

## تغییرات هدررفت خاک با استفاده از اصلاح کننده کود دامی

لیلا غلامی<sup>۱\*</sup>، سیدحمیدرضا صادقی<sup>۲</sup>، مهدی همایی<sup>۳</sup>

۱- استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، مازندران، ایران.

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

۳- استاد، گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

آدرس پست الکترونیکی نویسنده رابط (gholami.leily@yahoo.com)

### چکیده

هدررفت خاک یکی از زبده‌های مشکل‌ساز بشری است. با افزایش جمعیت در قرن اخیر و بهره‌برداری‌های بیش از حد و نامنظم آن را به یک مشکل بحرانی تبدیل کرده است. برای کاهش هدررفت خاک استفاده از اصلاح‌کننده‌های خاک روشی موثر و کارا می‌باشد. تحقیق حاضر به منظور بررسی اثر کود گوسفندی به عنوان یک تیمار حفاظتی در غلظت رسوب و هدررفت خاک در خاک‌های شنی-لومی مراتع ییلاقی البرز در شمال ایران تحت شرایط آزمایشگاهی بررسی شد. آزمایش‌ها با استفاده از کود دامی در مقدار ۰/۳ کیلوگرم در مترمربع برای شدت‌های باران شبیه‌سازی شده با مقادیر ۳۰، ۵۰، ۷۰ و ۹۰ میلی‌متر بر ساعت و شیب ۳۰ درصد انجام شده است. نتایج نشان داد که کود دامی می‌تواند تاثیر معنی‌داری در کاهش غلظت رسوب و هدررفت خاک داشته باشد. بیشترین و کمترین تاثیر تیمار حفاظتی کود دامی بر مقادیر غلظت رسوب و هدررفت خاک در شدت‌های به-ترتیب ۹۰ و ۳۰ میلی‌متر بر ساعت اتفاق افتاد.

**کلمات کلیدی:** افزودنی خاک، تثبیت‌کننده خاک، غلظت رسوب، مراتع البرز، هدررفت خاک

### الف- مقدمه

مالچ‌ها<sup>۱</sup> یا خاک‌پوش‌ها پتانسیل زیادی برای مهار روان‌آب و فرسایش دارند (Morgan 1986). پوشش گیاهی مثلاً گراس‌ها و بوته-بوته‌ها می‌تواند برای بازسازی مناطق تخریب یافته یا برای محافظت دامنه‌های لخت به تازگی ساخته شده و در طولانی‌مدت استفاده شوند (Cerdà 1999; Adekalu et al. 2007) اما در طول مراحل بحرانی استقرار گیاه، مالچ‌های آلی می‌توانند برای کاهش روان‌آب و در نهایت حفاظت فوری سطح خاک بر علیه نیروهای فرساینده باران و روان‌آب استفاده شوند (Smets et al.

