جغرافیا و پایداری محیط، شمارهٔ ۹، زمستان ۱۳۹۲
صص. ۱۰-۱

تعیین حریم سیلاب و نقش آن در پایداری توسعهٔ سکونتگاهی (مطالعهٔ موردی: رودخانهٔ توتشامی)

مجتبی یمانی* - استاد ژئومورفولوژی، دانشگاه تهران، تهران
امیر مرادی - کارشناس ارشد ژئومورفولوژی، دانشگاه تهران، تهران
سعید رحیمی هرآبادی - دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی و مدیریت محیط، دانشگاه خوارزمی، تهران

وصول: ۱۳۹۲/۰۳/۰۴ **پذیرش:** ۱۳۹۲/۰۸/۱۷

چکیده

سیلاب یکی از واکنش‌های محیطی سیستم‌های رودخانه‌ای است که دارای جریانی استثنائی و شدید است. وقوع این پدیده تابع دورهٔ زمانی و مکانی خاصّی نیست. اساساً مهم‌ترین سبب شکل‌گیری آن، پراکنش جغرافیایی دشت‌های سیلابی رودخانه‌ها و خطوط پست ساحلی است که در طول آنها شرایط مساعدی برای توسعهٔ سکونتگاهی وجود دارد. از این رو، مداخلات انسانی در کانال رودخانه‌ها و تجاوز به حریم آن باعث شده تا تعیین حریم رودخانه همواره مورد توجّه باشد. در این مقاله، حریم سیل‌گیر رودخانهٔ توتشامی برای دوره‌های بازگشت مختلف به منظور ارزیابی حریم فرایندهای سیلابی تعیین شده است. در این راستا، آمار و اطّلاعات مربوط به هیدرولوژی منطقه جمع‌آوری و سپس اقدام به تجزیه و تحلیل، بازسازی و تکمیل داده‌ها گردید. در بررسی‌های میدانی یک بازهٔ هفت کیلومتری از کانال رودخانه انتخاب شد و نیمرخ‌های عرضی مورد نیاز روی آنها ترسیم گردید. همچنین ضریب زبری کرانه‌های چپ، راست و داخل کانال تعیین شد. در نهایت با به‌کارگیری نرم‌افزار HEC-RAS پهنهٔ سیل‌گیر رودخانه به ازای دوره‌های بازگشت ۲، ۵، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ ساله تعیین گردید. این نوشتار، علاوه بر تهیّهٔ نقشهٔ حریم سیل‌گیر رودخانه به ازای دوره‌های بازگشت متفاوت، تلاش شد تا ارتباط فرایند سیلابی و آسیب‌شناسی توسعهٔ سکونتگاهی مجاور رودخانهٔ مورد مطالعه، ارزیابی شود. نتایج نشان داد وسعت حریم فرایندهای سیلابی رودخانهٔ توتشامی در دوره‌های بازگشت مختلف، به میزان قابل توجّهی تحت تأثیر خصوصیات ژئومورفولوژیک کانال و دشت سیلابی است. همچنین سکونتگاه‌های حاشیهٔ رودخانه در حریم سیل‌گیر ۲۵ تا ۲۰۰ ساله قرار گرفته‌اند.

واژگان کلیدی: ***مخاطرات سیلاب، حریم سیل‌گیر، توسعهٔ سکونتگاهی، رودخانهٔ توتوشامی، HEC-RAS.***

*. نویسندهٔ مسئول: ۰۹۱۲۳۱۹۷۶۸۲
E-mail: myamani@ut.ac.ir

مقدّمه

سیلاب یکی از واکنش‌های محیطی سیستم رودخانه‌ای است که بالاتر از میزان عادّی بارندگی یا ذوب برف در یک مکان به وجود می‌آید (کوشکی[1]، ۲۰۰۸: ۱۲۲). این نوع مخاطره، جریانی استثنائی و شدید است که ممکن است از بستر طبیعی رودخانه لبریز شده و خارج شود (زاهدی و بیاتی خطیبی، ۱۳۸۷: ۱۳۸). بر اثر مخاطرات سیلاب، هزاران مترمکعب آب شیرین با وجود اهمّیّت حیاتی آن، وارد آب‌های شور می‌شود و از دسترس خارج می‌گردد (امیدوار، ۱۳۹۰: ۱۸۲). سیلاب‌ها ممکن است در بیشتر محیط‌های طبیعی روی دهد. از دشت‌های ساحلی تا مناطق حارّه‌ای، شمالگان، بیابان و حتّی در محیط‌های کوهستانی، مخاطرات سیلاب وجود دارد (کوشکی، ۲۰۰۸: ۱۲۲). وقوع این نوع مخاطرات تابع دورهٔ خاصّی نیست (زاهدی و بیاتی خطیبی، ۱۳۸۷: ۱۳۸). این پدیده، به عنوان یکی از شدیدترین مخاطرات در میان ۱۵ نوع از مخاطرات طبیعی شناخته شده است (محمدی و همکاران، ۱۳۸۵). اساساً مهم‌ترین علّت وقوع سیلاب، پراکنش جغرافیایی دشت‌های سیلابی رودخانه‌ای و خطوط پست ساحلی است که در طول آن‌ها جاذبه‌ها و شرایط مساعدی را برای اسکان بشر به وجود می‌آورد (محمدی، ۱۳۸۷: ۷۳؛ اسمیت و پتلی[2]، ۲۰۰۹: ۲۳۲).

در بسیاری از مناطق با تعیین حریم سیل‌گیر و حفاظت از آن، می‌توان خسارت‌های جانی و مالی ناشی از سیل را به حداقل رساند. در حوضهٔ رودخانهٔ توتشامی نیز مانند بسیاری از مناطق کشور سیل هر از چند گاهی خساراتی را به دنبال داشته است. به‌ویژه این مسئله در ابتدای دشتی که در مرکز حوضه قرار گرفته است، جایی که شاخه‌های متعدّد رود از کوهستان خارج شده و به یکدیگر می‌پیوندند، به علّت حجم زیاد آب و هموار بودن دشت، همچنین نزدیکی مراکز سکونتگاهی به رودخانه و تجاوز به حریم، سبب واردآمدن خسارات زیادی شده است تا آنجا که بسیاری از ساکنان این منطقه، مناطق مسکونی خود را ترک کرده و به محل‌های دیگری مهاجرت کرده‌اند. از این رو تعیین حریم سیل‌گیر در دوره‌های بازگشت مختلف برای منطقه در پیشگیری و کاهش خسارات جانی و مالی ضروری می‌نماید.

