تهیه نقشه تولید رسوب برای ایران و اولویت بندی حوزه‌های آبخیز از نظر رسوبدهی

محمود عرب خدری، فاضل ایرانمنش، پیمان رزمجو و شاهرخ حکیم خانی

به ترتیب اعضا هیئت علمی و کارشناسان ارشد مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری

چکیده

اطلاعات دقیق و صحیح از میزان رسوبدهی معلق در ایران بسیار کم است و بین اندازه‌گیری‌ها و برآوردهای انجام شده نیز اختلافات زیادی مشاهده می‌شود. بعلاوه هیچگونه اولویت‌بندی قابل قبولی بین حوزه‌های آبخیز اصلی کشور از این نظر در دست نیست. در این تحقیق به منظور ارائه برآوردی قابل اعتماد، ابتدا رسوبدهی ۲۰۹ ایستگاه رسوب سنجی که دارای آمار مناسبتری بودند، محاسبه و بر اساس آن متوسط رسوبدهی کشور در حدود ۲ تن در هکتار بدست آمد که بسیار کمتر از برآوردهای قبلی است. همچنین متوسط رسوبدهی حوزه‌های آبخیز اصلی و حوزه‌های درجه ۲ کشور (مطابق تقسیم جاماب) محاسبه شد و اولویت بندی آنها انجام گرفت. حوزه‌های ارومیه، مرکزی و قره‌قوم کمتر از متوسط و حوزه‌های خزر و خلیج فارس بیشتر از متوسط می‌باشند. حوزه‌های جازموریان، میناب، بلوچستان جنوبی و مارون و زهره بیشترین رسوبدهی را به خود اختصاص دادند. بر اساس اطلاعات بدست آمده نقشه‌های رسوبدهی کشور در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰۰ نیز تهیه گردید. در این نقشه‌ها علاوه بر اطلاعات پایه مشتمل بر شبکه رودخانه‌ها، محل ایستگاه‌ها و غیره، اطلاعات مربوط به رسوبدهی شامل رسوبدهی کل، رسوبدهی ویژه، گل آلودگی بصورت نقطه‌ای و رسوبدهی ویژه سطح حوزه‌ها نشان داده شده است.

واژگان کلیدی: *رسوبدهی، گل آلودگی، نقشه، اولویت‌بندی، ایران*

مقدمه

بخش عمده رسوب حمل شده بوسیله اکثر رودخانه‌ها را بار معلق تشکیل می‌دهد. نتایج اندازه‌گیری بار معلق معمولاً در مطالعات و پژوهشهای مرتبط با فرسایش و رسوبدهی، مهندسی منابع آب و آبخیزداری و. . . مورد استفاده قرار می‌گیرند. از دیدگاه زیست محیطی ، نقش رسوبات معلق در انتقال عناصر غذایی، سموم وسایر آلاینده‌ها اخیراً مورد توجه بیشتری قرار گرفته و ارزش و اهمیت این داده‌ها را دو چندان کرده است. بعلاوه از آنجا که بخش عمده رسوب حمل شده بوسیله اکثر رودخانه‌ها را بار معلق تشکیل می‌دهد و بار کف نیز معمولا از آبراهه‌ها تامین می‌شود از اینرو رسوبات معلق برای کسب شناخت اولیه از فرسایش حوزه‌ای نیز قابل استفاده هستند.

برآوردهای موجود از تولید رسوب معلق در جهان و ایران: بررسی‌های Hadley و همکاران، (۱۹۸۵) نشان داده است که کوچکترین مقادیر تولید رسوب معلق در مقیاس جهانی کمتر از دو تن در کیلومتر مربع در سال و بیشترین مقدار تولید رسوب معلق بیش از ۱۰۰۰۰ تن در کیلومتر مربع در سال است. Woodward (۱۹۹۵) به نقل از منابع مختلف میزان رسوبدهی ویژه چندین رودخانه حوزه مدیترانه را که بیشترین مقادیر رسوبدهی را داشته‌اند، گزارش کرده است. در اغلب آنها رسوبدهی بین ۱۰۰۰ تا ۵۰۰۰ تن در کیلومتر مربع در سال محاسبه شده است. البته مواردی از رسوبدهی بیش از ۲۲۰۰۰ تن در کیلومتر مربع در سال نیز دیده می‌شود که جزء بیشترین مقادیر رسوبدهی در سطح جهان می‌باشد. Walling (۱۹۹۴) ۱۳ رودخانه را که دارای رسوبدهی ویژه بیش از ده هزار تن در کیلومتر مربع در سال هستند را گزارش کرده است. که در میان آنها یکی از شاخه‌های رودخانه زرد چین بنام Huang Fuchuan با ۵۳۵۰۰ تن در کیلومتر مربع در سال که مناطق لس‌دار و شدیداً خندقی شده را زهکشی می‌کند بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده است. از میان رودخانه‌های بزرگ دنیا، رودخانه گنگ یا براهماپوترا دارای بیشترین تولید رسوب معلق کل ($۱۰^{۶}\times$۱۶۷۰ تن در سال) و رودخانه زرد چین دارای بیشترین غلظت رسوب (۲۲ کیلوگرم در متر مکعب) هستند. رودخانه زرد دومین رودخانه از نظر میزان تولید رسوب معلق کل ($۱۰^{۶}\times$۱۰۸۰ تن در سال) و غلظت آن تقریباً ده برابر رودخانه گنگ یا براهماپوترا (۱/۷ کیلوگرم در متر مکعب) می‌باشد.

