علوم و مهندسی آبیاری
جلد ۴۱، شماره‌ی ۱، بهار ۹۷، ص. ۲۰۹-۱۹۵

بررسی تاثیر کاربری اراضی و طبقات شیب بر هدررفت عناصر غذایی در رواناب تولیدی با استفاده از باران‌ساز مصنوعی (مطالعه موردی در حوضه آبخیز کاکاشرف- لرستان)

کیانوش بهرهی[۱]، غلامعباس صیاد[۲]، احمد لندی[۳*] و حمیدرضا پیروان[۴]

۱- دانش‌آموخته دکتری رشته علوم خاک، گرایش فیزیک و حفاظت خاک دانشگاه شهید چمران اهواز و عضو هیات علمی دانشگاه جامع علمی کاربردی .
۲- دانشیار گروه خاکشناسی، دانشگاه شهید چمران اهواز.
۳*- نویسنده مسئول، استاد گروه خاکشناسی، دانشگاه شهید چمران اهواز. foahmad@yahoo.com
۴- دانشیار سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری.

تاریخ دریافت: ۹۵/۱۲/۱۴ تاریخ پذیرش: ۹۶/۳/۱۷

چکیده

هدررفت عناصر غذایی و کاهش حاصل‌خیزی خاک از مهم‌ترین اثرات تخریب خاک است. بنابراین نیاز است که عوامل مؤثر بر آن در حوضه‌های مختلف مورد بررسی قرار گیرد. حوضه آبخیز کاکاشرف در استان لرستان از جمله حوضه‌هایی است که در معرض تخریب قرار دارد. لذا در این حوضه، تأثیر نوع کاربری اراضی (مرتع، جنگل و زراعت) و طبقات شیب (۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد) بر هدررفت فسفر و پتاسیم در رواناب تولید شده ، بررسی شد. در این تحقیق با استفاده از دستگاه شبیه‌ساز باران، از شش زیر حوضه، تعداد ۹۳ واقعه باران با شدت ۳۶ میلی‌متر در ساعت و با تداوم ۳۰ دقیقه ایجاد و میزان تلفات عناصر فسفر و پتاسیم ناشی از هر بارش در سه کاربری و سه سطح شیب اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که میانگین هدررفت فسفر در رواناب در سه کاربری جنگل، مرتع و زراعت به‌ترتیب ۰/۲۲، ۰/۲۶ و ۰/۲۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک و در سه شیب ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد ۰/۲۲، ۰/۲۱ و ۰/۲۵ میلی‌گرم برکیلوگرم بود. همچنین میانگین هدررفت پتاسیم در کاربری جنگل، مرتع و زراعت به‌ترتیب ۱۸/۳۸، ۲۲/۳۲ و ۱۸/۷۱ میلی‌گرم برکیلوگرم و در سه شیب ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد به‌ترتیب ۲۰/۷۴، ۱۸/۷۱ و ۱۹/۹۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم برآورد گردید. تجزیه واریانس اثر کاربری بر هدررفت فسفر و پتاسیم نشان داد که هدررفت فسفر در رواناب در شیب‌های ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد و هدررفت پتاسیم در رواناب در شیب ۳۰ درصد معنی‌دار نبود. ولی اثر کاربری بر مقدار هدررفت پتاسیم در شیب ۱۰درصد در سطح پنج درصد و در شیب ۲۰ درصد در سطح یک درصد معنی‌دار بود. همچنین اثر شیب بر هدررفت فسفر در کاربری جنگل در سطح یک درصد و زراعت در سطح پنج درصد معنی‌دار ولی در کاربری مرتع معنی‌دار نشد. اثر شیب بر هدررفت پتاسیم در کاربری‌های مرتع و جنگل معنی‌دار نبود و تنها در کاربری زراعت معنی‌دار شد. با افزایش شیب غلظت هدرفت فسفر روند افزایشی و غلظت هدررفت پتاسیم روند کاهشی نشان داد.

کلیدواژه‌ها: تلفات خاک، فسفر، پتاسیم، جنگل، مرتع، کشاورزی.

مقدمه

فرسایش آبی منجر به خسارات و مشکلات جدی در تمام اکوسیستم‌های طبیعی می‌شود، که ازجمله این خسارات تلفات خاک وعناصر غذایی است (Kuhlman, Reinhard and Gaaff, 2010). هدررفت عناصر غذایی و کاهش حاصل‌خیزی خاک از مهمترین اثرات فرسایش خاک است که افزایش حاصل‌خیزی اراضی پایین‌دست و آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی را به‌دنبال دارد (Telles et al., 2013).

هدررفت خاک یک مشکل جدی در کشورهای در حال توسعه محسوب می‌شود که سبب نگرانی‌های فراوانی شده است (Wolancho , 2012). در دهه‌های اخیر فرسایش آبی با تغییر اقلیم و تخریب شدید میزان منابع طبیعی به دلیل افزایش جمعیت انسان به یک مشکل جهانی تبدیل شده است. فعالیت‌های بشر مانند تبدیل مراتع به اراضی کشاورزی، قطع درختان جنگلی، چرای مفرط وروش‌های نامناسب کشاورزی، خاک‌ها را به‌شدت در معرض فرسایش آبی قرار داده است (Terranova et al., 2009). ازجمله آثار فرسایش آبی کاهش حاصل‌خیزی خاک، از بین رفتن مواد آلی و افزایش سیلاب‌ها می‌باشد. شیب یکی از خصوصیاتی است که همبستگی بالایی با نوع و میزان فرسایش خاک از خود نشان می دهد (Shinjo et al ., 2002). در درجات بالای شیب، سرعت جریان سطحی و قدرت فرسایندگی آن افزایش می‌یابد. این موضوع به‌دلیل کاهش نفوذپذیری و افزایش حجم روان‌آب در این شیب‌ها می‌باشد (Ekwu and Harrilal , 2010).

در اراضی مرتعی شیب‌دار نیز تغییر کاربری به دیم‌زارها به‌دلیل کاهش پوشش گیاهی و مقاومت خاک منجر به تشدید فرسایش

آبی می‌شود (Peng and Wang, 2012). اکوسیستم‌های مرتعی تحت تاثیر تغییرات آب و هوا و فعالیت‌های بشری از جمله نوع مدیریت قرار دارند، به‌گونه‌ای که نتایج مطالعات گذشته حاکی از این است که چرای مفرط و مستمر و برداشت کامل پوشش گیاهی توسط دام باعث کاهش پوشش سطحی خاک، افزایش سرعت آبدوی، کاهش کربن خاک و افزایش فشردگی و تراکم آن می‌شود که پیامد چنین تحولاتی، افزایش سرعت فرسایش و تخریب دائمی خاک است. (Marcos, Aurelie and Jeffrey, 2003)، (Farokhzadeh et al., 2015) Reeisi, Mohammadi, (and Asadi, 2005).

در اراضی با پوشش جنگلی اگرچه هدررفت خاک و تولید رواناب تحت تأثیر درجه شیب قرار نمی‌گیرد، لیکن با تغییر کاربری آن‌ها به مزارع چای، کشتزارهای دیم یا علفزارها، مقدار رواناب و رسوب تحت تأثیر شیب قرار می‌گیرد (Zhang et al., 2013).

فشار جمعیت رو به افزایش و کاهش مداوم سرانه اراضی کشاورزی منجر به بهره‌برداری نامناسب از جنگل‌های طبیعی برای توسعه کشاورزی شده است (Mahtab and Karim , 1992). امروزه افزایش جمعیت و افزایش تقاضا برای محصولات کشاورزی موجب شده تا پوشش‌های طبیعی زمین به‌ویژه جنگل‌ها و مراتع با سرعت هشدار دهنده‌ای توسط انسان تخریب و تبدیل به اراضی کشاورزی شود. تغییرِ کاربری اراضی تأثیر مهمی در کمّی و کیفی رواناب خروجیِ حوضه آبخیز دارد .Roghani, Mahdavi (and Ghafouri, 2003) چرای بی‌رویه مراتع توسط دام، ویژگی‌های خاک و عملکرد اکوسیستم را از طریق کاهش کیفیت و حاصل‌خیزی خاک تغییر می‌دهد (Ghorbani Qohfarrokhi et al., 2013).

رواناب فرآیند مهمی است که از طریق هدررفت و از بین بردن قشر سطحی خاک موجب کاهش حاصل‌خیزی و اتلاف عناصر غذایی خاک می‌شود (Perez-Latorre, Castro and Delgado, 2010). از مهم‌ترین پیامدهای فرسایش علاوه بر کاهش حاصل‌خیزی خاک، افزایش آلودگی آب‌های سطحی و زیرسطحی از طریق اتلاف عناصر غذایی خاک می‌باشد (Abbasi et al., 2014).

Fu et al. (2004) با بررسی تغییرکاربری و درجه‌ی شیب روی رواناب و هدررفت نیتروژن در لس‌های چین، کشاورزی را حساس‌ترین نوع کاربری تشخیص دادند و اعلام کردند که اراضی با شیب بیش از ۱۵ درجه به‌دلیل هدررفت زیاد خاک و مواد غذایی نباید به‌عنوان اراضی زراعی مورد استفاده قرار گیرند.

