

## نقش رسوب‌زایی سازندهای زمین‌شناسی و تعیین سهم استانی حوزه آبخیز سد شهید عباسپور (حوزه آبخیز کارون 1)

سادات فیض نیا<sup>1</sup>، مسعود نصری<sup>2\*</sup>، علی نجفی<sup>3</sup> و حسن نخکوب<sup>4</sup>

1- استاد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، پست الکترونیک: sfeiz@ut.ac.ir

2- نویسنده مسئول، مربی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردستان

3- کارشناس ارشد آبخیزداری، اداره کل منابع طبیعی استان اصفهان

4- کارشناس زمین‌شناسی، اداره کل منابع طبیعی استان اصفهان

تاریخ دریافت: 85/7/29 تاریخ پذیرش: 86/8/12

### چکیده

احداث سدهای مخزنی در سرشاخه رودخانه‌های بزرگ کشور و افزایش و پایداری عمر مفید آنها به منظور امکان اجرای طرحهای انتقال آب بین حوزه‌های نقش مهمی در توسعه پایدار مناطق خشک و بیابانی در حوزه مرکزی ایران دارد. از جمله محدودیت‌ها در مناطق بیابانی کمبود آب و در حوزه‌های آبخیز سدها، فرسایش و تولید رسوب است. از آنجائی که تولید رسوب در یک حوزه آبخیز تحت تأثیر عوامل مختلف زمین‌شناسی و اقلیمی است، در این میان، نقش سازندهای فرسایش‌پذیر در تولید رسوب حائز اهمیت بیشتری است. در این مطالعه تأثیر سازندهای فرسایش‌پذیر از طریق روش فیض‌نیا با بهره‌گیری از نقشه‌های زمین‌شناسی منطقه و امتیازدهی سازندهای آن در محیط GIS و استفاده از تکنیکهای رقوم‌سازی و تلفیق اطلاعات، در استانهای مجاور حوزه آبخیز کارون 1 شامل استانهای چهارمحال و بختیاری، اصفهان، کهگیلویه و بویراحمد، خوزستان و فارس مورد بررسی قرار گرفت. سهم آبدهی هر یک از استانها به ترتیب 168/1، 50/1، 64/7، 64/6 و 8/5 مترمکعب بر ثانیه می‌باشد. نتایج حاصل از تحلیل رگرسیونی نشان می‌دهد که دبی رسوب با مساحت حوزه آبخیز، دبی جریان و مساحت سازندهای فرسایش‌پذیر با ضرایب همبستگی 0/974 و 0/97 و در سطح معنی‌داری 1 درصد رابطه دارد. منظور از سازندهای فرسایش‌پذیر با عنایت به مطالعات و منابع موجود در این زمینه سازندهای آغا‌جاری (Mg)، رازک-گچساران (Mr-Mgs)، (فلیش) امیران (Kaf)، گورپی-پابده (Kg-Ep)، کژدمی (kk) و هرمز (PEh) می‌باشد که در محدوده مطالعاتی حضور دارند. با توجه به عوامل مؤثر در دبی رسوب، نسبت تولید رسوب هر استان محاسبه گردید و مشخص شد استان چهارمحال و بختیاری با 47/9 درصد بیشترین و استان فارس با 2/1 درصد کمترین تأثیر را بر دبی رسوب حوضه کارون 1 دارند. نتایج حاصل می‌تواند در مدیریت حوزه‌های آبخیز به منظور کنترل رسوب ورودی به مخازن سدها از طریق تأکید بر اجرای طرحهای مدیریت عرصه‌های منابع طبیعی به تفکیک استانی با تخصیص اعتبارات ویژه و ملی مؤثر باشد.

واژه‌های کلیدی: دبی رسوب، سازندهای فرسایش‌پذیر، حوزه آبخیز کارون 1.

## مقدمه

با توجه به گسترش زیاد مناطق خشک و نیمه‌خشک در سطح کشور ایران و پراکنش نامنظم بارندگی در طول سال در این مناطق، اهمیت حفظ و ذخیره منابع آبی در سدهای مخزنی با هدف استفاده در فصول خشک سال بیش از پیش محسوس است. از آنجایی که بخش عظیمی از رواناب کشور بسوی دشت خوزستان و از طریق رودخانه‌هایی نظیر کارون، دز، کرخه و ... جریان دارد؛ بنابراین کنترل و ذخیره این حجم رواناب و انتقال بین حوزه‌ای این آبها (نظیر تونلهای کوهرنگ و انتقال آب از سرشاخه‌های کارون به زاینده‌رود) بخصوص آبرسانی به مناطق خشک و بیابانی نظیر مناطق مرکزی، جنوبی و شرقی ایران دارای جایگاه خاصی است. محدودیت منابع آبی در سطح کشور به ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک و فصلی بودن بارشها در این مناطق لزوم ذخیره آب در مخازن سدها را برای مصرف در فصول خشک سال ضروری ساخته است. از این رو، بر اساس سیاستهای بلند مدت بهره‌وری از منابع آب کشور سدهای زیادی از جمله سدهای رودخانه کارون احداث و یا در دست احداث و مطالعه است. یکی از موارد مبتلا به این مخازن، وجود دبی رسوب زیاد در آب ورودی به این مخازن است که با توجه به هزینه‌های ساخت سد ضرورت بررسی و شناخت عوامل تولید رسوب حوزه‌های آبخیز بالادست محسوس است. با توجه به هزینه‌بر بودن احداث سدهای مخزنی، نگهداری ظرفیت آبرگیری مفید سد بعد از احداث و بکارگیری اقدامات مدیریتی بخصوص عملیات آبخیزداری از مهمترین موارد در افزایش و حفظ بازدهی اقتصادی مخازن سدهاست و این امر می‌تواند در حیات اقتصادی و اجتماعی نواحی

