

پیشنهاد فرمول مناسب جهت برآورد^۱ نسبت تحویل رسوب "حوزه آبخیز سجاسرود - استان زنجان

فرشاد میردار هریجانی^۱ نعمت الله کوهستانی^۲

چکیده

ضریب رسوبزایی یا نسبت تحویل رسوب که نسبت رسوب به فرسایش میباشد، یکی از عوامل مهم در مطالعات فرسایش خاک بشمار میرود. پیش بینی و برآورد صحیح این ضریب که به خصوصیات فیزیکی حوزه، اقلیم، پوشش گیاهی، کاربری اراضی و شرایط خاک منطقه بستگی دارد، در تدوین استراتژی مدیریت حوزه های آبخیز و مطالعات رسوبگذاری مخازن سدها نقش انکار ناپذیری ایفا میکند. بررسیهای صورت گرفته شده حاکی از آنست که مطالعات انجام شده در این خصوص، برپایه تعداد محدودی از خصوصیات فیزیکی حوزه های آبخیز استوار بوده و روشهای پیشنهادی برای مناطق با شرایط خاص آن منطقه ارائه شده است. برای جبران این مهم، این بررسی به منظور ارائه فرمول مناسب برای ضریب رسوبدهی در تمامی زیر حوزه های سجاسرود (استان زنجان) صورت گرفت. در این بررسی همبستگی ضریب رسوبزایی با دوازده عامل فیزیکی حوزه شامل (مساحت، محیط، بزرگترین طول حوزه، قطر دایره همسطح، ضریب گراولیوس، طول مستطیل معادل، عرض مستطیل معادل، زمان تمرکز، شیب حوزه، ارتفاع متوسط حوزه، اختلاف ارتفاع و تراکم زهکشی) به عنوان متغیرهای مستقل و با استفاده از نرم افزار SPSS مورد آزمون قرار گرفت. سپس با استناد به نتایج این آزمون، رگرسیون خطی چند متغیره بین خصوصیات فیزیکی و ضرایب رسوبدهی با استفاده از روش گام به گام برقرار شد. (تفاوت قابل ملاحظه ای بین دو روش دیده نشده) نتایج بدست آمده نشان میدهد که با استفاده از عوامل (قطر دایره همسطح، مساحت، تراکم زهکشی، ضریب گراولیوس و محیط) با اطمینان ۹۹٪ میتوان ضریب رسوبزایی را برآورد نمود. در نتیجه مدل رگرسیون خطی پنج متغیره با متغیرهای موثر در ضریب رسوبزایی برای حوزه های سجاسرود پیشنهاد گردید.

واژه های کلیدی: نسبت تحویل رسوب- فرسایش خاک- حوزه آبخیز سجاسرود

۱- کارشناس آبخیزداری- مدیریت آبخیزداری - ستاد هماهنگی حوزه سدسفیدرود

۲- اداره کل منابع طبیعی استان زنجان

مقدمه

ضریب رسوبزایی (Sediment Delivery Ratio) بیانگر نسبتی از فرسایش خاک در یک حوزه آبخیز است که بصورت رسوب (Sediment Yield) از آن خارج میگردد. این ضریب که بصورت درصد بیان میشود، درصدی از فرسایش کل میباشد که به خارج از حوزه آبخیز حمل میشود. بدیهی است اگر این خاک بواسطه فرسایش خندقی حمل شود دارای نسبت تحویل رسوب بیشتر و اگر از زمینهای زراعی و مراتع فرسایش یابد بدلیل موانع، شکستگی شیب و سایر عوامل بازدارنده از مقدار کمتری برخوردار خواهد شد. این ضریب به خصوصیات فیزیکی، اقلیم، کاربری اراضی و پوشش گیاهی بستگی دارد و مقدار آن از حوزه ای به حوزه دیگر متفاوت میباشد. لازم به ذکر است که این ضریب به طور اصولی با وسعت حوزه آبخیز نسبت عکس دارد (چهره منوری) یعنی با افزایش سطح حوزه از مقدار کل خاکهای فرسوده شده که بصورت رسوب (بار معلق + بار کف) از حوزه خارج میشوند، کاسته میشود. در حوزههای آبخیز با شرایط یکسان ولی با سازندهای متفاوت مقدار ضریب رسوبزایی برای حوزه ای که دارای سطح پوششی سازندهای رسوبی ریزدانه بیشتری نسبت به دیگری میباشد، بیشتر خواهد بود، ضمن آنکه این تفاوت عمدتاً در مقدار بار معلق قابل ملاحظه است. لذا با توجه به اهمیت موضوع و تنوع و تعدد عوامل موثر در ضریب رسوبزایی و عدم ارائه روابط کامل برای شرایط یک منطقه، در این مطالعه روابط و همبستگی ضریب رسوبزایی با خصوصیات فیزیکی حوزه آبخیز سجاسرود (استان زنجان) در محیط SPSS مورد بررسی قرار گرفته و نتایج آن ارائه شده است.