Emadi et al. (2008) با مطالعه در حوضه آبخیز رجایی در استان مازندران به این نتیجه رسیدند که با تغییرکاربری، چگالی حجمی و شاخص پلاستیسیته خاک افزایش و مواد آلی، نیتروژن و ظرفیت نگهداری آب در خاک کاهش یافته است.

Conant، Six و Paustian (2003) روی تأثیر مدیریت چرا برکل مخزن کربن و نیتروژن آلی خاک و اجزای کربن خاک چهار مرتع در ویرجینیای آمریکای جنوب‌شرقی مشاهده شد که کربن عجین شده با سیلت و رس تحت مدیریت چرای شدید بیشتر بود. در پژوهشی در هندوستان مقدار هدررفت عناصر غذایی ازت، فسفر و پتاسیم در اثر کاهش پوشش و فرسایش خاک، به‌طور متوسط حدود ۴۷/۸۲ و ۶۵ کیلوگرم در هکتار در سال برآورد شده است (Richardson and King, 1996)

از مهم‌ترین پیامدهای فرسایش خاک می‌توان کاهش حاصل‌خیزی و قدرت باروری خاک برجا مانده و انتقال عناصر غذایی و مواد آلی از جمله نیتروژن، فسفر و پتاسیم به آب‌های سطحی را نام برد (Kauffman et al ., 1993). خاک سطحی اولین بخشی است که در معرض فرسایش خاک قرار دارد و میزان مواد غذایی خاک و ضروری برای گیاه مانند کربن، نیتروژن و فسفر و پتاسیم در این سطح به‌شدت کاهش می‌یابد. به‌طور نمونه عناصر غذایی در خاک فرسایش یافته نسبت به خاک اولیه سه برابر بیشتر می‌باشد. قسمت عمده ازت و هوموس را به همراه خود حمل می‌کند. این کاهش موجب کم شدن مواد آلی و سایر عناصر مورد نیاز برای رشد گیاه می‌شود (Lal , 1999). یک تن از لایه فوقانی حاصلخیز به‌طور میانگین ۱ تا ۶ کیلوگرم نیتروژن، ۱ تا ۳ کیلوگرم فسفر و ۲ تا ۳۰ کیلوگرم پتاسیم دارد. در حالی که سطح نیتروژن خاک در اراضی فرسایش یافته به‌طور میانگین دارای ۰/۱ تا ۰/۱۵ کیلوگرم در تن می‌باشد (Troeh Frederick et al., 2003).

عناصر فسفر و پتاسیم از مهم‌ترین عناصر اصلی در تولید محصول هستند، که هر کدام ویژگی خاصی در مقابل انتقال به‌وسیله رواناب دارند. پتاسیم در مقایسه با فسفر بسیار متحرک بوده، بنابراین به‌راحتی توسط آب حاصل از فرایند رواناب جابه‌جا می‌شود.

با توجه به مطالعات متعدد انجام گرفته در دنیا در زمینه هدررفت عناصر در رواناب و رسوب، در ایران اطلاعات دقیقی در این رابطه وجود ندارد. در استان لرستان به‌دلیل عدم توجه به مسئله قابلیت و تناسب اراضی و استفاده نامناسب از اراضی، حوضه‌های آبخیز به شدت در معرض فرسایش و تخریب هستند. لذا تحقیق حاضر به‌منظور بررسی اثرات شیب و نوع کاربری بر روی هدررفت عناصر پتاسیم و فسفر در رواناب در حوضه کاکاشرف در استان لرستان انجام پذیرفت.

مواد و روش‌ها

مشخصات منطقه مورد مطالعه

پژوهش حاضر در حوزه آبخیز کاکاشرف با مساحت ۲۴۵۷۰ هکتار در استان لرستان و در جنوب شرقی شهرستان خرم‌آباد انجام گردید (شکل۱). این حوضه یکی از زیرحوضه‌های آبخیز شهرستان خرم‌آباد، به‌عنوان یکی از حوضه‌های آبخیز کرخه بزرگ در استان لرستان می‌باشد. از نظر موقعیت جغرافیایی بین ″۸ ′۳۹ °۴۸ تا ″۵۲ ′۵۷ °۴۸ طول شرقی و ″۲۱ ′۱۶ °۳۳ تا ″۰۰ ′۲۳ °۳۳ عرض شمالی واقع شده است. حداکثر ارتفاع حوضه ۳۲۸۷ متر و حداقل ارتفاع در خروجی حوضه ۲۱۲۱ متر از سطح دریا می‌باشد. به‌دلیل

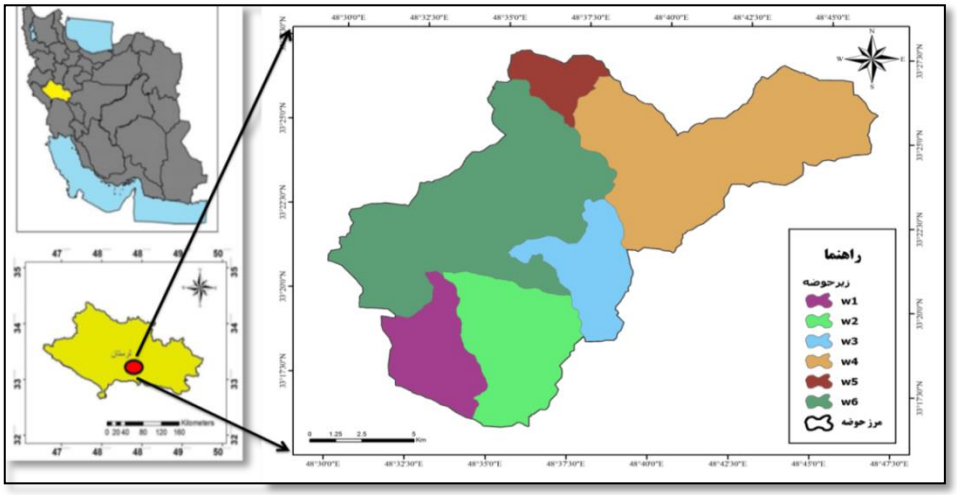
شرایط مناسب از قبیل دارا بودن کاربری‌های مختلف اراضی، وجود ایستگاه هیدرومتری در خروجی حوضه با اطلاعات و آمار چندین

ویژگی باران‌ساز مورد استفاده و اطلاعات بارندگی

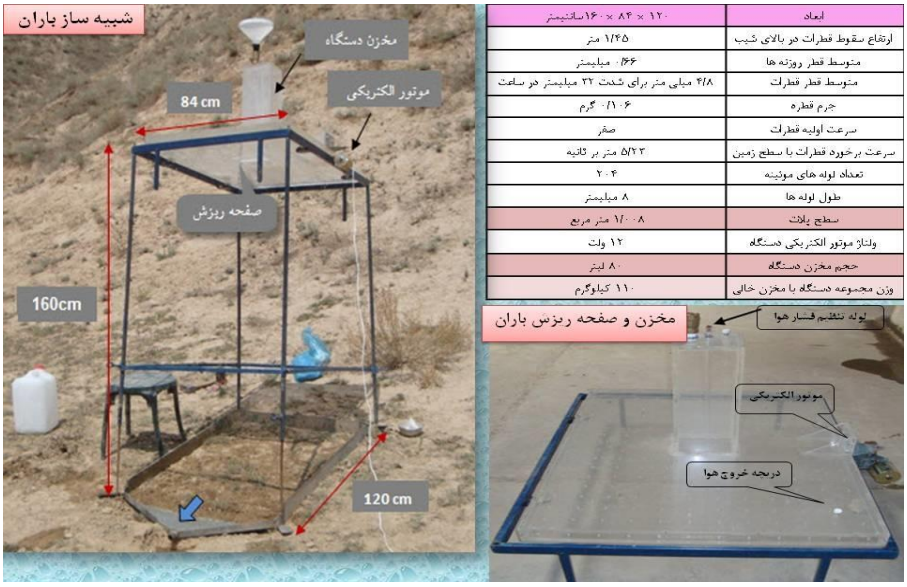
دستگاه شبیه‌ساز باران مورد استفاده در این پژوهش توسط پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری طراحی و ساخته شده است. این دستگاه از نوع باران‌ساز غیر فشاری قابل حمل از جنس پلکسی گلاس به ابعاد ۱۱۹×۸۳/۵ سانتی‌متر و به ارتفاع ۱/۶۰ متر می‌باشد و با پایه‌های قابل تنظیم فلزی قابلیت استقرار در شیب‌های مختلف را دارد (شکل۲). حجم مخزن آب ۴۹/۸ لیتر و ۲۰۴ عدد قطره چکان در قسمت آب‌پاش قادر به تولید بارش با شدت ۵ تا ۸۰ میلی‌متر در ساعت با زمان تداوم ۰/۵ تا ۳/۵ ساعت می‌باشد.

ساله و اطلاعات و آمار هواشناسی درازمدت در ایستگاه‌های مجاور حوضه، جهت انجام تحقیق انتخاب گردید.

