



ارزیابی نوع ارتباط بین تولید رسوب و خصوصیات فیزیکی خاک با استفاده از رگرسیون تک متغیره

حمزه سعیدیان - استادیار پژوهشی بخش تحقیقات حافظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع

طبیعی کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران (نویسنده مسئول)

Hamzah.4900@yahoo.com

دریافت: ۱۴۰۰/۲/۲۹ پذیرش: ۱۴۰۲/۶/۲۲ چاپ: ۱۴۰۴/۵/۱۳

چکیده

فرسایش و پیامدهای منفی ناشی از آن اگر چه سابقه‌ای به قدمت شروع زندگی انسان بر روی کره خاکی دارد، اما سرعت تاثیر آن بر اکوسیستم، از اوایل قرن بیستم فزونی یافته و تولید رسوب نیز کاملاً نقش مخرب خود را به صورت عملی نمایان ساخته است. در این تحقیق نمونه برداری تولید رسوب در ۶ نقطه و با ۳ تکرار و در شدت‌های مختلف بارش ۰/۷۵، ۱ و ۱/۲۵ میلی متر در دقیقه در سه کاربری مرتع، منطقه مسکونی و اراضی کشاورزی در حوزه آبخیز کوه گچ شهرستان ایذه به کمک دستگاه شبیه ساز باران انجام شد و به همین تعداد نمونه برداری رسوب، نمونه برداری از خصوصیات فیزیکی خاک انجام گرفت. نتایج نشان داد که در مجموع در سازند گچساران و در هر سه کاربری مرتع، کشاورزی و مسکونی و در هر سه شدت ۰/۷۵، ۱ و ۱/۲۵ میلی متر در دقیقه، ماسه خیلی ریز خاک در ۲ مورد رابطه عکس و در ۷ مورد رابطه مستقیم و رس خاک نیز در ۱ مورد رابطه عکس و در ۸ مورد رابطه مستقیم با تولید رسوب از خود نشان داد و سیلت خاک نیز رابطه عکس نشان نداد و در ۹ مورد رابطه مستقیم از خود نشان داد و شن خاک نیز در ۸ مورد رابطه عکس و در ۱ مورد رابطه مستقیم و رطوبت خاک نیز در ۴ مورد رابطه عکس و در ۵ مورد رابطه مستقیم از خود با تولید رسوب نشان داد.

واژه‌گان کلیدی: رس خاک، تولید رسوب، سیلت خاک، کوه گچ

مقدمه

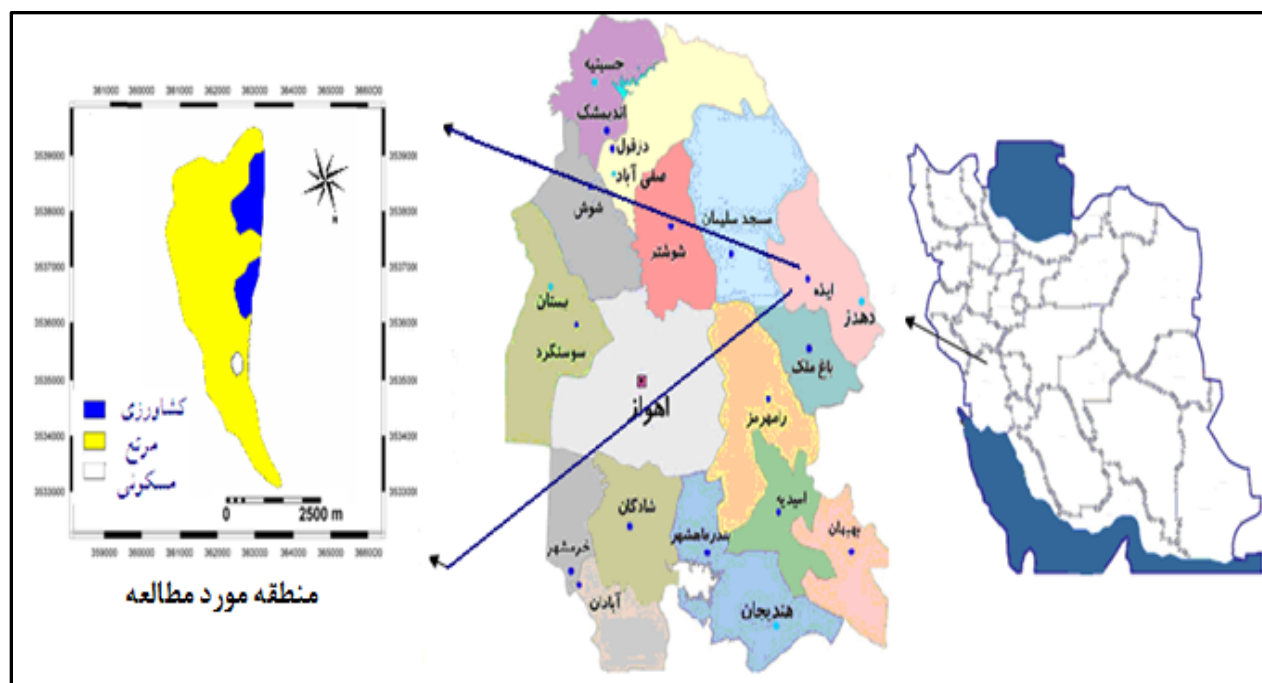
امروزه حفاظت خاک و مبارزه با فرسایش از ضروری‌ترین اقداماتی است که باید به آن توجه خاصی شود به این منظور نیاز است اطلاعات کاملی از مناطق حساس به فرسایش وجود داشته باشد، چرا که برای مدیران و سیاستگذاران، آمار و اطلاعات به‌منظور مدیریت موفق و برنامه‌ریزی، فوق‌العاده ضروری است (لامبا و همکاران، ۲۰۱۵؛ پالازون و همکاران، ۲۰۱۵). وقوع فرسایش در نواحی مختلف موجب از دست رفتن خاک‌های حاصلخیز و تخریب اکوسیستم‌های طبیعی می‌شود (محمد خان و همکاران، ۲۰۱۹). ضمناً فرسایش خاک بر روی اراضی زراعی ناشی از برهم کنش بین طبیعت و فعالیت‌های انسانی است (زن و همکاران، ۲۰۲۱) که در سال‌های اخیر افزایش یافته است. کاربری اراضی به هر دو مسئله استفاده از اراضی و مدیریت به کار رفته برای اراضی بر می‌گردد و به دلیل فعالیت‌های استفاده از اراضی فاکتور-های دیگر را تحت تاثیر قرار داده و از همه فاکتورها مهم تر و موثرتر است (مورگان، ۱۹۹۵؛ ترنس و همکاران، ۲۰۰۱). ضمناً نوع استفاده از اراضی یکی از مهمترین روش‌های جلوگیری از فرسایش خاک است (سعیدیان و مرادی، ۲۰۲۲). در ایران نیز میزان تخریب خاک و هدر رفت آب با شدت و مقدار دخالت‌های منفعت طلبانه انسان در طبیعت نسبت مستقیم دارد (کاشکی، ۲۰۰۱). اندازه‌گیری و تعیین مقدار فرسایش و رسوب در مقیاس کرت و حوزه آبخیز همواره به سهولت میسر نمی‌شود. استفاده از کرت‌های دائمی یا موقتی برای اندازه‌گیری و مطالعه عوامل موثر در فرسایش خاک و تولید رسوب بسیار مفید می‌باشند (مورگان، ۲۰۰۵). در طی سالیان متمادی محققین مختلف روابط متعددی بین مشخصه‌های حوزه آبخیز اعم از اقلیم، زمین شناسی، کاربری اراضی، هیدرولوژی و غیره ارائه داده‌اند (دبور و گروسب، ۱۹۹۶؛ شین و همکاران، ۲۰۰۶؛ کومار و همکاران، ۲۰۱۵). هانگ و همکاران (۲۰۱۳) نتیجه گرفتند که فرسایش‌پذیری، با درشتی یا سبکی بافت خاک نسبت معکوس دارد. آن‌ها دریافتند که بیشترین مقدار فرسایش‌پذیری، مربوط به بافت رس سیلتی و کمترین آن مربوط به خاک سنگریزه دار است. شعبانی و همکاران (۲۰۱۴) به این نتیجه رسیدند که بین عامل فرسایش‌پذیری خاک و درصد شن، شن خیلی ریز، ماده آلی و آهک همبستگی معنی‌دار وجود دارد. آن‌ها همچنین بیان کردند که گنجاندن درصد کربنات‌ها و شیب در معادله برآورد عامل فرسایش‌پذیری خاک، باعث بهبود تخمین آن می‌شود. زو و همکاران (۲۰۱۶) به منظور تعیین مناطق حساس به رسوبدهی در حوضه کوچکی از جیانگسو تکنیک منشأیابی رسوب را به کار گرفتند. مطالعات آن‌ها نشان داد زمین‌های کشاورزی نسبت به دیگر اراضی حساسیت بیشتری نسبت به رسوبدهی دارند. بابور و همکاران (۲۰۲۱) بیان کردند که خاک‌های مرتعی به دلیل مقدار رس زیاد در مقایسه با مناطق ساحلی که فرسایش بیشتری دارند، در برابر فرسایش مقاوم هستند. کشور ایران نیز از تغییرات شدید در نوع کاربری اراضی مصون نمانده و کاهش وسعت اراضی جنگلی و مرتعی و تبدیل آن‌ها به کاربری‌های کشاورزی، تجاری و مسکونی و تشدید سیلاب و افزایش میزان فرسایش سالانه خاک براین امر دلالت دارد. لذا بررسی ارتباط بین کاربری‌های مختلف و فرسایش‌پذیری در راستای مدیریت صحیح و بهینه آنها ضروری است (شجاعی، ۲۰۰۵). سازند گچساران از مهم‌ترین سازندهای زمین شناسی زون زاگرس در سنوزوئیک می‌باشند. سازند گچساران دارای حساسیت

