



سومین کنفرانس ملی هیدرولوژی ایران

۲۶ تا ۲۸ شهریورماه ۱۳۹۸
دانشگاه تبریز



3rd Iranian National Conference on Hydrology
17-19 Sep. 2019- University of Tabriz

بر آورد زمان پیش‌هشدار سیلاب‌های زنجان‌رود

انیس حسنی^۱، کیومرث ابراهیمی^{۲*}، فرشته مدرسی^۳

۱-دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی منابع آب، گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران (anis.hasani@ut.ac.ir)

۲ و* -استاد، گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران (*نویسنده مسئول: EbrahimiK@ut.ac.ir)

۳-دکتری مهندسی منابع آب، گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

چکیده

سیل از جمله حوادث طبیعی است که سالانه خسارت‌های مالی و جانی بسیاری به مردم و جامعه وارد می‌کند. شناخت هرچه بیشتر از این پدیده و تحلیل مدل‌های بارش-رواناب منجر به پیش‌بینی این پدیده می‌شود. امروزه استفاده از روش‌های غیرسازه‌ای در کنار روش‌های سازه‌ای راهکاری مفید جهت هدایت و کنترل سیلاب و در نتیجه کاهش خسارات ناشی از آن است. از جمله مهم‌ترین روش‌های غیرسازه‌ای می‌توان به سیستم‌های هشدار سیل اشاره کرد. در این راستا حوضه آبریز رودخانه زنجان‌رود که قسمتی از حوضه بزرگ دریای مازندران است برای اجرای مدل رواناب و اجرای سیستم هشدار سیل انتخاب شد. در این مقاله جهت مدلسازی از نرم‌افزار HEC-HMS استفاده شد و روش‌های SCS و Initial and constant به ترتیب جهت تبدیل بارش به رواناب و محاسبه تلفات برای تمامی زیر حوضه‌ها استفاده شد. همچنین جهت روندیابی جریان آبراهه‌ها از روش ماسکینگام برای تمامی آبراهه‌ها استفاده شد. در این تحقیق، برای زیرحوضه‌های مطالعاتی زمان پیش‌هشدار سیل محاسبه شد. نتایج نشان داد که لزوماً نحوه مشارکت زیرحوضه‌ها در شکل‌گیری سیلاب مربوط به دبی اوج آن‌ها نبوده و حوضه‌ها با دبی اوج بیشتر ضرورتاً تأثیری در سیلاب خروجی ندارند. و عواملی نظیر روندیابی آبراهه‌ها و موقعیت مکانی زیر حوضه‌ها، همچنین جنس خاک زیرحوضه‌ها اولویت بندی سیل خیزی حوضه‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

واژگان کلیدی: زمان پیش‌هشدار، زنجان‌رود، سیلاب.



انجمن هیدروئولوژی ایران
National Association of Hydrologists of Iran

سومین کنفرانس ملی هیدروئولوژی ایران

۲۶ تا ۲۸ شهریورماه ۱۳۹۸
دانشگاه تبریز



سومین کنفرانس ملی هیدروئولوژی ایران
3rd National Conference on Hydrology of Iran

3rd Iranian National Conference on Hydrology 17-19 Sep. 2019- University of Tabriz

