19-21 OCTOBER 2021 ۲۷ تا ۲۹ مهرماه ۱۴۰۰
8th Comprehensive Conference on FLOOD Engineering and Management
FLOOD AND DROUGHT TWO SIDES OF THE SAME COIN
FLOOD Conference ۱۴۰۰-2021
هشتمین کنفرانس جامع مدیریت و مهندسی سیلاب
خشکسالی و سیل دو روی یک سکه در اقلیم ایران
وزارت نیرو دفتر مدیریت بحران و پدافند غیرعامل
انجمن علمی مدیریت منابع آب ایران
دانشگاه علوم و فنون مازندران

استفاده از مدلسازی بارش رواناب در یافتن مناطق مولد سیلاب، در حوضه رودخانه تجن

پوریا تقوایی[۱]، فرهاد مشهدی خلردی[۲]*

۱. دکتری عمران آب، کارشناس تلفیق و بیلان، دفتر مطالعات پایه مابع آب، آب منطقه‌ای استان مازندران
۲.۲دانشجوی دکتری، مدیر مطالعات پایه منابع آب، آب منطقه‌ای استان مازندران

چکیده

آثار مخرب و ویرانگر و تبعات اقتصادی و اجتماعی سیلاب اسفند ۱۳۹۷ در استان مازندران به خصوص حوضه تجن، لزوم فعالیت‌های آبخیزداری و کنترل سیلاب در این حوضه را به اثبات رسانید. این در حالی است که با توجه به مسائل اقتصادی و عدم نقدینگی مناسب جهت انجام عملیات در کل حوضه، اولویت بندی جهت انجام پروژه‌های آبخیزداری و کنترل سیلاب در حوضه رودخانه تجن ضروری به نظر می‌رسد. از این رو در تحقیق حاضر به اولویت‌بندی زیرحوضه‌های این حوضه از لحاظ سیل‌خیزی و تاثیر آن بر دبی حداکثر در پایین‌دست شهرستان ساری و ایستگاه کردخیل پرداخته شد. پس از آماده سازی و بررسی داده‌های هایتوگراف بارش و هیدروگراف سیلاب متناظر آن، زیرحوضه‌های رودخانه در اکستنشن HEC-GeoHMSساخته شد و به HEC-HMSمنتقل شد و مدلسازی بارش رواناب به روش SCSصورت پذیرفت. اعتبارسنجی مدل، نتایج قابل قبول را نشان داد. در نهایت جهت بررسی اولویت سیل‌خیزی زیرحوضه‌ها از حذف تکی زیرحوضه‌ها استفاده شد. بدین صورت که با حذف یک زیر حوضه میزان دبی در خروجی حوضه در حوضه تجن برآورد شد. نتایج نشان داد حوضه های مولد سیل در رودخانه‌ی تجن به ترتیب: ظالمرود، تجن میانی، چهاردانگه، پایاب تجن و سراب تجن می‌باشد.

کلمات کلیدی: مدلسازی، سیلاب، بارش-رواناب، تجن، HEC-HMS

مقدمه یا بیان مسأله

در طول سالیان زندگی بشری، سیل پدیده‌ای است گریز ناپذیر. کشور ما نیز به لحاظ مساحت گسترده و اقلیم‌های گوناگون و بارش‌های متراکم زمانی و مکانی در بیشتر حوضه‌های آبخیز، از این پدیده مستثنی نبوده و سیلاب‌های بزرگی هرسال در کشور به وقوع می‌پیوندد که موارد مخرب آن در حال افزایش است [۱]. تنها اگر به ابعاد سیل‌ها در سال ۱۳۹۸ و خسارات و تلفات آن توجه کنیم اهمیت موضوع مشخص خواهد شد. هزینه‌های بالای اقتصادی تحمیل شده و اثرات همه جانبه آن مسئله مهمی است که باید در بررسی‌های علمی مورد توجه جدی قرار بگیرد. علاوه بر آن تلفات جانی نیز متاسفانه از آمار قابل توجهی برخوردار است که جبران ناپذیر بوده و می‌بایست به منظور کاهش اثرات و پیشگیری از اتفاقات مشابه آتی تمهیداتی اندیشید.

