

# بررسی تأثیر پل های احداث شده بر رفتار هیدرولیکی رودخانه درون شهری (مطالعه موردی: رودخانه شهرچای ارومیه)



فصلنامه علمی تخصصی

مهندسی و مدیریت ساخت

سال اول، شماره چهارم، زمستان

۱۳۹۵

نویسنده مسئول: الناز اسدی نیا

آدرس ایمیل:

el\_asadiniya@yahoo.com

الناز اسدی نیا

کارشناس ارشد مهندسی عمران - سازه های هیدرولیکی، گروه مهندسی عمران، دانشگاه ارومیه

میرعلی محمدی

دانشیار مهندسی عمران - سازه های هیدرولیکی، گروه مهندسی عمران، دانشگاه ارومیه

فاطمه وجودی مهربانی

دانشجوی دکتری مهندسی عمران - سازه های هیدرولیکی، گروه مهندسی عمران، دانشگاه ارومیه

## چکیده:

در میان پیشرفت های روزافزون انسانی، فعالیت های نظیر احداث پل ها، نقش قابل توجهی بر رفتار هیدرولیکی رودخانه ها، بعنوان منبع اصلی حیات، دارند. در تحقیق حاضر، با تعریف چهار سناریو، به بررسی تأثیر پل های احداث شده بر رفتار هیدرولیکی رودخانه شهرچای ارومیه، با استفاده از هوش مصنوعی (GEP) و تلفیق نرم افزارهای HEC-RAS و HEC-GEORAS پرداخته می شود. در سناریو اول مشاهده می گردد که وجود یا عدم وجود سازه ها، در ظرفیت عبوری رودخانه و تراز سطح آب تأثیر چندانی ندارد. بررسی ها در سناریو دوم، تأییدی بر قابلیت سازه ها در عبور سیلاب با دوره بازگشت های ۲، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ می باشند. در سناریوهای سوم و چهارم، پروفیل سطح آب در دبی های مختلف شبیه سازی شده است و ظرفیت عبوری هر یک از پل های موجود در مسیر، برابر با: ۶۵۰ متر مکعب بر ثانیه (پل جانوسلو)، ۱۲۰۰ متر مکعب بر ثانیه (پل قویون) و ۷۵۰ متر مکعب بر ثانیه (پل عدالت) بدست آمده است.

**کلمات کلیدی:** رودخانه درون شهری، پل، سیلاب طراحی، هوش مصنوعی، نرم افزار Hec-Ras.

## Assess The Effect Bridges Constructed On Hydraulic Behavior Of The River Within The City (Case Study: River City Chai Urmia)

Elnaz Asadi Nia\*

Master Student Engineering in Civil Engineering & Hydraulic, Department of Civil Engineering, University of Urmia, Iran

Mir Ali Mohammadi

Associate professor of hydraulic engineering constructions, Department of Civil Engineering, University of Urmia, Iran

Fatemeh vojudi Mehrbani

P. HD. civil engineering, Department of Civil Engineering, University of Urmia Iran



V. 01 No. 04 - Winter 2016

Corresponding author:  
Elnaz Asadi Nia

Email address:  
el\_asadiniya@yahoo.com

## ۱- مقدمه:

رودخانه‌ها به‌عنوان اصلی‌ترین منبع تأمین‌کننده آب برای انسان و سایر موجودات زنده به‌شمار 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 [۱].

بشر از زمان‌های دور با سیلاب آشنا بوده، اما اثرات مخرب سیلاب در گذشته به‌مراتب کم‌تر بوده است که از علل آن کمبود جمعیت و در نتیجه محدود بودن صنایع، زمین‌های کشاورزی و فعالیت‌های بشری در منطقه سیلاب-دشت، 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 [۲]. لذا رودخانه‌ها، به‌ویژه رودخانه‌های درون-شهری به شدت تحت تأثیر محیط و اکوسیستم مجاورشان هستند.

در این میان دامنه بسیار وسیعی از فعالیت‌های انسانی از قبیل تأمین نیازهای شهری و صنعتی، کشاورزی، سد‌ها و تأسیسات برق‌آبی، توسعه‌ی جاده‌ها و حمل‌ونقل، نیاز به چوب و قطع درختان، معدن، دفع زباله، کنترل سیلاب و حتی نیاز انسان به تفریح و تفرج به‌ویژه در دو دهه اخیر، بیش‌ترین آثار منفی را بر تعادل دینامیکی رودخانه به‌جا نهاده است. لذا انسان بیش از هر زمان دیگری معتقد به تطابق خود با طبیعت در چارچوب حفظ و پایداری محیط است. شاید به جرأت بتوان ادعا کرد که اصلی‌ترین وظیفه انسان، حفظ و نگهداری تعادل محیطی است. به همین جهت، بررسی رفتار رودخانه‌ها به‌عنوان شریان‌های اصلی حیات، از هر جهت ضروری بوده و حفاظت و بهره‌برداری بهینه از آن‌ها و همچنین حراست از بستر و حریم از مهم‌ترین مسئولیت‌های وزارت نیرو می‌باشد [۳].