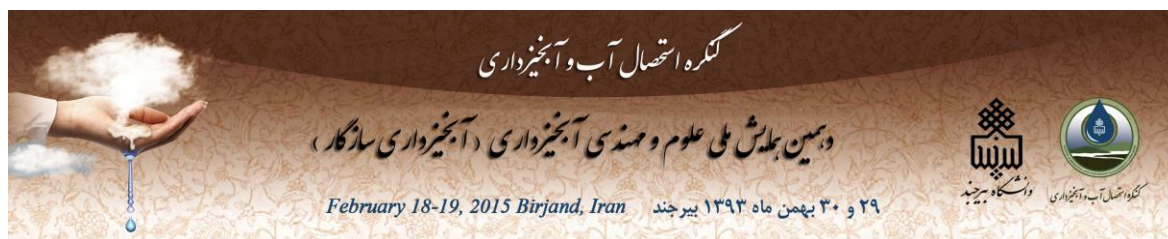
<sup>1</sup>Mulch



(2008). لذا استفاده از مواد تثبیت کننده و یا اصلاح کننده خاک یکی از راه حل های اجتناب ناپذیر حفاظت خاک تلقی می شود. در همین راستا استفاده از انواع خاک پوش ها (مالچ)، مواد آلی، کود دامی، حصیرهای مهار فرسایش و حتی روش های مختلف زیست مهندسی<sup>۳</sup> پیشنهاد شده است (Schiechl et al. 1980; Hann & Morgan 2006; Smets et al. 2007) که تثبیت هیدرژنولوژیکی خاک را به دنبال داشته است. اصولاً اصلاح کننده ها به دو دسته آلی و غیر آلی تقسیم شده و باعث اصلاح و پایداری ساختمان خاک می شوند. اصلاح کننده های آلی از بقایایی موجودات زنده می باشند و شامل خزه های تورب زار، تراشه های چوب، قطعات ریز شده چمن، کاه و کلش، کمپوست، کود حیوانی، خاک های آلی، خاک اره و خاکستر چوب هستند. اصلاح کننده های غیر آلی از زمین استخراج شده و یا ساخته شده دست بشرند و شامل رس ورمی کولایت، پلیمر، پرلیت، گچ، تکه های تیر و ماسه می باشند (Rouppet & Calif 2003). تاثیر مالچ ها در کاهش روان آب و هدررفت خاک به عوامل زیادی از جمله فرساینده گی باران، نوع و شرایط خاک، تندی و طول شیب، مقدار و نوع مالچ کاربردی بستگی دارد (Cogo et al. 1984). Mitchell & Gunther (1976). در مقیاس کرت های آزمایشگاهی به مطالعه اثر کود مایع خوکی بر هدررفت خاک پرداختند. نتایج ایشان نشان داد که مقادیر هدررفت خاک توسط کود کاهش یافت (Gilley & Eghball 1998). Giddens & Barnett (1980) نیز اثر کود دامی بر هدررفت خاک با استفاده از باران شبیه سازی شده در مقیاس کرت در امریکا و در خاک سیلتی لومی را مطالعه کردند. ایشان نشان دادند که هدررفت خاک به طور قابل توجهی کاهش داشته است. Ginting et al. (1998) به ارزیابی اثر کود جامد گاو بر هدررفت خاک در مقیاس کرت، شیب ۱۲ درصد و با ذرت شخم زده و کشت شده برای منطقه Morris Minnesota از سال ۱۹۹۲ تا سال ۱۹۹۴ را بررسی کردند. نتایج آن ها نشان داد که کود، توانست رسوب را تا ۶۷ درصد کاهش دهد. هم چنین Gilley & Risse (2000) تاثیر کود با مقادیر ۱۱ تا ۴۵ تن بر هکتار بر هدررفت خاک برای ۱۰ ایستگاه آزمایشگاهی حفاظتی امریکا و در مقیاس کرت را بررسی نمودند. در مقایسه با تیمار شاهد، کود توانست هدررفت خاک را از ۱۵ تا ۶۵ درصد کاهش دهد. Gossin et al. (2003) کاربرد کود دامی بر هدررفت خاک در ۲۱ کرت ۰/۱ هکتاری مستقر در شرایط طبیعی منطقه Nebraska برای شیب ۶/۲ درصد و در سه تکرار را بررسی نمودند. در اثر کاربرد این تیمار غلظت رسوب در سطح تیمارهای کاربردی زیاد بود اما حجم رواناب کاهش یافته رسوب کل را کاهش داد. Daverede et al. (2004) به مطالعه اثر مایع کود خوکی بر کرت های شاهد و شخم زده در Monmouth و Illinois پرداختند. مقدار هدررفت خاک نیز در مقدار کم و زیاد کود، به ترتیب ۳۴ و ۵۶ درصد کم تر از کرت شخم زده

