



Investigating the Impact of Bridge Structures on the River Floodplain using HEC-RAS and Arc-GIS Software (Case Study: Sarnagh Bridge on the Zola River)

Hassan Hajhosseinlou^{a*}, Vahid Aghdam^b, Ebrahim Valizadeghan^c

^a Assistant Professor in Geology, Islamic Azad University Khoy Branch, Khoy, Iran

^b MSc Student in Water Science Engineering, Islamic Azad University Khoy Branch, Khoy, Iran

^c Assistant professor in Water Science Engineering, Islamic Azad University Khoy Branch, Khoy, Iran

Received: 17 February 2022

Revised: 11 June 2022

Accepted: 15 June 2022

Abstract

Zola River contains the most important fresh waters of West Azarbaijan province. The water surface of Urmia lake basin flows in this river. Sarnagh bridge is located on this river on the Sarnagh-Salmas road. Destructive flood event with high return time in river banks especially beside urban and rural residents cause many financial damages and life threats. So, exploring the river's hydraulic behavior is essential. This study explored the Zola river bed and realm boundary and its floods bond affected by bridges structure. It studied the Zola River in Sarnagh road bridge position using HEC-RAS model. At first, using river 1:2000 scale topographic maps, ArcGIS software with HEC-Geo RAS extension, and HEC-RAS software, river discharge flow with 2, 5, 10, 25, 50, and 100 return time were analyzed for two scenarios. First scenario simulated the normal flow condition of the river and second one simulated the river flow, considering the effects of cross over structure of the bridge. The flow with 25 year return was used to model the design due to regional circumstances and controlled by 100 year return time flow, evaluating river bed extend before and after bridge structures. The results showed that narrow flow in bridge place causes flow reduction, flow reversal, deposition in upstream, as well as increase in the flow, erosion and foaming in the downstream of the bridge, which necessitates a bed stabilization structure.

Keywords: Zola River, HEC-RAS Model, River Stabilization, Bed Consolidation

*.Corresponding author: Hassan Hajhosseinlou Email: hajhosseinlou@iaukhoy.ac.ir Tel:+989144627054

How to cite this Article: Haji Hosseinlou, H., Aghdam, V., & Valizadeghan, E. (2024). Investigating the Impact of Bridge Structures on the River Floodplain using HEC-RAS and Arc-GIS Software (Case Study: Sarnagh Bridge on the Zola River). *Journal of Geography and Environmental Hazards*, 13(1), 47-62.

DOI: 10.22067/geoeh.2022.75257.1175



Journal of Geography and Environmental Hazards are fully compliant With open access mandates, by publishing its articles under Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0).





Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

Geography and Environmental Hazards

Volume 13, Issue 1 - Number 49, Spring 2024

<https://geoeh.um.ac.ir>


 <https://doi.org/10.22067/geoeh.2022.75257.1175> 

جغرافیا و مخاطرات محیطی، سال سیزدهم، شمارهٔ چهل و نهم، بهار ۱۴۰۳، صص ۶۲-۴۷

مقاله پژوهشی

بررسی تأثیر پل بر روی پهنه سیل‌گیر رودخانه با استفاده از نرم‌افزارهای Arc-GIS و HEC-RAS

(مطالعه موردی: پل سرتق بر روی رودخانه زولا)

 حسن حاجی حسینیلو^۱ - استادیار گروه زمین‌شناسی، واحد خوی، دانشگاه آزاد اسلامی، خوی، ایران.

وحید اقدام - کارشناسی ارشد، گروه مهندسی آب، واحد خوی، دانشگاه آزاد اسلامی، خوی، ایران.

ابراهیم ولیزادگان - گروه مهندسی آب، واحد خوی، دانشگاه آزاد اسلامی، خوی، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۲۸ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۳/۲۱ تاریخ تصویب: ۱۴۰۱/۳/۲۵

چکیده

رودخانه زولا مهم‌ترین رودخانهٔ آب شیرین استان آذربایجان غربی است. این رودخانه زهکش آب‌های سطحی حوزهٔ آبریز دریاچه ارومیه است. پل سرتق بر روی این رودخانه در مسیر جاده سرتق - سلماس قرار دارد. وقوع سیل با دوره بازگشت بالا و مخرب در نواحی همجوار رودخانه‌ها بخصوص در مجاورت مناطق مسکونی شهری و روستایی موجب به وجود آمدن خسارات جانی و مالی بسیاری می‌شود. از این رو بررسی رفتار هیدرولیکی رودخانه‌ها از اهمیت بسزایی برخوردار است. در مطالعه حاضر به بررسی حد بستر رودخانه زولا و پهنه سیل‌گیر آن تحت تأثیر سازه پل پرداخته شد. در این راستا محدوده پل جاده سرتق با استفاده از مدل هیدرولیکی HEC-RAS مورد مطالعه قرار گرفت که با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۰۰۰ رودخانه زولا و نرم‌افزار ArcGIS و الحاقیه HEC-Geo RAS و نرم‌افزار HEC-RAS تحلیل جریان با لحاظ دبی‌های با دوره بازگشت‌های ۲، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ ساله انجام شد.

Email: hajihosseinlou@iaukhoy.ac.ir

۱ نویسنده مسئول: ۰۹۱۴۴۶۲۷۰۵۴

نحوه ارجاع به این مقاله:

حاجی حسینیلو، دکتر حسن، اقدام، وحید، ولیزادگان، ابراهیم؛ ۱۴۰۳. بررسی تأثیر پل بر روی پهنه سیل‌گیر رودخانه با استفاده از نرم‌افزارهای

Hec-Ras و Arc-GIS (مطالعه موردی: پل سرتق بر روی رودخانه زولا). جغرافیا و مخاطرات محیطی. ۱۳(۱). صص ۶۲-۴۷

<https://doi.org/10.22067/geoeh.2022.75257.1175>

بدین منظور دو حالت مد نظر قرار گرفته و بررسی گردید؛ حالت اول مربوط به شبیه‌سازی جریان در حالت طبیعی بوده و در حالت دوم به شبیه‌سازی جریان با وجود پل پرداخته شد. پل‌ها با توجه به شرایط منطقه براساس دبی با دوره بازگشت ۲۵ ساله بررسی و با دبی سیلاب ۱۰۰ ساله کنترل گردید. همچنین ارزیابی حد بستر برای شرایط قبل از احداث پل و شرایط کنونی انجام گرفته است. نتایج نشان داد با کاهش عرض رودخانه از حدود ۲۲۵ متر به ۳۲ متر در اثر احداث پل و کاهش سرعت به m/s ۰/۳۸، پس‌زدگی جریان آب و رسوب‌گذاری در بالادست پل و افزایش سرعت جریان به s ۵/۱۷ و فرسایش و کف‌کنی رودخانه پائین‌دست پل گردیده است که جهت جلوگیری فرسایش در پائین‌دست پل می‌بایست سازه تثبیت بستر اجرا گردد.

