نمونه برداری صحرایی و اندازه گیری بار معلق و بار بستر به روش مستقیم در رودخانه کرخه ایستگاه جلوگیر

حسن آخوردزاده
کارشناس ارشد سازه های آبی ، کارشناس معاونت مطالعات سازمان آب و برق خوزستان
Email: h.akhordzadeh@yahoo.com

چکیده

بررسی میزان رسوبات در رودخانه ها یکی از مسائل مهم در مهندسی رودخانه می باشد. برای تخمین میزان بار معلق و باربستر روابط متعددی ارائه شده اند ولی پیچیدگی پدیده انتقال رسوب باعث شده است که روش های متعددی توسعه داده شوند. در این تحقیق جهت برآورد بار معلق و بار بستر عبوری از رودخانه کرخه در ایستگاه جلوگیر بار معلق با استفاده از بطریهای نمونه برداری به روش سه مقطعی و بار کف نیز با استفاده از دستگاه هلی اسمیت به روش مستقیم به طور متوسط در هر ماه یکبار در دبی های مختلف رودخانه ، نمونه برداری صحرایی به عمل آمد. سپس در آزمایشگاه خاک و رسوب میزان بار معلق و بار بستر تعیین گردید. در این ایستگاه تعداد ۳۲ داده اندازه گیری بعمل آمد و تجزیه و تحلیل داده ها صورت گرفت . در ایستگاه رسوب سنجی جلوگیر محاسبه بار معلق و بار بستر به روش مستقیم و متوسط بار معلق و بستر و درصد آنها انجام شد و ضریب بار معلق برای به دست آوردن بار بستر محاسبه شد.

واژه‌های کلیدی : بار بستر ، بار معلق ، ایستگاه جلوگیر ، نمونه بردار هلی اسمیت .

مقدمه

رسوبات رودخانه ای محصول عمل فرسایش در حوزه آبریز رودخانه ها می باشد. فرسایش و انتقال مواد رسوبی تحت شرایط به خصوصی انجام می گیرد. [۱] هنگامی که شرایط جریان حد آستانه حرکت را برقرار کرده و یا از آن تجاوز می نماید ، 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 بار کف می نامند. غالباً بارکف (بستر) به طور مستقیم اندازه گیری نشده بلکه از طریق اعمال نظارت کارشناسی ، بخشی از بار کل (۵ تا ۲۵ درصد) به عنوان سهم بار کف تلقی می گردد. اما تفاوت در ویژگی های اقلیمی ، ساختار زمین شناسی و توپوگرافی باعث شده عملاً این روش از دقت چندانی برخوردار نباشد. از این رو تاکنون معادلات تجربی و نیمه تجربی فراوانی ، برای تخمین میزان بار بستر رودخانه ها ، توسط محققین مختلف ارائه گردیده است که هرکدام از آنها توسط داده های محدود آزمایشگاهی و یا توسط تعدادی از داده های صحرایی پشتیبانی می شوند. اما تحقیقات نشان داده است که توابع مختلف ممکن است نتایج بسیار متفاوتی را برای یک رودخانه خاص پیش بینی نمایند. لذا مقایسه پیش بینی یک تابع انتقال رسوب در مقابل داده های اندازه گیری شده صحرایی بسیار مهم خواهد بود. [۲] از آن جایی که متدولوژی این روش از نوع مشاهداتی و صحرایی بوده و از آمار و اطلاعات موجود بهره می جوید؛ پس از بررسی ایستگاه های آب سنجی، ایستگاه جلوگیر از رودخانه کرخه به دلیل برخورداری از جامعه آماری قابل قبول انتخاب شد و ازآمار اندازه گیری مستقیم

بار معلق و بار بستر رودخانه کرخه در ایستگاه جلوگیر و اطلاعات هیدرولیکی و رسوبی آن از سازمان آب و برق خوزستان جمع آوری گردید. [۳]

