نشریه علمی
علوم و مهندسی آبخیزداری ایران
Iran-Watershed Management Science & Engineering
Vol. 19, No. 68, Spring 2025
سال نوزدهم- شماره ۶۸- بهار ۱۴۰۴

Investigating the Effect of Combined and Separate Short-Term Application of Compost, Polyacrylamide and Polyvinyl acetate on some Soil Characteristics and Runoff-Sediment Changes in Loess Deposits

Aylin Pourazad[1], Ali Najafinejad[2]*, Maryam Azarakhshi[3], Ali Mohammadian Behbahani[4]
Received: 16-11-2024, Revised: 20-11-2024, Accepted: 06-12-2024, Published: 09-06-2025
https://doi.org/10.22034/19.68.1

Extended Abstract

Introduction

Soil erosion is one of the most important threats to soil quantity and quality, and its unintended consequences can be considered one of the biggest problems facing various ecosystems today. The results of studies in Iran also indicate a high rate of soil erosion. Measurements and estimates show that the amount of water erosion in Iran is between one and four billion tons per year. Therefore, applying appropriate management methods to control soil erosion is of great importance in the management and conservation of natural resources. Since biological control and management of soil erosion and the use of native or non-native vegetation cover are very difficult or impossible in critical conditions and areas prone to erosion, among the various management measures available, it is necessary to use methods that can protect the soil in its place and in the first steps of the impact of erosive factors. One of the most important factors controlling runoff and soil erosion is the use of soil amendments. Therefore, the present study was conducted with the aim of investigating the separate and combined effects of compost, polyacrylamide, and polyvinyl acetate on some chemical, physical, and biological properties of soil, as well as changes in runoff and sedimentation of loess deposits in a rain and soil erosion simulator laboratory.

Materials and methods

The soil used in this research was collected from the surface layer (zero to 10 cm) of the loess soil of the pasture lands of Ghozghan Valley, Daregaz city which is sensitive to erosion. After being transferred to the laboratory, to maintain the relative stability of the soil grains, they were passed through a 4 mm sieve. Plots with width, length and height of one, two and 0.25 meters were used for this research. The desired slope of 9% was used, which is roughly proportional to the general conditions of the region. Then, to create an impermeable layer, the plots were filled with mineral pumice to a depth of 15 cm. In order to carry out the present research, compost treatment was used as an organic soil amendments, and polyacrylamide and polyvinyl acetate

1. Ph.D. Graduate, Department of Rangeland and Watershed Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran.
2. Professor, Department of Rangeland and Watershed Management, Faculty of Natural Resources, Gorgan University, Iran. Corresponding Author: najafinejad@gmail.com
3. Assistant Professor, Department of Rangeland and Watershed Management, Faculty of Natural Resources, Torbat Heydarieh University, Iran.
4. Associate Professor, Department of Rangeland and Watershed Management, Faculty of Natural Resources, Gorgan University, Iran.

[Downloaded from jwmsei.ir on 2025-12-19]

were used as inorganic soil amendments. Protective treatments were applied in laboratory conditions using a rain simulator with a rainfall intensity of 84 mm/h and with a duration of half an hour and plots of 1*2 m with a slope of 9%. In the review of sources from the researches, anionic polyacrylamide is used in the amount of six grams per square meter and in powder form due to its effect in reducing runoff and sediment, as well as polyvinyl acetate in the amount of six grams per square meter. Compost was used in the amount of 30 grams per square meter.

Results and Discussion

The use of protective treatments prevented runoff from flowing on the surface of loess soil, resulting in an increase in runoff initiation time and a decrease in runoff and sediment volume. The highest reduction in runoff volume was observed in the combined compost and polyacrylamide treatment at 48%. The highest and lowest sediment concentrations were observed in the two control treatments and the compost polyvinyl acetate combination, respectively, with values of 267 and 48.5 g/l. The results of the study treatments showed that the use of organic and inorganic compounds also had an effect on the biological properties measured, and these effects were both decreasing and increasing. The use of organic treatments such as compost had a positive effect on the biological properties of the soil due to its high organic matter content and it increases the activity of microorganisms and consequently increases parameters such as microbial biomass carbon, the largest increase being in the combined treatment of polyvinyl acetate and compost at 32%. The combination of compost can lead to improvement of the physicochemical and microbiological properties of the soil. The loss of three nutrients, nitrogen, phosphorus, and potassium, increased, especially in organic treatments compared to the control. Based on the results of this study, the best treatment was the simultaneous use of polyvinyl acetate and compost.

Conclusion

The results of the treatments studied in this study showed that in general, applying organic and inorganic amendments separately and simultaneously reduced the amount of sediment. In general, regarding the effect of the treatments used in this study on the amount of soil loss, it can be said that modifying the physical and even chemical properties of the soil increases its resistance to erosion and erosive agents. Regarding the importance of physical and chemical properties of soil, it can be said that physical properties are more important and their modification is more important in reducing erosion; however, changing and modifying the chemical properties of soil by using various organic additives can also play a role in reducing erosion by affecting physical properties. Each of the organic and inorganic amendments studied was able to affect and change most of the measured parameters, while the simultaneous use of these compounds improved the effectiveness of these compounds in most cases. In summary, it can be stated that the use of compost, polyvinyl acetate, and anionic polyacrylamide, individually and in combination, with the aim of investigating their effects on soil and water conservation and soil chemical and physical properties, can be a useful, efficient, and effective solution. Finally, since the results of these experiments on a laboratory scale show good results, it can be suggested to carry out these treatments on a wider and farm scale.

Keywords: *Soil amendments, Soil conservation, Runoff, Ghozghan Valley, Loess soils*

Article Type: Research Article

Acknowledgement

We are grateful to Torbat Heydarieh University for providing a platform to conduct simulation experiments in the soil protection laboratory.

Conflicts of interest

The authors of this article declared no conflict of interest regarding the authorship or publication of this article.

[Downloaded from jwmsei.ir on 2025-12-19]

Data Availability Statement

The datasets are available upon a reasonable request to the corresponding author.

Authors' contribution

Aylin pourazad: Conducting simulation tests, software and statistical analysis, writing the first version of the article

Ali Najafinejad: Guiding, editing and revising the article, controlling the results

and revising the article Maryam Azarakhshi: Guiding, help in conducting simulation experiments

Ali Mohammadian Behbahani: Counseling during tests and reviewing and revising the article

Citation: Pourazad A, Najafinejad A, Azarakhshi M, Mohammadian Behbahani A. Investigating the Effect of Combined and Separate Short-Term Application of Compost, Polyacrylamide and Polyvinyl acetate on some Soil Characteristics and Runoff-Sediment Changes in Loess Deposits. jwmseir 2025; 19 (68): 1-16

Iran-Watershed Management Science & Engineering, Year 2025, Vol 19, No 68, PP 1-16

Publisher: Watershed Management Society of Iran © Author(s)

[Downloaded from jwmsei.ir on 2025-12-19]

بررسی اثر کاربرد کوتاه‌مدت ترکیبی و جدا کمپوست، پلی‌آکریل‌آمید و پلی‌وینیل‌استات بر برخی ویژگی‌های خاک و تغییرات رواناب- رسوب نهشته‌های لسی

آیلین پورآزاد[1]، علی نجفی‌نژاد[2]*، مریم آذرخشی[3]، علی محمدیان بهبهانی[4]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۸/۲۶، تاریخ داوری: ۱۴۰۳/۰۸/۳۰،
تاریخ پذیرش:۱۴۰۳/۰۹/۱۶، تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۳/۱۹
https://doi.org/10.22034/19.68.1

چکیده

فرسایش خاک از مهم‌ترین عوامل تهدید کمیت و کیفیت خاک محسوب می‌شود که پیامدهای ناخواسته آن را می‌توان به عنوان یکی از بزرگ‌ترین مشکلات امروزی زیست‌بوم‌های مختلف تلقی نمود. از مهم‌ترین عوامل کنترل‌کننده رواناب و فرسایش خاک، کاربرد افزودنی‌های خاک است. بنابراین پژوهش حاضر، با هدف بررسی عملکرد جداگانه و ترکیبی از تأثیر کمپوست و پلی‌آکریل‌آمید و پلی‌وینیل استات بر برخی ویژگی‌های شیمیایی، فیزیکی و زیستی خاک و همچنین تغییرات رواناب و رسوب نهشته‌های لسی در آزمایشگاه شبیه‌ساز باران انجام شد. برای انجام پژوهش حاضر تیمارهای حفاظتی در شرایط آزمایشگاهی و با استفاده از شبیه‌ساز باران با شدت بارندگی ۸۴ میلی‌متر بر ساعت و با تداوم نیم ساعته و کرت‌های ۲×۱ متر با شیب نه درصد حدوداً متناسب با شرایط عمومی منطقه بر خاک لسی اراضی مرتعی منطقه قزقان دره شهرستان درگز استفاده شد. نتایج نشان داد که استفاده از تیمارهای حفاظتی باعث افزایش زمان شروع رواناب، کاهش حجم رواناب و رسوب شده است که بیشترین کاهش حجم رواناب در تیمار ترکیبی کمپوست و پلی آکریل آمید به میزان ۴۸ درصد مشاهده شد. بیشترین و کمترین غلظت رسوب به ترتیب در دو تیمار شاهد و ترکیب کمپوست+پلی وینیل استات به ترتیب با مقادیر ۲۶۷ و ۴۸/۵ گرم در لیتر مشاهده شد. بیشترین افزایش پارامتر بیومس میکروبی در تیمار ترکیبی پلی وینیل استات و کمپوست به مقدار ۳۲ درصد بوده است. در مجموع می‌توان اظهار داشت که استفاده از کمپوست، پلی‌وینیل استات و پلی‌آکریل‌آمید آنیونی به صورت جداگانه و ترکیبی با هدف بررسی اثر آن‌ها در حفاظت خاک و آب و خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک، می‌تواند راهکاری مفید، کارا و مؤثر باشد.

