Archive of SID

یازدهمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران
توسعه مشارکتی در مدیریت حوزه‌های آبخیز
11th National Conference on Watershed Management Sciences and Engineering of Iran
Participatory Development in Watershed Management
۳۱ فروردین لغایت ۲ اردیبهشت ۱۳۹۵
April 19-21, 2016

برآورد دبی اوج سیل در دوره بازگشت‌های مختلف با استفاده از روش‌های تجربی در حوزه آبخیز شهری مادوان در استان کهگیلویه و بویراحمد

محسن آرمین[۱]، فرهمند حاجی زاده[۲]، سید علی صالح ولایتی نژاد[۳]، آیت الله لطیف‌پور[۴]

۱- استادیار گروه مهندسی آبخیزداری دانشگاه یاسوج

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد، مهندسی عمران، دانشگاه آزاد یاسوج

۳- دانش آموخته کارشناسی ارشد آبخیزداری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت دولتی و شهردار مادوان، دانشگاه آزاد یاسوج

vseyedalisaleh@yahoo.com

چکیده

برآورد دقیق میزان دبی جریان با دوره بارگشت‌های مختلف برای طراحی سازه‌های مختلف و با هدف به حداقل رساندن خسارات سیل بسیار حائز اهمیت است. با توجه به اینکه اکثر حوزه‌های آبخیز کشورمانفاقد ایستگاه‌های هیدرومتری می‌باشند، برای برآورد پارامترهای هیدرولوژیکی می‌توان از روش‌های غیر مستقیم مثل روابط تجربی یا روش‌های شبیه سازی استفاده کرد. تحقیق حاضر به منظور برآورد پارامترهای هیدرولوژیکی در حوزه آبخیز شهری مادوان، ، واقع در استان کهگیلویه و بویراحمد استفاده شد. ابتدا با بکارگیری الحاقیه‌ی HEC-GeoHMS و نقشه رقومی ارتفاع (DEM) در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی، مرز، شبکه آبراهه و سایر خصوصیات فیزیکی حوضه تعیین گردید. سپس برای برآورد دبی اوج سیل از سه روش فولر، هورتون و استدلالی که بر مبنای سطح حوضه ارائه شده‌اند، استفاده شد. با توجه به اینکه داده مشاهده‌ای در منطقه مورد مطالعه وجود ندارد، با مقایسه دبی‌های بدست آمده با دبی ایستگاه هیدرومتری پاتاوه ازبین روش‌های مذکور، روش فولر برای برآورد دبی اوج سیل در حوضه‌های مشابه پیشنهاد می‌گردد. البته استفاده از این روش‌ها را باید محدود به شرایطی ساخت که آمار و اطلاعات کافی برای تجزیه وتحلیل دقیق در دسترس نباشد.

کلمات کلیدی: دوره بازگشت، دبی حداکثر لحظه‌ای، روش استدلالی، روش فولر، هورتون، مادوان.

مقدمه

از میان ۳۵ بلای طبیعی شناخته شده، سیل از جمله بلایایی است که می‌تواند بزرگترین عامل خسارت باشد که همواره زندگی، اموال و دارایی های افراد بیشماری را تحت مخاطره قرار می‌دهد. از آنجایی‌که بروز سیلاب با دوره بازگشت‌های مختلف هر از چند گاهی در حوضه‌های مختلف باعث بروز خسارت می‌گردد، بررسی و برآورد آن می‌تواند نقش مهمی در مدیریت و جلوگیری از خسارات بعدی آن ایفا کند (زارع و همکاران، ۱۳۸۸). لازمه طراحی سازه‌های مقابله با سیل، برآورد دقیق از سیلاب در دوره بازگشت-های مختلف است (روحانی، ۱۳۸۰). از طرف دیگر با توجه به نبود یا کمبود آمار و داده‌های دقیق، استفاده از فرمول‌های تجربی در این گونه موارد می‌تواند تنها راه معقول و مفید برای نیل به اهداف یاد شده باشد (ملکیان و همکاران، ۱۳۸۳).

www.SID.ir

Archive of SID

(جمالی، ۱۳۸۰) به بررسی ۱۰ مدل تجربی برای برآورد دبی اوج سیلابی با دوره بازگشت‌های ۲، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ ساله برای حوزه‌های آبخیز بزرگ و اصلی ایران پرداخته است.

