بررسی رسوبدهی رودخانه‌های منتهی به خلیج‌فارس و دریای عمان

داود قربانپورلندی[۱]، قربان شهریاری[۲]، بهروز محسنی[۳]، هادی رزاقیان[۴]، باقر قرمزچشمه[۵]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۱/۰۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۸/۰۲

چکیده

نواحی مختلف یک منطقه با توجه به خصوصیات مورفولوژیکی، زمین‌شناسی، اقلیم و نوع کاربری، عکس‌العمل‌های متفاوتی در برابر نیروهای فرساینده (آب و باد) از خود نشان می‌دهند. با افزایش غلظت مواد معلق در اثر فرسایش خاک، اکوسیستم رودخانه و موجودات داخل آن به‌خطر می‌افتد. در نهایت پائین‌دستِ رودخانه با بجای گذاشتن رسوبات ریزدانه با تغییر مورفولوژی ساحل، منشاء شن‌های روان خواهد شد. اولین قدم در مبارزه با فرسایش و رسوب شناخت مقدار آن در مناطق موردنظر است. هدف از این تحقیق، شناخت وضعیت رودخانه‌های استان هرمزگان از نظر روند رسوبدهی است. بدین منظور ابتداء داده‌های ایستگاه‌های هیدرومتری رودخانه‌های منتهی به خلیج‌فارس و دریای عمان در محدوده استان هرمزگان، بررسی و با استفاده از منحنی‌سنجه رسوب مقدار آن در محل ایستگاه محاسبه شد. از روش آنالیز منطقه‌ای برای محاسبه رسوب رودخانه‌ها در محل ورود به دریا استفاده شد. عوامل مختلف زمین‌شناسی، کاربری، بارش و توپوگرافی در آنالیز منطقه‌ای به‌کار گرفته شدند. در نهایت نقشه رسوبدهی حوضه‌ها به‌دست آمد. مقایسه آنالیز آماری (رسوب برآورد شده) با مقادیر رسوب مشاهده‌ای نشان داد که چهار عامل طول کلی آبراهه، مساحت سازند، بارندگی سالانه و دید کارشناسی در سطح ۹٪ و ضریب تعیین ۰/۷۹ از همبستگی بالایی برخوردار بودند. این نتیجه بیانگر این است که منطقه هرمزگان با توجه به رخنمون‌های حساس به فرسایش و بارش‌های با شدت بالا، توان فرسایش و رسوبدهی بالایی دارند. شرق استان به‌خصوص رودخانه‌های گابریک و سدیج، از رسوب‌زایی بالایی برخوردار می‌باشند. غرب استان نیز در درجه دوم اهمیّت واقع شده و برخی نواحی مرکزی استان، رسوب‌دهی متوسطی داشتند.

واژه‌های کلیدی: استان هرمزگان، آنالیز منطقه‌ای، رسوبدهی، رسوب‌معلق، منحنی‌سنجه.

---

[۱]. کارشناس ارشد آبخیزداری سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری، دانشجوی دکتری آبخیزداری دانشگاه کشاورزی و منابع‌طبیعی ساری ـ تهران میدان رسالت، مدنی شمالی کوچه رضایی. ۰۹۱۲۵۱۶۴۳۸۵، dghorbanpour1356@gmail.com.

[۲]. استادیار و عضو هیأت علمی دانشگاه پیام‌نور، دانشکده علوم کشاورزی، گروه علمی منابع‌طبیعی و محیط‌زیست، تهران. ۰۹۱۲۵۲۶۹۶۱۴، shahriari40_dr@yahoo.com.

[۳]. هیأت علمی دانشگاه پیام‌نور، دانشکده علوم کشاورزی، گروه علمی منابع‌طبیعی و محیط‌زیست، تهران. ۰۹۱۱۳۲۶۳۰۳۲، Mohseni_m@pnu.ac.ir (مسئول مکاتبه).

[۴]. استادیار و عضو هیأت علمی دانشگاه پیام نور، دانشکده علوم کشاورزی، گروه علمی منابع‌طبیعی و محیط زیست، تهران. ۰۹۱۱۲۱۴۱۸۴۸، hrazzaghian@yahoo.com.

[۵]. استادیار پژوهشکده، حفاظت خاک و آبخیزداری کشور، ۰۹۱۲۴۵۰۳۵۸۶، baghergh@yahoo.com.

مقدمه

در بسیاری از حوضه‌های کشور اطلاعات کافی از مقدار رسوب حوضه‌ها در دست نیست. یکی از روش‌های محاسبه رسوب در حوضه‌های فاقد آمار، آنالیز منطقه‌ای می‌باشد. در این روش با برقراری ارتباط بین مقدار رسوب و عوامل مختلف فیزیوگرافی، اقلیمی، زمین‌شناسی و هیدرولوژیکی در حوضه‌های دارای آمار، مقدار رسوب سالانه در حوضه‌های بدون آمار، با استخراج عوامل فوق برآورد می‌شود. در تحقیقات مختلفی که در سطح جهان و ایران صورت گرفت، از عوامل متعددی در روابط منطقه‌ای استفاده شده است. عواملی چون مساحت حوضه، شیب حوضه، بارندگی و ارتفاع در اغلب تحقیقات به‌چشم می‌خورد. از تحقیقات مهم در این زمینه این بود که حکیم‌خانی و همکاران (۱۳۷۹)، متغیرهای دبی متوسط سالانه، درصد سنگ‌های حساس به فرسایش، بارش متوسط سالانه و درصد اراضی رو به شمال را در حوضه‌های دریاچه ارومیه به‌عنوان عوامل مؤثر در تولید رسوب معرفی کردند. محسنی‌ساروی و همکاران (۱۳۸۲)، در روش هیبرید براساس مساحت به سه گروه همگن تقسیم و سپس مدل‌های منطقه‌ای سیلاب را طبق روش هیبرید و سیل شاخص به‌دست آوردند. نتایج آن‌ها نشان داد فقط در ایستگاه فریزی در دوره بازگشت بالاتر از ده سال، روش سیل شاخص از روش هیبرید دقت بیشتری دارد ولی در دو ایستگاه شش‌طراز و شصت‌دره، روش هیبرید نسبت به روش سیل شاخص در تمامی دوره بازگشت‌ها دقت بیشتری داشت. نتایج تحقیقات وروانی و همکاران (۱۳۸۱)، پارامترهای درصد اراضی جنگلی متراکم و نیمه‌متراکم و دبی متوسط سالانه رابطه مثبت و درصد سازندهای زمین‌شناسی مقاوم و نسبتاً مقاوم به فرسایش ماقبل کواترنر رابطه منفی با میزان رسوبدهی معلق حوزه آبخیز گرگانرود را نشان داد. این سه متغیر روی‌هم بیش از ۹۶ درصد تغییرات رسوبدهی معلق را بیان کردند.