کلیدواژه‌ها: **افزودنی‌های خاک، حفاظت خاک، رواناب، قزقان دره، خاک لسی.**

نوع مقاله: پژوهشی

استناد:. پورآزاد آیلین، نجفی نژاد علی، آذرخشی مریم، محمدیان بهبهانی علی. بررسی اثر کاربرد کوتاه‌مدت ترکیبی و جداگانه کمپوست، پلی‌آکریل‌آمید و پلی‌وینیل‌استات بر برخی ویژگی‌های خاک و تغییرات رواناب- رسوب نهشته‌های لسی. علوم ومهندسی آبخیزداری ایران. ۱۴۰۴؛ ۱۹(۶۸): ۱-۱۶

علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، سال ۱۴۰۴، دوره ۱۹، شماره ۶۸، صفحه ۱-۱۶

© نویسندگان

ناشر: انجمن آبخیزداری ایران

۱- دانش آموخته دکتری علوم و مهندسی آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران
۲- استاد، گروه مهندسی آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران، نویسنده مسئول: Email: najafinejad@gmail.com
۳- استادیار، گروه مهندسی آبخیزداری، دانشگاه تربت حیدریه، ایران
۴- دانشیار، گروه مدیریت مناطق بیابانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران

[Downloaded from jwmsei.ir on 2025-12-19]

مقدمه

فرسایش خاک یکی از مهم‌ترین عوامل تهدید کمیت و کیفیت خاک محسوب می‌شود که پیامدهای ناخواسته آن را می‌توان به عنوان یکی از بزرگ‌ترین مشکلات امروزی زیست‌بوم‌های مختلف تلقی نمود [۳، ۲۹ و ٤٨]. هرچند که در کشورهای مختلف برای معکوس نمودن اثرات نامطلوب فرسایش خاک اقدامات موثری در مقیاس وسیع انجام شده، اما همچنان نرخ فرسایش خاک در مقیاس جهانی بسیار نگران کننده است. به عنوان مثال، دابرال و همکاران [۱۲] گزارش نمودند که در مقیاس جهانی سالانه نزدیک به ۷۵ میلیارد تن خاک سطحی به دلیل فرسایش آبی وارد آبراهه‌ها می‌شود. نتایج مطالعات در ایران نیز حکایت از نرخ بالای فرسایش خاک دارد. اندازه‌گیری‌ها و برآوردها نشان می‌دهد که مقدار فرسایش آبی در ایران بین ۱ تا ٤ میلیارد تن در سال گزارش شده است [۳]. لذا، اعمال روش‌های مدیریتی مناسب برای مهار فرسایش خاک از اهمیت بالایی در مدیریت و حفظ منابع طبیعی برخوردار است. یکی از راه‌کارها و فناوری‌های جدید برای مهار فرسایش خاک، استفاده از اصلاح‌کننده‌های اقتصادی و دوست‌دار محیط‌زیست است. مدیریت و حفاظت منابع آب و خاک برای رفاه انسان بسیار حیاتی بوده و در حال حاضر استفاده عاقلانه و همچنین مدیریت درست آن‌ها پیش از مواجهه با تقاضاهای بالا برای تولید مواد غذایی و برآورده کردن نیازهای ازدیاد جمعیت، مهم‌تر از هر زمان دیگری است [۷]. از آنجایی که مهار زیستی، مدیریتی فرسایش خاک و استفاده از پوشش گیاهی بومی و یا غیر بومی در شرایط بحرانی و به ویژه مناطق مستعد به فرسایش بسیار سخت و یا غیر ممکن است، از میان اقدامات مختلف مدیریتی موجود، لازم است روش‌هایی به کار گرفته شوند که بتوان خاک را در محل خود و در اولین گام‌های تأثیر عوامل فرساینده حفاظت نمود. لذا استفاده از مواد تثبیت‌کننده و یا مقاوم‌کننده خاک یکی از راه‌حل‌های اجتناب‌ناپذیر حفاظت خاک تلقی می‌شود. استفاده از افزودنی‌های خاک با داشتن محاسنی از جمله منبع مواد غذایی و ماده آلی برای خاک [۱۹و ٤٤]، پایدار نمودن خاک‌دانه‌ها و جلوگیری از جدا شدن آن‌ها، افزایش خلل و فرج خاک و نفوذپذیری [۲۰]، ایجاد یک لایه محافظ در برابر قطرات باران [۲٦، ۵۰ و ۵۵] و کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک [٤۵] می‌توانند فرآیند فرسایش را کنترل کرده و در نهایت موجب کاهش آن شوند [۵۲]. آلبیچ و همکاران [۱] بیان نمودند ماده آلی ساختمان خاک و حاصلخیزی را بهبود بخشیده و سبب افزایش تنفس میکروبی خاک می‌شود. بین میزان ماده آلی خاک و قطر متوسط وزنی خاکدانه‌ها رابطه مثبت وجود دارد، ماده آلی می‌تواند پایداری خاکدانه‌ها را اصلاح کرده و مقدار رسوب و فرسایش پذیری خاک را کاهش دهد. در همین زمینه شناخت انواع افزودنی‌ها و انتخاب مناسب آن‌ها اهمیتی به سزا دارد. بررسی‌ها نشان داده که افزودنی‌های آلی توانایی زیادی برای مهار رواناب و فرسایش خاک در مناطق تخریب یافته دارند [۲۰]. از طرفی افزایش مقاومت سطحی خاک و پایداری خاک با کاربرد افزودنی‌های غیرآلی مانند پلی وینیل استات و پلی‌آکریل‌آمید [۱۹] باعث کاهش فرسایش شده و به خصوص پلی‌وینیل استات در طبیعت کاملاً تجزیه شده [۳۸] وهم‌چنین می‌تواند نقش زیادی در کاهش آلودگی منابع آبی داشته باشد [۵۱].

از سویی دیگر باید به این نکته نیز توجه نمود که این افزودنی‌ها تأثیر مخربی بر خاک نداشته باشند. بنابراین می‌توان از آن دسته ویژگی‌های خاک که حساس به تغییرات مدیریتی هستند به عنوان شاخص کیفیت خاک بهره جست و نهایتاً به سلامت خاک پی برد. شاخص‌های سلامت خاک یک مجموعه ترکیبی از ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی قابل اندازه‌گیری است که مربوط به فرآیندهای عملکردی خاک است و می‌توانند برای ارزیابی وضعیت سلامت خاک، مورد استفاده قرار گیرند. برخی شاخص‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک عبارتند از: بافت، میزان نفوذ و زهکشی آب، pH، ظرفیت تبادل کاتیونی، سطح نیتروژن و فسفر، پایداری خاکدانه‌ها، هدایت الکتریکی، چگالی، محتوای ماده آلی خاک و بیوماس میکروبی. توازن پایدار فرایندهای فیزیکی، شیمیایی و زیستی باعث بهبود سلامت خاک می‌شود [۲ و ۵].

این پژوهش بر روی خاک لسی انجام گرفته است. لس‌ها یکی از مهم‌ترین واحدهای رسوبی کواترنر قلمداد می‌شوند. بـه نظـرمی‌رسد خصوصیات شیمیایی، فیزیکی، عوامل توپوگرافی و آب و هوایی نقش تعیین کننده‌ای در شدت رسوب‌زایی و فرسایش‌پذیری این نهشته‌ها داشته باشند [٢٤]. بالوایه و همکاران [٦] در زمینه ترکیب افزودنی‌ها اثرات جداگانه و ترکیبی بقایای لوبیای روغنی به عنوان افزودنی آلی و پلی وینیل استات به عنوان افزودنی غیرآلی بر رفتار هدررفت خاک و رواناب سطحی در شرایط آزمایشگاهی مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد استفاده از هر دو افزودنی به صورت جداگانه و ترکیبی باعث افزایش زمان شروع و خاتمه رواناب و کاهش ضریب رواناب، فرسایش خاک و غلظت رسوب شده است. صادقی و همکاران از ترکیب پلی‌آکریل‌آمید (شش گرم بر مترمربع) و ورمی‌کمپوست (٢٤ گرم بر مترمربع) در مهار رواناب و فرسایش خاک بر روی خاک لومی رسی استفاده نمودند. نتایج نشان داد که کلیه تیمارها اثر معنی‌داری بر کاهش رواناب، هدر رفت خاک و غلظت رسوب خارجی داشتند. همچنین تأثیر افزودن این مواد بر هدررفت خاک و غلظت رسوب بیش از اثر آن بر رواناب بود [٤٩]. مصری و همکاران [۳۷] تاثیر کمپوست و ورمی کمپوست را بر برخی ویژگی‌های خاک و تغییرات رواناب و رسوب مورد بررسی قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که غلظت عناصر غذایی پرمصرف از قبیل نیتروژن، فسفر و پتاسیم، ماده آلی و قطر خاکدانه و درصد اشباع افزایش یافته و باعث کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک شده است. بهبود خصوصیات خاک در طی استفاده از کمپوست و ورمی کمپوست سبب کاهش حجم رواناب شده است.

کبده و همکاران[۲۹] اثر پلی‌آکریل‌آمید ترکیب شده با دیگر افزودنی‌ها را بر هدررفت آب و خاک در شمال غربی اتیوپی بررسی

[Downloaded from jwmsei.ir on 2025-12-19]

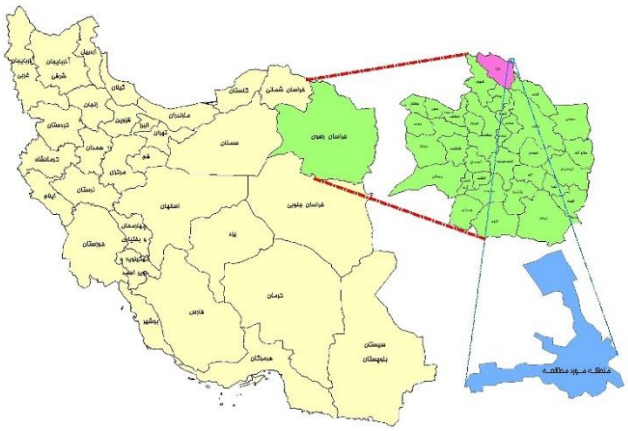
نمودند. نتایج نشان داد که بیشترین کاهش رواناب از تیمارهای پلی‌آکریل‌آمید به همراه زغال زیستی و پلی‌آکریل‌آمید آنیونی مشاهده شد. در حالی که بیشترین کاهش در هدررفت خاک از تیمارهای پلی‌آکریل‌آمید به همراه آهک و پلی‌آکریل‌آمید آنیونی مشاهده شد. ادغام پلی‌آکریل‌آمید با سایر افزودنی‌ها، پایداری ساختار خاک، محتوای رطوبت، pH خاک (پلی‌آکریل‌آمید به همراه آهک) و مواد آلی (پلی‌آکریل‌آمید به همراه زغال زیستی) را بهبود بخشید، که منجر به محیط مساعد برای رشد محصول (بازده زیست توده) و کاهش رواناب و فرسایش خاک شد [۲۹].

