

## بررسی پایداری پل‌های شهر گرگان در وقوع سیلاب‌های مسیر رودخانه زیارت

\* نادر جندقی، ام‌البین بذرافشان و معصومه باغانی

به ترتیب عضو هیأت علمی و دانش‌آموخته کارشناسی رشته مرتع و آبخیزداری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۸۴/۳/۱؛ تاریخ پذیرش: ۸۴/۹/۲۷

### چکیده

به منظور مدیریت اصولی و کنترل سیلاب در حوزه‌های آبخیز شهری < شناخت مناطقی که در معرض خطر سیلاب قرار دارند از اهمیت زیادی برخوردار است. در تحقیق حاضر پایداری ۵ پل که بیشتر در مناطق مسکونی و پرجمعیت شهر گرگان واقع شده است، مورد بررسی قرار گرفته است. در ابتدا با استفاده از ایستگاه هیدرومتری ناهارخوران، مقادیر دبی‌های حداکثر سیلابی با دوره بازگشت‌های مختلف از روش مجموع مربعات باقی مانده و روش تجربی کریگر برای مقاطع پل‌ها محاسبه و سپس با عملیات میدانی و استفاده از روش مانینگ حداکثر توان آبگذری پل‌ها نیز محاسبه گردید. در این بررسی مشخص گردید پل‌های پایین دست توان آبگذری دبی با دوره بازگشت‌های بالا را ندارند.

**واژه‌های کلیدی:** سیلاب، پایداری پل، توان آبگذری، حوزه آبخیز شهری

### مقدمه

و بالغ بر ۳۱۸ هزار نفر کشته و بیش از ۸۱ میلیون نفر بی‌خانمان شدند. سیل در طول سال‌های ۱۹۹۵-۱۹۹۱ بیش از ۲۰۰ میلیارد دلار در جهان خسارت وارد نموده و نزدیک به ۴۰ درصد خسارت اقتصادی و طبیعی در این دوره وارد نموده است (فدراسیون بین‌المللی هلال احمر و صلیب سرخ جهانی<sup>۱</sup>، ۱۹۹۷). یکی از خسارات مالی و عمده سیلاب‌ها به تأسیسات و سازه‌هایی مانند پل‌ها و راه‌های ارتباطی است که در مسیر جریان سیلاب واقع شده‌اند. به‌طور مثال، در سیلاب مرداد ماه ۱۳۸۰ در استان گلستان ۸ دهنه پل بزرگ در مسیر جریان واقع شده بود که ۶ دهنه از آنها تخریب کامل و دو دهنه دیگر نیز خساراتی را متحمل

سیلاب به جریان عظیمی گفته می‌شود که بالا آمده و زمین‌های اطراف را که زیر آب نیست، غرقاب می‌کند (فرهنگ بین‌المللی وبستر<sup>۲</sup>، ۲۰۰۰). سیلاب جریان شدید استثنایی است که از بستر طبیعی رودخانه تجاوز کرده و به ساکنان حاشیه آن خسارت وارد می‌کند، این جریان معمولاً تابع دوره بازگشت خاصی نمی‌باشد و بستگی به شرایط جریان و بستر رودخانه دارد (رابط، ۱۳۸۴). سالانه سیل در جهان خسارات زیادی به جوامع وارد می‌کند. صلیب سرخ جهانی برآورد کرده است که سیلاب‌ها در طی ۲۵ سال گذشته تا سال ۱۹۹۵، زندگی ۱/۵ میلیارد نفر را تحت تأثیر قرار داده

\* - مسئول مکاتبه: naderjandaghi@yahoo.com

شدند (اداره کل راه و ترابری استان گلستان، ۱۳۸۲).