معظمی و همکاران (۱۳۸۶)، با استفاده از مدل رگرسیونی روش گام‌به‌گام، دو متغیر مستقل میانگین ارتفاع بر مجذور مساحت و تراکم زهکشی با رسوب معلق و دقت R^2=0.98 را به‌دست آوردند. ارزیابی رابطه به‌دست آمده علاوه بر بررسی معنی‌داری ضرایب، فرضیات آنالیز رگرسیونی از جمله خطی بودن روابط، یکنواختی واریانس و مستقل بودن باقیمانده‌ها را مورد آزمون قرار داده و روش مذکور را روشی ارزشمند جهت برآورد میزان رسوب در زیرحوضه‌های فاقد آمار معرفی کردند.

علاوه بر روش‌های رگرسیونی، روش شبکه عصبی نیز در سال‌های اخیر برای محاسبه بار معلق در ایستگاه‌های هیدرومتری استفاده شده است که در این خصوص فیض‌نیا و همکاران (۱۳۸۶)، دقت شبکه عصبی را در تخمین رسوب معلق روزانه در ایستگاه رودِ زرد بررسی کردند و نتایج آن‌ها بیانگر دقت بهتر شبکه عصبی نسبت به روش‌های رگرسیونی بود.

براساس تحقیقی که در زمینه غلظت بار معلق انجام شد این نتیجه حاصل شد که جریان‌های جزر و مدی مهمترین عامل مؤثر بر میزان غلظت رسوب می‌باشند (Ru et al., 2012). برای تخمین بار رسوبی دو رودخانه در شمال انگلستان، از مقایسه روش‌های شبکه عصبی مصنوعی و منحنی‌سنجه رسوب استفاده شد (Kerem, 2002). نتایج حاصله، برتری شبکه عصبی مصنوعی را در یافتن اطلاعاتی راجع به پسماند در تمرکز رسوب، رابطه با دبی جریان و تأثیر شرایط اولیه نشان داد، در حالی‌که از منحنی‌سنجه رسوب استخراج چنین اطلاعاتی امکان‌پذیر نیست.

Partal and Kerem (2008) برای برآورد رسوب رودخانه‌ها از تلفیق شبکه عصبی مصنوعی و روش wavelet استفاده نمودند. بدین‌صورت که داده‌های اندازه‌گیری شده به مؤلفه‌های wavelet تجزیه شده و به‌عنوان ورودی شبکه عصبی وارد مدل شدند. نتایج خروجی از مدل تلفیقی wavelet-ANN تناسب خوبی با داده‌های رسوب مشاهداتی را نشان داد.

بیت‌اله‌پورچهارمحالی و همکاران (۱۳۸۹)، کاربرد شبکه عصبی مصنوعی را برای تخمین مسائل بار رسوبی رودخانه کارون بیان کرده و در مقایسه آن با سایر روش‌های تجربی موجود، برتری مدل شبکه عصبی را نشان دادند. در بررسی و آنالیز منطقه‌ای رسوب حوضه‌های جنوب‌غرب کشور، شش عامل هیدرولوژیکِ مساحت، مجموع بارندگی شش ماهه، درصد مساحت اراضی حساس به فرسایش، درصد اراضی لخت (بدون پوشش)، درصد مساحت مراتع خوب و درصد اراضی محدب حوضه به‌عنوان عوامل مهم تأثیرگذار در رسوبدهی حوضه‌های مورد مطالعه شناسایی و عامل مساحت، اصلی‌ترین فاکتور معرفی شد (ثقفیان و همکاران، ۱۳۸۶). آن‌ها از روش آنالیز خوشه‌ای برای همگن‌بندی استفاده نموده و در نهایت با استفاده از روش رگرسیون چندگانه، روابط منطقه‌ای را در این حوضه‌ها به‌دست آوردند.

در تحقیق دیگری، استفاده از روش تحلیل منطقه‌ای توسط قربانی و همکاران (۱۳۹۰) مورد بررسی قرار گرفت. تحلیل منطقه‌ای عبارتست از کاربرد داده‌های برداشت شده از محل‌های مشخص و تعمیم آنها به تمام سطح یک ناحیه. افزایش دقت تهیه مدل رسوب به واسطه همگن‌بندی مناطق و دستیابی به پارامترهای مهم‌تر و مؤثرتر در تولید رسوب و اهمیت آن‌ها در انجام بهترین اقدامات مدیریتی از یافته‌های این تحقیق است.

روش‌های دیگر مانند اندازه‌گیری فرسایش و رسوب در پلات‌ها نیز راه دیگری برای برآورد رسوب محسوب شده و بیشتر نقش عوامل مختلف در تولید رسوب آزمون می‌گردد. بررسی عوامل مختلف به‌خصوص پوشش‌گیاهی بر فرسایش و رسوبدهی در غالب پلات‌های آزمایشی صورت می‌گیرد (نجفیان و همکاران، ۱۳۸۹).

