

## شبیه سازی رفتار هیدرولیکی رودخانه های گوهررود و سیاه رود با

### سیستم اطلاعات جغرافیایی و مدل هیدرولیکی HEC-RAS

دریافت مقاله: ۸۹/۹/۲۵ پذیرش مقاله: ۸۹/۱۲/۱

صفحات: ۶۵-۷۹

شهرام درخشان: کارشناس ارشد GIS و سنجش از دور<sup>۱</sup>

Email: der\_sh@yahoo.com

وحید غلامی: استادیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان، گروه مرتع و آبخیزداری

Email: Gholami.vahid@gmail.com

ادریس تقوی سلیمی: کارشناس ارشد آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان

Email: edristaghvaei@yahoo.com

#### چکیده

با از بین بردن خطوط تقسیم آب در شهرها سبب سرگردانی روانابها و عدم کنترل آنها می شوند. زهکشی رواناب های سطحی یکی از مشکلات مدیریت شهر رشت می باشد. بالا آمدن آب رودخانه و مسدود شدن کانالهای زهکشی یکی از عوامل آب گرفتگی خیابانها است. سیستم اطلاعات جغرافیایی به همراه مدل های ابزاری کلیدی هستند که با داشتن مدلسازی و برخی آنالیزها در کنترل سیلابها موثر می باشد. برای مطالعات سیلاب، ژئومتری زمین یکی از عوامل بسیار مهم می باشد. استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی شبیه سازی ژئومتری زمین را با دقت و سرعت بالایی مقصور می سازد. بدین منظور با استفاده از HEC-GeoRAS (GIS) و نقشه های پلان رودخانه، ژئومتری بستر و اراضی حاشیه رودخانه های گوهررود و سیاهرود شبیه سازی شد. با استفاده از تجزیه و تحلیل های آماری، دبی ها با دروه بازگشت های مختلف برآورد گشت. سپس با بکارگیری اطلاعات ژئومتری بستر و اراضی حاشیه رودخانه ها در مدل هیدرولیکی HEC-RAS، رفتار هیدرولیکی رودخانه ها شبیه سازی شد. در نهایت مکانهای که امکان مسدود شدن کانالهای زهکشی وجود داشته و مکانهای مناسب برای احداث کانالهای زهکشی جدید شناسایی گردید. کلیدواژگان: رفتار هیدرولیکی رودخانه، آبهای سطحی، زهکشی، سیستم اطلاعات جغرافیایی، مدل هیدرولیکی

<sup>۱</sup>. تهران-خیابان آیت اله کاشانی- شهرداری منطقه پنج

## مقدمه

سیلاب های شهری در اثر پدیده های مانند بارش شدید، گسترش سطوح غیر قابل نفوذ در سطح شهر، بالا آمدن سطح سفره آب زیر زمینی و یا سیلاب های حوضه آبخیز بالادست شهر رخ می دهند. برای مطالعات سیلاب، ژئومتری زمین یکی از عوامل بسیار مهم می باشد. استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)<sup>۱</sup> شبیه سازی ژئومتری زمین را با دقت و سرعت بالایی مقدور می سازد. رودخانه ها زهکش اصلی روانابهای شهرهای شمالی کشورمان می باشند که امکان مسدود شدن کانالهای تخلیه آبهای سطحی در اثر دبی های زیاد ( سیلابها) رودخانه وجود دارد و این امر موجب ناکارآمدی سیستم جمع آوری آبهای سطحی خواهد شد. یزداندوست و نصیری (۱۳۷۲)، در رودخانه دره شهر اقدام به تعیین مناطق در معرض خطر سیلاب با دوره بازگشتهای متفاوت نمودند. دیوید و اسمیت<sup>۲</sup> (۲۰۰۰)، با استفاده از نرم افزار HEC-RAS به بررسی رفتار هیدرولیکی سیلاب پرداختند. دیوید و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۰۲)، در ایالات متحده آمریکا ضمن بررسی سیلابها در یک دوره ۵ ساله، نقشه های پهنه های سیل را تهیه نمودند. ییستوچی و مازولی<sup>۴</sup> (۲۰۰۲)، با استفاده از مدلهای HEC-RAS و HEC-HMS به بررسی و مطالعه رودخانه ها به منظور مدیریت خطرات هیدرولیکی پرداختند. تیت و همکاران<sup>۵</sup> روشی را برای افزایش دقت آنالیز خروجی نرم افزار HEC-RAS در سیستم اطلاعات جغرافیایی بوسیله مطابقت دادن داده های نقشه برداری زمینی، هندسه رودخانه و کنترل زمینی ارائه دادند. کارسون<sup>۶</sup> (۲۰۰۶)، اقدام به شبیه سازی رفتار هیدرولیکی رودخانه و بررسی خطر سیلاب و فرسایش کناری رودخانه ای در ایالات متحده نمود.

غلامی و همکاران (۱۳۸۵)، با بکارگیری مدل هیدرولیکی HEC-RAS و قابلیت های سیستم اطلاعات جغرافیایی اقدام به شبیه سازی رفتار هیدرولیکی رودخانه هراز نمودند و نتایج مطالعه حاکی از آن بود که استفاده از قابلیت های سیستم اطلاعات جغرافیایی موجب افزایش سرعت عمل و دقت مطالعات می گردد ( غلامی و همکاران، ۱۳۸۵: ص ۷۹).

