بررسي منطقه‌اي منحني سنجه رسوب در اقاليم مختلف ايران

بهنوش فرخ‌زاده*[۱]، مريم آذرخشي[۱]، محمد مهدوي[۲] و علي سلاجقه[۳]
[۱] دانشجوي دكتري آبخيزداري دانشكده منابع طبيعي، دانشگاه تهران، ايران
[۲] استاد گروه احياء مناطق خشک و کوهستاني، دانشکده منابع طبيعي، دانشگاه تهران، ايران
[۳] استاديار گروه احياء مناطق خشک و کوهستاني، دانشکده منابع طبيعي، دانشگاه تهران، ايران

(تاريخ دريافت: ۸۴/۷/۲۵، تاريخ تصويب: ۸۶/۸/۶)

چكيده

يكي از روش‌هاي برآورد رسوب بهره‌گیری از آمار ايستگاه‌هاي آبسنجی و برقراري رابطه بين دبي آب و دبي رسوب به عنوان منحني سنجه رسوب مي‌باشد. به دليل اهميت اين منحني‌ها در برآورد رسوب در ايران، و نبود اطلاعات و آمار كافي در حوزه‌ها در اين پژوهش سعي شده با تعيين و بررسي منحني‌هاي سنجه در برخي ايستگاه‌هاي داراي آمار، و در نظر گرفتن برخي عامل‌های موثر در توليد رسوب، تاثير و یا بی تاثیری اين متغيرها بر تغيير منحني‌هاي سنجه در هر اقليم به طور منطقه‌اي بررسي شود، تا از نتايج بدست‌آمده بتوان در حوزه‌هاي بدون آمار بهره گرفت.به‌اين منظور ۲۹ ايستگاه هيدرومتري با پراكنش مناسب جغرافيائي در سطح كشور گزينش، و منحني سنجه آنها رسم شد. ايستگاه‌هاي يادشده در چهار اقليم مرطوب، نيمه مرطوب، نيمه خشك و خشك منطقه‌بندي شدند وبه منظور مقايسه منحني‌ها در هر اقليم بين درصد اراضي حساس به فرسايش، درصد پوشش گياهي و مساحت هر حوزه با شيب منحني‌ها روابط رگرسيوني برقرار شد. كه‌اين رابطه‌ها در اقليم مرطوب در سطح ۹۵درصد، در اقليم نيمه مرطوب در سطح ۹۹ درصد و در اقليم خشك در سطح ۹۰ درصد، معني‌دار بوده، ودر اقليم نيمه خشك نيز رابطه معني‌داري بدست نيامد. نتايج بدست آمده حاكي از تاثير متغيرهاي يادشده بر تغيير شيب منحني‌هاي سنجه در سه اقليم مرطوب، نيمه مرطوب وخشک، و عدم تاثير اين متغيرها در اقليم نيمه خشک مي‌باشد.

واژه‌هاي كليدي: منحني سنجه رسوب، دبي رسوب، دبي آب، ايستگاه آبسنجی، رابطه‌های رگرسيوني، اقليم

* نويسنده مسئول: تلفن: ۲۲۴۹۳۱۳-۰۲۶۱ فاکس: ۲۲۴۹۳۱۳-۰۲۶۱ Email:be_farokhzadeh@yahoo.com

مقدمه

امروزه دانش آبخيزداري به عنوان ابزاري كارا درمسير بهره گيری بهينه از اراضي يك حوزه آبخيز مورد توجه مسؤولان امر قرار گرفته است. مشكل رسوب زائي، انتقال رسوب، فرسايش و رسوبگذاري از بحث‌هاي مهم در برنامه ريزي راهبردهاي خرد و كلان آبخيزداري و مديريت حوزه‌هاي آبخيز مي‌باشند (۱۷).

گردآمدن رسوب در منطقه های پايين دست موجب بروز خسارت برون منطقه‌اي، تخريب مسير آبراهه‌ها، گل آلودگي آب مصرفي، انباشت نهرها از رسوب و كاهش ظرفيت مخازن سدها و تنگناهای زيست محيطي بسياري مي‌شود. پيشگيري يا حفاظت خاك و بررسی مربوط به رسوب در دستور كار آبخيزداران است (۱۰).

در حوضه‌هاي بدون آمار براي برآورد ميزان رسوب همواره دشواری ها و تنگناهایی وجود داشته است. با توجه به‌اين امر بررسی‌های مربوط به دبي جريان و ارتباط آن با دبي رسوب و بهره گيری از نتايج آن براي بررسي وضعيت رودخانه‌هاي مختلف در زمينه مديريت اهميت به سزايي دارد.

همواره گروه‌هاي زيادي اعم از متخصصان، مديران حوزه‌ها و آبخيزداران نياز به اطلاعات مرتبط با رسوب خيزي حوزه‌ها دارند، به كمک اين داده‌ها و اطلاعات، مي‌توان رابطه فرايندهاي فرسايش حوزه و رسوب را بررسی كرد و از اطلاعات آن براي ارزيابي، اصلاح و بهبود مدل‌هاي برآورد رسوب و كمک به تصميم گيري‌هاي درست مديريتي بهره گرفت(۱۴). يكي از مواردي كه به طور تجربي بيانگر رابطه بين دبي آب و دبي رسوب است، معادله سنجه رسوب مي‌باشد. به كمك اين معادله و با بررسي عامل های مؤثر بر آن مي‌توان از نتايج حاصله در حوضه‌هاي فاقد آمار بهره گرفت و بدين گونه گام مهمي‌در زمينه مديريت رسوب و كنترل فرسايش در اين گونه حوضه‌ها برداشت.

