

مقایسه تغییرات درون و میان رگباری رواناب و رسوب در پلات‌های مستقر در کاربری‌های مرتع و جنگل احیا شده

زهرا سلیمانخانی^۱، سید حمیدرضا صادقی^{۲*}، سید خلاق میرنیا^۳ و راضیه غلامی گوهره^۴

چکیده

بررسی تغییرات درون و میان رگباری رواناب و رسوب در طول رگبار کمک زیادی به درک مشکلات موجود در یک حوضه آبخیز می‌کند. هدف از این پژوهش بررسی تغییرات درون و میان رگباری رواناب و رسوب ناشی از رگبارهای منفرد بود. برای اجرای این پژوهش پلات‌های ۵۰ × ۵۰ سانتی‌متر در دو کاربری مرتع و جنگل احیا شده با سه تکرار در روستای بیلاقی کدیر واقع در ارتفاعات البرز مرکزی مستقر شد. برای این پژوهش از باران‌ساز پمپی با حجم ۵ لیتر و با شدت یک میلی‌متر بر دقیقه و قطر قطرات حدود یک میلی‌متر و متناسب با شرایط بارش حاکم بر منطقه در سطح پلات‌های طراحی شده طی حدود ۲۲ دقیقه انجام شد. مقدار رواناب و رسوب پس از شروع رواناب با فواصل زمانی هر ۲ دقیقه یک‌بار در ظروف مخصوص جمع‌آوری و در هر ماه به مدت یک سال از خرداد ۱۳۸۸ تا اردیبهشت ۱۳۸۹ حجم و وزن هر یک اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که تغییرات درون رگباری رواناب در دو کاربری مرتع و جنگل احیا شده ابتدا دارای روند افزایشی بوده و سپس روند کاهشی داشته است. تغییرات رسوب از رواناب تبعیت کرده ولی نوسانات میزان رسوب بیشتر بود. میزان رواناب و رسوب در کاربری مرتع به ترتیب ۳/۸ و ۷/۷ برابر کاربری جنگل احیا شده بود. همچنین بیش‌ترین و کم‌ترین میزان رواناب تولید شده در هر دو کاربری به ترتیب مربوط به فروردین ۱۳۸۹ و شهریور ۱۳۸۸ بوده و بیش‌ترین و کم‌ترین میزان رسوب به ترتیب در بهمن و شهریور ۱۳۸۸ رخ داد.

واژه‌های کلیدی: پلات‌های آزمایشی، تغییرات زمانی رسوب، شبیه‌ساز باران، کاربری اراضی.

ارجاع: سلیمانخانی ز. صادقی س. ح. ر. میرنیا س. خ. و غلامی گوهره ر. ۱۳۹۲. مقایسه تغییرات درون و میان رگباری رواناب و رسوب در پلات‌های مستقر در کاربری‌های مرتع و جنگل احیا شده. مجله پژوهش آب ایران. ۷(۱۳): ۱۱-۱۹.

۱- دانش آموخته گروه مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس.

۲- استاد گروه مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس.

۳- دانشیار گروه مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس.

۴- دانش آموخته گروه مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس.

* نویسنده مسئول: sadeghi@modares.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۴/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۶/۱۹

مقدمه

فرسایش خاک از مهم‌ترین معضلات زیست‌محیطی و تولید غذا در جهان است که تأثیرات مخربی بر زیست بوم‌های طبیعی و تحت مدیریت انسان دارد. هر چند فرسایش خاک در طول تاریخ بوده ولی در سال‌های اخیر به دلیل کاربری نامناسب اراضی شدت یافته است (صادقی و سینگ، ۲۰۰۵). کاربری اراضی حوضه آبخیز می‌تواند به صورت مرتع، جنگل، اراضی کشاورزی و سایر انواع کاربری نظیر مسکونی، راه‌ها و منابع آب باشد. این کاربری‌ها بسته به وضعیت خود دارای نقش‌های متفاوتی در فرایند تولید رواناب و رسوب می‌باشند (شیائومینگ و همکاران، ۲۰۰۷ و صادقی و همکاران، ۲۰۰۶-الف). از طرفی، پوشش گیاهی و فرسایش دو عامل برهم‌کنشی هستند که بر آبخیز تأثیر به‌سزایی می‌گذارند (وانگ و همکاران، ۲۰۰۴).

با این وجود، تغییرات کاربری اراضی در جهان بسیار زیاد بوده است. کاهش وسعت اراضی جنگلی و مرتعی و تبدیل آن‌ها به کاربری‌های کشاورزی، تجاری، مسکونی باعث تشدید سیلاب و افزایش میزان فرسایش سالانه خاک شده است (جارمیلو و همکاران، ۲۰۰۳). از طرفی، آگاهی از چگونگی توزیع زمانی رسوب در طول یک رخداد به عنوان یک منبع و حمل‌کننده آلودگی و همچنین میزان رواناب مهم است. با دانستن تغییرات زمانی رواناب و رسوب در طول رگبارها^۱ و بین رگبارها^۲ امکان مدیریت بهتر و جامع‌تر حوضه‌های آبخیز آماده می‌شود (چن و همکاران، ۲۰۰۶؛ صادقی و همکاران، ۲۰۰۸). تغییرات زمانی در دقت تجزیه و تحلیل‌های هیدرولوژیک مهم بوده و متناسب با نوع هدف تعیین می‌شود. بر همین اساس، انتخاب پایه‌های زمانی مورد مطالعه بستگی به میزان تغییرپذیری متغیر مورد بررسی، هدف مطالعه، دقت مورد انتظار و امکانات قابل دسترس دارد و ممکن است از کمتر از دقیقه تا حتی قرن تغییر کند (چن و همکاران، ۲۰۰۶). با توجه به این که در وقوع فرسایش عوامل متعددی دخیل هستند که نمی‌توان آن‌ها را به آسانی و بر اساس متغیرهای محیطی قابل مشاهده تخمین زد، به همین دلیل در بسیاری از پژوهش‌های برآورد فرسایش و تولید رسوب از باران‌سازها^۳ استفاده شده است (صادقی، ۲۰۱۰). از نظر تئوری استفاده از این وسیله نه تنها موجب صرفه‌جویی در وقت و هزینه