خشک و نیمه خشک و بیابانی نقش حیاتی ایفا کند. در مرحله اول و متناسب با هر حوزه آبخیز سد می‌بایست علل و عوامل وقوع فرایندهای فرسایش و رسوب شناسایی گردد به نحوی که بررسی فرسایش و رسوب و شناخت عوامل مؤثر بر آن نقش مهمی در مدیریت حوزه‌های آبخیز و به ویژه مدیریت سدهای بزرگ مخزنی دارد. با عنایت به احداث سدهای متعدد مخزنی در نقاط مختلف کشور که با اهداف چندگانه به ویژه ذخیره آب، کنترل سیلاب و تولید برق ایجاد شده‌اند اهمیت معضل انتقال رسوبات به مخازن سدهای یاد شده آشکار است. مطالعات متعددی توسط محققان داخلی و خارجی در این مورد با محوریت شناسایی و کنترل راههای کاهش میزان انتقال رسوبات به پشت سدها صورت گرفته و نتایج اغلب بصورت نمونه‌های ریاضی ارائه شده است. در ادامه به برخی از این مطالعات اشاره می‌گردد.

بررسیهای مختلف رابطه بین رسوبدهی حوزه‌های آبخیز با عوامل اقلیمی، هیدرولوژیکی و ژئومورفولوژیکی را نشان می‌دهد (Walling, 1996 and Brayn & Campbell, 1989). نسبت سازندهای فرسایش پذیر به عنوان منشأ بار معلق توسط Nolan et al. (1986) در ایالت کالیفرنیا مورد بررسی قرار گرفت. این موضوع که حوضه‌های کوچک با نسبت سازندهای سست بیشتر، نقش مؤثرتری بر بار رسوب معلق دارند توسط (1990) Kasimir et al. به اثبات رسید. خوجینی و نژادهاشمی (1377) نیز تأثیر سازندهای فرسایش پذیر را در تولید رسوب حوضه آبخیز طالقان نشان دادند. قدیمی عروس محله و امین سبحانی (1377) نیز معنی دار بودن رسوب را در سازندهای فرسایش پذیر شیل و مارن حوضه دریاچه نمک نشان دادند. (Mahmoudzadeh (1996 تحقیقی در

جغرافیایی  $49/43^0$  تا  $52^0$  شرقی واقع شده است (شکل 1). این حوضه از چهار شاخه اصلی به نامهای خرسان، آب ونک، آب کیار و بازفت تشکیل شده که هریک از این شاخه‌ها از ارتفاعات مختلف از استانهای مجاور سرچشمه می‌گیرند و پس از الحاق، رود کارون در جهت جنوب شرقی - شمال غربی جریان یافته و پس از طی مسیر 140 کیلومتر به محل سد شهید عباسپور می‌رسد. حوضه کارون 1 در استانهای چهارمحال و بختیاری، اصفهان، کهگیلویه و بویر احمد، خوزستان و فارس واقع شده و در استانهای مذکور به ترتیب 54/02، 19/59، 16/07، 9/34 و 1 درصد از مساحت آن قرار گرفته است. بارش حوضه تحت تأثیر جریانهای مرطوب غربی بوده که به مدت 8 ماه حوضه کارون را تحت تأثیر قرار می‌دهد. دو هسته پر باران حوضه یکی در قسمت شمال غرب (در محدوده قله زردکوه) و دیگری در قسمت جنوب شرق (در محدوده قله دنا) با میانگین 1200 میلی‌متر وجود دارد. قسمت شرقی حوضه با میانگین سالانه 300 میلیمتر بارش خشکترین بخش حوضه محسوب می‌گردد. براساس کلیماگراف آمبرژه اقلیم منطقه نیمه مرطوب سرد و بر اساس روش دومارتن، اقلیم منطقه مرطوب می‌باشد. منطقه از نظر زمین‌شناسی در زون زاگرس قرار دارد و از واحدهای سنگ‌شناسی متنوعی تشکیل شده است (فیض نیا و همکاران، 1383).

#### - روش تحقیق

در تقسیم‌بندی حوضه آبخیز کارون 1 و انتخاب 8 زیر حوضه مطالعاتی، موقعیت ایستگاههای آب‌سنجی از نظر قرارگیری در مرزهای جغرافیایی استانها و همین طور آمار رسوب‌سنجی مد نظر قرار گرفته است. لازم به ذکر است

رابطه با تأثیرات کاربری زمین و لیتولوژی روی تولید رسوب در حوضه‌های آبخیز کوچک واقع در جنوب شرق استرالیا انجام داد. نتایج نشان داد که رسوب تولیدی از نقاط شیل و ماسه سنگی بطور معنی‌داری بیشتر از نقاطی است که از گرانیت تشکیل شده است، اما تفاوت معنی‌داری بین رسوب تولیدی از نواحی شیلی و ماسه سنگی وجود ندارد. نجفی (1382) با بررسی زیرحوضه‌های آبخیز بزرگ اصفهان و سیرجان و با به کارگیری تحلیل منطقه‌ای رسوب معلق، به معرفی نمونه‌های ریاضی برآورد رسوب معلق در این منطقه پرداخته و نقش عوامل زمین‌شناسی به ویژه سازندهای فرسایش‌پذیر را یادآوری کرده است. قدیمی عروس محله و قدوسی (1378) با استفاده از آمار 21 ایستگاه رسوب‌سنجی در حوضه آبخیز دریاچه نمک با دوره آماری 22 ساله نشان دادند که رابطه رگرسیونی رسوب معلق با دبی آب مدل توانی می‌باشد. بررسی رسوب ویژه معلق در حوزه آبخیز دریاچه نمک نشان داد که طیف تغییرات آن از 50 تا 600 تن بر کیلومتر مربع در سال متغیر است. بیشترین درصد از پراکندگی رسوب معلق در رده‌های زیر 250 تن بر کیلومتر مربع در سال بوده و مربوط به نواحی است که از سنگهای مقاوم مانند گرانیت و آندزیت تشکیل شده که به دلیل حساسیت کم به فرسایش، رسوب کمی تولید می‌کنند.

