

را برآورد نمود و بر اساس آن‌ها طراحی‌های لازم را به عمل آورد.

واژه‌های کلیدی: ایستگاه‌های آب‌سنجی، حوزه آبخیز، دبی طراحی، ضریب سیل‌خیزی.

مقدمه

رودخانه‌ها به‌عنوان شریان‌های حیاتی از دیرباز موردتوجه خاص بشر بوده‌اند، اما بعضاً وقوع سیل‌های بزرگ و سهمگین علاوه بر تخریب تأسیسات احداثی در مسیر رودخانه می‌تواند باعث خرابی سدهای بزرگ‌شده و حجم عظیمی از آب را به پایین‌دست سرازیر نماید. یکی از دلایل تخریب این سازه‌ها، عدم برآورد مناسب دبی‌های طراحی موردنظر با توجه به ناکافی بودن ایستگاه‌های هیدرومتری در مسیر رودخانه‌ها می‌باشد. همه‌ساله وقوع سیلاب‌های مهیب و مخرب خسارات جبران‌ناپذیری به جوامع انسانی و تأسیسات حاشیه رودخانه‌ها و دشت‌های سیلابی وارد می‌سازد. بدین لحاظ امروزه برآورد و پیش‌بینی بزرگی سیلاب‌های اتفاقی در هر منطقه امری بسیار مهم تلقی می‌شود. در زمان وقوع سیلاب در بسیاری از نقاط که برآورد سیلاب مورداحتیاج است ایستگاه آب‌سنجی وجود ندارد، بدین منظور تجزیه و تحلیل منطقه‌ای سیلاب‌ها به‌عنوان روشی مناسب برای تعمیم اطلاعات به‌کار برده می‌شود. برای محاسبه ضریب سیل‌خیزی با استفاده از GIS در سطح استان زنجان برای آنالیز سیلاب تعداد سال‌های آماری یکسان در نظر گرفتند. کرکوتی [۱۲] برای ایستگاه فاقد آمار دو آب‌قراچی، رودخانه قره‌سو در کرمانشاه از روش کریگر استفاده شد، برای نمونه میزان سیلاب به ازای دوره برگشت ۱۰۰ ساله برابر ۱۵۳۰ مترمکعب در ثانیه تخمین زده شد. قاسمی و همکاران [۸] به بررسی سیل‌خیزی و تعیین عوامل مؤثر در آن پرداخته و کاظمی و همکاران [۱۱] در تحقیقی تغییرات کاربری اراضی صورت گرفته و تأثیر آن روی تغییرات بالقوه سیل‌خیزی را نیز نشان دادند. لاجوردی و همکاران [۱۳] روی پهنه‌بندی پتانسیل سیل‌خیزی حوضه آبریز مردق جای کار کردند. وفاه‌خواه و ایزانلو [۲۰] در تحقیقی مقایسه روش‌های مختلف برآورد دبی بیشینه سیلاب را انجام دادند. آذری و همکاران [۱] در پژوهشی دو معادله برای c و n (ضرایب معادله‌ی دیکن) برحسب دوره برگشت سیلاب به‌دست آوردند. خسروشاهی [۳] اولویت‌بندی مکانی مناطق سیل‌خیز و راهکاری برای عملیات اجرایی مهار سیل در حوزه‌های آبخیز را ارائه دادند. فتح‌زاده و جایدی [۷] در تحقیقی دامنه تغییرات ضریب منطقه‌ای فرمول کریگر در حوزه ایران مرکزی را

ارزیابی کارایی فرمول‌های تجربی دیکن و کریگر در برآورد سیل‌خیزی حوزه کرخه

ناصر طهماسبی پور^۱، حافظ میرزاپور^{۲*} و ساسان خانی^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۱/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۹/۳۰