کلیدواژه‌ها: رودخانه زولا، ساماندهی رودخانه، تثبیت بستر، مدل HEC-RAS.

۱- مقدمه

از میان حوادث طبیعی که امروزه بلایای طبیعی نیز نام گرفته است وقوع سیلاب همواره با جوامع همراه بوده است، زیرا زندگی و آبادانی بدون آب امکان‌پذیر نیست و آب نیز بنا بر ماهیت طبیعی خود هرازچندگاه حالت سیلابی به خود می‌گیرد، لکن اثرات زیان‌بار سیلاب‌ها در گذشته هیچ‌گاه با حالت امروزی خود قابل‌سنجش نیست؛ زیرا در گذشته جمعیت کمتری در سیلاب‌دشت‌های رودخانه‌ها زندگی می‌کردند و فعالیت‌های گسترده انسانی نیز علاوه بر افزایش پتانسیل سیلاب‌ها از طرف دیگر ابعاد اقتصادی خسارات سیل را بسیار بیشتر از سابق نموده است. بشر از زمان‌های دور با سیلاب آشنا بوده، اما اثرات مخرب سیلاب در گذشته به مراتب کمتر بوده است که از علل آن کمبود جمعیت و در نتیجه محدود بودن صنایع، زمین‌های کشاورزی و فعالیت‌های بشری در منطقه سیلاب‌دشت، در ادوار گذشته را می‌توان برشمرد. در سال‌های اخیر، رشد شهرهایی که در حاشیه رودخانه‌ها واقع شده یا بستر عبور رودخانه‌ها تلقی می‌گردند، باعث شده تا ساکنین و دارایی‌های موجود در این مناطق در معرض خطر سیلاب قرار گیرند. به عبارتی، ایجاد تغییرات در توازن نسبی بین عواملی همچون دبی جریان، شیب و عرض رودخانه که حاصل هزاران سال فعالیت طبیعی آن است بی‌شک موجب واکنش دینامیکی رودخانه و بروز خسارت به اجتماعات انسانی ساکن در سیلاب‌دشت رودخانه‌ها خواهد شد. رودخانه‌ها به‌عنوان اصلی‌ترین منبع تأمین‌کننده آب برای انسان و سایر موجودات زنده به شمار می‌آیند. با نگاهی به موقعیت و ساختار اغلب شهرها نیز می‌توان اذعان کرد، شکل‌گیری آن‌ها در کنار رودخانه‌ها و در مجاورت دره‌ها، به‌منظور بهره‌برداری از آب صورت گرفته است (روشان و همکاران، ۱۳۹۲). تهیه نقشه‌های پتانسیل سیل می‌تواند ابزار ضروری برای کاهش سیلاب و آبخیزداری یکپارچه در حوضه آبریز به شمار آید و تکنیک‌های یادگیری ماشینی، مدل‌های مناسبی شناسایی

مناطق سیل‌خیز هستند (فرامرزی و همکاران، ۱۳۹۸). نرم‌افزار HEC-RAS در پهنه‌بندی سیل مورد تأیید است و همچنین نرم‌افزاری قدرتمندی در پیش‌بینی و هشدار بوده که نتایج پهنه‌بندی آن نیز بسیار نزدیک به واقعیت است (شفیعی مطلق و عبادتی، ۱۳۹۹). احداث پل بر روی رودخانه تغییراتی را در رفتار هیدرولیکی رودخانه در بالادست و پائین‌دست سازه مذکور نموده است و تنگ‌شدگی ایجاد شده در رودخانه در اثر احداث پل، موجب کاهش سطح مقطع جریان و افزایش سرعت، عمق هیدرولیکی و تنش برشی و... در آن ناحیه می‌شود (برهان، ۱۳۹۴). نتایج ارزیابی احداث پل با نرم‌افزار HEC-RAS نشان می‌دهد که تأثیر پل بر هیدرولیک جریان علاوه بر افزایش ارتفاع سطح آب و خطر آب‌گرفتگی سواحل بالادست و یا افزایش سرعت جریان، فرسایش در پایین‌دست پل‌ها می‌شود (دلبری و عادل‌پور، ۱۳۹۴). اطلاع از خصوصیات مانند حداکثر دبی سیل برای طراحی سازه‌های آبی، مانند سدها، سرریزها، پل‌ها و زیرگذرها به‌منظور کاهش خسارت‌های احتمالی و همچنین پیش‌بینی زمان رسیدن به دبی اوج در بازه‌های پایین‌دست در بحث هشدار سیل ضروری است (بهیان مطلق و همکاران، ۱۳۹۷). صادقی و همکاران به‌منظور پهنه‌بندی سیلاب در بخشی از حوضه آبخیز شهری تهران از ترکیب مدل‌های GIS و HEC-RAS استفاده کردند و نقشه مناطق سیل‌گیر را به ازای دوره‌های برگشت ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ سال تهیه کرده و بر کارایی مدل‌های GIS و HEC-RAS تأکید کردند (صادقی و همکاران، ۱۳۸۲). راد و همکاران (۱۳۹۷) در حوضه آبخیز خرم‌آباد واقع در استان لرستان با معرفی شرایط مرزی جریان، دبی حداکثر لحظه‌ای با دوره برگشت‌های مختلف، مقاطع عرضی و فاصله آن‌ها و ضریب زبری مانینگ برای هر مقطع به مدل هیدرولیکی HEC-RAS، این مدل را اجرا و نیمرخ سطح آب در دوره‌های برگشت مختلف سیل را به دست آوردند و مشاهده کردند بیشترین سطح درگیر سیل به ترتیب به اراضی زراعی دیم، مراتع، جاده، اراضی مسکونی و زمین‌های رها شده مربوط می‌شود. مدل‌های هیدرولوژیکی HEC-HMS و هیدرولیکی HEC-RAS در بسیاری از تحقیقات جهت برآورد و پهنه سیلاب استفاده شده است (بالستروس کانواس^۱، ۲۰۱۱). بختیاری و همکاران (۱۳۹۱) در بررسی تأثیر سازه‌های تقاطعی احداث شده بر روی رودخانه باراجین واقع در استان قزوین از ترکیب سامانه اطلاعات جغرافیایی و نرم‌افزار هیدرولیکی HEC-RAS در استخراج پهنه سیلاب و مدل‌سازی رودخانه استفاده نمودند و نتیجه گرفتند ترکیب سامانه اطلاعات جغرافیایی و نرم‌افزار هیدرولیکی HEC-RAS در استخراج پهنه‌بندی سیلاب و مدل‌سازی رودخانه از دقت بالایی برخوردار است. باقری و ترکمان‌زاده (۱۳۹۷) به بررسی تأثیر سازه‌های احداثی بر پهنه‌بندی سیلاب رودخانه بابلرود مازندران با استفاده از HEC-RAS و Arc Gis پرداختند که در این تحقیق مشخص گردید که وجود پل‌های محمدحسن‌خان، بابلرود، موزیرج و مرزن آباد بر عمق و پهنه سیلاب رودخانه بابلرود مؤثر

