Archive of SID

نشریه علمی- پژوهشی

علوم و مهندسی آبخیزداری ایران
Iran-Watershed Management
Science & Engineering

سال چهاردهم- شماره ۵۱- زمستان ۱۳۹۹ Vol. 15, No. 51, Winter 2021

بررسی تغییرات زمانی خصوصیات خاک تحت تاثیر اصلاح کننده‌ها و فرایند فرسایش خاک

محمد حسین فرهودی[۱]، ام البنین بذرافشان[۲]، سهیلا آقابیگی امین[۳]،
ارشک حلی‌ساز[۴] و یحیی اسماعیل‌پور[۵]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۱/۰۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۴/۱۹

چکیده

فرسایش خاک طی مراحل مختلف از فرآیند جدایش تا فرآیند ته‌نشست، آثار مخربی بر مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک است. امروزه مواد افزودنی و اصلاح‌کننده متنوعی با هدف حفظ آب و خاک در سرتاسر جهان مورد استفاده قرار می‌گیرد. با وجود این، نقش مواد اصلاحی آلی قابل دسترس و دوست‌دار محیط زیست کم‌تر مورد توجه قرار گرفته است. بر همین اساس، پژوهش حاضر به بررسی تأثیر کاربرد چهار اصلاح‌کننده آلی دوست‌دار محیط زیست و در دسترس شامل بیوچار، کود گوسفندی، کاه گندم و ورمی‌کمپوست در پلات‌های یک × دو مترمربع، با کمک شبیه‌ساز باران با شدت ۶۵ میلی‌متر در ساعت با سه تکرار و شیب ۸-۱۲ درصد مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد مدت زمان طولانی، بارندگی منطقه و شدت بیشینه، اثرات مطلوب اصلاح‌کننده‌ها را خنثی کرده‌اند، حال آنکه فرآیند فرسایش همه مشخصات خاک را دست‌خوش تغییرات قرار داده است. به‌طوری که بافت خاک در سطح اعتماد ۹۵ درصد از کلاس لومی به کلاس لومی-رسی نزدیک شده است و ماده آلی، عناصر فسفر و پتاسیم به ترتیب ۲۰/۶۸، ۴۱/۱۷ و ۱۹/۱۲ درصد کاهش یافته است. در طی این فرآیند آهک خاک به میزان ۹/۶۳ درصد شسته شده و pH خاک را ۲/۵۴ درصد کاهش داده است.

کلیدواژه‌ها: *فرسایش، مشخصات خاک، اصلاح‌کننده‌های آلی، شبیه‌ساز باران.*

مقدمه

خاک یک عنصر حیاتی است که مجموعه‌ای از فرآیندهای محیطی در تشکیل آن دخیل بوده و به‌عنوان یکی از مهم‌ترین شاخص‌های کیفیت محیط زیست شناخته می‌شود [۱۱]. در این میان عوامل فرسایش(آب، باد و یخچال) [۲۴] تهدید بسیار مهمی برای این عنصر به حساب می‌آید. فرآیند فرسایش ارتباط مستقیمی با کربن آلی خاک، پایداری خاک‌دانه‌ها، هدایت هیدرولیکی، توانایی نگهداشت آب و به طور کلی حاصل‌خیزی خاک دارند و می‌توان شدت اثر هر فرآیند را با کمک گرفتن از راه‌بردهای حفاظت آب و خاک کنترل و حفاظت نمود [۲۲].

یکی از این استراتژی‌های مناسب و مفید به کارگیری انواع اصلاح‌کننده‌های آلی خاک است که امروزه توسط محققان مختلف با اهداف متفاوت به‌کار گرفته می‌شود. برخی محققان تاثیر اصلاح‌کننده‌ها را بیش‌تر از جنبه پارامترهای فرسایش و رسوب مورد بررسی قرار دادند. صادقی و همکاران [۲۹]، تاثیر سه اصلاح‌کننده کاه و کلش (۵۰۰ گرم بر مترمربع)، کود دامی (۳۰۰ گرم بر مترمربع) و پلی‌آکریل‌آمید(۵۰ گرم‌برمترمربع) را بر غلظت رسوب و هدررفت خاک در شرایط آزمایشگاهی، در دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس، واقع در شهرستان نور مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد نرخ فرسایش خاک در کاه و کلش، کود دامی و پلی‌آکریل آمید نسبت به پلات شاهد به ترتیب ۴۵/۶۰، ۸/۹۸ و ۴/۷۴ درصد کاهش یافته است.

کاویان و همکاران [۱۵]، اثر کاه گندم را با استفاده از شبیه‌ساز باران، در شیب ۳۰ درصد و مقیاس کرت نیم مترمربع و سه تکرار، در آزمایشگاه فرسایش و حفاظت خاک علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری بر پارامترهای زمان شروع و ضریب رواناب مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج نشان داد که در شدت ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌متر بر ساعت، تیمار حفاظتی (پوشش ۹۰ درصد) توانسته است به‌ترتیب زمان شروع رواناب را ۱۰۲/۳۷ و ۷۰/۸۰ درصد افزایش و ضریب رواناب را ۳۶/۵۸ و ۲۷/۳۱ درصد کاهش دهد.

هانگ و همکاران [۱۳] برای احیای سواحل تخریب یافته در دو منطقه سانجونگ[۶] و سونگات[۷] کره جنوبی از کاشت گیاه قمیش[۸] و یک اصلاح‌کننده مخلوط شامل پلی‌اکرلیت پتاسیم (به‌عنوان یک

۱- دانش آموخته دکتری رشته علوم و مهندسی آبخیز.
۲- استادیار گروه مرتع و آبخیزداری دانشگاه هرمزگان.
۳- نویسنده مسئول و استادیار گروه منابع طبیعی، دانشگاه رازی، پست الکترونیک: saghabeigi@yahoo.com
۴- استادیار گروه مرتع و آبخیزداری دانشگاه هرمزگان.
۵- استادیار گروه مرتع و آبخیزداری دانشگاه هرمزگان.

6. Songjeong
7. Soongut
8. Arundo donax

www.SID.ir

Archive of SID

پلیمر فراجذب) و ریزوباکتر باسیلیس(ارتقادهنده رشد گیاه) استفاده کردند. نتایج نشان داد که مخلوط اصلاح‌کننده خاک، رشد گیاه قمیش را در مقایسه با پلات شاهد افزایش داده است. علاوه بر این نرخ هدر رفت خاک بعد از پایداری گیاه کاهش یافته است.

