

## بررسی تأثیر پارامترهای شماره منحنی رواناب، چالاب و زمان تمرکز در اولویت‌بندی عملیات کنترل سیل حوضه‌های آبریز

مهديه کلانتری<sup>1\*</sup>، علی نصیریان<sup>2</sup>، ابوالفضل اکبرپور<sup>3</sup>، ناهید مجیدی<sup>4</sup>، سارا سریخانی<sup>5</sup>

تاریخ دریافت: 1395/1/17 تاریخ پذیرش: 1395/4/14

### چکیده

تعیین مناطق مولد سیل و عوامل مؤثر بر سیل‌خیزی هر زیرحوضه می‌تواند در مدیریت بهتر حوضه‌های آبریز بزرگ نقش مهمی داشته باشد. در این مطالعه اولویت‌بندی سیل‌خیزی زیر حوضه‌های کارده واقع در خراسان رضوی با اعمال پارامترهای مختلف مانند اندازه سلول مدل رقومی ارتفاع، شماره منحنی رواناب در سه وضعیت رطوبتی زمین، محاسبه هیدروگراف واحد با دو روش متفاوت و همچنین وجود یا عدم وجود چالاب بررسی گردید. نتایج نشان داد که بدون اعمال چالاب در زیرحوضه‌ها تأثیر پارامترهای اندازه سلول مدل رقومی ارتفاع و زمان تمرکز در پتانسیل سیل‌خیزی حوضه، در مقایسه با پارامتر شماره منحنی رواناب بسیار ناچیز می‌باشد. اما با افزایش چالاب علاوه بر اینکه اولویت‌بندی‌ها تغییر می‌کند، تأثیر سایر پارامترها نیز بر سیل‌خیزی زیرحوضه‌ها بیش‌تر می‌شود.

**واژه‌های کلیدی:** چالاب، حوضه‌های آبریز، وضعیت رطوبتی زمین، مهار سیلاب

### مقدمه

(Islam and Sado.,2000). در این نقشه از اطلاعات ارتفاع، پوشش زمین، عوارض زمین‌شناسی، فیزیوگرافی و شبکه زهکشی استفاده نمودند. ثقفیان و خسروشاهی روش واکنش سیل واحد<sup>4</sup> را برای تعیین میزان مشارکت زیرحوضه‌ها در هیدروگراف خروجی استفاده نمودند (Saghafian and Khosroshahi.,2005). در این روش ابتدا حوضه را به واحدهای مطالعاتی کوچک‌تر تقسیم و با روندیابی جریان هریک از واحدها تا نقطه خروجی حوضه، سهم هر واحد را در دبی اوج سیلاب در خروجی تعیین نمود. سپس از روش واکنش سیل واحد میزان مشارکت زیرحوضه‌ها در هیدروگراف خروجی حوضه استفاده شد. در این روش پس از به دست آوردن هیدروگراف سیل طراحی در خروجی حوضه، یکی از زیر حوضه‌ها حذف و دبی اوج خروجی حوضه بدون حضور آن زیرحوضه محاسبه شد. سپس شاخص‌های سیل‌خیزی تعیین شدند. نتایج نشان داد که زیرحوضه‌ای که بیش‌ترین مساحت را نسبت به سایر زیرحوضه‌ها دارد لزوماً دبی بیش‌تری ندارد و همچنین زیرحوضه‌ای که دبی بیش‌تری دارد لزوماً شاخص سیل‌خیزی بالاتری ندارد. همچنین تداوم و دوره بازگشت بارش طراحی، تأثیری بر اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها ندارند. محمدپور و سبزواری (1386) با استفاده از مدل هیدرولیکی HEC-RAS و نرم افزار Arcview از مجموعه نرم افزارهای GIS، از طریق

سیلاب خطری است که مردم بسیاری از کشورها با آن مواجه بوده و در کل جهان به‌عنوان یکی از شدیدترین بلایای طبیعی شناخته شده است. با وجودی که بشر از گذشته‌های دور در معرض خطرات سیلاب‌ها بوده، هیچگاه اثرات مخرب سیلاب‌ها مانند امروز نبوده است. زیرا افراد بسیار کم‌تری در سیلاب دشت‌ها زندگی می‌کردند و فعالیت‌های انسانی در گذشته این چنین موجب افزایش پتانسیل سیلاب نمی‌گردید. امروزه مشخص شده است که مهار همه سیلاب‌ها امکان پذیر نیست تنها می‌توان با مدیریت آن‌ها، خسارت‌ها را حداقل نمود. میلرادوف، بلال و همکاران بیان نمودند که استفاده از داده‌های سنجش از راه دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در ترکیب با مدل بارش - رواناب ابزاری ایده‌آل برای برآورد حجم رواناب، دبی اوج و هیدروگراف می‌باشد (Miloradov and Marjanovic.,1991). Bellal et al.,1996). اسلام و سادو نقشه خطر سیل را برای کشور بنگلادش توسط داده‌های ماهواره‌ای و کاربرد GIS تهیه کردند

