

تعیین ضریب زبری مانینگ رودخانه ها به وسیله مدل شبیه سازی کیفی WASP7

(مطالعه موردی رودخانه کارون)

احسان خسروی نیا¹، سید حسن گلماهی²، میر خالق ضیا تبار احمدی³

1- کارشناس ارشد سازه های آبی

2- دانشیار گروه مهندسی آب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

3- استاد گروه مهندسی آب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

Ehsan_khosravinia@yahoo.com

چکیده

امروزه مدل های بهینه سازی کیفیت آب های سطحی کاربرد گسترده ای در شبیه سازی و برنامه ریزی مدیریتی سیستم های رودخانه ای دریاچه ها، خورها و مخازن دارند. مدل ریاضی WASP7 امکان شبیه سازی کیفی دو بعدی و سه بعدی منابع آب را دارد و به راحتی می تواند برای شبیه سازی هیدرولیکی و کیفی مخازن و خورها مورد استفاده قرار گیرد. ضریب زبری مانینگ یکی از پارامترهای مهم در شبیه سازی می باشد. در این تحقیق رودخانه کارون از ایستگاه ملاثانی تا فارسیات به چهار قسمت تقسیم شده و پس از شبیه سازی کیفی این مقطع، مدل به دفعات زیاد برای مقادیر مختلف ضریب زبری ثابت در کل محدوده و همچنین تغییر پارامتر n در هر کدام از قسمتهای محدوده طرح اجرا گردید. به وسیله سعی و خطا مقدار ضریب زبری مانینگ برای قسمت های 1، 2، 3 و 4 محدوده طرح به ترتیب برابر با 0/035، 0/05، 0/052، 0/031 بدست آمده و با ضرایب به دست آمده از روابط تجربی استریکلر و میر-پیتر و مولر مقایسه گردید. دلیل اختلاف ضرایب به دست آمده این است که مقدار n مانینگ که با استفاده از روابط تجربی محاسبه می شود، تنها به کمک اندازه ذرات بستر رودخانه بدست می آید، در حالیکه مقدار مقاومت جریان به عوامل دیگری مانند جزایر رسوبی، مماندرهای مسیر جریان و پوشش های گیاهی نیز بستگی دارد.

واژه های کلیدی: ضریب زبری مانینگ، واسنجی، مدل ریاضی WASP7

مقدمه:

امروزه مدل های بهینه سازی کیفیت آب های سطحی کاربرد گسترده ای در شبیه سازی و برنامه ریزی مدیریتی سیستم های رودخانه ای دریاچه ها، خورها و مخازن دارند. این مدل ها با استفاده از ابزارهای ریاضی چون تقاضا محدود معادلات حاکم بر فرآیندهای شیمیایی و بیولوژیکی را حل می نمایند. مدل های ریاضی کیفیت آب براساس، پیچیدگی مدل، نوع آب دریافتی، پارامترهای کیفی مورد مطالعه و توانایی های پیش بینی مورد نظر مدل، تقسیم بندی می شوند. پیچیدگی مدلها شامل چهار فاکتور تعداد و نوع شاخصهای کیفیت آب، میزان تغییرات مکانی، میزان تغییرات زمانی، پیچیدگی پیکر آب تحت آنالیز می باشد. از جمله پارامترهایی که در مدل های ریاضی بایستی واسنجی شود، ضریب زبری بستر و یا مقاومت بستر میباشد. بدین منظور معمولاً ضرایب زبری در مقاطع عرضی مختلف تا حدی تغییر داده میشود که پارامترهای جریان از قبیل عمق یا دبی ویا فاکتورهای کیفی جریان تا حد قابل قبولی با مقادیر اندازه گیری شده همخوانی داشته باشد. ادوارد (2006) بر روی رودخانه روج به مساحت 467 مایل مربع در میشیگان جنوبی که شامل شهر دیترویت بود، انجام داد. با توجه به اینکه قسمت عمده ای از هرزاب های شهری و مازاد شبکه فاضلاب جهت بهبود آلودگی به این رودخانه هدایت می شوند، مطالعه کیفی این رودخانه از اهمیت بالائی برخوردار است. در شبیه سازی آنالیز کیفیت آب رودخانه از مدل WASP استفاده گردید که مدل پیش بینی خوبی برای کاهش میزان اکسیژن محلول در شدت جریان های مختلف فاضلاب شبکه، نشان داد (5). موسوی و کرمی نژاد با استفاده از مدل MIKE11 اکسیژن محلول را در رودخانه کارون در بازه بند قیر تا فارسیات شبیه سازی کردند. در این تحقیق مراحل مختلف شبیه سازی شامل بسط، کالیبراسیون و آزمون مطابقت مدل MIKE11 در بازه مورد نظر صورت پذیرفته است. در کالیبراسیون مدل هیدرودینامیک رودخانه ضریب زبری مانینگ برای بازه بند قیر تا زرگان (54/3 کیلومتر) 0/033، از زرگان تا پل پنجم (61/7 کیلومتر) 0/056 و حد فاصل پل پنجم تا فارسیات (132/2 کیلومتر) 0/033 بدست آمده است (3). رزاق منش (1383) در پایان نامه خود اثرات منابع آلاینده بر کیفیت آب رودخانه کر بوسیله مدل WASP6 و GIS بررسی نمود. در این تحقیق، رودخانه از محل مجتمع پتروشیمی تا بند امیر مورد مطالعه قرار گرفت و در این محدوده از نتایج نمونه برداری شیمیایی در 8 ایستگاه استفاده شد. مقایسه بین نتایج محاسبه شده توسط مدل و مقادیر اندازه گیری شده نشان داد که برای چهار پارامتر مورد مطالعه همبستگی بین 0/85 تا 0/96 وجود دارد (1). در این تحقیق رودخانه کارون از ایستگاه ملاثانی تا فارسیات به چهار قسمت تقسیم شده و پس از شبیه سازی کیفی این مقطع، مدل به دفعات زیاد برای مقادیر مختلف ضریب زبری ثابت در کل محدوده و همچنین تغییر پارامتر n در هر کدام از قسمتهای محدوده طرح اجرا گردید.