<sup>2</sup>Soil Conditioners / Amendments

<sup>3</sup>Bioengineering



شده بود. (Martinez et al. (2004) اثرات کود گاوی با مقادیر ۰/۳ تا ۰/۵ تن بر هکتار در ترکیب با لایه ۳۰ سانتی متری خاک هدررفت خاک، برای کرت‌های فرسایش یافته و فرسایش نیافته و با باران شبیه سازی شده ۸۰ میلی متر بر ساعت در اسپانیا را بررسی نمودند. نتایج ایشان نشان داد که غلظت رسوب برای کرت‌های فرسایش یافته و نیافته کاهش داشت. Ramos & Martı́nez-Casasnovas (2006) اثرات کود گاوی به مقدار ۰/۳ تا ۰/۵ تن بر هکتار در دو کرت و سه تکرار روی هدررفت خاک، با استفاده از باران شبیه سازی شده و هم چنین در شرایط صحرائی تحت باران طبیعی در اسپانیا را بررسی کردند. نتایج ایشان نشان داد که غلظت رسوب کاهش یافت. (Rees et al. (2011 اثر کود مرغی بر هدررفت خاک در شمال غرب New Brunswick، توسط ۷ کرت، شاهد، ۰/۴ تن بر هکتار کود تازه، قبل از کاشت و قبل از برداشت در شیب ۱۱ درصد، شاهد قبل از کاشت و قبل از برداشت در شیب ۸ درصد را ارزیابی نمودند. در ماه می تا اکتبر در قبل از کاشت و برداشت برای شیب ۱۱ درصد هدررفت خاک به طور معنی داری کاهش قابل توجهی داشته است. (Rohith et al. (2012 اثر پوشش گیاهی به همراه کود دامی بر هدررفت خاک در مقیاس کرت با دو کرت با پوشش پراکنده، دو کرت با پوشش متراکم و دو کرت شاهد با باران شبیه سازی شده را مقایسه کردند. آن‌ها بیشترین غلظت رسوب را در کرت‌هایی با پوشش پراکنده در حدود ۱۷ برابر کرت‌های با پوشش متراکم مشاهده نمودند. استفاده از اصلاح کننده‌های خاک به سبب عدم پیامدهای سوء زیست محیطی، قابلیت دسترس و نیز توجیه اقتصادی و مطمئناً عمل کرد سریع برای مدیریت منابع آب و خاک توصیه شده است. جمع بندی سوابق پژوهش نشان می‌دهد که استفاده از کود دامی در مهار هدررفت خاک توسط پژوهشگران مورد ارزیابی و بررسی قرار گرفته است. لکن بررسی اثر این تیمار حفاظتی در چند تکرار و شدت‌های مختلف باران کم‌تر مورد توجه قرار گرفته است. از این رو تحقیق حاضر به منظور بررسی اثر اصلاح کننده آلی کود دامی گوسفندی در مقیاس پلات و در شرایط آزمایشگاهی در شدت‌های ۳۰، ۵۰، ۷۰ و ۹۰ میلی متر بر ساعت بر تغییر غلظت رسوب و هدررفت خاک انجام شده است.

## ب- مواد و روش‌ها

آزمایش‌ها با استفاده از سه پلات فرسایشی ۶ مترمربعی به عمق ۰/۵ متر و شیب ۳۰ درصد در شرایط آزمایشگاه انجام شد. برای انجام آزمایش‌ها از خاک لومی-سنی جمع آوری شده از لایه سطحی کم‌تر از ۲۰ سانتی متری (Kukul & Sarkar 2010) مراتع بیلاقیالبرز در شمال ایران استفاده شد. ابتدا اقدام به برداشت خاک از منطقه مادری در اواخر تابستان ۱۳۹۰ گردید. سپس به دانشکده انتقال و در معرض هوای آزاد در حالت سر پوشیده قرار گرفت. پس از خشک کردن تا حد رطوبت بهینه با حفظ پایداری نسبی

