Archive of SID

مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی
سال یازدهم ـ شماره سوم ـ پاییز ۱۳۸۳
www.magiran.com/jasnr

سنجش و گزینش مناسب‌ترین روش‌های برآورد بار کف رودخانه‌ها (مطالعه موردی: رودخانه زرین گل ـ استان گلستان)

حسن راحت طلب نخجیری[1]، حسن گلمایی[1]، عبدالرضا یوسفی[2] و رضا اکتایی[2]
[1]گروه آبیاری دانشگاه مازندران، [2]آب منطقه‌ای مازندران

تاریخ دریافت: ۸۲/٤/۲۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۲/۱۲/۱۳

چکیده

بررسی حرکت رسوبات در رودخانه‌ها برای درک صحیح رفتار هیدرولیکی و ریخت شناسی رودخانه، از مسائل بسیار مهم در مهندسی رودخانه می‌باشد. از نظر مکانیزم انتقال رسوبات، بار مواد بستر به دو دسته بار معلق و بار کف تقسیم می‌گردد. برای تخمین بار کف تاکنون معادلات تجربی و نیمه‌تجربی متعددی ارائه گردیده‌اند؛ اما پیچیدگی‌های پدیده انتقال رسوب که ناشی از اندرکنش تعداد زیادی از پارامترهای هیدرولیکی و رسوبی می‌باشد، باعث شده تا هیچکدام از این معادلات نتوانند نرخ انتقال رسوب را با دقت کافی پیش‌بینی نمایند. از این رو سنجش و گزینش مناسب‌ترین روش‌های برآورد بار کف رودخانه‌ها از طریق مقایسه مقادیر محاسباتی با مقادیر اندازه‌گیری شده، از اهمیت بالایی برخوردار است. در این مقاله ۱٦ رابطه برآورد بار کف برای رودخانه زرین‌گل در استان گلستان مورد بررسی قرار گرفت. در ادامه مقادیر محاسباتی با مقادیر اندازه‌گیری شده بار کف با کمک نمونه‌گیر هلی ـ اسمیت مقایسه شد و نتایج با روش‌های گرافیکی، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در نهایت با استفاده از نتایج به دست آمده، بهترین روشهای محاسبه دبی بار کف رودخانه مورد نظر پیشنهاد گردیده است.

واژه‌های کلیدی: انتقال رسوب، بار کف، ارزیابی معادلات تجربی، نمونه‌گیر هلی ـ اسمیت، رودخانه زرین‌گل

مقدمه

هنگامی که شرایط جریان، حد آستانه حرکت را برقرار کرده و یا از آن تجاوز می‌نماید، ذرات رسوب در امتداد یک بستر شروع به حرکت خواهند کرد. اگر حرکت ذرات رسوب در طول بستر به صورت غلتش، لغزش و یا گاهی به صورت جهش باشد، آنرا بارکف[1] می‌نامند.

غالباً بارکف به‌طور مستقیم اندازه‌گیری نشده، بلکه از طریق اعمال نظارت کارشناسی، بخشی از بار کل (۵ تا ۲۵ درصد) به‌عنوان سهم بارکف تلقی می‌گردد. اما تفاوت در ویژگی‌های اقلیمی، ساختار زمین‌شناسی و توپوگرافی باعث شده عملاً این روش از دقت چندانی برخوردار نباشد.

از این رو تاکنون معادلات تجربی و نیمه‌تجربی فراوانی، برای تخمین میزان بارکف رودخانه‌ها، توسط

1- Bed load

www.SID.ir

Archive of SID

محققین مختلف ارائه گردیده است؛ که هر کدام از آنها توسط داده‌های محدود آزمایشگاهی و یا احیاناً توسط تعدادی از داده‌های صحرایی پشتیبانی می‌شوند، اما تحقیقات نشان داده است که توابع مختلف، ممکن است نتایج بسیار متفاوتی را برای یک نهر خاص پیش‌بینی نمایند. لذا تست قابلیت پیش‌بینی یک تابع انتقال رسوب در مقابل داده‌های اندازه‌گیری شده بسیار مهم خواهد بود. تاکنون مقایسه‌های متعددی توسط محققین مختلف، در مورد کارایی و صحت معادلات مختلف انتقال رسوب صورت گرفته است. از جمله:

امین و مورفی ۲ فرمول انتقال بار بستر را برای رودخانه‌های با بستر ماسه‌ای مقایسه نموده و نتیجه‌گرفتند که روش توفالتی[1]، با دقت مناسبی می‌تواند شدت انتقال رسوب را در چنین رودخانه‌هایی برآورد نماید (امین و مورفی[2]، ۱۹۸۱). ناکاتو ۱۱ روش برآورد رسوب را در ۲ ایستگاه اندازه‌گیری مورد بررسی قرار داد و نتیجه گرفت که روش یانگ[3] بهترین نتیجه می‌دهد (ناکاتو[4]، ۱۹۹۰). وو و یو ۸ فرمول برآورد رسوب را مورد بررسی قرار داده و فرمول براونلی[5] را به‌عنوان بهترین رابطه، در آبراهه‌های طبیعی اعلام کردند (ارشد و امید، ۱۳۸۱). مولیناس و وو بر اساس توان جریان کل به ارائه یک معادله انتقال رسوب، به‌منظور پیش‌بینی غلظت مواد بستر در رودخانه‌های بزرگ با بستر ماسه‌ای پرداختند (مولیناس و وو[6]، ۲۰۰۱). هابرساک و لارون در طی یک تحقیق اط طریق مقایسه مقادیر محاسباتی بار رسوب حاصل از ۱۶ معادله مختلف، با داده‌های اندازه‌گیری شده بوسیله نمونه‌بردار هلی ـ اسمیت[7]، به ارزیابی این معادلات پرداختند. آنها در این تحقیق دریافتند که فرمولهای نظیر آنچه که پارکر (۱۹۹۰)، زانکی (۱۹۹۹) و سان و داناهیو (۲۰۰۰) گزارش کرده‌اند، قابلیت ثبت انتقال ذرات ریزی را که معمولاً در رودخانه‌های آلپی یافت می‌شوند، به‌خوبی دارا می‌باشند (هابرساک و لارون[8]، ۲۰۰۲).

در ایران نیز مطالعاتی در رابطه با ارزیابی روشهای مختلف برآورد بار بستر صورت گرفته است که از آن جمله عبارتند از: مریدنژاد، پنج رابطه نوفالتی، اینشتین[9]، کلبی، شین[10] و یانگ را در ایستگاه حمیدیه مورد ارزیابی قرار داد و روش توفالتی را معادله مطلوب برای رودخانه کرخه معرفی نمود. (مریدنژاد، ۱۳۷۳). ترابی پوده، به ارزیابی ۱۲ رابطه برآورد رسوب در چهار ایستگاه اهواز پرداخت و نتیجه گرفت معادلاتی که مبتنی بر انرژی تبادلی جریان می‌باشند، با اصلاحاتی برای رودخانه‌های خوزستان مناسب‌تر هستند (ترابی‌پوده، ۱۳۷۸). یعقوبی و یاسی. به ارزیابی تناسب کاربرد روشهای موجود در برآورد بار رسوبی در یک بازه از رودخانه نازلو، به‌عنوان شاخصی از رودخانه‌های با مواد بستری درشت‌دانه پرداختند (یعقوبی و یاسی، ۱۳۸۱).

در مقاله حاضر نیز بارکف رودخانه زرین‌گل از رودخانه‌های استان گلستان در محل ایستگاه هیدرومتری زرین‌گل توسط ۱۶ معادله دبی بارکف محاسبه گردیده است. آنگاه نتایج به صورت گرافیکی با داده‌های اندازه‌گیری شده با کمکم نمونه‌بردار بارکف هلی‌اسمیت مقایسه گردیده و معادلات مناسب‌تر در این رودخانه معرفی شده‌اند.

مواد و روشها

در مطالعه حاضر از دو روش محاسباتی و اندازه‌گیری جهت برآورد بارکف رودخانه زرین‌گل استفاده گردید.

الف ـ روش‌های محاسباتی: معادلات تجربی و نیمه‌تجربی برآورد کننده بارکف، معمولاً توسط یک یا دو عامل غالب مانند تنش برشی، شیب انرژی، دبی آب، سرعت جریان و ... ارائه می‌گردند. در این مقاله، با توجه

1-Toffaleti
2-Amin & Morphy
3-Yang
4-Nakato
5-Brownlie
6-Molines & Wu
7-Helly-Smith
8-Habersack & Laronne
9-Enistein
10-Shen

www.SID.ir

Archive of SID

به داده‌های موجود، مجموعه کاملی از معروفترین و متداولترین معادلات، از هر نوع انتخاب و با کمک آنها میزان بارکف رودخانه مورد نظر تخمین زده شد.

