نشریه علوم آب و خاک
سال بیست و ششم / شماره چهارم / زمستان ۱۴۰۱/مقاله علمی-پژوهشی: صفحات ۶۵ تا ۷۸

بررسی تأثیر اصلاح‌کننده‌های خاک و بارش بر مقدار عناصر پرمصرف خاک در بازه‌های زمانی متفاوت

آرمین بالوایه، لیلا غلامی*، فاطمه شکریان و عطاالله کاویان[۱]

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۳/۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۲/۱۹)

چکیده

تغییرات غلظت عناصر غذایی خاک می‌تواند در مدیریت بهینه مصرف کود را مشخص کرده و از آلوده شدن محیط زیست و منابع آبی جلوگیری کند. این پژوهش با هدف تعیین تغییرات غلظت عناصر پرمصرف خاک نیتروژن، فسفر و پتاسیم با کاربرد اصلاح‌کننده‌های پلی‌وینیل‌استات، بقایای لوبیاروغنی و ترکیب پلی‌وینیل‌استات + بقایای لوبیاروغنی در دوره‌های زمانی یک، دو و چهار ماهه انجام شد. نتایج نشان داد که کاربرد اصلاح کننده‌های خاک تأثیر متفاوتی بر تغییرات نیتروژن، فسفر و پتاسیم خاک داشتند. بیشترین مقدار نیتروژن مربوط به تیمار بقایای لوبیاروغنی در بازه زمانی چهار ماه قبل از شبیه‌سازی (با مقدار ۴۴/۶۲ درصد) و کمترین مقدار نیتروژن در تیمار پلی‌وینیل‌استات در بازه زمانی یک ماه (با مقدار ۱/۹۲- درصد) است. کمترین مقدار فسفر بعد از کاربرد اصلاح‌کننده‌ها در تیمار بقایای لوبیاروغنی با مقدار ۵۰ درصد در بازه زمانی یک ماه قبل از شبیه‌سازی بارندگی، با مقدار (۰/۹۵ درصد) اندازه‌گیری شد. بیشترین مقدار پتاسیم مربوط به تیمار پلی‌وینیل‌استات در بازه زمانی چهار ماه قبل از شبیه سازی (۱۸۹/۳۵ درصد) و کمترین مقدار در تیمار ترکیب بقایای لوبیاروغنی + پلی‌وینیل‌استات در بازه زمانی یک ماه بعد از شبیه‌سازی (۴۰/۶۶ درصد) بود. بنابراین کاربرد اصلاح‌کننده‌ها می‌تواند در دوره‌های زمانی متفاوت اثرات متفاوتی بر تغییرات عناصر پرمصرف خاک داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: افزودنی‌های آلی و شیمیایی، بازه زمانی، مقادیر نیتروژن، فسفر و پتاسیم، هدررفت عناصر پرمصرف خاک

۱. گروه مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: l.gholami@sanru.ac.ir

مقدمه

رشد روزافزون جمعیت موجب شده است که نیاز به تولید بیشتر مواد غذایی بیش از پیش مورد توجه قرار گیرد. در این زمینه استفاده از اراضی موجود به‌عنوان یکی از محوری‌ترین بخش‌ها در تأمین نیازهای غذایی بشر مطرح است (۴۱). بایستی به این مورد توجه داشت که بخش زیادی از خاک‌های کشور ما در مناطق خشک و نیمه‌خشک واقع شده‌اند و دارای مشکل شوری و یا سدیمی بوده و یا غیرقابل استفاده هستند. بنابراین بایستی از اراضی موجود با حفظ آنها حداکثر بازدهی را داشت. عناصر غذایی پرمصرف نیتروژن، فسفر و پتاسیم به دلیل نیاز زیاد گیاهان به آنها از اهمیت زیادی برخوردار بوده و با تأمین عناصر غذایی پرمصرف می‌توان علاوه بر افزایش حاصلخیزی خاک، رشد گیاهان نیز بهبود بخشید (۲۹). خاک به‌عنوان یکی از مهم‌ترین منابع طبیعی نقش عمده‌ای در زندگی انسان داشته، آب و خاک به‌عنوان دو عامل اصلی در تولید مواد غذایی، همواره تحت تأثیر تخریب قرار دارند. خصوصیات باران و به تبع آن رواناب ایجاد شده روی عواملی همچون بافت خاک، ساختمان و نفوذپذیری خاک تأثیر می‌گذارد (۳۸). اما افزودن اصلاح‌کننده‌های خاک (Soil Amendments) می‌تواند پارامترهای بافت خاک، ساختمان خاک، نفوذپذیری خاک، pH، EC خاک را اصلاح کند. در این بین استفاده از اصلاح‌کننده‌های خاک در خاک های فرسایش یافته با داشتن محاسنی از جمله منبع مواد غذایی و ماده آلی برای خاک (۹ و ۳۴)، پایدار کردن خاکدانه‌ها و جلوگیری از جدا شدن آنها (۳۹)، افزایش خلل و فرج خاک و نفوذپذیری در آن (۱۱ و ۱۲)، ایجاد یک لایه محافظ در برابر قطرات باران (۲۴) و کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک (۱۸ و ۳۵) می‌توانند تأثیر مناسبی در میزان عناصر پرمصرف خاک داشته باشند. اصلاح‌کننده‌های خاک در دو دسته آلی (Organic Amendments) و غیرآلی (Inorganic Amendments) که می توانند با توجه به کاربرد زیاد آنها در طبیعت برای مهار تولید رواناب و فرسایش خاک استفاده شوند. اصلاح‌کننده‌های آلی خاک انواع مختلفی دارند که از جمله مواردی که در جهت فرایند حفاظت آب و خاک هستند شامل کاه و کلش، کود حیوانی، لجن فاضلاب، کمپوست و تراشه‌های چوب هستند. بررسی‌ها نشان داده که اصلاح‌کننده‌های آلی توانمندی زیادی برای مهار رواناب و فرسایش خاک در مکان‌های تخریب‌یافته دارند (۱۴ و ۲۳). از طرفی برخی از اصلاح‌کننده‌های غیرآلی یا شیمیایی نیز با افزایش مقاومت سطحی در خاک و در نتیجه پایدار کردن خاک (۱۳ و ۱۸) نقش مهمی در مهار فرسایش خاک داشته که در درازمدت با حفظ خاک سطحی می‌توانند از آلودگی منابع آبی و فرسایش خاک جلوگیری کنند. پلی‌وینیل‌استات یکی از انواع اصلاح‌کننده‌های غیرآلی- شیمیایی خاک بوده که در درازمدت کاملاً تجزیه شده و فرمولاسیون آن از نظر سم‌شناسی دارای سازگارپذیری بسیارخوبی با محیط زیست است. بررسی‌ها در این زمینه نشان داده است که تاکنون روی گیاهان، باکتری‌های موجود در خاک و قارچ‌ها هیچ‌گونه اثرهای جانبی مضری توسط این پلیمر مشاهده نشده است (۱۳ و ۲۶). خصوصیات باران و به تبع آن رواناب ایجاد شده روی عواملی همچون بافت خاک، ساختمان و نفوذپذیری خاک تأثیر می‌گذارد. اما افزودن اصلاح‌کننده‌های خاک می‌تواند پارامترهای بافت خاک، ساختمان خاک، نفوذپذیری خاک، pH و EC خاک را تغییر دهد. در زمینه کاربرد اصلاح‌کننده‌های بقایای گیاهی و پلی‌وینیل‌استات در کنترل فرسایش بادی (۵ و۱۶)، رواناب و هدررفت خاک (۷، ۱۹ و ۲۶) کاهش مقدار فرسایش پاشمانی (۱۷) خاکدانه‌سازی (۲۲) بررسی‌های متعددی انجام شده است.

