

ایجاد سیستم هشدار سیل با رویکرد تحلیل خسارت در امر مدیریت بحران (مطالعه موردی: شهر میانه)

محبوبه حاجی بیگلر^{۱*}، محمد رشیدی^۲ و محبوبه سربازی^۳

^{۱*} - نویسنده مسئول، دانش آموخته کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشگاه یزد، Hajibigloo_m@yahoo.com

^۲ - دانش آموخته کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، دانشگاه ارومیه

^۳ - دانش آموخته کارشناسی ارشد مدیریت مناطق بیابانی، دانشگاه تهران

تاریخ پذیرش: ۹۳/۷/۵

تاریخ دریافت: ۹۲/۱۲/۱۷

چکیده

یکی از حوادث طبیعی که سالانه خسارت‌های زیادی به مردم و جامعه وارد می‌کند، سیل می‌باشد. سیستم هشدار بهنگام سیل اطمینان حاصل می‌کند که بهره‌مندان نهایی سیستم پیش‌بینی، هشدار مناسب را در زمان مناسب دریافت می‌کنند و عکس‌العمل مناسب را برای حفظ و به حداقل رسانیدن آسیب به دارایی‌هایشان انجام می‌دهند. در این راستا حوضه آبریز رودخانه قرنقوچای که موجب سیل‌های عظیمی در شهر میانه گردیده است برای اجرای سیستم هشدار سیل انتخاب شد. در این مقاله مدل‌سازی هیدرولوژیکی برای حوضه مذکور با استفاده از نرم افزار HEC-HMS انجام و برای کل زیر حوضه‌های به‌دست آمده، معادله روندیابی ماسکینگام مورد استفاده قرار گرفت. از میان سیلاب‌های واقع شده در استان آذربایجان شرقی، سیلاب ۱۳۸۲/۱۲/۱۶ برای واسنجی کردن مدل بارش- رواناب هشدار سیل استفاده گردید. با بررسی تداوم رگبارها و مقدار آن‌ها، زمان پیش‌هشدار برای هر یک از ایستگاه‌های هشداردهنده محاسبه شد. پس از تعیین زمان پیش‌هشدار براساس فراوانی رگبارهای ایستگاه هشترود، سیستم هشدار سیل برای مناطق سیل‌گیر در محدوده طرح متناسب با آستانه‌های درجه سیلاب طراحی گردید. براساس آسیب‌پذیری روستاهای حاشیه رودخانه و مطالعه سوابق سوانح طبیعی در منطقه و ارزیابی خسارت‌های احتمالی وارده به شهر میانه، دستورالعمل اقدامات شرایط اضطرار تهیه شد.

کلیدواژه‌ها: سیل‌خیزی، مدل بارش‌رواناب، آستانه هشدار، هشدار سیل، طرح فعالیت اضطراری.

Flood Warning Systems Approach to Damage Analysis Indisaster Management (Case Study: Mianeh-City)

M. Hajibigloo, M. Rashidi² and M. Sarbazi

1* - M.Sc. Watershed Management, Yazd University, Yazd, Iran

2- M.Sc. Irrigation, Urimia University, Urimia, Iran

3- M.Sc. Desert Management, Tehran University, Tehran, Iran

Received: 8 March 2014

Accepted: 27 September 2013

Abstract

One of the natural disasters that annually causes a lot of damage to people and society, is flood. Timely flood warning system to ensure that final beneficiaries forecasting system, an appropriate warning is received at the appropriate time and the appropriate response to protect and minimize the damage done to their finances. In this regard, Gharanghoochay river catchment, causing massive floods in Mianeh city has been selected to implement a flood warning system. In this paper, hydrological modeling for the basin using HEC-HMS software was obtained and for the entire sub-basin, Muskingum dynamics equations have been used. The flood located in east Azerbaijan province, floods 2004.06.03 calibrate the model rainfall - runoff flood warning was used. Continuity check with showers and amount of time before the alarm warning signal for each station was calculated. After pre-determined according to abundance of caution showers Hashtrood station, flood warning systems for flooding areas within the mat-o-flood plan has been designed to suit the threshold. Under-taking damage riverbank villages and history of natural

disasters in the region and assess the damages incurred to the Mianeh city, emergency action guidelines was prepared.

Keywords: Flooding, Model of rainfall – runoff, Warning threshold, Flood warning, Emergency action plan

یکی از اجزای مهم سیستم هشدار سیل، سیستم پایش می باشد. لذا توسعه سیستم پایش با اطمینان پذیری بالا از نظر اندازه گیری، مخابره، دریافت و پردازش داده‌ها، لازمه ایجاد سیستم پایش‌بینی پیشرفته و خودکار می‌باشد. در این راستا سیستم‌های مختلفی در کشورهای دنیا با توجه به امکانات و تجهیزات موجود ایجاد شده است. در بسیاری از این سیستم‌ها از دستگاه‌های اندازه‌گیری خودکار با دقت بالا برای اندازه‌گیری داده‌ها و از سیستم‌های ماهواره‌ای برای مخابره و دریافت اطلاعات استفاده شده است (کارآموز، ۱۳۷۸). در ارتباط با برقراری سیستم‌های هشدار سیل در کشورهای مختلف تحقیقات زیادی صورت گرفته است که می‌توان به موارد زیر اشاره نمود.

خدایی (۱۳۸۵) در تحقیقی با عنوان پایش‌بینی و هشدار، ابزاری کارآ برای همزیستی با سیلاب به ضرورت ایجاد سیستم هشدار سیلاب در حوضه آبریز گلابدره و دربند استان تهران، پرداخته و اجزای سیستم هشدار سیل را بررسی نمود. در تحقیقی توسط ولایتی (۱۳۸۶) اهمیت مدیریت ریسک سیلاب در برنامه ریزی روستایی در حوضه آبریز کارده مشهد بررسی شد. در این تحقیق با استفاده از سه نوع مدل آماری توابع توزیع احتمال، مدل رگرسیون و مدل سری زمانی ARIMA مدل‌سازی ریسک سیلاب حوضه‌ها بررسی شد و مدل $ARIMA(1,2,3)$ به عنوان بهترین برازش انتخاب گردید. بنی حبیب (۱۳۸۸) در تحقیقی با عنوان ارزیابی اثر سناریوهای گوناگون کاربری اراضی حوضه روی زمان پایش‌هشدار سیلاب شمال تهران به مقایسه زمان پایش‌هشدار سیلاب‌های با دوره بازگشت مختلف پرداخت و مشخص گردید که کوتاهترین زمان پایش‌هشدار مربوط به سناریوی مدیریت نامناسب حوضه در سال ۱۳۶۷ بوده است. آذری (۱۳۸۸) در تحقیقی دیگر با عنوان شبیه‌سازی و هشدار سیل با تلفیق مدل‌های آشناس سامانه اطلاعات جغرافیایی در برروی حوضه رودخانه مادرسو واقع در استان گلستان عوامل مؤثر در ایجاد سیلاب حوضه را شناسایی نمود و با تلفیق داده‌های سنجش از دور در قالب تصاویر ماهواره ای و مدل بارش - رواناب و مدل هیدرولیکی، میزان گسترش سیلاب در منطقه را مشخص نمود. افتخاری (۱۳۸۸) در تحقیقی با عنوان ارزیابی پهنه‌بندی روستاهای در معرض خطر سیلاب با استفاده از مدل HEC-GEO RAS در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی، میزان خطرپذیری روستاهای در معرض خطر سیلاب در حوضه گرگانرود را بررسی کرد و پهنه سیلاب با دوره بازگشت های مختلف را استخراج نمود تا آسیب‌های ناشی از سیلاب در مناطق روستایی به حداقل ممکن کاهش یابد. امیر احمدی (۱۳۹۰) در تحقیقی با عنوان ریزپهنه‌بندی خطر سیلاب در

مقدمه

اقلیم مدیترانه‌ای کشور و تراکم زمانی و مکانی بارش‌ها در اکثر حوضه‌های آبریز سبب شده که سیلاب‌های عظیمی در این حوضه‌ها به‌وقوع پیوسته و خسارت‌های فراوان جانی و مالی به‌بار آید. در این راستا سایر کشورها نیز گریبانگیر این بلای طبیعی بوده و هستند (سادات آشفته، ۱۳۸۸).

بسته به سیاست‌های اعمال شده توسط دولت‌ها، نحوه برخورد با این بلایای طبیعی متفاوت بوده است. به عنوان مثال در کشور ژاپن سیاست‌های اعمال شده شامل ذخیره هر چه بیشتر سیلاب برای استفاده در مصارف آبی بوده است. این سیاست مبتنی بر دیدگاه استفاده هر چه بیشتر سیلاب برای استفاده در منابع آبی بوده است. در ایران با وجود منابع محدود آب در اکثر حوضه‌های آبریز کشور، سیاست سیل‌زدایی با هدف طراحی و بهره‌برداری از سازه‌های هیدرولیکی برای تخلیه سیلاب بدون بروز خسارت در پایین دست آن‌ها اعمال می‌گردد (حیدری، ۱۳۹۰).

به کارگیری سیستم‌های پایش‌بینی و هشدار و تحقیق و بررسی در زمینه یافتن بهترین روش‌ها به امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر تبدیل شده است. یکی از این حوادث که سالانه خسارت‌های زیادی به مردم و جامعه وارد می‌کند، سیل می‌باشد. سیستم هشدار بهنگام سیل اطمینان حاصل می‌کند که بهره‌مندان نهایی سیستم پایش‌بینی، هشدار مناسب را در زمان مناسب دریافت می‌کنند و عکس‌العمل مناسب را برای حفظ و به حداقل رسانیدن آسیب به دارایی‌هایشان انجام می‌دهند (برزگر، ۱۳۹۱).

