

## بررسی اثر پل‌ها بر عمق و سطح پهنه سیل در رودخانه زیارت گرگان

\*ابوالفضل مساعدی<sup>۱</sup> و مجتبی خلیلی‌زاده<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup>دانشیار گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،

<sup>۲</sup>عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد لارستان

تاریخ دریافت: ۸۴/۱۱/۱۴؛ تاریخ پذیرش: ۸۵/۶/۶

### چکیده

پل‌ها از جمله مهمترین و پرکاربردترین سازه‌های رودخانه‌ای هستند که از دیرباز مورد استفاده قرار گرفته‌اند. در این تحقیق اثر پل‌های احداث شده در مسیر حوزه شهری رودخانه زیارت گرگان، بر عمق و پهنه‌های سیل بررسی شده است. به این منظور پس از تهیه نقشه‌های توپوگرافی و کاربری اراضی منطقه، پلان و پروفیل‌های طولی و عرضی رودخانه زیارت ترسیم و رودخانه به ۹ بازه تقسیم گردید. سپس هیدروگراف‌های سیل با روش SCS در دوره‌های بازگشت مختلف تعیین گردید و پس از روندیابی سیل‌ها به روش ماسکینگام - کانژ در هر یک از بازه‌ها، دبی اوج سیلاب‌ها مشخص شدند. با انجام عملیات میدانی و نقشه‌برداری، اطلاعات هندسی رودخانه و تمامی پل‌ها برداشت شدند. آنگاه پروفیل سطح آب در دوره‌های بازگشت معین در دو حالت وجود پل‌ها و حذف فرضی آنها به کمک نرم‌افزار HEC-RAS محاسبه گردید. سپس با استفاده از نرم‌افزار ArcView GIS، نقشه‌های پهنه‌بندی سیل در دوره‌های بازگشت معین در دو حالت ذکر شده ترسیم و عمق و سطح سیل‌گیری با یکدیگر مقایسه گردید. همچنین در این تحقیق اثر هر یک از پل‌ها به صورت مجزا بررسی شدند و پل‌های با بیشترین تأثیر در افزایش سطح پهنه‌های سیل، مشخص گردید. علاوه بر این علت تأثیر پل‌ها بر افزایش سطح پهنه سیل بررسی و در نهایت پیشنهادهای لازم ارائه گردید.

**واژه‌های کلیدی:** پل، پهنه سیل، عمق سیلگیری، HEC-RAS، سامانه اطلاعات جغرافیایی، رودخانه زیارت گرگان

### مقدمه

از ده‌ها هزار پل با اندازه‌ها و شکل‌های متفاوت وجود دارند که همه ساله با بروز سیل، تعداد کثیری از آنها تخریب می‌شوند. یکی از دلایل تخریب پل‌ها را می‌توان به عدم جدی گرفتن مباحث هیدرولیکی و هیدرولوژیکی توسط مهندسين سازه طراح پل مربوط دانست (زراتی، ۱۳۷۹). براساس مطالعات انجام شده بر روی ۱۴۳ پل تخریب شده در سراسر جهان، بیش از نیمی از این پل‌ها در اثر وقوع سیلاب تخریب شده‌اند به طوری که جریان

پل‌ها از جمله مهمترین و پرکاربردترین سازه‌های رودخانه‌ای هستند که از دیرباز مورد استفاده قرار گرفته‌اند و نقش استراتژیک و اهمیت زیاد آنها بر هیچکس پوشیده نیست. وجود بیش از پانصد هزار پل در کشور آمریکا و صدها هزار پل در بسیاری از کشورهای دیگر، نقش و اهمیت این سازه‌ها را آشکارتر می‌سازد (شیروول و هولت، ۱۹۹۱). در کشور ما نیز بیش

نتیجه گرفت که دو عامل افزایش عمق سیل در بالادست پل‌ها و آبشویی زیاد در اطراف پایه‌ها از عوامل اصلی تخریب بوده‌اند.

چیو (۱۹۹۹) و لیم (۲۰۰۱) در تحقیقات خود به این نتیجه رسیدند که در هنگام وقوع سیلاب ظهور اشکال مختلفی از قبیل ریپل<sup>۱</sup>، دیون<sup>۲</sup> و بستر متحرک<sup>۳</sup> امری طبیعی است و این فرآیندها با وجود سازه‌های تقاطعی بخصوص پل‌ها می‌توانند موجب ناپایداری این سازه‌ها شده و از طرفی خود این سازه‌ها نیز با بالابردن سطح تر از آب موجب افزایش عمق و سطح پهنه سیلابی شوند.

رنالد و ادوارد (۲۰۰۳) در یک پروژه تحقیقاتی به مقایسه تأثیر پل‌های پایه‌دار با تعداد و قطر پایه متفاوت، بر پدیده پس‌زدگی آب و همچنین عمق جریان سیل پرداختند. نتایج تحقیق آنها نشان داد که شکل و تعداد پایه‌ها می‌تواند اثرات تعیین کننده‌ای بر پدیده پس‌زدگی آب و عمق جریان سیل داشته باشند، به طوری که هر چه تعداد و همچنین قطر پایه‌ها بیشتر باشد در اغلب موارد پدیده برگشت آب تا مسافت بیشتری در بالادست پل ادامه داشته و عمق جریان نیز در نزدیک پل بیشتر خواهد شد. در ضمن، همین عوامل باعث افزایش سرریز آب از روی پل و نهایتاً تخریب آن می‌شود.

