



جغرافیا و روابط انسانی، پاییز ۱۴۰۲، دوره ۶، شماره ۲، صص ۵۱-۴۳

## پهنه‌بندی سیلاب رودخانه نوران با دوره بازگشت ۱۰۰ سال با استفاده از مدل هیدرودینامیکی HEC-RAS

فریبا اسفندیاری درآباد<sup>۱</sup>، بهروز نظافت تکل

۱-استاد دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده علوم اجتماعی، گروه جغرافیای طبیعی، اردبیل، ایران

[esfandyari@uma.ac.ir](mailto:esfandyari@uma.ac.ir)

۲-دانشجوی دکتری دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده علوم اجتماعی، گروه جغرافیای طبیعی (گرایش

ژئومورفولوژی)، اردبیل، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۲/۱۶

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۱/۰۷

### چکیده

رودخانه‌ها به‌عنوان اصلی‌ترین منابع تأمین‌کننده آب برای انسان و سایر موجودات به‌شمار می‌روند و بعضاً این منشأ زندگی باعث نابودی و وارد شدن خسارات جبران‌ناپذیری می‌شود. پیش‌بینی رفتار هیدرولیکی رودخانه‌ها در مقابل سیلاب‌های احتمالی برای کاهش خسارات وارده بر مناطق شهری و روستائی، تأسیسات در حال ساخت، مزارع و سایر کاربری‌های موجود، در اطراف رودخانه دارای اهمیت ویژه‌ای می‌باشند. وقوع سیل یک پدیده طبیعی است و خطر وقوع آن در اطراف رودخانه‌ها به‌خصوص مناطق شهری و روستائی یک مسئله جهانی است. هدف این تحقیق پهنه‌بندی سیلاب رودخانه نوران با دوره بازگشت ۱۰۰ سال با استفاده از مدل هیدرودینامیکی HEC-RAS می‌باشد. داده‌های اصلی موردنیاز برای این پژوهش شامل: نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۰۰۰ رودخانه نوران‌چای، داده‌های هیدرومتری و شرایط مرزی رودخانه می‌باشد که از سازمان آب منطقه‌ای استان اردبیل تهیه گردید. همچنین برای محاسبه دوره بازگشت سیلاب از نرم افزار SMADA استفاده گردید. نتایج تحقیق این را نشان داد که پهنه بندی سیلاب با دوره بازگشت ۱۰۰ مشخص گردید که میزان اثرگذاری سیلاب با مساحت ۳۰۴ هکتار و عرض پهنه سیل گیری حدود ۴۴۵ متر می‌باشد. بنابراین این نتایج حاصل شد که سیلاب با دوره بازگشت ۱۰۰ سال برای جوامع بشری بسیار خطرناک خواهد بود و باید در برنامه‌ریزی‌های آتی به مخاطرات ناشی از سیلاب با دوره بازگشت ۱۰۰ سال اهمیت زیادی در نظر گرفته شود.

واژه‌های کلیدی: "سیل"، "رودخانه"، "پهنه بندی"، "دوره بازگشت"، "مدل HEC-RAS".

## مقدمه

رودخانه‌ها به‌عنوان اصلی‌ترین منابع تأمین‌کننده آب برای انسان و سایر موجودات به‌شمار می‌روند و بعضاً این منشأ زندگی باعث نابودی و وارد شدن خسارات جبران‌ناپذیری می‌شود. بررسی یک مسئله به‌صورت دیدگاه‌های مختلف و تخصصی در ارزیابی و مدیریت و برنامه‌ریزی در منطقه موردنظر امر بسیار مهمی است. با توجه به این مسئله، علاوه بر ارزیابی مخاطرات باید تغییرات و پیامدهای ناشی از مخاطرات رخ داده در منطقه نیز به‌صورت جدی و با دقت بررسی گردد. برنامه‌ریزی مناسب به‌منظور مقابله و پیشگیری از مخاطرات و آثار مخرب آن‌ها، یکی از اهداف مهم برای پژوهشگران است (۱). رودخانه‌ها همواره در پیدایش و توسعه جامعه بشری و ایجاد تمدن‌های مختلف نقش قابل‌توجهی داشته‌اند. سابقه استفاده از رودخانه به‌عنوان منبع تأمین‌کننده بخشی از نیازهای انسان، به‌پیش از آغاز تمدن بشری می‌رسد. به‌گواه تاریخ کهن‌ترین تمدن‌ها در کرانه رودخانه‌ها شکل گرفته و توسعه یافته‌اند؛ اولین گام‌ها در زمینه بهره‌برداری از رودخانه‌ها که نوعاً در حیطه فعالیت‌های مهندسی رودخانه قرار می‌گیرد مقارن با آغاز شکل‌گیری جوامع متمدن در حاشیه رودخانه‌ها بوده است (درخشان، ۱۳۹۸). سیل یک پدیده هیدرولوژیکی هست که وقوع آن عمدتاً به عوامل آب‌وهوا شناختی و زمین‌ریخت‌شناسی بستگی دارد (جباری و خزایی، ۱۳۹۰).

