

## بررسی و تحلیل بار رسوبی رودخانه‌های کشور، مطالعه موردی: آذربایجان غربی

داود نیک کامی<sup>۱\*</sup>، رضا سکوتی اسکویی<sup>۲</sup>، ابراهیم بروشکه<sup>۳</sup> و فانیذ حشمتی<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup> استاد، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، <sup>۲</sup> دانشیار، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی، <sup>۳</sup> مربی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی و <sup>۴</sup> کارشناس ارشد، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری

تاریخ پذیرش: ۹۱/۰۷/۲۹

تاریخ دریافت: ۹۱/۰۴/۲۵

### چکیده

مواد و ذرات فرسایش یافته در عرصه‌های آبخیز به سه صورت بار محلول، معلق و بستر به‌وسیله رودخانه‌ها جابجا می‌شوند. در برآورد رسوبدهی حوزه‌های آبخیز، دانستن میزان بار معلق و بستر رودخانه‌ها لازم است. معمولاً اندازه‌گیری بار معلق در ایستگاه‌های رسوب‌سنجی و به‌طور روزانه صورت می‌گیرد. ولی این امر در مورد بار بستر اتفاق نمی‌افتد. در حال حاضر، علی‌رغم تفاوت زیادی که در تشکیلات زمین‌شناسی و شدت بارندگی و رواناب حوزه‌های آبخیز وجود دارد، میزان بار بستر رودخانه‌ها به‌صورت ضریبی ثابت از بار معلق در نظر گرفته می‌شود. در این حالت، خطای زیادی در برآورد بار رسوبی حوزه‌ها صورت می‌پذیرد. در این طرح، پس از جمع‌آوری آمار بار بستر و معلق سه ایستگاه هیدرومتری بدلان بر روی رودخانه الوندچای، پل یزدکان بر روی رودخانه قطورچای و مزرعه بر روی رودخانه بارون‌چای در استان آذربایجان غربی نسبت به تجزیه و تحلیل و برازش منحنی بین داده‌های بار بستر و معلق اقدام شد. بر اساس آنالیزهای آماری مشخص شد، تمامی داده‌ها در سطح ۹۹ درصد معنی‌دار بوده و با توجه به ضرایب همبستگی، اقدام به تعیین رابطه رگرسیونی مناسب شد. نسبت بار بستر به بار معلق در ایستگاه‌های هیدرومتری یزدکان، بدلان و مزرعه به‌طور مجزا به ترتیب ۷۹، ۴۹ و ۱۳ درصد بود. این ضریب برای همه ایستگاه‌های هیدرومتری استان مقدار ۴۷ درصد را نشان داد.

**واژه‌های کلیدی:** بار بستر، بار معلق، تجزیه و تحلیل رگرسیونی، رسوبدهی، نمونه‌برداری

### مقدمه

(Hergault و همکاران، ۲۰۱۰). از نظر مکانیسم انتقال، بار رسوبی به دو دسته بار معلق و بار بستر تقسیم می‌شود. ذرات درشتی که به‌شکل لغزش، غلتیدن و پرش‌های کوتاه و در نزدیکی و یا در تماس مداوم با بستر حرکت می‌کنند، بار بستر را تشکیل می‌دهند. بار معلق شامل ذرات کوچک‌تری است که به‌حال تعلیق در جریان آب و با سرعتی تقریباً معادل سرعت جریان آب حرکت می‌کنند (Asadi و همکاران، ۲۰۱۱).

آگاهی از میزان بار رسوبی که به‌وسیله جریان آب رودخانه حمل شده و در محل دیگری ترسیب می‌کند، لازمه اجرای پروژه‌های آبی است. رسوب‌گذاری علاوه بر مشروط نمودن امکان‌پذیری اجرای پروژه، در طراحی و هزینه‌های آن بسیار تأثیرگذار است. تخمین صحیح و پیش‌بینی میزان بار رسوبی جریان رودخانه‌ها در پروژه‌های مدیریت منابع آب، کاهش سیل و پایداری محیط زیست اهمیت به‌سزایی دارد

ترک ایجاد شده در رسوبات خشک، نسبت بار بستر به معلق را معادل ۳۱ درصد برآورد نمود.

Hamzhepour (۲۰۰۳)، ارزیابی تناسب کاربرد و سازگاری روش‌های مختلف در برآورد بار رسوبی معلق، کف و کل را تحت شرایط مختلف جریان و در سه بازه معرف در رودخانه‌های با مواد بستری درشت‌دانه را در حوضه رودخانه ارس غربی و توسعه مدلی برای انتقال رسوب را در قابلیت برآورد بار رسوبی به کمک روش‌های مختلف، از اهداف تحقیق خود قرار داد. نتایج نشان داد که احتساب خصوصیات مواد لایه زیرسطحی بستر و مواد بار بستر در محاسبات بار رسوبی کل و بستر از روش‌های مختلف و در شرایط مختلف جریان، برآورد مطمئن‌تری ارائه می‌نماید. نتایج تحقیق ایشان همچنین نشان داد که نسبت بار بستر به بار معلق به‌طور متوسط در جریان‌های سیلابی بزرگتر از ۲۰ مترمکعب بر ثانیه در سه بازه مورد مطالعه، از ۱/۵ تا چهار متغیر بوده و به‌طور متوسط معادل ۲/۲ می‌باشد. این نسبت بسیار بیشتر از رودخانه‌های با مواد بستری ریز دانه است. سهم بار بستر از بار رسوبی کل به‌طور متوسط در جریان‌های سیلابی از ۰/۵ تا ۰/۸ متغیر بوده و به‌طور متوسط معادل ۰/۵۷ محاسبه شده است.

مقدار نسبت بار بستر به بار معلق و بار کل، با افزایش شدت جریان کاهش می‌یابد. نسبت حجمی بار رسوبی به جریان آب به‌طور متوسط در جریان‌های سیلابی بزرگتر از ۲۰ مترمکعب بر ثانیه در سه بازه مورد مطالعه، به‌طور متوسط ۰/۲۲ درصد می‌باشد. این نسبت در جریان‌های سیلابی با دوره برگشت بیشتر از پنج سال افزایش یافته و نیازمند ارزیابی صحرائی است.

Javaheri و همکاران (۲۰۰۵) ضمن مقایسه نتایج برآورد بار رسوبی معلق ۱۰ ایستگاه هیدرومتری واقع بر رودخانه‌های کارون و دز با روش‌های معمول آماری و روش‌های فازی، بیان رسوب معلق آن‌ها را نیز مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که با استفاده از روش‌های فازی امکان بررسی تغییرات زمانی میزان رسوبات حمل شده به‌وسیله جریان وجود دارد و روش فازی نسبت به روش‌های معمول آماری برآورد نسبتاً دقیق‌تری ارائه می‌کند.