مواد و روشها

حوزه آبخیز سجاسرود در محدوده استان زنجان و در مختصات جغرافیایی:

طول ۱۶-۵۰-۴۸ تا ۴۱-۵۶-۴۷ شرقی

عرض ۰۸-۰۷-۳۶ تا ۵۵-۳۹-۳۶ شمالی

قرار دارد این محدوده با مساحت برآورد شده ۲۴۴۳۶۱ هکتار، در مطالعات طرح جامع آب کشور با عنوان

واحد هیدرولوژیکی سجاسرود و کد ۱-۳-۲-۳ در تقسیمات زیر معرفی شده:

منطقه یک مطالعاتی (کشور) ۱ - حوزه آبخیز سفیدرود ۱-۳

زیر حوزه قزل اوزن ۱-۳-۲ - واحد هیدرولوژیکی سجاسرود ۱-۳-۲-۳

حوزه فوق بدلیل وجود سه رودخانه اصلی سجاسرود-اوزون دره و خویین به سه زیر حوزه به شرح ذیل تقسیم گردیده است :

-زیر حوزه سجاسرود (۲۲ واحد هیدرولوژیک)

-زیر حوزه اوزون دره (۱۳ واحد هیدرولوژیک)

-زیرحوزه خویین (۶ واحد هیدرولوژیک)

وضعیت فرسایش در سطح حوزه :

مطالعات انجام شده در زمینه شدت فرسایش در سطح حوزه نشان میدهد که شدت فرسایش در زیر حوزه سجاسرود در حد متوسط و کلاس فرسایشی III، زیرحوزه اوزون دره در حد زیاد و باکلاس فرسایشی IV و در زیرحوزه خویین هم در حد زیاد و باکلاس فرسایشی IV قرار دارد

وضعیت تولید رسوب در حوزه مورد مطالعه:

مطالعات انجام شده در سطح حوزه مذکور حاکی از آنست که رسوب ویژه در زیرحوزه سجاسرود ۴۶۴,۷ مترمکعب در کیلومتر مربع در سال میباشد و این مقدار برای زیرحوزه اوزون دره ۴۹۸ مترمکعب در کیلومتر مربع در سال و در زیرحوزه خویین ۶۳۶,۷ مترمکعب در کیلومتر مربع در سال برآورد شده است

تعیین ضریب رسوبزایی:

برای محاسبه ضریب رسوبزایی روشهای مختلفی وجود دارد که به بعضی از آنها اشاره میشود.

*مقدار بارمعلق و بارکف در خروجیهای حوزه های آبخیز مورد اندازه گیری قرار گرفته (S.Y) و مقدار فرسایش در سطح حوزه برآورد شود (ER). از حاصل تقسیم این دو برهمدیگر ضریب رسوبزایی حوزه بدست می آید. از آنجا که در منطقه مورد مطالعه تنها یک ایستگاه آسنجی و رسوب سنجی وجود دارد و از نظر وضعیت کلی مناسب میباشد اما برای بررسی وضعیت رسوب در سه زیرحوزه و واحدهای هیدرولوژیکی به تنهایی کفایت نکرده و شاهد خوبی نمیتواند باشد.