- 1، 4 و 5- دانشجویان کارشناسی ارشد، مهندسی و مدیریت منابع آب، دانشگاه بیرجند
  - 2- استادیار گروه عمران، دانشگاه بیرجند
  - 3- دانشیار گروه عمران، دانشگاه بیرجند
- (\* - نویسنده مسئول: Email: kalantari.mahdiye@gmail.com)

عنوان آبراهه اصلی از شمال به جنوب و به سمت سد کارده جریان دارد. مساحت کل حوضه 542/78 کیلومتر مربع و محیط آن 116/56 کیلومتر است که مجهز به یک ایستگاه آب سنجی در داخل و یک ایستگاه آب سنجی از نوع درجه یک در خروجی حوضه (محل سد) می باشد. همچنین در سطح این حوضه 2 ایستگاه هوا و اقلیم شناسی، 3 ایستگاه باران سنج معمولی، 5 ایستگاه باران سنج نوع وزنی و 2 ایستگاه باران سنج ثابت وجود دارد. موقعیت نسبی حوضه در شکل 1 نشان داده شده است (جهانگیر و همکاران، 1384).

### روش تحقیق

در این پژوهش حوضه آبریز کارده بر اساس توپوگرافی و شبکه آبراهه‌ها به 6 زیرحوضه کوچک‌تر تقسیم شده و زیر حوضه‌های 1 تا 5 که شکل 1 محدوده و موقعیت آن‌ها را در منطقه نشان می‌دهد، در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفته‌اند. سپس مدل رقومی ارتفاع حوضه با قدرت تفکیک مکانی 40 متر و 100 متر در محیط WMS و با استفاده از روش شبکه نامنظم مثلثی<sup>1</sup> تهیه گردید (اکبرپور و همکاران، 1388). سایر خصوصیات فیزیوگرافی مورد نیاز نیز از مدل رقومی ارتفاع استخراج گردید که در جدول 1 و 2 ارائه شده است.

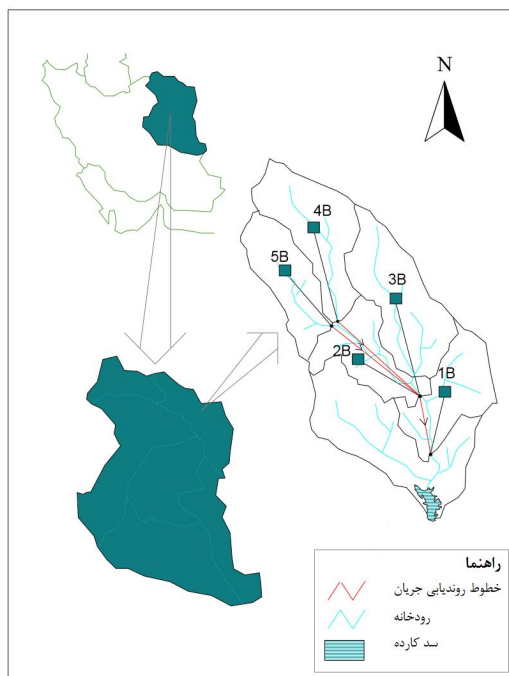
ماژول HEC-GeoHMS به آنالیز سیل خیزی و پهنه‌بندی سیلاب با دوره بازگشت‌های مختلف پرداخت.

سلیمانی و همکاران با استفاده از مدل بارش - رواناب HEC-HMS و تکنیک‌های GIS,RS به انتخاب مناسب‌ترین شاخص سیل خیزی در حوزه سد جیرفت پرداختند (Solaimani et al., 2013). نتایج نشان داد که مقادیر شاخص سیل خیزی با استفاده از شاخص f به دلیل حذف پارامتر مساحت، با مقادیر شماره منحنی ضریب هم- بستگی 0/813 دارد. در نتیجه این شاخص به عنوان مناسب‌ترین شاخص سیل خیزی انتخاب شد. تاکنون اثر بعضی پارامترها مانند میزان چالاب بر پتانسیل سیل خیزی زیرحوضه‌ها در تحقیقات انجام شده مدنظر قرار نگرفته است. هدف از این مطالعه بررسی جامع اثر پارامترهای مختلف مانند میزان چالاب در حوضه، اندازه سلول رقومی ارتفاع و وضعیت رطوبتی زمین، بر اولویت‌بندی سیل خیزی زیرحوضه‌ها می‌باشد.