در اکتبر و نوامبر ۱۹۹۸ در سیل هیری کین میچ در آمریکای مرکزی ۹۰۰۰ تا ۱۸۰۰۰ نفر کشته شدند (راجر و همکاران، ۲۰۰۰). در ایالات متحده در سالهای ۱۹۹۷-۱۹۸۳ سالانه ۱۰۰ نفر زندگی خود را بر اثر سیل از دست دادند. این در حالی است که خسارات سالانه ناشی از سیل در سال ۱۹۶۰ حدود یک میلیارد دلار بوده که در سال ۱۹۹۰ به حدود ۵ میلیارد دلار رسیده است (راجر و همکاران، ۲۰۰۰). در کشور ما نیز طی دهه‌های اخیر سیل‌های بزرگی در مناطق مختلف کشور از جمله استان‌های شمال و غرب کشور بوقوع پیوسته است که خسارات جانی و مالی بسیاری از خود بجا گذاشته است. طی آمار سازمان تخصصی ملل متحد، تنها در یک دهه ۱۳۰ مورد سیلاب به وقوع پیوسته که بیش از ۶۶۱۰۳ نفر تلفات انسانی و ۹/۰۶ میلیارد دلار خسارات مالی به همراه داشته است (توکلی، ۱۳۸۰). در کشور ایران، در طول سال‌های ۱۳۶۱ تا ۱۳۷۱، ۴۸۱ مورد سیلاب مهم به وقوع پیوسته که بالغ بر ۶۳۰ نفر تلفات انسانی به همراه داشته است (توکلی، ۱۳۸۰). همچنین در بررسی سیل‌های پرخسارت زا ۵۰ سال گذشته (۱۳۷۰-۱۳۲۰)، ۳۷۰۰ مورد سیل خسارت زا در کشور به ثبت رسیده است که بیشتر آنها در استان‌های شمال و غرب کشور اتفاق افتاده است (خسرو شاهی و همکاران، ۱۳۸۱).

توسعه مناطق شهری و روستایی در حاشیه رودخانه‌ها همیشه همراه با توسعه اراضی کشاورزی، تأسیسات برداشت و انتقال آب، فاضلاب و ساختمان‌سازی می‌باشد. که موجب کاهش ظرفیت عبور آبراه می‌گردد. از سویی دیگر توسعه مناطق شهری و روستایی سبب افزایش رواناب سطحی شده، بر حجم دبی پیک رواناب ورودی به رودخانه می‌افزاید و موجب بروز سیلاب و یا تشدید خسارات آن می‌شود (تلوری و همکاران، ۱۳۸۳).

کامپل و سیدل (۱۹۸۴) در برآورد دبی‌های اوج سیلابی جهت طراحی نهرهای آبی در جاده‌های جنگلی ایالت اورگان آمریکا، از داده‌های ۸۰ حوزه با مساحتی در

حدود ۰/۵۴ تا ۲۷/۵۴ کیلومتر مربع، استفاده نمودند. آنها با استفاده از توابع توزیع احتمالی لوگ پیرسون تیپ ۳، جریان‌های سیلابی ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ ساله را با عوامل اقلیمی و فیزیکی حوزه و درصد پوشش گیاهی ارتباط داده و مدل‌هایی را جهت برآورد جریان‌های حداکثر سیلابی ارائه دادند.

استفان (۲۰۰۲) در مطالعه خود به بررسی سیل‌های رخ داده در سال‌های ۷-۱۹۹۶ در حوزه آبخیز رودخانه یلواستون واقع در ایالات مونتانا آمریکا پرداخت. وی جهت تعیین پهنه‌های سیل‌گیر رخ داده در این دو سال مشخصات ۲۵ مقطع را در طول یک مسیر ۱۸ کیلومتری برداشت و پهنه‌های سیل‌گیر را با دوره بازگشت‌های مختلف تعیین نمود.

خلیلی‌زاده (۱۳۸۲) در مطالعه خود تحت عنوان ارزیابی و مدیریت سیل در شهر گرگان، جهت برآورد دبی‌های سیلابی، از نرم افزار اسمادا<sup>۱</sup> و محیط گرافیکی آن و همچنین روش مجموع مربعات باقیمانده RSS استفاده و توزیع مناسب را لوگ پیرسون تیپ ۳ معرفی نمود. وی همچنین بازه انتهایی در حوزه آبخیز شهری را بر خطر اعلام نمود.