مقدمه

سیل از جمله بلایای طبیعی در جهان است که هر ساله جان و مال بسیاری را به خطر می‌اندازد (هوانگو همکاران، ۲۰۱۹). در ایران نیز دومین حادثه مخرب پس از زلزله، سیل است. تا به امروز هیچ کشوری صرف نظر از دارایی و پیشرفت تکنولوژی نتوانسته است نواحی سیل‌گیر خود را کاملاً از خطر محفوظ دارد (قاسمی و همکاران، ۱۳۹۲). شناخت هر چه بیشتر این پدیده از نقطه نظرهای مختلف هیدرومئولوژی نظیر سیستم حوضه‌های آبریز، تحلیل مدل‌های بارش_رواناب و تعیین پهنه‌های سیل‌گیر نه تنها موجب کاهش خسارات بلکه منجر به پیش‌بینی پدیده‌ی سیل می‌شود (حاجی بیگلو، ۱۳۹۴). به‌طور کلی کنترل و کاهش خسارات سیل به دو شیوه‌ی سازه‌ای و غیرسازه‌ای قابل انجام است. در روش‌های سازه‌ای تاکید بر مهار سیلاب‌های حوضه است روش‌های سازه‌ای مدیریت سیلاب، به دلایلی مانند هزینه‌های اجرایی بسیار بالا، ایجاد احساس امنیت کاذب برای ساکنین و متعاقباً شکل‌گیری کانون‌های جمعیتی متمرکز در حاشیه رودخانه‌ها و افزایش آسیب‌پذیری، در بعضی موارد موجب تشدید اثرات مخرب سیلاب شده‌اند. امروزه مشخص شده است که این روش به تنهایی برای کاهش خسارات سیل کافی نیست. از جمله روش‌های غیرسازه‌ای که به کمک روش-های سازه‌ای می‌تواند در کنترل و کاهش خسارات سیل مفید باشد سیستم‌های هشدار سیل است (چانگ و همکاران، ۲۰۱۸). که به دلیل هزینه‌های پایین، کارایی و عملکرد بالا، سازگاری با محیط زیست و سهولت اجرا و بهره‌برداری از کارآمدترین و موثرترین روش‌های غیرسازه‌ای می‌باشد. مزیت حائز اهمیت دیگر این سیستم‌ها، زمان فرجه یا زمان پیش‌هشدار است که در اختیار تصمیم‌گیرندگان قرار می‌دهد تا در آن بازه زمانی تمهیداتی را برای کاهش خسارت سیل در نظر بگیرند (کریزوستوفیچ و همکاران، ۱۹۹۴). سه مولفه اصلی سیستم‌های هشدار سیل عبارتند از ۱. پیش‌بینی ۲. پیش‌بینی ۳. تصمیم‌گیری به صورت هوشمند. سیستم پیش، شرایط آب و هوایی را به صورت همزمان و پیوسته به مرکز جمع‌آوری اطلاعات مخابره نموده و در این مرکز وضعیت حوضه آبریز مشخص می‌گردد و با تشخیص شرایط وقوع سیل سیستم پیش‌بینی فعال شده و هیدروگراف سیل را در مناطق مختلف پیش‌بینی می‌کند. و با انعکاس به زیر سیستم تصمیم‌گیرپایین سیستم در مورد نحوه انتشار به مردم تصمیم‌گیری می‌کند (کریزوستوفیچ، 1993). موارد مهم در مطالعات هشدار سیل عبارتند از: مکان‌یابی ایستگاه هشدار سیل، عوامل موثر بر سیل مناطق مختلف، نرم‌افزارهای مورد استفاده، انواع سیستم‌های هشدار سیل و عکس‌العمل ساکنان منطقه نسبت به نصب سیستم. از آن جهت که سیستم هشدار سیل در کشور ما هنوز به مرحله شکوفایی نرسیده و مرحله آزمایش را



سومین کنفرانس ملی هیدرولوژی ایران

۲۶ تا ۲۸ شهریورماه ۱۳۹۸
دانشگاه تبریز



3rd Iranian National Conference on Hydrology 17-19 Sep. 2019- University of Tabriz