از مهم‌ترین مباحث مطرح در مهندسی و ساماندهی رودخانه‌ها، مباحث مربوط به بررسی تأثیر سازه‌های احداثی در مسیر جریان می‌باشد که در اغلب موارد و در بازه‌های مختلف آن، کاهش عرض در مقاطع رودخانه و به تبعیت از آن کاهش ظرفیت عبور جریان و... را در پی دارد. پل‌ها به‌عنوان مهم‌ترین و پرکاربردترین سازه‌های رودخانه‌ای هستند که از دیرباز مورد استفاده قرار گرفته‌اند که نقش استراتژیک و اهمیت زیاد آن‌ها بر هیچ‌کس پوشیده نیست. همه‌ساله با بروز سیل، تعداد کثیری از پل‌ها تخریب می‌شوند. یکی از دلایل تخریب پل‌ها را می‌توان عدم جدی گرفتن مباحث هیدرولیکی و هیدرولوژیکی توسط مهندسين طراح پل مربوط دانست [۳]. با بررسی هیدرولیک جریان، رفتار رودخانه و انجام اقدامات مهندسی به‌جا می‌توان ضمن ایمن‌سازی مناطق مورد نظر و پیش‌بینی رفتار رودخانه‌ها، از صرف هزینه‌های بسیار زیاد نیز جلوگیری نمود [۴].

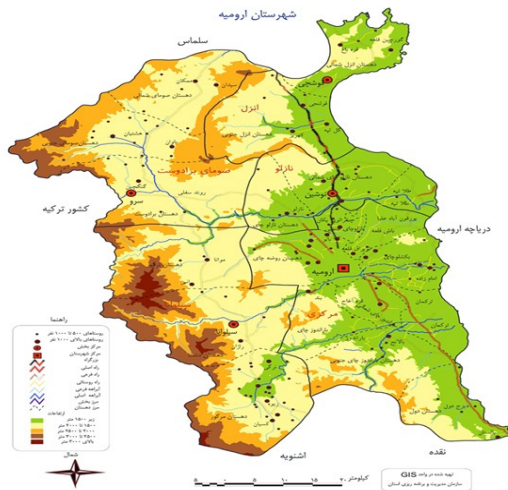
## ۲- روش تحقیق:

در این بخش به بیان روش تحقیق و مراحل انجام کار پرداخته می‌شود:

### ۱-۲ معرفی منطقه مورد مطالعه

حوضه آبریز شهرچای در غرب شهرستان ارومیه واقع است. در این میان رودخانه شهرچای یکی از مهم‌ترین رودخانه‌های دائمی این حوضه به‌شمار می‌آید. این رودخانه دارای امتداد شمالی جنوبی است که پس از گذر از شهر ارومیه و سیراب نمودن کشتزارها و باغات شهرستان، در نهایت وارد دریاچه ارومیه می‌شود. نام‌های دیگر آن برده رود، برده سو، بکشلوچای و ارومیه رود و سنگ سرخ است.

منطقه مورد مطالعه بازه ای از رودخانه شهرچای در محدوده شهری ارومیه می‌باشد. این بازه از ایستگاه هیدرومتری بند به مختصات  $X=500124/25$  و  $Y=4150129/64$  تا حدود ۵ کیلومتر پایین‌دست آن، به مختصات  $X=504138/09$  و  $Y=4153246/32$  ادامه دارد. شکل ۱- الف) بیانگر موقعیت حوضه آبریز دریاچه ارومیه در نقشه استان آذربایجان غربی است و شکل ۱- ب) نمایانگر محدوده دقیق مطالعاتی رودخانه شهرچای ارومیه است که توسط خطوط آبی رنگ در محیط Google Earth نشان داده شده است.



الف



ب

شکل ۱- الف) نقشه موقعیت حوضه آبریز دریاچه ارومیه و ب) محدوده دقیق مطالعاتی رودخانه شهرچای

### ۲-۲ مدل Hec-Ras

Hec-Ras یکی از بسته‌های نرم‌افزاری مطرح در زمینه مهندسی رودخانه است. این برنامه توسط مرکز مهندسی هیدرولوژی HEC که بخشی از مؤسسه منابع آب IWR انجمن مهندسين ارتش آمریکا می‌باشد، تهیه گردیده است. از بارزترین توانایی‌هایی این نرم‌افزار، محاسبات نیمرخ‌های سطح آب در حالت پایدار و ناپایدار می‌باشد. در این تحقیق از نسخه Hec-Ras ۴,۱,۰ استفاده شده است [۷].

