



Technical Report

گزارش فنی

A Review on Estimation Methods for  
Suspended Load  
Case study: Seydon Basin, Iran

مروری بر روشهای برآورد بار معلق  
(مطالعه موردی: حوضه آبریز صیدون)

M. J. PourAghnaei<sup>1</sup>, M. DomiriGanji<sup>1</sup>,  
A. YousefPour<sup>1</sup> and B. Ghermezcheshmeh<sup>2</sup>

محمدجواد پوراغنیائی<sup>۱</sup>، مسعود دومیری گنجی<sup>۱</sup>،  
امیر یوسف پور<sup>۱</sup> و باقر قرمزچشمه<sup>۲</sup>

Abstract

Suspended load in water are a problem dam reservoir management. Accordingly a pre-construction study on suspended load is needed for dams and other hydraulic structures. There are several methods all of which need the results from the field sampling from the river under study or the conjunctive rivers. Because of limited data, interpolation and/or extrapolation will normally be necessary.

In this research, regarding the absence of gauges on Seydon River, data from other stations in the basin were used. The result was used on the area-ratio basis. This study was done using single line Sediment Duration Curve (SDC), double line and seasonal SDC, and, FAO methods. The result are then compared to the PESIAC method resulted in the selection of the best method for study area.

**Keywords:** Suspended load, Sediment, Hydrometric Station, Sediment Duration Curve, River.

چکیده

ذرات معلق در آب رودخانه که تبدیل به رسوب می شود از مشکلات اصلی مدیریت سدها می باشد. لذا پیش از احداث سدها و سایر تاسیسات هیدرولیکی نیاز به مطالعه بار معلق رودخانه ها می باشد. بدیهی است که با توجه به محدود بودن دوره های آماری و تغییرات گسترده شرایط هیدرولوژیکی و حفاظتی حوضه آبریز و رودخانه عموماً استفاده از روشهای درونبایی یا برون بایی ضروری می شود که بالطبع احتمال خطا را افزایش می دهد می دهد. در این مطالعه با توجه به عدم وجود ایستگاه بروی رودخانه صیدون تحلیلی بروی ایستگاههای موجود در منطقه انجام گردید و با توجه به رابطه نسبت سطح، رابطه به حوضه تعمیم گردید. لذا با استفاده از آمار ایستگاههای هیدرومتری پیرامون و همچنین با استفاده از روشهای منحنی سنجه تک خطی، منحنی سنجه دوخطی و منحنی های سنجه فصلی و روش تعدیل بار رسوبی (FAO-1981) مقادیر رسوب برآورد گردید و نتایج بدست آمده با نتیجه روش پسیاک مقایسه گردید و بهترین روش برای منطقه معرفی گردید.

**کلمات کلیدی:** بار معلق، رسوب، ایستگاه هیدرومتری، رودخانه، منحنی سنجه

1- Ghods Niroo Engineering Company, # 98, Motahari St., Tehran, Iran.  
[mpouraghnaei@ghodsniroo.com](mailto:mpouraghnaei@ghodsniroo.com)  
2- Soil Conservation and Watershed Management Research Institute (SCWMRI), Karadj, Iran

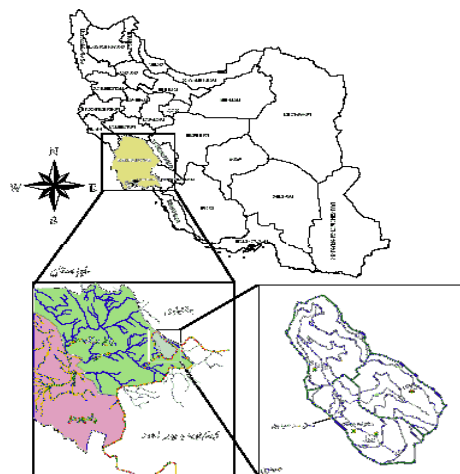
۱- شرکت مهندسی مشاور قدس نیرو، تهران، خیابان مطهری شماره ۹۸. صندوق پستی: ۱۵۷۴۵-۵۱۶  
۲- پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری

۱- مقدمه

نمونه برداری از بار معلق رودخانه و گذر حجمی متناظر با آن این امکان را بوجود می آورد که با استفاده از روشهای آماری بتوان وزن درازمدت رسوبات حمل شده توسط رودخانه را تخمین زد. مطالعاتی نظیر تحقیقات والینگ (Waling-1985) و میرابوالقاسمی (۱۳۷۳) و (۱۳۷۴) نشان می دهد کاربرد این روشها گاه با خطا همراه است. لیکن تحقیقاتی نیز اعتبار نسبی به کارگیری این روشها را تحت شرایط خاص تأیید می کند. همچون نمونه هایی از این روشها که از طرف منابع معتبری همچون اداره احیای اراضی امریکا (USBR-1987) و فائو (FAO-1981) توصیه و بکار گرفته شده است.