سیلاب‌ها از جمله مخاطرات طبیعی هستند که هر ساله خسارات بسیار زیادی را برای ساکنین دشت‌های سیلابی به بار می‌آورند. تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی سیلاب برای دوره‌های بازگشت مختلف از جمله روش‌های متداولی است که جهت نمایش پتانسیل مخاطرات سیلابی مورد استفاده قرار می‌گیرد (رضایی مقدم و همکاران، ۱۳۹۷).

پیش‌بینی پدیده‌های ژئومورفولوژیکی مخاطره‌آمیز برای محققین ژئومورفولوژی، می‌تواند پتانسیل خطر این پدیده‌ها را کاهش دهد و صدمات جانی و خسارات مالی پدیده‌های انسانی و طبیعی را تا حد ممکن کاهش دهد (روستایی، ۱۳۹۶).

هدف از پژوهش حاضر پهنه‌بندی سیلاب رودخانه نوران با دوره بازگشت ۱۰۰ سال با استفاده از مدل هیدرودینامیکی HEC-RAS می‌باشد.

## پیشینه تحقیق

مطالعات متعددی در خصوص پهنه‌بندی سیلاب در داخل و خارج از ایران صورت گرفته است که به صورت متخصر در ذیل اشاره می‌شود. حجازی و همکاران (۱۳۹۹)، به‌منظور تحلیل خطر وقوع سیلاب با استفاده از مدل

هیدرودینامیکی RAS-HEC در حوضه ورکشچای پرداختند. این مهندسی به این نتایج رسیدند که سیالهای با دوره بازگشت پنجاه سال حدود ۱۱۰ کیلومتر و ۲۵ سال حدود ۶۳ کیلومتر از مساحت حوضه آبخیز را تحت سیطره قرار میدهد. اسفندیاری درآباد و همکاران (۱۴۰۱)، به منظور شبیه‌سازی مورفولوژیکی وقوع سیلاب در رودخانه نوران‌چای با استفاده از مدل هیدرولیکی HEC-RAS پرداختند. ایشان به این نتیجه رسیدند که بیش‌ترین خطر سیلاب با دوره بازگشت دویست سال با پهنه سیلابی ۵۰۰ متر خواهد بود. هم‌چنین در راستای کاهش خسارت‌های مالی و جانی ایجاد شده در اثر وقوع سیلاب باید از تجاوز به حریم رودخانه و تغییرات کاربری اراضی جلوگیری کرد. اسفندیاری درآباد و همکاران (۱۴۰۱)، شبیه‌سازی تغییرات رودخانه بالیخلی‌چای با استفاده از مدل سزار (CAESAR) پرداختند. ایشان به این نتیجه رسیدند که نتایج مدل هیدرولوژیکی HEC-RAS نشان داد که بیش‌ترین پهنه سیلابی در دوره‌های بازگشت ۲۰۰۰ و ۱۰۰۰۰ سال به ترتیب با مقادیر ۲۳۷/۲ و ۲۴۲/۲ هکتار و احتمال وقوع ۹۹/۹۵ و ۹۹/۹۹ درصد است و هم‌چنین عرض پهنای به ترتیب ۱۱۷۰ و ۱۲۸۸ متر می‌باشد که برای جوامع انسانی و تاسیسات بشری مخاطره‌آمیز خواهد بود. در این راستا مطالعات متعددی در داخل ایران و خارج ایران صورت گرفته است که میتوان به پژوهش (پارسائی، ۱۴۰۰)، با تلفیق نرم افزار Hec\_Ras و ArcGIS، پهنه بندی سیلاب رودخانه دشت سیلاخور، استان لرستان برای دوره‌های بازگشت ۲۰۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۲۵۰، ۱۰، ۵، ۲ و ۱۰۰۰ اقدام نموده است. نتایج حاکی از آن است که مدل Hec\_Ras توانایی بسیار مناسبی در تخمین پهنه سیلابی دارد، هم‌چنین سیستم اطلاعات جغرافیایی مبتنی بر نرم افزار GIS نیز قابلیت بسیار مناسبی در نمایش پهنه سیلابی دارد. بررسی اثرسازه‌های قاطعی نشان داد که این سازه‌ها به صورت موضعی پهنه سیلابی را افزایش داده و آبرگرفتنی ناشی از سیلاب را تشدید میکند ولی در مساحت پهنه سیلابی کل تاثیر گذار نمی‌باشد (پارسائی، ۱۴۰۰)، عملکرد نسخه جدید HEC-RAS ورژن ۵ برای شبیه‌سازی بارش باران-رواناب مبتنی بر هیدرودینامیک D۲ در مقیاس حوضه: مقایسه با مدل پیشرفته هنر بررسی نمودند. برخلاف کاربردهای رایج برای گسترش سیل در رودخانه، این کار برای اولین بار بحث انتقادی درباره این مدل خاص جدید را نشان می‌دهد، که هرگز در این حوضه تجزیه و تحلیل نشده است. به‌طور خاص، به‌منظور ارزیابی پتانسیل و توانایی‌های خود، Hec-Ras در یک حوضه کوچک در ایتالیا اعمال شده است. بر اساس این مطالعه، به نظر می‌رسد که HEC-RAS می‌تواند به‌عنوان یک مدل قابل اطمینان برای محاسبه هیدرو گراف تخلیه در شبیه‌سازی باران-رواناب در نظر گرفته شود. (Al Baky, 2020)، ارزیابی و بررسی میزان آسیب‌پذیری و خطر سیلاب در کاربری‌های مختلف با استفاده از مدل flow انجام دادند. در این