Morris و Fan (۱۹۹۸) به نقل از Jansson تغییرات تولید رسوب معلق ۱۳۵۸ رودخانه جهان را برای حوزه‌هایی به مساحت ۳۰۰ تا ۱۰ هزار کیلومتر مربع و در مجموع حدود ۱۶ میلیون کیلومتر مربع در ۶ رده ۱۰–۰، ۵۰–۱۱، ۱۰۰–۵۱، ۵۰۰–۱۰۱، ۱۰۰۰–۵۰۱ و بیش از ۱۰۰۰ تن در کیلومتر مربع در سال ارایه داده‌اند. بالاترین رده که فقط ۸/۸ درصد کل مساحت حوزه‌های مورد مطالعه را به خود اختصاص داده است، ۶۹ درصد تولید رسوب کل را بر عهده دارد. حوزه‌هایی که کمتر از ۵۰ تن در کیلومتر مربع در سال تولید رسوب ویژه دارند تقریباً نصف مساحت کل ایستگاههای مورد مطالعه را شامل می‌شوند و فقط ۱٫۸ درصد در رسوبدهی کل مشارکت دارند.

Walling و Web (۱۹۸۷) به نقل از Milliman و Meade برآورد نسبتا دقیقی را گزارش کرده‌اند. آنها کل رسوب معلق انتقالی به دریاها را سیزده و نیم میلیارد تن در سال ($۱۰^{۹}\times$۱۳/۵ تن) بدون احتساب رسوباتی که در پشت سدهای بزرگ دنیا ته‌نشین می‌شوند برآورد کردند. با رسوبات ته نشین شده در پشت سدها این مقدار تقریباً به چهارده میلیارد تن در سال می‌رسد. از این مقدار ۵۳۰ میلیون تن (۳۵ $t/km^2/yr$) مربوط به آفریقا، ۶۴۳۳ میلیون تن ($t/km^2/yr$ ۲۲۹) مربوط به آسیا، ۲۳۰ میلیون ($t/km^2/yr$ ۵۰) مربوط به اروپا، ۱۴۶۲ میلیون تن ($t/km^2/yr$ ۵۸۹) مربوط به اقیانوسیه (استرالیا و جزایر اقیانوس آرام)، ۱۷۸۸ میلیون تن ($t/km^2/yr$ ۱۰۰) مربوط به آمریکای جنوبی می‌باشد. با توجه به این نتایج، تولید رسوب معلق کل قاره آسیا بیشترین و اروپا کمترین است. ولی با دخالت دادن مساحت

Archive of SID

www.SID.ir

قاره‌های مختلف و محاسبه اولیه رسوب معلق ویژه، اقیانوسیه در مقام اول و آسیا در مقام دوم قرار می‌گیرند. یکی از نکات حائز اهمیت، نحوه تعیین فرسایش متوسط در مناطق وسیع جغرافیایی است. Boardman (۱۹۹۸) استفاده از یک رقم متوسط برای سطوح وسیع نظیر یک قاره را مفید نمی‌داند وی در این ارتباط استفاده از میانگین حسابی را برای محاسبه متوسط فرسایش بطور اخص توصیه نکرده و میانه را به جای آن پیشنهاد می‌دهد. زیرا توزیع رویدادهای فرسایش، چولگی قابل توجهی به سمت چپ نشان می‌دهند و میانگین حسابی، برآورد بیش از واقعیت خواهد بود. Hadley و همکاران (۱۹۸۵) میزان تولید رسوب معلق ویژه در سطح دنیا را ۱۵۰ تا ۱۷۵ تن در کیلومتر مربع در سال اعلام کردند. Fraser و همکاران (۱۹۹۵) تولید رسوب بالغ بر ۸۰ حوزه بزرگ از ۵ قاره جهان را گزارش کرده‌اند. این مؤلفین به نقل از سه مرجع مختلف میزان تولید رسوب سالانه وارد شده از رودخانه‌های جهان به اقیانوسها را بین ۱۵ تا ۳۰ میلیارد تن و دو سوم آن را سهم رودخانه‌های جنوب شرقی آسیا ذکر می‌کنند. علت این موضوع را نیز تکتونیک فعال، بارش سنگین، ناهمواری‌های قابل توجه با شیبهای تند و خاک‌های فرسایش پذیر مشتمل بر کمربند لسی در شمال چین می‌دانند. در مقایسه معتقدند که ناهمواری کم، بارش اندک و یخبندان دائمی در آبخیز رودخانه‌های سیبری، گل آلودگی و بار رسوبی آنها را بسیار تقلیل داده است. Walling و Webb (۱۹۸۷) نیز در تحلیلی جداگانه، تولید رسوب زیاد در بیشتر مناطق آسیا و جزایر اقیانوس آرام را ناشی از بارش سالانه زیاد، شیبهای تند و ناپایداری تکتونیکی ذکر کرده بودند.