(زارع و همکاران، ۱۳۸۸) از پنج روش فولر، کریگر، دیکن، علی‌نواز و رایوس برای برآورد دبی اوج سیل در دوره بازگشت‌های مختلف در حوزه آبخیز تول‌بنه گرگان استفاده کردند و به این نتیجه رسیدند که از بین روش‌های مذکور روش دیکن دارای کمترین خطا بوده و برای برآورد دبی اوج سیل در حوضه‌های مشابه پیشنهاد می‌گردد.

(آهنگر زنوزی و اسدی، ۱۳۹۰) با استفاده از داده‌های ۱۲ ایستگاه هیدرومتری واقع در حوزه آبریز آجی‌چای استان آذربایجان شرقی به تعیین ضرایب منطقه‌ای فرمول فولر برای برآورد دبی‌های سیلابی در حوضه‌های فاقد آمار پرداختند.

(رزمجوئی و همکاران، ۱۳۹۲) به مطالعه ارزیابی کارایی روش‌های شماره منحنی و روش استدلالی در برآورد دبی اوج سیل حوزه آبخیر وردریج پرداختند. آنها برای مقایسه مقدار کارایی دو روش یاد شده، مقدار دبی اوج مشاهداتی را به عنوان مبنا در نظر گرفتند و مقادیر میانگین مربعات خطا (MSD[101]) را مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. نتایج نشان داد که روش شماره منحنی، دبی اوج را با دقت بالاتری برآورد می‌نماید.

(تیتمارش و همکاران،۱۹۹۵) روش‌های شماره منحنی و استدلالی را در ۱۰۵ آبخیز کوچک در ایالت کوئیزلند استرالیا مورد ارزیابی قرار داده و با توجه به ویژگی‌های حوضه نظیر نحوه استفاده از زمین و تیپ خاک، مقادیر شماره منحنی را به‌صورت منطقه‌ای بازنگری و اصلاح نمودند. در بررسی حاضر به برآورد دبی اوج سیل با دوره بازگشت‌های مختلف در حوزه آبخیز شهری مادوان (در استان کهگیلویه و بویراحمد) پرداخته شده است.

