علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و سوم، شماره دو، اردیبهشت ماه ۱۴۰۰

ارزیابی اثرات رواناب بر فرسایش حوضه آبریز خدیجه خاتون با استفاده از مدل MPSIAC

حمیدرضا پازوکی[۱]

مهدی سرائی تبریزی[۲] *

m.sarai@srbiau.ac.ir

حسین بابازاده[۳]

تاریخ دریافت: ۹۸/۶/۴ **تاریخ پذیرش: ۹۸/۷/۱۰**

چکیده

زمینه و هدف: در دهه اخیر، در اثر تغییر کاربری اراضی و تخریب پوشش گیاهی، قسمت اعظم نزولات تبدیل به رواناب شده و با ایجاد سیلاب‌هایی عظیم، باعث خسارات مالی و جانی فراوان می‌گردد. هدف از این پژوهش، ارزیابی تأثیر رواناب بر فرسایش حوضه آبریز با استفاده از مدل MPSIAC بوده است.

روش بررسی: بدین‌منظور، نخست نقشه‌های پایه حوضه خدیجه خاتون در سال ۱۳۹۷ نظیر نقشه‌های توپوگرافی و زمین‌شناسی جمع‌آوری شد. سپس مراحل محاسبه ۹ فاکتور مدل شامل زمین‌شناسی، خاک، آب و هوا، رواناب، پستی و بلندی، پوشش زمین، استفاده از زمین، وضعیت فعلی فرسایش و فرسایش رودخانه‌ای انجام و فرسایش و رسوب منطقه برآورد و در نهایت، رابطه رواناب و فرسایش حوضه بررسی و مدل برآورد فرسایش و رسوب از روی رواناب تعیین گردید.

یافته‌ها: نتایج این پژوهش نشان داد که میزان فرسایش خاک، ۵۸۰۶/۹۷ تن در سال برابر ۳/۵۸ تن در هکتار در سال می‌باشد. چنانچه ارزش هر تن خاک زراعی معادل ۵۰ دلار در نظر گرفته شود و در صورت مهیا بودن شرایط فرسایش، ارزش ۵۸۰۶/۹۷ تن در سال معادل ۲۹۰۳۴۸/۵ دلار و به‌عبارتی ۱۱۶۱۳/۹ میلیون ریال می‌باشد. در کل حوضه مورد مطالعه، فاکتور هفتم و هشتم مدل MPSIAC از مؤثرترین عوامل در بروز فرسایش هستند.

بحث و نتیجه‌گیری: نتایج بیانگر این موضوع است که مراتع اطراف حوضه خدیجه خاتون به‌علت استفاده بیش از ظرفیت، تخریب شده و مراتع کل منطقه به‌علت شرایط اقلیمی در وضعیت خوبی نیست. همچنین نتایج نشان داد که فاکتور رواناب دارای همبستگی ۰/۹۸ خطی با فرسایش می‌باشد و بیانگر این است که هر چه رواناب زیادتر شود، میزان فرسایش و رسوب‌دهی نیز افزایش می‌یابد.

واژه‌های کلیدی: اشکال فرسایش، پوشش زمین، تیپ فرسایشی، جریان‌های سطحی، رسوب، مدل MPSIAC.

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد منابع آب، گروه علوم و مهندسی آب، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۲- استادیار گروه علوم و مهندسی آب، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. *(مسوول مکاتبات)

۳- استاد گروه علوم و مهندسی آب، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

J. Env. Sci. Tech., Vol 23, No. 2, May, 2021

Evaluating the Effects of Run off on Khadijeh Khatoun Basin Using MPSIAC Model

Hamidreza Pazouki [1]
Badehian.z@lu.ac.ir
Mahdi Sarai Tabrizi[2] *
Hossein Babazadeh[3]

Admission Date:October 2, 2019 Date Received: August 26, 2019

Abstract

Background and Objective: Unfortunately, in recent decade, due to land use change and vegetation cover degradation, most of the rainfall changed into run off and causes abundant loss of life and property by creating enormous floods. The purpose of this evaluation was to study the run off impacts on the erosion of the catchment area using the MPSIAC model.

Method: For this purpose, the basic information and maps of the Khadijeh Khatoon basin in 2018 such as topographic and geology maps were collected. Then the calculation steps of nine model factors including surface geology or metrology, soil, climate, run off, topography, land cover, land use, current erosion and river erosion, and erosion and Sediment is estimated. Finally, the relationship between runoff and erosion of the basin was determined and the model of erosion and sediment estimation from runoff was determined.

Findings: The results of this study showed that the amount of soil erosion is equal to 5806.97 tons per year and is 3.58 tons per hectare per year .If the value of one ton of agricultural land is equal to 50 US dollars and if the condition of erosion is available, the value of 5806.97 tons per year is equal to 290348.5 US dollars, which is equal to 11613.9 million Rials. The MPSIAC's seventh and eighth factor basins are the most effective factors.

Discussion and Conclusion: This conclusion suggests that pastures around Khadijeh Khatoun are not well-conditioned due to over-capacity utilization, and the whole of the region's pastures due to climatic conditions. Also, the results showed that the runoff factor had a linear correlation of 0.98 with erosion, which indicates that the higher the runoff, the increase in the amount of erosion and deposition.

Keywords: Erosion Forms, Erosion Types, Land Cover, MPSIAC Model, Sedimentation, Surface Currents.

1- M.Sc., Department of Water Engineering and Sciences, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
2- Assistant Professor, Department of Water Engineering and Sciences, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran, ***(***Corresponding Author***)***
3- Professor, Department of Water Engineering and Sciences, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

مقدمه

خاک یکی از مهم‌ترین منابع طبیعی کشور می‌باشد و فرسایش خاک، به‌عنوان یک خطر جدی برای این منبع با ارزش به‌شمار می‌آید. این پدیده نیز یکی از موانع مهم برای دستیابی به توسعه کشاورزی و منابع طبیعی است. فرسایش خاک به‌ویژه فرسایش خاک توسط آب یکی از مسائل مهم و اصلی تخریب منابع طبیعی است و جلوگیری از آن مستلزم شناخت ابعاد مختلف می‌باشد. یکی از اشکال فرسایش آبی، فرسایش آبراهه‌ای است که به عواملی نظیر لیتولوژی، توپوگرافی، ارتفاع، ضخامت طبقات، نفوذپذیری، شیب و بافت خاک بستگی دارد و مسائل مرتبط با آن در حوضه‌های آبریز، از مباحث مهم محیطی اخیر به‌شمار می‌آیند. همچنین سازند زمین‌شناسی، شرایط توپوگرافی، نوع کاربری، شرایط اقلیمی، نوع و میزان مواد قابل‌انحلال، جنس زمین و خاک (بافت خاک) بر روی میزان رواناب و وقوع فرسایش آبراهه‌ای نیز تأثیرگذار است. بنابراین مطالعه بر روی خصوصیات فرکتالی حوضه با مطالعه بر روی فرسایش خاک در ارتباط بوده و بر یکدیگر تأثیر می‌گذارند (۱).