منطقه مورد مطالعه

رودخانه کرخه سومین رودخانه بزرگ ایران پس از کارون و دز از نقطه نظر آبدهی محسوب می شود و یکی از مهمترین رودخانه های حوضه خلیج فارس و دریای عمان بوده که ابتدا وارد هورالعظیم گردیده و سپس از طریق اروندرود به خلیج فارس می ریزد. حوضه آبریز کرخه مساحتی در حدود ۵۰۰۰۰ کیلومتر مربع دارد و از ارتفاعات زاگرس سرچشمه می گیرد. ایستگاه هیدرومتری جلوگیر که نزدیکترین ایستگاه هیدرومتری بالا دست دریاچه سد مخزنی کرخه محسوب می شود به عنوان منطقه مورد مطالعه انتخاب شده است . ایستگاه جلوگیر دارای مختصات جغرافیایی"۳.۰۱ ' ۳۸ ° ۴۷ طول شرقی و "۳۶.۳۹ ' ۵۹ ° ۳۳ عرض شمالی می باشد. مساحت حوضه تحت پوشش ۳۹۷۹۱ کیلومتر مربع و ارتفاع حداکثر حوضه ۳۶۴۵ متر و ارتفاع حداقل آن ۳۷۲ متر می باشد. طول آبراهه اصلی حوضه آبریز ۶۱۴ کیلومتر و شیب آبراهه ۲۶ درصد می باشد. ایستگاه هیدرومتری جلوگیر در سال ۱۳۳۶ تاسیس شده است. ایستگاه هیدرومتری جلوگیر از نوع درجه یک که دارای تجهیزات اشل، لیمینیگراف ، پل تلفریک ، تبخیر سنج ، متصدی مقیم و... می باشد. این حوضه به طور متوسط ۴۶۸ میلیمتر بارندگی سالانه دارد. [۳] به طور کلی بستر رودخانه کرخه از نوع بستر ماسه ای با مواد غیر چسبنده می باشد. در شکل(۱) و(۲) تجهیزات ایستگاه هیدرومتری جلوگیر نمایش داده شده است.

شکل (۱) تجهیزات ایستگاه هیدرومتری کرخه جلوگیر

شکل (۲) تجهیزات ایستگاه هیدرومتری کرخه جلوگیر

مواد و روشها

در مطالعات مربوط به رسوب رودخانه ای از دو روش محاسباتی و اندازه گیری(مستقیم و غیر مستقیم) جهت برآورد بار بستر استفاده می شود. در روش های محاسباتی نیاز به برخی از داده ها از جمله عمق آب ، شیب بستر ، عرض مقطع ، دانه بندی ذرات بستر ، شعاع هیدرولیکی و... می باشد. در ایستگاه رسوب سنجی جلوگیر از رودخانه کرخه از روش اندازه گیری مستقیم استفاده گردید. در این روش با استفاده از دستگاه های مختلف و با ایجاد تاسیساتی در بستر رودخانه و استخراج رسوبات کف و یا توسط نمونه برداری و اندازه گیری میزان رسوب در یک قسمت از مقطع همراه با انجام محاسبات و اعمال فاکتور های تصحیح از قبیل ضریب تله گیری و غیره مقدار بار بستر را تعیین می نمایند. [۴] نمونه برداری در طول این دوره آماری به طور ماهیانه صورت گرفت. در این مقاله بار بستر رودخانه کرخه از رودخانه های استان خوزستان در محل ایستگاه هیدرومتری جلوگیر در صحرا به کمک نمونه بردار هلی – اسمیت (شکل۳) و نمونه برداری بار معلق نیز توسط دستگاه نمونه بردار وزنی US DH-۵۹ (شکل۴) برداشت شده است.

در مقاله حاضر ، از آمار و داده های نمونه بردار بار معلق و بار بستر هلی– اسمیت که توسط آزمایشگا ه معاونت مطالعات پایه و طرحهای جامع منابع آب سازمان آب و برق خوزستان به صورت ماهانه برداشت می شود، استفاده گردید. آمار استفاده شده مربوط به سالهای ۱۳۸۷تا ۱۳۹۳ می باشد و در مجموع ۳۲ بار نمونه برداری در این مدت انجام شده است .لازم به ذکر است که در بعضی از ماهها به علت تامین نشدن وسیله نقلیه نمونه برداری صورت نگرفته و در بعضی از ماهها در دستگاه بار بستر تله اندازی نشده است .

در این مقاله ابتدا ویژگی های حوضه و منطقه مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت سپس بار بستر و بار معلق به صورت مستقیم از رودخانه که نمونه برداری توسط دستگاه های خاص صورت می گیرد، بعمل آمد و آزمایشات لازم در آزمایشگاه انجام و محاسبات بار معلق و بار بستر توسط کامپیوتر صورت گرفت.

