

تأثیر مدیریت کاربرد کود سبز و تیمارهای کود دهی آن بر خصوصیات فیزیکی - شیمیایی و حاصلخیزی خاک

محدثه شمس الدین سعید^{۱*}، احمد قنبری^۲، محمود رمودی^۲ و امین خضری^۳

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۶/۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۳/۲۲)

چکیده

گیاهان پوششی، سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی و کودهای آلی نقش مهمی در حفظ یا افزایش کیفیت خاک دارند. به منظور ارزیابی اثرات ترکیبی این تکنیک‌ها بر کیفیت خاک آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی، در سه تکرار در سال زراعی ۱۳۹۱-۱۳۹۲، در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان اجرا گردید. نحوه برگرداندن گیاهان پوششی به خاک شامل: کم خاک‌ورزی (دیسک) و بی‌خاک‌ورزی (علف‌کش گلیفوسیت+ برش) به عنوان عامل اصلی و مدیریت کودی گیاهان پوششی شامل: گیاهان پوششی (گندم، کلزا و نخود) بدون مصرف کود نیتروژن، با مصرف ۲۵ تن در هکتار کود دامی، ۷۵ کیلوگرم کود اوره و تیمار آیش به عنوان عامل فرعی بودند. نتایج نشان داد بیشترین عملکرد عناصر نیتروژن و فسفر و بیوماس گیاهان پوششی به تیمار گندم با مصرف کود اوره تعلق داشت. خصوصیات خاک شامل چگالی ظاهری، اسیدیته، ماده آلی خاک، غلظت عناصر غذایی نیتروژن و فسفر در خاک تحت تأثیر مدیریت کودی و نحوه برگرداندن گیاهان پوششی (به استثنای pH) و مقدار ماده آلی و غلظت عناصر غذایی خاک تحت تأثیر برهمکنش آنها قرار گرفتند. در تیمار گیاه پوششی گندم با کود اوره ۲۷/۵۳ درصد کاهش در چگالی ظاهری، ۲۰/۸۸ درصد افزایش در تخلخل، ماده آلی ۲/۴ برابر و نیتروژن ۱/۵ برابر نسبت به تیمار آیش بهترین تیمار بود که اختلاف معنی‌داری با تیمار گیاه پوششی گندم با کود دامی در تیمار کم خاک‌ورزی نداشت و بیشترین مقدار فسفر متعلق به گیاه پوششی گندم با کود دامی بود که ۳/۵ برابر غلظت فسفر در تیمار آیش بود. بنابراین در جهت توسعه پایدار کشاورزی، کاهش مصرف کودهای شیمیایی و حفظ محیط زیست تیمار گیاه پوششی گندم با مصرف کود دامی نحوه برگرداندن کم خاک‌ورزی در شهر کرمان مناسب خواهد بود.

واژه‌های کلیدی: گیاهان پوششی، نحوه برگرداندن، مدیریت کود، کیفیت خاک

۱. گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی بردسیر، دانشگاه شهید باهنر کرمان

۲. گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل

۳. گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان

*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: mohadeseh_said@yahoo.com

مقدمه

اقتصادی گیاه بعدی تأثیر می‌گذارد (۱۳).

خاک‌ورزی و تولید مالچ بقایای گیاهی به شدت خصوصیات خاک، کیفیت محیط زیست و تولید گیاهان زراعی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۲۴ و ۲۸). خاک‌ورزی شدید و بدون حفظ بقایای گیاهی کیفیت فیزیکی خاک، غلظت کربن آلی خاک و عملکرد گیاهان زراعی را کاهش می‌دهد (۴). بنابراین تأکید زیادی بر سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی با استفاده از مالچ گیاهی برای کاهش خطر فرسایش، بهبود کیفیت خاک از طریق افزایش ماده آلی و حاصلخیزی خاک، سرعت نفوذ و ظرفیت ذخیره آب، تنوع زیستی، ثبات اکوسیستم و کارایی استفاده از انرژی وجود دارد (۲۰). همچنین سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی تخریب خاک و ظرفیت آب قابل دسترس را بهبود می‌بخشد که محیط خاک و کارایی استفاده از نهاده‌ها را افزایش می‌دهند (۲۵). چن و همکاران گزارش کردند که تحت مدیریت خاک‌ورزی حفاظتی خاک حاوی ۷/۳ درصد کربن آلی و ۷/۹ درصد غلظت نیتروژن بیشتر نسبت به شخم با گاواهن در عمق صفر تا ۲۰ سانتی متری بود (۷).

از سوی دیگر در تمامی سیستم‌های کشاورزی، کود آلی به‌عنوان جایگزین طبیعی کودهای شیمیایی، نقش مثبت و غیرقابل انکاری در مدیریت پایدار خاک و در نهایت پایداری کل سیستم دارد (۲۳). بسیاری از اصلاح‌کننده‌های آلی مانند پیت، کمپوست و کودهای دامی و غیره عناصر غذایی گیاهان را دارا بوده و به‌عنوان کود آلی عمل می‌کنند (۳). کودهای دامی علاوه بر اثرات مثبت بیولوژیک و اصلاح خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک به‌علت این‌که عناصر غذایی آنها به آهستگی آزاد می‌شود و در اختیار گیاه قرار می‌گیرد، در محیط‌زیست آلودگی کمتری ایجاد می‌کنند (۲۹). غازان شاهی اظهار نمود که می‌توان در زمین‌های زراعی با مصرف کودهای دامی حدود ۴۲ درصد نیتروژن، ۲۹ درصد فسفر و ۵۷ درصد پتاسیم را تأمین کرد (۲). با توجه به اینکه گیاهان پوششی، سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی و کودهای آلی نقش مهمی در حفظ یا افزایش کیفیت خاک دارند، اما اثرات متقابل آنها کمتر شناخته شده است (۳).

همزمان با افزایش رشد جمعیت در کشورهای در حال پیشرفت، کاهش زمین‌های حاصلخیز و افزایش نیاز برای غذا، تولید پایدار کشاورزی از طریق مدیریت بهبود خاک برای تأمین امنیت غذایی و کاهش فقر بسیار ضروری است (۱). برای حفاظت خاک و محیط زیست بسیاری از کشورها از قبیل آلمان، اسپانیا و آمریکا از گیاهان پوششی در سیستم‌های کشاورزی استفاده می‌کنند (۱۴ و ۲۷). گیاهان پوششی غیرلگوم از قبیل گندم، چاودار و یولاف در افزایش ماده آلی خاک (۳۰) و همچنین افزایش موجودات زنده خاک (۳۵) نقش دارند. معمولاً گیاهان پوششی غیرلگوم به‌عنوان گیاهان گیرنده نیتروژن جهت جذب نیتروژن باقیمانده در خاک برای جلوگیری از آبتشویی نترات استفاده می‌شوند (۸ و ۱۸). علاوه بر کاهش تلفات نترات کاشت گیاهان پوششی مزایای متعددی شامل بهبود وضعیت سلامتی بوم نظام‌های کشاورزی، توقف رشد آفات و عوامل بیماریزا، تعدیل درجه حرارت خاک، بهره‌برداری از اضافات کودها و کاهش رواناب کودها، کنترل علف‌های هرز و کاهش فرسایش خاک، بهبود ساختمان خاک و بهبود حاصلخیزی خاک دارند (۳۶). گیاهان پوششی لگومینوز به‌دلیل توانایی تثبیت بیولوژیکی نیتروژن بسیار مورد توجه هستند. از نظر بیولوژیکی نیتروژن تثبیت شده از طریق ریشه‌ها در خاک انتقال داده می‌شود (۱۷) و بعداً در طول فرایند تجزیه بقایا بعد از مخلوط شدن در خاک به‌طور تدریجی آزاد می‌شود (۵). بنابراین گیاهان پوششی لگومینوز توانایی افزایش حاصلخیزی خاک را دارند (۳۱ و ۳۴) و نیتروژن را برای گیاهان بعدی (۲۲) فراهم می‌کنند. عوامل محیطی از قبیل بارندگی، درجه حرارت، طول دوره رشد و حاصلخیزی خاک می‌تواند بر مقدار نیتروژن تجمع‌یافته در گیاه پوششی و قابلیت دسترسی آن برای گیاه بعدی تأثیر گذارد (۱۱ و ۳۷). علاوه بر فاکتورهای محیطی، تصمیمات مدیریتی از جمله عملیات خاک‌ورزی و زمان برگرداندن گیاه پوششی به خاک، بر قابلیت دسترسی نیتروژن و مقدار کود نیتروژن مورد نیاز برای تولید حداکثر عملکرد