همچنین جلالی‌راد (۱۳۸۱) در تحقیقی بر روی رودخانه دارآباد واقع در شهر تهران، پس از تهیه نقشه پهنه‌های سیل‌گیر این رودخانه به بررسی نقش پل‌های احداثی بر روی این رودخانه پرداخت. وی در تحقیق خود با استفاده از ارتباط نرم‌افزار HEC-RAS و سیستم اطلاعات جغرافیایی به بررسی تأثیر دو پل احداثی روی این رودخانه پرداخت و به این نتیجه رسید که این دو پل تأثیر قابل توجهی بر سطح و عمق پهنه‌های سیل‌گیر داشته‌اند، اگرچه میزان تأثیرات هر یک با دیگری متفاوت بوده است.

در دهه اخیر شهر گرگان توسعه زیادی پیدا کرده است. این عامل سبب شده است که روی رودخانه زیارت که از داخل این شهر عبور می‌نماید، پل‌های متعدد (بدون توجه

سیل زیر پی پل‌ها را خالی نموده و یا بدنه پل را از جا کنده است (هامیل، ۱۹۹۹).

به‌طورکلی ایجاد سازه‌های تقاطعی در مسیر رودخانه‌ها و یا در دشت‌های سیلابی بر روی الگوی جریان تأثیر می‌گذارد. این تأثیر به نوبه خود، الگوی رودخانه، هندسه آبراهه و رابطه بین دبی و سطح آب را تغییر می‌دهد. پایه و کناره پل‌ها باعث انحراف جریان شده که نتیجه آن، آبشستگی در مجاورت سازه می‌باشد. افزایش سرعت جریان که به علت وجود پایه‌های پل نیز تشدید می‌گردد، عمق آبشستگی و افت انرژی عبور جریان را از بین پایه‌ها افزایش می‌دهد. افت انرژی بیشتر، باعث افزایش سطح آب در بالادست پل‌ها شده و این خود باعث افزایش سطح سیل‌گیری در بالادست می‌شود (فارادی و چارتون، ۱۹۷۸).

میزان افزایش تراز سطح آب در بالادست سازه بیشتر به عواملی از قبیل نوع سازه، مرفولوژی رودخانه و دشت سیلابی آن، موقعیت قرارگیری رودخانه در دشت سیلابی، وضعیت قرارگیری سازه و احتمالاً پایه‌های آن و دبی عبوری رودخانه، بستگی دارد (جورج، ۱۹۸۲). بنابراین، احداث سازه‌هایی نظیر پل‌ها یا آبگذرها با ابعادی نامتناسب با میزان سیلاب طراحی رودخانه و یا در محل‌هایی، نامناسب بیشتر سبب تشدید خسارات سیلاب می‌گردد. بدین جهت وجود یک دستگاه ناظر و مسئول در طراحی و اجرای این قبیل عملیات در کشور احساس می‌گردد (تلوری، ۱۳۷۶). بنابراین، در طرح‌های مدیریت سیلاب و دشت‌های سیلابی در نظر گرفتن اثر سازه‌های تقاطعی، بخصوص اثر پل‌ها بر سطح و عمق پهنه‌های سیل‌گیر، از اهمیت بالایی برخوردار است.

در این راستا، تیموتی (۱۹۹۵) در تحقیق خود ابتدا به بررسی سیلاب به وقوع پیوسته در اثر طوفان آلبرتو در سه رودخانه واقع در ایالت‌های جورجیا، آلاباما و فلوریدا پرداخت. سپس با استفاده از اطلاعات ایستگاه‌های هیدرومتری و همچنین اثر داغاب سیل، دبی اوج سیلاب را برآورد نمود. وی با انجام عملیات میدانی عمق سیل در بالادست پل‌های احداث شده روی این رودخانه‌ها و میزان آبشویی پایه‌ها را اندازه‌گیری نمود و در نهایت

1- Ripple  
2- Dune  
3- Live bed

(مدیریت آبخیزداری استان گلستان، ۱۳۸۱)، محدوده شهری حوزه رودخانه زیارت از محل ایستگاه هیدرومتری ناهارخوران تا پل شهید کلانتری در شهر گرگان تعیین گردید. آنگاه با توجه به مسیر آبراهه‌های ورودی به رودخانه، این منطقه به ۱۵ زیرحوزه شهری تقسیم گردید. با توجه به اهداف، تحقیق حاضر در سه مرحله شامل: الف) تعیین خصوصیات هندسی رودخانه و سازه‌های احداثی در مسیر آن، ب) تعیین هیدروگراف‌های سیلاب در دوره‌های بازگشت مختلف و تعیین دبی پیک آنها و ج) تهیه نقشه پهنه‌های سیل‌گیر در دو حالت (با در نظر گرفتن وجود پل‌ها، حذف فرضی آنها) و مقایسه اثر هر یک از آنها انجام شد.

جهت تعیین مشخصات هندسی رودخانه زیارت، از محل ایستگاه هیدرومتری ناهارخوران تا محل بزرگراه شهید کلانتری (جاده کمربندی گرگان) به طول ۱۰/۵ کیلومتر در مسیر رودخانه عملیات میدانی و نقشه‌برداری صورت گرفت و در مجموع ۵۵ مقطع عرضی اصلی برداشت شده و ابعاد ۱۳ پل احداثی نیز به‌طور کامل اندازه‌گیری شدند که مشخصات هر یک از آنها در جدول ۱ ارائه شده است. در ضمن، به دلیل گسترش محدوده منطقه گلشهر و کوچک بودن ابعاد پل قدیمی، پل جدیدی در این منطقه با فاصله حدود ۲۰ متر در بالادست پل قدیمی احداث شده است.