بالایی نسبت به فرسایش و رسوب می‌باشد (فتحی زاده و همکاران، ۲۰۱۶). این سازند حدود ۱۶۰۰ متر بستر داشته و از نظر سنگ شناسی مشتمل بر نمک، انیدریت، مارن‌های رنگارنگ آهک و مقداری شیل می‌باشد. سن گچساران میوسن پایینی می‌باشد (احمدی، ۲۰۰۷). هدف این پژوهش بررسی ارتباط بین تولید رسوب و خصوصیات فیزیکی خاک می‌باشد که می‌تواند در تشخیص علت صحیح فرسایش در حوزه‌های مختلف آبخیز نقش مهم و بسزایی را ایفاء کند.

مواد و روش‌ها

معرفی محدوده مورد مطالعه

مناطق مورد مطالعه، بخشی از حوزه آبخیز کوه گچ شهرستان ایذه در استان خوزستان است که دارای ۱۲۰۲ هکتار مساحت می‌باشند. منطقه کوه گچ دارای مختصات جغرافیایی ۴۹ درجه و ۴۵ دقیقه و ۲۷ ثانیه تا ۴۹ درجه و ۴۷ دقیقه و ۹ ثانیه شرقی و ۳۱ درجه و ۵۰ دقیقه و ۲۷ ثانیه تا ۳۱ درجه و ۵۳ دقیقه و ۳۲ ثانیه شمالی می‌باشند. میانگین درجه حرارت سالانه منطقه مورد مطالعه ۲۰/۸ درجه سانتی گراد است و میانگین بارندگی سالانه بالغ بر ۶۳۶ میلی‌متر است. میانگین رطوبت نسبی سالانه ۴۱ درصد می‌باشد. طول دوره خشک ۱۸۴ روز، که شروع آن فروردینو پایان آن مهر ماه است (مرادی و سعیدیان، ۲۰۱۰).



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان و ایران

خصوصیات فیزیکی خاک از اجزای مهم خاک می‌باشند که می‌توانند نقش بسیار مهمی در تولید رسوب در خاک‌های مختلف در حوزه‌های آبخیز داشته باشند. در این پژوهش با استفاده از شبیه‌ساز باران به بررسی نوع ارتباط خصوصیات فیزیکی خاک در سه کاربری مرتع، کشاورزی و مسکونی با توجه به تغییرات زیاد خصوصیات فیزیکی خاک در آنها