با تغییر در ویژگی‌های خاک طی بارش‌های متوالی، قابلیت خاک در تولید رواناب و هدررفت خاک دست‌خوش تغییر می‌شود. داشتن اطلاعات از تغییرات زمانی ویژگی‌های خاک و تعیین دوره بحرانی در خاک حساس به فرایندهای فرسایش دارای اهمیت زیادی است. در زمینه کاربرد اصلاح‌کننده‌های خاک روی عناصر پرمصرف آن نیز در برخی پژوهش‌ها کار شده است. به‌طوری که جیانگ و همکاران (۱۹) به بررسی اثر بقایای گندم بر ویژگی‌های خاک در امریکا پرداختند. نتایج آنها نشان داد که این اصلاح‌کننده توانست مقدار فسفر و غلظت سدیم را افزایش دهد. وانگ و همکاران (۳۹) به بررسی تأثیر رواناب و رسوب در شستشوی فسفر خاک در شرایط آزمایشگاهی در آفریقای جنوبی پرداختند. نتایج نشان داد که مقدار

فسفر در مراحل اولیه و هدررفت خاک زیاد بود اما با گذشت زمان از شروع رواناب مقدار آن کمتر و در نهایت روند ثابتی پیدا کرد. لی و همکاران (۲۱) به بررسی تأثیر پلی‌آکریل‌آمید بر مقدار نیتروژن و پتاسیم در شرایط آزمایشگاهی در چین پرداختند. نتایج به‌دست آمده نشان داد که مقدار نیتروژن و پتاسیم به‌ترتیب ۵/۱ و ۳/۷ درصد بعد از استفاده از تیمار افزایش یافت. راموس و همکاران (۳۴) به بررسی تأثیر پوشش گیاهی و شدت بارندگی بر مقدار نیتروژن و فسفر خاک در کاربری‌های مختلف در شمال اسپانیا پرداختند. نتایج به‌دست آمده نشان داد که پوشش گیاهی، مقدار نیتروژن و فسفر را به‌ترتیب ۱۹/۲ و ۱۳/۴ درصد افزایش داد. در ایران نیز پوزش شیرازی و همکاران (۳۰) تأثیر کشت‌های شبدر، پیاز، باقلا، اسفناج و کلزا بر ویژگی‌های خاک را بررسی کردند. آنها بیان داشتند که درصد ازت، فسفر و پتاسیم قابل جذب تفاوت معنی‌داری نسبت به شاهد نداشتند. عباسی و همکاران (۱) اثر پلی‌آکریل‌آمید بر هدررفت نیتروژن، فسفر و پتاسیم در شرایط آزمایشگاهی را ارزیابی کردند. نتایج نشان داد که پلی‌آکریل‌آمید به‌طور معنی‌داری موجب کاهش هدررفت عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم شد. احمدی مقدم و همکاران (۲) در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد تأثیر زمانی چند اصلاح‌کننده خاک را روی ویژگی‌های خاک بررسی کردند. نتایج به‌دست آمده نشان داد که بقایای گندم و ذرت توانستند مقدار نیتروژن، فسفر، پتاسیم و خاک را افزایش دهد. نجفی قیری و بوستانی (۲۷) در پژوهشی بقایای زراعی و زغال زیستی حاصل از آنها بر وضعیت پتاسیم خاک آهکی در شیراز را ارزیابی کردند. نتایج به‌دست آمده در تمامی نمونه‌ها نشان داد که مقدار پتاسیم خاک افزایش چشمگیری داشت.

جمع‌بندی سوابق تحقیقات انجام شده در داخل و خارج کشور حاکی از این است که اگرچه بررسی‌هایی در زمینه اثر کاه و کلش گیاهان مختلف بر تغییرات نیتروژن، فسفر و پتاسیم خاک انجام شده است، اما در زمینه کاربرد پلی‌وینیل‌استات بر این ویژگی‌ها پژوهشی ثبت نشده بود. همچنین در رابطه با چگونگی اثر همزمان این افزودنی‌ها با یکدیگر و نقش هر کدام بر ویژگی‌های انجام نشده است. همچنین اثر این افزودنی‌ها در قبل و بعد از بارندگی مقایسه نشده است. بنابراین پژوهش حاضر، با هدف ارزیابی عملکرد کاربرد جداگانه و نیز ترکیبی اصلاح‌کننده‌های پلی‌وینیل‌استات با سطح سه درصد و بقایای لوبیاروغنی با سطح ۵۰ درصد در قبل و بعد از بارندگی با استفاده از شبیه‌ساز باران روی عناصر پرمصرف خاک شامل نیتروژن، فسفر و پتاسیم برنامه‌ریزی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

خاک مورد بررسی

خاک از اراضی کشاورزی با طول جغرافیایی ″۴ ′۴۳ °۵۱ تا ″۹ ′۴۴ °۵۱ شرقی و عرض جغرافیایی ″۴۵ ′۲۲ °۳۶ تا ″۱۹ ′۲۳ °۳۶ شمالی جمع‌آوری شد. پس از انتقال آن به آزمایشگاه هوا خشک و از الک دو میلی متری عبور داده شد (۲۲ و ۳۹). سپس ویژگی‌های اولیه خاک تعیین شد. اندازه‌گیری بافت خاک با روش هیدرومتری درصد مواد آلی به روش والکی و pH با استفاده از روش پتانسیومتری اندازه‌گیری شدند (۱۷) (جدول ۱).

بقایای لوبیاروغنی و پلیمر پلی‌وینیل‌استات

برای انجام پژوهش حاضر از بقایای گیاهی لوبیاروغنی به‌عنوان یک اصلاح‌کننده آلی خاک و موجود در شرایط منطقه با سطح ۵۰ درصد که به‌طور مستقیم در سطح خاک به‌صورت یکنواخت و با دست پخش شد استفاده شد. میزان پروتئین و روغن آن به‌ترتیب ۵۰-۳۰ درصد و ۲۵-۱۸ درصد است. برخی از مواد مغذی موجود در یک فنجان ۸۸ گرم آرد این افزودنی بدون چربی کربوهیدرات ۳۴ گرم، فسفر ۵۹۳ میلی گرم، سدیم ۱۸ میلی‌گرم، پتاسیم ۲۰۹۷ میلی‌گرم و الیاف غذایی دو گرم است. همچنین پلیمر پلی‌وینیل‌استات به‌عنوان یک خاک‌پوش شیمیایی خاک با سطح سه درصد (۱۷) به سطح خاک اسپری شد. امروزه پلیمرهای مصنوعی، به‌منظور افزایش پایداری، افزایش قطر خاکدانه‌ها و نیز تثبیت خاک مورد توجه جدی قرار گرفته‌اند (۱۳). یکی از ویژگی‌های بارز پلیمرها این است که باعث اتصال ذرات به یکدیگر می‌شوند و خاکدانه‌های درشت‌تری در خاک ایجاد شده که درواقع باعث افزایش پایداری خاکدانه‌ها می‌شود (۲۴). پلی‌وینیل‌استات

جدول ۱. ویژگی‌های اولیه خاک انتقال داده شده برای انجام پژوهش حاضر

چگالی ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	مواد آلی (درصد)	کربن آلی (درصد)	آهک (درصد)	pH	EC
۱/۶۴	۱/۶۸	۰/۹۸	۳۳/۲۵	۷/۳۷	۰/۸۷۸

(C4H6O2) بود که توسط پژوهشگران داخلی و به‌صورت امولسیون در آب تهیه شد (تغییر غلظت با آب صورت گرفت). امولسیون به‌دست آمده، سفید رنگ و دارای وزن مخصوص ۱۰۵۰ کیلوگرم بر مترمکعب بود. تیمار شاهد و حفاظتی برای مقایسه بین قبل و بعد از اعمال اصلاح‌کننده درنظر گرفته شد و آزمایش‌ها در سه تکرار انجام شد.

آماده‌سازی کرت‌های آزمایشگاهی

ابتدا خاک در کرت‌های کوچک آزمایشگاهی با طول، عرض و ارتفاع به‌ترتیب ۰/۵، ۰/۲۵ و ۰/۳ متر مستقر شد. آزمایش ها به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با تیمار شاهد، دو اصلاح‌کننده بقایای لوبیاروغنی سطح ۵۰ درصد، پلی‌وینیل‌استات در سطح سه درصد (۱۶)، بقایای لوبیاروغنی + پلی‌وینیل‌استات در بازه‌های زمانی یک، دو و چهار ماه پس از کاربرد اصلاح‌کننده‌های مورد نظر در سه تکرار روی عناصر پرمصرف خاک انجام شد. همچنین برای بررسی اثر بارندگی روی این عناصر آزمایش‌ها در قبل و بعد از کاربرد باران شبیه سازی شده بررسی شدند.