مواد و روش ها

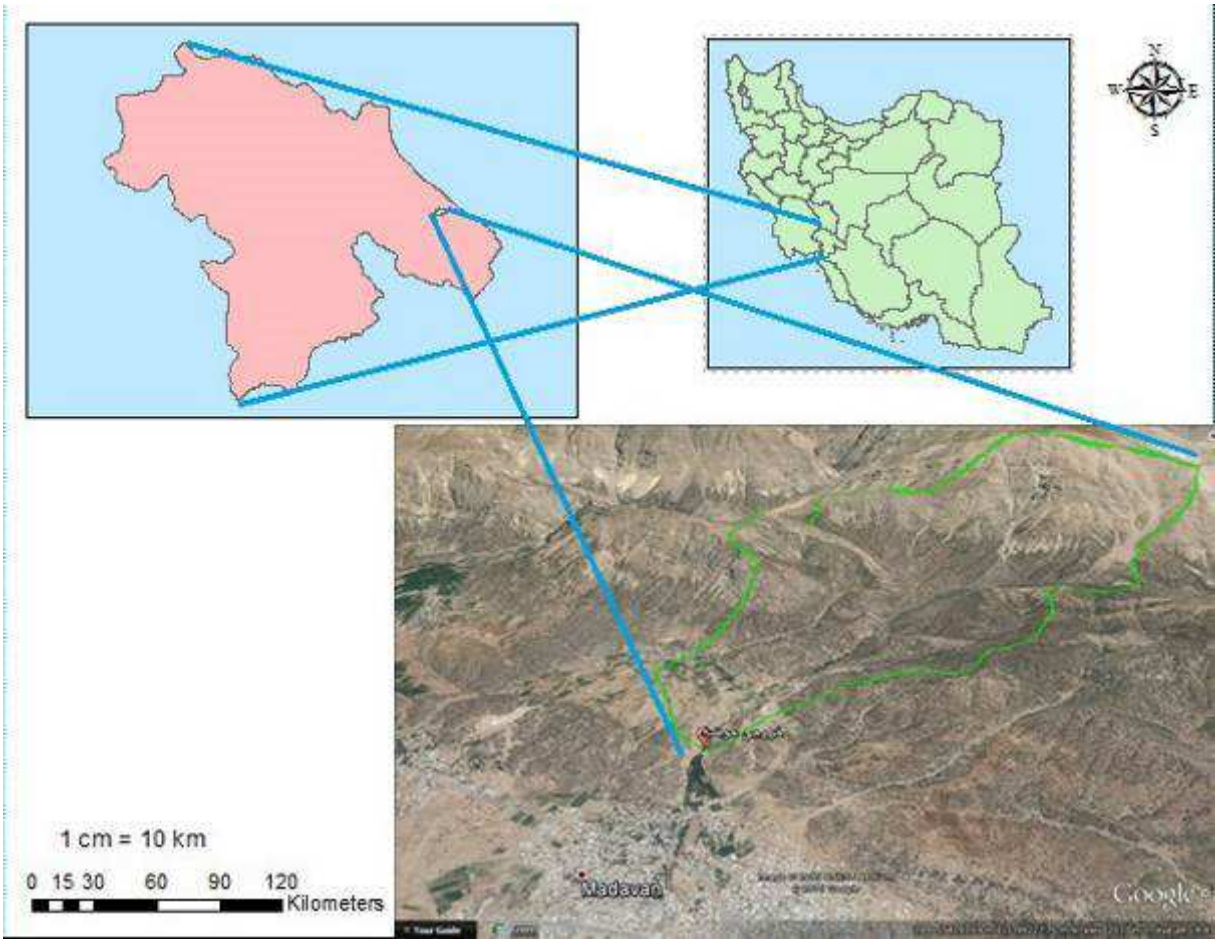
موقعیت منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه، حوضه بالا دست شهر مادوان در استان کهگیلویه و بویراحمد می‌باشد که در ذیل به برخی از مشخصات این منطقه پرداخته می‌شود. شهر مادوان با جمعیتی قریب به ۱۵ هزار نفر در ۵ کیلومتری شمال غربی شهر یاسوج مرکز استان کهگیلویه و بویراحمد واقع شده است. در دو مسیر یاسوج به سی سخت و یاسوج به اصفهان قرار دارد که جاده یاسوج به اصفهان، مادوان را به دو بخش علیا و سفلی تقسیم کرده است که نامشخص بودن حریم جاده یاسوج به اصفهان و نبود شبکه جمع‌آوری آب‌های سطحی یکی از مشکلات اصلی این شهر می‌باشد (شکل۱). از لحاظ جغرافیایی نیز در محدوده ۵۱ درجه و ۳۲ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۳۶ دقیقه طول شرقی و ۳۰ درجه و ۴۳ دقیقه تا ۳۰ درجه و ۴۵ دقیقه عرض شمالی واقع شده است. بلندترین نقطه این منطقه در حدود ۳۲۰۰ متر ارتفاع دارد، پست ترین نقطه آن که در خروجی حوضه قرار دارد، دارای ارتفاع حدود ۱۹۳۳ متر از سطح دریا است. در منطقه مورد مطالعه که شامل سه کاربری اراضی کشاورزی، مرتع و جنگل می‌باشد مساحت هر کدام از کاربری‌ها به ترتیب ۸۱، ۳۳۹ و ۸۹۰ هکتار می‌باشد.

[101] Mean square deviation

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۴ موقعیت منطقه مورد مطاله

روش تحقیق

به منظور برآورد دبی پیک سیل در حوزه آبخیز مادوان که فاقد ایستگاه هیدرومتری می‌باشد، روش‌های تجربی فولر، استدلالی و هورتون با دوره بازگشت‌های ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ ساله مورد ارزیابی قرار گرفت. این روابط با ایجاد یک معادله بین سطح حوزه آبخیز و دبی اوج سیلاب، در حوزه‌هایی که تنها سطح حوزه پارامتر معلومی است، برای محاسبه دبی اوج سیلاب استفاده می‌شوند.