پژوهش‌هاي صورت گرفته در زمينه چگونگی ترسيم و بررسي درستی و دقت منحني‌هاي سنجه رسوب در برآورد رسوب همگي حكايت از اهميت اين منحني‌ها در اين زمينه دارند. نتايج اين پژوهش ها نشان مي‌دهد رسم منحني‌هاي سنجه با برازش تابع تواني به داده‌هاي جريان و رسوب، به كار گيري عامل‌هاي تصحيح و رگرسيون غير خطي، كوتاه كردن فاصله های نمونه برداري، رسم منحني‌هاي سنجه مجزا براي فصل های مختلف سال و...، موجب افزايش درستی و دقت منحني‌ها مي‌شود(۱۷,۲۴,۲,۱۳).

تاكنون از منحني‌هاي سنجه رسوب در زمينه برآورد رسوب ساليانه بهره گيری‌هاي زيادي صورت گرفته است، پيتر[۱] (۲۰۰۳) به منظور تعيين رسوب ساليانه و عامل‌های موثر بر توليد رسوب در ۴۶ ايستگاه آبسنجي واقع در اوهيو[۲] بين منحني‌هاي سنجه و عامل هايی چون شيب و مساحت حوضه‌ها روابط رگرسيوني برقرار مي‌كند، نتايج اين پژوهش حاكي از تاثير اين عامل ها در توليد رسوب مي‌باشد (۲۸). بروس[۳] (۲۰۰۱) با تعيين منحني‌هاي سنجه رسوب و تقسيم بندي منحني‌ها بر پايه فصل، ميزان گل آلودگي، بار بسترو محاسبه ميزان رسوبدهي و بررسی شماری ازعامل های ديگر، فرسايش تشديد شونده را به علت تغيير كاربري اراضي و كاهش تنوع شكل بستر رودخانه مي‌داند(۲۵).

از آنجا كه عامل‌های بشماری بر توليد رسوب دخالت دارند، پژوهشگران زيادي در مورد رسوب به دست آمده از اين منحني‌ها و تعيين عامل های موثر بر توليد رسوب از جمله شيب، مساحت، سازندهاي حساس به فرسايش و درصد پوشش گياهي و ... بررسی داشته‌اند (۲۸,۸,۱,۲,۶).). بنا بر گزارش والبينگ (۱۹۷۷)[٤] عامل های بسياري چون اقليم، كاربري اراضي، درستی آمارو چگونگی تجزيه تحليل‌هاي آماري بر شكل و شيـــب منحني‌ها تاثير مي‌گذارد (۲۶). مرتضايي (۱۳۷٦) عامل هايی چون خاک، پوشش گياهي،

۱- Peter

۲- Ohio

۳- Bruce

۴-Walling

زمين شناسي و مساحت را بر روي ضرايب منحني‌هاي سنجه موثر مي‌داند (۱۱).

با توجه به اهميت و كاربرد گسترده انواع منحني‌هاي سنجه رسوب در زمينه برآوردرسوب در ايران و اهميتي كه برآورد رسوب بويژه در حوزه‌هاي بدون آماردارد، و از سوی بيشماری عامل های موثربرمنحني‌هاي سنجه، اين بررسی مي‌كوشد، با تعييـــن منحني‌هاي سنجه براي برخي ايستگاه‌هاي آبسنجي داراي آمار و با بررسي وتعيين برخي عامل های موثر بر منحني‌هاوايجاد ارتباط رگرسيوني بين عامل های زمين شناسي، اقليم، پوشش گياهي ومساحت حوضه، با شيب منحني‌ها كه نشان دهنده روند تغيير منحني‌ها مي‌باشد، به بود يا نبود ارتباطو همبستگي بين تغييرمنحني‌ها باعامل‌های يادشده پرداخته شود.

مواد و روش‌ها

- گزينش ايستگاه‌هاي مورد بررسی

به‌اين منظور ۲۹ ايستگاه آبسنجی با آمار رسوب و دبي هم زمان دراز مدت وپراكندگي جغرافيائي مناسب در سطح كشور، گزينش شدند.

- بررسي آمار دبي جريان و رسوب

در اين مرحله آمار دبي جريان و رسوب از لحاظ بسنده بودن كيفيت، درستی و همگني مورد بررسي قرار گرفتند. در مورد بسنده بودن داده‌ها مسأله طول دوره آماري مطرح مي‌شود كه هر چه طول دوره آماربرداري بيشتر باشد نتايج كار از دقت بالاتري برخوردار خواهد بود، بدين لحاظ در مرحله گزينش ايستگاه‌ها سعي شده بود از ميان ايستگاه‌هاي بيشمار، ايستگاه‌هايي با دوره آماري طولاني‌ترگزينش شوند (جدول۱)، با توجه به‌اينكه اكثرايستگاه‌هاي مورد بررسی ازايستگاه‌هاي با سابقه وقديمي‌وزارت نيرو و مربوط به رودخانه‌هاي مهم و شاخص بودند، با كنترل و رفع مقادير خيلي زياد و يا خيلي كم و حتي الامكان رفع لغزش های چاپي كه اين دوروش از روشهاي كنترل كيفيت آمار مي‌باشند (۱۲) مسأله كيفيت آمار لحاظ شد. در پايان نيز به كمک آزمون توالي[۱](۱۲) و همچنين حذف ايستگاه‌هاي تحت تأثير تأسيسات احداث شده، شرط همگني آمار بررسي شد.