پاره‌ای دیگر از محققان اثر اصلاح‌کننده‌ها را بر ویژگی‌های خاصی(نفوذپذیری و پایداری خاکدانه‌ها) از خاک مورد توجه قرار داده‌اند. روستا و عنایتی [۲۸]، اثر ۱۰ تیمار، شاهد(بدون افزودن ماده اصلاح‌کننده)، گچ خالص، کاه و کلش خرد شده گندم، کود دامی، کاه و کلش همراه با گچ، کود دامی همراه با گچ با سه تکرار و در خاک سیلتی لومی دشت چاهو واقع در جنوب استان فارس مورد ارزیابی قرار داده‌اند. یک، چهار و هفت ماه پس از اعمال تیمارها، میزان خاک‌دانه‌های با اندازه‌های ۵۳ تا ۴۰۰۰ میکرومتر به روش الک تر اندازه‌گیری و میانگین وزن- قطر آنها محاسبه شد. نتایج نشان داد که پس از گذشت هفت ماه، تیمارهای کاه و کلش، کاه و کلش همراه با گچ و کود دامی همراه با گچ، به ترتیب ۲/۷، ۳/۵ و ۱/۴ برابر میانگین وزن-قطر خاک‌دانه‌ها در مقایسه با شاهد را افزایش داده‌اند و می‌توان این اصلاح‌کننده‌ها را برای افزایش مقاومت در برابر فرسایش در خاک‌های مشابه پیشنهاد نمود.

لی و همکاران [۱۷]، اثر بیوچار با یک دوره ۸ ماهه انکوباسیون[1] را بر روی هدررفت آب و خاک در شهرستان انصای[2] کشور چین مورد ارزیابی قرار دادند. ایشان تحقیقات را در یک پلات فلزی ۱× ۰/۴ متری و شیب ۲۷ درصد انجام دادند و پارامترهای هدررفت خاک، رواناب سطحی، پایداری خاک‌دانه‌ها و هدایت هیدرولیکی مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. نتایج نشان داد که در همه تیمارها زمان ظهور رواناب نسبت به پلات شاهد افزایش یافته است و در تیمار بایوچار با دانه‌بندی کوچک‌تر و هشت ماه انکوباسیون این نسبت بیش‌تر بوده است. نویسندگان مذکور اذعان دارند که اثرات مثبت بیوچار برروی هدررفت آب و خاک به علت بهبود شرایط فیزیکی خاک از جمله افزایش پایداری خاک‌دانه‌ها و افزایش هدایت هیدرولیکی خاک حاصل شده است.

عموم تحقیقات محققین قبلی، در شرایط آزمایشگاهی انجام گردیده است و تاثیرپذیری مشخصات خاک قبل و بعد از فرآیند فرسایش کم‌تر در نظر گرفته شده است و می‌توان گفت در بیش‌تر موارد اثر آنی اصلاح‌کننده‌ها مورد بررسی قرار گرفته است. حال آن‌که در این تحقیق از چهار اصلاح‌کننده آلی در دسترس و دوست‌دار محیط زیست شامل بیوچار، کود گوسفندی، کاه گندم و ورمی‌کمپوست بهره گرفته شده و اثر فرسایش بر مشخصات خاک و پارامترهای فرسایش و رسوب به صورت توام در عرصه و با شرایط طبیعی با کمک شبیه‌ساز باران، پس از گذشت شش ماه از استعمال اصلاح‌کننده‌ها، در پلات‌های یک × دو متر و با شدت بیشنه منطقه مورد مطالعه، ۶۵ میلی متر در ساعت مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

پژوهش حاضر در مزرعه آموزشی و پژوهشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه انجام شد. این مزرعه دارای مساحتی در حدود ۳۰۰ هکتار می‌باشد که ۲۰ هکتار از اراضی آبی و دیم آن به عنوان اراضی پژوهشی به منظور اجرای طرح پایان‌نامه دانشجویان مقاطع کارشناسی ارشد و دکتری اختصاص داده شده است. مساحت محدوده برای این طرح ۳۰۰۰ متر مربع، شیب ۸ تا ۱۲ درصد و متوسط بارندگی سالانه ۴۳۷/۹۲ میلی‌متر می‌باشد. موقعیت محدوده موردنظر در شکل ۱ نشان داده شده است.

روش نمونه‌برداری خاک

نمونه‌های خاک سطحی از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری [۱۵] در دو سری یکی قبل از انجام شبیه‌سازی در کنار هر پلات به عنوان خاک فرسایش نیافته و سپس نمونه‌های خاک بعد از انجام شبیه‌سازی از وسط هر پلات به عنوان خاک فرسایش یافته، تهیه گردید. مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک در آزمایشگاه به شرح زیر اندازه‌گیری گردید. بافت خاک از روش هیدرومتر [۸] اندازه‌گیری شد. در این روش ذرات کوچک‌تر از دو میکرون به عنوان رس، بین دو تا ۵۰ میکرون سیلت و بین ۵۰ تا ۲۰۰۰ میکرون شن طبقه‌بندی می‌شوند. ماده آلی از روش والکی و بلک، هدایت الکتریکی و اسیدیته خاک با تهیه عصاره اشباع به وسیله دستگاه EC متر و pH متر، درصد آهک از روش تیتراسیون به وسیله اسید کلریدریک، فسفر قابل جذب از روش اولسن، پتاسیم و سدیم تبادلی با روش استات آمونیوم اندازه‌گیری شد [۳۲].

محاسبات شدت و مدت باران شبیه‌سازی شده

براساس آمار ۶۶ ساله بارندگی ایستگاه هواشناسی سینوپتیک کرمانشاه، بارندگی ساعتی ده ساله با توجه به میانگین بارندگی سالانه و با استفاده از رابطه(۱) قهرمان و آبخضر [۹] برای آمار بلند مدت مورد محاسبه قرار گرفت.

$$P_{60}^{10} = 1.66 + 0.0201\,MAP + 0.157\,(R_{1440}^{2}) \quad 300 < MAP < 700 \qquad (۱)$$

در این رابطه P_{60}^{10} بارندگی ساعتی ده ساله، MAP مقدار باران سالانه و R_{1440}^{2} میانگین حداکثر بارش روزانه می‌باشد.

سپس با توجه به مدت ۱۵ دقیقه شبیه‌سازی [۳۰] و دوره بازگشت ۱۰۰ ساله [۳۳]، شدت بلند مدت با استفاده از رابطه(۲) محاسبه گردید.