به‌منظور دست‌یابی به مشخصات بارندگی منطقه مورد مطالعه، به‌دلیل این که این منطقه فاقد ایستگاه هواشناسی می‌باشد، لذا از داده‌های هواشناسی نزدیک‌ترین منطقه یعنی ایستگاه خرم‌آباد- چم انجیر استفاده گردید. با توجه به اطلاعات هواشناسی موجود، حداکثر شدت بارندگی ده ساله با تداوم سی دقیقه‌ای درحوضه آبخیر مورد مطالعه، ۳۶ میلی‌متر به‌دست آمد. انتخاب دوره برگشت ده ساله به این دلیل است که دوره ده ساله تقریباً متوسط شدت و مدت بارندگی دو تا صد ساله می‌باشد (Sheikh Rabiei, Feiznia and Peyrowan, 2011). دستگاه شبیه ساز باران پس از انتقال به محل آزمایش، براساس حداکثر شدت بارندگی سی دقیقه‌ای مذکور واسنجی و تنظیم شد.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی حوضه آبخیز کاکاشرف



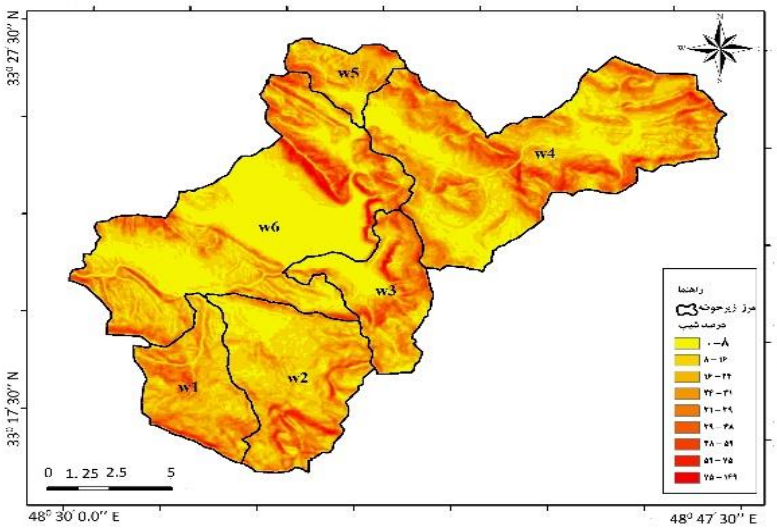
ابعاد	۱۲۰ × ۸۴ × ۱۶۰ سانتیمتر
ارتفاع سقوط قطرات در بالای شیب	۱/۴۵ متر
متوسط قطر روزنه ها	۰/۶۶ میلیمتر
متوسط قطر قطرات	۴/۸ میلی متر برای شدت ۳۲ میلیمتر در ساعت
جرم قطره	۰/۱۰۶ گرم
سرعت اولیه قطرات	صفر
سرعت برخورد قطرات با سطح زمین	۵/۲۳ متر بر ثانیه
تعداد لوله های مویینه	۲۰۴
طول لوله ها	۸ میلیمتر
سطح پلات	۱/۰۰۸ متر مربع
ولتاژ موتور الکتریکی دستگاه	۱۲ ولت
حجم مخزن دستگاه	۸۰ لیتر
وزن مجموعه دستگاه با مخزن خالی	۱۱۰ کیلوگرم

شکل ۲- نمایی از دستگاه شبیه‌ساز باران مورد استفاده

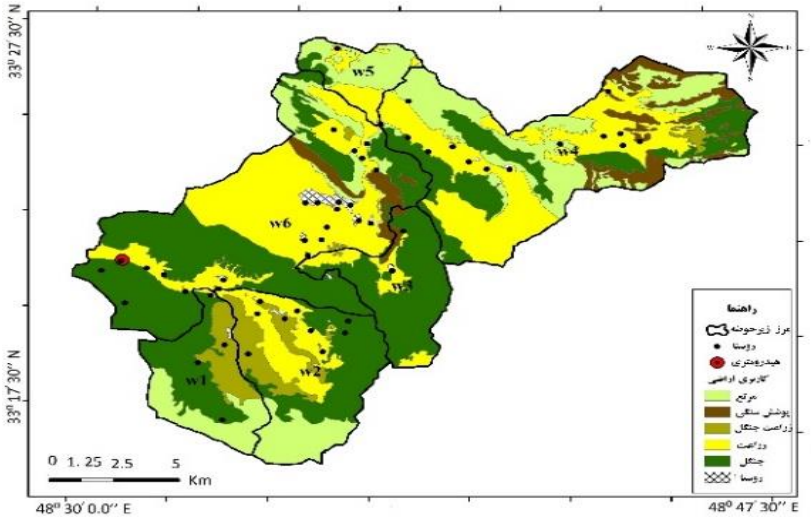
انتخاب محل آزمایش و برداشت نمونه‌های رواناب

به‌منظور انتخاب محل آزمایش، بعد از تهیه نقشه‌های واحدهای کاری، کاربری اراضی و کلاس‌های شیب حوضه مورد مطالعه، براساس شبکه آبراهه‌ای رده پنج، شش زیرحوضه با سه نوع کاربری جنگل، مرتع و زراعت انتخاب گردید (شکل۳). پوشش کاربری جنگل به‌دلیل غالب بودن درختان بلوط به جنگل بلوط زاگرس معروف می‌باشند و به‌طور محدود و پراکنده درختان بنه، زالزالک و گلابی وحشی دارد، درختان معمولا با تاج پوشش متوسط و ضعیف با پراکندگی زیاد بودند. غالب این کاربری به‌دلیل دسترسی آسان اهالی منطقه، معمولا مورد چرای مفرط دام‌ها و قطع درختان برای مصارف مختلف و سوخت قرار می‌گیرد و بعضاً به اراضی دیم کم بازده تبدیل شده و این پوشش جنگلی در معرض تخریب شدید و عموماً تخریب یافته تلقی می‌شود و در چند سال اخیر نیز بیماری زوال درختان بلوط و و پدیده نوظهور ریزگردها نیز روند این تخریب را تشدید نموده است.کاربری مرتع نیز به‌صورت پراکنده و محدود با پوشش گیاهی ضعیف و تخریب یافته که در معرض چرای مفرط دام‌ها قرار گرفته و بعضاً به اراضی دیم کم بازده تغییر کاربری داده شده است. کاربری زراعت نیز غالباً اراضی دیم می‌باشد که برای تولید گندم و جو مورد بهره برداری قرار می‌گیرند.

با توجه به این‌که ۷۵ درصد مساحت حوضه دارای شیب ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد هست، لذا عملیات شبیه‌سازی در سه شیب مذکور و در کاربری‌های مختلف جنگل، مرتع و زراعت در شش زیرحوضه انجام و نمونه‌برداری شد (شکل ۳ و۴). البته در زیرحوضه‌های شماره یک و دو، در کاربری مرتع به‌دلیل تغییر کاربری به اراضی دیم کم بازده و در زیر حوضه پنج در کاربری جنگل، به‌دلیل صعب العبور بودن و عدم دسترسی، امکان نمونه‌برداری فراهم نشد و زیرحوضه یک فاقد کاربری زراعی و زیرحوضه سه نیز فاقد کاربری مرتع می‌باشد و درمجموع طی ۹۳ مورد آزمایش شبیه‌ساز باران، مقدار رواناب اندازه‌گیری شد (جدول۱).



شکل ۳- نقشه شیب حوزه آبخیز کاکاشرف



شکل ٤- نقشه کاربری اراضی حوزه آبخیز کاکاشرف

جدول ۱- مشخصات زیرحوضه‌ها از نظر نوع کاربری، طبقات شیب، و تعداد کل عملیات شبیه‌ساز باران

زیر حوضه	جنگل	مرتع	زراعت	طبقات شیب
۱	۳	–	–	٪۱۰، ٪۲۰ و ٪۳۰
۲	۳	–	۳	٪۱۰، ٪۲۰ و ٪۳۰
۳	۳	–	۳	٪۱۰، ٪۲۰ و ٪۳۰
۴	۳	۳	۳	٪۱۰، ٪۲۰ و ٪۳۰
۵	–	۳	۳	٪۱۰، ٪۲۰ و ٪۳۰
۶	۳	۳	۳	٪۱۰، ٪۲۰ و ٪۳۰
کل حوضه	۱۵	۹	۱۵	٪۱۰، ٪۲۰ و ٪۳۰

جدول ۲- آماره‌های تلفات پتاسیم و فسفر در رواناب به تفکیک طبقات شیب و نوع کاربری اراضی