فقدان یا کمبود داده‌ها در زمان فرسایش خاک و تولید رسوب، کاربرد روش‌های تجربی و مدل‌های مناسب برای برآورد فرسایش خاک و رسوبزایی را در بسیاری از حوضه‌های آبریز کشور الزام‌آور می‌کند. با برآورد مناسب میزان رسوب، عوامل مهم در رسوب‌دهی حوضه نیز شناسایی گردیده و روش‌هایی برای مهار یا کاهش میزان رسوبات پیشنهاد می‌گردد. لازمه این امر، در اختیار داشتن ابزار مناسب یعنی روش یا مدل برآورد فرسایش و رسوب با دقت و کارآیی قابل‌قبول است. در واقع، انجام مطالعات ارزیابی کمّی و کیفی فرسایش خاک با استفاده از مدل‌های مختلف یکی از راهکارهایی است که از طریق آن، می‌توان فرسایش‌پذیری را شناسایی و تا حدودی مهار کرد و مقدار فرسایش خاک را به حداقل رساند. برای جلوگیری و مهار این پدیده لازم است مناطق تولید رسوب (تحت فرسایش) همراه با شدت و مقدار آن و عوامل مؤثر در آن، شناسایی شوند تا از این طریق، افزون بر تعیین نقاط بحرانی و رده‌بندی مناسب، بتوان اقدام به برنامه‌ریزی مقتضی در قالب طرح‌های آبی و یا حفاظت خاک نمود. تا کنون روش‌ها و مدل‌هایی متعدد برای ارزیابی خطر فرسایش و میزان فرسایش‌پذیری خاک ارایه شده که بسته به شرایط حاکم بر منطقه مطالعاتی، فرضیات مدل و کیفیت و کمّیت آمار مورد استفاده، دقت پیش‌بینی این مدل‌ها می‌تواند دستخوش تغییراتی گردد (۲).

مدل MPSIAC، یک مدل برآورد فرسایش است که به‌دلیل دارا بودن ۹ فاکتور می‌تواند به‌صورت جامع و همه‌جانبه، فرسایش را مورد بررسی قرار داده و ارایه پیشنهاد برای کنترل فرسایش را آسان نماید. در پژوهشی MacDonald و همکاران (۲۰۰۱) به مطالعه رواناب و فرسایش جاده در ایسلند پرداختند و به این نتیجه دست یافتند که میزان تولید رسوب در پلات‌های سطح جاده تابع میزان و شدت بارندگی و همچنین میزان رواناب تولید شده می‌باشد (۳). راستگو و همکاران (۴) در پژوهشی با استفاده از چهار روش FAO، EPM، MPSIAC و BLM میزان فرسایش و رسوب در حوضه تنگ کنشت را برآورد کردند که این تحقیق نشان داد نتایج دو روش EPM و MPSIAC به واقعیت میزان فرسایش نزدیک‌تر بوده است (۴).

Wei و همکاران (۵) در تحقیق خود رابطه فرسایش خاک و فعالیت‌های انسانی را مورد آنالیز و بررسی قرار دادند. نتایج این ارزیابی نشان داد که افزایش یا کاهش فرسایش خاک در منطقه، به‌طور مستقیم به نحوه استفاده از اراضی بستگی دارد و می‌توان با اجرای سیاست استفاده صحیح از سرزمین، فرسایش خاک را کاهش داد (۵). احمدی و همکاران (۱) به بررسی فرسایش در رخساره‌های ژئومورفولوژی و ارتباط آن با تراکم زهکشی در حوضه آبریز سر ولایت پرداختند و به این نتیجه دست یافتند که فرم آبراهه‌ها پیچیده است و بین تراکم زهکشی و فرسایش ارتباطی وجود دارد (۱). در پژوهشی رنگزن و همکاران (۶) دو مدل EPM و MPSIAC را در بر آورد فرسایش و رسوب حوضه پگاه سرخ گتوند خوزستان به‌کار بردند که مقایسه نتایج این دو مدل با مشاهدات صحرایی حاکی از آن است که گرچه نتایج به‌دست آمده در اکثر مناطق دارای

انطباقی زیاد با هم هستند، لیکن نتایج مدل EPM برای شناسایی مناطق دارای فرسایش بالا به اندازه مدل MPSIAC قابل‌اطمینان نمی‌باشد (۶).

آزموده و همکاران (۷) به مقایسه میزان رواناب و فرسایش در خاک‌های تحت پوشش کاربری‌های جنگل، زراعی و باغی با استفاده از شبیه‌ساز باران پرداختند و بیان کردند بیش‌ترین و کم‌ترین میزان رواناب به ترتیب در کاربری جنگل و باغ ایجاد شده است. همچنین مقدار فرسایش خاک در اراضی زراعی و باغی به ترتیب ۱/۷۶ و ۱/۳۶ برابر کاربری جنگل اندازه‌گیری گردید (۷). حسین زاده و همکاران (۸) در پژوهشی به ارزیابی تغییرات مکانی فرسایش آبراهه‌ای تحت تأثیر عوامل محیطی در کجور با استفاده از روش‌های آماری چندمتغیره پرداختند و ارتباط بین فرسایش آبراهه‌ای با عوامل محیطی نظیر پوشش گیاهی، شیب و برای دامنه، طبقات ارتفاعی و ارتباط آن را با سازند زمین‌شناسی و تراکم زهکشی را در این مطالعه به‌دست آوردند (۸).

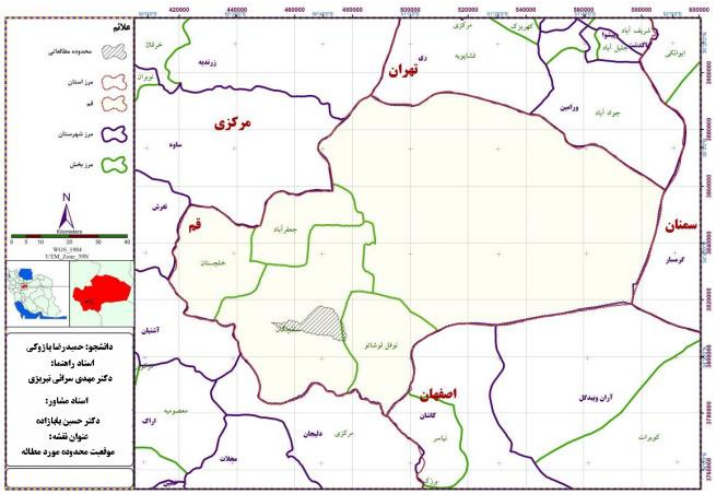
Ghazavi و همکاران (۹) در حوضه آبریز قله قاف در استان گلستان سه مدل MPSIAC، PSIAC و EPM را اجرا و با یکدیگر مقایسه کردند و به این نتیجه دست یافتند که مدل PSIAC در مقایسه با دو مدل دیگر، مقدار فرسایش و رسوب را کم‌تر نشان می‌دهد و بهترین مدل برای این منطقه می‌باشد (۹). در پژوهشی عباسی و همکاران (۱۰) تأثیر شیب و کاربری اراضی بر خصوصیات خاک، رواناب و رسوب را با استفاده از شبیه‌ساز باران مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که ماده آلی، فسفر و ظرفیت تبادل کاتیونی بیش‌ترین تأثیر را در میزان رواناب و رسوب دارا می‌باشند (۱۰).