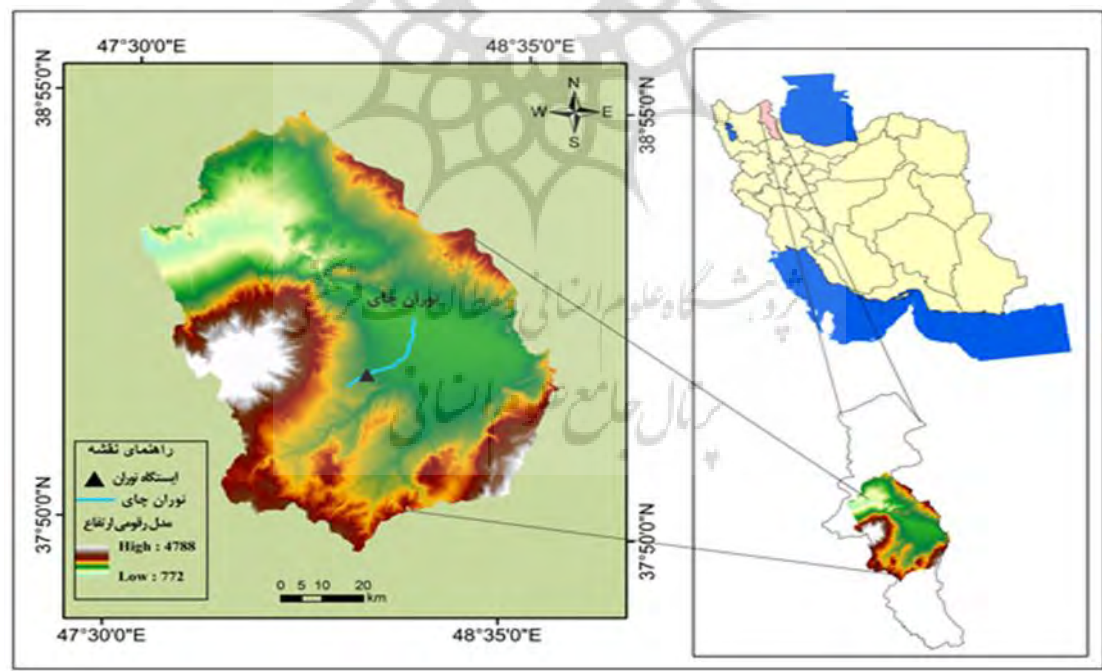
مطالعه مشخص شد که زمین‌های زراعی در عمق ۲٫۸ متری بسیار آسیب‌پذیر است، درحالی‌که سکونتگاه، در عمق بالای ۳ متر بسیار آسیب‌پذیر است. به‌طور سنتی، از مدل‌های هیدرولیکی معمولاً برای مطالعه یا ترسیم مناطق بالقوه خطر سیل در بازه زمانی رخداد مجدد سیل استفاده می‌شود اشاره کرد.