مواد و روش ها:

رفتار جریان رودخانه ها تحت تأثیر فرایندهای مختلف در بستر زمان و مکان شکل می گیرد. جهت شناخت این پدیده ها و عوامل مؤثر بر آن انتخاب ابزاری مناسب برای تحلیل و بررسی ضروری خواهد بود. در تحلیل جریان رودخانه ها، مدل های فیزیکی و ریاضی بعنوان ابزار مناسب نقش ایفا میکنند. استفاده از مدل های فیزیکی بدلیل نیاز به فضای وسیع، هزینه زیاد و زمان طولانی انجام آزمایشات توصیه نمی شود. به همین دلیل بسیاری از مسائل مهندسی رودخانه را میتوان توسط مدل های ریاضی مورد بررسی قرارداد. در مدل های ریاضی، فرآیندهای فیزیکی به صورت کمی و با استفاده از روشهای عددی حل معادلات دیفرانسیل حاکم بر جریان سیال، تحلیل می شوند. توسعه سیستمهای رایانه ای از یکسو و پیشرفت در تکنیک های حل معادلات حاکم بر هیدرولیک جریان از سوی دیگر موجب شده است تا امروزه مدل های ریاضی متعددی جهت شبیه سازی پدیده های مختلف رودخانه ای ارائه گردد. این مدلها دامنه وسیعی از جنبه های کاربردی را در بر می گیرد که از آن جمله روندیابی سیلاب، پهنه بندی سیلاب مطالعه خصوصیات هیدرولیک جریان، بررسی انتقال رسوب و... را میتوان برشمرد (2).

معرفی مدل WASP:

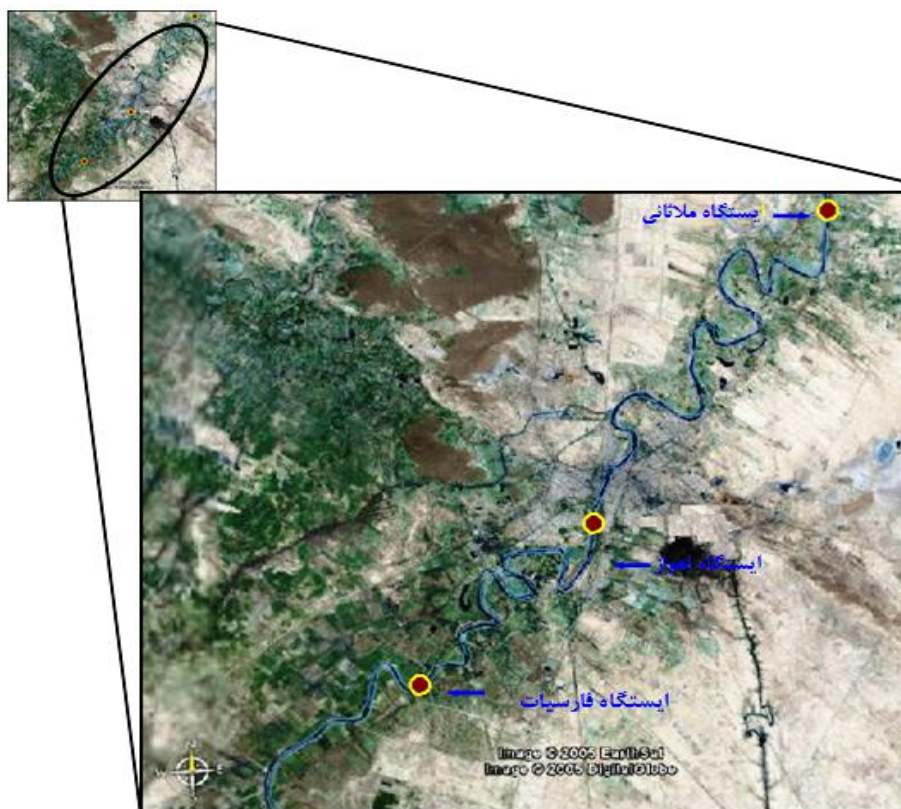
برنامه شبیه سازی آنالیز کیفیت آب (WASP7) نسخه ارتقاء یافته برنامه WASP اصلی می باشد. این مدل به کاربر کمک می کند که به تفسیر و تخمین اثرات وقایع طبیعی و آلودگی های ثانویه برای حصول به تصمیمات منطقی در زمینه مدیریت آلودگی های مختلف بپردازد. مدل WASP یک مدل با ساختار دینامیکی برای محیط های آبی می باشد که فرآیندهای متغیر زمانی همانند جابجایی، پخشیدگی، بار آلودگی نقطه ای و پخشی، و شرایط مرزی را در برنامه اصلی در نظر می گیرد (6).

شمای عمومی رودخانه کارون و محدوده مورد مطالعه:

حوضه آبریز رودخانه کارون و دز، دارای مساحت 68481 کیلومتر مربع است که 23250 کیلومتر مربع آن مربوط به حوضه دز و 45221 کیلومتر مربع آن حوضه کارون می باشد. رودخانه کارون در مسیر خود تامین آب مورد نیاز شرب، کشاورزی و صنعت حدود 16 شهر و دهها روستا، هزاران هکتار اراضی کشاورزی، تولید انرژی برق آبی، چندین طرح پرورش ماهی و طرحها و کارخانه های صنعتی را بر عهده دارد. کاهش آبدهی رودخانه در مسیر خود بر اثر برداشتهای روزافزون آب از یک سو و در عین حال تخلیه پسابهای شهری، صنعتی و کشاورزی به رودخانه از سوی دیگر وضعیت کیفی رودخانه را به مخاطره افکنده است (4).

آمار و اطلاعات مورد استفاده در این تحقیق عبارتند از: اطلاعات هیدرومتری، اطلاعات مقاطع رودخانه، اطلاعات کیفی و اطلاعات آلاینده های ورودی در محدوده طرح. اطلاعات جمع آوری شده در این پروژه را میتوان در چهار گروه تقسیم بندی نمود.

- الف- آمار و اطلاعات جریان روزانه ایستگاههای هیدرومتری واقع بر رودخانه کارون.
- ب- اطلاعات نمونه برداری از دانه بندی مواد بستر رودخانه.
- ج- اطلاعات مربوط به مقاطع برداشت شده از رودخانه در مسیر جریان.
- د- اطلاعات کیفی مربوط به جریانهای جانبی ورودی در محدوده طرح.
- ه- آمار و اطلاعات مربوط به ایستگاههای مونیورینگ رودخانه کارون.



