دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر
فصلنامه‌ی علمی فضای جغرافیایی

سال بیست و چهارم شماره‌ی ۸۶
تابستان ۱۴۰۳، صفحات ۲۵-۴۴

شمس اله عسگری[۱]

بررسی روابط عوامل تولید رسوب و پارامترهای ژئومورفیکی در بار رسوب حوزه شهر مهران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۷/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۷/۲۵

چکیده

با توجه به مخاطره رسوب در حوزه آبخیز شهر مهران، عوامل و پارامترهای تاثیر گذار در رسوب زایی و میزان بار رسوب این حوزه تحلیل آماری شد. هدف این تحقیق مدل‌سازی رابطه بین میزان تولید رسوب با استفاده از عوامل مدل تجربی MPSIAC و بار رسوب معلق با استفاده از پارامترهای ژئومورفیکی و ارتباط آنها با رسوب‌دهی در حوضه آبخیز است. به روش تصادفی ساده حوضه شهر مهران با چهار زیر حوضه مشخص و مجهز به ایستگاه هیدرومتری از حوضه‌های جنوبی استان ایلام انتخاب شد. جهت تحلیل ارتباط بین عوامل مدل MPSIAC و متغیرهای ژئومورفیک با رسوب هر زیرحوضه از روش رگرسیون چندگانه آماری استفاده شد. طبق نتایج مدل تجربی مقدار رسوب سالانه در زیر حوضه های شهرمهران، تنگ باجک، آسان و گنبد به ترتیب ۱۹/٤، ۱٦/۸، ۱۲/۲،۱٤/۷و در کل حوضه ۱۵/۸تن در هکتار در سال برآورد شد. نتایج بررسی ارتباط بین عوامل در تولید رسوب و متغیرهای ژئومورفیکی در بار رسوب زیرحوضه‌ها نشان داد که مقدار رسوب تولیدی با عامل زمین شناسی، کاربری اراضی، وضعیت فرسایش فعلی، فرسایس رودخانه ای و توپوگرافی حوضه همبستگی مثبت داشته و در سطح ۰/۰۰۱ معنی‌دار بوده است. مقدار بار رسوب معلق با شاخص شیب، ضریب گردی، بارندگی، ناهمواری و مساحت حوضه همبستگی مثبت داشته و در سطح ۰/۰۰۱ معنی‌دار بوده است و مقدار رسوب بار معلق سالانه در زیر حوضه های شهرمهران، تنگ باجک، آسان و گنبد به ترتیب ۱٦/۲، ۱٤/۵، ۱۱/٦ و۱۲/٤تن در هکتار در سال برآورد شد. جهت تأثیرگذاری عوامل و متغیرها بر میزان رسوب زیرحوضه‌ها از روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی و تحلیل خوشه‌ای استفاده گردید. نتایج نشان داد درصد واریانس تبیین شده توسط کاربری حوضه ۲۵٪ از واریانس تمامی متغیرهای تحقیق را تبیین نموده و در مجموع سه عامل کاربری حوضه، وضعیت فرسایش فعلی، زمین شناسی و دو پارامتر ضریب گردی و ضریب شیب توانسته‌اند ۸٦٪ از واریانس تمامی متغیرهای پژوهش را تبیین کنند. در نهایت اگرچه مدل ترکیبی این تحقیق عوامل و متغیرهای زیادی در ارتباط با میزان رسوب تولیدی و بار رسوب، در نظر می گیرد اما ازنتایج آماری معنی دار و دقیق تری در سیستم حوضه آبخیز برخورداراست.

واژگان کلیدی:رسوب، رگرسیون چند متغیره،حوضه شهر مهران،MPSIAC

*۱- بخش تحقیقات منابع طبیعی و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان ایلام، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران. (نویسنده مسئول).
E-mail: Shamsasgari@yahoo.com

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

مقدمه

رسوبزایی و بار رسوب نتیجه فرایندی است که بر اثر عوامل و متغیرهای دروندادی و برون دادی حاکم بر سیستم حوضه آبخیز شکل می گیرد، بنابراین متغیر وابسته رسوب تابع متغیرهای زیادی است و با اجرای یک مدل تجربی و یا هیدرولوژیکی که در چند عامل خلاصه شده است نمی توان آمار دقیقی از این متغیر وابسته در دامنه خطای آماری قابل قبول ارائه داد. از طرفی رابطه عوامل و رسوب در تحقیقات سنتی بصورت جداگانه با نتایج خطی از سیستم حوضه آبخیز استخراج شده است، در حالی که استفاده از مدلهای آماری در رگرسیونهای چند متغیره می تواند از بین عوامل و صدها متغیر تاثیر گذار بر رسوب مهمترین عوامل یا متغیر را با معنی داری آماری استخراج نماید و این روش به نوعی بهتر می تواند قانونمندی حاکم بر سیستم پیچیده حوضه آبخیر را معرفی نماید. در این تحقیق با اجرای یکی از معروف ترین مدلهای تجربی در برآورد فرسایش خاک و رسوب بنام مدل MPSIAC که بیشترین عوامل تاثیر گذار بر رسوب را در نظر می گیرد در مقایسه با آمار بار رسوبی ایستگاه های هیدرومتری و تقریبا در نظر گرفتن همه متغیرهای ژئومورفیک تاثیر گذار بر رسوب در مدل های آماری تحلیل شده تا بتوان پاسخی قانونمند، کمی و با معنی داری آماری مناسب معرفی نمود. ویژگیهای ژئومورفیک حوضه‌های آبخیز، به مجموعه عوامل فیزیکی گفته می‌شود که مقادیرآنها برای هر حوضه به نسبت ثابت است و وضع ظاهری حوضه آبخیز را نشان می‌دهد (Abdideh et al., 2011). رسوب یک حوضه و درک پدیده فرسایش و عواقب آن می‌تواند در اولویت‌بندی زیرحوزه‌های یک حوزه آبخیز استفاده شود(Shayan et al., 2013). کاهش تولید رسوب نیازمند اجرای روش‌های مناسب کنترل رسوب و حفاظت خاک در مناطق بحرانی منبع تولید رسوب در حوضه آبخیز است(Patrick et al., 2022). رسوب محصول نهایی فرسایش در یک حوضه آبخیز است که ناشی از فرسایش خاک اراضی بالادست، فرسایش کناری و بستر رودخانه است (Pohlert, 2015). فرسایش و رسوب‌گذاری به عنوان یک رفتار طبیعی رودخانه، باعث هدررفت خاک حاصلخیز کشاورزی و وارد نمودن خسارت جبران‌ناپذیر به سازه‌های آبی می‌شود (Karami and Bayati Khatibi, 2019). رسوب رودخانه‌ای به عنوان یک محرک تنش‌زا، مهم‌ترین تهدید برای اکوسیستم‌های آبی محسوب می‌شود که برای جلوگیری و یا به حداقل رساندن خسارات وارده باید سه مرحله فرایند فرسایش را مورد مطالعه قرار داد (Naseri et al., 2019). تعیین مقدار رسوب انتقال یافته توسط رودخانه‌ها از جنبه‌های مختلف دارای اهمیت است. رسوب حمل‌شده توسط جریان آب، عامل مهمی در شکل‌گیری ساختار هندسی و خصوصیات ژئومورفیک رودخانه‌ها تلقی می شود (Heidari Tashekabood and Rezai , 2019). در ادامه چند نمونه از سوابق تحقیق در ایران و جهان آورده شده است.

Lamp and Toniolo (2016) به کمی سازی بار معلق ۳ رودخانه در منطقه شمالی آلاسکا پرداختند. پایش منطقه مورد مطالعه برای ۳ سال به طول انجامید و نمونه برداری بار معلق در اعماق مختلف رودخانه انجام شد و بین میزان بار معلق و پارامترهای حوضه مدل‌سازی به روش رگر سیونی صورت پذیرفت. نتایج نشان داد که در هر سه رودخانه پارمترهای بارندگی و شکل حوضه تاثیر زیادی در میزان بار معلق حوضه داشتند.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

Daneshfaraz et al (2017) در حوضه ی آیدوغموش در استان آذربایجان شرقی با استفاده از مدل MPSIAC و فن‌های GIS [۲] و RS [۳] فرسایش خاک را برآورد و نقشه ی رسوب حوضه را تهیه کردند که نتایج نشان داد سالانه ٤٧٥ تن بر کیلومترمربع خاک فرسوده شده و از حوضه خارج‌شده است و شیب و پوشش زمین مهم‌ترین عوامل کنترل کننده ی رسوب هستند.

Zarei and Amiri (2017) نیز با استفاده از مدل MPSIAC، هدررفت خاک و تولید رسوب را در حوضه ی کچویه برآورد کردند. بر اساس نتایج حاصل از مدل MPSIAC، ۹٤/۲ درصد (٤٧٦/۱ کیلومترمربع) از مساحت موردمطالعه در کلاس فرسایش جزئی و ۲۹/۲ درصد (۱٤۷/۵ کیلومتر) در کلاس فرسایش متوسط طبقه‌بندی‌شده‌اند.

Honarbakhsh et al (2019) در برآورد میزان رسوب در حوضه دز از ۱۵ پارامتر در برآورد رسوبات معلق با روش تجزیه مولفه‌های اصلی به این نتایج دست یافتند که این مدل بهترین کارآیی و کمترین درصد خطای برآورد را داشته است. همچنین نتایج نشان داد که دبی سالانه تاثیرگذارترین پارامتر در مدل های برآورد رسوبات معلق بوده است.