سامانه شبیه‌ساز باران و انتخاب شدت باران

برای انجام پژوهش حاضر از سامانه شبیه‌ساز باران استفاده شد که شبیه‌ساز باران طراحی شده روی یک ساختار فلزی به فرم A و با قابلیت تنظیم ارتفاع دو تا ۲/۷ متر و قطر ۴۰ میلی‌متر مستقر شد. پایه‌های تلسکوپیک در این شبیه‌ساز به‌منظور تسهیل استقرار و تراز دستگاه روی سطح شیب‌دار در مطالعات میدانی تعبیه شده است. برای شبیه‌سازی باران از دو نازل ویجت ۸۰۱۰۰ با قطر روزنه ۴/۵ میلی‌متر و قابلیت جابه‌جایی روی ریلی با طول دو متر استفاده شد. برای انتقال آب به نازل ها از شلنگی به قطر ۱۵ میلی‌متر متصل به یک پمپ الکتریکی استفاده شد. سپس جریان آب در ارتفاع ۲/۵ متری توسط یک تقسیم‌کننده فلزی و دو شلنگ ۱۲ میلی‌متری به طول ۷۰ سانتی‌متر با فشار یکسان به نازل‌ها منتقل شد. همچنین برای کنترل فشار آب در پشت نازل‌ها یک فشارسنج (صفر – ۱۶۰ کیلوپاسکال) روی شلنگ هادی نصب شده است. به‌منظور راه اندازی شبیه‌ساز و کنترل تداوم بارش، یک برد کنترلی با قابلیت برنامه‌نویسی و اجرای چندین برنامه بارشی با خصوصیات مختلف و به‌صورت خودکار و متوالی طراحی شد که با استفاده از یک صفحه کلید سرعت نوسان نازل‌ها، زاویه، زمان مکث نازل‌ها در طرفین قابل تنظیم است (۲۰). شدت بارندگی برای انجام آزمایش‌ها با توجه به داده‌های باران‌نگار نزدیک‌ترین ایستگاه سینوپتیک (ایستگاه ساری) و درنهایت بررسی منحنی‌های شدت- مدت- فراوانی انتخاب شد. بدین منظور شدت بارندگی ۸۰ میلی‌متر بر ساعت در مدت زمان ۱۰ دقیقه پس از زمان شروع رواناب به‌عنوان شدت انتخابی برای پژوهش حاضر مدنظر قرار گرفت.

اندازه‌گیری عناصر غذایی پرمصرف

برای انجام پژوهش حاضر بعد از آماده‌سازی کرت‌ها با توجه به بازه‌های زمانی مورد نظر (یک، دو و چهار ماه) اقدام به انجام آزمایش‌ها شد. سپس در تیمار شاهد (بدون اصلاح‌کننده) و تیمارهای حفاظتی با اصلاح‌کننده‌ها (لوبیاروغنی، پلی‌وینیل‌استات و لوبیاروغنی + پلی‌وینیل‌استات) در قبل و بعد از استفاده از شبیه‌ساز باران اقدام به برداشت نمونه‌های عناصر غذایی پرمصرف (NPK) در سه تکرار برای هر مؤلفه شد. سپس نمونه‌های خاک برداشت

شده به‌منظور بررسی مؤلفه‌های مورد نظر به آزمایشگاه خاک دانشکده منتقل شدند. پس از خشک کردن نمونه‌های خاک و عبور از الک دو میلی‌متری، مؤلفه‌های مورد نظر اندازه‌گیری شدند. در این پژوهش نیتروژن کل با دستگاه کجلدال، فسفر قابل جذب با دستگاه اسپکتروفتومتر و پتاسیم قابل جذب با استفاده از فلیم فتومتر تعیین گردید (۲۸).

تجزیه و تحلیل آماری اطلاعات

به‌منظور انجام کلیه تجزیه و تحلیل‌های آماری داده‌های عناصر پرمصرف خاک در تیمارهای حفاظتی و همچنین در قبل و بعد از کاربرد شبیه‌ساز باران و بازه‌های زمانی مورد نظر از نرم‌افزارهای SPSS23 استفاده شد. پس از اطمینان از توزیع نرمال داده‌ها و همگنی واریانس آنها (به‌ترتیب به کمک آزمون‌های کولموگروف اسمیرنوف و لون) به‌منظور پی بردن به وجود یا عدم وجود اختلاف میان تیمارهای حفاظتی در قبل و بعد از کاربرد شبیه‌ساز باران در بازه‌های زمانی مورد مطالعه از آزمون تجزیه واریانس (۳ و ۳۷) و نیز سطح معنی داری در دو سطح اعتماد ۹۵ و ۹۹ درصد استفاده شد (۳۶).

نتایج

نتایج آزمایش‌های اندازه‌گیری نیتروژن، فسفر و پتاسیم در اثر استفاده از تیمار حفاظتی بقایای لوبیاروغنی در سطح ۵۰ درصد و نیز پلی وینیل‌استات در سطح سه درصد به‌صورت جداگانه و در ترکیب با یکدیگر برای بازه‌های زمانی ۲۴ ساعت، دو ماه و چهار ماه به‌ترتیب در جدول ۲ ارائه شده است. نتایج آزمون تجزیه واریانس تأثیر قبل و بعد از استفاده از شبیه‌ساز باران، تیمارهای شاهد، بقایای لوبیاروغنی، پلی‌وینیل‌استات و نیز بازه‌های زمانی یک، دو و چهار ماه بعد از کاربرد به‌صورت جداگانه و ترکیبی بر عناصر پرمصرف خاک در جدول ۳ ارائه شده است. همچنین نتایج آزمایش‌های اندازه‌گیری نیتروژن، فسفر و پتاسیم در اثر استفاده از تیمارهای پلی‌وینیل‌استات و بقایای لوبیاروغنی به‌صورت جداگانه و در ترکیب با یکدیگر برای بازه‌های زمانی یک، دو و چهار ماه، به‌ترتیب در شکل‌های ۱ تا ۳ ارائه شده است.

بحث

نیتروژن خاک

نتایج نشان می‌دهد که تیمارهای استفاده شده توانستند مقدار نیتروژن را قبل و بعد از کاربرد شبیه‌ساز باران نسبت به تیمار شاهد افزایش دهند. بنابراین در پژوهش حاضر کاربرد اصلاح‌کننده‌های خاک تأثیر مثبتی در افزایش نیتروژن خاک داشتند (جدول ۲). بیشترین مقدار افزایش نیتروژن مربوط به تیمار بقایای لوبیاروغنی در بازه زمانی چهار ماه قبل از شبیه‌سازی (۴۴/۶۲ درصد) و کمترین مقدار افزایش نیتروژن مربوط به تیمار پلی‌وینیل‌استات در بازه زمانی یک ماه (۱/۹۲- درصد) است. بنابراین با توجه به نتایج می‌توان اینگونه بیان کرد که بقایای لوبیاروغنی تأثیر بیشتری در افزایش نیتروژن خاک به خصوص در قبل از کاربرد شبیه‌ساز باران داشت. هرچند که با تغییر زمان تغییرات نیتروژن خاک در ماه چهارم بعد از کاربرد پلی‌وینیل استات و لوبیاروغنی به‌صورت جداگانه بیشتر بود اما بررسی‌های آماری نشان داد که اثر بازه زمانی در تغییرات نیتروژن خاک معنی داری نبود. بنابراین بقایای لوبیاروغنی در مدت زمان کم نیز می‌تواند اثر خود را در افزایش مقدار نیتروژن خاک داشته باشد. مواد آلی می توانند موجب عملکرد بیشتر شوند و کلید حاصلخیزی است و برای افزایش حاصلخیزی در خاک بایستی همواره میزان مواد آلی خاک در سطح مناسبی حفظ شود (۶). در زمینه کاربرد بقایای گیاهی، احمدی مقدم و همکاران (۲) نیز با کاربرد بقایای گندم و ذرت نشان دادند که این اصلاح‌کننده توانست مقدار نیتروژن خاک را افزایش دهد. همچنین راموس و همکاران (۳۳) و یوسفی‌فرد و همکاران (۴۲) بیان کردند درصورتی که پوشش گیاهی خوب باشد میزان هدررفت نیتروژن در کمترین مقدار خود خواهد بود. بررسی فنی و اقتصادی نقش منابع مختلف مواد آلی به‌عنوان تأمین کننده تمامی و یا بخشی از نیتروژن مورد نیاز گیاه توسط پژوهشگران مختلف گزارش شده است (۸). بنابراین جلوگیری از سوزاندن کاه و کلش پس از برداشت محصول، قرار دادن کود سبز در گردش زراعی، حفظ مواد آلی با اعمال مدیریت‌های زراعی و استفاده از کمپوست به‌دست آمده زباله‌های خانگی بایستی مورد توجه قرار گیرد همچنین پلی‌وینیل استات نیز توانست مقدار نیتروژن خاک را افزایش دهد که