به اثرات احتمالی منفی آنها بر رژیم رودخانه بخصوص در زمان سیلابی، جهت دسترسی به مناطق مختلف شهر احداث گردد. از طرفی با وجود پل‌های قدیمی، دوباره در کنار آنها پل‌های عریض‌تر و مرتفع‌تری نیز احداث شده است. بنابراین، این تحقیق با هدف بررسی تأثیر هر یک از پل‌های موجود بر عمق و سطح پهنه‌های سیل در دوره‌های بازگشت مختلف در محدوده شهری گرگان، به‌منظور شناخت پل‌های آسیب‌پذیر و کمک به طراحی مناسب‌تر پل‌هایی که در آینده احداث خواهند شد، انجام شده است.

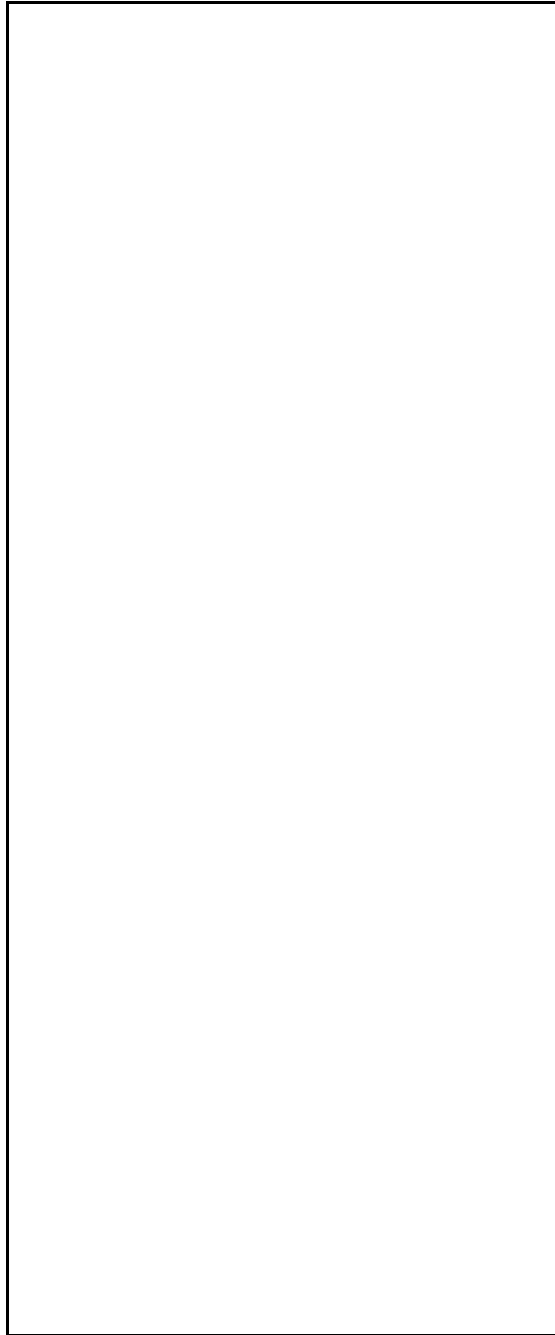
**موقعیت جغرافیایی حوزه مورد مطالعه:** منطقه مورد مطالعه، قسمتی از محدوده شهر گرگان است که رودخانه زیارت نیز از آن ناحیه عبور می‌نماید. این محدوده بین ۲" ۲۶' ۵۴° تا ۱۰" ۲۸' ۵۴° طول شرقی و ۲۲" ۴۷' ۳۶° تا ۱۳" ۵۲' ۳۶° عرض شمالی قرار دارد (شکل ۱). رودخانه زیارت از ارتفاعات حوزه آبخیز زیارت سرچشمه گرفته که وسعت حوزه آن تا محل ایستگاه هیدرومتری ناهارخوران حدود ۱۰۰ کیلومتر مربع می‌باشد. طول این رودخانه از این ایستگاه تا انتهای بازه مورد مطالعه ۱۰/۵ کیلومتر است.

## مواد و روش‌ها

با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۰۰۰ شهر گرگان

جدول ۱- مشخصات پل‌های احداث شده بر رودخانه زیارت گرگان.

شماره پل	نام پل	عرض دهانه پل (متر)	ضخامت تاج (متر)	ارتفاع از کف بستر (متر)	عرض عرشه (متر)	شکل پل
۱	شهید کلانتری	۱۵/۶	۰/۹	۵/۴	۲۷/۶	بدون پایه
۲	کریمی	۱۵/۳	۰/۸	۶/۸	۱۰/۱	بدون پایه
۳	گل‌ها	۱۳/۰	۰/۶	۶/۶	۲۲/۷	بدون پایه
۴	گرگانپارس	۹/۳	۰/۹	۷/۱	۶/۷	بدون پایه
۵	لادن	۱۱/۲	۰/۶	۶/۶	۵/۶	بدون پایه
۶	استرآبادی	۱۰/۲	۰/۷	۷/۶	۷/۳	بدون پایه
۷	قدیمی گلشهر	۱۱/۳	۰/۷	۵/۰	۶/۸	پایه‌دار
۸	جدید گلشهر	۹/۶	۱/۶	۹/۴	۲۰/۷	بدون پایه
۹	قلعه حسن ۱	۲۱/۵	۰/۴	۴	۵/۶	پایه‌دار
۱۰	قلعه حسن ۲	۶/۲	۰/۶	۵/۷	۴/۷	بدون پایه
۱۱	سید مسعود	۱۳/۲	۰/۵	۵/۰	۱۵/۳	بدون پایه
۱۲	ناهارخوران	۱۳/۰	۰/۸	۴/۲	۶/۴	بدون پایه
۱۳	جهانگردی	۶/۵	۰/۵	۳/۲	۵/۲	بدون پایه



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه و بازه‌ها.