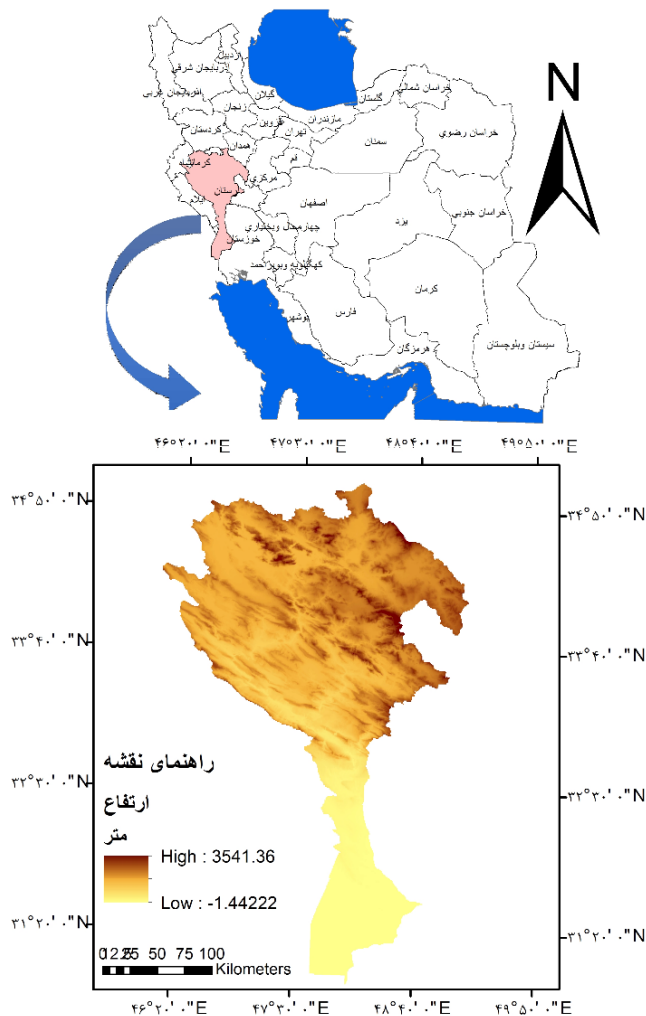
چکیده

با توجه به کمبود ایستگاه‌های آب‌سنجی در سطح زیرحوزه‌ها و عدم وجود آمار و اطلاعات ثبت‌شده از سیل در حوزه‌های آبخیز کشور، به‌طور عملی نمی‌توان شدت سیل‌خیزی زیرحوزه‌ها را به‌تنهایی از تجزیه و تحلیل داده‌های موجود استنتاج نمود. در این راستا حوزه کرخه با مساحتی در حدود ۴۳ هزار کیلومترمربع در جنوب غربی کشور در محدوده استان لرستان به‌عنوان منطقه مورد مطالعه انتخاب و در آن آمار و اطلاعات ۱۱ ایستگاه آب‌سنجی به‌عنوان نشان‌دهنده واکنش زیرحوزه‌های فاقد ایستگاه موردبررسی قرار گرفت. با انجام آزمون همگنی، رفع نقص و تعیین پایه زمانی مشترک ۵۷ ساله از طریق نرم‌افزار SMADA بهترین توزیع آماری، توزیع لوگ پیرسون نوع سوم برای تعیین ضریب سیل‌خیزی در این منطقه مناسب تشخیص داده شد و مقادیر دبی طراحی در دوره بازگشت‌های مختلف محاسبه شد که این مقادیر با مقادیر حاصل از ضریب سیل‌خیزی (KT) برابر می‌باشند. هم‌چنین با استفاده از فرمول‌های تجربی متداول دیکن و کریگر، ضریب سیل‌خیزی، در منطقه مورد مطالعه دبی طراحی برآورد شد و سپس نتایج آن‌ها با دبی طراحی محاسبه‌شده از طریق آمار و اطلاعات ایستگاه‌های آب‌سنجی منتخب مورد ارزیابی قرار گرفت و مشخص شد که مقادیر حاصل از فرمول‌های دیکن بسیار کاربردی است و فقط به مقادیر به‌دست‌آمده در دوره بازگشت‌های ۲، ۵، ۱۰، ۲۰، ۲۵ و ۵۰ سال بسیار نزدیک و تقریباً اختلاف بین آن‌ها غیر معنی‌دار می‌باشد. هم‌چنین با استفاده از آمار و اطلاعات دبی حداکثر لحظه‌ای ایستگاه‌های آب‌سنجی، ضرایب فرمول‌های تجربی منتخب برای منطقه مورد مطالعه واسنجی شده و از این طریق می‌توان در زیرحوزه‌های هر یک از ایستگاه‌های آب‌سنجی دبی حداکثر لحظه‌ای

۱- استادیار و عضو هیئت علمی گروه مرتع و آبخیزداری، دانشگاه لرستان
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی آبخیزداری، دانشگاه لرستان، نویسنده

مسئول Email: mirzapour.lu@yahoo.com

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی جنگلداری، دانشگاه تهران



شکل ۱: موقعیت حوزه آبخیز کرخه در کشور

$$Q_i = BQ_M + A$$

$$Q_i = A Q_M^B$$

$$Q_i = A \times 10^{BQ_M}$$

$$Q_i = B \log Q_M + A$$

$$A = \bar{Q}_i - B \bar{Q}_M$$

$$B = \frac{\sum Q_M Q_i - \frac{\sum Q_M \sum Q_i}{n}}{\sum Q_M^2 - \frac{(\sum Q_M)^2}{n}}$$

$$R = \frac{\sum Q_M Q_L - \frac{\sum Q_M \sum Q_i}{n}}{\sqrt{\left[\sum Q_M^2 - \frac{(\sum Q_M)^2}{n} \right] \left[\sum Q_i^2 - \frac{(\sum Q_i)^2}{n} \right]}}$$

که در آن‌ها:

Q_i = دبی حداکثر لحظه‌ای با دوره بازگشت موردنظر برحسب

بررسی کردند. در این پژوهش با انجام آزمون داده‌های پرت و آزمون کفایت داده‌های ماکوس، صحت و قابلیت نسبی داده‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت و بعد از بازسازی نواقص آماری ارقام دبی‌های سیلابی برآورد و ضریب منطقه‌ای فرمول کریگر تعیین گردید. نتایج حاصل نشان داد میانگین درصد خطای مطلق روش کریگر در حوزه ایران مرکزی ۵۴/۸۵ درصد می‌باشد. زارع و همکاران [۴] در پژوهشی در حوزه آبخیز تول بنه یکی از زیر حوزه‌های حوزه آبخیز زیارت شهر گرگان به بررسی پنج روش: فولر، کریگر، دیکن، علی نواز و رایوس برای برآورد دبی اوج سیل با دوره بازگشت‌های ۲، ۳، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ ساله پرداختند. سپس برای انتخاب بهترین روش و تعیین میزان خطای هر روش از روش مجموع مربعات باقیمانده (R.S.S) استفاده شد. نتایج حاصل نشان داد روش دیکن دارای کمترین خطا و روش کریگر بیشترین خطا را دارا می‌باشد. مطالعاتی که در ارتباط با سیل‌خیزی در سطح حوزه‌ها و یا کشورها نسبت به یکدیگر انجام شده است، شاخص‌های متفاوتی را برای سیل‌خیزی معرفی نموده‌اند. هدف از مطالعه حاضر ارزیابی کارایی فرمول‌های تجربی دیکن و کریگر در برآورد سیل‌خیزی حوزه کرخه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