متغیر	کاربری	جنگل			مرتع			زراعت		
	شیب	۱۰درصد	۲۰درصد	۳۰درصد	۱۰درصد	۲۰درصد	۳۰درصد	۱۰درصد	۲۰درصد	۳۰درصد
فسفر (mg/kg)	میانگین	۰/۲۲	۰/۱۹	۰/۲۶	۰/۲۳	۰/۲۶	۰/۲۸	۰/۲۲	۰/۱۹	۰/۲۲
	واریانس	۰/۰۰۴۴	۰/۰۰۳	۰/۰۰۴	۰/۰۰۲	۰/۰۰۳	۰/۰۰۸	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲
	حداقل	۰/۱۴	۰/۱۵	۰/۲۱	۰/۲	۰/۲۳	۰/۲۱	۰/۱۹	۰/۱۴	۰/۱۹
	حداکثر	۰/۳	۰/۲۹	۰/۳۴	۰/۲۷	۰/۳۳	۰/۳۸	۰/۳	۰/۲۴	۰/۲۹
پتاسیم (mg/kg)	میانگین	۱۸/۶۴	۱۸/۶۴	۱۷/۸۶	۲۳/۱۹	۲۰/۵۹	۲۳/۱۹	۲۰/۳۹	۱۶/۸۹	۱۸/۸۴
	واریانس	۲۸/۰۱	۴/۷۴	۳/۰۳	۴/۱۱	۰/۹۴	۳۰/۷۰	۲۹/۶۲	۵/۴۱	۲۶/۷۸
	حداقل	۱۳/۷۷	۱۵/۷۲	۱۵/۷۲	۲۱/۵۶	۱۹/۶۱	۱۸/۶۴	۱۵/۷۲	۱۴/۷۴	۱۴/۷۴
	حداکثر	۲۶/۴۴	۲۱/۵۶	۱۹/۶۲	۲۵/۴۶	۲۱/۵۶	۲۹/۳۶	۲۹/۳۶	۲۰/۵۹	۲۴/۴۹

جدول ۳- میانگین حجم رواناب تولیدی در کاربری‌های مختلف

حجم رواناب (ml)	نوع کاربری
۱۶۸۵/۲۲	مرتع
۲۰۰۴/۷۸	جنگل
۴۸۰/۸۶	زراعت

پس از انجام تنظیمات، دستگاه شبیه‌ساز باران، شروع به ریزش آب از نازل‌ها نموده و به مدت سی دقیقه این کار انجام شد که به‌تدریج سطح خاک خیس شده و پس از مدتی رواناب جاری در ظرف انتهایی جمع‌آوری گردید. رواناب‌های جمع‌آوری شده در ظرف‌های دربسته به آزمایشگاه منتقل شد و با استفاده از قیف بوخنر، کاغذ صافی واتمن ۴۲ و پمپ خلاء، رسوبات از رواناب جدا و مقدار پتاسیم محلول در عصاره توسط دستگاه فلیم فتومتر (Thomas , 1982) و مقدار فسفر قابل جذب از روش اولسن و به وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه گیری گردید. (Olsen et al., 1954).

پس از جمع‌آوری و ثبت داده‌ها به‌منظور تجزیه و تحلیل آماری و رسم نمودارها به‌ترتیب از نرم افزارهای SAS و Excel استفاده شد. تجزیه واریانس یک‌طرفه و مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون دانکن در سطح یک درصد انجام گرفت. به‌دلیل عدم وجود همه کاربری‌ها، صعب‌العبور بودن و عدم دسترسی برخی زیرحوضه‌ها، امکان شبیه‌سازی در همه کاربری‌ها به‌صورت یکسان میسر نبود. بنابراین با توجه به اینکه تعداد نمونه‌ها در کاربری‌ها و زیرحوضه‌ها یکسان نیستند و همچنین امکان برداشت سه تکرار برای برخی از شیب‌ها نبود از طرح کاملا تصادفی چند مشاهده‌ای (RCD) استفاده گردید که در این طرح تیمار شیب در آزمون تجزیه واریانس به عنوان خطا در نظر گرفته شد. بنابراین بررسی اثر شیب و کاربری اراضی و همچنین اثر متقابل بین آن‌ها امکان پذیر نمی‌باشد و اثر آن‌ها به‌صورت جداگانه در بخش مقایسه میانگین ارائه گردید.

نتایج و بحث

نتایج آمار توصیفی غلظت فسفر و پتاسیم در رواناب به تفکیک کاربری اراضی در سه شیب ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد در جدول (۲) ارائه شده است. با توجه به نتایج مربوط به شبیه‌سازی باران، میانگین غلظت فسفر رواناب در سه کاربری جنگل، مرتع و زراعت به‌ترتیب ۰/۲۲، ۰/۲۶ و ۰/۲۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم و در سه شیب ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد ۰/۲۲، ۰/۲۱ و ۰/۲۵ به‌دست آمد.

مقدار پتاسیم رواناب در کاربری جنگل، مرتع و زراعت به‌ترتیب ۱۸/۳۸، ۲۲/۳۲ و ۱۸/۷۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم به‌دست آمد

همچنین در در سه شیب ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد به‌ترتیب ۲۰/۷۴، ۱۸/۷۱ و ۱۹/۹۶ میلی‌گرم‌بر کیلوگرم اندازه‌گیری گردید.

در جدول (۳) نتایج حجم رواناب تولیدی در کاربری‌های مختلف ارائه شده است. براساس نتایج به‌دست آمده بیشترین حجم رواناب تولید شده مربوط به کاربری جنگل بوده و کمترین مقدار رواناب در کاربری زراعت می‌باشد.

نتایج تحلیل واریانس کلی داده‌ها براساس طرح آشیانه‌ای تعیین شد. بعد از مشخص شدن تأثیرگذاری شیب و کاربری در مقادیر متغیرهای مورد مطالعه، نتایج و تفسیر آن‌ها به‌طور جداگانه در هر کاربری و شیب در این قسمت ارائه می‌شود.

بررسی اثر کاربری اراضی بر غلظت عناصر P و K رواناب

جدول (۵) نتایج تجزیه واریانس اثر کاربری برغلظت فسفر و پتاسیم در رواناب را نشان می‌دهد. اثر نوع کاربری بر غلظت فسفر در شیب‌های ۱۰ و ۲۰ درصد و پتاسیم در شیب ۳۰ درصد معنی‌دار نبود. ولی اثر کاربری بر هدررفت پتاسیم در شیب ۱۰درصد در سطح پنج درصد و در شیب ۲۰ درصد در سطح یک درصد معنی‌دار بود. هدررفت فسفر در کاربری مرتع ۱/۱۳ برابر جنگل و ۱/۲۳ برابر زارعت بود ولی تفاوت معنی‌داری بین کاربری مرتع، جنگل و زراعت وجود نداشت (شکل ۵).

فسفر عنصری غیرمتحرک می‌باشد و به‌طور عمده در بخش سطحی خاک قرار دارد که جابه‌جایی آن در لایه‌های خاک به وسیله عوامل خارجی از جمله شستشو غیرممکن بوده و به وسیله‌ی ذرات و کانی‌های معدنی و یا کلوییدهای آلی خاک جابه‌جا می‌شود (Abbasi et al., 2014). بنابر این مقدار محلول آن کمتر است و حدود ۷۵ درصد آن به‌صورت متصل به این ذرات حمل می‌گردد (Ide et al., 2008). بنابراین این احتمال وجود دارد که فسفر آزاد شده در رواناب در نتیجه تخریب خاکدانه‌ها جذب سطحی رس‌های موجود در رسوبات شده و توسط رسوبات از سطح مورد مطالعه خارج شود.

بیشتر بودن غلظت فسفر در رواناب کاربری مرتع نسبت به جنگل و زراعت را به عوامل مختلفی می توان ارتباط داد. چرای مفرط دام و پوشش گیاهی ضعیف مراتع مورد بررسی از جمله مشکلات مناطق مورد مطالعه می باشد که در طی انجام مطالعات صحرایی، مشاهده گردید. چرای مفرط در مراتع باعث کاهش پوشش گیاهی و متراکم شدن سطح خاک شده و سطح خاک را در معرض ضربهٔ قطرات باران قرار می دهد که در نتیجهٔ آن رواناب بیشتری تولید شده و خاک سطحی بیشتری هدر می‌رود. علاوه بر این، پاکوبی دام‌ها باعث از بین رفتن خاکدانه‌ها و تخریب ساختمان خاک می‌گردد که می‌تواند با تخریب خاکدانه‌ها، فسفر بیشتری را آزاد نماید.

در کاربری جنگل نیز به‌دلیل دسترسی آسان اهالی منطقه، عبور مکرر و مداوم دام‌ها و قطع درختان، سطح خاک جنگل متراکم و سفت شده و درنتیجه رواناب بیشتری تولید شد که همراه آن فسفر سطح خاک آزاد می‌گردد.

مقدار فسفر رواناب در اراضی زراعی ممکن است تحت تأثیر استفاده کود فسفر قرار گیرد. هم‌چنین به‌دلیل عملیات خاکورزی در اراضی زراعی تخلخل خاک بالا بوده و رواناب تولید شده به درون خاک نفوذ کرده و از هدررفت بیشتر فسفر جلوگیری به‌عمل می‌آید. همچنین کاه و کلش موجود در اراضی زراعی بعد از برداشت محصول نیز در میزان هدررفت عناصر نیز موثر بوده و باعث کاهش رهاسازی عناصر می‌شود.

