دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز

# بهینه‌سازی روابط دبی جریان و دبی رسوب معلق در ایستگاه‌های حوزه قره‌سو

**ع. نجفی نژاد[1]، س. خزائی[2]، م. محمدی [3] و ا. بخت[4]**

۱ و ۳- استادیار و دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان نویسنده مسوول: solmaz_khazaei@yahoo.com
۴- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه یزد

**چکیده**

**در این مطالعه با بکارگیری مدل منحنی سنجه (۶ روش اصلاحی شامل مدل‌های: خطی (USBR)، فصلی، ماهانه، تفکیک داده‌ها براساس ماه‌های خشک و مرطوب، تفکیک داده‌ها براساس زمان اندازه‌گیری جریان (ماه‌های کم آب و ماه‌های پر آب) و تفکیک داده‌ها براساس ماه‌های دارای پوشش گیاهی و ماه‌های فاقد پوشش گیاهی بر روی ایستگاه‌های حوزه قره‌سو شامل ایستگاه های انجیراب، سیاه‌آب، شصت‌کلاته، غازمحله، نهارخوران و ورودی سد کوثر، اقدام به انتخاب روش مناسب برآورد رسوب معلق رودخانه‌ها گردید. نتایج حاصل از تست همگنی داده‌ها نشان داد که داده‌های دبی روزانه جریان در تمامی ایستگاه‌های مورد مطالعه همگن می‌باشد. برای انتخاب بهترین مدل، از شاخص میانگین مربع خطا و ضریب همبستگی استفاده شده است. نتایج نشان داد که مدل $D_2$ (ماه‌های فاقد پوشش گیاهی) دارای کمترین دقت در برآورد می‌باشد و مدل تقسیم بندی براساس فصل دارای ضریب همبستگی بالاتر و میانگین مربع خطا کمتری می‌باشند بطوری که فصل زمستان به عنوان مناسب ترین مدل برآورد رسوب معلق از میان مدل‌های مورد بررسی تعیین گردید. پس از آنها نیز مدل‌های تابستان، پاییز دقت بالاتری برخوردار می‌باشند. همچنین مدل یک خطی که در آن تفکیک داده‌ها صورت نگرفته است نیز دارای همبستگی کم و میانگین مربع خطا می باشد.**

**واژه های کلیدی: دبی رسوب، دبی جریان، منحنی سنجه رسوب، قره‌سو**

**مقدمه**

آب از مهمترین عوامل فرسایشی پوسته زمین بوده و در مسیر حرکت خود موادی را به صورت محلول، معلق و بار بستر حمل می‌کند (۱۷). هرساله بالغ بر ۲۰ تا ۵۲ میلیارد تن رسوب توسط رودخانه‌های جهان انتقال

[ Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-02-10 ]

می‌یابد و در آب‌های ساکن ته‌نشین می‌شود (۶). رودهای کشور ما در مقایسه با رودخانه‌های جهان رسوب بیشتری حمل می‌کنند (۱۹). اطلاعات دقیق و صحیح از فرسایش در کشور ما بسیار کم است و بین اندازه‌گیری‌ها و برآوردهای انجام شده نیز اختلاف‌های زیادی مشاهده می‌شود (۱۳). شناخت وضعیت رسوبدهی و میزان رسوب خروجی یک حوزه، درک درستی از پدیده فرسایش و عواقب آن را بدست می‌دهد (۱۷). تغییرات میزان رسوب در حال حاضر در رودخانه‌ها اغلب تابع تغییرات دبی می‌باشد (۱۴). روش اندازه‌گیری بار معلق که بر پایه اندازه گیری غلظت رسوب معلق و دبی جریان استوار است، روش مطمئنی است که مستلزم اندازه‌گیری پیوسته می‌باشد و معمولاً تنها برای رودخانه‌های مهم و دائمی مقدور می‌باشد (۱۳ و ۲۱). به منظور برآورد رسوب انتقالی رودخانه‌ها به طور معمول از معادله انتقال رسوب که بصورت $Q_S = aQ_W^b$ است استفاده می‌شود (۲، ۱۵ و ۱۸). این معادله را فلمینگ (۷) با بررسی آمار رسوب معلق ۲۵۰ رودخانه دنیا، برای حوزه‌های فاقد آمار ارائه داد. در عین حال برآورد رسوب از طریق معادله همواره با مقداری خطا همراه می‌باشد (۳، ۵، ۱۲، ۱۳، ۱۶ و ۲۰) با توجه به اینکه بیشترین میزان حمل رسوب در مواقع سیلابی رخ می‌دهد بنابراین اندازه گیری رسوب در مواقع سیلابی ضروری می‌باشد (۱، ۲ و ۱۲). بنابراین افزایش نمونه برداری‌ها در این دوره سبب بهبود برآوردها خواهد شد (۹ و ۱۳). والین (۲۳) نشان داد که تاثیر دبی‌های بالا در تهیه منحنی سنجه رسوب زیاد بوده و باید به این بخش از داده‌ها ارزش بیشتری داده شود. هورویتز (۸)، عرب خدری و همکاران (۱) و اعظمی و همکاران (۴) نشان دادند که رگرسیون خطی و غیرخطی تخمین پایین تری از رسوبدهی را نشان می‌دهد.