مشخصات منطقه مورد مطالعه

حوزه آبخیز کرخه با مساحتی در حدود ۴۳ هزار کیلومترمربع، بین ۴۶ درجه و ۵۷ دقیقه تا ۴۹ درجه و ۱۰ دقیقه طول شرقی و ۳۱ درجه و ۴۸ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۵۸ دقیقه عرض شمالی قرار گرفته است و شامل استان‌های همدان، کرمانشاه، کردستان، ایلام، لرستان و خوزستان می‌باشد. شکل ۱ نمایی از موقعیت حوزه آبخیز کرخه در کشور را نشان می‌دهد. شروع سال آماربرداری در این حوزه از سال آبی ۱۳۳۲-۱۳۳۱ می‌باشد.

در تحقیق پیش رو، تعداد ۱۱ ایستگاه موردبررسی قرار گرفت. برای تجزیه و تحلیل فراوانی و انجام محاسبات آتی از جمله میانگین انحراف نسبی^۱، میانگین مربع انحراف نسبی^۲، مربع کای^۳، و سایر متغیرهای مرتبط با تعداد داده‌ها و دبی حداکثر لحظه‌ای ایستگاه‌های آب‌سنجی منتخب، از روابط ۵، ۶ و ۷ استفاده شد.

بازسازی و تطویل آمار

برای یکسان‌سازی آمار موردنیاز با استفاده از ایستگاه‌هایی که دوره آماری طولانی مدت داشته و شرایط جغرافیایی و اقلیمی مشابه با ایستگاه ناقص دارند به عنوان ایستگاه‌های شاهد انتخاب شده و با استفاده از روش همبستگی آمار ایستگاه‌های ناقص بازسازی و تطویل شد [۱۵]. در این روش در هر یک از ایستگاه‌های منتخب برای تکمیل و بازسازی داده‌های دبی حداکثر لحظه‌ای از معادلات چهار نوع همبستگی روابط (۱) استفاده شد [۵].

1- Mean relative deviation

2- Mean square deviation relative

3- K Square

$Qm =$ دبی حداکثر لحظه‌ای برحسب مترمکعب بر ثانیه
 $\bar{Q}_i =$ میانگین دبی حداکثر لحظه‌ای با دوره بازگشت موردنظر

برحسب مترمکعب بر ثانیه

$\bar{Q}_m =$ میانگین دبی حداکثر لحظه‌ای برحسب مترمکعب بر ثانیه

A و $B =$ ضرایب رگرسیونی معادله

$R =$ ضریب همبستگی

$n =$ تعداد داده‌ها

در تحقیق حاضر نیز از روش نسبت نرمال^۱ برای بازسازی داده‌های کمبود استفاده شد. این روش بسیار متداول بوده و علاوه بر بازسازی داده‌های بارش، در مورد جریان آب رودخانه‌ها نیز از آن استفاده می‌شود [۱۷]. برای این امر، ابتدا میانگین هم‌زمان ایستگاه‌ها تعیین شده و سپس از رابطه ۲ بازسازی لازم صورت گرفت.

$$P_x = \frac{1}{n} \left[\left(\frac{\bar{p}_x}{\bar{p}_A} \cdot P_A \right) + \left(\frac{\bar{p}_x}{\bar{p}_B} \cdot P_B \right) + \dots \right] \quad (2)$$

که در آن:

$P_x =$ بارش بازسازی شده برای ایستگاه X در سال موردنظر

$n =$ تعداد ایستگاه‌های شاهد که برای بازسازی ایستگاه X از آن‌ها

استفاده می‌شود

$\bar{P}_x =$ میانگین هم‌زمان بارش در ایستگاه دارای کمبود

$\bar{P}_A, \bar{P}_B, \dots =$ میانگین هم‌زمان بارش در ایستگاه‌های شاهد

$P_A, P_B, \dots =$ بارش در ایستگاه‌های شاهد در سال موردنظر

نحوه محاسبه ضریب سیل خیزی منطقه‌ای

پس از انجام تحلیل نقطه‌ای سیلاب و مشخص شدن سیلاب با دوره بازگشت‌های موردنظر در هر ایستگاه آب‌سنجی مقدار ضریب سیل خیزی با دوره بازگشت‌های مختلف با استفاده از رابطه ۳ محاسبه شد.

$$KT = 10 \left[1 - \frac{\log QT - 6}{\log A - 8} \right] \quad (3)$$

که در آن ضریب سیل خیزی برای دوره بازگشت‌های T سال، QT مقدار دبی سیلاب برحسب مترمکعب در ثانیه در دوره بازگشت‌های T سال و A سطح حوزه آبخیز محدود به ایستگاه آب‌سنجی برحسب کیلومتر مربع می‌باشد.