شکل 1: محدوده مورد مطالعه

ایستگاههای هیدرومتری منطقه و آمار و اطلاعات آنها

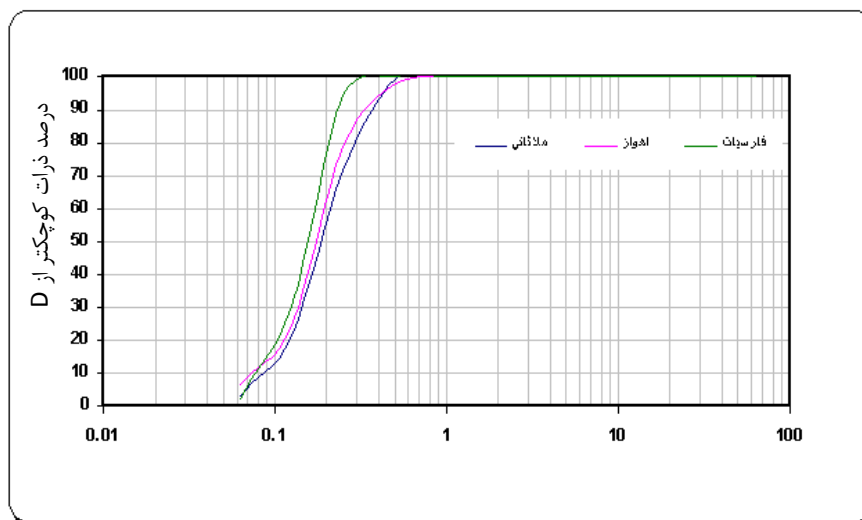
برای شبیه‌سازی هیدرودینامیکی رودخانه، شرایط مرزی در بالادست و پایین‌دست بازه باید مشخص باشد. ایستگاههای هیدرومتری انتخابی و آمار مورد استفاده در این تحقیق در جدول 1 آمده است.

جدول 1: ایستگاههای هیدرومتری انتخابی و آمار مورد بررسی

مورد	اطلاعات استفاده	مساحت	ارتفاع	عرض (Easting)	طول (Northing)	رودخانه	ایستگاه	کد
	دبی	57490	18	298872,1	3496145,3	کرون	ملاتانی	21-307
	دبی و اشل	58180	10	280701,1	3469350,4	کرون	اهواز	21-309
	اشل	58250	10	263017,2	3451555,1	کرون	فارسیات	21-465

اطلاعات دانه بندی رودخانه

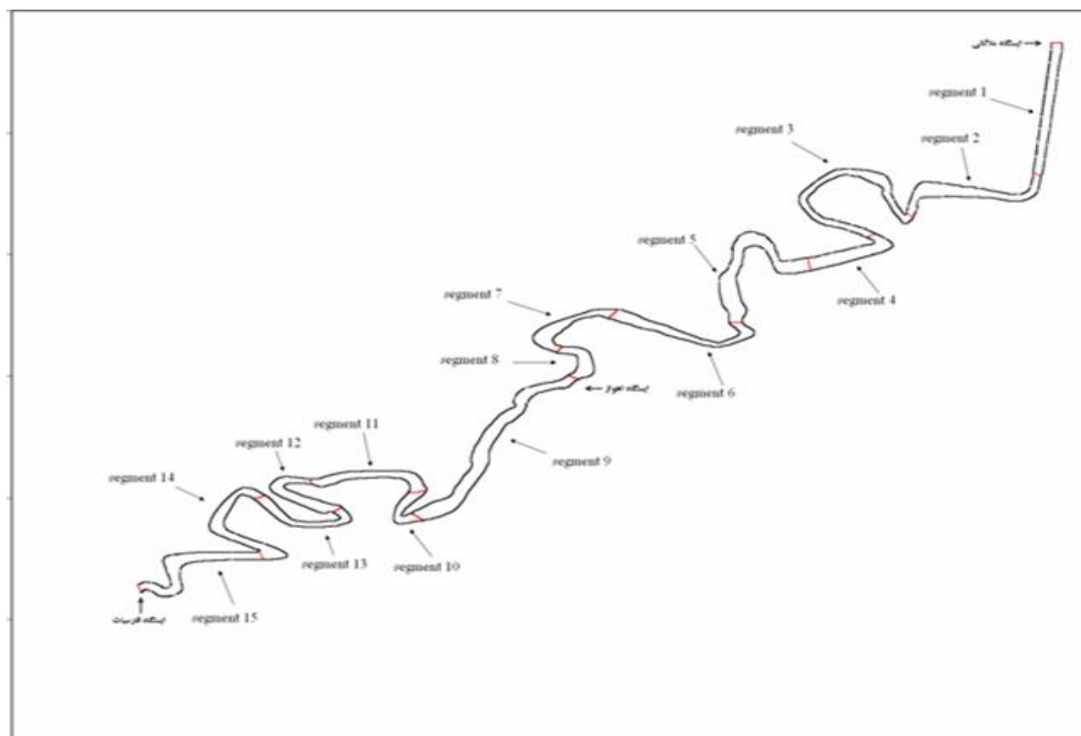
دانه بندی مواد بستر رودخانه کارون در ایستگاه های ملاثانی، اهواز و فارسیات در شکل 2 نشان داده شده اند.