سیستم‌های هشدار سیل را با عنایت به نوع و قابلیت فن‌آوری به‌کار گرفته در اجزای مختلف آن (در مراحل سنجش داده‌های پایه، مخابره داده‌ها، پردازش و چگونگی پایش‌بینی سیل) به دو نوع کلی دستی و خودکار تقسیم می‌کنند (بی‌نام، ۱۳۸۸).

به طور کلی اجزای سیستم هشدار سیلاب جامع شامل موارد زیر می‌باشد:

- پایش سیلاب
- پایش‌بینی شدت و زمان سیلاب ناگهانی و سطح مشخصی از سیلاب
- تفسیر پایش‌بینی برای تعیین اثرات سیلاب بر روی سطح تصمیم‌گیری
- توزیع و انتشار پیام‌های هشدار
- پاسخگویی به هشدارها از طریق سازمان‌ها و جوامع درگیر
- بازنگری سیستم هشدار بعد از وقوع سیلاب
- برای ایجاد و درک درست از سیستم‌های هشدار سیلاب می‌بایست کلیه اجزای سیستم را شناخته و مورد ارزیابی قرارداد.

پایین‌ترین سطح دریاچه از ۱۵ سیل شدید ثبت شده تاریخی در دوره سال‌های ۱۹۵۴-۱۶۰۰ میلادی ۴/۰۷ متر بود که این عدد معادل ۸۰ درصد داده‌های ثبت شده در دوره سال‌های ۲۰۰۴-۱۹۲۱ میلادی می‌باشد. آن‌ها نتیجه گرفتند که امکان بازسازی سیل‌های گذشته که در آن داده ثبت شده وجود دارد برای پیش‌بینی سیل شدید در آینده که ممکن است تأثیر اجتماعی و اقتصادی در حوضه آبریز تایهو داشته باشد، وجود دارد. تسونگ و همکاران^۷ (۲۰۱۳) در تحقیقی به بهبود پیش‌بینی سیل حاصل از یک رگبار در یک حوضه آبریز کوهستانی تایوان پرداختند و بیان کردند استفاده از مدل اقلیم بارش رگبار^۸ (TRCM)، بهترین پیش‌بینی را ارائه می‌دهد. جودی لاورنس و همکاران^۹ (۲۰۱۳) در تحقیقی با عنوان بررسی عدم قطعیت تغییرات آب و هوایی برای واسنجی کردن مدیریت تطبیقی تغییر خطر سیل، یک روش سریع و نسبتاً کم هزینه برای کشف مفاهیمی از سناریوهای داده و آن را برای گویا کردن اهداف، برای رودخانه هوت^{۱۰} واقع در پایین جزیره شمالی نیوزیلند اعمال کردند. گارامبویس و همکاران^{۱۱} (۲۰۱۴) در تحقیقی با عنوان تجزیه و تحلیل سیلاب‌های سریع ناشی بارندگی با یک مدل هیدرولوژیکی فرآیندگرا، نتایج پاسخ-های هیدرولوژیکی حوضه آلودی^{۱۲} در پیرتن^{۱۳} را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که وابستگی بین توزیع مکانی و زمانی بارش در مقیاس حوضه آبریز، مورفولوژی حوضه آبریز و پاسخ رواناب وجود دارد.

زیرحوضه‌های مورد مطالعه، قسمتی از حوضه بزرگ سفیدرود و زیرحوضه‌های مهم و اصلی رودخانه قزل‌اوزن است که بر روی رودخانه‌های آجی‌چای، آیدوغموش، قرانقوچای، شهرچای و گرمی‌چای می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این محدوده در استان آذربایجان شرقی، شهرستان‌های میانه، هشترود و بستان‌آباد و از نظر موقعیت جغرافیایی در حد فاصل طول شرقی ۲۳° ۲۵ تا ۴۶° ۴۴' ۱۰" عرض شمالی ۳۴° ۴۳ تا ۳۶° ۳۹' ۳۷" واقع گردیده است. در مقاله حاضر مطالعات امکان‌سنجی برقراری سیستم هشدار سیل بر روی رودخانه اصلی قرنقوچای و سرشاخه‌های فرعی منتهی به آن انجام گرفته است. رودخانه قرنقوچای از سرشاخه‌های مهم رودخانه قزل‌اوزن است که از کوه‌های سه‌سهند سرچشمه گرفته و در جهت غربی - شرقی جریان داشته و در حوالی آبادی آچاچی و در ۳ کیلومتری جنوب شهر میانه پس از قطع جاده ترانزیتی تهران - تبریز به رودخانه

محدوده شهر سبزووار در راستای توسعه‌ی پایدار شهری محدوده‌های بحرانی بافت شهری در برابر سیلاب و آب‌گرفتگی را مشخص و خسارت‌های ناشی از سیل در قالب نقشه‌ی ارزیابی خسارت را ارائه کرد. حاجی بیگلو (۱۳۹۱) در تحقیقی با عنوان امکان‌سنجی برپایی سیستم هشدار سیل در رودخانه با رویکرد تحلیل خسارت در حوضه رودخانه دوغ در استان گلستان ضرورت اجرای سیستم هشدار سیل در این حوضه را بررسی کرد. پس از تعیین زمان پیش‌هشدار براساس فراوانی رگبارهای ایستگاه پارک ملی، سیستم هشدار سیل برای مناطق سیل‌گیر در محدوده طرح متناسب با آستانه‌های درجه سیلاب طراحی گردید. در تحقیقی دیگر توسط نوری (۱۳۹۱)، مدل HEC-HMS و WMS در شبیه‌سازی هیدرولوژیکی رودخانه در پیش‌بینی سیلاب حوضه آبریز قره مورد ارزیابی قرار گرفت و نتایج صحت‌سنجی نشان داد که روش اداره حفاظت خاک آمریکا در مدل HEC-HMS در شبیه‌سازی دبی اوج آبمورد با داده‌های مشاهداتی تطابق بهتری دارد.

یانگ و تی‌سای^۱ (۲۰۰۰) با استفاده از سیستم FGIS^۱، شبیه‌سازی دشت سیلابی و محاسبات خسارت‌های سیل و همچنین خصوصیات سیل در کشور تایوان را مطالعه نموده و برای کاهش خسارت‌های سیل، روش‌های مدیریتی را ارائه نمودند. استفان^۲ (۲۰۰۲) به بررسی خصوصیات سیل در سال‌های ۱۹۹۶ و ۱۹۹۷ در حوضه آبخیز سنگ زرد در ایالت مونتانا، آمریکا پرداخت و مشاهده نمود براساس مدل بارش - رواناب به‌دست آمده از حوضه اکثر سیلاب‌های تند مربوط به خصوصیات رگباری بارش‌ها می‌باشد. عتیق و همکاران^۴ (۲۰۱۲) در تحقیقی با عنوان سیل و مدیریت سیل در پاکستان، رفتار جاری شدن سیل از حوضه‌های بزرگ و مدیریت سیل در سطح ملی را بررسی کردند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که بارش باران‌های موسمی منبع اصلی سیل در حوضه سند می‌باشد، در حالی که امواج دریای مدیترانه بر دریای عرب، باعث جاری شدن سیل در حوضه خاران و منطقه ساحلی مکران می‌گردد و باعث خسارت‌های عمده اقتصادی می‌شود. آن‌ها شکل‌گیری ستاد مدیریت بحران را در سطح ملی و فدرال را مؤثر در امر مدیریت بحران سیل بیان کردند. یانگ فی و همکاران^۵ (۲۰۱۳) در تحقیقی با عنوان تجزیه و تحلیل رخدادهای سیل در طول ۴۰۰ سال گذشته در دریاچه تایهو^۶ در چین سعی کردند رخدادهای تاریخی سیل را بازسازی کرده و سطوح سیل به‌دست آمده از این سیل‌های تاریخی با داده‌های اندازه‌گیری شده با تجهیزات مدرن مورد مقایسه قرار گیرد. نتایج نشان داد که

7- Tsung et al.

8- Tundra Regime Climate Model

9- Judy Lawrence et al.

10- Hutt

11- Garambois et al.

12- Aude

13- Pirnean

1- Yang and Tsai

2- Flood GIS

3- Stephen

4- Atiq et al.

5- Yongfei et al.

6- Taihu

(CN)، ضرایب روش روندیابی ماسکینگام (K و X) و بررسی سیلاب‌ها و بارش‌های متناظر آن در حوضه‌های مطالعاتی صورت گرفته است (شعبان زاده، ۲۰۰۵). در روش اداره حفاظت خاک آمریکا مقادیر CN با توجه به گروه هیدرولوژیکی خاک و کاربری اراضی استخراج گردید.

برای دستیابی به اطلاعات هیدرولوژیک مورد نظر، کلیه ایستگاه‌های هیدرومتری اطراف منطقه مورد مطالعه شناسایی و آمار آن گردآوری گردید. در جدول (۲) ویژگی‌های ایستگاه‌های آب‌سنجی محدوده مورد مطالعه آمده است. لازم به تذکر است که ایستگاه‌های سد سهند و ساری‌قمیش فاقد آمار می‌باشند.

در شکل (۲) لایه کاربری اراضی حوضه آبریز قرقوچای نشان داده شده است. در جدول (۳) گروه هیدرولوژیکی خاک برای هر زیر حوضه با توجه به بررسی عکس‌های ماهواره‌ای، بازدید از منطقه مورد مطالعه و بررسی میزان نفوذپذیری چند نمونه از خاک به طور میانگین یک گروه هیدرولوژیکی در نظر گرفته شد که در جدول زیر آمده است. سپس با استفاده از پارامترهای موجود، مقادیر سیلاب با استفاده از روش اداره حفاظت خاک آمریکا از مدل HEC-HMS استخراج شده است. در فرآیند مدل‌سازی حوضه‌های مورد مطالعه، در مدل حوضه، روش شماره منحنی به عنوان روش تلفات، آبنمود واحد اداره حفاظت خاک آمریکا به عنوان روش تبدیل بارش به رواناب انتخاب گردیده است که جزئیات آن با به کار بردن روش سازمان حفاظت خاک آمریکا محاسبه شده و در این مدل وارد شده است.