همان‌طور که ذکر گردید، رواناب یک عامل ایجاد فرسایش است که مطالعه و پژوهش بر روی آن می‌تواند کمک بسزایی به کاهش این پدیده کند. بنابراین هدف از این پژوهش ارائه مدلی است که علاوه بر برآورد فرسایش، عامل رواناب نیز داخل آن نهفته باشد تا همزمان بتوان با برآورد فرسایش، تأثیر رواناب بر فرسایش را نیز مورد بررسی قرار داد.

روش بررسی

موقعیت منطقه مورد مطالعه

منطقه خدیجه خاتون با مختصات جغرافیایی ″۲۰ ′۲۳ °۳۴ الی ″۰۳ ′۳۰ °۳۴ عرض شمالی و ″۳۷ ′۳۸ °۵۰ الی ″۳۵ ′۴۵ °۵۰ طول شرقی در استان قم قرار گرفته است (شکل ۱) که با مجموع مساحت ۱۴۰۸۶/۸۵ هکتار بخشی از حوضه آبریز قمرود میانی به‌شمار می‌آید که دارای بارندگی متوسط سالیانه ۱۶۹/۹ میلی‌متر و دمای میانگین سالانه ۱۵/۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد.



شکل ۱- موقعیت حوضه آبریز مورد مطالعه

Figure 1. Basin location

روش تحقیق

نخست اطلاعات و نقشه‌های پایه منطقه برای سال ۱۳۹۷ نظیر نقشه‌های توپوگرافی و زمین‌شناسی جمع‌آوری گردید. سپس مراحل محاسبه ۹ عامل مدل MPSIAC انجام شد. در این مدل، عوامل متعدد نظیر زمین‌شناسی سطحی یا سنگ‌شناسی، خاک، آب و هوا، رواناب (جریان‌های سطحی)، پستی و بلندی، پوشش زمین، استفاده از زمین (کاربری اراضی)، وضعیت فعلی فرسایش و فرسایش رودخانه‌ای نقش دارند که نحوه محاسبه آن‌ها در جدول ۱ ارایه شده است.

جدول ۱- عوامل نه‌گانه مدل MPSIAC

Table 1. The nine factors of the MPSIAC model

ردیف	توضیحات	رابطه
۱	x_1: نمره متوسط حساسیت فرسایش واحد سنگی	$y_1 = x_1$
۲	x_2: نمره متوسط مربوط به فرسایش‌پذیری خاک	$y_2 = 16.67x_2$
۳	x_3: بارندگی ۶ ساعته با دوره بازگشت ۲ ساله برحسب mm	$y_3 = 0.2\ x_3$
۴	x_4: ارتفاع رواناب سالانه (mm) Q_P: دبی پیک ویژه $(m^3/S.km^2)$	$y_4 = 0.006R + 10Q_P$
۵	x_5: درصد شیب متوسط	$y_5 = 0.33X_5$
۶	x_6: درصد اراضی لخت و بدون پوشش	$y_6 = 0.2x_6$
۷	x_7: درصد پوشش تاجی	$y_7 = 20 - 0.2x_7$
۸	x_8: امتیاز عامل سطحی خاک	$y_8 = 0.25x_8$
۹	X_9 : نمره گالی	$y_9 = 1.67\ x_9$

پس از تعیین امتیاز هر یک از عوامل نه‌گانه در مدل، درجه رسوب‌دهی (رابطه۱) محاسبه شد. سپس با استفاده از درجه رسوب‌دهی و با توجه به رابطه ریاضی ارایه شده، رسوب ویژه (رابطه ۲) تعیین و میزان فرسایش ویژه در هر واحد کاری (رابطه ۳) محاسبه گردید.

$$R=Y1+Y2+Y3+Y4+Y5+Y6+Y7+Y8+Y9 \quad (۱)$$

$$Qs=38.77\ e^{0.035R} \quad (۲)$$

که در آن، Qs میزان تولید رسوب سالیانه بر حسب $M^3/km^2.year$، E عدد ثابت نپرین ۲/۷۱۸ و R درجه رسوب‌دهی (جمع جبری امتیاز عوامل نه‌گانه) می‌باشد.

$$SDR = \frac{\text{تولید رسوب}}{\text{فرسایش}} \quad (۳)$$

در نهایت، رابطه میان میزان فرسایش ویژه و رواناب بررسی و پیشنهادهای مؤثر برای کنترل و کاهش فرسایش منطقه ارایه شد.

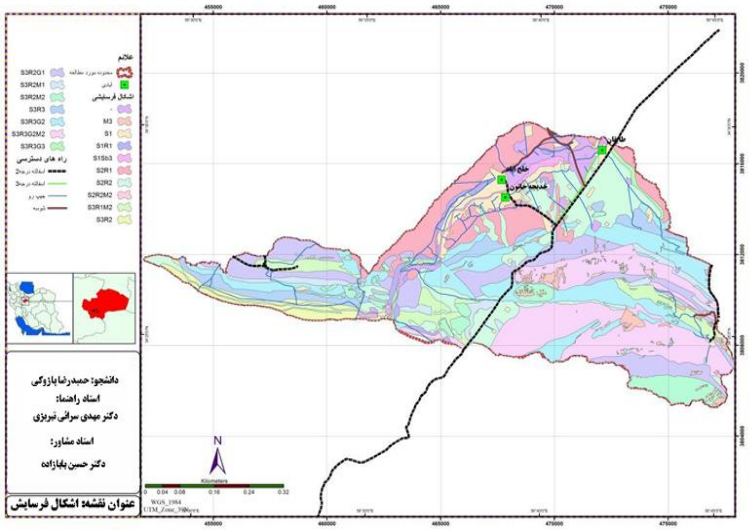
یافته ها

در حوضه مورد مطالعه، تعداد ۱۳ نوع اشکال فرسایش وجود دارد که اطلاعات آن در جدول ۲ و شکل ۲ به‌طور خلاصه ارایه گردیده است.