شکل 2: نمودار دانه بندی بستر رودخانه

اطلاعات مقاطع رودخانه

اطلاعات مقاطع رودخانه در بخش هیدرودینامیکی مدل مورد نیاز می باشد. محدوده طرح در این تحقیق حدوداً 110 کیلومتر می باشد که این محدوده به 15 بازه تقسیم شده و اطلاعات هر بازه به صورت جداگانه وارد مدل شده است. جانمایی این 15 بازه در شکل 3 مشخص شده است.



شکل 3: بازه بندی محدوده مورد مطالعه

نتیجه و بحث:

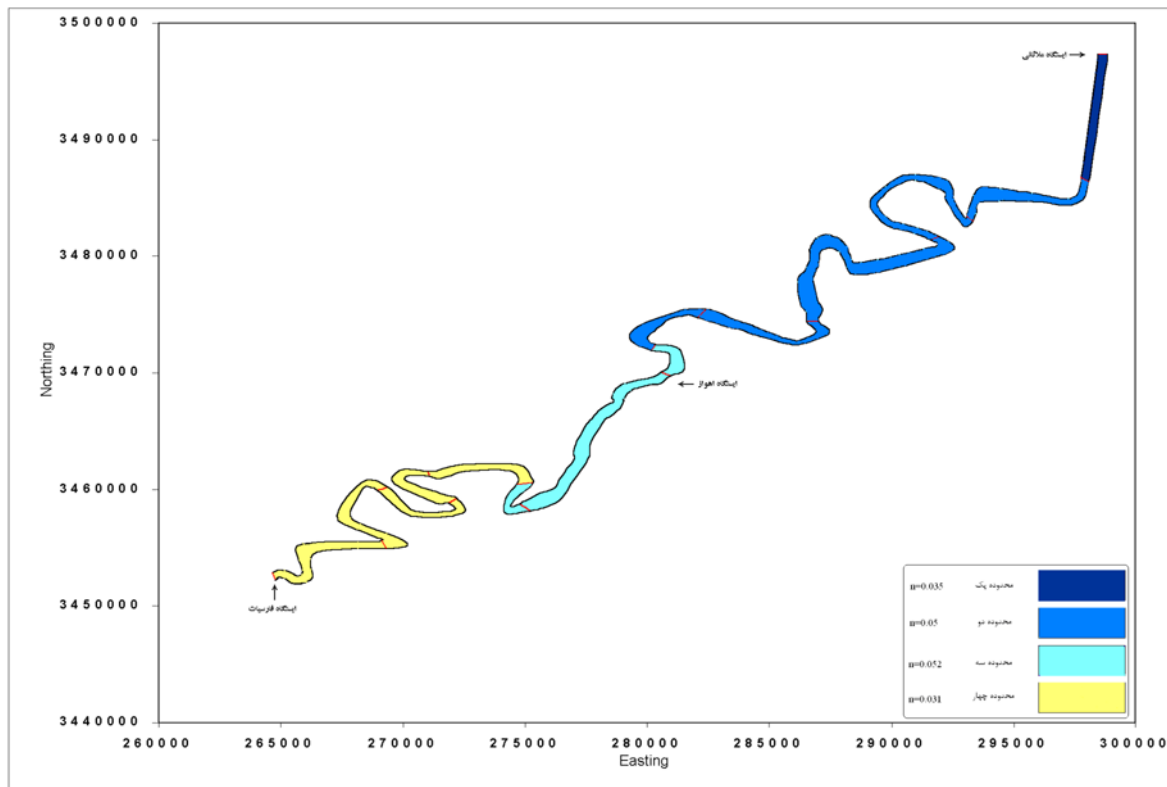
محدوده مورد مطالعه، از نظر کیفی یکی از بازه‌های بسیار مهم در رودخانه کارون می‌باشد و طول کل این محدوده حدوداً 110 کیلومتر است. در جدول 2 فاصله بین ایستگاههای هیدرومتری نشان داده شده است.

جدول 2: فاصله بین ایستگاههای هیدرومتری

ایستگاه هیدرومتری	کیلومتر از بالادست
ملاثانی	0
اهواز	61,598
فارسیات	110,021
طول کل مسیر	110,021

ضریب زبری مانینگ یکی از پارامترهای مهم در شبیه سازی می‌باشد. با توجه به شرایط منطقه مورد مطالعه محدوده به چهار قسمت تقسیم شده است، که عبارتند از: قسمت 1: از ایستگاه ملاثانی تا ابتدای بازه 2، قسمت 2: از ابتدای بازه 2 تا ابتدای بازه

7، قسمت 3: از ابتدای بازه 7 تا ابتدای بازه 10، قسمت 4: از ابتدای بازه 10 تا ایستگاه فارسیات. تقسیم‌بندی محدوده طرح در شکل 3 نشان داده شده است.