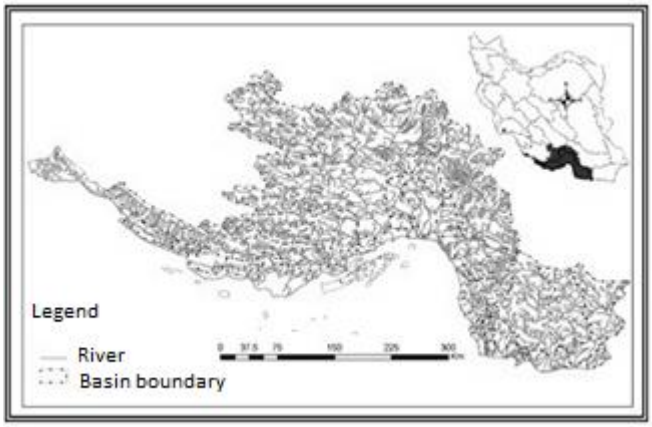
از آنجا که آورد رسوب رودخانه‌ها یکی از عوامل مهم و مؤثر در تعیین طول عمر سدها، ظرفیت کانال‌های آبیاری، تونل‌های آبرسانی، تأسیسات پایین‌دست سدها و در نهایت شناخت و تنظیم تغییرات بستر و کنار رودخانه‌هاست، لذا در این تحقیق رسوبدهی حوضه‌های منتهی به خلیج‌فارس و دریای عمان در محدوده استان هرمزگان با استفاده از روش آنالیز منطقه‌ای برآورد و برای تعیین عوامل مهم از تحلیل عاملی استفاده شد.

مواد و روش‌ها

استان هرمزگان در جنوب کشور واقع شده و رواناب‌های حوضه‌های رتبه ۲ بندرعباس و کل- مهران را به خلیج‌فارس و دریای‌عمان زهکش می‌کند. در مجموع ایستگاه‌های هیدرومتری دارای اندازه‌گیری رسوب حوضه‌های فوق در داخل و خارج استان، ۴۵ ایستگاه می‌باشد که اغلب در داخل استان واقع شده و تعداد کمی در استان فارس قرار دارند که برای تحلیل‌های منطقه‌ای نیاز می‌باشد. اغلب ایستگاه‌ها تازه تأسیس بوده و داده‌برداری اندکی در آن‌ها انجام شده است. از بین این ۴۵ ایستگاه، فقط تعداد ۱۳ ایستگاه دارای طول دوره آماری تقریباً مناسبِ سال و تعداد داده رسوب بیشتر از ۷۰ داده بود که برای تجزیه و تحلیل در منطقه مورد بررسی قرار گرفت. موقعیت هر یک از ایستگاه‌های موردنظر در جدول شماره (۱) آمده است. در مجموع ۳۴ رودخانه منتهی به خلیج‌فارس و دریای‌عمان در محدوده استان هرمزگان واقع شده است که موقعیت آن‌ها در کشور و استان در شکل (۱) ارایه شد.

جدول (۱): موقعیت ایستگاه‌های منتخب هیدرومتری منطقه مورد مطالعه

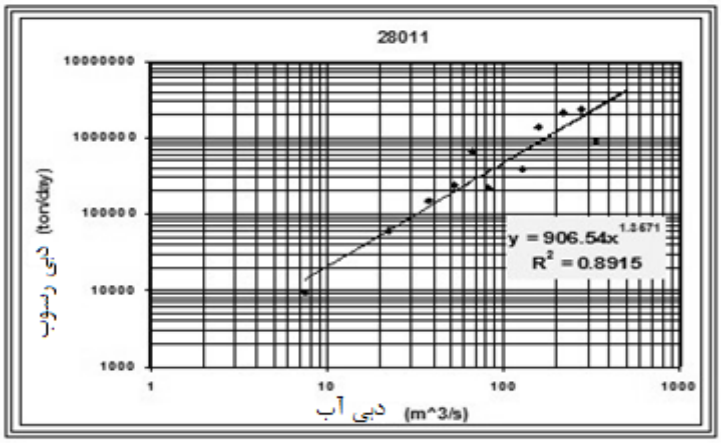
کد ایستگاه	نام رودخانه	نام ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
۲۶_۰۰۵	رودبال	گوزون	۵۴ ۲۶' ۳۳" E	۲۸ ۴۹' ۴" N
۲۶_۰۰۷	رودبال	تنگ‌خسویه	۵۴ ۲۲' ۳۵" E	۲۸ ۳۵' ۱۹" N
۲۶_۰۱۳	درودی	دراشکفت	۵۵ ۴۹' ۱۱" E	۲۸ ۱۳' ۲۳" N
۲۶_۰۲۳	رودبال	درب قلعه	۵۴ ۲۲' ۵۱" E	۲۸ ۵۵' ۱۹" N
۲۶_۰۱۷	هشیرود	تنگ شهباز (باغو)	۵۴ ۲۴' ۰" E	۲۸ ۵۷' ۵۹" N
۲۷_۰۰۳	جاماش	سرمقسم	۵۶ ۳۳' ۴۶" E	۲۷ ۳۰' ۲۰" N
۲۷_۰۱۷	میناب	برنطین- میناب	۵۷ ۱۱' ۲۵" E	۲۷ ۱۶' ۴" N
۲۷_۰۱۹	میناب	گردنه آسیاب	۵۷ ۷' ۰" E	۲۷ ۱۰' ۰" N
۲۷_۰۲۳	شمیل	شمیل	۵۶ ۵۲' ۲۹" E	۲۷ ۳۰' ۱۶" N
۲۷_۰۱۱	رودان	آبنما	۵۷ ۱۶' E	۲۷ ۲۸' ۵۹" N
۲۸_۰۱۳	گرو	گرو	۵۷ ۱۲' ۴۳" E	۲۶ ۲۶' ۳" N
۲۸_۰۱۷	جگین	پنهان	۵۸ ۱۱' ۵۲" E	۲۵ ۴۵' ۵۲" N
۲۸_۰۱۱	مازابی	مازابی	۵۷ ۱۷' ۰" E	۲۶ ۴۸' ۵۹" N



شکل (۱): موقعیت رودخانه‌های منتهی به خلیج‌فارس و دریای‌عمان در استان و کشور

برآورد رسوب معلق بر مبنای منحنی‌سنجه رسوب

روش‌های برآورد رسوب از نظر نوع منحنی‌سنجه رسوب و استفاده از دبی جریان به‌صورت زیر طبقه‌بندی شدند. به‌طوری‌که در این روش، دبی جریـــــان به تعدادی دسته تقسیم شد و برای دبـــی متوسط جریان هر دسته، متوسط دبی رسوبِ همان دسته نیز به‌دست آمد. با اعمال معادلات منتخب سنجه‌ی رسوب در سری زمانی دبی‌های متوسط روزانه، بار معلق برای هر یک از روزهای دوره آماری به‌دست آمد (شکل ۲).