روش فولر

فولر رابطه‌های تجربی خود را به صورت زیر ارائه کرده است:

$$Q_{max} = C\,A^{0.8}(1 + \beta \log T) \quad (۱)$$

$$Q_p = Q_{max}(1 + 2.66\,A^{-0.3}) \quad (۲)$$

که در آنها:

www.SID.ir

Archive of SID

Q_{max} دبی اوج ۲۴ ساعته بر حسب $m^3/s/T$، Q_p دبی اوج لحظه‌ای بر حسب $m^3/s/T$، C ضریب منطقه‌ای، A مساحت حوضه بر حسب Km^2، β ضریب طغیان منطقه‌ای که برای حوضه‌های معمولی برابر ۰/۸ می‌باشد (مهدوی،۱۳۸۸).

برای محاسبه ضریب C ابتدا داده‌های مربوط به دبی متوسط سالانه (دوره آماری ۴۳ ساله) حوزه آبخیز ایستگاه هیدرومتری پاتاوه (که حوضه مورد مطالعه بخشی از آن می‌باشد) در نرم افزار Easy fit مورد بررسی قرار گرفت. نرم افزار این قابلیت را دارد که بدون محاسبات وقت‌گیر، توزیع آماری مناسب را ارائه دهد. برای این ایستگاه توزیع مقادیر حدی تعمیم یافته مناسب تشخیص داده شد و با استفاده از این توزیع داده‌ها برازش داده شد و دبی اوج سیل با دوره بازگشت‌های مختلف پیش‌بینی گردید. سپس از طریق فرمول دوم فولر، Q_{max} را محاسبه کرده و در مرحله بعد با استفاده از فرمول اول فولر، با قرار دادن دبی اوج ۲۴ ساعته در این فرمول ضریب C را برای دوره بازگشت‌های مختلف بدست آوردیم (آهنگر زنوزی و اسدی، ۱۳۹۰). همانطور که ذکر شد از آنجایی که منطقه مورد مطالعه بخشی از حوزه آبخیز بالادست ایستگاه هیدرومتری پاتاوه می‌باشد، می‌توان از ضرایب بدست آمده برای حوضه مورد مطالعه استفاده کرد.

روش هورتون

برای محاسبه دبی در دوره بازگشت‌های مختلف با استفاده از روش هورتون از فرمول زیر استفاده می‌شود:

$$q_p = 71.2\ T^{0.25} A^{0.5} \qquad (۳)$$

که در آن:
A مساحت حوضه (کیلومتر مربع)
T دوره بازگشت سیل (سال)
و qp دبی ویژه سیل (متر مکعب در ثانیه در کیلومتر مربع) می‌باشد.

روش استدلالی

این روش معمولاً در حوضه‌های کوچک با مساحت تا حدود ۱۰۰۰ هکتار و حداکثر تا ۵۰۰۰ هکتار به کار می‌رود و در آن فرض شده که باران با شدت ثابت و در تمامی سطح حوضه می‌بارد. ساده بودن کاربرد آن باعث شده که به طور وسیعی در جهان مخصوصاً در مورد هیدرولوژی شهری و امور اجرایی آبخیزها مورد استفاده قرار گیرد که به صورت زیر بیان می‌شود:

$$Q = \frac{1}{360}\ CIA \qquad (۴)$$

که در آن Q دبی اوج سیل به متر مکعب بر ثانیه با دوره بازگشتی برابر با دوره بازگشت رگبار، C ضریب رواناب سطحی که از جداول مختلف بدست می‌آید و فرض شده که در طول بارش مقدار ثابتی دارد، I حداکثر شدت بارندگی به میلی‌متر بر ساعت و در زمان تمرکز است که از روی منحنی‌های شدت- مدت- فراوانی و یا با استفاده از فرمول‌های تجربی در دوره بازگشت دلخواه بدست می‌آید. A مساحت حوضه به هکتار می‌باشد.

خصوصیات مختلف فیزیوگرافی (زمان تمرکز به روش کرپیچ، درصد شیب آبراهه اصلی، طول آبراهه اصلی، اختلاف ارتفاع آبراهه، شیب متوسط حوضه، ارتفاع متوسط، اختلاف ارتفاع حوضه، قطر دایره معادل، مساحت و تراکم زهکشی) حوضه از مدل رقومی

www.SID.ir

Archive of SID

ارتفاع (DEM) با پیکسل سایز ۵۰ متری و با کمک نرم افزار GIS و الحاقیه‌های Arc-Hydro و HEC-GeoHMS استخراج شد. بارندگی متوسط سالانه نیز با استفاده از داده‌های دریافتی از مرکز تحقیقات هواشناسی استان محاسبه شد.