۲- منطقه مورد مطالعه

حوضه آبریز صیدون در استان خوزستان قرار دارد. این حوضه در محدوده جغرافیایی ۲۲° ۳۱' تا ۳۱° ۳۰' عرض شمالی و ۵۰° ۰۶' تا ۵۰° ۱۳' طول شرقی واقع شده است. رودخانه صیدون دارای حوضه کوهستانی بوده و دارای آب دائمی می باشد همچنین این رودخانه دارای رژیم برفی- بارانی است. شکل (۱) موقعیت این حوضه را در استان نشان می دهد. در این تحقیق آمار و اطلاعات رسوب اندازه گیری شده در محل هفده ایستگاه هیدرومتری واقع در اطراف منطقه مورد مطالعه جمع آوری شده و مورد بررسی قرار گرفت. این ایستگاهها دارای بیش از ۲۰ سال آمار می باشند. بررسی این آمار و اطلاعات نشان می دهد که اندازه گیری های انجام شده به ندرت در مواقع سیلابی می باشند و این در حالی است که ممکن است بار معلق حمل شده در دبی های سیلابی تغییرات فاحشی داشته باشد که این مسئله در نتایج حاصله تاثیر به سزایی خواهد داشت.



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

۳- برآورد بار رسوبی به روشهای مختلف

۳-۱- روش منحنی سنجه تک خطی

در این روش بهترین رابطه همبستگی بین دبی (مترمکعب در ثانیه) و دبی رسوب (تن در روز) برقرار شده و با توجه به آمار روزانه در محل ایستگاههای هیدرومتری و با استفاده از روابط منتخب مقادیر بار رسوبی برآورد شده است. برای برآورد بار رسوبی حوضه مورد نظر از بهترین رابطه همبستگی بین سطح حوضه و وزن مواد رسوبی استفاده شده است. همچنین رابطه برآورد رسوب در محل ساختگاهها بصورت زیر می باشد:

$$Q_S = 6.6032A^{1.601} \quad R = 0.91$$

که در آن  $Q_S$ : بار رسوبی (تن در سال) و  $A$ : مساحت حوضه (کیلومترمربع) رسوب برآورد شده با استفاده از رابطه فوق برای حوضه صیدون ۹۳/۲ تن در سال در کیلومترمربع می باشد. این مقدار با توجه به سایر نتایج و نیز وضعیت رسوب خیزی در کل کشور بسیار پایین بوده و نمی تواند معرف رسوب خیزی منطقه باشد.

۳-۲- روش منحنی سنجه دو خطی

در این روش با توجه به نحوه پراکنش بار معلق اندازه گیری شده در محل هر ایستگاه هیدرومتری نسبت به دبی جریان دو رابطه مجزا برای مقادیر آبدی برازش داده شده است. براساس رابطه ای که بین مقادیر رسوب برآورد شده در محل ایستگاهها و مساحت حوضه های بالادست بدست آمده است، مقادیر بار معلق محاسبه و برآورد گردید. این رابطه بصورت زیر ارئه شده است.

$$Q_S = 13.344A^{1.5334} \quad R = 0.97$$

براساس این روش مقدار بار معلق برای حوضه صیدون ۱۴۰ تن در سال در کیلومترمربع برآورد گردید.

۳-۳- روش منحنی های سنجه فصلی

در این روش برای داده های آمار ثبت شده بار رسوبی معلق در فصلهای پاییز، زمستان، بهار و تابستان یک رابطه مجزا برازش داده شده است. براساس این روابط مقادیر بار معلق رسوب در محل ایستگاهها برآورد گردید. همچنین رابطه بار رسوبی با مساحت زیر حوضه ها بر اساس رابطه زیر می باشد.

$$Q_S = 22.954A^{1.3078} \quad R = 0.97$$

براساس رابطه فوق بار رسوبی برای حوضه صیدون ۷۶ تن در سال در کیلومتر مربع برآورد گردید.

### ۴-۳- روش تعدیل بار رسوبی FAO

در این روش ابتدا بین کلیه داده‌های اندازه‌گیری شده بار رسوبی در محل ایستگاه هیدرومتری یک رابطه برازش داده می‌شود که رابطه حاصله بصورت زیر می‌باشد:

$$Q_s = a Q_w^b$$

که در آن:  $Q_s$ : بار معلق رسوب (تن در روز) QW: آبدهی (m3/s) و  $a$  و  $b$ : ضرایب معادله می‌باشند. در این روش سازمان خوار و بار جهانی برای تعدیل ارقام و نزدیک کردن مقادیر برآورد شده از منحنی سنج رسوب به مقادیر مشاهده شده رابطه زیر را توصیه کرده است.

$$a' = \bar{Q}_s / \bar{Q}_w^b$$

که در آن:  $\bar{Q}_s$ : میانگین بار رسوبی  $\bar{Q}_w^b$ : میانگین جریان رودخانه و  $a'$ : ضریب تعدیل FAO می‌باشند.