شریفی منش، ۱۳۷۸)، مقادیر این متغیر در هر مقطع تعیین گردید.

به منظور تهیه هیدروگراف‌های سیل در دوره‌های بازگشت مختلف و تعیین دبی پیک آنها، به دلیل عدم تجهیز ایستگاه هیدرومتری نهارخوران به لیمنوگراف، به ناچار اقدام به استفاده از آمارهای بارندگی و تهیه هیدروگراف واحد حوزه با استفاده از روش سرویس

علاوه بر این، در طی عملیات میدانی، داده‌های مورد نیاز جهت رسم پروفیل طولی رودخانه، شامل محل نقاط مشخص کننده محدوده مقطع اصلی رودخانه و دشت‌های سیلابی برداشت شدند. در بخشی دیگر از عملیات میدانی به منظور تعیین ضریب مانینگ، در هر یک از مقاطع تمامی خصوصیات آن یادداشت و از آنها عکس تهیه گردید. آنگاه با استفاده از روش کوان (۱۹۵۶) به دلیل لحاظ عوامل متعدد در تعیین ضریب زبری (ابوالقاسمی و

$$t_c = 1.17L^{0.77}S^{-0.385} \quad (1)$$

$$q_p = \frac{2.083 AR}{t_p} \quad (2)$$

$$t_p = \frac{D}{2} + 0.6t_c \quad (3)$$

$$D = \frac{1}{7}t_c \quad (4)$$

که در این روابط:

$t_c$ : زمان تمرکز (ساعت)

$L$ : طول مسیر جریان (متر)

$S$ : شیب متوسط وزنی آبراهه اصلی (حسب متر بر متر)

$q_p$ : دبی اوج هیدروگراف (متر مکعب بر ثانیه)

$A$ : مساحت حوزه (کیلومتر مربع)

$R$ : ارتفاع روان آب (سانتی متر)

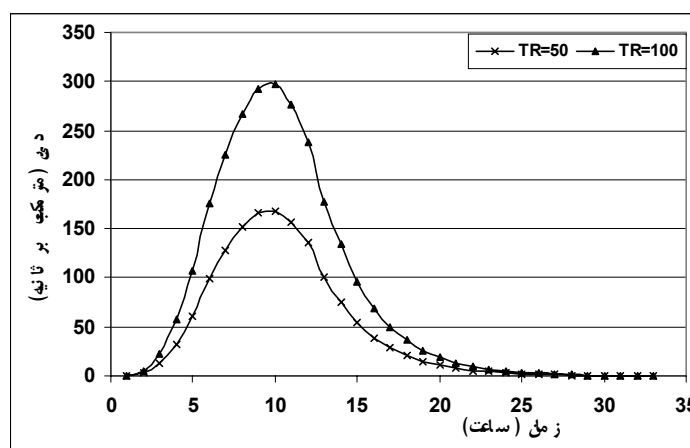
$t_p$ : زمان تا اوج (ساعت)

$D$ : زمان تداوم بارندگی (ساعت) می باشند.

سرانجام با در اختیار داشتن مختصات هیدروگراف واحد (بر پایه زمانی معادل زمان تمرکز حوزه) و ارتفاع رواناب در دوره‌های بازگشت معین، ارتفاع رواناب در ابعاد هیدروگراف واحد ضرب و هیدروگراف رواناب مستقیم در دوره‌های بازگشت مختلف برای حوزه آبخیز زیارت و زیرحوزه‌های شهری تعیین گردید (شکل ۲).

حفاظت خاک امریکا<sup>۱</sup> (۱۹۸۶) گردید. بدین صورت که ابتدا با استفاده از آمار ایستگاه‌های بارانسنجی مجاور شهر گرگان شامل ایستگاه‌های النگ دره، زیارت، هاشم آباد و فاضل آباد در یک دوره آماری ۲۷ ساله (از سال آبی ۵۵-۱۳۵۴ الی ۸۱-۱۳۸۰) پس از رفع نواقص آماری، میانگین سالانه حداکثر بارندگی ۲۴ ساعته محدوده شهر گرگان ۴۵/۱۵ میلی‌متر و محدوده بالادست شهر گرگان در حوزه آبخیز زیارت ۴۷/۳۵ میلی‌متر به دست آمد. سپس ارتفاع رگبار طرح در دوره‌های مختلف بازگشت و در زمان تداومی برابر با زمان تمرکز حوزه برآورد شد (وزیری، ۱۳۷۶).