شکل (۲): منحنی‌سنجه متوسط دسته‌ها در ایستگاه مازابی (کد ۲۸۰۱۱)

در نهایت منحنی‌سنجه رسوب برای جفت داده‌ها ترسیم گردید. عرب‌خدری و همکاران (۱۳۹۰)، روش همبستگی حدوسط دسته‌ها را به‌عنوان مناسب‌ترین روش برای برآورد رسوبدهی معرفی کردند. در استفاده از روش همبستگی حدوسط دسته‌ها، دلایلی پیشنهاد شده است. بخش اعظم رسوب به‌وسیله چند سیل بزرگ حمل می‌شود که بخش کوچکی از کل دوره زمانی موردنظر را تشکیل می‌دهند. از طرف دیگر نمونه‌برداری رسوب به‌دلایل مختلف به‌طور محدود صورت می‌گیرد و این نمونه‌ها معمولاً معرف شرایط سیلابی و پُرآبی رودخانه‌ها نیستند. بنابراین تعداد زیاد نمونه‌های دبی‌های پایه روند منحنی‌سنجه رسوب را دیکته می‌کند و منحنی مذکور معرف دوره‌های پُرآبی نخواهد بود. در روش همبستگی حدوسط دسته‌ها، ارزش بیشتری به دبی‌های بالا داده می‌شود. در این روش تعداد نقاط به حداقل می‌رسد، بنابراین خطای ناشی از تبدیل لگاریتمی که به پراکنش و تعداد نقاط بستگی دارد نیز تا حدود زیادی کاهش می‌یابد. سپس پارامترهای مرفومتری، زمین‌شناسی و اقلیمی منطقه تهیه و برای هریک از حوضه‌ها محاسبه گردید (Jansen, 1996). برای تعیین عوامل مهم از روش تحلیل عاملی استفاده و در نهایت با رگرسیون چندمتغیره معادله به‌دست آمد. پارامترهای معادله برای حوضه های منتهی به دریـــا محاسبه و براساس آن رسوب سالانه هریک از حوضه‌ها محاسبه شد.

آنالیز عاملی

پس از تعیین پارامترهای حوضه‌ها (مجموعاً ۱۷ پارامتر در ۱۳ حوضه) با استفاده از روش تجزیه و تحلیل عاملی در نرم‌افزار SPSS، پارامترهای مستقل شناسایی گردیدند. به‌طور کلی برای تعیین پارامترهای مستقل، آنالیز عاملی در دو فاز استخراج عاملی و چرخش عامل اجرا شد. به‌عنوان اولین قدم برای تعیین تعداد عامل، مقدار ارزش ویژه براســاس روش مـؤلفه‌های اصـــلی به‌منظور ارزیابی مقدار نسبی و مطلق پارامترها به‌دست آمد.

نتایج و بحث

با جمع‌کردن بار معلق تمـام روزهـای سـال، بـار معلق همان سال محاسبه شد. مجمـوع تولیـد رسـوب معلق سال‌های دوره آماری به تعداد سال‌هـا تقسـیم و متوسط تولید رسوب معلق سـالانه بـرآورد گردیـد. در نهایـت ۱۳ ایسـتگاه، دبـی روزانـه و داده‌هـای رسـوب مناسـب بـرای تحلیـل رسـوب داشـتند کـه معـادلاتِ متوسط رسوب سالانه و رسوب ویـژه بـه‌دسـت آمـد و نتایج آن‌ها در جدول شماره ۲ ارایه شده است.

آنالیز منطقه‌ای به‌منظور تعمیم اطلاعات از نقاط دارای داده به نقاط بدون داده صورت می‌گیرد.

جدول (۲): مقدار رسوب متوسط سالانه و رسوب ویژه

کد حوضه	مساحت (km^2)	بار رسوبی معلق (ton/y)	بار رسوبی معلق (ton/y/ha)
۲۶_۰۰۵	۹۰۳	۱۷۵۳۱۰	۱,۹۴
۲۶_۰۰۷	۳۳۵۹	۹۲۲۷۹	۰,۲۷
۲۶_۰۱۳	۹۹۷۱	۱۱۹۹۱۳۳	۱,۲۰
۲۶_۰۲۳	۷۵۱	۲۶۹۲۹	۰,۳۶
۲۷_۰۰۳	۱۰۸۱	۱۴۴۷۵۳۲	۱۳,۳۹
۲۷_۰۱۷	۱۰۰۲۴	۱۵۵۸۱۸۹	۱,۵۵
۲۷_۰۲۳	۱۷۴۳	۱۰۱۷۴۱۴	۵,۸۴
۲۷_۰۱۱	۶۱۰۶	۴۰۳۲۴۷	۰,۶۶
۲۷_۰۱۹	۱۰۲۲۳	۲۸۵۵۰۳۹	۲,۷۹
۲۸_۰۱۳	۱۲۹۵	۱۲۲۳۶۵۳	۹,۴۵
۲۸_۰۱۷	۶۲۳۷	۱۹۹۵۰۸۶۹	۳۱,۹۹
۲۸_۰۱۱	۶۶۷	۲۳۸۱۵۵۲	۳۵,۶۸

در علوم آب، آنالیز منطقه‌ای برای پارامترهای سیل، آبدهی و یا رسوب انجام شده و براساس داده‌های توپوگرافی، اقلیم، زمین‌شناسی و دیگر داده‌های مکانی رابطه بین داده فوق با داده‌های مکانی مذکور ایجاد گردید. در این تحقیق به‌منظور تعمیم داده‌های پردازش یافته رسوب به نقاط موردنظر، از آنالیز منطقه‌ای استفاده شد که مراحل آن در ذیل آورده شده است

مطابق آنچه در مواد و روش‌ها شرح داده شد، براساس آنالیز عاملی، ارزش ویژه متغیرهای ۱ تا ۱۴ که دارای اهمیت بیشتری می‌باشند استخراج شد (جدول شماره ۳). درصد واریانس متغیرها برمبنای عامل، برابر است با ارزش ویژه تقسیم بر تعداد کل واریانس متغیرهای مزبور ضربدر ۱۰۰. برای مثال ارزش ویژه اولین عامل ۶/۴۶ است و درصد کل واریانس‌ها برای اولین عامل از تقسیم ۴/۴۶ بر ۱۴ ضربدر ۱۰۰ یعنی ۴۶/۱۵ به‌دست آمد.

