

مقایسه تغییرات مکانی فرسایش خاک در آبخیزهای شاهد و نمونه گنبد در استان همدان

- ❖ سیدحمیدرضا صادقی*: استاد گروه آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، ایران
- ❖ زهرا هاشمی آریان: دانش‌آموختگان کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، ایران
- ❖ مهدی وفاخواه: دانشیار گروه آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، ایران
- ❖ زینب کریمی: دانش‌آموختگان کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، ایران

چکیده

بررسی تغییرات زمانی و مکانی فرسایش خاک و عوامل مؤثر بر آن برای ارائه راه کارهای مناسب برای برنامه‌ریزی درست استفاده از منابع آبخیز اهمیت به‌سزایی دارد. حال آن‌که مطالعات کمی به بررسی تغییرات زمانی فرسایش خاک و تغییرات مکانی آن پرداخته‌اند. در این پژوهش تغییرپذیری زمانی مشارکت مکانی فرسایش خاک در حوزه‌های آبخیز شاهد و نمونه گنبد، استان همدان با مساحت ۳۰۰ هکتار، بررسی شده است. برای این منظور نقشه‌های کاربری اراضی، بافت خاک و تندی شیب، تلفیق و واحدهای کاری حوزه آبخیز مورد مطالعه به‌دست آمد. سپس در هر واحدکاری اقدام به اندازه‌گیری رسوب با استفاده از شبیه‌ساز باران با شدت ۵۰ میلی‌متر بر ساعت با تداوم ۳۰ دقیقه طی فصل بارش منطقه در دو ماه آبان و آذر ۱۳۹۳ شد. سپس سه نقطه با خصوصیات نسبی مشابه و معرف هر واحدکاری واقع در رئوس مثلث متساوی‌الاضلاع مشخص شد. در طول مدت اعمال بارش، مقادیر رسوب در هر پنج دقیقه یک بار پس از شروع تا خاتمه آن اندازه‌گیری شد. تجزیه و تحلیل‌های آماری با استفاده از تحلیل آنالیز واریانس نشان داد که اختلاف بین واحدهای کاری مختلف در آبخیزهای نمونه و شاهد از نظر مقدار فرسایش خاک در سطح اطمینان یک درصد معنی‌دار و مؤید تغییرات مکانی فرسایش خاک و متعاقباً تولید رسوب در بخش‌های مختلف حوزه آبخیز بود. حال آن‌که، اختلاف فرسایش خاک در واحدهای کاری مورد مطالعه برای ماه‌های آبان و آذر با استفاده از آزمون t معنی‌دار ارزیابی نشد.

کلید واژگان: تغییرات زمانی رسوب، پویایی فرسایش خاک، شبیه‌سازی باران، مشارکت مکانی رسوب.

۱. مقدمه

بهره‌برداری‌های بی‌رویه از اراضی منابع طبیعی به دلیل افزایش جمعیت و به دنبال آن نیاز روزافزون به منابع غذایی منجر به بهره‌زدن تعادل طبیعی در این اراضی شده و در نهایت هدررفت خاک و افزایش میزان رواناب و هم‌چنین تولید رسوب را به دنبال داشته است. در همین راستا کاربری‌های مختلف در حوزه‌های آبخیز نقش‌های متفاوتی در فرآیند فرسایش خاک بازی می‌کنند (۱۸، ۵۰ و ۵۳). فرسایش خاک در کنار تأثیرپذیری از ویژگی‌های باران (شدت و مدت) و خاک (بافت، ساختمان، نفوذپذیری، رطوبت اولیه) از سایر ویژگی‌های پایدار و ناپایدار سطح زمین در بخش‌های مختلف آبخیز در مقیاس‌های مختلف زمانی (فصل‌ها و ماه‌ها) نیز تأثیر می‌پذیرد [۲]. از طرفی افزایش رسوب به واسطه تغییر کاربری در حوزه‌های آبخیز می‌تواند شاخص خوبی برای تعیین احتمال افزایش سیلاب در این مناطق باشد [۳۷]. هم‌چنین رسوب با هدررفت مواد غذایی خاک و کاهش حاصل‌خیزی و کاهش رطوبت خاک، عملکرد محصول در خاک‌های مناطق مختلف را تحت تأثیر قرار می‌دهد [۸، ۱۷].

از طرفی، آگاهی از چگونگی توزیع زمانی رسوب در کاربری‌های مختلف به عنوان یک منبع حمل‌کننده آلودگی و هم‌چنین میزان رسوب مهم است. در کنار تغییرات زمانی رسوب طی یک سال مقدار آن از رخدادی به رخداد دیگر نیز تغییر می‌کند و تابع تغییرات محیطی، مانند پوشش گیاهی و رطوبت خاک و باران است که با دانستن آن امکان مدیریت جامع‌تر حوزه‌های آبخیز فراهم می‌شود [۱۰]. تغییرات زمانی و مکانی فرسایش خاک در کنار تغییر ویژگی‌های باران به تغییر ویژگی‌های خاک نیز بستگی دارد. تغییرات ساختمان خاک مانند تخریب خاک‌دانه، ایجاد سله، ایجاد ترک، تغییرات زبری سطح، از علل تغییرات رسوب از بارانی به باران دیگر در خاک معین است [۱۶]. تغییرات زمانی فرسایش خاک و تولید رسوب در دقت تجزیه و تحلیل‌های هیدرولوژیک مهم بوده و متناسب

با نوع هدف تعیین می‌شود. بر همین اساس، انتخاب مبنای مناسب زمانی در مطالعات مربوطه به میزان تغییرپذیری متغیر مورد بررسی، هدف مطالعه، دقت مورد انتظار و امکانات قابل دسترس بستگی دارد. در نتیجه زمان مورد بررسی برای مؤلفه اندازه‌گیری مورد نظر می‌تواند در فواصل زمانی دقیقه‌ای تا حتی مقیاس قرن صورت گیرد [۹]. روش‌های مختلفی برای بررسی میزان رسوب تولیدی وجود دارد؛ ولی متداول‌ترین روش برای بررسی فرایند فرسایش خاک بهره‌گیری از دستگاه شبیه‌ساز باران^۲ است که ویژگی‌های فیزیکی باران را می‌توان به‌طور دلخواه در آن اعمال کرد. سرعت، کارایی و امکان تکرارپذیری از دیگر مزایای استفاده از باران‌سازهاست؛ اما دستگاه‌های شبیه‌ساز باران هرگز نمی‌توانند شرایط طبیعی را به‌طور کامل ایجاد کنند. با این وجود، استفاده از باران‌سازها به دلیل مزایای فوق برای پژوهش در جنبه‌های مختلف مطالعات هیدرولوژی در سطح جهان رایج است [۳۶ و ۳۸].

مطالعات زیادی در طی سال‌های اخیر به بررسی هم‌زمان تغییرات زمانی و مکانی رسوب با انواع مدل‌ها [۱۵، ۱۶، ۲۶، ۲۷، ۲۸، ۳۵، ۴۷، ۴۸ و ۵۱] و بررسی تغییرات مکانی به تنهایی با مدل [۲۰، ۲۵، ۳۵ و ۳۹] پرداخته‌اند. هم‌چنین تاکنون پژوهش‌های زیادی تغییرات رسوب در مناطق کشاورزی [۳۱ و ۳۸]، در مناطق کشاورزی، جنگل و مرتع [۱۹ و ۲۹]، در مراتع با پوشش متفاوت [۱، ۲۳ و ۵۴]، در مناطق شیب‌دار [۱۱، ۱۲، ۲۵، ۳۰ و ۴۴]، اراضی مرتعی با خاک خشک و مرطوب [۶ و ۵۲]، مناطق فرسایش یافته [۳۲]، پلات‌های تحت آتش‌سوزی و شاهد تحت باران طبیعی و شبیه‌ساز [۷، ۱۳ و ۴۶]، در خاک‌های مختلف [۱۱، ۴۰ و ۴۱]، تأثیر کاه و کلش گندم در فرسایش خاک در شیب‌های مختلف [۴]، تأثیر تاج پوشش گیاهی در رسوب‌دهی [۵ و ۱۳] را مورد بررسی قرار داده‌اند.