با تلفیق نقشه‌های کاربری اراضی و گروه‌های هیدرولوژیک خاک، مقدار متوسط وزنی CN برای هر یک از زیرحوزه‌های شهری گرگان و حوزه آبخیز زیارت تعیین شد. آنگاه ارتفاع بارش مؤثر با استفاده از روابطی که به همین منظور توسط سرویس حفاظت خاک امریکا ارائه شده است، محاسبه گردید. برای تعیین مختصات هیدروگراف واحد نیز پس از تعیین زمان تمرکز برای حوزه آبخیز زیارت و زیرحوزه‌های شهری توسط معادله کریپچ<sup>۲</sup>، زمان رسیدن به اوج و دبی اوج هیدروگراف واحد برآورد گردید که روابط آنها به صورت زیر می باشد:



شکل ۲- هیدروگراف سیل حوزه آبخیز زیارت با دوره بازگشت ۵۰ و ۱۰۰ ساله.

با توجه به اینکه شاخه‌های فرعی موجود در زیرحوزه‌های شهری از مکان‌های متفاوتی به رودخانه زیارت می‌رسند، بنابراین مسیر مورد مطالعه از ایستگاه هیدرومتری نهارخوران تا بزرگراه شهید کلاتری (جاده کمربندی گرگان) به ۹ بازه تقسیم شده (شکل ۱) و هیدروگراف سیل بین این ۹ بازه روندیابی شد. به منظور عمل روندیابی از روش ماسکینگام- کانز به صورت زیر استفاده شد (میلر و کانز، ۱۹۷۵):

$$O_{j-1}^{n+1} = C_0 O_j^{n+1} + C_1 O_j^n + C_2 O_{j-1}^n \quad (5)$$

در این رابطه مقادیر  $O$ ، دبی‌های ورودی یا خروجی از یک بازه بوده و ضرائب  $C$  به صورت زیر محاسبه می‌شوند:

$$C_0 = \frac{\frac{\Delta t}{k} - 2x}{2(1-x) + \frac{\Delta t}{k}} \quad (6)$$

$$C_1 = \frac{\frac{\Delta t}{k} + 2x}{2(1-x) + \frac{\Delta t}{k}} \quad (7)$$

$$C_2 = \frac{2(1-x) - \frac{\Delta t}{k}}{2(1-x) + \frac{\Delta t}{k}} \quad (8)$$

در این روابط:

$X$ : ضریب ثابت بی بعدی است که اهمیت میزان ذخیره را در محدوده ورودی تا خروجی بازه نشان می‌دهد و معمولاً در محاسبات در محدوده ۰/۲ تا ۰/۳ تغییر می‌کند،  $k$ : به نام ضریب ذخیره معروف است و دارای بعد زمانی (ساعت) بوده و نسبت ذخیره به دبی خروجی را بیان می‌کند،

$\Delta t$ : بازه زمانی در عمل روندیابی می‌باشد که با  $k$  دارای واحد زمانی یکسانی (ساعت) می‌باشد.

جهت تهیه نقشه پهنه‌های سیل در دشت سیلابی و در دوره‌های بازگشت مختلف (۲، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ ساله)، ابتدا با در نظر گرفتن وجود تمامی پل‌ها (شرایط موجود)، با استفاده از نرم افزار HEC-RAS (نسخه ۳/۱، HEC، ۲۰۰۲) رقم تراز سطح جریان در دوره‌های بازگشت مختلف در مسیر جریان برآورد گردید. سپس

همین عمل دوباره با فرض حذف فیزیکی پل‌ها (حذف اطلاعات هیدرولیکی تمامی پل‌های موجود از نرم‌افزار HEC-RAS و فرض ثابت بودن مقاطع رودخانه در صورت حذف پل‌ها) تکرار گردید.

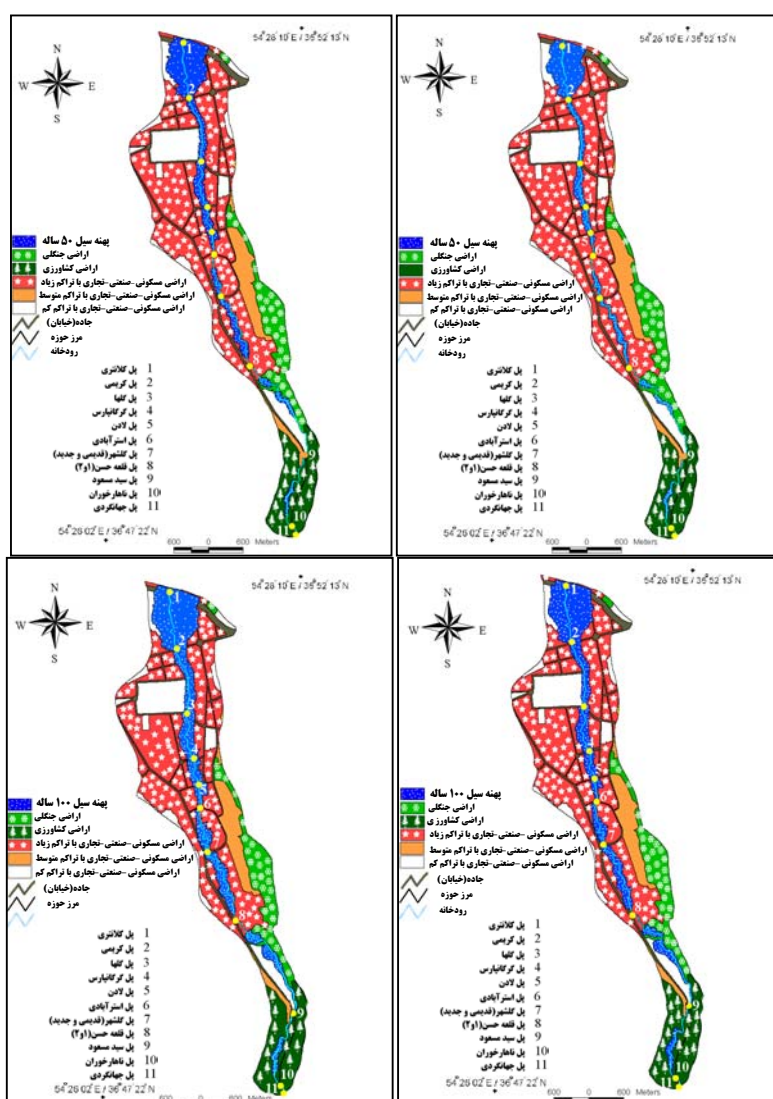
در این تحقیق به منظور افزایش سرعت و دقت ترسیم پهنه‌های سیل‌گیر و محاسبه عمق جریان سیل در نقاط مختلف و در دو حالت ذکر شده از ارتباط نرم‌افزارهای سامانه اطلاعات جغرافیایی و مدل HEC-RAS استفاده گردید و با استفاده از نرم‌افزار ArcView GIS (نسخه ۳/۲، ESRI، ۱۹۹۹) نقشه پهنه‌های سیل‌گیر با نقشه کاربری اراضی منطقه نیز تلفیق گردید (تیت و همکاران، ۱۹۹۹). علاوه بر آن، به منظور بررسی تأثیر هر یک از پل‌ها بر مقدار سطح و عمق جریان سیل روش ذکر شده با فرض حذف هر یک از پل‌ها به صورت مجزا تکرار شده و نتایج آنها استخراج گردید.