با توجه به منابع مورد نظر می‌توان اظهار نمود که کاربرد افزودنی‌های آلی و غیرآلی بصورت جداگانه و ترکیبی جهت حفاظت آب و خاک می‌تواند راهکار مفیدی باشد. با توجه به اینکه بافت نهشته‌های لسی موجود در این بخش از شمال شرق کشور نسبت به نهشته‌های شمال کشور متفاوت است و به نظر می رسد که در ایران نیز لس‌ها از نظر فرسایش پذیری و تولید رواناب و رسوب می‌توانند رفتار متفاوتی داشته باشند بنابراین پژوهش حاضر، با هدف ارزیابی عملکرد جداگانه و ترکیبی از تأثیر کمپوست و پلی‌آکریل‌آمید و پلی‌وینیل استات بر برخی ویژگی‌های شیمیایی، فیزیکی و زیستی خاک و تغییرات رواناب و رسوب نهشته‌های لسی در آزمایشگاه شبیه‌ساز باران و فرسایش خاک انجام شد.

مواد و روش‌ها

انتخاب خاک و شدت بارندگی

پژوهش حاضر روی یک نمونه خاک لسی تهیه شده از لایه سطحی (صفر تا ده سانتی‌متر) منطقه لطف‌آباد شهرستان درگز و حساس به فرسایش انجام شد. منطقه مورد مطالعه شهرستان درگز واقع در استان خراسان رضوی (شمال شرقی ایران) دارای مساحتی در حدود ۳۵٦٤۲۰ هکتار و مختصات ۳۵ درجه و ۳٦ دقیقه عرض شمالی و ۲۰ درجه و شش دقیقه طول شرقی‌و ارتفاع آن از سطح دریا



شکل ۱- موقعیت منطقه خاک جمع آوری شده در ایران، استان خراسان رضوی و شهرستان درگز

Fig 1. Area location of collected soil in Iran, Khorasan Razavi Province and Dargaz City

۴۸۹ متر بوده، دارای اقلیم نیمه خشک است [٤١].

رسوبات لسی به دلیل ویژگی‌های منحصر به فردی که دارند بسیار مورد توجه قرار دارند. از یک سو، سیلت زیاد در این رسوبات باعث حساسیت بالای آن‌ها به فرسایش شده است و فرسایش آبی در مناطق لسی یکی از عوامل تخریب و کاهش کیفیت خاک است. از سویی دیگر، این رسوبات در طول دوران زمین شناسی و به ویژه در کواترنر و هماهنگ با تغییرات اقلیمی تشکیل شده‌اند و به همین دلیل شاخص مناسبی از تغییرات اقلیمی هستند [۱۱و ٦۳].

به منظور آگاهی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، آزمایش‌های لازم از جمله پایداری خاکدانه‌ها به روش الک تر [۳۰]، pH [٦۰]، بافت خاک به روش هیدرومتری [۸]، کربن آلی به روش والکی بلک [٦٤]، نیتروژن به روش کجلدال [۹]، فسفر به روش اولسن [٤۰]، پتاسیم به روش استات آمونیوم نرمال [۵۷] و بیوماس میکروبی به روش انکوباسیون نمونه تدخین شده با کلروفرم [۱۰]اندازه‌گیری شدند. نتایج آنالیز اولیه خاک در جدول (۱) آورده شده است.

تهیه و آماده‌سازی کرت‌های آزمایشی

به منظور آماده سازی خاک از روش پیشنهادی کوکال و سرکار [۳۲] و مشابه با پژوهش‌های موفق پیشین [۱۱ و ٤۸] استفاده شد. به همین منظور ابتدا نمونه‌های خاک در هوای محیط خشک و جهت حفظ پایداری نسبی خاکدانه‌ها از الک چهار میلی‌متری عبور داده شد اگرچه احتمالا با این الک بخش قابل توجهی از خاکدانه ها آسیب می بینند اما برای حذف سنگریزه‌های کوچک چاره‌ای جز انتخاب این الک نبوده است. برای انجام پژوهش حاضر از کرت‌هایی با عرض، طول و ارتفاع یک، دو و ۰/۲۵ متر استفاده شد. شیب مورد نظر نه درصد و حدوداً متناسب با شرایط عمومی منطقه استفاده شد. سپس برای ایجاد لایه نفوذناپذیر، تا عمق ۱۵ سانتی‌متری کرت‌ها از پوکه معدنی پر شد [۱۳، ١٤ و ۲۸]. در ادامه خاک به ضخامت حدود ده سانتی‌متر در بخش بالایی کرت‌ها، قرار داده شد. به‌طوری‌که سطح

جدول۱ - ویژگی‌های خاک لسی مورداستفاده جهت پژوهش حاضر

Table 1. Used loess soil characteristics for present study

پارامتر Parameter	واحد Unit	مقدار Value
Clayرس	درصد(٪)	17
Siltسیلت	درصد(٪)	41
Sand شن	درصد(٪)	42
(C)کربن	میلی‌گرم بر کیلوگرم(mg/kg)	1.38
(N)نیتروژن	میلی‌گرم بر کیلوگرم(mg/kg)	0.114
Lime آهک	میلی‌گرم بر کیلوگرم(mg/kg)	16.8
(P)فسفر	میلی‌گرم بر کیلوگرم(mg/kg)	11.42
(K)پتاسیم	میلی‌گرم بر کیلوگرم(mg/kg)	257
pHاسیدیته		7.95
(Ec) هدایت الکتریکی	دسی زیمنس بر متر (dS/m)	0.81
(Na) سدیم محلول	میلی‌اکی والان در لیتر(meq/L)	1.4

[Downloaded from jwmsei.ir on 2025-12-19]

نمونه خاک با سطح سرریز کرت‌ها یکسان باشد. سپس کوبیدگی لازم به وسیله غلطک تا رسیدن به جرم مخصوص ظاهری نمونه دست نخورده مورد مطالعه انجام گرفت [۲۰ و ۵۰].

ویژگی باران‌ساز مورد استفاده

تیمارهای حفاظتی در شرایط آزمایشگاهی و با استفاده از شبیه‌ساز باران بعد از گذشت ۲٤ ساعت از زمان استفاده از ماده افزودنی متناسب با شرایط کاربرد آن در طبیعت و برقراری ارتباط مناسب آن با خاک، بارش باران مصنوعی با استفاده از شبیه‌ساز باران از نوع F_1 متناسب با شدت بارندگی ۸٤ میلی‌متر بر ساعت و با تداوم نیم ساعته [٤٦] و کرت‌های ۲×۱ متر با شیب نه درصد به کار برده شد.

در ۱۲ بارش شبیه‌سازی شده پس از هر رخداد بارش، حجم رواناب تولیدی با اندازه‌گیری مستقیم توسط استوانه مدرج تعیین شد. سپس نمونه‌های برداشت شده، رأس زمان در نظر گرفته شده از خروجی سطوح مطالعاتی به درون ظروف پلاستیکی جمع‌آوری شد. ابتدا حجم کل بارش تولیدی در سطح کرت محاسبه و سپس با اندازه‌گیری حجم رواناب خارج شده از هر کرت از اختلاف حجم کل بارش تولیدی و حجم رواناب خارج شده از هر کرت میزان نفوذ بدست آمد [٤ و ۲۵]. مقدار هدررفت خاک نیز از طریق روش برجاگذاری محاسبه شد [٤۷]. به این صورت که ظرف پلاستیکی حاوی رواناب و رسوب به مدت ۲٤ ساعت به حالت سکون قرار داده می‌شود تا رسوب داخل آن به طور کامل ته‌نشین شود، سپس مقدار آب اضافی نمونه‌ها تا حد امکان با استفاده از روش تخلیه حذف شده و باقیمانده رسوب از کاغذ صافی واتمن ٤۲ عبور داده شده و به داخل ظروف آلومینیومی با وزن مشخص انتقال داده شده و سپس در هوای محیط آن خشک شد. در نهایت اختلاف وزن نمونه‌های خشک شده با وزن اولیه ظرف آلومینیومی حاوی آن، با کمک ترازوی دقیق به عنوان وزن رسوب در نظر گرفته شده و از تقسیم میزان رسوب تولیدی به حجم رواناب، میزان غلظت رسوب محاسبه شد [۲۲، ٤۷ و ٤۹].

محاسبه مقدار افزودنی‌ها

در بررسی منابع از پژوهش‌های صورت گرفته، از پلی‌آکریل‌آمید آنیونی به میزان شش گرم بر مترمربع و به صورت پودری به سبب تأثیر آن در کاهش رواناب و رسوب [۲۱، ۲۷، ۳۳، ٤۲، ٤۹ و ٥٦] و همچنین، تأثیر معنی‌دار آن در مهار تشکیل سله و کاهش فرسایش خاک و رواناب [۲۳ و ٥٤] و نیز از پلی‌وینیل استات به میزان شش گرم بر مترمربع استفاده می‌شود. از کمپوست به دلیل اثر مثبت بر خصوصیات فیزیکی وشیمیایی و به میزان ۳۰ گرم بر متر مربع استفاده شد [۱٥، ۳۱، ۳٦، ۳۸ و ٥۸]. **تیمارهای پژوهش**

تیمارهای مورد استفاده در این پژوهش همراه با علامت اختصاری آن در چهار تیمار پلی‌آکریل‌آمید+ کمپوست (AM+Co)، پلی وینیل‌استات+ کمپوست (PV+ Co)، کمپوست (Co) و تیمار شاهد (non) مورد آزمایش قرار گرفت.

تجزیه و تحلیل آماری اطلاعات

به منظور تجزیه و تحلیل آماری، ابتدا بانک اطلاعاتی حاصل از نمونه‌برداری از رواناب و رسوب حاصل از کرت‌ها در نرم‌افزار Excel تشکیل و نمودارهای مورد نیاز رسم و روابط بین متغیرها بررسی شد. مقایسه‌های آماری با استفاده از آزمون ANOVA یا کروسکال والیس، با توجه به سرشت نرمال یا غیرنرمال بودن داده‌ها در نرم‌افزار SPSS23 انجام شد. به‌همین منظور، ابتدا نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون Shapiro Wilk به دلیل کمتر بودن داده‌های هر گروه از تیمارها از حد پنجاه داده آزمایش شد. داده‌های غیرنرمال از طریق یکی از روش‌های متداول تبدیل داده‌ها (لگاریتم، جذر و لگاریتم طبیعی) تبدیل و نرمال بودن آن‌ها مجدداً آزمایش شد. همچنین از آزمون همگنی واریانس Levene به منظور همگنی واریانس تیمارهای مختلف استفاده شد. در نهایت، پس از اخذ نتایج نهایی، تأثیر پذیری هر تیمار بررسی شد [۱۹ و ۲۸].

نتایج

حجم رواناب

نتایج آزمون تجزیه واریانس و بررسی تأثیر تیمارهای آزمایشی بر حجم رواناب در جدول۲ و شکل۲ نشان داده شده است.