شکل 4: تقسیم محدوده مورد مطالعه از نظر ضریب زبری

روابط تجربی که در این تحقیق برای مقایسه نتایج ضریب زبری مورد استفاده قرار گرفته است عبارتست از:

1- رابطه استریکلر

$$n = \frac{d_{50}^{1/6}}{21.1}$$

که در این رابطه: d_{50} اندازه متوسط ذرات بر حسب متر می‌باشد.

2- رابطه میر-پیتر و مولر

$$n = \frac{d_{90}^{1/6}}{26}$$

در این رابطه: d_{90} اندازه دانه‌ای است که 90٪ وزنی ذرات از آن کوچکتر است و واحد آن متر می‌باشد. با استفاده از روابط تجربی فوق و منحنی دانه‌بندی رودخانه (شکل 2) مقادیر ضریب زبری برای ایستگاه‌های هیدرومتری مطابق جدول (3) محاسبه شده است.

جدول 3: مقادیر ضریب زبری محاسبه شده برای ایستگاههای هیدرومتری

ایستگاه	اندازه ذره	قطر ذره (میلی متر)	استریکلر	میر-پیتز و مولر
ملائانی	d_{50}	0/19	0,0359	0/0326
	d_{90}	0/37		
اجرا	d_{50}	0/18	0,0356	0/0319
	d_{90}	0/33		
فارسینات	d_{50}	0/17	0,0353	0/0303
	d_{90}	0/24		

مدل به دفعات زیاد برای مقادیر مختلف ضریب زبری ثابت در کل محدوده و همچنین تغییر پارامتر n در هر کدام از قسمت‌های محدوده طرح اجرا گردید. به وسیله سعی و خطا مقدار ضریب زبری مانینگ برای قسمت‌های 1، 2، 3 و 4 محدوده طرح به ترتیب برابر با 0/035، 0/05، 0/052، 0/031 بدست آمده است.

نتیجه گیری:

مقدار n مانینگ که با استفاده از روابط تجربی محاسبه می‌شود تنها به کمک اندازه ذرات بستر رودخانه بدست می‌آید. در حالیکه مقدار مقاومت جریان به عوامل دیگری مانند جزایر رسوبی، مئاندرهای مسیر جریان و پوشش‌های گیاهی نیز بستگی دارد. وجود جزایر رسوبی در مسیر جریان، پوشش گیاهی پراکنده و مئاندری بودن رودخانه در قسمت‌های 2 و 3 محدوده طرح باعث شده است که مقدار ضریب زبری در این دو قسمت بیشتر از سایر بخشها باشد. قسمت چهارم شامل بخشی از محدوده طرح می‌باشد که رودخانه دارای مسیر نسبتاً مستقیمی است. این بخش از ایستگاه ملائانی آغاز شده و به طول 11 کیلومتر در امتداد پایین‌دست ادامه پیدا می‌کند. در این بخش مقدار ضریب زبری تقریباً برابر مقدار n محاسبه شده از رابطه میر-پیتز و مولر و استریکلر می‌باشد.

مراجع:

- 1-رزاق منش، م، بررسی اثرات منابع آلاینده بر کیفیت آب رودخانه کر بوسیله مدل WASP6 و GIS. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، گروه آبیاری و زهکشی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، 1383.
- 2-ملکی، ر، مقایسه عملکرد دو نرم‌افزار WASP6 و MIKE11 در شبیه سازی کیفی آب رودخانه. مطالعه موردی حوزه فومنات، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، گروه سازه‌های آبی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، 1384.

3-موسوی جهرمی، ح و کرمی نژاد، م. شبیه‌سازی اکسیژن محلول رودخانه‌کارون با استفاده از MIKE11 ، چهارمین سمینار بین المللی مهندسی رودخانه. دانشگاه شهید چمران، 1381.

4-مهندسین مشاور جاماب، طرح جامع آب کشور، حوضه رودخانه کارون، 1377، 14ص.

5-Edward, H. kluitenber, p.e., 2006, Water quality modeling to support the Rouge River restoration

6-Wool, T.A., 2003, US Environmental Protection Agency – Region 4, Atlanta, GA. Water quality analysis simulation program, WASP, Version 6.0, Documentation and Users Manual.