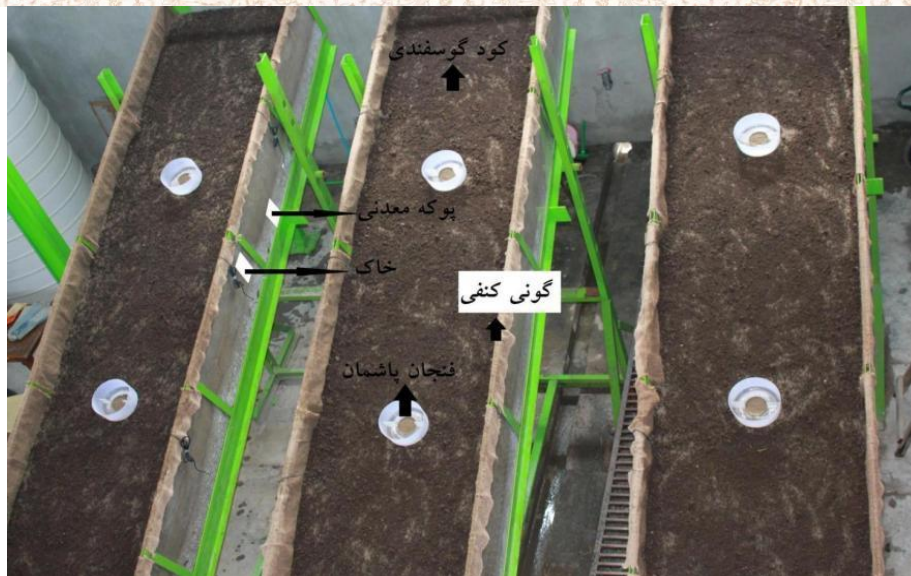
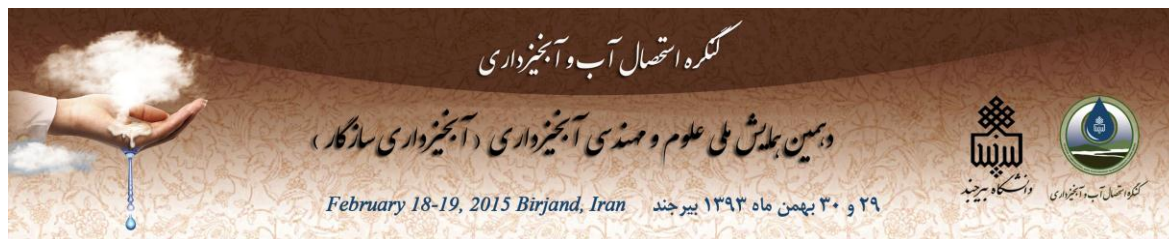


خاکدانه‌ها (Kukul & Sarkar 2011)، خاک از الک ۸ میلی‌متر با در نظر گرفتن مقادیر و دانه‌بندی خاکدانه برای افزایش تشابه با شرایط طبیعی خاک عبور داده شد (Defersha et al. 2011).

به‌منظور ایجاد لایه‌ای نفوذپذیر و کاهش وزن در کف پلات‌ها از ۳ لایه پوکه معدنی با اندازه‌های مختلف و ضخامت مجموع ۱۵ سانتی‌متر استفاده شد (Darboux et al. 2001; Defersha et al. 2011). سپس در روی این فیلتر از گونی کنفی در زیر خاک و دیوارهای پلات‌ها به منظور افزایش اصطکاک در بین دیواره پلات‌ها و خاک و همچنین جدا سازی خاک و پوکه استفاده شد (Darboux et al. 2001). سپس خاک آماده شده به عمق ۱۵ سانتی‌متر در درون پلات‌ها قرار داده شد و برای دستیابی به وزن مخصوص ظاهری حدود ۱/۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب خاک در شرایط طبیعی از غلطک استوانه‌ای استفاده شد (رامکنس و همکاران، ۲۰۰۱). مقدار رطوبت مورد نیاز خاک برای انجام آزمایشات به استناد آزمایشات ماهانه (محمدپور، ۱۳۸۸) ۳۰ درصد و مواد آلی خاک ۲/۱۷ درصد بوده است. با توجه به داده‌های باران‌نگار نزدیک‌ترین ایستگاه سینوپتیک (ایستگاه‌های کجور) و بررسی منحنی‌های شدت-مدت-فراوانی، شدت‌های بارندگی ۳۰، ۵۰، ۷۰ و ۹۰ میلی‌متر بر ساعت به‌عنوان دامنه شدت‌های با دوره بازگشت کم‌تر از ۲۰ سال و مدت زمان برابر با مدت آزمایش (۱۰ تا ۱۵ دقیقه) تعیین گردید.