- منطقه‌بندي ايستگاه‌ها از لحاظ اقليمي

بدين منظور با گزينش چهار اقليم كلان مرطوب، نيمه مرطوب، خشك و نيمه خشك، به كمک نقشه ۱/۱۰۰۰۰۰۰ اقليمي‌جاماب و تقسيم‌بندي‌هاي اقليمي‌دكتر خليلي به روش دومارتن گسترش يافته براي ايران (۴)، ايستگاه‌هاي گزينش شد، به‌اين چهار گروه اقليمي‌منطقه‌بندي شدند.

- رسم منحني‌هاي سنجه رسوب

از ميان انواع منحني‌هاي سنجه رسوب شامل يك خطي، دو خطي، چندخطي و حدميانی دسته‌هـا، منحنـي سـنجه يـك خطي كه معمول ترين روش ترسيم منحني سـنجه رسـوب و شامل گذراندن يك خط از ميان ابر نقطه‌هـا مـي‌باشـد (۵) و توسط محققان زيادي (۱۹، ۲۰، ۲۶، ۲۷، ۲۹) به كـار گرفتـه شده، گزينش شد. در اين روش اگر محورهاي x, y به صورت حسابي باشند منحني تابع تواني به صورت غير خطي، واگر از كاغذ لگاريتمي‌بهره‌گيری شود منحنـي بدسـت آمـده خطـي خواهد بود. نقطه‌های متناظر دبي‌هاي جريان كه رسوب آنهـا اندازه گيري شده، روي دستگاه مختصات تعيين شـده، آنگـاه بهترين خط از بين آنها برازش داده مـي‌شـود. از معادلـه ايـن خط براي برآورد رسوب درهنگامی كه نمونه بـرداري رسـوب انجام نشده بهره‌گيری مي‌شود (۱).

به منظور تعيين معادله سنجه از مدل همبستگي تواني (رابطه ۱) كه دربيشتر منابع داخلي و خارجي و به (نقل از منبع ۹)" توسط درگاهي[۲] (۱۹۸۴) در سوئد، پولاواسكي[۳] و

۱- Run test

۲- Dargahi

۳- Polawaski

همکاران (١٩٨٩) در استراليا، حبيبي (١٣٧۴) در بيشترجا های ايران، قديمي و قدوسي (١٣٧٨) در حوضه آبخيز درياچه نمك "به منظور تعيين رابطه دبي آب و رسوب به كار گرفته شده، بهره‌گيری شد.

$$Q_s = aQ_w^b \quad (١)$$

Q_S: دبي رسوب (Ton/day)، Q_W: دبي آب(m^3/s) و a,b ضرايب معادله

- تعيين عامل‌های موثر در توليد رسوب

به منظور مقايسه منحني‌هاي سنجه رسوب و عامل های موثر بر اين منحني‌ها در چهار اقليم يادشده و نيز با توجه به هدف بررسی، بيشماری ايستگاه‌هاي گزينش شده و نيزهمه عامل های موثردر توليد رسوب، چهارفاكتور مساحت حوزه، درصد سنگ‌هاي حساس به فرسايش (به عنوان عامل زمين شناسي)، اقليم و پوشش گياهي حوزه به دليل اهميت و تاثيرشان در توليد رسوب و تغيير شكل و شيب منحني‌هاي سنجه به عنوان متغيرهاي مستقل گزينش، وبه كمک نقشه‌هاي مختلف (١٥،١٦)و نرم افزارهاي Arcviewو Ilwis تعيين شدند (جدول ١) در اين بررسی پوشش گياهي به صورت درصد اراضي جنگلي، مرتعي و كشاورزي، و عامل اقليم به صورت منطقه‌بندي ايستگاه‌ها از لحاظ اقليمي‌منظور شده است.

- تعيين روابط رگرسيوني

در پايان به منظور بررسي روابط آماري موجود بين متغيير وابسته (شيب منحني‌ها) با متغييرهاي مستقل گزينش شده (درصد سنگ‌هاي حساس به فرسايش، مساحت حوزه، درصد پوشش گياهي و اقليم) و نيز تعيين همبستگي و يا نبود همبستگي بين اين عامل ها با شيب منحني‌ها و ارائه مدل رگرسيوني، از روش رگرسيون چند متغيره و روش مرحله‌اي[١] به كمک نرم افزار SPSS بهره‌گيری شد. قابل توجه اين كه، با برازش خط مستقيم به رابطه ٢ كه از تبديل لگاريتمي‌معادله سنجه بدست مي‌آيد، شيب منحني‌ها يا همان توان معادله‌های (b) تعيين مي‌شود (١٨).