با توجّه به تعاریف ارائه‌شده دربارهٔ سیلاب، ناگهانی‌بودن، افزایش غیر عادّی آب در رودخانه و دربر گرفتن زمین‌های حاشیهٔ رودخانه را می‌توان از خصوصیات سیل برشمرد. از همین خصوصیات می‌توان فهمید که رودخانه‌ها دارای حریمی هستند که باید رعایت شود. حریم سیل‌گیر همان سطح زمین معمولاً خشک مجاور رودخانه‌ها، رودها، دریاچه‌ها، خلیج‌ها یا اقیانوس‌هایی است که طی پیشامدهای سیلاب به صورت دوره‌ای به زیر آب می‌رود. معمول‌ترین دلایل ایجاد سیلاب، سرریزشدن آب رودها، رودخانه‌ها و جریان‌های بلند غیر عادّی جزر و مدّی ناشی از طوفان‌های شدید است. ممکن است منطقهٔ سیل‌گیر کلّ عرض درّه‌های رودهای باریک یا نواحی گسترده در کلّ رودها یا درّه‌های پهن را دربر گیرد (ون ته چاو و میدنت لاری، ۱۳۸۷).

تعیین حریم طغیان‌های دوره‌ای رودخانه‌ای، موضوعی است که نقش مهمّی در مدیریت و برنامه‌ریزی‌های توسعه در مناطق مسکونی حاشیهٔ رودخانه‌ای دارد. آی سید[3] در سال ۱۹۸۳ و اسکاپ[4] در سال ۱۹۸۹ اعلام کرده‌اند که در همهٔ کشورهای جهان، عدم یا کمبود ضوابط و مقرّرات رسمی برای پیشگیری و مقابله با سیل و چگونگی استفاده از سیلاب‌دشت‌ها و مسیل‌ها از مهم‌ترین عوامل مؤثّر در روند فزایندهٔ خسارات ناشی از سیل است.

1- Kusky
2- Smith & Petley
3- ICID
4- ESCAP

جاذبهٔ رودخانه از یک‌سو و منافع انسانی از دیگر سو، تصاحب و تملّک و استفادهٔ نادرست از حریم طغیانی رودخانه را تشویق می‌کند. چون اخطار و مانعی نیز در تصاحب و چگونگی استفاده از آنها نیست، به‌ویژه در مناطق مسکونی برای برنامه‌ریزی‌های توسعه مورد استفاده قرار می‌گیرند (غیور، ۱۳۷۵) حریم رودخانه را از جنبه‌های متفاوتی چون دوره‌های بازگشت سیل، مسائل زیست‌محیطی، مسائل حقوقی و... می‌توان مورد بررسی قرار داد.