جانسون (۱۰) روش اصلاحی را برای حل این مشکل پیشنهاد داد. در این روش ابتدا دبی‌های جریان با یک نمو معین به تعدادی دسته تقسیم می‌شوند و برای دبی متوسط هر دسته، میانگین رسوب همان دسته تعیین می‌گردد و منحنی سنجه بدست آمده از آنها بدست می‌آید. پیری و همکاران (۱۷) مدل تفکیک داده‌ها براساس ماه‌های خشک و مرطوب را به عنوان مدل بهینه در حوزه معرف امامه معرفی نمودند. مساعدی و همکاران (۱۶) در مطالعه ایستگاه های گرگان رود اظهار داشتند که مدل متداول برآورد رسوب که در آن فقط از یک معادله سنجه رسوب استفاده می‌شود در بین مدل‌ها دارای بیشترین خطا در برآورد رسوب معلق می‌باشد. محمدی و همکاران (۱۰) نشان دادند که مدل حد واسط دسته‌ها در بین مدل‌های مورد آزمون بهترین قابلیت پیش‌بینی را در برآورد رسوب داراست.

با توجه به مرور منابع روش‌های متعددی برای بررسی رابطه دبی جریان و رسوب معلق و اصلاح این رابطه در حوزه‌های آبخیز بیان شده است. در برخی مطالعات یک روش و در

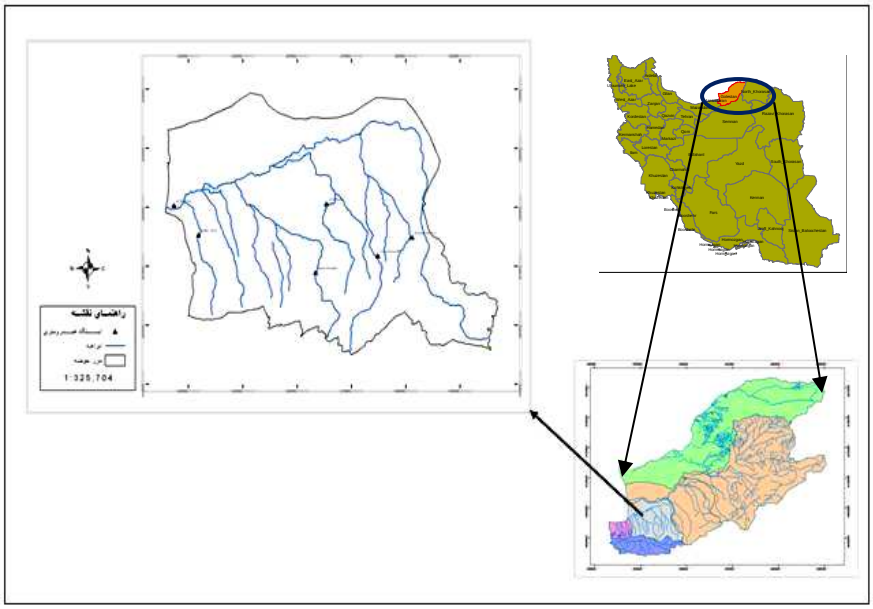
[ Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-02-10 ]