می‌شود، بلکه می‌توان میزان رواناب و رسوب را به همراه تمامی فرایندهای دخیل در فرسایش و تولید رسوب پایش کرد. در هر حال باید توجه داشت که استفاده از باران‌سازها با محدودیت‌هایی همراه است. به طوری که دستگاه‌های باران‌ساز هرگز نمی‌توانند شرایط طبیعی را به طور کامل ایجاد کنند. اما با وجود چالش‌های موجود، استفاده از باران‌سازها به دلیل مزایای فوق برای پژوهش در زمینه جنبه‌های مختلف فرسایش و تولید رسوب در سطح جهان رایج است (فیض‌نیا و زارع خوش‌اقبال، ۲۰۰۳ و صادقی، ۲۰۰۷).

در خارج و داخل کشور پژوهش‌های متنوعی در زمینه اثر کاربری بر میزان رواناب و رسوب صورت پذیرفته است. از جمله می‌توان به پژوهش‌های وان‌رومپی و همکاران (۲۰۰۲) در حوضه آبخیز دیجل^۴ در بلژیک، هسل و همکاران (۲۰۰۳) در حوضه آبخیز کوچکی در فلات لسی چین، میاتا و همکاران (۲۰۰۷) در ژاپن، باکر و همکاران (۲۰۰۸)، محمد و آدام (۲۰۱۰) در شمال غربی شهر هربن^۵، شجاعی (۲۰۰۵) در حوضه آبخیز مندریجان واقع در سراب حوضه سد زاینده‌رود و صادقی و همکاران (۲۰۰۶-ب) در حوضه آبخیز معرف کسلیان طی سال‌های اخیر اشاره کرد. اغلب پژوهش‌های مذکور به این نتیجه رسیده‌اند که جنگل محافظ خوبی در برابر رواناب سطحی و تلفات فرسایش خاک نسبت به دیگر کاربری‌ها بوده است. ولی در زمینه تغییرات درون و میان رگباری رواناب و رسوب پژوهش‌های بسیار محدودی انجام شده که در این میان می‌توان به پژوهش‌های مور و سینگر (۱۹۹۰)، راموس و همکاران (۲۰۰۰)، مارکس و همکاران (۲۰۰۷)، مارتینز-زاوالا و همکاران (۲۰۰۴)، صادقی و همکاران (۲۰۰۸)، جان و همکاران (۲۰۱۰)، شکل‌آبادی و همکاران (۲۰۰۳)، یوسفی‌فرد و همکاران (۲۰۰۷) و ظریف (۲۰۰۹) اشاره کرد که هر یک به نتایج متفاوتی دست یافتند. حال با توجه به ضرورت بررسی تغییرات درون رگباری مؤلفه‌های اصلی هیدرولوژی در مدیریت منابع آب و خاک و نیز محدودیت بسیار زیاد و اظهار نظرهای متفاوت مطالعات انجام شده، انجام بررسی‌های جامع در نقاط مختلف کشور و به خصوص مناطق تحت دخالت‌های انسانی ناشی از تغییر کاربری اراضی بسیار ضروری به نظر می‌رسد. از این‌رو پژوهش حاضر برای مقایسه تغییرات درون و میان

1- Intra-Storm variation
2- Inter-Storm variation
3- Rain simulator

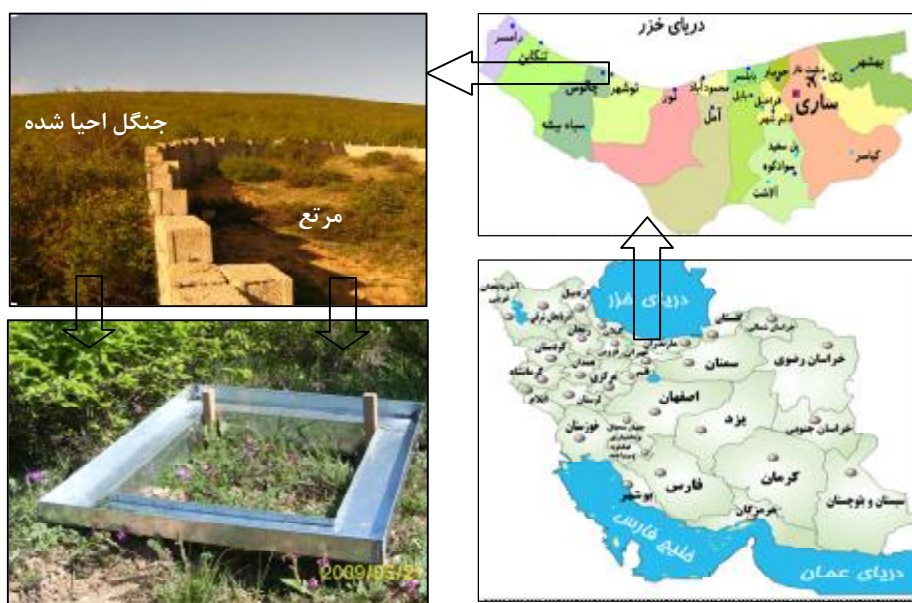
4- Dijle
5- Herban

۲۷' ۱۶" تا ۳۶° ۲۷' ۱۴" طول شرقی و ۵۱° ۴۶' ۲۷" عرض شمالی و ارتفاع متوسط ۲۳۰۰ متر از سطح دریا) قرار دارد که شامل دو کاربری مرتع و جنگل احیا شده بوده و با یک دیواره بلوکی از هم جدا شده‌اند (شکل ۱).