حال با توجه به تحقیقات صورت گرفته می‌توان به این نتیجه رسید که اکثر مطالعات انجام گرفته تغییرات مکانی و

^۱ Sediment Yield^۲ Rainfall Simulator

استان همدان با دو حوزه آبخیز کوچک شاهد و نمونه با بارش متوسط سالانه ۳۹۹/۸ میلی‌متر و اقلیم منطقه استپی انتخاب شد. حوزه آبخیز گنبد با مساحت ۳۰۰ هکتار، واقع در بالادست روستای گنبد و در ۲۸ کیلومتری شهر همدان، با مختصات جغرافیایی $48^{\circ} 41'$ تا $48^{\circ} 43'$ طول شرقی و $34^{\circ} 41'$ تا $34^{\circ} 42'$ عرض شمالی واقع در حوزه آبخیز قره‌چای با وضعیت عمومی ارائه شده در شکل ۱ انتخاب شد.

۲.۲. روش تحقیق

۱.۲.۲. تعیین محل‌های نمونه‌برداری و شبیه‌سازی

باران

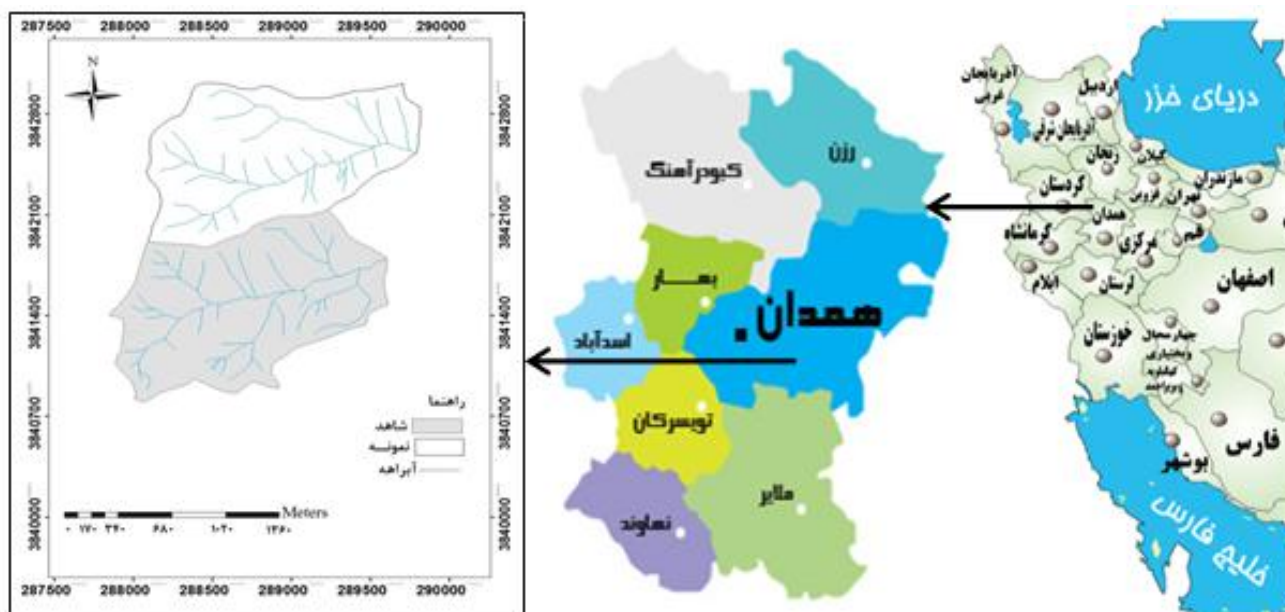
برای انجام مراحل اجرایی پژوهش، ابتدا با تهیه نقشه‌های کاربری اراضی، بافت خاک و تندی شیب با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ به همراه سایر گزارش‌ها از اداره کل منابع طبیعی استان همدان، نسبت به تلفیق این نقشه‌ها در نرم‌افزار ArcGIS و تعیین واحدهای کاری در زیرحوزه‌های آبخیز شاهد و نمونه اقدام شد (شکل ۲ تا ۵).

زمانی رسوب را با استفاده از مدل‌ها و در خاک‌ها، شیب‌ها و اراضی مختلف بررسی کرده‌اند ولی تحقیقی به بررسی تغییرپذیری زمانی (طی فصل بارش منطقه) و مشارکت مکانی (دو آبخیز شاهد و نمونه) با شبیه‌ساز باران در قالب واحدهای کاری پرداخته نشده است. علاوه بر این برای بهره‌برداری و استفاده صحیح از منابع آبخیز و مشخص نمودن برنامه‌های مدیریت برای حفظ آب و خاک به اطلاعات متعددی چون تأثیر شیب و پوشش گیاهی و بافت خاک در حوزه‌های آبخیز شاهد و نمونه برای کاهش رسوب نیاز است. در همین راستا تحقیق حاضر با هدف بررسی تغییرات زمانی در حوزه آبخیز گنبد استان همدان به دلیل وجود یک حوزه آبخیز زوجی شامل یک حوزه آبخیز نمونه با برخی اقدامات آبخیزداری و حفاظت خاک از جمله اقدامات مکانیکی، بیومکانیکی، بیولوژیک و قرق و آبخیز شاهد بدون هیچ نوع عملیات حفاظتی و قرق و نیز وجود اطلاعات پایه برنامه‌ریزی شد.

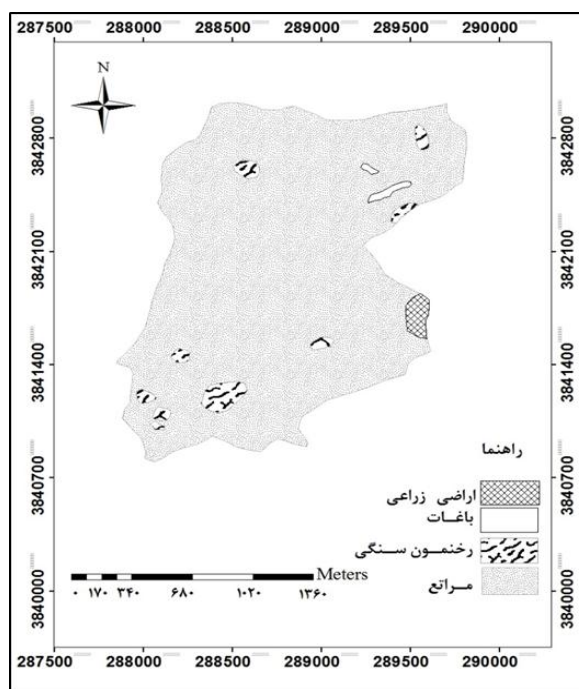
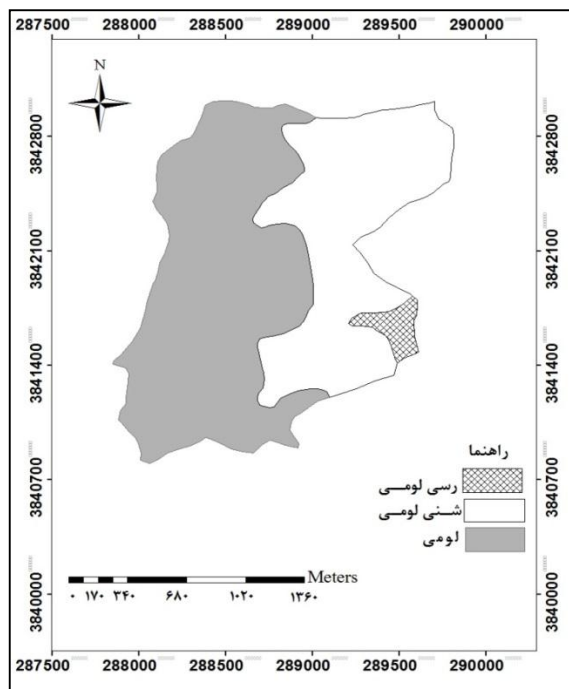
۲. روش‌شناسی