### مواد و روش‌ها

#### معرفی منطقه مورد مطالعه

حوضه آبریز کارده در محدوده عرض جغرافیایی  $36^{\circ} 39' 52''$  تا  $36^{\circ} 58' 35''$  شمالی و طول جغرافیایی  $59^{\circ} 26' 59''$  تا  $59^{\circ} 45' 14''$  شرقی و شمال غربی مشهود واقع شده به طوری که رودخانه کارده به



شکل 1- نقشه موقعیت نسبی، شبکه هیدروگرافی و محدوده سد و زیرحوضه‌های حوضه مورد مطالعه (بدون مقیاس)

1- TIN: Triangulated Irregular Networks

جدول 1- مشخصات فیزیوگرافیک زیرحوضه ها در مدل رقومی ارتفاع با اندازه سلول 40 متر

پارامتر/زیرحوضه	1B	2B	3B	4B	5B
مساحت حوضه (کیلومتر مربع)	73/65	66/35	109/58	98/90	70/70
محیط حوضه (کیلومتر)	61/70	67/62	75/72	72/36	58/20
ارتفاع متوسط حوضه (متر)	1932/36	1864/90	2085/42	2318/20	2265/85
شیب حوضه (متر به متر)	0/38	0/30	0/38	0/37	0/30
طول آبراهه (کیلومتر)	14/38	13/59	19/80	19/11	15/04

جدول 2- مشخصات فیزیوگرافیک زیرحوضه ها در مدل رقومی ارتفاع با اندازه سلول 100 متر

پارامتر/زیرحوضه	1B	2B	3B	4B	5B
مساحت حوضه (کیلومتر مربع)	74/51	65/29	111/8	98/37	70/60
محیط حوضه (کیلومتر)	62/83	65/52	72/44	68/66	57/21
ارتفاع متوسط حوضه (متر)	1928/10	1860/73	2091/49	2319/07	2265/51
شیب حوضه (متر به متر)	0/34	0/24	0/30	0/30	0/25
طول آبراهه (کیلومتر)	14/99	13/07	19/83	19/15	14/84

پارامترهای روش SCS و کلارک از قبیل شماره منحنی رواناب، زمان تمرکز و ضریب ذخیره گردید، سپس در هر زیر حوضه شماره منحنی متوسط وزنی بر اساس رابطه 1 استخراج شد. شماره منحنی زیرحوضه ها در سه حالت مختلف رطوبتی در جدول 3 ارائه شده است.

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

در این مطالعه شماره منحنی رواناب زیر حوضه ها در سه وضعیت رطوبتی خاک (خشک، متوسط و مرطوب) برآورد گردید که در حالت- های خشک و مرطوب، شماره منحنی حوضه با استفاده از جدول تبدیل CN از شرایط متوسط به خشک و مرطوب قابل محاسبه هستند (علیزاده، 1391). برای محاسبه شماره منحنی حوضه در حالت زمین با رطوبت متوسط از تلفیق نقشه کاربری اراضی و گروه های هیدرولوژیکی و جداول تعیین شماره منحنی استفاده شد (جهانگیر و همکاران، 1384). ابتدا از نتایج تحقیق جهانگیر و همکاران (1384)

جدول 3- شماره منحنی زیر حوضه ها در سه حالت رطوبتی متفاوت (خشک، متوسط، مرطوب)

زیرحوضه	زمین خشک *	زمین با رطوبت متوسط (7)	زمین مرطوب *
1B	65/8	82	95/2
2B	61/8	79	92/8
3B	64/4	81	94/6
4B	61/8	79	92/8
5B	57	75	91

\* با استفاده از جدول تبدیل CN از شرایط متوسط به خشک و مرطوب (علیزاده، 1391)

حفاظت خاک آمریکا از زمان تاخیر رابطه 2 برای محاسبه هیدروگراف واحد و در روش کلارک برای محاسبه هیدروگراف واحد لحظه ای از زمان تمرکز توسط رابطه کریپچ برای زمین های خالی رابطه 3 استفاده شد.