شکل(۳) نمونه بردار بار بستر هلی _ اسمیت

شکل(۴) نمونه بردار وزنی بار معلق US DH ۵۹

روشهای نمونه برداری و اندازه گیری

مواد رسوبی از نظر شیوه انتقال به دو دسته بار معلق و بار کف تقسیم می‌شوند. بار معلق به مجموعه ای از مواد گفته می شود که در آب به صورت شناور وجود دارند. [۴] اندازه گیری و تعیین غلظت مواد معلق رسوبی رودخانه ها از سال ۱۳۴۰ در کشور آغاز شده و در حال انجام است. ولی اندازه گیری مقدار رسوب بار کف رودخانه ها با مسائل ومشکلات زیادی روبرو است . به این دلیل اندازه گیری آن تاکنون به صورت مستمرصورت نگرفته است ومیزان آن درکلیه طرحها به صورت درصدی از بار معلق و یا ازطریق روشهای محاسباتی مورد برآورد و تخمین قرار گرفته است. این نسبت بسیار متغییر بوده و لازم است با اندازه گیری های واقعی حدود آن را درهرشرایطی تعیین نمایند. [۵] لذا آمار اندازه گیری شده رسوب بار کف که دراین تحقیق برای رودخانه کرخه از ایستگاه هیدرومتری جلوگیر به روش مستقیم و با استفاده از دستگاه نمونه بردار بار کف انجام و مورد بررسی و تجزیه و تحلیل واقع شده است.

نمونه برداری بار معلق به دو روش چند مقطعی و سه مقطعی انجام می شود. در اندازه گیریهای صحرایی به عمل آمده در این تحقیق نمونه برداری رسوب بار معلق در ایستگاه جلوگیر به روش سه مقطعی بوده است. به طوری که متوسط زمانی رسوب در حال انتقال در امتداد یک عمق معینی (پیوسته - عمقی Depth integrated) انتگراسیون عمقی انجام می شود .

نمونه برداری بار معلق به این صورت است که در شرایط عادی و غیر سیلابی و در جریان های با عرض کم در ابتدا مقطع رودخانه را به سه قسمت که دارای دبی مساوی هستند تقسیم کرده و از وسط هر مقطع به روش انتگراسیون عمقی (عمقی – تجمعی) نمونه برداری از سطح تا کف رودخانه به صورت قائم انجام می شود به طوری که ۳/۴ بطری (تقریبا۰/۰۸۰) پر شود و نهایتا نمونه های برداشت شده در اسرع وقت با ذکر مشخصات کامل نمونه که شامل نام رودخانه، نام ایستگاه ، تاریخ و ساعت برداشت نمونه، درجه حرارت آب ، اشل هنگام برداشت نمونه ،نوع نمونه بردار ،عرض رودخانه و فاصله از ساحل به متر و ... را روی نمونه یادداشت و به آزمایشگاه منتقل شود. در آزمایشگاه با دستگاههایی مانند سانتریفوژ وآون و ترازو غلظت نمونه های رسوب (بر حسب میلی گرم در لیتر) تعیین شده و با اطلاع از مقدار آبدهی اندازه گیری شده رودخانه در زمان برداشت نمونه ، مقدار بار معلق (بر حسب تن در روز) رسوب محاسبه می شود. سپس جهت محاسبات رسوب ماهیانه و سالانه و دراز مدت در ایستگاه رسوب سنجی یک رابطه ریاضی (معمولا در مختصات لگاریتمی) بین غلظت و یا همان تن در روز رسوب و آبدهی رودخانه (دبی آب – دبی رسوب) برقرار می گردد . آنگاه با استفاده از این رابطه و با در اختیار داشتن دبی های روزانه ، مقدار مواد رسوبی معلق رودخانه بطور روزانه و در نتیجه ماهانه و سالانه در ایستگاه رسوب سنجی را می توان مورد مطالعه قرار داد .

بارکف ، شدت حرکت و انتقال مواد رسوبی به صورت های لغزشی ،غلطشی یا پرش های متوالی در لایه بستر است . بار رسوبی کل شدت انتقال مواد رسوبی در رودخانه به صورت مجموعه ای از بارکف و بار معلق است و شامل بار شسته نمی باشد. [۶ و۴] نمونه بردار بار کف در سال ۱۹۷۱ توسط هلی و اسمیت (Helly – Smith) ساخته شد. این نمونه بردار که امروزه به طور وسیعی در تمام دنیا از آن استفاده می شود در حدود ۲۲ کیلوگرم ، متشکل از یک چهارچوب با قاب لوله ای، با دهانه ورودی نسبتاً بزرگ چهار گوشه ای از جنس فلز زنگ نزن می باشدکه دیواره های گسترش یافته در قسمت عقب، آن را در بر می گیرد. به انتهای این دیواره کیسه نمونه گیری رسوب با ابعاد و سوراخهای مشخص وصل می گردد. ابعاد دهانه ورودی در نوع اولیه و کوچک آن ۷/۶۲ ×۷/۶۲ سانتی متر و طول کلی نمونه بردار برابر ۴۶ سانتی متر است. کیسه جمع کننده رسوبات از جنس پلی استر با سوراخهایی به ابعاد ۰/۲۵ میلی متر است. این کیسه سطحی در حدود ۱۹۰۰ سانتی متر مربع را شامل می شود.