۱.۲. منطقه مورد مطالعه

به منظور انجام این تحقیق، حوزه آبخیز گنبد واقع در

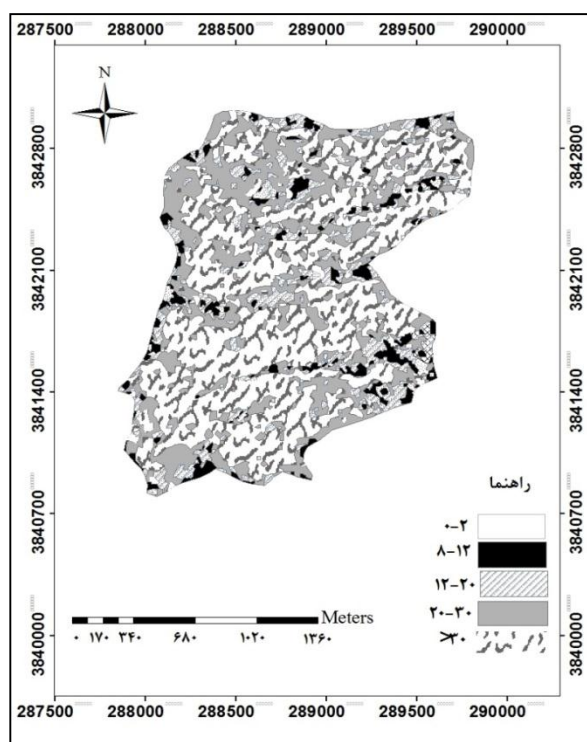
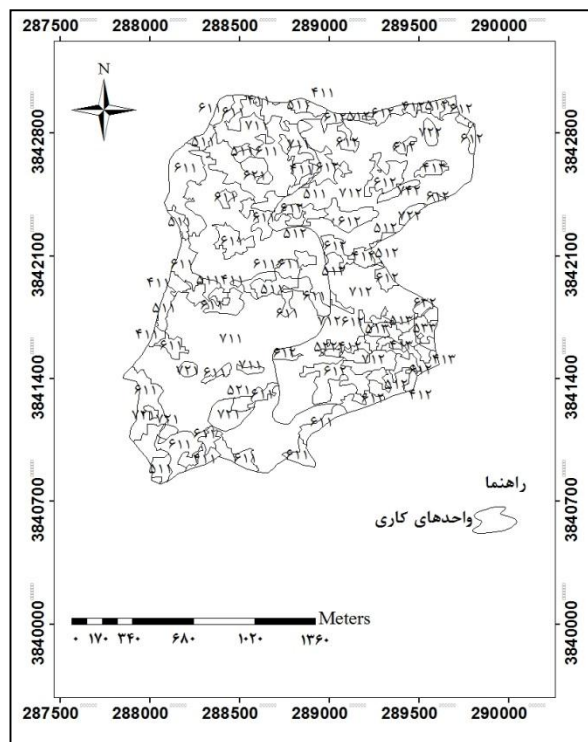


شکل ۱. موقعیت عمومی منطقه مورد مطالعه در حوزه آبخیز نمونه و شاهد گنبد در استان همدان



شکل ۲. نقشه کاربری اراضی آبخیزهای نمونه و شاهد گنبد

شکل ۳. نقشه بافت خاک آبخیزهای نمونه و شاهد گنبد



شکل ۴. نقشه شیب آبخیزهای نمونه و شاهد گنبد

شکل ۵. نقشه واحدهای کاری آبخیزهای نمونه و شاهد گنبد

آون با دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شد [۴۲] و سپس توزین و ثبت داده‌ها صورت گرفت. نمایی کلی از شبیه‌ساز باران و مراحل اجرای کار در شکل ۲ نشان داده شده است.

۲.۲.۲. تجزیه و تحلیل آماری

بعد از انجام کارهای صحرایی برای هر دوره و جمع‌آوری داده‌ها از زیرحوزه‌های آبخیز شاهد و نمونه، نتایج به‌دست آمده به‌صورت بانک اطلاعاتی در نرم‌افزار Excel 2010 ذخیره و ضمن ترسیم نمودارهای ماهانه مقایسه‌ای، برای تجزیه و تحلیل‌های بعدی به نرم‌افزار SPSS 19 منتقل شد. پس از انجام آزمون کولموگروف اسمیرنوف، در صورت نرمال بودن داده‌ها، در هر واحدکاری در زیرحوزه‌های شاهد و نمونه و همچنین داده‌های مربوط به ماه‌های آبان و آذر، مقایسه میانگین با استفاده از تجزیه واریانس یک‌طرفه و آزمون دانکن انجام شد. همچنین برای مقایسه تغییرات زمانی فرسایش خاک در دو حوزه شاهد و نمونه طی ماه‌های آبان و آذر ۱۳۹۳ از آزمون t استفاده شد.

۳. نتایج

به‌منظور بررسی فرسایش خاک در دو حوزه آبخیز شاهد و نمونه با توجه به‌روش کار شرح داده شده در بخش‌های قبلی، اندازه‌گیری و میانگین نتایج حاصل از سه تکرار در جدول‌های ۱ و ۲ ارائه شده است. از طرفی نتایج حاصل از مقایسه فرسایش خاک در دو ماه آبان و آذر ۱۳۹۳ و آزمون دانکن در شکل‌های ۳ تا ۸ و آزمون t در دو آبخیز شاهد و نمونه در شکل‌های ۹ و ۱۰ ارائه شده‌اند.