سپس با مدل کردن پارامترهای یاد شده، مقادیر سیلاب خروجی در زیرحوضه‌ها و دیگر عنصرهای هیدرولوژیکی حوضه مطالعاتی در دوره بازگشت‌های مختلف محاسبه شده است. پس از بررسی آبنمودهای مشاهداتی، تعداد ۱۵ آبنمود برای واسنجی مدل در محل ایستگاه چپینی و شش آبنمود برای واسنجی مدل در محل ایستگاه تونل هفتم انتخاب گردید که در تاریخ‌های رخداد سیل حوضه در حالت نیمه‌مرطوب قرار داشته است. برای واسنجی مدل در زیرحوضه‌های بالادست ایستگاه چپینی، از تعمیم هایتوگراف بارش ایستگاه باران‌سنجی ثبات هشت‌رود استفاده شده است.

پس از واسنجی مدل و بهینه‌سازی پارامترهای ورودی، مقادیر سیلاب خروجی در زیرحوضه‌ها و دیگر عنصرهای هیدرولوژیکی حوضه در دوره بازگشت‌های مختلف محاسبه شده است که جزئیات آن در جدول (۴) آورده شده است.

قرنل اوزن وارد می‌گردد. شکل (۱) موقعیت حوضه مطالعاتی را نشان می‌دهد.

فیزیوگرافی حوضه آبریز مورد مطالعه

در حوضه آبریز رودخانه قرقوچای جهت امکان‌سنجی برقراری سیستم هشدار سیل ابتدا خصوصیات فیزیکی حوضه که نشان‌دهنده وضعیت کلی آن می‌باشد و بر حجم رواناب و سیلاب تولیدی تأثیر به‌سزایی دارد، محاسبه گردید. مهمترین این خصوصیات شامل مساحت، شکل، وضعیت ارتفاعی، شیب و طول آبراهه اصلی که در مطالعات مختلف منابع آب از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد.

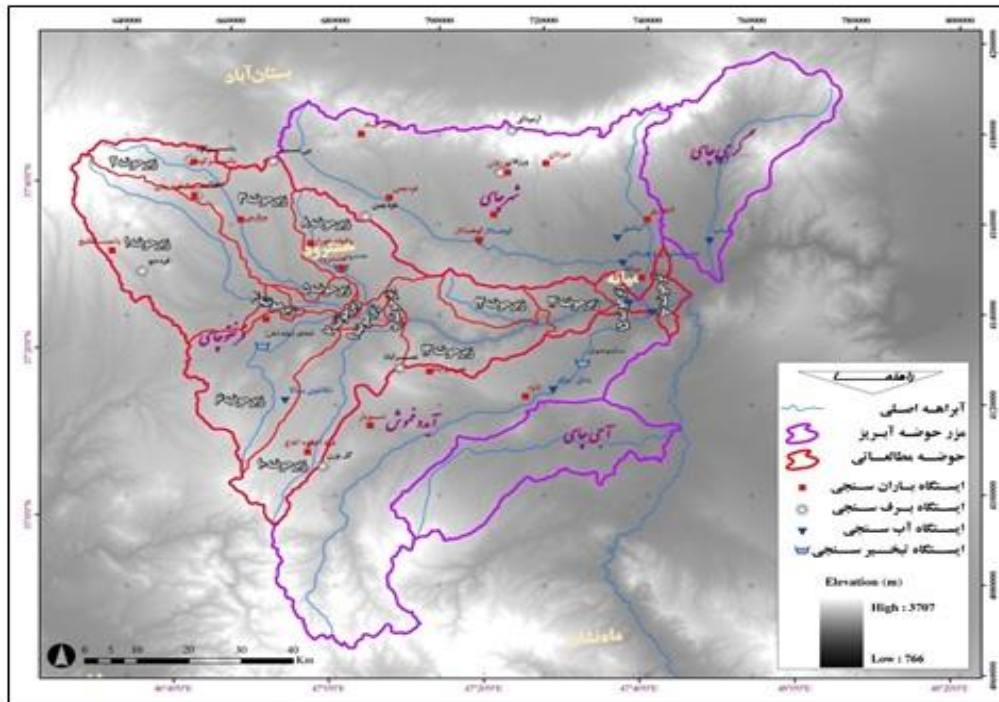
در این مطالعات برای تعیین خصوصیات مهم فیزیوگرافیک مورد نیاز، از لایه‌های رقمی با دقت ارتفاعی ۲۰ متر که از نقشه‌های رقومی آستر استخراج شده و دقت آن در حد نقشه‌های ۱:۵۰۰۰۰ می‌باشد، استفاده گردیده است. پردازش داده‌ها نیز به وسیله نرم‌افزار ArcGIS و Global Mapper انجام گرفته است. در جدول (۱) مشخصات فیزیوگرافی زیر حوضه‌های مطالعاتی آورده شده است.

سیل خیزی و میزان رواناب حوضه قرقوچای

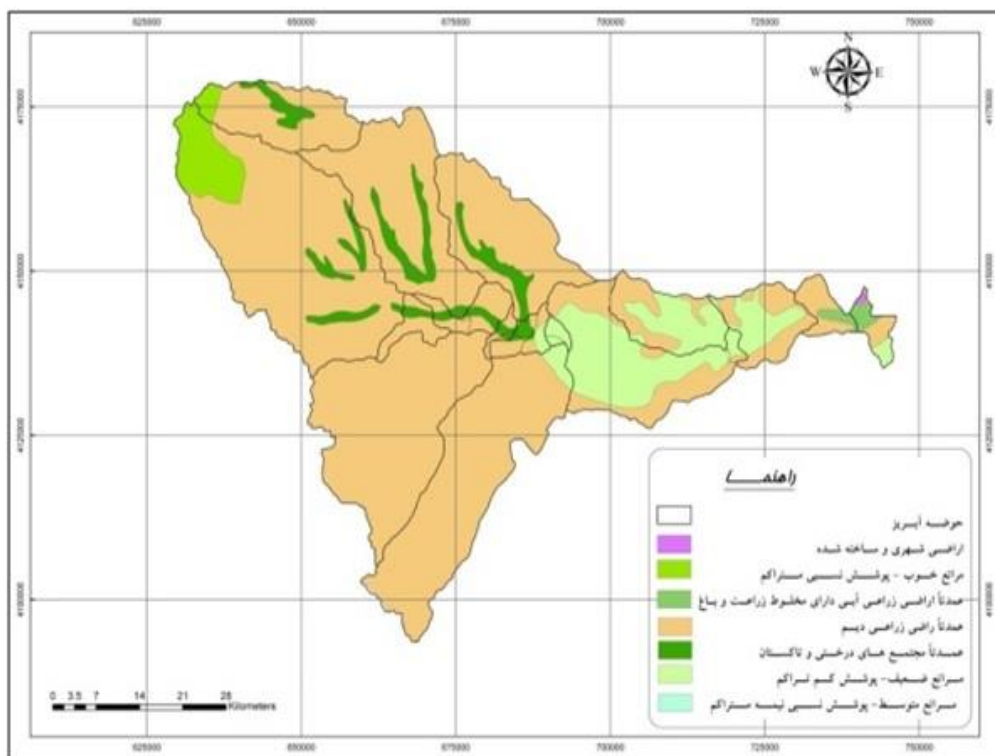
اطلاع از میزان جریان سیلابی در مطالعات ایجاد سیستم هشدار سیل به دلیل نیاز به برآورد سیل حداکثر در دوره‌های برگشت مختلف از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. چون با تعیین سیل حداکثر با تناوب مشخص می‌توان تجهیزات موجود برای اندازه‌گیری سطح آب برای ایجاد سیستم هشدار سیل را متناسب با این اطلاعات طراحی و اجرا نمود (بنی حبیب، ۱۳۸۶). به منظور محاسبه و برآورد مقادیر رواناب و سیل بیشینه حوضه‌ها نیاز به آمار و اطلاعات رواناب و سیل‌های مشاهده شده و ثبت شده در ایستگاه‌های آب‌سنجی موجود در منطقه و مجاور منطقه می‌باشد. چنانچه ایستگاه آب‌سنجی به تعداد کافی و دارای دوره آماری مناسب در منطقه باشد پس از بررسی‌های لازم از آمار و داده‌های آن استفاده می‌شود. در غیر این صورت به منظور برآورد رواناب و سیلاب حوضه‌های مورد نظر باید از روش‌های دیگری استفاده نمود.

از طرفی هر چه تعداد ایستگاه‌های آب‌سنجی در مسیر رودخانه‌ها بیشتر باشد، روندیابی آن‌ها با دقت بهتری صورت می‌گیرد (برخورداری و همکاران، ۲۰۰۶).

در مطالعات فوق برای تعیین دبی حداکثر سیلاب از نرم‌افزار HEC-HMS استفاده گردیده است. لازم به ذکر است که واسنجی مدل بر اساس پارامترهایی همچون شماره منحنی



شکل ۱- موقعیت حوزه‌های مطالعاتی در ایران و استان آذربایجان شرقی



شکل ۲- نقشه کاربری اراضی حوزه فرنقوچای

حاجی بیگلو و همکاران: ایجاد سیستم هشدار سیل با رویکرد تحلیل خسارت در...