*با استفاده از مدلهای تجربی مقدار فرسایش و رسوب ویژه در سطح حوزه برآورد شده و مقدار ضریب رسوبزایی هر یک از واحدهای هیدرولوژیک مورد محاسبه قرار میگیرد

به منظور دستیابی به ضرایب رسوبزایی در حوزه سجاسرود ابتدا مقادیر فرسایش کل و رسوب متوسط سالانه در هر یک از واحدهای هیدرولوژیک از گزارش فرسایش و رسوب حوزه آبخیز سجاسرود استخراج

گردید. در این گزارش بدلیل عدم وجود ایستگاه های رسوب سنجی کافی در سطح حوزه برای محاسبه درجه رسوبدهی (R) از روش تجربی MPSIAC و برای محاسبه رسوب ویژه از رابطه

$$Q_s = 38.77 * e^{0.0353R}$$

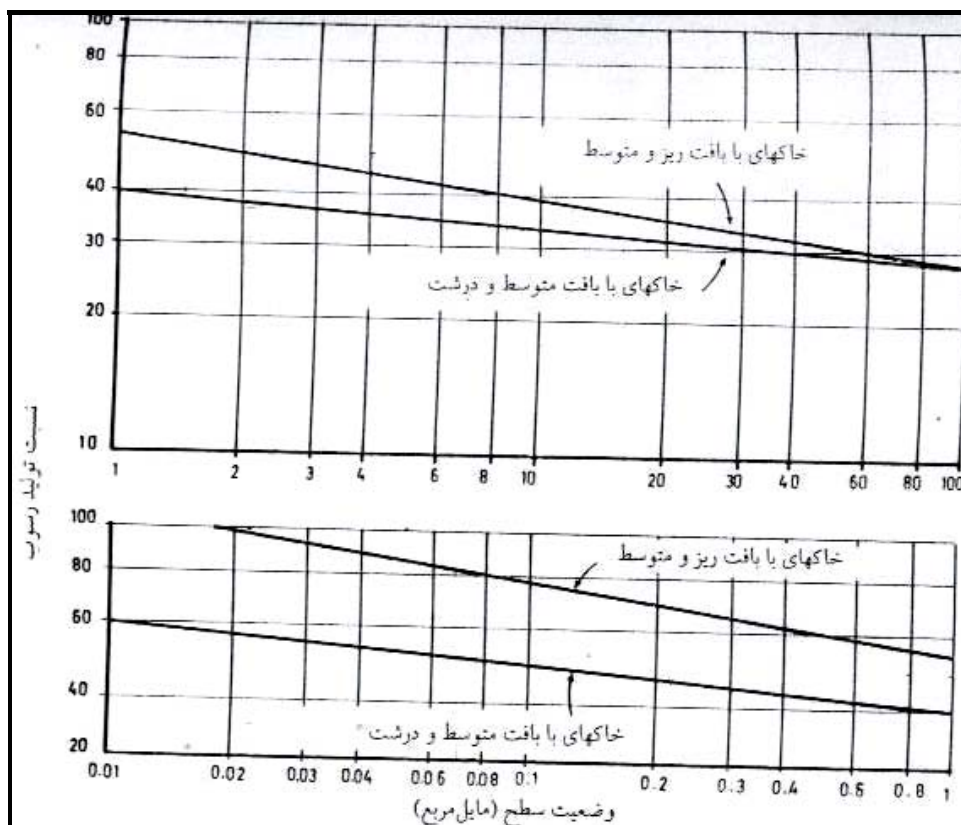
میزان شیب و امتیاز آن که در تولید رسوب دیده میشود، علاوه بر این استفاده از رابطه ذکر شده برای محاسبه میزان رسوب در اغلب شرایط میزان رسوب را بیش از میزان مشاهده شده برآورد میکند، برای این اساس فرمول اصلاح شده بدین صورت ارائه شده است $(Q_s = 18.6 * e^{0.036R})$

$Q_s =$ میزان رسوب ویژه بر حسب متر مکعب در کیلومتر مربع

$e =$ پایه لگاریتم طبیعی

$R =$ درجه رسوبدهی (مجموع امتیازات عوامل نه گانه مدل MPSIAC)