مطالعات دیگر چند روش مورد آزمون قرار گرفته است، اما تمامی این روش‌های اصلاحی به صورت همزمان در چند ایستگاه یک حوزه استفاده نگردیده است. در این صورت انجام همزمان روش‌های اصلاحی، مقایسه بهترین مدل اصلاحی آسان تر و نتایج دارای دقت بالاتری می‌باشد زیرا در این حالت سایر شرایط در ایستگاه‌ها یکسان می‌باشد. هدف از این مطالعه بکارگیری مدل منحنی سنجه (۶) روش اصلاحی شامل مدل های: خطی (USBR)، فصلی، ماهانه، تفکیک داده‌ها براساس ماه‌های خشک و مرطوب، تفکیک داده‌ها براساس زمان اندازه‌گیری جریان (ماه‌های کم آب و ماه‌های پرآب) و تفکیک داده‌ها براساس ماه‌های دارای پوشش گیاهی و ماه‌های فاقد پوشش گیاهی روی ایستگاه‌های حوزه قره‌سو شامل ایستگاه‌های انجیراب، سیاه آب، شصت کلاته، غاز محله، نهارخوران و ورودی سد کوثر، جهت انتخاب روش مناسب برآورد رسوب معلق رودخانه‌ها می‌باشد.

## مواد و روش ها

### موقعیت منطقه مورد مطالعه

حوزه آبخیز قره‌سو یکی از سه زیر حوزه آبخیز اصلی جاری در دامنه شمالی البرز و پهنه گسترده جلگه گرگان در حد فاصل ۳' ۵۴° تا ۴۵' ۵۴° درجه طول جغرافیایی و عرض بین ۳۷' ۳۶° تا ۳۷° واقع شده است. بلندترین نقطه حوزه با ارتفاع ۳۱۴۰ متر از سطح دریای آزاد در جنوب شرق و پست ترین منطقه آن با ارتفاع ۲۴ متر در شمال غرب حوزه واقع شده است (وزارت کشاورزی ۱۳۶۹). شکل ۱ و جدول ۱ بیانگر موقعیت حوزه و ایستگاه‌های مورد مطالعه می باشند.




شکل ۱- موقعیت حوزه و ایستگاه های مورد مطالعه.

[ Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-02-10 ]

جدول ۱- مشخصات ایستگاه های مورد مطالعه

| رودخانه | نام ایستگاه | مختصات جغرافیایی | | |
|---|---|---|---|---|
| | | X | Y | Z |
| زیارت | نهار خوران | ۲۷۴۶۶۴ | ۴۰۷۱۷۶۵ | ۵۰۰ |
| گرمابدشت | ورودی سد کوثر | ۲۸۱۶۴۴ | ۴۰۷۶۷۵۵ | ۲۵۰ |
| کردکوی | غاز محله | ۲۴۱۸۲۱ | ۴۰۷۵۲۹۵ | ۵.۵ |
| شصت کلاته | شصت کلاته | ۲۶۳۳۸۹ | ۴۰۶۸۹۳۵ | ۱۵۰ |
| قره سو | سیاه اب | ۲۳۷۲۹۱ | ۴۰۷۹۶۷۲ | -۲۶ |
| انجیر آب | انجیراب- پل جاده | ۲۶۵۴۰۲ | ۴۰۸۰۵۹۸ | ۷۵ |

قبل از هر گونه اقدامی جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها، لازم است از کیفیت و همگنی داد ها در طول دوره آماری اطمینان حاصل شود. بدین منظور اقدام به تست همگنی داده‌ها به کمک نرم افزار *Hydrology Technical* و به روش اسمیرنف-کلموگراف گردید. برای تبدیل مقادیر اندازه گیری شده غلظت مواد رسوبی معلق به دبی رسوب از رابطه (۱) استفاده شده است.

رابطه (۱) $Q_s = 0.0864C.Q_w$

که در آن $Q_S$ دبی مواد رسوبی معلق یا بار معلق برحسب تن در روز، $Q_w$ دبی جریان برحسب متر مکعب بر ثانیه، C متوسط غلظت مواد رسوبی معلق برحسب میلی گرم بر لیتر است.

سپس مدل‌های زیر در مورد داده‌های متناظر دبی جریان $Q_w$ و دبی رسوب $Q_S$ مورد بررسی قرار گرفتند.

**مدل A (مدل متداول خطی):**

در روش منحنی رسوب یک خطی یا روش (USBR) تفکیک داده‌ها صورت نمی‌گیرد و فقط یک رابطه رگرسیونی بین مقادیر دبی رسوب و دبی جریان برقرار می‌شود.