جدول ۱- مشخصات فیزیوگرافی و زمان تمرکز زیر حوضه‌های قرانقوچای

زیرحوضه	محل خروجی	مساحت (km ²)	شیب متوسط حوضه (%)	طول آبراهه اصلی (km)	شیب خالص آبراهه اصلی (%)	زمان تمرکز (ساعت) - روش انتخابی***			
						کریبیج	کالیفرنیا	گیاندوتی	ویلیامز***
زیر حوضه ۱	محل سد سهند	۸۲۱/۵	۱۷/۵	۵۹/۱	۱/۲۵	۵/۵	۱۲	۱۰/۳	۵/۵
زیر حوضه ۲	محل سد کلکان	۲۰۲/۸	۲۱/۳	۳۰/۴	۲/۴	۲/۷	۶	۵/۹	۲/۷
زیر حوضه ۳	محل تلاقی کلکان با قرنقو	۶۱۰/۵	۱۴/۳	۶۹/۹	۱/۰۱	۶/۷	۱۲/۲	۱۳/۱	۶/۷
زیر حوضه ۴	قرنقو قبل از تلاقی با کلکان	۸۶۴/۸	۱۷/۲	۶۷/۲	۱/۰۳	۶/۴	۱۲/۹	۱۱/۷	۶/۴
زیر حوضه ۵	قرنقو بعد از تلاقی با کلکان	۱۵۳۶/۲	۱۵/۷	۷۵/۵	۰/۸۹	۷/۳	۱۶/۱	۱۲/۶	۷/۳
زیر حوضه ۶	محل تلاقی شورچای بالا با قرنقو	۵۵۵/۸	۱۱	۶۰/۵	۰/۷۵	۱۰/۳	۱۳/۲	۱۲	۱۰/۳
زیر حوضه ۷	قرنقو بعد از تلاقی با شورچای بالا	۲۱۰۶/۳	۱۴/۴	۷۸/۴	۰/۸۷	۷/۶	۱۸/۴	۱۲/۹	۷/۶
زیر حوضه ۸	محل تلاقی سراسکندچای با قرنقو	۳۱۲/۳	۹	۳۷/۵	۰/۹۳	۵/۲	۹/۳	۸/۲	۵/۲
زیر حوضه ۹	قرنقو بعد از تلاقی با سراسکندچای	۲۴۶۰/۲	۱۳/۸	۸۵/۳	۰/۸۱	۸/۳	۱۹/۶	۱۴	۸/۳
زیر حوضه ۱۰	محل تلاقی شورچای پایین با قرنقو	۵۴۷/۲	۱۲/۲	۶۵/۹	۰/۹	۷/۶	۱۱/۹	۱۲/۹	۷/۶
زیر حوضه ۱۱	قرنقو بعد از تلاقی با شورچای پایین	۳۰۲۰/۵	۱۳/۵	۸۸/۸	۰/۷۵	۸/۷	۲۱/۱	۱۴/۳	۸/۷
زیر حوضه ۱۲	محل تلاقی مسیل قلعه جوق با قرنقو	۱۵۰/۶	۱۷/۸	۲۸/۵	۲/۷۳	۳/۵	۴/۸	۵/۹	۳/۵
زیر حوضه ۱۳	قرنقو بعد از تلاقی با مسیل قلعه جوق	۳۵۱۵	۱۴/۵	۱۲۴/۴	۰/۷۷	۱۲/۳	۱۹/۹	۱۹/۵	۱۲/۳
زیر حوضه ۱۴	قرنقو ایستگاه تونل هفتم	۳۶۴۱/۶	۱۴/۷	۱۳۹/۱	۰/۷۴	۱۳/۸	۲۰/۲	۲۱/۷	۱۳/۸
زیر حوضه ۱۵	قرنقو بعد از تلاقی با شهرچای	۵۸۲۰/۴	۱۵/۲	۱۴۷/۲	۰/۶۹	۱۴/۷	۲۳/۶	۲۱/۷	۱۴/۷
زیر حوضه ۱۶	قرنقو در محل اتصال به قزل اوزن	۷۷۲۶/۹۸	۱۳/۲۷	۱۵۴/۵	۰/۶۵	۱۵/۵	۲۵/۸	۲۲/۸	۱۵/۵

علوم و مهندسی آبیاری (مجله‌ی علمی کشاورزی)، جلد ۳۸، شماره‌ی ۳ پاییز ۹۴

جدول ۲- ویژگی‌های ایستگاه‌های آب‌سنجی محدوده مورد مطالعه

ایستگاه	موقعیت جغرافیایی		ارتفاع از سطح دریا (متر)	سال تأسیس (ه.ش)
	Utm_X	Utm_Y		
تکانلوی بالا	۶۶۷۹۴۷	۴۱۱۹۵۹۲	۱۷۸۶	۱۳۷۵
بداق بیک	۷۳۱۷۸۷	۴۱۲۳۳۱۶	۱۳۸۰	۱۳۷۷
چپینی	۶۸۱۵۰۰	۴۱۳۹۰۰۰	۱۶۵۰	۱۳۷۲
موتورخانه	۷۴۰۸۲۹	۴۱۴۰۵۰۰	۱۰۵۰	۱۳۳۴
تونل هفتم	۷۳۶۳۳۸	۴۱۴۲۵۹۳	۱۱۰۰	۱۳۳۴
سد سهند	۶۶۶۳۵۸	۴۱۴۳۱۲۵	۱۵۹۰	۱۳۷۷
پمپ بنزین	۷۳۵۲۰۲	۴۱۵۱۴۴۶	۱۱۰۰	۱۳۴۹
کوه‌سالار	۷۰۷۶۴۸	۴۱۵۶۲۶۵	۱۴۸۰	۱۳۴۹
چناب	۷۵۱۸۷۲	۴۱۵۶۳۷۷	۱۳۰۰	۱۳۷۲
اونلیق	۷۳۴۹۱۶	۴۱۵۷۵۱۳	۱۳۰۴	۱۳۶۷
ساری‌قمیش	۷۵۳۹۷۸	۴۱۷۴۲۱۵	۱۳۰۰	۱۳۷۳

جدول ۳- گروه هیدرولوژیکی خاک زیر حوضه

گروه هیدرولوژیکی خاک	زیرحوضه
B	سد سهند
B	سد کلکان
C	Gh3
C	Gh4
B	Gh6
B	Gh5
B	Gh8
C	Gh7
C	Gh10
C	Gh9
C	Gh13
B	Gh12
B	Gh14
B	شهرچای
C	آیدوغموش
B	Gh15
B	Gh16

حاجی بیگلو و همکاران: ایجاد سیستم هشدار سیل با رویکرد تحلیل خسارت در...

جدول ۴- مقادیر دبی حداکثر سیلاب در زیر حوضه‌ها و تقاطع حوضه قرانقوچای - خروجی مدل HEC-HMS

نام زیرحوضه	دبی (مترمکعب بر ثانیه)						دوره بازگشت
	سال ۲	سال ۵	سال ۱۰	سال ۲۵	سال ۵۰	سال ۱۰۰	
سد سهند	۲۰/۳	۲۳/۶	۳۶/۲	۵۳/۲	۷۲/۱	۲۹۹/۴	۳۱۵/۸
outgoing-1	۲۰/۳	۲۳/۶	۳۶/۲	۵۳/۲	۷۲/۱	۲۹۹/۴	۳۱۵/۸
سد کلقان	۱۱/۴	۳۷	۴۷/۳	۶۱	۷۲/۱	۸۳/۴	۹۷
outgoing-1'	۱۱/۴	۳۷	۴۷/۳	۶۱	۷۲/۱	۸۳/۴	۹۷
Gh3	۴/۸	۲۸/۸	۵۱/۸	۸۵/۸	۱۱۴/۶	۱۴۶	۱۷۸/۹
Gh4	۰	-/۳	۲/۲	۶/۶	۱۱	۱۵/۴	۲۲/۱
outgoing-2	۳۰	۶۲/۲	۹۱/۳	۱۳۵/۴	۱۷۴/۵	۳۷۱/۵	۴۰۸/۹
Gh6	۲/۵	۲۴/۱	۴۶/۵	۸۱/۵	۱۱۱/۶	۱۴۴/۲	۱۷۸/۷
Gh5	۰	-/۱	۱/۱	۴	۷	۱۰/۶	۱۴/۸
outgoing-3	۲۹/۲	۶۲/۱	۹۱/۲	۱۳۵/۲	۱۷۴/۲	۳۶۶/۲	۴۰۴/۸
Gh8	۱۲/۸	۳۷/۲	۵۶/۸	۸۴/۸	۱۰۸	۱۳۲/۵	۱۳۴/۵
Gh7	۰	۰	۰	-/۱	-/۷	۱/۸	۳/۲
outgoing-4	۲۹/۱	۶۸/۷	۱۱۴	۱۸۳/۵	۲۴۳/۶	۳۶۵/۶	۴۰۴/۲
Gh10	۲/۳	۲۳/۳	۴۵	۷۸/۵	۱۰۷/۸	۱۵۷	۱۷۳/۷
Gh9	۰	۰	-/۲	۱/۶	۳/۳	۵/۵	۸/۲
outgoing-5	۲۹/۱	۶۸/۶	۱۲۲/۴	۲۱۵/۲	۲۹۴/۹	۴۱۸/۱	۵۱۱/۴
Gh13	۰	۵/۷	۱۶/۹	۳۷/۵	۵۶/۷	۷۸/۴	۱۰۲/۷
Gh12	۰	۱/۶	۶	۱۴/۷	۲۲/۶	۳۲	۴۲/۴
outgoing-6	۲۸/۴	۶۹	۱۲۲/۵	۲۱۵/۴	۲۹۵/۴	۴۵۰/۹	۵۲۱/۷
Gh14	-/۷	۱۱/۷	۲۳/۷	۴۲/۸	۵۹/۶	۷۸/۱	۹۷/۸
outgoing-7	۲۷/۷	۶۹	۱۲۲/۴	۲۱۵/۳	۲۵۹/۳	۴۵۰/۱	۵۲۱
شهرچای	۷۶/۱	۱۶۱/۴	۲۱۹/۲	۲۹۴/۴	۳۴۱/۶	۳۷۸/۶	۴۰۹/۲
آیدوغموش	۰	۶۱/۲	۱۰۸/۸	۱۷۲/۴	۲۱۹/۷	۲۶۶/۶	۳۱۶/۲
Gh15	۰	۱/۷	۴/۶	۹/۶	۱۴	۱۹	۲۴/۶
outgoing-8	۹۵/۹	۲۴۲/۱	۳۵۰/۷	۵۰۲/۱	۶۳۰/۲	۸۵۴/۳	۹۳۷/۶
Gh16	۰	۱/۸	۴/۲	۸/۴	۱۲/۲	۱۶/۴	۲۱
outgoing	۹۳/۴	۲۴۱/۳	۳۵۰	۵۰۱/۴	۶۲۹/۹	۸۵۳/۵	۹۳۳/۹

بار اجرای مدل HEC-HMS، تأثیر این تغییرات در دبی اوج خروجی کل حوضه منعکس می‌گردد (نوری، ۱۳۹۱). با این روش ضمن شناسایی عوامل مؤثر، زیرحوضه‌ای که به این تغییرات حساسیت بیشتری نشان دهد نیز شناسایی می‌شود. در حوضه قرانقوچای، زیرحوضه‌ها و جزئیات اولویت تولید سیلاب برای دوره بازگشت ۱۰ سال در جدول (۵) آمده است.