برای محاسبه زمان تمرکز از رابطه کرپیچ استفاده شد.

$$Tc = 0.0195\, L^{0.77} S^{-0.385} \quad (۵)$$

که در آن (Tc) به دقیقه، (L) به متر و (S) شیب مسیر آب به متر بر متر می‌باشد. این رابطه برای حوضه‌های کوچک، به فراوانی مورد استفاده قرار می‌گیرد که در این حوضه هم می‌تواند مورد استفاده قرار بگیرد (مهدوی، ۱۳۸۸).

در جداول موجود برای تعیین ضریب رواناب سطحی، از یک و یا چند عامل استفاده می‌شود و ضریب رواناب برای مناطق شهری و غیر شهری مشخص می‌شود. کامل‌ترین جدولی که در این زمینه ارائه شده و علاوه بر در نظر گرفتن عوامل مختلف، دوره‌های بازگشت سیلاب نیز در آن دخالت داده شده‌اند، جدول Chow می‌باشد، که در این تحقیق از آن استفاده شد.

رابطه قهرمان- ایران

قهرمان برای تخمین مقدار بارندگی با زمان‌های تدوام ۱۵ دقیقه تا دو ساعت رابطه (۴) را با دوره های برگشت ۲ تا ۱۰۰ سال و همچنین برای محاسبه بارندگی یک ساعته با دوره برگشت ده ساله، رابطه (۵) را در ایران ارائه کرده است (علیزاده، ۱۳۹۱):

$$P_T^t = (0.4524 + 0.2471 \ln(T - 0.6))(0.3710 + 0.6148\, t^{0.4484}) P_{10}^{60} \quad (۴)$$

$$P_{10}^{60} = 2.2598\, X_1^{1.1374}\, X_2^{-0.3072} \quad (۵)$$

که در آن T دوره برگشت به سال و t تدوام بارندگی به ساعت و P_T^t مقدار بارندگی با تدوام t ساعته و دوره برگشت T سال بر حسب میلی‌متر است. همچنین X_1 متوسط بارندگی حداکثر روزانه و X_2 متوسط بارندگی سالانه بر حسب میلی‌متر است.

برای محاسبه مقدار بارندگی t ساعته در دوره بازگشت‌های ۲، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ ساله بدین صورت عمل شد که ابتدا با استفاده از آمار ۲۸ ساله ایستگاه سینوپتیک یاسوج، متوسط بارندگی حداکثر روزانه و متوسط بارندگی سالانه به میلی-متر محاسبه شد و سپس با جایگزینی این مقادیر در رابطه (۵)، مقدار حداکثر باران یک ساعته با دوره بازگشت ۱۰ سال محاسبه شد.

با جایگزینی حداکثر باران یک ساعته با دوره بازگشت ۱۰ سال و تداوم‌های زمانی مختلف (۰/۱، ۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۶۳ (زمان تمرکز حوضه)، ۰/۷۵، ۱، ۳، ۶ و ۱۲ ساعت) مقدار باران t ساعته در دوره بازگشت T سال (۲ تا ۱۰۰ سال) محاسبه می‌شود.

نتایج و بحث

همان‌طور که قبلاً نیز اشاره شد خصوصیات فیزیوگرافی و اقلیمی حوضه با کمک نرم‌افزار GIS بدست آمد که به صورت زیر می-باشد (جدول۱) و جهت تعیین ضریب رواناب سطحی از جدول Chow استفاده شد که با توجه به سه نوع کاربری جنگل، مرتع و اراضی کشاورزی، با در نظر گرفتن شیب منطقه بوسیله میانگین‌گیری وزنی، ضرایب مربوط به هر دوره بازگشت محاسبه شد (جدول۲).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴ – ویژگی های منطقه مورد مطالعه

مساحت(ha)	محیط (m)	ارتفاع متوسط(m)	اختلاف ارتفاع(m)	متوسط شیب (درصد)	زمان‌تمرکز کرپیچ(hr)	طول آبراهه اصلی (m)	شیب آبراهه اصلی(درصد)	میانگین‌بارش سالانه(mm)
۱۳۱۰	۱۶۶۲۱	۲۴۲۲	۱۲۶۷	۳۴/۴	۰/۶۳	۵۱۵۴	۷/۶	۸۲۳/۹