بر طبق این نتایج تمام تیمارهای مورد استفاده در این تحقیق باعث کاهش میزان حجم رواناب شده که این کاهش در مقایسه با شاهد (بدون افزودنی) اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد داشت. اثر کاربرد جداگانه تیمارها تقریباً اثر مشابهی بر کاهش میزان حجم رواناب داشته است(شکل ۲). بنابراین استفاده از تیمارهای حفاظتی از جریان یافتن رواناب در سطح خاک لسی جلوگیری نموده در

جدول ۲- نتایج آزمون تجزیه واریانس یک طرفه برای حجم رواناب

Table 2.The results of One-way analysis of variance test for runoff volume

منابع تغییرات (SOV)	مجموع مربعات (SS)	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات (MS)	آماره (F)	سطح معنی داری
بین تیمارها (Treatment)	126.126	3	42.042	60.080	.000
خطا (درون تیمارها) (Error)	5.598	8	.700		
کل (Total)	131.724	11			

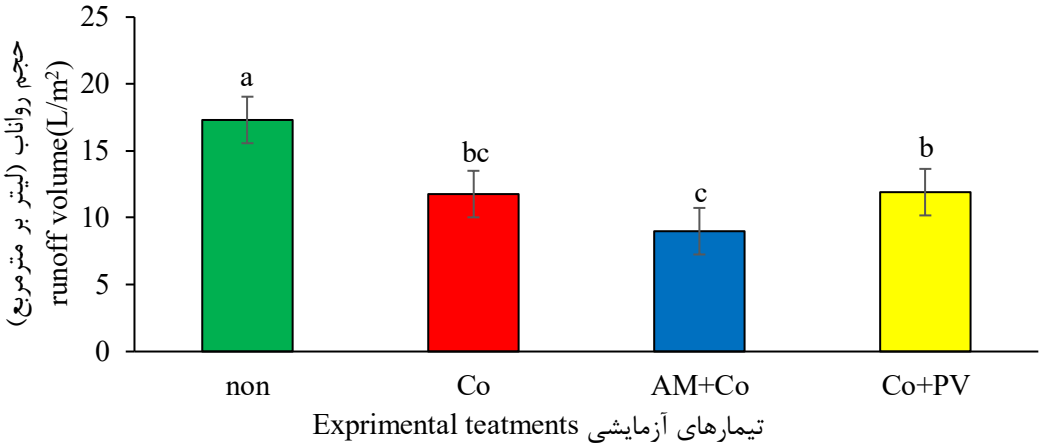
[Downloaded from jwmsei.ir on 2025-12-19]

نتیجه باعث افزایش زمان شروع رواناب و کاهش حجم رواناب شده و در نهایت منجر به کاهش ضریب رواناب می‌شود [۱۹ , ۲۹]. کاربرد هم‌زمان پلی‌آکریل آمید و کمپوست هم توانست بیشترین تأثیر را بر کاهش حجم رواناب داشته باشد. این تیمار، خاصیت چسبندگی و مقاومت سطحی خاک را افزایش داده در نتیجه حجم رواناب را کاهش داد که با نتایج غلامی و همکاران [۲۱] و واعظی و همکاران [۶۲] و بالوایه و همکاران [۶] مبنی بر افزایش مقاومت سطحی و پایداری خاکدانه‌ها [۱۷] مطابقت دارد.

ضریب رواناب

نتایج آزمون تجزیه واریانس و بررسی تأثیر تیمارهای آزمایشی بر ضریب رواناب در جدول۳ و شکل۳ نشان داده شده است.

بر طبق این نتایج تمام تیمارهای مورد استفاده در این تحقیق باعث کاهش میزان ضریب رواناب شده که این کاهش در مقایسه با شاهد (بدون افزودنی) اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد داشت. اثر



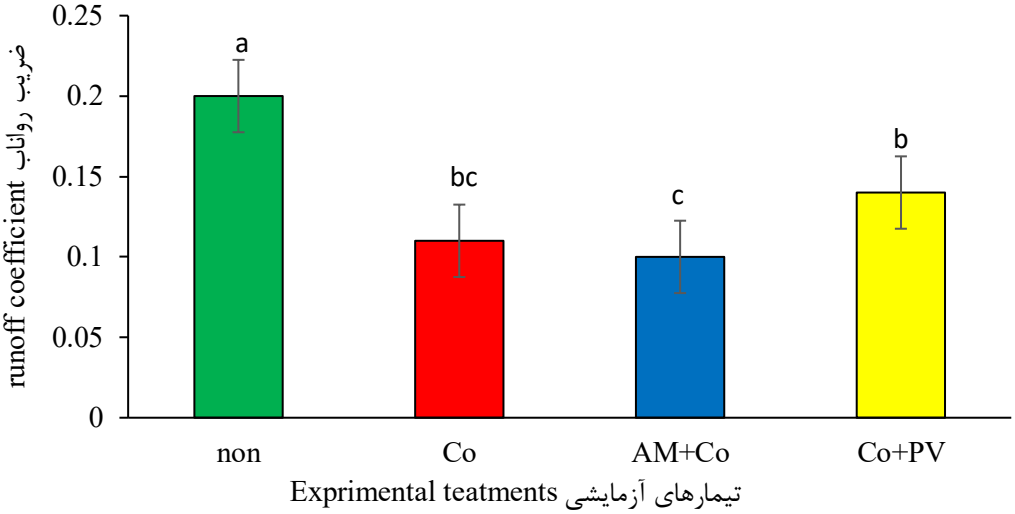
شکل ۲- نتایج مقایسه میانگین اثر تیمارهای آزمایشی بر حجم رواناب در سطح ۵ درصد

Fig 2. Results of the average comparison of effect of experimental treatments on Runoff volume at the ٪۵ level

جدول ۳- نتایج آزمون تجزیه واریانس یک طرفه برای ضریب رواناب

Table 3.The results of One-way analysis of variance test for runoff coefficient

منابع تغییرات (SOV)	مجموع مربعات (SS)	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات (MS)	آماره (F)	سطح معنی داری
بین تیمارها (Treatment)	0.018	3	0.006	60.080	0.00
خطا (درون تیمارها) (Error)	0.001	8	0.000		
کل (Total)	0.019	11			



شکل ۳- نتایج مقایسه میانگین اثر تیمارهای آزمایشی بر ضریب رواناب در سطح ۵ درصد

Fig 3. Results of the average comparison of effect of experimental treatments on Runoff coefficient at the ٪۵ level

[Downloaded from jwmsei.ir on 2025-12-19]

کاربرد جداگانه تیمارها تقریباً اثر مشابهی بر کاهش میزان ضریب رواناب داشته است(شکل ۳).

هدررفت خاک

نتایج آزمون تجزیه واریانس و مقایسه میانگین اثر تیمارهای آزمایشی بر هدر رفت خاک در جدول٤ و شکل ٤ ارائه شده است.

جدول ٤- نتایج آزمون تجزیه واریانس یک طرفه برای هدررفت خاک

Table 4. The results of One-way analysis of variance test for soil loss

منابع تغییرات (SOV)	مجموع مربعات (SS)	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات (MS)	آماره (F)	سطح معنی داری
بین تیمارها (Treatment)	358589.01	3	119529.3	1.302E4	.000
خطا (درون تیمارها) (Error)	73.444	8	9.181		
کل (Total)	358662.46	11			

بررسی نتایج اثر تیمارهای آزمایشی بر میزان هدررفت خاک اندازه‌گیری شده در این تحقیق نشان داد که تمام تیمارهای به کار رفته در این مطالعه توانستند اثر مثبتی بر کاهش هدررفت خاک داشته باشند که این کاهش در زمان کاربرد هم‌زمان این تیمارها بیشتر بود و بیشترین کاهش در مقدار هدررفت خاک مربوط به تیمار کاربرد هم‌زمان کمپوست و پلی وینیل استات می‌باشد(شکل٤).

غلظت رسوب

نتایج آزمون تجزیه واریانس و مقایسه میانگین اثر تیمارهای آزمایشی بر غلظت رسوب در جدول ۵ و شکل ۵ ارائه شده است.

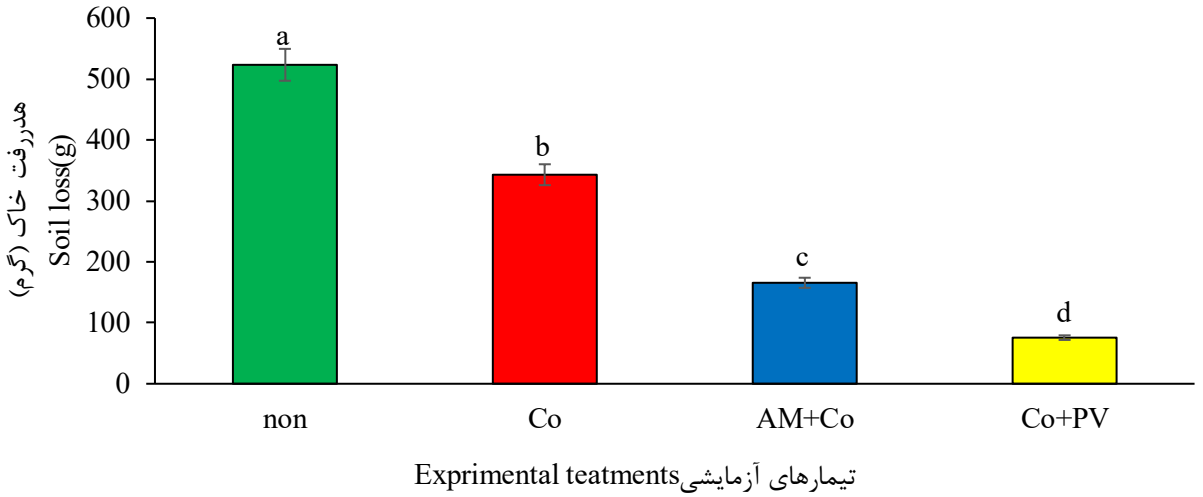
جدول ۵- نتایج آزمون تجزیه واریانس یک طرفه برای غلظت رسوب

Table 5.The results of One-way analysis of variance test for sediment concentration

منابع تغییرات (SOV)	مجموع مربعات (SS)	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات (MS)	آماره (F)	سطح معنی داری
بین تیمارها (Treatment)	86716.809	3	28905.603	165.86	.000
خطا (درون تیمارها) (Error)	1394.168	8	174.271		
کل (Total)	88110.977	11			

نتایج شکل(۵) حاکی از این است که بیشترین و کمترین غلظت رسوب به ترتیب در دو تیمار شاهد و ترکیب کمپوست+پلی وینیل استات به ترتیب با مقادیر ۲٦۷ و ٤۸/۵ گرم در لیتر مشاهده شد. تیمارهای پلی آکریل‌آمید و پلی وینیل استات اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد با همدیگر نداشتند. کاربرد تیمارهای مورد استفاده به صورت تنها باعث کاهش میزان غلظت رسوب شده است. اما این میزان کاهش در تیمار کمپوست کمتر از تیمارهای پلیمری(غیرآلی) بود که دلیل آن می‌تواند زمان کم تاثیر افزودنی آلی باشد و اینکه احتمالاً تیمارهای آلی نیاز به زمان بیشتری جهت سازگاری با خاک و تاثیرگذاری داشته باشند. تیمار کمپوست در ترکیب با تیمارهای غیرآلی توانست تاثیر بیشتری در کاهش غلظت رسوب داشته باشد. نتایج نشان‌دهنده این است که با کاربرد تیمارهای حفاظتی غلظت رسوب کاهش یافته است.