مطالعات در مورد تولید رسوب حوزه‌های آبخیز ایران خیلی کم است. جلالیان و همکاران (۱۳۷۳) بر اساس آمار ۲۰ ساله ۱۲۰ ایستگاه رسوب‌سنجی، میزان فرسایش و تولید رسوب حوزه‌های آبخیز مختلف را مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. آمار و اطلاعات مربوط به ۲۴ زیرحوزه از مجموع ۳۷ زیرحوزه تقسیم‌بندی آبخیزهای کشور بوده و مساحت آنها بالغ بر ۷۳ میلیون هکتار است. متوسط سالانه تولید رسوب در این مساحت ۲۵۴ میلیون تن و میانگین رسوبدهی ویژه ۳۴۸ تن در کیلومتر مربع بدست آمد. این محققین بدلیل آنکه در سالهای عادی آب لازم برای انتقال رسوب فراهم نیست، رقم فوق را مناسب ندانستند و بر اساس آمار ماکزیمم رسوب در سالهای پرآبی، متوسط سالانه تولید رسوب سطح مورد مطالعه را ۵۴۹ میلیون تن در سال با رسوبدهی ویژه ۷/۵ تن در هکتار در سال(۷۵۰ تن در کیلومتر مربع در سال) و فرسایش خاک ۲۵ تن در هکتار در سال محاسبه کردند. براساس نتایج این مطالعه، اولویت‌بندی زیرحوزه‌های مختلف از نظر فرسایش و تولید رسوب عبارت از حوزه‌های آبخیز کرخه، سفیدرود، مارون، هیرمند و زهره بوده و تولید رسوب ویژه به ترتیب ۱۴۰۹، ۹۶۷، ۷۷۹، ۷۲۲ و ۷۰۴ تن در کیلومتر مربع در سال تخمین زده شده است. جاماب (۱۳۷۸) در قالب بررسی جامع آب کشور حدود ۳۶۰ ایستگاه رسوبسنجی را بررسی کرده و تولید رسوب حوزه‌های بالادست آنها را برآورد کرده‌اند. در این گزارشها، کمترین و بیشترین میزان تولید رسوب حوزه‌های آبخیز مورد مطالعه به ترتیب ۱/۵۸ (حوزه میمه – ایستگاه دهلران) و ۳۰۲۵ (حوزه بار– ایستگاه اریه واقع در کویر مرکزی) تن در کیلومتر مربع بدست آمده است.

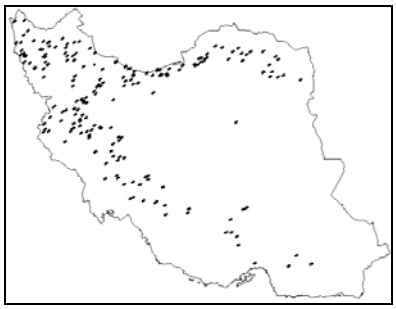
بعضی از محققین سعی کرده‌اند با ترکیب تعداد محدودی از اطلاعات تولید رسوب معلق بر اساس اطلاعات پستی و بلندی، اقلیم، زمین‌شناسی، پایداری تکنونیکی و سایر عوامل برای کره زمین نقشه تولید رسوب تهیه کنند. Walling و Webb (۱۹۸۳) با استفاده از بیش از ۱۵۰۰ ایستگاه اندازه‌گیری و با حوزه‌هایی با مساحت ۱۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ کیلومتر مربع توانستند نقشه تولید رسوب جهان را تهیه کنند. در این نقشه به دلیل کمبود اطلاعات تولید رسوب بعضی از نقاط جهان از جمله آمریکای جنوبی از عمل برون‌یابی و درون‌یابی ذهنی برای تهیه نقشه تولید رسوب آن نقاط استفاده شده است. بطور خلاصه با مرور الگوها و طبقه‌بندیهای تعیین شده در این نقشه می‌توان ملاحظه کرد که حداکثر مقادیر تولید رسوب مربوط به مناطق لس‌دار چین و کوهستانهای تشکیل شده در دوران سنوروئیک موجود در حاشیه اقیانوس آرام می‌باشند. مقادیر حداکثر تولید رسوب را در سایر نواحی کوهستانی و در نواحی با اقالیم مدیترانه‌ای و نیمه‌خشک و گرمسیری مرطوب فصلی نیز می‌توان یافت. این نقشه، تولید رسوب حوزه سفیدرود ایران را بالاتر از ۱۰۰۰ تن در کیلومتر مربع در سال نشان می‌دهد.