اغلب اوقات بار بستر رودخانه‌ها به‌طور مستقیم اندازه‌گیری نشده و با لحاظ درصدی از بار معلق سهم بار بستر در نظر گرفته می‌شود. این در حالی است که ویژگی‌های زمین‌شناسی، اقلیم و پستی و بلندی تاثیرات بزرگی را بر سهم هر یک از بار رسوبی در مناطق مختلف دارند که موجب اختلافات فاحشی در برآورد بار رسوبی می‌شوند. اندازه‌گیری بار رسوبی رودخانه‌ها کار پرهزینه‌ای بوده و تجهیزات خاصی را می‌طلبد (Esmaeili و همکاران، ۲۰۰۸). از سویی، بسیاری از روابط و مدل‌های فعلی تخمین رسوب بر اساس روابط خطی بین متغیرهای مستقل (پارامترهای هیدرولیکی و هندسی) و متغیر وابسته (رسوب) استوارند که رفتار پیچیده و واقعی رسوب را به خوبی برآورد می‌کنند (White و Abrahart، ۲۰۰۱).

تعدد روابط تجربی ارائه شده، اصلاح این روابط و ارائه ضرایب واسنجی جدید، نیاز به اطلاعات گسترده از مشخصات ذرات رسوب و شرایط هیدرولیکی جریان، عدم وابستگی بار شسته شده از سطح حوضه به شرایط هیدرولیکی جریان و عدم وجود روش تحلیلی یا تجربی مناسبی که بر اساس آن بتوان به تخمین درستی از میزان رسوبات حمل شده به‌وسیله جریان دست یافت، از مهمترین محدودیت‌های روش‌های تجربی برآورد بار رسوبی به‌شمار می‌آیند. به‌همین دلیل، عموماً بین نتایج اخذ شده در روش‌های مختلف تجربی، اختلافات قابل توجهی وجود دارد (Javaheri و همکاران، ۲۰۰۵ به نقل از Van Rijn)

در پژوهشی، Ostad Asgari و Shafaei Bajestan (۲۰۰۰) به‌منظور سهولت و تسریع محاسبات به‌وسیله روش تصحیح شده اینشتین، با تهیه مدل ریاضی و جمع‌آوری داده‌های رسوب و هیدرولوژی ایستگاه‌های اهواز و حمیدیه، اقدام به واسنجی این مدل نمودند.

به‌منظور تعیین نسبت بار بستر به معلق از طریق رسوب‌سنجی مخزن و دانه‌بندی رسوبات، Arabkhdri (۲۰۰۱) حجم رسوب‌گذاری سه‌ساله در یک مخزن فصلی به ظرفیت حدود ۸۰۰ هزار مترمکعب واقع در مسیر رودخانه چمرود کاشان را از طریق نقشه‌برداری و عمق‌یابی معین کرد و بر اساس وزن مخصوص ظاهری و با فرض دلتا به‌عنوان بار بستر و رسوبات ریزدانه دریاچه‌ای به‌عنوان بار معلق و با لحاظ حجم

بوده است. البته به دلیل آن که در این کرت‌ها فرسایش‌های خندقی و کناری رودخانه‌ها اندازه گرفته نمی‌شود، قطعاً مقدار فرسایش حاصل از کرت‌های فرسایش کمتر از مقدار واقعی در عرصه‌ها می‌باشد. با توجه به عدم اندازه‌گیری مستقیم و عدم واسنجی مدل‌های برآورد تلفات خاک، استفاده از آمار رسوب رودخانه‌ها در محل ایستگاه‌های هیدرومتری و رسوب‌سنجی و برآورد مقدار فرسایش از روی میزان رسوبات منتقل شده از حوزه‌های آبخیز اجتناب‌ناپذیر می‌نماید. کامل‌ترین کاری که در این خصوص انجام شده، استفاده از آمار ۲۰ ساله ۲۰۹ ایستگاه رسوب‌سنجی در کشور می‌باشد (Arabkhedri, ۲۰۰۳).

بر اساس یافته‌های این پژوهش که حدود یک چهارم سطح کشور را پوشش می‌دهد، مقدار رسوب معلق، ۳۵۰ میلیون تن در سال بدست آمده است که با تعمیم این نتایج به ۱۲۵ میلیون هکتار حوضه‌ها، رسوب معلق ویژه ۲/۸ تن در هکتار در سال و با اضافه کردن متوسط ۱۷/۵ درصد بار بستر به بار معلق (Matthews, ۱۹۹۹) رسوب‌دهی حوزه‌های آبخیز کشور ۴۱۱ میلیون تن در سال (۳/۲۹ تن در هکتار) برآورد می‌شود و با فرض ۲۰ درصد ضریب تحویل رسوب (۱۷/۱ تا ۲۱/۶ توسط Ouyang و Bartholic ۱۹۹۷)، مقدار فرسایش ویژه سالانه کشور ۱۶/۴۵ تن در هکتار و مقدار کل فرسایش سالانه کشور در سطح ۱۲۵ میلیون هکتار حوزه‌های آبخیز بالغ بر دو میلیارد تن برآورد می‌شود (Nikkami و همکاران، ۲۰۰۹) که ۲/۷ درصد از ۷۵ میلیارد تن (Eswaran و همکاران، ۲۰۰۱) فرسایش خاک جهان است.

با مرور منابع فوق می‌توان به این جمع‌بندی رسید که از سویی در شرایط فعلی امکان دسترسی به داده‌های بار بستر رودخانه‌ها وجود نداشته و از سوی دیگر، به دلیل نسبت بالای بین بار بستر و بار معلق در اکثر منابع، در نظر گرفتن نسبتی ثابت بین این دو بار در پژوهش‌های فرسایش خاک یا رسوب‌دهی رودخانه‌های کشور پتانسیل بالای خطا وجود دارد. لذا، بررسی و تعیین نسبت این دو بار رسوبی از اهداف اصلی این پژوهش می‌باشد.

به منظور انتخاب روش مناسب برآورد بار معلق و بار بستر رودخانه اهرچای در ایستگاه هیدرومتری اورنگ در بالادست سد، Afzalimehr و همکاران (۲۰۰۶) با بررسی فرآیند رسوب انتقالی در سرشاخه رودخانه زاینده رود، با مقایسه عوامل هیدرولیکی و هیدرولوژیکی با بار بستر اقدام به معرفی رابطه‌ای در این خصوص نموده‌اند.

Samadianfard و همکاران (۲۰۰۷) اقدام به بررسی مشخصات هیدرولیکی و هندسی رودخانه نمودند. ایشان هم‌زمان بار معلق را با استفاده از بطری‌های نمونه‌برداری و بار بستر را به کمک دستگاه هلی‌اسمیت در دو حالت مواقع سیلابی و عادی رودخانه اندازه‌گیری نموده و به بررسی روابط موجود در برآورد بار رسوبی پرداخت. بر اساس نتایج به دست آمده، روش Meyer-Peter و Muller برای بار بستر و روش چنگ، سایمونز و ریچاردسون برای بار بستر پیشنهاد شد.