با توجه به جدول شماره ۴ واریانس، پارامتر طول کل آبراهه با ۰/۹۴۹ بیشترین تأثیر را روی عامل اول دارد. بنابراین عامل طول کل آبراهه به‌عنوان عامل اول انتخاب گردید. درصد مساحت سازندهای با حساسیت متوسط، عامل دوم انتخابی می‌باشد. عامل سوم که ۱/۷ درصد تغییر در داده‌های اصلی را توضیح می‌دهد، بارندگی سالانه است. عامل مساحت نیز با توجه به تأثیر در عامل اول و دیدگاه کارشناسی به‌عنوان عامل چهارم انتخاب شد.

جدول (۳): استخراج عامل اولیه در آنالیز عاملی

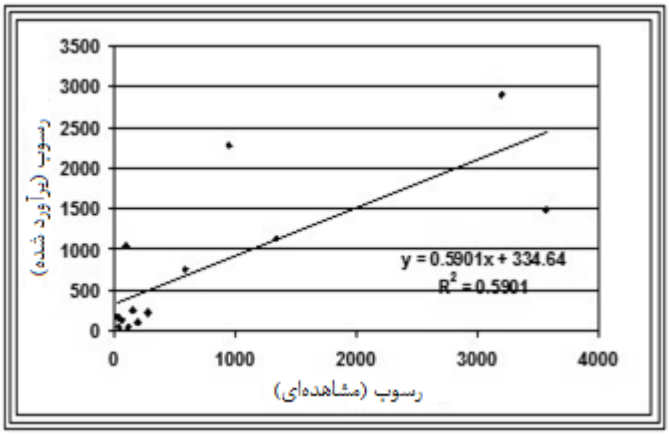
مؤلفه	مقادیر مشخصه اولیه		
	کل	درصد واریانس	درصد تجمعی
۱	۶,۴۶۱	۴۶,۱۵۲	۴۶,۱۵۲
۲	۴,۰۲۶	۲۸,۷۵۴	۷۴,۹۰۶
۳	۱,۶۹۶	۱۲,۱۱۵	۸۷,۰۲۱
۴	۰,۷۷۱	۵,۵۰۸	۹۲,۵۲۹
۵	۰,۴۱۲	۲,۹۴۴	۹۵,۴۷۳
۶	۰,۲۸۰	۲,۰۰۱	۹۷,۴۷۴
۷	۰,۲۴۶	۱,۷۵۶	۹۹,۲۳۰

ادامه جدول (۳): استخراج عامل اولیه در آنالیز عاملی

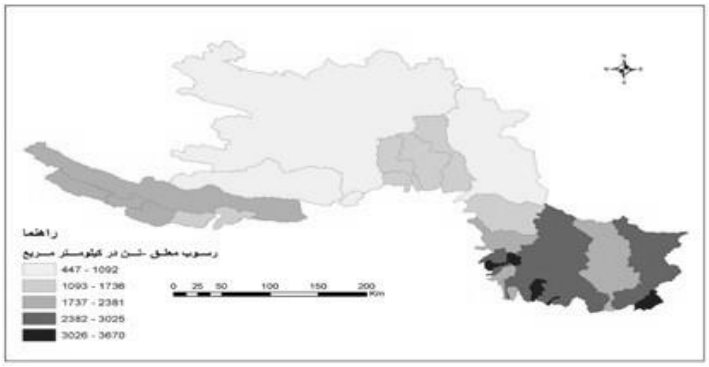
مؤلفه	مقادیر مشخصه اولیه		
	کل	درصد واریانس	درصد تجمعی
۸	۰,۰۴۴	۰,۳۱۲	۹۹,۵۴۲
۹	۰,۰۳۴	۰,۲۴۶	۹۹,۷۸۸
۱۰	۰,۰۲۹	۰,۲۰۷	۹۹,۹۹۶
۱۱	۰,۰۰۱	۰,۰۰۴	۱۰۰,۰۰۰
۱۲	۷,۳۹۵E-۶	۵,۲۸۲E-۵	۱۰۰,۰۰۰
۱۳	۵,۰۰۲E-۱۷	۳,۵۷۳E-۱۶	۱۰۰,۰۰۰
۱۴	-۳,۷۱8E-۱۶	-۲,۶۵۶E-۱۵	۱۰۰,۰۰۰

جدول (۴): ماتریس عامل چرخش‌شده از تحلیل عامل

	مؤلفه		
	1	2	3
بارندگی سالیانه (mm)	-۰,۰۹۵	-۰,۲۱۰	۰,۸۹۵
ارتفاع متوسط (m)	-۰,۲۲۵	-۰,۸۰۴	۰,۴۵۲
شیب حوضه (%)	-۰,۸۵۰	-۰,۰۶۴	۰,۳۱۸
مساحت (km^2)	۰,۹۳۶	۰,۱۳۹	۰,۱۵۸
نسبت ۱ و ۲	۰,۹۱۰	۰,۰۸۵	۰,۱۴۴
نسبت ۳ و ۴	-۰,۲۹۱	-۰,۹۰۵	۰,۲۵۷
نسبت ۵ و ۶	۰,۱۶۸	۰,۹۳۸	۰,۰۸۶
نسبت ۷ و ۸	-۰,۴۳۸	۰,۲۶۵	-۰,۶۷۸
نسبت ۹	۰,۹۴۴	۰,۰۹۸	۰,۱۰۸
ارتفاع حوضه (km)	۰,۸۴۶	۰,۳۵۴	-۰,۰۹۰
کاربری کشاورزی	۰,۲۶۳	-۰,۰۴۰	۰,۷۹۰
کاربری زمین لخت	-۰,۱۷۲	۰,۹۱۱	-۰,۱۹۰
کاربری مرتع متوسط	-۰,۲۰۹	-۰,۹۴۱	۰,۱۶۳
کاربری شهری	۰,۴۱۵	۰,۵۳۱	-۰,۶۶۵
طول کلی رودخانه (km)	۰,۹۴۹	۰,۱۱۷	۰,۱۸۴



