تعیین روابط ریاضی نسبت تحویل رسوب (SDR) و عوامل حوضه ای

مسعود نصری[۱] علی نجفی[۲]

چکیده

در مطالعات آبخیزداری فرسایش و رسوب از اهمیت زیادی برخوردار است. مقدار رسوب حاصل از فرسایش در حوزه های آبخیز مختلف متفاوت است. رسوب حوزه های آبخیز تحت تاثیر عوامل مختلفی مانند اقلیم ، پستی و بلندی و فعالیت های انسانی است. مطالعه حاضر با هدف ارائه رابطه ریاضی بین نسبت تحویل رسوب و خصوصیات حوضه ای در حوزه‌های آبخیز قهرود و حوزه آبخیز Z4 زواریان که دارای اقالیم و رژیم های بارشی و الگوهای کاربری اراضی و شرایط اقتصادی-اجتماعی متفاوتی هستند صورت می گیرد که در آن با استفاده از روشهای مرسوم برآورد میزان فرسایش و رسوب از قبیل روشهای EPM و MPSIAC در منطقه مطالعاتی اقدام گردید، در ادامه نسبت تحویل رسوب در هر زیرحوضه تعیین و رابطه ریاضی بین نسبت تحویل رسوب و خصوصیات حوضه‌ای مشخص گردید. در این مطالعه ارتباط آماری بین تعداد ۳۲ متغیر مختلف فیزیوگرافی، کاربری اراضی و اقلیمی-هیدرولوژیکی به عنوان متغیر های مستقل و متغیر SDR به عنوان عامل وابسته بررسی گردید. نتایج نشان داد از بین عوامل برگزیده ۹ گانه مستقل، عوامل فیزیوگرافی؛ قطر دایره همسطح، مجموع طول آبراهه‌ها، شیب وزنی آبراهه اصلی دارای مهمترین نقش در میزان نسبت تحویل رسوب (SDR) می‌باشند. در ادامه جهت ارزیابی میزان دقت و کارایی مدل در پیش بینی مقادیر SDR اقدام به پیاده سازی آن در یک حوزه آبخیز دیگر به نام حسین آباد نیزار گردید که رابطه همبستگی آماری مناسب بین میزان SDR در زیرحوزه های آبخیز حسین آباد نیزار با استفاده از روشهای تجربی EPM و MPSIAC و مقادیر SDR پیش بینی شده توسط مدل رگرسیونی بدست آمده در تحقیق حاضر بیانگر کارآیی و دقت قابل قبول مدل و در نتیجه اطمینان در بکارگیری آن در مناطق مجاور و در کل ناحیه ایران مرکزی-غربی و پیشکوه‌های داخلی زاگرس و البرز است.

کلمات کلیدی: نسبت تحویل رسوب(SDR)، فرسایش، کاربری، مدلسازی رگرسیونی، زواریان، قمرود، قهرود

[۱]- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردستان ps_sepahan@yahoo.com نویسنده مسئول

[۲]- کارشناس ارشد اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان اصفهان-doralinajafi@yahoo.com

مقدمه

خاک یکی از مهمترین اجزای یک اکوسیستم در هر کشور است که رخداد فرسایش خاک به اشکال مختلف موجب از دست رفتن این سرمایه ملی می‌گردد عوامل مختلفی در بروز و تشدید فرسایش و به تبع آن تولید رسوب نقش دارند که برخی از آنها جنبه مدیریتی داشته و می‌توان با اتخاذ و اجرای سیاست‌ها و راهبردهای علمی و عملی از بروز فرسایش و رسوب جلوگیری نمود. بنابراین لازم است برای کنترل فرسایش آبی ابتدا اقدام به شناخت عوامل مدیریتی همراه با عوامل محیطی شود و با بررسی میزان نقش هر یک از عوامل در بروز فرسایش راه حل‌های مناسب ارائه گردد.

تخریب خاک در نتیجه فعالیت انسان، امروزه به عنوان یک معضل اجتماعی مطرح بوده و نقش عامل انسانی در پیدایش و تسریع روند تخریب خاک در بسیاری از مناطق روشن گردیده است(جعفری و همکاران، ۱۳۸۸). با ادامه تخریب خاک و اراضی این وضع فرسایش خاک به عنوان یک معضل خودنمایی کرده و سبب کاهش حاصلخیزی خاک و کاهش تولید محصول و کمبود مواد غذایی می‌گردد (Denga و همکاران، ۲۰۰۰؛ Semgalawe و Folmer، ۲۰۰۰ و Tenge و همکاران، ۲۰۰۷). هر ساله هزاران تن مواد جامد از سطح حوزه‌های آبخیز توسط آب، باد و عوامل دیگر تحت فرآیندهای مربوط برداشت شده و از محلی به محل دیگر انتقال می‌یابد. این جابجایی مواد در نتیجه فرسایش، منابع آب و خاک را محدود و محدودتر می‌سازد و مشکلات اقتصادی، اجتماعی حتی در سطح بین المللی پدید می‌آورد. نظر به اینکه فرآیند فرسایش و تولید رسوب دو پدیده مرتبط با هم می‌باشد لذا عوامل موثر تأثیرگذار در رخداد آن‌ها تا حد زیادی مشترک می‌باشد(نجفی، ۱۳۸۲). رسوب ناشی از فرسایش از مهم ترین مشکلات مدیریت حوزه های آبخیز است. استفاده از روش های آماری برای تحلیل آمار رسوبدهی حوزه های آبخیز یکی از رهیافت‌های مهم بررسی روند رسوب زایی در حوزه های آبخیز محسوب می‌گردد(نصری و همکاران، ۱۳۹۰). از آنجایی که احداث سدهای مخزنی در سر شاخه رودخانه های بزرگ کشور و افزایش و پایداری عمر مفید آنها به منظور امکان اجرای طرحهای انتقال آب بین حوزه ای نقش مهمی در توسعه پایدار مناطق خشک و بیابانی در حوزه مرکزی ایران دارد(فیض نیا و همکاران، ۱۳۸۷) لذا تعیین میزان رسوبات خروجی از حوضه‌های آبخیز(نسبت تحویل رسوب) می تواند روند کاهش حجم مفید این مخازن را تحت تاثیر قرار دهد از این رو انجام مطالعات مرتبط با موضوع ضرورتی انکار ناپذیر است.