توکلی (۱۳۸۰) در مطالعه خود تحت عنوان پهنه‌بندی خطر سیل و بررسی خصوصیات آن در بخشی از اترک میانی، جهت برآورد دبی‌های سیلابی از محیط نرم‌افزاری اسمادا و محیط گرافیکی آن استفاده کرد و توزیع مناسب را لوگ پیرسون تیپ ۳ معرفی نمود. در این بررسی مشخص شد پل مراوه‌تپه نسبت به وقوع سیلاب‌ها با دوره بازگشت ۲۰۰ سال و بیشتر، خطرناک‌تر می‌باشد.

سعید اسلامیان و همکاران (۱۳۷۹)، در مطالعه خود تحت عنوان تعیین مدل تجربی برآورد دبی‌های اوج لحظه‌ای چند حوزه آبخیز غرب ایران، از آزمون برازندگی مجموع مربعات باقیمانده RSS استفاده نمودند، که در ۱۵ حوزه از ۲۰ حوزه آبخیز مورد مطالعه لوگ پیرسون تیپ ۳ توزیع مناسب بوده است.

شرقی و عرض جغرافیایی  $35^{\circ} 37' 36''$  تا  $51^{\circ} 50' 36''$  شمالی می باشد (شکل ۱). مساحت این حوزه  $114/93$  کیلومتر مربع است و تنها یک ایستگاه هیدرومتری در این منطقه وجود دارد که مساحت بالادست آن  $100/4$  کیلومتر مربع است. رودخانه زیارت از ارتفاعات حوزه آبخیز زیارت سرچشمه گرفته و در امتداد شمال جریان می یابد. این رودخانه پس از طی مسافت  $19/8$  کیلومتر مسیر کوهستانی از سمت جنوب وارد حوزه شهری گرگان شده و پس از عبور از منطقه مسکونی و تجاری از شمال شرق این حوزه خارج می شود. بارندگی متوسط سالانه آبخیز زیارت  $575$  میلی متر بوده که در فصل زمستان بیشتر بارش ها به صورت برف است. در بیشتر سال ها و بخصوص در فصل تابستان رگبارهای شدیدی در این حوزه اتفاق می افتد که منشاء آن جبهه موسمی هند بوده و خسارات زیادی را به بار می آورد (جندقی و همکاران، ۱۳۸۳).

## مواد و روش ها

در این تحقیق ابتدا با استفاده از نقشه توپوگرافی  $1:50000$  و عکس هوایی، مرز هیدرولوژیکی حوزه شناسایی شد و در نهایت  $5$  پل در مناطق پرجمعیت شهری انتخاب و مساحت بالادست آنها تعیین گردید (شکل ۲). سپس با عملیات میدانی سطح مقطع پل ها و همچنین مشخصات بستر و کناره ها از نظر نوع رسوبات و پوشش گیاهی جهت تعیین ضریب زبری مانینگ برداشت شد (نجمایی، ۱۳۷۵). سپس با استفاده از رابطه مانینگ سرعت جریان و حداکثر دبی عبوری برای مقاطع پل ها محاسبه گردید. شکل ۲ نقشه حوزه آبخیز زیارت را به همراه موقعیت پل های منتخب نشان می دهد.

سپس آمار  $30$  ساله ( $80-1350$ ) دبی های حداکثر لحظه ای ایستگاه هیدرومتری ناهارخوران از امور آب استان گلستان گردآوری شد (جدول ۱).

فرازجو و همکاران (۱۳۸۰) در بررسی هیدرولوژی آبخیز النگدره، از روش تجربی کریگر جهت برآورد دبی های اوج سیلابی استفاده نمودند. آنها بهترین توزیع آماری را با استفاده از محیط گرافیکی اسمادا، لوگ پیرسون تیپ ۳ معرفی کردند و جهت تعیین سرعت جریان از روش مانینگ استفاده نمودند.