نمونه بردار هلی – اسمیت درحالت تعلیق بایستی کمی به طرف عقب سنگینی داشته باشد و زاویه ای در حدود ۱۵ درجه با محور افقی داشته باشد. کیسه جمع کننده نمونه دارای یک دهانه کش دار می باشد که در شیار قسمت عقب دیواره دهانه ورودی قرار گرفته و توسط زبانه و پیچ محکم می گردد. بخش انتهائی کیسه جمع و بسته می باشد و توسط یک قلاب فنری یا کشی به انتهای قاب متصل می گردد تا به صورت کاملا افقی در آید.[۴] شکل (۵) نمونه برداری صحرایی در ایستگاه رسوب سنجی کرخه جلوگیر را نمایش میدهد.

شکل (۵) نمونه برداری بار بستر با دستگاه هلی – اسمیت

در مقاله حاضر، ازآمار و داده های معاونت مطالعات سازمان آب و برق خوزستان که معمولا به صورت ماهانه و از سال ۱۳۸۷الی ۱۳۹۳ از رودخانه کرخه در ایستگاه هیدرومتری جلوگیر برداشت می شود، استفاده گردید و ۳۲ داده طی این مدت انجام شده که نتایج بار بستر و بار معلق اندازه گیری شده در ایستگاه هیدرومتری جلوگیر در جدول(۱) آورده شده است.

جدول(۱) نتایج اندازه گیری رسوب بار بستر و بار معلق رودخانه کرخه ایستگاه جلوگیر و درصد آنها

تاریخ اندازه گیری	غلظت (میلیگرم بر لیتر)	دبی جریان (متر مکعب بر ثانیه)	بار معلق (تن بر روز)	بار کف (تن بر روز)	بار کل (تن بر روز)	درصد بار کف به بار معلق	درصد بار معلق به بار کل	درصد بار کف به بار کل
۱۳۸۷.۱۱.۲۰	۱۰۷	۳۲.۲	۲۹۷.۶۸۳	۰.۱۳۸	۲۹۷. ۸۲	۰.۰۴۶	۹۹.۹۵۲	۰.۰۴۶
۸۸.۰۱.۳۰	۳۰۰۷	۵۰.۸	۱۳۱۹۸.۰۸	۰.۳۴۹	۱۳۱۹۸.۴۳۳	۰.۰۰۳	۹۹.۹۹۷	۰.۰۰۳
۸۸.۰۲.۲۲	۳۳	۲۲.۲	۶۳.۲۹۷	۰.۴۰۶	۶۳.۷۰۳	۰.۶۴۱	۹۹.۳۶۲	۰.۶۳۷
۸۸.۰۳.۱۳	۸۷	۹.۵	۷۱.۴۱۰	۰.۰۶۵	۷۱.۴۷۵	۰.۰۹۱	۹۹.۹۹۰۹	۰.۰۹۱
۸۸.۰۴.۲۳	۴۷	۷.۴	۳۰.۰۴۹	۰.۱۲۳	۳۰.۱۷۳	۰.۴۱۱	۹۹.۵۹۱	۰.۴۰۹
۹۰.۰۸.۲۲	۴۳۳	۱۳	۴۸۶.۳۴۵	۱.۲۴۷	۴۸۷.۵۹۲	۰.۲۵۶	۹۹.۷۴۴	۰.۲۵۶
۹۱.۰۱.۲۷	۲۳۳	۱۵.۴	۳۱۰.۰۲۱	۱.۵۶۹	۳۱۱.۵۹	۰.۵۰۶	۹۹.۴۹۶	۰.۵۰۴
۹۱.۰۲.۲۰	۶۰	۱۳.۷	۷۱.۰۲۱	۱.۳۶۹	۷۲.۳۸۹	۱.۹۲۷	۹۸.۱۰۹	۱.۸۹۱
۹۱.۰۸.۲۹	۶۴۷	۴۶.۳	۲۵۸۸.۲۱	۰.۱۶۸	۲۵۸۸.۳۷۵	۰.۰۰۶	۹۹.۹۹۴	۰.۰۰۶
۹۱.۱۰.۱۰	۲۰	۳۶.۱	۶۲.۳۸۱	۱.۵۳۹	۶۳.۹۲	۲.۴۶۷	۹۷.۵۹۳	۲.۴۰۷
۹۱.۱۲.۱۴	۲۸۰	۴۴.۲	۱۰۶۹.۲۸۶	۴.۴۳	۱۰۷۳.۷۱۶	۰.۴۱۴	۹۹.۵۸۷	۰.۴۱۳
۹۲.۰۷.۱۵	۲۰۷	۳۸.۸	۶۹۳.۹۳	۰.۳۹۳	۶۹۴.۳۲۳	۰.۰۵۷	۹۹.۹۴۳	۰.۰۵۷
۹۲.۱۱.۰۶	۱۶۰	۳۰.۷	۴۲۴.۳۹۷	۰.۰۴۶	۴۲۴.۴۴۲	۰.۰۱۱	۹۹.۹۹۹	۰.۰۱۱
۹۳.۰۸.۲۵	۴۷	۲۵.۴	۱۰۳.۱۴۴	۰.۷۰۳	۱۰۳.۸۴۷	۰.۶۸۲	۹۹.۳۲۳	۰.۶۷۷
۹۳.۱۰.۰۸	۵۳	۳۰.۷	۱۴۰.۵۸۱	۲.۵۶۷	۱۴۳.۱۴۹	۱.۸۲۶	۹۸.۲۰۶	۱.۷۹۴
۹۳.۱۲.۲۰	۷۶۰	۲۸.۷	۱۸۸۴.۵۵۷	۰.۲۱۵	۱۸۸۴.۷۷۲	۰.۰۱۱	۹۹.۹۸۹	۰.۰۱۱