شناسایی مناطق سیل خیز و خطرساز در حوضه آبریز قرانقوچای

برای شناسایی مناطق سیل خیز، تحلیل حساسیت زیرحوضه‌ها برای سیل‌خیزی انجام شد. برای بررسی و شناخت روابط بین عوامل مؤثر بر سیل‌خیزی زیرحوضه‌ها، معمولاً از روش تحلیل حساسیت استفاده می‌شود. بدین منظور پس از تعیین آبنمود سیل خروجی حوضه با مشارکت کلیه زیرحوضه‌ها، عوامل مورد نظر، به ترتیب در هر یک از زیر حوضه‌ها تغییر داده می‌شود تا تأثیر آن عامل در دبی اوج خروجی مشخص شود. به این ترتیب پس از هر

جدول ۵- اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها در تولید سیل خروجی حوضه قرانقوچای (دوره بازگشت ۱۰ ساله)

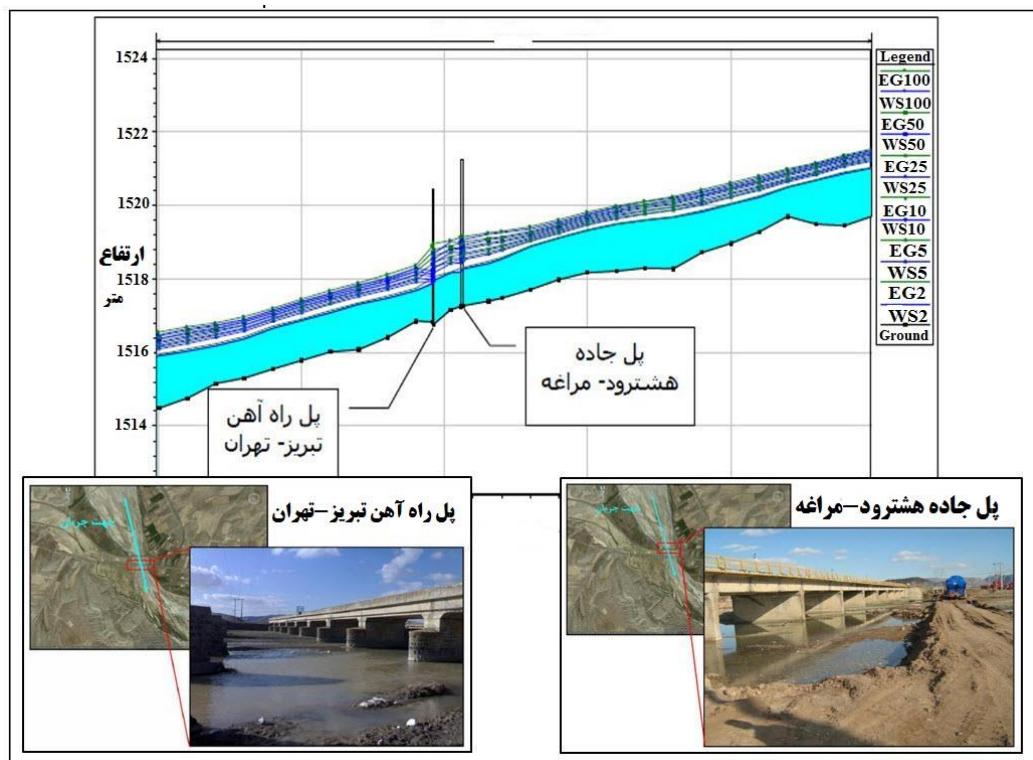
اولویت‌بندی واحدها	میزان مشارکت (مترمکعب بر ثانیه)	دبی خروجی با حذف زیرحوضه (مترمکعب بر ثانیه)	دبی زیرحوضه (مترمکعب بر ثانیه)	زیرحوضه
۱	۲۱۰/۵	۱۳۹/۵	۲۱۹/۲	شهرچای
۲	۴۸/۲	۳۰۱/۸	۴۷/۳	سد کلکان
۳	۳۷/۲	۳۱۲/۸	۳۶/۲	سد سهند
۴	۳۵/۵	۳۱۴/۵	۱۰۸/۸	آیدوغموش
۵	۲۴/۵	۳۲۵/۵	۵۱/۸	Gh3
۶	۳/۴	۳۴۶/۶	۶	Gh12
۷	۱/۸	۳۴۸/۲	۱۶/۹	Gh13
۸	.	۳۵۰	۲/۲	Gh4
۹	.	۳۵۰	۴۶/۵	Gh6
۱۰	.	۳۵۰	۱/۱	Gh5
۱۱	.	۳۵۰	۲۳/۷	Gh14
۱۲	.	۳۵۰	۴/۲	Gh16
۱۳	.	۳۵۰	۵۶/۸	Gh8
۱۴	.	۳۵۰	۴۵	Gh10
۱۵	.	۳۵۰	۰/۲	Gh9
۱۶	.	۳۵۰	۴/۶	Gh15
۱۷	.	۳۵۰	.	Gh7

رسیدگی دارد زیرا در صورتی که دهانه‌های پل توانایی عبور سیلاب طراحی را نداشته باشند، سیلاب، سیلاب دشت‌های اطراف را پوشانده و موجب وارد آمدن خسارت به باغات، اراضی کشاورزی، منازل مسکونی و حتی راه‌های ارتباطی می‌گردد. در طول رودخانه قرنقوچای، سد سهند، پل روستای خرسانک، پل راه آهن تبریز- تهران، پل جاده هشتروود - مراغه، پل اتوبان زنجان - تبریز، پل جاده قدیمی میانه- اسلام آباد، پل جاده قدیمی میانه- زنجان جزء سازه‌های در معرض خطر سیل‌گیری می‌باشد. نتایج حاصل از اجرای مدل هیدرولیکی در پل محدوده جاده هشتروود - مراغه و پل محدوده راه آهن تبریز - تهران در شکل (۳) نشان داده شده است.

میزان آسیب‌پذیری منطقه مورد مطالعه در مقابل وقوع سیلاب

رودخانه قرنقوچای به گونه‌ای قرار گرفته است که در برخی قسمت‌ها از وسط مناطق مسکونی روستاها گذشته و آن‌ها را به دو قسمت تقسیم نموده است و اهالی منطقه تحت این شرایط برای عبور از یک سمت روستا به سوی دیگر آن بایستی از عرض رودخانه عبور نمایند. بدین منظور در قسمت‌های مختلف رودخانه در این محدوده پل‌هایی چوبی، بتنی و یا با مصالح بنایی تعبیه شده است که در پاره‌ای موارد به صورت غیر اصولی بر روی رودخانه احداث شده‌اند و بهره‌برداری از آن‌ها صورت می‌گیرد. این سازه‌ها در مقابل وقوع سیلاب خطرپذیر بوده و نیاز به مراقبت و

حاجی بیگلو و همکاران: ایجاد سیستم هشدار سیل با رویکرد تحلیل خسارت در ...



شکل ۳- سطح تراز آب با دوره بازگشت‌های مختلف در محل سازه‌های تقاطعی در مدل هیدرولیکی HEC-RAS

تعیین ظرفیت آبگذری و تراز بحرانی مقاطع جهت تعیین نقاط اعلام هشدار سیل

برای تعیین نقاط اعلام هشدار سیل که مناطق که بیش از مناطق دیگر در معرض خطر بروز سیل می‌باشد شناسایی شده و دبی بحرانی و تراز آب در حالت بحرانی در نظر گرفته شود و به عنوان مناطق هدف جهت اعلام هشدار معرفی گردد (افتخاری، ۱۳۸۸).

لذا در این تحقیق بعد از تهیه مدل هیدرولیکی و مقاطع عرضی رودخانه براساس شرایط منطقه و در محل ایستگاه‌های سطح‌سنجی پیشنهادی سعی گردید که مقاطع پر شناسایی شده و تراز بحرانی نیز مشخص گردد.

از طرفی برای تعیین آستانه بارش، بارندگی با تداوم یک ساعته با استفاده از مدل بارش - رواناب به گونه‌ای عمل شد که دبی در نقطه هدف به دبی آستانه برسد. در جدول (۷) نقاط خطرپذیر و هدف تعیین شده به همراه دبی بحرانی، سطح تراز آب و ارتفاع آب در حوضه‌های مورد مطالعه آمده است.