Dedkov و Moszherin (Walling و Webb، ۱۹۸۷) در سال۱۹۸۴ با استفاده از بیش از ۳۰۰۰ ایستگاه اندازه‌گیری در سرتاسر دنیا اقدام به تهیه نقشه تولید رسوب جهانی کردند. البته این نقشه برای حوزه‌های دشتی است و حوزه‌های کوهستانی را شامل نمی‌شود. مقایسه دو نقشه اخیر شباهتهای عمده‌ای را بین آنها نشان می‌دهد.

بدلیل فقدان برآورد دقیق و صحیح از وضعیت تولید رسوب در ایران، در این تحقیق علاوه بر برآورد رسوبدهی در ایستگاههای رسوبسنجی، حوزه‌ها از نظر رسوبدهی معلق اولویت بندی شده و نقشه تولید رسوب کشور نیز تهیه شده است. همچنین حوزه‌های پر رسوب ایران بطور اجمالی بررسی شده‌اند.

مواد و روش‌ها

از میان ۷۱۵ ایستگاه رسوب سنجی موجود در ایران، ۲۰۹ ایستگاه دارای آمار مناسبتر و بالاتر از سدهای مخزنی که آبخیز آن نیز در داخل کشور قرار داشت، انتخاب شدند. در شکل(۱) نقشه موقعیت آنها ترسیم شده، که پراکندگی و حتی فقدان ایستگاه در کویرهای داخلی و شرقی را نشان می‌دهد. در جدول(۱) نیز تعداد ایستگاههای بررسی شده به تفکیک حوزه‌های آبریز اصلی و فرعی آورده شده است. مساحت حوزه‌های مورد مطالعه از حداقل ۲۷ تا حداکثر ۴۹۳۰۰ کیلومتر مربع متفاوت می‌باشد.



Archive of SID

www.SID.ir

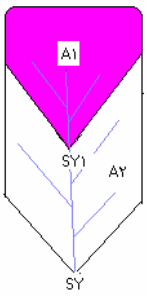
شکل (۱) توزیع جغرافیایی ایستگاههای مورد مطالعه

رسوبدهی معلق تمام ایستگاهها به روش منحنی سنجه همبستگی حدوسط دسته‌ها که مناسب بودن آن در تحقیقات قبلی به اثبات رسیده بود (عرب خدری و همکاران، ۱۳۸۲) محاسبه شد و سپس رسوبدهی ویژه با استفاده از رابطه (۱) تعیین گردید.

$$SY_{sp}= SY/A \qquad \text{رابطه (۱)}$$

که در آن SY_{sp} رسوبدهی ویژه بر حسب تن بر کیلومتر مربع در سال، SY رسوبدهی کل بر حسب تن در سال، و A مساحت بر حسب کیلومتر مربع می‌باشند.

سپس میانه و میانگین رسوبدهی کل و رسوبدهی ویژه به تفکیک حوزه‌های اصلی و فرعی درجه ۲ کشور مطابق تقسیمات جاماب و همچنین برای کل کشور تعیین و متوسط رسوبدهی مناطق مختلف تعیین و با یکدیگر مقایسه شد. در مواردی که تعداد ایستگاههای موجود در یک حوزه کم بود حوزه‌های نسبتاً مشابه از نظر رسوبدهی و ترجیحا نزدیک از نظر جغرافیایی با یکدیگر در یک دسته قرار گرفتند. دو ایستگاه حوزه جازموریان در هیچ یک از دسته‌ها قرار نگرفت؛ لذا به رغم محاسبه میانه و میانگین در تحلیلها وارد نشد. به منظور تعیین اولویت، حوزه‌های فرعی از نظر رسوبدهی ویژه در ۴ کلاس قرار گرفتند. در پایان پس از طبقه‌بندی تمام ایستگاهها از نظر مساحت در ۶ کلاس، رسوبدهی ویژه در ۵ کلاس، رسوبدهی کل در ۷ کلاس و گل آلودگی در ۵ کلاس، دو نقشه تهیه شد. در نقشه اول، مساحت و رسوبدهی ویژه به ترتیب با اندازه و رنگ دایره و رسوبدهی کل و گل آلودگی نیز به ترتیب با ضخامت و رنگ پیکان به صورت نقطه‌ای در محل ایستگاه رسوب سنجی نشان داده شد. در نقشه دوم، ابتدا رسوبدهی ویژه مناطق بین ایستگاهی بصورت وزنی بر اساس شکل (۲) با توجه به رسوبدهی کل و مساحت در خروجی حوزه‌های بزرگ و کوچک محاسبه شد و سپس رسوبدهی ویژه سطح حوزه‌ها در ۵ کلاس برای کشور تهیه گردید.