جدول ۲- مشخصات اشکال فرسایش خاک حوضه آبریز خدیجه خاتون

Table 2 . Characteristics of soil erosion forms Khadijeh Khatoun Watershed

ردیف	اشکال فرسایش	کد طبقات	گسترش در تیپ	وضعیت	مساحت هکتار
۱	سطحی با کد S	S_1	E_1، E_2 و E_3	با شدت کم (ضعیف)	۹۶۸/۸۶
		S_2	E_4، E_5 و E_6	با شدت متوسط	۳۳۷۳/۳۰
		S_3	E_7 تا E_{15}	با شدت زیاد	۹۰۴۲/۳۴
۲	شیاری با کد R	R_1	E_2، E_4 و E_7	با شدت کم (ضعیف)	۲۴۸۸/۸۶
		R_2	E_5، E_6، E_8، E_9، E_{10} و E_{11}	با شدت متوسط	۵۰۱۷/۷۳
		R_3	E_{12}، E_{13}، E_{14} و E_{15}	با شدت زیاد	۵۱۲۹/۶۰
۳	آبراهه‌ای با کد G	G_1	E_9	با شدت کم (ضعیف)	۱۷۱۳/۲۶
		G_2	E_1، E_2 و E_3	با شدت متوسط	۴۴۲۵/۶۲
		G_3	E_{15}	با شدت زیاد	۹۹/۸۶
۴	مکانیکی با کد M	M_1	E_{10}	با شدت کم (ضعیف)	۳۹۹/۷۱
		M_2	E_6، E_7، E_{11} و E_{14}	با شدت متوسط	۳۸۶۸/۵۲
		M_3	E_{16}	با شدت زیاد	۲۳۳/۲۶
۵	رودخانه‌ای با کد Sb	Sb_3	E_3	با شدت زیاد	۱۲۰/۵۰

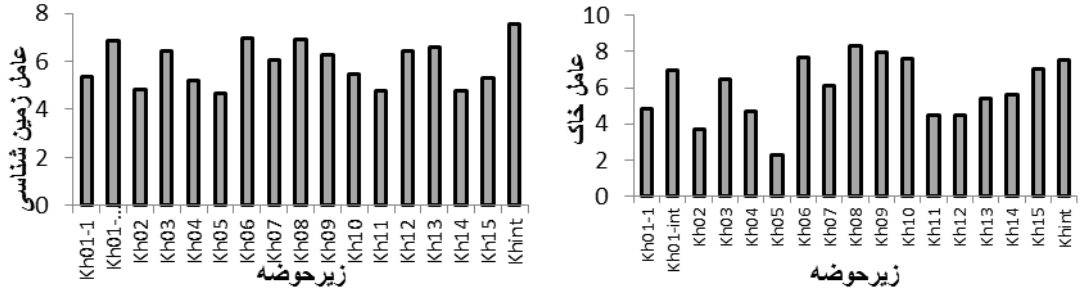


شکل ۲- اشکال فرسایش حوضه آبریز خدیجه خاتون

Figure 2. Erosion forms of Khadijeh Khatoun Watershed

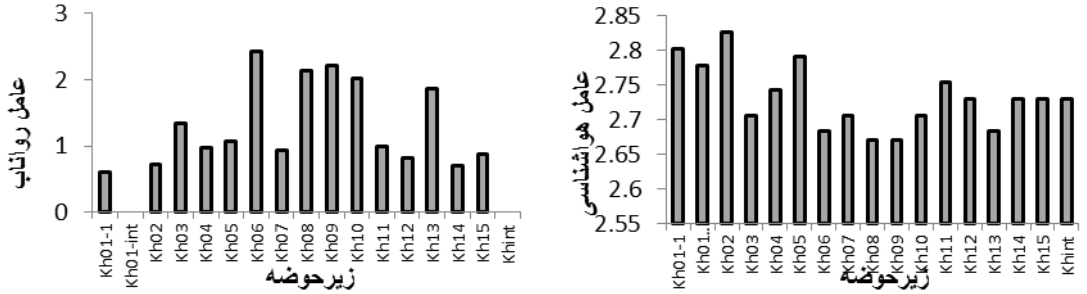
نتایج مدل مورد بررسی به‌صورت زیر می‌باشد که به تفکیک، هر

عامل از شکل ۳ تا ۷ ارایه گردیده است.



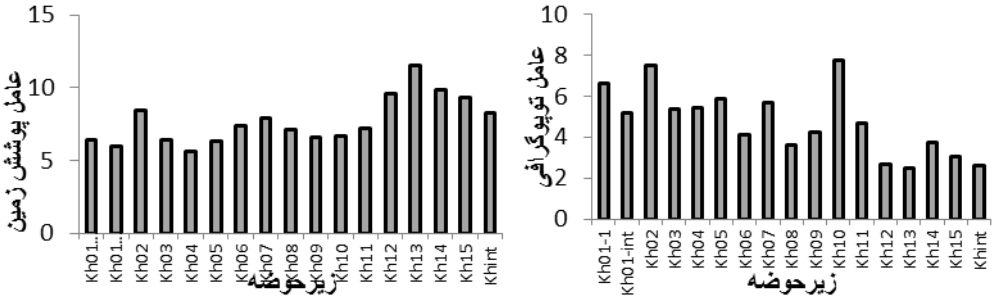
شکل ۳- عامل اول و دوم مدل در زیرحوضه‌ها

Figure 3. First and second model factors in sub-basins



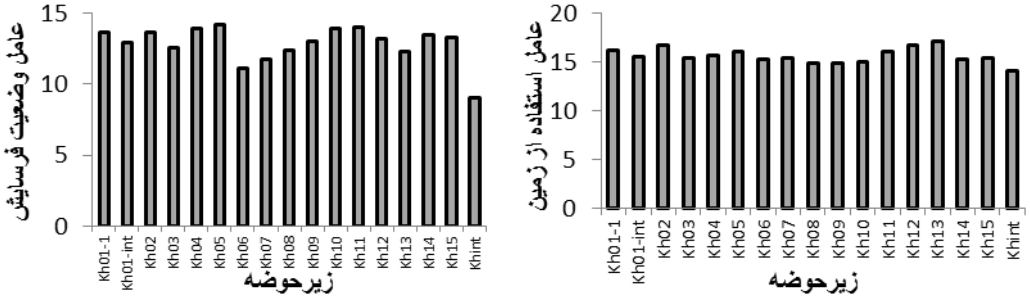
شکل ۴- عامل سوم و چهارم مدل در زیرحوضه‌ها