کیلوگرم در هکتار، نخود ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار و کلزا ۲ کیلوگرم در هکتار در نظر گرفته شد. در زمان کاشت کود سوپر فسفات تریپل به میزان ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار به خاک اضافه شد. اواخر دهه اول اردیبهشت ماه ابتدا از تیمارهای گیاهان پوششی با استفاده از کوادرات کوادرات با ابعاد $۰/۵ \times ۰/۵$ متر نمونه برداری انجام و نمونه‌ها در آن در دمای ۷۰° درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک شدند و توزین گردیدند. مقداری از نمونه‌ها بعد از آسیاب شدن به آزمایشگاه برای اندازه‌گیری میزان نیتروژن و فسفر انتقال داده شدند. در تیمار کم خاک‌ورزی با استفاده از دیسک گیاهان پوششی به خاک برگردانده شد و در تیمار بی‌خاک‌ورزی ابتدا علف‌کش گل‌فوسیت به میزان ۲ لیتر در هکتار روی گیاهان پوششی پاشیده شد و بعد از سه روز گیاهان پوششی برش داده شدند و در سطح کرت رها شدند. سه هفته بعد از اعمال تیمار نحوه برگرداندن گیاهان پوششی، نمونه‌های خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک با استفاده از اوگر برداشت شد و به آزمایشگاه برای اندازه‌گیری pH خاک (به روش گل اشباع با pH متر)، درصد ماده آلی خاک (به روش کوره)، نیتروژن کل (به روش کجلدال)، فسفر قابل دسترس (با دستگاه اسپکتروفتومتر) و پتاسیم قابل دسترس (با دستگاه جذب اتمیک) ارسال شد. به منظور تعیین چگالی ظاهری، حقیقی و درصد تخلخل نیز در همان نقاط نمونه برداری از خاک به وسیله سیلندر انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS.V.۹ انجام گرفت و نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Microsoft Excel رسم شدند.

نتایج و بحث

بیوماس گیاهان پوششی: تیمارهای مختلف مدیریت کودی، بیوماس گیاهان پوششی را به طور معنی داری تحت تأثیر قرار داد (جدول ۱). حداکثر مقدار بیوماس تولیدی به تیمار مصرف کود اوره در گیاه پوششی گندم تعلق داشت (جدول ۲) که از این نظر اختلاف معنی داری با تیمار مصرف کود دامی در گیاه

این پژوهش به منظور ارزیابی اثرات ترکیبی این تکنیک‌ها بر خصوصیات فیزیکی - شیمیایی و حاصلخیزی خاک در کرمان انجام شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۱-۱۳۹۲، در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان اجرا گردید. متوسط درجه حرارت و بارندگی سالیانه شهر کرمان به ترتیب ۱۷° درجه سانتی‌گراد و $۱۶۶/۴$ میلی‌متر است. بافت خاک مزرعه لوم شنی با چگالی ظاهری $۱/۶۵$ گرم بر سانتی‌متر مکعب بود. خاک محل آزمایش دارای $۰/۰۷۵$ درصد نیتروژن کل، قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع $۱/۳۷$ دسی زیمنس بر متر، فسفر و پتاسیم قابل جذب به ترتیب $۲۱/۴$ و $۲۹۹/۹$ میلی‌گرم در کیلوگرم و pH $۷/۸$ در لایه صفر تا ۳۰ سانتی‌متر فوقانی بود. آزمایش به صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی، در سه تکرار انجام شد. نحوه برگرداندن گیاهان پوششی به خاک شامل کم خاک‌ورزی (دیسک) و بی‌خاک‌ورزی به عنوان عامل اصلی و مدیریت کودی گیاهان پوششی پاییزه قبل از کاشت گیاه اصلی سورگوم شامل: ۱- گیاه پوششی گندم بدون مصرف کود نیتروژن و کود دامی، ۲- گیاه پوششی کلزا بدون مصرف کود نیتروژن و کود دامی، ۳- گیاه پوششی نخود بدون مصرف کود نیتروژن و کود دامی، ۴- گیاه پوششی گندم با مصرف ۲۵ تن در هکتار کود دامی و بدون کود نیتروژن، ۵- گیاه پوششی کلزا با مصرف ۲۵ تن در هکتار کود دامی و بدون کود نیتروژن، ۶- گیاه پوششی نخود با مصرف ۲۵ تن در هکتار کود دامی و بدون کود نیتروژن، ۷- گیاه پوششی گندم با ۷۵ کیلوگرم کود نیتروژن اوره‌ف ۸- گیاه پوششی کلزا با ۷۵ کیلوگرم کود نیتروژن اوره‌ف ۹- گیاه پوششی نخود با ۷۵ کیلوگرم کود نیتروژن اوره و ۱۰- تیمار آیش به عنوان عامل فرعی بودند. کاشت گیاهان پوششی گندم و کلزا در بیستم آبان ماه و نخود در اول اسفند ماه در کرت‌هایی به ابعاد ۸×۴ متر به صورت دست‌پاش انجام گرفت. میزان بذر برای گندم ۱۵۰

جدول ۱. تجزیه واریانس وزن خشک، درصد نیتروژن، درصد فسفر، عملکرد نیتروژن و فسفر گیاهان پوششی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		عملکرد نیتروژن	عملکرد فسفر
بلوک	۲	۸۹۵۲۲۹/۶۲	۲۶/۰۵
مدیریت کود گیاه پوششی	۸	۶۸۳۴۲۱۹/۶۵**	۶۱۱/۲۶
خطا	۱۶	۱۱۸۱۶۱۴/۳۸	۹۵۷/۸۵

* و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۲. مقایسه میانگین وزن خشک گیاهان پوششی، درصد نیتروژن، عملکرد نیتروژن، درصد فسفر و عملکرد فسفر