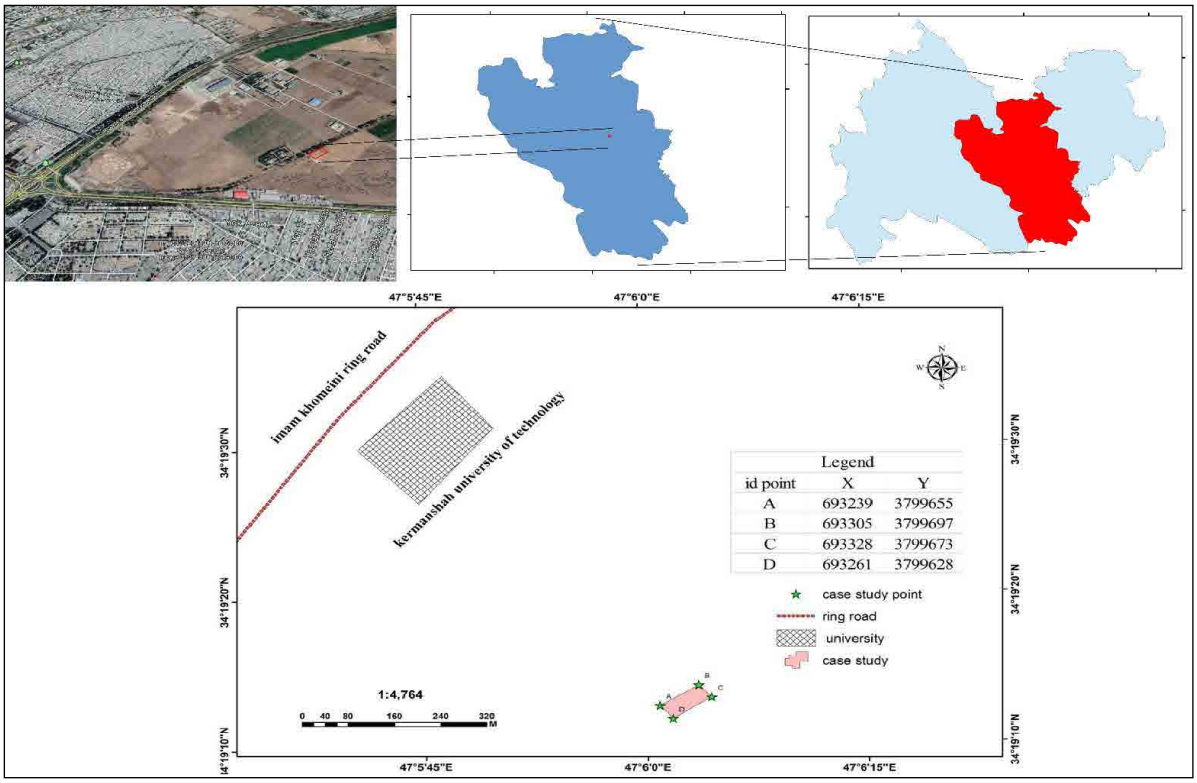
$$R_t^T = At^B[\alpha_1 + \alpha_2 \ln(T - \alpha_3)]P_{60}^{10} \qquad (۲)$$

که در این رابطه R_t^T مقدار بارندگی در دوره بازگشت T سال و t دقیقه، ضرایب نیز با استفاده از جداول مخصوص تعیین می شوند که در این مطالعه A(۰/۱۲۰۹)، B(۰/۴۹۵۲)، ۱α (۰/۴۶۰۸)،

1. incubation
2. Ansai

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان کرمانشاه و ایران

Fig 1. location of the study area in Kermanshah province and Iran

۲α (۰/۲۳۴۹) و ۳α (۰/۶۲) برای محدوده تداوم بارانگی کم‌تر از یک ساعت و P_{60}^{10} بارندگی ساعتی ده ساله می‌باشد. با استفاده از رابطه ۱ و ۲ برای آمار بلند مدت منطقه شدت ۶۵ میلی‌متر بر ساعت محاسبه گردید. سپس ضریب یکنواختی کریستینسن[1] با استفاده از رابطه(۳) [۲۰] مورد محاسبه قرار گرفت.

$$CUC\ (\%) = (1 - \sum_{i=1}^{n} \frac{|x_i - \bar{x}|}{n\bar{x}}) \times 100 \qquad (۳)$$

که در این رابطه(Xi) شدت اندازه‌گیری شده در هر ظرف، ($\overline{X}$) شدت متوسط و (n) تعداد ظروف می‌باشد که برای شدت ۶۵ میلی‌متر بر ساعت ضریب یکنواختی ۹۱/۱۴۵ محاسبه گردید. از طرفی با توجه به اینکه تیمارها به مدت شش ماه (آذرماه ۱۳۹۶ تا اردیبهشت ماه ۱۳۹۷) در سطح زمین و در شرایط طبیعی قرار داده شده‌اند و عامل بارندگی بر تیمارها مؤثر است.

ویژگی کرت‌ها و باران‌ساز مورد استفاده

جهت شبیه‌سازی باران از شبیه‌ساز قابل حمل طراحی شده توسط آقابیگی و عرب خدری [۱] استفاده شد.

شبیه‌ساز ساخته شده به وزن تقریبی ۲۰ کیلوگرم قابلیت شبیه‌سازی باران با شدت‌های ۲/۸ تا ۹/۵ سانتی‌متر بر ساعت در سطح کرت آزمایشی با مساحت یک تا سه مترمربع را دارد. چارچوب مورد استفاده در شبیه‌ساز قابلیت افزایش ارتفاع نازل‌ها تا چهار متر از سطح زمین را دارا می‌باشد. دامنه قطر متوسط قطرات از ۰/۹۷ میلی‌متر در شدت ۲/۸ سانتی‌متر بر ساعت تا ۱/۲۲ میلی‌متر در ۷/۱ سانتی‌متر بر ساعت تغییر می‌کند که در محدوده باران‌های طبیعی قرار دارد. هم‌چنین دامنه تغییرات سرعت از ۳/۵۸ تا ۴/۲۱ متر بر ثانیه می‌باشد. انرژی جنبشی بارندگی‌های ایجاد شده نیز از ۸/۳۴ تا ۱۱/۷۷ ژول بر مترمربع متغیر است. با وجود تغییرات شدت در سطح کرت آزمایشی، هیچ‌کدام از شدت‌های مورد نظر ضریب یکنواختی کریستانسن کم‌تر از ۹۰ درصد نداشته و واریانس آنها نیز بسیار پایین و کم‌تر از ۶/۵ درصد است. برای اطلاعات بیش‌تر به منبع [۱] مراجعه شود.

شبیه‌سازی در سطح پلات‌های دو مترمربعی صورت گرفت. این پلات‌ها از فلز ساخته شده و با کمک پتک تا عمق ۱۰ سانتی‌متری برای ایجاد کرت آزمایشی مستقر شدند. محل قطعات به صورت تصادفی-سیستماتیک [۲] انتخاب گردید.

1. Christiansen coefficient uniformity(CUC)

www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۲- مراحل مختلف انجام تحقیق در عرصه طبیعی و آزمایشگاه

Fig 2. Different steps of field and laboratory research

مشخصات تیمارهای پژوهش

جهت مطالعه تاثیر فرسایش بر روی مشخصات خاک از چهار اصلاح‌کننده آلی و تیمار شاهد بهره گرفته شد. نداشتن اثرات مخرب بر محیط، ارزان و در دسترس بودن و همچنین فراوانی زیاد که بتوان به عنوان کود در مزارع کشاورزی و منابع طبیعی استعمال شوند به عنوان معیارهای انتخاب اصلاح‌کننده‌ها مدنظر قرار گرفتند. به دلیل زیاد بودن تعداد متغیرهای پژوهش، مقدار هر یک از تیمارهای پژوهش بر اساس مقدار بهینه که در مطالعات قبلی به دست آمده بود تعیین گردید. بر این اساس مقدار ۷۰۰ گرم در هر مترمربع بیوچار [۶]، ۳۰۰ گرم در هر متر مربع کود گوسفندی [۱۰]، ۵۰۰ گرم در هر متر مربع ورمی‌کمپوست [۳۱] و ۳۰۰ گرم در هر مترمربع کاه گندم [۲۵] با سطح پوشش ۹۰ درصد و با دست بر روی کرت‌ها پخش شدند. به دلیل بررسی اثرگذاری فرسایش بر روی ویژگی‌های خاک این تیمارها به مدت شش ماه در سطح خاک به صورت کاملا کنترل و قرق شده و در شرایط طبیعی قرار گرفتند. سپس با گذشت زمان مزبور هر تیمار در سه تکرار [۲۹] با استفاده از شبیه‌ساز باران مورد آزمایش قرار گرفت.