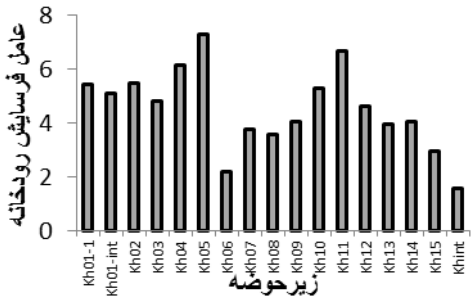
Figure 4.The third and fourth model factors in the sub-basins



شکل ۵- عامل پنجم و ششم مدل در زیرحوضه‌ها

Figure 5. The fifth and sixth factor models in the sub-basins





شکل ۶- عامل هفتم، هشتم و نهم مدل در زیرحوضه‌ها

Figure 6. The seventh, eighth and ninth model factors in the sub-basins

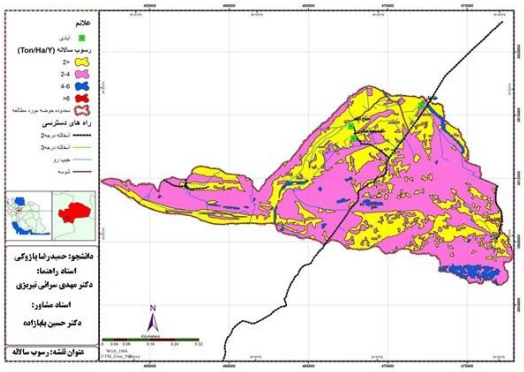
پس از تعیین ۹ عامل مدل، فرسایش و رسوب محاسبه و نتایج

آن در جدول ۳ ارایه گردید.

جدول ۳- اطلاعات مربوط به فرسایش و رسوب در زیرحوضه‌های حوضه آبریز خدیجه خاتون

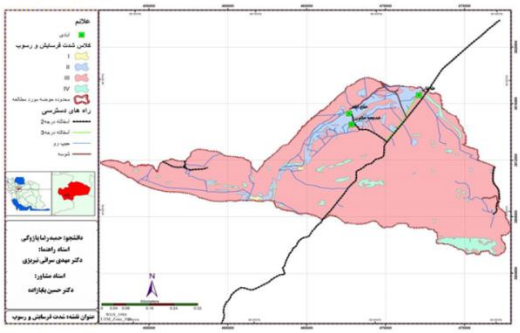
Table 3. Erosion and sediment information in sub basins of Khadijeh Khatoun Watershed

ردیف	زیرحوضه	مساحت (هکتار)	R (-)	SDR %	رسوب (TON/Y)	رسوب (TON/Ha.Y)	فرسایش (TON/ Y)	فرسایش (TON/Ha.Y)
۱	Kh01-1	۱۷۵۵/۳۲	۶۱/۸۹	۵۷/۳۹	۴۱۲۱/۰۳	۲/۳۵	۷۱۶۳/۳۰	۴/۰۸
۲	Kh01-int	۶۵۲/۲۲۱	۶۱/۳۶	۶۶/۰۵	۱۵۰۲/۲۰	۲/۳۰	۲۴۴۶/۴۱	۳/۷۵
۳	Kh02	۱۲۸۷/۴۵	۶۳/۹۳	۵۹/۹۷	۳۲۵۳/۶۹	۲/۵۳	۵۴۲۱/۱۸	۴/۲۱
۴	Kh03	۳۵۷/۵۳	۶۱/۵۱	۷۱/۹۳	۸۲۸/۱۴	۲/۳۲	۱۱۵۱/۲۶	۳/۲۲
۵	Kh04	۷۰۱/۸۷	۶۰/۳۶	۶۵/۳۷	۱۵۵۹/۵۰	۲/۲۲	۲۳۸۵/۷۶	۳/۴۰
۶	Kh05	۵۶۹/۹۰	۶۰/۶۳	۶۷/۳۳	۱۲۷۸/۶۷	۲/۲۴	۱۸۹۱/۸۷	۳/۳۲
۷	Kh06	۱۰۷/۱۵	۵۹/۸۳	۸۵/۳۵	۲۳۳/۶۴	۲/۱۸	۲۷۳/۷۵	۲/۵۵
۸	Kh07	۷۴۵/۶۵	۶۰/۳۹	۶۴/۸۱	۱۶۵۸/۶۹	۲/۲۲	۲۵۵۹/۳۹	۳/۴۳
۹	Kh08	۱۳۹/۹۷	۶۱/۵۴	۸۲/۱۷	۳۲۴/۶۴	۲/۳۲	۳۹۵/۰۷	۲/۸۲
۱۰	Kh09	۱۲۸/۵۴	۶۲/۰۱	۸۳/۱۷	۳۰۳/۱۴	۲/۳۶	۳۶۴/۴۷	۲/۸۳
۱۱	Kh10	۱۵۵/۳۴	۶۶/۵۷	۸۰/۹۷	۴۳۱/۶۵	۲/۷۸	۵۳۳/۱۲	۳/۴۳
۱۲	Kh11	۶۵۰/۸۶	۶۱/۶۷	۶۶/۰۷	۱۵۱۶/۱۷	۲/۳۳	۲۲۹۴/۷۷	۳/۵۲
۱۳	Kh12	۹۷۲/۰۵	۶۱/۲۸	۶۲/۴۱	۲۲۳۲/۴۲	۲/۳۰	۳۵۷۹/۷۵	۳/۶۸
۱۴	Kh13	۱۸۵/۶۲	۶۳/۹۰	۷۸/۹۵	۴۶۸/۵۹	۲/۵۲	۵۹۱/۸۴	۳/۱۹
۱۵	Kh14	۱۲۹۴/۴۸	۶۰/۲۶	۵۹/۹۳	۲۸۶۶/۵۱	۲/۲۱	۴۷۸۳/۲۰	۳/۶۹
۱۶	Kh15	۸۴۳/۸۸	۵۹/۹۶	۶۳/۶۸	۱۸۴۸/۱۸	۲/۱۹	۲۹۰۲/۲۹	۳/۴۴
۱۷	Khint	۳۵۳۹/۰۱	۵۳/۳۷	۵۱/۹۶	۶۱۱۳/۶۰	۱/۷۳	۱۱۷۶۶/۵۰	۳/۳۲