بیوماس (Kg.ha ⁻¹)	عملکرد نیتروژن (Kg.ha ⁻¹)	عملکرد فسفر (Kg.ha ⁻¹)	
۲۳۷۰/۷۰ ^{bc}	۶۰/۸۰ ^{b-d}	۱۳/۴۱ ^{b-d}	گندم
۴۳۲۲/۰۰ ^{ab}	۱۰۵/۹۰ ^{bc}	۲۲/۳۷ ^{ab}	گندم و کود دامی
۶۰۳۰/۴۰ ^a	۲۰۷/۵۰ ^a	۲۸/۷۸ ^a	گندم و اوره
۱۹۱۰/۷۰ ^c	۶۷/۸۰ ^{b-d}	۸/۸۲ ^{cd}	کلزا
۳۲۱۷/۷۰ ^{bc}	۹۸/۶۰ ^{b-d}	۱۷/۹۴ ^{bc}	کلزا و کود دامی
۲۷۸۵/۲۰ ^{bc}	۱۱۶/۷۰ ^b	۱۲/۲۷ ^{b-d}	کلزا و اوره
۱۲۷۲/۰۰ ^c	۳۹/۰۰ ^d	۵/۱۷ ^e	نخود
۱۴۲۳/۱۰ ^c	۴۷/۴۰ ^{cd}	۴/۶۵ ^e	نخود و کود دامی
۲۴۴۱/۶۰ ^{bc}	۸۰/۳۰ ^{b-d}	۶/۸۴ ^e	نخود و اوره

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه در هر ستون فاقد تفاوت آماری براساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد می‌باشند

درصد و ۴۷/۹۰ درصد کمتر بود، اما در مورد گیاه پوششی کلزا تیمار کود دامی بیشترین بیوماس را تولید نمود که اختلاف معنی داری با تیمار کود اوره نداشت (جدول ۱). گیاهان خانواده براسیکاسه دارای توانایی زیادی در جذب مقادیر بالای فسفر می‌باشند (۱) که در حضور کود دامی بر طبق نتایج جدول (۲)، درصد فسفر در بافت گیاهی کلزا در تیمار مصرف کود دامی بیشتر از تیمار مصرف کود اوره و عدم مصرف کود اوره بود. بنابراین در این تیمار تولید بیوماس گیاهی بیشتر بود.

عملکرد نیتروژن گیاهان پوششی

نتایج نشان داد عملکرد نیتروژن به‌طور معنی داری تحت تأثیر تیمارهای مختلف مدیریت کودی قرار گرفت (جدول ۱) و در هر سه گیاه پوششی بیشترین نیتروژن متعلق به تیمار کود اوره بود (جدول ۲) اما در تیمار گیاه پوششی گندم با مصرف کود

پوششی گندم نداشت و کمترین بیوماس تولیدی به گیاه پوششی نخود در تیمار عدم استفاده از کود نیتروژن متعلق بود (جدول ۲). در واقع در هر سه مدیریت کودی گیاه پوششی گندم توانست بیشترین مقدار بیوماس را تولید نماید، گیاه کلزا در رتبه دوم و گیاه نخود کمترین تولید بیوماس را به‌خود اختصاص دادند که از یکسو به خصوصیات رشدی این گونه‌های گیاهی مرتبط می‌شود و از سوی دیگر به مقاومت بالا به سرما در طول زمستان و رشد سریع گیاه پوششی گندم و کلزا با افزایش دما در اوایل بهار ارتباط پیدا می‌کند. همان‌گونه که در بسیاری از مطالعات تأثیر مثبت کود نیتروژن بر بیوماس تولیدی گیاهان مشخص شده است، در این آزمایش نیز در دو تیمار مصرف کود دامی و عدم استفاده از کود اوره میزان تولید بیوماس نسبت به تیمار مصرف کود اوره به ترتیب در گیاه گندم ۲۸/۳۲ درصد، ۶۰/۶۹ درصد و در گیاه پوششی نخود ۴۱/۷۱

جدول ۳. تجزیه واریانس خصوصیات فیزیکی - شیمیایی خاک شامل ماده آلی، چگالی حقیقی، جرم ظاهری خاک، تخلخل خاک، pH خاک، غلظت نیتروژن، غلظت فسفر

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		ماده آلی (%)	چگالی حقیقی (gr.cm ⁻³)	چگالی ظاهری (gr.cm ⁻³)	تخلخل (%)	pH	نیتروژن (%)	فسفر (mg.kg ⁻¹)
بلوک	۲	۱/۷۵۲	۰/۰۶۶	۰/۰۱۷	۱۵۴/۵۷	۰/۰۰۶	۰/۰۰۰۰۰۲	۷/۳۷
نحوه برگرداندن	۱	۵/۵۸۷**	۰/۱۹۱ ^{ns}	۰/۸۰**	۲۲۷۸/۹۶*	۰/۰۰۵ ^{ns}	۰/۰۰۰۱۵**	۲۳۰۱/۴۴**
خطای a	۲	۰/۰۴۴	۰/۰۷۰	۰/۰۱۵	۸۵/۰۷۳	۰/۰۰۸۲	۰/۰۰۰۰۰۷	۰/۰۰۰۰۲
مدیریت کود	۹	۱/۷۷۲**	۰/۰۷۵ ^{ns}	۰/۱۶**	۲۰۷/۶۱**	۰/۰۲۱**	۰/۰۰۰۰۳۸**	۴۱۶/۵۸**
نحوه برگرداندن × مدیریت کود	۹	۰/۹۵۷**	۰/۰۴۰ ^{ns}	۰/۰۰۶ ^{ns}	۲۹/۷۲ ^{ns}	۰/۰۰۰۷ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۲۹**	۲۵۵/۱۱۴**
خطای b	۳۶	۰/۰۴۴۸	۰/۰۷۲	۰/۰۲۸	۵۲/۰۶۷	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۰۰۰۷	۰/۰۰۰۰۲

، * و ** : به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵، ۱ درصد و غیر معنی دار

همبستگی مثبت و معنی دار ($r=0/97$) بیوماس گیاهی و عملکرد فسفر علت آن تولید بیوماس بالاتر در گیاه گندم در تیمار کود اوره است و کمترین عملکرد فسفر متعلق به گیاه پوششی نخود بود (جدول ۲). در گیاه پوششی کلزا بیشترین عملکرد فسفر در تیمار مصرف کود دامی مشاهده شد که نسبت به دو تیمار مصرف کود اوره و عدم مصرف کود اوره به ترتیب ۱/۵ و ۲/۰۳ برابر بود. در صورت استفاده از کودهای دامی به علت وجود اسیدهای آلی حلالیت فسفر در خاک افزایش می یابد و در نتیجه جذب آن توسط گیاه نیز زیاد می شود (۱).

چگالی حقیقی و ظاهری خاک: نتایج نشان داد چگالی حقیقی خاک تحت تأثیر عملیات مدیریت برداشت و مدیریت کود گیاهان پوششی و برهمکنش آنها قرار نگرفت (جدول ۳). غازان شاهی (۳) بیان نموده است که چگالی حقیقی از خصوصیات ذرات خاک بوده و با عملیات زراعی تغییر نمی کند و ثابت می ماند، اما چگالی ظاهری خاک که نشان دهنده تراکم خاک است به طور معنی داری در سطح ۱ درصد تحت تأثیر تیمار خاک ورزی مورد استفاده در تیمار نحوه برگرداندن گیاهان پوششی قرار گرفت.