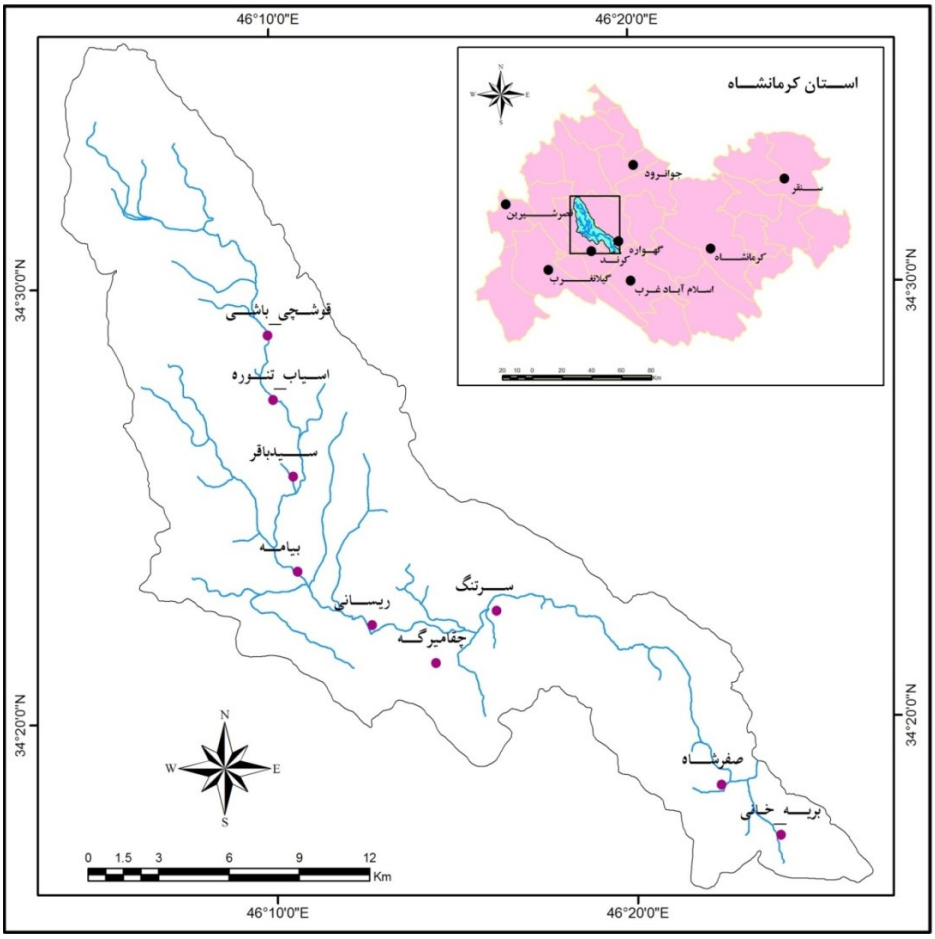
در رابطه با تعیین حریم فرایندها و مخاطرات سیلاب پهنه‌بندی و شناسایی نواحی سیلاب‌گیر، مطالعات متعدّدی در جهان و ایران صورت گرفته است؛ جیمز[1] و همکاران (۱۹۸۰)، اقدام به پهنه‌بندی خطر سیل در ایالت یوتای امریکا کردند و به این نتیجه رسیدند که به سبب تغییرات مناطق سیل‌گیر از سیلی به سیل دیگر، باید توجّه داشت که خطرها خیلی‌زیاد و خیلی‌کم نشان داده نشوند. لیانگ و موهانتی[2] (۱۹۹۷)، در ماهانادی هندوستان اقدام به پهنه‌بندی سیل با استفاده از سیستم اطّلاعات جغرافیایی[3] نمودند و مدیریت سیل بر اساس این نوع پهنه‌بندی را روش سازه‌ای مفیدی در کنترل سیل معرّفی کردند. تیت[4] (۱۹۹۸)، نرم‌افزارهای HEC-RAS و ArcView را تلفیق کرد و حریم بستر رودخانه وادرکریک در شهر آستین آمریکا را مورد بررسی قرار داد و نتیجه گرفت که این روش قابلیت بسیار زیادی در بررسی هیدرولیکی سازه‌های کنترل سیل در طول رودخانه دارد. یانگ و تسای[5] (۲۰۰۰)، مدلی را به نام FGIS برای شبیه‌سازی دشت سیلابی، محاسبات خصوصیات سیل و نشان دادن خصوصیات سیل در کشور تایوان طراحی کردند. استفان[6] (۲۰۰۲)، به بررسی سیل‌های به وقوع پیوسته در سال‌های ۱۹۹۶ و ۱۹۹۷ در حوضهٔ آبخیز رودخانهٔ سنگ‌زرد در ایالت مونتانای امریکا پرداخت و پهنه‌های سیل‌گیر را در یک بازهٔ ۱۸ کیلومتری به وسیلهٔ ۲۵ مقطع مشخّص کرد. در ایران نیز با توجّه به اهمّیّت سیل، پژوهش‌های زیادی صورت گرفته است که از آن میان می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: صادقی و همکاران (۱۳۸۲)، با استفاده از نرم‌افزارهای HEC-RAS و سیستم اطّلاعات جغرافیایی اقدام به پهنه‌بندی سیل در حوضهٔ شهری دارآباد تهران نمودند و نقشهٔ مناطق سیل‌گیر را در دوره‌های بازگشت مختلف تهیّه نمودند. زینی‌وند و همکاران (۱۳۸۵)، به مطالعهٔ دشت سیلابی سیلاخور بروجرد پرداختند و با استفاده از HEC-RAS اقدام به پهنه‌بندی سیل نمودند و نقشهٔ پهنه‌های سیل‌گیر را با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ تهیّه کردند. رضائی مقدم و همکاران (۱۳۹۰)، به مدل‌سازی جریان سیلاب حوضهٔ آبریز رودخانهٔ جاجرود با استفاده از رگرسیون چندمتغیّره پرداختند و ۶ متغیّر ضریب تراکم، ضریب شکل، زمان تمرکز، مساحت حوضه و طول آبراهه را در مدل‌سازی سیلابی منطقه تعیین نمودند. یمانی و همکاران (۱۳۹۱)، به تعیین پهنه‌های سیل‌گیر با استفاده از مدل HEC-RAS در رودخانهٔ طالقان پرداختند. در این نوشتار، تلاش شده است علاوه بر تعیین و تحلیل پهنه‌های سیل‌گیر در محدودهٔ مورد مطالعه در دوره‌های بازگشت مختلف، توسعهٔ سکونتگاهی و پیامدهای آن مورد آسیب‌شناسی قرار گیرد.

معرّفی منطقهٔ مورد بررسی

حوضهٔ رودخانهٔ توتشامی با مساحت ۳۸۰ کیلومترمربع در غرب استان کرمانشاه و مرکز شهرستان دالاهو قرار گرفته است. موقعیّت ریاضی این حوضه بین ۴۶ درجه و ۴ دقیقه و ۹ ثانیه تا ۴۶ درجه و ۲۶ دقیقه و ۳۷ ثانیهٔ طول شرقی و عرض ۳۴ درجه و ۱۶ دقیقه و ۷ ثانیه تا ۳۴ درجه و ۳۵ دقیقه و ۳۳ ثانیهٔ عرض شمالی است. از نظر

1- James
2- Liang & Mohanty
3- Geographic Information System (GIS)
4- Tate
5- Yang & Tsai
6- Stephan

تقسیمات بین شهرهای کرند در غرب و گهواره در جنوب شرقی ثلاث باباجانی در شمال و اسلام‌آباد در جنوب واقع شده است. ارتفاع متوسّط حوضه ۱۸۱۷ متر بوده و اختلاف ارتفاع به ۱۰۶۰ متر می‌رسد. جمعیّت محدودهٔ مورد مطالعه ۳۴۷۳ نفر برابر ۶۸۵ خانوار است که در ۱۵ روستای منطقه پراکنده شده‌اند (شکل ۱).