تمامی روابط برآورد فرسایش و رسوب دارای عاملی مرتبط به نام نسبت تحویل رسوب[1] بوده که بیانگر این مفهوم است که چه بخشی از خاک فرسایش یافته در سطح حوزه آبخیز از مجاری و مسیرهای آبی خروجی از حوضه خارج می‌گردد(López-Tarazón و همکاران، ۲۰۱۲)، دستیابی به این مهم می‌تواند میزان شاخص‌های مهمی چون بارگذاری رسوب سالانه در مخازن آبی پایین دست و یا کانالهای آبیاری، نوع سازندهای تشکیل دهنده حوضه از نظر رسوبزایی، وضعیت فیزیوگرافی و ساختار فیزیکی و شیمیایی حوضه و سایر مشخصات را نشان دهد. استفاده از نسبت تحویل رسوب در حوزه های آبخیز به منظور تبدیل مقادیر اندازه گیری و یا تخمینی رسوب به

1 SDR: sediment delivery ratio

فرسایش خاک برای متخصصان حفاظت خاک و آب ضروری است(غلامی و همکاران، ۱۳۸۸).

در اکوسیستم آسیب پذیر ایران ضرورت حفظ منابع آب و خاک برای جلوگیری از تولید و حمل رسوب در زیرحوزه های آبخیز احساس می‌شود که با برنامه ریزی مستمر و حفاظت آب و خاک در قالب طرح‌های آبخیزداری می‌توان شدت فرسایش و تولید رسوب را تا حد قابل قبولی کاهش داده و زیان‌های ناشی از آن را کنترل کرد. استفاده از روش های آماری برای تحلیل آمار رسوب دهی حوزه‌های آبخیز یکی از رهیافت های مهم در بررسی عوامل تاثیر گذار در تولید رسوب و مدیریت حوزه آبخیز است. طی سال های اخیر پژوهش ها و بررسی های گسترده ای در زمینه عوامل موثر و برآورد نسبت تحویل رسوب در حوزه های آبخیز صورت گرفته که در نهایت منجر به ارائه روابط متعدد و مدل های جدیدی برای تخمین و برآورد نسبت تحویل رسوب در سرتاسر جهان شده است(Fernandez و همکاران، ۲۰۰۳؛ Ferro و همکاران ، ۱۹۹۵؛ Ferro و Porto، ۲۰۰۰). پورخلعتبری و سهیلی(۱۳۷۶) با بررسی آمار رسوب ۱۱ ایستگاه با طول دوره آماری مشترک ۲۵ سال برای تعیین رابطه منطقه ای اقدام به ایجاد رابطه همبستگی بین دبی متوسط رسوب با آبدهی متوسط سالیانه، سطح حوزه آبریز ایستگاهها و همچنین دبی ویژه رسوب بار معلق سالیانه با دبی متوسط سالانه و سطح حوزه آبخیز نمودند.سرانجام بهترین رابطه همبستگی بین دبی رسوبات سالانه با دبی متوسط سالانه و مساحت حوزه آبخیز ارائه شد.

آگاهی از روش مناسب محاسبه نسبت تحویل رسوب (SDR) از حوزه های آبخیز از اهمیت ویژه‌ای در مباحث حفاظت خاک و آبخیز داری بویژه برآورد مقادیر فرسایش رسوب برخوردار است. یکی از چالش های مهم در برآورد فرسایش رسوب استفاده از چنین روش ها و یا مدل ها، لزوم آگاهی از کارایی و میزان دقت آنها است(افسری و قدوسی، ۱۳۹۰) با توجه به مطالب عنوان شده و شرایط بحرانی فرسایش خاک و رسوبگذاری در مخازن پایین دست در کشور لزوم مشخص نمودن مقدار رسوب انتقالی از حوضه و نسبت آن با مقدار فرسایش رخ داده در بالادست یا همان نسبت تحویل رسوب(SDR) امری ضروریست چرا که با مشخص شدن صحیح و کم خطای نسبت تحویل رسوب ، برآیندی از فرسایش در حوزه آبخیز بالادست مشخص می‌گردد که این موضوع طبقه بندی شدت و میزان فرسایش حوضه مطالعاتی از نظر بحرانی بودن هدر رفت خاک را مشخص خواهد کرد و در این صورت است که می‌توان اولویت بندی تخصیص اعتبارات محدوده طرح‌های حفاظت آب و خاک را با تکیه بر پشتوانه‌های علمی عملیاتی نمود.