به گونه ای که چگالی ظاهری خاک در تیمار کم خاک ورزی ۱۳ درصد نسبت به تیمار بی خاک ورزی کاهش یافت (جدول ۴)، که علت آن مدفون شدن حجم زیادی از بقایای گیاهان

اوره بیشترین عملکرد نیتروژن مشاهده شد و گیاه پوششی کلزا در رتبه دوم و گیاه و ششی نخود در رتبه سوم قرار گرفتند (جدول ۲). گیاه پوششی گندم و کلزا گیاهان گیرنده هستند که به علت توانایی جذب بالای عناصر غذایی می توانند نقش مفیدی را برای اکوسیستم های زراعی و کاهش آلودگی خاک به عناصر غذایی بازی کنند (۱). سایر محققین نیز نشان دادند که برخی از گونه های گندمیان و براسیکا در به دام انداختن نیتروژن در پاییز و زمستان استثنایی می باشند (۱۰) که با نتایج این مطالعه مطابقت دارد. عملکرد نیتروژن در گیاه پوششی گندم در دو تیمار کود دامی و بدون مصرف کود اوره نسبت به تیمار مصرف کود اوره به ترتیب ۴۸/۹۶ و ۷۰/۷۰ درصد و در گیاه پوششی کلزا ۱۵/۵۰ و ۴۱/۹ درصد و در گیاه پوششی نخود ۴۰/۹۷ و ۵۱/۴۳ درصد کاهش یافت (جدول ۲). با توجه به همبستگی مثبت ($r=0/95$) و معنی دار بیوماس تولیدی و عملکرد نیتروژن، تولید بیوماس بالاتر در گندم نسبت به کلزا و نخود باعث شده است که عملکرد نیتروژن بیشتری داشته باشد. عملکرد فسفر گیاهان پوششی: اگرچه بین جذب نیتروژن خاک و فسفر اثرات آنتاگونیستی وجود دارد و با افزایش میزان نیتروژن در خاک جذب فسفر کاهش می یابد (غازان شاهی، ۱۳۷۸)، نتایج نشان داد بیشترین عملکرد فسفر متعلق به تیمار گندم با مصرف کود اوره بود (جدول ۲) که با توجه به

جدول ۵. ضرایب همبستگی خصوصیات فیزیکی- شیمیایی خاک

ماده آلی خاک	چگالی حقیقی	چگالی ظاهری	تخلخل نهایی	نیترژن خاک	فسفر خاک
۱	۰/۰۵۴	۱	۱	۱	۱
چگالی حقیقی	۱	۰/۱۸	۰/۷۵**	۰/۴۶**	۰/۵۵**
چگالی ظاهری	۰/۶۶**	۱	۰/۴۹**	۰/۴۳**	۰/۱۲
تخلخل نهایی	۰/۶۰**	۰/۵۰**	۱	۰/۴۳**	۰/۲۵
نیترژن خاک	۰/۶۲**	۰/۰۴	۰/۴۹**	۱	۰/۱۲
فسفر خاک	۰/۴۷**	۰/۱۲	۰/۴۱**	۰/۴۳**	۱
pH	۰/۱۴	۰/۰۸	۰/۲۰	۰/۲۲	۰/۱۲

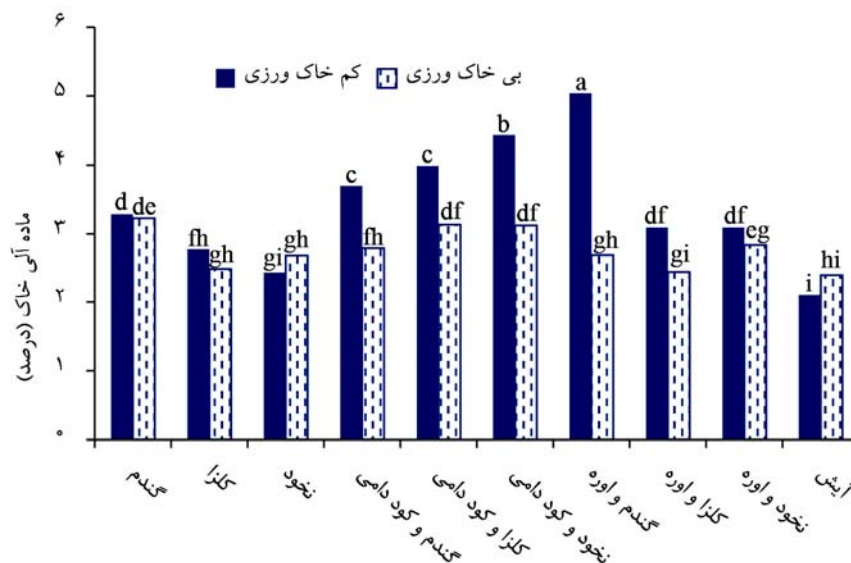
*, ** به ترتیب معنی دار در سطح ۵ درصد، معنی دار در سطح ۱ درصد

تیمارهای مصرف کود دامی در گندم، کلزا و نخود اختلاف معنی داری نداشت. کاهش چگالی ظاهری در این تیمار نسبت به تیمار آیش ۲۷/۵۳ درصد بود (جدول ۴). بر طبق جدول (۵) همبستگی منفی و معنی داری بین چگالی ظاهری خاک و ماده آلی خاک وجود داشت.

ماده آلی خاک

از تمامی ویژگی های خاک، ماده آلی خاک عاملی است که انسان می تواند بیشترین نقش را در تغییرات آن داشته باشد. ماده آلی در خاک نقش بسیار مهمی را بازی می کند و در پایداری کشاورزی اهمیت دارد. ماده آلی علاوه بر اینکه منبع غذایی مهمی را برای رشد گیاهان فراهم می سازد، در ساخت، تکامل، حفاظت و نگهداری اکوسیستم خاک نیز حائز اهمیت است و به عنوان جز مهم ساختمان خاک جهت افزایش نگهداری آب و عناصر غذایی به عنوان منبع غذا برای میکروارگانیسم های خاک و فراهم کننده حفاظت مکانیکی سطح خاک مطرح است. بسته به نوع عملیات زراعی مورد استفاده این خصوصیات می تواند به سرعت تغییر پیدا کند. براساس نتایج جدول (۳) مقدار ماده آلی خاک به طور معنی داری در سطح ۱ درصد تحت تأثیر نحوه برگرداندن گیاهان پوششی و مدیریت کودی گیاهان پوششی و برهمکنش آنها قرار گرفت (P<۰/۰۱). مقایسه میانگین های برهمکنش نشان داد تقریباً در کلیه تیمارهای مدیریت کودی گیاهان پوششی در کرت های با مدیریت کم خاک ورزی مقدار