در زمینه بررسی رفتار هیدرولیکی رودخانه ها حسینی و ابریشمی (۱۳۸۰) و تلوری (۱۳۶۸) مطالعاتی نمودند و بر اساس نتایج آنها دقت شبیه سازی ژئومتری بستر و اراضی حاشیه رودخانه

1. Geographic Information System

2, 3. David

4. Pistocchi

5. Tate

6. Carson

ها در نتایج شبیه سازی رفتار هیدرولیکی رودخانه ها بسیار تاثیر گذار است. همچنین غلامی و همکاران (۱۳۸۴) برای شبیه سازی ژئومتری بستر و اراضی حاشیه رودخانه هراز از قابلیت های سیستم اطلاعات جغرافیایی بهره گرفتند و ذکر نمودند که نتایج مطلوبی حاصل آمد. توجه با به اینکه شهر رشت دارای مشکل آبگرفتگی خیابانها و بحث سیلاب های شهری می باشد. لذا تحقیق حاضر با هدف انجام مطالعات پایه برای طراحی سیستم زهکشی آبهای سطحی شهر رشت و تعیین مکانهای مناسب برای تخلیه آبهای سطحی به رودخانه های گوهررود و سیاهرود انجام گرفته است.

### مواد و روش ها

شهر رشت در شمال ایران واقع شده که مرکز استان گیلان می باشد. برای تعیین مکانهای مناسب برای محل تخلیه رواناب های سطحی شهر رشت به رودخانه های گوهررود و سیاهرود و شناسایی مکانهایی که احتمال مسدود شدن در اثر بالآمدن سطح آب وجود دارد، از قابلیت های سیستم اطلاعات جغرافیایی، تجزیه و تحلیل های آماری، مدل هیدرولیکی HEC-RAS و عملیات میدانی استفاده گردید و دو مدل هیدرولیکی برای شبیه سازی رفتار هیدرولیکی رودخانه های گوهررود و سیاهرود ارائه شد. مراحل تحقیق حاضر به شرح زیر است:

۱- ابتدا آمار دبی های حداکثر لحظه ای ایستگاه های سیاهرود و لاکان از لحاظ همگنی، مرتبط بودن و کفایت مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و سپس با آزمون توالی در سطح اعتماد ۰/۰۵ تأیید گشت(مهدوی، ۱۳۷۸، ص ۶۶).

۲- توزیع آماری مناسب نیز توسط نرم افزار Smada تعیین و دبی های حداکثر با دوره بازگشت های مختلف توسط توزیع آماری مناسب ( لوگ پیرسون نوع III) برآورد گشت( جدول ۱). بدین صورت که توزیع آماری با بیشترین همپوشانی بین مقادیر مشاهده شده و برآورد شده بعنوان توزیع آماری مناسب انتخاب شد.

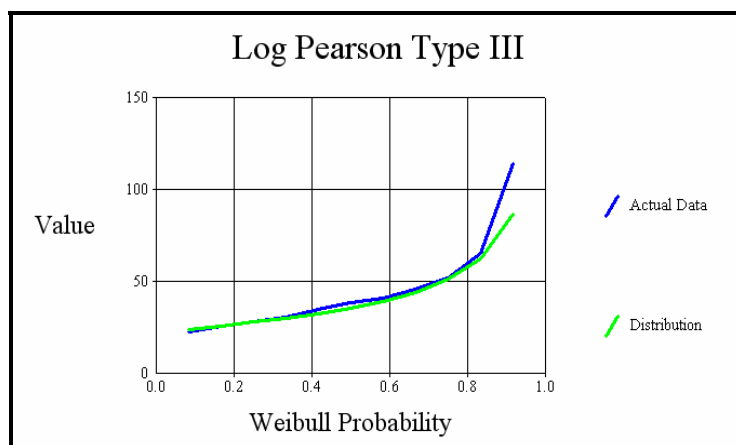
۳- در مرحله بعد با بکار گیری الحاقیه HEC-GeoRAS در محیط نرم افزار ArcView(GIS) از روی نقشه های پلان رودخانه با مقیاس ۱:۱۰۰۰ شرایط بستر نظیر خط اصلی جریان، کناره ها و مقاطع عرضی شبیه سازی گشت. با توجه به شرایط بستر رودخانه و کناره ها، ۱۳۴ مقطع برای رودخانه گوهررود و ۶۳ مقطع برای رودخانه سیاهرود به گونه ای که معرف وضعیت عمومی رودخانه باشند در نظر گرفته شد.

۴- سپس ضریب زبری مانینگ برای این مقاطع با روش کاون بطور جداگانه برای بستر رودخانه و سواحل چپ و راست با عملیات میدانی و پیمایش مسیر رودخانه مورد مطالعه و استفاده از دستگاه GPS تعیین شد. شرایط شبیه سازی شده بستر رودخانه از محیط GIS به محیط نرم افزار HEC-RAS برای ارائه مدل و شبیه سازی رفتار هیدرولیکی رودخانه های گوهررود و سیاهرود وارد شد. رژیم جریان مختلط (Mixed) در نظر گرفته شد و از عمق نرمال استفاده گردید.

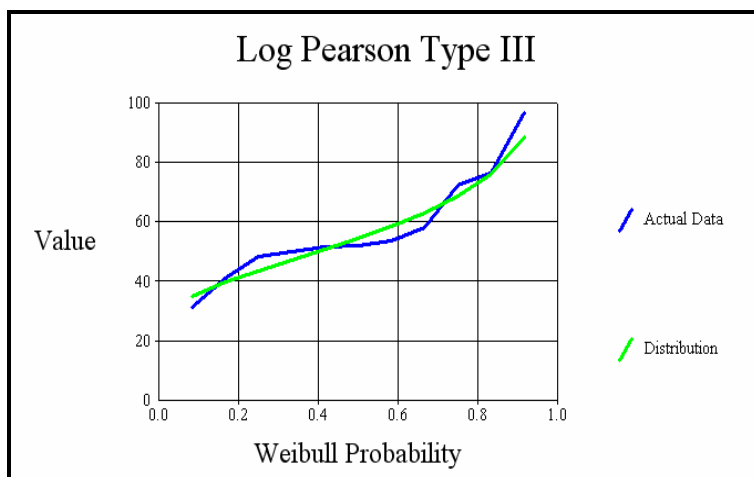
۵- در نهایت رفتار هیدرولیکی رودخانه های سیاهرود و گوهرود در دبی ها با دوره بازگشت های مختلف شبیه سازی شد و ارتفاع آب در رودخانه در دوره بازگشت های مختلف تعیین و مکان های مناسب و نامناسب برای کانال تخلیه آب های سطحی شهر رشت مشخص شدند.