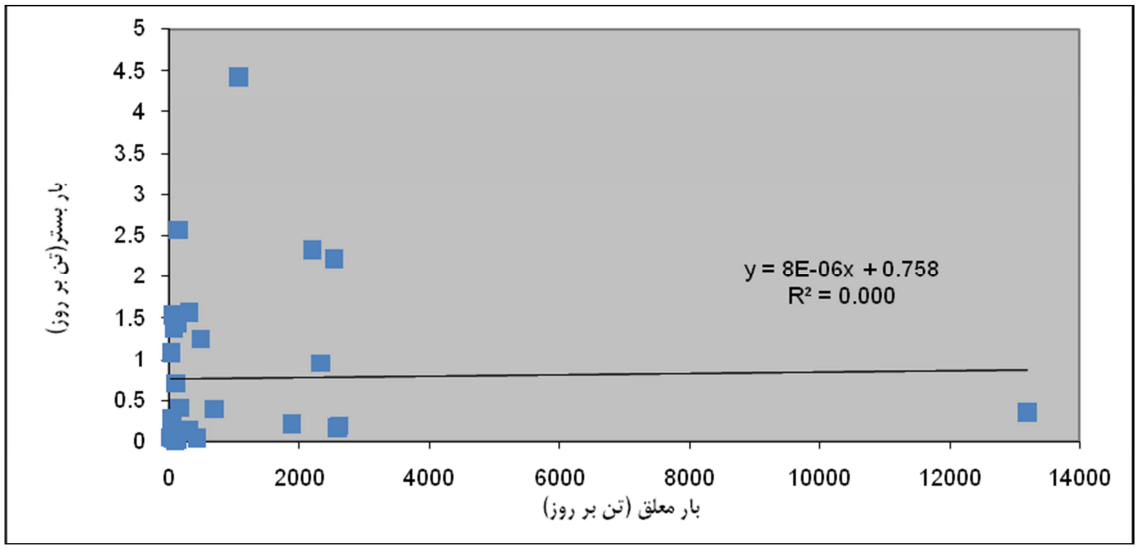
با توجه به محاسبات انجام شده در جدول(۱) می توان دریافت که ضریب بار بستر (درصد بار بستر به بار معلق) در رودخانه کرخه ایستگاه جلوگیر مقداری بین ۰۰۳/ ۰ تا ۳/۳۹ دارد و به طور کل می توان میانگین ۰/۵ را برای ضریب بار بستر پذیرفت.