#### مواد و روشها

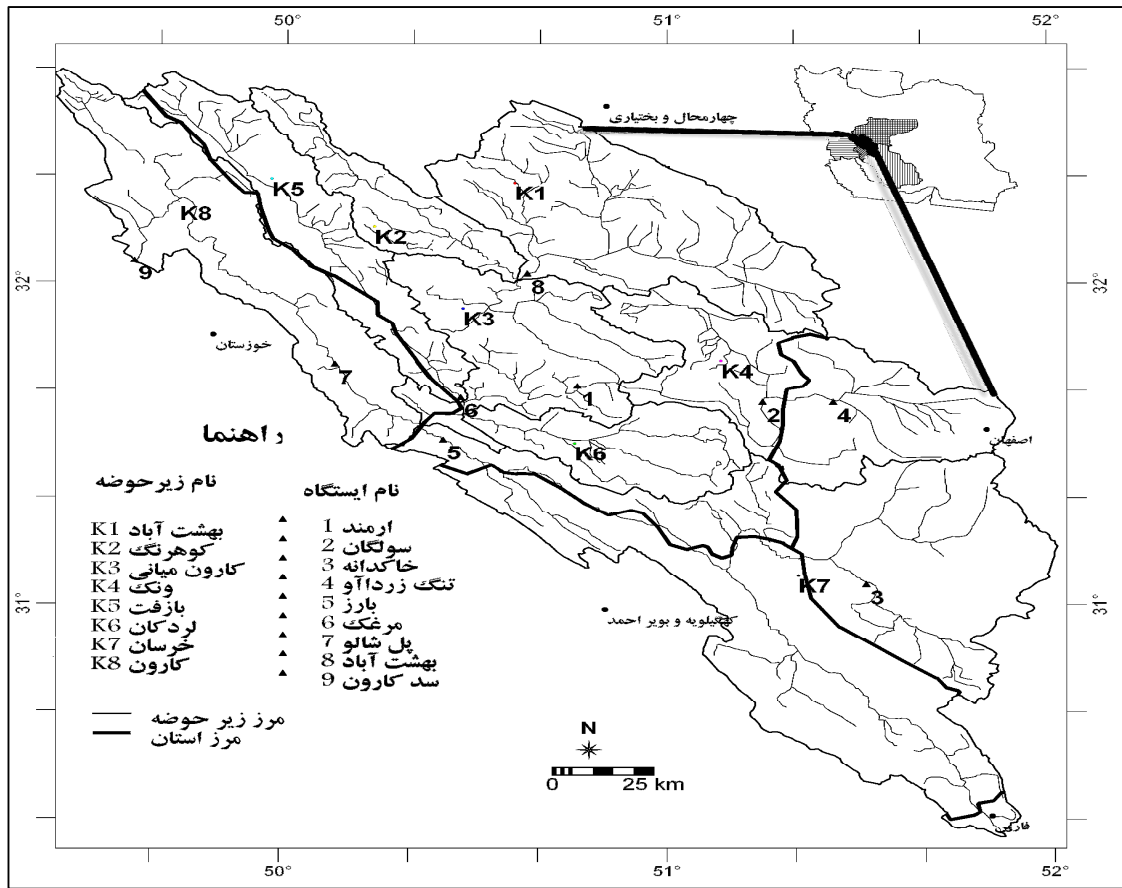
##### - موقعیت منطقه مورد مطالعه

حوضه آبخیز کارون 1 تحت عنوان حوضه آبخیز سد شهید عباسپور با مساحتی بالغ بر 26546 کیلومتر مربع در عرض جغرافیایی  $30/23^0$  تا  $32/67^0$  شمالی و طول

برگشتی دبی- رسوب بر اساس شکل کلی  $Q_s = \exp(a)Q^b$  استخراج گردید (مهدوی، 1378) که ضرایب آن در جدول 4 نشان داده شده اند. در معادله یاد شده  $Q_s$  دبی رسوب بر حسب تن در روز،  $Q$  دبی آب بر حسب مترمکعب بر ثانیه و  $a$  و  $b$  ضرایب معادله هستند. لازم به ذکر است فرم معادلات رسوب برآزش داده شده بر داده‌های موجود نه به فرم نهایی یاد شده بلکه به صورت چند متغیره برای منطقه مطالعاتی و در سطح معنی‌داری قابل قبول، بدست آمده است و به نظر می‌رسد فرم نهایی بیشتر در مورد داده‌های دبی آب و دبی رسوب یک ایستگاه مناسبتر باشد تا چند ایستگاه. به منظور تعیین سهم هر استان در آبدهی رودخانه کارون، 19 ایستگاه آب‌سنجی در منطقه مورد مطالعه مورد تحلیل قرار گرفته و سهم هر استان در آبدهی کارون مشخص گردید.

ایستگاههای انتخاب شده به گونه‌ای بوده که تمامی نقاط حوضه را در بر می‌گیرند و از همین رو چنین ایستگاههایی انتخاب شده‌اند. طول دوره آماری از سال آبی 52-1351 تا سال آبی 77-1376 به مدت 25 سال بوده است. از آنجا که آماربرداری رسوب از زیر حوضه‌ها منظم نبوده و از لحاظ توزیع زمانی پراکندگی خوبی نداشته‌اند، در ابتدا معادله برگشتی دبی- رسوب هر زیر حوضه محاسبه شده است و سپس با توجه به دبی متوسط خروجی هر زیر حوضه (بر اساس آمار دبی-سنجی ایستگاههای یاد شده)، دبی رسوب متوسط هر زیر حوضه برآورد شده است. بر اساس آمار موجود در خصوص اندازه‌گیری دبی (جدول 2) و رسوب جریان (جدول 3) در 8 زیر حوضه آبخیز موجود (اخذ از سازمان تصاب و وزارت نیرو) در مرز استانهای فوق‌الذکر، ابتدا معادلات

Archive of SID



شکل 1- موقعیت منطقه مورد مطالعه در کشور

امتیازدهی و یک روش خاص می باشد که با توجه به بررسیهای وسیع در سطح کشور از حیث تنوع جنس سنگها و نوع اقلیمهای موجود دارای کاربرد زیادی در پروژههای آب و خاک و آبخیزداری بخصوص در مبحث رسوبزایی سازندهای مختلف است. شرح کامل روش یاد شده در مرجع گفته شده در دسترس است و ارائه شرح آن در این مقاله میسر نیست.