رگباری رواناب و رسوب در دو کاربری مرتع و جنگل احیا شده به عنوان دو نوع کاربری اصلی در بخش ییلاقی البرز مرکزی برنامه‌ریزی شده است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه در اطراف روستای کدیر از توابع کجور واقع در جنوب شرقی شهرستان نوشهر (۲۴' ۴۶° ۵۱ تا



شکل ۱- موقعیت کلی منطقه مورد مطالعه و کاربری‌های مورد بررسی و نمونه‌ای از پلات‌های مورد استفاده

برای بررسی تغییرات درون و میان رگباری رواناب و رسوب در دو کاربری مرتع و جنگل احیا شده و مقایسه این تأثیرات در دو کاربری، منطقه ییلاقی کدیر انتخاب شد. کاربری مذکور با یک دیواره بلوکی به طور کامل از یکدیگر جدا شده بودند. برای انجام پژوهش از پلات‌هایی با ابعاد ۵۰ × ۵۰ سانتی‌متر در هر دو قطعه زمین با سه تکرار در هر کاربری و با پراکنش سیستماتیک- تصادفی استفاده شد. سپس پلات‌ها از پیش ساخته شده در محل‌های تعیین شده ثابت و مستقر شد. بعد از نصب پلات‌ها، سطح آن‌ها با استفاده از حجم تقریبی ۴ لیتر آب برای دستیابی به رطوبت اولیه مناسب و کاهش ظرفیت ذخیره خاک، مرطوب شده و سپس با استفاده از باران‌ساز پمپی^۳ با حجم ۵ لیتر (پارسونس و لاسلس، ۲۰۰۰؛ میاتا و همکاران، ۲۰۱۰) اقدام به ایجاد بارش با شدت حدود یک میلی‌متر

اقلیم این منطقه بر اساس روش آمبرژه و نمودار آمبروترمیک، سرد و نیمه‌خشک است. میانگین بارندگی سالانه بر اساس آمار بارندگی سال‌های ۱۳۳۷ تا ۱۳۸۶ در ایستگاه کلیماتولوژی بلده (به عنوان نزدیک‌ترین ایستگاه) ۳۹۱ میلی‌متر است. حداقل و حداکثر میانگین دمای ثبت شده به ترتیب ۸/۶- و ۲۳/۵ درجه سانتی‌گراد در زمستان و تابستان گزارش شده است. از نظر زمین‌شناسی، این منطقه در زون البرز مرکزی واقع شده است. بافت خاک منطقه لوم رسی و با عمق کم‌تر از یک متر است. پوشش گیاهی منطقه مرتعی، عمدتاً از نوع گیاهان علفی یک‌ساله و چندساله و به ندرت بوته‌ای و درختچه‌ای است که تیپ غالب منطقه *Astragalus-Tucrium* است. منطقه جنگل احیا شده نیز دقیقاً در کنار منطقه مرتعی قرار دارد و حاصل کشت کاج^۱ و استقرار تدریجی لور^۲، زالزالک^۳ و کوله‌خاس^۴ است (محمدپور، ۲۰۰۹).

3- *Cratagus sp*
4- *Ruscus hyrcanus*
5- Sprinkler rainfall simulator

1- *Pinus sp*
2- *Carpinu orentalis*

رسیدند که میزان رواناب تا ۳ دقیقه اول افزایش و سپس به صورت تدریجی کاهش می‌یابد. همچنین مور و سینگ (۱۹۹۰)، راموس و همکاران (۲۰۰۰)، یوسفی فرد و همکاران (۲۰۰۷) و ظریف معظم (۲۰۰۹) به این نتیجه رسیدند که میزان رواناب با گذشت زمان افزایش و بعد از مدتی به حد ثابتی می‌رسد در حالی که نتایج هسل و همکاران (۲۰۰۳)، مارتینز-زاوالا و همکاران (۲۰۰۸)، صادقی و همکاران (۲۰۰۸) و جان و همکاران (۲۰۱۰) روند تغییرات زمانی رواناب را به صورت افزایشی و سپس کاهش‌ی دانسته‌اند. تفاوت در شرایط حاکم بر کاربری‌های مطالعاتی، خصوصیات مناطق مورد بررسی و نیز طول مدت بارش را می‌توان به عنوان دلایل این اختلاف تلقی کرد.

آستانه شروع رواناب در ماه‌های مختلف متغیر بوده به طوری که در کاربری مرتع بین دقیقه‌های ۲ تا ۴ و نقطه اوج آن در حدود دقیقه‌های ۱۲ تا ۱۴ بوده در حالی که کاربری جنگل احیا شده آستانه شروع رواناب در دقیقه‌های ۴ تا ۶ و نقطه اوج رواناب حدود ۱۴ تا ۱۸ بوده است. از نتایج به دست آمده می‌توان استنباط نمود که آستانه شروع رواناب در کاربری مرتع زودتر از کاربری جنگل احیا شده بوده و نقطه اوج رواناب در جنگل احیا شده دیرتر از مرتع رخ داده است. پوشش گیاهی هوایی و نیز لاشبرگ سطحی در کاربری جنگل شرایط مساعد جذب باران و افزایش نفوذ را فراهم کرده است. همچنین میزان درصد تخلخل خاک در جنگل احیا شده (۴۶/۸۸ درصد) بیشتر و وزن مخصوص ظاهری خاک در آن (۱/۴۰ گرم بر سانتی‌متر مکعب) کمتر بوده و از طرفی در کاربری مرتع به دلیل چرای دام و لگدکوبی خاک سطحی میزان رواناب در آن بیش‌تر است.