Motamedi and Azari(2016) در براورد فرسایش خاک در زیر حوضه های خراسان رضوی با استفاده از رگرسیون چند متغیره گام به گام به این نتایج دست یافتند که مقدار رسوب تولیدی با ضریب فرم حوضه و متوسط بارندگی سالانه، همبستگی مثبت داشته و در سطح ۵ درصد معنی‌دار بوده است. Asghari and oala (2019) در برآورد میزان تولید رسوب در حوضه قرنقو با استفاده از روش رگرسیون چند متغیره گام به گام به این نتایج دست یافتند که مقدار رسوب تولیدی با حجم جریان و ضریب فرم حوضه، همبستگی مثبت داشته و در سطح ۵ درصد معنی دار بوده است.

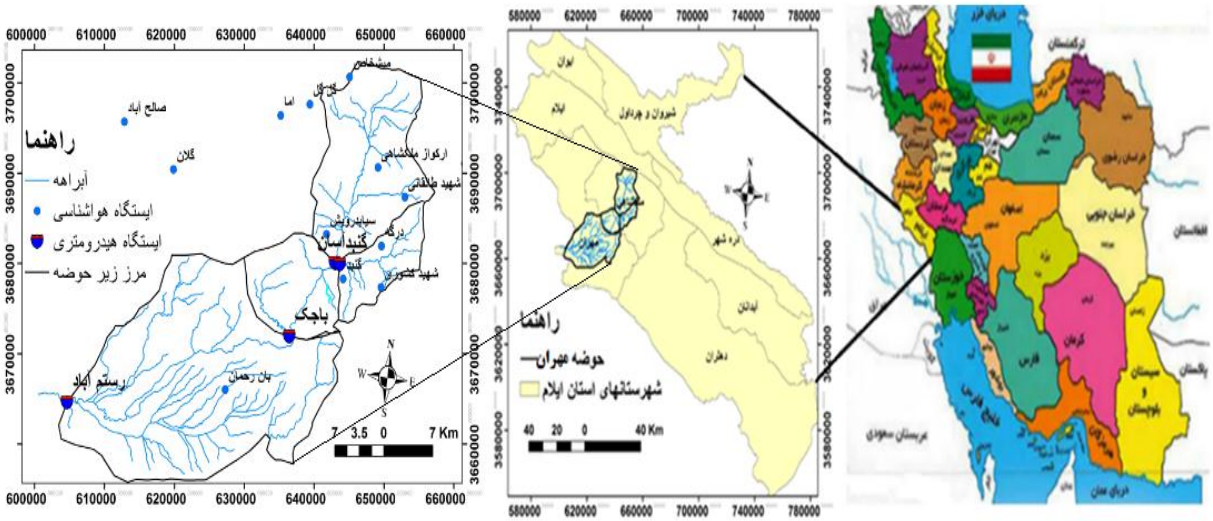
همچنین جهت شناسایی عوامل تاثیرگذار بر میزان رسوب حوضه از بین متغیرهای موجود از روش تحلیل مولفه‌های اصلی(PCA) استفاده شده است. شهر مهران در دشت مهران و در نقطه انتهایی و خروجی حوزه قرار گرفته و همواره توسط سیل و آورد رسوب تحت مخاطره بوده است، با توجه به اهمیت حوضه شهر مهران در استان ایلام که حیات شهر مهران و روستا های حومه شهر تقریبا به این حوضه و زیر حوضه های آن و سدهایی که بر شریان این زیر حوضه‌ها احداث شده است وابسته است بر این اساس بررسی متغیرهای تاثیرگذار در تولید رسوب و بار رسوب در حوضه شهر مهران از اهمیت زیادی برخورداراست. با توجه به آمار و اطلاعات در منطقه بنظر می رسد برخی پارامترهای ژئومورفیکی در تولید و بار رسوب زیر حوضه ها نقش بسزایی دارند که در این تحقیق با هدف برآورد میزان تولید رسوب با لحاظ کردن ویژگی‌های ژئومورفیک و شناسایی زیرحوضه‌های بحرانی از نظر تولید رسوب با استفاده از تحلیل رگرسیون چند متغیره به دستگاه های اجرایی ذیربط معرفی می شود تا در مدیریت و برنامه ریزی آتی در زیر حوضه ها تمهیدات لازم اندیشیده شود.

2- Geographical Information Systems
3- Remote Sensing

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

محدوده مورد مطالعه

حوضه آبریز رودخانه شهر مهران یکی از رودخانه های حوضه آبریز مهران در جنوب غرب استان ایلام با موقعیت جغرافیایی ′٤٦°٢٤ تا ′٤٦°٣٦ طول شرقی و ′٣٣°١٢ تا ′٣٣°٢٨عرض شمالی واقع گردیده است. (شکل ۱).



شکل۱: موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

Figure 1: Geographical location of the study area

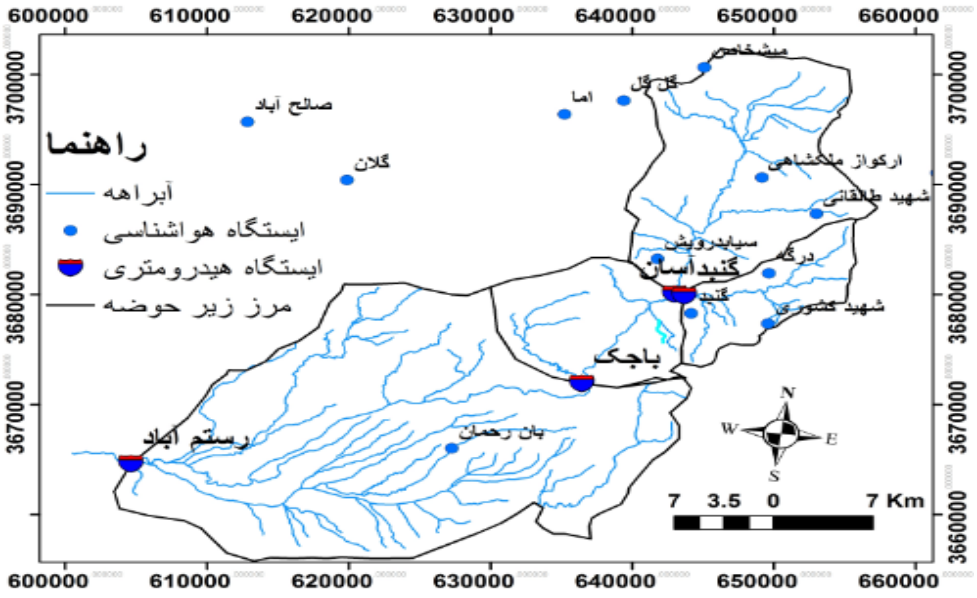
مواد و روش‌ها

در این تحقیق برای برآورد میزان تولید رسوب از مدل MPSIAC با در نظر گرفتن ۹ عامل (زمین شناسی سطحی، خاک، آب و هوا، رواناب، پستی و بلندی، پوشش سطح زمین، استفاده از زمین، وضعیت فعلی فرسایش و فرسایش رودخانه ای) با وارد نمودن لایه های اطلاعاتی به محیط GIS و رقومی سازی و کلاسه بندی هر یک از این لایه ها مورد بررسی قرار داده و عوامل مؤثر در رسوبزایی حوضه و میزان تأثیر هر عامل بر اساس امتیازات بدست آمده از فرمولهای مدل MPSIAC مشخص گردیده است.

آمار دبی و رسوب ٤ ایستگاه هیدرومتری و۱۲ ایستگاه هواشناسی از شرکت آب منطقه ای و اداره تحقیقات هواشناسی استان ایلام تهیه شده است(شکل ۲). با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱/۲۵۰۰۰ اطلاعات فیزیوگرافی زیرحوضه ها محاسبه شد. به منظور بررسی همبستگی بین متغیرهای مستقل و وابسته، تست نرمال بودن داده‌ها با آزمون های شاپیرو –ویلک و کولموگروف اسمیرنوف در نرم افزار SPSS21 انجام شد. جهت استخراج ویژگی‌های ژئومورفیک زیر حوضه‌ها از مدل رقومی ارتفاعی استفاده گردید. با استفاده از تحلیل خوشه‌ای، حوضه‌های آبخیز به مناطق همگن تقسیم شدند. در نهایت بر اساس مطالعات انجام شده(Ziglear et al., 2014) با استفاده از رگرسیون چند متغیره در مناطق همگن مدل‌سازی رسوب صورت پذیرفت.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