آن‌گاه مختصات اصلی موردنظر به دستگاه GPS وارد و نسبت به تعیین واحدهای مذکور در زمین اقدام شد. سپس سه نقطه با خصوصیات نسبی مشابه و معرف هر واحدکاری واقع در رؤس مثلث متساوی‌الاضلاع [۳] مشخص شد. در ادامه با استفاده از دستگاه شبیه‌ساز باران Kamphorst مجهز به مخزن ذخیره آب، استوانه‌ایی با ظرفیت ۱۰ لیتر، مبادرت به شبیه‌سازی باران شد. باران مورد نظر با شدت متوسط ۵۰ میلی‌متر بر ساعت و دوام ۳۰ دقیقه و متناسب با دوره برگشت ۲۰ تا ۳۰ سال و مستخرج از آمار نزدیک‌ترین ایستگاه باران‌نگاری منطقه (فرودگاه همدان)، مطالعات اداره هواشناسی استان همدان و منحنی‌های شدت، مدت، فراوانی شبیه‌سازی شد. این دستگاه شبیه‌ساز باران بر مبنای نمونه دانشگاه واخنینگن^۲ هلند [۲۱] با ابعاد پلات ۲۵ × ۲۵ سانتی‌متر توسط پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری کشور ساخته شده که داخل خاک کوبیده و مانع حرکت جانبی آب به خاک اطراف شده است و در نتیجه رسوب حاصل از بارش را به بطری‌هایی مستقر در انتهای پلات هدایت می‌کند. در طول مدت اعمال بارش، مقادیر رسوب در هر پنج دقیقه یک بار پس از شروع رواناب و تا خاتمه آن اندازه‌گیری شد. این پژوهش در دو ماه آبان و آذر سال ۱۳۹۳ و منطبق با زمان غالب بارش باران و امکان اندازه‌گیری صحرایی در ۳۴ واحدکاری و در سه تکرار در هر واحدکاری انجام شد [۵۰]. طی دو ماه آبان و آذر ۱۳۹۳ به‌ترتیب ۵ و ۹ رگبار (از ۰/۲ تا ۷ میلی‌متر در روز) و مقدار ۸/۳ و ۲۶/۲ میلی‌متر اتفاق افتاده است، لکن زمان نمونه‌برداری منطبق با دوره بدون بارش و با فاصله زمانی مناسب از رگبار قبلی و در شرایط خشک خاک (اواسط هر ماه) صورت گرفت. پس از اتمام اعمال بارش در هر واحدکاری، نمونه‌های رواناب به آزمایشگاه منتقل و داخل فویل‌های از پیش ساخته شده و وزن شده ریخته و داخل

^۱ Intensity Duration Frequency, IDF

^۲ Wageningen

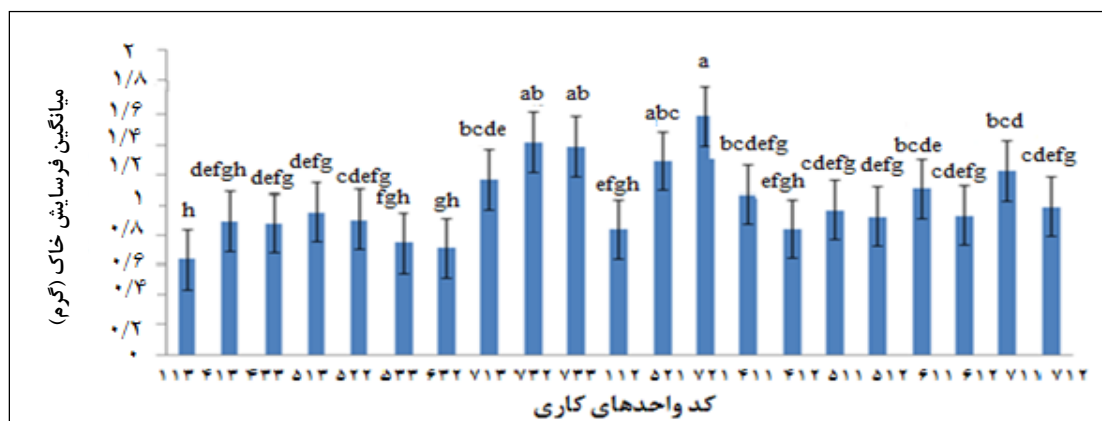
جدول ۱. میانگین فرسایش خاک طی رگبارهای شبیه‌سازی شده در دو آبخیز شاهد و نمونه گنبد، استان همدان در آبان ۱۳۹۳

کد واحدکاری*	میانگین فرسایش خاک (گرم)	کد واحدکاری (نمونه)	میانگین فرسایش خاک (گرم)	کد واحدکاری (نمونه)	میانگین فرسایش خاک (گرم)
۱۱۱	۱/۴۶	۱۱۲	۰/۸۴	۶۱۲	۰/۹۳
۴۱۱	۰/۹۲	۱۱۳	۰/۶۳	۶۳۲	۰/۷۱
۴۱۲	۱/۴۰	۴۱۱	۱/۰۷	۷۱۱	۱/۱۷
۵۱۱	۱/۰۴	۴۱۲	۰/۸۴	۷۱۲	۰/۹۹
۵۱۲	۱/۳۴	۴۱۳	۰/۸۹	۷۱۳	۱/۱۷
۵۴۲	۱/۴۰	۴۳۳	۰/۸۸	۷۲۱	۱/۵۹
۶۱۱	۱/۷۶	۵۱۱	۰/۹۶	۷۳۲	۱/۴۲
۶۱۲	۱/۹۳	۵۱۲	۰/۹۲	۷۳۳	۱/۳۹
۶۲۱	۱/۸۶	۵۱۳	۰/۹۵		
۷۱۱	۱/۳۷	۵۲۱	۱/۲۹		
۷۱۲	۱/۸۲	۵۲۲	۰/۹۰		
۷۲۲	۲/۲۲	۵۳۳	۰/۷۴		
۷۴۲	۱/۵۳	۶۱۱	۱/۱۰		

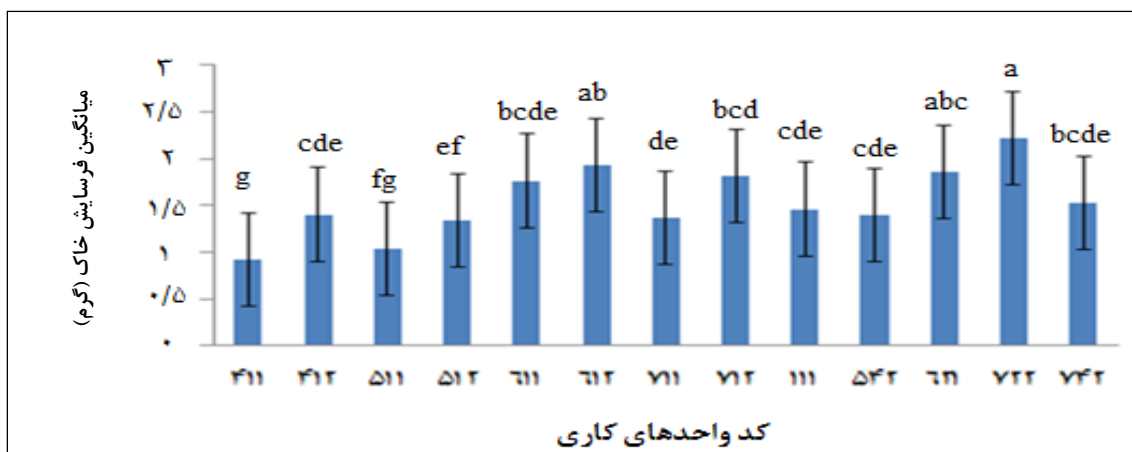
* واحدهای کاری به‌دست آمده از تلفیق تندی شیب (رقم سمت راست)، تیپ‌گیاهی (رقم وسط) و بافت خاک (رقم سمت چپ)

جدول ۲. میانگین فرسایش خاک طی رگبارهای شبیه‌سازی شده در دو آبخیز شاهد و نمونه گنبد، استان همدان در آذر ۱۳۹۳