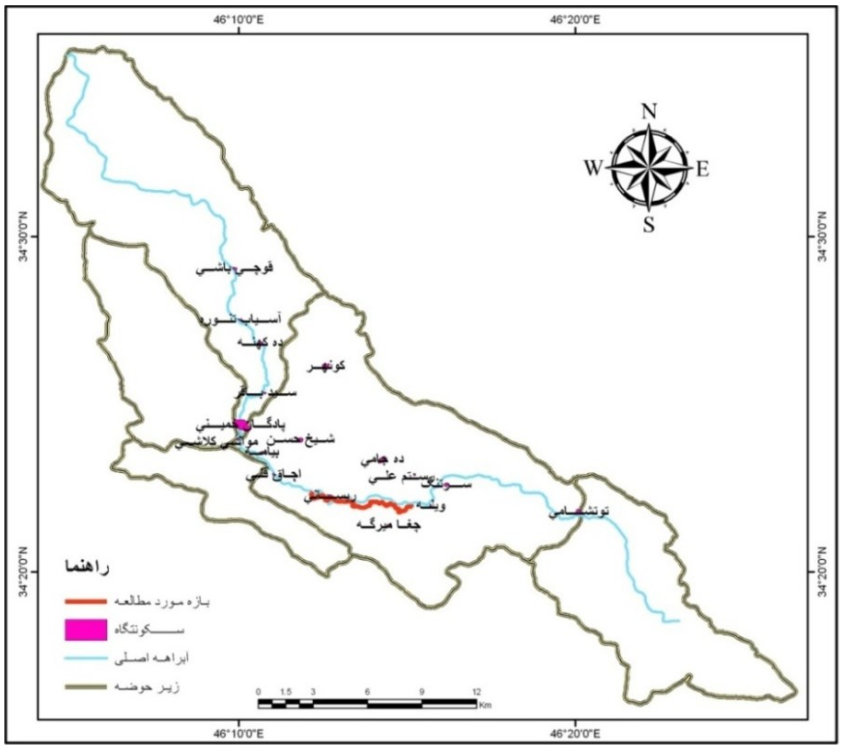
شکل ۱. موقعیّت حوضهٔ مورد مطالعه

مواد و روش‌ها

در این پژوهش، به منظور تهیّهٔ نقشه‌های مورد نیاز، ابتدا با استفاده از لایهٔ توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ منطقه در محیط سیستم اطّلاعات جغرافیایی، نقشهٔ سطوح ارتفاعی منطقه تهیّه گردید. با واردکردن لایهٔ سطوح ارتفاعی منطقه به محیط Arc Hydro مرز حوضه و زیرحوضه‌ها، آبراهه‌ها، نقشهٔ شیب و... تهیّه شد. در محاسبهٔ هیدروگراف حوضه از آمارهای ایستگاه توتشامی و برای هیدروگراف زیرحوضه‌ها از روش هیدروگراف بدون بُعد با استفاده از نقشهٔ CN منطقه و مدل SCS و محیط Excel استفاده شد و دورهٔ بازگشت سیل برای دوره‌های ۲، ۵، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ ساله با استفاده از توزیع لوگ پیرسون تیپ سه تعیین شد. بعد از تهیّهٔ نقشه‌های مورد نیاز و دوره‌های بازگشت، در بازدید و کار میدانی یک بازه به طول ۷ کیلومتر انتخاب شد. در گام بعد، نیمرخ‌هایی بر روی رودخانه بر اساس تغییرات کانال و ویژگی‌های بستر از قبیل کوچکی و بزرگی، تغییرات زبری و پیچ و خم‌ها ترسیم شده و ضریب مانینگ نیز محاسبه گردید. بعد از تکمیل داده‌های مورد نیاز، آنها را در نرم‌افزار HEC-RAS وارد کرده و در پایان نقشه‌های سیل‌گیر بازه‌ها به ازای دوره‌های بازگشت تعیین‌شده استخراج شد و نتایج به دست آمده مورد ارزیابی و تفسیر قرار گرفت.

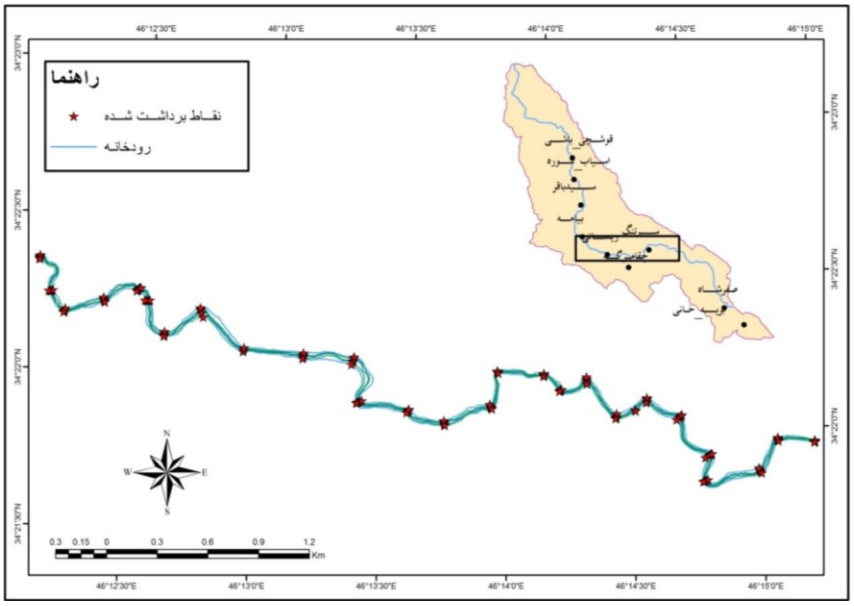
نتایج و بحث

به منظور تعیین بازهٔ مورد مطالعه و موقعیّت زیرحوضه‌ها، همچنین سیل‌گیری منطقه و سکونتگاه‌ها بازه‌ای به طول ۷ کیلومتر از رودخانهٔ مورد مطالعه انتخاب شد. این بازه، در منطقه‌ای که محلّ تقاطع سه زیرحوضهٔ پرشیب بالادست است و تراکم سکونتگاه‌ها در آن وجود دارد انتخاب شده است (شکل ۲).



شکل ۲. موقعیّت بازهٔ مورد مطالعه در حوضه

سپس جهت برداشت میدانی نیمرخ‌های کانال رودخانه نقاط ارتفاعی در ۴۳ موقعیّت، با در نظرگرفتن پیچ و خم‌ها و تغییرات عمق و ضریب زبری برداشت گردید (شکل ۳).