$$\text{Log}(Q_s) = \text{Log}(a) + b\,\text{Log}(Q) \quad (٢)$$

١- Step wise

جدول ۱-ویژگی‌های ایستگاه‌هاي گزينش شده، معادله‌های سنجه رسوب و میزان متغيرهاي گزينش شده در اقلیم‌های مختلف

اقليم	کد ایستگاه	نام رود	نام ایستگاه	سال‌هاي آمار برداري	شمار سال‌هاي آمار موجود در دوره آماري	معادله سنجه	درصد پوشش جنگلي	درصد اراضي کشاورزي	درصد اراضي مرتعي	درصد سنگ‌هاي حساس به فرسايش	مساحت حوضه (کيلومتر مربع)
مرطوب	۱۸-۹۵۰	بهارستان	بهارستان	۶۷-۸۱	۱۵	$Q_S = 3/4527\ Q_W^{1/1135}$	۳۱/۵	۵/۸۲	۶۰	۱۸	۱۵۴۴
	۱۶-۰۲۱	چالوس	پل زغال	۴۴-۸۱	۳۸	$Q_S = 1/1143\ Q_W^{2/1615}$	۷۷/۹۱	۲۲/۱	۰	۳۸/۷۵	۹۷
	۱۶-۰۹۳	شلمانرود	کالچال	۳۹-۸۱	۴۳	$Q_S = 2/1815\ Q_W^{1/4104}$	۱۷/۰۹	۲۹/۱۵	۵۳/۷۵	۳۶	۱۶۳۴
	۱۶-۰۹۱	خشکرود	باجيگوابر	۶۷-۸۱	۱۵	$Q_S = 1/9211\ Q_W^{1/4005}$	۶۵	۲۵	۱۰	۳۶	۱۲۷۷
	۱۵-۰۱۷	هراز	خارسنگ	۴۴-۸۱	۳۸	$Q_S = 0/5047\ Q_W^{2/2622}$	۲۸/۱۱	۰	۷۱/۹	۲۳/۴	۳۴
	۱۸-۰۲۱	شفارود	پونل	۴۷-۸۰	۳۴	$Q_S = 3/9477\ Q_W^{1/5003}$	۴۷/۱۸	۵۲/۸۲	۰	۸۵/۴۴	۱۳۵
	۱۷-۰۵۳	سیاهرود	پل سازمان آب	۶۵-۸۱	۱۷	$Q_S = 2/5442\ Q_W^{1/6102}$	۸۵/۱۹	۱۳/۵۷	۱/۲۴	۵۷	۳۴۹
	۱۶-۰۵۵	پلرود	دراز لات	۴۷-۸۱	۳۵	$Q_S = 1/6271\ Q_W^{1/9112}$	۲۸/۳۹	۶۳/۹۹	۰	۶۰	۱۱۹
	۱۳-۰۱۹	تجن	سلیمان تنگه	۴۴-۷۸	۳۵	$Q_S = 2/7137\ Q_W^{2/0686}$	۵/۴۳	۷/۹۲	۸۴/۷۱	۲۰	۴۰۲۳
نیمه مرطوب	۱۲-۰۱۹	قره سو	اراز کوسه	۴۴-۸۱	۳۸	$Q_S = 21/769\ Q_W^{1/5362}$	۶۰/۹۵	۳۰/۹۵	۷/۴۲	۶۰	۱۵۶۵
	۱۴-۰۰۷	طالار	کیاکلا	۴۴-۸۱	۳۸	$Q_S = 8/7996\ Q_W^{1/6556}$	۷۸/۷۹	۱/۳۶	۱۹/۸۵	۵۰	۴۰۳
	۱۴-۰۱۱	بابلرود	قران طالار	۴۴-۸۱	۳۸	$Q_S = 5/8973\ Q_W^{1/3668}$	۶۵	۶/۹۶	۱۲	۲۸	۱۰۴۳
	۱۳-۰۰۵	نکا	سفید چاه	۴۴-۸۱	۳۸	$Q_S = 30/069\ Q_W^{1/3775}$	۱۷/۸۷	۴۳/۳۱	۳۸/۷۴	۸۰	۱۵۲۴
	۱۲-۰۵۵	گرگانرود	تمر	۴۶-۸۱	۳۶	$Q_S = 35/89\ Q_W^{1/9308}$	۴۵/۲۳	۱۶/۵۵	۳۷/۲۶	۵۰	۲۸۴۵

ادامه جدول ۱- ویژگی‌های ایستگاه‌هاي گزينش شده، معادله‌های سنجه رسوب و میزان متغيرهاي گزينش شده در اقليم‌های مختلف