بر این اساس معادلات دوبوی[1] (۱۸۷۹)، میپر-پیتر[2] (۱۹۳٤)، شوکلیچ[3] (۱۹٤۳-۱۹۳٤)، کیسی[4] (۱۹۳۵)، شیلدز[5] (۱۹۳٦)، اینشتین (۱۹٤۲)، کالینسکی[6] (۱۹٤۳)، میپر-پیتر و مولر[7] (۱۹٤۸)، اینشتین-براون[8] (۱۹۵۰)، راتنر[9] (۱۹۵۹)، بگنولد[10] (۱۹٦٦)، توفالتی (۱۹٦۸)، پارکر و همکاران[11] (۱۹۸۲)، وان‌ریجن[12] (۱۹۸٤) و نیلسن[13] (۱۹۹۲)، انتخاب و با استفاده از نتایج بدست آمده از این روابط، منحنی سنجه دبی آب - دبی بار کف متناظر با این معادلات ترسیم گردید. در جدول ۱ شمای کلی معادلات پذیرفته شده در این مقاله مشاهده می‌گردد.

در معادلات فوق q_b=دبی بارکف در واحد عرض آبراهه، kg/m.s، q_{bi}=دبی بارکف هر اندازه، kg/m.s، (در رابطه توفالتی q_{bi}=دبی بارکف هر اندازه ذره بر حسب ton/day.ft می‌باشد)، D_i=اندازه ذره، m، (در رابطه توفالتی، D_i=اندازه ذرات بستر بر حسب ft می‌باشد)، D_{50}= اندازه متوسط ذرات رسوب، m، S= شیب کف آبراهه، kg/m^2، Φ_{*i}= پارامتر شدت بار بستر در رابطه اینشتین، ρ_s= جرم مخصوص رسوب، kg/m^3، ρ= جرم مخصوص آب، kg/m^3، γ_s= وزن مخصوص ذرات رسوب، ton/m^3، g= شتاب ثقل، m/s^2، k_r= ضریب استریکلر، k_s= وزن مخصوص مانینگ، R= شعاع هیدرولیکی، m، M_1 و n_v و Z_1 در رابطه توفالتی پارامترهای خاصی هستند که از روابط بخصوصی بدست می‌آیند، می‌باشند (شفاعی بجستان، ۱۳۷۸ و یانگ[14]، ۱۹۹٦).

در روش‌های محاسباتی نیاز به برخی داده‌ها از جمله عمق آب، شیب بستر، عرض مقطع و دانه‌بندی ذرات بستر می‌باشد. برای تهیه این اطلاعات از گزارشهای کارشناسان امور آب گرگان استفاده گردیده است. برخی از این داده‌های مورد نیاز در جدول ۲ آورده شده‌اند.

جدول ۱- شمای کلی معادلات پذیرفته شده در روش‌های محاسباتی برآورد بارکف.

نام معادله	شمای کلی معادله	توضیحات
رابطه اینشتین(۱۹٤۲)	$q_{bi}=\dfrac{\Phi * p_s}{\sqrt{\dfrac{p}{p_s-p}\times\dfrac{1}{gD_i^3}}}$	دبی‌بارکف برای هر اندازه ذره بستر
رابطه میپر- پیتر و مولر(۱۹٤۸)	$q_b=(\dfrac{\gamma_s}{y_s-\gamma})\left\{g(\dfrac{g}{\gamma})^{1/2}\left[(\dfrac{k_s}{k_r})^{3/2}\gamma Rs-0.04)7\gamma_s-\gamma)D_{50}1000\right]^{3/2}\right\}$	
رابطه توفالتی (۱۹٦۸)	$q_{bi}=M_i(2D_i)^{1+n_y-0.756z_i}$	دبی بارکف برای هر اندازه ذره

1- Duboy
2- Meyer-Peter
3- Schoklitsch
4- Casey
5- Shields
6- Kalinske
7- Meyer-Peter and Muller
8 - Brown
9- Rotter
10- Bagnold
11- Parker et al
12- Van rijn
13- Nielsen
14- Yang

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲ـ برخی از مشخصات مقطع مورد مطالعه در ایستگاه زرین‌گل.