هدف از پژوهش حاضر پهنه‌بندی سیلاب رودخانه نوران با دوره بازگشت ۱۰۰ سال با استفاده از مدل هیدرودینامیکی HEC-RAS می‌باشد.

## مواد و روش

### محدوده مورد بررسی

رودخانه نوران چای واقع در شمال استان اردبیل می‌باشد که از روستایی اردیموسی شروع شده تا رودخانه قره سو امتداد دارد. رودخانه نوران چای در موقعیت جغرافیایی ۴۸ درجه و ۸ دقیقه و ۳۰ ثانیه تا ۴۸ درجه و ۱۷ دقیقه و ۳۰ ثانیه طول شرقی و از ۳۸ درجه و ۱۲ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۲۲ دقیقه عرض شمالی واقع شده است. سرشاخه‌های این حوضه از ارتفاعات سبلان در غرب حوضه آتشفشان سرچشمه می‌گیرد شکل (۱).



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی رودخانه نوران چای در استان اردبیل

## روش کار

نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰، نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰، ۱:۲۰۰۰ داده‌های ایستگاه‌های سینوپتیک، باران‌سنجی، دبی‌سنجی از اساسی‌ترین داده‌های پژوهش حاضر محسوب می‌شود که از سازمان آب منطقه‌ای استان اردبیل تهیه شد.

## ابزارهای مورد استفاده در پژوهش

نرم‌افزارهای ArcGIS 10.3 ، HEC-RAS ، HEC-GEO-RAS

روش‌های موجود برای تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی را می‌توان به چهار گروه عمده به شرح زیر تقسیم‌بندی نمود. روش‌های مشاهده‌ای و استفاده از داغ آب، مقایسه عکس‌های هوایی منطقه، محاسبه دستی و استفاده از مدل‌های ریاضی. کلیه روش‌های فوق جهت تهیه نقشه پهنه‌بندی سیل احتیاج به تعیین تراز جریان سیلاب و انتقال رقوم سطح آب بر روی نقشه‌های توپوگرافی دارند. همه این روش‌ها اصولاً از همان روند یکسان استفاده از رقوم تعیین شده سطح آب در هر مقطع عرضی (با موقعیت‌های مختلف) برای پهنه‌بندی کمک می‌گیرند. تفاوت عمده بین این روش‌ها در نحوه تعیین پروفیل سطح آب می‌باشد. استفاده از مدل‌های ریاضی امروزه بسیار متداول بوده و در این روش‌ها به کمک مدل‌های ریاضی جریان سیلاب شبیه‌سازی شده و پس از محاسبه پروفیل جریان توسط مدل، پهنه سیل با دوره‌های بازگشت مختلف بر روی نقشه‌های توپوگرافی منتقل می‌گردد.

## مدل HEC-RAS

نرم‌افزار (HEC-RAS) و یا نرم‌افزار تحلیل رودخانه انجمن مهندسی ارتش آمریکا مجموعه‌ای از ابزارها است که به کاربر، امکان انجام محاسبات محاسبات هیدرولیک رودخانه را در حالت جریان ماندگار و غیرماندگار می‌دهد. سیستم HEC-RAS شامل سه مؤلفه تحلیل هیدرولیکی یک بعدی برای انجام محاسبات پروفیل سطح آب در حالت جریان ماندگار، شبیه‌سازی جریان غیرماندگار و محاسبات انتقال رسوب در مرز متحرک می‌باشد. این سه مؤلفه از یک نمایش داده‌های هندسی مشترک و از روند محاسبات هندسی و هیدرولیکی یکسان استفاده می‌کنند.

