

## 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 الحاقیه 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. بیستوچی و مازولی<sup>۴</sup> (۲۰۰۲)، با استفاده از مدل های 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 بالا آمدن 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.

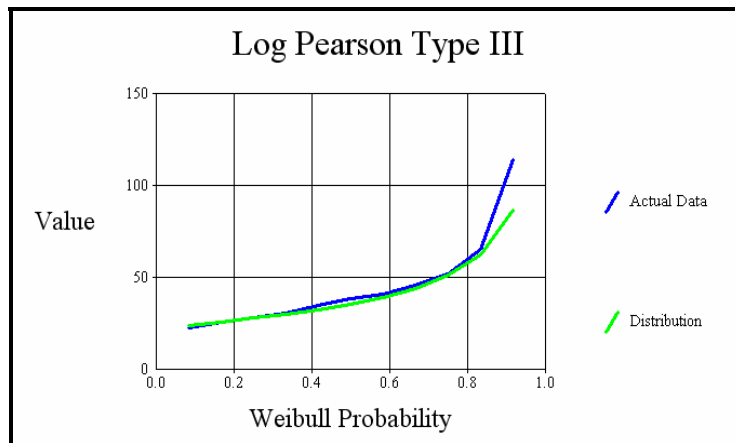
۳- در مرحله بعد با بکار گیری الحاقیه HEC-GeoRAS در محیط نرم افزار ArcView(GIS) از روی نقشه های پلان رودخانه با مقیاس ۱:۱۰۰۰ شرایط بستر نظیر خط اصلی جریان، کناره ها و مقاطع عرضی شبیه سازی گشت. با توجه به شرایط بستر رودخانه و کناره ها، ۱۳۴ مقطع برای رودخانه گوهررود و ۶۳ مقطع برای رودخانه سیاهرود به گونه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

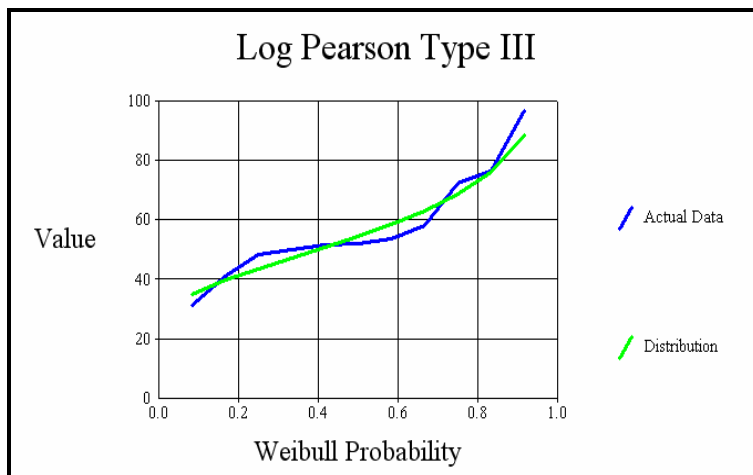
۵- در نهایت رفتار هیدرولیکی رودخانه های سیاهرود و گوهرود در دبی ها با دوره بازگشت های مختلف شبیه سازی شد و ارتفاع آب در رودخانه در دوره بازگشت های مختلف تعیین و مکان های مناسب و نامناسب برای کانال تخلیه آب های سطحی شهر رشت مشخص شدند.

### 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، ۵ و 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.



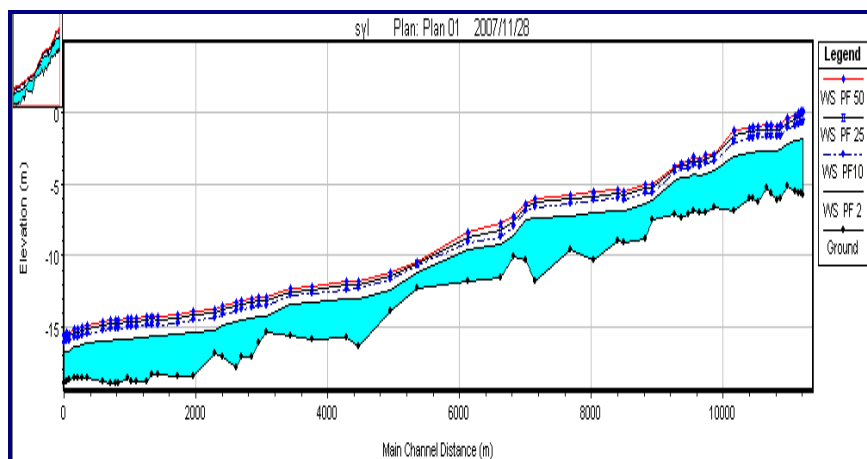
شکل (۱) نمودار مقایسه منحنی های مقادیر مشاهده ای و مقادیر برآورد شده توسط توزیع لوگ پیرسون نوع III ( ایستگاه لاکان - گوهررود)