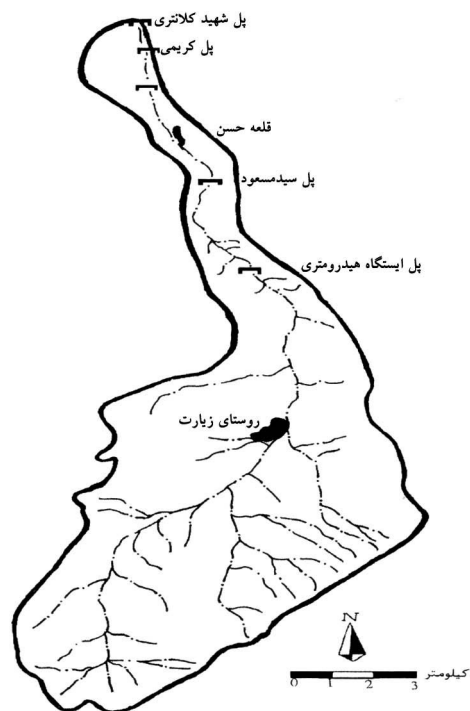
اعظمی (۱۳۸۱) در مطالعه خود تحت عنوان تعیین روش مناسب برآورد بار معلق رسوبی در حوزه ایلام، با استفاده از آزمون برازندگی **RSS**، توزیع نرمال را مناسب ترین توزیع معرفی نمود.

طبق نتایج به دست آمده توسط محققین مختلف، با توجه به شرایط اقلیمی و اقلیمی حوزه های آبخیز، توزیع مناسب برای هر منطقه متفاوت است، البته تعداد سال های آماری در تعیین توزیع آماری مؤثر است ولی به هر حال لوگ پیرسون تیپ ۳ در اکثر شرایط به عنوان مناسب ترین توزیع جهت تعیین دبی های سیلابی معرفی شده و در محیط گرافیکی اسمادا بیشترین برازش را داشته است.

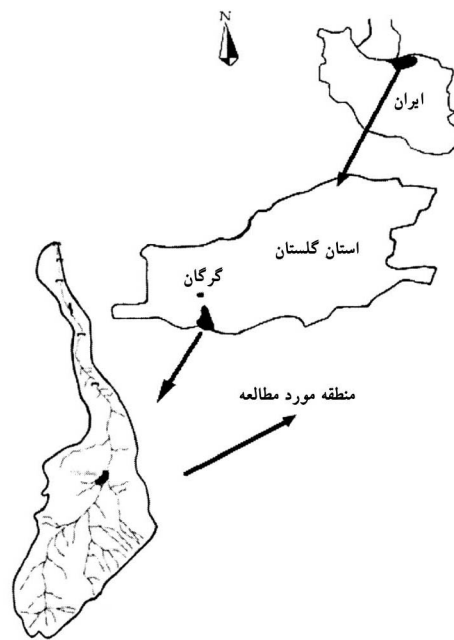
مدیریت سیلاب به لحاظ وجود منابع مختلف و همچنین توسعه شهرنشینی در دشت های سیلابی مبحثی پیچیده است از این جهت توسعه چنین مناطقی با توجه به نگرش جامع و دقیق به منابع موجود و عوامل وابسته صورت گیرد (توکلی، ۱۳۸۰).

با توجه به اینکه شهر گرگان در پایین دست حوزه آبخیز زیارت واقع شده و رودخانه زیارت از مناطق پرجمعیت شهری گرگان عبور می نماید و با در نظر گرفتن تغییر کاربری اراضی و همچنین گسترش محدوده های شهری گرگان که با ساخت و سازهای غیراصولی و عدم رعایت حریم رودخانه صورت می گیرد میزان خسارات سیل را افزایش می دهد، بنابراین ضروری است تا نقش مدیریت اصلی در کاهش خسارات سیل مشخص گردد.

**منطقه مورد مطالعه:** منطقه مورد مطالعه قسمتی از دشت سیلابی رودخانه زیارت در محدوده حوزه شهری گرگان واقع در طول جغرافیایی  $54^{\circ} 23' 57''$  تا  $54^{\circ} 31' 10''$



شکل ۲- نقشه شبکه هیدروگرافی حوزه آبخیز زیارت (موقعیت پل های منتخب بر روی آبراهه اصلی مشخص شده است).