$$t_l = \frac{L^{0.8} (S+1)^{0.7}}{1900y^{0.5}} \quad (2)$$

در این پژوهش با استفاده از روش SCS مقدار تلفات اولیه و نمودار<sup>1</sup> تعیین شد و سپس برای تعیین هیدروگراف واحد رواناب مستقیم حوضه از دو روش هیدروگراف واحد مصنوعی<sup>2</sup> NRCS<sup>3</sup> و هیدروگراف واحد لحظه ای کلارک<sup>4</sup> استفاده گردید. در روش سازمان

- 1- RTIMP
- 2- Synthetic Unit Hydrograph

3- سازمان حفاظت خاک آمریکا

- 4- Clark or Lag and Route Technique

$$f_k = \frac{Q_{0,ALL} - Q_{0,ALL-K}}{A_k} \times 100 \quad (6)$$

که  $f_k$  شاخص سیل خیزی در واحد سطح برای زیرحوضه  $k$  ام بر حسب  $\left(\frac{m^3}{s.Km^2}\right)$ ،  $Q_{0,ALL}$  دبی خروجی حوضه زمانی که تمام زیرحوضه‌ها مشارکت دارند بر حسب  $\left(\frac{m^3}{s}\right)$ ،  $Q_{0,ALL-K}$  دبی خروجی زمانی که زیرحوضه  $k$  ام حذف شده است بر حسب  $\left(\frac{m^3}{s}\right)$ ،  $A_k$  مساحت زیر حوضه  $K$  ام بر حسب  $(Km^2)$  می‌باشد. زیرحوضه‌ای که سهم مشارکت بیش‌تری در تولید سیل داشته باشد به عنوان سیل خیزترین زیر حوضه شناسایی می‌شود. در این مطالعه در مجموع 36 مدل با ویژگی‌های متفاوت مورد بررسی قرار گرفت. شکل 3 نمونه‌ای از تقسیم بندی برای شماره منحنی در حالت زمین خشک را نشان می‌دهد. برای بقیه حالت‌های شماره منحنی نیز همین تقسیم‌بندی اعمال شد.

## نتایج و بحث

نتایج اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها تحت تأثیر پارامتر اندازه سلول مدل رقومی ارتفاع بدون در نظر گرفتن اثر چالاب در جدول 4 آورده شده است. در این جدول اولویت‌بندی زیرحوضه‌های مدل شده با اندازه سلول ارتفاعی 100 متر و 50 متر، با ثابت در نظر گرفتن سایر پارامترهای زمان تمرکز و وضعیت رطوبتی زمین، مورد مقایسه قرار گرفته است. زمان تمرکز این مدل با روش SCS محاسبه شده است و وضعیت رطوبتی زمین در حالت متوسط قرار دارد. این جدول نماینده‌ای از 6 مدل مشابه است. طبق اطلاعات جدول مشخص است که بدون در نظر گرفتن چالاب در زیرحوضه‌ها، تأثیر اندازه سلول ارتفاعی بر اولویت‌بندی سیل خیزی اندک می‌باشد.

جدول 5 مقایسه اولویت‌بندی دو مدل ذکر شده در بالا با اعمال 10% و 30% افزایش در چالاب را نشان می‌دهد. بر اساس جدول با افزایش چالاب از 10% به 30% اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها تغییر کرده است. همچنین بر اساس نتایج بدست آمده می‌توان نتیجه گرفت که با وجود چالاب در زیرحوضه، پارامتر اندازه سلول مدل رقومی ارتفاع نیز بر اولویت‌بندی تأثیر محسوسی خواهد داشت. شماره منحنی، پارامتر دیگری است که اثر آن بر اولویت‌بندی در این تحقیق بررسی شد. جدول 6 مقایسه اولویت بندی دو مدل هیدرولوژیکی تحت تأثیر پارامتر شماره منحنی در وضعیت‌های رطوبتی زمین بدون اعمال افزایش در چالاب را نشان می‌دهد.

در دو مدل مقایسه شده در جدول 6 برای محاسبه هیدروگراف واحد از روش کلارک استفاده شده است. همچنین در مدل‌سازی حوضه اندازه سلول ارتفاعی 40 متر در نظر گرفته شده است. وضعیت رطوبتی زمین در اولویت‌بندی سیل خیزی زیرحوضه‌ها تأثیر بسزایی