عمق آب (m)	۰/۳٦	۰/٤۰	۰/٤٥	۰/٥۰	۰/٦۰	۰/۷۰	۰/۸۰	۰/۸٥
سرعت آب (m/s)	۰/٥۱	۰/٦۱	۰/۷٤	۰/۹٥	۱/۳٥	۱/۷۱	۲/۰۷	۲/۲۲
دانه‌بندی ذرات بستر(mm)	D_{16}=۲/٥۷	D_{35}=۱۱	D_{50}=۱۹	D_{65}=۲۸/۳۳	D_{84}=٥٤/۳۳	D_{90}=٦۸		
شیب طولی بستر	۰/۰۲۲							
عرض کف مقطع (m)	۷							

شکل ۱ـ نمونه‌بردار بار کف هلی ـ اسمیت.

ب‌ـ روشهای اندازه‌گیری: در این روشها با استفاده از دستگاه‌های مختلف و با ایجاد تاسیساتی در بستر رودخانه و استخراج رسوبات کف و یا با نمونه‌برداری و اندازه‌گیری مقدار رسوب در یک قسمت از مقطع، مقدار بارکف را تعیین می‌نمایند. در مقاله حاضر، از داده‌های نمونه‌بردار بار کف هلی ـ اسمیت، که توسط امور آب گرگان به صورت ماهانه و از بهار سال ۱۳۸۰، از روی رودخانه زرین‌گل برداشت می‌گردد، استفاده گردید. از آنجا که این تحقیق برای شرایط جریان غیر سیلابی صورت می‌گرفته، در نهایت از تعداد ۸ بار نمونه‌برداری بارکف توسط این نمونه‌بردار استفاده شده است.

نمونه‌بردار بار کف هلی‌ـ اسمیت: این نمونه‌بردار که اولین‌بار در سال ۱۹۷۱ساخته شده، در واقع نوع اصلاح شده نمونه‌بردار آرنهیم بوده و متشکل از یک چهارچوب با قاب لوله‌ای با دهانه ورودی نسبتاً بزرگ چهارگوشه‌ای، به ابعاد ۷/٦۲ × ۷/٦۲ سانتی‌متر مربع می‌باشد، که دیواره‌های گسترش‌یافته در قسمت عقب، آن را در بر می‌گیرد. به انتهای این دیواره، کیسه نمونه‌گیری رسوب وصل گردیده که سطحی در حدود ۱۹۰۰ سانتی‌متر مربع را شامل شده و از سوراخهایی به ابعاد ۰/۲٥ میلی‌متر تشکیل شده است. طول کل نمونه‌گیر ٤٦ سانتی‌متر و جرم آن در حدود ۲۲ کیلوگرم می‌باشد (فروزان تبار، ۱۳۷٦)(شکل ۱).

مشخصات منطقه مورد منطقه: زرین‌گل یکی از رودخانه‌های تشکیل دهنده حوضه آبریز گرگان‌رود می‌باشد که از ارتفاعات البرز سرچشمه می‌گیرد. مساحت حوضه آبریز آن در حدود ۳٤۲/۸۲ کیلومتر مربع بوده و ارتفاع حداکثر حوضه ۲۸۰۰ متر و ارتفاع حداقل آن ۲۸۰ متر می باشد. ایستگاه هیدرومتری زرین‌گل هم در مجاورت روستای زرین‌گل و به مشخصات °۳٦٬٥۲٬۱۰ طول شرقی و °۳٦٬٥۲٬۲۰ عرض شمالی و در فاصله ۱۲ کیلومتری جنوب شرقی شهرستان علی‌آباد واقع می‌باشد. آورد سالانه این رودخانه در حدود ٦٥ میلیون مترمکعب بوده و میانگین بارندگی سالانه آن هم بیش از ۸۰۰میلی‌متر

www.SID.ir

Archive of SID

می‌باشد (یوسفی، ۱۳۷۱). این رودخانه با توجه به دانه‌بندی ذرات بستر آن از جمله رودخانه‌های با بستر درشت دانه می‌باشد. همچنین در این تحقیق میزان بار رسوبات عبوری برای شرایط جریان غیرسیلابی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

نتایج و بحث

نتایج برآورد بار کف رودخانه زرین‌گل با استفاده از ۱۶ رابطه تجربی مختلف و نیز نتایج حاصله از نمونه‌بردار هلی ـ اسمیت در جدول ۲ و شکل ۲ منعکس شده است. براساس نتایج منعکس در شکل و جدول مذکور و مقایسه ترسیمی بین مقادیر حاصل از روشهای محاسباتی و روش نمونه‌گیری بار بستر، نتایج قابل قبول برداشت می‌باشند.