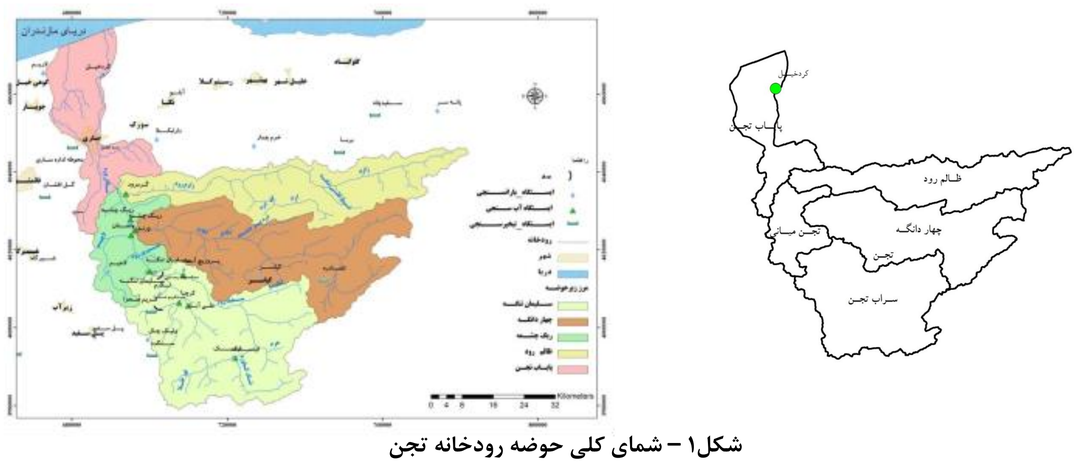
جهت مدلسازی تبدیل بارش به رواناب روش‌های گوناگونی نظیر روش‌های رگرسیونی و جعبه سیاه [۲]، روش‌های توزیعی [۳]، و روش‌های تجربی[۴] در تحقیقات پیشین مورد استفاده قرار گرفته است. با توجه به سهولت و کاربرد بیشتر در حوضه‌های کشور، روش تجربی SCSنتایج قابل قبولی را نشان داده است[۵]. جهان تیغ مقدم (۱۳۷۹)، با استفاده از مدل HEC-HMSبه عنوان یک مدل هیدرولوژیکی مناسب برای حوضه کر و سیوند در استان فارس، به این نتیجه رسید که مدل های مبتنی بر اصول و روش های هیدرولوژیکی نسبت به مدل های مبتنی بر اصول هیدرولیکی، دارای قابلیت بیشتری به منظور پیش بینی زمان واقعی سیل می باشند [۶]. تحقیقات نشان داد نخست در واسنجی پارامترها بایستی از هیدروگراف‌هایی استفاده شود که شکل متعارف زنگوله‌ای داشته باشند و هیدروگراف‌های با تغییر زیاد و یا آن هایی که یک باره به اوج می‌رسند، برای واسنجی مناسب نیستند؛ دوم اینکه، در استفاده از هیدروگراف واحد، جهت برآورد سیلاب، پارامترهای مورد نیاز بر اساس ضرایب پیشنهادی، جواب مناسبی نمی‌دهد و بهتر است که این ضرایب در مناطق مورد مطالعه، واسنجی شوند و سوم اینکه، روندیابی سیل در سطوح مختلف با ایجاد تاخیر زمانی بین وقوع بارندگی، نتایج مطلوب و منطبق با واقعیت به دست می‌دهد[۷]. کوک (۲۰۱۰) به کمک الگوریتم PSOیک مدل بارش رواناب شبکهٔ عصبی را، که در حوضهٔ رودخانهٔ سانجای به کار گرفته شده، کالیبره کرد. مدل در سناریوهای مختلف تک رخداده و چند رخداده و تحت معیار عملکردهای متفاوت ارزیابی و نتایج با رخدادهای مختلف واسنجی نشده صحت سنجی شد. واسنجی چندهدفه با درنظرگرفتن هم زمان دو یا سه تابع هدف صورت گرفت. نتایج نشان داد انتخاب دو تابع هدف مناسب برای واسنجی مسائل چند هدفه مناسب است [۸].