## نتایج و بحث

با استفاده از تلفیق نقشه‌های پهنه‌بندی سیل در دوره‌های بازگشت مختلف با نقشه کاربری اراضی منطقه و انجام آنالیزهای لازم در محیط نرم‌افزار ArcView GIS مساحت هر نوع کاربری اراضی در پهنه‌های سیل‌گیر و در دو حالت مختلف (با در نظر گرفتن وجود پل‌ها و یا با فرض حذف آنها) محاسبه گردید که به عنوان نمونه نتایج مربوط به دوره‌های بازگشت ۵۰ و ۱۰۰ ساله در جدول ۲ و نقشه‌های مربوطه در شکل ۳ ارائه شده است. با توجه به نتایج ذکر شده در جدول ۲، در صورتی که اثر سازه‌ها در نظر گرفته نشوند (با فرض حذف فیزیکی پل‌ها)، برای دوره بازگشت ۵۰ ساله تا ۳۲/۵۷ درصد و برای دوره بازگشت ۱۰۰ ساله تا ۳۰/۲ درصد از سطح کل پهنه سیل نسبت به حالت وجود پل‌ها کاسته می‌شود. در ضمن وجود این پل‌ها بیشترین تأثیر را در افزایش سطح پهنه‌های سیل‌گیر در اطراف خیابان‌ها و مناطق مسکونی - تجاری داشته‌اند.

جدول ۲- مساحت انواع کاربری اراضی در پهنه‌های خطر سیل (برحسب هکتار).

دوره بازگشت ۱۰۰ سال		دوره بازگشت ۵۰ سال		کاربری اراضی
با فرض حذف فیزیکی	با در نظر گرفتن اثر	با فرض حذف فیزیکی	با در نظر گرفتن اثر	
پل‌ها	پل‌ها	پل‌ها	پل‌ها	جنگل
۷/۱۲	۷/۴۶	۰/۷۵	۱/۲	کشاورزی
۷/۲۱	۸/۳۸	۲/۷۴	۳/۸	جاده و خیابان
۰/۸۳	۱/۳۴	۰/۶۱	۰/۹۳	مسکونی - صنعتی - تجاری با تراکم زیاد
۷۲/۴۳	۱۰۴/۸	۴۴/۳۱	۶۸/۱	مسکونی - صنعتی - تجاری با تراکم متوسط
۰/۴۱	۰/۷	-	-	مسکونی - صنعتی - تجاری با تراکم کم
۲۰/۶	۳۲/۹	۱۸/۵	۲۵/۲	سطح کل پهنه سیل
۱۰۸/۶	۱۵۵/۵۸	۶۶/۹۱	۹۹/۲۳	



الف) نقشه پهنه سیل ۵۰ ساله با فرض حذف پل‌ها

ب) نقشه پهنه سیل ۵۰ ساله با در نظر گرفتن پل‌ها

ج) نقشه پهنه سیل ۱۰۰ ساله با فرض حذف پل‌ها

د) نقشه پهنه سیل ۱۰۰ ساله با در نظر گرفتن پل‌ها

شکل ۳- نقشه‌های پهنه سیل در دو حالت وجود پل‌ها و حذف فرضی آنها، در دوره‌های بازگشت ۵۰ و ۱۰۰ ساله.

با توجه به نقشه‌های پهنه‌بندی خطر سیلاب (شکل ۳) مشخص است که در مسیر رودخانه زیارت از بالادست به سمت پایین دست سطح پهنه‌های سیل‌گیر افزایش می‌یابد که دلائل آن علاوه بر ورود فزاینده روان‌آب از قسمت‌های مختلف شهر به رودخانه، وضعیت توپوگرافی محدوده رودخانه می‌باشد. در ضمن، شیب رودخانه از سمت بالادست به سمت پایین دست ملایم‌تر شده و در نتیجه سرعت تخلیه سیلاب کاهش می‌یابد.