مطالعه حاضر با هدف ارائه رابطه ریاضی بین نسبت تحویل رسوب(SDR) و خصوصیات حوضه ای در حوزه‌های آبخیز قهرود (شهرستان کاشان در شمال استان اصفهان) و زیرحوضه پارسل Z4 حوزه آبخیز زواریان (شهرستان آشتیان در استان مرکزی) انجام گردیده است.

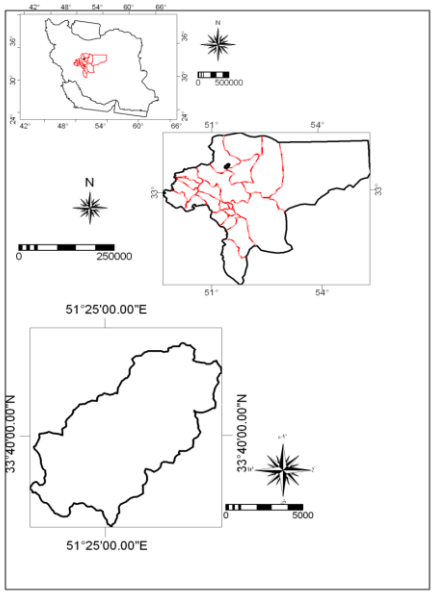
مواد و روشها

موقعیت منطقه مطالعاتی

حوزه آبخیز قهرود با مساحت ۹۰۹۱/۳۴ هکتار درمحدوده $33^0 36' 34/14''$ تا $33^0 44' 30/25''$ عرض شمالی و $51^0 21' 52/22''$ تا $51^0 29' 53/27''$ طول شرقی قرار دارد.

حوضه مورد مطالعه به صورت شمالی-جنوبی قرار گرفته و از نظر تقسیمات سیاسی در

شهرستان کاشان بخش قمصر و دهستان قهرود واقع شده است.

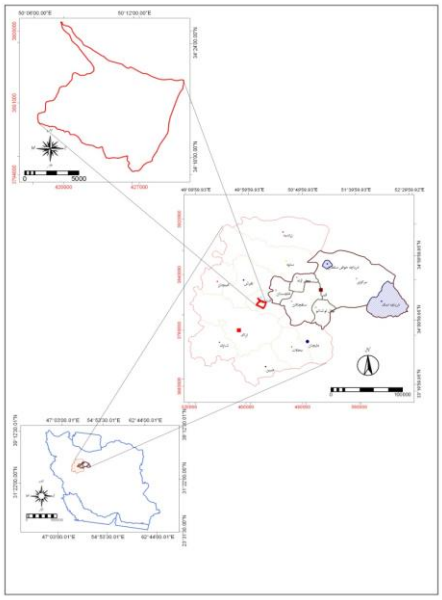


شکل شماره ۱ : نقشه موقعیت حوزه آبخیز قهرود در استان اصفهان و کشور

حوزه آبخیز زواریان(Z4) با مساحت ۸۷۹۵/۱۷ هکتار درمحدوده $۳۴^{0}۰۸'۳۶/۸۲''$ تا $۳۳^{0}۱۵'۵۲/۰۱''$ عرض شمالی و $۵۰^{0}۰۶'۱۰/۳۷''$ تا $۵۰^{0}۱۵'۰۷/۶۳''$ طول شرقی قرار دارد. حوضه مورد مطالعه جزء حوزه آبخیز قمرود و یکی از واحدهای هیدرولوژیک حوضه میانی قمرود سلفچگان می‌باشد. از نظر تقسیمات سیاسی حوضه در استان مرکزی، شهرستان آشتیان، بخش مرکزی، دهستان مزرعه نو واقع شده است.

روش تحقیق

تمام رسوب تولیدی در حوزه آبخیز امکان رسیدن به نقاط کنترل پایین دست مانند سد را ندارد (Mutreja, 1990)، از این رو نسبت بین مقدار رسوب تولیدی و فرسایش ناخالص در حوزه آبخیز نسبت تحویل رسوب نام دارد (Das, 2000).



شکل شماره ۲ : نقشه موقعیت حوزه آبخیز زواریان(Z4) در استان مرکزی و کشور

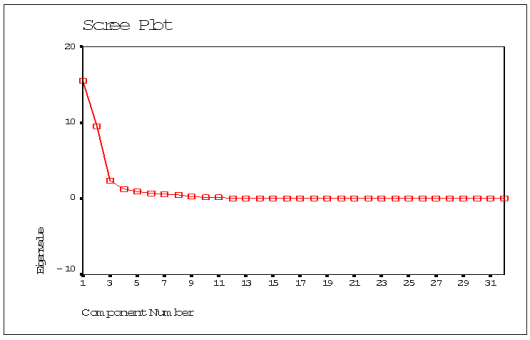
نسبت تحویل رسوب به عوامل متعددی بستگی دارد چنانکه با افزایش مساحت حوضه این نسبت کاهش می یابد (Toy, 2002). همچنین رابطه نسبت فوق با عواملی چون طول حوضه، زمان تمرکز و محیط معکوس است (چهره منوری، ۱۳۷۴).