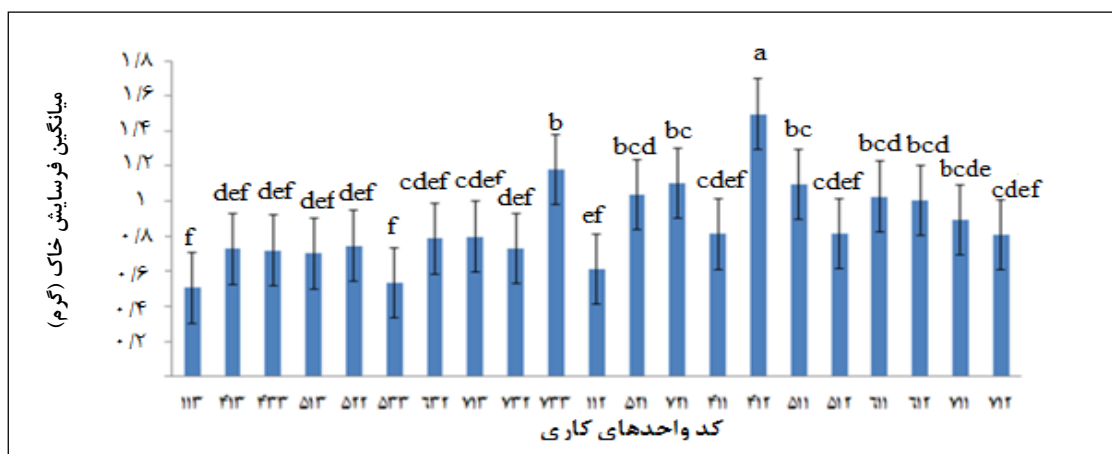
کد واحدکاری*	میانگین فرسایش خاک (گرم)	کد واحدکاری (نمونه)	میانگین فرسایش خاک (گرم)	کد واحدکاری (نمونه)	میانگین فرسایش خاک (گرم)
۱۱۱	۱/۱۵	۱۱۲	۰/۶۱	۶۱۲	۱/۰۰
۴۱۱	۰/۷۸	۱۱۳	۰/۵۱	۶۳۲	۰/۷۹
۴۱۲	۱/۲۵	۴۱۱	۰/۸۱	۷۱۱	۰/۸۹
۵۱۱	۰/۷۲	۴۱۲	۱/۵۰	۷۱۲	۰/۸۰
۵۱۲	۱/۰۲	۴۱۳	۰/۷۳	۷۱۳	۱/۱۰
۵۴۲	۱/۲۲	۴۳۳	۰/۷۴	۷۲۱	۳/۹۲
۶۱۱	۱/۵۷	۵۱۱	۱/۰۹	۷۳۲	۱/۱۸
۶۱۲	۱/۴۵	۵۱۲	۰/۸۲	۷۳۳	
۶۲۱	۱/۶۶	۵۱۳	۰/۷۰		
۷۱۱	۱/۲۱	۵۲۱	۱/۰۴		
۷۱۲	۱/۳۸	۵۲۲	۰/۷۵		
۷۲۲	۲/۰۴	۵۳۳	۰/۵۳		
۷۴۲	۱/۲۹	۶۱۱	۱/۰۳		



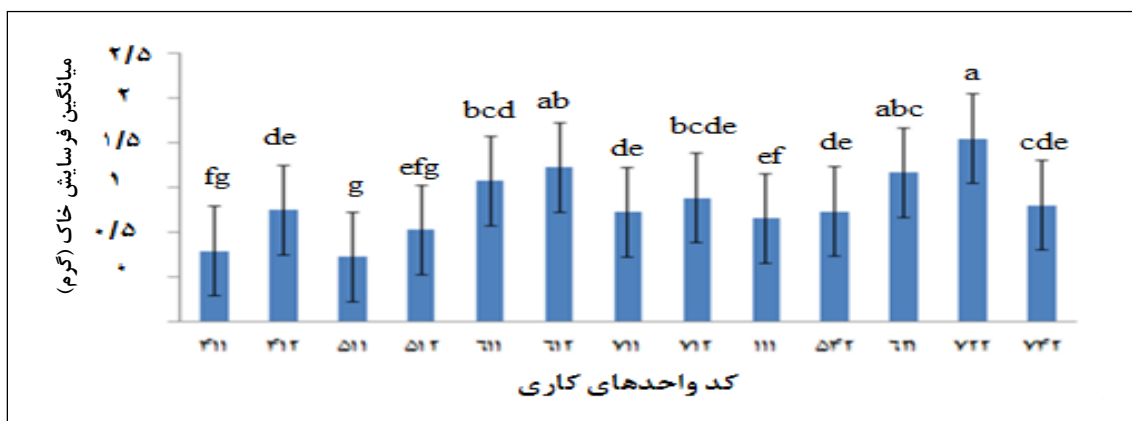
شکل ۳. نتایج آزمون دانکن برای تحلیل مقایسه‌ای فرسایش خاک مربوط به واحدهای کاری مختلف آبخیز نمونه گنبد، استان همدان در آبان ۱۳۹۳



شکل ۴. نتایج آزمون دانکن برای تحلیل مقایسه‌ای فرسایش خاک مربوط به واحدهای کاری مختلف آبخیز شاهد گنبد، استان همدان در آبان ۱۳۹۳



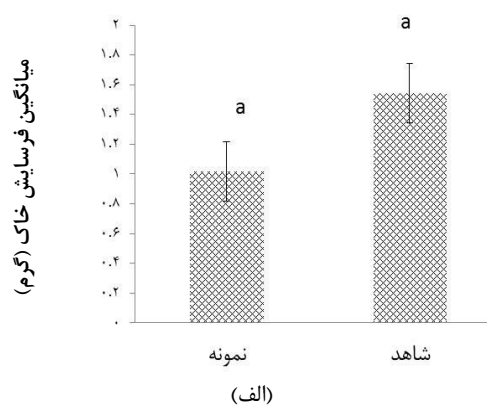
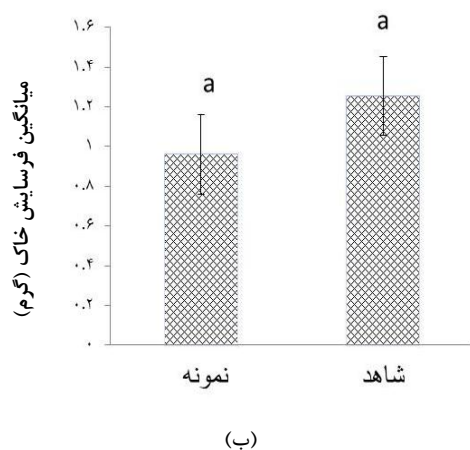
شکل ۵. نتایج آزمون دانکن برای تحلیل مقایسه‌ای فرسایش خاک مربوط به واحدهای کاری مختلف آبخیز نمونه گنبد، استان همدان در آذر ۱۳۹۳



شکل ۶. نتایج آزمون دانکن برای تحلیل مقایسه‌ای فرسایش خاک مربوط به واحدهای کاری مختلف آبخیز شاهد گنبد، استان همدان در آذر ۱۳۹۳

جدول ۳. نتایج مربوط به واریانس یک‌طرفه در بررسی اختلاف فرسایش خاک در واحدهای کاری انتخاب شده در آبخیزهای نمونه و شاهد گنبد، استان همدان در آبان و آذر ۱۳۹۳