نتایج حاصل از مقایسه آماری میانگین‌های رواناب دو تیمار با استفاده از آزمون t زوجی نشان داد که میزان تغییرات زمانی در دو کاربری در مقیاس ماهانه ($P=0/0001$) و فصلی ($P=0/0001$) کاملاً متفاوت بوده و میزان رواناب تولید شده در همه زمان‌ها در کاربری مرتع بیش‌تر از جنگل احیا شده بوده است. به طوری که بیش‌ترین میزان رواناب تشکیل شده در کاربری مرتع مربوط به ماه‌های فروردین ۱۳۸۹، تیر و بهمن ۱۳۸۸ به ترتیب ۳/۴۴، ۲/۸۵ و ۲/۶۶ میلی‌متر و کم‌ترین مربوط به ماه‌های شهریور و مهر ۱۳۸۸ بوده در حالی که در کاربری جنگل احیا شده بیش‌ترین در ماه‌های فروردین ۱۳۸۹، آبان ۱۳۸۸ و دی ۱۳۸۸ به میزان ۱/۶۰، ۱/۰۷ و ۰/۷۲ میلی‌متر بود و در

بر دقیقه (صادقی، ۲۰۱۰) و قطر قطرات حدود یک میلی‌متر و متناسب با شرایط بارش حاکم بر منطقه (محمدپور، ۲۰۰۹) در سطح پلات‌های طراحی شده گردید. پس از شروع رواناب، با فواصل زمانی هر ۲ دقیقه یک‌بار به مدت حدود ۲۲ دقیقه و به میزان تخلیه حجم کل یک پمپ آب در پلات‌های مرتعی و یا حداکثر دو پمپ آب در پلات‌های مستقر شده در منطقه جنگل احیا شده نمونه‌برداری انجام شد. تداوم آزمایش‌ها با توجه به مدت باران‌های مشابه در منطقه، امکانات موجود و همچنین دستیابی به آستانه شروع رواناب و در نهایت ثبت نسبی رواناب (میزان نفوذ) و مبتنی بر مطالعات پیشین (محمدپور، ۲۰۰۹) انجام پذیرفت. این پژوهش در اول هفته هر ماه و از خرداد ۱۳۸۸ تا اردیبهشت ۱۳۸۹ به مدت یک سال انجام شد. نمونه‌های محتوی رواناب و رسوب بعد از برداشت هر نمونه به آزمایشگاه منتقل و مقدار رواناب از طریق توزین و غلظت رسوب نیز از روش برجاگذاری و تخلیه آب (وان‌رومی و همکاران، ۲۰۰۲) تعیین شد. سپس نمونه‌های رسوب در آن به مدت ۲۴ ساعت تحت دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد (صادقی و همکاران، ۲۰۰۸) خشک و وزن شد. در نهایت وزن خشک رسوب و غلظت رسوب به ازای یک لیتر نمونه آب و رسوب محاسبه شد. بعد از انجام کارهای آزمایشگاهی، مقادیر داده‌های رواناب و رسوب در مقابل زمان و در نرم‌افزار Excel 2003 ترسیم شد. سپس مقایسه ترسیمی و تحلیل‌های لازم در رابطه با تغییرات هر یک از مؤلفه‌های مورد بررسی در هر کاربری در خلال رگبارها انجام شد.

نتایج و بحث

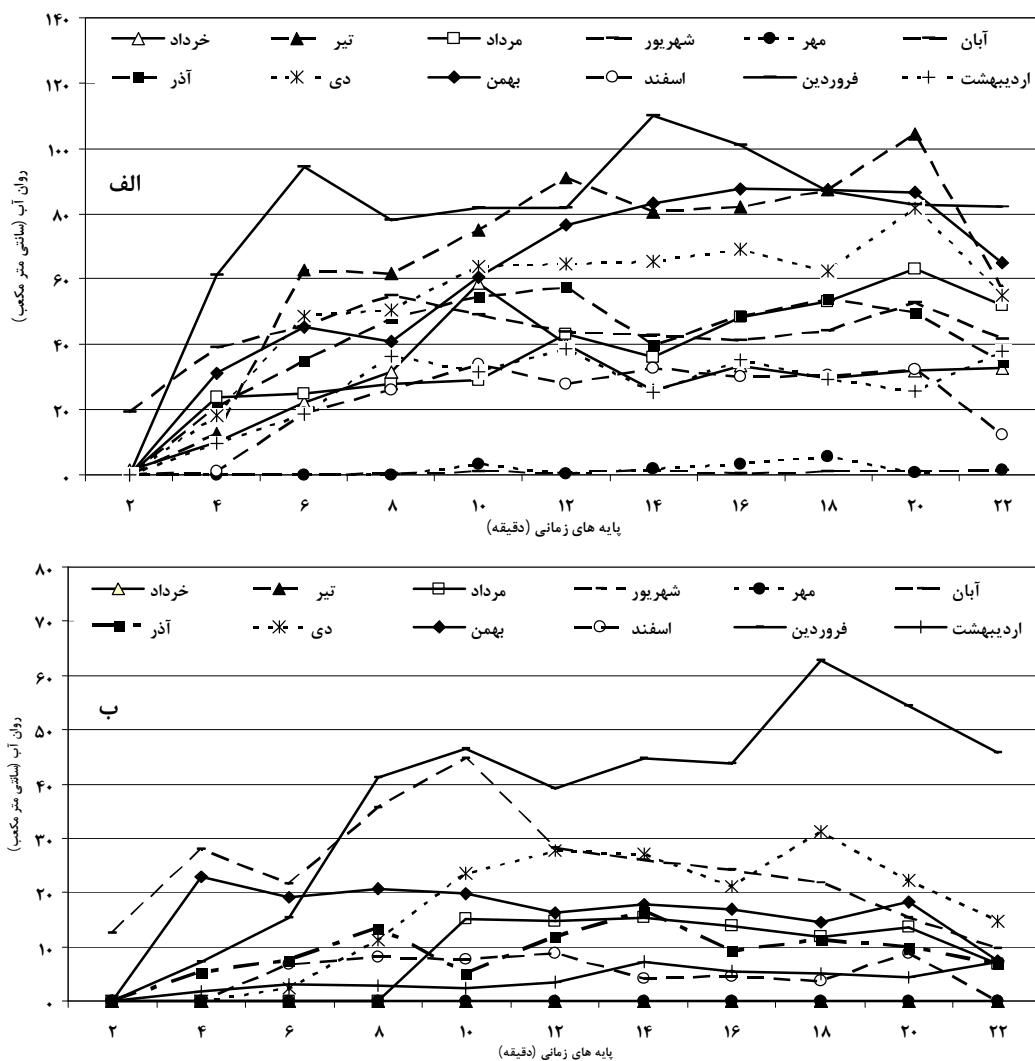
تغییرات درون و میان رگباری رواناب در هر کاربری