اقليم	کد ایستگاه	نام رود	نام ایستگاه	سال‌هاي آمار برداري	شمار سال‌هاي آمار موجود در دوره آماري	معادله سنجه	درصد پوشش جنگلي	درصد اراضي کشاورزي	درصد اراضي مرتعي	درصد سنگ‌هاي حساس به فرسايش	مساحت حوضه (کیلومتر مربع)
نیمه خشك	۱۹-۰۵۹	قوري چاي	کوزه تپراقي	۶۴-۸۱	۱۱	$Q_S = ۲۱/۷۳۴\ Q_W^{1/3409}$	۰	۲۰/۰۸	۷۹/۹۲	۳۷/۴	۸۱۳
	۴۱-۰۵۳	قره چاي	امر آبادي	۶۲-۸۱	۱۳	$Q_S = 15/197\ Q_W^{1/3409}$	۰	۵۱/۶۶	۴۵/۱۸	۲۰/۵۵	۱۴۲۷۷
	۳۳-۰۳۵	سيمينه رود	داشبند بوکان	۴۳-۸۱	۳۹	$Q_S = 3/7692\ Q_W^{1/4677}$	۰/۳۲	۲۳/۷۷	۷۵/۴۸	۳۱/۰۷	۲۴۳۱
	۱۷-۰۱۱	قزل اوزن	قره گوني	۵۱-۸۰	۱۹	$Q_S = 7/7884\ Q_W^{1/5952}$	۰/۱۱	۶۱/۴۲	۳۸/۲۱	۳۱/۵۳	۱۹۷۱۹
	۲۱-۱۱۵	گاماسیاب	دوآب	۴۹-۸۱	۳۳	$Q_S = 2/7984\ Q_W^{1/7003}$	۰	۷۲/۲۱	۲۵/۱۷	۲۰/۱	۷۷۷۰
	۱۹-۰۳۷	زنوزچاي	پل چرچر	۵۱-۸۱	۲۹	$Q_S = 207/6\ Q_W^{1/7413}$	۲/۵۸	۴/۳۸	۹۲/۸۴	۲۰/۹۴	۴۶۴
	۳۳-۰۲۳	زرينه رود	سري قاميش	۴۳-۸۱	۳۹	$Q_S = 0/7367\ Q_W^{1/7825}$	۰/۸۱	۳۱/۸۳	۶۷/۲۷	۲۰/۸۴	۷۱۶۰
	۱۱-۰۵۵	اترك	چت مشترك	۴۵-۸۱	۳۷	$Q_S = 83/586\ Q_W^{1/829}$	۲۷/۷۶	۲۴/۲	۴۸/۰۳	۴۵	۲۷۵۴۲
	۴۱-۱۰۱	کرج	سيرا	۴۶-۸۰	۳۵	$Q_S = 0/5409\ Q_W^{2/3446}$	۲/۷۵	۲/۹۹	۶۰/۶۴	۹/۰۶	۷۲۵
خشك	۲۷-۰۲۳	شميل	شميل بالا	۶۲-۷۱	۱۰	$Q_S = 388/44\ Q_W^{1/4731}$	۰/۸۸	۴/۷۲	۶۳/۹۴	۳۹	۱۷۱۵
	۲۲-۰۲۷	جراحي	گرگر	۶۰-۷۹	۲۰	$Q_S = 2/2337\ Q_W^{1/6928}$	۰	۱۶/۶۲	۷۳/۱۳	۷۵	۱۱۷۰۰
	۲۹-۰۱۵	باهو	باهو کلات	۴۸-۷۴	۲۷	$Q_S = 45/648\ Q_W^{1/7057}$	۶/۳۲	۳/۹۶	۳۲/۰۶	۹	۸۹۱۰
	۲۷-۰۱۹	میناب	گردنه آسياب	۴۷-۶۵	۱۹	$Q_S = 0/9937\ Q_W^{1/8244}$	۷/۱۲	۸/۲۱	۶۰/۳۴	۴۱/۳	۱۰۴۰۰

نتايج

نتايج بدست‌آمده از برقراري روابط رگرسيوني بين متغيرهاي مستقل و متغير وابسته (شيب منحني‌ها)براى هراقليم در جداول ۲و ۳ آورده شده است. جدول ۲ سطح معني‌داري روابط رگرسيوني بدست آمده در اقليم‌هاى مختلف و جدول ۳ ضريب هاى مربوط به متغيرهاي وارد شده در هر معادله و سطح معني‌داري آنها را بيان مي‌كند.

جدول ۲- تجزيه واريانس معادله بدست‌آمده در اقليم‌هاى مختلف

اقليم[1]	منبع	مجموع مربعات	df	ميانگين مربعات	نسبت f	معني‌داري
مرطوب	رگرسيون	۰/۹۱	۲	۰/۴۶	۷/۸۷	۰/۰۲
	باقيمانده	۰/۳۵	۶	۰/۰۵		(در سطح ۹۵ درصد)
	كل	۱/۲۷	۸			
نيمه مرطوب	رگرسيون	۰/۲۱	۲	۰/۱۰	۱۵۷/۴۷	۰/۰۰۶
	باقيمانده	۰/۰۰۱	۲	۰/۰۰۱		(در سطح۹۹ درصد)
	كل	۰/۲۱	۴			
خشك	رگرسيون	۰/۰۸۵	۱	۰/۰۸۵	۵/۸۹	۰/۰۷۲
	باقيمانده	۰/۰۵۸	۴	۰/۰۱۴		(در سطح ۹۰ درصد)
	كل	۰/۱۴	۵			