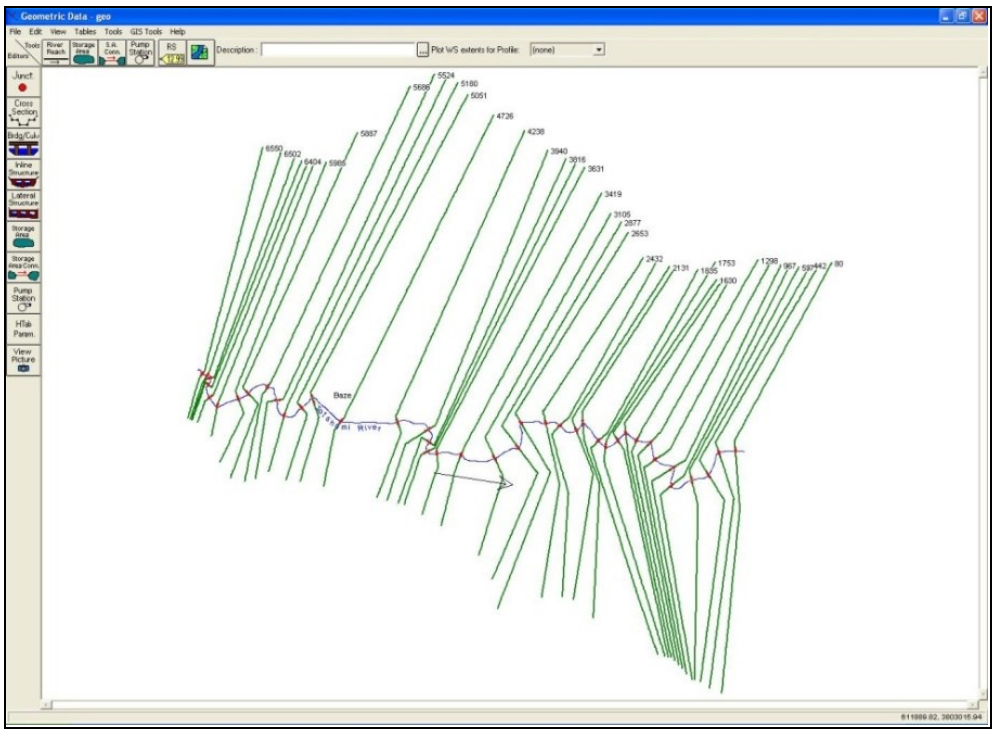
شکل ۳. نقشهٔ مقاطع عرضی بر روی بازهٔ مورد مطالعه

در مرحلهٔ تعیین دوره‌های بازگشت، به منظور دقّت بیشتر در محاسبهٔ دوره‌های بازگشت سیلاب به جای محاسبهٔ دبی با روش‌های تجربی از آمار ایستگاه توتشامی در ۱۰ کیلومتری پایین‌دست بازهٔ مورد مطالعه استفاده شده است. در طول مسیر بازه تا ایستگاه، شاخهٔ مهمّی به رودخانه نمی‌پیوندد؛ لذا تغییر قابل توجّهی در دبی مورد انتظار نیست. جدول ۱، دبی‌های محاسبه‌شده به ازای دورهٔ بازگشت‌های ۲، ۵، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ ساله را با استفاده از آمار ۳۳ سال ایستگاه توتشامی نشان می‌دهد.

جدول ۱. جدول دبی رودخانه در دوره‌های بازگشت مختلف

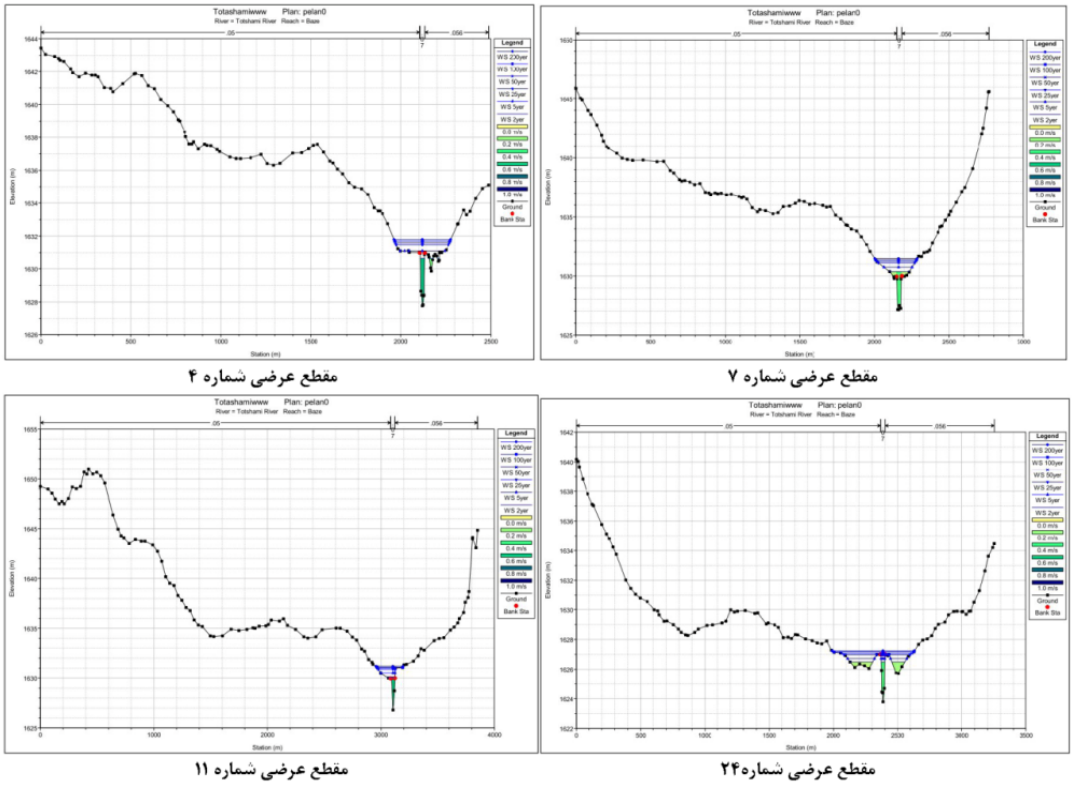
دورهٔ بازگشت	دو سال	پنج ساله	بیست و پنج ساله	پنجاه ساله	صد ساله	دویست ساله
دبی به مترمکعب بر ثانیه	۳۴/۰۷۹۷	۵۵/۲۹۲۷	۸۷/۰۸۳۳	۱۰۰/۲۴۸۱	۱۱۳/۳۱۵۷	۱۲۶/۳۳۵۶

در مرحلهٔ واردکردن نقاط ارتفاعی کانال و دبی رودخانه به ازای دوره‌های بازگشت مختلف به نرم‌افزار، به دلیل اینکه آثار و نشانه‌های سیلاب‌های گذشته در اراضی سرتاسر دشت در دسترس نیست، تمام عرض دشت به عنوان دشت سیلابی به نرم‌افزار معرّفی شده است. همچنین مقاطع باید از سمت چپ جریان رودخانه و عمود بر مسیر جریان رسم شوند. شکل ۴ جهت و طول مقاطع عرضی و همچنین کناره‌های رودخانه را ترسیم نموده است.