روشهای محاسباتی، حداکثر ظرفیت حمل رودخانه را برآورد می‌نمایند؛ در حالیکه ممکن است این مقدار رسوب در اختیار رودخانه نباشد. بنابراین انتظار می‌رود که این روش‌ها مقادیر بالاتری از مقدار اندازه‌گیری را برآورد نمایند (شفاعی بجستان، ۱۳۷۸)؛ که مطابق با شکل ۲ منطبق با نتایج این تحقیق می‌باشد.

مطابق شکل ۲ به‌نظر می‌رسد که با افزایش میزان جریان عبوری از رودخانه، نتایج معدلات مختلف به مقادیر به‌دست آمده از نمونه‌بردار هلی اسمیت، نزدیک می‌شود. روابط دوبوی، شوکلیچ (۱۹۳٤و۱۹٤۳)، شیلدز و وان ریجن با توجه به اینکه اندازه متوسط ذرات بکار رفته در آنها، خیلی کمتر از ۱۹ میلی‌متر می‌باشد (جانسون[1]، ۱۹۹٦)؛ بنابراین انتظار می‌رفت که نتوانند جوابهای درستی را برای این رودخانه محاسبه نمایند؛ که نتایج محاسبات این موضوع را تایید می‌نماید. رابطه پارکر و همکاران برای انتقال ذرات بسیار بزرگ شن توصیه می‌گردد (شفاعی بجستان، ۱۳۷۸). بنابراین منطبق با نتایج بدست آمده، نمی‌تواند برای رودخانه زرین‌گل روش مناسبی باشد. رابطه راتنر، هنگامی که مقادیر کوچکی از مصالح بستر جابجا می‌شوند، کاربرد ندارد (یانگ، ۱۹۹٦).

نتایج این تحقیق نیز این امر را تایید می‌نماید. رابطه کانیسکی از نوسات سطح بستر چشم‌پوشی می‌نماید. بنابراین این محدودیت باعث می‌گردد که این روش نتواند مقادیر دقیقی را برآورد نماید. داده‌های جمع‌آوری شده توسط میسری[2] نیز نشان می‌دهد که شدت بار کف داده شده توسط رابطه کالینسکی بسیار متفاوت با داده‌های اندازه‌گیری شده می‌باشد (گارد و رانگا راجا[3]، ۲۰۰۰). نتایج این تحقیق هم این امر را تایید می‌نماید. رابطه بگنولد مقادیری بیشتر از مقدار اندازه‌گیری را برآورد نموده که به نظر ناشی از قرار گرفتن برخی از مشخصات مقطع، در محدوده‌ای است که در آن معادله بگنولد، به گفته خود او قابل استفاده نیست (گارد و رانگاراجا، ۲۰۰۰). روشهای کیسی و نیلسن، مطابق با نتایج به‌دست آمده، مقادیری بیشتر از مقدار اندازه‌گیری را برآورد می‌نمایند. روش اینشتین، با دارا بودن دامنه گسترده‌ای از محدوده اندازه‌های ذرات بستر و چگالی‌ها‌ی ذرات بستر، از جمله روش‌هایی هستند که انتظار می‌رود جوابهای صحیح‌تری را برآورد نمایند (شفاعی بجستان، ۱۳۷۸ و هابرساک و لارون، ۲۰۰۲). نتایج این تحقیق هم این موضوع را ثابت می‌نماید. روش توفالتی با تکیه بر داده‌های زیاد صحرایی، جوابهای نزدیکی را با داده‌های اندازه‌گیری شده در این تحقیق نشان می‌دهد (شکل ۲) که این امر منطبق با نتایج شین (۱۹۷۹)، سینترک[4] و سایمونز[5] (۱۹۹۲) و یانگ (۱۹۹٦) می‌باشد (مولیناس و وو،۲۰۰۱). رابطه میر-پیتر و مولر که در واقع اصلاح شده رابطه میر-پیتر می‌باشد، با دارا بودن محدوده مشخصات منطبق با مشخصات مقطع مورد مطالعه (شفاعی بجستان، ۱۳۷۸). انتظار می‌رفت که بتواند مقادیر صحیح‌تری را (بخصوص در مقایسه با رابطه میر-پیتر) برآورد نماید. نتایج این تحقیق هم نشان می‌دهد که نتایج به‌دست آمده به وسیله