متغیر	تیمار	منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	سطح معنی‌داری
فرسایش خاک آبان ۱۳۹۳	نمونه	بین گروهی	۲۲/۲۴۶	۱/۱۱۲	۰/۰۰
		درون گروهی	۸۰/۱۲۵	۰/۲۲۴	
		کل	۱۰۲/۳۷۴	۲/۳۸۹	
	شاهد	بین گروهی	۲۸/۶۶۴	۱۲	۰/۰۰
		درون گروهی	۷۰/۴۲۲	۰/۳۱۹	
		کل	۹۹/۰۸۶	۲۳۳	
فرسایش خاک آذر ۱۳۹۳	نمونه	بین گروهی	۱۷۸/۹۲۵	۸/۹۴۶	۰/۰۰
		درون گروهی	۳۱۶۴/۸۹۳	۸/۸۶۵	
		کل	۳۳۴۳/۸۱۸	۲/۴۸۰	
	شاهد	بین گروهی	۲۹/۷۵۵	۱۲	۰/۰۰
		درون گروهی	۶۶/۱۸۱	۰/۲۹۹	
		کل	۹۵/۹۳۶	۲۳۳	



شکل ۷. نتایج آزمون t برای تحلیل مقایسه‌ای فرسایش خاک (گرم) در واحدهای کاری مختلف آبخیز نمونه و شاهد گنبد استان همدان، در ماه‌های آبان (الف) و آذر (ب)

۴. بحث و نتیجه گیری

در این تحقیق واحدهای کاری مختلف در قالب دو حوزه آبخیز شاهد و نمونه گنبد در استان همدان شناسایی شدند و پتانسیل تولید رسوب در هر یک از آنها مورد بررسی قرار گرفت. از طرفی نتایج آزمون t نشان داد که اختلاف معنی داری میان بافت های خاک های مختلف در واحد کاری وجود ندارد که با نتایج [۴۱] مطابقت ندارد. فرسایش خاک در دو حوزه شاهد و نمونه گنبد به شدت تحت تأثیر درصد شیب، خصوصیات خاک و به خصوص پوشش گیاهی قرار دارد (جداول ۱ و ۲). ماه آبان به دلیل کمبود یا نبود بارندگی و وجود یک ماه خشک دارای خاک خشک بوده و با اعمال بارش سبب تولید سریع رواناب شده در نتیجه میانگین فرسایش خاک نسبت به ماه آذر افزایش یافت (جداول ۱ و ۲) که با نتایج [۵۲] مبنی بر افزایش فرسایش خاک در فصل خشک مطابقت دارد. از طرفی میزان فرسایش خاک در ماه آبان در آبخیز شاهد به دلیل کاهش پوشش گیاهی و چرای آن توسط دام سبب لخت شدن سطح خاک و در معرض قرار گرفتن قطرات باران و هواز دگی و آسیب دیدن خاک در برابر عوامل فرساینده بیش تر از نمونه است که با نتایج [۶، ۱۰، ۴۰ و ۴۱] هم خوانی دارد. نتایج آزمون t برای ماه های آبان و آذر ۱۳۹۳ برای آبخیز های حوزه شاهد و نمونه تأثیر معنی داری تیمارهای مزبور بر تغییر مقدار رسوب خروجی از واحدهای مطالعاتی مشابه را نشان نداد (شکل ۷) که با نتایج [۱۳ و ۴۶] و با تأثیر معنی داری کاربری مرتع در فرسایش خاک (شکل های ۳ تا ۶) هم خوانی دارد. همچنین منابع تحقیق نشان داد که با افزایش شیب میزان فرسایش خاک افزایش و با افزایش پوشش گیاهی کاهش یافت (شکل های ۳ تا ۶) که با نتایج [۱۱، ۱۲، ۲۵، ۳۰، ۴۴ و ۴۵] مبنی بر نقش حفاظتی پوشش گیاهی در کاهش رواناب و رسوب، [۱ و ۲۳] در خصوص نقش افزایش شیب در ممانعت نفوذ آب باران افزایش رسوب مطابقت دارد. در این پژوهش واحدهای کاری با تیپ های اراضی و خاک هایی با خصوصیات متفاوت میزان رسوب

متفاوتی را تولید کردند که با نتایج [۱۰] مطابقت دارد. واحدهای کاری با پوششی از کاربری مرتع به دلیل پوشش بهتر نسبت به بقیه کاربری ها، کم ترین میزان رسوب و زمین لخت بیش ترین میزان رسوب را تولید کرده است (شکل های ۳ تا ۶) که با نتایج [۱۹، ۲۳، ۲۹ و ۵۴] مطابقت دارد. فرسایش خاک در واحد کاری با کاربری کشاورزی نسبت به کاربری رخنمون سنگی رسوب کم تر بوده است زیرا معمولاً باقی مانده های محصولات کشاورزی پوشش سطحی ایجاد کرده و باعث افزایش نفوذ آب باران و کاهش رواناب و فرسایش خاک می شود که با [۴، ۱۲، ۳۱ و ۴۱] مطابقت دارد. میزان فرسایش خاک در ماه آبان نسبت به آذر بیش تر بوده است. در منطقه ی نمونه برداری به دلیل بارش کم در ماه آبان، در هنگام اعمال بارش با شبیه ساز و خشکی خاک فرسایش خاک افزایش یافت. ولی در ماه آذر به علت بارش پیشین، رسوب در رواناب های ایجاد شده شسته شده و از دست رفته و در زمان اعمال بارش با شبیه ساز فرسایش خاک کاهش یافته است. [۴۶] نیز گزارش مشابه را ارائه نموده است. واحد کاری با کد ۷۲۱ (شیب $>30^\circ$ ، پوشش رخنمون سنگی، بافت رسی لومی) بیش ترین میزان فرسایش خاک را در ماه آبان در آبخیز نمونه و کد ۷۲۲ (شیب $>30^\circ$ ، پوشش رخنمون سنگی و بافت شنی لومی) در آبخیز شاهد داشته است که علت آن افزایش شیب و کاهش پوشش گیاهی می باشد که با نتایج [۵ و ۵۴] مطابقت دارد. در ماه آذر در آبخیز نمونه کد ۴۱۲ (شیب ۸-۱۲، پوشش مرتع و بافت شنی لومی) و حوزه شاهد کد ۷۲۲ (شیب $>30^\circ$ ، پوشش رخنمون سنگی و بافت شنی لومی) بیش ترین میزان فرسایش خاک را داشتند. در ماه آبان به دلیل سرد بودن منطقه، سطح خاک تا حدودی یخ زده و حالت پفکی پیدا کرده و در هنگام اعمال بارش خاک دانه ها به راحتی از سطح خاک جدا شده و میزان رسوب افزایش یافت؛ در حالی که در منطقه مورد نظر کاهش یافته است که با نتایج [۴۶] مطابقت ندارد. با افزایش شیب در پژوهش حاضر میزان رسوب افزایش یافته چون میزان پوشش کاهش یافته و

سطح غیر قابل نفوذ افزایش یافت. آبخیز شاهد به دلیل چرای مفرط، عدم تناسب تعداد دام و ظرفیت مرتع و در نتیجه فشردگی خاک حاصل از لگدکوبی مداوم باعث برهم خوردن ساختمان خاک شده و بسیاری از خصوصیات خاک را از حد مطلوب خارج نموده است و خاک در زمان بارندگی واکنش هیدرولوژی سریعی از خود نشان داد که بخش اعظم بارش را تبدیل به رواناب و در نتیجه افزایش رسوب را به دنبال داشته است. ولی در آبخیز نمونه به دلیل بهتر بودن شرایط خاک نسبت به آبخیز شاهد واکنش خاک به تولید رواناب و رسوب کمتر بود که این امر را می توان در افزایش خلل و فرج، ماده آلی بیش تر و پوشش علفی مناسب تر دانست که نتایج این بخش از مطالعه با نتایج [۴۴] مطابقت دارد. با مدنظر قراردادن نتایج حاصل از این مطالعه می توان به این امر اشاره نمود که در بین واحدهای کاری مختلف و همچنین انواع کاربری ها در منطقه مورد نظر اختلاف معنی داری بین مقدار رواناب، مقدار رسوب معلق و غلظت آن وجود دارد که این امر می تواند ناشی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، پوشش سطحی آن (سنگ و سنگریزه و