شکل ۷- رسوب سالانه حوضه مورد مطالعه

Figure 7. Annual sedimentation of the study basin



شکل ۸- شدت فرسایش و رسوب حوضه مورد مطالعه

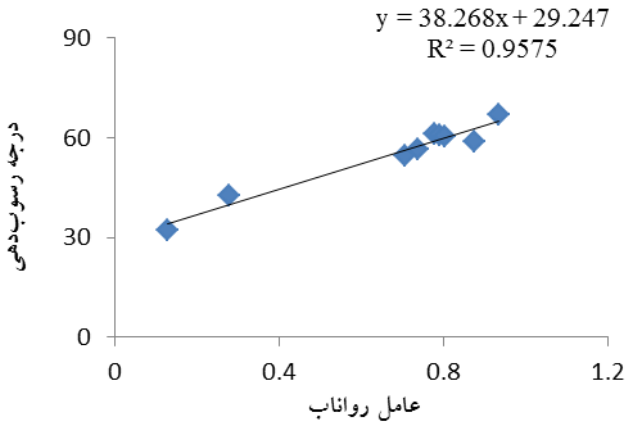
Figure 8. Erosion and sedimentation intensity of the studied basin

بحث و نتیجه‌گیری

در نتیجه پدیده فرسایش، سالانه مقداری قابل‌توجه از خاک منطقه از دسترس انتفاع خارج می‌شود. این خاک مخلوطی از خاک زراعی و غیرزراعی می‌باشد. آنالیز برآورد یک مترمکعب ضرر و زیان خاک فرسایش‌یافته بر اساس فهرست‌بهای سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور ۱۳۸۸ آیتم ۲۱۵۱۳ هزینه تهیه، حمل، ریختن، پخش و تسطیح هر نوع خاک زراعی به هر ضخامت هر مترمکعب برابر ۹۳۱۱۱ ریال می‌باشد. اگر قرار باشد صرفاً خاک فرسایش‌یافته جایگزین گردد، برای هر مترمکعب آن لازم است ۹۳۱۱۱ ریال پرداخت شود. با توجه به نرخ تورم در چند ساله اخیر این مبلغ برای سال ۱۳۹۸ تا حدود صد درصد قابل‌افزایش خواهد بود. بدین ترتیب مبلغ فوق حدوداً ۱۹۱۱۱۱ ریال ارزیابی می‌گردد. یادآوری می‌شود که خاک جایگزینی ارزش غذایی برای گیاه به اندازه خاک فرسایش‌یافته ندارد و اگر این خاک زراعی بخواهد از منابع قرضه دورتری تأمین و جایگزین شود، میزان هزینه‌های جابه‌جایی بسیار بالا خواهد بود. اگر مبلغ ۱۹۱۱۱۱ ریال را در ضرایب قانونی فهرست‌بها ضرب کنیم قیمت یک مترمکعب خاک فرسایش‌نیافته به‌دست خواهد آمد که ۲۱۱۱۱۱ ریال خواهد بود. اگر این عدد در خاک فرسایش‌نیافته ضرب شود منفعت اقتصادی پروژه، کنترل فرسایش را نشان خواهد داد. تأکید می‌شود که در محدوده حوضه آبریز خدیجه خاتون، عموماً خاکی که از سطح مزارع فرسایش می‌یابد در عمل هیچگاه جایگزین نمی‌شود و تعمیم این نکته به عدم جایگزینی خاک از سطح مراتع، به آسانی گویای اهمیت و ارزش خاک می‌باشد. محاسبات فوق صرفاً با هدف ارزش‌گذاری خاک از دست رفته ارایه می‌شود و مسلماً این خاک در فرآیند فرسایش جایگزین نمی‌شود. با نگاهی به حوضه آبریز خدیجه خاتون می‌توان دریافت که میزان فرسایش خاک برابر ۵۸۰۶/۹۷ تن در

سال و به بیان ساده‌تر میزان فرسایش برابر ۳/۵۸ تن در هکتار در سال می‌باشد. در یک معادله ساده چنانچه ارزش هر تن خاک زراعی معادل ۵۰ دلار (به‌طور متوسط ۲۰۰۰۰۰۰ریال) در نظر گرفته شود و در صورت مهیا بودن شرایط فرسایش، ارزش ۵۸۰۶/۹۷ تن در سال معادل ۲۹۰۳۴۸/۵ دلار یعنی معادل ۱۱۶۱۳/۹ میلیون ریال می‌باشد که در شکل ۷ رسوب سالانه و در شکل ۸، شدت فرسایش و رسوب حوضه مورد مطالعه نشان داده شده است.

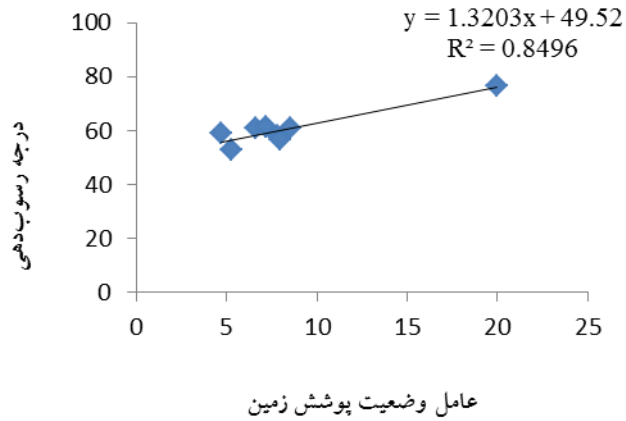
در حوضه آبریزی که دارای پوشش گیاهی مناسب باشد، خاک آن نیز از راه‌های مختلف مانع ایجاد رواناب بر سطح زمین می‌گردد. در بررسی تأثیر رواناب بر روی فرسایش خاک همچنین می‌توان شاخص‌هایی نظیر خصوصیات هیدرولوژیکی حوضه و گروه‌های هیدرولوژیکی خاک‌ها را مورد بررسی قرار داد. شکل ۹ رابطه بین عامل رواناب و درجه رسوب‌دهی را نشان می‌دهد. بر اساس این شکل، عامل هرزآب دارای همبستگی ۰/۹۸خطی با درجه رسوب‌دهی می‌باشد و نشان-دهنده آن است که هر چه رواناب زیادتر شود، میزان فرسایش و رسوب‌دهی نیز افزایش می‌یابد.



شکل ۹- رابطه خطی بین عامل رواناب و درجه رسوب‌دهی

Figure 9. Linear relationship between runoff factor and sediment rate

به‌علت این‌که پوشش زمین نیز بر تولید رواناب و فرسایش مؤثر است، رابطه پوشش و فرسایش و رسوب نیز بررسی گردید. پوشش زمین عبارت است از هر گونه پوشش که خاک را در مقابل عوامل فرساینده نظیر ضربه قطرات باران حفظ نموده و مقدار نفوذ را از طریق عمل ریشه‌ها در بین خاک متعادل می‌سازد. در عوض، فقدان پوشش گیاهی در اثر چرای مفرط و یا آتش‌سوزی و بوته‌کنی زمین را لخت کرده و بدترین شرایط را برای عوامل فرساینده مهیا می‌سازد. پوشش‌گیاهی (به‌ویژه مراتع) به روش‌های گوناگون، فرسایش را کاهش می‌دهد. پوشش گیاهی از طریق برگ و ساقه باعث به تأخیر انداختن مقدار باران و رسیدن آن به سطح زمین شده و از طریق سیستم ریشه‌ها، آب را به درون خاک نفوذ می‌دهد و میزان رواناب را کاهش داده و در نتیجه فرسایش و تولید رسوب نیز کاهش می‌یابد. شکل ۱۰، رابطه میان عامل وضعیت پوشش زمین را با درجه رسوب‌دهی نشان می‌دهد. بر اساس این شکل، عامل پوشش زمین دارای همبستگی ۰/۹۲و ضریب تبیین ۰/۸۵ خطی با درجه رسوب‌دهی می‌باشد.



