بررسی قرار داده و با فرض اجرای عملیات مهار سیلاب در زیرحوزه‌های واقع در هر سطح هم پیمایش، تأثیر آن‌ها را روی دبی اوج هیدروگراف سیل بررسی کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که زیر حوزه‌های سطوح هم پیمایش واقع در بخش میانی حوزه، بیشترین تأثیر را در دبی اوج سیلاب خروجی از حوزه اصلی دارا می‌باشند لذا عملیات آبخیزداری در زیرحوزه‌های واقع در بخش میانی از الویت بیشتری برخوردار است. رضایی کلج [۷] شدت سیل‌خیزی زیرحوزه‌های کن را مورد بررسی قرار داده است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که عکس‌العمل زمینی و مجموع عوامل محیطی موجود در آن نسبت به نزولات جوی (که به صورت رواناب بروز کرده) همراه با شدت آن ارتباط مستقیمی با نوع خسارات حاصله دارد. نظر به اینکه هیدروگراف سیلاب آخرین محصول توزیع زمانی و مکانی بارندگی، تبخیر و تعرق، مشخصات فیزیکی و شرایط رطوبتی خاک می‌باشد، به همین منظور تجزیه و تحلیل هیدروگراف سیل اطلاعات بسیار با ارزشی را در ارتباط با تأثیر متقابل مؤلفه‌های موجود و نحوه پاسخ حوزه به بارش ارایه می‌دهد. قائمی و همکاران [٦] ضمن معرفی هفت عامل تأثیرگذار بر وقوع سیلاب شامل عمق بارندگی، زمان بارش، عمق برف، جنس زمین، پوشش گیاهی، شیب و شکل حوزه و ارزش‌گذاری کمی آن‌ها

۱- نویسنده مسئول و دانشجوی دکتری آبخیزداری دانشگاه تهران
ellrafiei@ut.ac.ir
۲- استادیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران
۳- دانشجوی دکتری بیابانزدایی دانشگاه تهران



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

Figure1: Location of the study area

بر طبق نظر کارشناسی، شدت سیل خیزی زیر حوزه‌های کرخه را تعیین نمودند. مقایسه شدت سیل‌خیزی زیرحوزه‌های مزبور بدون در نظر گرفتن تأثیر روند رودخانه بر روی کاهش دبی اوج سیلاب و سایر فرآیندهای موثر در رفتار حوزه، صحت تأثیر زیرحوزه‌ها را با اوزان تعیین شده و به همان نسبت در خروجی حوزه مورد تردید قرار می‌دهد. حوزه آبخیز بالادست سد کرج از جمله حوزه‌های سیل‌خیز می‌باشد. بنابراین اولویت‌بندی زیرحوزه‌ها از نظر پتانسیل سیل‌خیزی، جهت اجرای پروژه‌های آبخیزداری و کنترل سیل در مناطق بالا دست بسیار مهم است. هدف از این مطالعه ارایه الگویی در جهت کنترل و کاهش خطرات سیل با استفاده از تلفیق مدل هیدرولوژیکی HEC-HMS و سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) در تعیین میزان مشارکت زیرحوزه‌ها در سیل خروجی کل حوزه آبخیز و شناسایی و اولویت‌بندی زیرحوزه‌ها از نظر پتانسیل سیل‌خیزی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

حوزه آبخیز سد کرج قسمتی از دامنه جنوبی ارتفاعات البرز، در شمال غرب استان تهران و بین طول شرقی ″۳۸ ′۵ °۵۱ تا ″۵۷ ′۳۰ °۵۱ و عرض شمالی ″۵۶ ‘۵۲ °۳۵ تا ″۴۹ ‘۱۱ °۳۶ واقع شده‌است (شکل۱). این حوزه در تقسیم بندی حوزه‌های آبخیز کشور جزیی از حوزه آبریز دریاچه نمک می‌باشد و وسعت آن، ۷۷۸ کیلومتر مربع محاسبه شده است. ارتفاع در این حوزه از بلندترین نقطه آن در دیزین با ارتفاع ٤٣٦٨ متر تا خروجی با ارتفاع ۱۸۳٦متر از سطح دریا متغیر است که متوسط ارتفاع حوزه ۲۸۲۷متر از سطح دریا محاسبه شد. کمترین مقدار بارندگی متوسط سالانه در ایستگاه سد کرج با ارتفاع ۱۵۸۸متر از سطح دریا ،۲۱٤/٤ میلی متر می‌باشد.