شکل (۲) یک حوزه فرضی یا دو ایستگاه

نتایج و بحث

سطح کل مناطق بررسی شده (بدون احتساب همپوشانی‌ها) بالغ بر ۴۰۰ هزار کیلومتر مربع است که تقریبا ربع مساحت کشور را شامل می‌شوند. جدول (۲) میانه و میانگین رسوبدهی ویژه ایستگاههای مورد بررسی در کل کشور و به تفکیک حوزه‌های آبخیز اصلی و فرعی را نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود تقریباً در تمام موارد میانه کمتر از میانگین است که نشان دهنده نرمال نبودن توزیع داده‌ها و چولگی آنها به چپ است. میانه و میانگین رسوبدهی ویژه کل حوزه‌های مورد مطالعه به ترتیب ۲۱۴ و ۳۵۸ تن در کیلومتر مربع بر سال می‌باشد. ملاحظه می‌شود که میانگین بیش از ۱،۵ برابر میانه است. اگر مطابق نظر Boardman (۱۹۹۸) میانه یعنی ۲۱۴ تن بر کیلومتر مربع (حدود ۲ تن در هکتار) را به عنوان متوسط رسوبدهی بپذیریم؛ می‌توان گفت که رسوبدهی سالانه ایران در حدود ۳۵۰ میلیون تن در سال است. باید خاطر نشان کرد که بطور کلی حوزه‌های مورد مطالعه، معرف مناطق مرطوبتر و پر شیب تری نسبت به سایر اراضی هستند[1]. یک محاسبه ساده نشان می‌دهد که رسوبدهی کل رودخانه‌های ایران در حدود یک تا دو درصد میزان بار رسوبی سالانه وارد شده از رودخانه‌های جهان به اقیانوسها است. در مقایسه با عدد متوسط ۲ تن در هکتار، حوزه‌های اصلی خزر و خلیج فارس رسوبدهی بیشتر و حوزه‌های قره قوم، مرکزی و ارومیه رسوبدهی کمتری دارند. کمترین میزان رسوبدهی مربوط به مجموعه حوزه‌های تشت، بختگان و گاوخونی با ۱۳۴ تن در کیلومتر مربع بر سال و بیشترین مقدار مربوط به مجموعه حوزه‌های میناب و بلوچستان جنوبی با ۷۹۰ تن در کیلومتر مربع بر سال مربوط است. در بین حوزه‌های مطالعه شده، حوزه سرخاب در ایستگاه کشور بالاترین میزان رسوبدهی معلق را دارد که در حدود ۲۳۰۰ تن در هکتار در سال است. این رقم تقریبا یک دهم تا یک پنجم بالاترین مقادیر رسوبدهی ویژه گزارش شده از سطح جهان که در قسمت مقدمه بیان شدند، است؛ ولی با بیشترین برآوردهای انجام شده توسط جاماب (۱۳۷۸) اختلاف زیادی ندارد. در جدول (۲)، ۲۳ آبخیز دارای ایستگاه رسوبسنجی کشور با رسوبدهی معلق ویژه بیش از ۱۰۰۰ تن بر کیلومتر مربع مشاهده می‌شود. درحوزه‌های ردیف ۱۵ تا ۲۳ این جدول، رسوبدهی متوسط حوزه کمتر از رقم فوق است؛ لیکن بر اساس رابطه (۲) حداقل بخشهایی از پایین دست حوزه رسوبدهی بیش از ۱۰۰۰ تن بر کیلومتر مربع دارند. ملاحظه می‌شود که سفیدرود با ۵ منطقه (حوزه و یا بخشهایی از حوزه)، میناب با سه منطقه، مارون و زهره، گرگانرود و دریاچه نمک هر یک با دو منطقه و دز، ساحلی خزر، مرزی غرب، شاپور دالکی، هامون جازموریان، ارومیه، اترک، کرخه و تشت بختگان هر کدام با یک منطقه به ترتیب بیشترین فراوانی را از این نظر دارند.