پرداخته شد و نهایت با توجه به تغییرات رسوب در سه کاربری یاد شده روابط قابل قبول و منطقی به دست آمد. به منظور بررسی رسوب نهشته‌های سازند گچساران در منطقه مورد مطالعه از یک دستگاه شبیه ساز باران صحرایی استفاده شد. مساحت پلات‌های آزمایشی برابر ۶۲۵ سانتی متر مربع و در سطح هموار (شیب نزدیک صفر درصد) انتخاب گردید (مرادی و سعیدیان، ۲۰۱۰). برای تامین شدت بارش یکنواخت در طول آزمایش و فراهم نمودن شرایط یکسان برای کلیه آزمایشات از دستگاه شبیه ساز باران استفاده گردید (زهتابیان، ۱۹۹۹). در این تحقیق، نمونه‌ها به صورت تصادفی مشخص و برداشت شد. با توجه به هزینه و زمان، در سازند گچساران در ۶ سطح (۶ مکان جداگانه) و هر سطح سه تکرار برای به‌کارگیری باران‌ساز مشخص و به همین تعداد نمونه رسوب برداشته شد. در سازند گچساران سه نقطه در کاربری مرتع، دو نقطه در کاربری زراعی و یک نقطه در کاربری مسکونی می باشد. در کنار هر پلات نمونه خاک سطحی (۰ تا ۲۰ سانتی متر) به منظور آزمایش‌های فیزیکی خاک برداشت شد و سپس به آزمایشگاه منتقل گردید. نمونه‌ها در آزمایشگاه برای ارزیابی خصوصیات فیزیکی خاک شامل رس، سیلت، شن، ماسه خیلی ریز و رطوبت خاک به روش‌هایی که در ادامه می آید در آزمایشگاه تجزیه شدند (سعیدیان و همکاران، ۲۰۱۴). در مجموع حدود ۱۸ آزمایش خاک برای به دست آوردن رس خاک و ۱۸ آزمایش برای به دست آوردن سیلت خاک و ۱۸ آزمایش برای تعیین شن خاک و ۱۸ آزمایش برای تعیین درصد ماسه خیلی ریز خاک و ۱۸ آزمایش برای تعیین رطوبت خاک انجام شدند. روش‌های اندازه‌گیری به کار رفته عبارتند از رس، شن و سیلت به روش هیدرومتری، درصد ماسه خیلی ریز توسط الک و همچنین رطوبت وزنی از اختلاف خاک قبل و بعد از خشک کردن توسط آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد تعیین گردید (مرادی و سعیدیان، ۲۰۱۰). ضمناً شبیه ساز باران مورد استفاده برای اندازه پلات ۶۲۵ سانتی متر مربع طراحی شده و به راحتی قابل حمل است. این شبیه ساز باران برای تعیین خصوصیات فرسایشی خاک، رواناب، میزان نفوذ آب و همچنین برای تحقیقات خاک مناسب بوده و استفاده از آن به‌منظور تعیین رسوب نهشته‌های سطحی در صحرا روشی استاندارد محسوب می‌گردد (کامفورست، ۱۹۸۷). در فواصل زمانی ۱۰ دقیقه که با توجه به شرایط متفاوت در کاربری-های مختلف انتخاب شد، میزان رسوب خارج شده از پلات جمع‌آوری و در ظروف شماره‌گذاری شده به‌صورت جداگانه نگهداری شد. پس از اتمام آزمایش، نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل و رسوب موجود اندازه‌گیری شد. بدین ترتیب، نتایج میزان رسوب در فواصل زمانی ۱۰ دقیقه برای هر آزمایش حاصل گردید. به‌منظور انجام کلیه تجزیه و تحلیل‌های آماری از نرم افزار SPSS و EXCEL استفاده گردید و سپس مدل‌های نهایی با توجه به ضرایب رگرسیونی، سطح معنی‌داری و آماره‌های F و t تعیین گردیدند. بررسی خصوصیات فیزیکی خاک به دلیل شناخت فرایندهای خاک ساز و تاثیر آن بر پوشش گیاهی، خصوصیات ژئومورفولوژیکی منطقه و فرسایش و به لحاظ اجرای طرح‌های مدیریتی پایدار حائز اهمیت می‌باشد. فرسایش پذیری خاک بیانگر سهولت جدا شدن ذرات خاک و انتقال آنهاست این عامل ممکن است تحت تاثیر ویژگی‌های مختلف فیزیکی خاک قرار گیرد. در این تحقیق برای تعیین نوع ارتباط بین تولید رسوب و خصوصیات فیزیکی خاک مانند درصد رس، سیلت، شن، ماسه خیلی ریز و رطوبت از



رگرسیون تک متغیره استفاده شد و روابط بین رسوب - رس، رسوب - سیلت، رسوب - شن، رسوب - ماسه خیلی ریز و رسوب - رطوبت در شدت‌های بارش ۰/۷۵، ۱ و ۱/۲۵ میلی متر در دقیقه به دست آمدند. ضمناً مبنای انتخاب شدت‌های مختلف بارش شبیه‌سازی شده، شدت بارش غالب منطقه مورد مطالعه می‌باشد.

نتایج

نوع رابطه بین تولید رسوب با خصوصیات فیزیکی خاک با کمک رگرسیون تک متغیره در جدول‌های ۱ تا ۹ آورده شده است.

جدول ۱ - رابطه بین تولید رسوب با خصوصیات فیزیکی خاک در شدت بارش ۰/۷۵ میلی متر در دقیقه

آماره F	آماره t	Sig	R	مدل‌های به دست آمده از رگرسیون تک متغیره	نوع رابطه	نوع کاربری
۱/۶۷	۱/۲۹	۰/۲۳۷	۰/۴۳	$Se = -22.99 + 0.35 svf$	رسوب - ماسه خیلی ریز	مرتج
۰/۰۰۰	۰/۰۱۵	۰/۹۸۹	۰/۰۰۶	$Se = 6.475 + 0.003 cly$	رسوب - رس	مرتج
۰/۶۱۳	۰/۷۸۳	۰/۴۵۹	۰/۲۸	$Se = 4.431 + 0.062 slt$	رسوب - سیلت	مرتج
۰/۵۹	-۰/۷۷	۰/۴۶۷	۰/۲۷	$Se = 9.825 - 0.059 sa$	رسوب - شن	مرتج
۰/۰۰۰	-۰/۰۱۸	۰/۹۸۶	۰/۰۰۷	$Se = 6.558 - 0.007 Wn$	رسوب - رطوبت	مرتج

ماسه خیلی ریز (svf)، درصد سیلت (slt)، درصد رس (cly)، درصد شن (sa)، درصد رطوبت نسبی (Wn)، تولید رسوب (Se)، ضریب رگرسیونی (R)، سطح معنی داری (Sig)

جدول ۲ - رابطه بین تولید رسوب با خصوصیات فیزیکی خاک در شدت بارش ۰/۷۵ میلی متر در دقیقه

آماره F	آماره t	Sig	R	مدل‌های به دست آمده از رگرسیون تک متغیره	نوع رابطه	نوع کاربری
۰/۱۴۱	-۰/۳۷۵	۰/۷۲۷	۰/۱۸	$Se = 14.3 - 0.033 svf$	رسوب - ماسه خیلی ریز	کشاورزی
۰/۹۰۲	۰/۹۴۹	۰/۳۹۶	۰/۴۲	$Se = 10.5 + 0.045 cly$	رسوب - رس	کشاورزی
۰/۰۰۰	۰/۰۱۹	۰/۹۸۶	۰/۰۰۹	$Se = 11.54 + 0.002 slt$	رسوب - سیلت	کشاورزی
۰/۴۴۹	-۰/۶۷۰	۰/۵۴۰	۰/۳۱	$Se = 12.518 - 0.024 sa$	رسوب - شن	کشاورزی
۰/۰۰۴	-۰/۰۶۴	۰/۹۵۲	۰/۰۳	$Se = 11.673 - 0.061 Wn$	رسوب - رطوبت	کشاورزی

ماسه خیلی ریز (svf)، درصد سیلت (slt)، درصد رس (cly)، درصد شن (sa)، درصد رطوبت نسبی (Wn)، تولید رسوب (Se)، ضریب رگرسیونی (R)، سطح معنی داری (Sig)

جدول ۳ - رابطه بین تولید رسوب با خصوصیات فیزیکی خاک در شدت بارش ۰/۷۵ میلی متر در دقیقه