سپری می‌نماید مطالعه و تحقیق بر روی مکان‌های ایجاد این سیستم‌ها و استفاده‌های کارآمد از آن‌ها در جهت پیش‌بینی، کنترل و کاهش خسارت‌های منجر شده از سیل، امری سودمند جهت حفظ جان و مال مردم از خطرات سیلاب‌ها است. با توجه به اینکه که هشدار سریع و اقدام اولیه دو عمل در هم پیچیده است هشدار سریع بدون اقدام اولیه کافی نیست و اقدام اولیه در صورتی که با هشدار سریع همراه شود بیشتر می‌تواند برای کاهش خسارات زندگی و پشتیبانی از معیشت مردم کارآمد باشد (جهدی و همکاران، ۱۳۹۵). از جمله روش‌هایی که جهت پیش‌بینی و استفاده از سیستم‌ها می‌توان اشاره کرد توانمندی‌های سنجش از دور و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی است و چنانکه کارگیری داده‌ها و تصاویر ماهواره‌ای به تخمین مناسبی از منطقه مورد مطالعه منجر شده است (آذری و همکاران، ۱۳۸۸). علاوه بر این استفاده از داده‌های ایستگاه‌های خودکار هواشناسی واقع در مناطق سیل‌خیز نیز جهت پیش‌بینی مفید می‌باشد (کردجی و همکاران، ۱۳۹۴). فرآیند بارش-رواناب یک فرآیند هیدرولوژیکی پیچیده است که ممکن است با روش‌های EANN¹ مدل شود تا اطلاعات مربوط به پاسخ حوضه به رویداد بارندگی بدست آید. (نورانی و همکاران، ۲۰۱۹). تنها راه دست‌یابی به سیستم‌های هشدار سیل با کارکرد مطلوب و بهینه‌بازبینی مرتب این سیستم‌ها، جمع‌آوری اطلاعات جدید و استفاده از این اطلاعات در کالیبراسیون سیستم و به روز نگه‌داشتن کاربران سیستم و در مجموع عدم تکرار اشتباه‌های گذشته است (نوروزی و همکاران، ۱۳۸۵). با توجه به سیل‌گیر بودن نقاط بسیاری در کشور، مطالعه بر روی سیستم‌های هشدار سیل و تعیین زمان درست پیش‌هشدار و همچنین طراحی این سیستم‌ها روشی کارآمد در جهت کنترل خسارات سیل می‌باشد، از این‌رو در مقاله حاضر طراحی یک سیستم پیش‌هشدار سیل در حوضه زنجان‌رود که حوضه‌ای سیل‌خیز است، مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته است.

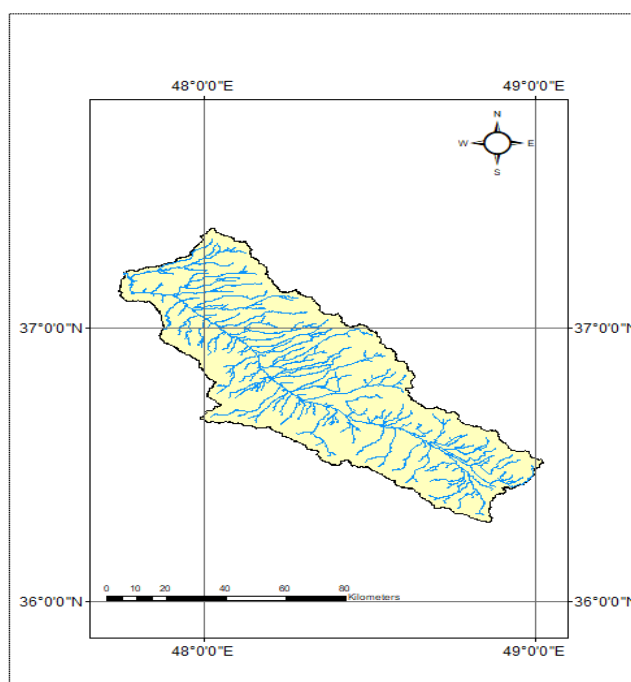
مواد و روش‌ها

برای انجام تحقیق حاضر ابتدا حوضه آبریز رودخانه زنجان‌رود جهت انجام محاسبات بررسی و انتخاب شد. زیر حوضه مورد مطالعه در استان زنجان می‌باشد که یکی از زیر حوضه‌های فرعی سفید رود می‌باشد و در حوضه اصلی دریای مازندران واقع است. زنجان‌رود که در ترکی به زنگان‌چای معروف است یکی از شعب رودخانه قزل اوزن است که از شهر زنجان می‌گذرد. این رودخانه با طول تقریبی ۱۲۰ کیلومتر از حدود