1-Chanson

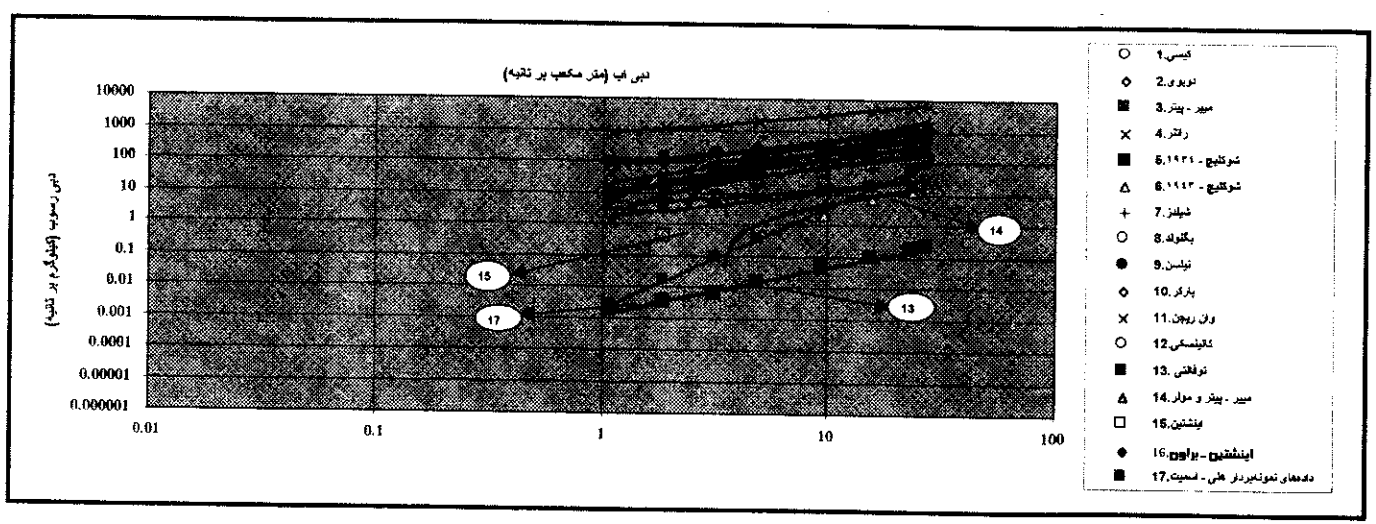
2-Misri
3- Gard & Ranga Raju
4- Sentirik
5- Simons

www.SID.ir

جدول ۳ـ دبی بارکف محاسباتی رودخانه زرین‌گل با استفاده از ۱۶ رابطه مختلف.