آماره F	آماره t	Sig	R	مدل‌های به دست آمده از رگرسیون تک متغیره	نوع رابطه	نوع کاربری
۲۸/۳۱	۵/۳۲	۰/۱۱۸	۰/۹۸	$Se = -1.268 + 0.138 svf$	رسوب - ماسه خیلی ریز	مسکونی
۳/۴۶	۱/۸۶	۰/۳۱۴	۰/۸۸	$Se = 8.37 + 0.051 cly$	رسوب - رس	مسکونی
۳/۹۶	۱/۹۹	۰/۲۹۶	۰/۸۹	$Se = 7.9 + 0.028 slt$	رسوب - سیلت	مسکونی
۴۹/۰۱	-۷/۰۰۱	۰/۰۹۰	۰/۹۹	$Se = 10.07 - 0.022 sa$	رسوب - شن	مسکونی



۱/۶۴	۱/۲۸	۰/۴۲۲	۰/۷۸	$Se = 8.77 + 0.198 Wn$	رسوب - رطوبت	مسکونی
------	------	-------	------	------------------------	--------------	--------

ماسه خیلی ریز (svf)، درصد سیلت (slt)، درصد رس (cly)، درصد شن (sa)، درصد رطوبت نسبی (Wn)، تولید رسوب (Se)، ضریب رگرسیونی (R)، سطح معنی داری (Sig)

جدول ۴ - رابطه بین تولید رسوب با خصوصیات فیزیکی خاک در شدت بارش ۱ میلی متر در دقیقه

آماره F	آماره t	Sig	R	مدل‌های به دست آمده از رگرسیون تک متغیره	نوع رابطه	نوع کاربری
۴/۲۱	۲/۰۵	۰/۰۷۹	۰/۶۱	$Se = -37.38 + 0.561 svf$	رسوب - ماسه خیلی ریز	مرتع
۰/۱۳۴	۰/۳۶۶	۰/۷۲۵	۰/۱۳	$Se = 7.748 + 0.096 cly$	رسوب - رس	مرتع
۱/۲۰	۱/۰۹۷	۰/۳۰۹	۰/۳۸	$Se = 5.587 + 0.093 slt$	رسوب - سیلت	مرتع
۱/۵۰	-۱/۲۲	۰/۲۵۹	۰/۴۲	$Se = 14.321 - 0.1 sa$	رسوب - شن	مرتع
۰/۲۴۷	-۰/۴۹۷	۰/۶۳۵	۰/۱۸	$Se = 10.171 - 0.221 Wn$	رسوب - رطوبت	مرتع

ماسه خیلی ریز (svf)، درصد سیلت (slt)، درصد رس (cly)، درصد شن (sa)، درصد رطوبت نسبی (Wn)، تولید رسوب (Se)، ضریب رگرسیونی (R)، سطح معنی داری (Sig)

جدول ۵ - رابطه بین تولید رسوب با خصوصیات فیزیکی خاک در شدت بارش ۱ میلی متر در دقیقه

آماره F	آماره t	Sig	R	مدل‌های به دست آمده از رگرسیون تک متغیره	نوع رابطه	نوع کاربری
۴/۹۴	-۲/۲۲	۰/۰۹۰	۰/۷۴	$Se = 30.2 - 0.187 svf$	رسوب - ماسه خیلی ریز	کشاورزی
۰/۳۵۷	-۰/۵۹۸	۰/۵۸۲	۰/۲۸	$Se = 15.86 - 0.042 cly$	رسوب - رس	کشاورزی
۱/۱	۱/۰۵	۰/۳۵۲	۰/۴۶	$Se = 10.23 + 0.122 slt$	رسوب - سیلت	کشاورزی
۰/۰۰۱	۰/۰۳۵	۰/۹۷۴	۰/۰۱	$Se = 14.75 + 0.002 sa$	رسوب - شن	کشاورزی
۰/۱۳۰	-۰/۳۶۱	۰/۷۳۷	۰/۱۷	$Se = 15.35 - 0.476 Wn$	رسوب - رطوبت	کشاورزی

ماسه خیلی ریز (svf)، درصد سیلت (slt)، درصد رس (cly)، درصد شن (sa)، درصد رطوبت نسبی (Wn)، تولید رسوب (Se)، ضریب رگرسیونی (R)، سطح معنی داری (Sig)

جدول ۶ - رابطه بین تولید رسوب با خصوصیات فیزیکی خاک در شدت بارش ۱ میلی متر در دقیقه

آماره F	آماره t	Sig	R	مدل‌های به دست آمده از رگرسیون تک متغیره	نوع رابطه	نوع کاربری
۱۹۰/۱	۱۳/۷۸	۰/۰۴۶	۰/۹۹	$Se = -26.81 + 0.56 svf$	رسوب - ماسه خیلی ریز	مسکونی
۶/۲۸	۲/۵	۰/۲۴۲	۰/۹۲	$Se = 12.72 + 0.22 cly$	رسوب - رس	مسکونی
۲/۳۴	۱/۵۳	۰/۳۶۹	۰/۸۳	$Se = 11.26 + 0.106 slt$	رسوب - سیلت	مسکونی
۱۴/۶	-۳/۸۳	۰/۱۶۲	۰/۹۶	$Se = 19.65 - 0.089 sa$	رسوب - شن	مسکونی
۲/۶۷	۱/۶۳	۰/۳۵۰	۰/۸۵	$Se = 14.39 + 0.866 Wn$	رسوب - رطوبت	مسکونی

ماسه خیلی ریز (svf)، درصد سیلت (slt)، درصد رس (cly)، درصد شن (sa)، درصد رطوبت نسبی (Wn)، تولید رسوب (Se)، ضریب رگرسیونی (R)، سطح معنی داری (Sig)



جدول ۷ - رابطه بین تولید رسوب با خصوصیات فیزیکی خاک در شدت بارش ۱/۲۵ میلی متر در دقیقه

نوع کاربری	نوع رابطه	مدل‌های به دست آمده از رگرسیون تک متغیره	R	Sig	t آماره	F آماره
مرتع	رسوب - ماسه خیلی ریز	$Se = -90.34 + 1.30 svf$	۰/۵۰	۰/۱۶۱	۱/۵۶	۲/۴۵
مرتع	رسوب - رس	$Se = 15.71 + 0.082 cly$	۰/۰۴	۰/۹۱۴	۰/۱۱۲	۰/۰۱۳
مرتع	رسوب - سیلت	$Se = 12.22 + 0.128 slt$	۰/۱۸	۰/۶۲۶	۰/۵۱	۰/۲۶
مرتع	رسوب - شن	$Se = 23.94 - 0.132 sa$	۰/۱۹	۰/۶۰۷	-۰/۵۳۸	۰/۲۸۹
مرتع	رسوب - رطوبت	$Se = 15.537 + 0.156 Wn$	۰/۰۴	۰/۹۰۵	۰/۱۲۳	۰/۰۱۵