### ۳-۲ هوش مصنوعی؛ الگوریتم‌های تکاملی

به دلیل اهمیت بالای پدیده‌های رودخانه‌ای و تخمین عوامل مرتبط با جریان و رسوب در پروژه‌های آبی و ارتباط تنگاتنگ آن با مسائل اقتصادی، تاکنون تحقیقات فراوانی در زمینه روش‌های برآورد جریان و رسوب و تأثیر عوامل مختلف بر میزان آن‌ها انجام گرفته است. در این میان روش‌های هوش مصنوعی به‌عنوان ابزاری توانمند در حل این گونه مسائل به‌شمار می‌آیند. این مدل‌ها به‌عنوان یک جعبه سیاه مناسب که کمتر در قید و بند مسائل فیزیکی بوده و قادرند فرآیند غیرخطی و غیر ایستای جریان رودخانه را بدون نیاز به

مدل سازی عامل‌های محیطی و ژئومتری موثر بر جریان رودخانه مدل سازی کنند، می‌باشند.

از جمله تحقیقات صورت گرفته در این زمینه، مطالعات ذاکر مشفق و همکاران [۸]، کیشی [۹]، داوسن و ویلی [۱۰] بر روی جریانات رودخانه‌ای حاکی از آن است که با کاربرد روش شبکه عصبی مصنوعی می‌توان دبی عبوری از رودخانه را با دقت قابل قبولی برآورد نمود. اگر چه در تمامی تحقیقات مذکور برتری دقت الگوهای متکی بر شبکه های عصبی مصنوعی نسبت به بر روابط تجربی و الگوهای سری زمانی نشان داده شده است لیکن بدلیل پیچیدگی در ایجاد ساختار و غیر صریح بودن این الگوها استفاده از این گونه الگوها در عمل به طور مناسبی توسعه نیافته است. لذا توسعه یک الگوی صریح و آسان برای پیش بینی جریان رودخانه ها ضروری می‌باشد.

مطالعات کتابخانه ای انجام شده نشان می‌دهد که در دهه اخیر روش های برنامه ریزی ژنتیک (GP) و الگوریتم ژنتیک (GA) به عنوان یک روش تناوبی موثر در پیش بینی داده ها در زمینه مهندسی آب مورد استفاده قرار گرفته اند. این روش‌ها جزء روش های الگوریتم تکاملی محسوب می‌شوند که مبنای تمامی آنها بر اساس نظریه تکامل داروین استوار است. برنامه ریزی ژنتیک در سال ۱۹۸۵ توسط کرامر [۱۱] ابداع شد، سپس توسط کوزا [۱۲] گسترش بیشتری یافت که در این تحقیق نیز این روش استفاده شده است.

## ۴-۲ تعیین دوره بازگشت سیلاب طراحی در کارهای مهندسی رودخانه

یکی از پارامترهای مهم در طرح‌های کنترل سیل و حتی ساماندهی رودخانه، کمیت سیلاب یا به عبارت دیگر سیلاب طراحی در بازه مورد نظر رودخانه می‌باشد (اسمعیلی، شیخ الاسلامی، ۱۳۹۰). با توجه به نشریه ۳۱۶ وزارت نیرو و با استفاده از روش تعیین دوره بازگشت سیلاب طرح بر اساس ملاحظات اجتماعی مقدار سیلاب طراحی محاسبه گردید. با توجه به تنوع کاربری اراضی حاشیه رودخانه دورن شهری شهرچای، بازه مورد مطالعه به دو بخش اراضی کشاورزی و اراضی غیر کشاورزی تقسیم گردید که در نهایت دوره بازگشت ۲ تا ۱۰۰ سال در نظر گرفته شد.

### ۵-۲ داده های آماری موجود از منطقه و بررسی آن ها

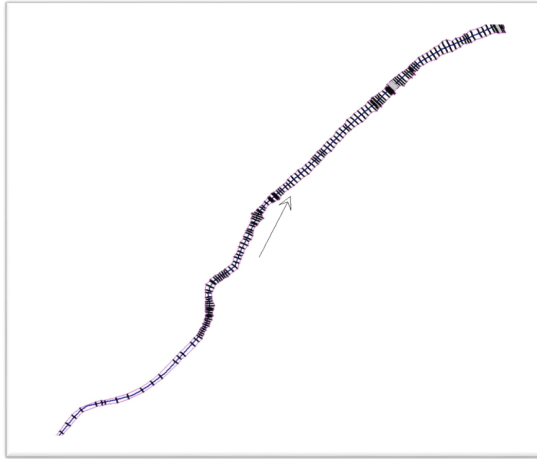
پایگاه داده ها نقش اساسی در کیفیت کار و تصمیم گیری ایفا می‌کنند. در واقع اطمینان از نتایج حاصله، بستگی به میزان صحت و دقت داده‌های ورودی اولیه دارند. آمار و اطلاعات هیدرولوژیکی ایستگاه بند و فایل نقاط رودخانه و نقشه آن از سازمان آب آذربایجان غربی تهیه گردید و پس از بررسی های لازم، در موارد مورد نیاز به بازسازی و تکمیل داده‌ها پرداخته شد.