جدول ۲. نتایج مربوط به نیتروژن، فسفر و پتاسیم خاک قبل و بعد از کاربرد تیمارهای حفاظتی برای بازه‌های زمانی مختلف

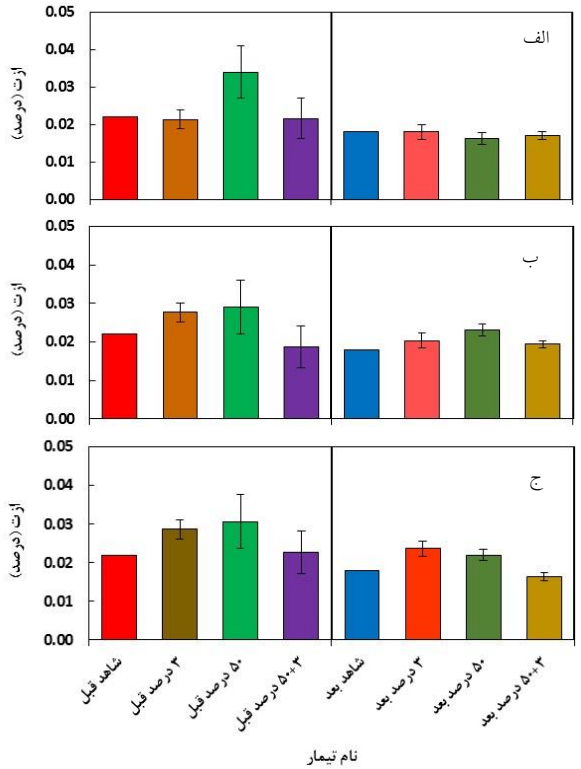
	تیمار	نیتروژن			فسفر			پتاسیم		
		۲۴ ساعت	دو ماه	چهار ماه	۲۴ ساعت	دو ماه	چهار ماه	۲۴ ساعت	دو ماه	چهار ماه
	کرت شاهد	۰/۰۲۲	۰/۰۲۲	۰/۰۲۲	۲/۵۲	۲/۵۲	۲/۵۲	۱۲۱/۵۸	۱۲۱/۵۸	۱۲۱/۵۸
		۰/۰۲۴	۰/۰۲۸	۰/۰۲۵	۳/۱۵	۳/۲۱	۳/۵۷	۳۹۵/۷۶	۳۸۹/۵۴	۳۹۰/۵۰
	کرت پلی‌وینیل‌استات	۰/۰۲۱	۰/۰۲۴	۰/۰۲۸	۳/۰۰	۲/۹۵	۳/۱۵	۲۱۳/۴۸	۳۲۲/۳۷	۳۶۳/۳۷
		۰/۰۱۹	۳/۰۲	۰/۰۳۲	۲/۶۶	۳/۰۲	۳/۰۲	۳۱۵/۲۸	۳۱۵/۲۹	۲۹۸/۹۹
	ضریب تغییرات	۱۱/۹۰	۱۱/۱۸	۱۲/۳۹	۸/۵۵	۴/۴۰	۸/۸۵	۲۹/۶۴	۱۱/۹۷	۱۳/۳۹
		۰/۲۶	۰/۰۲	۰/۰۳۰	۲/۳۱	۲/۳۱	۲/۲۱	۲۷۳/۶۲	۲۸۵/۲۶	۲۵۸/۲۱
قبل از شبیه‌سازی	کرت بقایای لوبیاروغنی	۰/۰۳۸	۰/۰۳۴	۰/۰۲۹	۷/۰۳	۴/۰۲	۳/۹۸	۳۰۸/۳۳	۳۴۵/۲۱	۲۷۸/۸۵
		۰/۰۳۸	۰/۰۳۳	۰/۰۳۳	۳/۱۵	۳/۹۴	۳/۹۵	۱۹۹/۶۷	۲۱۵/۹۷	۳۹۹/۹۹
	ضریب تغییرات	۲۰/۳۸	۲۶/۹۳	۶/۷۹	۶۰/۴۸	۲۸/۱۹	۲۹/۹۸	۲۱/۳۰	۲۲/۹۲	۲۴/۵۲
		۰/۰۲۸	۰/۰۳۴	۰/۰۳۱	۲/۵۲	۲/۳۳	۳/۳۳	۴۷۰/۷۹	۱۵۰/۶۶	۱۶۲/۳۳
	کرت ترکیبی	۰/۰۱۷	۰/۰۲	۰/۰۲۰	۳/۳۶	۳/۰۳	۲/۸۰	۱۳۱/۲۹	۳۹۰/۱۷	۴۰۲/۲۵
		۰/۰۱۹	۰/۰۱۵	۰/۰۱۷	۳/۹۹	۲/۸۵	۲/۶۴	۳۰۴/۹۸	۳۱۱/۳۰	۳۱۵/۹۰
	ضریب تغییرات	۲۷/۴۷	۴۲/۸۳	۳۰/۴۸	۲۲/۴۲	۱۳/۲۸	۱۲/۳۵	۵۶/۱۵	۴۲/۹۷	۴۱/۴۰
	کرت شاهد	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸	۱/۹۰	۱/۹۰	۱/۹۰	۱۰۹/۸۲	۱۰۹/۸۲	۱۰۹/۸۲
		۰/۰۱۸	۰/۰۲۰	۰/۰۲۳	۲/۲	۱/۸۹	۲/۸۸	۱۶۴/۳۷	۲۹۰/۹۰	۲۸۲/۲۵
	کرت پلی‌وینیل‌استات	۰/۰۱۶	۰/۰۲۰	۰/۰۲۵	۲/۱۰	۱/۹۰	۲/۹۰	۱۵۳/۴۲	۳۵۵/۱۱	۲۸۰/۳۳
		۰/۰۱۸	۰/۰۱۹	۰/۰۲۱	۲/۵۰	۱/۴۱	۲/۸۱	۱۸۸/۲۵	۲۹۵/۹۳	۲۶۵/۳۲
	ضریب تغییرات	۰/۰۲۰	۰/۰۲۲	۰/۰۲۴	۲/۰۰	۲/۳۶	۲/۹۲	۱۵۱/۴۵	۲۲۱/۶۵	۳۰۱/۱۳
		۰/۰۱۵	۰/۰۱۹	۰/۰۲۵	۲/۰۲	۲/۵۴	۲/۵۰	۲۵۴/۹۴	۱۹۲/۳۳	۲۱۰/۰۳
بعد از شبیه‌سازی	کرت بقایای لوبیاروغنی	۰/۰۱۸	۰/۰۱۴	۰/۰۱۸	۲/۵۳	۲/۰۳	۲/۲۲	۲۱۰/۵۳	۲۱۳/۵۴	۱۹۰/۳۳
		۰/۰۱۶	۰/۰۲۲	۰/۰۲۳	۲/۷۳	۲/۹۲	۲/۷۵	۱۰۰/۸۹	۱۲۹/۷۰	۱۳۶/۳۸
	ضریب تغییرات	۹/۳۵	۲۲/۰۴	۲۴/۴۲	۱۵/۰۵	۱۷/۸۹	۱۰/۶۵	۴۲/۰۰	۲۴/۴۲	۲۱/۳۱
		۰/۰۱۸	۰/۰۲۲	۰/۰۲۰	۲/۰۱	۱/۹۰	۲/۱۴	۱۹۶/۸۱	۱۸۵/۹۶	۱۸۱/۱۶
	کرت ترکیبی	۰/۰۱۷	۰/۰۱۹	۰/۰۱۱	۲/۴۷	۲/۳۳	۱/۹۹	۱۱۹/۲۱	۱۴۲/۳۲	۱۲۰/۹۹
		۰/۰۱۶	۰/۰۱۷	۰/۰۱۸	۲/۵۳	۲/۵	۲/۶۰	۱۵۶/۶۰	۱۶۳/۴۸	۲۰۱/۳۰
	ضریب تغییرات	۵/۸۸	۱۳/۰۲	۲۸/۹۳	۱۲/۰۵	۱۳/۷۹	۱۴/۱۷	۲۴/۶۳	۱۳/۳۱	۲۴/۹۰