شکل (۳): رابطه بین میزان رسوب مشاهده‌ای و برآوردشده (تن در سال)



شکل (۴): نقشه شدت رسوبدهی حوضه‌های منتهی به خلیج‌فارس و دریای‌عمان

رگرسیون چندمتغیره

هدف از انجام تجزیه و تحلیل رگرسیون چندمتغیره، یافتن روابط منطقه‌ای بین متغیرهای مستقل با مقدار رسوب معلق به‌عنوان متغیر وابسته می‌باشد. یکی از فرضیه‌های رگرسیون خطی، عدم هم‌خطی شدید یا همبستگی داخلی قوی بین متغیرهای مستقل است و این مسئله ممکن است اثراتی از قبیل حذف هر دو متغیر مستقل که همبستگی بالایی با هم دارند را به‌دنبال داشته باشد. در رگرسیون چندمتغیره، مساحت یکی از عوامل مهم می‌باشد ولی عوامل دیگر در منابع مختلف متفاوت است. برخی از عوامل فوق مانند سازندهای زمین-شناسی و بارش در تحقیقات ثقفیان و همکاران (۱۳۸۶) و وروانی و همکاران (۱۳۸۱) آمده است. برای این‌منظور از متغیرهای به‌دست آمده در تحلیل عاملی استفاده شد. لازم به‌ذکر است بین چهار عامل که از تحلیل عاملی به‌دست آمدند با مقادیر متوسط رسوب سالانه به تن و رسوب ویژه سالانه به تن بر کیلومترمربع رابطه رگرسیونی برقرار گردید. رابطه عوامل فوق با رسوب سالانه از همبستگی بالا برخوردار بود که نتایج آماری و آزمون معنی‌داری در سطح ۹ درصد و ضریب تعیین ۰/۷۹ استخراج و رابطه آن در معادله (۱) آورده شد.

$$S = 0.642A - 2.047R_t - 22.85P + 16.04G_{III} + 5859.7 \quad (۱)$$

که در آن؛ A مساحت حوضه (کیلومترمربع)، P بارش سالانه (میلی‌متر)، R_t طول کل آبراهه‌ها (کیلومتر)، G_{III} درصد مساحت سازندهای با حساسیت متوسط به فرسایش و S رسوب متوسط حوضه به تن در کیلومترمربع در سال.

جدول (۵): مقادیر متوسط رسوب سالانه با روش رگرسیون چندمتغییره

نام رودخانه	مساحت سازندهای با حساسیت متوسط	مساحت (km^2)	بارش سالانه (mm)	طول رودخانه اصلی (km)	رسوب معلق ($t^1km^{-2}y^{-1}$)
بهمدی	۴۲,۸	۳۶۱,۰	۱۵۱,۸	۹۱,۹	۳۱۲۰,۶
بریزک	۱۵,۲	۱۲۶,۲	۱۶۲,۷	۴۱,۵	۲۳۸۲,۸
چالاک	۲۸,۹	۱۷۴,۳	۱۸۴,۱	۶۲,۹	۲۱۰۰,۱
شرق رودخانه چلپی	۰,۰	۱۴۶,۶	۱۵۸,۳	۴۰,۷	۲۲۵۳,۳
چلپی	۱۹,۳	۲۰۳,۸	۱۵۸,۴	۵۹,۶	۲۵۵۸,۶
گابریک	۲۲,۹	۴۵۷۳,۳	۱۸۴,۹	۱۳۱۸,۰	۲۲۳۹,۴
غرب گابریک	۱۸,۶	۲۸۷,۶	۱۵۰,۲	۷۰,۰	۲۷۶۷,۱
گاوبندی	۴۳,۴	۱۲۰۵,۲	۲۱۵,۴	۲۷۷,۰	۱۸۴۱,۰
گز	۳۵,۲	۱۳۳۸,۵	۱۸۲,۶	۴۸۰,۰	۲۱۲۹,۷
گرازی	۰,۶	۸۱,۰	۱۶۲,۰	۳۰,۸	۲۱۵۶,۵