دبی‌آب	دوبوی	میر-پیتر	شوکلیچ۱۹۳٤	کیسی	شیلدز	اینشتین	شوکلیچ۱۹٤۳	کالینسکی	میر-پیتر- مولر	اینشتین- براون	راتنر	بگنولد	توفالتی	پارکر و همکاران	وان ریجن	نیلسن	داده‌های نمونه‌بردار
۱/۱	۷/۹۵	۸/٤٥	۳/٥۷	۲۰/۲۰	۸/۱۲	۰/۲۳	۱/۲۷	٥۷/٥٦	۰/۰	۰/۰٦	۷۹٦/۱۷	۱/۷۲	۰/۰	٥٥/۸۳	۷/٥۰	۸۳/۸۲	۰/۰۰۲٥
۱/۹	۱٥/۲۰	۱۷/٤٥	۷/۷٦	۳٥/۷۲	۲۱/۱۱	۰/۲۳	۷/۷۹	۹۲/۰۰	۰/۰	۰/۱۷	۱۰۲۲/۷۷	۲/٥٥	۰/۰	۱۰۳/۱۲	٤/۲۲	۱۱۸/۲۹	۰/۰۱٤۸
۳/۲	۲۸/۸۳	۳۲/۷۳	۱٤/٥۷	٦۰/۹۳	٥۲/۲۰	۰/۲۳	۱۸/٤۰	۱۰۹/۳۰	۰/۰	۰/۳۰	۱۳٦۰/۰۲	۳/۹۸	۰/۰۱	۱۹۰/۸٦	۷/۰۱	۱۷۲/٥۰	۰/۰۸۱۸
٤/۹	۳۸/۸۱	٥۳/۲٦	۲۳/٤۸	۹۳/۸۹	۹٥/۰۰	۰/۲۳	۳۲/۲۷	۱۲۱/٦۸	۰/۰	۰/۳۹	۱۸۸٤/۳۰	٥/۷٤	۰/۰۱	۲٥٤/۱٤	۸/۸٦	۲۰۷/٦۰	۰/۳۳۰۸
۹/٥	٦۲/۷۷	۱۱۰/۰۲	٤۷/٥۸	۱۸۳/۱۰	۲٤۱/۹۳	۰/٤٦	٦۹/۷۹	۱۸۳/۷۷	۲/۱٥	۱/۱۳	۳۱۰٤/٥٤	۱۰/۳٤	۰/۰٤	٤۰۳/۱۳	۱۲/۸۸	۲۸۳/۰۹	۲/۹۰۳۳
۱٥/٥	۱۰۲/٦۸	۱۸٥/۱۱	۷۹/۰۳	۲۹۹/٤٥	٥۱۸/۳۲	۱/٥۸	۱۱۸/۷٤	۲۱۸/٤۷	٦/۹۸	۲/۳۲	٤٤٤٤/۸۱	۱٦/٦۳	۰/۰۸	٦٤۰/۷٤	۱۸/۸٥	۳۹۳/۲٦	۱٤/٤٦۸
۲۳	۱٥۳/۱۰	۲۷۹/۷۲	۱۱۸/۳۳	٤٤٤/۸۹	۹٥٥/٤۱	٤/٤٦	۱۷۹/۹۲	۲٥٤/۰۸	۱۳/٦۷	٤/۲۳	٥۹۷٥/۰۰	۲٥/۲٦	۰/۱٦	۹۲٦/٤۰	۲٥/٦۳	٥۱٦/۸۹	٥۲/۸۰۷
۲۷	۱۷٦/۱۰	۳۳۰/۳۷	۱۳۹/۲۹	٥۲۲/٤٦	۱۲۱٦/۹۳	۸/۷۳	۲۱۲/٥٦	۲۷۸/٥٦	۱۷/۱۲	٦/۰٦	٦۷۲۷/۹۲	۳۰/۱۹	۰/۲۰	۱۰٦۳/٦۸	۲۸/۸۰	٥۷٤/۲۲	۸۹/۳٦۱

تذکر: در جدول فوق دبی آب بر حسب مترمکعب بر ثانیه و دبی بارکف بر حسب کیلوگرم بر ثانیه می‌باشد.



شکل ۲ـ مقایسه بین دبی بارکف محاسباتی و اندازه‌گیری شده رودخانه زرین‌گل.

Archive of SID
www.SID.ir

Archive of SID

این معادله، نزدیک‌ترین جواب‌ها را در مقایسه با مقادیر اندازه‌گیری شده دارا می‌باشد(شکل ۲).

نتیجه‌گیری

۱ـ ارزیابی معادلات مختلف بارکف غالباً بر اساس نظرات کارشناسی که متکی بر تجربیات فردی است، صورت می‌گیرد؛ اما در این تحقیق برای اولین‌بار در منطقه شمال کشور، این ارزیابی از طریق مقایسه ترسیمی نتایج ۲ روش محاسباتی و نمونه‌برداری صحرایی بارکف صورت گرفته است.

۲ـ با توجه به نتایج این تحقیق، به‌ترتیب روابط، میپر-پیتر و مولر، توفالتی و اینشتین برای تعیین دبی‌بار کف رودخانه زرین‌گل پیشنهاد می‌گردد.

منابع

۱.ارشد، ص. و م.ح. امید. ۱۳۸۱. تجدیدنظر در ارزیابی تخمین بار رسوبی در آبراهه‌ها، مجموعه مقالات ششمین سمینار بین‌المللی مهندسی رودخانه دانشگاه شهید چمران اهواز. صفحات ٤٦ و ٤٧.