### بحث و نتایج

آمار ایستگاه های هیدرومتری سیاهرود و لاکان برای تعیین دبی های حداکثر لحظه ای رودخانه های سیاهرود و گوهرود با بکارگیری نرم افزار Smada مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و مطابق اشکال شماره ۱ و ۲، توزیع لوگ پیرسون نوع III بهترین توزیع آماری برای برآورد دبی های حداکثر لحظه ای در دوره بازگشت های مختلف می باشد و نتایج حاصل از بکارگیری آن در جدول شماره ۱ ارائه شده است. همچنین با به کارگیری سیستم اطلاعات جغرافیایی (الحاقیه HEC-GeoRAS) و نقشه های پلان رودخانه مدل فیزیکی بستر و اراضی حاشیه رودخانه ها شبیه سازی گشت که نتایج شبیه سازی ها در اشکال شماره ۳، ۴ و ۵ مشاهده می شود. پس از ارائه مدل هیدرولیکی رودخانه های گوهرود و سیاهرود و شبیه سازی رفتار هیدرولیکی رودخانه ها در دبی ها با دوره بازگشت های مختلف، امکان مسدود شدن کانال های زهکشی آب های سطحی در اثر ارتفاع آب رودخانه بررسی شد. نمونه ای از مقاطع عرضی رودخانه های سیاهرود و گوهرود و ارتفاع آب در دوره بازگشت های مختلف در این مقاطع در اشکال شماره ۶ تا ۹ مشاهده می شود. مکان هایی که سطح آب در دوره بازگشت های ۲۵ و ۵۰ ساله از کناره ها طغیان نموده یا تا مجاور آن خواهد رسید برای احداث کانال تخلیه مناسب نمی باشد و مسدود شدن کانال های موجود در این مکان ها در حین وقوع دبی های حداکثر، موجب ممانعت از زهکشی روانابها خواهد شد. در نهایت تمامی مقاطع مورد مطالعه بر اساس رقوم ارتفاع آب برای احداث کانال های زهکشی روانابها به دو دسته مناسب و نامناسب طبقه بندی و در جدول شماره ۲ ارائه شده است.



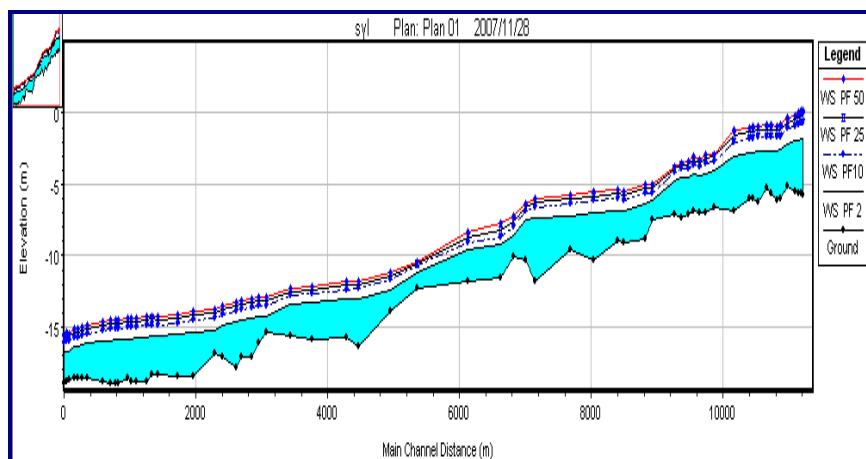
شکل (۱) نمودار مقایسه منحنی های مقادیر مشاهده ای و مقادیر برآورد شده توسط توزیع لوگ پیرسون نوع III ( ایستگاه لاکان - گوهررود)



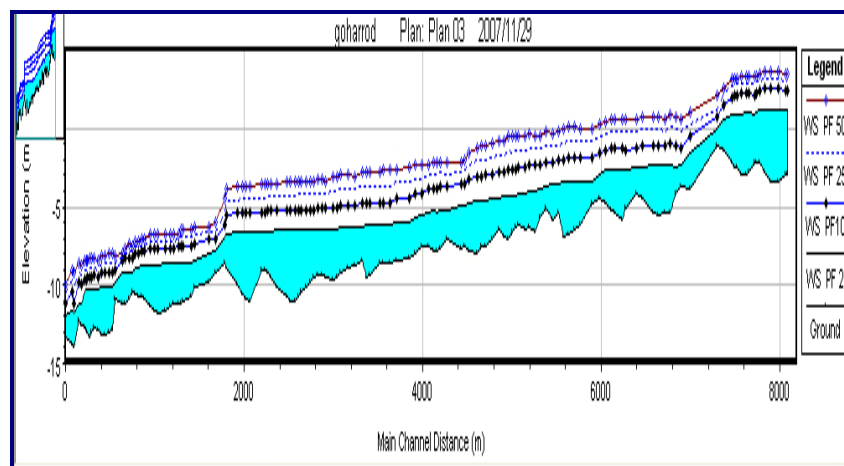
شکل (۲) نمودار مقایسه منحنی مقادیر مشاهده ای و مقادیر برآورد شده توسط توزیع لوگ پیرسون نوع III ( ایستگاه سیاهرود)