طی پژوهشی، Claude و همکاران (۲۰۱۲) روش‌های Van Rijn، Meyer-Peter و Muller را برای برآورد بار رسوبی بستر رودخانه Loire در فرانسه مورد مقایسه قرار دادند. نتایج موید آن است که روش Van Rijn نتایج قابل قبولی را برای جریان‌های با دبی متوسط سالانه تا مقادیر با دوره برگشت دو ساله رودخانه داشته، ولی در جریان‌های کمتر، مقادیر برآورد شده کمتر از مقادیر مشاهده‌ای است.

همچنین، Duck و McManus (۱۹۹۴) با تجزیه و تحلیل آمار ۸۵ ساله رسوب سد Pinmacher در غرب اسکاتلند پس از فروکش کردن سطح آب در سال ۱۹۸۸ میزان بار رسوبی بستر را ۴۶ درصد بار وارده به مخزن سد محاسبه نمودند.

Pratt-Sitaula و همکاران (۲۰۰۷) با بررسی رسوبات دلتایی و دریاچه‌ای سد لغزشی که ۵۴۰۰ سال قبل در قسمت‌های بالادست رودخانه Marsyandi نپال به وجود آمده، به نسبت یک به دو بار بستر به بار معلق اشاره دارند.

اندازه‌گیری مستقیم تلفات خاک در کرت‌های فرسایش بیانگر مقدار کمتر از یک تن در هکتار فرسایش در عرصه‌های طبیعی و حدود ۲/۵ تن در هکتار در اراضی دیم (Nikkami و همکاران، ۲۰۰۸)

**مواد و روش‌ها**

در این پژوهش آمار بار بستر و معلق ایستگاه‌های هیدرومتری بدلان بر روی رودخانه الندچای، پل یزدکان بر روی رودخانه قطورچای و مزرعه بر روی رودخانه بارون‌چای در استان آذربایجان غربی مورد استفاده قرار گرفت.

**ایستگاه پل یزدکان بر روی رودخانه قطورچای:**

رودخانه قطورچای در حوزه آبخیز ارس دارای مساحت ۳۴۷۱/۹ کیلومتر مربع است که از چین‌خوردگی‌های شمال غربی سلسله جبال زاگرس به‌وجود آمده، به‌طوری‌که اراضی این محدوده دارای شیب تند بوده و کمتر اراضی مسطح در این منطقه مشاهده می‌شود. مساحت حوزه این رودخانه تا محل ورودی به ایران، ۸۱۰ کیلومتر مربع و طول آبراهه‌های اصلی آن در ترکیه ۱۱۵ کیلومتر می‌باشد. این رودخانه پس از ورود به خاک ایران در مسیری از غرب به شرق جریان یافته و اطراف آن را تا ابتدای دشت خوی کوه‌های مرتفع محدود کرده و فاصله‌ای ۷۰ کیلومتری را تا شهرستان خوی طی می‌نماید. سرشاخه‌های متعددی نظیر چیلیک، کلندسو، آورش، قیله‌لیق، سربیک، غازان، الند و قودوغ بوغان نیز به آن پیوسته و در محل بویلاپوش وارد دشت خوی می‌شود و سپس با تغییر جهت به‌سوی شمال به مسیر خود ادامه داده و وارد دشت ایواوغلی می‌شود.

رودخانه زیلبرچای نیز پس از عبور از این دشت در نقطه‌ای پس از مظفرآباد ایواوغلی در داخل منطقه حفاظت شده مراکان وارد قطورچای می‌شود. سرشاخه‌هایی از جنوب دامنه‌های شمالی کوه‌های میشو و غازان نیز قبل از پیوستن به قطورچای به زیلبرچای وارد شده و سرشاخه‌های دیگری نیز از جانب شمال شرقی از دامنه کوه‌های قره‌داغ، آق داغ و علی‌باش به رودخانه قطورچای می‌ریزند و نهایتاً در روستای مراکان به آق‌چای می‌پیوندند و با نام قطورچای و گاهی آق‌چای از داخل دره‌ای به‌نام دره شام عبور کرده و در محل پاسگاه مرزی فرهادی به رودخانه ارس منتهی می‌شود.

ایستگاه پل یزدکان بر روی این رودخانه تا محدوده پل هوایی قطور، دارای طول تقریبی ۱۸۱ متر، شیب عمومی ۰/۰۱۱ و با عرض و عمق متوسط

۲۳ متر و ۱/۱ متر دارای دبی سیل متوسط سالیانه ۴۸/۷ مترمکعب بر ثانیه است.

**ایستگاه بدلان بر روی رودخانه الندچای:**

از شاخه‌های مهم رودخانه قطورچای بوده که در شهر خوی جریان دارد. این رودخانه از کوه‌های مرزی ایران و ترکیه به‌نام کانی‌زیارت، نظربیک و حاجی‌بیک سرچشمه می‌گیرد. شاخه‌های اولیه این رودخانه در روستای بدلان به‌نام رودخانه بدلان وارد الند می‌شود. بدلان از کوه اورین بزرگ که بلندترین قله حوزه آبخیز رودخانه الند می‌باشد و ۳۶۲۲ متر از سطح دریا ارتفاع دارد، سرچشمه می‌گیرد. کوه اورین در ۳۴ کیلومتری غرب خوی قرار دارد. آب حاصل از ذوب برف‌های این کوه وارد رودخانه بدلان شده و از طریق آن به رودخانه الند می‌ریزد. پس از الحاق شاخه بدلان، رودخانه قوسی به سوی شمال خورده و در پستک پایین واقع در باختر خنی وارد جلگه خوی می‌شود. طول رودخانه الند تا این نقطه ۷۰ کیلومتر و حوزه آبخیز آن ۷۱۲ کیلومتر مربع است و در مواقع پرآبی و سیلابی در پایین روستای بیزنده وارد رودخانه قطورچای می‌شود. ایستگاه بدلان بر روی رودخانه الندچای تا بالادست سد انحرافی الند دارای طول تقریبی ۱۵۰ متر، شیب عمومی ۰/۰۰۷، با عرض و عمق متوسط ۱۸ متر و ۰/۹ متر دارای دبی سیل متوسط سالیانه ۳۶/۶ مترمکعب بر ثانیه است.