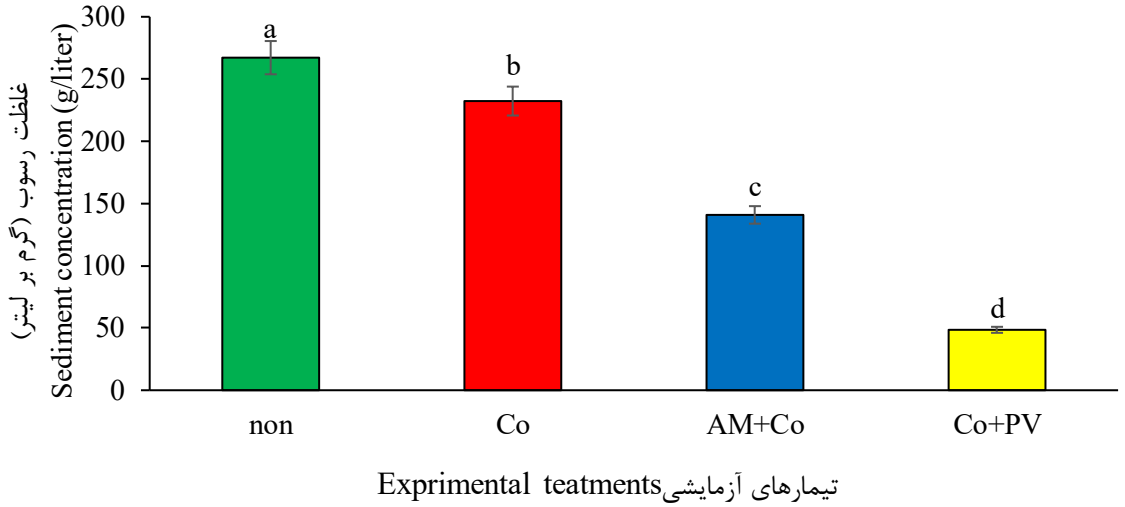
تأثیر تیمارهای آزمایشی بر ویژگی‌های شیمیایی رسوب



شکل ٤- نتایج مقایسه میانگین اثر تیمارهای آزمایشی بر هدر رفت خاک در سطح ۵ درصد

Fig 4. Results of the average comparison of effect of experimental treatments on soil loss at the 5% level

[Downloaded from jwmsei.ir on 2025-12-19]



شکل ۵- نتایج مقایسه میانگین اثر تیمارهای آزمایشی بر غلظت رسوب در سطح ۵ درصد

Fig 5. Results of the average comparison of effect of experimental treatments on sediment concentration at the 5% level

در شکل(٦)، تأثیر تیمارهای آزمایشی بر خصوصیات شیمیایی رسوب حاصله شامل کربن آلی، نیتروژن، فسفرو پتاسیم بررسی شده است.

به طور کلی تیمارهای مورد بررسی باعث افزایش میزان کربن آلی در رسوب حاصله شده‌اند که البته این افزایش در دو تیمار پلی‌آکریل‌آمید و پلی‌وینیل‌استات در مقایسه با شاهد اختلاف معنی‌دار نداشت. استفاده از افزودنی آلی تأثیر بیشتری در مقایسه با افزودنی‌های غیرآلی، بر میزان کربن آلی رسوبات داشت. کاربرد تیمار آلی (کمپوست) باعث افزایش چشم‌گیر مقدار کربن آلی در رسوب حاصله شده است. نتایج همچنین نشان داد که کاربرد هم‌زمان ترکیبات به کار برده در این مطالعه تأثیر بیشتری بر میزان کربن آلی رسوبات داشت.

تیمارهای به کار برده شده در این مطالعه باعث افزایش مقدار نیتروژن کل رسوب شده‌اند. تیمار آلی به کار برده شده باعث افزایش میزان نیتروژن اندازه‌گیری شده در رسوب شد. کاربرد تیمار آلی کمپوست باعث افزایش مقدار فسفر قابل دسترس در مقایسه با شاهد شد و تیمار پلی‌آکریل‌آمید در مقایسه با شاهد اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد نداشت. به طور کلی تیمارهای مورد بررسی (به جز پلی‌آکریل‌آمید) باعث افزایش میزان پتاسیم قابل‌دسترس در رسوبات حاصله شده‌اند که البته این افزایش در تیمار پلی‌وینیل‌استات در مقایسه با شاهد اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد نداشت. کاربرد تیمار آلی (کمپوست) باعث افزایش چشم‌گیر مقدار کربن آلی در رسوبات حاصله شده است (شکل٦).

میانگین وزنی قطر خاکدانه در حالت الک تر

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین اثر تیمارهای آزمایشی بر میانگین وزنی قطر خاکدانه درجدول ٦ و شکل ۷ ارائه شده است.

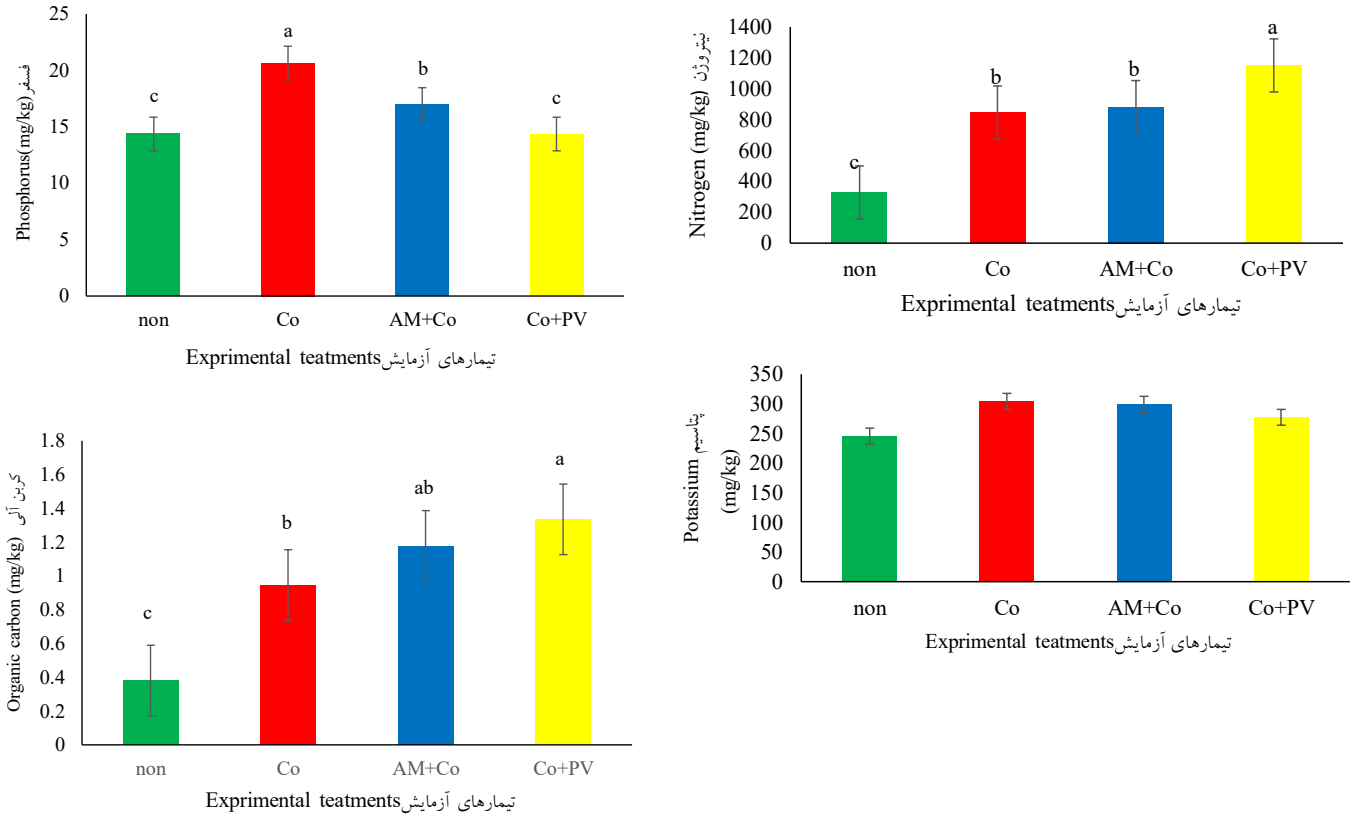
جدول ٦- نتایج تجزیه واریانس یکطرفه برای قطرخاکدانه

Table 6.The results of One-way analysis of variance test for Mean weight diameter

منابع تغییرات (SOV)	مجموع مربعات (SS)	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات (MS)	آماره (F)	سطح معنی داری
بین تیمارها (Treatment)	.215	3	.072	28.139	.000
خطا (درون تیمارها) (Error)	.020	8	.003		
کل (Total)	.236	11			