جدول۳- ضريب‌هاى متغير معادله بدست آمده در اقليم‌هاى مختلف

اقليم	متغير	ضريب رگرسيون	اشتباه معيار ضرايب	ضريب رگرسيون استاندارد شده	معني‌داري
مرطوب	ثابت	۷۱/۴۷	۱۰/۱۱		۰/۰۰۰
	مساحت	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰	۱/۱۳	۰/۰۰۸
	در صد اراضي مرتعي	-۰/۰۰۷	۰/۰۰۳	-۰/۶۲	۰/۰۷۳
نيمه مرطوب	ثابت	۱/۸	۰/۰۹	-	۰/۰۰۲
	درصد اراضي جنگلي	-۰/۰۰۷	۰/۰۰۱	-۰/۷۷	۰/۰۱۱
	درصد مساحت اراضي حساس به فرسايش	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱	۰/۲۸	۰/۰۷۱
خشك	ثابت	۱/۴۷	۰/۱۲۵	-	۰/۰۰۰
	مساحت حوضه	۰/۰۰۰۰۳	۰/۰۰۰	۰/۷۷	۰/۰۷۲

۱- در اقليم نيمه خشك رابطه معني داري بدست نيامده است.

با توجه به جدول ۳ معادله‌های بدست آمده برای هر اقلیم و سطح معني‌داري هر متغيير وارد شده در جدول ٤ نوشته شده است. در اقلیم نیمه خشک نیز بین هیچ کدام از متغیرهاي گزينش شده، با شیب منحني‌ها همبستگي معني‌دار و رابطه قابل ارائه‌اي بدست نیامده است.

جدول ٤- معادله‌های ارائه شده براي اقلیم‌های مختلف

اقلیم	معادله	شرح
مرطوب	a=۱/٤۷+۰/۰۰۰۳x_1-۰/۰۰۷ x_2	a : شیب منحني X_1: مساحت حوضه (داراي رابطه مستقیم با شیب منحني‌ها در سطح ۹۹ درصد) X_2:درصد اراضي مرتعي (داراي رابطه معکوس با شیب منحني‌ها در سطح ۹۰ درصد)
نیمه مرطوب	a=۱/۸+۰/۰۰۳x_1-۰/۰۰۷ x_2	a : شیب منحني X_1 : درصد سنگ‌هاي حساس به فرسايش(داراي رابطه مستقیم با شیب منحنیها در سطح ۹۰درصد) X_2 : درصد اراضي جنگلي(داراي رابطه معکوس با شیب منحنیها در سطح ۹۹ درصد)
خشک	a=۱/٤۷+۰/۰۰۰۰۳x_1	a : شیب منحني X_1 : مساحت حوزه (داراي رابطه مستقیم با شیب منحني‌ها در سطح ۹۰ درصد)

همان‌گونه که در جدول ۴ دیده مي‌شود، متفاوت بودن متغیرها و روابط ارائه شده در هر اقلیم نشان دهنده‌این مساله است که عامل‌های موثردر افزایش یا کاهش شیب منحني‌هاي سنجه رسوب و نیز فرسايش و تولید رسوب، از منطقه‌اي به منطقه دیگر فرق مي‌کنند، به طوري که در هر اقلیم متغیرهاي مختلفي با شیب منحني‌هاي سنجه داراي همبستگي بوده، و در هر منطقه اثر یک یا چند متغیر نسبت به سایر عامل‌های موثر در تولید رسوب بارزتر مي‌باشد. عامل مساحت حوضه با گذاری متغیرها همبستگي داشته و مانع از بروز اثرگذاری واقعي متغیرهاي مستقل مي‌شود، بدين جهت متغیر مساحت را متغیر شیطان مي‌نامند (۷)، که این مساله در اقلیم خشک مشهود مي‌باشد ارائه‌نشدن‌روابط و همبستگي معني‌دار در اقلیم نیمه خشک را مي‌توان به عامل های بیشماری موثر بر منحني‌هاي سنجه رسوب نسبت داد، به طوري که عامل‌هایی چون اقلیم، فصل، کاربري اراضي، روش و شمار نمونه برداري، روش تجزیه و تحلیل‌هاي آماري (۲۷)، تغيير در مقدار رسوب، ذوب ناگهاني برف، ويژگي‌هاي بستر، مواد کف آبراهه، (۳۰)، بود و یا نبود سرريزها در شاخه‌هاي فرعي يا دانه بندي مواد حمل شده(۱۸) برروي منحني‌هاي سنجه موثر بوده لذاگزينش هر یک ازعامل های موثر برتولید رسوب مي‌تواند بر نتايج بدست‌آمده و معادله های ارائه شده تاثیر گذاربوده، و حتي منجر به ارائه نتايجي غیر قابل انتظار گردد، لذا، مي‌توان در اقلیم نیمه خشک، متغیرهاي دیگري چون شیب حوضه، خاک، تراکم زهکشي، بارش سالانه و ... را بر ضریب‌های منحني سنجه موثر دانست.