پوشش علفی)، خصوصیات توپوگرافی و ژئومورفولوژی منطقه و موثر بر تعیین واحدهای مختلف کاری باشد. پژوهش حاضر با هدف مقایسه تغییرات مکانی فرسایش خاک در آبخیزهای شاهد (غیر قرق) و نمونه (قرق) گنبد، در استان همدان انجام گرفت. با توجه به نتایج آزمون ها در این آزمایش، اختلاف فرسایش خاک برای هر دو ماه آبان و آذر ۱۳۹۳ معنی دار مشاهده نشد. از طرفی نتایج نشان داد که ماه آبان میزان فرسایش خاک بالاتری نسبت به آذر داشته است که به دلیل رخداد بارندگی و افزایش رطوبت پیشین خاک در ماه آذر می باشد. همچنین به دلیل بهتر بودن شرایط خاک و پوشش گیاهی در آبخیز نمونه تولید رواناب کمتر از آبخیز شاهد است. انجام کارهای مدیریتی در آبخیز نمونه موجب بهبود پوشش گیاهی و افزایش ماده آلی، پوشش علفی و نفوذپذیری خاک شده در نتیجه تولید رواناب کاهش می یابد. با وجود این، انجام پژوهش مشابه و طولانی با استفاده از شبیه سازی با ابعاد و کرت بزرگ تر با بهره گیری از باران طبیعی برای انجام ارزیابی های مقایسه ای و امکان ارائه راه کارهای مناسب برای مدیریت پایدار حوزه آبخیز پیشنهاد می شود.

References

- [1] Aghabeigi Amin, S., Moradi, H.R. and Fattahi, M. (2014). Sediment and runoff measurement in different rangeland vegetation types using rainfall simulator. *Ecopersia*, 2(2), 525-538.
- [2] Appels, W.M., Bogaart, P.W., Sjoerd, E.A.T.M. and Zee, V. (2011). Influence of spatial variations of microtopography and infiltration on surface runoff and field scale hydrological connectivity. *Advance in Water Resources*, 34, 303-313.
- [3] Ayoubi, SH. and Hossein Alizadeh, M. (2007). The spatial variability assessment of soil erodibility by using of geostatistic and GIS (Case study Mehr watershed of Sabzevar). *Iranian Journal of Natural Resources*, 60(2), 362-369.
- [4] Bayat Movahed, F., Davood, N.K., Mohamad, T. and Parviz, M. 2012. The effect of straw mulch on soil loss and organic matter in drylands. *Engineering and Watershed Management*, 3(4), 223-230.
- [5] Bayat, R., Ghermez Cheshmeh, B. and Refahi, H. (2012). The role of the percentage crown cover in production sediment. *Engineering and Watershed Management*, 3(4), 187-195.
- [6] Cerda, A. 1996. Seasonal variability of infiltration rates under contrasting slope conditions in southeast Spain. *Geoderma*, 69, 217-232.

- [7] Cerda, A., Lasanta, A. (2005). Long-term erosional responses after fire in the Central Spanish Pyrenees: Water and sediment yield. *Catena*, 60, 59-80.
- [8] Cerri, C.E.P., Bernoux, M., Chaplot, V., Volkoff, B., Victoria, R.L., Melillo, J.M., Paustian, Canton, Y., Sole-Benet, A., De Vente, J., Boix-Fayos, C., Calvo-Cases, A., Asensio, C. and Puigdefabregas, J. (2011). A review of runoff generation and soil erosion across scales in semiarid south-eastern Spain. *Journal of Arid Environments*, 75(12), 1254-1261.
- [9] Chen, S.L., Zhang, G.A., Yang, S.K., Shi, J.Z. (2006). Temporal Variation of Fine Suspended Sediment Concentration in the Changjiang River Estuary and Adjacent Coastal Waters. *China Journal of Hydrology*, 331(1-2), 137-145
- [10] Dunjo, G., Pardini, G., Gispert, M. (2004). The role of land use-land cover on runoff generation and sediment yield at a microplot scale in a small Mediterranean Catchment. *Journal of Arid Environment*, 57, 99-116.
- [11] Florsheim, J., Pellerin, B., Oh, N., Ohara, N., Bachand, P., Bachand, S., Bergamaschi, B., Hernes, P. and Kavvas, M. (2011). From deposition to erosion: Spatial and temporal variability of sediment sources, storage, and transport in a small agricultural watershed. *Geomorphology*, 272-286.
- [12] Garcia-Ruiz, J.M., Arnaez, J., Begueria, S., Seeger, M., Martí-Bono, C., Regues, D. and White, S. (2005). Runoff generation in an intensively disturbed, abandoned farmland catchment. *Central Spanish Pyrenees, Catena*, 59(1), 79-92.
- [13] Gholami Goharea, R., Sadeghi, S.H.R., Mirnia, S.KH. and Solimankhani, Z. (2012). The effect of small fire on infiltration and runoff in the sediment of Kodir Rangeland. *Iranian Journal of Watershed Management Science and Engineering*, 5(17), 23-32.
- [14] Gholami, L., Sadeghi, S. H. and Homaei, M. (2013). Straw mulching effect on splash erosion, runoff, and sediment yield from eroded plots. *Soil Science Society of America Journal*, 77(1), 268-278.
- [15] Gholami, SH. (1379). Simulation model of sediment using SWAT distributed model in mountainous areas (Amameh Representative Watershed). *Journal of Research and Development*, 2(16), 1-19.
- [16] Hasanzadeh, H., Vaeazi, A. R. and Mohamadi, M, H. (2013). Changes in the run off plots of the different texture of the soil samples under the same simulated rain events. *Iran Soil and Water Research*, 44(3), 245-254.
- [17] Humphry, J.B., Daniel, T.C., Edwards, D.R. and Sharpley, A.N. (2002). A Portable Rainfall Simulator for Plot-Scale Runoff, *Studies and Applied Engineering in Agriculture*, 18(2), 199-204.
- [18] Jaramillo, D.F., Dekker, L.W., Ritsema, C.J. and Hendrikx, J.M.H. (2003). Soil Water Repellency in Arid and Humid Climates, *Soil Water Repellency*, 93-98.
- [19] Javadi, M., zahtabian, Q., Ahmadi, H., Ayoubi, SH. and jafari, M. (2010). Comparison and estimation of the runoff production potential and suspended sediment in different work units using Rainmaker (Case Study: Watershed Nomeroad). *Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 6(2), 3-14.
- [20] Jerosch, K. (2013). Geostatistical mapping and spatial variability of surficial sediment types on the Beaufort Shelf based on grain size data. *Journal of Marine Systems*, 127, 5-13.
- [21] Kamphorst, A. (1987). A small rainfall simulator for determination of soil erodibility. *Netherland Journal of Agricultural Science*, 35(3), 300-350.
- [22] Karl Wood, M. (1987). Plot numbers required to determine infiltration rates and sediment production on rangelands in South Central New Mexico. *Journal of Range Management*, 40(3), 259-263.
- [23] Kato, M.S., Yamada, K., Staff, R.A., Nakagawa, T. and Yonenobu, H. (2013). An assessment of the magnitude of the AD 1586 Tensho tsunami inferred from Lake Suigetsu sediment cores. *Journal of Geography*, 122(3), 493-501.
- [24] Kaviani, GH., Adineh, F., Vahab Zadeh, GH and, Khaledi Darvishan, GH. (2013). The spatial variability analysis of the morphometric characteristics of bed sediment towards downstream river (Case Study: Qalehsar Surrey Watershed). *Journal of Range and Watershed*, 66(1), 132-144.
- [25] Kiani, F., Galalian, A., Pashai, GH. and Khademi, H. (2008). The role of land use changes on the erodible soils and deforested land in the watershed of loess Pasang Golestan, *Proceedings soil Congress, Karaj, Nov. 4, 2008*, pp. 26-30.