تیمار مورد استفاده در این پژوهش تیمار کود دامی به مقدار ۰/۳ کیلوگرم بر مترمربع (Ramos et al. 2006)، هوا خشک (Rasoulzadeh & Yaghoubi 2010) و در ۳ تکرار (Ramos et al. 2006; Ritchey et al. 2012) بود و در سطح خاک به‌صورت یکنواخت و با دست پخش گردید (Ramos et al. 2006). برای اجرای تیمار کود دامی بعد از برداشت نمونه‌های بدون حفاظت، اقدام به پخش آن روی خاک فرسوده شده سپس به‌مدت پنج روز با مقدار متوسط رطوبت سالانه ۳۰ درصد (صادقی و همکاران، ۱۳۸۹) به تیمار فرصت داده شد تا به خاک فرسایش‌یافته بچسبد و بعد از این زمان نمونه‌برداری برای هر آزمایش صورت گرفت. شکل ۱ نمایشی از شرایط مهیا شده برای اجرای تیمار کود دامی را ارائه می‌کند.

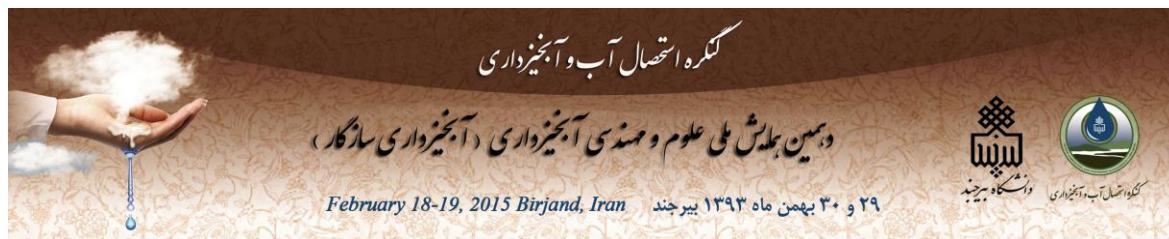
در این مطالعه، از ۳ پلات ۶ مترمربعی برای اندازه‌گیری زمان شروع روان‌آب و مقدار روان‌آب استفاده شد. قبل و بعد از استفاده از کود مقادیر غلظت رسوب و هدررفت خاک به عنوان تیمار شاهد (قبل از استفاده) و تیمار حفاظتی (بعد از استفاده) برای شدت‌های ۳۰، ۵۰، ۷۰ و ۹۰ میلی‌متر بر ساعت در فواصل زمانی ۲ دقیقه‌ای (Ruiz-Sinoga, et al. 2010) جمع‌آوری شدند.



شکل ۱ نمایی از کرت‌های حفاظت شده با کود دامی تحت شرایط آزمایشگاهی

### ج- نتایج و بحث

پژوهش حاضر به منظور بررسی اثر اصلاح‌کننده آلی کود دامی در فرآیندهای غلظت رسوب و هدررفت خاک به‌عنوان یک تیمار حفاظتی انجام شده است. نتایج نمونه‌های جمع‌آوری شده قبل و بعد از تیمار حفاظتی برای هر پلات و شدت در جدول ۱ ارائه شده است. همچنین جدول ۲ نیز درصد تغییرات غلظت رسوب و هدررفت خاک در تیمار حفاظتی کود دامی در مقایسه با شاهد را نشان می‌دهد.



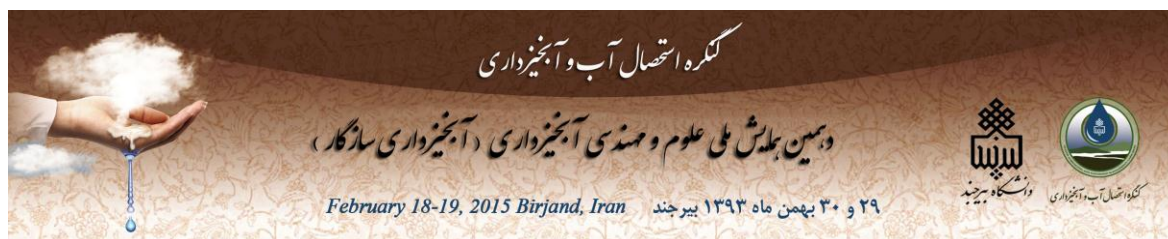
جدول ۱ مقادیر غلظت رسوب (گرم بر لیتر) و هدررفت خاک (گرم) قبل و بعد از تیمار حفاظتی