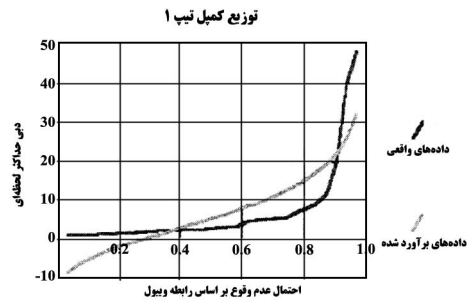
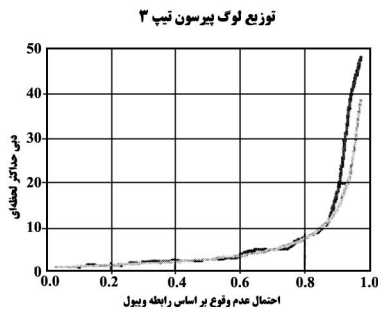
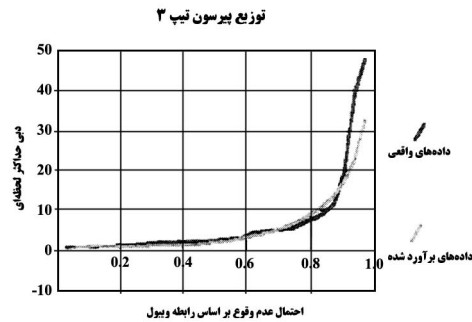
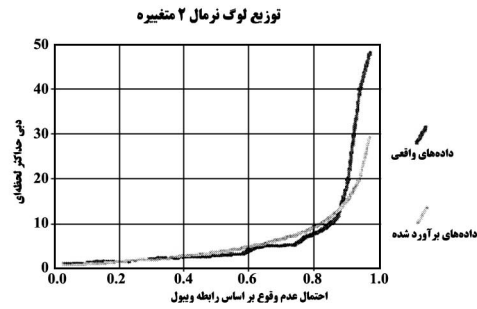
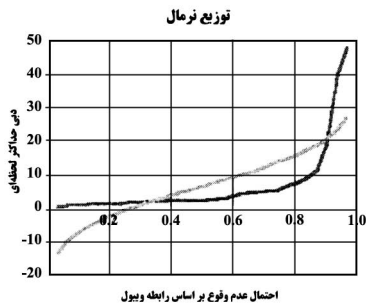
شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در ایران و استان گلستان.

جدول ۱- مقادیر دبی های حداکثر لحظه ای ایستگاه هیدرومتری ناهارخوران در طی سال های ۱۳۸۰ - ۱۳۵۰.

سال آماری	دبی حداکثر لحظه ای (m <sup>3</sup> /s)	سال آماری	دبی حداکثر لحظه ای (m <sup>3</sup> /s)
۵۰-۵۱	۲/۲۷	۶۵-۶۶	۲/۴۶
۵۱-۵۲	۵/۶۲	۶۶-۶۷	۳/۳۰
۵۲-۵۳	۲/۵۴	۶۷-۶۸	۷/۰
۵۳-۵۴	۱/۴۵	۶۸-۶۹	۱/۰۲
۵۴-۵۵	۱/۳۱	۶۹-۷۰	۱/۸۵
۵۵-۵۶	۱/۸۷	۷۰-۷۱	۵/۱۶
۵۶-۵۷	۰/۹۵	۷۱-۷۲	۲/۳۰
۵۷-۵۸	۲/۹۷	۷۲-۷۳	۲/۵۰
۵۸-۵۹	۰/۹	۷۳-۷۴	۴/۴۰
۵۹-۶۰	۹/۴۲	۷۴-۷۵	۱۱/۸۰
۶۰-۶۱	۱/۴۰	۷۵-۷۶	۱۹/۷
۶۱-۶۲	۲/۶۵	۷۶-۷۷	۴۰
۶۲-۶۳	۴/۹۷	۷۷-۷۸	۴۸/۲
۶۳-۶۴	۱/۲۹	۷۸-۷۹	۵/۴۰
۶۴-۶۵	۸/۰	۷۹-۸۰	۳/۱۵

۳ مناسب ترین توزیع فراوانی برای برازش مقادیر دبی های حداکثر لحظه ای این ایستگاه می باشد. شکل ۳ برازش انواع توزیع های فراوانی را با دبی های حداکثر لحظه ای درحوزه آبخیز زیارت نشان می دهد.