## نتایج پژوهش

سیلاب‌ها علاوه بر اینکه به‌طور مستقیم یا غیر مستقیم خطراتی را متوجه جوامع انسانی می‌سازند باعث تغییرات ژئومورفولوژیکی قابل توجهی نیز می‌گردند. بدین ترتیب ارزیابی رخدادهای سیلاب از جنبه‌های مختلف حائز اهمیت است. برای ارزیابی سیلاب، روش‌ها و رویکردهای مختلفی وجود دارد. بر این اساس داده‌های مربوط به ایستگاه هیدرومتری نوران‌چای از شرکت آب منطقه‌ای استان اردبیل تهیه گردید. پس از آماده کردن دبی حداکثر لحظه‌ای سالانه، با استفاده از نرم‌افزار SMADA توزیع پیرسون تیپ ۳ به لگاریتم مبنای ۱۰ بر دبی‌های پیک برآزش داده شد و حداکثر دبی لحظه‌ای برای دوره بازگشت ۱۰۰ سال محاسبه گردید. دبی جریان سیلاب با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله رودخانه نوران‌چای در جدول (۱)، نمایش داده شده است. براساس نتایج به دست آمده از جدول (۱)، میزان احتمال وقوع سیلاب با دوره بازگشت ۱۰۰ سال حدود ۹۹ درصد می‌باشد.

### جدول ۱. مقادیر دبی محاسبه شده با دوره بازگشت‌های مختلف رودخانه نوران‌چای با استفاده از توزیع

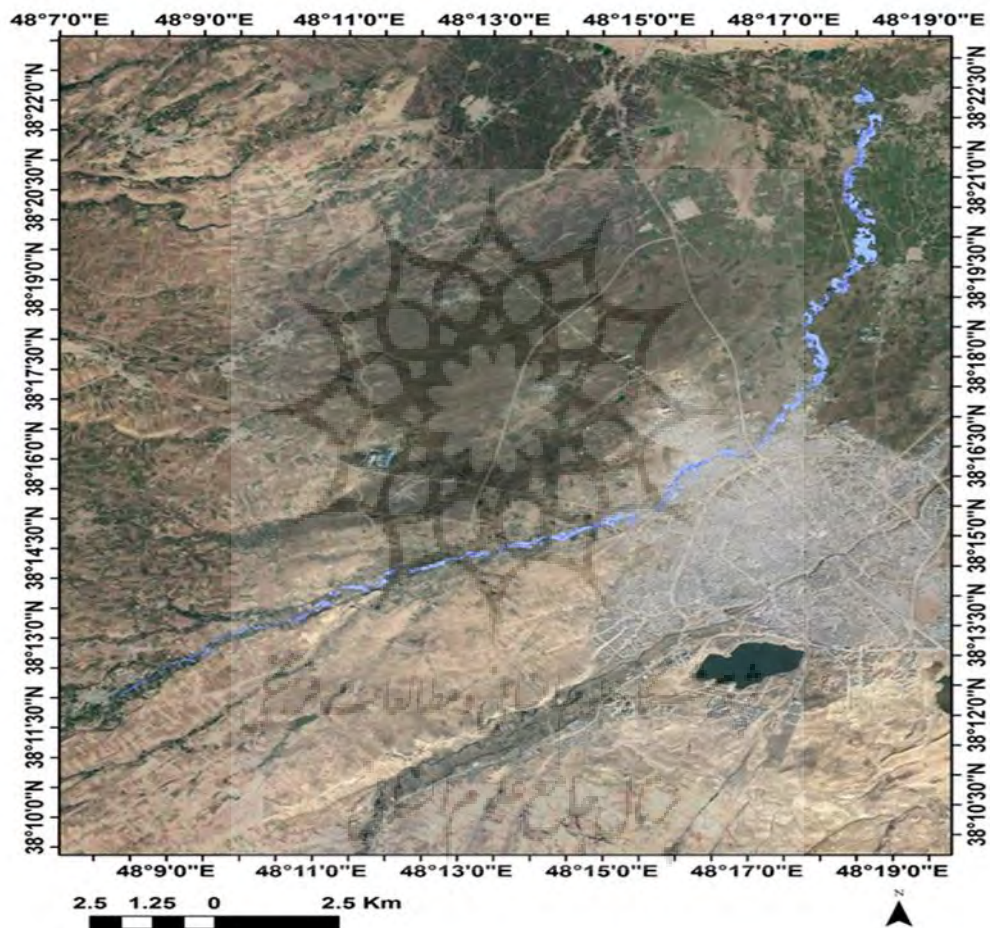
#### پیرسون تیپ ۳

دبی محاسبه شده	دوره	احتمال	انحراف استاندارد
	بازگشت (سال)	وقوع (درصد)	