جدول ۵ – ضریب رواناب سطحی در فرمول استدلالی(c)

کاربری	مساحت (هکتار)	شیب	ضرایب با دوره بازگشت مختلف				
			۵	۱۰	۲۵	۵۰	۱۰۰
مرتع	۰	۷-۲	۰/۳۶	۰/۳۸	۰/۴۲	۰/۴۵	۰/۴۹
	۳۳۹	>۷	۰/۴۰	۰/۴۲	۰/۴۶	۰/۴۹	۰/۵۳
جنگل	۱۲	۷-۲	۰/۳۴	۰/۳۶	۰/۴۰	۰/۴۲	۰/۴۷
	۸۷۸	>۷	۰/۳۹	۰/۴۱	۰/۴۵	۰/۴۸	۰/۵۲
کشاورزی	۳۲	۷-۲	۰/۳۸	۰/۴۱	۰/۴۴	۰/۴۸	۰/۵۱
	۴۹	>۷	۰/۴۲	۰/۴۴	۰/۴۸	۰/۵۱	۰/۵۴
ضریب وزنی کل حوضه			۰/۳۹	۰/۴۱	۰/۴۵	۰/۴۸	۰/۵۲

در شکل ۲ منحنی‌های شدت مدت فراوانی بدست آمده از رابطه قهرمان آورده شده که شدت بارندگی در زمان تمرکز (۰/۶۳ ساعت) در دوره بازگشت‌های مختلف از آن استخراج شد.

شکل۵- منحنی‌های شدت مدت فراوانی

www.SID.ir

Archive of SID

در جول ۳ نتایج مربوط به برآورد دبی با دوره بازگشت‌های مختلف بر اساس توزیع مقادیر حدی تعمیم یافته در نرم افزار Easy fif آورده شده است.

جدول ۳ – برآورد دبی در دوره بازگشت‌های مختلف در ایستگاه هیدرومتری پاتاوه

دوره بازگشت (سال)	۵	۱۰	۲۵	۵۰	۱۰۰
دبی (متر مکعب بر ثانیه)	۶۶/۸۶	۷۹/۶۹	۹۵	۱۰۵/۷۷	۱۱۶

در جدول ۴ نتایج مربوط به برآورد دبی با دوره بازگشت‌های مختلف بر اساس روش‌های ذکر شده آمده است.

جدول ۴ – برآورد دبی در دوره بازگشت‌های مختلف (مترمکعب بر ثانیه) و دوره بازگشت (سال)

دوره بازگشت	۵	۱۰	۲۵	۵۰	۱۰۰
روش استدلالی	۶۹/۸۹	۹۰/۳۱	۱۲۲/۳۷	۱۴۸/۸۳	۱۸۰/۹۳
روش فولر	۱/۶۴	۱/۹۵	۲/۳۳	۲/۵۹	۲/۸۴
روش هورتون	۳۸۵/۴	۴۵۸/۲۴	۵۷۶/۲۷	۶۸۵/۲۶	۸۱۴/۹۵

نتیجه‌گیری

متأسفانه موضوع سیل و مدیریت و کاهش خسارات آن در کشور مورد توجه جدی قرار نگرفته و فقط زمانی که سیلاب مخرب جاری می‌شود و فاجعه‌ای به وجود می‌آید، توجه مسئولین و متخصصین به آن جلب می‌شود. با این حال پدیده سیل علی‌رغم همه پیچیدگی‌هایش قابل بررسی و مطالعه بوده و می‌توان در جهت مهار و کاهش خسارات آن راه‌حل‌های مناسبی ارائه داد. بر این اساس بررسی دبی حداکثر لحظه‌ای با دوره بازگشت‌های مختلف از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. برای پیشگیری خسارات ناشی از وقوع سیلاب می‌بایست احتمال وقوع و بزرگی سیلاب‌های مهم را برآورد نموده و با بکارگیری روش‌های مناسب و با استفاده از تأسیسات خاص، اثرات سیلاب را کنترل کرد. تنوع وپیچیدگی شرایط زیر حوضه‌ها و حوضه-های طبیعی یکی از مشکلات عمده در تحلیل هیدرولوژیکی عرصه‌های طبیعی است. ماهیت پیچیده و و وابسته به زمان بودن این پدیده خود به خود تصمیم‌گیری‌های بشر را با درصدی خطا همراه کرده است، در نتیجه این بررسی‌ها تاکنون نتوانسته‌اند به صورت قاعده کلی و واحد، در آینده برای پیش‌بینی دبی حداکثر طغیان‌ها به منظور طرح پروژه تأسیسات هیدرولیکی مورد قبول عموم باشند. روش‌های مختلفی برای برآورد دبی حداکثر لحظه‌ای وجود دارد و همانگونه که گفته شد هیچکدام از این