روش شبیه‌سازی باران

قبل از استقرار پلات به‌منظور کاهش اثر میکروتوپوگرافی در رواناب و فرسایش، سطح قطعه به صورت دستی هموار شد و باقی‌مانده گیاهان، لاشبرگ و کلوخه و سنگ‌ریزه‌های بزرگ‌تر از چهار سانتی‌متر پیش از هر شبیه‌سازی باران جمع‌آوری شد [۱۵] با ایجاد بارش در شدت مورد نظر، نمونه‌برداری با ظهور اولین قطرات رواناب در قسمت خروجی به مدت ۱۵ دقیقه در فاصله‌های زمانی سه دقیقه‌ای صورت گرفت [۲۹]. میزان حجم رواناب هر بطری از طریق استوانه مدرج و مقدار بار رسوب معلق از طریق روش برجاگذاری [۳۰] محاسبه گردید که کلیاتی از مراحل مزبور در شکل ۳ نشان داده شده است.

روش تجزیه و تحلیل آماری

پس از جمع‌آوری و ثبت داده‌ها ، برای تجزیه و تحلیل آماری از نرم‌افزار تخصصی SPSS 22 استفاده شد. در مرحله اول نرمال بودن داده‌ها با بهره‌گیری از دو آزمون کولوموگروف-اسمیرنوف [۲۹] و آزمون شاپیرو-ویلک[1] و همگنی واریانس داده‌ها از طریق آزمون لیون[2] [۳۰] مورد ارزیابی قرار گرفت. سپس برای مشخص شدن تاثیر معنی‌دار تیمارهای مختلف از تجزیه واریانس یک طرفه استفاده گردید. همچنین برای مقایسه میانگین‌ها در سری خاک‌های قبل و بعد از فرسایش، به دلیل گرفتن نمونه‌ها در مجاورت یک پلات از روش t-test جفتی بهره گرفت شد [۴].

نتایج

تاثیر اصلاح‌کننده‌های خاک بر خصوصیات خاک قبل و بعد از فرایند شبیه‌سازی باران

نمونه‌های خاک سطحی در دو مرحله یکی قبل از شبیه‌سازی و در مجاورت پلات‌ها به عنوان خاک فرسایش نیافته و دیگری پس از شبیه‌سازی باران و از داخل پلات‌ها به عنوان خاک فرسایش یافته برداشت شد. تعداد پنج تیمار(خاک لخت، بیوچار، کاه و کلش، کودگوسفندی، ورمی‌کمپوست) در دو حالت قبل و بعد از فرسایش مورد آزمایش قرار گرفت و ۱۰ ویژگی فیزیکی و شیمیایی خاک در آزمایشگاه اندازه‌گیری و نتایج آن در جدول شماره ۱ ارائه شده است.

براساس نتایج بدست آمده میزان متوسط عناصر حیاتی فسفر، پتاسیم(میلی‌گرم‌برکیلوگرم) و ماده آلی(درصد) به ترتیب ۵/۲۸، ۷۳/۱۸ و ۰/۲۴ کاهش یافته است. در بافت خاک متوسط ذرات ماسه

1. Shapiro-Wilk
2. levene

www.SID.ir

Archive of SID

(درصد) ۱۱/۸۶ کاهش و سیلت و رس (درصد) به‌ترتیب ۴/۱۶ و ۱۱/۳ افزایش یافته است. اجزای الکتریکی خاک EC (میکرو زیمنس بر سانتی‌متر) و pH به ترتیب ۴۷/۹۳ و ۰/۱۹ کاهش و آهک و عنصر سدیم (میلی گرم بر کیلوگرم) به ترتیب ۳/۸۱ و ۴/۹۳ از سطح خاک شسته شده است.

پنج تیمار مذکور با شدت ۶۵ میلی‌متر بر ساعت و در شرایط کاملا یکسان طی پنج مرحله مورد شبیه‌سازی باران قرار گرفتند که نتایج پارامترهای مهم فرسایش و رسوب از جمله آستانه ظهور رواناب، حجم رواناب، بار رسوب معلق، غلظت رسوب و ضریب رواناب اندازه‌گیری و در جدول شماره ۲ ارائه شده است. نتایج آزمون کلموگراف-اسمیرنف حاکی از نرمال بودن داده‌ها بود، بنابراین در ادامه از آزمون‌های پارامتری برای بررسی و مقایسه تاثیر تیمارها استفاده گردید. برای بررسی اثرگذاری تیمارها بر روی پارامترهای فرسایش و رسوب از تجزیه واریانس یک طرفه استفاده گردید که نتایج آن در جدول شماره ۳ ارائه شده است.

در بررسی روندها، متغیرهای حجم و ضریب رواناب در همه تیمارها از زمان شروع رواناب تا سه دقیقه اول با یک شیب تند و سپس با یک شیب ملایم‌تر افزایش می‌یابد حال آنکه غلظت رسوب بعد از رسیدن به نقطه اوج خود شروع به کاهش می‌نماید. کاهش نفوذپذیری خاک با گذشت زمان باعث افزایش رواناب شده است اما به دلیل کاهش رسوب در دسترس، افزایش رواناب به افزایش رسوب به همان میزان منجر نشده و به همین دلیل با وجود روند افزایشی رواناب، رسوب شروع به کاهش می‌نماید که این نتیجه با یافته‌های صادقی و همکاران [۲۹] و خالدی درویشان [۱۶] مطابقت دارد.

نتایج آزمون t تست جفتی نشان می‌دهد(جدول ۴) که فرسایش در همه تیمارها تغییرات یکسانی را بر مشخصات خاک گذاشته است.

جدول ۱- متوسط متغیرهای خاک قبل و بعد از فرآیند شبیه‌سازی باران

Table.1 Mean of the soil variables before and after the rainfall simulation

	تیمار	ماده آلی	شن	سیلت	رس	هدایت الکتریکی	اسیدیته	آهک	فسفر	سدیم	پتاسیم
	treatment	OM (%)	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	EC (µSiemens/cm)	pH	Lime (%)	P (mg/kg)	Na (mg/kg)	K (mg/kg)
قبل از فرسایش Before erosion	خاک لخت Bare soil	1.18	46	35.17	18.83	275	7.6	40.33	14.7	6.73	334.67
	بیوچار Biochar	1.10	51.67	34.17	14.17	369.33	7.63	38.92	15.73	8.2	374.93
	کاه و کلش Straw mulch	1.35	51.67	32.83	15.50	374	7.5	38.83	10.49	7.67	439.33
	کود manure	1.09	49.67	35.17	15.17	308	7.6	40.33	12.24	6.67	418.67
	ورمی‌کمپوست vermicompost	1.22	53	34.17	12.83	289.67	7.63	39.83	11.01	9.67	346
بعد از فرسایش After erosion	خاک لخت Bare soil	0.9	33.33	38.33	28.33	271.67	7.37	37.08	7.4	2.8	280
	بیوچار Biochar	1.01	34.67	40.33	25	291.33	7.53	35.42	8.77	3.07	366.33
	کاه و کلش Straw mulch	0.92	36.67	38	25.33	276.33	7.33	35	8.03	3.2	318
	کود manure	0.91	53.33	37	27.67	268.33	7.37	36	6.28	2.6	319.33
	ورمی‌کمپوست vermicompst	0.98	34.67	38.67	26.67	268.67	7.4	35.67	7.27	2.6	264