- [26] Kulkarni, S.J., Deshbhandari, P.G., Jayappa, K.S. (2015). Seasonal variation in textural characteristics and sedimentary environments of beach sediments, Karnataka Coast India. *Aquatic Procedia*, 4, 117-124.
- [27] Kumar, A., Das, G. (2000). Dynamic Model of Daily Runoff-Sediment Yield for a Himalayan Sub-Catchment of Ramganga River, ISCO Conference, 446-449.
- [28] Kumar, P.S., Praveen, T.V. and Anjaneya Prasad, M. (2015). Simulation of sediment yield over un-gauged stations using musle and fuzzy model. *Aquatic Procedia*, 4, 1291 – 1298.
- [29] Lamba, J., Karthikeyan, K.G. and Thompson, A.M. (Apportionment of suspended sediment sources in an agricultural watershed using sediment fingerprinting. *Geoderma*, 239, 25-33.
- [30] Madadi, GH. (2013). The review and compare of erosion and sediment production in the sub-basin Catchment Viladare (Ardabil Province), *Geography and Environmental Planning*, 3, 61-74.
- [31] Magette, W.L., Brinsfield, R.B., Palmer, R.E. and Wood, J.D. (1989). Nutrient and sediment removal by vegetated filter strips. *Transactions of the ASAE*, 32 (2), 1989-03.
- [32] Martinez-Murillo, J.F., Nadal-Romero, E., Regues, D., Cerda, A. and Poesen, J. (2013). Soil erosion and hydrology of the western Mediterranean badlands throughout rainfall simulation experiments: A review, *Catena*, 106, 101-112.
- [33] Merz, R., Blöschl, G. and Parajka, J. (2006). Spatiotemporal variability of event runoff coefficients, *Journal of Hydrology*, 331, 591-604.
- [34] McCloskey, T.S. and Liu, K.B. (2013). Sedimentary history of mangrove cays in Turneffe Islands, Belize: evidence for sudden environmental reversals. *Journal of Coastal Research*, 29(4), 971–983.
- [35] Morehead, M.D., Syvitski, J.P., Hutton, E.W.H. and Peckham, S.D. (2003). Modeling the temporal variability in the flux of sediment from ungauged river basins. *Global Planet. Change*, 39, 95– 110.
- [36] Peres-Latorre, F.J., De Castro, L. and Delgado, A. (2010). A comparison of two variable intensity rainfall simulators for runoff studies. *Soil and Tillage Research*, 107, 11-16.
- [37] Perry, P. and Nawaz, R. (2008). An investigation into the extent and impacts of hard surfacing of domestic gardens in an area of Leeds, United Kingdom. *Landscape and Urban Planning*, 86, 1-13.
- [38] Sadeghi, S.H.R. (2011). Study and measurement of water erosion, Tarbiat Modares University Publication, 200p.
- [39] Sadeghi, S.H.R., Bashari Seghaleh, M. and Rangavar, A.S. (2013). Plot sizes dependency of runoff and sediment yield estimates from a small watershed. *Catena*, 102, 55-61.
- [40] Sadeghi, S.H.R., Hedayatizadeh, R., Naderi, H.V. and Hosein Alizadeh, M. (2008). The compare of the runoff production and sediment in different formations of Quaternary in the range land of Sarchah Ammary Birgand. *Journal of Range*, 4, 4-436.
- [41] Sadeghi, S.H.R., Raisain, R., Razavi, S.L. (2005). The Comparison of sediment and runoff in the abandoned agriculture land and poor pasture, the third national conference on erosion and sediment, Tehran, Nov. 6, 2005, 13-17.
- [42] Sadeghi, S.H.R. and Saeidi, P. (2010). Reliability of sediment rating curves for deciduous forest watershed in Iran. *Hydrological Sciences Journal*, 55(5), 821-831.
- [43] Sadeghi, S.H.R., Safaeian, N.A. and Ghanbari, S.A. (2006). The Role of land use on the type and severity of erosion (Case Study: Kasilian Watershed). *Journal of Agricultural Engineering*, 7(26), 85-98.
- [44] Shoh karami, A., Khademi, K. and Ciahmanson, R. (2005). The effect of intensity grazing on runoff and sediment with two direct RUSLE measurement model, the third national conference on erosion and sediment, Tehran, Nov. 6, 2005, 1-5.
- [45] Singh, V.P. and Woolhiser, D.A. (2002). Mathematical modeling of watershed hydrology. *Journal of Hydrologic Engineering*, 7(4), 270-292.
- [46] Solimankhani, Z., Sadeghi, S.H.R., Mirnia, S.K.H. and Qolamigoharea, R. (2013). Comparison of intra/inter storm variations of runoff and sediment yield in plots installed in range and rehabilitated forest. *Iran Water Research*, 7(13), 11-19.

- [47] Syvitski, J.P. and Morehead, M.D. (1999). Estimating river-sediment discharge to the ocean: application to the Eel margin, northern California. *Marine Geology*, 154(1), 13-28.
- [48] Tucker, G.E. and Bras, R.L. (2000). A stochastic approach to modeling the role of rainfall variability in drainage basin evolution: *Water Resources Research*, 36(7), 1953-1964.
- [49] Vaezi, GH., Bahrami, H., Sadeghi, S.H.R. and Mahdian, M. H. (2008). Spatial variation of runoff in the calcareous soils of semi-arid region in the northwestern part of Iran. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*, 15(5), 1-14.
- [50] Van Rompaey, A.J.J., Govers, G. and Puttemans, C. (2002). Modelling Land Use Changes and Their Impact on Soil Erosion and Sediment Supply to Rivers, *Earth Surface Processes and Land Forms*, 27, 481-494.
- [51] Vente, J. and Poesen, J. (2005). Predicting soil erosion and sediment yield at the basin scale: scale issues and semi-quantitative models. *Earth-Science Reviews*, 71, 95-125.
- [52] Wood, M.K. (1987). Plot Numbers Required to Determine Infiltration Rates and Sediment Production on Rangelands in South Central New Mexico. *Journal of range management*, 40(3), 259-263.
- [53] Xiaoming, Z., XinXiao, Y., Sihong, W., Manliang, Z. and Jianlao, L. (2007). Response of Land Use Coverage Change to Hydrological Dynamics at Watershed Scale in the Loess Plateau of China. *Online English Edition of the Chinese Language Journal*, 270(2), 414-423.
- [54] Zhang, H. G., Bin Liu, G. and Liang Wang, G. (2010). Effects of *Caragana Korshinskii* Kom cover on runoff, sediment yield and nitrogen loss. *International Journal of Sediment Research*, 25, 245-257.