1 (Ballesteros Cánovas, 2011)

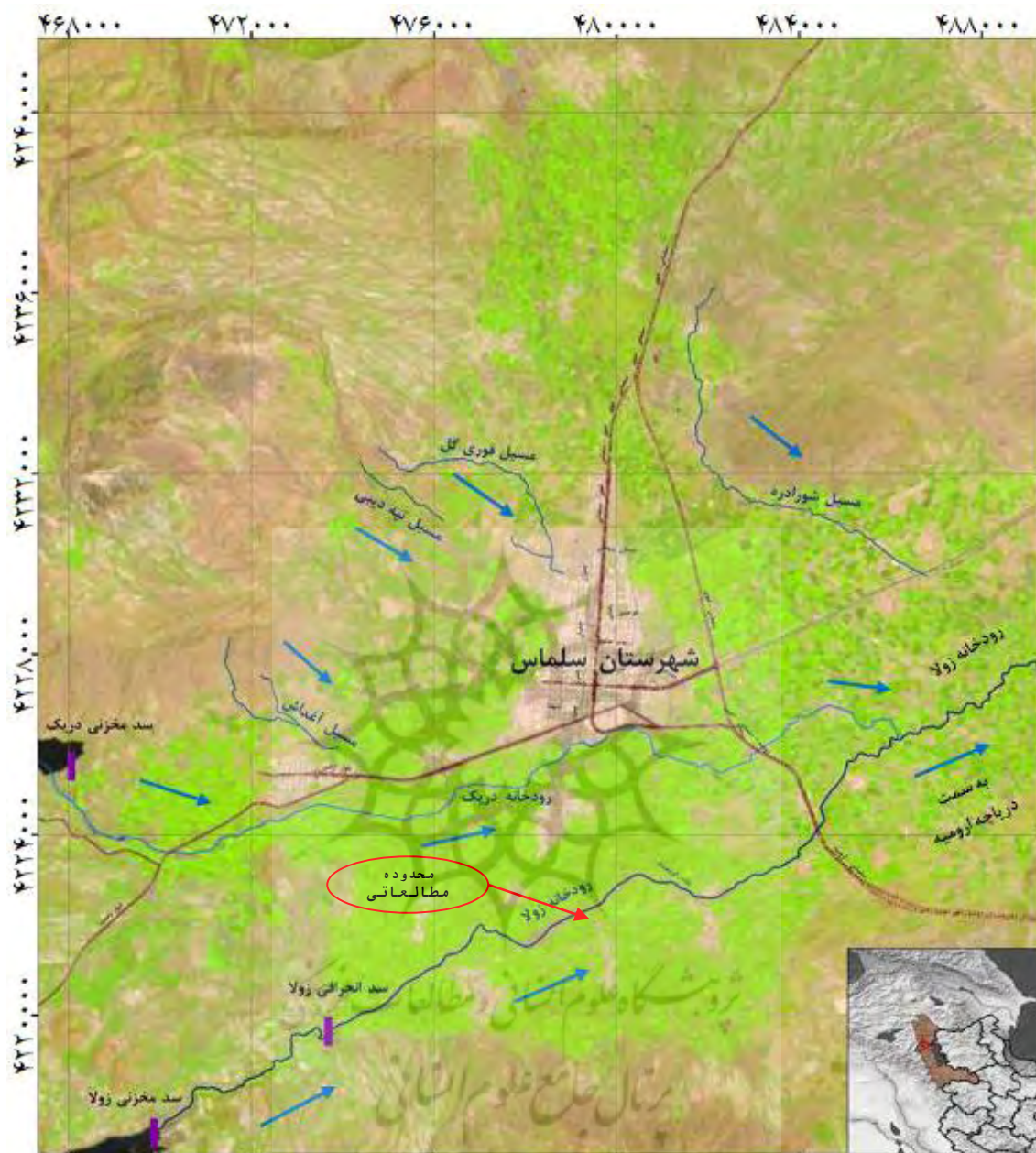
می‌باشند اما تأثیر چشمگیر و مخربی بر سیلاب ندارند و همچنین تحقیق حاضر نشان داد که سامانه اطلاعات جغرافیایی و ارتباط آن با نرم‌افزار HEC-RAS از دقت بالایی در کار مهندسی برخوردار می‌باشند. راندال و ادوارد^۱، ۲۰۰۱ در یک پروژه تحقیقاتی به مقایسه تأثیر پل‌های پایه‌دار با تعداد و قطر پایه متفاوت، بر پدیده پس‌زدگی آب و همچنین عمق جریان سیل پرداختند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد که شکل و تعداد پایه‌ها می‌تواند اثر تعیین‌کننده‌ای بر پدیده پس‌زدگی آب و عمق جریان سیل داشته باشند در همین راستا به تأثیر پل بر رفتار رودخانه پرداخته شده است.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- منطقه مورد مطالعه