با توجه به موارد ارائه شده میانگین هدررفت فسفر در سه کاربری مرتع، جنگل و زراعت از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند. پتاسیم در خاک از تحرک بیشتری نسبت به فسفر برخوردار است لذا همراه رواناب نیز می تواند حرکت کند. بیشترین هدررفت پتاسیم مربوط به کاربری مرتع بوده که نسبت به جنگل و زراعت حدود ۱/۲ واحد (میلی‌گرم بر کیلوگرم) بیشتر بود (شکل۶).

تغییرات غلظت پتاسیم در رواناب کاربری جنگل و زراعت تقریبا یکسان بود. به‌دلیل چرای مفرط در کاربری مرتع و متراکم شدن خاک در نتیجه عبور دام‌ها، مقدار رواناب بیشتر و هدررفت خاک شدیدتر ایجاد شد.

با توجه به نمودار مقایسه میانگین (شکل۶) اثر نوع کاربری تنها در شیب ۳۰ درصد معنی‌دار نشد. با افزایش شیب، مقدار رسوب بیشتری تولید شده (جدول۴) و بخش عمده‌ای از عناصر در رسوب جمع شده و از رواناب جدا می‌شوند درنتیجه مقدار عناصر از جمله پتاسیم در رواناب کاهش یافته و این تغییرات تقریبا در تمام کاربری‌ها یکسان بوده و این امر باعث شده که تفاوت معنی‌دار در مقدار پتاسیم مشاهده نشود.

Reeisian، Charkhabi و Nikooee Mehr (2010) گزارش دادند که مقدار تلفات خاک در مدیریت چرای شدید بیش از اراضی تحت زراعت دیم می‌باشد. دراین راستا Noor et al. (2010)، Roose et al. (2005) و Mihara et al. (2005) وجود مقادیر بالای عناصر غذایی را در رسوبات فرسایش یافته را گزارش کرده اند. Tajari et al. (2013) در پژوهشی به بررسی هدرفت فسفرآلی در منطقه توشان استان گلستان پرداختند. نتایج نشان داد که میزان هدررفت فسفر از کاربری جنگل به زراعت چهار برابر کاهش یافته است. به طور کلی مقاومت جنگل نسبت به مرتع در آزادسازی عناصر بیشتر است. همچنین مقدار رواناب تولیدی تنها عامل موثر در هدررفت عناصر نیست و خصوصیات خاک نیز از جمله مهمترین عامل در رهاسازی عناصر می‌باشد. پایداری خاکدانه‌ها به خصوصیاتی از جمله تخلخل، کربن آلی، رطوبت خاک و بافت بستگی دارد. (Niknahad Qarmakhar and Maramaei, 2011).

Abbasi et al. (2016) در بررسی هدررفت خاک در کاربری‌های مختلف گزارش کردند که بیشترین هدررفت فسفر در کاربری جنگل و درمرتبه بعدی مرتع و کمترین آن در کاربری

زراعت گندم می‌باشد. ایشان بیان کردند که در اراضی با کاربری مرتع گرچه عناصر غذایی از جمله فسفر به کمک ترشحات ریشه‌ای از فرم غیرقابل جذب به فرم قابل جذب تبدیل می‌گردد ولی به‌دلیل این‌که بقایای گیاهی مجدداً به خاک بر می‌گردد باعث افزایش میزان فسفر شده است.

Sadeghi، Sharifi Moghaddam و Gholami (2014) با بررسی اثر کاه و کلش برنج بر تولید رواناب سطحی و هدررفت خاک در کرت‌های کوچک به این نتیجه رسیدند وجود کاه و کلش در سطح خاک مانع از جداشدن خاکدانه‌های خاک از یک دیگر می‌شود، پس میزان فرسایش خاک به علت افزایش نفوذپذیری و کاهش انرژی شدت بارندگی و رواناب در جداسازی و تخریب خاک دانه‌های خاک، کاهش پیدا می‌کند و در نتیجه هدررفت عناصر کاهش می‌یابد.

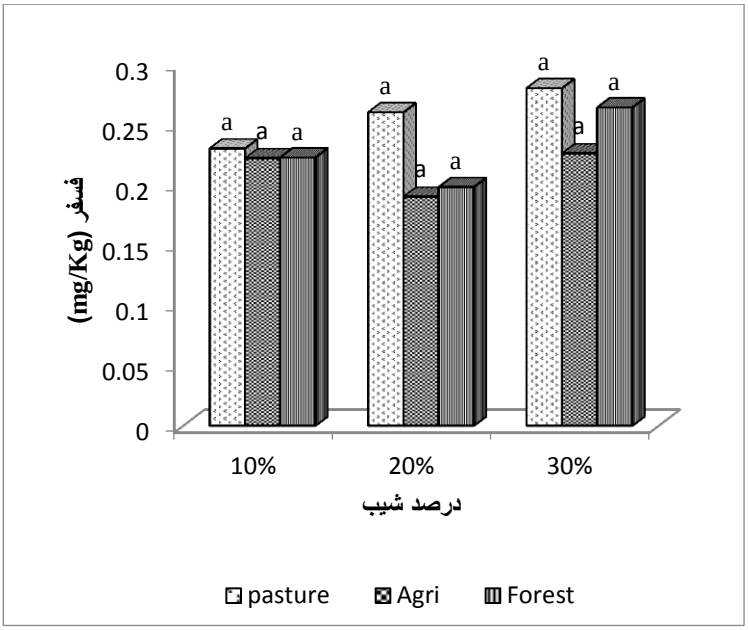
جدول٤- نتایج آمار میانگین رواناب رسوب تولید شده در شیب‌های مختلف

رواناب (ml)	مقدار رسوب (gr)	درصد شیب
۵۷۸/۷۷	۷/۴۹	٪۱۰
۱۴۰۱/۷۶	۲۳/۴۲	٪۲۰
۲۱۹۰/۳۳	۶۱/۰۶	٪۳۰

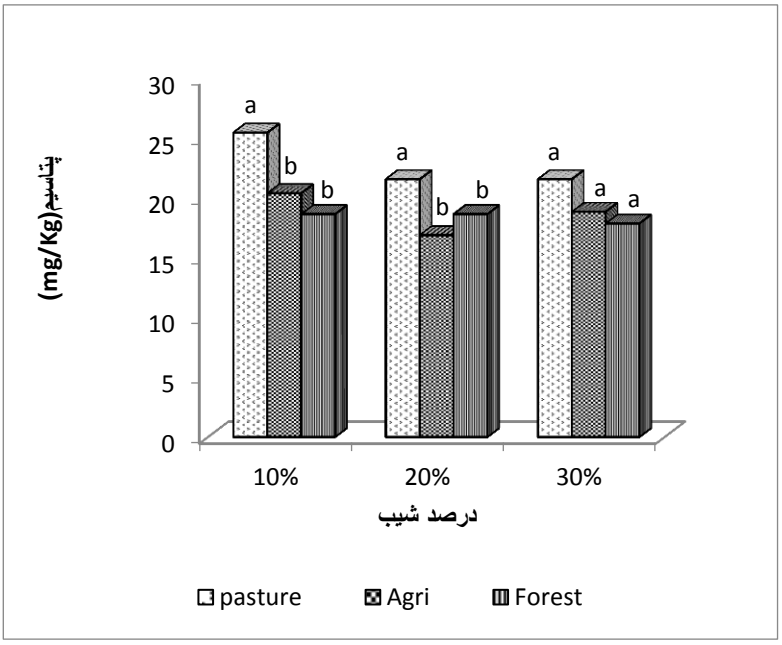
جدول۵- نتایج تجزیه واریانس اثر نوع کاربری بر هدررفت پتاسیم و فسفر در رواناب

منابع تغییر	شیب	۱۰درصد		۲۰درصد		۳۰درصد	
	DF	P	K	P	K	P	K
کاربری	۲	۰/۰۰۰۳^{ns}	۱/۸۹*	۰/۰۰۵^{ns}	۱۰/۳**	۰/۰۰۲^{ns}	۲۴/۱۳^{ns}
خطا	۶	۰/۰۰۰۵	۱/۷۸	۰/۰۰۱	۰/۷۲	۰/۰۰۲	۱۰/۹۰
کل	۸						

**، * و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح یک درصد، پنج درصد و غیرمعنی‌دار



شکل ۵- نمودار مقایسه میانگین اثر کاربری بر هدررفت فسفر



شکل ٦- نمودار مقایسه میانگین اثر کاربری بر هدررفت پتاسیم

جدول٦- نتایج تجزیه واریانس اثر شیب بر هدررفت پتاسیم و فسفر در رواناب

منابع تغییر	کاربری	مرتع		جنگل		زراعت	
	DF	P	K	P	K	P	K
شیب	۲	۰/۰۰۱۲^{ns}	۶/۷^{ns}	۰/۰۰۳۵**	۰/۵۸^{ns}	۰/۰۰۱۱*	۹/۲۴*
خطا	۶	۰/۰۲۵	۱۱/۹۲^{ns}	۰/۰۰۰۱	۰/۴۸	۰/۰۰۰۱	۱
کل	۸						