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- متوسط متغیرهای‌های فرسایش و رسوب در کرت‌های آزمایشی در شدت ۶۵ میلی‌متر بر ساعت

Table2. Mean of the sediment and erosion variables at 65 mm/h intensity in the experimental plots

ضریب رواناب (٪)	غلظت رسوب (گرم بر لیتر)	بار رسوب معلق (گرم)	حجم رواناب (لیتر)	زمان (دقیقه)	فاصله زمانی برداشت		تیمار
Runoff coefficient (%)	Sediment concentration (g/L)	Suspended sediment load (g)	Runoff volume (L)	Time (min)	Time Interval		treatment
0	0	0	0	26.99	start	شروع	خاک لخت Bare soil
2.33	6.91	1.07	0.15	29.99	first	اول	
2.76	6.02	1.1	0.18	32.99	second	دوم	
3.64	9.5	2.26	0.24	35.99	third	سوم	
4.54	9.08	2.73	0.3	38.99	fourth	چهارم	
5.54	6.64	2.29	0.36	41.99	fifth	پنجم	
0	0	0	0	32.87	start	شروع	بیوچار Biochar
1.87	6.14	0.87	0.12	35.87	first	اول	
2.41	8.16	1.23	0.16	38.87	second	دوم	
2.99	10.44	1.84	0.19	41.87	third	سوم	
4.19	8.74	2.12	0.27	44.87	fourth	چهارم	
6.72	7.18	2.8	0.44	47.87	fifth	پنجم	
0	0	0	0	31.05	start	شروع	کاه گندم Straw mulch
2.33	12.86	2.45	0.15	34.05	first	اول	
2.96	8.86	1.52	0.19	37.05	second	دوم	
3.74	7.9	1.42	0.24	40.05	third	سوم	
4.61	4.33	1.23	0.3	43.05	fourth	چهارم	
5.34	4.9	1.68	0.35	47.05	fifth	پنجم	
0	0	0	0	33.01	start	شروع	کود گوسفندی manure
2.53	6.91	1.06	0.16	36.01	first	اول	
3.26	5.73	1.33	0.21	39.01	second	دوم	
4.25	5.8	1.77	0.28	42.01	third	سوم	
5.18	5.5	2.01	0.34	45.01	fourth	چهارم	
6.36	5.12	2.35	0.41	48.01	fifth	پنجم	
0	0	0	0	28.77	start	شروع	ورمی کمپوست vermicompost
2.47	7.37	1.17	0.16	31.77	first	اول	
3.3	5.4	1.1	0.21	34.77	second	دوم	
4.35	5.89	1.59	0.28	37.77	third	سوم	
5.15	5.53	1.69	0.33	40.77	fourth	چهارم	
6.23	5.23	1.83	0.41	43.77	fifth	پنجم	

جدول شماره ۳- نتایج تجزیه واریانس یک طرفه (ANOVA) اثر خاک لخت و چهار اصلاح‌کننده در شدت ۶۵ میلی‌متر بر ساعت

Table 3. Results of one-way analysis of variance of the effect of bare soil and four amendment at 65mm/h intensity

سطح معنی‌داری		میانگین مربعات	درجه آزادی	مجموع مربعات	متغیر وابسته		منبع تغییرات
Significate level	F	Mean square	df	Sum of squares	variable		Variations source
0.974	0.115	20.611	4	82.444	Runoff initiation time	آستانه ظهور رواناب	خاک لخت و چهار اصلاح کننده ها Bare soil and four amendment
0.795	0.419	0.007	4	0.3	Runoff volume	حجم رواناب	
0.871	0.31	0.025	4	0.102	Suspended sediment load	بار رسوب معلق	
0.795	0.419	0.001	4	0.005	Runoff coefficient	ضریب رواناب	
0.263	1.342	0.051	4	0.204	Sediment concentration	غلظت رسوب	

www.SID.ir

Archive of SID

جدول شماره ۴- نتایج آزمون t-test جفتی سری خاک‌های قبل و بعد از شبیه‌سازی باران

Table 4. results of paired t-test soil series before and after rainfall simulation

متغیر		مرحله فرسایش		میانگین	انحراف استاندارد		سطح معنی‌داری
variable		Erosion stage		mean	Standard deviation	t	Significant level
ماده آلی	Organic matter	before	قبل	1.18	0.23	4.167	0.001**
		after	بعد	0.94	0.12		
ماسه	sand	before	قبل	50.4	6.54	8.175	0.000**
		after	بعد	34.93	2.21		
لای	silt	before	قبل	34.3	4.55	-2.781	0.015*
		after	بعد	38.46	2.97		
رس	clay	before	قبل	15.3	3.07	-10.98	0.000**
		after	بعد	26.6	3.66		
هدایت الکتریکی	EC	before	قبل	323.2	88.83	1.86	0.084*
		after	بعد	275.26	29.8		
اسیدیته	pH	before	قبل	7.59	0.09	4.113	0.001**
		after	بعد	7.4	0.14		
آهک	lime	before	قبل	39.65	2.51	7.958	0.000**
		after	بعد	35.83	1.79		
پتاسیم	K	before	قبل	382.72	63.75	3.529	0.003**
		after	بعد	309.53	53.32		
فسفر	P	before	قبل	12.83	3.46	6.138	0.000**
		after	بعد	7.54	2.49		
سدیم	Na	before	قبل	7.78	1.88	9.879	0.000**
		after	بعد	2.85	0.39		

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که ظهور رواناب در همه تیمارها نسبت به خاک لخت دیرتر اتفاق افتاده است. اما در بقیه پارامترها تفاوت چندانی بین تیمارها وجود ندارد. لذا زمان شروع رواناب در همه تیمارها نسبت به خاک لخت با تاخیر بوده است که حاکی از اثرات مطلوب اصلاح‌کننده‌ها در مهار فرآیند جدایش و افزایش نفوذپذیری است که با نتایج غلامی و همکاران [۱۰] مبنی بر افزایش زمان شروع رواناب تحت تاثیر اصلاح کننده‌ها مطابقت دارد.

همچنین با توجه به بافت، عمق خاک و شیب پلات‌ها به طور کلی ضریب رواناب پایین بود که البته با وجود اصلاح کننده‌ها به کم‌ترین میزان خود رسیده‌اند. علاوه بر این مدت شبیه‌سازی ۱۵ دقیقه‌ای نیز می‌تواند یکی از دلایل پایین بودن ضریب رواناب باشد، زیرا به دلیل خشک بودن خاک در ابتدای بارش ضریب رواناب پایین است و مسلما با افزایش زمان بارندگی ضریب رواناب نیز افزایش بیش‌تری نشان خواهد داد.