۲.ترابی پوده، ح. ۱۳۷۸. ارزیابی معادلات برآورد رسوب در تعدادی از رودخانه‌های خوزستان. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد تاسیسات آبیاری. دانشگاه شهید چمران اهواز. ١٥٤ صفحه.

۳.شفاعی بجستان، م. ۱۳۷۸. هیدرولیک رسوب. دانشگاه شهید چمران اهواز. ٤٧٠ صفحه.

٤.فروزان تبار، ع. ا. ١٣٧٦. پیش‌نویس دستورالعمل نمونه‌برداری بارکف. وزارت نیرو. معاونت مطالعات آبهای سطحی. ٢٤ صفحه.

۵.مریدنژاد، ع. ر. ۱۳۷۳. مقایسه روشهای برآورد بار رسوب و انتخاب روش مناسب جهت تعیین میزان رسوب رودخانه کرخه در ایستگاه حمیدیه. مجموعه مقالات سومین کنفرانس مهندسی رودخانه. دانشگاه شهید چمران اهواز. ۱۰ صفحه.

٦.یعقوبی، ب. و مو یاسی. ۱۳۸۱. برآورد هیدرولیکی بار رسوبی در رودخانه‌های با مواد بستری درشت‌دانه. مجموعه مقالات ششمین سمینار بین‌المللی مهندسی رودخانه. دانشگاه شهید چمران اهواز. ۸ صفحه.

۷.یوسفی، ع.ر. ۱۳۷۱. بار رسوبی بستر رودخانه زرین‌گل. وزارت نیرو. شرکت سهامی آب منطقه‌ای استان مازندران. امور مطالعات آبهای سطحی گرگان. ۲۵ صفحه.

8.amin, M. I., and P. J. Murphy. 1981. Tow bed load formulas: An evaluation. Journal of Hydraulic Engineering. ASCE. Vol. 107. No, 8. Pp: 961-972.

9.Chanson, H. 1999. The Hydraulics of open channel flow. University of Queensland. Australia. Pp:195-210.

10.Garde, R.J. and K.G. Ranga Raju. 2000. Mechanics of sediment transportaion and alluvial stream problems. New age International (p) Ltd. Pp: 181-346.

11.Habersack, H.M., and J.B. Laronne. 2002. Evalution and improvement of bed load discharge formulas based on Helly-Smith sampling in an alpine gravel bed river. Journal of Hydraulic Engineering. ASCE. Vol, 128. No, 5. Pp: 484-498.

12.Molinas, A., and B. Wu. 2001. Transport of sediment in large sand-bed rivers. Journal of Hydraulic research. Vol, 39. No, 2. Pp: 135-146.

13.Nakato, T. 1990. Tests of selected sediment-transport formulas. Journal of Hydraulic Engineering. ASCE. Vol, 116. No, 2. Pp: 362-379.

14.Yang, C. T. 1996. Sediument transport, theory and practice. McGraw-Hill Companies. P: 446.

www.SID.ir

Archive of SID

Agric. Sci. Natur. Resour., Vol. 11(3), Automn 2004
www.magiran.com/jasnr

Comparison and choosing the best methods of estimating rivers bed load (Case study: Zarringol river)

[1]H.R. Nakhjiri, [1]H. Golmaee, [2]A. Yosefi and [2]R. Oktaee
[1]Department of Irrigation, University of Mazandaran, [2]Mazandaran Regional Water Organization, Sari, Iran.

Abstract

Study of the sediment movement in rivers to understand accurate hydraulic behavior and river morphology, is an important issue in river engineering Based on transport mechanism, bed material load is divided into suspended load and bed load. There are many empirical and semiempirical equations to estimate bed load now. But complication of sediument transport phenomenon arised from the reaction of hydraulic and sediument parameters caused that, these equations cannot predict sediment transport rate accurately. So the evaluation and choosing the best methods to estimate rivers bed load by comparison of cacluated and measured data are very important. In this article, sixteen equations are studied to estimate the bed load of Zarringol River in Golestan province. Then calculated and measured data by Helly-Smith sampler are compared and the results are analysed graphically. At the end, the best methods to calculate Zarringol river bed load discharge are proposed.

Keywords: Sediment transport; Bed load; Evaluation of empirical equation; Helly-Smith Sampler; Zarringol River.

www.SID.ir