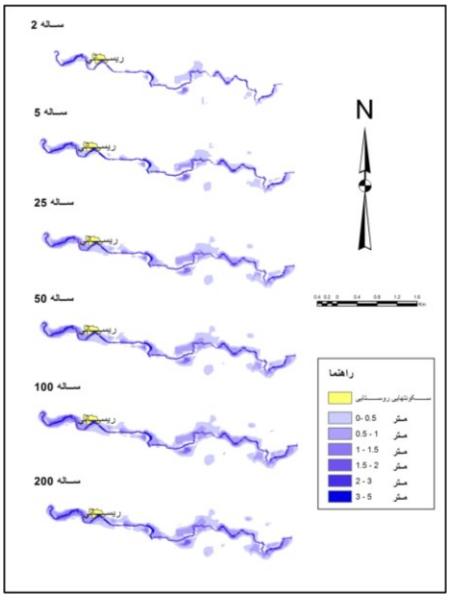
شکل ۴. طول و موقعیّت قرارگیری مقاطع عرضی بر روی بازهٔ مورد مطالعه

از ۴۳ مقطع عرضی ترسیم‌شده در مدل HEC-RAS، ۴ مقطع به عنوان نمونه از نقاط مختلف بازه آورده شده است که علاوه بر ترسیم نیمرخ عرضی رودخانه، کناره‌ها و حجم و سرعت آب را در کانال و سطح آب را در دورهٔ بازگشت‌ها نشان می‌دهد. در مقطع شمارهٔ ۴ که مربوط به بالادست بازه است، سطح آب در دورهٔ بازگشت ۵ ساله از کانال سرریز نموده است. اختلاف سطح آب بین دوره‌های ۲ تا ۲۵ ساله بیشتر از دوره‌های دیگر است. افزایش سطح آب از کانال در سیلاب ۲۰۰ ساله به ارتفاع یک متر می‌رسد. وضعیّت در مقاطع دیگر نیز تا حدودی به همین منوال است (شکل ۵). دشت سیلابی کناره‌های رودخانه باز شده و آب مساحت بیشتری را دربر گرفته است؛ و سیلاب در تمام دوره‌ها، زمین‌های اطراف را تحت تأثیر قرار می‌دهد. این وضعیّت تا انتهای بازه ادامه دارد.



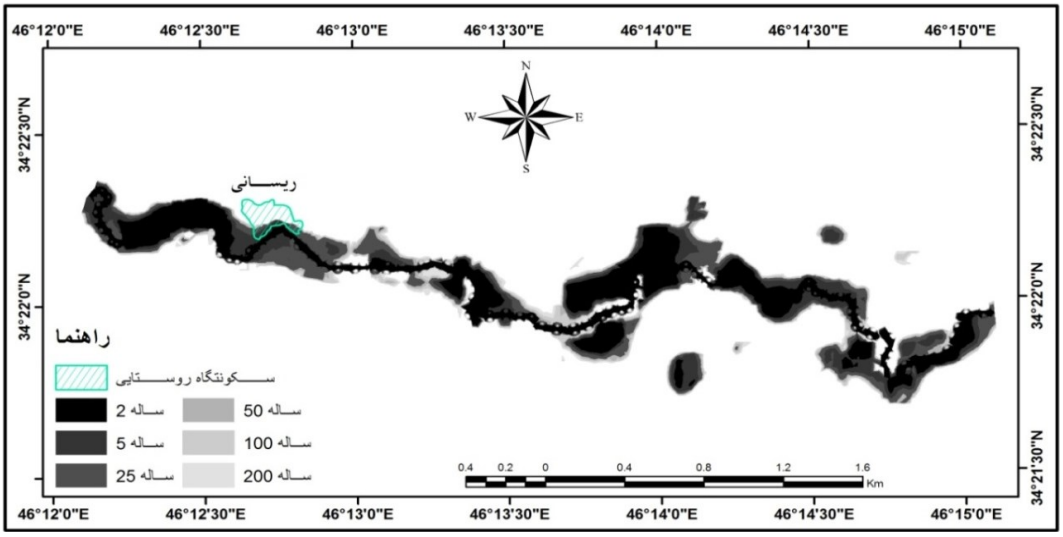
شکل ۵. نمونه‌هایی از مقاطع عرضی ترسیم‌شدهٔ رودخانهٔ توتشامی در مدل HEC-RAS

در مرحلهٔ بعد، به تعیین عمق سیلاب در دورهٔ بازگشت‌های مختلف پرداخته شد. در این مرحله، در بخش اوّل شکل ۶، نقشهٔ ارتفاع سطح آب را برای سیلابی با دورهٔ بازگشت دو ساله نشان می‌دهد. در این وضعیّت، ارتفاع آب در کانال به دو تا چهار متر می‌رسد و در قسمت‌هایی که آب از کانال سرریز نموده، ارتفاع آب در حدود صفر تا نیم‌متر است. در سیلاب‌های بزرگتر بر ارتفاع و وسعت آب‌گرفتگی در کانال رودخانه و کناره‌های آن افزوده می‌شود. تا جایی که در سیلاب ۲۰۰ ساله ارتفاع آب در کانال به سه تا پنج متر و در حاشیهٔ برخی نقاط به سه متر نیز می‌رسد (شکل ۶).