ماسه خیلی ریز (svf)، درصد سیلت (slt)، درصد رس (cly)، درصد شن (sa)، درصد رطوبت نسبی (Wn)، تولید رسوب (Se)، ضریب رگرسیونی (R)، سطح معنی داری (Sig)

جدول ۸ - رابطه بین تولید رسوب با خصوصیات فیزیکی خاک در شدت بارش ۱/۲۵ میلی متر در دقیقه

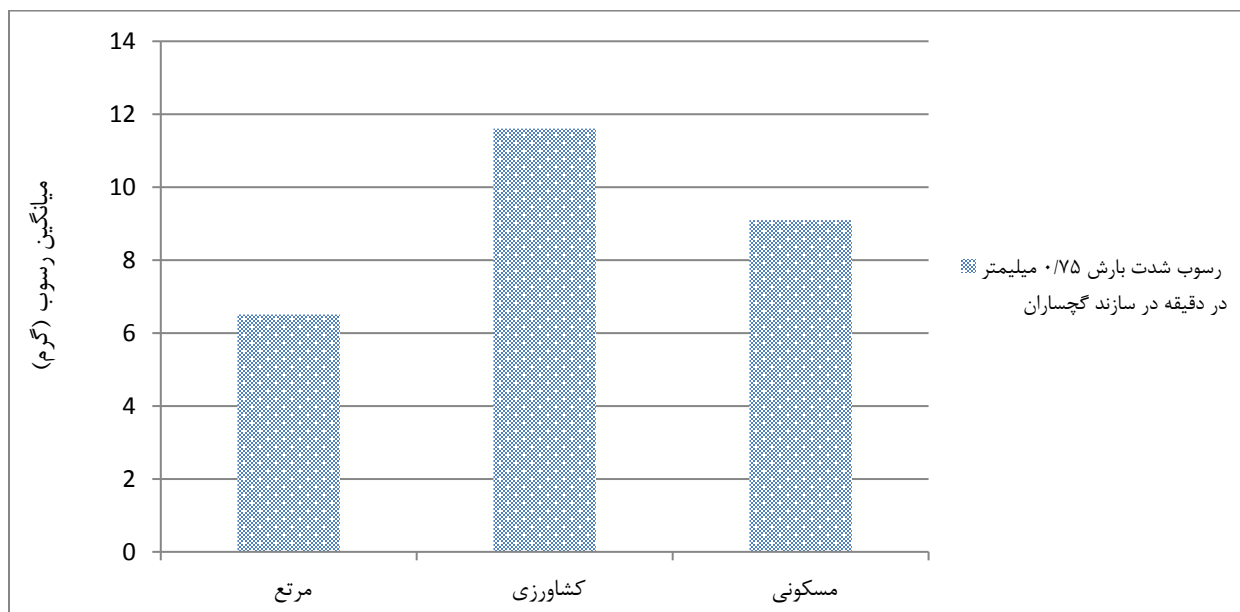
نوع کاربری	نوع رابطه	مدل‌های به دست آمده از رگرسیون تک متغیره	R	Sig	t آماره	F آماره
کشاورزی	رسوب - ماسه خیلی ریز	$Se = 0.544 + 0.254 svf$	۰/۳۸	۰/۴۵۲	۰/۸۳۳	۰/۶۹۴
کشاورزی	رسوب - رس	$Se = 18.40 + 0.125 cly$	۰/۳۲	۰/۵۳۵	۰/۶۷۷	۰/۴۵۹
کشاورزی	رسوب - سیلت	$Se = 14.45 + 0.187 slt$	۰/۲۷	۰/۶۰۴	۰/۵۶۲	۰/۳۱۶
کشاورزی	رسوب - شن	$Se = 25.18 - 0.098 sa$	۰/۳۴	۰/۵۰۱	-۰/۷۳۸	۰/۵۴۵
کشاورزی	رسوب - رطوبت	$Se = 18.53 + 2.64 Wn$	۰/۳۷	۰/۴۶۴	۰/۸۰۸	۰/۶۵۳

ماسه خیلی ریز (svf)، درصد سیلت (slt)، درصد رس (cly)، درصد شن (sa)، درصد رطوبت نسبی (Wn)، تولید رسوب (Se)، ضریب رگرسیونی (R)، سطح معنی داری (Sig)

جدول ۹ - رابطه بین تولید رسوب با خصوصیات فیزیکی خاک در شدت بارش ۱/۲۵ میلی متر در دقیقه

نوع کاربری	نوع رابطه	مدل‌های به دست آمده از رگرسیون تک متغیره	R	Sig	t آماره	F آماره
مسکونی	رسوب - ماسه خیلی ریز	$Se = -22.33 + 0.599 svf$	۰/۸۸	۰/۳۰۵	۱/۹۲	۳/۷
مسکونی	رسوب - رس	$Se = 19.86 + 0.198 cly$	۰/۷۰	۰/۵۰۱	۰/۹۹۸	۰/۹۹۶
مسکونی	رسوب - سیلت	$Se = 16.31 + 0.148 slt$	۰/۹۸	۰/۱۱۰	۵/۷	۳۳/۰۱
مسکونی	رسوب - شن	$Se = 27.31 - 0.108 sa$	۰/۹۸	۰/۰۹۶	-۶/۵۵	۴۲/۹۵
مسکونی	رسوب - رطوبت	$Se = 21.51 + 0.695 Wn$	۰/۵۷	۰/۶۰۸	۰/۷۰۶	۰/۴۹۹

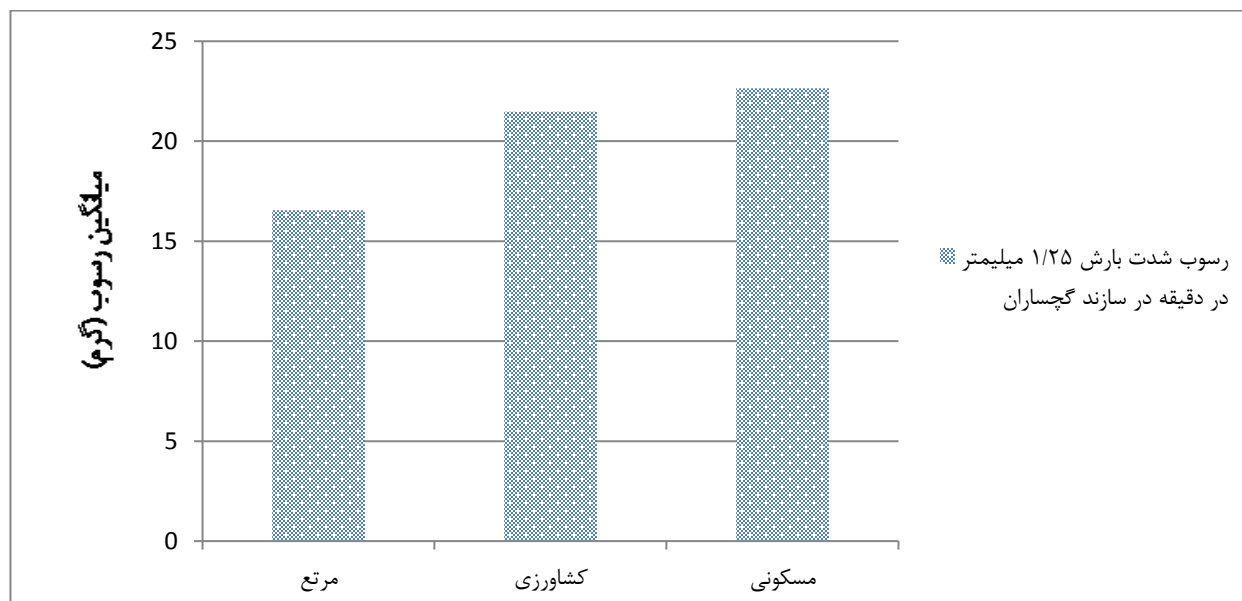
ماسه خیلی ریز (svf)، درصد سیلت (slt)، درصد رس (cly)، درصد شن (sa)، درصد رطوبت نسبی (Wn)، تولید رسوب (Se)، ضریب رگرسیونی (R)، سطح معنی داری (Sig)