نتایج و بحث

محاسبات حاصل از اجرای مدل با روش پیشنهادی نشان داد که نحوه مشارکت زیرحوضه‌ها در سیل خروجی لزوماً متناسب با دبی اوج زیرحوضه‌ها نبوده و زیرحوضه‌های با دبی اوج بیشتر ضرورتاً تأثیر بیشتری در سیل خروجی حوضه ندارند. بنابراین عوامل روندیابی آبراهه‌ها و موقعیت مکانی زیرحوضه‌ها می‌توانند باعث تغییر در نحوه مشارکت گردند. در مواردی که مساحت زیرحوضه‌ها اولویت‌بندی سیل‌خیزی را تحت تأثیر قرار می‌دهند؛ می‌توان این اولویت‌بندی را برای هر واحد سطح زیرحوضه انجام داد. شاخص تعیین شدت سیل‌خیزی به ازای واحد سطح حوضه، در اولویت‌بندی پیشنهاد ایستگاه‌های آب‌سنجی نیز باید ملاک عمل قرار گیرد (بی‌نام، ۱۳۸۸).

موقعیت مناسب ایستگاه‌های سطح‌سنجی برای اجرای سیستم هشدار سیل تعیین و مشخصات هر یک از ایستگاه‌ها در جدول (۶) آورده شده است.

علوم و مهندسی آبیاری (مجله‌ی علمی کشاورزی)، جلد ۳۸، شماره‌ی ۳ پاییز ۹۴

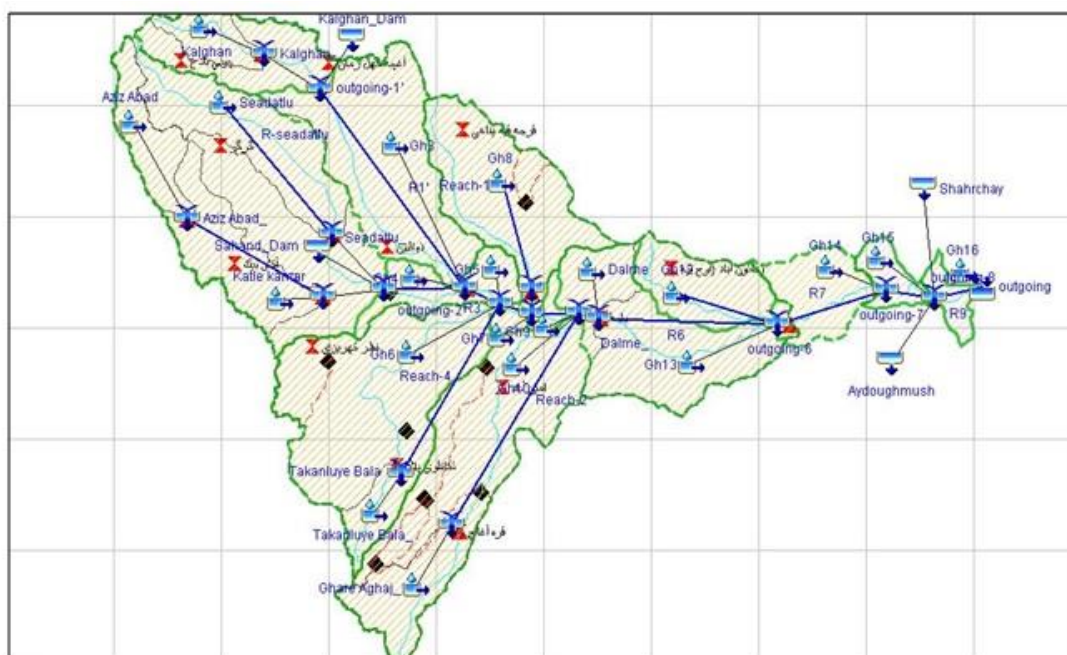
جدول ۶- مشخصات ایستگاه‌های سطح‌سنجی پیشنهادی حوضه قرانقوچای و اولویت تعیین شده

ردیف	نام ایستگاه	پیشنهاد	موقعیت جغرافیایی		متصدی	اولویت
			Utm_Y	Utm_X		
۱	تکاملوی بالا	تجهیز	۴۱۲۱۰۰۵	۶۷۰۳۴۹	وزارت نیرو	۱
۲	چینی	تجهیز	۴۱۳۹۰۰۰	۶۸۱۵۰۰	وزارت نیرو	۱
۳	سد سهند	تجهیز	۴۱۴۳۱۲۵	۶۶۶۳۵۸	وزارت نیرو	۱
۴	تونل هفتم	تجهیز	۴۱۴۲۵۹۳	۷۳۶۳۳۸	وزارت نیرو	۱
۵	عزیزآباد	تأسیس و تجهیز	۴۱۴۴۳۰۱	۶۴۶۷۶۲	جدید	۱
۶	سعادتلو	تأسیس و تجهیز	۴۱۴۹۸۶۰	۶۵۹۳۸۸	جدید	۱
۷	آغچه‌اوغلان	تأسیس و تجهیز	۴۱۳۷۵۹۳	۶۷۲۶۲۶	جدید	۲
۸	قلعه جیق	تأسیس و تجهیز	۴۱۳۸۰۲۸	۷۲۱۱۰۴	جدید	۱
۹	قره سفال	تأسیس و تجهیز	۴۱۴۲۳۹۸	۶۸۶۱۸۳	جدید	۱
۱۰	بیات	تأسیس و تجهیز	۴۱۴۲۷۳۵	۶۷۷۴۳۸	جدید	۲
۱۱	دلمه	تأسیس و تجهیز	۴۱۳۸۹۶۱	۶۹۵۵۱۳	جدید	۱
۱۲	کثله کمر	تأسیس و تجهیز	۴۱۴۱۶۶۹	۶۵۸۰۳۰	جدید	۱
۱۳	قره آغاج	تأسیس و تجهیز	۴۱۱۱۰۳۷	۶۷۶۳۵۸	جدید	۱
۱۴	کلغان-بهدار	تأسیس و تجهیز	۴۱۷۳۴۰۴	۶۴۹۷۵۴	جدید	۱

جدول ۷- دبی بحرانی نقاط خطرپذیر و هدف تعیین شده- حوضه قرانقوچای

محل تعیین دبی مقطع پر	شماره مقطع	مختصات جغرافیایی	دبی بحرانی (مترمکعب بر ثانیه)	سطح تراز آب (متر)	ارتفاع آب (متر)
آقدره (بازه ۱)	۱۱۷۷۶۵/۱	$X=۶۵۳۴۳۴, Y=۴۱۵۹۶۷۲$	۴۰	۱۷۷۰	۰/۵
سطح‌سنج سعادتلو (بازه ۱)	۱۰۴۸۷۳/۹	$X=۶۵۹۳۸۸, Y=۴۱۴۹۸۶۰$	۵۳	۱۶۲۵	۰/۶
سطح‌سنج کلغان (بهدار) (بازه ۲)	۴۸۱۴۲/۰۸	$X=۶۴۸۰۷۸, Y=۴۱۷۳۱۹۶$	۶۸	۲۰۴۶/۱۲	۰/۷
سلوک (بازه ۲)	۲۲۷۶۹/۰۲	$X=۶۶۲۷۴۸, Y=۴۱۵۷۳۵۹$	۷۵	۱۶۸۰/۴۵	۰/۸۵
سطح‌سنج بیات (بازه ۱)	۷۷۸۴۵/۲۸	$X=۶۷۷۴۳۸, Y=۴۱۴۲۷۳۵$	۷۰	۱۵۵۸/۱۸	۰/۹۵
روستای چینی (بازه ۱)	۷۲۴۹۲/۹۳	$X=۶۸۲۷۴۶, Y=۴۱۳۸۹۶۱$	۹۵	۱۵۵۵/۴	۱/۰۵
سطح‌سنج دلمه (بازه ۱)	۵۹۷۸۵/۷۲	$X=۶۹۵۵۱۳, Y=۴۱۳۸۹۶۱$	۱۱۰	۱۴۳۵/۴	۱/۱
خروجی حوضه بعد از تلاقی با شهرچای (بازه ۱)	۶۵۷۷/۰۷۶	$X=۷۴۰۱۰۶۴, Y=۴۱۴۱۲۶۲$	۱۸۰	۱۰۵۸/۵۲	۱/۲
سطح‌سنج تکاملوی بالا (بازه ۳)	۳۸۸۵۳/۳۷	$X=۶۶۶۹۸۳, Y=۴۱۱۹۶۶۲$	۵۰	۱۷۹۱/۳	۱/۴
ایستگاه هشتروود (بازه ۳)	۱۹۹۰۶/۰۶	$X=۶۶۶۷۵۰, Y=۴۱۳۲۱۴۱$	۹۸	۱۵۹۵/۶	۱/۵۵
آغداق رود (بازه ۳)	۲۰۸۸/۷۶	$X=۶۸۰۶۲۶, Y=۴۱۳۹۸۱۴$	۱۲۰	۱۵۱۳/۱	۱/۶
سطح‌سنج قره آقاج (بازه ۵)	۳۹۷۱۹/۲۳	$X=۶۷۶۳۵۸, Y=۴۱۱۱۰۳۷$	۳۵	۱۸۰۵/۲	۱/۷
چوگان (بازه ۵)	۲۲۸۶۸/۳۹	$X=۶۸۰۶۸۳, Y=۴۱۳۴۸۷۱$	۸۰	۱۷۰۱/۷۳	۱/۷۶
ورقه سفلی (بازه ۵)	۱۱۳۸۶/۹۹	$X=۶۸۳۹۸۷, Y=۴۱۳۵۱۹۲$	۱۰۰	۱۵۹۵/۸۲	۱/۸
در نزدیکی محل اتصال به قرانقوچای (بازه ۵)	۲۸۵۵/۳۹	$X=۶۹۱۰۸۳, Y=۴۱۳۷۴۸۷$	۱۲۰	۱۵۲۵/۸	۱/۹
سطح‌سنج قره سفال (بازه ۴)	۳۹۴۲/۶۸	$X=۶۸۶۱۸۳, Y=۴۱۴۲۳۹۸$	۱۱۰	۱۵۳۵/۸	۱/۹۸
قلعه جیق نجف قلی خان (بازه ۶)	۱۱۰۶۶/۶۷	$X=۷۱۰۰۳۵, Y=۴۱۳۹۵۶۳$	۱۳۰	۱۵۵۲/۴۹	۲

حاجی بیگلو و همکاران: ایجاد سیستم هشدار سیل با رویکرد تحلیل خسارت در...