در این مطالعه ابتدا با استفاده از روشهای مرسوم برآورد میزان فرسایش و رسوب از قبیل روشهای EPM و MPSIAC (احمدی، ۱۳۷۸ و رفاهی، ۱۳۷۸) نسبت به پیاده سازی روشهای مذکور در منطقه مطالعاتی زیر حوزه‌های آبخیز قهرود و زیرحوزه های آبخیز پارسل Z4 حوزه آبخیز زواریان اقدام گردید. در ادامه نسبت تحویل رسوب در هر زیرحوضه با توجه به روابط مربوط در مدل های مربوط تعیین گردید. نظر به اینکه نسبت تحویل رسوب وابسته به عوامل متعدد فیزیوگرافی و اقلیمی، زمین شناسی و سایر خصوصیات حوضه ای می‌باشد، لذا در گام بعدی نسبت به محاسبه عوامل متعددی نظیر شیب، طول آبراهه اصلی،

ارتفاع از سطح دریا، بارش سالانه، دمای سالانه، میزان سختی سازندهای زمین شناسی و عوامل دیگر مربوط به هر زیرحوضه با بهره گیری از نرم افزارهای گروه GIS اقدام خواهد شد. در گام نهایی با استفاده از نرم افزارهای آماری از قبیل SPSS (نصری و شریف ناحیه، ۱۳۹۰) و توابع رگرسیونی (زالی و جعفری شبستانی، ۱۳۶۹) موجود اقدام به برقراری ارتباط آماری و ریاضی بین نسبت تحویل رسوب از یک سو (به عنوان عامل وابسته) و عوامل مختلف حوضه‌ای یاد شده (به عنوان عوامل مستقل) می‌گردد. مناسبترین رابطه ریاضی نشان خواهد داد تاثیرگذارترین عوامل بر روی SDR چیست لذا در مطالعات مشابه در منطقه مطالعاتی برای سایر حوضه‌های مطالعه نشده می‌توان از معادلات بدست آمده جهت تعیین میزان نسبت تحویل رسوب استفاده کرد. در مدلسازی رگرسیونی داده های نسبت تحویل رسوب (SDR)به عنوان متغیر وابسته و داده‌های مربوط به ویژگیهای فیزیوگرافی، زمین شناسی، کاربری اراضی، اقلیمی و هیدرولوژیکی به عنوان متغیرهای مستقل وارد محاسبات مربوط به رگرسیون چندگانه گردید.

نتایج و بحث

متغیرهایی که در یک حوزه آبخیز میزان رسوب خروجی از حوزه را تحت تأثیر قرار می دهند، متنوع و فراوانند، لذا استفاده از روش رگرسیون چند متغیره جهت دستیابی به معادله ای که مبین ارتباط مناسب رسوب و هر یک از این عوامل باشد مناسب به نظر می‌رسد. بدین منظور اقدام به انجام رگرسیون چند متغیره بین مقادیر SDR به عنوان متغیر وابسته و متغیرهای مختلف زمین‌شناسی، اقلیمی، هیدرولوژیکی، فیزیوگرافی و کاربری اراضی به عنوان متغیرهای مستقل گردید. در این تحقیق داده‌های ورودی به فرآیند مدلسازی رگرسیونی شامل یک متغیر وابسته(Y) و ۳۲ متغیر مستقل(X) می‌باشد.



شکل شماره۳ : نمودار وضعیت نمودار سنگریزه ای(scree plot)تحلیل عاملی

پس از اینکه پارامترهای مستقل در محورهای عاملی با توجه به وزن هر پارامتر در نتایج ارائه شده از انجام تحلیل عاملی مشخص شد، لازم است این پارامترها به همراه پارامتر وابسته در فرایند مدلسازی رگرسیونی قرار گیرند.

همانطور که در قبل بیان گردید تعداد ۳۲ پارامتر مستقل به منظور ساخت مدل نسبت تحویل رسوب در نظر گرفته شده است. کثرت و تنوع چنین پارامترهایی تاکنون در کارهای انجام شده محدودی در این مورد و آن هم بیشتر در مورد رسوب و نه نسبت تحویل رسوب دیده می‌شود، چنانکه عرب خدری و زرگر(۱۳۷۴) ۱۱ ویژگی، حکیم خانی(۱۳۷۷) ۱۹ ویژگی، رستمی و همکاران (۱۳۸۱) ۲۰ ویژگی و وفا خواه (۱۳۸۱) ۱۴ ویژگی را به عنوان متغیرهای مستقل مدنظر قرار داده اند. در این میان تنها Mahmoudzadeh(۱۹۹۶) ۵۷ متغیر مؤثر در پتانسیل تولید رسوب را مد نظر قرار داده است. لذا در این مطالعه با توجه به سوابق تحقیق از مجموع ۳۲ متغیر مستقل، ۱۷ متغیر فیزیوگرافی، ۳ متغیر

کاربری اراضی، ۱۲ متغیر اقلیمی و هیدرولوژیکی می باشد.

از بین روشهای انجام رگرسیون روش گام به گام روش مناسبی می باشد اگر چه غیاثی و همکاران (۱۳۸۱) در مدلهای رگرسیونی ارائه شده خود روش پسرو را بهترین روش نشان داده و از روش ورود تمام متغیرها نیز برای تعیین بهترین مدل استفاده کرده اند. ضمن اینکه در جای دیگر وفاخواه(۱۳۸۱) جهت ارائه مدلهای مناسب رگرسیونی جهت تجزیه و تحلیل ناحیه ای رسوب روش گام به گام (قدم به قدم) را به کار گرفت.

مدل منتخب در مطالعه حاضر به شرح زیر می باشد:

SDR=-0.091*CIR+0.001*TLSTR-0.005*SSTR+0.676

در این مدل:

CIR:قطر دایره همسطح (km)

TLSTR:مجموع طول آبراهه‌ها (km)

SSTR: شیب وزنی آبراهه اصلی(٪) می باشد.