نتایج حاصل از میانگین تغییرات درون رگباری رواناب در سطح پلات‌های مستقر در تیمارهای مرتع و جنگل احیا شده از خرداد ۱۳۸۸ تا اردیبهشت ۱۳۸۹ در شکل ۲ ارایه شده است.

نتایج حاصله نشان داد که روند تغییرات زمانی در دو تیمار در بیش‌تر مواقع دارای یک روند افزایشی و بعد از مدتی دارای روند کاهش‌ی بوده است. شدت رواناب با گذشت زمان افزایش یافته و سپس با گذشت زمان کاهش می‌کند. نتایج در بعضی قسمت‌ها نیز دارای روند خاصی نبوده است. مارکس و همکاران (۲۰۰۷) نیز به این نتیجه

آب‌گریزی^۱ خاک در منطقه و کنترل‌پذیری آن از میزان رطوبت خاک نسبت داد. وجود پدیده آب‌گریزی خاک و تغییرپذیری آن در منطقه مورد مطالعه با استفاده از اتانول و از طریق محاسبه زمان عدم نفوذ آن در زمین (محمدپور، ۱۳۸۸) و مطابق با استانداردهای موجود (میاتا و همکاران، ۲۰۰۷) تأیید شد. نتایج حاصله با یافته‌های باچمن و همکاران (۲۰۰۱)؛ جارمیلو و همکاران (۲۰۰۳)؛ میاتا و همکاران (۲۰۰۷)؛ گومی و همکاران (۲۰۰۸)؛ میاتا و همکاران (۲۰۱۰)؛ صادقی (۲۰۰۷) و ذوالفقاری و حاج‌عباسی (۲۰۰۸) مبنی بر نقش رطوبت خاک در کنترل آب‌گریزی خاک مطابقت دارد.

ماه‌های خرداد، تیر، شهریور و مهر ۱۳۸۸ نیز هیچ گونه روانابی تشکیل نشد. دلیل این امر را می‌توان به زیاد بودن پوشش گیاهی (وانگ و همکاران، ۲۰۰۴) و نیز وجود ریشه‌های درختان در زمینه‌سازی افزایش نفوذپذیری در کاربری جنگل احیا شده و در نتیجه کاهش رواناب نسبت داد. در طول سال، میزان رواناب در دو تیمار دارای روند خاصی نبوده و بسته به میزان رطوبت موجود در خاک میزان رواناب ایجاد شده متفاوت بوده است. مقدار رواناب ایجاد در دو ماه شهریور و مهر با وجود مرطوب بودن سطح منطقه خیلی کم بوده و در ماه‌های تیر و مرداد با وجود خشک بودن سطح خاک رواناب بیش‌تری تشکیل شد که این امر را می‌توان به طور مشخص به دلیل پدیده



شکل 2- میانگین تغییرات درون رگباری رواناب در سطح پلات‌های مستقر در تیمارهای مرتع (الف) و جنگل احیا شده (ب) طی آزمایش‌های به عمل آمده در خرداد تا اسفند 1388 و فروردین و اردیبهشت 1389