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که عمق میانگین سیل‌گیری برای دوره‌های بازگشت ۵۰ و ۱۰۰ ساله با در نظر گرفتن اثر پل‌ها به ترتیب ۰/۸۰ و ۰/۹۰ متر و با فرض حذف آنها ۰/۶۸ و ۰/۷۳ متر می‌باشد. همچنین حداکثر عمق سیل به ازای همین دوره‌های بازگشت، با در نظر گرفتن اثر پل‌ها به ترتیب برابر با ۲/۲۰ و ۲/۷۰ متر و با فرض حذف آنها ۱/۸۴ و ۲/۳۰ متر به دست آمد.

با توجه به اینکه هر یک از پل‌ها می‌توانند تأثیر مختلفی بر سطح و عمق پهنه سیل داشته باشند، در بخش دیگر این تحقیق به بررسی اثر هر یک از پل‌ها بر سطح و عمق سیل‌گیری پرداخته شد. نتایج نشان داد که پل قلعه حسن ۱ و پل قدیمی گلشهر به ترتیب بیشترین تأثیر را در افزایش سطح و عمق پهنه‌های سیل‌گیر (به ترتیب ۳/۲ و ۲/۱ درصد) داشته‌اند که با توجه به جدول ۱ مشاهده می‌گردد که هر دو آنها، پل‌های پایه‌دار می‌باشند. پل قدیمی گلشهر از نظر موقعیت مکانی بلافاصله در پائین دست پل جدید گلشهر قرار داشته و از نظر ابعاد به هیچ وجه مناسب نمی‌باشد و می‌تواند با تشدید اثرات مخرب سیلاب موجبات تخریب خود و پل جدید را فراهم آورد. عرض دهنه پل قلعه حسن ۱ اگرچه تقریباً دو برابر پل قدیمی گلشهر است ولی ارتفاع نسبتاً کم آن از بستر رودخانه سبب شده است که مانند پل قدیمی گلشهر باعث افزایش عمق و سطح پهنه سیل در بالادست پل گردد.

نتایج این تحقیق به‌طور کلی نشان می‌دهد که محدودسازی کانال اصلی رودخانه توسط سازه‌های مختلف بخصوص پل‌ها نقش مهمی را در افزایش دبی

پیک سیلاب‌ها و در نتیجه افزایش سطح و عمق پهنه‌های سیل‌گیر دارند، در این راستا می‌توان به همین نتایج در تحقیقات چپو (۱۹۹۹)، لیم (۲۰۰۱) و جلالی راد (۱۳۸۱) اشاره نمود.

همچنین وجود یا عدم پایه‌ها، شکل و تعداد پایه‌ها و به‌طورکلی ابعاد قسمت‌های مختلف پل می‌توانند روی پهنه سیل به‌خصوص از لحاظ عمق و سطح پهنه تأثیرگذار باشند. در این مورد می‌توان به همخوانی یافته‌های این تحقیق با نتایج تیموتی (۱۹۹۵) و رندال و ادوارد (۲۰۰۳) اشاره نمود.

### پیشنهادها

- اگرچه در این تحقیق به اثرات منفی احداث پل‌ها در افزایش خطر سیلاب اشاره گردید، اما این بدان معنی نخواهد بود که هیچ سازه‌ای در مسیر رودخانه احداث نشود و یا هیچ اقدامی در مسیر رودخانه صورت نگیرد، بلکه اصلاح و ساماندهی مسیر رودخانه‌ها می‌تواند باعث کاهش خسارات سیل گردد و همچنین به استفاده مناسب از منابع آبی رودخانه کمک نماید. بنابراین پیشنهاد می‌شود که با رعایت صحیح اصول مهندسی رودخانه و با در نظر گرفتن تمامی شرایط توپوگرافی، زمین‌شناسی و هیدرولوژیکی یک حوزه و آبراهه‌ها و رودخانه‌های جاری در آن، اقدام به احداث سازه مورد نیاز نمود و صرفاً از دیدگاه مهندسی سازه به احداث پل اقدام نشود.

- در صورت نیاز به احداث پل، این سازه در محلی احداث گردد که ۱- تا حد امکان کمترین اثر را در افزایش تراز سطح آب در بالادست خود داشته باشد و ۲- تا حد ممکن کمترین مقاومت و افت انرژی را در برابر عبور جریان از خود نشان دهد.

- در این تحقیق با بکارگیری سامانه اطلاعات جغرافیایی و ارتباط آن با نرم‌افزار هیدرولیکی HEC-RAS نتایج با سرعت و دقت مناسبی استخراج گردید. بنابراین پیشنهاد می‌گردد در تحقیقات اولیه و قبل از احداث هر سازه‌ای از این روش استفاده شود و اثر احداث سازه بر سطح و عمق سیل برای دوره‌های بازگشت مختلف قبل از



وقت تخریب شده و به جای پل قلعه حسن ۱، پل دیگری با در نظر گرفتن اصول علمی مهندسی رودخانه طراحی و احداث شود، زیرا در صورت بروز سیل با دوره بازگشت ۵۰ ساله و یا بزرگتر از آن نه تنها امکان تخریب پل قدیمی گلشهر وجود خواهد داشت بلکه تخریب پل جدید نیز محتمل خواهد بود.

احداث آن سازه بررسی و در صورت لزوم تغییرات لازم در محل احداث سازه و یا طراحی آن صورت گیرد.