براساس این روابط مقادیر بار معلق رسوب در محل ایستگاههای هیدرومتری برآورد گردید و برای برآورد بار رسوبی معلق حوضه صیدون بین بار رسوبی برآوردی ایستگاهها و مساحت آنها رابطه رگرسیونی برقرار گردید که رابطه رگرسیونی ارائه شده بصورت زیر می‌باشد:

$$Q_s = 13.05 A^{1.7267} \quad R=0.92$$

براین اساس بار رسوبی معلق برای حوضه صیدون ۳۲۰ تن در سال در کیلومتر مربع برآورد شده است.

### ۴-۵- روش پسیاک

در این روش برای برآورد وضعیت فرسایش تولید رسوب ۹ عامل موثر در فرسایش و رسوب‌زایی شامل زمین‌شناسی سطحی، خاک، آب و هوا، روان‌آب، پستی و بلندی، پوشش زمین، استفاده از زمین، وضعیت فعلی فرسایش در سطح حوضه آبریز و فرسایش رودخانه‌ای و حمل رسوب بر حسب شدت و ضعف نقش آنها در فرسایش خاک و تولید رسوب مورد بررسی قرار گرفت.

براساس جدول مربوطه مقادیر ضرایب برای هر یک از عوامل نه‌گانه تعیین گردید. برای تعیین ضریب مربوط به فاکتور زمین‌شناسی از نتایج مطالعات انجام شده استفاده شده است. بر این اساس گروههای

تاریخ دریافت گزارش فنی: ۲۴ آبان ۱۳۸۵

تاریخ اصلاح گزارش فنی: ۳ بهمن ۱۳۸۶

تاریخ پذیرش گزارش فنی: ۲۸ اسفند ۱۳۸۶

هیدروژیکی D,C,B,A به ترتیب ۱، ۵۱، ۱۶ و ۳۳ درصد تا خروجی حوضه صیدون برآورد شده است. بقیه ضرایب نیز از مطالعات هیدرولوژیکی و هواشناسی حوضه صیدون برآورد گردید.

حجم رسوبات سالانه برای حوضه صیدون ۳۰۰ مترمکعب در سال در کیلومتر مربع برآورد شده است. با در نظر گرفتن متوسط وزن مخصوص خاک خروجی از حوضه بطور تقریبی حدود ۱/۳ تن بر مترمکعب، میزان رسوب ویژه حوضه آبریز تا خروجی ۳۹۰ تن در سال در کیلومتر مربع برآورد گردید که با اعمال ضریب ۰/۸ مقدار بار معلق از این روش ۳۱۲ تن در سال در کیلومتر مربع برآورد گردید.

### ۴-۴- نتایج

همانطور که ملاحظه گردید، روشهای مختلف نتایج نسبتا متفاوت و گاه پرت ارائه مینمایند که نشاندهنده نقش کارشناس در ارزیابی کارائی این روشها و تصمیم‌گیری برای استفاده از روش مناسب می‌باشد. با توجه به نتایج روش پسیاک و نزدیکی خصوصیات حوضه‌های مجاور که نمونه‌برداری بار رسوبی معلق هم در آنها انجام می‌گیرد ملاحظه گردید که روشهای برآورد بار رسوبی (منحنی سنجه تک خطی، منحنی سنجه دو خطی و منحنی سنجه فصلی) مقادیر نسبتا کمی را برای بار رسوبی معلق حوضه مورد نظر برآورد می‌نمایند. لذا با توجه شرایط منطقه‌ای روش تعدیل بار رسوبی در این تحقیق بعنوان روش مناسب برای منطقه مورد نظر توصیه می‌گردد.

### ۵-۵- مراجع

میرابوالقاسمی، هادی. و مرید، سعید. (۱۳۷۴) بررسی روشهای هیدرولوژیکی برآورد بار معلق رودخانه‌ها، مجله آب و تکنولوژی. شماره ۳، سال سوم، ص ۵۴-۶۷.

میرابوالقاسمی، هادی (۱۳۷۳) ارزیابی روش USBR در برآورد بار معلق رودخانه کارون، سمینار مهندسی رودخانه اهواز.

Jones, K. R., et al. (1981), paper 37: Arid Zone Hydrology, FAO, Rome.

USBR (1987) "Design of Small Dams, Water Resources Technical Publication.

Walling. D.E. (1985), "Development in Erosion yield studies" UNESCO, Paris.