هدررفت خاک (گرم)		غلظت رسوب (گرم بر لیتر)		شدت بارندگی (میلی متر بر ساعت)	کرت
حفاظتی	شاهد	حفاظتی	شاهد		
۱۲۷/۶۶	۱۲۰/۵۹	۶/۱۰	۶/۲۱	۳۰	۱
۱۳۸/۴۱	۱۳۱/۶۲	۶/۵۲	۶/۰۳		۲
۸۳/۵۴	۱۲۱/۰۷	۴/۸۰	۵/۷۳		۳
۲۵۳/۷۱	۲۷۳/۶۱	۷/۱۸	۷/۹۷	۵۰	۱
۲۰۴/۹۸	۲۴۵/۷۸	۶/۵۶	۷/۳۴		۲
۲۵۲/۳۷	۲۶۵/۱۱	۷/۲۴	۷/۰۷		۳
۴۴۴/۵۲	۴۹۲/۶۴	۷/۸۳	۸/۷۰	۷۰	۱
۳۹۵/۴۲	۴۸۹/۳۸	۷/۹۰	۹/۳۸		۲
۴۳۵/۹۹	۴۵۲/۲۶	۸/۱۷	۹/۰۹		۳
۶۶۴/۷۳	۸۱۹/۷۴	۸/۶۴	۱۱/۳۶	۹۰	۱
۷۷۹/۴۰	۸۷۰/۰۸	۱۰/۳۵	۱۱/۴۷		۲
۶۷۰/۵۲	۷۴۵/۸۵	۹/۵۸	۱۰/۶۶		۳

جدول ۲ درصد تغییرات غلظت رسوب و هدررفت خاک در تیمار حفاظتی کود دامی در مقایسه با شاهد

شدت بارندگی (میلی متر بر ساعت)				متغیرها
۹۰	۷۰	۵۰	۳۰	
- ۱۴/۶۵	- ۱۱/۹۴	- ۶/۰۸	- ۳/۲۶	میانگین غلظت رسوب
- ۱۳/۱۴	- ۱۰/۸۶	- ۹/۵۶	- ۶/۶۶	هدررفت خاک

با توجه به نتایج جداول ۱ و ۲ می توان بیان نمود که تیمار حفاظتی کود دامی توانست غلظت رسوب و مقدار هدررفت خاک را کاهش دهد. نتایج به دست آمده از پژوهش حاضر با نتایج Gossin et al. (2003) مبنی بر افزایش غلظت رسوب توسط کود دامی مغایرت داشت. اما با نتایج (Ginting et al. (1998), Gilley & Risse (2000), Daverede et al. (2004), Ramos et al. (2006) هم-خوانی داشت در حالی که با نتایج Mitchell & Gunther (1976) و Giddens & Barnett (1980) مبنی بر تاثیر کود مایع خوکی بر



کاهش هدررفت خاک توسط کود مطابقت نداشت. (Rees et al. (2011) با بررسی اثر کود مرغی بر هدررفت خاک به این نتیجه رسیدند که این اصلاح کننده توانست آن را کاهش دهد.

درصد کاهش غلظت رسوب در شدت‌های ۳۰، ۵۰، ۷۰ و ۹۰ میلی‌متر بر ساعت به ترتیب ۳/۲۶، ۶/۰۸، ۱۱/۹۴ و ۱۴/۶۵ درصد بود که بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار غلظت رسوب در شدت‌های به ترتیب ۹۰ و ۳۰ میلی‌متر بر ساعت اتفاق افتاد. همچنین درصد کاهش مقدار هدررفت خاک در شدت‌های ۳۰، ۵۰، ۷۰ و ۹۰ میلی‌متر بر ساعت به ترتیب ۶/۶۶، ۹/۵۶، ۱۰/۸۶ و ۱۳/۱۴ درصد مشاهده گردید. در این مورد نیز بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار هدررفت خاک در شدت‌های به ترتیب ۹۰ و ۳۰ میلی‌متر بر ساعت اتفاق افتاد. لذا می‌توان بیان نمود که کود دامی بیش‌ترین و کم‌ترین تاثیر را به ترتیب در شدت‌های بالا و پایین داشت. این نتایج با نتایج (Martinez et al. (2004 مبنی بر کاهش غلظت رسوب در کرت‌های فرسایش‌یافته و فرسایش‌نیافته در شدت ۸۰ میلی‌متر بر ساعت و همچنین اظهارات (Ramos & Martinez-Casasnovas (2006 مبنی بر کاهش غلظت رسوب هم‌خوانی دارد. (Rohith et al. (2012 نیز نشان دادند که وجود کود دامی بر کاهش هدررفت مواد مغذی در مرتع مؤثر است.