$$t_c = \frac{0.00013 \times m \times L^{0.77}}{S^{0.885}} \quad (3)$$

که در رابطه 2  $t_l$  زمان تاخیر،  $L$  طول رودخانه اصلی (ft)،  $S$  نمایه نگهداشت رطوبت در خاک‌های سطح حوضه (mm)،  $y$  شیب متوسط حوضه بر حسب درصد می‌باشد. اما در رابطه 3  $t_c$  زمان تمرکز (hr)  $m$  ضریب بستر،  $S$  متوسط شیب حوضه می‌باشد. مقدار چالاب در سه مرحله بدون افزایش و با 10% و 30% افزایش در مدل‌سازی لحاظ شد که این مقدار افزایش به صورت کاهش در مقدار ضریب غیر قابل نفوذ در نرم افزار WMS-HEC1 اعمال شد. یعنی افزایش 10% چالاب، کاهش 10% ضریب غیر قابل نفوذ را به دنبال دارد. مدل با استفاده از بارش طراحی با دوره بازگشت 50 ساله اجرا شد که منحنی شدت-مدت بارندگی با دوره بازگشت مذکور در شکل 2 ارائه شده است. سپس هیدروگراف سیل در محل خروجی هر زیر حوضه به دست آمد. روندیابی سیل از خروجی هر زیر حوضه تا محل خروجی نیز با استفاده از روش موج سینماتیکی<sup>1</sup> صورت گرفت. در روندیابی بر اساس این روش از رابطه اندازه حرکت 4 و معادله پیوستگی 5 استفاده می‌شود (سلیمانی و همکاران، 2013). در شکل 1 روندیابی شماتیک زیرحوضه‌های 4B و 5B به 2B و پس از آن روندیابی 2B و 3B به 1B و نقطه خروجی زیرحوضه مذکور نشان داده شده است.

$$S_0 = S_F \rightarrow A = \alpha Q^\beta \quad (4)$$

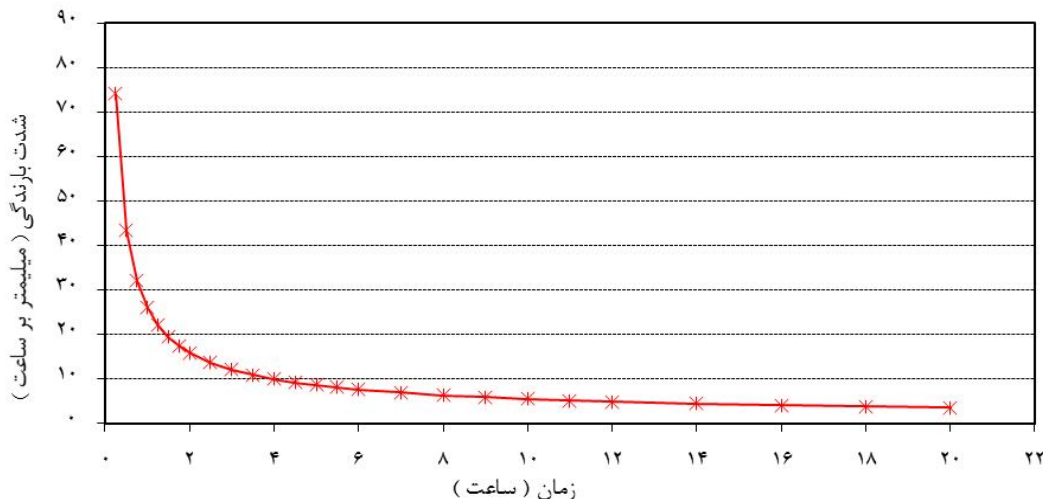
$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = q \quad (5)$$

که در این رابطه  $Q$  دبی خروجی  $m^3/s$ ،  $A$  مساحت  $m^3$ ،  $\beta, \alpha$  نیز ضرایب ثابت می‌باشند.

ابتدا برای مدل‌هایی که چالاب در آن‌ها افزایش نیافته با استفاده از روش تکرار حذف انفرادی زیر حوضه‌ها و اعمال سایر پارامترهای مدل رقومی ارتفاع با اندازه سلول 40 متر و 100 متر، شرایط مختلف رطوبتی زمین و همچنین روش‌های محاسبه هیدروگراف واحد (SCS) Clark، در مدل HEC-1، اولویت‌بندی انجام شد. ترتیب حذف زیرحوضه‌ها در این روش مورد توجه نمی‌باشد. در این روش با حذف متوالی و یک به یک زیر حوضه‌ها در هر بار اجرای مدل، دبی خروجی کل حوضه پس از روندیابی سیل در رودخانه اصلی بدون اثر زیر حوضه مورد نظر تعیین شد. برای اعمال افزایش چالاب در گام بعدی انجام اولویت‌بندی، درصد افزایش به ترتیب در هر زیر حوضه در هر بار اجرای مدل اعمال شد و میزان کاهش در دبی خروجی کل حوضه به دست آمد. سپس اولویت‌بندی با شاخص  $f$  توسط رابطه 6 محاسبه شد.