در ادامه نسبت تحویل رسوب یا ضریب رسوبزایی در واحدهای هیدرولوژیک از نمودار (۱) که مقدار آن را بر اساس مساحت و بافت خاک ارائه میکند، به تفکیک استخراج گردید



نمودار شماره (۱): منحنی نشان دهنده وضعیت سطح و نسبت تولید رسوب

برای تعیین همبستگی ضریب رسوبزایی با خصوصیات فیزیکی حوزه سچاسرود دوازده عامل (مساحت، محیط، بزرگترین طول حوزه، قطر دایره همسطح، ضریب گراولیوس، طول مستطیل معادل، عرض مستطیل معادل، زمان تمرکز، شیب حوزه، ارتفاع متوسط حوزه، اختلاف ارتفاع و تراکم زهکشی) به عنوان متغیرهای مستقل انتخاب و با استفاده از نرم افزار SPSS مورد بررسی قرار گرفت. در ادامه برای متغیرهایی که همبستگی معنی داری با ضریب رسوبزایی (متغیر وابسته) داشتند یک رابطه منطقی و مناسب با شرایط حوزه مورد مطالعه جهت برآورد نسبت تحویل رسوب استخراج گردید.

نتایج و بحث

تعیین همبستگی بین خصوصیات فیزیکی حوزه و ضرایب رسوبزایی :

تعیین همبستگی میتواند برای تعیین میزان تغییرات پدیدآمده در مقادیر یک متغیر در نتیجه تغییر یک یا چند متغیر دیگر کاربرد داشته باشد. در این بررسی دوازده عامل در حوزه آبخیز سچاسرود انتخاب و همبستگی آنها با ضریب رسوبزایی مورد بررسی قرار گرفت. بررسی نتایج حاصل از همبستگی نشان می‌دهد که عاملهای مساحت، محیط، بزرگترین طول حوزه، ضریب گراولیوس، قطر دایره همسطح، طول مستطیل معادل، عرض مستطیل معادل، زمان تمرکز و اختلاف ارتفاع در سطح ۰,۰۱ با ضریب رسوبزایی همبستگی معنی داری داشته (داری ضریب همبستگی ۰,۹۹) و تراکم زهکشی، شیب حوزه و ارتفاع متوسط با ضریب رسوبزایی همبستگی از خود نشان نداده اند. همچنین مقایسه مقادیر همبستگی نشان میدهد که از میان دوازده عامل مورد بررسی قطر دایره همسطح بالاترین همبستگی را با ضریب رسوبزایی دارد ($r=0.92$).

جدول (۱) تجزیه واریانس

Sig	F	MS	SS	df	منبع
0.000	888.615	108.204	541.020	5	مدل
		0.12	4.262	35	باقیمانده
			545.282	40	کل

R-Squared=0.992

Standard.Error of Est.=0.34895

تعیین رگرسیون خطی چند متغیره بین خصوصیات فیزیکی حوزه و ضریب رسوبزایی

وقتی که همبستگی معنی داری بین دو یا چند متغیر وجود دارد، میتوان معادله ای پیدا نمود که رفتار یک متغیر را در رابطه با دیگر متغیرها به بهترین وجه معین نمود. این معادله تحت عنوان رگرسیون شناخته شده است. بدیهی است معادله رگرسیونی زمانی با ارزش خواهد بود که پراکندگی نقاط، روند مشخصی راتعقیب کنند (مثلاً "در طول بک خط مستقیم قرار گیرند). در این قسمت بااستناد به نتایج آزمون همبستگی، برای تعیین معادله رگرسیونی چند متغیره ازروش (Stepwise) در نرم افزار SPSS استفاده گردید. نتایج این آزمون در جدول ذیل آمده است. نتایج این آزمون حاکی ازآنست که متغیروابسته (ضریب رسوبزایی) بافاکتورهای قطر دایره همسطح، مساحت، تراکم زهکشی، ضریب گراولیوس و محیط حوزه در سطح ۱٪ همبستگی معنی داری میباشد.