¹ Emotional Artificial Neural Network

3rd Iranian National Conference on Hydrology 17-19 Sep. 2019- University of Tabriz

سلطانیه واقع در جنوب شرق زنجان سرچشمه می‌گیرد و بعد از عبور از جنوب شهر زنجان در حدود روستای رجین در ۸۴ کیلومتر شمال غربی زنجان به قزل اوزن می‌ریزد. در حوضه آبریز زنجان رود جهت امکان سنجی برقراری سیستم هشدار سیل ابتدا خصوصیات فیزیکی حوضه که نشان دهنده وضعیت کلی آن می‌باشد و بر حجم سیلاب تولیدی تاثیر به‌سزایی دارد با استفاده از الحاقیه‌ی Arc Hydro در محیط GIS Arc محاسبه شد. مهمترین خصوصیات محاسبه شده شامل مساحت، شیب حوضه، شیب رودخانه‌ها، طولانی‌ترین مسیر آبراهه، تصحیحات ارتفاعی، جهت جریان، زهکش‌های طبیعی و نیز سایر خصوصیات که در مطالعات منابع آب مهم می‌باشند.



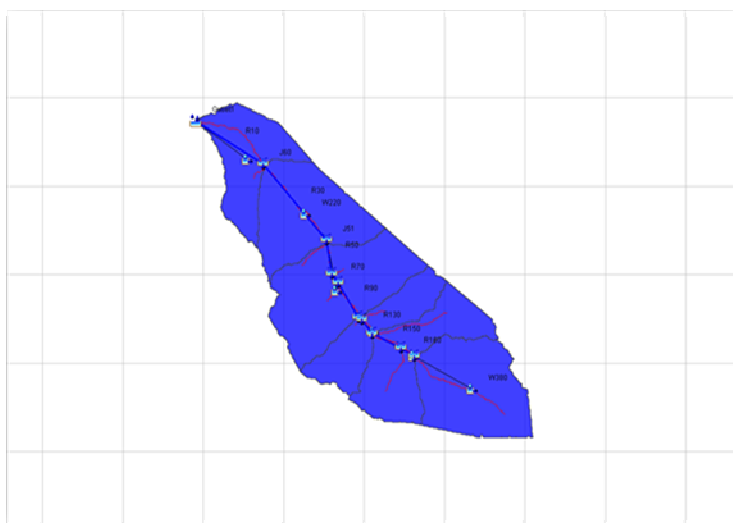
شکل ۱: حوضه آبریز زنجان رود

سپس اطلاعات به‌دست آمده وارد ابزار HEC-GeoHMS در محیط ARC Map شدند و پس از تعیین خصوصیات فیزیکی زیر حوضه‌ها و رودخانه‌ها روش مدل‌سازی هر یک از فرآیندهای هیدرولوژیکی حوضه آبریز برای ناحیه‌ی حوضه تعریف و شماتیک کلی حوزه ترسیم شد. اطلاعات به‌دست آمده وارد مدل بارش-رواناب در محیط نرم‌افزاری HEC-HMS شدند. در این مطالعه از ARC Map 10.3 برای انجام محاسبات فوق استفاده شده است.

مدل بارش-رواناب

3rd Iranian National Conference on Hydrology 17-19 Sep. 2019- University of Tabriz