با توجه به مدل ارائه شده عوامل فیزیوگرافی CIR:قطر دایره همسطح (km) ، TLSTR:مجموع طول آبراهه‌ها (km) و SSTR: شیب وزنی آبراهه اصلی (٪) دارای مهمترین نقش در میزان نسبت تحویل رسوب (SDR) می باشند که در این بین مجموع طول آبراهه‌ها دارای اثر مستقیم و دو عامل قطر دایره همسطح و شیب وزنی آبراهه اصلی دارای اثر معکوس در میزانSDR هستند.

جدول شماره۱ : علائم اختصاری و توالی متغیرهای مستقل و وابسته

عوامل مستقل- عوامل و متغیرهای اقلیمی-هیدرولوژیکی		عوامل مستقل- عوامل و متغیرهای فیزیوگرافی	
lagri	درصد کاربری کشاورزی	area	مساحت ha
lurb	درصد کاربری مسکونی	ssub	شیب حوضه ٪
lrang	درصد سطوح اراضی		

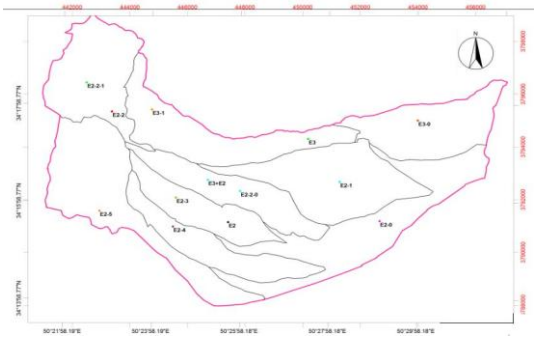
	مرتعی	sstr	شیب وزنی آبراهه اصلی ٪
run	ضریب هرزاب	tlstr	مجموع طول آبراهه هاKm
preci	بارش mm	strd	تراکم زهکشی Km/Km^2
temp	دما C	lstr	طول آبراهه اصلیm
q2	دبی با دوره بازگشت ۲ ساله m3/s	ele	ارتفاع از سطح دریاm
q5	دبی با دوره بازگشت ۵ ساله m3/s	cir	قطر دایره همسطح(Km)
q10	دبی با دوره بازگشت ۱۰ ساله m3/s	gra	ضریب گراویلیوس
q25	دبی با دوره بازگشت ۲۵ ساله m3/s	hor	ضریب هورتون
q50	دبی با دوره بازگشت ۵۰ ساله m3/s	lrect	طول مستطیل معادلKM
		wrect	عرض مستطیل معادلKM
q100	دبی با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله m3/s	snor	درصد مساحت شیبهای شمالی
		ssou	درصد مساحت شیبهای جنوبی
tmin	حداقل درجه حرارت C	seas	درصد مساحت شیبهای شرقی
tmax	حداکثر درجه حرارت C	swes	درصد مساحت شیبهای غربی
cn	CN		
SDR	نسبت تحویل رسوب (Y)	conc	زمان تمرکز
sub	نام زیر حوضه		

روشن است تاثیر عملکرد و مدیریت فعالیتهای انسانی در مناطق مورد مطالعه نمی تواند حداقل در کوتاه مدت اثر قابل مشاهده و ملموسی روی میزان SDR داشته باشد اگر چه نباید از نظر دور داشت که فعالیتهای وسیع انسان در حوزه های آبخیز می تواند تدریجاً و چنانچه توام با اثرگذاری تصادفی سایر عوامل طبیعی در سطح کلان نظیر جنبشهای تکتونیکی و فعالیتهای آتشفشانی و لرزه خیزی و یا حدوث خشکسالی‌های وسیع و فراگیر و وقوع دبیهای سیلابی فراوان باشد. که رخداد آن در بازه-های زمانی حتی کمتر از ۵۰ سال هم بر میزان

SDR حوضه موثر باشد. به یقین می توان با استفاده از مدل مذکور نسبت به برآورد میزان SDR زیرحوزه های آبخیز بخشی از ناحیه مرکزی- غربی ایران بخصوص در پیشکوه‌های داخلی زاگرس و البرز اقدام نمود. اگر چه در تحقیقات برخی از محققین از نقش عوامل دیگر در تولید رسوب و اثر گذاری بر میزان SDR صحبت به میان آمده است، همچنانکه در این مورد می توان به تأثیر دبی اوج بر مقدار تولید رسوب در مطالعه Das (۲۰۰۰) و تأثیر متغیرهای توپوگرافی مساحت، طول، محیط حوضه و ضریب شکل گراولیوس بر تولید رسوب در مطالعه مهرسرشت (۱۳۷۵) نیز اشاره کرد .

ارزیابی میزان کارایی مدل در مناطق دیگر

جهت ارزیابی میزان کارایی مدل رگرسیونی بدست آمده از ۱۹ زیرحوزه های آبخیز تفکیکی در دو منطقه مطالعاتی قهرود و زواریان اقدام به لحاظ متغیرهای مربوط از زیر حوزه های آبخیز دیگری در مناطق همجوار در مدل برآوردی گردید. موقعیت حوضه یاد شده در شکل زیر ارائه شده است.