شکل ۳- مقایسه رسوب در کاربری‌های مختلف



شکل ۴- مقایسه رسوب در کاربری‌های مختلف



شکل ۵- مقایسه رسوب در کاربری‌های مختلف

بحث

تعیین نوع رابطه بین تولید رسوب و خصوصیات فیزیکی خاک می‌تواند در حوزه‌های آبخیزی که مشکل تولید رسوب دارند راه گشا باشد. در بعضی از حوزه‌های آبخیز خاک مقاوم در مقابل فرسایش وجود ندارد بنابراین با راه‌حل‌های موقتی مثل افزایش پوشش گیاهی و سایر راه‌حل‌های مورد استفاده در آبخیزداری مشکل نه تنها حل نمی‌شود و گاهی بدتر هم می‌شود و علت شکست اکثر پروژه‌های آبخیزداری نیز همین است که علت تشخیص داده نمی‌شود و فقط راه‌حل موجود آبخیزداری برای کاهش تولید رسوب را فقط به کار می‌برند بدون اینکه مشکل اصلی را تشخیص داده و به طور کلی حل کنند. بنابراین در این تحقیق سعی شده است که نوع رابطه بین تولید رسوب و خصوصیات فیزیکی خاک به صورت جزئی بررسی شود و در حوزه‌هایی که خاک مقاوم وجود ندارد و کاملاً مشکل فرسایش ناشی از خاک می‌باشد این روش می‌تواند در تشخیص مشکل و ارائه راه حل اساسی مفید و موثر باشد. در سازند گچساران و در شدت بارش ۰/۷۵ میلی متر در دقیقه در کاربری مرتع، تولید رسوب با ماسه خیلی ریز خاک رابطه مستقیم از خود نشان داد یعنی با افزایش ماسه خیلی ریز خاک، تولید رسوب زیاد شده است که با نتایج تحقیق داکر و همکاران (۲۰۰۱) مطابقت دارد و رس خاک نیز در این شدت با تولید رسوب رابطه مستقیم از خود نشان داد یعنی با افزایش رس خاک، تولید رسوب زیاد می‌شود اگر مقدار رس خاک خیلی زیاد باشد (بیشتر از ۴۰٪ درصد) خاکدانه‌های کوچکی ایجاد خواهد شد و به آسانی فرسوده می‌گردند و همچنین سیلت خاک نیز با تولید رسوب رابطه مستقیم از خود نشان داد یعنی با افزایش سیلت خاک، تولید رسوب افزایش می‌یابد که با نتایج تحقیق میر و هارمن (۱۹۹۴) مطابقت دارد و شن خاک نیز با تولید رسوب رابطه عکس از خود نشان داد یعنی با افزایش شن خاک، تولید رسوب کاهش می‌یابد و



رطوبت خاک نیز با تولید رسوب رابطه عکس از خود نشان داد یعنی با افزایش رطوبت خاک تولید رسوب کاهش می‌یابد. در سازند گچساران و در شدت بارش ۰/۷۵ میلی متر در دقیقه در کاربری کشاورزی، تولید رسوب با ماسه خیلی ریز خاک رابطه عکس از خود نشان داد یعنی با افزایش ماسه خیلی ریز خاک، تولید رسوب کم شده است و رس خاک نیز در این شدت با تولید رسوب رابطه مستقیم از خود نشان داد یعنی با افزایش رس خاک، تولید رسوب زیاد می‌شود و همچنین سیلت خاک نیز با تولید رسوب رابطه مستقیم از خود نشان داد یعنی با افزایش سیلت خاک، تولید رسوب افزایش می‌یابد و شن خاک نیز با تولید رسوب رابطه عکس از خود نشان داد یعنی با افزایش شن خاک، تولید رسوب کاهش می‌یابد و رطوبت خاک نیز با تولید رسوب رابطه عکس از خود نشان داد یعنی با افزایش رطوبت خاک تولید رسوب کاهش می‌یابد. در سازند گچساران و در شدت بارش ۰/۷۵ میلی متر در دقیقه در کاربری مسکونی، تولید رسوب با ماسه خیلی ریز خاک رابطه مستقیم از خود نشان داد یعنی با افزایش ماسه خیلی ریز خاک، تولید رسوب زیاد شده است و رس خاک نیز در این شدت با تولید رسوب رابطه مستقیم از خود نشان داد یعنی با افزایش رس خاک، تولید رسوب زیاد می‌شود و همچنین سیلت خاک نیز با تولید رسوب رابطه مستقیم از خود نشان داد و شن خاک نیز با تولید رسوب رابطه مستقیم از خود نشان داد. همچنین رطوبت خاک نیز با تولید رسوب رابطه مستقیم از خود نشان داد. در سازند گچساران و در شدت بارش ۱ میلی متر در دقیقه در کاربری مرتع، تولید رسوب با ماسه خیلی ریز خاک رابطه مستقیم از خود نشان داد. رس خاک نیز در این شدت با تولید رسوب رابطه مستقیم از خود نشان داد و همچنین سیلت خاک نیز با تولید رسوب رابطه مستقیم از خود نشان داد. شن خاک نیز با تولید رسوب رابطه عکس از خود نشان داد و رطوبت خاک نیز با تولید رسوب رابطه عکس از خود نشان داد یعنی با افزایش رطوبت خاک تولید رسوب کاهش می‌یابد. در سازند گچساران و در شدت بارش ۱ میلی متر در دقیقه در کاربری کشاورزی، تولید رسوب با ماسه خیلی ریز خاک رابطه عکس از خود نشان داد و رس خاک نیز در این شدت با تولید رسوب رابطه عکس از خود نشان داد یعنی با افزایش رس خاک، تولید رسوب کم می‌شود که با نتایج تحقیق میر و هارمن (۱۹۹۴) و زانگ و همکاران (۲۰۰۴) مطابقت دارد و همچنین سیلت خاک نیز با تولید رسوب رابطه مستقیم از خود نشان داد و شن خاک نیز با تولید رسوب رابطه مستقیم از خود نشان داد و رطوبت خاک نیز با تولید رسوب رابطه عکس از خود نشان داد. در سازند گچساران و در شدت بارش ۱ میلی متر در دقیقه در کاربری مسکونی، تولید رسوب با ماسه خیلی ریز خاک رابطه مستقیم از خود نشان داد و رس خاک نیز در این شدت با تولید رسوب رابطه مستقیم از خود نشان داد و همچنین سیلت خاک نیز با تولید رسوب رابطه مستقیم از خود نشان داد و شن خاک نیز با تولید رسوب رابطه عکس از خود نشان داد و رطوبت خاک نیز با تولید رسوب رابطه مستقیم از خود نشان داد. در سازند گچساران و در شدت بارش ۱/۲۵ میلی متر در دقیقه در کاربری مرتع، تولید رسوب با ماسه خیلی ریز خاک رابطه مستقیم از خود نشان داد یعنی با افزایش ماسه خیلی ریز خاک، تولید رسوب زیاد شده است و رس خاک نیز در این شدت با تولید رسوب رابطه مستقیم از خود نشان داد یعنی با افزایش رس خاک، تولید رسوب زیاد می‌شود و همچنین سیلت خاک نیز با تولید رسوب رابطه مستقیم از خود نشان