www.SID.ir

Archive of SID

روش‌ها نمی‌تواند نتایج صد در صد رضایت‌بخشی داشته باشد ولی کارشناس به کمک آن قادر خواهد بود داده‌هایی را که در دست دارد (چه بسا به صورت ناقص باشد)، به طور منطقی مورد تجزیه و تحلیل قرار دهد. حوضه آبخیز بالا دست شهر مادوان فاقد ایستگاه هیدرومتری بوده و تنها آماری که از این منطقه در دسترس می‌باشد مساحت، بارندگی و کاربری اراضی آن است. بنابراین در این تحقیق از روش استلالی، فولر و هورتون که پارامترهای آن موجود و قابل برآورد بود استفاده شد. و دبی با دوره بازگشت‌های ۲، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ سال برآورد شد (جدول ۴). همانطور که مشاهده می‌شود دبی بدست آمده از هر سه روش تفاوت‌های خیلی زیادی با هم دارند و از آنجا که داده مشاهده‌ای در حوضه مورد مطالعه در دست نمی‌باشد، با مقایسه آنها با دبی بدست آمده از ایستگاه هیدرومتری پاتاوه (جدول ۳) و نسبت بین مساحت دو حوضه روش فولر به عنوان روش مناسب انتخاب شد که با نتایج آهنگر زنوزی و اسدی (۱۳۹۰) مطابقت دارد. لذا توصیه می‌شود چنانچه قرار است سازه‌ای جهت کنترل و یا زهکشی سیلاب در این شهر احداث شود بر اساس دبی برآورد شده از روش فولر، طراحی شود.

منابع

آهنگر زنوزی، س. و اسدی، ا. (۱۳۹۰) تعیین ضرایب منطقه‌ای فرمول فولر برای براورد دبی‌های سیلابی در حوضه‌های فاقد آمار، چهارمین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران، تهران، دانشگاه صنعتی امیرکبیر.

جمالی، ع، ا. (۱۳۸۰)، بررسی حساسیت تعدادی از روشهای تجربی هیدرولوژیکی برآورد دبی اوج سیلاب نسبت به سطح حوضه در برخی از حوضه‌های آبخیز ایران، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس.

زارع، س.، حزبی، ع.، جندقی، ن. و عباسی، م. (۱۳۸۸)، برآورد دبی اوج سیل در دوره بازگشت‌های مختلف با استفاده از روابط تجربی برای حوضه‌های کوچک(مطالعه موردی: حوضه آبخیز تول‌بنه گرگان). پنجمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

روحانی، ح. (۱۳۸۰)، تحلیل فراوانی منطقه‌ای سیلاب به روش هیبرید در مناطق خشک و نیمه خشک (مطالعه موردی: خراسان)، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

علیزاده، ا. (۱۳۹۱)، اصول هیدرولوژی کاربردی، چاپ۳۴، انتشارات دانشگاهی امام رضا(ع)، دانشگاه فردوسی مشهد، ۹۲۷ ص.

ملکیان، آ.، محسنی ساروی، م. و مهدوی، م. (۱۳۸۳)، بررسی کارایی روش شماره منحنی در برآورد عمق رواناب، مجله منابع طبیعی ایران، جلد ۵۷، جلد ۴، ص ۶۳۳-۶۲۱.

مهدوی، م. (۱۳۸۸)، هیدرولوژی کاربردی (جلد دوم)، چاپ ششم، انتشارات دانشگاه تهران، ۴۴۰ ص.

Titmarsh, G.W., Cordey, I. & Pilgrim, D.H. (1995), Calibration Procedure for Rational and USSCS Desing Flood Methods, j. of Hydraulic Eng, Vol. 121(1): 62-70.

www.SID.ir