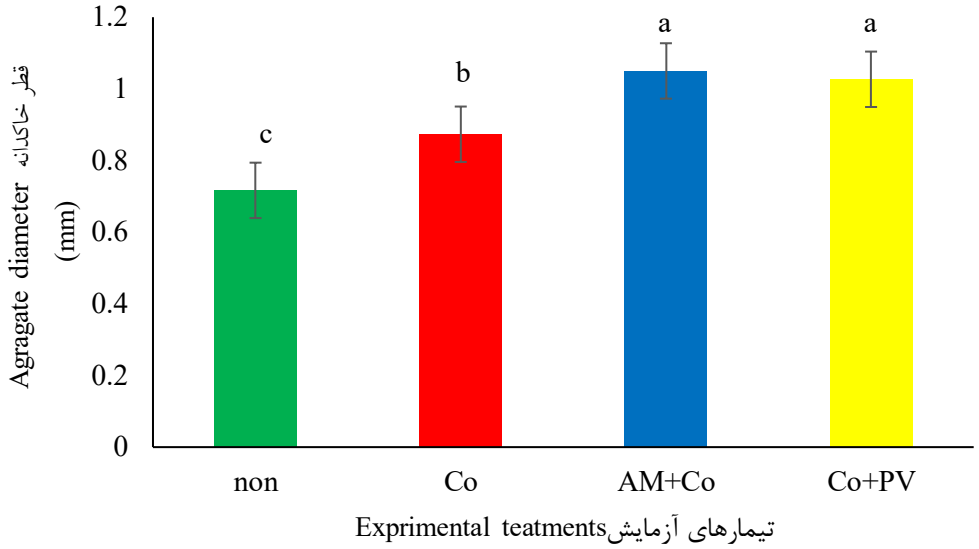
تیمارهای مورد مطالعه بر میانگین وزنی قطر خاکدانه با الک تر نیز تأثیرگذار بودند و تمام تیمارهای مورد مطالعه باعث افزایش این پارامتر شدند. کاربرد جداگانه دو نوع افزودنی آلی و غیرآلی در این تحقیق باعث افزایش میزان این پارامتر در مقایسه با شاهد شده که به طور کلی این افزایش در حضور افزودنی آلی بیشتر بود. از بین افزودنی‌های مورد استفاده، تیمارهای دو تایی بیشترین تأثیر را بر میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها داشتند و این در حالی بود که تیمار پلی‌آکریل‌آمید تأثیر معنی‌دار در مقایسه با شاهد نداشت (١٦/٣ درصد افزایش) و اختلاف آن با این تیمار از لحاظ آماری در سطح پنج درصد معنی‌دار نبود. بهبود میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در زمان استفاده از ترکیبات آلی و غیرآلی توسط محققین دیگری نیز گزارش شده است [١٨] که سطوح مختلف کمپوست زباله شهری و پلی‌آکریل‌آمید بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک بررسی و گزارش شد که با افزایش سطوح این دو ترکیب در خاک پایداری

[Downloaded from jwmsei.ir on 2025-12-19]



شکل ٦- تأثیر تیمارهای آزمایشی بر خصوصیات شیمیایی رسوب در سطح ٥ درصد

Fig 6. The effect of experimental treatments on chemical properties of sediment



شکل ٧- نتایج مقایسه میانگین اثر تیمارهای آزمایشی بر میانگین وزنی قطر خاکدانه در سطح ٥ درصد

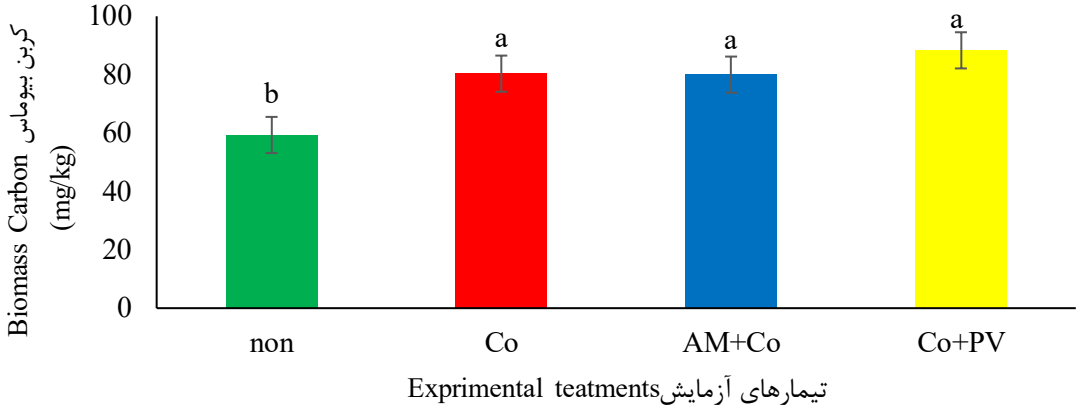
Fig 7. Results of the average comparison of effect of experimental treatments on Mean weight diameter at the 5% level

خاکدانه‌ها افزایش قابل‌توجهی در مقایسه با شاهد یافت. مطالعات زیادی به بررسی تأثیر مواد آلی بر خاک پرداخته و گزارش نمودند که افزودن مواد آلی باعث افزایش حاصل‌خیزی، بهبود خصوصیات فیزیکی، افزایش محصول و در نهایت افزایش مقاومت در برابر فرسایش می‌شوند [١٦ و ٦٠]. نتایج این پژوهش نیز با نتایج پژوهش‌های انجام شده مطابقت دارد.

کربن بیوماس میکروبی

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین اثر تیمارهای آزمایشی بر کربن بیومس میکروبی خاک در جدول ٧ و شکل ٨ ارائه شده است.

[Downloaded from jwmsei.ir on 2025-12-19]



شکل ۸- نتایج مقایسه میانگین اثر تیمارهای آزمایشی بر کربن بیومس میکروبی خاک در سطح ۵ درصد

Fig 8. Results of the average comparison of effect of experimental treatments on soil microbial biomass carbon at the 5% level

جدول ۷- نتایج تجزیه واریانس یک طرفه برای کربن بیومس میکروبی

Table 7.The results of One-way analysis of variance test for soil microbial biomass carbon

منابع تغییرات (SOV)	مجموع مربعات (SS)	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات (MS)	آماره (F)	سطح معنی داری
بین تیمارها Treatment	1382.000	3	460.66	24.246	.000
خطا (درون تیمارها) Error	152.000	8	19.000		
کل Total	1534.000	11			

نتایج حاکی از این مطلب بود که کاربرد جداگانه و همزمان این ترکیبات باعث تغییر در میزان کربن بیوماس میکروبی شده که این تغییر در دو تیمار پلی‌آکریل‌آمید و پلی‌وینیل استات کاهشی و در سایر تیمارها افزایشی بود (شکل ۸). حضور کمپوست چه به صورت تنها و چه به صورت کاربرد همزمان با سایر تیمارها باعث افزایش بیشتر میزان کربن بیوماس میکروبی در رسوبات شد. نتایج بررسی تیمارهای مورد مطالعه نشان داد که استفاده از ترکیبات آلی و غیرآلی بر خصوصیت زیستی مورد اندازه‌گیری نیز تأثیرگذار بوده و این تأثیرات هم کاهشی و هم افزایشی بود. استفاده از مواد آلی مانند کمپوست به دلیل دارا بودن میزان ماده آلی بالا بر خصوصیات زیستی خاک اثر مثبتی داشته و باعث افزایش فعالیت ریزجانداران و به تبع آن افزایش پارامترهایی مانند کربن بیومس میکروبی می‌شود. در سایر مطالعات، گزارشات انجام شده توسط سایر محققین نیز نشان از اثر مثبت این ترکیبات بود. محققین گزارش کردند که اصلاح خاک با مواد آلی می‌تواند خواص فیزیکی و شیمیایی زیستگاه ریزجانداران را تغییر دهد و بنابراین بر فعالیت میکروبی خاک و ساختار جامعه تأثیر می‌گذارد [۴۳ و ۶۵]. ترکیب مواد آلی می‌تواند منجر به بهبود خصوصیات فیزیکوشیمیایی و میکروبیولوژیکی خاک شود [۵۳ و ۶۱].

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج بررسی تیمارهای مورد مطالعه در این تحقیق نشان داد که به طور کلی به کار بردن افزودنی‌های آلی و غیرآلی به صورت جداگانه و همزمان باعث کاهش میزان رسوب شدند. به طور کلی در مورد تأثیر تیمارهای به کار برده شده در این مطالعه بر میزان هدررفت خاک این گونه می‌توان گفت که اصلاح خصوصیات فیزیکی و حتی شیمیایی خاک باعث افزایش مقاومت آن در برابر فرسایش و عوامل فرساینده می‌شود. در مورد اهمیت خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک نیز می‌توان گفت که خصوصیات فیزیکی مهم‌تر بوده و اصلاح آن‌ها اهمیت بیشتری در کاهش میزان فرسایش داشته؛ با این وجود تغییر و اصلاح خصوصیات شیمیایی خاک که توسط انواع افزودنی‌های آلی صورت می‌پذیرد نیز می‌تواند با تأثیر بر خصوصیات فیزیکی نقش خود را در کاهش میزان فرسایش ایفا کند. اصلاح پارامترهای شیمیایی خاک ممکن است شرایط فیزیکی و فرسایش‌پذیری خاک را با تأثیر بر فرآیندهای مهم برای فرسایش، از جمله پراکندگی و تجمع، انسجام، سخت‌گیر شدن، کنده شدن، تورم و سله‌بندی سطح تغییر دهد. جدا شدن خاکدانه‌ها توسط قطرات باران یا آب جاری عمدتاً فیزیکی است. با این حال، شرایط خاک و رفتار آن نسبت به آب باران تا حد زیادی فیزیکوشیمیایی[1] و وابسته به شیمی خاک و محلول خاک است [۳۹].

پورآزاد و همکاران [۴۱]، اثر زغال‌زیستی را بر فرسایش خاک و رواناب در نهشته‌های لسی بررسی و مشاهده نمودند که استفاده از زغال زیستی تاثیر مثبتی بر کاهش رواناب و رسوب داشته است. لی و همکاران [۳۴]، اثر پلی‌آکریل‌آمید را بر فرسایش خاک و رواناب آب در خاک‌های شیب‌دار مطالعه کرده و گزارش نمودند که مقادیر بالاتر پلی

1. physicochemical

[Downloaded from jwmsei.ir on 2025-12-19]

آکریل آمید به طور قابل‌توجهی باعث کاهش رسوبات شد. اثربخشی و دوام پلی‌آکریل‌آمید برای کنترل فرسایش ورقه‌ای، کاهش رواناب و بهبود پایداری خاکدانه نیز گزارش شده است [۳۵]. در گزارش دیگری بیان شده که پلی‌آکریل‌آمید خاک‌های سیلتی و رسی را با پیوند زنجیره‌های پلیمری بلند رس با ذرات خاک تثبیت می‌کند [۵۹]. مصری و همکاران [۳۷]، نشان دادند که استفاده از کمپوست باعث کاهش رواناب شده است. همچنین نتایج آن‌ها نشان داد که غلظت عناصر غذایی پرمصرف از قبیل نیتروژن، فسفر و پتاسیم، ماده آلی و قطر خاکدانه و درصد اشباع افزایش یافته و باعث کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک شده است. بهبود خصوصیات خاک در طی استفاده از کمپوست و ورمی کمپوست سبب کاهش حجم رواناب شده است.

کبده و همکاران [۲۹]، تأثیر پلی‌آکریل‌آمید به همراه سایر افزودنی‌های آلی و غیرآلی بر میزان رواناب حاصل از باران را بررسی کرده و گزارش نمودند که بیشترین کاهش رواناب در تیمارهای پلی‌آکریل‌آمید به همراه زغال زیستی مشاهده شد در حالیکه بیشترین کاهش در هدررفت خاک از تیمار پلی‌آکریل‌آمید به همراه آهک مشاهده شد. نتایج پژوهش حاضر نیز با این پژوهش‌ها مطابقت دارد.