بحث

همان گونه که در معادله های بدست آمده دیده مي‌شود اراضي مرتعي و اراضي جنگلي يا به طور کلي پوشش گیاهي داراي رابطه معکوس با شیب منحني‌ها مي‌باشد که‌این مساله نشان دهنده و تايید کننده نقش مثبت و حفاظتي پوشش گیاهي در کنترل فرسايش و کاهش رسوب ودرنتیجه کاهش

شيب منحنيها خواهد بود، در نتيجه كاهش شيب منحنيها به ازاي يک دبي جريان يكسان، مقدار رسوب كمتر خواهد بود. بنابراين گزينه پوشش گياهي و احياي آن در كنار كاربري درست اراضي ميتواند به عنوان راهكاري پايه‌ای در جهت موفقيت طرحهاي آبخيزداري به كار بسته شود. مساله قابل توجه ديگر، رابطه مستقيم در صد اراضي حساس به فرسايش با شيب منحنيها ميباشد كه‌اين امر نشان دهنده اهميت سازندهاي حساس به فرسايش در وضعيت رسوبدهي حوزههاي آبخيز بوده وافزايش درصد اين سازندها باعث افزايش رسوبدهي حوزهها خواهد شد. لازم به يادآوری است مرتضايي (١٣٧٦) با برقراري روابط رگرسيوني بين‌ضريب‌های معادله سنجه رسوب و شماری عامل های موثر در توليد رسوب، به اين نتيجه رسيد كه عامل های خاک، پوشش گياهي، زمين شناسي و مساحت بر روي منحنيهاي سنجه رسوب موثرند(۱۱).

از آنجايي كه بالا بودن شيب منحنيهاي سنجه در كنار ساير عامل های موثر در توليد رسوب، ميتواند گويای بالا بودن رسوب خيزي يک حوضه باشد، شناسايي چنين حوضههايي، امكان تمركز فعاليت‌های درست مديريتي را در حوزههاي بحراني فراهم خواهد نمود. لذا از روابط رگرسيوني بدست آمده در اين بررسی، ميتوان براي بدست آوردن شيب منحنيها و يا با تعيين روابط رگرسيوني مشابه براي ضريب دوم منحني سنجه (a)، معادله سنجه رسوب را در حوضههاي فاقد آمار كه از لحاظ شرايط اقليمي، تيپ سنگ شناسي و شرايط پوشش گياهي با حوضههاي مورد بررسی يكسان باشد، بهره‌گيری كرد.

منابع

۱- بديعي، حسن، ۱۳۷۷. بررسي و ارائه مدلي جهت برآورد فرسايش و رسوب با بهره گيری از تجزيه وتحليل آماري، پاياننامه كارشناسي ارشد، دانشكده منابع طبيعي، دانشگاه تهران .

۲- حكيمخاني، شاهرخ، محمود عرب خدري، محمد مهدوي و علي ولي خوجيني، ۱۳۷۷. تحليل منطقهاي رسوب معلق در حوضه درياچه اروميه، دومين همايش ملي فرسايش و رسوب: ۲-۱۱.

۳- حكيمخاني، شاهرخ،۱۳۷۷. ارائه مدل رگرسيوني، چند متغيره بر اساس عوامل مؤثر بر رسوبدهي معلق حوضههاي آبخيز درياچه اروميه، پاياننامه كارشناسي ارشد، دانشكده منابع طبيعي، دانشگاه تهران .

٤- خليلي، علي و همكاران،۱۳۷۰. طرح جامع آب كشور، شناخت اقليميايران، جلد چهارم، تقسيمات آب و هوا.

٥- عرب خدري، محمود، شاهرخ حكيمخاني و جواد وروانی،۱۳۸۲. اعتبار روشهاي برون يابي در برآورد ميانگين رسوب دهي معلق سالانه ۱۷ ايستگاه هيدرومتري كشور، مجله علوم كشاورزي ومنابع طبيعي، (۳): ۱۲۳-۱۳۰.

٦- عرب خدري، محمودو اكبر زرگر، ١٣٧٤. مدل رگرسيوني بر آورد ميزان رسوب آبخيز در البرز شمالي، سمينار ملي فرسايش و رسوب : ۴۰۳-۴۱۸ .

۷- فريفته، جمشيد، ۱۳۷۰. ترجمه، تحليلهاي كميدر ژئو مرفولوژي، دانشگاه تهران، ٣٦٨ ص.

۸- كلته، امان محمد، ۱۳۸۱. بررسي عوامل مؤثر بر رسوبدهي در حوضههاي آبخيز البرز شمالي وجنوبي، پاياننامه كارشناسي ارشد، دانشكده منابع طبيعي، دانشگاه تهران.

۹- مجد آبادي فراهاني، فرهاد، ۱۳۸۰. بررسي طول دوره آماري مناسب جهت برآورد ميانگين سالانه رسوب ورابطه آن با اقليم، زمين شناسي و پوشش، پاياننامه نامهكارشناسي ارشد، دانشكده منابع طبيعي، دانشگاه تهران .

۱۰- مختاري، احمد، ۱۳۷٦. بررسي امكان برازش مدل تجربي Psiac در برآورد فرسايش رسوب در حوضه‌هاي آبخيز فاقد آمار با بهره گيری ازGIS و سنجش از دور، پايان‌نامه كارشناسي ارشد، دانشكده منابع طبيعي، دانشگاه تهران.

۱۱- مرتضايي، قاسم، ۱۳۷٦. بررسي تأثير فاكتورهاي مؤثر بر منحني سنجه رسوب در سطح كشور، پايان‌نامه كارشناسي ارشد، دانشكده منابع طبيعي، دانشگاه تهران.

۱۲- مهدوي، محمد، ۱۳۷۸. هيدرولوژي كاربردي، جلد۲، انتشارات دانشگاه تهران، ۳٦۲ ص.