جدول (۱) مقادیر دبی حداکثر لحظه ای ایستگاه سیاهرود- بهدان و لاکان (گوهررود)

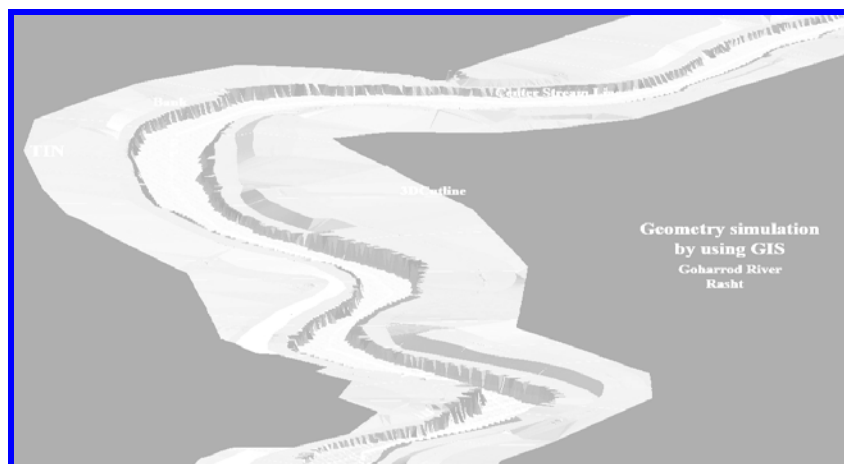
| مترمکعب بر ثانیه<br>(گوهرود) | مترمکعب بر ثانیه<br>(سیاهرود) | دوره بازگشت |
|------------------------------|-------------------------------|-------------|
| ۳۵/۴                         | ۵۴/۴                          | ۲           |
| ۵۶/۷                         | ۷۲/۸                          | ۵           |
| ۷۹/۱                         | ۸۵/۳                          | ۱۰          |
| ۱۲۱/۸                        | ۱۰۱/۵                         | ۲۵          |
| ۱۶۸/۴                        | ۱۱۳/۹                         | ۵۰          |
| ۲۳۲/۶                        | ۱۲۶/۵                         | ۱۰۰         |
| ۳۲۱/۵                        | ۱۳۹/۵                         | ۲۰۰         |



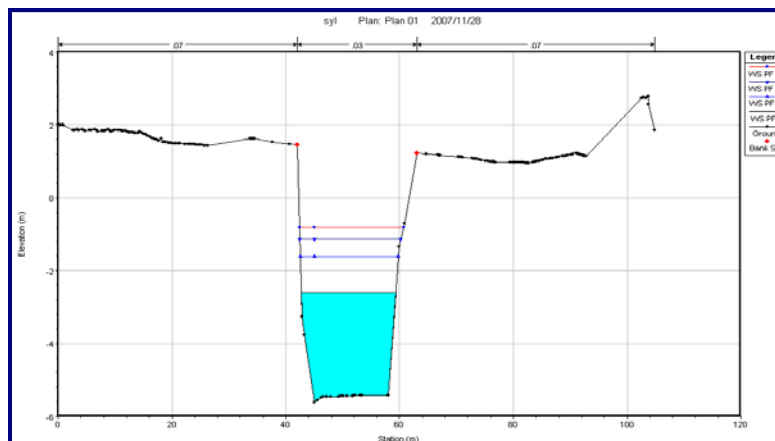
شکل (۳) پروفیل طولی رودخانه سیاهرود و ارتفاع آب در دوره بازگشت‌های مختلف



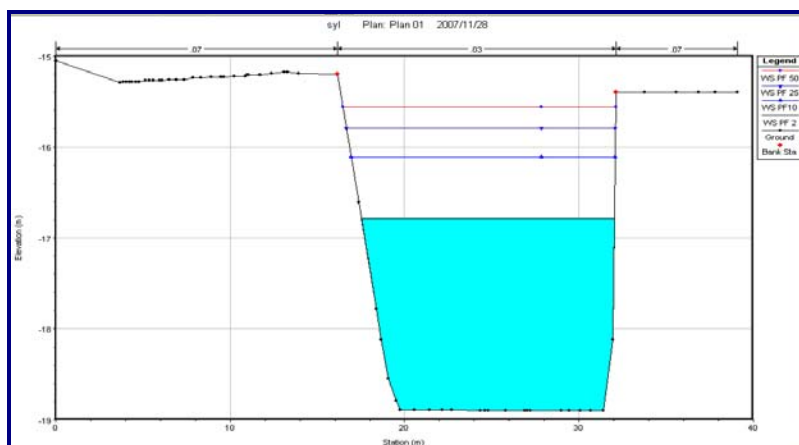
شکل (۴) پروفیل طولی رودخانه گوهررود و ارتفاع آب در دوره بازگشت های مختلف