روش تحقیق

در این مطالعه حوزه آبخیز بالادست سد کرج به ۸ زیرحوزه کوچک‌تر تقسیم شده است. مدل ارتفاعی رقومی (DEM)[1]حوضه با قدرت تفکیک مکانی ۵۰ متر بر مبنای نقشه توپوگرافی حوزه در محیط GIS تهیه شد. سپس خصوصیات فیزیوگرافی مورد نیاز از DEM استخراج شد.

شماره منحنی، پارامتر بی بعدی است که در روش SCS برای تعیین تلفات به کار می‌رود و تحت تأثیر نوع کاربری اراضی، گروه هیدرولوژیکی و رطوبت پیشین خاک می‌باشد [۱۰]. نقشه کاربری اراضی و پوشش گیاهی منطقه بالادست سد که در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰، توسط سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور [۲] تهیه شده است وارد محیط GIS شد. نقشه گروه‌های هیدرولوژیکی با استفاده از اطلاعات خاک‌شناسی استخراج گردید. سپس نقشه کاربری اراضی و گروه‌های هیدرولوژیکی در محیط GIS تلفیق شد و بر

1. Digital Elevation Model

جدول۱: الویت‌بندی پتانسیل سیل‌خیزی زیرحوزه ها

Table۱: prioritization of flooding potential subbasins

زیرحوزه(۱)	مساحت (km^2)(۲)	دبی (CMS)(۳)	دبی خروجی کل حوزه با حذف زیرحوزه (CMS) (٤)	مقدار کاهش در دبی خروجی (CMS)(٥)	مقدار کاهش در دبی خروجی ٪ (٦)	مقدار کاهش در دبی خروجی به ازای واحد سطح (km^2) (۷)	الویت بندی بر اساس دبی زیرحوزه(۸)	الویت بندی بر اساس F (۹)	الویت بندی بر اساس f(۱۰)
(1)Subbasin	(2)(km^2) Area	(3)(CMS) Discharge	Output discharge (4)(CMS)	Amount of decrease (5)(CMS) in output discharge	Amount of decrease in (6)% output discharge	Amount decrease in output discharge Per unit area(km^2)(7)	Prioritization based on (8)on f	Prioritization based on (9)F	Prioritization based on (10)f
Siyera سیرا	76	5	43	3	6.5	0.09	5	5	5
Velayat rood ولای‌ت رود	84.8	3	45	1	2.2	0.03	7	6	7
Azad bar آزادبر	85	16	37	9	19.6	0.23	2	3	2
Tekyeh salar تکیه سپهسالار	90	18	35	11	23.9	0.27	1	1	1
Shahrestanak شهرستانک	152	13	36	10	21.7	0.14	4	2	3
Warangeh rood وارنگه رود	123	15	42	4	8.7	0.07	3	4	6
Kandowan کندوان	21	2	45	1	2.2	0.10	6	6	4

اساس جدول‌های تعیین شماره منحنی نقشه CN تهیه شد.