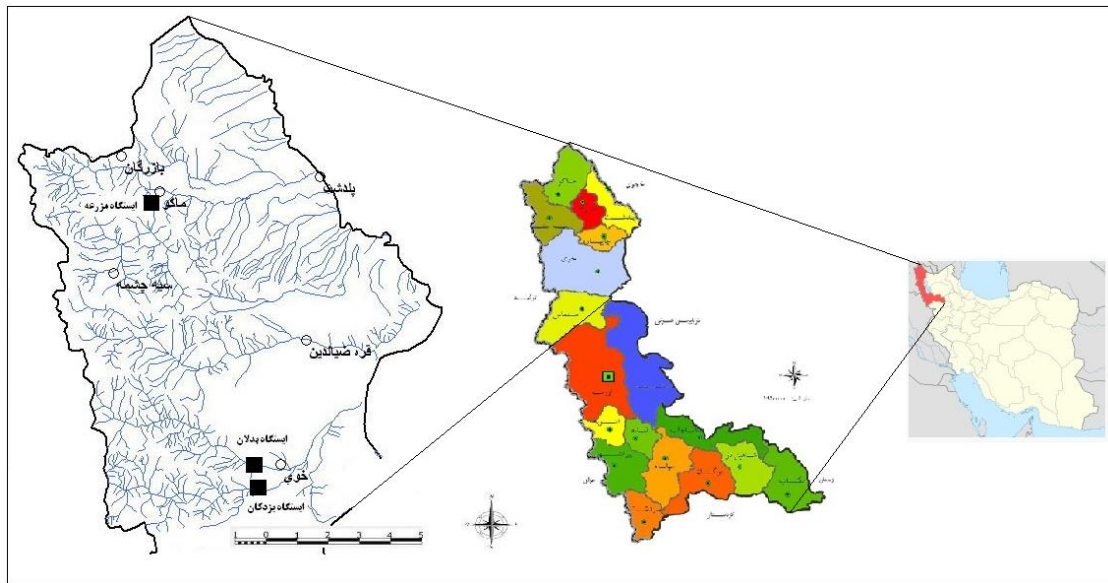
**ایستگاه مزرعه بر روی رودخانه بارون‌چای:**

حوزه آبخیز زنگمار در منتهی‌الیه شمال و شمال‌غرب استان قرار دارد و به‌وسیله رودخانه زنگمار زهکشی می‌شود و پس از دریافت جریانات سطحی رودهای ساری‌سو و آق‌سو در نهایت در حوالی پلدشت به رودخانه ارس تخلیه می‌شود. رودخانه زنگمار از سه شاخه اصلی به نام‌های قزلارچای، امام‌قلی و شاخه زنگمار تشکیل شده است. قزلارچای از ارتفاعات شمالی مرز ایران و ترکیه با حداکثر ارتفاع ۳۸۰۵ متر منشا می‌گیرد. شاخه دوم (امام‌قلی) از ارتفاعات جنوب‌شرق حوضه زنگمار و با عبور از دره بارون با نام بارون‌چای در راستای شرق به غرب جریان دارد. رودخانه آق‌سو از ارتفاعات مرزی ایران و ترکیه منشا می‌گیرد. حوزه آبخیز زنگمار از غرب و شمال‌غرب به مرز ایران و ترکیه، از شمال به دشت‌های تخته‌دوز و قره‌تپه، از

آمار بار بستر و بار معلق: طول دوره آماری مورد استفاده در ایستگاه‌های هیدرومتری بدلان، پل یزدکان و مزرعه از سال ۱۳۸۳ الی ۱۳۹۰ به مدت هشت سال از اداره کل آب‌های سطحی استان آذربایجان غربی تهیه شد.

جدول ۱ مشخصات حوزه‌های آبخیز رودخانه‌های مورد پژوهش را در این استان نشان می‌دهد. جداول ۲ الی ۴ نیز نشان‌دهنده آمار بار بستر و بار معلق مورد استفاده در این پژوهش است.

جنوب و شرق با حوزه آبخیز قطور هم‌مرز است. ایستگاه مزرعه بر روی رودخانه بارون‌چای تا بالادست سد مخزنی بارون، دارای طول تقریبی ۲۱۲/۵ متر، شیب عمومی ۰/۰۴، با عرض و عمق متوسط ۱۰۱ و ۰/۹ متر دارای دبی سیل متوسط سالیانه ۱۶۶/۳ مترمکعب بر ثانیه است. شکل ۱ موقعیت رودخانه‌های قطورچای و الندچای و ایستگاه‌های هیدرومتری بارون‌چای، الندچای و قطورچای را در استان آذربایجان غربی نشان می‌دهد.



شکل ۱- موقعیت ایستگاه‌های هیدرومتری بارون‌چای، الندچای و قطورچای در استان آذربایجان غربی

ایستگاه‌های هیدرومتری یزدکان، بدلان و مزرعه و شکل ۵ نمودار رگرسیونی روابط بار بستر و بار معلق را در تمامی ایستگاه‌های هیدرومتری نشان می‌دهند. روابط (۱) الی (۳) چگونگی ارتباط بار بستر و بار معلق را در ایستگاه‌های هیدرومتری یزدکان (رابطه ۱)، بدلان (رابطه ۲) و مزرعه (رابطه ۳) نشان می‌دهند. رابطه (۴) نیز چگونگی ارتباط بار بستر و بار معلق را در تمامی ایستگاه‌های هیدرومتری نشان می‌دهد.

$$B = 31.11S^{0.4317} \quad (1)$$

$$B = 2.9224S^{0.7194} \quad (2)$$

$$B = 4.9426S^{0.4678} \quad (3)$$

$$B = 5.0371S^{0.6106} \quad (4)$$

که در آن‌ها،  $B$  مقدار بار بستر (تن در روز) و  $S$  مقدار بار معلق (تن در روز) است. لذا با توجه به ضریب تبیین داده‌ها اقدام به تعیین رابطه رگرسیونی

جدول ۱- مشخصات حوزه‌های آبخیز رودخانه‌های مورد بررسی در استان آذربایجان غربی

نام رودخانه	نام ایستگاه	حوزه آبخیز	سطح زیرحوزه (کیلومتر مربع)
بارون‌چای	مزرعه	ارس	۳۸۲۴
الندچای	بدلان	ارس	۷۱۲
قطورچای	یزدکان	ارس	۸۹۵۶

## نتایج و بحث

بر اساس آنالیزهای آماری مشخص شد، تمامی داده‌ها در سطح ۹۹ درصد معنی‌دار می‌باشند. لذا، با توجه به ضریب تبیین داده‌ها اقدام به تعیین رابطه رگرسیونی مناسب شد. شکل‌های ۲ الی ۴ نمودار رگرسیونی روابط بار بستر و بار معلق را به ترتیب در

Sitaula و همکاران (۲۰۰۷) در قسمت‌های بالادست رودخانه Marsyandi نپال (به نسبت ۱ به ۲ بار بستر به بار معلق) قابل مقایسه هستند و شباهت نزدیکی با نتایج Hamzhepouri (۲۰۰۳)، در حوضه رودخانه ارس غربی دارد که به‌طور متوسط نسبت بار بستر به معلق را معادل ۰/۵۷ محاسبه نمود.