در اغلب محاسبات بارکل رسوبات رودخانه ای به دلیل انجام نگرفتن اندازه گیریهای مربوط به بار بستر و نداشتن آمار کافی, بار بستر را به صورت ضریبی از بار معلق بین (۵ تا ۳۰ درصد) در نظر می گیرند که این کار طبق اصول و روابط علمی نبوده و برای رودخانه های مختلف با شرایط اقلیمی و هیدرولوژیکی مختلف بسیار متغییر خواهد بود. در رودخانه مورد مطالعه به نظر می رسد که قسمت اعظم بار رسوبی رودخانه به صورت بار معلق باشد و می توان به جای به کارگیری ۵ تا ۳۰ درصد بار معلق , ضریب ۰۰۳/ ۰ تا ۳/۳۹ را جهت محاسبه بار بستر این رودخانه در نظر گرفت.

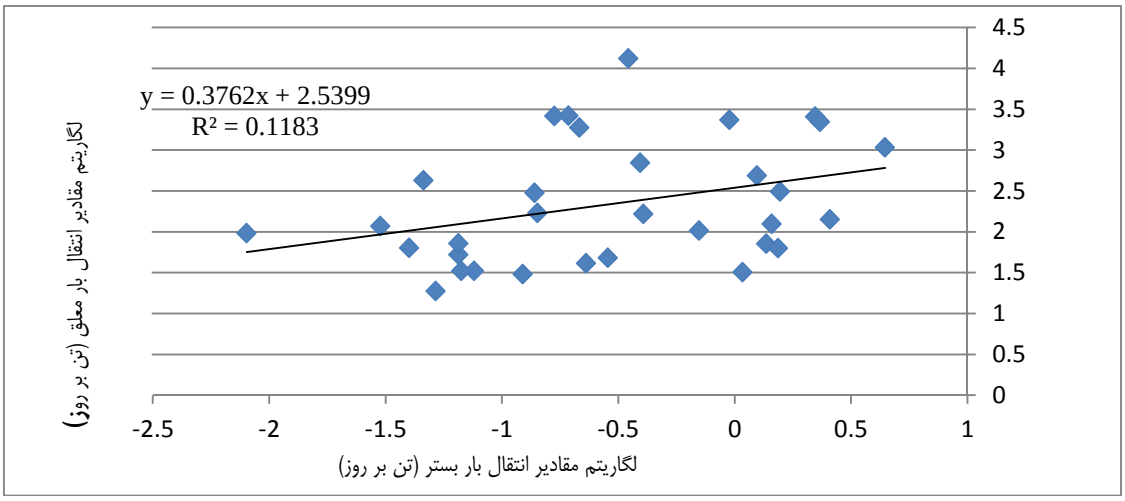
تعیین رابطه بین بار معلق و بار بستر

در این مقاله به وجود رابطه و تطابق بین جریانات انتقال دهنده بار معلق و بار بستر پرداخته شد. ممکن است در یک مقطع مشخص , رابطه ای بین هر دو جریان وجود داشته باشد. برای این منظور نمودار میزان بار بستر منتقل شده را در مقابل بار معلق در حالت های نرمال و لاگ نرمال ترسیم شده است .همانطور که در شکلهای (۶) و (۷) مشخص است به دلیل پراکندگی نقاط که می تواند ناشی از متغیر های زمانی و مکانی باشد معادلات خطی و یا توانی مناسب با درجه همبستگی نسبتا خوبی (R) را نمی توان برای این نقاط در نظر گرفت . این مسئله نشان می دهد که تعداد بیشتری اندازه گیری بار بستر و معلق (به طور همزمان) مورد نیاز است .

با توجه به شکلها تطابق پایین بین بار بستر و بار معلق اندازه گیری شده در منطقه مورد مطالعه می تواند به دلیل تامین بار معلق از منشا های دیگری به جزء ذرات به تله افتاده در مواد بستر باشد و یا به دلیل ناچیز بودن مقدار بار بستر باشد که نتوانسته است باعث آزاد شدن و حرکت ذرات ریز موجود در مواد بستر شده و در نتیجه تغییری در حجم بار معلق منتقل شده به وجود نیاورده است. [۷]