میانه رسوبدهی در نواحی از ایران که دارای اقلیم مدیترانه‌ای هستند، تقریبا نزدیک به مقادیر ذکر شده توسط Walling و Webb (۱۹۸۷) به نقل از Dedkov و Mozzherin برای حوزه‌های بزرگ دشتی بوده و در هر حال بسیار کمتر از مقادیر ذکر شده برای حوزه‌های کوهستانی و حوزه‌های دشتی کوچک می باشد.

میانه مساحت حوزه‌های مورد بررسی در حدود ۱۰۰۰ تن بر کیلومتر مربع است. اگر نسبت تحویل رسوب برای چنین حوزه‌هایی، ۳۰ درصد در نظر گرفته شود، میزان فرسایش بدون احتساب بار کف بالغ بر یک میلیارد تن در سال (حدود ۶ تن در هکتار در سال) خواهد شد.

---

[1]- اگر سطحی که در آن فرسایش آبی اتفاق می افند ۱۲۵ میلیون هکتار در نظر گرفته شود، رسوبدهی معلق کشور حدود ۲۶۷ میلیون تن در سال خواهد بود.

Archive of SID

www.SID.ir

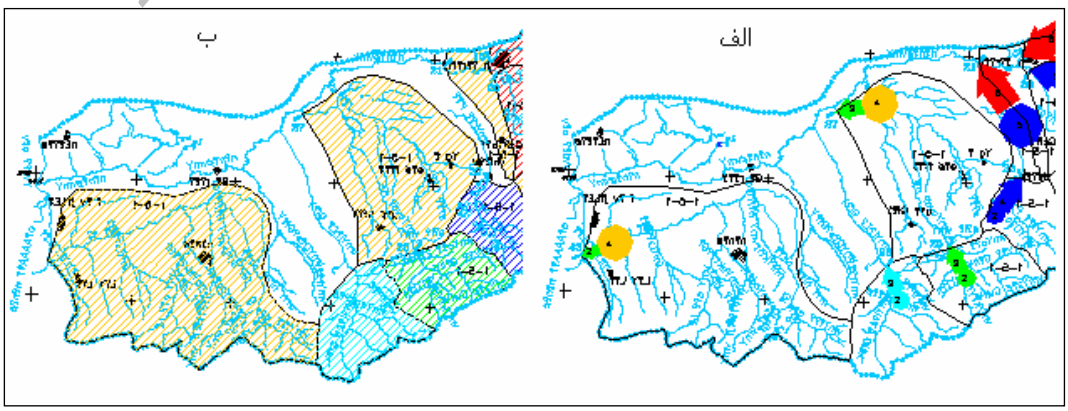
در جدول (۳) حوزه‌های آبخیز مورد مطالعه از نظر رسوبدهی ویژه طبقه‌بندی شده‌اند. حوزه‌هایی که در هر دسته قرار گرفته‌اند نیز از رسوبدهی زیاد به کم منظم شده‌اند. ملاحظه می‌شود که بیشترین رسوبدهی ویژه با نواحی جنوبی کشور که نزدیک به اقلیم نیمه حاره‌ای است، انطباق دارد؛ ولی توزیع سایر حوزه‌ها بصورت منطقه‌ای نیست. به رغم زیاد بودن رسوبدهی در مناطق جنوبی کشور، بررسی اجمالی مناطق پر رسوب در جدول (۳) حکایت از اثر سازندهای زمین‌شناسی حساس به فرسایش نظیر مارن و لس در برخی از حوزه‌های داخلی نظیر سفیدرود، گرگانرود و دریاچه نمک در به هم خوردن این نظم کلی می‌باشد. شکل (۳) بخشی از دو نقشه رسوبدهی کشور را که در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰۰ تهیه شده است نشان می‌دهد.

جدول (۱) تعداد ایستگاه‌های مورد بررسی، میانه و میانگین رسوبدهی ویژه آنها به تفکیک حوزه‌های اصلی و فرعی