داد یعنی با افزایش سیلت خاک، تولید رسوب افزایش می‌یابد و شن خاک نیز با تولید رسوب رابطه عکس از خود نشان داد یعنی با افزایش شن خاک، تولید رسوب کاهش می‌یابد و رطوبت خاک نیز با تولید رسوب رابطه مستقیم از خود نشان داد یعنی با افزایش رطوبت خاک تولید رسوب افزایش می‌یابد. در سازند گچساران و در شدت بارش ۱/۲۵ میلی متر در دقیقه در کاربری کشاورزی، تولید رسوب با ماسه خیلی ریز خاک رابطه مستقیم از خود نشان داد یعنی با افزایش ماسه خیلی ریز خاک، تولید رسوب زیاد شده است و رس خاک نیز در این شدت با تولید رسوب رابطه مستقیم از خود نشان داد یعنی با افزایش رس خاک، تولید رسوب زیاد می‌شود و همچنین سیلت خاک نیز با تولید رسوب رابطه مستقیم از خود نشان داد یعنی با افزایش سیلت خاک، تولید رسوب افزایش می‌یابد و شن خاک نیز با تولید رسوب رابطه عکس از خود نشان داد یعنی با افزایش شن خاک، تولید رسوب کاهش می‌یابد و رطوبت خاک نیز با تولید رسوب رابطه مستقیم از خود نشان داد یعنی با افزایش رطوبت خاک تولید رسوب افزایش می‌یابد. در سازند گچساران و در شدت بارش ۱/۲۵ میلی متر در دقیقه در کاربری مسکونی، تولید رسوب با ماسه خیلی ریز خاک رابطه مستقیم از خود نشان داد یعنی با افزایش ماسه خیلی ریز خاک، تولید رسوب زیاد شده است و رس خاک نیز در این شدت با تولید رسوب رابطه مستقیم از خود نشان داد یعنی با افزایش رس خاک، تولید رسوب زیاد می‌شود و همچنین سیلت خاک نیز با تولید رسوب رابطه مستقیم از خود نشان داد یعنی با افزایش سیلت خاک، تولید رسوب افزایش می‌یابد و شن خاک نیز با تولید رسوب رابطه عکس از خود نشان داد یعنی با افزایش شن خاک، تولید رسوب کاهش می‌یابد و رطوبت خاک نیز با تولید رسوب رابطه مستقیم از خود نشان داد یعنی با افزایش رطوبت خاک تولید رسوب افزایش می‌یابد. در مجموع در سازند گچساران و در هر سه کاربری مرتع، کشاورزی و مسکونی و در هر سه شدت ۰/۷۵، ۱ و ۱/۲۵ میلی متر در دقیقه، ماسه خیلی ریز خاک در دو مورد رابطه عکس و در هفت مورد رابطه مستقیم با تولید رسوب از خود نشان داد و رس خاک نیز در یک مورد رابطه عکس و در هشت مورد رابطه مستقیم از خود نشان داد و سیلت خاک نیز رابطه عکس نشان نداد و در نه مورد رابطه مستقیم از خود نشان داد و شن خاک نیز در هشت مورد رابطه عکس و در یک مورد رابطه مستقیم از خود نشان داد و رطوبت خاک نیز در چهار مورد رابطه عکس و در پنج مورد رابطه مستقیم از خود در تولید رسوب نشان داد. ضمناً در کاربری مرتع و در هر سه شدت یاد شده ماسه خیلی ریز خاک با تولید رسوب در هر سه مورد دارای رابطه مستقیم می‌باشد که با نتایج تحقیق داکر و همکاران (۲۰۰۱) مطابقت دارد. در کاربری کشاورزی و در هر سه شدت یاد شده ماسه خیلی ریز خاک با تولید رسوب در دو مورد دارای رابطه عکس و در یک مورد دارای رابطه مستقیم می‌باشد. تولید رسوب در این کاربری رابطه معکوسی را با ماسه خیلی ریز نشان می‌دهد که با تحقیقات مارتز (۱۹۹۲) مغایرت دارد ولی با نتایج داکر و همکاران (۲۰۰۱) و پاری سو و همکاران (۲۰۰۲) مطابقت دارد. ضمناً در کاربری مسکونی و در هر سه شدت یاد شده سیلت خاک با تولید رسوب در هر سه مورد دارای رابطه مستقیم می‌باشد که با نتایج تحقیق رینکس و همکاران (۱۹۹۹) مطابقت دارد.



نتیجه گیری

نتایج نشان داد که در مجموع در سازند گچساران و در هر سه کاربری مرتع، کشاورزی و مسکونی و در هر سه شدت ۰/۷۵، ۱ و ۱/۲۵ میلی متر در دقیقه، ماسه خیلی ریز خاک در دو مورد رابطه عکس و در هفت مورد رابطه مستقیم با تولید رسوب از خود نشان داد و رس خاک نیز در یک مورد رابطه عکس و در هشت مورد رابطه مستقیم با تولید رسوب از خود نشان داد و سیلت خاک نیز رابطه عکس نشان نداد و در نه مورد رابطه مستقیم با تولید رسوب از خود نشان داد و شن خاک نیز در هشت مورد رابطه عکس و در یک مورد رابطه مستقیم با تولید رسوب از خود نشان داد و رطوبت خاک نیز در چهار مورد رابطه عکس و در پنج مورد رابطه مستقیم از خود در تولید رسوب نشان داد. این تحقیق نشان داد که دانستن اطلاعات جامع تر در مورد نحوه رفتار رسوب با خصوصیات فیزیکی خاک می تواند در مدیریت جامع تر حوزه های آبخیز موثرتر باشد. بنابراین توصیه می شود رفتار رسوب در ارتباط با خصوصیات فیزیکی خاک در حوزه های مختلف آبخیز بیش از پیش مورد توجه قرار گیرد.