پوششی در خاک و کاهش فشردگی خاک است. در واقع هر خاکی که از ماده آلی غنی تر باشد چگالی ظاهری آن کمتر است، زیرا ماده آلی به تدریج ساختمان فیزیکی با تخلخل بیشتری را موجب می گردد و در نتیجه جرم معینی از خاک در حجم بیشتری تظاهر می نماید. گال و همکاران (۱۵) بیشترین تراکم پوسته را در سیستم بی خاک ورزی نسبت به خاک ورزی حداقل و متداول مشاهده نمودند که نه تنها در لایه های بالاتر خاک، بلکه در کل پروفیل خاک چنین نتایجی به دست آوردند. در حالیکه دالال و همکاران (۹) در خاک ورته سول هیچ تفاوتی در تراکم پوسته نزدیک سطح خاک در نتیجه تیمارهای خاک ورزی مشاهده نکردند. بو و همکاران (۶) نیز کاهش معنی دار در تراکم پوسته را در اعماق ۱۵-۰ و ۳۰-۱۵ سانتی متر را بعد از گیاهان پوششی زمستانه ریگراس و گون گزارش نمودند و علت آن را فعالیت های فیزیکی ریشه های قوی گیاهان پوششی در خاک بیان نمودند. اما دنیش و همکاران (۱۲) و سانجو و همکاران (۳۰) اثر کم گیاهان پوششی بر تراکم پوسته خاک را گزارش نمودند. نتایج متفاوت اثر تیمارهای خاک ورزی بر خصوصیات خاک در آزمایش ها گوناگون به دلیل تفاوت در طول مدت اجرای آزمایش است. همچنین چگالی ظاهری خاک تحت تأثیر تیمارهای مختلف مدیریت کود گیاهان پوششی تفاوت معنی داری نشان داد (جدول ۳). بیشترین چگالی ظاهری خاک به تیمار آیش و کمترین آن به تیمار گیاه پوششی گندم با مصرف کود اوره تعلق داشت که از این نظر با



شکل ۱. تأثیر برهمکنش نحوه برگرداندن و مدیریت کودی گیاهان پوششی بر میانگین ماده آلی خاک

متداول افزایش داد که آنها ماده آلی بیشتر در تیمار بی خاک ورزی را به ورود کربن بیشتر از بقایای گیاهی باقیمانده و کاهش اکسیداسیون بیولوژیکی کربن آلی خاک به CO_2 نسبت دادند. ژانگ و همکاران (۳۹) گزارش کردند که از ماده آلی در لایه‌های صفر تا ۱۰ و ۲۰-۱۰ سانتی متری در خاک‌های با تیمار بی خاک ورزی ۱۰/۵ و ۱۳/۶ درصد نسبت به خاک ورزی متداول بیشتر بود. به طور مشابهی هوانگ و همکاران (۱۹) نیز نشان دادند که غلظت ماده آلی در لایه ۲۰ سانتی متری خاک در تیمار بی خاک ورزی ۴ درصد مقایسه خاک ورزی متداول بیشتر بود.

درصد تخلخل خاک

عامل دیگری که در تعیین کیفیت خاک تأثیرگذار است میزان تخلخل خاک است. براساس نتایج درصد تخلخل خاک به طور معنی داری تحت تأثیر نحوه برگرداندن و مدیریت کودی گیاهان پوششی قرار گرفت (جدول ۳). به گونه‌ای که درصد تخلخل خاک در تیمار کم خاک ورزی ۱۲ درصد نسبت به تیمار بی خاک ورزی افزایش یافت (جدول ۴). کمترین میزان تخلخل در تیمار آیش به میزان ۲۵/۰۱ درصد و بیشترین آن در تیمار گندم با کود اوره به میزان ۴۵/۸۹ درصد مشاهده شد که از این

ماده آلی بیشتری نسبت به تیمار بی خاک ورزی وجود داشت (شکل ۱)، که احتمالاً به دلیل ورود حجم زیادی از بقایای گیاهی به خاک می‌باشد. بیشترین مقدار ماده آلی خاک (۵/۰۳۷ درصد) متعلق به گیاه پوششی گندم با مصرف کود اوره و تیمار کم خاک ورزی بود که در این تیمار نسبت به تیمار آیش کم خاک ورزی، مقدار ماده آلی ۲/۴ برابر و نسبت به تیمار آیش بی خاک ورزی ۲/۱ برابر افزایش داشت. در مجموع در گیاهان پوششی با کاربرد کود دامی و تیمار کم خاک ورزی بیشترین ماده آلی وجود داشت. در مقایسه دو تیمار آیش کم خاک ورزی و بی خاک ورزی، اگرچه مقدار ماده آلی بیشتری در تیمار بی خاک ورزی مشاهده شد، اما تفاوت بین دو تیمار آیش معنی دار نبود. گیاهان پوششی که به خاک برگردانده می‌شوند یکی از مهم‌ترین منابع مواد آلی محسوب می‌شود. هی و همکاران (۱۶) در بررسی اثرات طولانی مدت تیمار بی خاک ورزی و خاک ورزی متداول بر خصوصیات خاک و عملکرد گیاهان در سیستم کشت مضاعف گندم زمستانه- ذرت تابستانه نشان دادند تیمار بی خاک ورزی در طولانی مدت به طور معنی داری ماده آلی خاک، نیتروژن و فسفر قابل دسترس را به ترتیب ۱۶/۱، ۳۱ و ۲۹۶ درصد در مقایسه با تیمار خاک ورزی

می‌شود که ارتباط نزدیکی با تغییرات pH دارد. در نتیجه موجب افزایش pH خاک به دلیل افزایش نسبت نیتروژن نیتراتی به آمونیومی می‌گردد. گیاهان پوششی سبب حفظ تعادل pH خاک می‌گردند و از نوسانات آن جلوگیری می‌نمایند. دلایلی اصلی این پدیده افزایش فعالیت بیولوژیکی خاک است (۱).

نیتروژن خاک

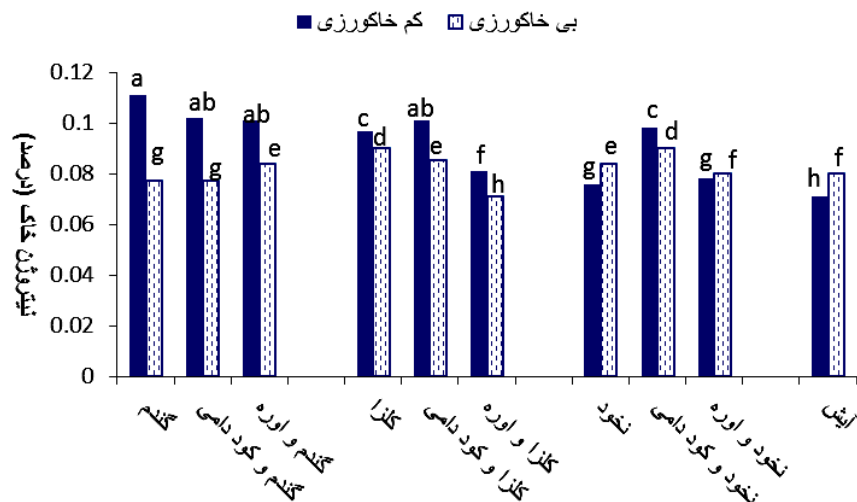
میزان نیتروژن خاک به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر نحوه برگرداندن و مدیریت کودی گیاهان پوششی و برهمکنش آنها قرار گرفت (جدول ۳). برهمکنش مدیریت کودی و نحوه برگرداندن گیاهان پوششی نشان داد مقدار نیتروژن خاک در کلیه تیمارهای گیاهان پوششی با تیمار کم خاک‌ورزی نسبت به تیمار بی‌خاک‌ورزی و تیمار آیش بیشتر بود (شکل ۲). این امر می‌تواند به علت فرایند دنتریفیکاسیون در تیمار بی‌خاک‌ورزی باشد. اینکه تلفات نیتروژن از طریق دنتریفیکاسیون در خاک‌های بدون خاک‌ورزی نسبت به خاک‌های با خاک‌ورزی بالاتر است به‌صورت گسترده‌ای مورد قبول واقع شده است. این امر از برخی ویژگی‌های خاک در سیستم بدون خاک‌ورزی نظیر چگالی ظاهری بالاتر و نیز مقدار آب بیشتر می‌شود ناشی می‌گردد.