نتایج تجزیه واریانس یک‌طرفه نشان داد که هیچ‌کدام از تیمارها نتوانسته‌اند تفاوت معنی‌داری را در متغیرهای فرسایش و رسوب در شدت ۶۵ میلی‌متر بر ساعت ایجاد کنند. این نتایج با یافته‌های صادقی و همکاران [۲۹] و غلامی و همکاران ۲۰۱۶ [۱۰] از جنبه کود گوسفندی؛ دون و همکاران ۲۰۱۵ [۶] و بیدرمن و هارپول ۲۰۱۳ [۳] از جنبه بیوچار؛ لو و همکاران ۲۰۱۶ [۱۸] از جنبه کاه و کلش و رضایی پاشا و همکاران ۲۰۱۸ [۲۷] از جنبه ورمی‌کمپوست مغایرت دارد. عامل این مغایرت‌ها را می‌توان به سه علت بیان نمود. ۱- اکثر محققان مزبور تاثیرات آنی این اصلاح‌کننده‌ها را بر روی پارامترهای فرسایش و رسوب بررسی کرده‌اند حال آنکه در این تحقیق این اصلاح‌کننده‌ها به مدت شش ماه در سطح زمین قرار گرفته‌اند. ۲- در این مدت شش ماه، ۴۱۶/۰۵ میلی‌متر بارندگی(شکل شماره ۲) بر روی محدوده موردنظر اتفاق افتاده است. ۳- استفاده از بیشنه شدت منطقه، که این سه علت تاثیرات مثبت اصلاح‌کننده‌ها را خنثی کرده است. البته نتایج با تحقیقات رهما و همکاران [۲۵] از جنبه کاه و کلش و راموس و همکاران [۲۶] از جنبه کود حیوانی و حجم رواناب مطابقت دارد.

بررسی بار و غلظت رسوب معلق نشان از نوسانات آن تحت تاثیر تیمارهای مختلف دارد. این متغیر در پلات با تیمار کاه و کلش، اگر چه در ابتدای شبیه‌سازی، بالاتر از سایر تیمارها قرار گرفته است اما از اواسط شبیه‌سازی پایین‌تر از همه قرار می‌گیرد. در حالی که

www.SID.ir

Archive of SID

پارامتر رواناب در تمامی تیمارها روند تقریبا یکنواختی داشته و با شیب خاصی تا انتها ادامه یافته و نوسان خاصی مشاهده نمی‌شود. این مسئله نشان از پیچیدگی فرایند فرسایش داشته و تاثیر متقابل عوامل و متغیرهای فراوانی را در این امر نشان می‌دهد. در ابتدای شبیه‌سازی به دلیل فراوان بودن رسوب در دسترس مقدار رسوب خروجی از پلات زیاد بوده اما به مرور زمان با وجود روند افزایشی رواناب مقدار رسوب قابل حمل در سطح خاک کاهش می‌یابد و در نتیجه افت محسوسی در روند رسوب خروجی از پلات‌ها مشاهده می‌گردد.

مقدار ماده آلی خاک را ۲۰/۶۸ درصد در سطح اعتماد ۹۹ درصد کاهش داده است که این نتایج با یافته‌های دائن و همکاران [۵]، نی و همکاران [۲۳] و صادقی و همکاران [۲۹] تطابق دارد. در بررسی بافت خاک، درصد ماسه ۳۰/۶۸ کاهش و درصد سیلت و رس به ترتیب ۱۲/۱۵ و ۷۳/۸۶ افزایش پیدا کرده است. در مقادیر ماسه و رس تفاوت معنی‌دار در سطح ۹۹ درصد و در مقادیر سیلت در سطح ۹۵ درصد می‌باشد. این تغییرات به گونه‌ای است که کلاس خاک از لومی به سمت مرز لومی–رسی انتقال یافته است. براساس لوکاس بورجا و همکاران [۱۹] این شواهد نشان می‌دهد که ذرات ماسه با قطر ۵۰ تا ۲۰۰۰ میکرومتر(روش هیدرومتر) در اثر فرایند فرسایش از خروجی پلات به بیرون انتقال داده شده‌اند. از آنجایی که برای تعیین بافت خاک از روش هیدرومتر استفاده شده است، درصد رس، سیلت و ماسه تعیین می‌گردد و در نتیجه ذرات ماسه به دلیل اندازه (۰/۰۵ تا ۲ میلی متر) نسبتا کوچک قابلیت زیادی در جابجایی دارند. زیرا در شروع بارندگی خاک‌دانه‌های خاک چسبندگی زیادی دارند و هنگامی که فرسایش آغاز می‌شود ذرات سیلت و رس که دارای چسبندگی بیش‌تری هستند در خاک باقی می‌مانند اما ذرات ماسه به دلیل چسبندگی کم‌تر از خاک جدا شده و حمل می‌شوند. از آنجایی که فرآیند فرسایش شامل چهار مرحله مختلف است، ممکن است ذرات رس و لای به دلیل کوچک بودن از محل اولیه خود جدا[1] شوند، مورد بارگیری[2] و حمل[3] نیز قرار گیرند اما به دلیل طویل بودن پلات (۲ متر) دوباره شامل فرآیند ته نشست و یا توزیع مجدد[4] قرار گیرند. لذا از یک طرف ذرات رس و سیلت به دلیل چسبندگی زیاد نسبت به ماسه در سطح خاک باقی مانده و از طرف دیگر در فرآیند ته نشست و توزیع مجدد نیز دخیل بوده‌اند که همین امر سبب می‌شود که بعد از بارندگی های شدید رس و سیلت در منافذ خاک قرار گرفته و در سطح خاک سله ببندد [۱۰، ۳۳]. در نتیجه محیط با داشتن ذرات سیلت و رس بیش‌تر، خاک دارای بافت سنگین‌تری نسبت به قبل از فرسایش خواهد بود.

در بررسی مشخصات الکتریکی خاک، مقدار هدایت‌الکتریکی ۱۴/۸۳ درصد کاهش یافته است که هر دو سری با یکدیگر تفاوت معنی‌دار ندارند حال آنکه مقدار اسیدیته ۲/۵۴ درصد کاهش یافته که در سطح ۹۹ درصد تفاوت معنی‌دار حاصل شده است. البته باید توجه داشت که تاثیرگذاری و مقدار بهینه مشخصات الکتریکی خاک با در نظر گرفتن سایر متغیرها از قبیل ظرفیت تبادلی کاتیونی خاک (CEC)، شوری، تجمع مواد مغذی، رطوبت پیشین خاک، بافت و ساختمان خاک، جرم مخصوص ظاهری و ماده آلی خاک [۱۴] می‌شود. اما براساس نظر غلامی و همکاران [۱۰] می‌توان گفت با توجه به اینکه منطقه مورد مطالعه نیمه خشک و خاک آن آهکی است، کاهش۹/۶۳ درصدی آهک در سطح اعتماد ۹۹ درصد، سبب کاهش اسیدیته خاک گردیده است. پتاسیم نیز که یکی از عناصر اصلی مورد نیاز گیاهان است و نقش بسیار مهمی در فتوسنتز، تقسیم سلولی و رشد، ساختن پروتئین، کمیت و کیفیت محصولات و اقتصاد آب برای گیاه دارد [۷] در فرآیند فرسایش از لایه سطحی خاک به میزان ۱۹/۱۲ درصد شسته شده است. فسفر خاک هم که یکی از عناصر اصلی مورد نیاز گیاهان است و در مناطق خشک و نیمه خشک به دلیل مقادیر بالای کربنات کلسیم، کمبود این عنصر گزارش شده است [۲۱] توسط اثرات مخرب فرسایش ۴۱/۱۷ درصد کاهش یافته است. از طرفی ارزیابی سدیم تبادلی به عنوان خطری بالقوه که خاک را تهدید می‌کند و سبب جذب فلزات سنگین در گیاه می‌شود [۱۲] نشان داد در فرآیند شبیه‌سازی باران ۶۳/۳۶ درصد کاهش یافته است.