چالاب بر این اولویت بندی نیز باید بررسی شود که جدول 8 اولویت بندی دو مدل هیدرولوژیکی بالا را تحت تأثیر 10% و 30% افزایش در چالاب نشان می دهد.

دارد به طوریکه در وضعیت رطوبتی خشک زیرحوضه 3B اولویت اول در سیل خیزی را دارد، اما در وضعیت رطوبتی متوسط و مرطوب زیرحوضه 1B بیشترین پتانسیل خیزی را دارا است (جدول 6). اثر



شکل 2- منحنی شدت-مدت بارندگی با دوره بازگشت 50 ساله

شماره منحنی در زمین خشک	مدل رقمی ارتفاع با اندازه سلول 40 متر	محاسبه هیدروگراف واحد با روش حفاظت خاک	چالاب بدون افزایش
			چالاب با 10% افزایش
			چالاب با 30% افزایش
		محاسبه هیدروگراف واحد با روش کلارک	چالاب بدون افزایش
	مدل رقمی ارتفاع با اندازه سلول 100 متر	محاسبه هیدروگراف واحد با روش حفاظت خاک	چالاب با 10% افزایش
			چالاب با 30% افزایش
			چالاب بدون افزایش
		محاسبه هیدروگراف واحد با روش کلارک	چالاب با 10% افزایش
			چالاب با 30% افزایش

شکل 3- نمونه ای از تقسیم بندی مدل های بررسی شده در این مطالعه: شماره منحنی در زمین خشک

جدول 4- اولویت بندی زیرحوضه های مدل بارش رواناب با وضعیت رطوبتی متوسط و استفاده از هیدروگراف واحد با روش SCS بدون اعمال افزایش در چالاب

زیرحوضه	شاخص f	اولویت بندی	اندازه سلول ارتفاعی 40 متر	شاخص f	اولویت بندی	اندازه سلول ارتفاعی 100 متر
1B	0/255	2	2	0/264	2	
2B	0/16	3	3	0/159	3	
3B	0/278	1	1	0/273	1	
4B	0/092	4	4	0/112	4	
5B	0/032	5	5	0/041	5	

جدول 5- اولویت بندی زیرحوضه های مدل بارش رواناب با وضعیت رطوبتی

متوسط و استفاده از هیدروگراف واحد با روش SCS با اعمال 10% و 30% افزایش در چالاب

اعمال 10% افزایش در چالاب				
اندازه سلول ارتفاعی 40 متر		اندازه سلول ارتفاعی 100 متر		
اولویت بندی	شاخص f	اولویت بندی	شاخص f	زیرحوضه
5	0/005	5	0/005	1B
4	0/007	4	0/007	2B
3	0/008	3	0/01	3B
2	0/010	1	0/018	4B
1	0/016	2	0/012	5B
اعمال 30% افزایش در چالاب				
3	0/015	4	0/016	1B
5	0/012	5	-0/0001	2B
2	0/023	1	0/023	3B
4	0/014	2	0/024	4B
1	0/025	3	0/019	5B

جدول 6- اولویت بندی زیرحوضه های مدل بارش رواناب با اندازه سلول ارتفاعی 40 متر و استفاده از هیدروگراف واحد کلارک بدون اعمال افزایش در چالاب

زمین خشک		وضعیت رطوبتی متوسط		زمین مرطوب	
اولویت بندی	شاخص f	اولویت بندی	شاخص f	اولویت بندی	شاخص f
2	0/044	1	0/175	1	0/799
4	0/016	3	0/102	3	0/628
1	0/050	2	0/149	2	0/654
5	0/014	4	0/072	5	0/409
3	0/022	5	0/065	4	0/580

جدول 7- اولویت بندی زیرحوضه های مدل بارش رواناب با اندازه سلول ارتفاعی 40 متر و استفاده از هیدروگراف واحد کلارک با اعمال 10% و 30% افزایش در چالاب

اعمال 10% افزایش در چالاب					
زمین خشک		وضعیت رطوبتی متوسط		زمین مرطوب	
اولویت بندی	شاخص f	اولویت بندی	شاخص f	اولویت بندی	شاخص f
4	0/005	5	0/004	5	0/002
3	0/005	4	0/004	3	0/003
5	0/004	3	0/004	4	0/002
1	0/007	2	0/005	2	0/003
2	0/007	1	0/006	1	0/005
اعمال 30% افزایش در چالاب					
2	0/014	2	0/012	3	0/006
5	0/006	5	0/006	4	0/004
1	0/015	1	0/013	1	0/007
4	0/010	4	0/007	5	0/004
3	0/011	3	0/010	2	0/007