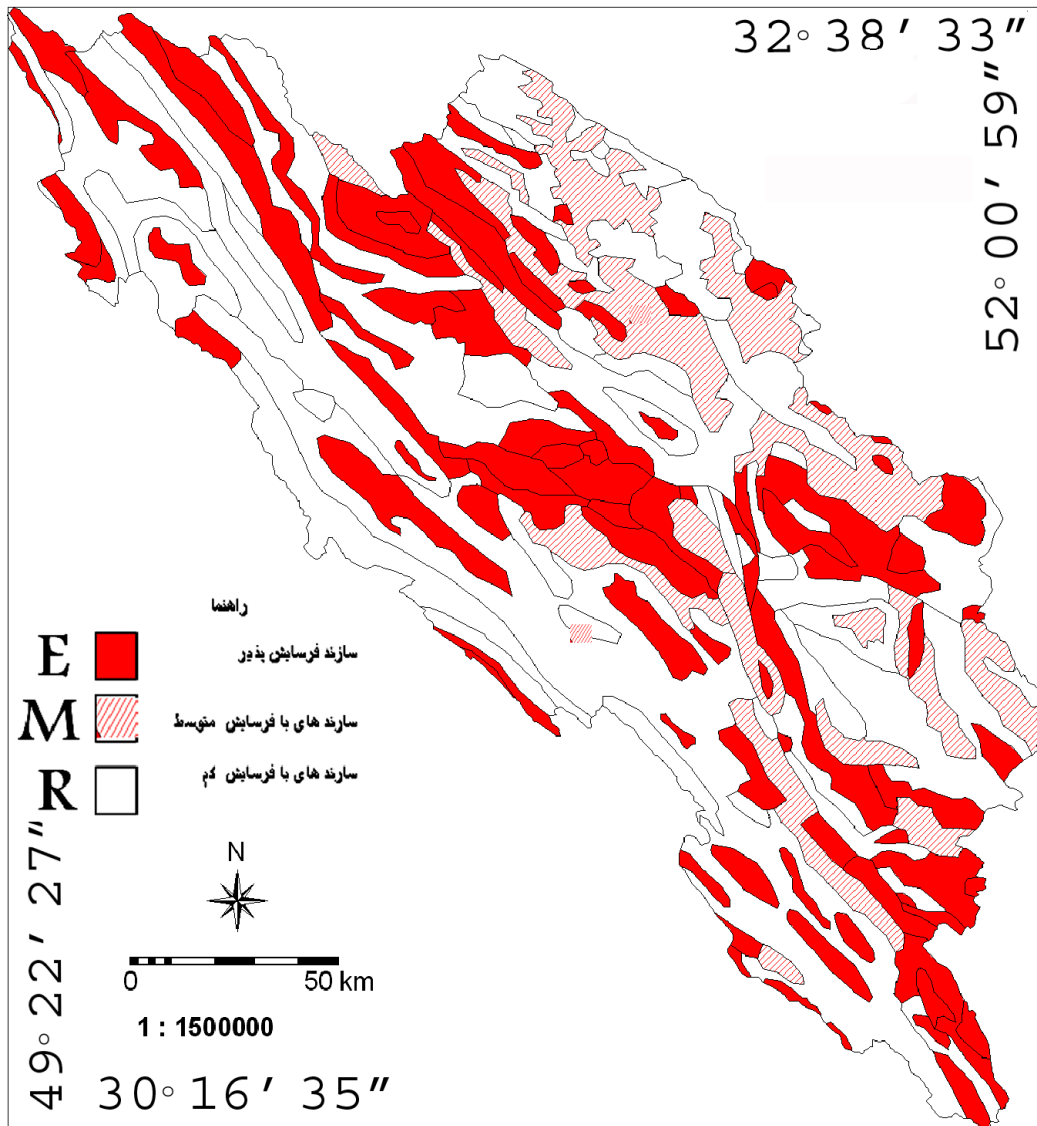
به منظور بررسی گسترش سازندهای فرسایش پذیر حوضه آبخیز کارون 1 با توجه به نقشه های 1:1000000 زمین شناسی (تهیه شده توسط شرکت نفت) و روش فیض نیا (1374) اقدام به ترسیم نقشه سازندهای فرسایش پذیر حوضه آبخیز کارون شده و بر این اساس گسترش سازندهای فرسایش پذیر به تفکیک 8 زیرحوضه انتخابی و به تفکیک استانی ارائه شده است (جدول 1 و شکل 2).

روش موسوم به روش فیض نیا پیرامون تعیین مقاومت سنگها در اقلیمهای مختلف حیاتی به روش