بنابراین نتایج نشان می‌دهد مدت زمان طولانی، بارندگی منطقه و شدت بیشینه اثرات مطلوب اصلاح‌کننده‌ها را خنثی کرده‌اند حال آنکه فرآیند فرسایش همه مشخصات خاک را دست خوش تغییرات قرار داده است. از طرفی بافت خاک را از کلاس لومی به کلاس لومی–رسی نزدیک کرده است و از جنبه دیگر ماده آلی و عناصر حیاتی خاک را کاهش داده است. بنابراین لازم است مدیریتی پایدار و همه جانبه اعمال شود تا توسط بارندگی عناصر مضر همانند سدیم تبادلی و یا آهک از سطح خاک شسته شود؛ حال آنکه عناصر با ارزش همانند فسفر، پتاسیم و ماده آلی خاک در سطح خاک به طرق مختلف حفظ گردند.

با توجه به این‌که هر اصلاح‌کننده در هر شرایط و زمان خاص عکس‌العمل منحصر به فرد خود را دارد، نیاز است در عرصه‌های طبیعی انواع اصلاح‌کننده‌های آلی، به صورت جدا از هم و به صورت توأم، در زمان و سطوح مختلف، مورد ارزیابی قرار گیرند تا اطلاعات جامعی برای اعمال این اصلاح‌کننده‌ها در عرصه‌های طبیعی بدست آید.

در این پژوهش در یک بازه زمانی شش ماهه، تاثیرات اصلاح‌کننده‌ها دو بار مورد ارزیابی قرار گرفت؛ پیشنهاد می‌گردد طول بازه زمانی به چند سال افزایش و در این مدت طولانی نیز تعداد فازهای آزمایشی بیش‌تر شود؛ تا بدین وسیله تاثیرات اصلاح‌کنندها بر پارامترهای فرسایش و رسوب در گذر زمانی کاملاً مشخص و بارز گردد.

1 detachment
2 entrainment
3 transportation
4 redistribution

www.SID.ir

Archive of SID

تشکر و قدردانی

در پایان از مدیریت محترم مزرعه آموزشی و پژوهشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه جناب آقای دکتر حمید رضا چقازردی و همه پرسنل زحمت‌کش این مجموعه کمال تشکر را داریم. همچنین از آقای دکتر علی بهشتی آل آقا و پرسنل محترم آزمایشگاه خاک‌شناسی دانشگاه رازی کرمانشاه بابت همه زحمات بی‌دریغشان سپاس‌گزاریم.

منابع

1. Aghabeigi Amin, S. and Arabkhedri, M. 2018. Designing and construction of a portable rainfall simulator. Iranian journal of eco hydrology 5(1): 229-239.(In Persian)

2. Bakhshi Tiregani, M. Moradi, H. and Sadeghi, SHR. 2011. Comparison of runoff generation and sediment yield in two land uses of range and dry farming. Iranian journal of range and desert research 18(2): 269-279.(In Persian)

3. Biederman, LA. and Harpole, WS. 2013. Biochar and its effects on plant productivity and nutrient cycling: A meta-analysis. GCB Bioenergy 5(1): 202- 214.

4. Correa, SW. Mello, CR. Chou, SC. Curi, N. and Norton, LD. 2016. Soil erosion risk associated with climate change at Mantaro River basin, Peruvian Andes. Catena, 147(1): 110-124.

5. Dhaene, K. Vermang, J. Cornelis, WM. Leroy, BLM. Schiettecatte, W. De Neve, S. Donald Gabriels, D. and Hofman, G. 2008. Reduced tillage effects on physical properties of silt loam soils growing root crops. Soil and Tillage Research 99(1): 279-290.

6. Doan, TT. Henry-des-Tureaux, T. Rumpel, C. Janeau, JL. and Jouquet, P. 2015. Impact of compost, vermicompost and biochar on soil fertility, maize yield and soil erosion in Northern Vietnam: A three year mesocosm experiment. Science of the Total Environment 514(1): 147-154.

7. Farshadirad, A. and Dordipour, E. 2015. Contribution Of Soil and Soil Fractions' (Clay and Silt) Exchangeable and Nonexchangeable Potassium to Available Potassium for Corn Plant in Loess-Like and Loess-Derived Soils of Golestan Province. Journal of science and technology of agriculture and natural resources, water and soil science 19(72): 269-279.(In Persian)

8. Gee, GW. and Bauder, JW. 1986. Method of Soil Analysis: Part 1 Physical and Mineralogical Methods (2th Ed). the American Society of Agronomy, Madison, 383-411p.

9. Ghahraman, B. and Abkhezr, H. 2004. Improvement in intensity-duration-frequency relationships of rainfall in Iran. Journal of water and soil science 8(2): 1-14.(In Persian)

10. Gholami, L. Sadeghi, SHR. and Homaee, M. 2016. Different effects of sheep manure conditioner on runoff and soil loss components in eroded soil. Catena. 139(1): 99-104.

11. Gispert, M. Pardini, G. Colldecarrera, M. Emran, M. and Doni, S. 2017. Water erosion and soil properties patterns along selected rainfall events in cultivated and abandoned terraced fields under renaturalisation. Catena. 155(1): 114-126.

12. Hamzenejad Taghlidabad, R. Khodaverdiloo, H. Rezapour, S. and Manafi, SH. 2012. Evaluating of Efficiency of Three Halophyte Plants for Reduction of Soil Exchangeable Sodium (ESP) and Cadmium (Cd) and Lead (Pb) Contamination. Journal of science and technology of agriculture and natural resources, water and soil science 16(60): 130-143.(In Persian)

13. Hong, H. Cai, Y. Zhang, S. Ding, H. Wang, H. and Han, A. 2017. Molecular basis of substrate specific acetylation by N-Terminal acetyltransferase NatB. Structure 25(1): 641-649.

14. Husson, O. Brunet, A. Babre, D. Charpentier, H. Durand, M. and Sarthou, JP. 2018. Conservation Agriculture systems alter the electrical characteristics (Eh, pH and EC) of four soil types in France. Soil and Tillage Research. 176(1): 57-68.