نتایج

پارامترهای شماره منحنی و تلفات اولیه پس از آنالیز حساسیت جهت واسنجی در نظر گرفته شدند. مقادیر شماره منحنی زیرحوزه‌ها بین ٦۹ تا ۷۸/۸۱ و تلفات اولیه بین ۱۳/۷ تا ۲۲/۱ واسنجی شدند و زمان تأخیر با استفاده از روش برانسبی ویلیامز محاسبه شد. . در ستون ۹ جدول ۱، نتایج حاصل از اولویت‌بندی زیرحوزه‌ها ارایه شده است. اولویت‌بندی بر اساس میزان مشارکت هر یک از زیرحوزه‌ها در سیل خروجی نشان داده شده است. نتایج حاصل از اولویت‌بندی زیرحوزه‌ها به ازای واحد سطح زیرحوزه نشان می‌دهد که زیرحوزه تکیه سپهسالار بیشترین سهم را در سیل کل حوزه و زیرحوزه ولایت رود کمترین سهم را در پتانسیل سیل‌خیزی دارد.

بحث و نتیجه‌گیری

زیرحوزه تکیه سپهسالار با تولید دبی اوج ۱۸ متر مکعب بر ثانیه در محل خروجی زیرحوزه، بیشترین مقدار و زیرحوزه کندوان با دبی اوج ۲ مترمکعب بر ثانیه، کمترین مقدار دبی اوج را به خود اختصاص می‌دهند. در مطالعاتی که اولویت‌بندی تنها بر اساس دبی اوج زیرحوزه بدون روندیابی سیل از محل زیرحوزه تا خروجی کل حوزه صورت گیرد در اولویت‌بندی زیرحوزه‌ها، زیرحوزه‌ای که دبی بیشتری دارد، الویت اول را به خود اختصاص می‌دهد ولی میزان مشارکت زیرحوزه‌ها در سیل خروجی کل حوزه آبخیز مشخص نمی شود. زمانی که میزان تأثیر دبی اوج زیرحوزه‌ها پس از روندیابی، در دبی اوج خروجی کل حوزه در نظر گرفته می شود، نسبت تأثیر آن‌ها به مساحت و دبی اوج زیرحوزه بستگی ندارد. بلکه اثر متقابل عوامل موثر مثل موقعیت مکانی زیرحوزه‌ها، می تواند نقش مهمی داشته باشد. بنابراین لزوماً زیرحوزه‌ای که مساحت یا دبی بیشتری دارد بیشترین تأثیر را در سیل خروجی کل حوزه ندارد که با نتایج خسروشاهی]٤[، ثقفیان]۹[، پقه]۵ [مطابقت دارد. به عنوان مثال زیرحوزه شهرستانک از نظر دبی اوج در الویت ٤ قرار می‌گیرد ولی از نظر میزان مشارکت در دبی خروجی در الویت دوم قرار دارد

که این امر می‌تواند به دلیل اثر متقابل روندیابی سیل در رودخانه، موقعیت مکانی و خصوصیات زیرحوزه‌ها در تعیین میزان مشارکت در دبی خروجی کل حوزه باشد. در مواردی که مساحت زیرحوزه‌ها، اولویت‌بندی را تحت تأثیر قرار می‌دهد می‌توان اولویت‌بندی را به ازای واحد سطح زیرحوزه انجام داد. در بخش اجرایی کنترل سیلاب نیز میزان کاهش سیل خروجی به ازای واحد سطح زیرحوزه، اهمیت بیشتری دارد. بنابراین اولویت‌بندی زیرحوزه بر اساس میزان مشارکت آن‌ها در دبی خروجی به ازای واحد سطح، انجام گرفت. مشاهده می‌شود که زیرحوزه تکیه سپهسالار اولین رتبه و زیرحوزه ولایت رود آخرین رتبه را به خود اختصاص داده‌است. نتایج نشان می‌دهد که با تلفیق سیستم اطلاعات جغرافیایی و مدل هیدرولوژیکی HMS HEC- می‌توان اثر متقابل عوامل فیزیوگرافی و اقلیمی را بر پتانسیل سیل‌خیزی حوزه‌های آبخیز مورد بررسی قرار داد و با در نظر گرفتن همزمانی دبی اوج زیرحوزه‌ها و نقش روندیابی سیل در آبراهه، اولویت‌بندی پتانسیل سیل‌خیزی را به نحو مناسب‌تری انجام داد. از نتایج حاصل از این پژوهش می‌توان در برنامه‌ریزی عملیات کنترل سیل در منطقه مورد مطالعه استفاده نمود.