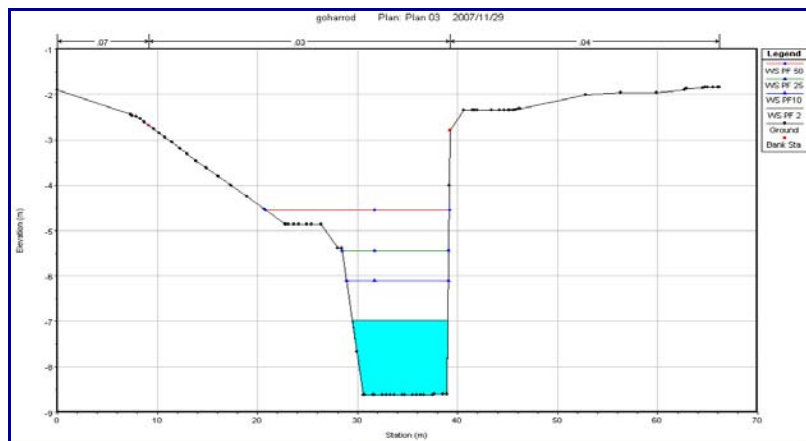
شکل (۵) مدل سه بعدی، خط مرکزی جریان، کناره ها و مقاطع عرضی دارای رقوم ارتفاعی بخشی از مسیر مطالعاتی رودخانه گوهررود



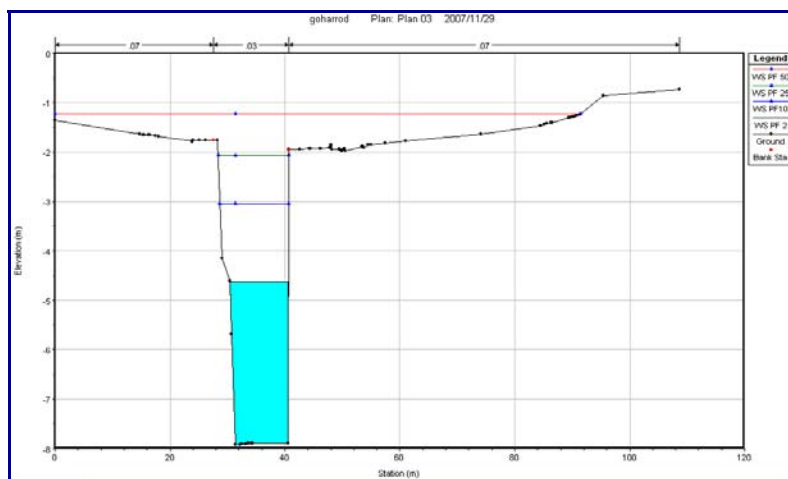
شکل (۶) پروفیل عرضی مقطع شماره ۸ رودخانه سیاهرود و ارتفاع آب در سیلاب ها با دوره بازگشت های ۲، ۱۰، ۲۵ و ۵۰ ساله (مختصات مقطع در جدول شماره ۲ ارائه شده است)



شکل (۷) پروفیل عرضی مقطع شماره ۶۳ رودخانه سیاهرود و ارتفاع آب در سیلابها با دوره بازگشت های ۲، ۱۰، ۲۵ و ۵۰ ساله (مختصات مقطع در جدول شماره ۲ ارائه شده است)



شکل (۸) پروفیل عرضی مقطع شماره ۹۸ رودخانه گوهررود و ارتفاع آب در دوره بازگشتیهای ۲،۱۰، ۲۵ و ۵۰ ساله ( مختصات مقطع در جدول شماره ۲ ارائه شده است)



شکل (۹) پروفیل عرضی مقطع شماره ۵۳ رودخانه گوهررود و ارتفاع آب در دوره بازگشتیهای ۲،۱۰، ۲۵ و ۵۰ ساله ( مختصات مقطع در جدول شماره ۲ ارائه شده است)

جدول (۲) طبقه بندی مسیر رودخانه ها از لحاظ خطر مسدود شدن کانال تخلیه آب سطحی توسط بالا آمدن آب رودخانه (تعیین مناسب بودن یا عدم تناسب برای احداث کانال تخلیه آب سطحی)