برآورد دبی با دوره بازگشت‌های مختلف بر اساس آمار و اطلاعات ایستگاه‌های آب‌سنجی

برای برآورد دبی با دوره بازگشت‌های مختلف بر اساس آمار و اطلاعات ایستگاه‌های آب‌سنجی از رابطه ۴ استفاده شد [۱].

$$Qt = X + K.S \quad (4)$$

که در آن Qt مقدار متغیر موردنظر در دوره بازگشت $T, \bar{X}$ میانگین داده‌ها، K ضریب تناوب یا فراوانی و S انحراف معیار داده‌ها می‌باشد. استفاده از ضریب تناوب در توزیع‌ها مخصوصاً با به‌کارگیری گشتاورها بسیار متداول بوده (منابع مورد استفاده) و مقادیر ضریب فراوانی (K) در جداول خاصی برای هر توزیع ارائه شده‌اند. ضریب تناوب می‌تواند در پاره‌ای از توزیع‌ها مانند نرمال، نرمال لگاریتمی و گمبل، تنها بر اساس دوره بازگشت موردنظر و ضریب چولگی داده‌ها، به‌دست آید. در حالت اول با توجه به این‌که فقط دو عامل میانگین و انحراف معیار در توزیع به‌کار برده می‌شوند این توزیع‌ها را دومتغیره نامیده و در حالت دوم که ضریب چولگی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد توزیع‌ها از نوع سه متغیره می‌باشند.

انتخاب توزیع مناسب برای برآورد دبی در دوره بازگشت‌های مختلف

انتخاب بهترین توزیع آماری معمولاً برای تحلیل فراوانی سیلاب‌ها از توزیع‌های آماری پیوسته استفاده می‌شود که متداول‌ترین آن‌ها شامل توزیع نرمال، توزیع لوگ نرمال دومتغیره، توزیع گامای دومتغیره، توزیع پیرسون نوع سوم، توزیع لوگ پیرسون نوع سوم و توزیع گمبل می‌باشد. آزمون‌های مختلفی برای انتخاب بهترین توزیع آماری وجود دارد. برای تجزیه و تحلیل فراوانی سیل، داده‌های دبی حداکثر لحظه‌ای هر یک از ایستگاه‌های آب‌سنجی در طول دوره آماری ۵۷ ساله با توزیع‌های مختلف برازش داده می‌شود و بر اساس مقادیر مربع کای، میانگین انحراف نسبی و مربع میانگین انحراف نسبی، توزیعی به‌عنوان توزیع برتر انتخاب می‌شود که میزان هر یک از مقادیر فوق در آن حداقل باشد. در این تحقیق برای انتخاب توزیع فراوانی از روابط ۵، ۶ و ۷ استفاده شده است [۱۷].

$$M.R.D = \frac{\sum_{i=1}^n |O_i - E_i|}{n - m} \quad \text{میانگین انحراف نسبی} \quad (5)$$

$$M.S.R.D = \frac{\sum_{i=1}^n (O_i - E_i)^2}{n - m} \quad \text{مربع میانگین انحراف نسبی} \quad (6)$$

$$X^2 = \sum_{i=1}^K \frac{(O_i - E_i)^2}{O_i} \quad \text{مربع کای} \quad (7)$$

که در آن‌ها $M.R.D$ میانگین انحراف نسبی، O_i داده‌های مشاهده‌ای، E_i مقادیر برآوردی، n تعداد داده‌ها، m تعداد پارامترهای توزیع، $M.S.R.D$ مربع میانگین انحراف نسبی و X^2 مربع کای می‌باشد.

ابتدا باید تعیین شود که از کدام یک از روش‌ها (گشتاور یا حداکثر درست نمایی) استفاده خواهد شد، سپس میانگین انحراف نسبی یا میانگین مربع انحراف نسبی و یا مربع کای را برای تعیین بهترین توزیع مورد استفاده قرار می‌گیرد. در گشتاور، توزیعی که

کمترین مقدار میانگین انحراف نسبی یا میانگین مربع انحراف نسبی یا مربع کای را داشته باشد توزیع برتر گفته می‌شود. هر توزیعی که کمترین مقدار را داشته باشد بیشترین رتبه یعنی رتبه هفت را به خود اختصاص می‌دهد و به همین ترتیب توزیعی که بیشترین مقدار را دارا باشد کمترین رتبه یعنی رتبه یک را شامل می‌شود و به بقیه توزیع‌ها رتبه دو تا شش داده می‌شود، در صورتی که یکی از توزیع‌ها صفر باشد بیشترین رتبه از شش شروع شده و بعد از رتبه‌بندی کردن توزیع‌ها، رتبه‌های هر توزیع باهم جمع داده می‌شود، جمع جبری هر توزیعی که از همه بیش‌تر باشد به‌عنوان توزیع برتر انتخاب می‌شود.

روش‌های برآورد دبی حداکثر لحظه‌ای

برای برآورد دبی طراحی در زیر حوزه‌های فاقد ایستگاه آب‌سنجی معادلات تجربی مختلفی ارائه شده است. در این تحقیق دو فرمول تجربی کریگر و دیکن مبتنی بر سطح حوزه برای برآورد دبی طراحی منطقه مورد مطالعه به شرح زیر انتخاب شده است.

دیکن

$$Q = C.A^{0.5} \quad (8)$$

کریگر

$$Q = A^{0.894.A^{-0.048}} \quad (9)$$

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{A_1^{(0.894.A_1^{-0.048})}}{A_2^{(0.894.A_2^{-0.048})}} \quad (10)$$

که در آن‌ها A سطح حوزه (کیلومتر مربع) و Q دبی حداکثر لحظه‌ای (مترمکعب بر ثانیه) می‌باشد.