مناسب شد. نسبت بار بستر به بار معلق در ایستگاه‌های هیدرومتری یزدکان، بدلان و مزرعه به‌طور مجزا به ترتیب ۷۹، ۴۹ و ۱۳ درصد و در همه ایستگاه‌ها ۴۷ درصد می‌باشد. نتایج نسبت بار بستر به بار معلق در ایستگاه‌های هیدرومتری یزدکان، بدلان (۵۹، ۵۴ درصد) و متوسط آن‌ها با ایستگاه مزرعه (۴۳ درصد) با نتایج Pratt-

جدول ۲- آمار بار بستر و بار معلق مورد استفاده در ایستگاه هیدرومتری یزدکان رودخانه قطورچای

تاریخ	بار بستر (تن در روز)	بارمعلق (تن در روز)	تاریخ	بار بستر (تن در روز)	بارمعلق (تن در روز)	تاریخ	بار بستر (تن در روز)	بارمعلق (تن در روز)
۸۳/۰۶/۲۹	۱۳۹/۶۱	۲۷۸/۲۷	۸۳/۱۰/۲۰	۸۵/۲۹	۵۲۴/۵۴	۸۵/۱۲/۱۷	۲۰۹/۷۷	۲۸۰/۱۵
۸۳/۰۶/۰۵	۷۶/۸۳	۱۰۱۱/۸۸	۸۳/۰۹/۲۴	۶۷۷/۹۵	۶۸/۹۴	۸۶/۰۱/۲۵	۱۰۴۷/۶۱	۴۴۰/۴۹
۸۳/۰۵/۳۱	۱۱۱/۸۸	۴۰/۸۵	۸۳/۰۹/۰۸	۱۶۸۴/۸۹	۲۳۲/۱۱	۸۶/۰۲/۳۱	۱۶۶۵/۹۹	۴۷۴/۵۶
۸۳/۰۵/۱۲	۱۷۱/۷۲	۲۳۱۶/۵۷	۸۳/۰۸/۲۸	۱۰۱۵/۲۳	۵۸۸/۴۰	۸۶/۰۳/۲۳	۹۸۷/۴۹	۱۰۶۴/۲۳
۸۳/۰۳/۱۷	۱۰۹۵/۴۸	۲۳۱۳/۲۱	۸۳/۰۸/۰۶	۴۷۵/۸۸	۱۷۲۰/۰۵	۸۹/۰۸/۱۱	۲۴۰/۴۹	۶۹۰/۲۱
۸۳/۰۲/۳۱	۲۳۱/۹۶	۴۵۱۶/۰۵	۸۳/۰۷/۲۵	۱۴۳/۳۳	۵۵۱/۶۲	۸۹/۰۹/۱۵	۲۷۰/۸۸	۳۴۵/۳۹
۸۳/۰۱/۲۵	۳۹۲/۱۷	۵۲۸۴/۱۱	۸۳/۰۷/۱۱	۷۲۲/۴۱	۲۸۷/۸۵	۸۹/۱۰/۲۸	۴۲/۰۶	۳۵/۱۸
۸۳/۰۱/۰۶	۳۰۵/۶۹	۱۹۰۹/۲۲	۸۴/۰۸/۰۹	۱۲۴۶/۶۶	۲۹۱/۰۴	۸۹/۱۱/۲۶	۷۸۲/۵۹	۱۵۶/۱۲
۸۲/۱۲/۱۰	۳۱۰/۱۲	۷۶۷/۱۶	۸۴/۰۹/۱۵	۱۱۶/۶۷	۸۹/۹۳	۸۹/۱۲/۰۵	۱۸۸/۱۲	۱۲۰/۰۲
۸۲/۱۱/۱۵	۵۸۰/۸۲	۷۷۲/۷۳	۸۴/۰۷/۱۴	۲۳۷/۱۹	۳۴۰/۴۹	۹۰/۰۱/۰۹	۱۰۶۷/۳۹	۹۳۹/۳۸
۸۲/۱۰/۱۱	۱۱۲۸/۵۰	۴۲۶/۰۶	۸۴/۱۱/۱۶	۱۲۸/۲۳	۵۷/۳۶	۹۰/۰۳/۲۸	۱۸۱۷/۶۶	۳۵۶۲/۵۱
۸۲/۰۷/۰۷	۱۴۰/۳۳	۱۲۹۸/۰۸	۸۴/۱۲/۲۷	۳۸۷/۹۰	۵۰۹/۷۷	۹۰/۰۵/۰۱	۵۷۶/۱۸	۱۴۷۴۹/۸۳
۸۲/۰۸/۱۰	۶۹۹/۹۷	۱۲۶۳/۷۸	۸۵/۰۲/۰۳	۵۱۱/۹۸	۳۰۳۶/۰۹	۹۰/۰۵/۲۹	۳۱۲۵/۰۵	۱۶۲۷/۱۶
۸۲/۰۸/۲۴	۱۹۳/۵۴	۹۴۶/۱۹	۸۵/۰۳/۲۰	۸۳۴/۸۲	۱۳۸/۴۷	۹۰/۰۶/۲۰	۱۵۰۵/۴۸	۶۶۶/۴۵
۸۲/۰۹/۱۰	۷۴۴/۷۴	۶۵۴/۴۳	۸۵/۰۴/۲۶	۹۵/۸۴	۲۴۶/۱۶	۸۵/۰۸/۱۳	۲۰۹/۹۴	۱۶۸۵/۵۷
۸۲/۰۹/۲۴	۵۵۳/۸۳	۳۳۴/۹۴	۸۵/۰۵/۰۷	۲۹۷/۴۱	۸۰/۴۶	۸۵/۱۰/۳۰	۱۱۷۷/۹۲	۴۳/۹۲
۸۳/۱۲/۱۶	۴۳۰/۵۹	۲۳۳/۳۹	۸۵/۰۶/۲۵	۶۱۷/۶۴	۱۴۳/۵۹	۸۵/۱۱/۲۱	۳۴۹/۱۵	۶۳/۰۹
۸۳/۱۱/۰۸	۷۰/۰۸	۲۶/۱۴	۸۵/۰۷/۲۲	۸۲۳/۷۷	۶۰۶/۵۷			

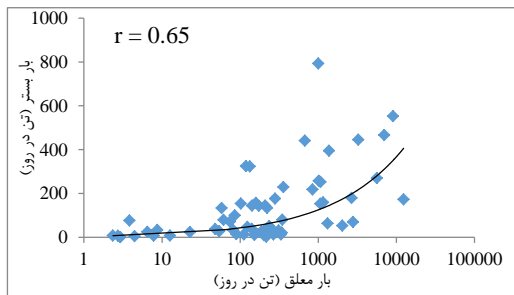
جدول ۳- آمار بار بستر و بار معلق مورد استفاده در ایستگاه هیدرومتری بدلان رودخانه الندچای