مطالعات آزمایشگاهی نشان داده است که محل قرارگیری بقایای گیاهی بر میزان دنتریفیکاسیون مؤثر بوده و مقدار دنتریفیکاسیون زمانی که بقایا در سطح قرار گرفتند نسبت به زمانی که با خاک اختلاط یافتند بیشتر بود. در تیمار کم خاک‌ورزی مقدار نیتروژن خاک در هر سه مدیریت کودی در گیاه پوششی گندم نسبت به دو گیاه پوششی کلزا و نخود بیشتر بود و تقریباً نسبت به تیمار آیش نیتروژن ۱/۵ برابر شد. حفظ پوشش گیاهی روی زمین و ریشه‌های فعال در زیر زمین رشد جانوران خاک‌زوی و جذب مواد غذایی را افزایش می‌دهد، در نتیجه این امر موجب کاهش آبشویی نیتروژن می‌گردد. گندم به‌سرعت مستقر شده و سیستم‌های ریشه‌ای مناسبی را در طی دوره سرمای اوایل پاییز و یا اوایل بهار تولید نموده است و با

نظر اختلاف معنی‌داری با تیمار گندم و کود دامی نداشت. در گیاهان پوششی کلزا و نخود گرچه بیشترین میزان تخلخل متعلق به تیمار کود دامی بود ولی اختلاف معنی‌داری بین سه نوع مدیریت کودی وجود نداشت. با توجه به همبستگی داده‌ها مشاهده شد درصد تخلخل با چگالی ظاهری خاک رابطه منفی و معنی‌دار ($r=0/75$) و با ماده آلی همبستگی مثبت و معنی‌داری ($r=0/59$) داشت (جدول ۵). خاک‌هایی که درصد تخلخل بیشتری دارند وزن مخصوص ظاهری یا تراکم پوسته کمتری دارند (۲). گزارش شده است بقایای تازه منبع کربن برای فعالیت میکروبی می‌باشند و مرکز هسته خاکدانه را تشکیل می‌دهند و همراه با افزایش فعالیت میکروبی در تشکیل خاکدانه‌های بزرگ اهمیت دارند (۲۱ و ۳۳)، به عبارتی افزایش ماده آلی سبب بهبود دانه بندی خاک شده است و توانسته تخلخل و نفوذپذیری خاک را بهبود دهد. ژانگ و همکاران (۳۹) دریافتند افزایش خلل و فرج متوسط در لایه صفر تا ۱۰ سانتی‌متری خاک ۱/۶ درصد در مقایسه با خاک‌ورزی در طول سه سال آزمایش افزایش یافت.

اسیدیته خاک (pH)

تغییرات pH خاک بر عواملی مانند دسترسی به عناصر غذایی، رشد ریشه و فعالیت میکروبی خاک اثر می‌گذارد. اسیدیته خاک تحت تأثیر تیمار مدیریت کودی گیاهان پوششی قرار گرفت. در تیمارهایی که گیاهان پوششی کود دامی دریافت کردند میزان اسیدیته خاک نسبت به تیمارهای آیش افزایش یافت (جدول ۴). بیشترین میزان pH خاک (۷/۹) متعلق به تیمار نخود با کود دامی بود که اختلاف معنی‌داری با تیمار کلزا و کود دامی نداشت و به میزان ۰/۱۲ بیشتر از تیمار آیش بود، اما در سایر تیمارهای کودی میزان pH خاک کمتر از تیمار آیش بود گرچه در برخی موارد با تیمار آیش اختلاف معنی‌داری نداشتند (جدول ۴). کاربرد کودهای آلی موجب افزایش ماده آلی و محتوای نیتروژن خاک می‌گردد و برخلاف کودهای شیمیایی موجب افزایش نیتروژن نیتراتی و کاهش نیتروژن آمونیومی



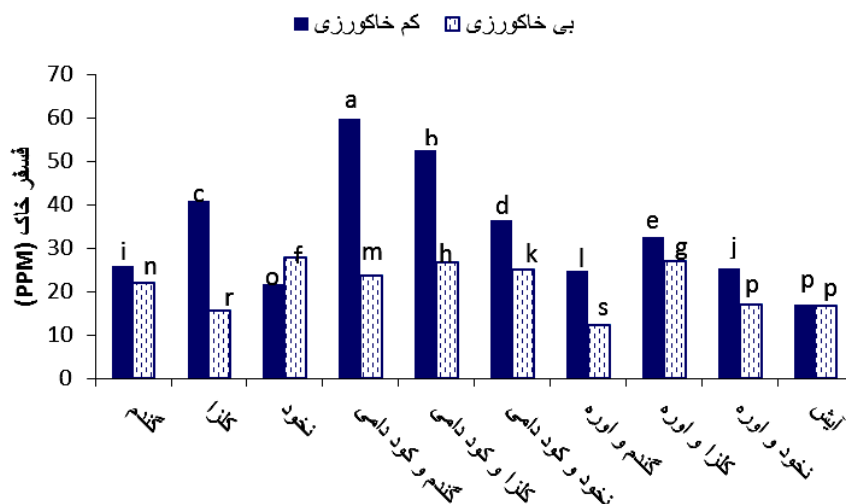
شکل ۲. تأثیر برهمکنش نحوه برگرداندن و مدیریت کودی گیاهان پوششی بر میانگین نیتروژن خاک

گیاهی تا عمق محدود، اختلاط و آزاد شدن نیتروژن آنها نسبت داد.

فسفر خاک

براساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس مقدار فسفر خاک به طور معنی داری تحت تأثیر نحوه برگرداندن، مدیریت کودی گیاهان پوششی و برهمکنش آنها قرار گرفت. نتایج نشان داد در تیمار کم خاکورزی غلظت فسفر خاک در تیمارهای گیاهان پوششی نسبت به شاهد افزایش داشت. گیاهان پوششی می توانند فسفر را با افزایش دانه بندی خاک یا با عمل به عنوان منبع غنی از فسفر افزایش دهند (۱). البته غلظت فسفر در گیاهان پوششی در تیمارهای کود دامی نسبت به سایر تیمارها بیشتر بود (شکل ۳). مخلوط کردن کود آلی و بقایای گیاهی موجب افزایش مقدار مواد آلی محلول (به طور عمده اسیدهای آلی) می گردد که خود موجب افزایش آزادسازی فسفات گردیده و بنابراین، محتوای فسفر قابل دسترس خاک را بهبود می بخشد (۴۱). در مجموع بیشترین مقدار فسفر متعلق به گیاه پوششی گندم با کود دامی بود که ۳/۵ برابر غلظت فسفر در تیمار آیش بود. گیاه پوششی کلزا در دو تیمار مدیریتی کود اوره و عدم استفاده از کود نسبت به دو گیاه پوششی دیگر غلظت فسفر