شکل ۶. عمق آب در کانال و دشت سیلابی به ازای دوره‌های بازگشت سیلاب مورد مطالعه

در مرحلهٔ بعد، حریم سیل‌گیر در دوره‌های مختلف بازگشت تعیین شد. در شکل ۷، حریم سیل‌گیر رودخانهٔ توتشامی در بازهٔ مورد مطالعه به ازای سیلاب‌های دوره‌ای، موقعیّت سکونتگاه مسیر بازه و کانال رودخانه نشان داده شده است. در بررسی نتایج این پژوهش، در شکل ۷ مشاهده می‌کنیم که اختلاف ارتفاع آب در کانال رودخانه بین سیلاب‌هایی با دورهٔ بازگشت ۲ تا ۲۵ سال بیش از سیلاب‌هایی با دورهٔ بازگشت ۲۵ تا ۲۰۰ سال است. این پدیده، نقش ژئومورفولوژی کانال و زمین‌های حاشیهٔ رودخانه را در این پدیده نشان می‌دهد. هرچه بر ارتفاع آب در کانال افزوده می‌شود و زمین‌های اطراف را دربر می‌گیرد، اختلاف ارتفاع بین سطح آب در کانال کمتر می‌شود و هرکجا که ناهمواری‌ها به سیلاب اجازهٔ پخش‌شدن در دشت سیلابی را ندهد اختلاف ارتفاع بین سطح آب در سیلاب‌های مختلف بیشتر می‌شود. از دیگر سو، در صورت افزایش حجم آب بر سرعت و قدرت سیلاب افزوده می‌گردد که این خود علاوه بر ایجاد خسارت به سکونتگاه‌ها می‌تواند باعث تغییراتی در شکل زمین گردد. با این حال، کشاورزی در زمین‌های اطراف رودخانه نیز می‌تواند این تغییرات را تحت تأثیر قرار دهد.



شکل ۷. حریم سیل‌گیر در سیلاب‌های دوره‌ای ۲، ۵، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ ساله

تعیین حریم فرایندهای سیلابی در رودخانهٔ توتشامی نشان می‌دهد که مورفولوژی دشت سیلابی منطقه نقش مؤثّری در وسعت حریم سیل‌گیر در دوره‌های مختلف بازگشت دارد. دشت سیلابی عبارت از سطحی آبرفتی است که با آبراهه در ارتباط است و غالباً از آب پوشیده می‌شود (چورلی[1] و همکاران، ۱۳۷۹: ۳۰۴) از آنجا که مورفولوژی دشت‌های سیلابی در کوتاه‌مدّت (به طور استثنائی) و یا درازمدّت توسّط رژیم‌های خود رودخانه‌ها تعیین می‌شود (بیاتی خطیبی، ۱۳۸۳). از این رو، این پدیده در ارتباط با شکل و رفتار مورفولوژی رودخانه‌ای است که به آن شکل می‌دهد (چارلتون[2]، ۲۰۰۸). این اشکال دارای سطوحی نسبی هستند که در طی سیلاب از پهنای یک یا دو طرف جریان آبی پوشیده می‌شود (گارده[3]، ۲۰۰۶). با توجّه به ژئومورفولوژی رودخانه و دشت سیلابی محدودهٔ مورد مطالعه که به صورت ناهمواری‌ها جلوه کرده است، محدودهٔ سیل‌گیر به صورت نامنظّم و در ارتباط با پیچ و خم‌ها و باز و بسته شدن کانال رودخانه و ناهمواری‌های حاشیه شکل گرفته است. به‌ویژه در پایین‌دست بازه که رودخانه به صورت شریانی است مرفولوژی کانال و دشت سیلابی به گونه‌ای جلوه کرده است که در هنگام سیل، کانال‌های

1 - Chorly
2- Charlton
3- Garde

قدیمی سیل را به قسمت‌های دورتری از کانال هدایت می‌کند و به صورت چاله‌های آب‌گرفته در منطقه نمایان می‌شود که بر روی نقشه به صورت نقاط آب‌گرفته پراکنده نشان داده شده است.

نتیجه‌گیری

تجزیه و تحلیل نتایج تعیین حریم سیل‌گیر رودخانهٔ توتشامی نشان می‌دهد که وسعت حریم سیل‌گیر در دوره‌های بازگشت مختلف به مقدار قابل توجّهی وابسته به ژئومورفولوژی دشت سیلابی است؛ زیرا دشت سیلابی به صورت پستی و بلندی‌های ملایم باعث می‌شود تا هنگام رخ دادن سیلاب، آب در برخی از مناطق که عمق و پهنای کانال شرایط مساعد را فراهم می‌کند، کمتر از کانال سرریز کرده و وارد دشت سیلابی می‌گردد. در همین حال، در برخی قسمت‌ها سیلاب وارد دشت سیلابی می‌شود؛ و گاهی تا چند ده متر در دشت سیلابی پیشروی می‌کند. در سیلاب‌های بزرگتر، بر وسعت حریم سیل‌گیر کمتر افزوده می‌شود و به جای آن بر قدرت سیلاب که وابسته به حجم آب و رسوبات سیلاب است افزوده می‌گردد. به‌ویژه در سیلاب‌های ۲۵ تا ۲۰۰ ساله، حریم سیل‌گیر به مقدار کمی توسعه می‌یابد و در عوض بر مقدار آب ناشی از سیل افزوده می‌گردد. با افزایش حجم آب، بر سرعت آن نیز افزوده می‌شود؛ از طرفی با توجّه به رسوباتی که سیلاب با خود می‌آورد، می‌تواند در تغییر شکل زمین و نیز ایجاد خسارت به سکونتگاه‌ها و زمین‌های کشاورزی نقش مهمّی ایفا کند. بیشتر سکونتگاه‌های حاشیهٔ آبراههٔ اصلی رودخانهٔ توتشامی با فاصلهٔ بسیار کمی از کانال رودخانه قرار گرفته‌اند؛ و اغلب در محدودهٔ حریم سیل‌گیر ۲۵ ساله و بالاتر گسترش یافته است. در چنین شرایطی دخالت‌های انسانی در مسیر آبراههٔ اصلی، وضعیّت را در هنگام بروز سیل بحرانی‌تر می‌کند. شیب کانال رودخانه به طور متوسّط در حدود ۰/۰۰۱ است و در بالادست بازهٔ مورد مطالعه مسیرهای زهکشی سه زیرحوضهٔ کوهستانی بالادست با یکدیگر برخورد می‌کنند. به همین دلیل، سکونتگاه‌های این ناحیه با خطر بیشتری در خصوص سیل و تلفات آن روبه‌رو هستند. ژئومورفولوژی دشت سیلابی رودخانهٔ توتشامی به صورت ناهمواری‌های ملایم است. به همین دلیل محدودهٔ حریم سیل‌گیر به صورت بسیار نامنظّم در دو طرف کانال رودخانه جلوه می‌کند. این امر باعث شده تا در برخی نقاط حریم سیل‌گیر به صورت نوار باریکی در دو طرف کانال رودخانه باشد و در نقاطی تا ده‌ها متر آب در اراضی حاشیه رودخانه پخش شود و چاله‌های پر از آب را ایجاد می‌کند.