تاریخ	بار بستر (تن در روز)	بارمعلق (تن در روز)	تاریخ	بار بستر (تن در روز)	بارمعلق (تن در روز)	تاریخ	بار بستر (تن در روز)	بارمعلق (تن در روز)
۸۳/۰۶/۳۰	۱۵۱/۷۹	۱۰۵/۷۱	۸۴/۰۶/۱۳	۹۳/۵۰	۱۳۹/۴۴	۸۵/۰۵/۱۱	۴۶/۱۸	۵۰۷/۳۸
۸۳/۰۶/۱۵	۳۸/۱۶	۱۱۹/۸۱	۸۴/۰۵/۱۵	۳۶/۸۴	۱۱۷/۶۹	۸۵/۰۶/۲۶	۳۵/۲۴	۸۲/۵۷
۸۳/۰۵/۲۶	۳۵/۵۵	۶۲۶/۰۵	۸۴/۰۴/۳۰	۲/۷۳	۱۱۲/۵۷	۸۵/۰۷/۱۲	۱۲۹/۰۰	۲۱۳/۲۷
۸۳/۰۵/۱۴	۴۴/۴۶	۸۲/۰۹۹	۸۴/۰۱/۰۹	۲۵۴/۲۳	۶۸/۵۵	۸۵/۰۸/۱۴	۲۷۶/۶۶	۳۱۲/۵۹
۸۳/۰۳/۲۵	۱۵۳۱/۸۷	۱۱۳/۳۷	۸۳/۱۱/۱۴	۳۳/۷۲	۲۷/۹۲	۸۵/۰۹/۱۲	۳۲۴/۲۷	۷۱/۴۸
۸۳/۰۳/۱۳	۱۲۶۵/۸۰	۱۷۶۴/۴۶	۸۳/۱۰/۱۶	۲/۹۸	۸/۹۵	۸۵/۱۲/۰۲	۷۷/۶۱	۴۳/۰۳
۸۳/۰۲/۲۷	۱۵۶۴/۱۰	۲۷۷۰/۲۸	۸۳/۰۹/۰۹	۳۸/۱۴	۵۲۹/۷۷	۸۵/۱۲/۲۴	۶۰۳/۴۸	۸۰/۶۸
۸۳/۰۲/۱۷	۱۲۰۹/۶۹	۹۵۳۵/۰۸	۸۳/۰۸/۲۶	۱۱۳/۴۶	۴۷/۲۶	۸۶/۰۱/۲۱	۱۵۷۹/۳۱	۱۹۸۰/۴۹
۸۳/۰۱/۰۸	۴۱۱/۸۳	۵۵۱۹/۷۵	۸۳/۰۸/۱۲	۹۶/۸۳	۳۲۷/۳۳	۸۶/۰۳/۱۶	۲۵۶/۰۶۰	۳۱۲۴/۹۲
۸۲/۱۲/۲۷	۳۷۲/۶۱	۲۴۵۷/۲۸	۸۳/۰۷/۱۳	۳۷/۳۳	۱۶۰/۶۱	۸۶/۰۵/۰۳	۱۲۵۲/۵۱	۶۲۳/۰۷
۸۲/۱۱/۲۹	۵/۶۰	۱۹۰/۱۴	۸۳/۰۷/۲۸	۶۸/۵۲	۱۳۲/۴۱	۸۶/۰۶/۱۵	۱۵۸/۷۶	۷۷/۹۹
۸۲/۱۰/۲۱	۵۵۴/۴۲	۲۱۷/۸۶	۸۴/۰۷/۱۰	۱۹۶/۴۸	۵۵۳/۳۵	۸۹/۰۸/۱۲	۷۱۲/۹۴	۱۰۴۸/۴۲
۸۲/۰۱/۲۶	۴۵۳/۳۹	۴۴۴/۰۹۸	۸۴/۰۸/۱۸	۱۴۱/۲۴	۱۳۴/۱۵	۸۹/۰۹/۰۶	۶۲۵/۴۷	۱۸۸۱/۰
۸۲/۰۷/۲۱	۳۳۱/۰۲	۱۹۵/۴۱	۸۴/۰۹/۰۶	۵۸/۷۷	۱۵/۳۸	۸۹/۱۰/۲۵	۲/۱۵	۰/۷۱
۸۲/۰۷/۲۶	۶۸/۶۸	۱۰۶۲/۰۰	۸۴/۱۰/۰۷	-/۲۰	۱/۵۷	۸۹/۱۱/۰۶	۹/۳۴	۷/۸۲
۸۲/۰۸/۱۲	۱۰۵/۱۳	۲۱۳/۳۷	۸۴/۱۲/۱۳	۱۲۲/۱۱	۶۲/۰۱	۹۰/۰۲/۱۰	۳۹۳۲/۲۹	۷۶۳۲/۶۸
۸۲/۰۸/۲۶	۱۵۰/۸۶	۱۲۵/۴۹	۸۵/۰۱/۱۹	۷۰۶/۹۹	۲۵۷/۴۲	۹۰/۰۴/۱۲	۲۴۸/۹۴	۳۶/۹۶
۸۲/۰۹/۰۸	۶۱۶/۰۹	۱۹۸/۱۱	۸۵/۰۳/۰۶	۷۳/۱۷	۹۸/۵۵	۹۰/۰۵/۲۴	۳۳۰/۰۳	۲۲۹/۷۷
۸۲/۰۹/۲۲	۱۴۲/۹۱	۳۱/۸۲	۸۵/۰۴/۱۷	۱۲۷۴/۱۸	۸۶۵/۱۹	۹۰/۰۶/۲۰	۱۹۴/۸۴	۶۴۲/۸۳

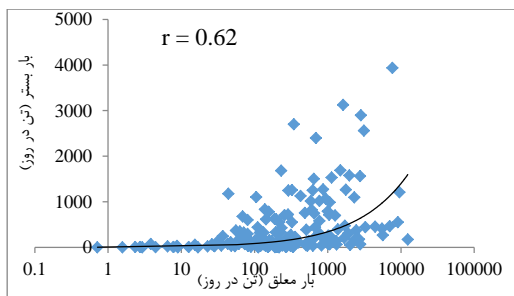
جدول ۴- آمار بار بستر و بار معلق مورد استفاده در ایستگاه هیدرومتری مزرعه رودخانه بارون چای