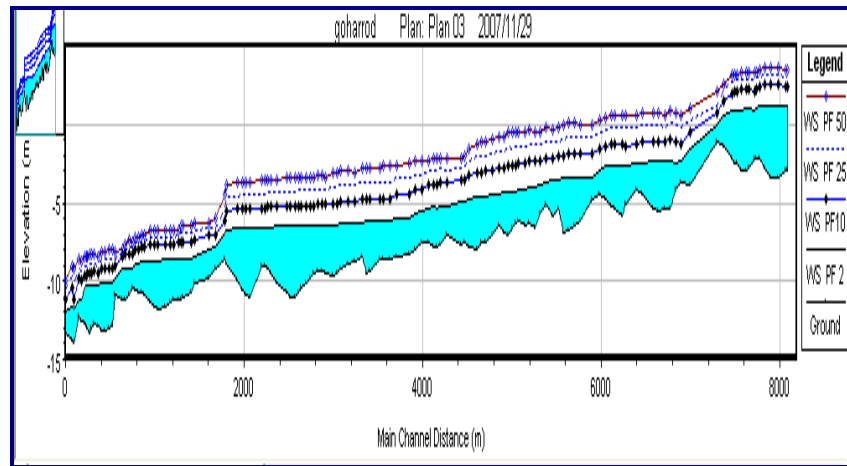
شکل (۲) نمودار مقایسه منحنی مقادیر مشاهده ای و مقادیر برآورد شده توسط توزیع لوگ پیرسون نوع III ( ایستگاه سیاهرود)

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

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



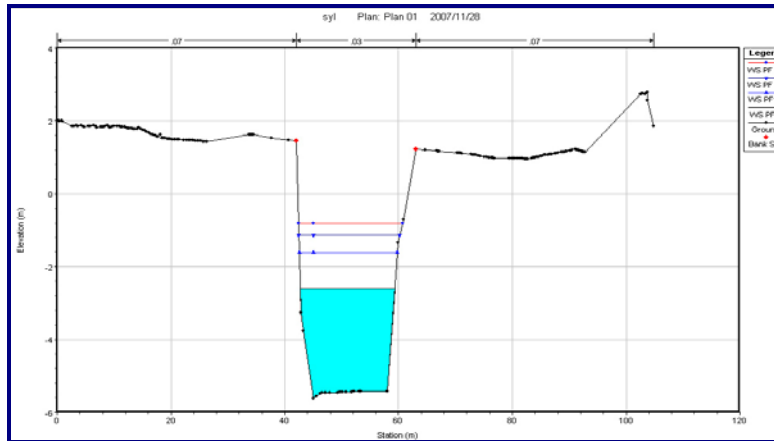
شکل (۳) پروفیل طولی رودخانه سیاهرود و ارتفاع آب در دوره بازگشت‌های مختلف



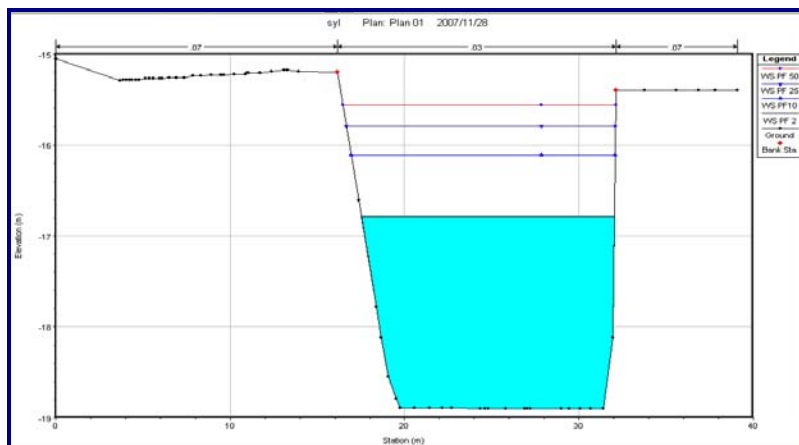
شکل (۴) پروفیل طولی رودخانه گوهررود و ارتفاع آب در دوره بازگشت های مختلف