تحلیل عاملی از جمله روش‌های چند متغیره است که در آن متغیرهای مستقل و وابسته مطرح نیست، زیرا این روش جزء تکنیک‌های هم وابسته محسوب می‌گردد و کلیه متغیرها نسبت به هم وابسته‌اند. تحلیل عاملی نقش بسیار مهمی در نارسایی متغیرهای مکنون یا همان عامل‌ها از طریق متغیرهای مشاهده شده دارد. عامل(factor) متغیر جدیدی است که از طریق ترکیب خطی مقادیر اصلی متغیرهای مشاهده شده برآورد می‌شود. روش تحلیل عاملی برای ساخت آزمون‌ها اولین بار توسط چارلز اسپیرمن به کار برده شده است. تحلیل خوشه‌ای به عنوان روشی در کاهش داده‌ها است یعنی از بین بردن مشاهدات تعدادی گروه همگن حاصل می‌گردد که هدف اصلی آن به حداقل رساندن تغییرات درون گروهی و به حداکثر رساندن تغییرات بین گروهی است. روش رگرسیونی گام به گام بدلیل سادگی در اجرا و تفسیر در مدل‌سازی فرایندهای هیدرولوژیکی بخصوص برآورد میزان رسوب با استفاده از خصوصیات فیزیوگرافی حوضه بسیار مورد استفاده قرار گرفته است. در مرحله بعد همگنی حوضه‌های آبخیز با استفاده از روش تحلیل خوشه‌ای ارزیابی شد. در تحلیل خوشه‌ای پس از استاندارد کردن داده‌ها به روش Z-SCORE، گروه‌بندی با روش طبقاتی تجمعی و محاسبه فاصله اقلیدسی به روش ward انجام شد. به تدریج زیر حوضه‌های مشابه طی فرآیند جمع‌آوری در یک گروه با هم ادغام شدند. برای مدل‌سازی میزان رسوب متغیرهای مستقل اعم از فیزیوگرافی، اقلیمی و هیدرولوژیکی موثر در تولید رسوب در زیر حوضه‌های مورد مطالعه شناسایی و داده‌های آنها استخراج گردید. سپس تصحیحات و پیش پرازش‌های سطح زمین از قبیل حذف چاله‌های هیدرولوژیکی انجام گردید و الگوی زهکشی زمین تعیین شد. پارامترهای ژئومورفیک مورد استفاده در جدول (۱) ارائه شده است.



شکل ۲: ایستگاه های هیدرومتری و هواشناسی حوضه شهر مهران

Figure 2: Hydrometric and meteorological stations of Mehran basin

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

جدول۱ -پارامترهای ژئومورفیک مورد استفاده درتحقیق

Table 1- Geomorphic parameters used in the research

ویژگی ژئومورفیک	علامت اختصار	رابطه	منابع
رتبه آبراهه‌های حوضه	μ	-	Strahler (1957)
تعداد آبراهه	Nμ	-	Strahler (1958)
میانگین نسبت انشعاب	ARb	$BR=(\frac{N1}{N2}+\frac{N2}{N3}+\cdots\frac{Nn-1}{Nn})(\frac{1}{n-1})$	Schumm (1956)
مجموع طول آبراهه	Σ^X	X: طول آبراهه	Horton (1945)
تراکم زهکشی	D_d	$D_d=\frac{\Sigma X}{A}$	Horton (1945)
فراوانی آبراهه	F_s	$Fs=\frac{N\mu}{A}$	Horton (1945)
بافت زهکشی	Dt	$R_t= D_d. F_s$	Smith (1950)
ضریب فرم حوضه	Ff	$F_f=\frac{Area}{L2}$	Sharma and Tiwari(2009)
ضریب گردی	Rc	$Rc=\frac{4\pi A}{P2}$	Miller (1953)
ضریب کشیدگی	Er	$E=\frac{2\sqrt{A/\pi}}{L}$	Schumm (1956)
شاخص شکل حوضه	SW	$S_w=\frac{1}{Ff}$	Horton (1932)
نسبت لمنیسکیت	Lr	$L_r=\frac{L2}{4Area}$	Chorely et al (1957)
پستی و بلندی حوضه	Bf	$B_f= E_{max}-E_{min}$	Schumm (1956)
نسبت پستی و بلندی	Rr	$Rr=\frac{BF}{Lsmax}$	Schumm (1956)
عدد ناهمواری	Rn	$Rn= B_F.Dd$	Strahler (1958)
شاخص انشعاب	DI	$DI=\frac{BF}{Emax}$	Singh and Dubey(1994)

A: مساحت حوضه آبخیز، L: طول حوضه آبخیز، P: محیط حوضه، E_{max}: حداکثر ارتفاع حوضه، Emin: حداقل ارتفاع حوضه، Lsmax: بلندترین طول آبراهه.

جهت کاهش تعداد متغیرهای مستقل و تعیین عوامل مؤثر در رسوب حوضه، از رگرسیون چند متغیره گام به گام استفاده شد. این روش، اثر چندین متغیر مستقل را بر یک متغیر وابسته بررسی می‌کند (Zare, 2010) در رگرسیون چند متغیره گام به گام، متغیر مستقلی که تأثیر محسوس‌تری در زمینه متغیر وابسته ندارد، از تحلیل حذف و از معادله خارج می‌شود. شکل کلی رابطه رگرسیون گام به گام، به صورت رابطه یک است:

$$Y= a + B_1X_1 + B_2X_2 + \ldots\ldots + B_nX_n + e$$ رابطه ۱)

Y متغیر وابسته (رسوب معلق سالانه)، a: ثابت مدل، $X_1, X_2,\ldots..,X_n$، متغیرهای مستقل هستند که خصوصیات و پارامترهای ژئومورفیک حوضه به شمار می‌روند. همچنین $B_1,B_2,\ldots,B_n$ ضرایب مربوط به هر یک از متغیرهای مستقل و e نشان‌دهنده خطای مدل رگرسیون است. یکی از شرایط استفاده از رگرسیون چند متغیره گام به گام در تجزیه و تحلیل داده‌ها، فقدان هم‌خطی چندگانه بین متغیرهای مستقل است که در این پژوهش با استفاده از عامل تورم واریانس بررسی شد. در رگرسیون چند متغیره برای آزمون معنی‌دار بودن هر یک از ضرایب معادله رگرسیون، از آزمون t استفاده می‌شود. برای بررسی چگونگی برازش مدل بر داده‌ها از دو معیار R^2(ضریب تعیین) و SE (اشتباه استاندارد)

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

استفاده می‌شود. R^2 یا ضریب تعیین چندگانه، نسبتی از تغییرات کل در متغیر وابسته است که توسط معادله رگرسیونی بیان می‌شود. اشتباه استاندارد، معیار دیگری برای انتخاب مدل نهایی است. مدلی که کمترین اشتباه استاندارد را داشته باشد، باریکترین فاصله اطمینان را خواهد داشت و مناسب‌تر است. در این تحقیق، ۲۰ ویژگی ژئومورفیک و۹ عامل تاثیرگذاردرتولید رسوب به عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته شد و ضمن شناسایی مهمترین ویژگی‌های ژئومورفیک مؤثر در میزان رسوب زیرحوضه‌ها، رابطه پیش بینی مقدار رسوب سالانه توسط مؤثرترین پارامترها تعیین شد. اختلاف میزان رسوب تولیدی و بار رسوب وضعیت رسوب زایی، حمل رسوب و رسوب گذاری را در زیر حوضه نمایان ساخت.

یافته ها و بحث

نتایج حاصل از تحلیل‌ها از عوامل تاثیر گذار در تولید رسوب در هر زیر حوضه در جدول(۲) نشان داده شده است. نتایج بررسی مدل MPSIAC و ۹ عامل این مدل برای ٤ زیر حوضه تعیین شده نشان می دهد که با توجه به مجموع امتیازات عوامل موثر در فرسایش و رسوب، زیر حوضه آسان با درجه رسوبدهی ۸٦/۸، زیرحوضه گنبد با درجه رسوبدهی ۸۲/۳، زیرحوضه تنگ باجک ۸۱/٦ و زیر حوضه شهرمهران با درجه رسوبدهی ۷۵/۱ و حوضه مورد مطالعه به صورت کلی با درجه رسوبدهی ۸۱/٤ در کلاس فرسایشی زیاد قرار می‌گیرند و میزان تولید رسوب این کلاس ۱٤۲۹–٤۷٦ متر مکعب در کیلومتر مربع و ۲۱٤۳/۵ – ۷۱٤ تن در کیلومتر مربع می باشد. برای برآورد تولید رسوب طبق مدل MPSIAC از رابطه بین درجه رسوبدهی و میزان تولید رسوب، از رابطه ۲استفاده شد.

رابطه (۲) مرحله محاسبه فرسایش و رسوب با استفاده از مدل تجربی MPSIAC $Qs=e^{0.036R}18.6$

در این رابطه QS میزان رسوبدهی سالانه بر حسب متر مکعب در کیلومتر مربع و R درجه رسوبدهی یعنی مجموع امتیازات عوامل مختلف در نظر گرفته شده در مدل MPSIAC می باشد. لازم به ذکر می باشد که وزن مخصوص برای حوضه مورد مطالعه با توجه به ضریب منطقه ای، ۱/٤ در نظر گرفته می شود. با اعمال رابطه (۲) میزان رسوبدهی سالانه در زیرحوضه شهر مهران برابر ۹۷٦/٤ متر مکعب در کیلومتر مربع برآورد گردیده که با دخالت دادن وزن مخصوص معادل ۱۲۵۲/۷ تن رسوب در کیلومتر مربع است که معادل ۱۹/٤ تن در هکتار در سال می باشد. میزان رسوبدهی سالانه در زیرحوضه تنگ باجک برابر ۷۵۹/٦ متر مکعب در کیلومتر مربع برآورد گردیده که با دخالت دادن وزن مخصوص معادل ۱۱۰۵/۳ تن رسوب در کیلومتر مربع است که معادل ۱٦/۸ تن در هکتار در سال می باشد. میزان رسوبدهی سالانه در زیرحوضه آسان برابر ٦٦۳/۸ متر مکعب در کیلومتر مربع برآورد گردیده که با دخالت دادن وزن مخصوص معادل ۹۸۰/۱ تن رسوب در کیلومتر مربع است که معادل ۱٤/۷تن در هکتار در سال می باشد. میزان رسوبدهی سالانه در زیرحوضه گنبد برابر ۵۳۳/۷ متر مکعب در کیلومتر مربع برآورد گردیده که با دخالت دادن وزن مخصوص معادل ۷۸۰/٦ تن رسوب در کیلومتر مربع است که معادل ۱۲/۲تن در هکتار در سال می باشد. میزان رسوبدهی سالانه در کل حوضه شهر مهران برابر ٦۵۷/۸ متر مکعب در کیلومتر مربع برآورد گردیده