تاریخ	باربستر (تن در روز)	بارمعلق (تن در روز)	تاریخ	باربستر (تن در روز)	بارمعلق (تن در روز)	تاریخ	باربستر (تن در روز)	بارمعلق (تن در روز)
۸۳/۰۶/۳۰	۷/۳۰	۲/۷۳	۸۴/۰۶/۱۳	۲۷/۴۷	۲۱۱/۲۲	۸۵/۰۷/۱۳	۲۶/۰۰	۱۸۸/۰۶
۸۳/۰۶/۱۵	۷/۶۰	۲/۳۵	۸۴/۰۵/۱۵	۲/۲۸	۲۱۶/۷۱	۸۵/۰۸/۱۴	۱۴۳/۸۱	۱۷۳/۳۴
۸۳/۰۵/۲۶	۷/۶۰	۱۲/۶۴	۸۴/۰۳/۰۷	۲۵۲/۱۱	۱۰۶۹/۵۴	۸۵/۰۹/۱۲	۹۹/۶۴	۸۵/۳۶
۸۳/۰۵/۱۴	۴۶/۸۴	۱۲۴/۰۷	۸۴/۰۱/۰۹	۱۷۲/۳۷	۱۲۳۷۴/۳۱	۸۵/۱۲/۰۲	۳۸/۳۷	۱۴۱/۱۰
۸۳/۰۳/۲۶	۱۴۳/۹۱	۱۴۲/۴۰	۸۳/۱۲/۱۵	۲۲۸/۹۱	۳۵۸/۷۱	۸۵/۱۲/۲۴	۱۷۶/۵۸	۲۸/۵۹
۸۳/۰۳/۱۲	۵۵۲/۶۳	۹۰۶۵/۱۳	۸۳/۱۱/۱۳	۱۳/۱۷	۲۶۷/۲۱	۸۶/۰۱/۲۱	۱۷۹/۰۵	۲۶۷۹/۲۴
۸۳/۰۲/۱۹	۴۶۵/۹۳	۷۰۱۵/۵۶	۸۳/۱۰/۱۶	۱۲/۸۲	۳۳۳/۷۳	۸۶/۰۳/۱۶	۳۹۴/۸۰	۱۳۷۴/۳۴
۸۳/۰۱/۲۶	۲۶۹/۷۳	۵۶۴۳/۸۶	۸۳/۰۸/۱۲	۴۵/۲۱	۲۴۰/۷۴	۸۶/۰۵/۰۳	۳۲۴/۳۶	۱۱۸/۸۱
۸۳/۰۱/۰۸	۱۵۲/۸۷	۱۰۶۵/۶۷	۸۳/۰۷/۲۸	۱۴/۵۵	۸۹/۵۱	۸۶/۰۶/۳۱	۷۶/۲۳	۳/۸۴
۸۲/۱۲/۲۷	۵۲/۸۹	۲۰۲۹/۸۰	۸۳/۰۷/۱۳	۵/۱۱	۴/۴۶	۸۹/۰۸/۱۲	۷۹/۵۸	۶۱/۴۱
۸۲/۱۱/۲۸	۶۳/۳۱	۱۳۱۷/۸۲	۸۴/۰۸/۱۸	۵۱/۱۱	۲۳۵/۱۶	۸۹/۰۹/۰۶	۳۳/۵۴	۸/۷۴
۸۲/۱۰/۲۱	۱۹/۴۵	۲۷۵/۳۶	۸۴/۰۹/۰۶	۲۰/۸۹	۳۴۱/۷۷	۸۹/۱۲/۱۰	۱۳۲/۹۵	۵۸/۰۶
۸۲/۰۷/۲۱	۲۳/۵۵	۲۲/۸۵	۸۴/۰۱/۰۷	۲۳/۶۴	۱۹۰/۹۷	۹۰/۰۲/۰۴	۶۹/۶۳	۲۷۸۸/۳۰
۸۲/۰۷/۲۶	۹/۰۴	۲۰۲/۵۶	۸۴/۱۲/۱۳	۲۱۷/۹۲	۸۴۴/۱۸	۹۰/۰۳/۲۴	۴۴۰/۷۹	۶۷۳/۶۲
۸۲/۰۸/۱۱	۱۴۴/۲۵	۲۰۹/۳۲	۸۵/۰۱/۱۹	۴۴۵/۱۷	۳۲۶۳/۰۳	۹۰/۰۴/۱۲	۲۴/۵۰	۶/۵۱
۸۲/۰۸/۲۶	۱۵۶/۵۵	۱۵۹/۶۶	۸۵/۰۳/۰۶	۳۳۳/۴۱	۱۳۲/۸۷	۹۰/۰۵/۲۴	۱۳/۰۵	۱۱۲/۱۰
۸۲/۰۹/۰۸	۲۵۷/۳۷	۱۰۱۸/۸۳	۸۵/۰۴/۱۷	۷۹/۶۹	۳۴۷/۳۱	۹۰/۰۶/۲۲	۳۱/۸۹	۸۱/۷۵
۸۲/۰۹/۲۲	۱۵۹/۰۱	۱۱۵۴/۹۶	۸۵/۰۵/۱۱	۳۷/۹۹	۴۸/۱۲			

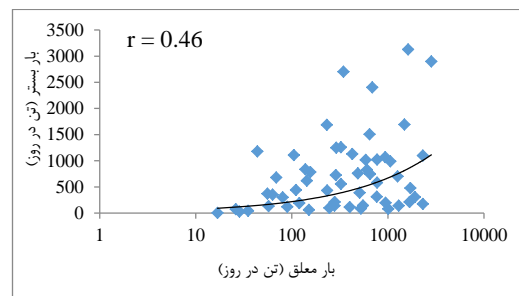
درصد) تفاوت فاحشی با نتایج دو ایستگاه دیگر و نتایج پژوهش دیگران دارد.



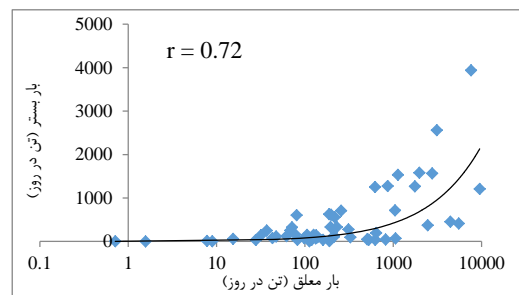
شکل ۴- رابطه بار بستر و بار معلق در ایستگاه هیدرومتری مزرعه رودخانه بارون چای



شکل ۵- رابطه بار بستر و بار معلق در سه ایستگاه هیدرومتری یزدکان، بارون و بدلان



شکل ۲- رابطه بار بستر و بار معلق در ایستگاه هیدرومتری یزدکان رودخانه قطورچای



شکل ۳- رابطه بار بستر و بار معلق در ایستگاه هیدرومتری بدلان رودخانه الوندچای

نتایج پژوهش Arabkhedri (۲۰۰۱) در رودخانه چمرود کاشان که نسبت بار بستر به معلق را معادل

نتایج تحقیق Duck و McManus (۱۹۹۴) در سد Pinmacher در غرب اسکاتلند نیز میزان بار رسوبی بستر را ۴۶ درصد بار رسوبی نشان داد که با نتایج پژوهش در این دو ایستگاه قابل مقایسه است. ولی نسبت بار بستر به بار معلق در ایستگاه مزرعه (۱۳)

## تشکر و قدردانی

از مساعدت‌های مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی و اداره مطالعات آب‌های سطحی سازمان آب منطقه‌ای استان آذربایجان غربی به‌ویژه آقایان مهندس رضا سلمانیان و مهندس اکبر امیری تشکر و قدردانی می‌شود.