**مدل B (مدل تفکیک داده‌ها براساس ماه‌های سیلابی و غیر سیلابی):**

بر این اساس داده‌ها به دو دسته داده‌های ماه‌های پر آب (سیلابی) و ماه‌های کم آب (غیر سیلابی) تقسیم بندی شدند. ماه‌هایی که دبی متوسط ماه‌هانه بیشتر از دبی میانگین ماه‌هایی که دبی متوسط ماهانه آنها بیشتر از دبی میانگین سالانه و یا مساوی آن باشد، به عنوان ماه‌های پر آب و ماه‌هایی که میانگین دبی ماه‌هانه آنها کمتر از دبی میانگین سالانه باشد، به عنوان ماه‌های کم آب در نظر گرفته شدند.

**مدل C (مدل تفکیک داده‌ها براساس ماه‌های مرطوب و خشک):**

در این مدل داده‌ها به دو دسته داده‌های ماه‌های مرطوب و ماه‌های خشک تقسیم بندی شدند بدین صورت که ماه‌هایی که بارندگی متوسط در آن ماه بیشتر از دو برابر میانگین دما باشد به عنوان ماه مرطوب انتخاب

[ Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-02-10 ]

می‌گردد و در غیر این صورت به عنوان ماه خشک در نظر گرفته می‌شود.

**مدل D (تفکیک داده‌ها براساس ماه‌های دارای پوشش گیاهی و ماه‌های فاقد پوشش گیاهی):**

در این مدل داده‌ها به دو دسته داده‌های ماه‌های دارای پوشش گیاهی و ماه‌های فاقد پوشش گیاهی تقسیم بندی می‌شوند.

**مدل E ( مدل فصلی):**

در این مدل برآورد دبی رسوب معلق مشابه مدل خطی USBR ولی براساس تفکیک داده‌ها به صورت فصلی مورد مطالعه قرار می‌گیرد.

**مدل F ( مدل ماهانه):**

در این مدل برآورد دبی رسوب معلق مشابه مدل خطی USBR ولی براساس تفکیک داده‌ها به صورت ماهانه مورد بررسی قرار می‌گیرد و برای هر یک از ماه‌های سال باتوجه به آمار طولانی مدتی که در اختیار قرار دارد، منحنی سنجه رسوب ماهانه تعیین می گردد. برای انتخاب بهترین مدل، از شاخص میانگین مربع خطا و ضریب همبستگی استفاده گردید. لازم بذکر است که حیدرنژاد و همکاران (۹) و مساعدی و همکاران (۱۶) شاخص میانگین مربعات خطا را به عنوان معیار آماری مناسب جهت انتخاب مدل بهینه برآورد رسوب معلق معرفی نمودند. براساس شاخص میانگین مربع خطا، هر چه مقادیر برآورد شده از مدل‌های انتخابی به مقادیر مشاهده‌ای نزدیکتر باشند، مجموع مربعات خطا کاهش یافته و در نتیجه میانگین توان دوم خطا که از تقسیم مجموع مربعات خطا به درجه آزادی بدست می‌آید، کمتر می‌شود. شاخص‌های مجموع مربعات خطا، میانگین مربعات خطا از روابط زیر محاسبه می‌شوند.

$$SS_E = \sum_{i-1}^{n} (\log Q_{sio} - \log Q_{sic})^2 \qquad \text{رابطه (۲)}$$

$$MS_E = \frac{\sum SS_E}{N} \qquad \text{رابطه (۳)}$$

SSE مجموع مربعات خطا، $Q_{SIO}$ دبی بار معلق اندازه گیری شده برحسب تن در روز، $Q_{sic}$ دبی بار معلق برآورده شده بر حسب تن در روز، MSE میانگین مربعات خطا، N تعداد کل داده‌ها در هر بخش از مدل می‌باشد. هر اندازه که میانگین توان دوم خطا به صفر نزدیکتر باشد، مدل از کارایی و دقت بیشتری برخوردار خواهد بود و هرچه ضریب همبستگی بین دو سری داده در یک مدل به یک نزدیکتر باشد اطمینان مدل بالا است. بر این اساس بهترین مدل، مدلی است که دارای کمترین مقدار مجموع مربعات خطا و بالاترین ضریب همبستگی باشد.