یکی از مدل‌هایی که برای مطالعات آبخیز داری و سیل‌خیزی کاربرد فراوانی دارد، مدل HEC-HMS است. این مدل، یک مدل نیمه توزیعی است که حوضه آبریز را به عنوان یک سیستم بهم پیوسته با مولفه‌های هیدرولوژیکی و هیدرولیکی نمایش می‌دهد (مدرسی و عراقی نژاد ۱۳۹۳). هر مولفه‌ی مدل یک جنبه از فرآیند بارش-رواناب را در داخل بخشی از حوضه که معمولاً به عنوان زیر حوضه در نظر گرفته می‌شود شبیه‌سازی می‌کند. به عبارت دیگر مولفه‌های مختلفی برای شبیه‌سازی سیستم فیزیکی حوضه ترکیب می‌شوند و هر مولفه قسمتی از محاسبات لازم برای یک هیدروگراف کامل را انجام می‌دهد. برای انجام فرآیند مدل‌سازی در نرم افزار HEC-HMS و برآورد سیلاب و محاسبه هیدروگراف آن در مقاطع مورد نظر در حوضه مورد مطالعه، ابتدا مشخصات فیزیکی حوضه که خروجی مدل HEC-GeoHMS بودند به تفکیک وارد نرم افزار شدند و پس از وارد کردن شرایط اقلیمی منطقه و داده‌های هواشناسی و تنظیم مدل بر اساس شرایط حوضه مدل اجرا شد. در این مطالعه از مدل HEC-HMS 4.0 استفاده شده است. شماتیک حوضه آبریز در مدل HEC-HMS در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲: شماتیک کلی حوضه زنجانرود در محیط HEC-HMS

در مطالعه‌ی حاضر برای تعیین مقادیر سیلاب در چهار ایستگاه سرچم، رامین، مهتر و سهرین که در حوضه زنجانرود قرار گرفته‌اند (شکل ۲)، از روش سازمان حفاظت خاک آمریکا^۱ که برای حوضه‌هایی که در آن‌ها داده‌های اندازه‌گیری دبی رواناب وجود ندارد استفاده شده است. و برای محاسبه تلفات از روش تلفات اولیه و ثابت^۲ برای تمامی زیر حوضه‌ها جهت تبدیل بارش به رواناب از روش استاندارد هیدروگراف واحد

¹SCS

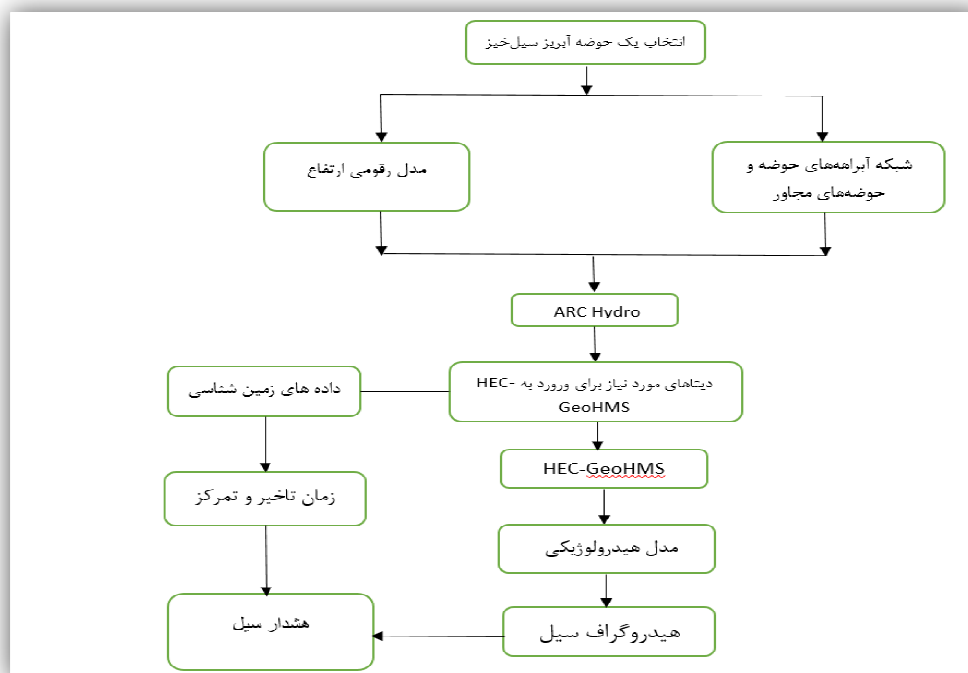
²Initial and constant

3rd Iranian National Conference on Hydrology 17-19 Sep. 2019- University of Tabriz

اشنایدر^۱ استفاده شد که در این روش، مشخصات نقاطی از هیدروگراف محاسبه شد و بر طبق آن هیدروگراف واحد حوضه ترسیم شد. در این روش زمان تاخیر حوضه (t_l) از فرمول زیر محاسبه شد.