از جدول این چنین بر می آید که بدون اعمال چالاب تأثیر روش - های مختلف محاسبه هیدروگراف واحد در اولویت بندی ناچیز است. ولی با اعمال چالاب مخصوصاً با اعمال 10% افزایش در چالاب اولویت بندی ها کاملاً تغییر می کند. به طوریکه اولویت اول از زیرحوضه 3B در شرایط عدم اعمال چالاب، به زیرحوضه های 2B و 4B در حالت های محاسبه هیدروگراف واحد با روش حفاظت خاک امریکا و کلارک تغییر می یابد. در نتیجه با اعمال چالاب اثر پارامتر روش های محاسبه هیدروگراف واحد در اولویت بندی ها قابل توجه می باشد.

از اطلاعات جدول بالا این چنین بر می آید که افزایش چالاب در زیرحوضه ها بر اولویت بندی سیل خیزی مؤثر می باشد. با اعمال 10% افزایش در میزان چالاب، در وضعیت رطوبتی خشک اولویت اول سیل خیزی از زیرحوضه 3B به 4B و در وضعیت رطوبتی متوسط و مرطوب این اولویت از زیرحوضه 1B به 5B تغییر یافته است. هم - چنین با 30% افزایش چالاب اولویت سیل خیزی در هر سه وضعیت رطوبتی زمین به زیرحوضه 3B تغییر پیدا کرده است. سومین پارامتری که اثر آن روی سیل خیزی بررسی شد، محاسبه هیدروگراف واحد با دو روش متفاوت است. جدول 8 دو مدل با روش های محاسبه هیدروگراف واحد متفاوت را در سه حالت بدون چالاب، با اعمال 10% و 30% افزایش در چالاب مقایسه می کند.

**جدول 8- اولویت بندی زیرحوضه های مدل بارش رواناب با وضعیت رطوبتی خشک و اندازه سلول ارتفاعی 40 متر در سه حالت بدون چالاب و 10% و 30% افزایش در چالاب**

بدون اعمال افزایش در چالاب				
محاسبه هیدروگراف واحد با روش کلارک		محاسبه هیدروگراف واحد با روش SCS		
اولویت بندی	شاخص f	اولویت بندی	شاخص f	زیرحوضه
2	0/044	2	0/051	1B
4	0/016	3	0/025	2B
1	0/050	1	0/075	3B
5	0/014	4	0/004	4B
3	0/022	5	0/002	5B
اعمال 10% افزایش در چالاب				
4	0/005	3	0/008	1B
3	0/005	1	0/008	2B
5	0/004	2	0/008	3B
1	0/007	4	0/002	4B
2	0/007	5	0/001	5B
اعمال 30% افزایش در چالاب				
2	0/014	2	0/021	1B
5	0/006	3	0/012	2B
1	0/015	1	0/025	3B
4	0/010	4	0/003	4B
3	0/011	5	0/002	5B

استفاده از روش واکنش سیل واحد اثر حذف زیرحوضه ها بر سیل خروجی از حوضه را تعیین نمود. اما مسئله مهم در این امر تعیین پارامترهای تأثیرگذار بر سیل خیزی زیرحوضه ها می باشد. در این تحقیق بررسی جامعی از تأثیر پارامترهای مختلف مانند اندازه سلول ارتفاعی، روش های محاسبه هیدروگراف واحد، وضعیت رطوبتی زمین و میزان چالاب در زیرحوضه ها انجام گردید. مقایسه نتایج اولویت - بندی نشان داد که بدون حضور چالاب در زیرحوضه ها، اثر اعمال

## نتیجه گیری

شناسایی مناطق سیل خیز داخل حوضه از جمله مهم ترین پیش نیازهای پروژه های مهار و مدیریت سیلاب می باشد. برای شناسایی این مناطق از مدل سازی حوضه در نرم افزارهای مربوطه و اعمال پارامترهای مختلف هیدرولوژیکی استفاده می شود. در نرم افزار WMS-HEC1 می توان پس از مدل سازی مدل با انجام روندیابی و

محمدپور، سبزواری، ت. 1386. روند قابلیت سیل خیزی حوضه آبریز گاو رود توسط GIS. بخشی از رودخانه قره آغاج، مجموعه مقالات کنفرانس GIS، تهران.