در رابطه دیکن، دبی اوج سیلاب با استفاده از مساحت حوزه و ضریب منطقه‌ای (C) به دست می‌آید که می‌توان این ضریب را از روی آمارهای موجود تعیین نمود. در فرمول کریگر برای برآورد دبی حداکثر لحظه‌ای از فرمول ۹ فقط برای ایستگاه‌های اصلی (مناطق دارای ایستگاه آب‌سنجی)، و از فرمول ۱۰ برای مناطقی که در محدوده حوزه اصلی هستند و فاقد ایستگاه آب‌سنجی می‌باشند استفاده شده است [۱۶].

نحوه واسنجی فرمول‌های تجربی منتخب برای برآورد دبی حداکثر لحظه‌ای (بر اساس آمار و اطلاعات ایستگاه‌های آب‌سنجی)

برای واسنجی فرمول‌های تجربی مبتنی بر سطح در ایستگاه‌های آب‌سنجی حوزه آبخیز کرخه با توجه به مشخص بودن مساحت هر ایستگاه در طول دوره آماری ۵۷ ساله، حداکثر دبی لحظه‌ای اتفاق افتاده در هر ایستگاه در فرمول‌های مربوطه قرار داده و بدین ترتیب ضرایب آن‌ها واسنجی شده است.

برای مقایسه دبی با دوره بازگشت‌های مختلف بر اساس آمار و اطلاعات ایستگاه‌های آب‌سنجی با دبی حداکثر لحظه‌ای حاصل از

طریق فرمول‌های تجربی، فرمول ۱۱ استفاده شد.

$$T = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{s}} \quad (11)$$

که در آن :

T = مقدار محاسباتی توزیع t استیودنت جهت مقایسه با t جدول همان توزیع

$\bar{x}_1$ = دبی حداکثر لحظه‌ای حاصل از فرمول‌های تجربی

$\bar{x}_2$ = دبی حداکثر لحظه‌ای از طریق توزیع برتر در دوره بازگشت‌های مختلف

S = انحراف معیار داده‌ها

بدین ترتیب مقدار T محاسباتی با مقدار T جدول (جدول t - استیودنت) مقایسه می‌شود و هرکجا که T محاسباتی کم‌تر از T جدول باشد، نتیجه حاصل، بین آن‌ها اختلاف معنی‌داری وجود نخواهد داشت و قابل قبول خواهد بود.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از فرمول دیکن

نتایج حاصل از محاسبه میانگین دبی حداکثر لحظه‌ای (مترمکعب بر ثانیه) و ضریب C در جدول (۱) ارائه شده است. هم‌چنین در فرمول دیکن واسنجی شده، برای برآورد دبی حداکثر لحظه‌ای در تحت زیر حوزه‌هایی که در محل خروجی حوزه ایستگاه آب‌سنجی وجود دارد با قرار دادن مساحت حوزه برحسب کیلومتر مربع و حداکثر دبی لحظه‌ای اتفاق افتاده در هر ایستگاه برحسب مترمکعب در ثانیه، میزان C حوزه تعیین شده است. نتایج حاصل از فرمول دیکن واسنجی شده در ایستگاه‌های آب‌سنجی منتخب در حوزه آبخیز کرخه در جدول (۲) ارائه شده است.

جدول ۱: میانگین دبی حداکثر لحظه‌ای (مترمکعب بر ثانیه) و ضریب C، مورد استفاده برای فرمول‌های دیکن و کریگر

ردیف	کد ایستگاه	میانگین دبی حداکثر لحظه‌ای *	C **
۱	۲۱-۱۴۵	۱۳۰	۰/۵۵۰۴
۲	۲۱-۱۶۳	۹۸	۹/۲۲۳۲
۳	۲۱-۱۶۷	۱۵۸	۱/۳۱۹۸
۴	۲۱-۱۶۹	۴۲۴	۰/۲۴۴۲
۵	۲-۱۷۱	۱۹۵/۷۵	۱/۱۷۷۶
۶	۲۱-۱۷۳	۹۹۶	۱۲/۵۷۹
۷	۲۱-۱۷۵	۵۶۳	۳/۴۸۹۶
۸	۲۱-۱۷۷	۱۸۵۰	۱۵/۹۰۰
۹	۲۱-۱۷۹	۷۴۶	۰/۳۹۹۸
۱۰	۲۱-۱۸۱	۱۶۶	۳/۰۰۹۱
۱۱	۲۱-۱۸۳	۲۶۶۷	۲۲/۹۲

* دیکن و کریگر، ** دیکن

جدول ۲: دبی حداکثر لحظه‌ای (مترمکعب بر ثانیه) بر اساس فرمول دیکن و کریگر در ایستگاه‌های آب‌سنجی رودخانه‌های حوزه آبخیز کرخه