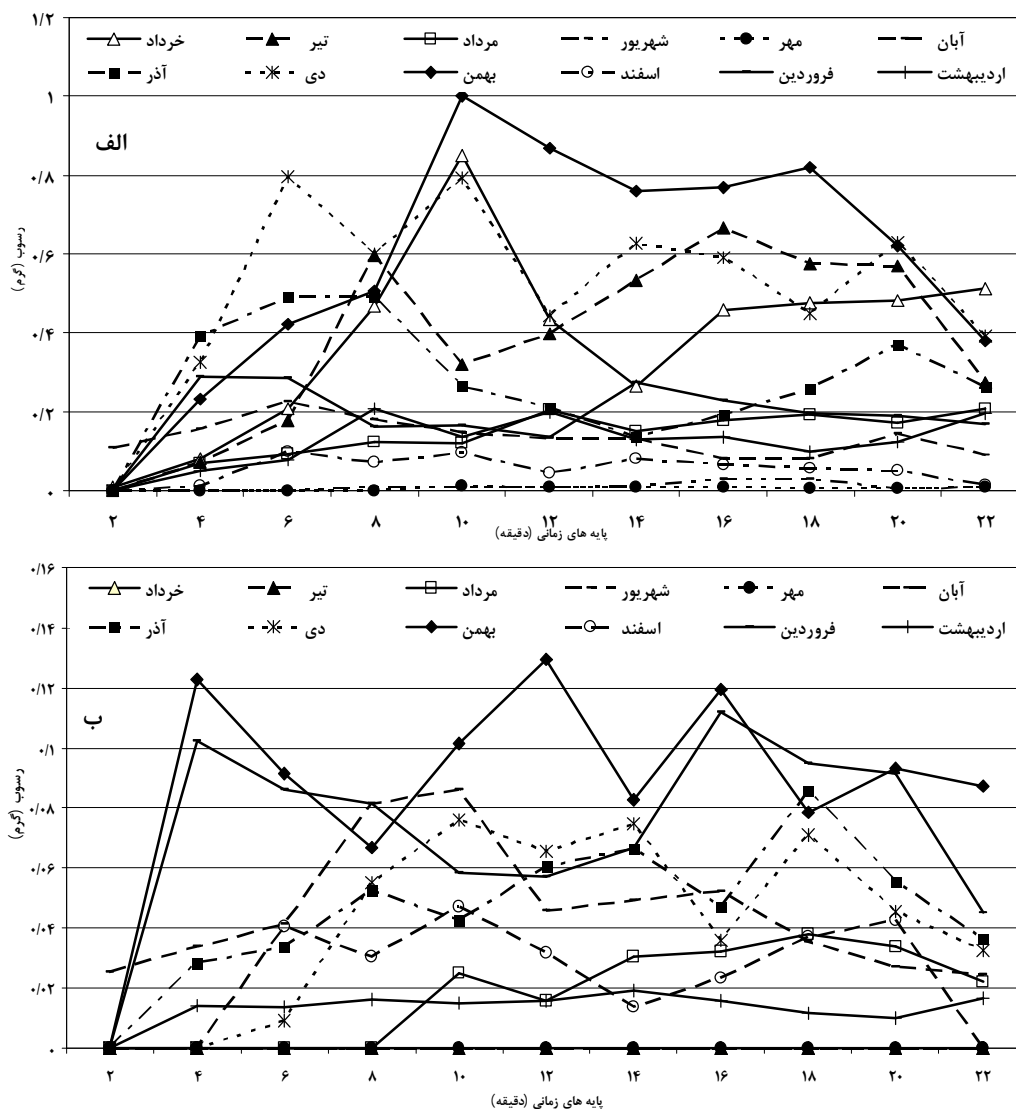
تغییرات درون و میان رگباری رسوب در هر کاربری

میانگین روند تغییرات درون رگباری رسوب در پلات‌های مستقر در تیمارهای مطالعاتی در شکل ۳ ارایه داده شده است. نتایج حاصله نشان داد که روند تغییرات زمانی رسوب در بیش‌تر مواقع دارای روند افزایشی و بعد از مدتی روند کاهشی داشته و میزان آن از میزان رواناب تبعیت می‌کند. در بعضی از ماه‌ها نیز روند تغییرات زمانی خاصی بین میزان رسوب دیده نشد. میزان تضاریس ایجاد شده در رسوب تشکیل شده بیش‌تر از میزان رواناب بوده که می‌توان دلیل این امر را به مقدار خیلی کم میزان رسوب به وجود آمده در پایه زمانی کوتاه دانست. نقطه اوج رسوب نیز در بیش‌تر مواقع همزمان با نقطه اوج رواناب اتفاق افتاده است. زمان رخ داد اوج رسوب در تیمار مرتع در حدود 4 ± 12 دقیقه بوده و در تیمار جنگل احیا شده نیز به همین صورت در ماه‌های مختلف و در حدود 4 ± 14 دقیقه بوده است. افزایش ابتدایی و سپس کاهش تدریجی مقدار رسوب گزارش شده طی پژوهش حاضر روند عمومی کاهش تدریجی رسوب پس از افزایش ابتدایی آن طی آزمایش‌ها را می‌توان به کاهش موجودیت رسوب (والینگ و همکاران، ۲۰۰۱) و حذف احتمالی لایه آب‌گریز سطحی و به طور ذاتی افزایش نفوذپذیری و کاهش رواناب (میاتا و همکاران، ۲۰۱۰ و صادقی و همکاران، ۲۰۰۸) نسبت داد. نتایج حاصل از مقایسه آماری میانگین‌های رسوب دو تیمار با استفاده از آزمون t زوجی نشان داد که میزان تغییرات زمانی در دو کاربری در مقیاس ماهانه ($P=0/002$) و فصلی ($P=0/031$) کاملاً متفاوت بوده و میزان رسوب تشکیل شده در کاربری مرتع بیش‌تر از جنگل احیا شده بوده است. پژوهشگرانی از جمله مارکس و همکاران (۲۰۰۷)، مارتینز-موریلو و رویز-سینوگا (۲۰۰۷)، صادقی و همکاران (۲۰۰۸)، شکل‌آبادی و همکاران (۲۰۰۳) و صادقی و همکاران (۲۰۰۶-الف) نیز اعتقاد دارند که میزان رسوب ایجاد شده از میزان رواناب

تبعیت کرده و با افزایش میزان رواناب میزان رسوب نیز افزایش می‌یابد.

نتایج حاصله نشان داد که اثر کاربری تأثیر معنی‌داری بر میزان تولید رسوب داشته، به طوری که در بارش‌های شبیه‌سازی شده با شدت مشابه، میزان رسوب تولیدی در پلات‌های مستقر در مرتع بیش‌تر از میزان رسوب تولیدی در جنگل احیا شده بوده است. بر اساس نتایج حاصله، بیش‌ترین میزان رسوب در هر دو کاربری مرتع و جنگل احیا شده مربوط به بهمن به ترتیب با مقادیر $6/379$ و $0/974$ گرم و کم‌ترین آن‌ها مربوط به شهریور به ترتیب $0/063$ و صفر گرم محاسبه شد. در روز نمونه‌برداری در ماه بهمن هوا آفتابی و زمین تقریباً خشک بود و به دلیل یخ‌زدگی، سطح خاک حالت پفکی شده بود ولی در ماه شهریور به دلیل بارندگی شب قبل زمین کاملاً گلی و مرطوب بود. بیش‌ترین مقدار رسوب مربوط به بهمن بوده که دلیل این امر را می‌توان کمبود پوشش گیاهی و پفکی شدن سطح خاک به سبب یخ‌زدگی در این ماه بیان کرد.