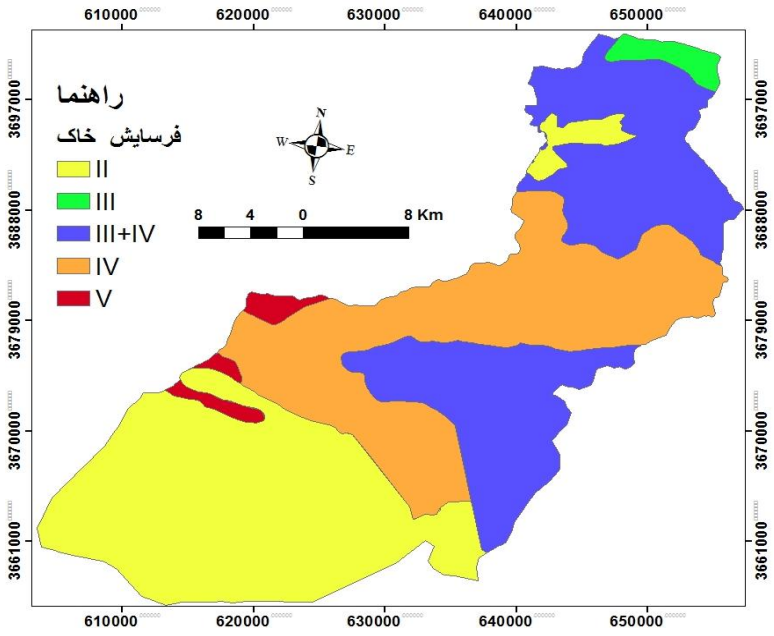
[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

که با دخالت دادن وزن مخصوص معادل ۹۷۵/٦ تن رسوب در کیلومتر مربع است که معادل ۱۵/۸تن در هکتار در سال می باشد که نتایج کیفی فرسایش در شکل(۳)نشان داده شده است.

جدول۲-نتایج عوامل مدل MPSIAC در زیرحوضه‌های شهر مهران

Table 2- The results of MPSIAC model factors in the sub-basins of Mehran city

عامل	زیرحوضه های شهرمهران				کل حوضه
	آسان	گنبد	تنگ باجک	شهر ایلام	
زمین شناسی	۷/٤	۵/۲	۸/۱	۹/۳	۷/۵
خاک	۸/۵	۸/۱	۸/۲	۷/۳	۸/۱
آب و هوا	٤/۸	۲/۸	٦/۵	۷/۵	۵/٤
روان آب	۰/٤	۰/۷	۰/۵	۰/٦	۰/٦
توپوگرافی	۱۱/۵	۹/۲	۱۳/٤	۱٤/٦	۱۲/۱
پوشش زمین	٦/٤	۵/۳	۷/۸	۸/۳	٦/۹
کاربری اراضی	۱۸/٦	۱۷/۳	۱۸/٦	۱۹/٤	۱۸/٤
وضعیت فرسایش فعلی	۱٤/۷	۱٦/۸	۱۱/۸	۱۱/۲	۱۳/۳
فرسایش رودخانه ای	۹/٤	۹/۷	۷/٤	۸/٦	۸/۷
مجموع امتیازات R	۸۱/٦	۷۵/۱	۸۲/۳	۸٦/۸	۸۱/٤



شکل ۳: کلاس فرسایش حوضه مورد تحقیق

Figure 3: Erosion class of the studied basin

تحلیل یافته های ارتباط پارامترهای ژئومورفیکی و میزان رسوب اندازه‌گیری شده در ایستگاه‌های هیدرومتری و منحنی سنجه رسوب بصورت میانگین رسوب سالانه در زیرحوضه‌های مورد مطالعه در جدول ۳ ارائه شده است. با توجه به جدول(۳) مقدار رسوب معلق سالانه از ۱٦/۲ تن در هکتار در سال در زیرحوضه شهر مهران تا ۱۱/٦ تن در

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

هکتار در سال در زیرحوضه گنبد متغیر است. مساحت حوضه آبخیز یکی از پارامترهای مهم در رسوب‌دهی حوضه محسوب می‌شود که در این پژوهش دامنه مساحت از ۸۰ کیلومترمربع برای زیرحوضه آسان تا ٦٣٣ کیلومترمربع برای زیرحوضه شهر مهران متغیر است. بالاترین متوسط شیب در زیرحوضه آسان ٧٤/٦ درصد و پایین ترین متوسط شیب زیر حوضه شهر ایلام ۸/۳ درصد مشاهده می‌شود. در ارتباط با نحوه محاسبه متوسط بارش زیرحوضه‌ها از روش میانیابی استفاده شد. به منظور بررسی نقش عوامل اقلیمی در کنار عوامل ژئومورفیک، متوسط بارندگی سالانه با استفاده از گرادیان بارندگی و ارتفاع برای زیرحوضه‌های مورد مطالعه محاسبه شد که در جدول (۳)ارائه شده است. نتایج حاصل از اجرای هر سه مدل درون‌یابی نشان می‌دهد که با توجه به مقادیر ME و RMSE روش کریجینگ از دقت بالاتری نسبت به سایر روش‌ها برخوردار است که از بین حالت‌های مختلف روش کریجینگ نیز مدل گوسی دارای بیشترین دقت می‌باشد. بر این اساس بیشترین بارندگی در زیر حوضه آسان ٤٢٥ میلی متر و کمترین بارش در زیر حوضه شهر مهران۲۱۰ میلی متر می‌باشد. عامل ارتفاع حوضه با تأثیر روی مقدار و نوع بارندگی، میزان تبخیر و تعرق و وضعیت پوشش گیاهی حوضه بر ضریب رواناب و در نتیجه میزان رسوبدهی تأثیرگذار می‌باشد. طول حوضه عبارت از طول خطی که نقطه خروجی حوضه را با یک خط مستقیم به دورترین نقطه مرز حوضه وصل می‌کند(Mahdavi., 2011). برای بیان شکل حوضه و مقایسه زیر حوضه‌ها با یکدیگر از پارامترهای مختلفی نظیر ضریب فرم حوضه، شاخص شکل، ضریب فشردگی، ضریب کشیدگی، ضریب گردی، نسبت لمنیسکیت استفاده شده است. نتایج حاصل از محاسبه این پارامترها در جدول(٤) ارائه شده است.

جدول ۳-مقدار رسوب معلق و برخی از مشخصات زیرحوضه های منتخب

Table 3- Amount of suspended sediment and some characteristics of selected sub-basins

نام زیرحوضه	مساحت (km2)	محیط (km)	شیب متوسط(%)	میانگین بارندگی سالانه(mm)	رسوب (ton/h/year)
شهر مهران	٦٣٣	١١٥	٨/٣	٢١٠	١٦/٢
تنگ باجک	١٢٣	٤٤	٥٠/٩	٣٢٠	١٤/٥
گنبد	٢٥٧	٧١	٥٦/٨	٤١٥	١١/٦
آسان	٨٠	٤٣	٧٤/٦	٤٢٥	١٢/٤

جدول٤-پارامترهای ارتفاعی و شکل زیرحوضه های مورد مطالعه

Table 4- Height and shape parameters of the studied sub-basins

زیرحوضه	ارتفاع حداقل(m)	ارتفاع متوسط(m)	ارتفاع حداکثر(m)	طول آبراهه اصلی(Km)	ضریب فرم حوضه	شاخص شکل حوضه	ضریب فشردگی	ضریب کشیدگی	ضریب گردی	نسبت لمنیسکیت
شهر مهران	٩٠	٢١٠	٤٢٠	٣٦/٢٥	٠/٤٨	٢/١٢	١/٣٠	٠/٤٠	٠/١٩	٢/٥٢
تنگ باجک	٤٥٠	٥٦٠	٩٢٠	١٣/٧	٠/٦٥	١/٥٤	١/١٢	٠/٤٦	٠/٤٢	١/٦٢
گنبد	٨٤٠	٩١٠	١٢٠٠	١٧/٣	٠/٨٨	١/١٤	١/٢٥	٠/٥٢	٠/٤٣	٢/٢٥
آسان	٩٠٠	١٢٩٦	١٩٥٠	٢٥/٤	٠/١٢	٨/٣٣	١/٣٧	٠/٢٠	٠/١٥	٣/١٤