$$t_l = c_t(L \cdot L_{ca})^{0.3} \quad (1)$$

همچنین، برای تعیین میزان جریان پایه از روش بازگشتی^۲ و جهت روندیابی جریان آبراهه‌ها نیز از روش روندیابی ماسکینگام^۳ برای تمامی آبراهه‌ها استفاده شد. برای مدل‌سازی بارش نیز روش هیتوگراف تعریف شده^۴ بکار برده شد. مراحل کلی انجام تحقیق، در شکل ۳ نشان داده شده است.



شکل ۳: نمودار مراحل کلی انجام پروژه

¹Snyder unit Hydrograph

²Recession

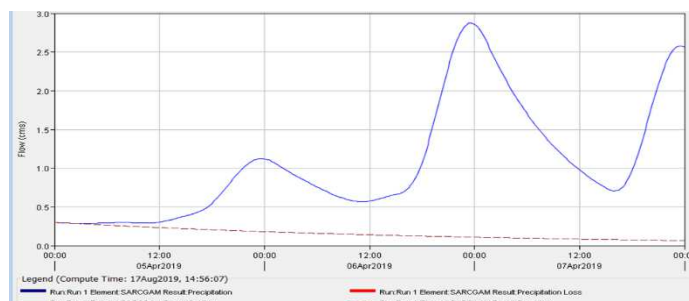
³Muskingum

⁴Specified Hytograph

3rd Iranian National Conference on Hydrology 17-19 Sep. 2019- University of Tabriz

نتایج و بحث

مدل بارش رواناب برای بارندگی های حوضه زنگانرود در بازه‌ی زمانی ۹۸/۱/۱۶ تا ۹۸/۱/۱۹ که آمار سه ساعته از آن‌ها در دسترس بود اجرا شد. هیدروگراف شماره ۱، فرآیندهای اثر گذار بر شبیه‌سازی جریان در ایستگاه سرچم که یکی از چهار ایستگاه این حوضه است را نشان می‌دهد. با توجه به گراف حاضر زمان دبی پیک در تاریخ ۹۸/۱/۱۷ و به مقدار ۲.۹ متر مکعب بر ثانیه می‌باشد. مشابهاً برای تمامی ایستگاه‌ها هیدروگراف مربوطه استخراج شد.



هیدروگراف شماره ۱: گراف کلی نتایج حاصل از تمامی فرآیندهای اثرگذار بر شبیه‌سازی جریان در ایستگاه سرچم

در منطقه مورد مطالعه تنها آمار هیدرومتری و باران‌سنجی ۴ ایستگاه مهتر، سهرین، سرچم و رامین در دسترس بود که در این ایستگاه‌ها زمان تاخیر حوضه با استفاده از فرمول‌های SCS محاسبه شدند. فاصله زمانی بین اوج بارش و دبی اوج سیلاب در هر ایستگاه معیار تعیین زمان پیش هشدار در آن منطقه خواهد بود که شرح آن در جدول شماره ۱ آمده است.

جدول شماره ۱: زمان پیش‌هشدار ایستگاه‌های زنگانرود

ایستگاه	زمان پیش هشدار
مهتر	۳۰ ساعت
رامین	۲۶ ساعت
سهرین	۳۲ ساعت
سرچم	۲۰ ساعت

نتیجه‌گیری

در تحقیق حاضر، برآورد زمان پیش‌هشدار سیل در حوضه زنگانرود مورد بررسی قرار گرفت. محاسبات انجام شده از مدل فوق نشان داد که مشارکت زیرحوضه‌ها در سیل خروجی لزوماً متناسب با دبی اوج زیر حوضه‌ها



سومین کنفرانس ملی هیدرولوژی ایران

۲۶ تا ۲۸ شهریورماه ۱۳۹۸
دانشگاه تبریز



3rd Iranian National Conference on Hydrology 17-19 Sep. 2019- University of Tabriz

نبوده و زیرحوضه‌های دارای دبی اوج بیشتر ضرورتاً تأثیر بیشتری در سیل خروجی حوضه ندارند. و عوامل روندیابی آبراهه‌ها و موقعیت مکانی زیر حوضه‌ها از جمله شیب و جنس خاک منطقه تأثیر بسزایی در این امر دارند.