| مقطع<br>گوهررود | X      | Y       | تناسب برای<br>زهکش | مقطع سیاهرود | X      | Y       | تناسب برای<br>زهکش |
|-----------------|--------|---------|--------------------|--------------|--------|---------|--------------------|
| 1               | 374590 | 4123606 | نا مناسب           | 1            | 377618 | 4123628 | مناسب              |
| 2               | 374568 | 4123633 | نا مناسب           | 2            | 377602 | 4123656 | مناسب              |
| 3               | 374575 | 4123681 | نا مناسب           | 3            | 377586 | 4123684 | مناسب              |
| 4               | 374598 | 4123712 | نا مناسب           | 4            | 377578 | 4123734 | مناسب              |
| 5               | 374616 | 4123700 | نا مناسب           | 5            | 377541 | 4123848 | مناسب              |
| 6               | 374665 | 4123711 | نا مناسب           | 6            | 377438 | 4123883 | مناسب              |
| 7               | 374677 | 4123738 | نا مناسب           | 7            | 377463 | 4123951 | مناسب              |
| 8               | 374672 | 4123756 | نا مناسب           | 8            | 377454 | 4124022 | مناسب              |
| 9               | 374634 | 4123792 | نا مناسب           | 9            | 377402 | 4124036 | مناسب              |
| 10              | 374595 | 4123821 | نا مناسب           | 10           | 377332 | 4124067 | مناسب              |
| 11              | 374630 | 4123874 | نا مناسب           | 11           | 377316 | 4124157 | مناسب              |
| 12              | 374666 | 4123896 | نا مناسب           | 12           | 377292 | 4124203 | مناسب              |
| 13              | 374685 | 4123914 | نا مناسب           | 13           | 377110 | 4124330 | مناسب              |
| 14              | 374707 | 4123915 | نا مناسب           | 14           | 376846 | 4124489 | مناسب              |
| 15              | 374756 | 4123954 | نا مناسب           | 15           | 376792 | 4124604 | مناسب              |
| 16              | 374795 | 4124007 | نا مناسب           | 16           | 376711 | 4124659 | مناسب              |
| 17              | 375022 | 4124190 | مناسب              | 17           | 376645 | 4124719 | مناسب              |
| 18              | 375086 | 4124249 | مناسب              | 18           | 376572 | 4124732 | مناسب              |
| 19              | 375086 | 4124300 | مناسب              | 19           | 376498 | 4124834 | مناسب              |
| 20              | 375098 | 4124361 | مناسب              | 20           | 376442 | 4124874 | مناسب              |
| 21              | 375089 | 4124414 | مناسب              | 21           | 376254 | 4125124 | مناسب              |
| 22              | 375074 | 412448  | مناسب              | 22           | 376231 | 4125205 | مناسب              |
| 23              | 375102 | 4124532 | مناسب              | 23           | 376154 | 4125522 | مناسب              |
| 24              | 375134 | 4124648 | نا مناسب           | 24           | 376173 | 4125619 | مناسب              |
| 25              | 375160 | 4124703 | نا مناسب           | 25           | 376429 | 4125864 | نا مناسب           |
| 26              | 375197 | 4124814 | نا مناسب           | 26           | 376567 | 4126216 | مناسب              |
| 27              | 375212 | 4124851 | نا مناسب           | 27           | 376367 | 4126738 | نا مناسب           |
| 28              | 375227 | 4124937 | نا مناسب           | 28           | 376214 | 4126800 | نا مناسب           |
| 29              | 375224 | 4124973 | نا مناسب           | 29           | 376029 | 4126795 | مناسب              |
| 30              | 375264 | 4125032 | نا مناسب           | 30           | 375857 | 4126739 | نا مناسب           |
| 31              | 375233 | 4125090 | مناسب              | 31           | 375596 | 4127133 | مناسب              |
| 32              | 375222 | 4125144 | نا مناسب           | 32           | 375441 | 4127736 | مناسب              |
| 33              | 375092 | 4125182 | نا مناسب           | 33           | 375131 | 4128044 | نا مناسب           |
| 34              | 375050 | 4125239 | نا مناسب           | 34           | 374743 | 4127903 | مناسب              |

ادامه جدول شماره ۲

|            |         |        |                |          |         |        |    |
|------------|---------|--------|----------------|----------|---------|--------|----|
| مناسب      | 4128068 | 374780 | 35             | نا مناسب | 4125299 | 375020 | 35 |
| مناسب      | 4128502 | 374829 | 36             | نا مناسب | 4125311 | 374989 | 36 |
| مناسب      | 4128803 | 374661 | 37             | مناسب    | 4125355 | 374946 | 37 |
| مناسب      | 4129143 | 374536 | 38             | نا مناسب | 4125406 | 374903 | 38 |
| مناسب      | 4129236 | 374496 | 39             | نا مناسب | 4125455 | 374851 | 39 |
| مناسب      | 4129318 | 374428 | 40             | مناسب    | 4125420 | 374799 | 40 |
| مناسب      | 4129320 | 374251 | 41             | نا مناسب | 4125416 | 374739 | 41 |
| مناسب      | 4129407 | 374312 | 42             | نا مناسب | 4125379 | 374692 | 42 |
| مناسب      | 4129535 | 374162 | 43             | نا مناسب | 4125373 | 374665 | 43 |
| مناسب      | 4129650 | 374120 | 44             | نا مناسب | 4125331 | 374614 | 44 |
| مناسب      | 4129796 | 373986 | 45             | نا مناسب | 4125318 | 374595 | 45 |
| مناسب      | 4129860 | 373789 | 46             | نا مناسب | 4125310 | 374570 | 46 |
| مناسب      | 4130102 | 373615 | 47             | نا مناسب | 4125297 | 374532 | 47 |
| نا مناسب   | 4130169 | 373549 | 48             | مناسب    | 4125304 | 374514 | 48 |
| نا مناسب   | 4130254 | 373548 | 49             | نا مناسب | 4125280 | 374462 | 49 |
| نا مناسب   | 4130414 | 373548 | 50             | مناسب    | 4125261 | 374397 | 50 |
| نا مناسب   | 4130454 | 373416 | 51             | نا مناسب | 4125241 | 374329 | 51 |
| نا مناسب   | 4130524 | 373509 | 52             | نا مناسب | 4125246 | 374280 | 52 |
| نا مناسب   | 4130661 | 373530 | 53             | نا مناسب | 4125252 | 374226 | 53 |
| نا مناسب   | 4130695 | 373472 | 54             | مناسب    | 4125325 | 374161 | 54 |
| نا مناسب   | 4130737 | 373424 | 55             | مناسب    | 4125375 | 374169 | 55 |
| نا مناسب   | 4130844 | 373445 | 56             | مناسب    | 4125410 | 374148 | 56 |
| نا مناسب   | 4131066 | 373359 | 57             | مناسب    | 4125565 | 374154 | 57 |
| مناسب      | 4131138 | 373319 | 58             | نا مناسب | 4125614 | 374122 | 58 |
| مناسب      | 4131172 | 373279 | 59             | نا مناسب | 4125608 | 374070 | 59 |
| نا مناسب   | 4131193 | 373227 | 60             | نا مناسب | 4125637 | 374048 | 60 |
| نا مناسب   | 4131227 | 373165 | 61             | نا مناسب | 4125663 | 374005 | 61 |
| نا مناسب   | 4131257 | 373138 | 62             | نا مناسب | 4125640 | 373941 | 62 |
| نا مناسب   | 4131270 | 373102 | 63             | نا مناسب | 4125611 | 373889 | 63 |
| تناسب زهکش | Y       | X      | مقطع (گوهررود) | نا مناسب | 4125650 | 373816 | 64 |
| مناسب      | 4126512 | 372640 | 100            | نا مناسب | 4125693 | 373685 | 65 |
| نا مناسب   | 4126655 | 372657 | 101            | نا مناسب | 4125727 | 373623 | 66 |
| نا مناسب   | 4126689 | 372656 | 102            | نا مناسب | 4125730 | 373560 | 67 |
| نا مناسب   | 4126742 | 372593 | 103            | نا مناسب | 4125727 | 373540 | 68 |
| نا مناسب   | 4126763 | 372580 | 104            | نا مناسب | 4125658 | 373464 | 69 |
| نا مناسب   | 4126783 | 372562 | 105            | نا مناسب | 4125666 | 373426 | 70 |
| نا مناسب   | 4126825 | 372538 | 106            | مناسب    | 4125664 | 373375 | 71 |