ادامه جدول (۵): مقادیر متوسط رسوب سالانه با روش رگرسیون چندمتغیره

نام رودخانه	مساحت سازندهای با حساسیت متوسط	مساحت (km^2)	بارش سالانه (mm)	طول رودخانه اصلی (km)	رسوب معلق ($t^1km^{-2}y^{-1}$)
حسن لنگی	۴۹,۶	۲۸۱۲,۳	۲۵۱,۴	۷۸۱,۷	۱۱۱۶,۶
هیلرو	۱۴,۶	۳۵,۸	۱۵۰,۰	۱۴,۳	۲۶۶۰,۲
شرق هیلرو	۴,۵	۲۳,۹	۱۴۹,۹	۷,۵	۲۵۰۴,۹
غرب هیلرو	۵۵,۴	۶۵,۱	۱۵۰,۰	۳۰,۵	۳۳۰۰,۱
حیوی	۴۶,۸	۳۷۱,۸	۱۶۲,۰	۱۲۱,۹	۲۸۹۷,۹
شرق حیوی	۵۱,۷	۴۲۲,۰	۱۵۸,۴	۱۵۱,۶	۳۰۳۰,۷
جگین	۴۸,۹	۶۶۸۷,۰	۱۹۷,۴	۱۷۸۹,۴	۲۷۶۴,۶
جلابی	۴۲,۹	۲۴۱۵,۹	۲۴۷,۱	۵۲۲,۸	۱۳۸۱,۱
جاسک	۶۰,۴	۲۲۶,۲	۱۶۱,۰	۱۵۴,۳	۲۹۷۷,۲
کل	۲۹,۴	۴۲۵۰۷,۱	۲۵۴,۱	۱۳۱۷۵,۶	۸۵۰,۵
خور مقام	۶۰,۴	۵۶۷,۱	۲۱۵,۸	۲۳۵,۸	۱۷۷۸,۱
شرق خور مقام	۳۸,۰	۱۱۲۴,۹	۲۱۹,۳	۱۷۰,۲	۱۸۳۱,۳
مهران	۳۲,۳	۷۸۸۱,۹	۲۲۰,۳	۲۲۳۹,۲	۱۸۲۱,۳
میناب	۵۰,۶	۱۰۴۱۷,۳	۲۳۱,۴	۳۷۲۵,۹	۴۴۷,۱
سدیج	۴۲,۰	۴۶۲۹,۶	۱۵۸,۸	۱۴۲۴,۰	۲۹۶۳,۴
غرب سدیج	۴۴,۵	۴۷۶,۵	۱۲۵,۷	۱۶۴,۳	۳۶۷۰,۵
شهرنو	۲۸,۸	۱۹۰,۷	۱۴۹,۲	۳۸,۶	۲۹۵۵,۴
شور	۳۷,۰	۱۵۴۷,۵	۲۴۷,۷	۳۳۰,۹	۱۱۰۹,۹
غرب شور	۶۳,۶	۵۷۰,۹	۲۴۵,۳	۱۲۰,۷	۱۳۹۵,۱
تنگ خور	۴۴,۸	۷۶۴,۶	۲۱۸,۷	۱۷۱,۹	۱۷۱۹,۸
شرق تنگ خور	۴۲,۲	۷۲۸,۳	۲۱۷,۱	۲۲۳,۱	۱۵۸۵,۹
تورکند	۲۹,۲	۷۰۵,۵	۱۵۷,۷	۱۲۵,۳	۲۹۲۱,۵
زنگلی	۱۰,۹	۳۵۶,۸	۱۵۹,۶	۱۴۰,۶	۲۳۲۷,۷
زرانی	۴۷,۴	۳۰۷۱,۵	۲۰۷,۶	۱۱۸۵,۹	۱۴۲۰,۲

نتیجه‌گیری

در بررسی و آنالیز منطقه‌ای رسوب حوضه‌های جنوب‌غرب کشور، شش عامل هیدرولوژیکِ مساحت، مجموع بارندگی شش ماهه، درصد مساحت اراضی حساس به فرسایش، درصد اراضی لخت (بدون پوشش)، درصد مساحت مراتع خوب و درصد اراضی محدب حوضه به‌عنوان عوامل مهم تأثیرگذار در رسوبدهی حوضه‌های مورد مطالعه شناسایی و عامل مساحت اصلی‌ترین فاکتور معرفی شد. از طرفی به‌علت پیچیدگی شرایط رودخانه‌ها و نیاز به اطلاعات وسیع، معادلات هیدرولوژیکی برای برآورد رسوبدهی سالانه رودخانه‌ها به سادگی قابل کاربرد نمی‌باشد، لذا برای بررسی رسوبدهی غالباً از طریق روش منحنی‌سنجه رسوب انجام می‌شود. به‌دلیل تفاوت میانگین مقادیر برآورد شده در منحنی‌سنجه رسوب در مقایسه با مقادیر مشاهده‌ای، محققان روش‌های متفاوتی را برای بهبود منحنی‌سنجه پیشنهاد نمودند. از جمله این روش‌ها، روش منحنی‌سنجه فصلی، ماهانه و حدواسط دسته‌ها، نتایج را تا حدودی بهبود بخشیدند اما همچنان دارای درصد خطای قابل‌توجهی هستند. در این مطالعه، نتایج بررسی رسوبدهی ۳۴ رودخانه منتهی به خلیج‌فارس و دریای‌عمان نشان داد که چهار عامل مساحت، بارش سالانه، طول کل آبراهه‌ها و درصد سازندهای با حساسیت متوسط به فرسایش عوامل اصلی بودند که در رابطه منطقه‌ای وارد شدند. بر این اساس از مرکز استان به سمت شرق و غرب بر شدت رسوبدهی حوضه‌ها افزوده شده است. با توجه به اینکه در منطقه سازندهای زمین‌شناسی حساس به فرسایش رخنمون زیادی داشته و کاربری کشاورزی

درصد بسیار اندکی از حوضه‌ها را شامل شده است در فرسایش و رسوبدهی تأثیر چندانی نداشته و به‌همین دلیل در معادله رگرسیونی وارد نشده است.

منابع

بیت‌اله‌پور چهارمحالی، ا.، م. کاشفی‌پور و ز. حاجی‌علی‌گل. ۱۳۸۹. مدل‌سازی انتقال رسوب با کمک روش شبکه عصبی مصنوعی. پنجمین کنگره ملی مهندسی عمران.

ثقفیان، ب.، ب. قرمزچشمه و م. سمیعی. ۱۳۸۶. آنالیز منطقه‌ای رسوب در حوضه‌های منطقه جنوب‌غرب کشور، وزارت نیرو، شرکت سهامی مدیریت منابع آب ایران.

حکیم‌خانی، ش.، م. عرب‌خدری، م. مهدوی، و ع. خوجینی. ۱۳۷۹. تحلیل منطقه‌ای رسوب معلق در حوزه دریاچه ارومیه. دومین همایش ملی فرسایش و رسوب، ۱۱ ص.

صمدی‌بروجنی، ح.، م. زمانیان و ف. حسین‌پور. ۱۳۹۲. برآورد رسوبدهی سالانه رودخانه دز با استفاده از روش "نسبت‌ها". فصلنامه علمی- پژوهشی مهندسی آبیاری و آب، سال سوم، شماره یازدهم، ص ۴۴-۳۵.