۳۱ درصد برآورد نمود نیز قرابت نزدیکی با متوسط نسبت سه ایستگاه فوق (۴۳ درصد) دارد. این نتایج همچنین با نسبت رایج بین بار بستر به معلق که معمولاً ۲۰ درصد در نظر گرفته می‌شود و یا با میزان ۱۷/۵ درصد Matthews (۱۹۹۹) تفاوت دارد. در بررسی منابع فوق نسبت بار بستر به معلق در مناطق کوهستانی حدود ۵۰ درصد و در مناطق دشتی حدود ۳۰ درصد بوده است و هر دو عدد با متوسط ۲۰ درصد رایج در منابع مطالعاتی اختلاف زیادی دارند.

## منابع مورد استفاده

1. Abrahart, R.J. and S.M. White. 2001. Modeling sediment transfer in Malawi: Comparing back propagation neuralnetwork solutions against a multiple linear regression benchmark using small data set. *Physics and Chemistry of the Earth*, 26(1):19-24.
2. Afzalimehr, H., A. Motamedi and H. Mansouri. 2006. The relation between sediment discharge and hydraulic parameters in reaches of mountaneous rivers. *The Proceedings of the First Regional Water Conference*, 8 March, Behbahan Branch, Islamic Azad University.
3. Arabkhedri, M. 2001. Determining the ratio of bedload to suspended load through reservoir survey and sediment particle size analysis. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 6: 81-91.
4. Arabkhedri, M. 2003. Condition of suspended sediment yield of Iranian watersheds. *Journal of Watershed, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute*, 11: 4-5.
5. Asadi, F.Z., R. Fazl Avali and E. Emadi. 2011. Deriving and selecting the best relation for estimating river suspended sediments (Case study: Talar River). 11th National Conference of Irrigation and Reducing Evaporation. 7-10 February, Kerman Shahid Bahonar University.
6. Claude, N., S.Rodrigues, V. Bustillo, J.G. Br  h  ret, J.J. Macaireand and P. Jug  . 2012. Estimating bedload transport in a large sand-gravel bed river from direct sampling, dune tracking and empirical formulas. *Geomorphology*, 179: 40-57.
7. Duck, R.W. and J. McManus. 1994. A long-term estimate of bedload and suspended sediment yield derived from reservoir deposits. *Journal of Hydrology*, 159(1-4): 365-373.
8. Esmaeili, K., M. Shafaei Bajestan and M. Kashefipour. 2008. Bedload estimation method in Seasonal rivers. *Journal of Water and Soil (Agricultural Sciences and Technology)*, 22(2): 240-250.
9. Eswaran, H., R.Lal and P.F. Reich 2001. Land degradation: An overview. In: *Response to land degradation*. Bridges, E.M., I.D. Hannam, L.R.Oldeman, F.W.T. Penning de Vries, S.J. Scherr and S. Sombatpanit (Eds.). Science Publishers Inc., Enfield, NH, USA, 20-35.
10. Hamzehpour, R. 2004. Evaluation of sediment transport rate in coarse bed rivers. MSc Thesis in Irrigation Structures, Department of Water Engineering, University of Urmia, 218 pages.
11. Hergault, V., P. Frey and F. OisMe tivier. 2010. Image processing for the study of bedload transport of two-size spherical particles in a supercritical flow, *Experiments in Fluids*, 49: 1095-1107.
12. Javaheri, N., M. Ghomshi and Y.M. Kashefipour. 2005. Comparing statistical regression and fazi methods for estimating Karoon and Dez Rivers' sediment load. *Journal of Agricultural Science*, 28(2): 197-213.
13. Matthews, G. 1999. Sediment source analysis and preliminary sediment budget for the Noyo River. Prepared for: Tetra Tech, Inc., Under Contract 68-C7-0018, Work Assignment # 0-18, Matthews and Associates, P.O. Box 1516, Weaverville, CA 96093, with assistance from: John Coyle & Associates, Inc. Jeff Anderson Engineering, May 1999.
14. Nikkani, D., A.J. Ardakani and F.B. Movahed. 2008. Tillage Management on Sustainable Rainfed Agricultural Resources. *Journal of Applied Sciences*, 8(18): 3255-3260.
15. Nikkani, D., M. Shabani and H. Ahmadi. 2009. Land use scenarios and optimization in a watershed. *Journal of Applied Sciences*, 9(2): 287-295.
16. Ouyang, D. and J. Bartholic. 1997. Predicting sediment delivery ratio in Saginaw Bay watershed. *Proceedings of the 22nd National Association of Environmental Professionals Conference*, May 19-23, Orlando, FL., 659-671.
17. Pratt-Sitaula, B., M. Garde, D.W. Burbank, M. Oskin, A. Heimsath and E. Gabet. 2007. Bedload-to-suspended load ratio and rapid bedrock incision from Himalayan landslide-dam lake record.



- Quaternary Research, 68(1): 111-120.
18. Shafaei Bajestan, M. and M. Ostad Asgari. 2000. Estimating sediment bedload and total load by Enistain corrected method. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources. 4(2): 29-40.
19. Samadianfard, S., M.A. Ghorbani, R. Hosseinilar, A. Hosseinzadeh Dalir and D. Farsadizadeh. 2007. Selecting the best method of estimating suspended and bed load in Aharchay River (Upstream of Sattarkhan Dam). Agricultural Research: Water, Soil and Plant in Agriculture, 7(3): 91-101.

## Investigating sediment loads of Iranian rivers, case study: Western Azerbaijan

Davood Nikkami<sup>\*1</sup>, Reza Sokouti Oskuee<sup>2</sup>, Ebrahim Brooshkeh<sup>3</sup> and Faniz Heshmati<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Professor, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, Iran, <sup>2</sup>Associate Professor, Agricultural and Natural Resources Research Center, Western Azerbaijan, Iran, <sup>3</sup>Scientific Board, Agricultural and Natural Resources Research Center, Western Azerbaijan, Iran and <sup>4</sup>MSc, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, Iran

Received: 15 July 2012

Accepted: 20 October 2012

### Abstract

Eroded soil particles within watershed areas are transported in three shape of dissolved, suspended and bed loads by river water discharge. Knowing the amount of suspended and bed loads are necessary in estimating sediment yield of watersheds. Usually, suspended load is measured daily in hydrometric stations, while this does not happen for bed load. Although, there are many differences between geology formations, rainfall intensities and water discharges of watersheds, the amount of bed loads are considered as a constant unique coefficient of suspended load. So, there would be highly errors in watersheds' sediment load estimates. In this research, after collecting bed and suspended load data of three hydrometric stations of Badlan on Alandchay, Pol Yazdakan on Ghotourchay and Mazraeh on Baroonchay Rivers in Western Azerbaijan, the data were analyzed and best relations were fitted between bed load and suspended loads. According to statistical analysis all data had high coefficient of correlation at the level of 99 percent and the best equations were chosen accordingly. The ratio of bed to suspended load in Yazdakan, Badlan and Mazraeh stations were 79, 49 and 13 percent, respectively. This ratio was 47 percent for all three stations.

**Key words:** Bed load, Regression analysis, Sampling, Sediment yield, Suspended load

---

\* Corresponding author: nikkami@scwmri.ac.ir