مقادیر دبی های حداکثر لحظه ای با توزیع های آماری مختلف در محیط نرم افزار اسمادا برازش شد. با استفاده از روش گرافیکی آن نرم افزار و نیز محاسبه مجموع مربعات باقیمانده RSS، مشخص شد لوگ پیرسون تیپ



شکل ۳- برآزش انواع توزیع‌های فراوانی با دبی حداکثر لحظه‌ای حوزه آبخیز زیارت

مساحت حوزه‌های اندازه‌گیری شده و فاقد آمار برحسب مایل مربع می‌باشند (مهدوی، ۱۳۸۲).

## نتایج و بحث

جدول ۲ مقادیر دبی‌های ورودی و همچنین حداکثر توان آگذری پل‌های منتخب را برحسب مترمکعب بر ثانیه در دوره بازگشت‌های مختلف ۲ تا ۱۰۰۰ سال نشان می‌دهد. در این جدول حداکثر توان آگذری پل‌ها با عملیات میدانی و استفاده از روش مانینگ و دبی‌های ورودی برای مقاطع پل‌ها با استفاده از روش مجموع مربعات باقی‌مانده و روش تجربی کریگر محاسبه شده است. به‌طور مثال، در این جدول دبی سیلاب ورودی با دوره بازگشت ۱۰۰ سال به دهانه پل شهید کلانتری

پس از تعیین دبی‌های حداکثر سیلابی ایستگاه هیدرومتری نهارخوران با استفاده از روش توزیع‌های آماری، جهت محاسبه دبی‌های حداکثر سیلابی با دوره بازگشت‌های مختلف برای هر یک از مقاطع پل‌ها (جدول ۲) از روش تجربی کریگر به‌صورت رابطه (۱) استفاده شد.

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{A_1^{(0.894 A_1^{-0.048})}}{A_2^{(0.894 A_2^{-0.048})}} \quad (1)$$

در این رابطه،  $Q_1$  دبی‌های لحظه‌ای اوج سیل در حوزه اندازه‌گیری شده بر حسب فوت مکعب بر ثانیه،  $Q_2$  دبی‌های لحظه‌ای اوج سیل در حوزه فاقد آمار برحسب فوت مکعب بر ثانیه،  $A_1$  و  $A_2$  به‌ترتیب

۱۰۹/۴۳ و حداکثر توان آبگذری آن ۱۴۴/۳۹ مترمکعب بر ثانیه محاسبه شده است.

با مقایسه میزان دبی ورودی در دوره بازگشت‌های مختلف میزان توان آبگذری هر پل طبق جدول ۲ مشخص گردید، پل شهید کلانتری از مقاطع بحرانی در شهر گرگان است که تنها دبی تا دوره بازگشت ۱۰۰ ساله را می‌تواند از خود عبور دهد. دو پل گرگانپارس و کریمی توان آبگذری دبی با دوره بازگشت ۵۰۰ سال به بالا را ندارند و پل سید مسعود توان آبگذری دبی با دوره بازگشت بالای ۱۰۰۰ سال را ندارد و پل واقع در ایستگاه

هیدرومتری ناهارخوران مشکلی از نظر آبگذری نخواهد داشت.

نتایج این بررسی با مطالعه خلیلی‌زاده (۱۳۸۲) مبنی بر اینکه پرخطرترین بازه از مسیر رودخانه زیارت در پایین‌دست حوزه شهری گرگان (تقریباً در حد فاصل پل کریمی تا پل شهید کلانتری) قرار دارد و پل‌های گرگانپارس، کریمی و شهید کلانتری حساسیت بیشتری نسبت به سازه‌های دیگر دارند، مطابقت دارد. همچنین توکلی (۱۳۸۰) در پهنه‌بندی خطر سیل در مراوه‌تپه اظهار نمود تنها پل واقع در مراوه‌تپه برای دوره بازگشت‌های بالای ۲۰۰ سال خطرساز می‌باشد.

جدول ۲ - مقایسه دبی ورودی و حداکثر توان آبگذری پل‌ها برحسب ( $m^3/s$ ) با دوره بازگشت‌های مختلف.