به منظور تعیین شرایط اولیه جریان در نرم افزار HEC-RAS، از حداکثر دبی سیل حوضه آبریز شهرچای در محل ایستگاه بند ارومیه و از نرم افزار HEC-HMS که از توزیع پیرسون تیپ ۳ و نرم افزار Smada استفاده گردید که در نهایت هیدروگراف های این ایستگاه با دوره بازگشت های ۲، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ ساله حاصل شد.

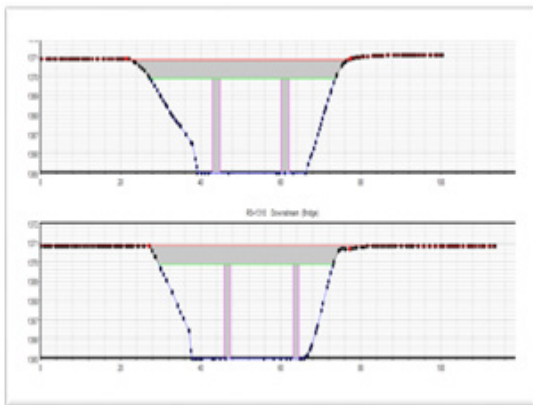
## ۶-۲ روند مدل سازی رودخانه و سازه ها با استفاده از نرم افزارهای HEC-RAS و ArcView

در این تحقیق به منظور تعیین مشخصات هندسی رودخانه از نرم افزار ArcView و الحاقیه HEC-GeORAS استفاده گردید. به این منظور ابتدا نقشه های توپوگرافی منطقه با مقیاس ۱:۱۰۰۰ تهیه شد و در محیط ArcView شبکه نامنظم مثلثی منطقه تهیه گردید سپس با استفاده از الحاقیه HEC-GeORAS لایه های RAS تولید و با

توجه به شیب ۸ درصدی رودخانه و رعایت فاصله مقاطع، همان طور که در شکل ۲-۲ الف مشاهده می‌شود، ۱۶۹ مقطع عرضی به صورت عمود بر مسیر جریان و از ساحل چپ به راست منظور گردید. موقعیت پل های موجود در مسیر نیز همانند شکل ۲-ب با ایجاد لایه مربوطه مشخص گردید.



الف



ب

شکل ۲- الف) مقاطع عرضی در HEC-RAS (ب) و ویرایشگر مربوط به یکی از پل موجود در مسیر رودخانه شهرچای (پل جانوسلو)

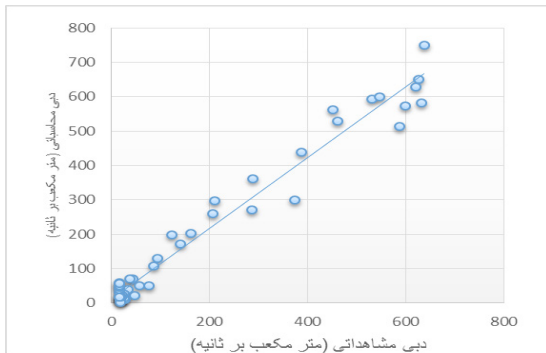
## ۷-۲ صحت سنجی و واسنجی مدل

در این پژوهش قابلیت مدل سازی انجام شده برای واسنجی و اعتبارسنجی مدل HEC-RAS بررسی شد. پس از انتقال اطلاعات به مدل HEC-RAS به منظور صحت سنجی بایستی مدل کالیبره شود. واسنجی مدل معمولاً از طریق بهتر تخمین زدن ضریب مانینگ صورت می‌گیرد که خود مشمول در دسترس بودن اطلاعات دبی-اشل در پایین دست محدوده مطالعاتی (داده های مشاهداتی) است.