**، * و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح یک درصد، پنج درصد و غیرمعنی‌دار

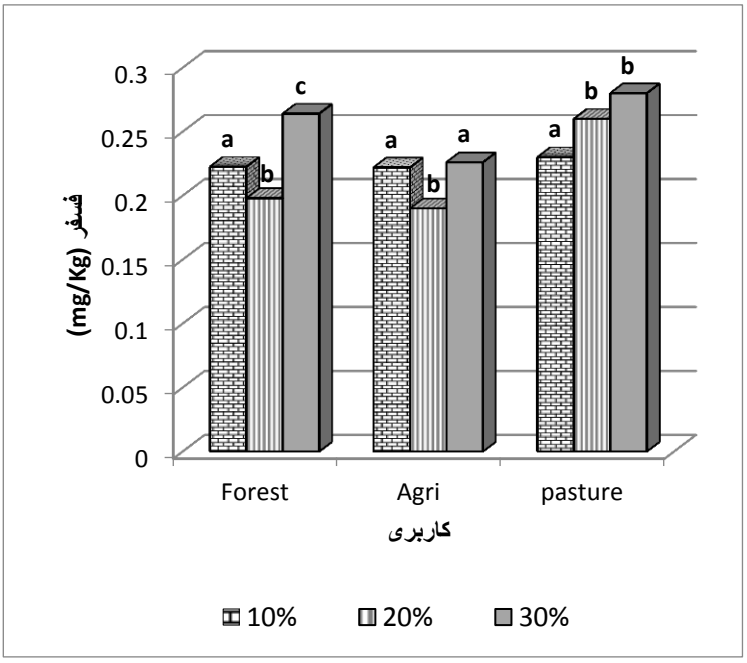
بررسی اثر شیب بر اتلاف عناصر P و K در رواناب

میزان تغییرات فسفر و پتاسیم برای هر کاربری در کلاس‌های مختلف شیب مورد بررسی قرار گرفت. نتایج تحلیل واریانس مقایسه غلظت فسفر و پتاسیم رواناب در طبقات مختلف شیب، در جدول (۶) ارایه شده است. با افزایش درصد شیب در کاربری‌های مختلف، مقدار فسفر به‌طور معنی‌دار افزایش یافت. در شیب‌های بالا به‌دلیل کاهش فرصت نفوذ آب به خاک، تولید رواناب و هدررفت فسفر به مراتب بالا بود. همچنین به‌دلیل تحرک کم فسفر، انتقال آن از شیب‌های زیاد به شیب‌های پایین کمتر است. این موضوع موجب شده که با افزایش درصد شیب، واریانس داده‌های هدررفت خاک نیز افزایش یابد. ولی تغییرات پتاسیم با افزایش شیب، روند کاهشی نشان داد و افزایش شیب موجب کاهش غلظت پتاسیم شد. پتاسیم به‌دلیل تحرک‌پذیری زیادتر از فسفر، از شیب‌های بالاتر شستشو و در شیب‌های پایین‌تر انباشته شده که این امر باعث کاهش غلظت پتاسیم در رواناب شیب‌های بالا می‌شود. بنابراین افزایش شیب می‌تواند موجب افزایش حجم رواناب و رقیق شدن غلظت پتاسیم در رواناب شود (Abbasi et al., 2014).

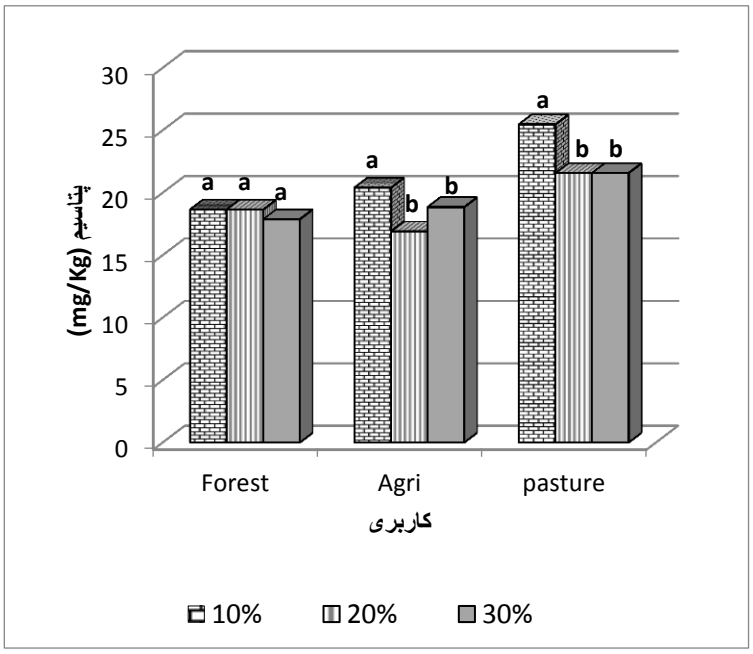
با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۶) و نمودار مقایسه میانگین (شکل ۷) مشاهده می‌شود که اثر شیب بر هدررفت فسفر جنگل در سطح ۱درصد و زراعت در سطح پنج درصد معنی‌دار بود ولی در کاربری مرتع معنی‌دار نشد. در کاربری مرتع به‌دلیل کم بودن پوشش گیاهی در اثر چرای دام و متراکم بودن خاک، تخریب شدید مراتع انجام شده و روند تغییرات فسفر در شیب‌های مختلف به‌دلیل شرایط مشابه، یکسان بوده و تغییر شیب اثر معنی‌داری بر غلظت فسفر نداشته است .

براساس نتایج تجزیه واریانس، غلظت پتاسیم با افزایش شیب تغییر معنی‌داری در کاربری‌های مرتع و جنگل نداشت. کاربری‌های جنگل و مرتع که در معرض چرای دام و تخریب هستند، مقدار رواناب بیشتری در آن‌ها تولید شده و از آن‌جایی که عنصر پتاسیم در خاک متحرک‌تر از فسفر است، لذا تغییرات پتاسیم با تغییر سطح شیب در این کاربری‌ها از نظر آماری معنی‌دار نبوده است. در کاربری زراعت به‌دلیل کشت و زرع و استفاده از کودها مقدار پتاسیم تحت تاثیر شیب قرار گرفته و با افزایش شیب به‌صورت معنی‌دار کاهش یافته است.

Navas (1993) ، Ekwue، Bharat و Samaroo (2009) در مطالعات خود به افزایش میزان هدررفت خاک با افزایش شیب اشاره نمودند. Ben-Hur و Assouline (2006) گزارش نمودند، هدررفت خاک بیش‌تر از رواناب تحت تأثیر شیب قرار دارد.



شکل ۷- نمودار مقایسه میانگین اثر شیب بر هدررفت فسفر



شکل ۸- نمودار مقایسه میانگین اثر شیب بر هدررفت پتاسیم

نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر به‌منظور بررسی تاثیر طبقات شیب و نوع کاربری اراضی بر هدررفت عناصر فسفر و پتاسیم در رواناب انجام شد. نتایج نشان داد که اثر نوع کاربری تأثیر معنی‌دار بر هدررفت فسفر در رواناب ندارد ولی اثر آن در شیب ۱۰ و ۲۰ درصد بر هدررفت پتاسیم معنی‌دار بود. همچنین بیشترین غلظت فسفر و پتاسیم در رواناب به‌ترتیب ۰/۲۶ و ۲۲/۳۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم مربوط به کاربری مرتع و کمترین هدررفت در کاربری زراعت مشاهده گردید.

نتایج مربوط به اثر شیب بر هدررفت عناصر نشان داد که تغییرات غلظت فسفر در کاربری مرتع تحت تاثیر شیب نبوده و در کاربری جنگل و زراعت به‌ترتیب در سطح یک و پنج درصد معنی‌دار بود. تغییرات پتاسیم تنها در کاربری زراعت متاثر از درصد شیب بوده و در سطح پنج درصد معنی‌دار شد.

غلظت فسفر رواناب با افزایش شیب به‌طور معنی‌دار افزایش یافت ولی غلظت پتاسیم در شیب‌های بالا روند کاهشی نشان داد. با توجه به نتایج به‌دست آمده می‌توان چنین گفت که واکنش فسفر و پتاسیم به نوع کاربری اراضی و شیب دامنه بسته به خواص آن‌ها متفاوت بوده و در شرایط یکسان نتایج متفاوتی نشان می‌دهند. بنابراین به‌منظور حفاظت و مدیریت حوضه‌ها باید تمام عوامل موثر بر هدررفت عناصر مورد مطالعه قرار گیرد و از آن‌جایی که بیشترین هدررفت مربوط به کاربری مرتع بوده، لذا باید در اولویت برنامه‌های مدیریتی قرار گیرد. در نتیجه لازم است به‌منظور کاهش هدررفت عناصر و تولید رواناب در این کاربری از چرای مفرط دام‌ها جلوگیری شود تا از تخریب مرتع و فشردگی خاک سطحی کاسته شده و با روش‌های مختلف مرتع‌کاری و مرتع‌داری ضمن احیاء مراتع، از تشدید رواناب و فرسایش و در نتیجه تلفات عناصر غذایی خاک سطحی نیز جلوگیری شود.