ادامه جدول شماره ۲

|          |         |        |     |          |         |        |    |
|----------|---------|--------|-----|----------|---------|--------|----|
| نا مناسب | 4126844 | 372515 | 107 | مناسب    | 4125677 | 373289 | 72 |
| نا مناسب | 4126871 | 372451 | 108 | مناسب    | 4125690 | 373223 | 73 |
| نا مناسب | 4126952 | 372406 | 109 | مناسب    | 4125696 | 373143 | 74 |
| نا مناسب | 4126981 | 372446 | 110 | مناسب    | 4125696 | 373104 | 75 |
| نا مناسب | 4126998 | 372473 | 111 | مناسب    | 4125692 | 373075 | 76 |
| نا مناسب | 4127059 | 372499 | 112 | مناسب    | 4125745 | 373010 | 77 |
| نا مناسب | 4127093 | 372475 | 113 | مناسب    | 4125772 | 372984 | 78 |
| نا مناسب | 4127131 | 372472 | 114 | مناسب    | 4125783 | 372942 | 79 |
| نا مناسب | 4127160 | 372486 | 115 | مناسب    | 4125776 | 372908 | 80 |
| نا مناسب | 4127194 | 372475 | 116 | مناسب    | 4125752 | 372881 | 81 |
| نا مناسب | 4127214 | 372445 | 117 | مناسب    | 4125726 | 372840 | 82 |
| نا مناسب | 4127256 | 372424 | 118 | نا مناسب | 4125725 | 372789 | 83 |
| نا مناسب | 4127286 | 372421 | 119 | نا مناسب | 4125738 | 372762 | 84 |
| نا مناسب | 4127362 | 372381 | 120 | نا مناسب | 4125769 | 372738 | 85 |
| نا مناسب | 4127387 | 372374 | 121 | نا مناسب | 4125798 | 372721 | 86 |
| نا مناسب | 4127414 | 372353 | 122 | مناسب    | 4125812 | 372713 | 87 |
| نا مناسب | 4127464 | 372330 | 123 | مناسب    | 4125867 | 372771 | 88 |
| نا مناسب | 4127498 | 372334 | 124 | مناسب    | 4125913 | 372823 | 89 |
| نا مناسب | 4127533 | 372340 | 125 | مناسب    | 4125953 | 372832 | 90 |
| نا مناسب | 4127567 | 372333 | 126 | مناسب    | 4125974 | 372817 | 91 |
| نا مناسب | 4127571 | 372308 | 127 | مناسب    | 4125980 | 372795 | 92 |
| نا مناسب | 4127591 | 372282 | 128 | مناسب    | 4126077 | 372695 | 93 |
| نا مناسب | 4127612 | 372311 | 129 | مناسب    | 4126112 | 372667 | 94 |
| نا مناسب | 4127623 | 372332 | 130 | مناسب    | 4126140 | 372663 | 95 |
| نا مناسب | 4127639 | 372329 | 131 | مناسب    | 4126191 | 372689 | 96 |
| نا مناسب | 4127674 | 372350 | 132 | مناسب    | 4126321 | 372677 | 97 |
| مناسب    | 4127701 | 372331 | 133 | مناسب    | 4126342 | 372678 | 98 |
| مناسب    | 4127742 | 372293 | 134 | مناسب    | 4126436 | 372641 | 99 |

## نتیجه گیری

شبیه سازی رفتار هیدرولیکی رودخانه های سیاهرود و گوهررود با بکارگیری سیستم اطلاعات جغرافیایی و مدل هیدرولیکی HEC-RAS انجام پذیرفت. مطابق تحقیقات گذشته استفاده از قابلیت های سیستم اطلاعات جغرافیایی نتایج مطلوبی در شبیه سازی شرایط