نام پل‌های منتخب					دوره بازگشت (سال)
پل ایستگاه هیدرومتری	پل سید مسعود	پل گرگانپارس	پل کریمی	پل شهید کلانتری	
۲/۹۶	۳/۰۵	۳/۱۳	۳/۲۰	۳/۲۲	۲
۴/۷۰	۴/۸۴	۴/۹۷	۵/۰۸	۵/۱۱	۳
۷/۸۵	۸/۰۹	۸/۳۰	۸/۴۸	۸/۵۴	۵
۱۴/۸۴	۱۵/۲۹	۱۵/۶۹	۱۶/۰۳	۱۶/۱۴	۱۰
۳۲/۵۸	۳۳/۵۷	۳۴/۴۴	۳۵/۱۸	۳۵/۴۳	۲۵
۵۷/۶۴	۵۹/۳۹	۶۰/۹۲	۶۲/۲۵	۶۲/۶۹	۵۰
۱۰۰/۶۱	۱۰۳/۶۶	۱۰۶/۳۴	۱۰۸/۶۵	۱۰۹/۴۳	۱۰۰
۱۷۳/۹۸	۱۷۹/۲۵	۱۸۳/۸۹	۱۸۷/۸۸	* ۱۸۹/۲۳	۲۰۰
۳۴۵/۱۷	۳۵۵/۶۲	* ۳۶۴/۷۴	* ۳۷۲/۷۴	* ۳۷۵/۶۴	۵۰۰
۵۷۸/۶۳	* ۱۱۳۲/۲۲	* ۱۱۷۷/۵۵	* ۱۲۱۷/۳۷	* ۱۲۳۱/۳۷	۱۰۰۰
۱۰۰/۴	۱۰۵/۲۲	۱۰۹/۶۵	۱۱۳/۵۵	۱۱۴/۹۳	مساحت ( $km^2$ )
۷۹۳/۰۵۲	۴۸۵/۲۴	۲۹۲/۴۱	۳۴۸/۲۱	۱۴۴/۳۹	حداکثر توان آبگذری پل

\*: پل توان آبگذری دبی را با آن دوره بازگشت ندارد.

- به منظور جلوگیری از لغزش دیواره‌های کناری و افزایش مقاومت دیواره‌ها اقدام به دیواره‌سازی (دایک) نمود.

- با توجه به اینکه از بالادست به پایین‌دست حوزه بدلیل کاهش شیب بستر و ورود رواناب شهری به جریان رودخانه باعث افزایش دبی پیک جریان و همچنین خسارات وارده در طول مسیر می‌شود در نتیجه باید مقاطع پل‌ها را در پایین‌دست بیشتر در نظر گرفت.

براساس نتایج به‌دست آمده می‌توان برای حوزه آبخیز شهری گرگان در محدوده رودخانه زیارت راهکارهای مدیریتی زیر را پیشنهاد نمود:

- یکی از عوامل مؤثر در افزایش ظرفیت رودخانه انتقال نخاله‌های ساختمانی، مواد زائد و رسوبات در مسیر این رودخانه است که علاوه بر کاهش سطح مقطع مفید باعث افزایش ضریب زبری مانینگ شده است، بنابراین با آموزش صحیح به مردم و لایروبی مسیر رودخانه می‌توان در جهت کاهش خسارات ناشی از سیل گام برداشت..