رودخانه زولا یکی از مهم‌ترین رودخانه‌های حوضه آبریز دریاچه ارومیه است. رودخانه زولا پس از عبور از ضلع جنوبی شهرستان سلماس به در شمال‌غربی دریاچه ارومیه به آن تخلیه می‌گردد. این رودخانه از کوه‌های مرز ترکیه و ایران از سمت جنوب‌غربی شهرستان سلماس سرچشمه گرفته و پس از طی مسیر حدود ۹۵ کیلومتر و سیراب نمودن بخشی از اراضی کشاورزی دشت شهرستان سلماس، در پائین‌دست روستای کنگرلو به دریاچه ارومیه تخلیه می‌شود. محدوده موردنظر در این تحقیق، بازه‌ای از رودخانه زولا در مجاورت روستای سرنق است؛ شکل (۱). موقعیت پل احداث شده بر روی رودخانه در شکل (۲) نشان داده شده است. همچنین مشخصات فیزیوگرافی حوضه آبریز رودخانه زولا در جدول (۱) ارائه شده است. براساس داده‌های هواشناسی ایستگاه‌های هواشناسی چهارم، سلماس و یالقوزآغاج دامنه تغییرات دما در منطقه بین ۴۲ تا ۲۲- درجه سانتی‌گراد در گرم‌ترین و سردترین مواقع سال است که متوسط درجه حرارت حدود ۱۱ درجه سانتی‌گراد است. حداکثر، حداقل و متوسط بارندگی سالانه به ترتیب ۵۳۳، ۲۲۷/۵ و ۳۷۲/۹ میلیمتر. گزارش شده است. در این تحقیق از داده‌های دبی روزانه و دبی پیک ایستگاه چهارم علیا که دارای آمار کامل و درازمدت (۱۳۹۵-۱۳۶۳) بوده و نزدیک‌ترین ایستگاه به منطقه است، استفاده شده و برای محاسبه دبی با دوره برگشت‌های مختلف، توزیع‌های اشاره در جدول (۲) بکار گرفته شده‌اند.

1 (Randall and Edward, 2001)



شکل ۱- محدوده مورد مطالعه.



شکل ۲- محل پل سرنق بر روی عکس ماهواره‌ای.

جدول ۱- مشخصات فیزیوگرافی حوضه آبریز رودخانه زولا در ایستگاه چهارم.

واحد	مقدار	پارامتر
کیلومتر مربع	۸۱۹	مساحت
کیلومتر	۲۳۲	محیط
کیلومتر	۱۰/۷۳	عرض مستطیل معادل
کیلومتر	۹۱/۴۶	طول مستطیل معادل
متر	۳۱۳۶	ارتفاع حداکثر حوضه
متر	۲۲۹۱/۸	ارتفاع متوسط حوضه
متر	۱۴۴۴	ارتفاع حداقل حوضه
درصد	۱۸/۶۷	شیب متوسط حوضه
کیلومتر	۶۴/۵۶	طول آبراهه اصلی
درصد	۱/۵۵	شیب متوسط آبراهه اصلی
-	۲/۰۹	ضریب گراولئوس حوضه
-	۰/۰۶۶	تراکم آبراهه‌ای
	۸/۳۸	کریچ
ساعت	۱۷/۹۸	زمان تمرکز برانس-بای ویلیامز
	۸/۲۱۴	کالیفرنیا

جدول ۲- دبی رودخانه زولا با دوره بازگشت ۵ تا ۱۰۰ سال در ایستگاه هیدرومتری چهریق علیا

توزیع	دور بازگشت (سال)				
	۱۰۰	۵۰	۲۵	۱۰	۵
نرمال	۱۶۱/۲	۱۴۹/۳	۱۳۶/۲	۱۱۵/۸	۹۶/۶
لوگ نرمال دو پارامتری	۲۲۰/۳	۱۸۴/۵	۱۵۱/۶	۱۱۱/۷	۸۴
لوگ نرمال سه پارامتری	۱۸۷/۵	۱۶۷/۳	۱۴۶/۵	۱۱۷/۴	۹۳/۳
گاما دو پارامتری	۲۰۹/۳	۱۸۲/۵	۱۵۵/۵	۱۱۹/۱	۹۰/۷
پیرسون نوع سه	۱۹۲/۳	۱۷۰/۹	۱۴۸/۹	۱۱۸/۱	۹۲/۷
لوگ پیرسون نوع ۳	۲۲۳/۹	۱۹۴/۵	۱۶۴/۵	۱۲۳/۷	۹۲
گامبل نوع یک	۱۹۶/۴	۱۷۲/۸	۱۴۸/۹	۱۱۶/۸	۹۱/۳

۲-۲- روش تحقیق

در این تحقیق به منظور مشخص نمودن مقدار دبی پیک سیلابی با دور بازگشت‌های مختلف و تعیین بهترین توزیع جهت تعیین دبی سیلاب، براساس آزمون نکویی برازش توزیع‌ها، مشخص شد که توزیع لوگ پیرسون نوع ۳ دارای توزیع بهتری نسبت به دیگر توزیع‌ها است که برای دبی‌های پیک لحظه‌ای با دور بازگشت‌های ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ مطابق جدول (۲) محاسبه گردیده است. همچنین برای محاسبه ضریب زبری از روش کوان (۱۹۵۶) استفاده گردید. در ادامه برای شبیه‌سازی جریان رودخانه فایل اتوکد نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۰۰۰ رودخانه زولا را وارد نرم‌افزار ArcGIS نموده و سپس آن را به لایه TIN تبدیل نمودیم. با استفاده از الحاقیه Hec-GeoRas هندسه (Geometry) رودخانه را ترسیم و وارد نرم‌افزار HEC-RAS کردیم. برای این کار ابتدا پس از تعریف یک پروژه جدید در نرم‌افزار HEC-RAS اطلاعات مربوط به هندسه رودخانه وارد قسمت Geometric Data شد. سپس اطلاعات مربوط به جریان رودخانه، وارد قسمت Steady Flow Data گردید. مدل را از منوی Steady Flow Analysis به صورت Mixed به دو حالت مختلف بدون سازه (حالت طبیعی) و با وجود پل (شرایط موجود) اجرا نمودیم. نتایج حاصل از شبیه‌سازی را مجدداً وارد نرم‌افزار ArcGIS نموده با استفاده از الحاقیه Hec-GeoRas پهنه سیل گیر و حد بستر رودخانه بر روی لایه TIN و نقشه توپوگرافی محدوده برای هر دو حالت جانمایی کردیم و در نهایت به بحث و بررسی پرداختیم.