خسروشاهی (۱۳۸۰) به‌منظور تعیین نقش زیر حوضه‌های آبریز در شدت سیل خیزی حوضه دماوند، با استفاده از روش‌های ریاضی آب شناسی ضمن در نظر گرفتن اثرات متقابل عوامل موثر بر سیل خیزی، مناطق خطرساز و سیل خیز را در داخل حوضه تعیین نموده و به عبارتی شدت سیل را در هر یک از زیرحوضه‌ها و یا واحد آب شناسی اولویت بندی نمود. برای این منظور، ابتدا حوضه مورد مطالعه را به هفت زیرحوضه تقسیم خصوصیات فیزیوگرافی زیرحوضه‌ها را با استفاده از GISتعیین نمود. با تعیین داده‌های مورد نیاز، هیدروگراف سیل طراحی برای هر یک از زیرحوضه‌ها و کل حوضه با استفاده از مدل HEC-HMSبدست آمد. با در نظر گرفتن دبی اوج زیر حوضه‌ها و بر اساس تعریفی که برای شاخص سیل خیزی در این پژوهش پیشنهاد شده، در هر بار اجرای مدل به تفکیک اثر هر یک از زیر حوضه‌ها از روندیابی داخل حوضه حذف و مقداری برای خروجی حوضه بدون مشارکت زیرحوضه مورد نظر محاسبه گردید. بدین روش میزان مشارکت هر یک از زیرحوضه‌ها در هیدروگراف سیل خروجی حوضه بدست آمد و اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها با توجه به سهم مشارکت هر یک از آن‌ها در تولید دبی خروجی حوضه انجام شد. محاسبات بدست آمده از اجرای مدل HEC-HMSنشان داد که با روندیابی سیل آبراهه، میزان مشارکت زیر حوضه در سیل خروجی به بزرگی و کوچکی دبی زیرحوضه و در بسیاری از موارد حتی به مساحت زیرحوضه‌ها بستگی ندارد و زیرحوضه‌هایی که دبی بیش تری داشته‌اند، لزوما مشارکت بیش تر در سیل خروجی ندارند. به بیان دیگر، زیرحوضه‌ها نوعی رفتار غیرخطی را از خود بروز داده اند [۹].

در تحقیق حاضر نیز با استفاده از مدل بارش رواناب، با روش SCSو نرم افزار HEC-HMS، مناطق مولد سیلاب در رودخانه تجن تعیین گشت.

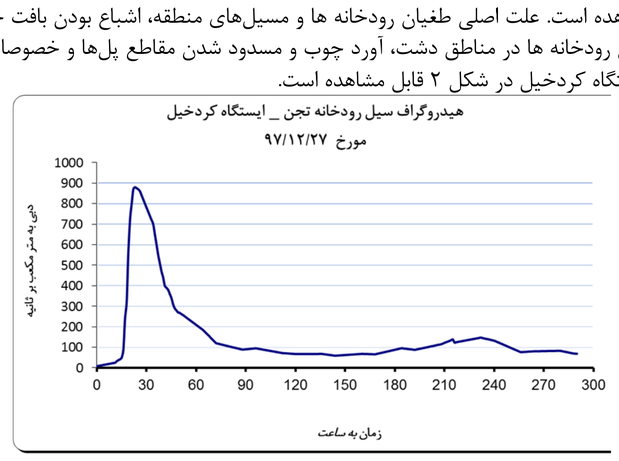
اهداف و روش پژوهش

تجن یکی از رودخانه‌هایی است که در نهایت به دریای خزر می‌ریزد. این رودخانه از کوه هزارجریب و پشت رشته کوه البرز سرچشمه می‌گیرد. تجن ۱۲۰ کیلومتر طول داشته و حوضه آبریز آن حدود ۲۰۰۰ کیلومتر مربع وسعت دارد. این حوضه در فاصله‌ی ۳۶ درجه تا ۳۶ درجه و ۲۲ دقیقه عرض شمالی و ۵۳ درجه و ۳ دقیقه تا ۵۳ درجه و ۲۷ دقیقه طول شرقی قرار دارد. سرشاخه‌های این رودخانه را سفیدرود، گرمرود، شیرین‌رود و ظالم‌رود تشکیل می‌دهند. رودخانه تجن از میان شهر ساری می‌گذرد اما قبل از ورود به شهر، از زمین‌های کشاورزی، مسیرهای جنگلی و روستایی و چندین کارخانه عبور می‌کند. رودخانه تجن در محل شهرستان ساری وارد پهنه ساحلی خزر شده و در ناحیه‌ی ساحلی خزر آباد به دریای خزر می‌ریزد. در شکل ۱ شمای کلی حوضه مشاهده می‌گردد.