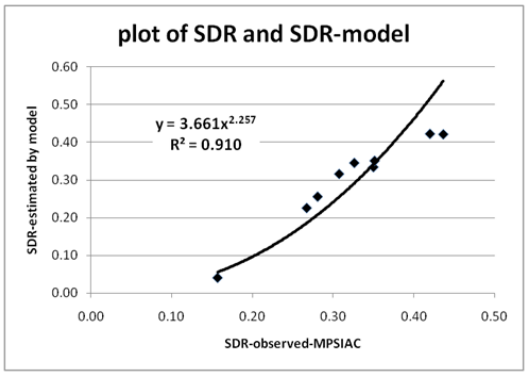
شکل شماره ۴ : نقشه زیرحوزه های آبخیز حسین آباد نیزار

محاسبه میزان SDR زیرحوضه‌های حوزه آبخیز حسین آباد نیزار با استفاده از روشهای تجربی EPM و MPSIAC گردید از سوی دیگر مقادیر پیش بینی شده توسط مدل نیز مد نظر قرار گرفت .

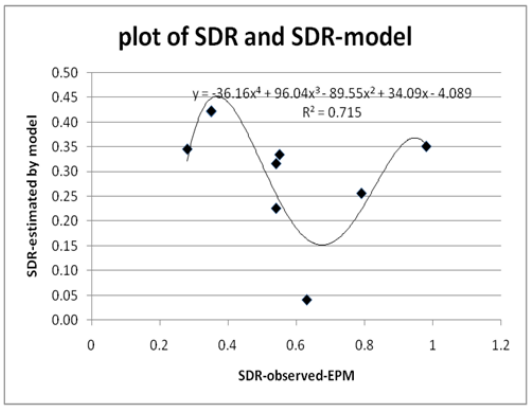
جدول شماره ۲ : میزان SDR با استفاده از روشهای تجربی EPM و پیش بینی مدل رگرسیونی در زیرحوزه های آبخیز حسین آباد نیزار

	epm	SDR=-0.091*CIR+0.001*TLSTR-0.005*SSTR+0.676				مدل رگرسیونی مطالعه
نام زیرحوضه	SDR-epm	CIR	TLSTR	SSTR	SDR-model	SDR-MPSIAC
E3-1	۰/۵۵	۳/۶۱	۳۴/۸۷۱	۹/۶	۰/۳۳	۰/۳۵
E3	۰/۵۴	۴/۹۸	۴۰/۶۵۰	۷/۵	۰/۲۳	۰/۲۷
E 2-1	۰/۲۸	۳/۹۲	۴۴/۸۲۶	۳/۶	۰/۳۵	۰/۳۳
E 2-2-1	۰/۹۸	۳/۵۹	۲۶/۵۱۱	۴/۹	۰/۳۵	۰/۳۵
E 2-2	۰/۷۹	۴/۶۹	۴۹/۷۷۳	۸/۵	۰/۲۶	۰/۲۸
E 2-3	۰/۳۵	۲/۷۷	۱۹/۸۰۶	۴/۴	۰/۴۲	۰/۴۴
E 2-4	۰/۳۵	۲/۹۰	۲۹/۳۷۲	۳/۷	۰/۴۲	۰/۴۲
E 2-5	۰/۵۴	۴/۲۱	۵۳/۶۶۷	۶	۰/۳۲	۰/۳۱
E 2	۰/۶۳	۹/۴۱	۲۵۳/۳۲۶	۴/۶	۰/۰۴	۰/۱۶

نمودار میزان همبستگی مقادیر برآوردی توسط مدل و مقادیر داده های مشاهداتی(محاسباتی) با استفاده از روشهای تجربی گویای کارایی مناسب مدل با توجه به سطوح معنی داری قابل قبول بدست آمده است.



شکل شماره۵ : نمودار ارتباط آماری بین مقادیر مشاهدهای SDR از روش MPSIAC و مدل رگرسیونی در زیرحوزه های آبخیز حسین آباد نیزار



شماره۶ : نمودار ارتباط آماری بین مقادیر مشاهده ای SDR از روش EPM و مدل رگرسیونی در زیرحوضه های حوزه آبخیز حسین آباد نیزار

در این زمینه و نظر به عوامل بروز یافته به عنوان متغیرهای پیش بینی در مدل رگرسیونی بدست آمده مشخص می‌گردد که عواملی نظیر اقلیمی و هیدرولوژیکی و یا کاربری اراضی حضور معنی داری در مدل ندارند، اگر چه عدم ارتباط کافی بین متغیرهای اقلیمی و تولید رسوب ممکن است جای ابهام داشته باشد ولی بیان مطالبی مرتبط با این مقوله می تواند به روشن شدن این موضوع کمک کند.