شکل ۱۰- رابطه خطی بین عامل وضعیت پوشش زمین و درجه رسوب‌دهی

Figure 10. Linear relationship between land cover status and sediment rate

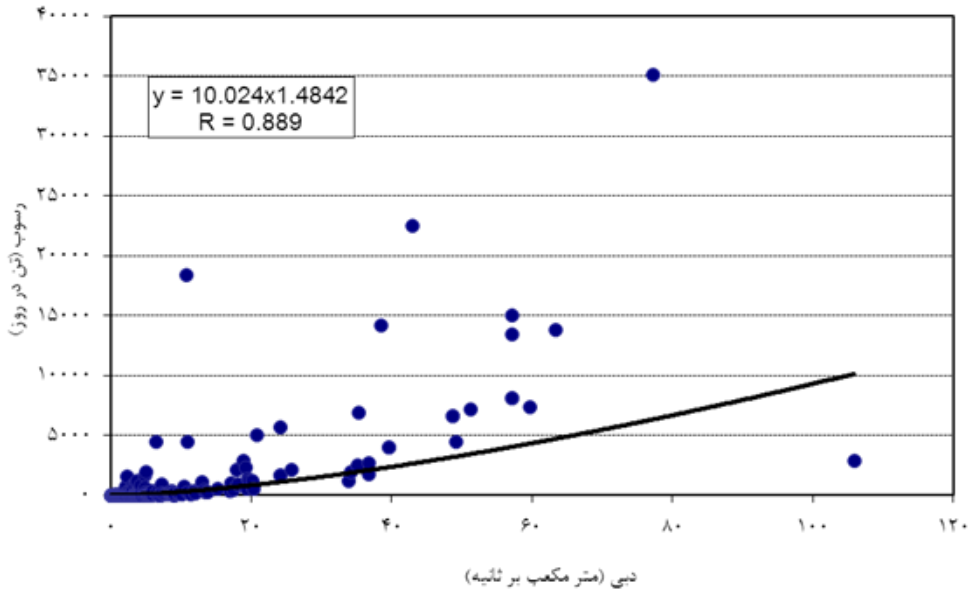
به‌طورکلی، در تمام زیرحوضه‌ها مؤثرترین عامل در افزایش فرسایش و رسوب، عامل هفتم مدل MPSIAC که استفاده از زمین نام دارد، می‌باشد. در کل حوضه نیز با توجه به نتایج این مدل، عامل هفتم و هشتم از مؤثرترین عوامل هستند. این نتیجه بیانگر این موضوع است که مراتع اطراف حوضه آبریز خدیجه خاتون به‌علت استفاده بیش از ظرفیت، تخریب شده و مراتع کل منطقه به‌علت شرایط اقلیمی در وضعیت خوبی به سر نمی‌برند این یافته با نتایج پژوهش صادقی و همکاران (۱۱) که بیان کردند مقدار رواناب در فصل تابستان در مراتع فقیر بیش‌تر از مراتع خوب است و در جایی‌که میزان جریان سطحی بیش‌تر باشد فرسایش نیز بیش‌تر خواهد بود، همخوانی دارد (۱۱).

در منطقه مورد مطالعه از مجموع ایستگاه‌های آب‌سنجی، ایستگاه رسوب‌سنجی شادآباد، برای تحلیل‌های آماری رسوب به عنوان ایستگاه معرف انتخاب گردید. این ایستگاه دارای آمار رسوب روزانه بوده و از سال ۱۳۷۲ تا سال ۱۳۹۲ به مدت ۲۰ سال دارای آمار قابل دسترس می‌باشد. بنابراین بر مبنای این بررسی، رابطه هم‌بستگی بین رسوب و دبی در شکل ۱۱ ارایه شده است. باتوجه به این جدول، مقدار رسوب واقعی که از ایستگاه رسوب‌سنجی به‌دست آورده شد برابر ۹۲۶/۰۷ تن در هکتار می‌باشد. همان‌طور که در شکل ۱۲ نشان داده شده است، رسوب واقعی حاصل از ایستگاه شادآباد با رسوب برآورد شده از مدل MPSIAC با ضریب تبیین ۰/۹۲ همبستگی بالایی داشته که نشان‌دهنده مناسب بودن برآورد رسوب مدل برای منطقه می‌باشد.

جدول ۳- پارامترهای آماری ایستگاه شادآباد

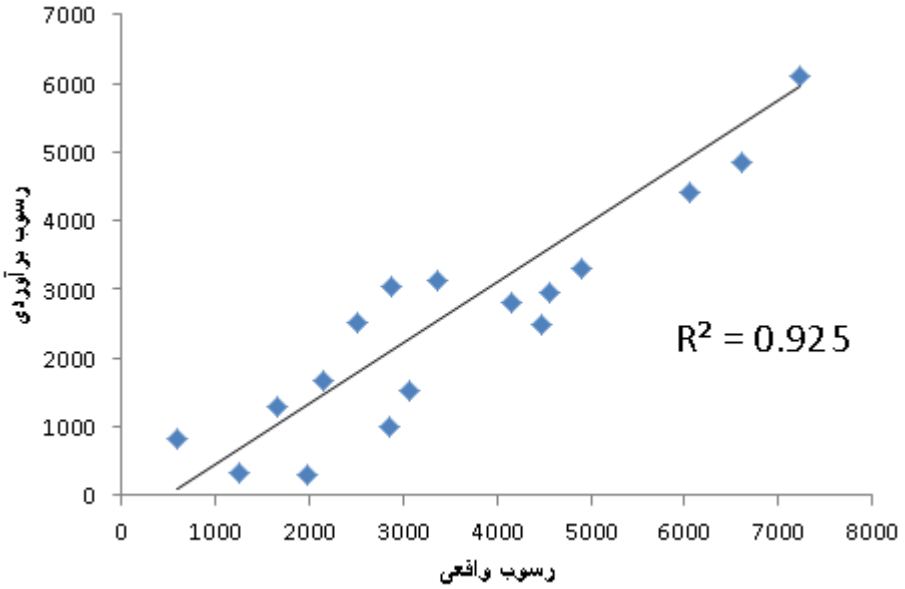
Table 3. Statistical Parameters of Shadabad Station