#### د- فهرست منابع

محمدپور، ک.، (۱۳۸۸)، "مقایسه نفوذپذیری، تولید روان‌آب و رسوب، پستی و بلندی خرد و پوشش گیاهی در مراتع بیلاقی چرا و قرق شده نوشهر". پایان‌نامه کارشناسی ارشد مرتعداری، دانشگاه تربیت مدرس، ۸۱ صفحه.

Adekalu, K.O., Olorunfemi, I.A. and Osunbitan, J.A., (2007), "Grass mulching effect on infiltration, surface runoff and soil loss of three agricultural soils in Nigeria". *Bioresource Technology*, 98:912-917

Cerdà, A., (1999), "parent material and vegetation affect soil erosion in Eastern Spain". *Soil Science Society of America Journal*, 63:362-68.

Cogo, N.P., Moldenhauer, W.C. and Foster, G.R., (1984), "Soil loss reductions from conservation tillage practices". *Soil Science Society of America Journal*, 48:368-373.

Darboux, F., Davy, Ph., Gascuel Odoux, C. and Hung, C., (2001), "Evolution of soil surface roughness and flowpath connectivity in overland flow experiments". *Catena*, 46:125-139.

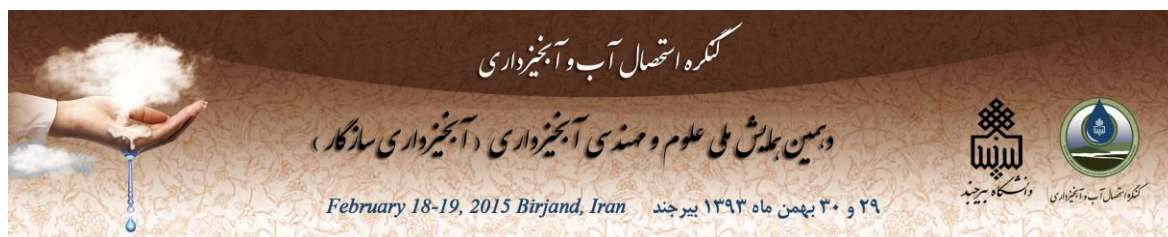
Daverede, I.C., Kravchenko, A.N., Hoefl, R.G., Nafziger, E.D., Bullock, D.G., Warren, J.J. and Gonzini, L.C., (2004), "Phosphorus runoff from incorporated and surface-applied liquid swine manure and phosphorus fertilizer". *Journal of Environmental Quality*, 33:1535-1544.

Defersha, M.B., Quraishi, S. and Mellese, A.M., (2011), "The effect of slope steepness and antecedent moisture content on interrill erosion, runoff and sediment size distribution in the highlands of Ethiopia". *Hydrology and Earth System Sciences*, 15:2367-2375.

Giddens, J. and Barnett, A.P., (1980), "Soil loss and microbiological quality of runoff from land treated with poultry litter". *Journal of Environmental Quality*, 9(3):518-520.

Gilley, J.E. and Eghball, B., (1998), "Runoff and erosion following field application of beef cattle manure and compost". *American Society of Agricultural Engineers*, 41(5):1289-1294.

Gilley, J.E. and Risse, L.M., (2000), "Runoff and soil loss as affected by the application of manure". *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers*, 43(6):1583-1588.