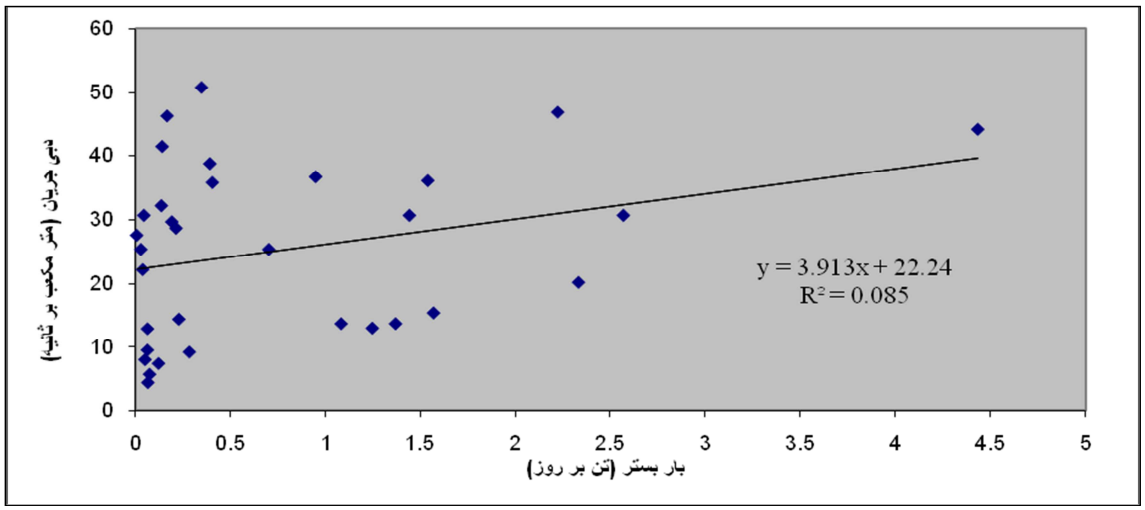
شکل (۶) نمودار رابطه بین بار معلق و بار بستر در ایستگاه هیدرومتری جلوگیر



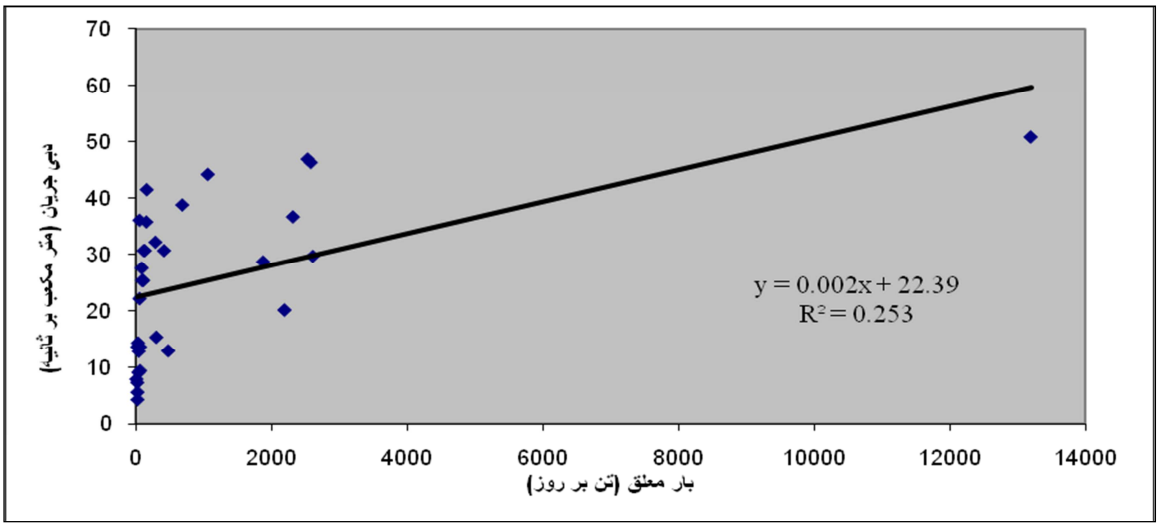
شکل (۷) نمودار رابطه بین بار معلق و بار بستر در ایستگاه هیدرومتری جلوگیر

تعیین رابطه بین دبی جریان و بار بستر و بار معلق

جهت بررسی رابطه بین دبی جریان و میزان باربستر و بار معلق نمودار دبی جریان در مقابل بار بستر و بار معلق (بر حسب تن بر روز) ترسیم شده است.(اشکال (۸) و (۹)) در شکل (۸) مشاهده می شود بین پارامتر دبی جریان و میزان بار بستر رابطه خوب به دست نیامده است (R^2=۰.۰۸۵) یعنی با افزایش شدت جریان , قدرت حمل رودخانه و به تبع میزان بار بستر که متاثر از فرسایش و تخریب کناره ها و کف رودخانه است نیز افزایش نیافته است . همچنین در شکل (۹) ترسیم نمودار دبی جریان در مقابل میزان بار معلق رابطه منطقی به دست نیامده است که علت آن را شاید به عدم همزمانی افزایش دبی جریان که متاثر از بارندگی نواحی منشاء (خارج از منطقه مورد مطالعه) است و افزایش بار شسته که تحت تاثیر بارندگی منطقه مورد مطالعه می باشد , نسبت داد. ورود و افزایش بار شسته (سیلت + رس) از سطح حوضه می تواند تاثیر مستقیمی بر افزایش بار معلق رودخانه داشته باشد.