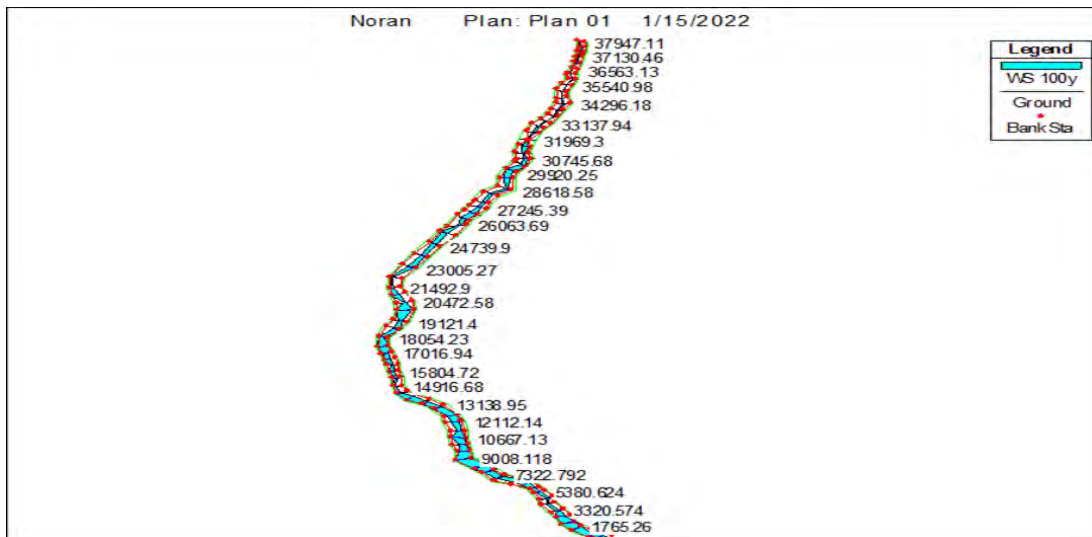
۲۳	۱۰۰	۹۹	۱۰/۰۹
----	-----	----	-------

بر اساس نقشه پهنه‌بندی سیلاب (شکل ۲ و ۳) محدوده اثرگذاری سیلاب‌های با دوره بازگشت ۱۰۰ سال در امتداد رودخانه نوران حدود ۳۰۴ هکتار می‌باشد. هم‌چنین میانگین عرض سیل‌گیری سیلاب‌های ۱۰۰ سال به حدود ۴۴۵ متر می‌رسد. این سیلاب‌ها، پهنه‌های سیلابی با دوره بازگشت ۲، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰، سال را در برمی‌گیرد. در نتیجه این افزایش مساحت و عرض بیشتر در همه قسمت‌های بالادست، میان‌دست و پایین‌دست رودخانه نوران‌چای قابل مشاهده است. به عبارتی در دوره بازگشت ۱۰۰ سال پهنه سیلابی رودخانه نوران‌چای همه

بخش‌های رودخانه را در بر گرفته است. این‌گونه سیلاب‌ها به دلیل دبی بالا و مشارکت دبی‌های انشعابات مختلف می‌توانند بخش عمده‌ای از مساحت دشت سیلابی رودخانه را تحت تاثیر قرار دهند همچنین علاوه بر خسارات جانی و مالی و تخریب اراضی کشاورزی پیامدهای مورفولوژیکی متعددی از قبیل تغییر مسیرهای کوتاه، میان‌برها و غیره را به همراه داشته باشند. سیلاب‌های با دوره بازگشت ۱۰۰ سال بیش‌تر مناطق مسکونی روستاهای اطراف رودخانه نوران‌چای و حتی بستر رودخانه در بخش وارد شده به دشت اردبیل قسمتی از مناطق مسکونی شهر اردبیل را نیز تحت تاثیر قرار می‌دهند.