شکل ۴- مدل هیدرولوژیک سیستم هشدار سیل برای حوضه قراوقچای با ریخت درختی

جدول ۸- معیار دسته‌بندی زمان پیش‌هشدار در نقاط هدف هشدار

تعریف کلاس‌های زمان پیش‌هشدار	کلاس
کمتر یا مساوی یک ساعت	A
بیش از یک تا سه ساعت	B
بیش از سه تا شش ساعت	C
بیش از شش تا نه ساعت	D
بیش از نه ساعت	E

تابعی از نوع سیلاب است و ممکن است از یک مقدار خیلی کم در رابطه با تند سیلاب، تا هفته‌ها برای رودخانه‌های با شیب کم متغیر باشد. برای تعیین زمان پیش‌هشدار از مدل واسنجی شده بارش - رواناب حوضه مطالعاتی با یک سیلاب فرضی بحرانی استفاده می‌شود.

در ایستگاه‌های هواشناسی منطقه طرح، بارش‌های شدید رخ داده برابر با زمان تمرکز حوضه در نظر گرفته شده و الگوی آن با استفاده از مطالعات انجام شده (با استفاده از روش هاف^۱) تعیین و برای زیرحوضه‌ها تعریف گردید (بی‌نام ۱۳۸۷). فاصله زمانی بین اوج بارش فرضی و دبی اوج سیلاب در هر نقطه هدف، معیار تعیین زمان پیش‌هشدار در آن نقطه خواهد بود. براین اساس، زمان پیش‌هشدار در هر یک از نقاط هدف به‌دست آمد که با معیار جدول (۷) دسته‌بندی می‌شود و دسته‌بندی نقاط هدف هشدار بر اساس کلاس‌های تعریف شده زمان پیش‌هشدار در جدول (۸) اشاره شده است.

تهیه مدل هیدرولوژیکی حوضه و تعیین زمان پیش‌هشدار در اجرای سیستم هشدار سیل

برای تهیه این مدل، بر روی ایستگاه‌های سطح‌سنجی پیشنهادی، سدها و بندهای احداث شده، حوضه آبخیز بسته شد و سپس ویژگی‌های فیزیکی این حوضه‌ها استخراج گردید. لازم به ذکر است که مساحت بندهای احداث شده در زیرحوضه‌ها به سبب جمع شدن رواناب حوضه بالادست در پشت این بندها و تأثیر کم آن در تولید رواناب زیرحوضه مورد مطالعه، از مساحت حوضه مطالعاتی کسر گردیده است.

مدل هیدرولوژیکی تهیه شده حوضه‌های مورد مطالعه برای اجرای سیستم هشدار سیل با ریخت درختی (نموگراف) و در محیط نرم‌افزار HEC-HMS 3.5 در شکل (۴) آورده شده است. موقعیت ایستگاه‌های باران‌سنجی، سطح‌سنجی، سدها و بندهای احداث شده در زیرحوضه‌های مطالعاتی نیز در شکل (۴) آورده شده است.

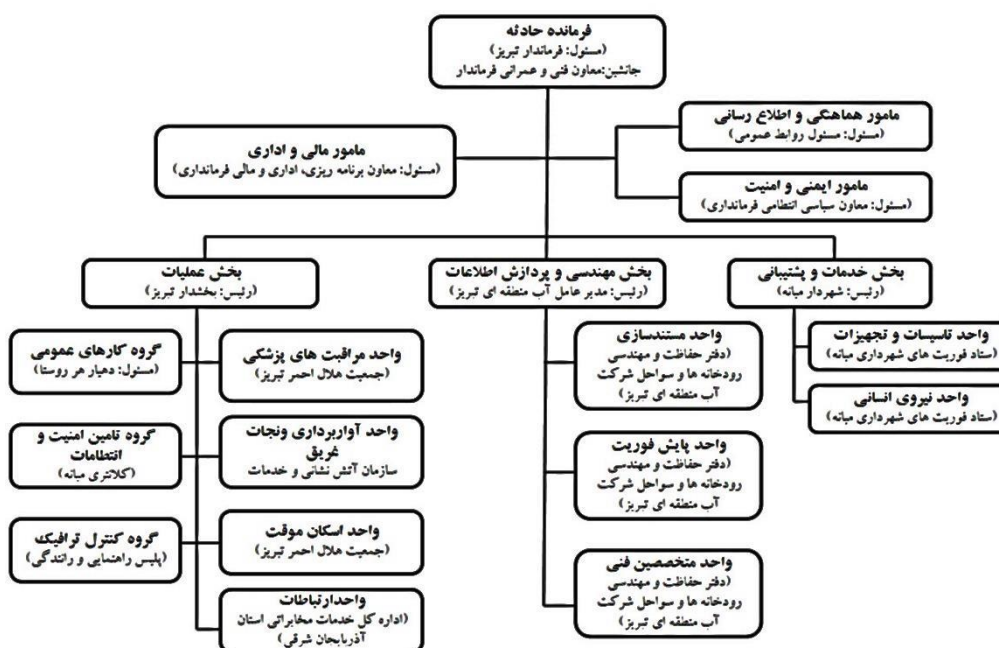
کیفیت پیش‌بینی سیلاب از طریق دقت پیش‌بینی و میزان زمان پیش‌هشدار تعیین می‌شود (بی‌نام، ۱۳۸۸). زمان پیش‌هشدار

1-Huff

علوم و مهندسی آبیاری (مجله‌ی علمی کشاورزی)، جلد ۳۸، شماره‌ی ۳ پاییز ۹۴

جدول ۹- دسته‌بندی نقاط هدف هشدار بر اساس کلاس‌های تعریف شده زمان پیش‌هشدار

کلاس زمانی پیش‌هشدار				
E	D	C	B	A
سعادت‌لو	کنله کمر	کنگاور	-	کلکان
قره سفال	سد سهپند	سعدی		
دلمه	بیات	کوه‌سالار		
قلعه‌جیق				
تونل هفتم				



شکل ۵- چارچوب کلی سازمانی و تشکیلات مدیریت بحران سیل

(۱۳۸۶). در نمودار شکل (۵) چارچوب کلی سازمانی و تشکیلات مدیریت بحران سیل در سطح کلی عملیات هشدار نشان داده شده است.

نتیجه‌گیری

سیستم‌های هشدار سیل یکی از روش‌های شاخص مدیریت سیلاب می‌باشد که در کنترل سیل از طریق اعمال سیاست بهره‌برداری زمان واقعی از مخازن نقش اساسی دارد. آنچه در کنار مدیریت سیستم و هشدار به موقع اثر زیادی در کاهش خسارت‌های جانی دارد انجام عملیات به موقع اضطراری برای پاسخ به وقوع سیل توسط مردم، مسئولین و دستگاه‌های اجرایی ذی‌ربط می‌باشد. حساسیت و اهمیت انجام این عملیات به قدری است که اگر درست و به موقع تعریف نشود خسارت‌های زیادی را در پی خواهد داشت. ایجاد سیستم هشدار سیل تأثیر مثبتی در وضعیت اقتصادی و اجتماعی منطقه مورد مطالعه به همراه خواهد داشت که از جمله آن می‌توان به افزایش امنیت اهالی برای اسکان در حاشیه رودخانه اعم از سکونت و بهره‌برداران از اراضی کشاورزی

شکل‌گیری ستاد حوادث در امر مدیریت بحران سیل

به منظور ایجاد آمادگی و هماهنگی بین مسئولین دستگاه‌های ذی‌ربط در سه مرحله زمانی قبل و بعد از وقوع سیل طرح عمل اضطراری تهیه می‌شود که براساس آن تمهیدات سازمانی از قبل مشخص شده‌ای مانند تخلیه شهرها و روستاها یا بستن جاده‌ها و ... به مورد اجرا گذاشته می‌شود تا خسارت‌های و خصوصاً تلفات ناشی از سیل به حداقل برسد (خلیلی زاده، ۱۳۸۲). مقابله با سیلاب به معنی انجام اقدامات فوری در زمان وقوع سیلاب است که این اقدامات بایستی بر مبنای برنامه‌ریزی مناسب از سوی دولت‌ها قانونگذاری شوند (بیگ لی و موگن، ۲۰۰۳). در هر روستا بایستی ستاد حوادث روستا تشکیل گردد تا از این طریق بتوان سازماندهی مناسب در هنگام بروز حادثه را شاهد بود. لازم است برای هر یک از افراد عضو ستاد حوادث روستا وظایفی تعیین گردد، که این شرح وظایف بایستی در هر سه مرحله مدیریت بحران (آمادگی، مقابله و بازیابی) به چشم بخورد (بنی حبیب،

حاجی بیگلو و همکاران: ایجاد سیستم هشدار سیل با رویکرد تحلیل خسارت در ...

شورا، دهیار، بسیج و بهروز استفاده نمود و با ترویج و ارائه آموزش‌های لازم به اهالی و تیم بحران و امداد و نجات اقدامات پیشگیرانه در مواقع سیل را انجام داد. همچنین با توجه به وجود نیروهای جوان و فعال و نیز نسبت جنسی بالا در منطقه، سیستم‌های هشدار سیل خودکار و نصب تابلوهای هشدار در محدوده پیشنهاد می‌شود. همچنین علاوه بر آن استفاده از بیمه سیلاب، نصب بلندگو و آژیر صوتی در مسجد روستاهای محدوده به ویژه روستاهای پایین دست و مشارکت مردمی در زمینه‌های مختلف از جمله نصب و نگهداری تجهیزات سیستم هشدار سیل از قبیل بلندگو، دکل‌های مخابراتی و تجهیزات پشتیبانی از قبیل ترافیک و حمل و نقل را می‌توان انتظار داشت.