جدول ۳. نتایج آزمون تجزیه واریانس اثر جداگانه تیمار حفاظتی، قبل و بعد، دوره زمانی و اثر متقابل آنها بر عناصر پرمصرف خاک در بازه‌های زمانی

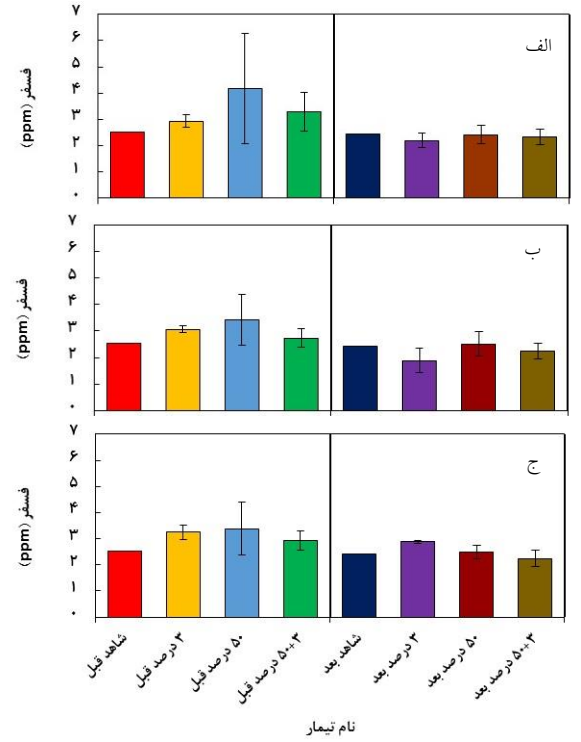
منبع	متغییر وابسته	درجه آزادی	میانگین مربعات	مقدار F	سطح معنی‌داری
قبل و بعد از کاربرد شبیه‌ساز باران	مقدار نیتروژن (درصد)	۱	۰/۰۰۱	۳۱/۴۷	۰/۰۰۰**
	مقدار فسفر (mg/t)		۴/۹۷	۱۲/۳۶	۰/۰۰۱**
	مقدار پتاسیم (mg/t)		۱۲۶۷۴۱/۶۹	۴۸/۶۳	۰/۰۰۰**
تیمار حفاظتی	مقدار نیتروژن (درصد)	۳	۰/۰۰۰۹	۴/۸۰	۰/۰۰۵**
	مقدار فسفر (mg/t)		۰/۲۷۷	۰/۶۹	۰/۵۶۲
	مقدار پتاسیم (mg/t)		۸۳۳۹۳/۱۷	۳۱/۹۹	۰/۰۰۰**
دوره زمانی	مقدار نیتروژن (درصد)	۲	۰/۰۰	۲/۹۱	۰/۰۶۳
	مقدار فسفر (mg/t)		۱/۲۲	۱/۵۲	۰/۲۲۸
	مقدار پتاسیم (mg/t)		۷۶۲۳/۵۱	۲/۹۳	۰/۰۶۲
قبل و بعد از کاربرد شبیه‌ساز باران × تیمار حفاظتی	مقدار نیتروژن (درصد)	۳	۰/۰۰۶	۱/۱۸	۰/۳۲۶
	مقدار فسفر (mg/t)		۰/۵۰	۱/۲۵	۰/۳۰۰
	مقدار پتاسیم (mg/t)		۱۲۶۹۰/۸۴	۴/۸۷	۰/۰۰۵
قبل و بعد از کاربرد شبیه‌ساز باران × دوره زمانی	مقدار نیتروژن (درصد)	۲	۳/۲۹	۰/۴۹	۰/۸۱۳
	مقدار فسفر (mg/t)		۰/۰۰۱۹	۰/۱۰	۰/۹۰۵
	مقدار پتاسیم (mg/t)		۸۵/۶۱	۰/۱۶	۰/۹۸۴
تیمار حفاظتی × دوره زمانی	مقدار نیتروژن (درصد)	۶	۰/۰۰۰۱	۰/۷۶	۰/۶۰۴
	مقدار فسفر (mg/t)		۰/۰۵	۰/۱۲	۰/۹۹۴
	مقدار پتاسیم (mg/t)		۴۰۷۱/۳۳	۱/۵۶	۰/۱۷۶

** در سطح ۹۹ درصد معنی‌دار

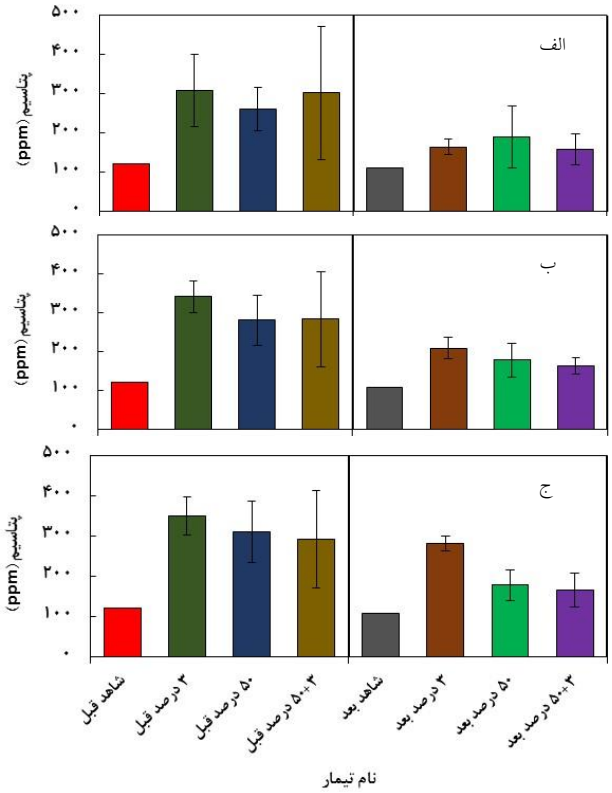
با نتایج لی و همکاران (۲۱) و عباسی و همکاران (۱) در مورد تأثیر پلی‌آکریل‌آمید بر کاهش هدررفت نیتروژن خاک همخوانی دارد. اما نتایج نشان داد که پلیمر پلی‌وینیل‌استات با گذشت زمان اثر آن بر افزایش نیتروژن خاک بیشتر بود. بنابراین به این اصلاح‌کننده بایستی فرصت کافی برای تغییرات این پارامتر در خاک داده شود. از سویی دیگر استفاده بی رویه از کودهای شیمیایی به خصوص کود ازته و عدم استفاده از کودهای آلی در طی چند سال اخیر، عامل کاهش چشمگیر در میزان ماده آلی خاک های ایران بوده است (۲۳). همچنین استفاده از ترکیب مواد آلی همراه با مواد شیمیایی می‌تواند تاثیرات مثبتی را بر خاک و عملکرد محصولات زراعی داشته باشد (۱۵). مقایسه نیتروژن کل برای تیمار شاهد قبل و بعد از بارندگی نشان می‌دهد که مقداری از آن بعد از بارندگی هر چند اندک از خاک تخلیه شده است. برخی محققان به نقش آبشویی در تخلیه عناصر غذایی مورد نیاز گیاه به ویژه نیترات پرداخته‌اند. علاوه بر این بارندگی و در نتیجه آبشویی موجب خروج املاح مضر نظیر سدیم از خاک شده که خود باعث ایجاد شرایط مناسب برای فعالیت میکروارگانیسم‌ها می‌شود. درنتیجه بخشی از ماده آلی خاک تجزیه شده و نیتروژن حاصل از آن در بیوماس میکروبی به‌شکل غیرمتحرک درخواهد آمد (۴). نتایج آزمون آنالیز واریانس نشان داد اثر تیمارهای بقایای لوبیاروغنی و پلی‌وینیل‌استات و نیز بارندگی بر نیتروژن خاک در سطح اعتماد ۹۹ درصد معنی‌داری بود. درحالی که اثر زمان، تیمارها × دوره‌های زمانی، قبل و بعد از کاربرد شبیه ساز باران × تیمار حفاظتی یا دوره زمانی بر تغییرات نیتروژن خاک معنی‌دار نبود (جدول ۳). تفکیک و همگن‌بندی سطوح



شکل ۱. میانگین تغییرات نیتروژن خاک قبل و بعد از کاربرد تیمارهای حفاظتی به‌صورت جداگانه و ترکیب در قبل و بعد از کاربرد شبیه‌ساز باران برای بازه‌های زمانی: الف) یک، ب) دو و ج) چهار ماه



شکل ۲. میانگین تغییرات فسفر خاک قبل و بعد از کاربرد تیمارهای حفاظتی به‌صورت جداگانه و ترکیب در قبل و بعد از کاربرد شبیه‌ساز باران برای بازه‌های زمانی: الف) یک، ب) دو و ج) چهار ماه



شکل ۳. میانگین تغییرات پتاسیم خاک قبل و بعد از کاربرد تیمارهای حفاظتی به‌صورت جداگانه و ترکیب در قبل و بعد از کاربرد شبیه‌ساز باران برای بازه‌های زمانی: الف) یک، ب) دو و ج) چهار ماه

تیمارهای حفاظتی و بازه‌های زمانی بر نیتروژن خاک نشان داد که تیمار شاهد و ترکیبی در زیرگروه یک و تیمارهای بقایای لوبیاروغنی و پلی‌وینیل‌استات در زیرگروه دو قرار گرفتند. در واقع این نتایج نشان می‌دهد که اثر تیمارها به‌صورت جداگانه بیشتر از ترکیب آنها بر متغیر نیتروژن در خاک است (شکل ۱).