Bellal, M., Sillen, X and Zeck, Y. 1996. Coupling GIS with a distributed hydrological model for studying the effect of various urban planning options of rainfall-runoff relationship in urbanized basins, In: Kovar, K. and H.P. Nachtnebel, (eds.). Application of geographic Information Systems in hydrology and water resources management; 99-106 pp. International Association of Hydrological Sciences, Series of Proceedings and Reports.

Islam, M and Sado, K. 2000. Development of flood hazard maps Bangladesh using NOAA-AVHRR images with GIS. Hydrological Sciences Journal. 45.3: 337-355.

Miloradov, M and Marjanovic, P. 1991. Geographic information system in environmentally sound river basin development, 3rd Rhine-Danube Workshop, Proceedings, 7-8 October: Delft, the Netherlands.

Saghafian, B and Khosroshahi, M. 2005. Unit Response Approach for priority determination of flood source areas. Journal of Engineering. 10:270-277.

Solaimani Sarood, F., Soltani Kopaii, S., Salajeghe, A. 2013. Selection of Appropriate Flooding Potential Index by Using Rainfall-Runoff (HEC-HMS) Model and RS and GIS Techniques in Jiroft Dam Basin.

اندازه سلول مختلف در مدل رقومی ارتفاع و روش‌های متفاوت برآورد زمان تمرکز در مقایسه با پارامتر شماره منحنی رواناب در انتخاب سیل خیزترین زیرحوضه ناچیز می‌باشد. اما با اعمال چالاب تأثیر تمام پارامترها بارز می‌شود. علاوه بر این وجود چالاب در زیرحوضه‌ها تأثیر زیادی بر اولویت‌بندی سیل خیزی حوضه دارد. بنابراین توصیه می‌شود در مطالعات کنترل سیل درصد وجود چالاب‌ها در زیر حوضه‌ها و شرایط رطوبتی زمین با دقت تعیین گردد و سپس اولویت‌بندی بر اساس آن درصد چالاب و اعمال سایر پارامترها صورت گیرد. هم‌چنین توصیه می‌شود در مراحل مدل‌سازی زیرحوضه با نرم افزار از اندازه سلول ارتفاعی کم‌تری استفاده شود تا نتایج دقیق‌تری حاصل گردد.

## منابع

اکبری‌پور، کبارفرد، م. عنابی، ف. 1388. سیستم مدل‌سازی حوضه آبریز (WMS)، انتشارات سخن گستر، 316 صفحه.

جهانگیر، ا.، رائینی، م.، احمدی ضیاء تبار، م. و اکبری‌پور، ا. 1384. شبیه سازی بارش - رواناب با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی در حوضه کارده، مجموعه مقالات پنجمین کنفرانس هیدرولیک ایران، کرمان.

علیزاده، ا. 1391. اصول هیدرولوژی کاربردی، مشهد، دانشگاه امام رضا، 800 صفحه.

کریمیان، ر.، ساداتی نژاد، ج.، هنریخش، ا.، نجفی حاجی‌پور، م.، میلان، خ. 1392. مقایسه روش‌های هیدرولیکی روندیابی سیل در بازه‌ای از رودخانه دو آب صمصامی، مجله مهندسی منابع آب. 17: 15-24.



## Investigation on the Effect of Runoff Curve Number, Depression Storage and Time Concentration Parameters to Prioritize the Flood Control Operation in Watershed Basins

M. Kalantari<sup>1</sup>, A. Nasirian<sup>2</sup>, A. Akbarpour<sup>3</sup>, N. Majidi<sup>4</sup>, S. Sarikhani<sup>5</sup>

Received: Apr.06, 2016

Accepted: Jul.04, 2016

### Abstract

To determine and locate of the flood-prone areas, effective flood factors in every sub-basin through the flood control studies can play an important and indispensable role in better management of large ecosystems. In this study, the priority of basin flood control operation was done by applying different parameters such as Digital Elevation Method cell size, runoff curve number in three ground moisture, calculation of unit hydrograph with two different method, and presence or absence of depression storage were examined. The result showed that without the presence of depression storage in sub-basins, the effect of Digital Elevation Method cell size and time concentration on potential flooding in the basins, is very negligible in comparison with the runoff curve number parameter but with the increase of depression storage rate; in addition priority is changed and the effect of other parameters on flood basins are increased.

**Key words:** Flood control, Basin, The land humidity conditions, depression storage

---

1,4,5- Graduate student, Engineering and Water Resources Management, University of Birjand

2- Department of Civil Engineering University of Birjand

3- Associate Professor of Civil Engineering University of Birjand

(\*- Corresponding Author Email: kalantari.mahdiye@gmail.com)