شکل۱ – شمای کلی حوضه رودخانه تجن

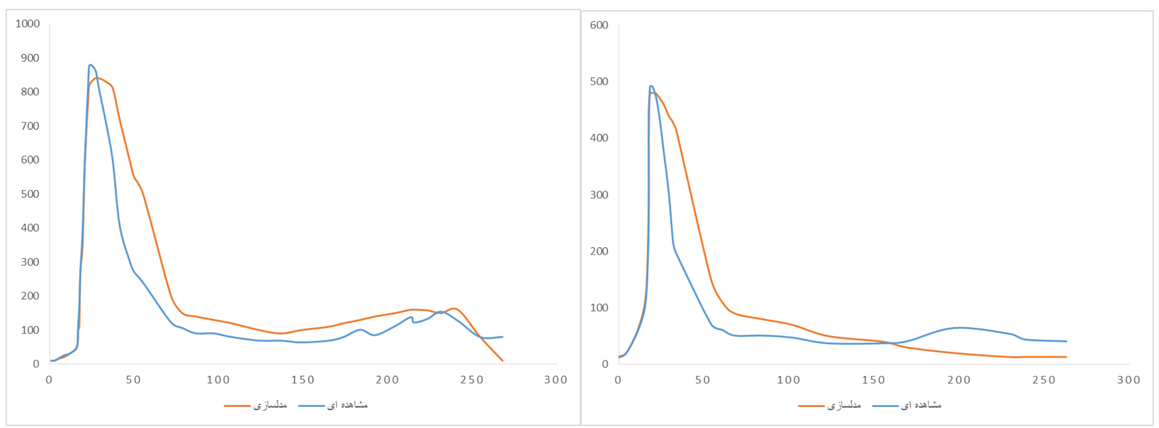
بارندگی سراسری روزهای ۲۷ و ۲۸/۱۲/۹۷ منجر به سیلابی شدن رودخانه ها و مسیل‌ها خصوصا در مرکز و شرق استان مازندران گردید. در شکل ۳ محدوده سیلابی قابل مشاهده است. علت اصلی طغیان رودخانه ها و مسیل‌های منطقه، اشباع بودن بافت خاک به دلیل بارش‌های ماه‌های قبل، ظرفیت ناکافی مقاطع رودخانه ها در مناطق دشت، آورد چوب و مسدود شدن مقاطع پل‌ها و خصوصا شدت بارندگی و تداوم آن بوده است. هیدروگراف سیلاب ایستگاه کردخیل در شکل ۲ قابل مشاهده است.



شکل ۲ – هیدروگراف سیلاب در ایستگاه کردخیل

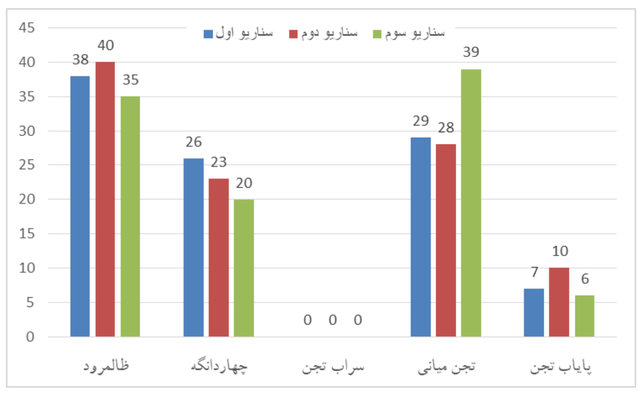
یافته‌های پژوهش

کالیبراسیون مدل با استفاده از داده‌های موجود و بخش بهینه‌سازی نرم‌افزار انجام شد. اعتبار سنجی مدل در شکل ۳برای ایستگاه‌گرمرود و کردخیل نشان داده شده است که نشان از دقت قابل قبول مدل داشته است. در دیگر ایستگاه‌ها نیز همین دقت حاصل شد.