نتایج همچنین نشان داد که بیش‌ترین مقادیر رسوب برای فصول زمستان و بهار و کم‌ترین برای فصل تابستان بوده است. دلیل این امر را می‌توان کمبود پوشش گیاهی و پفکی شدن سطح خاک به سبب یخ‌زدگی در زمستان بیان کرد. از طرفی میزان رسوب تولید شده در کاربری جنگل احیا شده در بهار 1389 بیش‌تر از میزان رسوب تولید شده از زمستان بوده، که دلیل این امر را می‌توان به تغییر فصل از زمستان به بهار و افزایش میزان هوازدگی و در نتیجه تأمین مواد بیش‌تر برای انتقال نسبت داد. نتایج به دست آمده با پژوهش‌های انجام شده توسط راموس و همکاران (۲۰۰۰)؛ گالارت و همکاران (۲۰۰۴)؛ مارتینز-زالاوا و همکاران (۲۰۰۸)؛ صادقی و همکاران (۲۰۰۵) و محمدپور (۲۰۰۹) مبنی بر تولید بیش‌ترین میزان رسوب در فصل زمستان و بهار مطابقت داشت.



شکل 3- میانگین تغییرات درون رگباری رسوب در سطح پلات‌های مستقر در تیمارهای مرتع (الف) و جنگل احیا شده (ب) طی آزمایش‌های به عمل آمده در خرداد تا اسفند 1388 و فروردین و اردیبهشت 1389

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از تولید رواناب و رسوب در دوره مورد مطالعه در تیمارهای مورد بررسی نشان داد که روند تغییرات زمانی هر دو مورد از یک روند افزایشی و سپس یک روند کاهشی تبعیت می‌کند. ولی در بعضی ماه‌ها از روند خاصی تبعیت نمی‌کند. میزان رواناب تشکیل شده در کاربری مرتع بیش‌تر از جنگل احیا شده بوده که نشان دهنده نقش مثبت جنگل احیا شده در کاهش میزان رواناب و رسوب به واسطه قرق و تغییر پوشش سطحی زمین و همچنین اثر منفی چرای دام در مرتع و لگدکوبی سطح خاک و افزایش رواناب و رسوب در این کاربری دانست.

نتایج حاصله نشان داد که رابطه مثبتی بین رطوبت موجود در خاک و میزان آب‌گیری وجود داشت. در ماه‌هایی که زمین خشک بوده میزان آب‌گیری زیاد بوده و در همان دقیقه‌های اولیه رواناب تشکیل گردید. ولی در ماه‌هایی با شرایط خاکی مرطوب، آب‌گیری دیده نشد و میزان رواناب به شدت کاهش یافت. با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش می‌توان جمع‌بندی کرد که تغییر کاربری از مرتع به جنگل احیا شده با پوشش گیاهی سوزنی برگ بر خصوصیات هیدرولوژیکی اثر گذار بوده است. همچنین میزان رواناب و رسوب در تیمار مرتع به ترتیب $\frac{3}{8}$ و $\frac{7}{74}$ برابر مقادیر حاصل از مطالعات به دست آمده از تیمار جنگل احیا شده بوده است.