## نتایج و بحث

نتایج حاصل از تست همگنی داده‌ها نشان داد که داده‌های دبی روزانه جریان در تمامی ایستگاه‌های مورد مطالعه همگن می‌باشد. با استفاده از رابطه (۲) و رابطه (۳) به ترتیب مجموع مربعات خطا و و میانگین مربعات خطا برای هر مدل محاسبه گردید. همچنین روابط همبستگی بین دبی جریان و دبی رسوب در تمامی مدل‌ها برقرار گردید. نتایج نشان داد که مد D2 (مدل تقیسم بندی ماه‌های فاقد

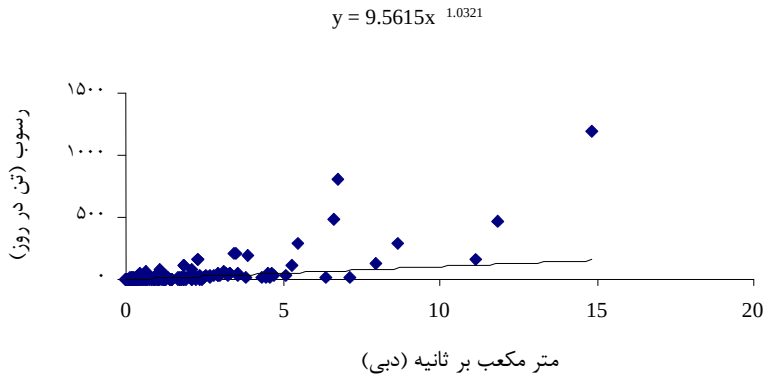
[ Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-02-10 ]

پوشش گیاهی) دارای کمترین ضریب همبستگی (۰/۵) و بالاترین میانگین مربع خطا (۰/۴۷) می‌باشد که نشان از دقت کم این بخش از مدل را نشان می‌دهد. در بین تمامی مدل‌ها، مدل تقسیم بندی براساس فصل دارای ضریب همبستگی بالاتر و میانگین مربع خطا کمتری می‌باشند بطوری که فصل زمستان با ضریب همبستگی ۰/۸۱ و میانگین مربع خطا ۰/۲۳ در بین تمامی مدل‌ها از دقت بالاتری برخوردار است بنابراین این مدل به عنوان مناسب ترین مدل برآورد رسوب معلق از میان مدل‌های مورد بررسی تعیین می‌گردد. پس از آنها نیز مدل‌های تابستان، پاییز و بهار دارای بالاترین ضریب همبستگی و کمترین مربعات خطا و دقت بالاتری بر خوردارمی‌باشند. همچنین مدل یک خطی که در آن تفکیک داده‌ها صورت نگرفته است نیز دارای همبستگی کم و میانگین مربع خطا می‌باشد بنابراین می‌توان اظهار نمود که این مدل نیز دارای دقت کمی می‌باشد. جدول (۲) میانگین مربع خطا و ضریب همبستگی در مدل های مورد بررسی را نشان می دهد. شکل ۲ نیز منحنی سنجه رسوب مدل بهینه ($D_1$) در این مطالعه را نشان می‌دهد.

جدول ۲- میانگین مربعات خطا و ضریب همبستگی در مدل های مورد بررسی

| نام مدل | بخش های مدل | میانگین مربعات خطا | ضریب همبستگی |
|---|---|---|---|
| A | تمام داده‌ها | ۰/۴۷ | ۰/۷۳ |
| B | زمستان و بهار | ۰/۳۹ | ۰/۷۵ |
| | تابستان و پاییز | ۰/۴۵ | ۰/۷۱ |
| C | زمستان، بهار و پاییز | ۰/۵ | ۰/۷۴ |
| | تابستان | ۰/۴۱ | ۰/۷۷ |
| D | خرداد و فصل تابستان | ۰/۲۹ | ۰/۸۲ |
| | بقیه فصول | ۰/۴۷ | ۰/۵ |
| E | بهار | ۰/۳۷ | ۰/۷۶ |
| | تابستان | ۰/۲۴ | ۰/۷۵ |
| | پاییز | ۰/۳۱ | ۰/۷۷ |
| | زمستان | ۰/۲۳ | ۰/۸۱ |
| F | مهر | ۰/۴۴ | ۰/۷۲ |
| | آبان | ۰/۳۸ | ۰/۸۱ |
| | آذر | ۰/۵۳ | ۰/۶۷ |
| | دی | ۰/۳۵ | ۰/۷۴ |
| | بهمن | ۰/۴۷ | ۰/۶۷ |
| | اسفند | ۰/۵۵ | ۰/۶۵ |
| | فروردین | ۰/۲۳ | ۰/۸۱ |
| | اردیبهشت | ۰/۳۵ | ۰/۷۷ |
| | خرداد | ۰/۵۹ | ۰/۸ |
| | تیر | ۰/۴۶ | ۰/۶۷ |
| | مرداد | ۰/۲۵ | ۰/۷۳ |
| | شهریور | ۰/۳۹ | ۰/۶۳ |

[ Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-02-10 ]




شکل ۲- مدل بهینه منحنی سنجه رسوب در مدلهای مورد بررسی.