حوزه	تعداد ایستگاه	رسوبدهی ویژه ($t/km^2/yr$)		حوزه	تعداد ایستگاه	رسوبدهی ویژه ($t/km^2/yr$)	
		میانه	میانگین			میانه	میانگین
خزر	**٦٤**	**۲۳۳**	**۳٦٥**	دریاچه نمک	۱۹	۱۸۰	۲۲۵
ارس	۹	۳۰۴	۳۷۳	کویر نمک، لوت و کال شور	۸	۳۴۹	۴۱۱
سفیدرود	۱۳	۳۲۷	۵۴۲	**خلیج فارس**	**٦۷**	**۲٥٤**	**٤٤٥**
ساحلی و تالش	۲۲	۲۱۴	۲۳۹	مرزی غرب	۷	۱۶۸	۴۴۱
گرگانرود	۱۳	۱۹۶	۳۰۴	کرخه	۱۵	۱۴۳	۲۵۰
اترک	۷	۳۳۳	۵۳۳	کارون و دز	۱۸	۲۲۵	۴۰۰
ارومیه	**۳۰**	**۱۹۰**	**۲٦۲**	مارون و زهره	۸	۷۱۸	۶۷۷
مرکزی	**۳۹**	**۱۸۲**	**۲۹۸**	شاپور، دالکی، مند و کل	۱۱	۲۲۵	۳۹۳
تشت، بختگان و گاوخونی	۱۰	۱۳۴	۱۸۲	میناب و بلوچستان جنوبی	۸	۷۹۰	۷۵۶
جازموریان	۲	۱۱۱۶	۱۱۱۶	**قره قوم**	**۹**	**۱۵۳**	**۲۳۰**

جمع‌بندی

این بررسی که با استفاده از تحلیل نتایج بدست آمده از برآورد رسوبدهی معلق در ایستگاههای رسوبسنجی انجام گرفت، وضعیت رسوبدهی کشور را تا حدی روشن کرد و مشخص شد که فرسایش کشور در حدود یک میلیارد تن در سال است. این رقم می‌تواند در تجدید نظر در برآوردهای اولیه از فرسایش کشور (نظیر ۳/۵ میلیارد تن در سال ذکر شده توسط Sharifi و Heydarian، ۱۹۹۹)، به نقل از معاونت آبخیزداری) مورد استفاده قرار گیرد. نقشه‌های ارائه شده از رسوبدهی کشور و اولیت بندی حوزه‌های آبخیز می‌توانند در برنامه‌های مرتبط با منابع آب و آبخیزداری مورد استفاده قرار گیرند. با



شکل(۳) نقشه رسوبدهی و گل آلودگی(راست) نقشه رسوبدهی ویژه (چپ)

Archive of SID
www.SID.ir

این همه باید اذعان داشت که این نقشه‌ها مقدمه و شروعی برای کارهای دقیق تر در آینده بوده و بالطبع با افزایش آمار و اطلاعات در مورد بار رسوبی رودخانه‌ها و استفاده از روشهای مناسبتر می‌توان برآوردهای بهتری از رسوبدهی کشور در آینده ارائه داد و به تبع آن نقشه‌های دقیقتری تهیه نمود. به طور قطع تحلیل سایر اطلاعات مرتبط با فرسایش و رسوبدهی، شمای روشنتری از مسئله را ایجاد خواهد کرد. لذا توصیه می‌شود بررسی‌های تکمیلی با استفاده از داده‌های بدست آمده از رسوبگذاری مخازن سدها و بندها، نتایج بدست آمده از اندازه‌گیری تلفات خاک و فرسایش با استفاده از پلاتهای فرسایش و رادیو ایزوتوپها و سایر منابع اطلاعاتی انجام گیرد.

این تحقیق در قالب طرح تحقیقاتی "برآورد رسوبدهی و تهیه نقشه تولید رسوب برای ایران" با کد ۰۹ - ۰۵۱۰۳۱۷۰۰۰ - ۷۴ در پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری به انجام رسیده و از حمایت مربوطه تقدیر می‌گردد. همچنین از زحمات و همکاریهای آقای وروانی در محاسبه رسوبدهی تعدادی از ایستگاهها قدردانی می‌شود.

جدول (۲) حوزه‌های با بیشترین رسوبدهی معلق ویژه

ردیف	رودخانه	ایستگاه	مساحت (کیلومتر مربع)	رسوبدهی متوسط سالانه (تن)	نقشه رسوبدهی (t/km^2)	رسوبدهی ویژه (t/km^2)	گل آلودگی (mg/l)
۱	سرخاب	کشور	335	801021	2391	2391	4230
۲	گدارخوش	تخت خوان	888	1936818	2181	2181	11735
۳	شاهرود	لوشان	5070	10918487	2313	2154	9785
۴	دالکی	سر قنات	5310	10595967	1995	1995	21551
۵	شور جیرفت	دهرود	1350	2400797	1778	1778	9439
۶	دریان چای	دریان	61	87223	1430	1430	5025
۷	قلجق	بارزو	487	661371	1358	1358	15494
۸	طالقان	گلینک	775	983958	1270	1270	2322
۹	مارون	بهبهان تنگتکاب	3743	4545023	1214	1214	2698
۱۰	حبله‌رود	بنکوه	3195	3873785	1212	1212	13997
۱۱	مازابی	مازابی	670	749111	1118	1118	17848
۱۲	جاماش	سرمقسم	1048	1106454	1056	1056	13083
۱۳	شمیل	شمیل	1715	1791743	1045	1045	31543
۱۴	جاجرود	رودک	421	437944	1040	1040	1772
۱۵	طالار	کیاکلا	2352	1211830	2270	515	3829
۱۶	زهره	دهملا	12600	11510470	1853	914	4340
۱۷	قزل اوزن	گیلوان	49300	36701244	1771	744	9507
۱۸	قره‌سو	اراز کوسه	1400	641217	1656	458	3347
۱۹	قزل اوزن	استور	41590	23044546	1531	554	7363
۲۰	قزل اوزن	پل دختر	32520	11733888	1262	361	6558
۲۱	کشکان	پل دختر	9140	6696286	1232	733	3754
۲۲	گرگانرود	گنبد	5310	3981072	1062	750	14352
۲۳	کر	چمریز	3390	1046371	1038	309	1291