رودخانه و اراضی مجاور آن خواهد داشت (بیورس ۱۹۹۴، ۱: ص ۹۶ و شمسی ۱۹۹۶، ۲: ص ۱۲۵). همچنین استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی موجب افزایش کارایی و کاهش هزینه های تحقیق خواهد شد (بار ۲۰۰۲، ۳: ص ۱۰ و هیل ۲۰۰۱، ۴: ص ۴۹۱). در تحقیق حاضر نیز ژئومتری بستر رودخانه ها و اراضی مجاور با بکارگیری قابلیت های سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و همچنین رفتار هیدرولیکی رودخانه با بکارگیری مدل HEC-RAS، با دقت بالا و زمان اندک شبیه سازی شد. در مورد رودخانه سیاهرود سیلاب با دوره بازگشت ۵۰ ساله خطری برای اراضی حاشیه رودخانه ایجاد نخواهد نمود اما در پاره ای از مکانها جریان آب می تواند تا کناره ها رسیده و حتی از بستر طغیان نماید. بنابراین مدیریت مکانهایی با دبی عبوری محدود مانند زیر پلها ضروری می باشد و با ساماندهی رودخانه و جلوگیری از انباشت رسوبات و تنه درختان در زیر پلها می توان از طغیان رودخانه سیاهرود جلوگیری نمود. اما هدف از این مطالعه بررسی امکان مسدود شدن کانالهای جمع آوری آبهای سطحی شهر رشت در دوره بازگشتهای مختلف می باشد که با مقایسه ارتفاع کانال از کف رودخانه یا جاده بالادست با ارتفاع آب در مقطع مورد نظر مشخص خواهد شد. امکان مسدود شدن کانالهای تخلیه آبهای سطحی شهر رشت توسط جریان آب رودخانه در حین وقوع سیلابها با دوره بازگشتهای ۲۵ و ۵۰ در طول مسیر رودخانه گوهررود بیش از رودخانه سیاهرود می باشد. مطابق نتایج ارائه شده در جدول شماره ۲ در مسیر رودخانه گوهررود مقاطع یا مکانهای نامناسب بیشتر می باشد. ذکر این نکته ضرورت دارد که رقوم سطح آب از کناره در سواحل چپ و راست متفاوت بوده و این مسئله با در نظر گرفتن ارتفاع آب از هر دو کناره یا ساحل رودخانه مورد ارزیابی قرار گرفته است. بنابراین مطابق نتایج حاصل از تحقیق، مکانهای مناسب برای تخلیه و زهکشی روانابهای سطحی شهر رشت مشخص شده و جای آن دارد که تدابیر لازمه برای جلوگیری از انسداد برخی از کانالهای تخلیه که در مکان نامناسب یا در ارتفاع نامناسبی نسبت به بستر رودخانه قرار دارند اتخاذ گردد.

---

<sup>1</sup>. Beavers

<sup>2</sup>. Shamsi

<sup>3</sup>. Bare

<sup>4</sup>. Hill

## منابع و مآخذ

- ۱- تلوری، ع (۱۳۶۸) بررسی پدیده پیچان رود و فرسایش رودخانه در قسمتی از رودخانه کارون، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، ص ۱۲۳.
- ۲- حسینی، م. و ابریشمی، ج (۱۳۸۰) هیدرولیک کانالهای باز. انتشارات آستان قدس رضوی، ۶۱۳ص.
- ۳- غفاری، گ (۱۳۸۳) پهنه بندی خطر سیل با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی رودخانه بابلرود)، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه مازندران، دانشکده منابع طبیعی، ۱۱۰ ص.
- ۴- مهدوی، م (۱۳۷۸) هیدرولوژی کاربردی. جلد دوم، انتشارات دانشگاه تهران. ۴۰۱ص.
- ۵- غلامی، و. هادیان، م. مشکي، ع و س، امینی (۱۳۸۴) بررسی تاثیر استقرار پوشش گیاهی در کناره های بستر در فرسایش کناری رودخانه ای، مجموعه مقالات سومین همایش ملی فرسایش و رسوب، ص ۸۹-۹۲.
- ۶- غلامی، و. سلیمانی، ک. ضیاء تبار احمدی، م و ر. موسوی (۱۳۸۵) پیش بینی تأثیر اصلاح و برداشت موانع بستر رودخانه در کاهش خطر سیلاب و فرسایش کناری رودخانه ای (مطالعه موردی: رودخانه هراز)، مجله علمی- پژوهشی علوم کشاورزی دانشگاه ارومیه، جلد ششم، ص ۷۶-۸۶.
- ۷- یزداندوست، ف. و ف، نصیری (۱۳۷۲) کنترل و تقلیل خسارات سیلاب و آبخیزداری شهرستان دره شهر. گزارش سمینار مشترک ایران و فرانسه تحت عنوان مدیریت منابع آب و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی تهران، ۵۲ص.

Barr, T., (2002) *Application of Tools for Hydraulic Power Point Presentation.105-Upper Gotvand Hydroelectric Power Project Feasibility Study*.1996.Reservior Operation Flood.14p.

Beavers, M., (1994) *Floodplain determination using HEC-2 and Geographical Information System*.Masters thesis.Department of Civil Engineering.University of Texas at Austin .Austin.110p.

Carson, E., (2006) *Hydrologic modeling of flood conveyance and impacts of historic overbank sedimentation on West Fork Black s*

**Fork.** Vinta mountains, northeastern Utah, USA, Geomorphology, 368-383PP.

David, L. K., M. C. Mastin., and T. D. Olsen, (2002) ***Fifty-year flood-inundation maps for catacamas.*** Honduras, U.S. Department of the Interior U.S. Geological Survey, 9P.

David, A., and A. Smith, (2000) ***HEC-RAS 2.2 for backwater and Scour analysis-phase one, University of Kansas.*** Department of Civil and Environmental Engineering, University of Kansas Lawrence, Kansas, 88P.

Hill, M., (2001) ***Flood Plain Delineation Using the HEC-GeoRAS Extention for Arcview.*** Brigham Young University, 514p.

Pistocchi, A., and P.Mazzoli, (2002) ***Use of HEC-RAS and HEC-HMS models with ArcView for hydrologic risk management,*** Autorità dei Bacini Regionali Romagnoli. P.zza G.B. Morgagni, 2 – 47100 Forl, Italy.7P.

Shamsi, U.M., (1996) ***Storm water management implementation through modeling and GIS.*** Journal of water Resources planning and management.Vol, 122.NO, 2,pp. 114-127.

Tate, E.C., F.Olivera, and D. Maidment, (1999) ***Floodplain Mapping Using HEC-RAS and ARCView GIS.*** Center for Research in Water Resources (CRWR).Report, NO.1-99pp.