منابع

1- Abbasi, K., Neishabouri, M., Ustan, Sh., and, Ahmadi, A., 2014. Effects of Hydromalch and Polyacrylamide on runoff, sediment yield and K and P, N elements loss in laboratory conditions. *Journal of Water and Soil Science*, 24 (4): 247-259 (In Persian).

2- Abbasi, M., Najafinejad, A., Bardi Sheikh, W., and Azim Mohseni. M., 2016. Runoff changes, soil and nutrient elements losses in different vegetation habitats in Loess lands (Case study: Kechik watershed of Golestan province). *Water and Soil Conservation Research Journal*, 2 (3): 91-109. (In Persian).

3- Assouline, S., and Ben-Hur. M., 2006. Effects of rainfall intensity and slope gradient on the dynamics of interrill erosion during soil surface sealing. *Catena.66:* 211-220.

4- Conant, R.T., Six, J. and Paustian, K., 2003. Land use effects on soil carbon fractions in the southeastern United States. I. Management-intensive versus extensive grazing. *Biology and Fertility of Soils*, *38*(6), pp.386-392.

5- Ekwu, E. I. and Harrilal. A., 2010. Effect of soil type, peat, slope, compaction effort and their interactions on infiltration, runoff and raindrop erosion of some Trinidadian soils. *Biosystems Engineering, 105(1),* 112-118.

6- Ekwue, E.I., Bharat, C. and Samaroo, K., 2009. Effect of soil type, peat and farmyard manure addition, slope and their interactions on wash erosion by overland flow of some Trinidadian soils. *Biosystems engineering*, *102*(2), pp.236-243.

7- Emadi, M., Baghernejad, M, Fathi, H. and Saffari, M., 2008. Effect of Land Use Change on Selected Soil Physical and Chemical Properties in North Highlands of Iran. *Journal of Applied Sciences, 8(3)*: 496-502.

8- Farokhzadeh, B., Ildemi, A., Ataeean, B., and Noroozi. M., 2015. Evaluation of Land Use Effect on Suspended Load, Using SWAT Model (Case Study: Yalfan Watershed, Hamadan Province), *Journal of Environmental Erosion Research, 3 (19):* 28-46.

9- Fu, B.J., Meng, Q.H. Qiu, Y. Zhao, W.W. Zhang, Q.J. and Davidson. D.A., 2004. Effects of Land use on Soil Erosion and Nitrogen Loss in the Hilly area of the Loess Plateau, China. *Land Degradation & Development 15:* 87-96.

10- Ghorbani Qohfarrokhi, N., Reeisi, F., and Ghorbani. Sh., 2013. Effect of grazing on the distribution of organic carbon, total nitrogen and mineralization of carbon on various components of soil particle in rangelands with a history of cultivation. *Journal of Water and Soil Science, 23 (1)*: 209-222.

11- Ide, J.I., Haga, H., Chiwa, M. and Otsuki, K., 2008. Effects of antecedent rain history on particulate phosphorus loss from a small forested watershed of Japanese cypress (Chamaecyparis obtusa). *Journal of Hydrology.* 352: 322– 335.

12- Kauffman J.B., Sanford R.L. Cummings D.L. Salcedo I.H. and Sampaio. E.V., 1993. Biomass and nutrient dynamics associated with slash fires in neotropical dry forests. *Journal of Ecology, 74 (1)*: 140-151.

13- Kuhlman, T., Reinhard, S., and Gaaff. A., 2010. Estimating the costs and benefits of soil conservation in Europe. *Land Use Policy, 27*: 22-32.

14- Lal, R. 1999. Soil quality and food security: the global perspective. In: Lal, R. (Ed.), Soil Quality and Soil Erosion. *Soil and Water Conservation Society and CRC Press, Boca Raton*.

15- Mahtab, F.U. and Karim. Z., 1992. Population and agricultural land use: towards a sustainable food production system in Bangladesh. *Ambio, 21*:50-55.

16- Marcos, H.C. Aurelie, B. and Jeffrey, A. C., 2003. Effects of large-scale changes in land cover on the discharge of the Rocantins River, Southeastern Amazonia. *Journal of Hydrology, 283*: 206-217.

17- Mihara, M., N. Yamamoto and Ueno, T., 2005. Application of USLE for the prediction of nutrient losses in soil erosion processes. *Paddy Water Environ. (3)*:111–119.

18- Navas, N. 1993. Soil losses under simulated rainfall in semi-arid shrublands of the Ebro Valley, *Spain. Soil Use and Manage. 9 (4)*:152-156.

19- Niknahad Qarmakhar, H., and Maramaei, M., 2011. Study of the Effects of Land Use Change on Soil Properties (Case Study: Kichik Watershed). *Journal of Soil Management and Sustainable Production, 1 (2)*: 81-96.

20- Noor, H., Mirnia, S.KH. Fazli, S., Reeisi, M.B., and Vafakhah, M., 2010. Application of MUSLE for the Prediction of phosphorus losses. *Water Science and Technology, 62(4)*: 809- 815.

21- Olsen, S. R., Cole, C., Watanabe, F. S., and Deam, L. A., 1954. Estimation of available phosphorous in soils by extraction with Sodium bicarbonate. *USDA.*

22- Peng, T., and Wang, S., 2012. Effects of land use, land cover and rainfall regimes on the surface runoff cover and rainfall regimes on the surface runoff, *Catena, 90*: 53–62.

23- Perez-Latorre. FJ. Castro, LD. and Delgado, A., 2010. A comparison of two variable intensity rainfall simulators for runoff studies. *Soil and Till Res 107*: 11-16.

24- Richardson, C. and King, K.W., 1996. Erosion and nutrient losses from zero tillage on a clay soil, *journal of Agriculture Engineering Research, 61*: 81-86.

25- Roghani, M., Mahdavi, M. and Ghafouri, A., 2003. Introduction of a method in recognition of effective places in peak flood levels for planning control and reduce flood damage in the watersheds of the country, case study: Rudak basin, *Journal of Research and Construction*.

26- Roose, E.R., Lal, R., Feller, C., Barthes, B., and Stewart, B.A., 2005. Soil erosion and carbon dynamic: conclusion and perspectives. *CRC press, Boca Raton, USA*. 331-339.

27- Reeisi, F., Mohammadi, J., and, Asadi, A., 2005. Effect of long-term graze on the dynamics of litter carbon in the green meadow ecosystem of Chaharmahal and Bakhtiari province. *Journal of Agricultural Science and Technology, 3*: 81-92.

28- Reeisian, R., Charkhabi, A.H., and Nikooee Mehr., M., 2010. Comparison of soil losses under intensive grazing management and rainfed cultivation in the northern Karoon, Gorgak watershed. *Journal of Engineering and Watershed Management, 3 (2)*: 113-123.

29- Sadeghi, S.H., Sharifi Moghaddam, A., and Gholami., l., 2014. The effect of rice straw on the production of surface runoff and soil loss in small plots. *Journal of Water and Soil Conservation, 3 (4)*: 73-83.

30- Shinjo, H., Hirata, M., Konga, N., and Kosak, T., 2002. Evaluation of water erosion risk and recommendation for sustainable land use northeastern Syria. *17th World Congress of Soil Science*, Thailand, Paper No. 1175.

31-Sheikh Rabiei, M., Feiznia, S., and Peyrowan, H. R., 2011. Estimation of runoff and soil losses in work units of Hiv watershed basin, Comparison of the Rainfall simulator scale. *Journal of Earth Sciences, 20 (80)*: 60-57.

32- Tajari, S., Barani, M., Khormali, F., and Kiani. F., 2013. The effect of land use changes on soil in organic phosphorus in loess area in Toshan, Golestan province. *J. Water Soil. 29(2)*: 453-465.

33- Telles, T.S., Falci Dechen, C., Souza, S., Antonio, G., Souza, D., and Guimarães, L., 2013. Valuation and assessment of soil erosion costs.*Sci. Agric, 70(3)*: 209-216.

34- Terranova, O., Antronico, R. Coscarelli, R. and laquinta, P., 2009. Soil erosion risk scenarios in the Mediterranean environment using RUSLE and GIS: an application model for Calabria (Southern Italy). *Geomorphology, 112*: 228-254.

35- Thomas GW, 1982. Exchangeable cations. Pp. 159-165. In: Page AL (ed.). Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties, 2nd ed. ASA and SSSA, *Madison, WI, USA.*

36- Troeh Frederick R., Arthur Hobbs, J., Donahue, Roy L. 2003. Soil and water conservation for productivity and environment protection, (4th Edition), Prentice Hall, 672 pages

37- Wolancho, L.W.2012.Watershed management: An option to station dam and reservoir function in Ethiopia. *Environmental Science and Technology, 5*: 262–273.

38- Zhang, H., El Kateb, H., Zhang, P., and Mosandl, R., 2013. Soil erosion and surface runoff on different vegetation covers and slope gradients: A field experiment in Southern Shaanxi Province China. *Catena. 105*: 1–10.