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

نتایج نشان می‌دهد ضریب فرم حوضه آبخیز از۰/۸۸ تا ۰/۱۲ متغیر است زیرحوضه‌های گنبد و تنگ باجک بیشترین کشیدگی را دارند. بیشترین ضریب فشردگی برای زیرحوضه‌های آسان و شهر مهران می‌باشد. شاخص شکل حوضه نیز نتیجه مشابه را نشان می دهد. بالاترین میزان شاخص شکل با توجه به جدول(۳)در زیرحوضه آسان مشاهده می‌شود. نسبت لمنیسکیت به عنوان معیاری برای توصیف میزان تشابه شکل حوضه به دایره تعریف شده است که برای توصیف شکل حوضه بکار می‌رود(Chorely et al., 1975). بیشترین مقدار نسبت لمنیسکیت با توجه به شکل و طول جریان برای زیر حوضه‌های شهر مهران و آسان بدست آمده است. شاخص انشعاب نسبت بین تخریب واقعی توسط رودخانه و پتانسیل آن از سطح پایه را نشان می‌دهد(Pal et al., 2011). ضریب فشردگی که به نام ضریب گراویلیوس نیز نامیده می‌شود عبارت است از نسبت محیط حوضه به محیط دایره فرضی که مساحت آن برابر مساحت حوضه باشد. این دایره را دایره ی معادل می‌گویند. حال چنانچه حوضه دایره‌ای کامل باشد این ضریب برابر یک است، در غیر این صورت مقدار این ضریب بزرگتر از یک خواهد بود که نشان دهنده انحراف شکل آن از دایره است. این ضریب بدون بعد است و برای حوضه‌های تقریباً گرد نزدیک به عدد یک است و برای حوضه‌های کشیده حدود ۱/۵ تا ۲/۵ است(Fattahi and Talebzadeh , 2017). کمترین ضریب فشردگی مربوط به زیرحوضه تنگ باجک ۱/۱۲ و بیشترین مربوط به زیرحوضه آسان ۱/۳۷ می‌باشد، همچنین ضریب کشیدگی از ۰/۵۲ تا ۰/۲۰ متغیر است این ضریب توسط (Schumm., 1956) مطرح شده است. در روش ضریب گردی هر چقدر RC به عدد یک نزدیک باشد شکل آبخیز به دایره نزدیک‌تر خواهد بود. یکی از روش های توصیف شکل منحنی هیپسومتریک یک حوضه، محاسبه انتگرال هیپسومتریک آن حوضه است (جدول۵.) .مقادیر بالای انتگرال هیپسومتریک (۰/۵<) بر وجود پستی و بلندی و توپوگرافی بالا نسبت به میانگین حوضه دلالت دارد و مقادیر کم تا متوسط انتگرال هیپسومتریک (۰/٤<) حاکی از شبکه زهکشی در یک سطح هموارتر است. ارتباط بین انتگرال هیپسومتریک باعث شده تا این انتگرال به عنوان معیاری برای تشخیص چرخه فرسایش چشم انداز استفاده شود. بالاترین میزان انتگرال هیپسومتری در زیرحوضه‌های سرجوی، چاویز و ملکشاهی و کمترین میزان حوضه شهر ایلام می‌باشد. میزان ناهمواری ارتباط مستقیمی با درجه شیب آبراهه‌ها و سطح زمین دارد. همچنین به طور محسوسی بر فرایندهای هیدرولوژیکی و فرسایش حوضه آبخیز اثر می‌گذارد (Aher et al., 2014). در این تحقیق، کمترین ناهمواری در زیر حوضه شهر مهران و بیشترین ناهمواری در زیر حوضه آسان دیده می‌شود. پستی و بلندی نشان دهنده موقعیت اقلیمی است. در حوضه‌های مناطق مرتفع نه تنها بارندگی بیش از حوضه‌های پست است بلکه در ارتفاعات نزولات جوی به صورت برف می‌باشد. بیشترین میزان پستی و بلندی در زیر حوضه آسان و کمترین میزان زیرحوضه شهرمهران می‌باشد. بافت زهکش بستگی دارد به برخی فاکتورهای طبیعی نظیر اقلیم، بارش، پوشش، نوع سنگ و خاک، ظرفیت نفوذپذیری، مرحله تکامل ناهمواری‌ها و سنگ‌های سست و ضعیفی که توسط پوشش گیاهی محافظت نشده‌اند بافت ریزی ایجاد می‌کنند در حالی که سنگ‌های توده‌ای و مقاوم بافت درشتی ایجاد می‌کنند. پوشش پراکنده گیاهی در اقالیم خشک سبب ایجاد بافت ریزتری نسبت به سنگ مشابه در اقالیم مرطوب می‌گردد. بافت سنگ‌ها به

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

طور کلی بستگی دارد به نوع پوشش و اقلیم. کمترین بافت زهکشی در زیر حوضه شهر مهران و بیشترین تراکم در زیرحوضه گنبد مشاهده می شود. نسبت تعداد قطعات یک مرتبه بویژه، به تعداد قطعات مرتبه بالاتر، نسبت انشعاب نامیده می‌شود این نسبت به علت تغییرات تصادفی در هندسه حوضه آبریز دقیقاً از مرتبه‌ای به مرتبه دیگر یکسان نخواهد بود. بیشترین میانگین نسبت انشعاب در حوضه گنبد و کمترین مقدار آن در زیر حوضه شهر مهران مشاهده می‌شود.

جدول۵- پارامترهای ژئومورفیک پستی و بلندی زیرحوضه های مورد مطالعه

Table 5- Geomorphic parameters of elevation and elevation of the studied sub-basins

زیرحوضه	متوسط پستی و بلندی	نسبت پستی و بلندی	بافت زهکشی	شاخص انشعاب	پستی و بلندی نسبی	انتگرال هیپسومتریک	ناهمواری حوضه
شهرمهران	۲۵۵	۱۱/٦٦	۱/۱۲	۰/٦۰	۸/۳۳	۰/۱٦	۲۸۵
تنگ باجک	٦۸۵	٦۷/۱۵	۲/۱٤	۰/۷٤	۲۰/٤۲	۰/۳٤	۳٦۰
گنبد	۱۰۲۰	۷۰/۵۸	۳/۲۱	۰/۸۵	۲۲/۵۲	۰/٤۲	۵۲۰
آسان	۱٤۲۵	۷۸/۲۱	۲/۷٤	۰/۷۳	۲۵/٤۱	۰/٤۸	٦۵٤

برای به دست آوردن روابط بین پارامترهای هیدرولوژیکی(رسوب) و خصوصیات حوضه‌ها از روش رگرسیون گام به گام استفاده شده است. برای انجام رگرسیون گام به گام از سه روش پیشرو، پسرو و ترکیب دو روش در دو حالت با داده‌های معمولی و لگاریتمی و برای آزمون مدل‌ها از روش تجزیه واریانس استفاده شده است. در این تحقیق وزن رسوب حوضه به عنوان متغیر وابسته و سایر پارامترها به عنوان متغیرهای مستقل در نظر گرفته شدند. با توجه به ماتریس همبستگی متغیرها جدول(٦)مشاهده می‌شود که متغیرهای شیب، ضریب گردی، بارندگی، بافت زهکشی، مساحت، محیط، شکل حوضه، و ناهمواری حوضه نسبت به سایر متغیرها همبستگی بالاتری با میزان تولید رسوب حوضه دارند.

جدول ٦- همبستگی بین عوامل و متغیرهای ژئومورفیک موثر بر رسوب در زیرحوضه‌های مورد مطالعه

Table 6- Correlation between factors and geomorphic variables affecting sedimentation in the studied sub-basins

متغیرهای مستقل		همبستگی پیرسون	سطح معنی‌داری
X1	زمین شناسی	۰/۸۷٤	۰/۰۰۱
X2	خاک	۰/۷۱۲	۰/۰۰۳
X3	آب و هوا	۰/٦۵٤	۰/۰۰٤
X4	روان آب	۰/٦٤۳	۰/۰۰٤
X5	توپوگرافی	۰/۸٦٤	۰/۰۰۱
X6	پوشش زمین	۰/۷۱۰	۰/۰۰۳
X7	کاربری اراضی	۰/۹۲۲	۰/۰۰۱
X8	وضعیت فرسایش فعلی	۰/۹۱۰	۰/۰۰۱
X9	فرسایش رودخانه ای	۰/۸٤۳	۰/۰۰۱
X10	مساحت	۰/۷۲۳	۰/۰۰۳
X11	محیط	۰/۷٤۲	۰/۰۰۳

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

X12	شیب	۰/۸۱۵	۰/۰۰۱
X13	بارندگی	۰/۷۷۹	۰/۰۰۱
X14	ارتفاع حداقل	۰/۷٤۰	۰/۰۰۳
X15	ارتفاع متوسط	۰/٦٤۲	۰/۰۰٤
X16	ارتفاع حداکثر	۰/٤۹۸	۰/۰۰۵
X17	طول حوضه	۰/۷۱۵	۰/۰۰۳
X18	ضریب فرم حوضه	۰/٦۲٤	۰/۰۰٤
X19	شاخص شکل حوضه	۰/۷۱٤	۰/۰۰۳
X20	ضریب فشردگی	۰/٦۵۹	۰/۰۰٤
X21	ضریب کشیدگی	۰/۷۱۲	۰/۰۰۳
X22	ضریب گردی	۰/۸۲۰	۰/۰۰۱
X23	نسبت لمنیسکیت	۰/۵۱٦	۰/۰۰۵
X24	متوسط پستی و بلندی	۰/٦۰۰	۰/۰۰۵
X25	نسبت پستی و بلندی	۰/۳٤۵	۰/۰۰۵
X26	بافت زهکشی	۰/۷۸۵	۰/۰۰۱
X27	شاخص انشعاب	۰/۵۲۲	۰/۰۰۵
X28	پستی و بلندی نسبی	۰/۷۸۹	۰/۰۰۱
X29	ناهمواری حوضه	۰/٦٦٤	۰/۰۰٤