منابع

13. Miyata S. Kosugi K. Nishi Y. Gomi T. Sidle R.C. and Mizuyama T. 2010. Spatial pattern of infiltration rate and its effect on hydrological processes in a small headwater catchment. *Hydrological Processes*. 24:535-549.
14. Mohammad A. G. and Adam M. A. 2010. The impact of vegetative cover type on runoff and erosion under different landuses. *Catena*. 81:97-103.
15. Mohammadpour K. 2009. Comparison of Infiltration, Runoff and Sediment Yield, Microrelief and Vegetation Cover in Grazed and Excluser Nowshahr Summer Rangeland, MSc Thesis in Rangeland Management, Tarbiat Modares University. 81 p.
16. Moore C. P. and Singer M. J. 1990. Crust formation effects on soil erosion processes. *Soil Science*. 54:1117-1123.
17. Parsons A. J. and Lascelles B. 2000. Rainfall simulation in geomorphology. *Earth Surface Processes and Landform*. 21(7):679-679.
18. Proosdij D. V. Davidson-Arnott R. G. D. and Ollerhead. 2004. Conceptual model of the seasonal and spatial controls on the inorganic sediment budget of a bay of Fundy salt marsh. <http://www.cciw.ca/ccsea/cc03proc/Ollerhead01.pdf>.
19. Ramos M. C. Nacci S. and Pla I. 2000. Soil sealing and its influence on erosion rates for some soils in the Mediterranean area. *Soil Science*. 165:398-403.
20. Sadeghi S. H. R. 2007. Analysis of relationship between soil erosion and water repellency, In: Proceedings of 10th Soil Science Congress of Iran, Karadj, August 26-28. 1012-1013.
21. Sadeghi S. H. R. 2010. Study and Measurement of Water Erosion, Tarbiat Modares Press. 200 p.
22. Sadeghi S. H. R. Aghabeigi Amin S. Vafakhah M. Yasrebi B. and Esmaeili Sari A. 2006. Suitable drying time for suspended sediment samples. Iran. In: International sediment initiative conference. Khartoum. Sudan. Nov. 12-16.
23. Sadeghi S. H. R. Aghabeigi Amin S. Yasrebi B. Vafakhah M. and Esmaeili Sari A. 2005. Temporal and spatial variation of suspended sediment yield of important subwatersheds in Haraz Watershed, *Journal of Agricultural Science and Natural Resources of Khazar*. 3(3):15-29.
24. Sadeghi S. H. R. Mizuyama T. Miyata S. Gomi T. Kosugi K. Fukushima T. Mizugaki S. and Onda Y. 2008. Determinant factors of sediment graphs and rating loops in a reforested watershed. *Journal of Hydrology*. 356:271-282.
25. Sadeghi S. H. R. Pourghasemi H. R. Mohammdi M. and Agharazi H. A. 2008. Applicability of rainfall and runoff variables in estimation of storm-wise sediment yield from experimental plots with different landuses, *Agricultural Science and Technology Journal*, 1. Bachmann J. Horton R. Ren T. and Van Der Ploeg R. R. 2001. Comparison of the thermal properties of four wet table and four water-repellent soils. *Soil Science Society of America Journal*. 65:1675-1679.
2. Bakker M. M. Govers G. Doorn A. V. Quetier F. Chouvardas D. and Rounsevell M. 2008. The response of soil erosion and sediment export to land-use change in four areas of Europe: The importance of landscape pattern. *Geomorphology*. 98:213-226.
3. Chen S. L. Zhang G. A. Yang S. K. and 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.
4. Feiznia S. and Zare Khosh Eghbal M. 2003. Study on sensitivity of geologic formations to soil erosion and sediment yield in Latian Watershed, Iran *Natural Resources Journal*. 56(4):365-382.
5. Gomi T. Sidle R. C. Ueno M. Miyata S. and Kosugi K. 2008. Characteristics of overland flow generation on steep forested hillslopes of central Japan. *Journal of Hydrology*. 361:275-290.
6. Hessel R. Messing I. Liding C. Ritsema C. and Stolte J. 2003. Soil erosion simulation of landuse scenarios for a small Loess Plateau catchment. *Catena*. 54:289-302.
7. Jang T. I. Kim H. K. Im S. J. and Park S. W. 2010. Simulations of storm hydrographs in a mixed-landuse watershed using a modified TR-20 model. *Agricultural Water Management*. 97:201-207.
8. 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.
9. Marques M. J. Bienes R. Jimenez L. and Perez-Rodriguez R. 2007. Effect of vegetal cover on run off and soil erosion under light intensity event. Rainfall simulation over USLE plots. *Science of the Total Environmen*. 378:161-165.
10. Martinez-Murillo J. F. and Ruiz-Sinoga J. D. 2007. Seasonal changes in the hydrological and erosional response of a hillslope under dry-Mediterranean climatic conditions (Montes de Malaga, South of Spain). *Geomorphology*. 88:69-83.
11. Martinez-Zavala L. Jordan Lopez A. and Bellinfante N. 2008. Seasonal variability of runoff and soil loss on forest road backslopes under simulated rainfall. *Catena*. 74:73-79.
12. Miyata S. Kosugi K. Gomi T. Onda Y. and Mizuyama T. 2007. Surface runoff as affected by soil water repellency in a Japanese cypress forest. *Hydrological Processes*. 21(17):2365-2376.

32. Walling D. E. Collins A. L. Sickingabula H. A. and Leeks G. J. L. 2001. Integrated Assessment of catchment suspended sediment budget: A Zambian Example. *Land Degradation and Development*. 12:387-415.
33. Wang Z. Y. Hang G. Q. and Gao J. 2004. Modeling of vegetation-erosion dynamics in watershed system. *Journal of Environmental Engineering*. 130:792-800.
34. 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.
35. Yousefi Fard M. Khademi H. and Jalalian A. 2007. Soil degradation due to landuse change in Chshme Ali Region, Chaharmahal and Bakhtiari Province, *Agricultural and Natural Resources Science Journal*. 14(1):28-38.
36. Zarif Moazam M. S. 2009. Effects of Slope Steepness and Aspect on Surface Runoff Formation and Sediment Yield in Kojor Forest Watershed, M.Sc. Thesis in Watershed Management Engineering, Tarbiat Modares University. 64 p.
37. Zolfaghari A. A. and Haj Abbasi M. A. 2008. Effects of landuse change on soil physical characteristics and hydrophobicity in Freidonnshahr rangelands and Lordegan forest, *Soil and Water Journal*. 22(2):251-262.
- Ferdowsi University of Mashhad. 22(1):113-122.
26. Sadeghi S. H. R. Razavi S. L. and Raeisian R. 2006. Comparison between rainfed and poor rangeland landuses in runoff and sediment yield in summer and winter, *Agricultural Research (Water, Soil and Plant in Agriculture)*. 6(4):11-22.
27. Sadeghi S. H. R. Safaeian N. A. and Ghanbari S. A. 2006. Study on effect of landuses on type and intensity of soil erosion (Case study: Kasilian Watershed), *Journal of Agricultural Engineering Research*. 7(26):85-98.
28. Sadeghi S. H. R. and Singh J. K. 2005. Development of a synthetic sedimentgraph using hydrological data. *Journal of Agricultural Science and Technology (JAST)*. 7(1 and 2):69-77.
29. Sheklabadi M. and Charkhabi A. H. 2003. Runoff and sediment production from soils with different parent materials in Golabad Watershed, Ardestan, *Agricultural and Natural Resources Science and Technologies Journal*. 7(2):85-100.
30. Shojaee Gh. R. 2005. Relationship between landuse changes and soil erosion and sediment yield in part of ZayandehRud Watershed, MSc Thesis in Watershed Management Engineering, Tarbiat Modares University. 84 p.
31. Van Rompeay 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 Landforms*. 27:481-494.