Shahid Chamran University of Ahvaz

Irrigation Sciences and Engineering **Vol. 41, No. 1, Spring 2018, p. 195-209**

EXTENDED ABSTRACT

The Effect of Land use Type and Slope Degree on Phosphorous and Potassium Losses in Runoff Using Rainfall Simulators (Case Study: Kakasharaf Watershed Basin, Lorestan)

K. Behrahi[1], Gh. A. Sayyad[2], A. Landi[3 *] and H. Reza Peyrowan[4]

1. Ph.D Student, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.
2. Associate Professor, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.
3* .Professor, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.*(foahmad@yahoo.com)*
4. Associate Professor of Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Soil Conservation and Watershed Management Institute, Iran.

Received:4 March 2017 Accepted:7 June 2017

Keywords: Soil loss, Phosphorus, Potassium, Forest, Pasture, Agriculture.

Introduction

Water erosion causes serious damage to all natural ecosystems, including the soil and nutrients loss (Collman et al., 2010). Nutrients loss and soil fertility reduction are the most important effects of soil erosion, which increase the fertility of soils in downward of the basin and cause contamination of surface and underground water (Telles et al., 2013). Soil loss is a serious problem in developing countries and has been a source of concern (Wolancho, 2012). Phosphorus and potassium are important elements in agricultural products. Each of the mentioned elements has especial behavior in transferring by runoff. Potassium is very mobile in comparison with phosphorus, so it is easily displaced by water from the runoff process. Despite numerous studies done in the world regarding the loss of elements in runoff and sediment, there is no accurate information in this regard in Iran. In Lorestan Province, due to the lack of attention to land suitability in land uses, basins are severely subject to erosion and soil degradation. Therefore, the present study was conducted to investigate the effects of slope and type of land use on the loss of potassium and phosphorus in runoff in Kakasharaf Basin in Lorestan province.

Materials and methods

The present study was conducted in the Kakasharaf watershed, in southeast of Khorramabad, with an area of 24570 hectares in Lorestan province. This basin is one of the catchment basins of Khorramabad as one of the Karkheh watershed basin in Lorestan province. The rainfall simulator used in this research was designed and constructed by the Soil Conservation and Watershed Management Institute. This device is a portable non-pressurized piston gun with dimensions of 119.5 × 83 cm and a height of 1.60 meters. It can be fitted with adjustable metal fasteners on different slopes. The volume of water tank is 49.8 liters and there are 204 drops in the sprinkler section which can produce rainfall of 5 to 80 mm/h with a continuous time of 0.5 to 3.5 hours. The loss of nutrients and soil fertility reduction are considered the most important

impacts of soil degradation. Therefore, it is necessary to examine the factors affecting it in different basins. The watershed of Kakasharaf in Lorestan province is one of the basins which is subject to destruction. In this basin, the effects of land use (pasture, forest and agriculture) and slope classes (10, 20 and 30 percent) on phosphorus and potassium losses in runoff were investigated by a rainfall simulator. 93 rainfall events with an intensity of 36 mm / h and a duration of 30 minutes duration were done Then the amount of losses of phosphorus and potassium elements caused by each precipitation were measured in three land uses as well as three slope classes. The collected runoff was transferred to the laboratory using a Buchner funnel, a Whatman filter paper No. 42 and a vacuum pump. After separating the sediments separated from the runoff, the amount of potassium dissolved in the extract was measured by a flame photometer. The amount of absorbed phosphorus was aslo measured via the Olsen method and by the spectrophotometer (Olsen et al., 1954). After collecting and recording the data, SAS and Excel software were used for the statistical analysis and plotting. One-way analysis of variance and comparison of means were done based on Duncan test at 1% level.

Results and Discussion

The descriptive statistics of phosphorus and potassium concentrations in the runoff are presented in Table (1) showing the land use in the three slopes of 10, 20 and 30 percent.

Table 1- Potassium and phosphorus losses in runoff by gradient and type of land use Variable forestry pasture farming

Agriculture			pasture			Forest			Landuse	Variable
30%	20%	10%	30%	20%	10%	30%	20%	10%	Slope	
۰/۲۲	۰/۱۹	۰/۲۲	۰/۲۸	۰/۲۶	۰/۲۳	۰/۲۶	۰/۱۹	۰/۲۲	Mean	
۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۸	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲	۰/۰۰۴	۰/۰۰۳	۰/۰۰۴۴	Variance	P
۰/۱۹	۰/۱۴	۰/۱۹	۰/۲۱	۰/۲۳	۰/۲	۰/۲۱	۰/۱۵	۰/۱۴	min	)mg/kg(
۰/۲۹	۰/۲۴	۰/۳	۰/۳۸	۰/۳۳	۰/۲۷	۰/۳۴	۰/۲۹	۰/۳	max	
۱۸/۸۴	۱۶/۸۹	۲۰/۳۹	۲۳/۱۹	۲۰/۵۹	۲۳/۱۹	۱۷/۸۶	۱۸/۶۴	۱۸/۶۴	Mean	
۲۶/۷۸	۵/۴۱	۲۹/۶۲	۳۰/۷۰	۰/۹۴	۴/۱۱	۳/۰۳	۴/۷۴	۲۸/۰۱	Variance	K
۱۴/۷۴	۱۴/۷۴	۱۵/۷۲	۱۸/۶۴	۱۹/۶۱	۲۱/۵۶	۱۵/۷۲	۱۵/۷۲	۱۳/۷۷	min	)mg/kg(
۲۴/۴۹	۲۰/۵۹	۲۹/۳۶	۲۹/۳۶	۲۱/۵۶	۲۵/۴۶	۱۹/۶۲	۲۱/۵۶	۲۶/۴۴	max	

The results showed that the average P concentration in forest, pasture and agriculture were 0.22, 0.26 and 0.21 (mg/kg), respectively, and that they were 0.22, 0.21 and 0.25 mg/kg in the three studied gradients, respectively. Also, the amount of K in forest, pasture and agriculture were 18.38, 22.32 and 18.71, and in the three slopes of 10, 20 and 30 percent, they were 20.74, 18.71 and 19.96 mg/kg, respectively. Analysis of variance of effects of land use on the removal of phosphorus and potassium showed that P in 10% and 20% slopes and K in 30% slope were not significant. However, the effects of land use on the amount of K in the gradient of 10% at 5% level and in the gradient of 20% was significant at 1% level (Table 2).

Table 2 - Results of analysis of variance of land use effects on potassium and phosphorus losses in runoff

30%		20%		10%		Slope	Change
K	P	K	P	K	P	DF	Resources
^{ns}۲۴/۱۳	^{ns}۰/۰۰۲	**۱۰/۳	^{ns}۰/۰۰۵	۱/۸۹*	^{ns}۰/۰۰۰۳	۲	Land use
۱۰/۹۰	۰/۰۰۲	۰/۷۲	۰/۰۰۱	۱/۷۸	۰/۰۰۰۵	۶	Error
						۸	Total

**, *, and ns are significant at a level of 1%, 5% and non-significant

Moreover, the slope effect on phosphorus losses was significant in the forest at 1% level and in agriculture at 5% level, but it was not significant in pasture land use. The results showed that the effect of slope on potassium concentration in pasture and forest land uses was not significant; it was significant only in the agriculture land use. Along with increasing slopes, the phosphorus concentration increased and the potassium concentration decreased.

Conclusion

Phosphorus is a non-mobile element and mainly concentrate in the surface of soil and its displacement in soil layers by external factors such as washing is impossible and mainly translate by Organic and colloid particles of soil (Abbasi et al., 2016). Therefore, the amount of P soluble is low and about 75% of P translate by soil particles. (Ide et al., 2008). The higher concentrations of phosphorus in the runoff of pasture use can be attributed to different factors than forest and agriculture. Excessive grazing of livestock and poor vegetation in the studied ranges are among the problems of studied areas that were observed during field studies. Potassium in soil has more mobility than phosphorus so it can move along runoff. The highest potassium loss showed in pasture land use, which was more than 1.2 units (mg / kg) compared to forests and agriculture. Based on the results of analysis of variance, potassium concentration did not change significantly with increasing gradient in pasture and forest use. The forest and pasture land use, which are subject to grazing and degradation, produce more runoff and, since potassium is more mobile than phosphorus in soil, changes in the potassium by changing the gradient in this land use was not statistically significant. In the use of agriculture due to cultivation and use of fertilizers, the amount of potassium is affected by the slope and decreased with increasing gradient significantly.

References

1- Abbasi, M., Najafinejhad A., Bardisheikh, V., and M., Azim Mohseni, 2016. Runoff, Soil and nutrient loss in different Plants in Loess Lands (Case Study: Kachik Watershed, Golestan Province). Water and Soil Conservation Research Journal, 2 (3): 91-109.

2- Ide, J.I., Haga, H. Chiwa, M. and K. Otsuki. 2008. Effects of antecedent rain history on particulate phosphorus loss from a small forested watershed of Japanese cypress (Chamaecyparis obtusa). Journal of Hydrology. 352: 322– 335.