جدول(۷)ضرایب رابطه رگرسیون و آزمون معنی‌داری را نشان می‌دهد. برای آزمون معنی‌دار بودن هر یک از ضرایب رابطه رگرسیون، از آزمون t استفاده شده است. معنی‌دار بودن ضریب در معادله رگرسیونی، بر این دلالت دارد که متغیر مستقل مربوطه می‌تواند قسمتی از تغییرات در متغیر وابسته را بیان کند. با توجه به سطح معنا داری آزمون t با اطمینان ۹۵ درصد این ضرایب مخالف صفر و برابر با مقادیر برآورد شده است. مقایر VIF کمتر از ۱۰ فقدان هم خطی بین متغیرهای ژئومورفیک را نشان می دهد. از این رو، متغیرها برای تعیین ضریب رگرسیونی مناسب هستند. براساس مدل‌های حاصل از تحلیل همبستگی رسوب، مقدار رسوب تولیدی با شیب حوضه، متوسط بارندگی، ضریب گردی، بافت زهکش و پستی و بلندی نسبی همبستگی داشته و در سطح ۱ درصد معنی دار بوده است(جدول ۷) . به منظور ارزیابی مدل‌های رگرسیون، معنی داری آماری آنها بررسی شد. مفهوم معنی دار بودن یک ضریب در معادله رگرسیونی این است که متغیر مستقل مربوطه می‌تواند به طور معنی داری قسمتی از تغییرات در متغیر وابسته را بیان کند. به منظور اطمینان از کارایی مدل‌ها، فرضیات آنالیز رگرسیونی شامل خطی بودن، یکنواختی واریانس و مستقل بودن باقی نیز بررسی شد. مدل توسعه یافته در منطقه ۲ مقدار ضریب R2 بیشتری نسبت به مدل توسعه یافته در منطقه ۱ دارند. با توجه به اینکه در مدل توسعه یافته در منطقه ۲ تعداد پارامترهای بیشتری معنی‌دار و به مدل وارد شده اند .لذا مقدار ضریب تبیین درمدل ۲ بیشتر می‌شود زیرا با افزایش تعداد پارامترهای ورودی مدل مقدار ضریب تبیین افزایش می‌یابد اگرچه ممکن است. مقدار خطای مدل نیز تا حدی افزایش یابد.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

چنانچه در جدول(۸)مشخص است مدل توسعه یافته بر اساس عامل دبی سالانه در منطقه ۲ در مقایسه با مدل ۱ با تعداد بیشتر پارامتر ورودی مقدار ضریب تعیین بالاتری (R2=۰ /۹۹) دارد که اهمیت عامل ضریب گردی حوضه در برآورد میزان رسوب معلق را نشان می‌دهد. بهترین مدل رگرسیونی، مدلی است که ضریب تعیین R^2 بیشتر و اشتباه استاندارد SE کمتر داشته باشد. از این رو مدل دوم، مدل نهایی برای زیرحوضه های مورد مطالعه است.

جدول۷- آزمون معنی داری ضرایب روابط رگرسیونی

Table 7- Significance test of coefficients of regression relations

متغیر مستقل	T	سطح معنی داری	مقدار ثابت
مقدار ثابت	۱۰/۸۵٤	۰/۰۰۱	۸۷٤۲۵۰/۳۲۱
ضریب زمین شناسی حوضه	۲۱/۳۵٤	۰/۰۰۱	۸۹٦۸۷۵۲/۲٤۰
مقدار ثابت	۹/۹٤۷	۰/۰۰۱	۸۷۷۵۵٤/۳۵۲
ضریب کاربری حوضه	۲۳/٤۵۲	۰/۰۰۱	۸۸۹۳۵٦۷/۳٤٦
مقدار ثابت	۹/۷۱۰	۰/۰۰۱	۸٦٤۲۲۳/۲۰۱
ضریب وضعیت فرشایش حوضه	۲۲/۷۹۰	۰/۰۰۱	۸۷۹٤۳۲٦/۷۵٤
مقدار ثابت	۱۱/۸۲۰	۰/۰۰۱	۸۲۳۲۵۱/٤٤۰
ضریب شیب حوضه	۱۹/۸۱۲	۰/۰۰۱	۷۷۱۹۹۳۲/۵٤۱
مقدار ثابت	۱٦/۵۱٤	۰/۰۰۱	۷٦۲۵٤/۷۹۰
ضریب گردی حوضه	۱۸/۵۲۱	۰/۰۰۱	٤۵٦۳۲۱/۲۲۱

جدول ۸- ضرایب همبستگی روابط رگرسیونی

Table 8- Correlation coefficients of regression relationships

مدل	ضریب همبستگی چندگانه(R)	ضریب تعیین (R^2)	ضریب تعیین تعدیل شده	اشتباه معیار (SE)	سطح معنی داری	سطح معنی داری sig
۱	۰/۸۷٤	۰/۹۹	۰/۷۸۵	۱/۵٦۹۸	۰/۰۰۵	۰/۰۰۱
۲	۰/۹۲۲	۰/۹۹	۰/۸۲۵	۱/۲۳۱۰	۰/۰۰۵	۰/۰۰۱
۳	۰/۹۱۰	۰/۹۹	۰/۸۱۱	۱/۲۵٤٤	۰/۰۰۵	۰/۰۰۱
٤	۰/۸۱۵	۰/۹۸	۰/۷٦۹	۲/۵۳۲۵	۰/۰۰۵	۰/۰۰۱
۵	۰/۸٤۲	۰/۹۸	۰/۷۷٦	۱/۳٤۵۲	۰/۰۰۵	۰/۰۰۱

با توجه به جدول (۹)داده‌ها برای انجام تجزیه به مؤلفه‌های اصلی کاملا مناسب خواهند بود. مقدار KMO =۰/۹ بوده در نتیجه داده‌ها برای تحلیل عاملی مناسب خواهند بود. آماره کرویت بارتلت نشان می‌دهد که آیا ماتریس همبستگی، یک ماتریس همسان و واحد است؟ همچنین نتایج آزمون کرویت بارتلت نیز معنی‌دار است، به این مفهوم که فرض مخالف تأیید می‌شود یعنی بین متغیرها همبستگی معنی‌داری وجود دارد. معنی‌دار بودن مربع کای نیز بیانگر کمینه

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

شرایط لازم برای اجرای تحلیل عاملی است. مقداره آماره KMO برابر با ۰/۹ نشان می‌دهد که داده‌های استخراج شده برای انجام تحلیل عاملی تجزیه به مولفه‌های اصلی مناسب‌اند. همچنین معنی‌دار بودن آزمون کرویت بارتلت در سطح ۰/۰۰۱ و کای اسکوار ۱۹۷/۵۸ بیانگر تحلیل عاملی برای شناسایی ساختار مناسب است.

جدول ۹- آماره KMO و نتایج آزمون کرویت بارتلت

Table 9-KMO statistics and Bartlett's sphericity test results

آزمون کرویت بارتلت و KMO		
۰/۹	سنجش کفایت داده‌ها با استفاده از Kaiser-Meyer-Olki	
۱۹۷/۵۸	Approx. Chi-Square	آزمون کرویت بارتلت
٤۹	df	آزمون کرویت بارتلت
۰/۰۰۱	Sig	آزمون کرویت بارتلت

جهت تعیین تعداد عامل‌ها از مقدار ویژه استفاده می‌شود. حداقل مقدار ویژه برای انتخاب عامل‌های نهایی مقدار یک است و عامل هایی که مقدار ویژه بیشتر از یک داشته باشند جزء عامل‌های نهایی محسوب می‌شوند. نتایج نشان می‌دهد که ۵ عامل ضریب زمین شناسی، ضریب کاربری اراضی، ضریب وضعیت فرسایش، ضریب شیب و ضریب گردی، حوضه مقدار ویژه بیشتر از یک دارند. درصد واریانس تبیین شده توسط هر عامل در جدول(۱۰) نشان داده شده است.