تشکر و قدردانی (سپاسگزاری)

بدین وسیله از دانشگاه تهران، شرکت مدیریت منابع آب، مؤسسه تحقیقات آب وزارت نیرو و سازمان هواشناسی کشور به دلیل تأمین امکانات و داده‌های لازم جهت انجام این تحقیق و تهیه مقالات مربوطه تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع مورد استفاده

۱. احمدی، ه. اسلامی، س. حشمتی، پ. شبیه سازی بارش-رواناب و ایجاد سیستم هشدار سیل با استفاده از نرم‌افزار HEC-HMS. پنجمین همایش ملی فضای جغرافیایی، رویکرد آمایشی، مدیریت محیط.
۲. اردلان، علی. هلاکوینیایی، ک. هنرور، م. کبیر، م. زنگانه، ع. کشتکار، ع. پاکمنش، م. سامانه هشدار اولیه سیل برق آسای استان گلستان. فصلنامه پایش. سال هشتم. شماره دوم.
۳. بازاری، س. ملازاده، م. ۱۳۹۶. بررسی انواع سیستم‌های هشدار سریع سیل. دومین کنفرانس بین-المللی مهندسی عمران، معماری و مدیریت بحران.
۴. بیات سرمدی، ب. شجاعی، ف. زیاری، م. ۱۳۹۴. نقش سیستم‌های پیش‌بینی و هشدار سیل در مدیریت ریسک مخاطره سیل. هفتمین کنفرانس بین‌المللی مدیریت جامع بحران.
۵. پریسای، ز. شیخ، و. اوثق، م. بهره‌مند، ع. پهنه‌بندی خطر سیل با دو مدل ماد کلارک و HEC-RAS در آبخیز سد بوستان استان گلستان. ۱۳۹۳. نشریه آب و خاک. جلد ۲۸، شماره ۴.
۶. ترابی، م. صمدی، ا. ضرورت مقایسه سامانه‌های هشدار سیل از نظر عملکرد فنی. ۱۳۹۵. چهارمین کنفرانس جامع مدیریت و مهندسی سیلاب. سالن همایش‌های وزارت نیرو.
۷. حاجی بیگلو، م. رشیدی، م. سربازی، م. ایجاد سیستم هشدار سیل با رویکرد تحلیل خسارت در امر مدیریت بحران. ۱۳۹۴. مجله علمی کشاورزی. دوره ۳۸. شماره ۳. صفحه ۸۹-۱۰۳.
۸. حاجی بیگلو، م. شجاعی، ح. رشیدی، م. کاربرد روش‌های مدیریت یکپارچه مدل‌های هیدرولوژیکی و هیدرولیکی در برقراری سیستم هشدار سیل رودخانه گرمی‌چای. ۱۳۹۵. نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک. شماره اول.
۹. دخانی، س. اهمیت مشارکت ساکنان حوضه آبریز در کارایی سامانه‌های هشدار سیل در حوضه آبخیز. چهارمین کنفرانس بین‌المللی یافته‌های نوین در علوم کشاورزی، منابع طبیعی و محیط زیست.



سومین کنفرانس ملی هیدرولوژی ایران

۲۶ تا ۲۸ شهریورماه ۱۳۹۸
دانشگاه تبریز



3rd Iranian National Conference on Hydrology 17-19 Sep. 2019- University of Tabriz