جدول 1- خصوصیات سازندهای حوضه آبخیز کارون از لحاظ فرسایش‌پذیری

سازندهای در برگیرنده هر گروه از قدیم (در زیر) به جدید (در بالا) با علامت اختصاری و خصوصیات لیتولوژی در سازند		فرسایش‌پذیری
<ul style="list-style-type: none"> <li>• سازندهای گورپی - پابده (Kg-Ep) متشکل از مارن</li> <li>• سازند کژدمی (Kk) متشکل از مارن و آهک مارنی</li> <li>• سازند هرمز (PEh) متشکل از نمک طعام، ژیبس، ریولیت</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• سازند آغاجاری (Mg) متشکل از ماسه سنگ</li> <li>• سازندهای رازک - گچساران (Mr-Mgs) متشکل از مارن، شیل، انیدریت، نمک و لایه‌های آهکی</li> <li>• (فلیش) امیران (Kaf) متشکل از شیل و ماسه سنگ</li> </ul>	سازندهای فرسایش‌پذیر (E)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• آبرفت امروزه (Qal)</li> <li>• سازند بختیاری (Pib) متشکل از کنگلومرا</li> <li>• گروه بنگستان (Kb) متشکل از آهک و آهک مارنی</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• پادگانه Qt</li> <li>• سازند تاربور (Kt) متشکل از آهک انیدریتی</li> <li>• گروه خاکی (Jkk) متشکل از آهک و آهک آرزیلی</li> <li>• آهک کامبرین بالا (EL)</li> </ul>	سازندهای با فرسایش متوسط (M)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• سازندهای فهلیان - داریان (Kd) متشکل از آهک</li> <li>• سازند خانه‌کت (Tr) متشکل از دولومیت</li> <li>• سنگهای کربناته پرموکربونيفر و پرمین (PC)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• گراول پلیستوسن (Qpl)</li> <li>• سازند آسماری (OMa) متشکل از آهک</li> <li>• سازند جهرم (Ej) متشکل از دولومیت و آهک دولومیتی</li> <li>• سازند سروک (Ks) متشکل از آهک</li> </ul>	سازندهای با فرسایش کم (R)

Archive of SID



شکل 2- نقشه فرسایش پذیری حوضه آبخیز سد شهید عباسپور

آبدهی رودخانه کارون منتهی به سد شهید عباسپور برای استانهای چهارمحال و بختیاری، اصفهان، کهگیلویه و بویراحمد، خوزستان و فارس به ترتیب برابر 168/1، 50/1، 64/7، 64/6 و 8/5 متر مکعب بر ثانیه محاسبه گردید.

## نتایج

با مد نظر قرار دادن آمار دبی آب و دبی رسوب 8 ایستگاه منتخب برخی مشخصات آماری مربوطه در جدولهای 2 تا 4 آمده است. با توجه به توضیحات ارائه شده و استفاده از آمار آبدهی ایستگاههای آب سنجی سهم

جدول 2- پارامترهای آماری داده‌های آب‌سنجی حوضه کارون 1 - دبی رودخانه به (مترمکعب بر ثانیه)

ایستگاه	تعداد مشاهده‌ها	میانگین	مد	انحراف استاندارد	چولگی
تنگ زردآلو	۵۵	۴/۶۱	۱/۶	۵/۹۱	۲/۹
سولگان	۱۳۶	۱۱/۳۴	۲/۹	۱۲/۹۷	۳/۵
ارمند	۳۵۷	۱۴۱/۴	۱۵۲	۱۳۹/۳	۴/۸
مرغک	۲۴۹	۱۱۴/۸	۱۳۸	۱۰۰/۳	۲/۵
خاکدانه	۵۵	۲۱/۸	۲۰/۹	۲۱/۶	۱/۹
بارز	۳۵۳	۱۸۱/۴	۸۷/۹	۲۰۵/۳	۴/۱
بهشت‌آباد	۷۵	۲۵	۱۲/۸	۳۹/۶	۳/۹
پل شالو	۳۲۰	۳۹۴/۵	۱۷۶	۳۹۲	۲/۷

جدول 3- پارامترهای آماری داده‌های رسوب‌سنجی حوضه کارون 1 - دبی رسوب به (تن در روز)

ایستگاه	تعداد مشاهده‌ها	میانگین	مد	انحراف استاندارد	چولگی
تنگ زردآلو	۵۵	۳۳۵/۷۵	۷۴/۱۹	۱۲۸۷/۹۷	۴/۴
سولگان	۱۳۶	۲۷۴/۰۰	۴۷/۹	۱۳۶۸/۹۶	۸/۷
ارمند	۳۵۷	۱۹۵۲۱	۷۱	۱۷۰۱۹۱	۱۷
مرغک	۲۴۹	۹/۱۳۱۱۲	۹۸۶	۹۹۸۳۰/۹	۱۳/۵
خاکدانه	۵۵	۳/۸۲۷	۹۸/۹	۲۳۶۲	۴/۱
بارز	۳۵۳	۴۴۰۲۸	۱۵۷۴/۴	۲۱۹۷۹۵	۷/۶
بهشت‌آباد	۷۵	۲۸۱۷/۷	۱۰۱/۴	۱۶۰۹۱	۷/۷
پل شالو	۳۲۰	۸۱۵۷۵	۱۹۱۱/۶	۴۰۳۶۱۱	۸/۸

جدول 4- ضرایب معادلات رگرسیونی خطی برازش شده بر روی داده‌های دبی - رسوب ایستگاههای انتخابی

ایستگاه	د	خ	س	٪ح
تنگ زردآلو	۱/۶۴۳۳	۱/۶۱۷۶	-۰/۹۲۲	۸۵
سولگان	-۰/۶۳۳۴	۱/۷۸۲۲	-۰/۹۳۴	۸۷/۲
ارمند	-۳/۳۰۵۳۲	۲/۲۸۲۶	-۰/۸۹۵	۸۰
مرغک	-۱/۸۲۲۹	۱/۹۷۵۸	-۰/۸۸۴	۷۸/۱
بارز	-۴/۶۷۵۴۳	۲/۵۵۳۴	-۰/۹۲۷	۸۶
بهشت‌آباد	۰/۶۴۴۱۰۷	۱/۶۸۱۰۱	-۰/۹۳۳	۸۷
خاکدانه	۰/۰۵۷۰۸۴	۱/۷۵۲۱۹	-۰/۸۳۲	۶۹/۲
پل شالو	-۴/۳۰۶۴	۲/۳۱۶۳۱	-۰/۸۸	۷۷/۴



$Af =$  مساحت سازندهای فرسایش پذیر حوضه های یاد شده بر حسب کیلومتر مربع؛  
 $Qs =$  دبی رسوب خروجی از هر زیر حوضه بر حسب تن بر روز.