استفاده از تیمارهای حفاظتی از جریان یافتن رواناب در سطح خاک لسی جلوگیری نموده در نتیجه باعث افزایش زمان شروع رواناب و کاهش حجم رواناب شده است که بیشترین کاهش حجم رواناب در تیمار ترکیبی کمپوست و پلی آکریل آمید به میزان ٤٨ درصد مشاهده گردید. نتایج بررسی تیمارهای مورد مطالعه نشان داد که استفاده از ترکیبات آلی و غیرآلی بر خصوصیت زیستی مورد اندازه‌گیری نیز تأثیرگذار بوده و این تأثیرات هم کاهشی و هم افزایشی بود. استفاده از تیمارهای آلی مانند کمپوست به دلیل دارا بودن میزان ماده آلی بالا بر خصوصیات زیستی خاک اثر مثبتی داشته و باعث افزایش فعالیت ریزجانداران و به تبع آن افزایش پارامترهایی مانند کربن بیومس میکروبی می‌شود که بیشترین افزایش در تیمار ترکیبی پلی وینیل استات و کمپوست به مقدار ۳۲ درصد می‌باشد. ترکیب کمپوست می‌تواند منجربه بهبود خصوصیات فیزیکوشیمیایی و میکروبیولوژیکی خاک شود. میزان هدررفت سه عنصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم به ویژه در تیمارهای آلی نسبت به شاهد افزایش داشت. براساس نتایج به دست آمده از این پژوهش، بهترین تیمار استفاده همزمان پلی وینیل استات و کمپوست بوده است. در مجموع می‌توان اظهار داشت که استفاده از کمپوست، پلی‌وینیل استات و پلی‌آکریل‌آمید آنیونی به صورت جداگانه و ترکیبی با هدف بررسی اثر آن‌ها در حفاظت خاک و آب و خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک، می‌تواند راهکاری مفید، کارا و مؤثر باشد. در نهایت از آنجا که نتایج این آزمایشات در مقیاس آزمایشگاهی نتایج خوبی را نشان می‌دهد می‌توان انجام این تیمارها را در سطح وسیع‌تر و مقیاس مزرعه پیشنهاد نمود.

سپاسگزاری

نویسندگان از دانشگاه تربت حیدریه به سبب فراهم کردن بستری جهت انجام آزمایشات شبیه‌سازی در آزمایشگاه حفاظت خاک سپاسگزارند.

تضاد منافع نویسندگان

نویسندگان این مقاله اعلام می‌دارند که هیچ‌گونه تضاد منافعی در خصوص نگارش و انتشار مطالب و نتایج این پژوهش ندارند.

دسترسی به داده‌ها

داده‌ها و نتایج استفاده شده در این پژوهش از طریق مکاتبه با نویسنده مسئول در اختیار قرار خواهد گرفت.

مشارکت نویسندگان

آیلین پورآزاد: انجام آزمایشات شبیه‌سازی، تحلیل‌های نرم‌افزاری و آماری، نگارش نسخه اولیه مقاله

علی نجفی‌نژاد: راهنمایی، ویرایش و بازبینی مقاله و کنترل نتایج

مریم آذرخشی: راهنمایی و کمک در انجام آزمایشات شبیه‌سازی و بازبینی مقاله

علی محمدیان بهبهانی: مشاوره در هنگام آزمایشات، بررسی و بازبینی مقاله

منابع مورد استفاده

1.Albiach, R. Canet, R. Pomares,F. and Ingelmo,F. 2001. Organic matter components aggregate stability and biological activity in a horticultural soil fertilized with different rates of two sewage sludges during ten years. Bioresource Technology. 77: 109-114. https://doi.org/10.1016/S0960-8524(00)00166-8

2. Allen, D. E. Singh, B. P. and Dalal, R. C. 2011. Soil health indicators under climate change: a review of current knowledge. Soil health and climate change. 25-45. https://doi.org/10.1007/978-3-642-20256-8_2

3.Arabkhedri, M. 2021. Water erosion and sediment production status in Iran: statistical and comparative analyses. Strategic Research Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources 6(2):139-156.https://doi.org/10.22047/srjasnr.2021.140574

4. Ashgevar Heydari M., Sadeghi, S. H.R and Jafarpoor, A. 2023. Hydrological properties of rill erosion on a soil from a drought-prone area during successive rainfalls as a result of microorganism inoculation. Sustainability, 15(19), 14379. https://doi.org/ 10.3390/ su151914379

5. Awale, R. Emeson, M. A. and Machado, S. 2017. Soil organic carbon pools as early indicators for soil organic matter stock changes under different tillage practices in Inland Pacific Northwest. Frontiers in ecology and evolution. 5, 96. https://doi. org/10.3389/fevo.2017.00096

6. Balvaieh, A. Gholami, L. Shokrian, F. and Kavian, A. 2022. Effects Study of Individually and Combinied of Soil Conditioners

[Downloaded from jwmsei.ir on 2025-12-19]

A., 2024a. The potential of soil endemic microorganisms in ameliorating the physicochemical properties of soil subjected to a freeze-thaw cycle. Pedobiologia 150988. https://doi.org/10.1016/j. pedobi.2024.150988.

18. G El-Alsayed, S. and M Ismail, S. 2017. Impact of soil amendments and irrigation water on growth and flowering of Rosa plant grown in sandy soil Rosa hybrida. Alexandria Science Exchange Journal. 38(July-September): 626-641. https://doi.org/10.21608/asejaiqjsae.2017.4058

19. Gholami, L. Sadeghi, S.H.R. and Homaee, M. 2013. Straw mulching effect on splash erosion, runoff and sediment yield from eroded plots. Soil Science Society of American Journal. https://doi.org/10.2136/sssaj2012.0271

20. Gholami, L. Khaledi Darvishan, A. and Kavian, A. 2016. Wood chips as soil conservation in field conditions. Arabian Journal of Geosciences.9(19):1-11.https://doi.org/10.1007/s12517-016-2731-0

21. Gholami, L. Z. Haghjoo, A. Kavian and S.R. Mosavi. 2019. Effect of Polyvinyle Acetate polymer on soil surface resistance variations. Watershed Management Research. (121): 84-93 (In Persian). https://doi.org/10.22092/wmej.2018.121533.1108

22. Hazbavi, Z. Sadeghi, S.H.R. and Younesi, H. 2012. Analysis and assessing effectability of runoff components from different levels of polyacrylamide. Water and Soil Resources Conservation Journal, ISSN 2251-7480. 2(2): 1-13. (In Persian) https://doi.org/10.22067/jsw.v29i6.36782

23. Inbar, A. Ben-Hur, M. Sternberg, M. and Lado, M. 2015. Using polyacrylamide to mitigate post-fire soil erosion. Geoderma. 239: 107-114. https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2014.09.026

24. Jafari Hanar, A. Kiyani, F. and Khormali, F. 2015. The effect of different climates on the change of loamy soil erodibility indices in Golestan province. Journal of Water and Soil Conservation Research. 22(1): 49-70 (In Persian) https://doi.org/20.1001.1.23222069.1394.22.1.3.5

25. Jafarpoor, A. Sadeghi, S. H.R ZareiDarki, B. and Homaee, M. 2022. Changes in morphologic, hydraulic, and hydrodynamic properties of rill erosion due to surface inoculation of endemic soil cyanobacteria. Catena, 208, 105782. https://doi.org/10.1016/j.catena.2021.105782

26.Kalehoei, M. Kavian, A. Gholami, L. and Jafarian Z. 2019 Affectability of time to runoff and runoff coefficient in small laboratory plots to application of organic mulch. Jwmseir. 13 (47): 9-17(In Persian) https://doi.org/20.1001.1.20089554.1398.13.47.4.2

27. Karimi, Z. Sadeghi, S.H.R. and Bahrami, H. A. 2014. Changes on Response of Soil Loss and Surface Runoff. Journal of Watershed Management Research, 13(25): 21-29. (In Persian). https://doi.org/10.52547/jwmr.13.25.21

7. Blanco, H. and Lal, R. 2010. Principles of soil conservation and management (Vol. 167169). New York. Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8709-7

8. Bouyoucos, G. J. 1962. Hydrometer method improved for making particle size analyses of soils. Agronomy journal, 54(5), 464-465. https://doi.org/10.2134/agronj1962.00021962005400050028x

9. Bremner, J. M., & Mulvaney, C. S. (1983). Nitrogen—total. Methods of soil analysis: part 2 chemical and microbiological properties, 9, 595-624. https://doi.org/10.2136/sssabookser5.3.c37

10.Brookes, P. C., Landman, A., Pruden, G., and Jenkinson, D. S. 1985. Chloroform fumigation and the release of soil nitrogen: a rapid direct extraction method to measure microbial biomass nitrogen in soil. Soil biology and biochemistry, 17(6), 837-842. https://doi.org/10.1016/0038-0717(85)90144-0

11. Chen, J. Liu, X. Zheng, J. Zhang, B. Lu, H. Chi, Z. and Yu, X. 2013. Biochar soil amendment increased bacterial but decreased fungal gene abundance with shifts in community structure in a slightly acid rice paddy from Southwest China. Applied Soil Ecology. 71: 33-44. https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2013.05.003

12.Dabral, P.P. Baithuri, N. and Pandey, A. 2008. Soil erosion assessment in a hilly catchment of North Eastern India using USLE, GIS and remote sensing. Water Resour Manag 22:1783–1798. https://doi.org/10.1007/s11269-008-9253-9

13. Darboux, F. Davy, Ph. GascuelOdoux,C. and Hung, C. 2001. Evolution of soil surface roughness and flowpath connectivity in overland flow experiments. Catena. 46: 125-139. https://doi.org/10.1016/S0341-8162(01)00162-X

14. Defersha, M.B. and Melesse, A.M. 2012. Effect of rainfall intensity, slope and antecedent moisture content on sediment concentration and sediment enrichment ratio. Catena. 90: 47-52. https://doi.org/10.1016/j.catena.2011.11.002

15.Faucette, L. B. Jordan, C. F. Risse, L. M. Cabrera, M. Coleman, D. C. and West, L. T. 2005. Evaluation of stormwater from compost and conventional erosion control practices in construction activities. Journal of Soil and Water Conservation, 60(6), 288-297. https://doi.org/10.1007/b100570

16. Ferreras, L. Gomez, E. Toresani, S. Firpo, I. and Rotondo, R. 2006. Effect of organic amendments on some physical, chemical and biological properties in a horticultural soil. Bioresource technology. 97(4): 635-640. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2005.03.018