ردیف	نام رودخانه	نام ایستگاه	کد ایستگاه	سطح حوزه دبی حداکثر لحظه‌ای (کیلومتر مربع)	دبی حداکثر لحظه‌ای (دیکن و کریگر)	دبی حداکثر لحظه‌ای (دیکن واسنجی شده)	دبی حداکثر لحظه‌ای (کریگر واسنجی شده)
۱	بادآور	نورآباد	۲۱-۱۴۵	۱۴۶۰	۱۳۰	۱۳۰	۱۲۹/۹۹
۲	دره دزدان	تنگ سیاب	۲۱-۱۶۳	۵۰۴۰	۹۸	۹۸	۹۸
۳	هرو	دهنو	۲۱-۱۶۷	۵۹۰	۱۵۸	۱۵۸	۱۵۸
۴	هرو	کاکارضا	۲۱-۱۶۹	۲۰۸۶۳	۴۲۴	۴۲۳/۹۱	۴۲۳/۹۱
۵	دوآب الشتر	سرآب سیدعلی	۲-۱۷۱	۹۱۴	۱۹۵/۷۵	۱۹۵/۷۵	۱۹۵/۷۵
۶	کشکان	پل کشکان	۲۱-۱۷۳	۳۴۰	۹۹۶	۹۹۶	۹۹۶
۷	خرم‌آباد	چم انجیر	۲۱-۱۷۵	۸۸۰	۵۶۳	۵۶۳/۸۲	۵۶۳/۸۲
۸	کشکان	افرینه	۲۱-۱۷۷	۵۶۸	۱۸۵۰	۱۸۴۹/۹۴	۱۸۴۹/۹۴
۹	چول هول	افرینه	۲۱-۱۷۹	۲۶۴۳۶	۷۴۶	۸۲۸/۸۸	۸۲۸/۸۸
۱۰	مادیان رود	برآفتاب	۲۱-۱۸۱	۲۱۰	۱۶۶	۱۶۵/۹۹۵	۱۶۵/۹۹۵
۱۱	کشکان	پلدختر	۲۱-۱۸۳	۵۶۸	۲۶۶۷	۲۶۶۷	۲۶۶۷

نتایج حاصل از فرمول کریگر

فرمول کریگر نیز وابسته به مساحت منطقه می‌باشد، بدین معنی که هرچه مساحت منطقه بیش‌تر باشد میزان دبی حداکثر لحظه‌ای نیز بیش‌تر خواهد شد. برآورد دبی حداکثر لحظه‌ای از طریق فرمول کریگر در تحت زیر حوزه‌هایی که در محل خروجی حوزه ایستگاه آب‌سنجی وجود دارند، با قرار دادن مساحت حوزه برحسب کیلومترمربع و میانگین طولانی‌مدت آمار دبی حداکثر لحظه‌ای برحسب مترمکعب تعیین شده است. نتایج حاصل از فرمول کریگر در ایستگاه‌های آب‌سنجی منتخب در حوزه آبخیز کرخه در جدول ۲ آورده شده است. هم‌چنین در فرمول کریگر واسنجی شده، برای برآورد دبی حداکثر لحظه‌ای در تحت زیر حوزه‌هایی که در محل خروجی حوزه ایستگاه آب‌سنجی وجود دارد از مساحت حوزه برحسب کیلومترمربع و حداکثر دبی لحظه‌ای اتفاق افتاده در هر ایستگاه برحسب مترمکعب بر ثانیه استفاده شده است. نتایج حاصل از فرمول کریگر واسنجی شده در ایستگاه‌های آب‌سنجی منتخب در حوزه آبخیز کرخه نیز در جدول ۲ ارائه شده است.

بر اساس فرمول دیکن واسنجی شده در ایستگاه‌های آب‌سنجی حوزه آبخیز کرخه بدین صورت است که زیر حوزه‌های شماره ۱۸۳-۲۱، ۱۷۷-۲۱، ۱۷۳-۲۱، ۱۷۹-۲۱، ۱۷۵-۲۱، ۱۶۹-۲۱، ۱۷۱-۲۱، ۱۸۱-۲۱، ۱۶۷-۲۱، ۱۴۵-۲۱، ۱۶۳-۲۱ به ترتیب دارای رتبه اول، دوم، سوم، چهارم، پنجم، ششم، هفتم، هشتم، نهم، دهم و یازدهم در سیل‌خیزی منطقه هستند. همچنین اولویت‌بندی مناطق سیل‌خیز بر اساس فرمول دیکن واسنجی شده در ایستگاه‌های آب‌سنجی حوزه آبخیز کرخه بدین صورت است که زیر حوزه‌های شماره: ۱۸۳-۲۱، ۱۷۷-۲۱، ۱۷۳-۲۱، ۱۷۹-۲۱، ۱۷۵-۲۱، ۱۶۹-۲۱، ۱۷۱-۲۱، ۱۸۱-۲۱، ۱۶۷-۲۱، ۱۴۵-۲۱، ۱۶۳-۲۱ به ترتیب دارای رتبه اول، دوم، سوم، چهارم، پنجم، ششم، هفتم، هشتم، نهم، دهم و یازدهم در سیل‌خیزی منطقه هستند. با توجه به نتایج حاصله از روش های دیکن و کریگر مشاهده می‌شود هر دو روش، اولویت‌بندی مناطق سیل‌خیز در حوزه کرخه را به یک نحو انجام داده‌اند. بنابراین پیشنهاد می‌شود. مدیران محترم مناطق حساس به سیل را طبق اولویت‌های ذکر شده مدیریت نمایند.

نتیجه‌گیری

منظور از محاسبه ضریب سیل‌خیزی، تلاش برای رسیدن به یک شاخص است که این شاخص مقایسه میزان سیل‌خیزی حوزه‌های آبخیز (رودخانه‌ها) را فراهم می‌نماید. به‌طوری‌که هراندازه ضریب سیل‌خیزی زیاد باشد بر شدت سیل‌خیز بودن حوزه افزوده می‌شود. برای اثبات این موضوع و تعیین ضریب سیل‌خیزی همان‌طوری که اشاره شد، پس از بررسی آمار موجود و دوره آماری مشترک، با استفاده از روش های میانگین انحراف نسبی، میانگین مربع انحراف نسبی و مربع کای، بهترین توزیع آماری، توزیع لوگ پیرسون نوع سوم برای تعیین سیل‌خیزی برای حوزه کرخه مناسب تشخیص داده شد.