۳- بحث و نتایج

۳-۱- شبیه‌سازی جریان در حالت طبیعی (بدون وجود پل)

در شبیه‌سازی جریان در حالت طبیعی ابتدا می‌بایست تأثیرات دخالت انسان در رودخانه را حذف نمود. به همین منظور مقاطع عرضی جهت حذف پل و تأثیر آثار آن در شبیه‌سازی رودخانه با شرایط قبل از احداث پل اصلاح گردید. تا به شرایط طبیعی رودخانه نزدیک باشد. این اصلاحات به صورت کیفی و براساس بازدیدها و بررسی‌های میدانی همراه با قضاوت کارشناسی صورت پذیرفته است. با توجه به استانداردهای مهندسی رودخانه مطابق نشریه ۳۱۶ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، مبنای طراحی طرح‌های ساماندهی رودخانه‌ها با دبی دور بازگشت ۲ تا ۲۰۰ سال و طرح‌های تثبیت بستر و سواحل دبی با دور بازگشت ۲۵ تا ۱۰۰ ساله قرار داده شده است و همچنین مطابق آیین‌نامه مربوط تعیین حد بستر و حریم رودخانه‌ها دبی سیلابی با دور بازگشت ۲۵ سال ملاک عمل در شرایط طبیعی رودخانه است که در این تحقیق جهت ارزیابی حد بستر دبی با دور بازگشت ۲۵ سال (۱۶۴/۵ مترمکعب بر ثانیه) مبنای قرار داده شده و همچنین با توجه اینکه در طراحی پل می‌بایست دبی با دور بازگشت ۱۰۰ ساله ملاک عمل قرار گیرد که در این تحقیق جهت میزان آبگذری پل از دبی با دور بازگشت ۱۰۰ سال (۲۲۳/۹ مترمکعب بر ثانیه) استفاده شده است. برای شبیه‌سازی جریان رودخانه نرم‌افزار HEC-RAS، واردکردن ضریب زبری مانینگ رودخانه الزامی است که میزان ضریب زبری برای بستر فعال برابر ۰/۰۳۵ و برای سیلاب دشت‌های چپ و راست ۰/۰۴ و شیب بازه مورد مطالعه ۱ درصد به دست آمد که در برنامه HEC-RAS وارد گردید. پس از شبیه‌سازی جریان در این حالت مشخصات هیدرولیکی مقاطع بالادست و پائین‌دست محل پل در رودخانه به دست آمده از برنامه HEC-RAS در جدول (۳) آورده شده است. پس از شبیه‌سازی جریان و انتقال اطلاعات از HEC-RAS به ArcGIS حد بستر رودخانه به ازای دبی با دوره بازگشت ۲۵ ساله در این بازه مشخص شد و پهنه سیلابی آن بر روی تصویر ماهواره‌ای در شکل (۳) را نشان داده شده است و در شکل (۴) مقاطع عرضی رودخانه زولا در شرایط طبیعی محل احداث پل در HEC-RAS را نشان می‌دهد و مطابق عکس هوایی سال ۱۳۴۶ عرض بستر رودخانه در محل احداث پل حدود ۲۲۵ متر می‌باشد که در اثر احداث پل به ۳۲ متر تقلیل یافته است.

جدول ۳- مشخصات هیدرولیکی رودخانه زولا در شرایط طبیعی با دبی دور بازگشت ۲۵ ساله

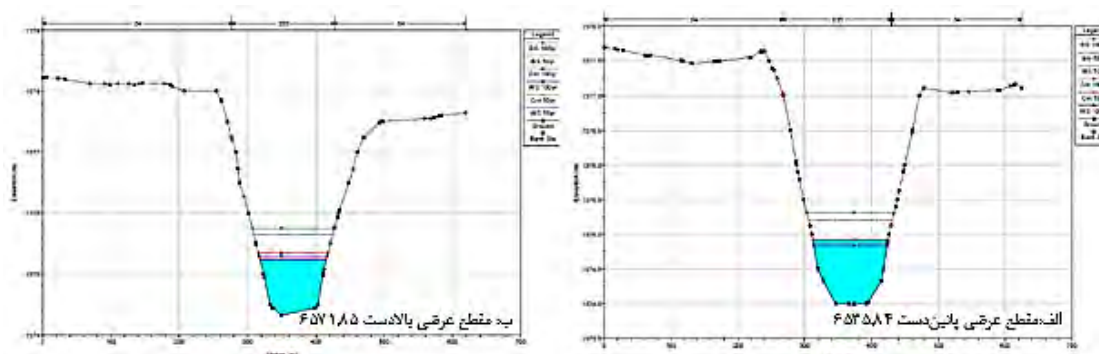
عدد فرود	Top Width(m)	Flow Area (m ²)	Vel Chnl(m/s)	E.G. Slope(m/m)	E.G. Elev(m)	W.S. Elev(m)	Min Ch El(m)	شماره مقطع
۰/۵۸	۲۰۸/۶۴	۱۱۶/۶۳	۱/۴۳	۰/۰۰۵	۱۳۷۹/۲۰	۱۳۷۹/۰۹	۱۳۷۸	۷۰۷۰/۱۶
۰/۶۶	۱۱۸/۴۶	۹۱/۰۳	۱/۸۱	۰/۰۰۶	۱۳۷۷/۸۴	۱۳۷۷/۶۸	۱۳۷۶/۵	۶۸۱۳/۴۲
۱/۰۱	۹۹/۴۲	۶۴/۴۹	۲/۵۵	۰/۰۱۴	۱۳۷۶/۰۹	۱۳۷۵/۷۶	۱۳۷۴/۸۷	۶۶۱۰/۳۵
۱/۰۷	۹۳/۷۵	۶۱/۰۶	۲/۶۹	۰/۰۱۶	۱۳۷۵/۵۲	۱۳۷۵/۱۵	۱۳۷۴/۳۲	۶۵۷۱/۸۵ پل بالادست پل
۰/۸۲	۱۱۱/۱۹	۷۶/۹۷	۲/۱۴	۰/۰۱	۱۳۷۵/۱۰	۱۳۷۴/۸۷	۱۳۷۳/۹۸	۶۵۳۵/۸۴ پل پائین دست پل
۱/۰۱	۱۲۳/۷۱	۶۹/۵۴	۲/۳۷	۰/۰۱۵	۱۳۷۴/۸۴	۱۳۷۴/۵۵	۱۳۷۳/۸۳	۶۵۱۳/۰۰
۰/۶۳	۱۳۶/۴۸	۹۹/۴۴	۱/۶۵	۰/۰۰۵	۱۳۷۲/۰۱	۱۳۷۱/۸۷	۱۳۷۰/۹۴	۶۲۰۱/۹۵
۱/۰۱	۱۰۹/۳۰	۶۶/۸۲	۲/۴۶	۰/۰۱۴	۱۳۷۰/۴۸	۱۳۷۰/۱۷	۱۳۶۹/۵	۶۰۱۲/۳۴



شکل ۳- پهنه بندی بستر هیدرولیکی بدون پل و شرایط طبیعی رودخانه بر روی عکس ماهواره ای

جدول ۴- ابعاد هندسی پل سرنق

ردیف	نام پل	تعداد دهانه	عرض دهانه (متر)	ارتفاع پل (متر)
۱	پل جاده سرنق جاده	۴	۸	۳



شکل ۴- مقطع عرضی محل پل سرنق

۳-۲- شبیه‌سازی جریان با وجود پل

در این حالت شبیه‌سازی، بر خلاف حالت طبیعی رودخانه، تمامی دخالت‌های انسانی در رودخانه لحاظ می‌گردد. دلیل این شبیه‌سازی بررسی وضعیت موجود رودخانه و تأثیر پل بر روی عرض بستر رودخانه در محدوده مورد مطالعه است.