با توجه به فرآیند مدلسازی رگرسیونی، حضور یا عدم حضور یک متغیر در مدل می بایست از نظر آماری قابل قبول باشد، بنابراین مدل نهایی ارائه شده بدلیل مستند و معتبر بودن از نظر آماری و طی نمودن صحیح فرآیند مدلسازی با توجه به نتایج ارائه شده، قابل استناد و پذیرش می باشند. لذا عدم حضور قدرتمند متغیرهای اقلیمی و هیدرولوژیکی در مدلها قابل توجیه است. از طرف دیگر بدلیل خشک بودن بخش اعظم منطقه مورد مطالعه، اطلاعات مربوط به شاخصهای مهم اقلیمی نظیر شدت بارش در بازه های زمانی چند ساعته و بیشتر (که تأثیر زیادی در فرآیند فرسایش و رسوب دارند) بندرت یافت شده و قابل استفاده در این تحقیق نبوده است، لذا متغیر شدت بارش علی رغم اهمیت زیادش نمی تواند در مدلهای مذکور حضور یابد. از منظر عدم ورود متغیرهای کابری اراضی نیز می توان گفت که اگر چه این متغیرها بطور مشخص در مدل رگرسیونی وارد نشده اند ولی بدیهی است که تاثیر این عوامل بصورت غیرمستقیم در بار رسوبی و میزان SDR پدیدار می‌شود چرا که با تغییر کاربری مثلاً از مرتع به ساخت و ساز و سازه های عمرانی قطعاً بار رسوبی جریانات هرزابی افزایش می یابد که با تحقیقات کریم خانی (۱۳۷۶) و محمود زاده (۱۳۷۶) که تاثیر کاربری زمین را روی رسوب بررسی نموده اند قابل بررسی و امعان نظر است.

پیشنهادها

با توجه به تحقیق انجام شده و نیز اهمیت کنترل و یا کاهش روند افزایشی فرسایش و تخریب منابع

آب و خاک در حوزه های آبخیز مطالعاتی و نیز کشور پیشنهاد می گردد که :

۱- ارتباط مقادیر SDR زیر حوزه‌ها و عوامل مستقل در سایر مناطق کشور نیز انجام شود .

۲-با توجه به نتایج مربوط به انتخاب مدل نهایی، در استفاده از تکنیکهای چند متغیره کلیه مسیرهای ممکن جهت دستیابی به مدلهای نهایی (اعم از تجزیه و تحلیل عاملی ، تحلیل خوشه‌ای) انجام شود و در انتها مناسبترین مدل با توجه به جمیع شرایط انتخاب گردد.

۳-با توجه به تغییر پذیری شدید میزان رسوب در بعد زمانی و مکانی و عدم همگونی انتقال رسوب معلق حتی در دبی های مشابه در بسیاری از موارد ، طول دوره آماری و نیز تعداد زیر حوزه های موجود واجد اهمیت خاصی است. بنابراین حتی الامکان باید سعی شود تجزیه و تحلیل منطقه ای نسبت تحویل رسوب اولاً در زیر حوزه های دارای آمار طولانی مدت رسوب صورت گیرد، ثانیاً تعداد زیر حوزه های مورد مطالعه جهت بدست آوردن اعتبار کافی مدلهای بدست آمده بالا باشد.

۴- اهمیت مطالعات بررسی مقادیر SDR نقشی که عوامل حوضه ای در مقادیر آن دارد به عنوان مطالعات پایه عمران منطقه ای در بخش کشاورزی و منابع طبیعی قرار گرفته و اعتبارات مرتبط و متناسب با توجه به ضرورت حفاظت از منابع آبی پایین دست و کاهش خسارات خروج رسوب از حوضه آبخیز بر مناطق پایین دست تخصیص یابد.

تشکر و قدردانی : بدینوسیله نگارندگان بر خود لازم می‌دانند از حوزه معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردستان در اجرای طرح پژوهشی و تحقیق حاضر تشکر و قدردانی نمایند

منابع

افسری، ر. و قدوسی، ج. (۱۳۹۰). ارزیابی روش‌های مختلف تخمین نسبت تحویل رسوب (SDR) تحت شرایط آب و هوایی مختلف مطالعه موردی: حوزه‌های آبخیز استان مرکزی. فصلنامه جغرافیای طبیعی، سال چهارم، شماره ۱۲. صفحات ۱۰۷ تا ۱۱۸.

احمدی، ح. (۱۳۷۸). ژئومورفولوژی کاربردی، جلد ۱ (فرسایش آبی)، چاپ دوم، تهران، انتشارات دانشگاه تهران، ۶۶۸ ص.

پور خلعتبری، م. و سهیلی، م.(۱۳۷۶)، بررسی منطقه ای رسوب بار معلق رودخانه های مازندران، بولتن وضعیت منابع آب کشور، شماره ۱۵، وزارت نیرو، سازمان تحقیقات منابع آب.

جعفری، م.، نصری، م. و طویلی، ع. (۱۳۸۸). تخریب خاک و اراضی. انتشارات دانشگاه تهران. ۲۸۰ صفحه.

چهره منوری، ب. (۱۳۷۴)، بررسی عوامل مؤثر در ضریب رسوبدهی(SDR)(حوزه آبخیز میناب)، مجموعه مقالات سمینار ملی فرسایش و رسوب، ۲۴ تا ۲۷ اردیبهشت، دانشکده منابع طبیعی نور، صفحات ۱۲۱ تا ۱۳۵.

رستمی، م.، اردشیر، ع.، ابریشم چی، ا.، مرادی، م. ح. و عرب خدری، م.(۱۳۸۱)، پیش بینی رسوب معلق حوزه های فاقد آمار با مقایسه روشهای خوشه بندی آماری و فازی، مجموعه مقالات ششمین سمینار بین المللی مهندسی رودخانه، ج اول، صفحات ۹ تا ۱۷ ، دانشگاه شهید چمران اهواز، ۸ الی ۱۰ بهمن.

رفاهی، ح. (۱۳۷۸). فرسایش آبی و کنترل آن، چاپ اول، تهران، انتشارات دانشگاه تهران، ۵۵۱ ص.

زالی، ع. و جعفری شبستانی، ج.(۱۳۶۹)، مقدمه ای بر احتمالات و آمار(ترجمه)، انتشارات دانشگاه تهران.