پیشنهادها

در اجرای صحیح سیستم هشدار سیل مهم‌ترین بحث، آموزش مردم مطابق با فرهنگ، گویش و لهجه مردم محلی می‌باشد. زیرا باران‌سج‌ها و سطح‌سج‌ها و آژیرهای نصب شده در محل نیاز به مراقبت دارد. از طرفی مردم بایستی به هشدارهای رسیده به روستا اعتماد کرده و روستا را تخلیه کنند. لذا برگزاری دوره‌های آموزشی و مانورهای همگانی در مناطق سیل‌خیز پیشنهاد می‌گردد تا کارایی هرچه بهتر این سیستم‌ها پر رنگ شود.

اشاره نمود. همچنین با اجرای طرح و احداث پل‌های ارتباطی جهت تردد اهالی و تسهیل در حمل و نقل محصولات کشاورزی و غیره، زمینه را برای ماندگاری بهره‌برداران و آبادانی روستاها و در نتیجه کاهش مهاجرت فراهم خواهد شد. تأثیر مهم اجرای سیستم هشدار سیل، از دید منافع ملی، هدایت فنی و اصولی آب از طریق رودخانه برای مصارف بهینه در امر کشاورزی و ذخیره‌سازی در مخزن سدها می‌باشد. همچنین عوامل کاهش مهاجرت (باعث کاهش حاشیه‌نشینی در شهرهای بزرگ به ویژه در تبریز می‌شود)، آبادانی روستاها و افزایش درآمد بهره‌برداران می‌تواند در وضعیت اقتصادی و اجتماعی منطقه تأثیر به‌سزایی داشته باشد. از آنجایی که از کل جمعیت روستایی و شهری سال ۱۳۹۰ منطقه مورد مطالعه که ۲۷۹۳۷۳ نفر می‌باشند، ۴۰۹۹۲ نفر (معادل ۱۱۲۶۳ خانوار) یعنی حدود ۱۴/۵ درصد جمعیت محدوده در معرض خطر قرار گرفته‌اند، همچنین به دلیل رشد پایین جمعیت و به خصوص مهاجرت بالا در منطقه، حساسیت ایجاد سیستم هشدار سیل به منظور ایجاد امنیت و کاهش خسارت‌های سیل به ساکنین مناطق سیل گیر و مدیریت آن از اهمیت بالاتری برخوردار می‌باشد. با توجه به مطالعات اجتماعی انجام شده در مقاله حاضر، جمعیت بالای میان‌سال و جوان و سطح سواد بالا در منطقه، می‌توان از اهالی روستا به بهترین نحو در راستای مدیریت بحران در قالب

منابع

- ۱- آذری، ح. ۱۳۸۸. شبیه‌سازی و هشدار سیل با تلفیق مدل‌های آشناس در GIS و برآورد بارش از طریق سنجش از دور. فصلنامه زمین‌شناسی ایران، ۳ (۹): ۳۹-۵۱.
- ۲- افتخاری، ع. ۱۳۸۸. ارزیابی پهنه‌بندی روستاهای در معرض خطر سیلاب با استفاده از مدل HEC- GEO RAS در محیط GIS (مطالعه موردی: روستاهای حوضه گرگانرود). مجله توسعه روستایی، ۱ (۱): ۱۸۲-۱۵۷.
- ۳- امیر احمدی، الف. ۱۳۹۰. ریزپهنه‌بندی خطر سیلاب در محدوده شهر سبزوار در راستای توسعه پایدار شهری. فصلنامه آمایش محیط، ۷ (۱۶): ۳۲-۱۷.
- ۴- بزرگر، ز. ۱۳۹۱. مقابله نشانه‌ها و کدهای تصمیم‌گیری در سازمان پیش‌بینی سیلاب. سازمان آبفای منطقه ۶ تهران، دوره آموزشی.
- ۵- بنی حبیب، م. ۱۳۸۶. ارزیابی مدل HEC-HMS در تعیین زمان پیش‌هشدار حوضه گلابدره - دربند. مجموعه مقالات چهارمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، دانشگاه ساری، مهر ماه.
- ۶- بنی حبیب، م. ا. ۱۳۸۸. ارزیابی اثر سناریوهای گوناگون کاربری اراضی حوضه روی زمان پیش‌هشدار سیلاب شمال تهران. مجله علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، ۳ (۷): ۱۴-۷.
- ۷- بی نام. ۱۳۸۷. گزارش بررسی و تحلیل رگبارهای ایستگاه‌های باران‌سنجی ثبات ایران.
- ۸- بی نام. ۱۳۸۸. پیش‌نویس راهنمای جامع مطالعات طرح، بهره‌برداری و نگهداری سامانه پیش‌بینی و هشدار سیل، نشریه ۳۴۷ الف، معاونت امور آب و آبفا، وزارت نیرو، ۲۹۳ صفحه.
- ۹- حاجی بیگلو، م. ۱۳۹۱. امکان‌سنجی برپایی سیستم هشدار سیل در رودخانه با رویکرد تحلیل خسارت در حوضه رودخانه دوغ در استان گلستان. نهمین سمینار بین‌المللی مهندسی رودخانه، دانشکده مهندسی علوم آب، دانشگاه شهید چمران اهواز.

علوم و مهندسی آبیاری (مجله‌ی علمی کشاورزی)، جلد ۳۸، شماره‌ی ۳ پاییز ۹۴

- ۱۰- حیدری، ع. ۱۳۹۰. پیش‌بینی و کنترل زمان واقعی سیل. طرح بهره‌برداری بهینه از سیستم رودخانه‌های دز و کارون. گزارش بهینه‌سازی حجم کنترل سیل.
- ۱۱- خدایی، ه. ۱۳۸۵. پیش‌بینی و هشدار، ابزاری کارآ برای همزیستی با سیلاب. کارگاه فنی همزیستی با سیلاب، مهندسان مشاور کُریت کارآ.
- ۱۲- خلیلی زاده، م. ۱۳۸۲. ارزیابی خطر و مدیریت سیلاب در شهر گرگان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، رشته آبخیزداری، دانشگاه گرگان، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۱۳۱ صفحه.
- ۱۳- سادات آشفته، پ. ۱۳۸۸. تأثیر عدم قطعیت تغییر اقلیم بر رژیم سیلاب - مطالعه موردی حوضه آیدوغموش واقع در آذربایجان شرقی. مجله تحقیقات منابع آب ایران، ۲ (۵): ۳۹-۲۷.
- ۱۴- کارآموز، م. ۱۳۷۸. ساختار سیستم‌های هشدارسیل. کارگاه آموزشی مدیریت سیلاب و سیستم‌های هشدارسیل، دانشگاه تربیت مدرس، کمیته مدیریت سیستم‌های هیدرولیکی انجمن هیدرولیک ایران.
- ۱۵- نوری، ف. ۱۳۹۱. ارزیابی مدل HEC HMS و WMS در پیش‌بینی سیلاب حوضه آبریز قروه. مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، ۴ (۱۹): ۲۱۰-۲۰۱.
- ۱۶- ولایتی، س. ۱۳۸۶. اهمیت مدیریت ریسک سیلاب در برنامه‌ریزی روستایی (مطالعه موردی: حوضه آبریز کارده). مجله جغرافیا و توسعه، ۵ (۷): ۵۴-۳۹.
- 17-Atiq, M., Tariq, R. and N. Giesen. 2012. Floods and flood management in Pakistan. *Physics and Chemistry of the Earth*, 4(5): 11-20.
- 18-Barkhordari, J., Talvari, A., Giasi, N. and H. Rastegar. 2006. Investigation of application and evaluation of unit hydrograph in flood estimation in Sykhoran watershed in Hormozgan Province. *Journal Res. and Cons*, 71: 57-65.
- 19-Beighley, R.E. and G. E. Moglen. 2003. Adjusting measured peak discharges from an urbanized watershed to reflect a stationary land use signal. *Water Resources Research*, 39(15): 1093-1104.
- 20-Garambois, P. A., Larnier, K., Roux, H. D. and D. Labat. 2014. Analysis of flash flood-triggering rainfall for a process-oriented hydrological model. *Atmospheric Research*, 137(14): 14-24.
- 21-Lawrence, J., Reisinger, A., Mullan, B. and J. Bethanna. 2013. Exploring climate change uncertainties to support adaptive management of changing flood-risk. *Environmental Science & Policy*, 33(23): 133-142.
- 22-Shaban zadeh, H. 2005. Integrated flood management: A case study, *Journal of Water Resources Planning and Management*, 6(125): 314-324.
- 23-Stephen, R. 2002. Hydrologic investigation by the USGS following the 1996 and 1997 flood in the upper Yellow stone river, Montana. *American Water Resources Association, Annual Montana Section Meeting*, 14(8): 1-18.
- 24-Tsung, Y., Yi-Ting, Y. and K. Hung-Chi. 2013. Improvement of watershed flood forecasting by typhoon rainfall climate model with an ANN-based southwest monsoon rainfall enhancement, *Journal of Hydrology*, 22(6):633-645.
- 25-Yang, C. R. and C. T. Tsai. 2000. Development of a GIS based flood information system for flood plain management and damage calculation. *Journal of the American Association*, 3(36):567-577.
- 26-Yongfei, Li. and Ge Yu. Ya Guo. 2013. An analysis of extreme flood events during the past 400 years at Taihu lake, China. *Journal of Hydrology*, 500(156): 217-225.