جدول ۱۰- درصد واریانس تجمعی و مقادیر ویژه عامل‌های مختلف

Table 10- Cumulative variance percentage and specific values of different factors

مقادیر ویژه اولیه	
مولفه ها	درصد واریانس
ضریب زمین شناسی حوضه	۲۱/٥٤
ضریب کاربری حوضه	۲٥/۲٤
ضریب وضعیت فرساش حوضه	۲۲/٦۱
ضریب شیب حوضه	۱۱/٤٥
ضریب گردی حوضه	٥/۱٥

نتیجه گیری

در این تحقیق جهت بررسی رابطه رسوبزایی سطح حوضه و بار رسوب خروجی از ایستگاه هیدرومتری به دو روش مدل MPSIAC در جهت تاثیر عوامل بر رسوبزایی در یک حوضه آبخیز و با استفاده از رابطه تاثیر متغیرهای ژئومورفیکی در بار رسوب حوضه از روش‌های رگرسیون چند متغیره، تجزیه تحلیل خوشه‌ای، تجزیه تحلیل عاملی که از جمله روش‌های رایج در مدل سازی رابطه میزان رسوب و ویژگی‌های حوضه هستند(Honarbakhsh et al., 2019) بصورت تصادفی ساده درحوضه آبخیز شهر مهران انجام شد. اطلاعات کمی از مقدار رسوب بعنوان متغیر وابسته و عوامل و پارامترهای ژئومورفیک بعنوان متغیر های مستقل زمانی قابل استناد می باشد که در یک مدل آماری نتایج معنی دار، قانونمند و علمی ارائه شود. با توجه به فرایند مدل‌سازی رگرسیونی، حضور یا عدم حضور یک عامل و یا یک متغیر در

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

مدل می‌بایست از نظر آماری قابل قبول باشد، بنابراین مدل نهایی ارائه شده به دلیل مستند و معتبر بودن از نظر آماری و طی نمودن صحیح فرایند مدل‌سازی با توجه به نتایج ارائه شده قابل استناد و پذیرش می‌باشد. عوامل و متغیرهای پیش بینی در مدل رگرسیونی به دست آمده مشخص می نماید که عوامل اقلیمی و هیدرولوژیکی حضور معنی داری در مدل دارند. همچنین نتایج تحقیق نشان دهنده آن است که عوامل و پارامترهای ژئومورفیکی همبستگی بالایی با میزان رسوبزایی و بار رسوب دارند. در مدل MPSIAC نتایج نشان داد که عوامل کاربری اراضی، وضعیت فعلی فرسایش، زمین شناسی، فرسایش رودخانه ای و توپوگرافی در سطح ۰/۰۰۱ با رسوب معنی دار است. نتایج این مدل نشان داد که میزان تولیدرسوب به ترتیب در زیر حوضه شهر مهران ۱۹/٤ در زیرحوضه تنگ باجک ۱٦/۸ در زیرحوضه آسان ۱٤/۷ در زیرحوضه گنبد ۱۲/۲ و میانگین درکل حوضه شهرمهران ۱۵/۸تن در هکتار در سال می باشد. از بین پارمترهای ژئومورفیکی ضریب شیب، ضریب گردی، پستی و بلندی، بارندگی، مساحت حوضه و ضریب کشیدگی حوضه مهمترین عوامل در برآورد میزان رسوبات معلق براساس روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی بودند و همبستگی بالایی را نشان دادند. مقدار رسوب معلق سالانه از ۱٦/۲ تن در هکتار در سال در زیرحوضه شهر ایلام تا ۱۱/٦ تن در هکتار در سال در زیرحوضه گنبد متغیر است. ارزیابی مقدار آزمون کرویت بارتلت و KMO مقدار ۰/۹ بوده و در نتیجه داده‌ها برای تحلیل خوشه ای مناسب خواهد بود. درصد واریانس تبیین شده توسط هر عامل نشان می‌دهد کاربری حوضه با ۲۵/۲٤٪ از واریانس تمامی متغیرهای تحقیق را تبیین نموده و در مجموع سه عامل کاربری حوضه، وضعیت فرسایش فعلی، زمین شناسی و دو پارامتر ضریب گردی، ضریب شیب توانسته‌اند ۸٦٪ از واریانس تمامی متغیرهای پژوهش را تبیین کنند. بنابراین با پژوهش های مشابه (Zhang et al., 2015; Salim et al., 2014; Ares et al., 2016) مطابقت دارد. اختلاف میزان رسوب از نتایج دو روش نشان می دهد که در سیستم حوضه آبخیز همه عوامل و متغیرهای تاثیرگذار در رسوبزایی و بار رسوب را باید در نظر گرفت تا بتوان آمار دقیق و معنی داری از مقدار رسوب حوضه آبخیز ارائه نمود بنابراین نمی توان در سیستم حوضه آبخیز فقط عوامل فرسایش خاک و یا فقط بر اساس متغیرهای ژئومورفیکی میزان رسوب را سنجش نمود. از دیگر نتایج تحقیق اینکه معرفی عوامل اولویت دار تاثیر گذار بر رسوب‌زایی و بار خروجی رسوب در حوضه آبخیز از روش خطی یک متغیره و یا مدلهای تجربی نمی تواند معنی داری آماری رابطه رسوب و عوامل را نشان دهد اما اســـتفاده توام از روش‌های تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصـــلی، تجزیه و تحلیل خوشه ای و رگرسیون چند متغیره گام به گام معنی داری آماری عوامل و متغیرها در ارتباط رسوب را با ساختار کمی و آماری مناسبی تبیین می نماید. البته با توجه به رژیم‌های متفاوت اقلیمی و هیدرولوژیکی حوضه‌های آبخیز کشور جهت رسیدن به الگوی کارآمد استفاده از این روش در برآورد رسوب‌زایی و بار رسوبی مناطق گوناگون می‌تواند ثمربخش واقع شود.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

References

- Aher, P., Adinarayana, J.,& Gorantiwar, S.D., (2014), "Quantification of morphometric characterization and prioritization for management planning in semi-arid tropics of India: A remote sensing and GIS approach", ***Journal of Hydrology***, 511,850-860. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2014.02.028
- Ares, M.G., Varni, M., & Chagas, C. (2016). "Suspended sediment concentration controlling factors: an analysis for the Argentine Pampas region". ***Hydrological Science Journal***, 61 (12): 2237-2248. https://doi.org/10.1080/02626667.2015.1099793.
- Abdideh, M., Qarashi, M., Rangzan, K., Arian, M., (2011), "Relative assessment of active Infrastructure Using Morphometric Analysis, A Case Study of the Dez river Basin, Southwestern Iran", *Quarterly Journal of Earth Sciences*, 20(80):33-46, https://doi.org/10.22071/gsj.2011.55134. [In Persian].
- Asghari Saraskanrood, S.,& Qala, E. (2019), "Investigating the relationship between hydro geomorphic properties and sediment production (Case Study: Qarnaqo Basin in East Azerbaijan Province)", ***Quantitative Geomorphological Research***, 8(1),164-146.**[**In Persian**].**
- Fattahi, M.H., &Talebzadeh, Z., (2017). "Relationship between catchment compression coefficient and its fractal properties". *Iran Water Resources Research*, 13(1),203-191. [In Persian].
- Gholami, L., Sadeghi, H.R., Khaledi Darvishan, A.W., Telluri, A. R., (2008), "Modeling sediment caused by showers using rain and runoff variables", Journal of Agricultural Sciences and Industries, 2: 271-236, 10.22067/JSW.V0I22.1022 [In Persian].
- Heidari Tashe Kaboud, Sh., Rezai, H. (2019). "Estimation of suspended sediment load values of the river using colonial competition algorithm". ***Journal of Science and Engineering Elites***, 2, 288-282. [In Persian].
- Honarbakhsh, A., Niazi, A., Soltani Koopai, S.,& Tahmasebi, P., (2019), "Modeling the relationship between sediment rate and hydrological and environmental characteristics of the basin (Case study: Dez Dam basin) ", ***Quantitative Geomorphological Research,*** 8(1),105-117. [In Persian].
- Karami, F., Bayati Khatibi, M., (2019), "Modeling soil erosion and prioritizing sediment production in Sattarkhan Ahar dam basin using MUSLE and SWAT models", ***Hydrogeomorphology***, 5(18):137-115. [In Persian].
- Lamb, E.,& Toniolo, H. (2016). "Initial quantification of suspended sediment loads for three Alaska North slope rivers", ***Water*** 419 (8): 2-11.
- Motamedi, R.,& Azari, M., (2017), "The relationship between geomorphic features and watershed sediment (Case study: selected sub-basins of Khorasan Razavi)", ***Environmental Erosion Research, Fourth Year***, 28: 82-101, 10.29252/geores.36.1.23. [In Persian].
- Naseri, F., Azari, M., & Dastarani, M., (2019), "Optimization of sediment level Equation coefficients using genetic algorithm (Case study: Ghazaghli and Bagh Abbasi stations)", **Iranian Journal of Irrigation and Water Engineering**, 9(3): 97-82, 10.22125/IWE.2019.88672. [In Persian].
- Pal, B., Samanta, S., Pal, D.K. (2011), "Morphometric and hydrological analysis and mapping for Watut watershed using remote sensing and GIS techniques", ***International Journal of Advances in Engineering & Technology***, 2(1): 357-369.
- Patrick Laceby, J., McMahon, J., Evrard, O., & Olley, J., (2022), "A comparison of geological and statistical approaches to element selection for sediment fingerprinting", ***Journal of Soils Sediments***, 22: 1315-1328. https://doi.org/10.1007/s11368-022-03157-4 .
- Pohlert, T., (2015), "Projected climate change impact on soil erosion and sediment yield in the River Elbe catchment", ***Springer International Publishing Switzerland***, 97-108, 10.3390/atmos13111752 .