عرب خدری، م. و زرگر، ا. (۱۳۷۴). برآورد تولید رسوب در بخش شمالی البرز با استفاده از مدلهای رگرسیونی، مجله پژوهش و سازندگی، شماره ۲۹، ص ۲۲.

غلامی، ل.، صادقی، ح.ر. و خالدی درویشان، ع. (۱۳۸۸). مدلسازی برآورد نسبت تحویل رسوب رگبار در حوزه آبخیز چهل گزی بر اساس ویژگی های اقلیمی و هیدرولوژی، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، جلد شانزدهم، وبژه نامه ۲

غیاثی، ن.، غفاری، ع.، عرب خدری، م. و حاتمی، ح. (۱۳۸۱)، مقایسه روشهای برآورد برخی از ویژگیهای هندسی آبخیزها از نقطه نظر اثر آنها بر سیلهای حداکثر با دوره بازگشتهای مختلف، وزارت جهاد کشاورزی، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، ۷۰ ص.

فیض نیا، س.، نصری، م.، نجفی، ع. و نخکوب، ح. (۱۳۸۷). نقش رسوب زایی سازندهای زمین شناسی و تعیین سهم استانی حوزه آبخیز سد شهیدعباسپور (حوزه آبخیز کارون ۱). تحقیقات مرتع و بیابان ایران زمستان ۱۳۸۷; ۱۵(۴ (پیاپی ۳۳)):۴۲۳-۴۳۵.

کریم خانی، ف. (۱۳۷۶). بررسی رفتارهای فرسایشی پادگانه‌های کواترنر در حوزه آبخیز طالقان. پایان نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی(نور)، ۱۸۹ص.

- محمودزاده، ا. (۱۳۷۶). بررسی رابطه رسوب تولیدی و کاربری زمین. مجله جنگل و مرتع، شماره ۳۶، صفحات ۲۵ تا ۳۰.

- نجفی، ع. (۱۳۸۲). اولویت بندی زیرحوضه های آبخیز اصفهان و سیرجان در تولید رسوب با استفاده از تجزیه و تحلیل منطقه ای، پایان نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشگاه تربیت مدرس تهران.

نصری، م و شریف ناحیه ، ر. (۱۳۹۰). SPSS و کابرد آن در علوم کشاورزی و منابع طبیعی، انتشارات نوروزی ، ۲۰۸ ص.

نصری، م.، فیض نیا، س.، جعفری، م.، احمدی ح. و سلطانی، س. (۱۳۹۰). بررسی آماری تغییرات رسوب معلق و تحلیل عوامل موثر (مطالعه موردی: ایستگاه مندرجان)مرتع و آبخیزداری (منابع طبیعی ایران). ۶۴(۱):۹۵-۱۰۶.

وفاخواه، م. (۱۳۸۱). ارائه مدل ریاضی جهت برآورد رسوب در منطقه شمال(مازندران و گرگان)، مجموعه مقالات ششمین سمینار بین المللی مهندسی رودخانه، ج اول، صفحات ۱۴۷ تا ۱۵۹ ، دانشگاه شهید چمران اهواز، ۸ الی ۱۰ بهمن.

Das, G.(2000), Hydrology and soil conservation engineering, Prentice-Hall of India Private Limited Pub., 489p.

Denga FO, Onwenyi GS, Kitheka JU. (2000). Erosion and sedimentation problems in the arid and semi-arid lands of Kenya.In Land and Water Management in Kenya.Towards Sustainable Land Use.Gichuki FN, Mungai DN, Gachene CK, Thomas DB. (eds). Department of Agr.Engineering (UoN) and Soil and water conservation Branch, Ministry of Agriculture and Rural Dev.: Nairobi, Kenya.

López-Tarazón, J.A., Batalla, R.J., Vericat, D. and Francke, T. (2012). The sediment budget of a highly dynamic mesoscale catchment: The River Isábena, Geomorphology, 138, 15-28.
Fernandez, C., Wu, J.Q., McCool, D.K., and Stockle, C.O. 2003. Estimating Water Erosion and Sediment Yield with GIS, RUSLE and SEDD. J. Soil Water Conservation, 58: 128-136.
Ferro, V., and Minacapillia, M. 1995. Sediment Delivery Processes at Basin Scale. Hydrologic Science J. 40: 6. 703-718.
Ferro, V., and Porto, P. 2000. Sediment Delivery Distributed (SEDD) Model, J. Hydrologic Engineering, 5: 4. 633-647.
Mahmoudzadeh, A.(1996), The use of farm dams to determine the effect of land use and lithology on catchment sediment yields, Ph.D presentation Univ. of New South Wales, School of Geography, Australia, 254 p.
Mutreja, K. N.(1990), Applied hydrology, TATA McGraw-Hill publishing company limited, 959p.
Semgalawe ZM, Folmer H. (2000). Household adoption behaviour of improved soil conservation: the case of the North Pare and West Usambara Mountains of Tanzania. Land Use Policy 17: 321–336.
Tenge, A. J., Okoba, B. O. and Sterk, G., (2007), participatory soil and water conservation planning using a financial analysis tool in the west Usambarahighlands of Tanzania, Land Degrade. Develop. 18: 321–337 (2007)
Toy, T. J., Foster, G. R. and Renard, K. G.(2002), Soil erosion, John Wiley and Sons Pub., 338p.