منابع

امیدوار، کمال (۱۳۹۰) **مخاطرات طبیعی**، انتشارات دانشگاه یزد، یزد.

بیاتی خطیبی، مریم (۱۳۸۳) بررسی نقش تغییرات کاربری بر پویایی آبراهه اصلی و بروز تغییرات اساسی در دشت‌های سیلابی نواحی کوهستانی (مطالعهٔ موردی: درّهٔ لیقوان، واقع در دامنهٔ شمالی توده کوهستانی سهند)، **جغرافیا و برنامه‌ریزی**، ۱۷، صص ۳۲-۹.

چورلی، ریچاد جی.؛ شوم، استانلی؛ سودن، دیوید (۱۳۷۹) **ژئومورفولوژی، جلد سوّم (فرایندهای دامنه‌ای، آبراهه‌ای، ساحلی و بادی)**، ترجمهٔ احمد معتمد و ابراهیم مقیمی، انتشارات سمت، تهران.

رضائی مقدم، محمدحسین. اصغری، صیاد، فیض‌الله پور، مهدی (۱۳۹۰) مدل‌سازی جریان سیلاب حوضهٔ آبریز رودخانهٔ جاجرود با استفاده از رگرسیون چندمتغیّره، **جغرافیا**، ۹ (۳۰)، صص. ۱۷۴-۱۶۳.

زاهدی، مجید؛ بیاتی خطیبی، مریم (۱۳۸۷) **هیدرولوژی**، انتشارات سمت، تهران

زینی‌وند، حسین؛ ضیاء تباراحمدی، میرخالق؛ تلوری، عبدالرسول (۱۳۸۵) پهنه‌بندی سیل با بکارگیری نرم‌افزار HEC-RAS در دشت سیلابی سیلاخور بروجرد، **منابع طبیعی**، ۵۹ (۱)، صص. ۱۳-۱.

صادقی، سعید؛ جلالی‌راد، رضا؛ علی محمدی سرابی، علی (۱۳۸۲) پهنه‌بندی سیلاب با استفاده از نرم‌افزار HEC-RAS و سامانهٔ اطّلاعات جغرافیایی (مطالعهٔ موردی؛ حوضهٔ آبریز شهری دارآباد تهران)، **پژوهش‌نامهٔ علوم کشاورزی و منابع طبیعی خزر**، ۱ (۲)، صص. ۴۷-۳۴.

غیور، حسنعلی (۱۳۷۵) سیل و مناطق سیل‌خیز در ایران، **تحقیقات جغرافیایی**، ۱۱ (۱)، صص. ۱۲۰-۱۰۱.

محمدی، حسین (۱۳۸۷) **مخاطرات جوی**، انتشارات دانشگاه تهران، تهران.

محمدی، حسین؛ مقصودی، مهران؛ روشن، غلامرضا (۱۳۸۵) جایگاه و نقش سیستم‌های پیش‌بینی و هشدار سیلاب در کاهش اثرات مخرّب سیل، **چشم‌انداز جغرافیایی**، ۱ (۳)، صص. ۱۰۱-۸۷.

ون ت، چ. آر، د. میدنت ل. دبلیو، م. (۱۳۸۷) **هیدرولوژی کاربردی**، ترجمهٔ فائزه فروزنده، چاپ اوّل، انتشارات نشر دانشگاهی، تهران.

یمانی، مجتبی؛ تورانی، مریم؛ چزغه، سمیرا (۱۳۹۱) تعیین پهنه‌های سیل گیر با استفاده از مدل HEC-RAS (مطالعهٔ موردی: بالادست سدّ طالقان از پل گلینک تا پل وشته)، **جغرافیا و مخاطرات محیطی**، ۱، صص. ۱-۱۶.

Charlton, R. (2008) **Fundamentals of Fluvial Geomorphology**, Routledge Pub.

Garde, R. J. (2006) **River Morphology**, Published by New Age International (P) Ltd., Publishers.

Jame, M. D., Larsen, M. D., Glover, T. F. (1980) Floodplain Management Needs Preculer to Arid Climates, **Water Resources Bulletin**, 16 (6), pp. 1020-1029.

Kusky, T. (2008) **Floods: Hazards of Surface and Groundwater Systems**, New York, Facts on File, Inc. An imprint of Infobase Publishing.

Liang, S., Mohanty, C. R. C. (1997) Optimization of GIS-Based Flood Hazard Zoning-A Case study at the Mahanady Command Area in Cuttack District, Orrisa, India, **Chinese Soil and Wather Conservation**, 28 (1), pp. 11-20.

Smith, K., Petley, D. (2009) **Environmental Hazards Assessing and Reducing Disaster**, Routledge Pub, Fifth Edition.

Stephan, R. (2002) **Hydrologic Investtingation by the U.S. Geological survey Floowing the 1996 and 1997 Flood in the Upper Yellowstone River**, Montaina. Amrican Water Resources Association, 19th

Tate, E. C. (1998) **Floodplain mapping using HEC-RAS and ArcView GIS**, Masters Thesis. Department of Civial Engineering. University of Texas at Austin.

Yang, C. R., Tsai, C. T. (2000) Development of a GIS-Based Flood Information System for Floodplain Management and Damage Calculation, **the Amrican Water Resources Association**, 36 (6), pp. 567-577.