توجه به نیاز بالایی که به نیتروژن دارد به عنوان گیاهان گیرنده مناسبی عمل نموده است. بعد از گیاه پوششی گندم، گیاه پوششی کلزا در تیمار کم خاکورزی مقدار بیشتر نیتروژن را دارا بود به گونه ای که بیشترین مقدار نیتروژن خاک در تیمار کم خاکورزی این گیاه در تیمار کود دامی مشاهده شد که نسبت به تیمار آیش ۱/۴۲ برابر افزایش یافت. گیاهان گیرنده در خانواده براسیکا مانند خردل، کلزا و کلم در جذب مقادیر زیاد عناصر غذایی کارایی بسیار بالایی دارند و در کنترل آبشویی نیتروژن کارآمد می باشند (۱). در تیمار آیش مقدار نیتروژن خاک در سیستم کم خاکورزی کمتر از بی خاکورزی بود دلیل اصلی این کاهش می تواند به تهویه بهتر و اکسید شدن و کاهش مواد آلی خاک باشد. براساس نتایج ما همبستگی مثبت و معنی داری ($r=0.62$) بین درصد نیتروژن خاک و میزان ماده آلی وجود داشت (جدول ۵). در تیمار بی خاکورزی نتایج عکس تیمار کم خاکورزی مشاهده شد به گونه ای بیشترین مقدار نیتروژن خاک در تیمار کود دامی گیاه پوششی نخود مشاهده شد که ۱/۱۲۵ برابر تیمار آیش بود و کمترین مقدار آن در تیمار گیاه پوششی گندم مشاهده شد که نسبت به تیمار آیش ۰/۰۳ درصد کمتر بود افزایش مقدار نیتروژن در تیمارهای کم خاکورزی را می توان به پوسیدگی حجم زیادی از بقایای



شکل ۳. تأثیر برهمکنش نحوه برگرداندن و مدیریت کودی گیاهان پوششی بر میانگین فسفر خاک (میلی گرم در کیلوگرم)

خاک‌ورزی محتوای فسفر را در خاک تحت تأثیر قرار نمی‌دهد. در حالیکه لپازفاندو و همکاران (۲۶) به وضوح افزایش معنی‌دار غلظت فسفر و پتاسیم را در تیمار بی‌خاک‌ورزی نسبت به خاک‌ورزی متداول نشان دادند. همی و همکاران (۱۶) نیز بیان کردند غلظت فسفر قابل‌دسترس خاک در عمق صفر تا ۱۰ سانتی‌متری در تیمار بی‌خاک‌ورزی افزایش یافت و آنها تجمع فسفر در لایه‌های سطحی خاک در سیستم بی‌خاک‌ورزی را به محدود شدن حرکت رو به پایین ذرات فسفر در خاک‌های بدون شخم و حرکت رو به بالای عناصر غذایی از لایه‌های عمیق‌تر از طریق جذب آنها به‌وسیله ریشه بیان کردند.

بیشتری در خاک دارا بود. این امر به‌علت این است که گیاه کلزا گیاه گیرنده محسوب می‌شود و در جذب فسفر بسیار موفق است. بین دو تیمار آیش از نظر مقدار فسفر در تیمارهای خاک‌ورزی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در تیمار بی‌خاک‌ورزی گیاه پوششی کلزا در دو تیمار کود دامی و اوره نتایج بهتری نسبت به دو گیاه پوششی دیگر نشان داد. سیهم و همکاران (۳۲) در بررسی اثرات خاک‌ورزی متداول و بی‌خاک‌ورزی بر خصوصیات خاک اظهار داشتند تیمار خاک‌ورزی بر محتوای فسفر خاک تأثیر معنی‌داری نداشت. همچنین واگلر و همکاران (۳۸) گزارش کردند که عملیات

منابع مورد استفاده

- سیادت، ع. و م. ر. مرادی تلاوت. ۱۳۹۰. جنبه‌های کاربردی کشاورزی ارگانیک. انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی، تهران.
- غازان شاهی، ج. ۱۳۷۸. خاک و روابط آن در کشاورزی. چاپ اول، چاپ آینده، تهران.
- کوچکی، ع. ر.، م. جامی الاحمدی، ب. کامکار و ع. مهدوی دامغانی. ۱۳۸۰. اصول بوم‌شناسی کشاورزی (ترجمه). چاپ اول، انتشارات جهاد دانشگاهی، مشهد.
- Ahmad, N., M. Rashid and A. G. Vaes. 1996. Fertilizer and their Use in Pakistan. p. 274. Second Ed., NFDC Pub, No. 4/96, Islamabad.
- Asagi, N. and H. Ueno. 2009. Nitrogen dynamics in paddy soil applied with various ¹⁵N labelled green manures. Plant. Soil. 322: 251-262.
- Bo, Z., Y. Lixia, G. Limei, C. Gong, H. Yuegao, T. Haiming, X. Chunfang, X. Xiaoping, Y. Guangli, N. A. Surya, and Z. Zhaohai. 2012. Performance of two winter cover crops and their impacts on soil properties and two