جدول شماره (۲) نتایج تحلیل رگرسیون خطی چند متغیره خصوصیات فیزیکی کل حوزه سجاسرود

sig	t	ضرایب استاندارد نشده		مدل	
		Beta	STd.Error		
۰,۰۰	92.934	-	0.949	40.75649	constant
0.00	-20.114	-1.737	0.036	-0.72531	قطر دایره همسطح
0.00	21.626	1.505	0.001	0.014615	مساحت
0.024	-2.352	-0.043	0.303	-0.71429	تراکم زهکشی
0.00	6.525	0.190	0.325	2.12185	ضریب گراولیوس
0.00	-8.167	-0.611	0.008	-0.06365	محیط

در نتیجه مدل رگرسیون خطی پنج متغیره با متغیرهای موثر در ضریب رسوبزایی برای حوزه مورد مطالعه پیشنهاد گردید

$$\text{SDR} = -0.72531X_1 + 0.014615X_2 - 0.71429X_3 + 2.12185X_4 - 0.06365X_5 + 40.75649$$

که:

X1: قطر دایره همسطح، **X2:** مساحت حوز، **X3:** تراکم زهکشی حوزه، **X4:** ضریب گراولیوس

حوزه، **X5:** محیط حوزه

در این مطالعه برای تک تک زیر حوزه های سجاسرود نیز این آزمون انجام شد که نتایج آن بصورت مجزا در جداول زیر بیان شده است .

جدول شماره (۳) نتایج تحلیل رگرسیون خطی چند متغیره خصوصیات فیزیکی زیر حوزه خویین

sig	t	ضرایب استاندارد نشده		مدل
		Beta	STd.Error	
0.00	84.766	-	0.436	constant
0.00	-16.427	-0.993	0.010	طول مستطیل معادل

در نتیجه مدل رگرسیون خطی تک متغیره با متغیر موثر در ضریب رسوبزایی برای حوزه مورد مطالعه پیشنهاد گردید

$$SDR = -0.157X + 36.916$$

که در آن: X: طول مستطیل معادل

جدول شماره (۴) نتایج تحلیل رگرسیون خطی چند متغیره خصوصیات فیزیکی زیر حوزه اوزون دره

sig	t	ضرایب استاندارد نشده		مدل
		Beta	STd.Error	
0.00	136.505	-	0.342	constant
0.00	-31.015	-2.318	0.054	قطر دایره همسطح
0.00	18.066	1.350	0.003	مساحت

در نتیجه مدل رگرسیون خطی دو متغیره با متغیرهای موثر در ضریب رسوبزایی برای حوزه مورد مطالعه پیشنهاد گردید

$$SDR = -1.686X_1 + 0.0466X_2 + 46.720$$

که: X₁: قطر دایره همسطح و X₂: مساحت

جدول شماره (۵) نتایج تحلیل رگرسیون خطی چند متغیره خصوصیات فیزیکی زیر حوزه سجاس

sig	t	ضرایب استاندارد نشده		مدل
		Beta	STd.Error	
0.00	56.599	-	0.827	constant
0.00	-16.265	-2.413	0.076	قطر دایره همسطح
0.00	10.249	1.506	0.002	مساحت
0.01	-2.870	-0.078	0.567	تراکم زهکشی

در نتیجه مدل رگرسیون خطی سه متغیره با متغیرهای موثر در ضریب رسوبزایی برای حوزه مورد مطالعه پیشنهاد گردید:

$$\text{SDR} = -1.235X_1 + 0.0236X_2 - 1.628X_3 + 46.790$$

که:

X1: قطر دایره همسطح

X2: مساحت

X3: تراکم زهکشی

منابع

- مهندسین مشاور نشتاک، ۱۳۷۹. طرح حفاظت خاک و آبخیزداری اوزون دره - سد گلابر - حوزه سجا سرداستان زنجان، گزارش فیزیوگرافی.
- مهندسین مشاور نشتاک، ۱۳۷۹. طرح حفاظت خاک و آبخیزداری اوزون دره - سد گلابر - حوزه سجا سرداستان زنجان، گزارش فرسایش و رسوب.
- ضیایی، حجت اله، ۱۳۸۰. اصول مهندسی آبخیزداری، انتشارات آستان قدس رضوی.
- رفاهی، حسینقلی ۱۳۸۲. (چاپ چهارم) - فرسایش آبی و کنترل آن، انتشارات دانشگاه تهران.