اطلاعات دبی-اشل ایستگاه بند ارومیه بررسی شد و مشاهده گردید مقادیر اشل متناظر دبی های حد بالای سیلاب، ناقص می باشد؛ لذا اولین گام تکمیل داده های دبی-اشل در ابتدای محدوده مورد مطالعه و در انتهای محدوده مورد مطالعه (که فاقد ایستگاه است)، می باشد. به این منظور، با استفاده از روش GP رابطه بین دبی و اشل با دقت بالایی در ایستگاه بند برآورد گردید، سپس برای تعیین رابطه دبی-اشل متناظر در انتهای محدوده مطالعاتی با در نظر گرفتن ایستگاه فرضی و با توجه به عدم وجود دبی جانبی (وجود انهار و...) در محدوده مورد مطالعه و با فرض متوسط ضریب رواناب ۰/۳ برای تعیین دبی خروجی O<sub>1</sub> (آب منطقه ای استان آذربایجان غربی،

$$O_1 = \text{Log}(\text{pow}((I_1/1.9)^{0.3}), 3) * \text{Sim}((3.02 * I_1) * I_1) + (I_1 + \text{pow}(\text{Log}(\text{pow}(I_1, 1.3)) - \text{Sim}(I_1))) + \text{Exp}(\tan((I_1/1.9)^{0.3})) * \text{Cos}(\text{pow}(I_1 + 1, 3)) \quad (2)$$

در این رابطه  $O_1$  جریان ورودی در بالادست و  $O_2$  جریان خروجی در پایین دست رودخانه است. نمودار برازش داده شده مربوط به داده های دبی مشاهداتی و دبی محاسباتی در شکل ۴ نشان داده شده است. در نهایت با تعمیم رابطه اول و با استفاده از روش GP مقادیر متناظر دبی- اشل ها در محل ایستگاه فرضی محاسبه گردید.



شکل ۴- مقایسه دبی جریان در شرایط واقعی و محاسباتی مدل GP

### ۳-۱- واسنجی و صحت سنجی مدل

به منظور واسنجی مدل HEC-RAS، ارتفاع سطح آب اندازه گیری شده در ایستگاه فرضی در پایین دست محدوده، از سال آبی ۵۸ تا ۹۰ استفاده گردید. لازم به ذکر است با استفاده از دبی های موجود، مدل در حالت جریان یکنواخت اجرا شده و تراز سطح ایستابی در ایستگاه مورد نظر محاسبه می شود. در نهایت با روش سعی و خطا، ضرایب مانینگ به گونه ای انتخاب می شود که اختلاف تراز سطح ایستابی در حالت شبیه سازی شده و شرایط موجود در منطقه، بسیار ناچیز گردد.

جدول ۱- ضریب زبری متوسط نهایی محدوده مورد مطالعه رودخانه شهرچای ارومیه

ضریب زبری کانال اصلی	ضریب زبری سیلاب دشت و کناره ها
۰/۰۲۷	۰/۰۳۳

پس از کالیبره نمودن مدل، با استفاده از یک سوم باقیمانده داده های مشاهده ای ایستگاه فرضی (داده های اشل سال های آبی از ۴۴ سال تا ۵۸)، صحت سنجی مدل نیز صورت گرفت. همانند بخش واسنجی مدل، مشاهده شد که داده های مربوط به سطح آب استخراج شده از نرم افزار در دبی های عبوری در نظر گرفته شده از رودخانه، تطابق مناسبی با داده های مشاهده ای دارند.

در این حالت مقدار  $RMSE = 12/57$  سانتی متر به دست آمد که با توجه به روند کار خطای قابل قبولی است که نشان دهنده دقت بالا در استفاده از این مدل می باشد.

### ۳-۲- سناریو اول: تعیین ماکزیمم دبی عبوری رودخانه شهری چای

در این قسمت پروفیل سطح آب در دبی های مختلف شبیه سازی شد. ماکزیمم توان عبوری رودخانه در وضع موجود و در حالت سیلابی، معادل با ۳۳۰ مترمکعب بر ثانیه که معادل است با سیلاب با دوره بازگشت ۲۵ ساله، به دست آمد. پروفیل سطح آب در شرایط موجود در شکل ۵ نشان داده شده است.

ارومیه) و با استفاده از روش ماسکینگام (روندیابی سیل در رودخانه) که مربوطه در نرم افزار MATLAB نوشته شد (قسمتی از کد در پیوست آورده شده است) و مقادیر دبی در پایین دست محاسبه شد.

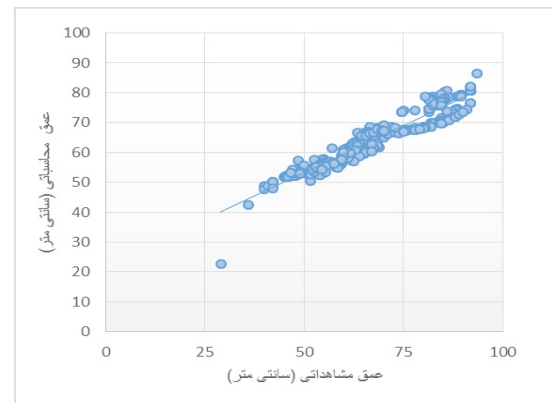
با استفاده از روش GP، رابطه دبی های بالادست و پایین دست برآورد گردید و در نهایت با تعمیم رابطه اول و با استفاده از روش GP مقادیر متناظر با دبی- اشل های ایستگاه بند در محل ایستگاه فرضی تعیین شد. در این پژوهش، دوسوم داده ها به واسنجی ضرایب مدل ها و یک سوم دیگر آن ها به اعتبار سنجی مدل ها اختصاص داده شد. با مقایسه ارتفاع سطح آب محاسبه شده توسط مدل HEC-RAS با ارتفاع سطح آب محاسبه شده در انتهای محدوده مورد مطالعه (ایستگاه فرضی)، واسنجی و صحت سنجی مدل انجام شد.