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

- Salim, A. H. A., (2014), "Geomorphological analysis of the morphometric characteristics that determine the volume of sediment yield of Wadi Al-Arja"**,** ***South Jordan***, 24(3): 457-474, https://doi.org/10.1007/s11442-014-1100-8.
- Schumm, S. A., (1956). "Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Amboy, New Jersey", ***Geological society of America bulletin***, 67(5): 597-646. GSA Bulletin (1956) 67 (5), 597–646.https://doi.org/10.1130/0016-7606(1956).
- Shayan, S., Zare, G., Yamani, M., Sharifi KIA, M., (2013), "Analysis of the trend of statistical changes in discharge and sediment of the catchment area and its application in environmental planning", ***Iranian Journal of Applied Geomorphology***, 1(2):37-50. http://journals.hsu.ac.ir/agi/article-۴۸-۱-fa.html,[In Persian].
- Sharma, S.K., Tiwari, K.N., (2009), "Bootstrap based artificial neural network (BANN) analysis for hierarchical prediction of monthly runoff in Upper Damodar Valley Catchment", ***Journal of hydrology***, 374(3): 209-222, 10.1016/j.jhydrol.2009.06.003.
- Strahler, A.N., (1958),"Dimensional analysis applied to fluvially eroded landforms", ***Geological Society of America Bulletin,*** 69(3): 279-300, http://dx.doi.org/10.1130/0016-7606(1958).
- -Strahler, A.N.,(1957), "Quantitative analysis of watershed geomorphology Eos", ***Transactions American Geophysical Union***, 38(6): 913-920, https://doi.org/10.1029/TR038i006p00913.
- Tamene, L., Park, S.J., Dikau, R., Vlek, P.L.G., (2006), "Analysis of factors determining sediment yield variability in the highlands of northern Ethiopia", ***Geomorphology***, 76: 76–91, https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2005.10.007.
- Zare chahuki, M.A., (2010), "**Data analysis in natural resources research using SPSS software, first edition**", ***Jahad University press***: 309.
- Zhang, H.Y., Shi, Z.H., Fang, N.F., & Guo, M.H., (2015), "Linking watershed geomorphic characteristics to sediment yield: Evidence from the Loess Plateau of China", ***Geomorphology,*** 234, 19-27, https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2015.01.014.
- Ziegler, A.D., Benner, G., Tantasirin, C., (2014), "Turbidity-based sediment monitoring in northern Thailand: hysteresis, variability, and uncertainty", ***Journal of Hydrology***, 519: 2020–2039, https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2014.09.010.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

Investigation of the Relationship Between Sediment Production factors and Geomorphic Parameters in Sediment load of Mehran City Basin

Shamsollah Asgari

Soil Conservation and Watershed Management Research Department, Ilam Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.

Abstract

Considering the risk of sedimentation in the watershed of Mehran city, factors and parameters influencing sedimentation and the amount of sediment load in this area were statistically analyzed. The purpose of this research is to model the relationship between the amount of sediment production using MPSIAC experimental model factors and suspended sediment load using geomorphic parameters and their relationship with sedimentation in the watershed. By a simple random method, the basin of Mehran city with four specific sub-basins and equipped with a hydrometric station was selected from the southern basins of Ilam province. In order to analyze the relationship between MPSIAC model factors and geomorphic variables with the sediment of each sub-basin, statistical multiple regression method was used. According to the results of the experimental model, the amount of annual sediment in the sub-basins of Mehran city, Tang Bajak, Asan and Gonbad was estimated as 19.4, 16.8, 2.7, 12.14 and in the whole basin as 15.8 tons per hectare per year. The results of investigating the relationship between factors in sediment production and geomorphic variables in the sediment load of sub-basins showed that the amount of sediment production had a positive correlation with geological factors, land use, current erosion status, river erosion and basin topography and was significant at the 0.001 level. Is. The amount of suspended sediment load has a positive correlation with the slope index, roundness coefficient, rainfall, roughness and basin area and it is significant at the level of 0.001, and the amount of annual suspended sediment load in the sub-basins of Mehran city, Teng Bajak, Asan and Gonbad respectively is 2 It was estimated 16.5, 14.5, 11.6 and 12.4 tons per hectare per year. Principal component analysis and cluster analysis were used to influence the factors and variables on the sedimentation rate of sub-basins. The results showed that the percentage of variance explained by basin use explained 25% of the variance of all research variables and in total three factors of basin use, current erosion status, geology and two parameters of roundness coefficient and slope coefficient were able to account for 86% of the total variance. Explain the research variables. Finally, although the combined model of this research considers many factors and variables related to the amount of sediment production and sediment load, it has more significant and accurate statistical results in the watershed system.

Keywords: Sediment, multivariate regression, Mehran city basin, MPSIAC.

Introduction

Sediment generation and sediment load is the result of a process that is formed by the input and output factors and variables governing the watershed system, so the dependent variable of sediment is subject to many variables and by implementing an experimental or hydrological model that is summarized in several factors It is not possible to provide accurate statistics of this dependent variable within an acceptable statistical error range. On the other hand, the relationship between factors and sediment in

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

traditional researches has been extracted separately with linear results from the watershed system, while the use of statistical models in multivariate regressions can identify the most important factors or variables among hundreds of factors and variables affecting sediment. to extract statistics with significance and this method can better introduce the rule governing the complex system of the aquifer basin. In this research, by implementing one of the most famous experimental models in the estimation of soil erosion and sediment called the MPSIAC model, which considers the most influencing factors on sediment, in comparison with the sediment load statistics of hydrometric stations and taking into account almost all geomorphic variables of influence. Reducing sediment production requires the implementation of appropriate methods of sediment control and soil protection in critical areas of the source of sediment production in the watershed (Patrick, et al, 2016).

Study area

The catchment area of Mehran city river is one of the rivers of Mehran catchment area in the southwest of Ilam province with a geographical location of 46°24′ to 46°36′ east longitude and 33°12′ to 33°28′ north latitude.

Materials and Methods

In this research, to estimate the amount of sediment production from the MPSIAC model, considering 9 factors (surface geology, soil, climate, runoff, elevation and elevation, land cover, land use, current state of erosion and river erosion) By entering information layers into the GIS environment and digitizing and classifying each of these layers, each of these layers has been investigated and the effective factors in basin sedimentation and the effect of each factor have been determined based on the scores obtained from the MPSIAC model formulas.The discharge and sediment statistics of 4 hydrometric stations and 12 meteorological stations have been prepared from the Regional Water Company and Meteorological Research Department of Ilam Province. In order to check the correlation between independent and dependent variables, data normality was tested with Shapiro-Wilk and Kolmogorov-Smirnov tests in SPSS21 software. Digital height model was used to extract the geomorphic features of the sub-basins. Using cluster analysis, watersheds were divided into homogeneous areas. Finally, based on the studies conducted (Ziglear, et al, 2014), sediment modeling was done using multivariate regression in homogeneous areas.

Discussion of Results

In this research, in order to investigate the relationship between basin level sedimentation and the output sediment load from the hydrometric station using two methods of the MPSIAC model in the direction of the influence of factors on sedimentation in a watershed and by using the relationship between the influence of geomorphic variables on the sediment load of the basin from multivariate regression methods, analysis Cluster analysis, factor analysis, which are among the common methods in modeling the relationship between the amount of sediment and basin characteristics (Honarbakhsh, et al, 2019), was conducted in a simple random manner in the watershed of Mehran city. Quantitative information on the amount of sediment as a dependent variable and geomorphic factors and parameters as independent variables can be cited when meaningful, lawful and scientific results are presented in a statistical model. According to the process of regression modeling, the presence or absence of a factor or a variable in the model should be statistically acceptable, therefore the final model presented is due to being documented and valid from a statistical point of view and following the correct modeling process according to The presented results can be cited and accepted. The prediction factors and variables in the obtained regression model indicate that climatic and hydrological factors have a significant presence in the model. Also, the results of the research show that geomorphic factors and parameters have a high correlation with the rate of sedimentation and sediment load. In the MPSIAC model, the results showed that land use factors, the current state of

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

erosion, geology, river erosion and topography are significant at the level of 0.001 with sediment. The results of this model showed that the amount of sediment production in Shahr Mehran sub-basin is 19.4, in Teng Bajak sub-basin 16.8, in Asan sub-basin 14.7, in Gonbad sub-basin 12.2 and the average in the whole Shahr Mehran basin is 15.8 tons per hectare per year. be Among the geomorphic parameters, slope coefficient, roundness coefficient, elevation and elevation coefficient, rainfall, basin area and basin elongation coefficient were the most important factors in estimating the amount of suspended sediments based on the method of decomposition into principal components and showed a high correlation. The annual amount of suspended sediment varies from 16.2 tons per hectare per year in Ilam city sub-basin to 11.6 tons per hectare per year in Gonbad sub-basin. The value of Bartlett's sphericity test and KMO is 0.9, and as a result, the data will be suitable for cluster analysis. The percentage of variance explained by each factor shows that watershed use explains 24.25% of the variance of all research variables, and in total, three factors of watershed use, current erosion status, geology and two parameters of roundness coefficient, slope coefficient were able to and explain 86% of the variance of all research variables. Therefore, it is consistent with similar researches (Zhang, et al, 2015)), (Salim, et al, 2014) and Ares, et al, 2016).

Conclusions

The difference in the amount of sediment from the results of the two methods shows that in the watershed system, all factors and variables affecting sedimentation and sediment load must be considered in order to provide accurate and meaningful statistics on the amount of sediment in the watershed, so it cannot be used in the watershed system. The watershed measured only soil erosion factors or only based on geomorphic variables. Another result of the research is that the introduction of the priority factors affecting sedimentation and the output load of sediment in the watershed using the one-variable linear method or experimental models cannot show the statistical significance of the relationship between sediment and factors, but the combined use of component analysis methods Mainly, cluster analysis and multivariate regression step by step explain the statistical significance of factors and variables related to sedimentation with a suitable quantitative and statistical structure. Of course, considering the different climatic and hydrological regimes of the country's watersheds, in order to achieve an efficient model, using this method in estimating sedimentation and sediment load in different regions can be fruitful.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]