ایستگاه	دوره آماری	پارامتر آماری	رسوب ton/day	دبی روزانه m^3/sec
شادآباد	۱۳۷۲-۹۲	میانگین	۹۲۶/۰۷	۷/۸۹
		بیشینه	۳۵۰۸۲/۵۹	۱۰۵/۸۶
		کمینه	۰/۰۳	۰/۰۴
		انحراف معیار	۳۲۸۰/۱۶	۱۳/۶۹
		تعداد آمار	۳۰۰	۳۰۰



شکل ۱۱- رابطه رسوب و دبی روزانه ایستگاه شادآباد

Figure 11. Relationship between Sediment and Daily Discharge of Shadabad Station



شکل ۱۲- رابطه رسوب واقعی و رسوب برآوردی

Figure 12. Relationship between actual sediment and estimated sediment

در این پژوهش، هدف بررسی تأثیر رواناب بر فرسایش حوضه آبریز خدیجه خاتون بود. بدین‌منظور، فرسایش و رسوب منطقه با استفاده از مدل MPSIAC برآورد و سپس با بررسی ۹ فاکتور این مدل، تأثیر عوامل دیگر بر روی فرسایش نیز بررسی و اولویت‌بندی‌بندی گردید. بر اساس نتایج به‌دست آمده، عامل وضعیت تاج پوشش گیاهی و وجود جریان‌های سطحی از مؤثرترین عوامل در ایجاد فرسایش در این حوضه بوده که نشان‌دهنده وضعیت ضعیف پوشش مرتعی می‌باشد، همچنین خالی شدن خاک اطراف سنگ‌ها و یا آثار عریان شدن ریشه گیاهان در روی دامنه و یا در داخل آبراهه‌ها نیز مشاهده می‌گردد. در کل با توجه به اثبات رابطه مثبت و معنی‌دار بین رواناب و پوشش گیاهی با میزان فرسایش بهتر است با

روش‌های مناسب به بهبود وضعیت مرتع اقدام شود. همچنین با کمک روش‌های نوین مدیریت رواناب نظیر احداث سازه‌های رسوب‌گیر و با تأخیر، شدت و مقدار فرسایش را به میزان قابل-توجهی کاهش داد.

Reference

1. Ahmadi, H., Kelarestaghi, A. and Mashhadi, N. 2007. Investigation of erosion in geomorphologic facies and its relation with drainage density (Case study: Servalit watershed). Journal of Natural Resources of Iran. 60 (4): 1085-1097. (In Persian)
2. Khayam, M., Anamijaber, M. and Samadzadeh, R. 2013. Comparison of the Efficiency of MPSIAC and EPM Models in Estimating Erosion and Sedimentation of the Watershed. Two Quarterly Journal of Applied Geomorphology. 1(1): 1-15. (In Persian)
3. MacDonald, L.H., Sampson, R.W. and Anderson, D.M. 2001. Runoff and road erosion at the plot and road segment scales, ST John, Us Virgin Islands. Earth Surface Process Landforms. No: 26: 251-272.
4. Rastgou, S., Ghahreman, B. and Davari, K. 2004. Case comparison of four methods of FAO, EPM, MPSIAC and BLM in Estimation of erosion and sedimentation of Tang Khanat watershed. Proceedings of the 2nd National Student Conference on Soil and Water Resources. Shiraz. 10-20. (In Persian)
5. Wei, J.J., Zhou, J., Tian, X.He. and Tang, K. 2006. Decoupling soil erosion and human activities on the Chinese Loess Plateau in the 20th century. Catena, No. 68: 10-15.pp.
6. Rangzan, K., Zarasondi, A. and Heydari, A. 2008. Comparison of Two Models of EPM and MPSIAC in Estimating Erosion and Sediment of Pegah Red Ghetto River Khuzestan Using RS and .GIS Techniques. Quarterly journal of geographic research. 40 (64): 123-136. (In Persian)
7. Azmoodeh, A., Kavian, A., soleimani, K. and Vahabzadeh, Gh.2010. Comparing Runoff and Soil Erosion in Forest, Dry Farming and Garden Land Uses Soils Using Rainfall Simulator. Journal of Water and Soil. 24 (3): 490-500. (In Persian)
8. Hosseinzadeh, M.M., Esmaeli, R., Kalhor, S. and Nosrati, K. 2011. Evaluation of spatial variations of erosion of waterways affected by environmental factors in Kojurba using multivariate statistical techniques. Environmental Erosion Research. 1: 57-75. (In Persian)
9. Ghazavi, R., Vali, A., Maghami, Y., Abdi, J. and Sharafi, S. 2012. Comparison of EPM, MPASIAC and PESIAC Models for Estimating Sediment and Erosion by Using GIS (Case Study: Ghaleh-Ghaph Catchment, Golestan Province). Geography and Development. 10nd Year- No. 27, PP 30-32.
10. Abasi, M., Najafinejad, A., Bordishekh, V. and Azimmohseni, M. 2016. Effect of slope and land use on soil characteristics, runoff and sediment yield using rain simulator (Case study: Kocic watershed, Golestan province). Environmental Erosion Research. 4 (24): 104-124. (In Persian)
11. Sadeghi, S.H.R., Razavi, S.L.and Raeisian. R. 2006. Comparison between rained and poor rangeland

land uses in runoff and sediment yield in summer and winter. Agricultural Research (Water, Soil and Plant in Agriculture). 6(4): 11-22.

1. Bruins, M.R., Kapil, S., and Oehme, F.W., 2000. Microbial resistance to metals in the environment. Ecotoxicol. Environ. Saf, Vol. 45, pp. 198–207.
2. Rousk, J., Ackermann, K., Curling, S.F., and Jones, D.L., 2012. Comparative toxicity of nanoparticles CuO and ZnO to soil bacterial communities. PLOS one 7 e34197.
3. Ge, Y., Schimel, J.P., and Holden, P.A., 2012. Identification of soil bacteria susceptible to TiO2 and ZnO nanoparticles. Applied and Environmental Microbiology, Vol. 78, pp. 6749-6758.
4. Burke, D.J., Zhu, S., Pablico-Lansigan, M.P., Hewins, C.R., and Samia, A.C.S., 2014. Titanium oxide nanoparticle effects on composition of soil microbial communities and plant performance. Biology and Fertility of Soils, Vol. 50, pp. 1169-1173.
5. Shah, V., Jones, J., Dickman, J., and Greenman, S., 2014. Response of soil bacterial community to metal nanoparticles in biosolids. Journal of Hazardous Materials, Vol. 274, pp. 399-403.