فسفر خاک

نتایج نشان داد که مقدار فسفر در تیمار بقایای لوبیاروغنی و پلی‌وینیل استات و ترکیب آنها در قبل و بعد از بارندگی نسبت به تیمار شاهد افزایش یافته است. اما اثر بارندگی بر تغییرات فسفر در کرت‌های اصلاح شده بعد از کاربرد شبیه‌ساز باران در مقایسه با کرت‌هایی که با اصلاح‌کننده‌ها در قبل از بارندگی بودند، نشان داد که پس از بارندگی مقدار فسفر در خاک با گذشت زمان به‌خصوص در ماه چهارم کاهش یافت. اما هم در قبل و هم در بعد از بارندگی مقدار فسفر در کرت هایی که از اصلاح‌کننده‌های خاک استفاده شد نسبت به شاهد مقدار فسفر بیشتر بود. نتایج نشان می‌دهد که کمترین مقدار فسفر بعد از کاربرد اصلاح‌کننده‌ها در تیمار بقایای لوبیاروغنی با مقدار ۵۰ درصد در بازه زمانی یک ماه قبل از شبیه‌سازی بارندگی، با مقدار (۰/۹۵ درصد) اندازه‌گیری شد. اما تأثیر ترکیبی لوبیاروغنی با پلی‌وینیل‌استات توانست تأثیرات بیشتری بر افزایش مقدار فسفر در خاک داشته باشد (جدول ۳). در واقع دو افزودنی خاک در ترکیب با هم می‌توانند فسفر خاک را به‌خصوص در خاک‌هایی که دارای مشکل فسفر هستند اصلاح کنند. در این زمینه یوسفی‌فرد و همکاران (۴۲) با کاربرد پوشش گیاهی نشان دادند که وجود این مواد در خاک موجب افزایش فسفر خاک می‌شوند. در اثر تجزیه بیشتر مواد آلی در خاک، فسفر بیشتری در سطح خاک آزاد می‌شود. از طرفی فسفر این قابلیت را دارد که به کلوئیدهای خاک متصل شده و کمتر در معرض آبشویی قرار گیرد. نتیجه آنکه در اثر تجزیه بیشتر مواد آلی در سطح خاک، فسفر قابل

جذب بیشتری به خاک عرضه می‌شود که در برابر آبشویی مقاومت می کند (۳۳ و ۴۰). مواد آلی موجب افزایش فراهمی فسفر شد که به کاهش pH و حل شدن برخی عناصر غذایی پوشیده شده توسط کلسیت ارتباط دارد (۳۲). احمدی مقدم و همکاران (۲) نیز با کاربرد بقایای گندم و ذرت در خاک برای یک مزرعه تحقیقاتی و جیانگ و همکاران (۱۹) با کاربرد بقایای گیاهی گندم در خاک و برای امریکا نشان دادند که این اصلاح‌کننده‌ها توانست مقدار فسفر خاک را افزایش دهد. همچنین پلی‌وینیل‌استات نیز به‌صورت جداگانه نشان داد که فسفر خاک بعد از کاربرد این اصلاح‌کننده در خاک نیز افزایش یافت که با نتایج پژوهشگرانی از جمله لی و همکاران (۲۱) و عباسی و همکاران (۱) در مورد تأثیر پلی‌آکریل‌آمید بر کاهش هدررفت فسفر خاک همخوانی دارد. بنابراین کاربرد دو افزودنی لوبیاروغنی با پلی وینیل‌استات می‌تواند تأثیر بیشتر را در افزایش فسفر خاک داشته باشد. اما با توجه به نتایج می‌توان بیان کرد که مقدار فسفر بعد از بارندگی کاهش یافت که از دلایل آن می‌توان اینگونه بیان کرد که میزان هدررفت فسفر در زمان‌های کم بارندگی به‌شدت زیاد است اما تداوم بارندگی می‌تواند این کاهش هدررفت فسفر را کاهش دهد. فسفر عنصری غیرمتحرک بوده که جا به‌جایی آن در لایه های خاک به‌وسیله عوامل خارجی از جمله شستشو غیرممکن بوده و به وسیلهٔ ذرات و کانی‌های معدنی و یا کلوئیدهای آلی خاک جا به‌جا می‌شود. با تخریب خاکدانه‌ها فسفر بیشتری وارد فاز محلول شده و به‌راحتی توسط رواناب خارج می‌شود (۱۰ و ۲۵) با توجه به اینکه بقایای گیاهی در مقایسه با پلی‌وینیل‌استات موجب کاهش بیشتر انرژی ضربات قطرات باران و تخریب خاکدانه‌ها می شود لذا اتلاف فسفر را در مقایسه با پلی‌وینیل استات توسط رواناب بیشتر کاهش می‌دهد. فاوست و همکاران (۱۰) و موریس (۲۵) با بررسی بقایای گیاهی بیان داشتند که این ماده آلی کاهش چشمگیری روی هدررفت فسفر در مقایسه با تیمار شاهد داشت. همچنین وانگ و همکاران (۳۸ و ۳۹) به بررسی تأثیر رواناب و رسوب در شستشوی فسفر خاک در شرایط آزمایشگاهی در آفریقای جنوبی پرداختند. نتایج ایشان نشان داد که مقدار فسفر در مراحل اولیه و هدررفت خاک زیاد بود اما با گذشت زمان از شروع رواناب مقدار آن کمتر و درنهایت روند ثابتی پیدا کرد. بنابراین بررسی مدت زمان در مدت زمان‌های زیاد (به‌خصوص بالاتر از ۳۰ دقیقه) می تواند این تغییرات فسفر را بیشتر نمایان کند. نتایج تحلیل‌های آماری نشان می‌دهد که تغییرات فسفر با کاربرد شبیه‌ساز باران در سطح اطمینان ۹۹ درصد معنی‌دار بود درحالی که اثر تیمارها، دوره زمانی و ترکیب مؤلفه‌های مختلف مورد بررسی اثرات معنی‌دار بر تغییرات فسفر نشان نداد (جدول ۳). تفکیک و همگن‌بندی سطوح تیمار شاهد، تیمار شیمیایی با سطح سه درصد، تیمار آلی با سطح ۵۰ درصد و ترکیب تیمار آلی ۵۰ درصد با تیمار شیمیایی سه درصد همگی در یک زیر گروه قرار گرفتند درواقع تیمارهای حفاظتی اثر مشابهی به تیمار شاهد داشتند.