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

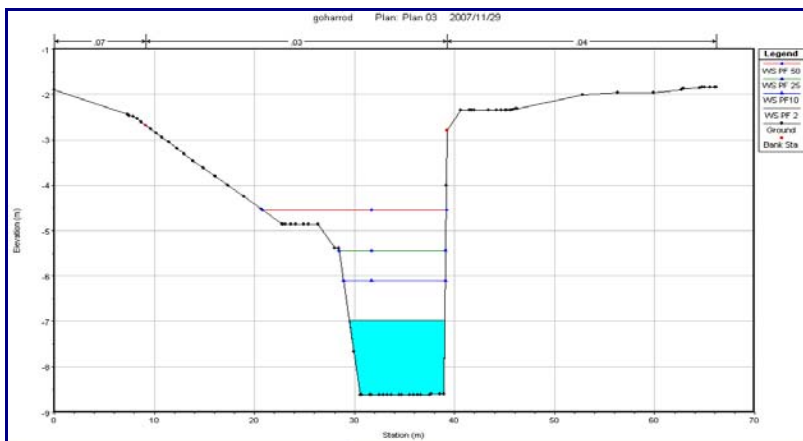


شکل (۶) پروفیل عرضی مقطع شماره ۸ رودخانه سیاهرود و ارتفاع آب در سیلاب‌ها با دوره بازگشت های ۲، ۱۰، ۲۵ و ۵۰ ساله (مختصات مقطع در جدول شماره ۲ ارائه شده است)

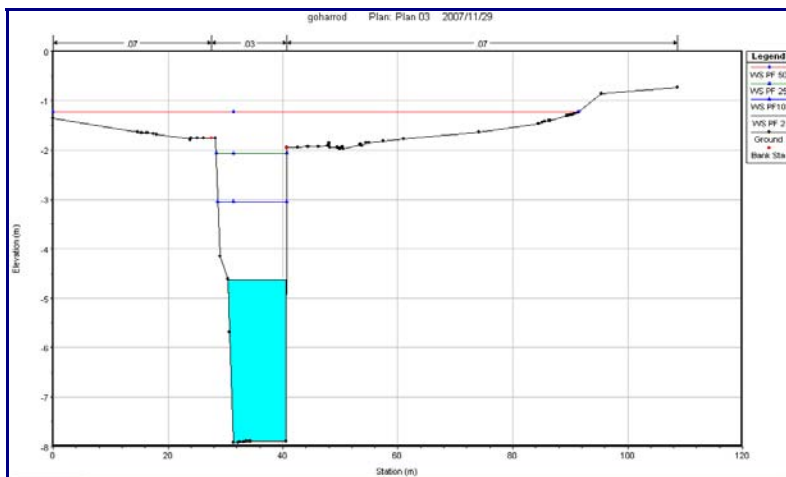


شکل (۷) پروفیل عرضی مقطع شماره ۶۳ رودخانه سیاهرود و ارتفاع آب در سیلابها با دوره بازگشت‌های ۲، ۱۰، ۲۵ و ۵۰ ساله (مختصات مقطع در جدول شماره ۲ ارائه شده است)





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 گوهررود	X	Y	تناسب برای زهکش	مقطع سیاهرود	X	Y	تناسب برای 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، ص ۹۶ و شمسی ۱۹۹۶، ص ۱۲۵). همچنین استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی موجب افزایش کارایی و کاهش هزینه های تحقیق خواهد شد (بار ۲۰۰۲، ص ۱۰ و هیل ۲۰۰۱، ص ۴۹). 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 ماخذ

- 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، ۱۱۰ص.
- ۴- مهدوی، م (۱۳۷۸) هیدرولوژی کاربردی. جلد دوم، انتشارات دانشگاه تهران. ۴۰۱ص.
- ۵- غلامی، و. هادیان، م. مشکلی، 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 ۸۶-۷۶.
- 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.Reservoir 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.