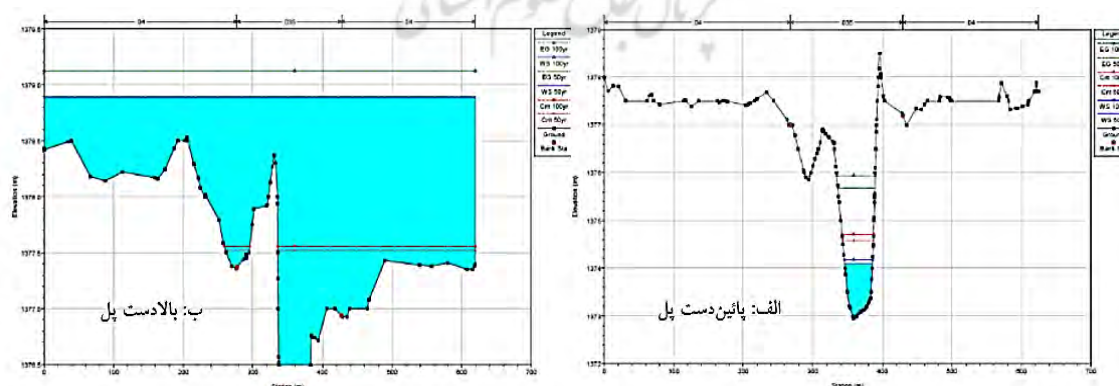
شکل (۵) پهنه سیلابی رودخانه بر روی تصویر ماهواره‌ای برای این حالت را نمایش می‌دهد. در این حالت سیلاب ۲۵ ساله با دبی عبوری $۱۶۴/۵$ مترمکعب در ثانیه و شیب ۱ درصد مورد بررسی قرار گرفته است و پل مطابق جدول (۴) بر روی رودخانه احداث گردیده است. همان‌طور که در شکل (۵) مشاهده می‌شود پل ساخته شده بر روی رودخانه همراه با تنگ‌شدگی عرض بستر در محل پل موجب افزایش عمق آب، عرض بستر و کاهش سرعت جریان آب در بالادست پل شده است و همچنین موجب کاهش سطح مقطع جریان و افزایش سرعت آب و انرژی پتانسیل جریان و فرسایش آب شستگی در پایین دست پل می‌شود؛ که تأثیر خود را در ناحیه پل و پایین دست آن می‌گذارد. در شکل (۶) مقاطع عرضی در بالادست و پایین دست پل‌ها در HEC-RAS نشان می‌دهد پس‌زدگی آب در بالادست پل موجب افزایش تراز جریان و رسوبگذاری می‌شود و در محل پایین دست پل فرسایش کف و آبشستگی را نشان می‌دهد. هر چه از سمت بالادست پل به سمت پل حرکت می‌کنیم شاهد افزایش عمق جریان آب و فرسایش و آبشستگی در پایین دست پل هستیم. دلیل اصلی این امر کاهش مقطع جریان در محل پل و افزایش سرعت جریان آب در ناحیه پایین دست پل است. جدول (۵) مشخصات هیدرولیکی رودخانه در این حالت را نشان می‌دهد و همچنین ارتباط با میزان آبگذری پل، مطابق مدل هیدرولیکی پل موجود توان آبگذری دبی سیلابی با دور بازگشت ۱۰۰ ساله را دارد که در آن به صورت مقطع پل عمل می‌نماید و در دبی بالاتر جریان آب از روی آن سرریز خواهد نمود.