شکل ۲. پهنه سیلابی رودخانه نوران با دوره بازگشت ۱۰۰ سال



شکل ۳. شبیه‌سازی سیلاب رودخانه نوران در نرم‌افزار HEC-RAS با دوره بازگشت ۱۰۰ سال

#### ۴. نتیجه‌گیری

بنابراین براساس نتایج حاصله نتیجه‌گیری می‌گردد که نشان‌دهنده تغییرپذیری مکانی بسیار بالای خطر سیلاب در امتداد رودخانه نوران‌چای می‌باشد. تغییر پذیری در امتداد رودخانه نوران با پهنه سیلابی ۱۰۰ سال به دلیل قدرت جریان و در برگیری محدوده بسیار زیاد علاوه بر تغییرات بستر رودخانه و تغییرات مورفولوژیکی اطراف رودخانه و هم‌چنین تخریب و خسارت‌های فراوان جانی و مالی در بر خواهد داشت. بنابراین برای جلوگیری از خسارت‌های جانی و مالی از تجاوز کردن به حریم رودخانه و تغییرات کاربری اراضی به مسکونی و ایجاد زهکشی مناسب در حریم رودخانه پیشنهاد می‌شود.

#### منابع

اسفندیاری درآباد، ف.، نظافت تکل، ب.، پاسبان، ا. ح. (۱۴۰۱). شبیه‌سازی مورفولوژیکی وقوع سیلاب در رودخانه نوران‌چای با استفاده از مدل هیدرولیکی HEC-RAS. پژوهش‌های فرسایش محیطی، ۱۲ (۳): ۱۹۰-۲۱۰.



اسفندیاری درآباد، ف، نظافت تكله، ب، شهبازی شرفه ز. (۱۴۰۱). شبیه‌سازی تغییرات رودخانه بالیخلی‌چای با استفاده از مدل سزار (CAESAR). جغرافیا و روابط انسانی، ۵(۳)، ۶۴-۸۲. doi: 10.22034/gahr.2022.371352.1770

باقرآبادی، ر. (۱۴۰۱). بررسی تغییرات اقلیمی شهر کرمانشاه با استفاده از روش‌های ضریب خشکی دومارتن، منحنی آمبروترمیک و اقلیم نمای آمبروزه در بازه‌ی ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۹. جغرافیا و روابط انسانی، ۴(۴)، ۱۸۵-۱۷۳.

پارسائی، ع. (۱۴۰۰). پهنه‌بندی سیلاب رودخانه‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای HEC-RAS و GIS (مطالعه موردی رودخانه دشت سیلاخور، استان لرستان)، نشریه علمی علوم و فنون سازندگی، سال ۲، شماره ۲،

جباری م، خزایی، س. (۱۳۹۰). پیش‌بینی آب‌گرفتگی دشت کرمانشاه با استفاده از نقشه‌های زمین‌ریخت‌شناسی، جغرافیا و توسعه، شماره ۲۲، ۸۸-۷۳.

درخشان، ع. (۱۳۹۸). مدل‌سازی جریان رسوب در نرم افزار Hec\_Ras با رویکرد انتخاب بهترین معادله انتقال رسوب در رودخانه سقز، دانشگاه آزاد زابل، پایان‌نامه کارشناسی ارشد مدیریت منابع آب.

رضایی مقدم م. ر. (۱۳۹۷). پهنه‌بندی و تحلیل مورفولوژیکی سیلاب رودخانه قره‌سو با استفاده از مدل هیدرودینامیکی Hec\_Ras (از روستای پرازمیان تا تلاقی رودخانه اهرچای)، جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره ۲۵، ۱-۱۵.

روستایی ش، (۱۳۹۶). تهیه نقشه پهنه‌بندی سیلاب حوضه آبخیز نکارود با استفاده از مدل Scn\_cn و GIS/R، پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، سال ششم، شماره ۱، صص ۱۱۸-۱۰۸.

Costabile and others(2020). Performances of the New HEC-RAS Version 5 for 2-D Hydrodynamic-Based Rainfall-Runoff Simulations at Basin Scale: Comparison with a State-of-the Art Model, Water 2020, 12, 2326, P 1\_19

Al Baky and others(2020). Flood Hazard, Vulnerability and Risk Assessment for Different Land Use Classes Using a Flow Model, Earth Systems and Environment, P 225\_244