منابع

1. Djordjevic, B. and Bruck, S. 1998. System Approach to the Selection of Priority Areas of Erosion Control With Implications of the Water Resources Subsystem, Proc. 4th Int. Sym. River Sedimentation Beijing, China.

2. Forests, rangelands and watershed management Organization, Soil conservation and watershed management Department, 2006, Land use and soil map of Karaj dam Basin.

3. Foody, G.M. Ghoneim, E.M. and Arnell, W.N. 2004. Predicting location sensitive to flash flooding in Hydrology, 292: 48-58. arid envirinment, Journal of

4. Khosroshahi, M. 2003. Determination of sub basins influence on flooding (Case study: Damavand Basin), Ph.D thesis , Geography Department, Tarbiat Modares University.(in Persian).

5. Pagheh. A. 2004. Prioritization of subbasins flooding potential (Garmabdasht basin) ,Msc thesis of watershed management, Gorgan University.

6. Qaemi, H. 1995. watershed management project studies of Karaj Dam, Deputy Watershed management of ministry of agriculture Jihad.

7. Rezaie Kalaj, M. 2001. Prioritization of sub basins flooding potential (Case Study: Kan Basin), Msc thesis, Imam Khomeini Education Center.(in Persian).

8. Roughani, M. Ghafouri, M. and Tabatabaei, M. 2007. An innovative methodology for the prioritization of sub-catchments for flood control. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation. 9(1), 79–87.(in Persian).

9. Saghafian, B. 2008. Determination of flooding regions and prioritization of hydrologic units flooding (Case study: Golestan Dam Basin). Iranian Journal of Watershed Management Science and Engineering, 1(1),1- 11.(in Persian)

10. Wanielista, M.P. 1990. Hydrology and Water Quantity Control, John Weily & Sons,I nc. 565pp.

نشریه علمی- پژوهشی
علوم و مهندسی آبخیزداری ایران
Iran-Watershed Management
Science & Engineering

Vol. 9, No. 28, Spring 2015 سال نهم- شماره ۲۸- بهار ۱۳۹۴

Abstract (Technical Note)

Application of HEC-HMS Model for Prioritization of Flooding Potential in Upper Karaj Dam Catchment

E.Rafiei Sardoii[1], Sh.Khalighi Sigarodi[2], A. Azareh[3] and M.Rostami Khalaj[1]

Received: 2011. 11. 22 Accepted: 2013. 06. 17

Flood is one of the complex and destructive natural phenomena that cause heavy damages every year. The factors of river routing and spatial location of sub-catchments are effective on catchment outlet flood. Hence for performing of flood control measures in upstream parts of great catchments, their effect on catchment flood must be investigated and sub-catchments were prioritized with respect to the contribution of these factors to outlet flood. Karaj Dam catchment was selected due to flooding for this study. In this research, geographic information system (GIS) and HEC-HMS hydrologic model were jointly used to investigate the contribution of each sub-catchment to whole catchment outlet flood based on SCS method. For this purpose, flooding potential of sub-catchments was prioritized using unit flood response approach in HEC-HMS. The results show that Tekyesepahsalar sub-catchment has the most contribution to whole catchment flood and Velayatrud sub-catchment has the least contribution to flooding potential.

Keywords: Flooding potential, GIS, HEC-HMS, flood source region.

1-. Ph..D. Student of Watershed management, university of tehran Corresponding Author Email:ellrafiei@ut.ac.ir
2- Assistant Professor, Faculty of natural resources, university of tehran
3- Ph..D. Student of De-desertification, university of tehran