شکل ۵- پهنه‌بندی بستر هیدرولیکی بر روی عکس ماهواره‌ای بعد از احداث پل

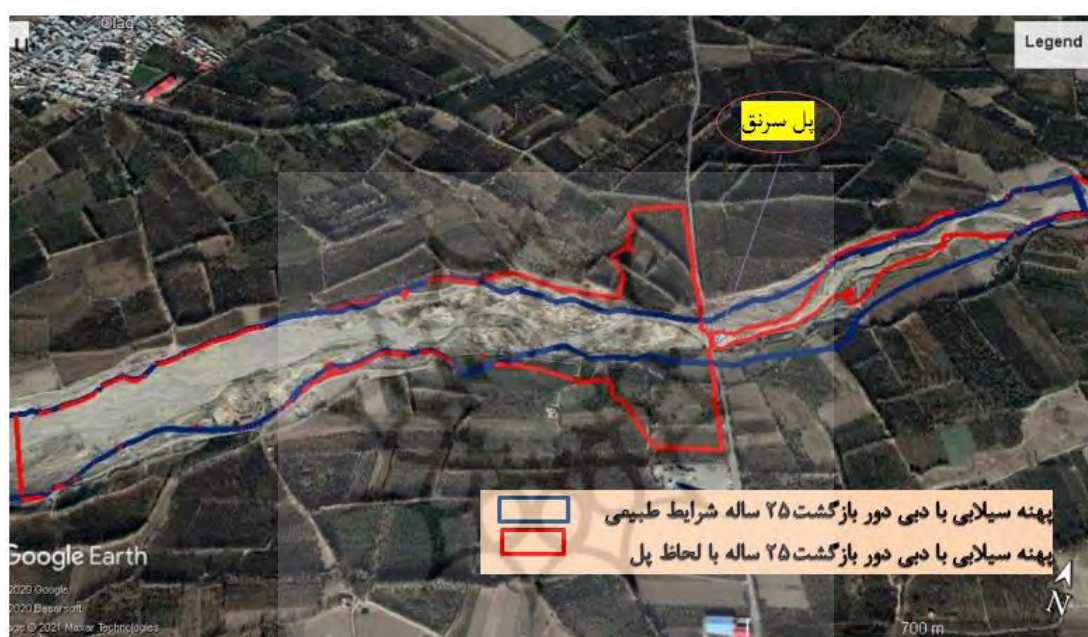
۴- نتیجه‌گیری

شکل (۷) تأثیر پل بر روی رودخانه و تغییرات حد بستر هیدرولیکی و پهنه سیلابی با دبی دور بازگشت ۲۵ ساله را نشان می‌دهد و شکل (۸) نمای ظاهری پل را نشان می‌دهد. تغییرات بستر رودخانه در محل پل به شرح جدول (۶) می‌باشد و در جدول (۷) مقایسه پارامترهای مهم هیدرولیکی رودخانه در شرایط طبیعی رودخانه و نیز رفتار رودخانه بعد از احداث پل آورده شده است. همچنین در مقایسه عکس هوایی سال ۱۳۴۶ شکل (۹) با نتایج مدل هیدرولیکی قبل از احداث پل نشان می‌دهد که رودخانه توان آبگذری دبی‌های با دور برگشت‌های بیش از ۲۵ ساله را داشته که در اثر احداث پل در جریان‌های سیلابی با دور بازگشت بیش از ۵ ساله موجب پس‌زدگی و آبگرفتی اراضی بالادست می‌شود.



شکل ۶- مقاطع عرضی بعد از تأثیر پل

تنگ‌شدگی مقطع در پل موجب رسوبگذاری و عریض شدن حد بستر و در دبی‌ها بیش از ۹۰ مترمکعب در ثانیه موجب آبگرفتگی اراضی مجاور بالادست پل می‌شود. همچنین افزایش سرعت زیاد جریان آب در پائین‌دست موجب فرسایش و کف کنی رودخانه می‌شود که مطابق مدل هیدرولیکی و براساس مشاهدات و بازدیدهای میدانی صورت گرفته؛ رادیه پل جاده سرنق در معرض خطر آبشستگی قرار دارد که می‌بایست تمهیدات مناسب جهت رفع آن صورت پذیرد. در این راستا می‌توان به اجرای عملیات ساماندهی رودخانه و ایجاد سازه تثبیت در پائین‌دست پل اشاره نمود.



شکل ۷- پهنه‌بندی بستر هیدرولیکی بر روی عکس ماهواره‌ای

جدول ۵- مشخصات هیدرولیکی رودخانه زولا در شرایط موجود با دبی دور بازگشت ۲۵ ساله

عدد فرود	Top Width(m)	Flow Area(m ²)	Vel Chnl(m/s)	E.G. Slope(m/m)	E.G. Elev(m)	W.S .Elev(m)	Min Ch El(m)	شماره مقطع
۱/۰۱	۲۰۳/۹۹	۸۰/۹۶	۲/۰۶	۰/۰۱۶	۱۳۷۹/۲۳	۱۳۷۹/۰۲	۱۳۷۸	۷۰۷۰/۱۶
۰/۲۵	۱۹۹/۰۴	۲۰۴/۶۶	۰/۸۷	۰/۰۰۱	۱۳۷۸/۶۹	۱۳۷۸/۶۵	۱۳۷۷	۶۸۱۳/۴۲
۰/۰۸	۶۱۳/۹۹	۶۵۳/۴۱	۰/۳۵	۰/۰۰۰	۱۳۷۸/۶۵	۱۳۷۸/۶۴	۱۳۷۶/۵	۶۶۱۰/۳۵
۰/۰۹	۶۱۹/۵۸	۶۱۱/۹۶	۰/۳۴	۰/۰۰۰	۱۳۷۸/۶۴	۱۳۷۸/۶۴	۱۳۷۶/۵	۶۵۷۱/۸۵ بالادست پل
								Bridge ۶۵۵۰/۶۳
۱/۸۴	۳۹/۳۳	۳۱/۸۱	۵/۱۷	۰/۰۴۳	۱۳۷۵/۳۹	۱۳۷۴/۰۲	۱۳۷۲/۹۵	۶۵۳۵/۸۴ پائین‌دست پل
۲/۵۳	۲۵/۵۳	۲۲/۲۳	۷/۴۰	۰/۰۸۲	۱۳۷۳/۹۰	۱۳۷۱/۱۱	۱۳۶۹/۴۴	۶۵۱۳/۰۰
۰/۴۷	۷۰/۳۶	۹۵/۸۶	۱/۷۲	۰/۰۰۲	۱۳۷۲/۲۰	۱۳۷۲/۰۵	۱۳۶۹	۶۲۰۱/۹۵
۰/۷۳	۷۰/۷۳	۷۱/۶۸	۲/۲۹	۰/۰۰۶	۱۳۷۱/۴۸	۱۳۷۱/۲۱	۱۳۶۸	۶۰۱۲/۳۴

جدول ۶- میزان تنگ‌شدگی رودخانه زولا بعد از احداث پل

نام سازه تقاطعی	عرض بستر طبیعی رودخانه (متر)	میزان تنگ‌شدگی در اثر احداث پل (متر)
پل جاده سرنق	۲۲۵	۳۲



شکل ۸- تصاویر پل سرنق.



شکل ۹- عکس هوایی سال ۱۳۴۶ در محدوده پل سرنق.

جدول ۷- مقایسه پارامترهای مهم هیدرولیکی با لحاظ پل و حالت طبیعی رودخانه

شماره مقطع	W.S. Elev (m)		Vel Chnl (m/s)		Top Width (m)		عدد فرود
	حالت اول	حالت دوم	حالت اول	حالت دوم	حالت اول	حالت دوم	
۷۰۷۰/۱۶	۱۳۷۹/۰۹	۱۳۷۹/۰۲	۱/۴۳	۲/۰۶	۲۰۸/۶۴	۲۰۳/۹۹	۰/۵۸
۶۸۱۳/۴۲	۱۳۷۷/۶۸	۱۳۷۸/۶۵	۱/۸۱	۰/۸۷	۱۱۸/۴۶	۱۹۹/۰۴	۰/۶۶
۶۶۱۰/۳۵	۱۳۷۵/۷۶	۱۳۷۸/۶۴	۲/۵۵	۰/۳۵	۹۹/۴۲	۶۱۳/۹۹	۱/۰۱
۶۵۷۱/۸۵	۱۳۷۵/۱۵	۱۳۷۸/۶۴	۲/۶۹	۰/۳۴	۹۳/۷۵	۶۱۹/۵۸	۱/۰۷
۶۵۳۵/۸۴	۱۳۷۴/۸۷	۱۳۷۴/۰۲	۲/۱۴	۵/۱۷	۱۱۱/۱۹	۳۹/۳۳	۰/۸۲
۶۵۱۳/۰۰	۱۳۷۴/۵۵	۱۳۷۱/۱۱	۲/۳۷	۷/۴۰	۱۲۳/۷۱	۲۵/۵۳	۱/۰۱
۶۲۰۱/۹۵	۱۳۷۱/۸۷	۱۳۷۲/۰۵	۱/۶۵	۱/۷۲	۱۳۶/۴۸	۷۰/۳۶	۰/۶۳
۶۰۱۲/۳۴	۱۳۷۰/۱۷	۱۳۷۱/۲۱	۲/۴۶	۲/۲۹	۱۰۹/۳۰	۷۰/۷۳	۱/۰۱