عرب‌خدری، م. ۱۳۹۰. بهبود برآورد منحنی‌سنجه رسوب حدوسط دسته‌ها با کاربرد برنامه آمارگیری نمونه‌ای سازوار خوشه‌ای. مجموعه مقالات چهارمین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران. ۱۳-۱۴ اردیبهشت‌ماه.

فیض‌نیا، س.، ع. محمدعسگری و م. معظمی. ۱۳۸۶. بررسی کارایی روش شبکه عصبی مصنوعی در تخمین رسوب معلق روزانه (بررسی موردی حوزه آبخیز زرد رامهرمز، استان خوزستان). مجله منابع‌طبیعی، دوره۶۰، شماره ۴، ص ۱۱۹۹- ۱۲۱۰.

قربانی، م. ع.، ا. فاخری‌فرد، س. نعمتی و س. طلوعی. ۱۳۹۰. تعیین نواحی همگن توریع مکانی بار معلق در حوضه آبریز رودخانه آجی‌چای. مجله دانش آب و خاک، جلد ۲۱، شماره ۲، ص ۲۱۴-۲۰۱.

محسنی‌ساروی، م.، ح. روحانی، ع. ر. تلوری و غ. ر. زهتابیان. ۱۳۸۲. تحلیل فراوانی منطقه‌ای سیلاب به روش هیبرید در شرق و شمال‌شرق ایران. مجله منابع‌طبیعی ایران، جلد ۵۶، شماره ۳، ص ۱۶۵-۱۷۵.

معظمی، م. و س. فیض‌نیا. ۱۳۸۶. آنالیز ناحیه‌ای رسوب معلق (مطالعه موردی رودخانه جراحی). چهارمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، مدیریت حوزه‌های آبخیز، ۱۳ ص.

نجفیان، ل.، ع. کاویان، ج. قربانی و ر. تمرتاش. ۱۳۸۹. اثر فرم رویشی و مقدار پوشش‌گیاهی بر تولید رواناب و رسوب اراضی مرتعی منطقهٔ سوادکوه مازندران. مجلهٔ علمی پژوهشی مرتع، سال چهارم، شمارهٔ دوم، ص ۳۳۴-۳۴۷.

وروانی، ج.، س. فیض‌نیا، م. مهدوی و م. عرب‌خدری. ۱۳۸۱. آنالیز ناحیه‌ای رسوب معلق با استفاده از معادله رگرسیونی در حوزه آبخیز گرگانرود. مجله منابع‌طبیعی ایران، جلد ۵۵، شماره ۱، ص ۳۵- ۴۷.

Jansen, W. J. 1996. Estimating saving-investment correlations: evidence for OECD countries based on an error correction model. Journal of International Money and Finance, 5, p. 749-781.

Kerem, C. H. 2002. Suspended Sediment Estimation for Rivers using Artificial Neural Networks and Sediment Rating Curves, Turkish Journal of Engineering. Enviroment. Science, No. 26, P: 27 - 36.

Partal, T. and C. H. Kerem. 2008. Estimation and forecasting of daily suspended sediment data using wavelet–neural networks Journal of Hydrology, Volume 358, Issues 3-4, P: 317-331.

The Study of the Sediment Yield on Rivers End to Persian Gulf and Oman Sea in Hormozgan Province

Davoud Ghorbanporlendi[1], Ghorban Shahriari[2], Behrooz Mohseni[3], Hadi Razzaghian[4], Bagher Ghermezcheshmeh[5]

Abstract

Different regions of an area indicate distinct reactions against erosive forces (i.e. wind and water) depending on that region's conditions like its morphological characteristics, geology, climate and kind of land use. As suspended materials increases in the river due to soil erosion, its ecosystem together with living creatures fall in danger. Finally, bed loads sedimentation down river changes the downstream morphology which creates sand. The first step in controlling the soil erosion and bed loads sediment is to calculate their amount in the required areas. Hence force, the aim of current research is to identify the status of Hormozgan Province Rivers in terms of the sediment process. Therefore, data of the hydrometrical stations from Persian Gulf and Oman ocean basin rivers, located in the province, was collected; then, their sediment amount in the local station calculated according to rating curve. In order to calculate the river sediment amount in the embouchure of sea, regional analysis approach applied. Various parameters such as to geological, methodological, topographic and land use were also taken into account in the regional analysis. Finally, SSY map of basins prepared. Comparison of statistical analysis (estimated sediment) with observed sediments values showed that four different factors, namely the overall length of waterway, area formation, annual rainfall and expert opinion, were highly related at the level of 9% and correlation coefficient of 0.79 realiability. The result implies that due to sensitive outcrops to the erosion and shooting rainfalls, Hormozgan region is highly capable of erosion and high sedimentation. The east part of the province, especially Gabrik and Sadij rivers, suffers from high sediment potentials. in terms of SSY, the east part of the province takes the second place and central region of province has moderate SSY.

Keywords: Hormozgan province, Regional analysis, Suspended material, Sediment Rating Curve, Sediment yield.

[1]. PH.D Student of Watershed Management Engineering Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University MSc of Forest, Range and Watershed Management Organization, 09125164385, Dghorbanpour1356@gmail.com.
[2]. Assistant Professor, Faculty of Agricultural Sciences, Department of Natural Resources and environmental Engineering, Payam Noor University, 19395-4697, Tehran, I.R. of Iran, 09125269614, shahriari40_dr@yahoo.com.
[3]. A member of the Faculty of Agricultural Sciences, Department of Natural Resources and environmental Engineering, Payam Noor University, 19395-4697, Tehran, I.R. of Iran, 09113263032, Mohseni_m@pnu.ac.ir (Corresponding Author).
[4]. Assistant Professor, Faculty of Agricultural Sciences, Department of Natural Resources and environmental Engineering, Payam Noor University, 19395-4697, Tehran, I.R. of Iran, 09112141848, Hrazzaghian@yahoo.com.
[5]. Assistant Professor, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, 09124503586, Baghergh@yahoo.com.