شکل (۸) نمودار و رابطه حاصله بین دبی جریان و میزان بار بستر منتقل شده در ایستگاه جلوگیر رودخانه کرخه



شکل(۹) نمودار و رابطه حاصله بین دبی جریان و میزان بار معلق منتقل شده در ایستگاه جلوگیر رودخانه کرخه

بحث و نتایج

نتایج برآورد بار بستر و بار معلق رودخانه کرخه در ایستگاه جلوگیر حاصل از نمونه برداری صحرایی با نمونه بردار هلی- اسمیت و نمونه بردار وزنی مواد معلق در جدول (۲) نمایش داده شده است که در آن متوسط بار معلق و بار بستر (کف) به ترتیب ۱۰۰۳/۴۱ و ۷۶۷/. تن در روز می باشد و از مجموع این دو بار کل با مقدار ۱۰۰۳/۹۶۷تن بر روز بدست می آید. همچنین متوسط درصد بار بستر به بار معلق ۵/. می باشد. یعنی برای ایستگاه هیدرومتری جلوگیر می توان به طور متوسط ضریب بار بستر (درصد بار بستر به بار معلق) ۵/٪ را پذیرفت . به طور کلی میزان متوسط بار معلق رودخانه کرخه در ایستگاه جلوگیر خیلی بیشتر از متوسط بار بستر می باشد.

جدول(۲) خلاصه نتایج بار بستر و معلق اندازه گیری شده در محل ایستگاه جلوگیر رودخانه کرخه

رودخانه و ایستگاه	تعداد دفعات اندازه گیری	متوسط بارمعلق (تن بر روز)	متوسط بار بستر (تن بر روز)	بار کل (تن بر روز)	درصد بار بستر به بار معلق			دبی اندازه گیری همزمان با نمونه برداری		
					حداکثر	متوسط	حداقل	حداکثر	متوسط	حداقل
کرخه جلوگیر	۳۲	۱۰۰۳.۲	۰.۷۶۷	۱۰۰۳.۹۶۷	۳.۳۹	۰.۵	۰.۰۰۳	۵۰.۸	۲۵.۲۵	٤.٤

تقدیر و تشکر

نویسنده مراتب تشکر و قدردانی خود را از پرسنل امور آزمایشگاه معاونت مطالعات پایه و طرحهای جامع منابع آب سازمان آب و برق خوزستان و همچنین دفتر پژوهشهای کاربردی به‌واسطه حمایت از این کار تحقیقاتی را دارم .

منابع

[۱] باد فر ، جواد (۱۳۸۴) ." ارزیابی و بهینه سازی منحنی سنجه رسوب و تخمین آورد سالیانه رسوب ویژه برای حوضه های آبریز کرخه در بالادست سد کرخه " ، پایان نامه کارشناسی ارشد .

[۲] حسن راحت طلب نخجیری و همکاران (۱۳۸۳) . سنجش و گزینش مناسب ترین روش های برآورد بار کف رودخانه ها (مطالعه موردی: رودخانه زرین گل- استان گلستان) ، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی .

[۳] گزارش به هنگام سازی تلفیق مطالعات منابع آب و حوضه آبریز رودخانه کرخه، اسفند ماه ۱۳۸۹. شرکت مهندسین مشاور سازه آب شفق .

[۴] شفاعی بجستان، م. ۱۳۸۷. هیدرولیک انتقال رسوب. چاپ دوم. اهواز : دانشگاه شهید چمران اهواز.

[۵] حسینی زارع ، نادر و همکاران ،" اندازه گیری مستقیم رسوب بار کف و تعیین نسبت آن به بار معلق در رودخانه های خوزستان" مجموعه مقالات سمینار مهندسی رودخانه ، دانشگاه شهید چمران اهواز.

[۶] Yang , C.T. ۱۹۹۶. sediument transport, " Ttheory and practice" . M.c Graw - Hill Co . , N.Y

[۷] حسن زاده , ه , ۱۳۸۸. مطالعه رسوب شناسی و تخمین آورد سالیانه رسوبات بخشی از رودخانه کرخه . رساله دکتری, دانشگاه آزاد اسلامی , واحد علوم تحقیقات .