شناسایی و اولویت‌بندی مناطق سیل‌خیز در حوزه آبخیز کرخه

برای اولویت‌بندی زیر حوزه‌های کلان حوزه آبخیز کرخه که در محل خروجی آن‌ها ۱۱ ایستگاه آب‌سنجی وجود دارد از فرمول‌های تجربی منتخب استفاده شده است. بدین ترتیب هر ایستگاهی که بیش‌ترین مقدار دبی را داشته باشد اولویت (۱) را به خود اختصاص می‌دهد و به همین ترتیب ایستگاهی که کم‌ترین مقدار دبی را دارا باشد بیش‌ترین اولویت یعنی اولویت (۱۱) را شامل می‌شود. در صورتی‌که دو یا چند ایستگاه دارای مقادیر دبی یکسان باشند، اولویت یکسان به آن‌ها اختصاص داده می‌شود. بر اساس نتایج حاصله در این تحقیق اولویت‌بندی مناطق سیل‌خیز

همچنین با استفاده از فرمول‌های منتخب برای محاسبه دبی حداکثر لحظه‌ای اثبات شد که مقدار دبی حداکثر لحظه‌ای وابسته به میزان مساحت منطقه مورد مطالعه می‌باشد، بدین معنی که هر چه میزان مساحت افزایش یابد مقدار دبی حداکثر لحظه‌ای نیز افزایش می‌یابد. در این تحقیق با توجه به نتایج حاصله و برآوردهای به دست آمده در منطقه تحقیق، مطابقت نتایج این تحقیق با نتایج قبلی اثبات شده همچنین فرمول‌های مورد استفاده مورد واسنجی قرار گرفته‌اند.

منابع

- ۱- آذری، آ. بافکار، ع. آخوندعلی، ع. طاهری تیزرو، ع. (۱۳۸۶) "کالیبراسیون مدل منطقه‌ای سیلاب با استفاده از روش دیکن در مناطق فاقد آمار" مجله فناوری زیستی در کشاورزی، سال هفتم، شماره ۴
- ۲- ثروتی، م. جداری عیوضی، ج. بزرگمهر، ک. (۱۳۸۵) "محاسبه و تحلیل دبی متوسط سیل با استفاده از روش تحلیل منطقه‌ای سیلاب در محدوده خیر رود نوشهر تا سردآبرود چالوس" فصل‌نامه جغرافیایی سرزمین، علمی پژوهشی، سال سوم، شماره ۱۰، تابستان ۱۳۸۵
- ۳- خسروشاهی، م. (۱۳۷۰) "محاسبه بیلان آبی در حوزه‌های فاقد ایستگاه هیدرومتری در مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران" پایان‌نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری - دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران
- ۴- سلمان، ز. عبدالجلیل، ح. نادر، ج. محسن، ع. (۱۳۸۸) "برآورد دبی اوج سیل در دوره بازگشت‌های مختلف با استفاده از روابط تجربی برای حوزه‌های کوچک (مطالعه موردی: حوزه آبخیز تولبانه گرگان)" پنجمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، گرگان، سال ۱۳۸۸
- ۵- طهماسبی پور، ن. (۱۳۸۴) "بررسی تغییرات ضریب چولگی وزنی (گشتاور سوم) برای برآورد مناسب دبی حداکثر لحظه‌ای در حوزه‌های آبخیز کرخه و دز" پایان‌نامه دکترا آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران
- ۶- یزدی صمدی، ب. (۱۳۷۹) "طرح‌های آماری در پژوهش‌های کشاورزی" انتشارات دانشگاه تهران
- ۷- فتح‌زاده، ع. جایداری، ا. (۱۳۹۲). "اصلاح ضریب کریگر بر اساس دوره‌های بازگشت مختلف به منظور برآورد دبی حداکثر سیل (مطالعه موردی: حوزه آبریز ایران مرکزی)." جغرافیا و مخاطرات محیطی. پاییز ۱۳۹۲، دوره ۲، شماره ۷: از صفحه ۱۰۵ تا صفحه ۱۲۱.
- ۸- قاسمی، ع. سلاجقه، ع. ملکیان، آ. اسمعیلی، ا. (۱۳۹۳) "بررسی سیل خیزی و تعیین عوامل مؤثر در آن در حوزه رودخانه بالقلی چای با استفاده از تکنیک GIS، و AHP " فصلنامه محیط‌شناسی، سال چهارم، شماره ۷۰
- ۹- قناتاتی، ع. (۱۳۷۸) "مدل‌سازی هیدروژئومورفولوژیکی سیلاب و رسوب (نمونه موردی حوزه رودخانه زهره و خیرآباد)" پایان‌نامه دکتری جغرافیا - دانشگاه تربیت مدرس
- ۱۰- قوامی، ش. (۱۳۷۲) "روش‌های بررسی سیلاب و روند یابی آن در مخازن سدها" معاونت آموزش و ترویج سازمان جنگل‌ها و