### ۳-۳- ارائه نتایج

اطلاعات دبی- اشل ایستگاه بند ارومیه با لحاظ تأثیر سد شهرچای از سازمان آب منطقه ای استان آذربایجان غربی اخذ شد و مشاهده گردید مقادیر اشل متناظر با دبی های حد بالای سیلاب در این ایستگاه ناقص می باشد. اولین گام بازسازی داده های دبی- اشل ایستگاه بند ارومیه است. در این راستا ابتدا داده ها پردازش شد. سپس با استفاده از مدل GP رابطه بین دبی و اشل طبق رابطه ۱ با دقت بالایی در این ایستگاه برآورد گردید. در شکل ۳ به بررسی درستی این روش پرداخته شده است. مقدار RMSE این رابطه، ۴/۷ سانتی متر به دست آمد که نشان دهنده دقت بالا در استفاده از این مدل می باشد.

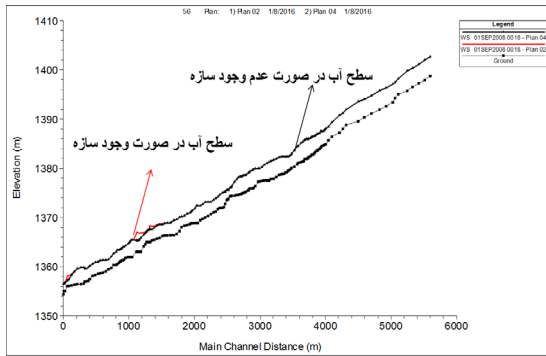
$$h = (Q + \cos(((\text{Log}(Q) + Q) * \tan^{(1/3)}))) + (((3.02 * Q) * \text{Log}(Q)) + ((1.9 + Q) - 3.2)) + \text{Exp}(3.8) \quad (1)$$

در این رابطه تراز سطح آب، دبی عبوری از مقطع رودخانه می باشد. نمودار برازش داده شده مربوط به داده های عمق مشاهداتی و عمق محاسباتی در شکل ۳ نشان داده شده است.



شکل ۳- مقایسه عمق آب در شرایط واقعی و محاسباتی مدل GP

برای تعیین رابطه دبی- اشل متناظر در انتهای محدوده مطالعاتی (ایستگاه فرضی) از روش روندیابی رودخانه (روش ماسکینگام) و مدل GP استفاده شد. ابتدا با در نظر گرفتن ضریب رواناب ۰/۳ (آب منطقه ای استان آذربایجان غربی، ارومیه) مقدار دبی خروجی  $O_1$  محاسبه گردید، سپس با استفاده از روش ماسکینگام و هیدروگراف معین، برنامه مربوطه در نرم افزار MATLAB نوشته شد. نهایتاً مقادیر دبی در محل ایستگاه فرضی محاسبه شد و با استفاده از مدل GP، بهترین رابطه بین دبی های ایستگاه بند و ایستگاه فرضی تعیین گردید که در رابطه ۲ ارائه شده است. در این حالت نیز، مقدار  $RMSE = 6/53$  مترمکعب بر ثانیه به دست آمد که نشان دهنده دقت بالا در استفاده از این مدل می باشد.

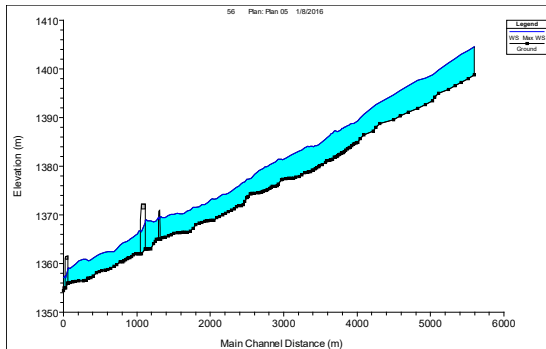


شکل ۸- مقایسه پروفیل سطح آب در صورت وجود و عدم وجود سازه‌ها

با توجه به نتایج حاصل شده، در این دبی، پل‌ها محدوده‌ای در حدود ۵۰ تا ۲۰۰ متری خود را تحت تأثیر قرار می‌دهند که در این محدوده نیز، وجود سازه‌ها به طور متوسط موجب افزایش ۰/۲۵ سرعت می‌گردد که دلیل آن، کاهش سطح مقطع رودخانه و وجود پایه پل‌ها و تأثیر در محدوده خاصی از بالادست و پایین دست رودخانه است.