نتایج نشان داد که مدل $D_2$ (مدل تقیسم بندی ماه‌های فاقد پوشش گیاهی) دارای کمترین ضریب همبستگی (۰/۵) و بالاترین میانگین مربع خطا (۰/۴۷) می‌باشد در واقع ماه‌هایی که فاقد پوشش گیاهی، همبستگی بین دبی رسوب و دبی جریان وجود ندارد که این خود نشان از نقش پوشش گیاهی و تثبیت خاک توسط پوشش گیاهی سبز را نشان می‌دهد. در بین تمامی مدل‌ها، مدل تقسیم بندی براساس فصل دارای ضریب همبستگی بالاتر و میانگین مربع خطا کمتری می‌باشند بطوری که فصل زمستان با ضریب همبستگی ۰/۸۱ و میانگین مربع خطا ۰/۲۳ در بین تمامی مدل‌ها از دقت بالاتری برخوردارمی‌باشد دلیل این آن است که در فصل زمستان بارش در ارتفاعات منطقه بصورت برف بوده و بنابراین میزان فرسایش و حمل رسوب در این فصل کم می‌باشد. لازم به ذکر است که مدل یک خطی که در آن تفکیک داده‌ها صورت نگرفته است نیز دارای همبستگی کم و میانگین مربع خطا می‌باشد. طرخوانی (۲۲)، مساعدی و همکاران (۱۵)، مساعدی و همکاران (۱۶) و محمدی و همکاران (۱۳) نیز اعلام نمودند که مدل یک خطی دارای کمترین دقت می باشد اما نتایج لطیفی و حسن زاده (۱۱) که اقدام به بررسی مقایسه روش های مختلف بار رسوبی معلق رودخانه گاماسیاب نمودند نشان داد که مدل یک خطی دقیق‌ترین روش برآورد رسوب معلق می‌باشد. پیری و همکاران (۱۷) نیز در مطالعات خود نشان دادند که مدلی که تفکیک داده‌ها براساس ماه‌های خشک و مرطوب می‌باشد بهترین مدل در برآورد رسوب معلق می‌باشد.

[ Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-02-10 ]

## منابع


1. Arabkhedri, M., S.H. Hakimkhani and A. Khodjeini. 1997. Revisal necessity on general methods to estimation of rivers suspended sediment. Proceeding of the 5th national river engineering congress, Ahvaz, Iran. (In CD).
2. Arnild, J.G. 1999. Water resources of the Texas Gulf Basin. Water Science and Technology. 121-133.
3. Asselman, M.E.M. 2002. Fitting and interpretation of sediment rating curves. Journal of Hydrology. 234(4): 228-248.
4. Azami, A., A. Najafinejad and M. Arabkhedri. 2005. Evaluation of hydrological models for Estimating of suspended sediment in base flow and flood stages in Ilam dam watershed. Proceeding of 3rd National Conference of Erosion and Sedimentation. Tehran, Iran. pp: 486-490.
5. Crawford, C.G. 1991. Estimation of suspended sediment rating curves and mean suspended sediment loud. Journal of Hydrology. 129: 331-348.
6. Feiznia, S., F. Majdabadi Farahani, M. Mohseni Saravi and M. Arabkhedri. 2002. Evaluation of proper length of record for estimation of mean annual sediment yield and its relation with area, variation of annual sediment yield, climate, geology and vegetation cover. Journal of Agriculture Science and Natural Resources. 9(3): 3-16.
7. Fleming, G. 1979. Deterministic model in hydrology. Irrigation and Drainage paper. (32): 80.
8. Horowitz, A.J. 2002. The use of rating (transport) curves to predict suspended sediment concentration: A matter of temporal resolution.Turbidity and other surrogate workshop. Reno, NV. 3 pp.
9. Heydarnejad, M., S.H. Golmaee, A. Mosaedi and M.Z. Ahmadi. 2006. Estimation of sediment volume in Karaje dam reservoir (Iran) by hydrometry method and a comparison with hydrography method. Lake and Reservoir Management. 22(3): 233-239.
10. Jansson, M.B. 1996. Estimating a sediment rating curve of the Reventazon River at Palamo using logged mean louds within discharge classes. Journal of Hydrology. 183(4): 277-241.
11. Latifi, A. and Y. Hassanzadeh. 2007. The comparison of different methods of estimating the suspended sediment load in rivers and choosing the most appropriate method (Case Study: Gamasiab River). Proceedings of the 7th International River Engineering Conference. Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran. (In CD).
12. Mirbagheri, S.A. and T. Rajaee. 2006. Improvement of forecasting and estimating of suspended sediment transport by applying Artificial Neural Network (ANN). Proceeding of 7th international conference of civil Eng. Tehran, Iran. (In CD).
13. Mohamadi, A., A. Mosaedi and A. Heshmatpour. 2007. Determination of the best model to estimate suspended sediment loud in Ghazaghli gauge station-Gorganroud River. Journal of Agriculture Science and Natural Resources. 14(4): 232-240.
14. Morehead, M.D., J.P. Syvitski, E.W.H. Hutton and S.D. Peckham. 2003. Modeling the temporal variability in the flux of sediment from ungauged river basin. Global Planet. Change 39(1): 95-110.
15. Mosaedi, A., A. Mohamadi, A. Najafinegad and F. Yaghmaiee. 2006. Optimization of relation between flow discharge and suspended sediment discharge in selected


[ Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-02-10 ]

hydrometric station of Gorgan River. Iranian Journal of Natural Resource. 59(2): 331-343.

16. Mosaedi, A. 1998. Hydrological sizing of sediment reservoir system for irrigation and water supply. Ph.D. Thesis, Faculty of Civil Eng. Technical University of Budapest. Hungary. 101 pp.
17. Piri, A., M., Habibnejad, M.Z. Ahmadi, K. Solaimani and A. Mosaedi. 2005. Optimization of the relationship between water and sediment discharge rates in Amameh representative watershed, Journal of Agriculture Science and Natural Resources of Khazar. 3(3): 30-40.
18. Popolawski, W.A., J. piorewicz and M.R. Gourlay. 1989. Sediment transport in an Inland river in Neartherland. Hydrobiology. pp: 77-92.
19. Refahi, H. 1994. Water erosion and conservation. Tehran Univ. Press, 551 pp.
20. Robert, B.T. 1985. Estimating total suspended sediment yield with probability sampling. Water Resources Research. 21(9): 1381-1388.
21. Sadeghi, S.H.R. 2005. Development of sediment rating curve equations for rising and falling limbs of hydrograph using regression concept. Iran-Water Resources Research. 1(1): 101-103.
22. Tarkhorani, H. 2001. Optimization of the relationship between water and sediment discharge rates in Lighvan representative watershed. M.Sc. thesis in watershed management, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Recourses. 111 pp.
23. Walling, D.E. 1994. Measuring sediment yield from river basins,In: Lal, R., (Ed), Soil erosion research methods. Soil and Water Conservation Society Pub., 2nd edition. 39-83.

[ Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-02-10 ]

# Optimization of Water Discharge and Suspended Sediment Relationship in Sediment Record Stations of Gharesoo River

**A. Najafinejad[1], S. Khazaei[2], M. Mohammadi[3] and E. Bakht[4]**

1 and 3- Assistant Professor and M.Sc. Student, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Gorgan
2- M.Sc. Student, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Gorgan (Corresponding author: solmaz_khazaei@yahoo.com)
4- M.Sc. Student, Yazd University

## Abstract

In this study, using Sediment rating curve models USBR, seasonal model, monthly model, data model based on separating dry and wet seasons, data separation based on flow measurement time (months of low water and high water seasons) and separation of data based on months with no green vegetation and green vegetation] on 6 hydrometric station in Gharesoo River in Golestan Province with aim of selection of appropriate method for estimation of suspended sediment. Results of homogeneity test data showed that daily discharge at all stations was homogeneous. For selection of the best model index of mean square error and correlation coefficient was used. The results showed that models of months without vegetation had lowest accuracy, and the model based on the season had higher correlation coefficient and less mean square errors. So that the winter season was the most suitable models for the estimation of suspended sediment among the models and also summer and autumn models had a higher accuracy. Also, a linear model in which data has been done separately also have the low correlation and mean square error.

**Keywords:** Sediment discharge, Optimization, Sediment rating curve, Gharesoo

[ Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-02-10 ]