## منابع

- ۱.اسلامیان، س.، سلیمی، و.، و چاوشی بروجنی، س. ۱۳۷۹. تعیین مدل تجربی برآورد دبی اوج لحظه‌ای چند حوزه آبخیز غرب ایران. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه اصفهان. جلد چهارم. شماره ۲. صفحه ۱-۱۱.
۲. اداره کل راه و ترابری استان گلستان. ۱۳۸۲. بازسازی جاده ویژه ۲ بانده جنگل گلستان. مهندسین مشاور پاسیلو. ۱۱۵ صفحه.
۳. اعظمی، ا. ۱۳۸۱. تعیین روش مناسب برآورد بار معلق رسوبی در حوزه سد ایلام. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. گروه آبخیزداری. ۸۹ صفحه.
۴. تلوری، ع.، شریفی، ف.، تقفیان، ب.، غیائی، ن.، و نوروزی، ع. ۱۳۸۳. روش‌های برآورد سیلاب در حوضه‌های آبخیز کشور. مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری. (در حال انجام).
۵. توکلی، م. ۱۳۸۰. پهنه‌بندی خطر سیل و بررسی خصوصیات آن در بخشی از اترک میانی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. گروه آبخیزداری. ۱۱۵ صفحه.
۶. جندقی، ن.، نجفی‌نژاد، ع.، بیرودیان، ن.، و اوتق، م. ۱۳۸۳. بررسی خصوصیات رسوب‌شناختی جریان مختلط در حوزه آبخیز زیارت گرگان. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. جلد ۱۱. شماره ۱. صفحه ۱۴۷-۱۵۶.
۷. خسروشاهی، م.، و تقفیان، ب. ۱۳۸۱. نقش روندیابی رودخانه در شناسایی و تفکیک مناطق سیل‌خیز در حوضه‌های آبخیز. ششمین سمینار بین‌المللی مهندسی رودخانه. اهواز. جلد ۲. صفحه ۱۳۷۵-۱۳۸۳.
۸. خلیلی‌زاده، س. ۱۳۸۲. ارزیابی و مدیریت خطر سیل در حوزه آبخیز شهری گرگان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. گروه آبخیزداری. ۱۳۱ صفحه.
۹. رابط، ع. ۱۳۸۴. نقش مدیریت انسانی در تعدیل روند خسارت و فرسایش در حاشیه رودخانه. مجموعه مقالات نخستین همایش مدیریت رسوب. اهواز. صفحه ۲۶۳-۲۷۶.
۱۰. فرازجو، ح.، حمیدی، ح.، و احمدی رستمی، ع. ۱۳۸۰. مطالعه هیدرولوژی حوزه آبخیز النگدره. پروژه کارشناسی. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. گروه مرتع و آبخیزداری. ۱۲۰ صفحه.
۱۱. مهدوی، م. ۱۳۸۲. هیدرولوژی کاربردی. جلد دوم. چاپ سوم. انتشارات دانشگاه تهران ۴۳۷ صفحه.
۱۲. نجمایی، م. ۱۳۷۵. هیدرولوژی مهندسی. جلد دوم. انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران. ۶۰۸ صفحه.
13. Campbell, A.L., and Sidle, R.C. 1984. Prediction of Peak Flows on Small Watershed in Oregon for Use in Calvert Design , Water Resources Bulletin 20 (1) : 9-14
14. IFRCRCS, 1997. World Disasters Report 1997. Oxford University Press, 173 pp.
15. Merriam-Websters Collegiate Dictionary. 2000. Tenth editor. P: 447
16. Roger, A., Pielke, J.R., and Downton, M.W. 2000. Precipitation and Damaging Floods: Trends in the United States, 1932-97. Journal of Climate. Vol 13. 3625-3637
17. Stephan, R. 2002. Hydrologic Investigation by the U.S. Geological Survey Following the 1996 and 1997 Flood in the upper Yellowstone River, Montana. American Water Resources Association 19<sup>th</sup> Annual Montana Section Meeting, Section One, Pp:1-1.

## **An investigation on the stability of Gorgan's bridges against water flood events along Ziarat river**

**N. Jandaghi, O. Bazrafshan and M. Baghani**

Faculty member and B.Sc. student of range and watershed management of Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Respectively, Gorgan, Iran

---

---

### **Abstract**

Identification of hazard flooding areas is very important for sound management of flood control in urban basin. In this research, the stability of five bridges were investigated which are mainly located in residential and overpopulated areas of Gorgan city. First, for bridge cross sections, the maximum flood discharges with different return periods are calculated by using residual sum of squares and Creager methods at Gorgan Hydrometric Station. Then, by field surveying and the Manning's method, the maximum discharge of water passing the bridges was calculated. In this research, it became clear that the down stream bridges do not have the power of water passing with high return period.

**Keywords:** Water flood; Stability of bridge; Water passing power; Urban basin