### ۳-۴ سناریوی سوم: بررسی وضعیت سازه‌ها در سیلاب‌های با دوره بازگشت ۲، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ ساله.

در این سناریو شبیه‌سازی پروفیل سطح آب در دبی‌های با دوره بازگشت ۲ تا ۱۰۰ ساله انجام شد و نحوه عملکرد سازه‌ها در عبور این سیلاب‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان دادند که سازه‌های موجود در رودخانه توانایی عبور تمامی این سیلاب‌ها را از خود دارا می‌باشند. شکل ۹ پروفیل سطح آب در سیلاب ۱۰۰ ساله نشان می‌دهد.



شکل ۹- پروفیل سطح آب در سیلاب با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله معادل ۶۲۵ مترمکعب بر ثانیه

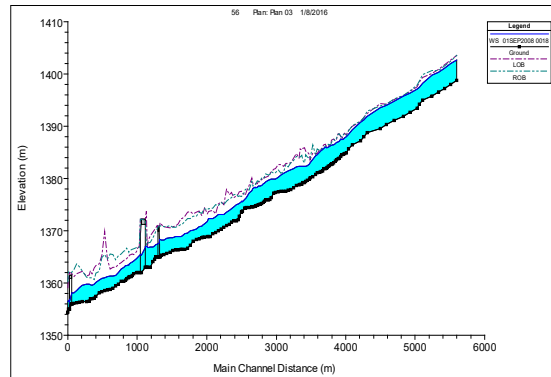
### ۳-۵ سناریوی چهارم: تعیین حداکثر جریان عبوری هر یک از سازه‌های موجود در رودخانه.

در این سناریو پروفیل سطح آب در دبی‌های مختلف شبیه‌سازی شد و ظرفیت عبوری هر یک از سازه‌ها تعیین گردید که نتایج در جدول ۲ حداکثر دبی عبوری هر یک از پل‌ها موجود در مسیر قابل مشاهده است.

جدول ۲- حداکثر دبی عبوری سازه‌های موجود در رودخانه شهرچای

سازه	حداکثر دبی عبوری (مترمکعب بر ثانیه)
پل جانوسلو	۶۵۰
پل قویون	۱۲۰۰
پل عدالت	۷۵۰

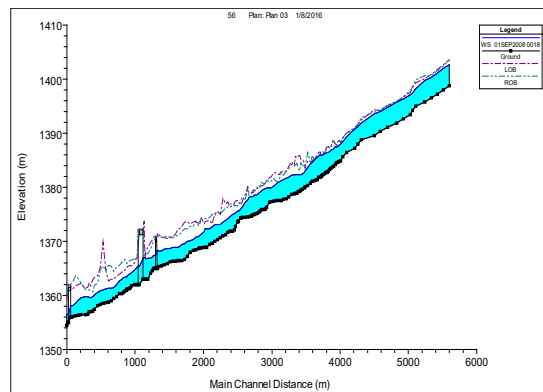
با توجه به جدول بالا پیشنهاد می‌گردد که در جهت افزایش ظرفیت رودخانه، پل‌ها با کم‌ترین ظرفیت حذف گردیده و با جایگزینی پل‌هایی با ظرفیت بالاتر افزایش ظرفیت عبوری رودخانه را ایجاد نمود.



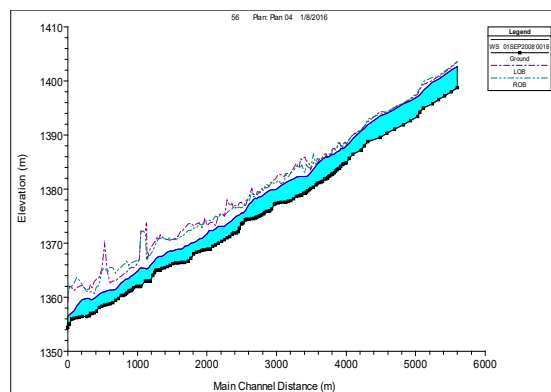
شکل ۵- پروفیل سطح آب در حالت موجود رودخانه شهرچای در دبی ۳۳۰ مترمکعب بر ثانیه

### ۳-۳ سناریوی دوم: شبیه‌سازی و ارزیابی شرایط هیدرولیکی حاکم بر رودخانه در صورت وجود و عدم وجود سازه‌های موجود

در این سناریو شبیه‌سازی پروفیل سطح آب در صورت وجود و عدم وجود سازه‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت و حداکثر ظرفیت رودخانه در هر دو حالت مقایسه شد. نتایج حاصل در شکل ۶، شکل ۷ و شکل ۸ نشان داده شده است.