پتاسیم خاک

پتاسیم از جمله کاتیون هایی است که علاوه بر نقشی که در روند اصلاح خاک های شور و سدیمی داشته، از نظر حاصلخیزی خاک نیز اهمیت فراوانی دارد. نتایج نشان می‌دهد که مقدار پتاسیم اندازه‌گیری شده در کرت‌های تیمار شده با اصلاح‌کننده‌های مورد بررسی نسبت به تیمار شاهد در قبل و بعد از استفاده از شبیه‌ساز باران روند آن افزایشی بوده است. اما تیمار پلی‌وینیل‌استات نسبت به دو تیمار دیگر اثر بیشتری را بر تغییرات پتاسیم موجود در خاک در بعد از دوره زمانی دو و چهار ماه داشت. عباسی و همکاران (۱) در ایران و لی و همکاران (۲۰) در چین نشان دادند که با کاربرد پلی‌آکریل‌آمید میزان پتاسیم موجود در خاک افزایش داشته است. همچنین کاربرد افزودنی آلی چه به تنهایی و چه در ترکیب با پلیمر پلی‌وینیل‌استات نیز توانستند میزان پتاسیم خاک را افزایش دهند. در این زمینه نیز احمدی مقدم و همکاران (۲) در مزرعه تحقیقاتی بعد از کاربرد کاه و کلش گندم و کاه و کلش ذرت و همچنین نجفی قیری و بوستانی (۲۷) با کاربرد زغال‌زیستی به‌عنوان یک اصلاح‌کننده علمی نشان دادند میزان پتاسیم خاک افزایش یافت. تفاوت پتاسیم تیمار شاهد با تیمارهای مواد آلی مربوط به میزان پتاسیمی است که توسط آنها به خاک افزوده شده است. در واقع مواد آلی به‌طور مستقیم پتاسیم را به خاک اضافه می‌کنند و موجب افزایش این عنصر در خاک می‌شوند. بیشترین مقدار افزایش پتاسیم مربوط به تیمار پلی وینیل‌استات در بازه زمانی چهار ماه قبل از شبیه‌سازی (۱۸۹/۳۵

درصد) و کمترین مقدار مربوط به تیمار ترکیب بقایای لوبیاروغنی با مقدار ۵۰ درصد + پلی‌وینیل‌استات با مقدار سه درصد در بازه زمانی یک ماه بعد از شبیه‌سازی (۴۰/۶۶ درصد) است. بخش عمده‌ای از پتاسیم تحت بارندگی و آبشویی آن به عمق‌های پایین‌تر شسته شده و قسمت کمتری از آن روی مکان های تبادلی جایگزین می‌شود (۴۱). نتایج آزمون آماری نشان داد که تغییرات پتاسیم در تیمار شاهد، تیمار بقایای لوبیاروغنی با مقدار ۵۰ درصد، تیمار پلی‌وینیل‌استات با مقدار سه درصد و ترکیب تیمار بقایای لوبیاروغنی + پلی‌وینیل‌استات در سطح اطمینان ۹۹ درصد معنی‌دار است (جدول ۳). پروایز و همکاران (۲۹) نیز اثر معنی‌دار پوشش گیاهی بر تغییرات پتاسیم را نشان دادند. نتایج جدول ۲ نشان می‌دهد که بعد از بارندگی میزان پتاسیم کمتر است که علت آن می‌تواند مربوط به متحرک بودن این عنصر باشد که اتلاف آنها بیشتر از طریق آبشویی و رواناب صورت می‌گیرد. در واقع افزایش حجم رواناب موجب کاهش در غلظت پتاسیم می‌شود (۱). همچنین نتایج جدول ۳ بیان کننده این موضوع است که اثر جداگانه دوره زمانی و نیز ترکیبی تیمار حفاظتی با دوره‌های زمانی و شبیه‌ساز باران معنی دار نبود. همچنین نتایج تفکیک و همگن‌بندی سطوح تیمار به گروه‌های همگن نشان داد که تیمار شاهد در زیر گروه یک و تیمار بقایای لوبیاروغنی با سطح ۵۰ درصد و ترکیب تیمارها در زیر گروه دو و تیمار روغنی و تیمار پلی‌وینیل‌استات در زیر گروه سه قرار گرفتند (شکل ۳).

نتیجه‌گیری

بررسی‌ها نشان داده است که اصلاح‌کننده‌های خاک موادی هستند که برای حفاظت خاک در اراضی که امکان استقرار پوشش گیاهی در آنها وجود ندارد استفاده می‌شوند. برخی از پژوهش ها کاربرد استفاده از اصلاح‌کننده‌های آلی و شیمیایی در حفاظت خاک و آب را بررسی کرده اند . درحالی که پژوهش حاضر از اصلاح‌کننده‌های پلی‌وینیل استات، بقایای لوبیاروغنی و سپس ترکیب آنها برای بررسی تغییرات عناصر پرمصرف خاک در قبل و بعد ازکاربرد شبیه‌ساز باران در دوره های زمانی یک، دو و چهار ماه استفاده شده است. نتایج نشان داد که این اصلاح‌کننده‌ها تأثیرات متفاوتی در تغییرات عناصر پرمصرف خاک دارند. بیشترین تغییرات مقدار نیتروژن مربوط به تیمار بقایای لوبیاروغنی در بازه زمانی چهار ماه قبل از شبیه‌سازی بود، هم چنین بررسی ها نشان داد که تیمار لوبیاروغنی در ترکیب با پلی‌وینیل‌استات توانست تأثیرات بیشتری بر افزایش مقدار فسفر خاک داشته باشد و درنهایت بیشترین مقدار افزایش پتاسیم مربوط به کاربرد تیمار پلی وینیل‌استات در بازه زمانی چهار ماه قبل از شبیه‌سازی مشاهده شد. با توجه به نتایج به‌دست آمده از پژوهش حاضر می‌توان بیان کرد که کاربرد اصلاح‌کننده خاک می‌تواند در دوره‌های زمانی مختلف تأثیرات متفاوتی بر عناصر پرمصرف خاک داشته باشد.

منابع مورد استفاده

1. Abbasi, K., M. R. Neyshabouri, S. H. Oustan and A. Ahmadi. 2014. Hydromulch and polyacrylamide effects on runoff control, sediment yield and N, P, K losses in laboratory conditions. *Water and Soil Science* 24(4): 247-259. (in Farsi).
2. Ahmadimoghadam, Z., B.Ghorbani and M. R. Nouri Emamzadei. 2015. The effects of different mulches on temporal changes on the some soil physical properties. *Journal of Irrigation Sciences and Engineering* 39(2): 25-36. (in Farsi).
3. Arnaez, J., T. Lasanta, P. Ruiz-Flano and L. Ortigosa. 2007. Factors affecting runoff and erosion under simulated rainfall in Mediterranean Vineyards. *Soil and Tillage Research* 93: 324-334.
4. Asadi, M. E., R. S. Clemente, A. D. Gupta, R. Loof and G. K. Hansen. 2002. Impacts of fertigation via sprinkler irrigation on nitrate leaching and corn yield in an acid- sulphate soil in Thailand. *Agricultural Water Management* 52: 197-213.
5. Ayubi, Sh. A., Z. Feizi and M. R. Mosadeghi. 2018. Application study of biochar, clay polyvenilacetate on some mechanical characteristics of wind sediment. *Journal of Agricultural Engineering* 2(41): 83-97. (in Farsi).