در معادله (1)،  $a$ ،  $b$  و  $c$  ضرایب ثابت معادله یاد شده بوده که به ترتیب برابر  $0/07$ ،  $7/75$  و  $0/62$  و در معادله (2)،  $a$ ،  $b$ ،  $c$  و  $d$  ضرایب ثابت  $0/01$ ،  $8/10$ ،  $0/32$  و  $481/14$  هستند. معادلات فوق به ترتیب با ضرایب همبستگی  $0/974$  و  $0/97$  در سطح اطمینان  $1\%$  معنی دار است. مدل های رگرسیونی برآورد رسوب معلق در مطالعات وفاخواه (1381) جهت شناسایی عوامل مؤثر در رسوب زایی زیر حوضه های شمال کشور ارائه شده است. در این مطالعه نیز بر اساس نمونه های رگرسیونی ارائه شده مقادیر دبی رسوب هر استان بر حسب تن بر روز محاسبه شده است که نتایج آن در خصوص سهم استانها در تولید رسوب رودخانه کارون براساس استفاده از هر دو نمونه در جدول 8 ارائه گردیده است. با بررسی صورت گرفته و به دلیل وجود ضریب ثابت  $d$  در معادله برگشتی شماره 2 به ازاء مقدار صفر پارامترهای ورودی، مقدار دبی رسوب برابر ضریب ثابت معادله محاسبه می گردد که این مسئله باعث محاسبه عددی منفی برای تولید رسوب در استان فارس می شود. نمونه 1 به عنوان نمونه اصلی ارائه می شود. بر این اساس سهم استانهای چهارمحال و بختیاری، اصفهان، کهگیلویه و بویر احمد، خوزستان و فارس در رسوب زایی حوضه کارون 1 به ترتیب برابر با  $15/2$ ،  $47/9$ ،  $18/3$ ،  $16/5$  و  $2/1$  درصد است.

با توجه به جدولهای 5 و 6 اهم سازندهای فرسایش پذیر حوضه آبخیز کارون 1 در این مقیاس عبارتند از: سازند هرمز رخنمون یافته در گنبد های نمکی، کزدمی، گورپی- پابده، فلیش امیران، رازک- گچساران و آغا جاری. با توجه به مساحت سازندهای فرسایش پذیر حوضه که به میزان  $4595/18$  کیلومتر مربع است و با توجه به مساحت کل حوضه ( $26546$  کیلومتر مربع)،  $17/31\%$  حوضه آبخیز کارون توسط سازندهای فرسایش پذیر پوشش یافته است.

## بحث

در این بررسی با توجه به هدف مطالعه و براساس آمار موجود و محاسبات صورت گرفته، معادله برگشتی چندگانه حوضه کارون محاسبه و براساس آن سهم هر استان در تولید رسوب موجود در رودخانه کارون برآورد شده است که در جدولهای 7 و 8 آمار و اطلاعات لازم جهت محاسبه معادله رگرسیونی چندگانه ارائه شده است. براساس اطلاعات جدول یاد شده، دو نمونه رگرسیونی بشرح زیر بر داده های مشاهده ای برازش شده است.

$$Qs = a(A) + b(Q) + c(Af) \quad (1)$$

$$Qs = a(A) + b(Q) + c(Af) + d \quad (2)$$

که در آنها

$A =$  مساحت زیر حوضه های انتخابی بر حسب

کیلومتر مربع؛

$Q =$  دبی آب خروجی از زیر حوضه های انتخابی بر

حسب متر مکعب بر ثانیه؛

جدول 5- توزیع سازندهای فرسایش‌پذیر حوضه به تفکیک زیرحوضه‌ها

ردیف	نام ایستگاه	مساحت سازندهای فرسایش‌پذیر (ح <sup>۲</sup> زپ)	درصد	ردیف	نام ایستگاه	مساحت سازندهای فرسایش‌پذیر (ح <sup>۲</sup> زپ)	درصد
۱	تنگ زردآلو	۳۱/۸	۲/۴۴	۵	مرغک	۷۱۰/۶	۲۸/۶۳
۲	سولگان	۸۴/۲	۳/۹۹	۶	بارز	۱۸۹۳/۷	۲۱/۰۴
۳	بهشت‌آباد	۱۰۰	۲/۷۶	۷	خاکدانه	۱۲۸/۴	۷/۸۳
۴	ارمند	۶۳۳/۷	۶۵/۴	۸	پل شالو	۳۸۹۳/۴	۱۶/۳۸

جدول 6- مساحت و درصد سازندهای فرسایش‌پذیر حوضه آبخیز کارون به تفکیک نوع سازند و استان (مساحت به km<sup>2</sup>)

مساحت سازندها	استان					
	چهارمحال و بختیاری	اصفهان	کهگیلویه و بویر احمد	خوزستان	فارس	جمع
	۱۴۳۴۱/۳	۵۲۰۰	۴۲۶۵	۲۴۷۹/۷	۲۶۰	۲۶۵۴۶
آغاجاری	۶۹۶/۶۲	۰/۰	۱۳/۸۱	۲۴۵/۸۴	۰/۰	۹۵۶/۲۷
رازک- گچساران	۲۹۱/۶۲	۰/۰	۳۹۷/۷۶	۶۳/۷	۳۰/۳۸	۷۸۲/۸۳
فلیش امیران	۰/۰	۱۴۸/۷	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۱۴۸/۷
گورپی - پابده	۹۸۴/۶۸	۳۸۲/۱۱	۶۷۴/۶۴	۵۷۶/۸۵	۸۵/۱۷	۲۵۰۳/۵
کزدمی	۲۰/۳	۳۲/۶۹	۱۹/۸	۰/۰	۰/۰	۷۲/۷۹
هرمز	۶۶/۶۹	۶۰/۳۱	۴/۱۴	۰/۰	۰/۰	۱۳۱/۱۴
جمع	۲۰۵۹/۹۱	۶۲۳/۸۱	۹۱۰/۱۵	۸۸۵/۷۶	۱۱۵/۵	۴۵۹۵/۲
درصد از سازندها	۱۴	۱۱/۹	۲۱/۳	۳۵/۷	۴۴/۴	۱۷/۳۱
درصد از حوضه	۷/۷۵	۲/۳۵	۳/۴۳	۳/۳۴	۰/۴۴	۱۷/۳۱