17. Gharemahmudli, S., Sadeghi, S.H.R., Najafinejad,

[Downloaded from jwmsei.ir on 2025-12-19]

37. Mesry, S. Kiani, F. Ebrahimi, S. Arzanesh, H. and Pourmalekshah, A. 2023. Effect of Compost and Vermicompost on Some Soil Characteristics and Runoff and Sediment Changes. J Watershed Manage Res. 14(27), 103-114. (In Persian) https://doi.org/10.61186/jwmr.14.27.103

38. Movahedan, M. Abbasi, N. and Keramati, M. 2011. Laboratory investigation of the effect of polyvinyl acetate polymer on soil wind erosion control. Journal of Water and Soil. 25(3):606-616. (In Persian) https://doi.org/10.22067/jsw.v0i0.9695

39. Norton, D. Shainberg, I. Cihacek, L. and Edwards, J. H. 2018. Erosion and soil chemical properties. Soil quality and soil erosion. 39-56. https://doi.org/10.1201/9780203739266

40. Olsen, Y., Reinertsen, H., Sommer, U., and Vadstein, O. 2014. Responses of biological and chemical components in North East Atlantic coastal water to experimental nitrogen and phosphorus addition–A full scale ecosystem study and its relevance for management. Science of the total environment, 473, 262-274. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.12.028

41. pourazad A, Najafinejad A, Azarakhshi M, Mohammadian Behbahani A. 2024. Investigating the Effect of Combined and Separate Application of Organic and Inorganic Soil Amendments on Reducing Soil Erosion and Runoff in Loess Deposits. jwmseir. 18 (66) : 2 https://doi.org/10.22034/18.66.11

42. Prats, S. A. Martins, M. A. Malvar, M. C. Ben-Hur, M. and Keizer, J.J. 2014. Polyacrylamide application versus forest residue mulching for reducing post-fire runoff and soil erosion. Science of the Total Environment. 468-469(15):464-474. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.08.066

43. Prayogo, C. Jones, J. E. Baeyens, J. and Bending, G. D. 2014. Impact of biochar on mineralisation of C and N from soil and willow litter and its relationship with microbial community biomass and structure. Biology and Fertility of Soils. 50(4): 695-702. https://doi.org/10.1007/s00374-013-0884-5

44. 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(1): 97-101. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2005.04.010

45. 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 & Environment. 8(2): 976-979. https://doi.org/10.4236/ojss.2012.24044

46. Refahi, H. 2014. Water erosion and its control hydrology (7th Ed.). The Tehran University Press, Tehran, 674p. (In Persian) ISBN: 964-03-3818-8

in the production of runoff during rain due to the application of powder and solution of different levels of polyacrylamide. Iran water and soil research. 46(3): 453-443. (In Persian) https://doi.org/10.22059/ijswr.2015.56734

28. Kavian, A. L. Gholami, M. Mohammadi, V. Spalevic and M. Falah Soraki. 2018. Impact of wheat residue on soil erosion processes.Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 46(2): 553-562. https://doi.org/10.15835/nbha46211192

29. Kebede, B. Tsunekawa, A. Haregeweyn, N. Tsubo, M. Mulualem, T. Mamedov, A. I. and Masunaga, T. 2022. Effect of Polyacrylamide integrated with other soil amendments on runoff and soil loss: Case study from northwest Ethiopia. International Soil and Water Conservation Research. 10(3): 487-496. https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2021.12.001

30. Kember, W.D. and Rosenau, R.C. 1986. Aggregate stability and size distribution. pp. 425-442. In A. Klute (ed). Methods of soil analysis. https://doi.org/10.2136/sssabookser5.1.2ed.c17

31. Kranz, C. N. McLaughlin, R. A. Johnson, A. Miller, G.and Heitman, J. L. 2020. The effects of compost incorporation on soil physical properties in urban soils–A concise review. Journal of Environmental Management, 261, 110209. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110209

32. Madison. W. Kukal, 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: 87-93. https://doi.org/10.1080/03650340903208871

33. Laughlin, Mc. and Richard, A. 2006. Evaluation of erosion control products with and without added polyacrylamide. Journal of the American Water Resources Association. 10 p. https://doi.org/

34. Lee, S. S. Gantzer, C. J. Thompson, A. L. and Anderson, S. H. 2011. Polyacrylamide efficacy for reducing soil erosion and runoff as influenced by slope. Journal of soil and water conservation. 66(3): 172-177. https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.2006.tb04484.x

35. Mahmoudian Choplou, A. Niknahad Gharmakher, H, and Yousefi, H. 2019. Production of biochar from pruned peach tree branches and leaves and its quality characteristics at different temperatures. Journal of Water and Soil Conservation Research, 27(3): 105-124. doi: 10.22069/jwsc.2020.17476.3294. (In Persian) https://doi.org/10.22069/jwsc.2020.17476.3294

36 . Menesi, A. M., and Hussien, M. S. 2023. Biochar Ash and Manure Mixture Impacts on some Soil Physical Properties and Landscape Quality. Journal of Soil Sciences and Agricultural Engineering, 14(9), 247-254. https://doi.org/10.21608/jssae.2023.224606.1170

[Downloaded from jwmsei.ir on 2025-12-19]

47. Sadeghi, S.H.R. and Saeidi, P. 2010. Reliability of sediment rating curves for a deciduous forest watershed in Iran. Hydrological Sciences Journal. 55(5): 821–831. https://doi.org/10.1080/02626667.2010.489797

48. Sadeghi S.H.R. Hazbavi, Z. Younesi, H. and Behzadfar, M. 2013. Trend of soil loss and sediment concentration changeability due to application of polyacrylamide. Journal of Soil and Water Resources Conservation. 2(4): 53-67. (In Persian) https://doi.org/10.1007/s10333-012-0340-4

49. Sadeghi, S.H.R. Karimi, Z. and Hashemi Arian, Z. 2014. The combined use of polyacrylamide and vermicompost to control runoff and soil erosion. Journal of watershed engineering and management. 9(1): 1-10. (In Persian) https://doi.org/10.22092/ijwmse.2017.108738

50. Sadeghi, S. H. R. Gholami, L. Homaee, M. and Khaledi Darvishan, A. 2015. Reducing sediment concentration and soil loss using organic and inorganic amendments at plot scale. Solid Earth. 6(2): 445-455. https://doi.org/10.5194/se-6-445-2015

51. Sadeghi, S. H. Kheirfam, H. Homaee, M. Darki, B. Z. and Vafakhah, M. 2017. Improving runoff behavior resulting from direct inoculation of soil micro-organisms. Soil and Tillage Research. 171: 35-41. https://doi.org/10.1016/j.still.2017.04.007

52. Sadeghi, S.H.R. Hazbavi, Z. Gholami, L. and Khaledi Darvishan, A. 2017. Soil and water conservation using amendments (1th Ed.). Tarbiat Modares University Press. 467p. (in Persian)

53. Scotti, R. Bonanomi, G. Scelza, R. Zoina, A. and Rao, M. A. 2015. Organic amendments as sustainable tool to recovery fertility in intensive agricultural systems. Journal of soil science and plant nutrition. 15(2): 333-352. https://doi.org/10.4067/S0718-95162015005000031

54. Shainberg, I. Warrington, D. N. and Rengasamy, P. 1990. Water quality and PAM interactions in reducing surface sealing. Soil Science. 149: 301-307. https://doi.org/10.1097/00010694-199005000-00007

55. Shi, Z.H. Yue, B.J. Wang, L. Fang, N.F. Wang, D. and Wu, F.Z. 2013. Effects of mulch cover rate on interrill erosion processes and the size selectivity of eroded sediment on steep slopes. Soil Science Society of America Journal. 77: 257-267. https://doi.org/10.2136/sssaj2012.0273

56. Sojka, R. E. Bjorneberg, D. L. Entry, J. A. Lentz, R. D. and Orts, W. J. 2007. Polyacrylamide in agriculture and environmental land management. Advances in agronomy. 92: 75-162. https://doi.org/10.1016/S0065-2113(04)92002-0

57. Stefan, C. P., Zhang, N., Sokabe, T., Rivetta, A., Slayman, C. L., Montell, C., & Cunningham, K. W. 2013. Activation of an essential calcium signaling pathway in Saccharomyces cerevisiae by Kch1 and Kch2, putative low-affinity potassium transporters. Eukaryotic Cell, 12(2), 204-214. https://doi.org/10.1128/EC.00299-12

58. Suvendran, S. Johnson, D. Acevedo, M. Smithers, B. and Xu, P. 2024. Effect of Irrigation Water Quality and Soil Compost Treatment on Salinity Management to Improve Soil Health and Plant Yield. Water, 16(10), 1391. https://doi.org/10.3390/w16101391

59. Thiele-Bruhn, S. Bloem, J. de Vries, F. T. Kalbitz, K. and Wagg, C. 2012. Linking soil biodiversity and agricultural soil management. Current Opinion in Environmental Sustainability. 4(5): 523-528. https://doi.org/10.1016/j.cosust.2012.06.004

60. Thomas, G. W. (1996). Soil pH and soil acidity. Methods of soil analysis: part 3 chemical methods, 5, 475-490. https://doi.org/10.2136/sssabookser5.3.c16

61. Trupiano, D. Cocozza, C. Baronti, S. Amendola, C. Vaccari, F. P. Lustrato, G. and Scippa, G. S. 2017. The effects of biochar and its combination with compost on lettuce (Lactuca sativa L.) growth, soil properties, and soil microbial activity and abundance. International Journal of Agronomy. 2017(1): 3158207. https://doi.org/10.1155/2017/3158207

62. Vaezi, A, and Heydari, M. 2019. Investigating the Effect of Wheat Straw on Soil Loss by Rill Erosion in Furrows in Different Growth Stages of Rainfed Wheat. Soil and water sciences. 33(2):127-139. (in persian).https://doi.org/10.22059/ijswr.2018.219065.667560

63. Verachtert, E. Van Den Eeckhaut, M. Poesen, J. and Deckers, J. 2010. Factors controlling the spatial distribution of soil piping erosion on loess-derived soils:A case study from central Belgium. Geomorphology.118 (3):339-348. https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2010.02.001

64. Walkley, A., & Black, I. A. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil science, 37(1), 29-38. https://doi.org/10.1097/00010694-193401000-00003

65. Xu, H. J. Wang, X. H. Li, H. Yao, H. Y. Su, J. Q. and Zhu, Y. G. 2014. Biochar impacts soil microbial community composition and nitrogen cycling in an acidic soil planted with rape. Environmental science & technology. 48(16): 9391-9399.

https://doi.org/10.1021/es5021058

[Downloaded from jwmsei.ir on 2025-12-19]