Ginting, D., Moncrief, J.F., Gupta, S.C. and Evans, S.D., (1998), "Corn Yield, runoff and sediment losses from manure and tillage systems". *Journal of Environmental Quality*, 27:1396–1402.

Gossin, Ch., Teichmeier, G.J., Erickson, G.E., Klopfenstein, T.J. and Walters, D.T., (2003), "Impact of manure application on phosphorus in surface runoff and soil erosion". *Nebraska Beef Cattle Reports*. 4 pp. <http://digitalcommons.unl.edu/animalscinbcr/228>.

Hann, M.J. and Morgan, R.P.C., (2006), "Evaluating erosion control measures for bioremediation between the time of soil reinstatement and vegetation establishment". *Earth Surface Processes and Landforms*, 31:589–597.

Kukul, S.S. and Sarkar, M., (2010), "Splash erosion and infiltration in relation to mulching and polyvinyl alcohol application in semi-arid tropics". *Archives of Agronomy and Soil Science*, 56(46):697-705.

Kukul, S.S. and Sarkar, M., (2011), "Laboratory simulation studies on splash erosion and crusting in relation to surface roughness and raindrop size". *Journal of the Indian Society of Soil Science*, 59(1):87-93.

Morgan, R.P., (1986), "Soil erosion and conservation". Longman Scientific and Technical, BurntMile, Harlow, UK, 298 pp.

Ramos, M.C. and Martı́nez-Casasnovas, J.A., (2006), "Erosion rates and nutrient losses affected by composted cattle manure application in vineyard soils of NE Spain". *Catena*, 68:177-185.

Ramos, M.C., Quinton, J.N. and Tyrrel, S.F., (2006), "Effects of cattle manure on erosion rates and runoff water pollution by faecal Coliforms". *Journal of Environmental Management*, 78:97-101.

Rasoulzadeh, A. and Yaghoubi, A., (2010), "Effect of cattle manure on soil physical properties on a sandy clay loam soil in North-West Iran. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 8(2):976-979.

Rees, H.W., Chow, T.L., Zebarth, B J., Xing, Z., Toner, P. Lavoie, J. and Daigle, J.L., (2011), "Effects of supplemental poultry manure applications on soil erosion and runoff water quality from a loam soil under potato production in Northwestern New Brunswick". *Journal of Soil Science*, 91:595-613

Rohith, K.G., Michelle, L.S. and Saied, M., (2012), "A comparison of nutrient losses from two simulated pastureland management scenarios". *Journal of Environmental Monitoring*, 14(9):2421-2429.

Rouppet, B. and Calif, J. (2003), "The essential amendment: high quality gypsum demands your respect". <http://westernfarmpress.com/essential-amendment-high-quality-gypsum-demands-your-respect>.

Ruiz--Sinoga, J.D., Romero-Diaz, A., Ferre-Bueno E. and Martinez-Murillo, J.F., (2010), "The role of soil surface conditions in regulating runoff and erosion processes on a metamorphic hillslope (Southern Spain) soil surface conditions, runoff and erosion in Southern Spain. *Catena*, 80:131-139.

Schiechl, H.M., Trans. N. and Horstmann, K., (1980), "Bioengineering for land reclamation and conservation". University of Alberta Press. Edmonton. Alberta. 404 pp.

Smets, T., Poesen, J., Fullen, M.A. and Booth, C.A., (2007), "Effectiveness of palm and simulated geotextiles in reducing run-off and inter-rill erosion on medium and steep slopes". *Soil Use and Management*, 306-316.

Smets, T., Poesen, J. and Knapen, A., (2008), "Spatial scale effects on the effectiveness of organic mulches in reducing soil erosion by water". *Earth-Science Reviews* 89:1-12.



Surf and download all data from SID.ir: [www.SID.ir](http://www.SID.ir)

Translate via STRS.ir: [www.STRS.ir](http://www.STRS.ir)

Follow our scientific posts via our Blog: [www.sid.ir/blog](http://www.sid.ir/blog)

Use our educational service (Courses, Workshops, Videos and etc.) via Workshop: [www.sid.ir/workshop](http://www.sid.ir/workshop)