جدول (۳) دسته‌بندی حوزه‌ها به ترتیب رسوبدهی ویژه

حوزه	رسوبدهی ویژه($t/km^2/yr$)
گرگانرود، ارومیه، دریاچه نمک، مرزی غرب، قره قوم، کرخه ، تشت و بختگان و گاوخونی	۱۰۰-۲۰۰
کارون و دز، شاپور و دالکی و مند و کل، ساحلی خزر و تالش	۲۰۰-۳۰۰
کویرهای نمک و لوت و کال شور، اترک، سفیدرود، ارس	۳۰۰-۴۰۰
جازموریان، میناب و بلوچستان جنوبی، مارون و زهره	>۷۰۰

Archive of SID

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

۱-جلالیان، ا.، ا.م. محمد قهاره و ح. کریم زاده، ۱۳۷۳. فرسایش و رسوب و علل آن در حوزه‌های آبخیز کشور و ارائه نتایج موردی در بعضی از حوزه‌های آبخیز ایران. خلاصه مقالات چهارمین کنگره علوم خاک ایران، ۶ تا ۹ شهریور، دانشکده کشاورزی دانشگاه اصفهان، ۱۰-۹.

۲-شرکت مهندسین مشاور جاماب، ۱۳۷۸. سنتز، وزارت نیرو.

۳-عرب خدری، م.، ش. حکیم‌خانی و د. نیک‌کامی، ۱۳۸۲. مقایسه چند روش آماری برآورد رسوبدهی معلق در یک حوزه با رژیم برفی بارانی. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی پایان یافته مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری به کد ۱۵-۰۵۰۰۰۳۵۰۰۰-۷۹، ۶۳ ص.

۴-عرب خدری، م. ع. ولی خوجینی، ع.ر. تلوری، ا.ج. چرخابی و ش. حکیم‌خانی،۱۳۸۲. برآورد رسوبدهی و تهیه نقشه تولید رسوب برای ایران، گزارش نهایی طرح تحقیقاتی پایان یافته مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری به کد ۰۹ - ۰۵۱۰۳۱۷۰۰۰ - ۷۴، ۹۲ ص.

5- Boardman, J., 1998. An average soil erosion rate for Europe, Myth or reality? Journal of soil and water conservation. 53(1): 46-50.

6- Fraser, A.S., M. Meybeck and E.D. Ongley, 1995. Water Quality of world river basins. UNEP.

7- Hadley, R.F., R. Lal, C.A. Onstad, D.E. Walling and A. Yair, 1985. Recent developments in erosion and sediment yield studies, UNESCO, Paris, 127p.

8- Morris, G.L. and J. Fan, 1998. Reservoir sedimentation handbook. McGraw- Hill.

9- Sharifi, F. and S.A. Heydarian, 1999. On the land and water resources management (LWR) strategies in Iran. In: Talebbeydokhti, N., A. Telvari, and S. A. Heydarian (Eds.), The Regional Workshop on Traditional Water Harvesting System, Tehran, Iran: 237- 255.

10- Walling, D.E., 1994. Measuring sediment yield from river basins. In: R. Lal (Ed), Soil erosion research methods. Soil and water conservation society publ., 2nd Eddition:39-83.

11- Walling, D.E. and B.W. Webb, 1987. Material transport by the world's rivers: evolving perspectives. IAHS Publication, 164: 313-329.

12- Woodward, J.C., 1995. Pattern of erosion and suspended sediment yield in Mediterranean river basins. In: Gurnell, A.M. and B.W. Webb (Eds), Sediment and water quality in river chachments. John Wiley & Sons Ltd. 365-389.

13- Walling, D.E. and B.W. Webb, 1983. Patterns of sediment yield. In: Gregory, K.J. (Ed.), Background to Palaeohydrology. John Wiley and Sons Ltd, 69–100.

Archive of SID

www.SID.ir