- مراجع کشور دفتر آموزش و ترویج نیروی انسانی مجتمع آموزش منابع طبیعی کلاک
- ۱۱- کاظمی، م. نوحه‌گر، ا. قصر دشتی روشن، م. رضائی، پ. (۱۳۹۱) "بررسی تأثیر تغییر کاربری اراضی بر پتانسیل سیل‌خیزی" فصلنامه پژوهش‌های فرسایش محیطی، سال دوم، شماره ۵
 - ۱۲- کرکوتی، ع. نظریها، م. باغوند، ا. جعفری سلیم، ب. کرباسی، ع. وثوق، ع. (۱۳۸۹) "برآورد مقدار سیلاب حداکثر به روش‌های مشاهده‌ای، کریگر و اس-سی-اس (مطالعه موردی: رودخانه قره‌سو در کرمانشاه)." محیط‌شناسی ۳۶(۵۵): ۹۹-۱۱۰.
 - ۱۳- لاجوردی، م. خالدی، ش. ستاری، ش. (۱۳۹۲) "پهنه‌بندی پتانسیل سیل‌خیزی حوضه آبریز مردق چای" نشریه جغرافیا و برنامه‌ریزی، سال هفدهم، شماره ۴۴
 - ۱۴- مهدوی، م. (۱۳۸۵) "بررسی اثرات محاسبه چولگی وزنی برای برآورد پهنه دبی‌های حداکثر لحظه‌ای" وزارت نیرو
 - ۱۵- مهدوی، م. (۱۳۸۵) "هیدرولوژی عمومی" انتشارات علم و ادب
 - ۱۶- مهدوی، م. (۱۳۸۱) "هیدرولوژی کاربردی (جلد دوم)" انتشارات دانشگاه تهران.
 - ۱۷- نقدی، ر. شایان نژاد، م. ساداتی نژاد، س. ج. (۱۳۸۹) "مقایسه روش‌های مختلف تخمین داده‌های گم‌شده دبی ماهانه حوزه آبخیز کارون بزرگ". پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز بهار و تابستان ۱۳۸۹، دوره ۱ شماره ۱: از صفحه ۵۹ تا صفحه ۷۳.
 - ۱۸- وزارت جهاد سازندگی سابق، معاونت آبخیزداری اداره کل مطالعات و ارزیابی آبخیزها. (۱۳۸۲) "مطالعات توجیهی حفاظت خاک و آبخیزداری حوزه آبخیز تیره (فیزیوگرافی و توپوگرافی)" مهندسین مشاور ویسان
 - ۱۹- وزارت جهاد سازندگی سابق، معاونت آبخیزداری اداره کل مطالعات و ارزیابی آبخیزها. (۱۳۸۵) "مطالعات توجیهی حفاظت خاک و آبخیزداری حوزه آبخیز تیره (هیدرولوژی و سیل‌خیزی - جلد هفتم)" مهندسین مشاور ویسان
 - ۲۰- وفاخواه، م. ایزانلو، ح. (۱۳۹۰) "مقایسه روش‌های مختلف برآورد دبی بیشینه سیلاب در حوزه آبخیز کوشک‌آباد" مجله مهندسی و مدیریت آبخیز، سال سوم، شماره ۳
 - ۲۱- وزارت جهاد سازندگی سابق، معاونت آبخیزداری اداره کل مطالعات و ارزیابی آبخیزها (۱۳۷۹) "مطالعات توجیهی حفاظت خاک و آبخیزداری حوزه‌های آبخیز رودخانه ماربره و شمال درود واقع در استان‌های لرستان و مرکزی - فیزیوگرافی، کتاب نقشه‌ها" مهندسین مشاور توسعه و احیای منابع تام
 - 22-Yoshiasa, A., Koto, K., Maeda, H., & Ishii, T. (1997). The mean-square relative displacement and displacement correlation functions in tetrahedrally and octahedrally coordinated ANB8-N crystals. Japanese journal of applied physics, 36(2R), 781.

*Abstract***Flooding Estimation of Karkhe's Watershed by Using Dicken and Creager Formula**N. Tahmasebipour¹, H. Mirzapour^{2*} and S. Khani³

Received: 2016/02/06 Accepted: 2016/12/20

It's not possible to estimate flooding intense of sub-basin only by using existence data of hydrometric stations because of lack of hydrometric stations on sub-basin and also lack of recorded flood data. To estimate flooding intense, Karakhe's watershed with 43 thousand km² was selected. This watershed is located at Lorestan province, west southern part of Iran. Data from 11 hydrometric stations was used to investigate the reaction of sub-basin without recorded data. By using homogenous test, correcting errors or lacks and determining 57 years as common time base on SMADA software, the best statistic distribution model was log Pearson type 3. This distribution model was used to determine flooding coefficient and to calculate planed discharge values in the return periods. Results indicated that planed discharge values was equal to flooding coefficient (kt). Additionally, experiment formula of Dicken and Creager was used to estimate flooding coefficient and then the results was evaluated by calculated results derived from hydrometric stations. The results indicated that Dicken's formula is more applicable. Values derived from Dicken's formula are approximately to values with return periods of 2, 5, 10, 20, 25 and 50 years and differences was not significance. Coefficients of experimental formula was also calibrated for the study area and then it is possible to calculate maximum momentous discharge on the sub-basin and used on the ongoing projects.

Keywords: *Hydrometric stations, Watershed, Planed discharge, Flooding coefficient.*

1. Assistant Prof. Department of Range and Watershed Management Engineering, Lorestan University.

2. M.Sc. Student of Watershed Management Engineering Lorestan University, Corresponding author, Email: mirzapour.lu@yahoo.com

3. M.Sc. Student of Forestry Engineering Tehran University.