کتابنامه

- روشن، حسین؛ وهابزاده، قربان؛ سلیمانی، کریم؛ فرهادی، رسول؛ ۱۳۹۲. شبیه سازی رفتار هیدرولیکی رودخانه با استفاده از مدل HEC-RAS در محیط GIS (مطالعه موردی: رودخانه بشار، استان کهگیلویه و بویراحمد). دو فصلنامه پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز، دوره ۴، شماره ۷. ۸۴-۷۰.
- <http://jwmr.sanru.ac.ir/article-1-237-fa.html>
- راد، مژگان؛ وفاخواه، مهدی؛ غلامعلی فرد، مهدی؛ ۱۳۹۷. پهنه بندی سیل با استفاده از مدل هیدرولیکی HEC-RAS در پایین دست حوزه آبخیز خرم آباد. نشریه مخاطرات محیط طبیعی، دوره ۷، شماره ۱۶، ۲۲۶-۲۱۱.
- <https://doi.org/10.22111/jneh.2017.3343>
- فرامرزی، حسن؛ حسینی، سید محسن؛ پورقاسمی، حمیدرضا؛ فرنقی، مهدی؛ ۱۳۹۸. ارزیابی و پهنه بندی وقوع مخاطره سیلاب در پارک ملی گلستان. فصلنامه اکولوژی، دوره ۶، شماره ۴، ۱۰۶۸-۱۰۵۵.
- <https://doi.org/10.22059/ije.2019.285430.1163>
- شفيعی مطلق، خسرو؛ عبادتی، ناصر؛ ۱۳۹۹. پهنه بندی سیلاب و شبیه سازی رفتار هیدرولیک رودخانه با استفاده از نرم افزار HEC RAS (مطالعه موردی: رودخانه مارون - جنوب غرب ایران). فصلنامه اکولوژی، دوره ۷، شماره ۲، ۳۹۷-۴۰۹.
- <https://doi.org/10.22059/ije.2020.298473.1293>
- برهان، جلال؛ ۱۳۹۴. ارزیابی میدانی و عددی اثرات سازه پل بر روی رفتار هیدرولیکی رودخانه (مطالعه موردی: پل رودخانه چالسا). پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تبریز، دانشکده مهندسی عمران.
- دلبری، افشین؛ عادل پور عبدالعلی؛ ۱۳۹۴. ارزیابی و مقایسه تأثیر عملکرد هیدرولیکی پل های رودخانه خشک شیراز با استفاده از مدل HEC - RAS. دهمین سمینار بین المللی مهندسی رودخانه.
- <https://civilica.com/doc/677279>
- بهیان مطلق، سودابه؛ پژوهش، مهدی؛ هنریخش، افشین؛ صالحی هفشجانی، نگار؛ ۱۳۹۷. سنجش عملکرد مدل هیدرولوژیکی HEC-HMS برای حوزه های نیمه توزیعی و یکپارچه (مطالعه موردی: حوزه آبخیز کوه سوخته). پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز. دوره ۹، شماره ۱۷، ۴۸-۳۹.
- <http://dx.doi.org/10.29252/jwmr.9.17.39>
- صادقی، سید حمیدرضا؛ جلالی راد، رامین؛ محمدی سراب، عباس علی؛ ۱۳۸۲. پهنه بندی سیل با استفاده از نرم افزار EC-RAS و سامانه اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: حوضه آبخیز شهری دارآباد تهران)، پژوهشنامه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خزر، سال دوم، شماره ۱، ۴۶-۳۴.
- <https://doi.org/10.22111/jneh.2017.3343>
- بختیاری، مرتضی؛ کاشفی پور، سید محمود؛ اصغری، پری سید امین؛ ۱۳۹۱. بررسی تأثیر سازه های عرضی بر روی پهنه سیلاب با استفاده از مدل هیدرولیکی HEC-RAS در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی GIS. مجله علوم مهندسی و آبیاری، دوره ۳۵، شماره ۳، ۴۶-۳۷.
- <https://dori.net/dor/20.1001.1.25885952.1391.35.3.5.3>
- باقری، علی؛ ترکمان زاده، محمد هادی؛ ۱۳۹۷. بررسی اثر سازه های احداثی بر پهنه سیلاب رودخانه با استفاده از نرم افزارهای HEC-RAS و ArcGIS مطالعه موردی: رودخانه بابلرود، مازندران. دوره ۶، شماره ۴، ۲۵۶-۲۴۹.
- https://journals.iau.ir/article_666896.html

- شرکت آب منطقه‌ای آذربایجان غربی؛ ۱۳۹۸. " گزارش مطالعات فیزیوگرافی، هواشناسی و هیدرولوژی رودخانه زولا" شرکت مهندسين آبگستران ميهن وزارت نيرو، دفتر مهندسی و معيارهای فنی آب و آبفا، نشریه ۳۳۱ راهنمای تعیین ضریب زبری هیدرولیکی رودخانه‌ها.

- Ballesteros Cánovas, J.A, Eguibar M, Bodoque JM, Stoffel M., 2011. Estimating flash flood discharge in an ungauged mountain catchment with 2D hydraulic models and dendrogeomorphic palaeostage indicators. Hydrological processes, 25: 970-979. <http://dx.doi.org/10.1002/hyp.7888>.
- Randall, J.C., and Edward, R.H., 2001. Backwater effect of bridge piers in sub-critical flow. Center for Transportation Research, the University of Texas at Austin. Project summary report; 1805-S, 4p. <http://dx.doi.org/10.22587/ajbas.2019.13.1.15>.