منابع

- 1) Ahmadi, H. 2007. Applied Geomorphology, 1 volume (water erosion), fifth edition, Tehran university publications, 714p. (In Persian)
- 2) Babur, E., Uslu, Ö. S., Battaglia, M. L., Diatta, A., Fahad, S., Datta, R., Fahad, S., Datta, R., Hye, M., Hussain, G.S & Danish, S. 2021. Studying soil erosion by evaluating changes in physico-chemical properties of soils under different land-use types. Saudi Society of Agricultural Sciences, 20(3): 190-197.
- 3) De Boer, D.H. and G. Grosb. 1996. Specific sediment yield and drainage basin scale. IAHS Publication, 236 pages.
- 4) Duiker, S.W., Flanagan, D.C. and Lal, R., 2001. Erodibility and Infiltration Characteristics of Five Major Soils of Southwest Spain, Catena, 45(2): 103-121.
- 5) Fathizadeh, H, Karimi, H., Tavakoli, M., 2016. The Role of Sensitivity to Erosion of Geological Formations in Erosion and Sediment Yield (Case Study: Sub-Basins of Doiraj river in ilam province), Journal of Watershed Management, Volume 7, No. 13, Spring and Summer.
- 6) Hang, J. J.; Lin, C. P. & Y. M. Wang, 2013. Determination of soil erodibility index for Taiwan mountainous area. Research Journal of Applied Sciences. Engineering and Technology. Department of Civil Engineering. National Pingtung University of Sciences and
- 7) Kamphorst, A., 1987. A small rainfall simulator for the determination of soil erodibility, Netherlands Journal of Agricultural Science 35: 407-415.
- 8) Kasheki, M.T., 2001. Water erosion and its role in desertification of arid regions, Case Study: Bajestan Kavir Watershed, Proceedings of National Conference on Soil Erosion and Sustainable Development, Khorasan, February 2002: 398-409.
- 9) Kumar, P.S., T. Praveen and M.A. Prasad. 2015. Simulation of sediment yield over un-gauged stations using MUSLE and fuzzy model. Aquatic Procedia, 4: 1291-1298.
- 10) Lamba, J., Karthikeyan, K. G. and Thompson, A. M. (2015). Apportionment of suspended sediment sources in an agricultural watershed using sediment fingerprinting. *Geoderma*, (239), 25-33.
- 11) Martz, L.W., 1992. The Variation of Soil Erodibility With Slope Position in a Cultivated Canadian Prairie Landscape. Earth Surf. Proc. Landf. 17: 543-556.
- 12) Meyer, L.D. and Harmon, W.C, 1984. Susceptibility of Agricultural Soil to Interrill Erosion, Journal Soil Science Society of America, 48: 1152-1157.
- 13) Mohammad Khan, Sh., Pirani, P., Riahi, S., & Geravand, F. 2019. Evaluation of entropy model efficiency in erosion zoning with geomorphologic approach (Case Study: Kand watershed in Upstream Latian Dam). *Geographical Planning of Space Quarterly Journal*, 9(34), 85-98. (In Persian)
- 14) Morady, H. R., and Saidian, H., 2010. Comparing the Most Important Factors in the Erosion and Sediment Production in Different Land Uses, Journal of Environmental Science and Engineering, 4: No. 11: 1-11.
- 15) Morgan, R. P. C., 1995: Soil Erosion and Conservation. John Wiley and Sons, Newtork, 198 p.
- 16) Morgan, R.P.C. 2005. Soil erosion and con-servation, Third Edition, Blackwell Publishing Company, 304 pp.
- 17) Palazon, L., Latorre, B., Gaspar, L., Blake, W. H., Smith, H. G. and Navas, A. (2015). Comparing catchment sediment fingerprinting procedures using an auto-evaluation approach with virtual sample mixtures. *Science of the Total Environment*, (532), 456-466.
- 18) Parysow, P., Wang, G., Gertner, G. and Anderson, A.B., 2002. Spatial Uncertainty Analysis for Mapping Soil Erodibility Based on Joint Sequential Simulation, Journal of Catena, 53:65-78.



- 19) Rienks, S.M., Botha, G.A. and Hughes, J.C., 1999. Some Physical and Chemical Properties of Sediments Exposed in a Gully (Donga) in Northern KwaZulu-Natal, South Africa and Their Relationship to the Erodibility of the Colluvial Layers, *Catena*, 39: 11-31.
- 20) Saeediyan, H, Moradi, H, R, Feiznia, S, Bahramifar, N., 2014. The role of main slope aspects on Some Soil Physical and Chemical Properties (Case Study: Gachsaran and Aghajari Formations of Koohe Gagh and Margha watersheds of izeh township), *Journal of Watershed Management*, Volume 5, No. 9, Spring and Summer. (In Persian)
- 21) Saeediyan, H, Moradi H. R., 2022. Comparison of the interaction effect of land use, precipitation intensity and erosion in Gachsaran and Aghajari formations (Case study: Margha and Kuhe Gach watersheds in Izeh city), *Applied Sedimentology*, 10(19): 203- 212. (In Persian)
- 22) Shabani, F.; Kumar, L. & A. Esmaeili, 2014. Improvement to the prediction of the USLE K factor. *Geomorphology* 204, 229 - 234.
- 23) Shin, S.S., S.D. Park and K.S. Lee. 2013. Sediment and hydrological response to vegetation recovery following wildfire on hillslopes and the hollow of a small watershed. *Journal of Hydrology*, 499: 154-166.
- 24) Shojaei, Gh., 2005. The relationship between land use changes and soil erosion and sediment production in a part of Zayandehrud watershed, Tarbiat Modares University, M.Sc. thesis on watershed management, 92 p.
- 25) Terrence, J. T., George, R.F. and Kenneth, G.R., 2001: *Soil Erosion*, John Wiley and Sons NC, USA, 338p.
- 26) Zehtabian, Gh. 1999. Comparison of runoff and sediment content in Marl Lehbari Formation using a rain-simulation device in the Golam Mort Sub-basin, Tehran University, Research Deputy, *Applied Design*, 107 p. (In Persian)
- 27) Zhang, s.li., Peng, W., and Yu, B. 2004: Erodibility of agricultural soils on the loess Plateau of China. *Soil and tillage research*. 76: 157-165.
- 28) Zhou, H., Chang, W. and Zhang, L. 2016. Sediment sources in a small agricultural catchment: A composite fingerprinting approach based on the selection of potential sources. *Geomorphology*, (266), 11-19.
- 29) Zhen, W., Yi, Zeng., Cai, L., Hua, Y., Shuxia, Y., Ling, W., Zhihua, Shi. 2021. Telecoupling cropland soil erosion with distant drivers within China, *Journal of Environmental Management*, Volume 288, 15 June 2021, 112395.