شکل ۶- پروفیل سطح آب در دبی ۳۳۰ مترمکعب بر ثانیه در صورت وجود سازه‌ها



شکل ۷- پروفیل سطح آب در دبی ۳۳۰ مترمکعب بر ثانیه در صورت عدم وجود سازه‌ها

با توجه به شکل‌های ۶، ۷ و ۸ مشاهده می‌گردد که سازه‌های موجود در مسیر رودخانه در ظرفیت عبوری رودخانه و تراز سطح آب آن، تأثیر فراوانی ندارند

بررسی رفتار رودخانه و سازه های متقاطع آن ها هم چون پل ها و نیاز به درک صحیحی از اثرات متقابل آن ها بر یکدیگر جهت پیش بینی رفتار هیدرولیکی رودخانه و انجام اقدامات مهندسی به جا لازم و ضروری است. به این دلیل شبیه سازی جریان در رودخانه از ابزار اولیه مطالعات مهندسی رودخانه می باشد.

پیش بینی رفتار هیدرولیکی رودخانه در مقابل سیلاب های احتمالی جهت کاهش خسارت وارده به مزارع و شهر با تأسیسات در حال ساخت در اطراف رودخانه از اهمیت ویژه ای برخوردار می باشد. علاوه بر آن هر اقدامی که بر رودخانه اعمال می گردد همانند ساخت سازه های متقاطع که در نتیجه، کاهش عرض رودخانه و افزایش سرعت را در پی دارد.

## مراجع

- [۱] روشن، ح. و وهابزاده، ق. و سلیمانی، ک. و فرهادی، ر. (۱۳۹۲)، "شبیه سازی رفتار هیدرولیکی رودخانه با استفاده از مدل HEC-RAS در محیط GIS (مطالعه موردی: رودخانه بشار، استان کهگیلویه و بویراحمد)"، پژوهشنامه ی مدیریت حوزه ی آبخیز، سال چهارم، شماره ۷، بهار و تابستان ۱۳۹۲، ص ۷۴-۸۰.
- [۲] مطلبیان، م. "ساماندهی تراز بستر با استفاده از مدل HEC-RAS در رودخانه ی سیستان"، پایان نامه کارشناسی ارشد گرایش سازه های هیدرولیکی، دانشگاه زابل، دانشکده آب و خاک، گروه مهندسی آب.
- [۳] سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، انتشارات وزارت نیرو، معاونت امور آب و آبفا، دفتر مهندسی معیارهای فنی آب و آبفا، ۱۳۸۶، "راهنمای مطالعات فرسایش و رسوب در ساماندهی رودخانه ها"، انتشارات سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، نشریه ۳۸۳.
- [۴] شهربانیان، ا.، ۱۳۹۲، "بررسی تأثیر سازه های احداثی بر پهنه های سیلابی رودخانه با استفاده از مدل های تحلیل هیدرولیکی در رودخانه پسیخان-استان گیلان"، کنفرانس ملی تکنیک های نوین محاسباتی و بهینه سازی در مهندسی عمران، اردیبهشت ۱۳۹۲.
- [۵] مهدوی، م. ۱۳۷۸، "هیدرولوژی کاربردی"، جلد دوم، انتشارات دانشگاه تهران.
- [۶] مهندسین مشاور آبخوان، ۱۳۷۹، "مطالعات تکمیلی مرحله اول شبکه آبیاری و زهکشی اراضی آبخور شهرچای"، گزارش نهایی، سازمان آب منطقه ای آذربایجان غربی، جلد اول، آبیاری.
- [7] U.S. Army Corps of Engineering (2010), Hec-ras, Hydraulic Reference Manual.
- [8] Zaker Moshfeg, M., Ghodsian, M., and Montazer. Gh. A., 2004. River Flow Forecasting Using Artificial Neural Networks., Proceeding of the Hydraulics of Dams and River Structures. Yazdandoost and Attari (eds). London.
- [9] Kisi, O., 1999. " River Flow Modeling Using Artificial Network. ", J. of Hydrology, Vol.214, 32-48.
- [10] Dawson C .W. and Wilby. R., 1998. A Comparison of Artificial Neural Network Used for River Flow Forecasting., J. of Hydrology and Earth System Sciences, 3(4), 529-540.
- [11] Cramer, N. L., 1985. A Representation for the Adaptive Generation of Simple Sequential Programs, In: Grefenstette, J. J. (Ed.), Proceedings of the First International Conference on Genetic Algorithms and Their Applications. July 24-26, at the Carnegie-Mellon University, Pittsburgh, Pa.
- [12] Koza, J. R., 1992., Genetic Programming: on the Programming of Computers by Means of Natural Selection, Cambridge, MA : MIT Press