جدول 7- داده‌های مورد استفاده در محاسبه معادلات رگرسیونی چندگانه

ردیف	ایستگاه	مساحت حوضه (ح <sup>۲</sup> زپ)	دبی جریان (متر مکعب بر ثانیه)	دبی رسوب (تن در روز)	مساحت سازند فرسایش‌پذیر (ح <sup>۲</sup> زپ)
۱	تنگ زردآلو	۱۳۰۴/۴	۳/۴	۳۷/۷	۳۱/۸
۲	سولگان	۲۱۱۳/۴	۱۱/۸	۱۵۳/۸	۸۴/۲
۳	بهشت‌آباد	۳۶۲۵/۷	۱۵/۸	۱۹۷/۱	۱۰۰
۴	ارمند	۹۶۹/۳	۱۰۴/۳	۱۴۹/۸	۶۳/۷
۵	مرغک	۲۴۸۲/۳	۶۸/۷	۶۸۸/۲۵	۷۱/۶
۶	بارز	۸۹۹۹/۵	۱۱۱/۵	۱۵۷۳/۶	۱۸۹۳/۷
۷	خاکدانه	۱۶۳۸/۲	۱۲/۷	۹/۹۶	۱۲۸/۴

---

۳۸۹۳/۴	۶۸۹/۵	۲۹۱/۴	۲۳۷۶۲/۷	پل شالو	۸
--------	-------	-------	---------	---------	---

---

Archive of SID

جدول 8- میزان دبی رسوب (تن در روز) محاسبه شده در هر استان براساس نمونه های رگرسیونی

ردیف	استان	دبی رسوب نمونه ۱ (تن در روز)	دبی رسوب نمونه ۲ (تن در روز)
۱	چهارمحال و بختیاری	۳۵۲۷	۴۰۵۱
۲	اصفهان	۱۱۱۸	۸۶۱
۳	خوزستان	۱۲۱۴	۶۷۵
۴	کهگیلویه و بویراحمد	۱۳۴۸	۹۳۷
۵	فارس	۱۵۵	-

#### - پیشنهادها

با توجه به مطالعه صورت گرفته موارد زیر ذکر می‌شود:

- بررسی میزان رسوب‌زایی سازندها منجر به شناسایی سازندهای حساس به فرسایش شده و راه را برای اقدامات بعدی به منظور کنترل و کاهش اثرهای زیان‌آور فرسایش آنها مهیا می‌سازد، بنابراین پیشنهاد می‌شود در سایر حوضه‌های آبخیز بزرگ کشور نیز این موضوع پیگیری شود.

- بعد از شناسایی سازندهای حساس به فرسایش، در اقدام بعدی جهت پیاده‌سازی روشهای عملی مبارزه با فرسایش توسط سازمانهای اجرایی، تفکیک مساحت مورد نظر به واحدهای مدیریتی استانی و شهرستان لازم است زیرا مرزهای سیاسی، جغرافیایی و مدیریتی استانها و شهرستانها در غالب موارد منطبق با مرز حوضه‌های آبخیز نمی‌باشد.

- ارائه نمونه‌های رگرسیونی جهت تشریح روابط بین دبی رسوب و عوامل مؤثر بر آن جدای از اینکه باید در مراحل مختلف تجزیه و تحلیل‌های آماری مورد تفسیر و تدقیق قرار گیرد بعد از نهایی شدن نمونه‌ها نیز بایستی با داده‌های رسوب مشاهده‌ای همان حوضه‌ها و در صورت

با توجه به نتایج حاصل از این مطالعه، نقش سازندهای فرسایش پذیر در رسوبدهی حوضه‌های آبخیز کاملاً مشخص می‌شود که این امر در مطالعات نجفی (1382) و Mahmoudzadeh (1996) بررسی و مورد تأیید قرار گرفته است. از طرف دیگر، با توجه به نمونه‌های ارائه شده، مقدار رسوبدهی تحت تأثیر مساحت حوضه آبخیز و نسبت مساحت سازندهای فرسایش پذیر از کل حوضه است. به عبارت دیگر، با توجه به روابط ارائه شده که طبق آنها دبی جریان و مساحت حوضه مهمترین عامل مؤثر بر دبی و رسوب می‌باشند، هرچه دبی جریان بالاتر بوده و سازندهای سست و فرسایش‌پذیر سطح بیشتری در یک منطقه را در بر گرفته باشد، مقدار رسوبدهی منطقه بیشتر است. همان طور که در این مطالعه مشخص گردید استان چهارمحال و بختیاری که نسبت بیشتری از سطح آن بر دبی جریان رودخانه کارون مؤثر است، با وجود سازندهای فرسایش‌پذیر بیشتر، نقش عمده‌ای در تجمع رسوب در مخازن سدهای موجود بر رودخانه کارون دارد. این موضوع اهمیت مطالعات دقیق تر، همراه با بررسی عوامل مؤثر دیگری مانند اقلیم و نقش عوامل انسانی در این منطقه را روشن می‌نماید.