۱۰. دهبان، ح. ایمانی، س. فرخ‌نیا، ا. روزبھانی، ر. حسن‌لی، ا. ارزیابی نتایج بارش روزانه مدل GFS جهت صدور پیش‌هشدار سیل. پنجمین کنفرانس جامع مدیریت و مهندسی سیلاب.
۱۱. طاعتی‌زاده، ح. سیزیوند، ر. سیزیوند، ش. ۱۳۹۴. فرآیند مطالعات اجتماعی در مطالعه و طراحی سیستم‌های هشدار سیل. دهمین سمینار بین‌المللی مهندسی رودخانه. دانشگاه شهید اھواز.
۱۲. عسگری، س. ابراهیمی، ک. کاربرد توزیع گامبل در تعیین دبی حداکثر لحظه‌ای آبریز طالقان. هفتمین کنفرانس جامع مدیریت و مهندسی سیلاب.
۱۳. عظیمی، و. حسنی، ن. ابراهیمی، ک. عسگری، ع. اهمیت تحلیل روند دبی‌های پیک سالانه در سامانه‌های هشدار سیل. ۱۳۹۶. فصلنامه دانش پیشگیری و مدیریت بحران. دوره هفتم شماره اول.
۱۴. قاسمی، ع. حاجی بابایی، ا. شمسایی، ا. ۱۳۹۲. مدیریت سیلاب، سامانه پیش‌بینی و هشدار سیل. کنفرانس ملی مدیریت سیلاب.
۱۵. کردجزی، م. رضوی، م. رحمن‌نیا، م. لزوم استفاده از سامانه هشدار سیل سریع جهت پیش‌بینی بارش‌های سیل آسا در استان گلستان. ۱۳۹۴. سومین کنفرانس ملی مدیریت و مهندسی سیلاب.
۱۶. مدرسی، ف. عراقی‌نژاد، ش. ۱۳۹۶. آموزش کاربردی مدل سازی هیدرولوژیکی حوضه آبریز در HEC-HMS و HEC-GeoHMS. نشر نوآور. چاپ دوم. ۳۰۴ ص.
۱۷. نام درست، ج. بنی‌هاشمی، م. کاظمی‌زاد. ر. ۱۳۹۳. توسعه سامانه پیش‌بینی هشدار سیل حوضه آبریز رودخانه قمرود. دومین کنفرانس ملی مدیریت و مهندسی سیلاب.
۱۸. نوری، ا. غواصیه، ا. عطاری، ج. بهبھانی، م. ارزیابی قابلیت اعتماد سامانه هشدار سیل رودخانه مادرسو. ۱۳۸۵. هفتمین سمینار بین‌المللی مهندسی رودخانه. دانشگاه شهید چمران.
19. Atiq, M., Tariq, R. and N. Giesen. 2012. Floods and flood management in Pakistan. *Physics and Chemistry of the Earth*, 4(5): 11-20.
20. Basha, E., Rus, D. (2007). "Design of Early Warning Flood Detection Systems for Developing Countries" *journal of*
21. Chang, L,c., Chang,F, J., Yang, S, N., Kao, I., Ku, Y, Y., KUO, C, L. (2018)." Building an Intelligent Hydroinformatics Integration Platform for Regional Flood Inundation Warning Systems" *Journal of Water*.
22. Garambois, P, A., Larnier, K., Roux, H., Labat, D., Dartus, D. (2014)" Analysis of flash flood-triggering rainfall for a process-oriented hydrological model" *Journal of Atmospheric Research*, 137, 14-24.
23. Huang, w., cao, Z, Huang, M., Duan, W., Ni, Y., Yang, w. ". (2019). "A New Flash Flood Warning Scheme Based on Hydrodynamic Modelling, *Journal of Water*.
24. Krzysztofowicz, R. (1993). "A Theory of Flood Warning Systems", 29(12), 3981-3994.
25. Krzysztofowicz, R., Kelly, K, S. (1994). "Reliability of Flood Warning systems", 120(6).



انجمن هیدرولوژی ایران
Iranian Association of Hydrology (IAH)

سومین کنفرانس ملی هیدرولوژی ایران

۲۶ تا ۲۸ شهریور ماه ۱۳۹۸
دانشگاه تبریز



سومین کنفرانس ملی هیدرولوژی ایران
3rd National Conference on Hydrology of Iran

3rd Iranian National Conference on Hydrology
17-19 Sep. 2019- University of Tabriz