شکل ۳ – نتایج اعتبارسنجی ایستگاه گرمرود (سمت راست) کردخیل (سمت چپ)

پس از بررسی و اعتبارسنجی داده‌ها، بارش موثر هر کدام از حوضه‌ها به ترتیب صفر قرارداده شد و تاثیر هر کدام از زیرحوضه‌ها بر دبی حداکثر تعیین شد. در سناریوی اول بارش هر حوضه برابر با بارش به وقوع پیوسته در اسفند ۹۷ فرض شد. در سناریوی دوم مقدار و زمان بارش در تمام حوضه تجن یکسان فرض شد. در واقع فرض بر این شد که یک هایتوگراف یکسان در کل حوضه تجن باریده است. در سناریوی سوم، بارش به وقوع پیوسته در سناریو دوم، به اندازه زمان تمرکز هر زیرحوضه در نظر گرفته شد. نتایج مطابق شکل ۳ قابل مشاهده است.



شکل ۴ – درصد تاثیر هر کدام از زیرحوضه‌ها بر دبی پیک سیلاب در سناریوهای مختلف

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

با توجه به وجود سد شهید رجایی در نقطه تمرکز حوضه سراب تجن، و فرض خالی بودن ۷۰ درصد مخزن سد و همچنین تخلیه سد به میزان دبی پایه، هیچگونه تاثیری در هر سه سناریو بر دبی پیک سیلاب نداشته است. در واقع سد شهید رجایی، تا رسیدن ایستگاه کردخیل به دبی پیک، تمام حجم سیلاب را در هر سه سناریو در خود جای می‌دهد.

همانگونه که مشخص است در مجموع سه سناریو، تاثیر حوضه ظالمرود بر دبی پیک سیلاب از دیگر حوضه‌ها بیشتر است.

در سناریو سوم با توجه به پهن بودن حوضه تجن میانی و تاثیر همزمانی پیک سیلاب، این حوضه بیشترین تاثیر را بر دبی بیشینه خواهد داشت. و در مجموع سه سناریو در رتبه دوم قرار دارد.

حوضه‌ی چهار دانگه با توجه به مسافت و زمان تاخیر و پوشش گیاهی در رتبه سوم تاثیر بر دبی پیک ایستگاه کردخیل قرار میگیرد.

در نتیجه می‌توان اولویت فعالیت‌های آبخیزداری و کنترل سیلاب و احداث بند را به ترتیب در حوضه‌های ظالمرود، تجن میانی، چهاردانگه، پایاب تجن و سراب تجن بیان کرد.

منابع

1. Sharifi, F., Saghafian, B. and Telvari, A., 2002, March. The great 2001 flood in Golestan Province, Iran: causes and consequences. In Proceedings of the International Conference on Flood Estimation (pp. 11-17).

2. Toth, E. and Brath, A., 2002. Flood forecasting using artificial neural networks in black-box and conceptual rainfall-runoff modelling.

3. Grimaldi, S., Petroselli, A. and Nardi, F., 2012. A parsimonious geomorphological unit hydrograph for rainfall–runoff modelling in small ungauged basins. Hydrological Sciences Journal, 57(1), pp.73-83.

4. Soulis, K.X. and Valiantzas, J.D., 2012. SCS-CN parameter determination using rainfall-runoff data in heterogeneous watersheds–the two-CN system approach. Hydrology and Earth System Sciences, 16(3), pp.1001-1015.

۵. وهابی، جلیل، ۱۳۸۵، پهنه بندی خطر سیل با استفاده از مدل های هیدرولوژیکی و هیدرولیکی (مطالعه موردی طالقان رود)، پژوهش و سازندگی، ۱۹(۲)

۶. جهان تیغ مقدم، ع. ر. ۱۳۷۹. ارائه مدل هیدرولوژیکی در حوضه برای سیستم‌های هشدار سیل (پایان‌نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری). دانشگاه تهران، ص ۱۵۷.

۷. مرید، س.، قائمی، ه.، و میرابوالقاسمی، ه. (۱۳۷۶). ارزیابی مدل HEC-1در تشابه‌سازی بارندگی-رواناب در استان هرمزگان. اولین کنفرانس هیدرولیک ایران.

8.Kuok, K., Harun, S., and Shamsuddin, S. (2010). Particle swarm optimization feedforward neural network for modeling runoff. Int. J. Environ. Sci. Tech. 7 (1), 67-78.

۸. خسروشاهی، م.، و ثقفیان، ب. ۱۳۸۲ بررسی نقش مشارکت زیر حوضه‌های آب‌خیز در شدت سیل خیزی حوضه. مجله پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، ۵۹، ۶۷-۷۵.