- قدیمی عروس محله، ف. و قدوسی، ج، 1378، تجزیه و تحلیل رسوب معلق و مواد محلول در حوزه آبخیز دریاچه نمک، پژوهش و سازندگی، شماره 45.
- مهدوی، م، 1378، هیدرولوژی کاربردی، جلد دوم، انتشارات دانشگاه تهران.
- نجفی، ع، 1382، اولویت بندی زیرحوزه‌های آبخیز اصفهان و سیرجان در تولید رسوب با استفاده از تجزیه و تحلیل منطقه ای، پایان نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده منابع طبیعی، 85 ص.
- نقشه‌های زمین شناسی ایران با مقیاس 1:1000000، شرکت ملی نفت ایران.
- وفاخواه، م، 1381، ارائه مدل ریاضی جهت برآورد رسوب در منطقه شمال (مازندران و گرگان)، مجموعه مقالات ششمین سمینار بین المللی مهندسی رودخانه، ج اول، صفحات 147 تا 159، دانشگاه شهید چمران اهواز، 8 الی 10 بهمن.
- Bryan, B. R. and Campbell, I. A., 1989. Runoff and sediment discharge in semi-arid ephemeral drainage basin, ZEIT. Geomorph. W.F. Supp. Bd. 58, 121-143.
- Kasimir, M., Besr, I. and Sowa, A., 1995. Influence of Geology, Control of Erosion and Sediment Yield, Human Activities of the Environment in Selected Areas in Southern Nigeria, Sixth International Symposium on River Sediment, New Dehli, India.
- Mahmoudzadeh, A., 1996, The use of farm dams to determine the effect of land use and lithology on catchment sediment yields, Ph.D. thesis Univ. of New South Wales, School of Geography, Australia, 254 p.
- Nolan, K. M., Janda, R.J., and Galton, J.H., 1986, Sediment sources and sediment-transport curves: in Proceeding of the Fourth Federal Interagency Sedimentation Conference, v. 1, Las Vegas, p. 4-70 to 4-79.
- Walling, D. E., 1996. Suspended sediment transport by rivers: a geomorphological and hydrological perspectives, Arc. Hydrobiol. Spec. Issues advance Limnol. 47, 1-27.

امکان با داده‌های حوضه‌های مجاور در تقابل و تناظر قرار گرفته تا میزان خطای برآورد آنها مشخص شود.

- قرارگیری یک حوضه آبخیز بزرگ در سیطره مدیریتی چند استان لزوم هماهنگی اقدامات مرتبط با آب و خاک را توسط سازمانهای مربوطه یادآور می‌سازد، بنابراین پیشنهاد می‌شود در چنین حوضه‌هایی نظیر کارون، دز و زاینده‌رود جلسات مشترک جهت هماهنگی تصمیمات مدیریتی بین ادارات ذینفع استانی برگزار شود تا ضمن ارتقای علمی تصمیمات گرفته شده، سرمایه‌گذاریهای هدفمند در زمینه حفاظت آب و خاک کارایی بالایی را عاید کشور سازد.

#### منابع مورد استفاده

- آمار ایستگاههای آب سنجی و رسوب سنجی حوزه کارون، سازمان تمام و وزارت نیرو.
- خوجینی، ع. و نژادهاشمی، م، ع، 1377-بررسی رسوبدهی حوزه آبخیز طالقان - پژوهش و سازندگی، 39، 10-13.
- فیض نیا، س، 1374، مقاومت سنگ‌ها در مقابل فرسایش در اقلیم مختلف ایران، مجله منابع طبیعی ایران شماره 47، ص 116-95.
- فیض نیا، س، نصری، م، نخکوب، ح، 1383، بررسی رسوبزائی سازندها در حوزه آبخیز سد شهید عباسپور (به تفکیک استانی)، مجموعه مقالات بیست و سومین گردهمایی علوم زمین، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
- قدیمی عروس محله، ف، امین سبحانی، ف، 1377، بررسی رسوبزائی زونها و دورانهای زمین شناسی در حوزه آبخیز دریاچه نمک. پژوهش و سازندگی، 39، 36-41.

## The Role of Geological Formation and Provincial Contribution To Sediment Yield in the Shahid Abbaspour Reservoir Dam (Karon 1 Catchment)

Feiznia S.<sup>1</sup>, Nasri M.<sup>\*2</sup>, Najafi A.<sup>3</sup> and Nakhkub H.<sup>4</sup>

1- Professor of Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Iran.

Email: sfeiz@ut.ac.ir

2\*- Corresponding Author, Research Instructor of Islamic Azad University, Ardestan Branch, Iran.

3- MSc of Watershed Management, Head Bureau of Natural Resources of Esfahan province, Iran.

4- BSc of Geology, Head Bureau of Natural Resources of Esfahan province, Iran.

Received: 21.10.2006 Accepted: 03.11.2007

### Abstract

Construction of reservoir dams and increasing its lifespan in the upper catchment of large rivers play an important role in the sustainable development of the dry and desertified lands of the central basin of Iran. Water scarcity, erosion and sedimentation in dam's reservoir are the major problems of dry and desertified regions in Iran. Generating sediment yield in a watershed area is normally influenced by different geological formation and climatological agents. Among them, the role of erodible formations is very important when compared with other factors. In this study the influence of erodible formations was investigated by Feiznia's methodology (1995) using the geological maps and GIS technology for surrounding provinces of the Karon 1 basin including: Chahar-Mahal and Bakhtiari, Esfahan, Kohkiluyeh and Boyer-Ahmad, Khuzestan and Fars. The contribution of these provinces to Karon river discharge are 168.1, 50.1, 64.7 and 8.5 m<sup>3</sup>/sec respectively. The results of regression analysis show that sediment load is correlated to watershed area, water discharge and the area of the erodible formation exist in the region. The regression coefficient of this correlation was 0/97 and significant at 0/01 probability level. Finally the contribution of each province- geological formation to sediment discharge was then calculated based on the factors responsible for sediment load at Karon- river outlet. Erodible formation in the drainage basin are: Agha-Jari(MJ), Razak-Gachsaran(Mr-Mgs), Amiran(Kaf), Gurpi-Pabdeh(Kg-Ep), Kazhdumi(KK) and Hormoz(PEh) formations. It was concluded that Chahar-Mahal and Bakhtiari with 47/9%(the highest rate of sediment) and Fars province with 2/1%( the lowest rate) contributed to the sediment yield of the Karon 1 basin.

**Key words:** sediment discharge, erodible formations, Karon 1 Drainage Basin.