15. Kavian, A. Asgariyan, R. Jafarian Jeloudar, Z. and Bahmanyar, M. 2012. Effect of Soil Properties on Runoff and Sediment Yield in Farm Scale (Case study: a part of Sari town's neighboring Croplands). Journal of water and soil science (agricultural science) 23(4): 45-57.(In Persian)

16. khaledi Darvishan, A. 2013. Simulation of runoff generation and soil erosion processes in different antecedent soil moisture content. Ph.D. Dissertation. Faculty of Natural Resource. Tarbiat Modares University, 140 p.(In Persian)

17. Li, B. Li, Y. Liu, F. Tan, X. Rui, Q. Tong, Y. Qiao, L. Gao, R. Shi, R. and Li, Y. 2019. Overexpression of AtTMS blocks secretion during pollen development by competitively binding to SYP1s. Plant Physiol 181(1): 1114-1126.

18. Lu, S. Chen, F. Ngo, HH. Guo, W. Feng, C. Wu, J. and Zheng, B. 2016. Effect of straw and polyacrylamide

www.SID.ir

Archive of SID

on the stability of land/water ecotone soil and the field implementation. Ecological Engineering. 94(1): 12-21.

19. Lucas-Borja, ME. Zema, DA. Carrà, BG. Cerdà, A. Plaza-Alvarez, PA. Cózar, JS. Gonzalez-Romero, J. Moya, D. and Heras, J. 2018. Short-term changes in infiltration between straw mulched and non-mulched soils after wildfire in Mediterranean forest ecosystems. Ecological Engineering. 122(1): 27-31.

20. Mahmoodabadi, M. Rouhipour, H. Arabkhedri, M. and Rafahi, H. 2007. Calibration, spatial distribution and rain characteristics of rainfall simulation case study: Soil Conservation & Watershed Management Research Institute -Rainfall Simulator. Iranian journal of watershed management science 1(1): 39-50.(In Persian)

21. Moeini, M. Hejazi Mehrizi, M. and Jafari, A. 2016. Determination of organic P fractions in a calcareous soil as affected by wheat cultivation and organic amendments. Journal of Soil Management and Sustainable Production 5(4): 79-95.(In Persian)

22. Morgan, RPC. 2005. Soil Erosion and Conservation (3th Ed.). Blackwell.

23. Nie, X. Li, Z. Huang, J. Liu, L. Xiao, H. Liu, C. and Zeng, G. 2018. Thermal stability of organic carbon in soil aggregates as affected by soil erosion and deposition. Soil and Tillage Research. 175(1): 82-90.

24. Rafahi, HGh. 2007. water erosion and conservation(1th Ed). University of Tehran press, Tehran.(In Persian)

25. Rahma, AE. Wang, W. Tang, Z. Lei, T. Warrington, DN. and Zhao, J. 2017. Straw mulch can induce greater soil losses from loess slopes than nomulch under extreme rainfall conditions. Agricultural and Forest meteorology. 232(1): 141-151.

26. Ramos, MC. Quinton, JN. and Tyrrel, SF. 2006. Effects of cattle manure on erosion rates and runoff waterpollution by faecal coliforms. Journal of Environmental Management. 78(1): 97-101.

27. Rezaei Pasha, M. Shahedi, K. Vahabzadeh, Q. Kavian, A. Ghajar Sepanlou, M. and Jouquet, P. 2018. Influence of vermicompost and urea chemical fertilizer on monthly changes in runoff at plot scale. Iranian Journal of Ecohydrology 4(4): 1061-1070.(In Persian)

28. Rousta, MJ. and Enayati, K. 2011. Effects of organic and mineral amendments on mean-weight diameter of soil aggregates. Watershed Management Research (Pajouhesh & Sazandegi) 98(1): 24-33.(In Persian)

29. Sadeghi, SHR. Gholami, L. Homaee, M. and KhaledиDarvishan, A. 2015. Reducing sediment concentration and soil loss using organic and inorganic amendments at plot scale. Solid Earth. 6(1): 445-455.

30. Sharifi Moghaddam, E. Sadeghi, SHR. and Khaledi Darvishan, A. 2015. Small plot soil hydrologic components as affected by application of vinasse organic residue. Iranian journal of soil and water research 45(4): 499-508.(In Persian)

31. Tejada, M. Garcia-Martinez, AM. and parrado, J. 2009. Effects of a vermicompost composted with beet vinasse on soil properties, soil losses and soil restoration. Catena. 77(1): 238-247.

32. Vahedi, AA. and Maghsoudi, R. 2017. Providing statistical and simulation protocol for monitoring soil carbon pools using plant biodiversity indices (Case study: Nour Forest Park). Journal of Water and Soil Conservation. 24(2): 239-255.(In Persian)

33. Zare Khormizi, M. Najafinejad, A. Noura, N. and Kavian, A. 2012. Effects of slope and soil properties on runoff and soil loss using rainfall simulator, Chehel-chai watershed, Golestan province. Journal of water and soil conservation 19(2): 165-178.(In Persian)

www.SID.ir

Archive of SID

نشریه علمی- پژوهشی

علوم و مهندسی آبخیزداری ایران

Iran-Watershed Management Science & Engineering

Vol. 15, No. 51, Winter 2021

سال چهاردهم- شماره ۵۱- زمستان ۱۳۹۹

Investigation of Temporal Variations of Soil Properties under the Influence of Amendments and Soil Erosion Process

M. H. Farhoudi[1], O. Bazrafshan[2], S. Aghabeigi Amin[3], A. Holisaz[4] and Y. Esmaeilpour[5]

Received: 26-01-2020 Accepted: 09-07-2020

Abstract

The soil erosion during the various stages of the process of separation to deposition, destructive affects on the physical and chemical properties of the soil. Today, various soil additives and modifiers are used to protect water and soil around the world. However, the role of organic materials and environmentally friendly materials has not been taken into consideration. Therefore, the aim of present study is to investigate of the effect of four modifiers including biochar, sheep manure, wheat straw and vermicompost in 1 × 2 m 2 plot, intensity 65 millimeter per hour with 3 repetitions and slop 8-12 percent using rainfall simulator. The results showed that long-term rainfall, heavy rainfall and extreme intensity had offset the positive effects of the treatments. However, the process of erosion has changed all the characteristics of the soil. So that the soil texture at the confidence level of 95 percent of the loam class is close to the loom-clay class and reduce 20.68 percent 41.17 and 19.12 percent organic matter, phosphor and potassium, respectively. During the erosion process, the soil lime was washed at 9.63 percent and the soil pH was reduced by 2.54 percent.

Keywords: Erosion, Soil properties, Organic amendment and rainfall simulator

1. Ph.D graduated in Watershed Science and Engineering.
2. Assistant Professor, Department of Rangeland and Watershed Management, Faculty of Natural Resources, Hormozgan University, Hormozgan, Iran
3. Corresponding Author and Assistant Professor, Department of Natural Resources, Faculty of Agricultural, RaziUniversity, Kermanshah, Iran, Email: saghabeigi@yahoo.com
4. Assistant Professor, Department of Rangeland and Watershed Management, Faculty of Natural Resources, Hormozgan University, Hormozgan, Iran
5. Assistant Professor, Department of Rangeland and Watershed Management, Faculty of Natural Resources, Hormozgan University, Hormozgan, Iran

www.SID.ir