۱۳- ميرزايي، محمد رضا، ۱۳۸۱. مقايسه روشهاي آماري برآورد بار معلق رودخانه‌ها، پايان‌نامه كارشناسي ارشد، دانشكده منابع طبيعي، دانشگاه تهران .

۱٤- ميرزايي، محمد رضا، محمود عرب خدري، سادات فيض نيا و حسن احمدي، ۱۳۸٤. مقايسه روشهاي آماري برآورد رسوب معلق رودخانه‌ها، مجله منابع طبيعي ايران، ٥۸ (۲): ۳۰۱-۳۱۳.

۱٥- نقشه حوزه‌هاي آبريز ايران، ۱۳۸۲. انتشارات سازمان جغرافيائي وزارت دفاع و پشتيباني نيروهاي مسلح.

۱٦- نقشه‌هاي زمين شناسي ايران ، مقياس۱/۱۰۰۰۰۰۰، ۱۹۷۷. وزارت نفت.

۱۷- همتي، محمد، ۱۳۷۹. بررسي رابطه رسوبدهي حوضه‌هاي آبخيز با ليتولوژي وعوامل بارش مؤثر، مطالعه موردي: حوضه‌هاي آبخيز قم و قره چاي، درياچه اروميه ومركزي مازندران، پايان‌نامه كارشناسي ارشد، دانشكده منابع طبيعي، دانشگاه تهران .

18- Asselman, N. E. M., 2000. Fitting and interpretation of sediment rating curves, Journal of Hydrology, 234:228-248.

19- Cox, N. J., 2002. Generalized linear models for prediction: some principles, some programs and some practice, University Of Durham, n. j. cox.@ durham.ac.uk.

20- Dave Rosgen, P.H., 2000. Review comments of the evaluation of sediment transport data for clean sediment TMDL, S. Report NO.17 of November 2000.

21- Gravford, C.G., 1991. Estimating of suspended – sediment rating curves and mean suspended –sediment loads, Journal of Hydrology, 12(1-4): 331-348.

22- Horowitz, A. J., 2002. The use of sediment rating curves for monitoring suspended sediment concentrations and fluxes: Issues of temporal resolution, estimation errors, and sampling frequency, proceedings MTM-IV, U.S. Geological Survey, Peachtree Business Center, Suite 130, 3039 Amwiler Road, Atlanta, Ga 30360, USA.

23- Horowitz, A. J., 2002. The use of rating (transport) curves to predict suspended sediment concentration: a meter of temporal resolution, turbidity and other sediment surrogates workshop,U.S.Geological Survey, Peachtree Business center, Suite 130, 3039 Amwiler Road, Atlanta,Ga 30360,USA.

24- Kerem, H. C., 2003 .Estimation and forecasting daily-suspended sediment data by multi-layer perceptions advances in water resources, 27(185-195).

25- Kerem, H., 2000. Suspended sediment estimation for rivers using artificial neural networks and sediment rating curves, Turkish Journal Eng. ENN. SCI 2002, NO .26.

26- Pruitt, B. A., Melgaard, D. L. Howard, H. & Flexner, C. M., 2001. Chattooga river water shed ecological / sedimentation project, U. S. Environmental Protection Agency.

27- Walling, D. E., 1977. Assessing the accuracy of suspended sediment rating curves for a small basin, Water Resources Research, VOL. 13, NO.3.

28- Wheat Croft, R, A., Sommerfield, C. K. & Drake, D. E., 1997. Rapid and widespread dispersal of flood sediment on the northern California margin, Geology., volume 25. NO.2, p 163-166.

29- Whiting, P. J., 2003. Estimating TMDL back ground sediment loading from existing data – FLNAL REPORT to the great lakes commission. Department of geological sciences case Western Reserve University.

30- Wilcock, P., 2004. Sediment transport in gravel bed rivers. University of California – Berkeley, lecture 1.

Regional Assessment of Sediment Rating Curves in the different climates of Iran

B. Farokhzadeh[*1], M. Azarakhshi[1], M. Mahdavi[2] and A. Salajegheh[3]
[1] Ph. D. Student, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, I. R. Iran
[2] Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, I. R. Iran
[3] Assistant Prof., Faculty of Natural Resources, University of Tehran, I. R. Iran
(Received 17 October 2005, Accepted 28 October 2007)

Abstract

One of the methods for estimating sediment is using sediment data of hydrometric stations, and establishment of a relation between flow discharge and sediment discharge as sediment rating curves. Because of the importance of these curves in sediment discharge estimation and lack of sufficient data and information for most of watersheds in Iran, this research attempts to study variation trend of regional sediment rating curves and the effective factors, for use the obtained results for the other watersheds. Then 29 hydrometric stations with suitable geographic distribution were selected and their sediment rating curves were determined. Those stations were zoning into four climates, and in every zone, a regression relation was established between percentage of sensitive area to erosion, percentage of vegetation cover, and area of the basins with slope of curves. This relations were significant in 95% level of confidence in humid climate, 99% level in semi humid and 90% level in arid climate, this results showed the effect of this variable on slope of curves, but this situation in the semi arid climate a significant relation did not occured.

Key words: Sediment rating curve, Hydrometric station, Sediment discharge, Climate

* Corresponding author: Tel: +98 261 2249313 , Fax: +98 261 2249313 , E-mail: be_farokhzadeh@yahoo.com