6. Baruzzini, L. and F. Delzan. 1992. Soil fertility improvement and pollution risks from the use of compost referred to N, P, K and C balance. *Acta Horticulture* 302: 51-62.
7. Crowley, J., D. Bell and B. Kopp-Holtwiesche. 2008. Environmentally-favorable erosion control with a polyvinyl acetate-based formulation. American. Chemical Society .
8. Devi, H. J., T. K. Maity and N. C. Paria. 2003. Effect of different sources of nitrogen on yield and economics of cabbage. *Environment-and-Ecology* 21(4): 878-880.
9. Doan, T. T., T. Henry-des-Tureaux, C. Rumpel, J. L. Janeau and P. Jouquet. 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: 147-154.
10. Faucette, L. B., L. M. Risse, A. M. Nearing, J. W. Gaskin and L. T. West. 2004. Runoff, erosion, and nutrient losses from compost and mulch blankets under simulated rainfall. *Journal of Soil and Water Conservation* 59: 154-161.
11. Gholami, L., K. Banasik, S. H. R. Sadeghi, A. Khaledi Darvishan and L. Hejduk. 2014. Effectiveness of straw mulch on infiltration, splash erosion, runoff and sediment in laboratory conditions. *Journal of Water and Land Development* 22(1): 51-60.
12. Gholami, L., A. Khaledi Darvishan and A. Kavian. 2016a. Wood chips as soil conservation in field conditions. *Arabian Journal of Geosciences* 9(19): 729.
13. Gholami, L., Z. Haghjoo and A. Kavian. 2019. Effect of Polyvinyle Acetate Polymer on Soil Surface Resistance Variations. *Watershed Management Research* 121: 84-93. (in Farsi).
14. Gholami, L., S. H. R. Sadeghi and M. Homaee. 2016b. Different effects of sheep manure conditioner on runoff and soil loss components in eroded soil. *Catena* 139: 99-104.
15. Golestan, M. and M. B. Hasani Langrodi. 1997. Composting Process of Sugarcane Waste. Series of sugarcane papers. Keshavarzi Vezarat Press. (in Farsi).
16. Hadjiev, A. and P. Hadjiev. 2003. On some methods for surface erosion control on tailings ponds and waste fly-ash piles. 50 years Uni. of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", Annual, vol. 46, part 22, Mining and Mineral Processing. *Sofia* 185-187.
17. Haghjoo, Z., L. Gholami, A. Kavian, and S. R. Mosavi. 2020. Changes Study of Soil Splash and Stability of Soil Aggregates using Polyvinyl Acetate. *Iranian Journal of Watershed manegment Science* 13(47): 52-62. (in Farsi).
18. Jafari Haghighi, M. 2003. Methods of Soil Decomposition. Nedai Zohi Press. (in Farsi).
19. Jiang, L., I. Dami, H. M. Mathers, W. A. Dick and D. Doohan. 2011. The Effect of straw mulch on simulated simazine leaching and runoff. *Weed Science* 59(4): 580-586.
20. Kavian A., M. Mohammadi, M. Fallah and L. Gholami. 2016. Effect of Wheat Straw on Changing Time to Runoff and Runoff Coefficient in Laboratory Plots under Rainfall Simulation. *Journal of Soil and Water Resources Conservation* 5(2): 72-80. (in Farsi).
21. Lei, H., Y. Xu, X. Li, G. Zheng and G. Liu. 2018. Effects of polyacrylamide on the consolidation behavior of dredged clay. *Journal of Materials in Civil Engineering* 30(3): 04018022.
22. Mahmoudabadi, M. 2011. Investigation of particle size distribution and aggregate stability under the influence of two types of plant residues. *Journal of Water and Soil Conservation* 2: 27 -15. (in Farsi).
23. Malakoti, M. G. 1997. Sustainable Agriculture and Increasing Yield by Optimizing Fertilizer Consumption in Iran. Nashr Press. (in Farsi).
24. Montenegro, A. A. A., J. L. M. P. de Lima, J. R. C. B. Abrantes and T. E. M. Santos. 2013. Impact of mulching on soil and water conservation in semiarid catchment: Simulated rainfall in the field and in the laboratory Die Bodenkultur 64(3-4): 79-85.
25. Morris, C. H. 2007. Comparison of recycled organic compost blankets with hydromulch in controlling soil erosion under simulated rainfall. *Department of Environment and Conservation (NSW)* 58: 1-26.
26. Movahedan, M., N. Abbasi and M. Keramati. 2013. The effect of polyvinyl acetate polymer on stability. Dry aggregates. *Journal of Soil Research (Soil and Water Sciences)* (1): 71-83. (in Farsi).
27. Najafi-Ghiri, M. and H. R. Boostani. 2017. Effct of application of crop and licorice root residues and their biochars on potassium status of a calcareous soil. *Journal of Water and Soil Conservation* 24(3): 77-93.
28. Page, A. L., R. H. Miller and D. R. Jeeney. 1992. Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and mineralogical properties. SSSA Pub., Madison.
29. Pervaiz, K. Sh., M. Iqbal, Kh. Shahzad and A-U. I. Hussan. 2009. Effect of mulch on soil physical properties and N P K concentration in maize (Zea mays) shoots under two tillage system. *International Journal of Agriculture and Biology* 11(2): 119-124.
30. Pozeshshirazi, M., S. Samavat, M. Zolfi Bavriani, M. Fakhrif and Gh. Moradi. 2013. Effect study of organic materials on chemical and physical characteristics of soil in Boshehr proviance. *Iranian Journal of Soil Resarch* 25(4): 285-293. (in Farsi).

31. Qadir M., A. Ghafoor and G. Murtaza. 2001. Use of saline-sodic waters through phytoremediation of calcareous saline-sodic soils. *Agriculture of Water Management* 50: 197-210.
32. Qadir M., R. H. Qureshi and N. Ahmad. 1998. Horizontal flushing: a promising ameliorative technology for hard saline-sodic and sodic soils. *Soil and Tillage Research* 45: 119-131.
33. Ramos, M. C., I. Lizaga, L. Gaspar and A. Navas. 2019. Effects of rainfall intensity and slope on sediment, nitrogen and phosphorous losses in soils with different use and soil hydrological properties. *Agricultural Water Management* 226.
34. Ramos, M. C., J. N. Quinton and S. F. Tyrrel. 2006. Effects of cattle manure on erosion rates and runoff waterpollution by faecal coliforms. *Journal of Environmental Management* 78: 97-101.
35. Rasoulzadeh, A. and A. Yaghoubi. 2010. Effect of cattle manure on soil physical properties on a sandy clay loam soil in North-West Iran. *Journal of Food, Agriculture and Environment* 8(2): 976-979.
36. Ruiz-Sinoga, J. D. and A. Romero Diaz. 2010. Soil degradation factors along a Mediterranean pluviometric gradient in southern Spain. *Geomorphology* 118: 359-368.
37. Sadeghi, S. H. R., L. Gholami, M. Homaee and A. Khaledi Darvishan. 2015. Reducing sediment concentration and soil loss using organic and inorganic amendments at plot scale. *Solid Earth* 6: 445-455.
38. Wang, L., B. Ma and F. Wu 2017. Effects of wheat stubble on runoff, infiltration, and erosion of farmland on the Loess Plateau, China, subjected to simulated rainfall. *Solid Earth* 8: 281-290.
39. Wang, Y., Y. G. Zheng, W. Ke, W. H. Sun, W. L. Hou, X. C. Chang and J. Q. Wang. 2011. Slurry erosion-corrosion behaviour of high-velocity oxy-fuel (HVOF) sprayed Fe-based amorphous metallic coatings for marine pump in sand-containing NaCl solutions. *Corrosion Science* 53(10): 3177-3185.
40. Withers P. J. A. and G. A. Bailey. 2003. Sediment and phosphorus transfer in overland flow from a maize yield receiving manure. *Soil Use and Management* 19: 28-35.
41. Yazdanpanah, N. and M. Mahmoodabadi. 2012. Study on changes of Nitrogen, Phosphorous and Potassium macronutrients and microbial respiration in ameliorating process of saline sodic soil. *Journal of Water and Soil* 1(26): 203-219. (in Farsi).
42. Yousefifard, M., A. Jalalian and H. Khademi. 2007. Estimating Nutrient and soil loss from pasture land use change using rainfall simulator. *Journal of Water and Soil Science* 11(40): 93-106. (in Farsi).

Journal of Water and Soil Science
Vol. 26, No. 4, Winter 2023, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

The Effect of Soil Amendments and Precipitation on the Amount of Soil Nutrients in Different Time Periods

A. Balvayeh, L. Gholami*, F. Shokrian and A. Kavian[1]

(Received: May 26-2021; Accepted: May 9-2022)

Abstract

Changes in nutrient concentrations of soil can specify optimal management of manure and prevent environmental and water resources pollution. The present study was conducted with the objective of changing macronutrients concentrations of Nitrogen, Phosphorus, and Potassium with amendments application of polyvinyl acetate, bean residual, and a combination of polyvinyl acetate + bean residual for time periods of one, two, and four months. The results showed that the application of soil amendments had various effects on changing Nitrogen, Phosphorus, and Potassium. The maximum amount of Nitrogen related to the treatment of bean residual at the time period of four months before simulation (with a rate of 44.62 percent) and minimum amount of nitrogen related to Polyvinyl acetate treatment at the time period of one month (with a rate of -1.92 percent). The minimum rate of Phosphorus was measured at the treatment of bean residual at the time period of one month before simulation (with a rate of 0.95 percent). The maximum amount of Potassium related to the treatment of Polyvinyl acetate at the time period of four months before simulation (with a rate of 189.35 percent) and the minimum amount of Potassium related to the combination of bean residual + Polyvinyl acetate at the time period of one month after simulation (with a rate of 40.66 percent). Therefore, the application of amendments has various effects on changing soil macronutrients at different time periods.

Keywords: Organic and chemical conditioners, Time period, Amounts of Nitrogen, Phosphorus and Potassium, Soil macronutrients loss.

1. Department of Watershed Management, Faculty of Natural Resources, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran.
*: Corresponding author, Email: l.gholami@sanru.ac.ir