• با توجه به اثرات منفی پل قدیمی گلشهر و پل قلعه حسن ۱ و با توجه به اینکه پس از ساخت پل جدید گلشهر، پل قدیمی عملاً کارآیی خود را از دست داده است، پیشنهاد می شود که پل قدیمی گلشهر در اسرع

## منابع

۱. ابوالقاسمی، م.، و شریفی منش، ح.، ۱۳۷۸. مقدمه‌ای بر راهنمای استفاده از برنامه HEC-RAS. گروه مهندسی رودخانه مرکز تحقیقات آب، وزارت نیرو، ۷۸ صفحه.
۲. تلوری، ع.ر.، ۱۳۷۶. عوامل موثر در وقوع یا تشدید سیل و خسارات آن. کارگاه آموزشی تخصصی مهار سیلاب رودخانه‌ها، انجمن هیدرولیک ایران، ۱۲۰ صفحه.
۳. جلالی‌راد، ر.، ۱۳۸۱. پهنه‌بندی سیل در بخشی از حوزه آبخیز شهری تهران با استفاده از GIS، پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی آبخیزداری، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۱۲ صفحه.
۴. زراتی، ا.ر.، ۱۳۷۹. نقش عوامل هیدرولیکی در طراحی پلها، انتشارات دانشگاه هرمزگان، چاپ اول. ۱۴۰ صفحه.
۵. مدیریت آبخیزداری استان گلستان. ۱۳۸۱. نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۰۰۰ شهر گرگان.
۶. وزیری، ف.، ۱۳۷۶. هیدرولوژی کاربردی در ایران. انتشارات دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی. ۱۱۰ صفحه.
7. Chiew, Y.M., 1999. Time scale for local scour at bridge piers. *Journal of Hydraulic Engineering*, ASCE, 125(1): 59-65.
8. Cowan, W.L., 1956. Estimation hydraulic roughness coefficients, *Agricultural Engineering*, 37(7): 473-475.
9. ESRI, (Environmental Systems Research Institute). 1999. ArcView GIS Extensions. Internet site, <http://www.esri.com/software/arcview/extensions/index.html>.
10. Farraday, R.V., and Charlton, F.G., 1978. Hydraulic factors in bridge design. Report No. IT 180, Hydraulics Research Station, Wallingford, Pp. 4-5.
11. George, A.B., 1982. Devon floods and Waterways of bridges. *Proc. Instn Civ. Engrs*, Part2: 125-134.
12. Hamil, L., 1999. *Bridge Hydraulics*. E and FN Spon Co. London. 240p.
13. HEC, (Hydrologic Engineering Center). 2002. HEC-RAS River Analysis System: Hydraulic Reference Manual. Hydrologic Engineering Center, Davis, CA, Pp. 138-250.
14. Lim, S.Y., 2001. Parametric study of riprap failure around bridge piers. *Journal of hydraulic research*. 39(1): 61-72.
15. Miller, W.A., and Cunge, J.A., 1975. Simplified equations of unsteady flow. In K. Mahmood and V. Yevjevich, (eds.), *Unsteady flow in open channels*, Vol. I, Water Resources Publications, Ft. Collins, CO. Pp. 280-288.
16. Randall, J.C., and Edward, R.H., 2003. Backwater effect of bridge piers in sub-critical flow. Center for Transportation Research, the University of Texas at Austin. Project summary report 1505-S, 15p.
17. Shirole, A.M., and Holt, R.C., 1991. Planning for a comprehensive bridge safety assurance program. *Transportation Research Record*, No.1290. Nat. Res. Council, Washington, D.C., Pp. 39-50.
18. Soil, Conservation Service. 1986. Urban hydrology for small watersheds, Technical Release 55. USDA, Springfield, VA.
19. Tate, E.C., Olivera, F., and Maidment, D., 1999. Floodplain Mapping Using HEC-RAS and Arcview GIS. Center for Research in Water Resources (CRWR), Report No.99-1. 223p.
20. Timothy, C.S., 1995. Summary of data-collection activities and effects of flooding from tropical storm Alberto in parts of Georgia, Alabama and Florida in July 1994. Federal Emergency Management Agency, Interagency Hazard Mitigation Team Report, FEMA 1035-DR-FL, 34p.

## **Investigation on bridges effects on flood depth and zones in ziyarat river, gorgan**

**A. Mosaedi<sup>1</sup> and M. Khalilizadeh<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Associate Prof. Dep. of Water Eng., Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources,

<sup>2</sup>Faculty member of Islamic Azad University-Larestan Branch

---

---

### **Abstract**

Bridges are the most important and usable river structures that they have been used since long back. In this research, effect of constructed bridges on depth and areas of flood in Ziyarat river of Gorgan city (Iran) has been investigated. To conduct the study, the topographic and land use maps, longitudinal profiles and cross sections were drawn. The river was divided into 9 reaches. Then flood hydrographs for different return periods were estimated by SCS and Muskingum-Cunge methods. Geometrical characteristics of river and bridges have been determined by field surveying. Water surface profile has been calculated using HEC-RAS software in two different conditions of considering and fictitious elimination of all bridges in the study area. Flood maps for study return periods have been prepared in ArcView GIS in two cases. Then flooded area and flood depth for any return periods in 2 cases were compared. Furthermore, in this research the effect of any bridges were assessed and the most effective bridges in flooded area were defined. Finally, according to the result of this research, suitable approaches were proposed.

**Keywords:** Bridge; Flood zones; Flood depth; HEC-RAS; GIS; Ziyarat River; Gorgan