- subsequent rice crops in Dongting Lake Plain, Hunan, China. *Soil. Tillage. Res.* 124:95-101.
7. Chen, H. Q., S. Marhan, N. Billen and K. Stahr. 2009. Soil organic carbon and total nitrogen stocks as affected by different land uses in Baden-Wurttemberg, southwest Germany. *J. Plant. Nutrition. Soil. Sci.* 172: 32-42.
 8. Christopher, S. F. and R. Lal. 2007. Nitrogen management affects carbon sequestration in North American cropland soils. *Crit. Rev. Plant. Sci.* 26: 45-64.
 9. Dalal, R. C., D. E. Allen, W. J. Wang, S. Reeves and I. Gibson. 2011. Organic carbon and total nitrogen stocks in a Vertisol following 40 years of no-tillage, crop residue retention and nitrogen fertilization. *Soil. Tillage. Res.* 112: 133-139.
 10. Dean, J. E. and R. R. Weil. 2009. Brassica cover crops for N retention in the Mid-Atlantic coastal plain. *J. Environ. Qual.* 38: 520-528.
 11. Dekker, A. M., A. J. Clark, J. J. Meisinger, F. R. Mulford and M. S. McIntosh. 1994. Legume cover crop contributions to no tillage corn production. *Agronomy. J.* 86: 126-135.
 12. Dinesh, R., M. A. Suryanarayana, S. Ghoshal Chaudhuri and T. E. Sheeja. 2004. Longterm influence of leguminous cover crops on the biochemical properties of a sandy clay loam Fluventic Sulfaquent in a humid tropical region of India. *Soil. Tillage. Res.* 77: 69-77.
 13. Dou, Z., R. H. Fox and J. D. Toth. 1994. Tillage effect on seasonal nitrogen availability in corn supplied with legume green manures. *Plant. Soil.* 162:203-210.
 14. Gabriel, J. L. and M. Quemada. 2011. Replacing bare fallow with cover crops in a maize cropping system: yield, N uptake and fertilizer fate. *Euro. J. Agronomy* 34:133-143.
 15. Gal, A., T. J. Vyn, E. Micheli, E. J. Kladvko and W. W. McFee. 2007. Soil carbon and nitrogen accumulation with long-term no-till versus moldboard plowing overestimated with tilled-zone sampling depths. *Soil. Tillage. Res.* 96: 42-51.
 16. He J., H. Li, G. R. Rabi, Q. Wang, G. Cai, Y. Su, X. Qiao and L. Liu. 2011. Soil properties and crop yields after 11 years of no tillage farming in wheat-maize cropping system in North China Plain. *Soil. Tillage. Res.* 113: 48-54.
 17. Hgh-Jensen, H. and J. K. Schjoerring. 2001. Rhizodeposition of nitrogen by red clover, white clover and ryegrass leys. *Soil. Biol. Biochem.* 33: 439-448.
 18. Hooker, K. V., C. E. Coxon, R. Hackett, L. E. Kirwan, E. O'Keeffe and K. G. Richards. 2008. Evaluation of cover crop and reduced cultivation for reducing nitrate leaching in Ireland. *J. Environ. Qual.* 37: 138-145.
 19. Huang, M., Y. J. Li, J. Z. Wu, M. C. Chen and J. K. Sun. 2006. Effects of subsoiling and mulch tillage on soil properties and grain yield of winter wheat. *J. Henan. Uni. Sci. Tech. (Natural Sci.)*. 2: 74-77 (in Chinese).
 20. Iqbal, M., A. U. Hassan, A. Ali and M. Rizwanullah. 2005. Residual effect of tillage and farm manure on some soil physical properties and growth of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Int. J. Agri. Biol.* 7: 54-57.
 21. Jastrow, J. D. 1996. Soil aggregate formation and the accrual of particulate and mineral associated organic matter. *Soil. Biol. Biochem.* 28: 656-676.
 22. Justes, E. B., B. Mary and B. Nicolardot. 1999. Comparing the effectiveness of radish cover crop, oilseed radish volunteers and residue incorporation for nitrate reduction. *Nutr. Cycling. Agroecosyst* 55: 207-220.
 23. Kennedy, I. R., A. T. M. A. Choudhury, M. L. Kecskes, R. J. Roughley and N. T. Hien. 2004. Non-symbiotic bacterial diazotrophs in crop-farming systems: can their potential for plant growth promotion be better exploited? *Soil. Biol. Biochem.* 36(8): 1229-1244.
 24. Keshavarzpour, F. and M. Rashidi. 2008. Effect of different tillage methods on soil physical properties and crop yield of watermelon (*Citrullus vulgaris*). *World. Appl. Sci. J.* 3: 359-364.
 25. Khurshid, K., M. Iqbal, M. S. Arif and A. Nawaz. 2006. Effect of tillage and mulch on soil physical properties and growth of maize. *Int. J. Agri. Biol.* 8: 593-596.
 26. Lopez-Fando C., J. Dorado and M. T. Pardo. 2007. Effects of zone-tillage in rotation with no-tillage on soil properties and crop yields in a semi-arid soil from central Spain. *Soil. Tillage. Res.* 95: 266-276.
 27. Moller K. and H. J. Reents. 2009. Effects of various cover crops after peas on nitrate leaching and nitrogen supply to succeeding winter wheat or potato crops. *J. Plant. Nutr. Soil. Sci.* 172: 277-287.
 28. Ogban, P. I., W. N. Ogunewe, R. I. Dike, A. C. Ajalo, N. I. Ikeata, U. E. Achumba and E. E. Nyong. 2008. Effect of tillage and mulching practices on soil properties and growth and yield of cowpea (*Vigna unguiculata* (L), WALP) in Southeastern Nigeria. *J. Tropical. Agri. Food. Environ. Extension* 7(2): 118-128.
 29. Roe, N. E., J. Stofella and D. Ggreatz. 1997. Compost from various municipal solid wastes feed stocks affect vegetable crops, II Growth, yield and fruit quality. *J. ASHS.* 122: 433-437.
 30. Sainju, U. M., H. H. Schomberg, B. P. Singh, W. F. Whitehead, P. G. Tillman and S. L. Lachnicht-Weyers. 2007. Cover crop effect on soil carbon fractions under conservation tillage cotton. *Soil. Tillage. Res.* 96: 205-218.
 31. Sanchez, J. E., T. C. Willson, K. Kizilkaya, E. Parker and R. R. Harwood. 2001. Enhancing the mineralizable N pool through substrate diversity in long term cropping systems. *Soil. Sci. Soc. America. J.* 65: 1442-1447.
 - Sihem, B. M. M., E. Faiek, B. H. Moncef and N. Said. 2010. Comparative effects of conventional and no-tillage

- management on some soil properties under Mediterranean semi-arid conditions in northwestern Tunisia. *Soil Tillage Res.* 106: 247-253.
33. Six, J., E. T. Elliott and K. Paustian. 1999. Aggregate and soil organic matter dynamics under conventional and no-tillage systems. *Soil Sci. Soc. America J.* 63: 1350-1358.
34. Snapp, S. S. and S. N. Silim. 2002. Farmer preferences and legume intensification for low nutrient environments. *Plant Soil.* 245: 181-192.
35. Snapp, S. S., S. M. Swinton, R. Labart, D. Mutch, J. R. Black, R. Leep, J. Nyiraneza and K. O'Neil. 2005. Evaluating cover crops for benefits, costs and performance within cropping system niches. *Agronomy J.* 97: 322-332.
36. Steenwerth, K. and K. M. Belina. 2008. Cover crops and cultivation: impacts on soil N dynamics and microbiological function in a Mediterranean vineyard agroecosystem. *Appl. Soil Ecol.* 40: 370-380.
37. Stute, J. K. and J. L. Posner. 1995. Legume cover crops as a nitrogen source for corn in an oat-corn rotation. *J. Prod. Agri.* 8: 385-390.
38. Vogeler, I., J. Rogasik, U. Funder, K. Panten and E. Schnug. 2009. Effect of tillage systems and P-fertilization on soil physical and chemical properties, crop yield and nutrient uptake. *Soil Tillage Res.* 103: 137-143.
39. Zhang, W., L. B. Hou, B. Zhang, J. Wen, G. J. Wang, W. C. Jiang and Y. Jia. 2006. Effects of different cultivation ways on soil physical capability in western semi-arid area of Liaoning Province. *J. Arid. Land. Resource Environ.* 3: 149-153 (in Chinese).
40. Zhang, X. R., H. W. Li, J. He, Q. J. Wang and M. H. Golabi. 2009. Influence of conservation tillage practices on soil properties and crop yields for maize and wheat cultivation in Beijing, China. *Aust. J. Soil. Res.* 47: 362-371.
41. Zsolony, A. and G. Grolita. 1994. Water extractable organic matter in arable soils: effects of drought and long term fertilization. *Soil. Biology. Biochem.* 26: 1257-1261.

Effects of Green Manure Management and Fertilization Treatments on the Chemical and Physical Properties and Fertility of Soil

M. Shamsaddin saied^{1*}, A. Ghanbari², M. Ramroudi² and A. Khezri³

(Received: May 30-2014 ; Accepted: June 11-2016)

Abstract

Cover crops, conservation tillage systems and organic fertilizers have played an important role in maintaining or enhancing soil quality. In order to assess the combined effects of these techniques on soil quality an experiment was conducted as split Plot experiment based on randomized complete block design with three replications at Shahid Bahonar University of Kerman in 2011-2012.

The method of return of cover crops to soil included reduced tillage (disc) and no-till (herbicide glyphosate + cutting) as the main factor and manure application management included cover crops (wheat, canola and peas) without the use of urea, cover crops with a consumption of 25 t/ha of manure, Cover crop with 75 kg of urea and fallow treatments (without cover crop) as subplots. The results showed that the highest concentration of nutrients (except N and P concentrations in the plant), the nutrient yield and biomass of cover crops belonged to wheat treated with urea fertilizer. Soil properties such as bulk density, pH, organic matter and soil nutrient concentrations (nitrogen, phosphorus and potassium) were significantly affected by fertilizer management and the method of return of cover crops to soil (except pH) and soil organic matter content and nutrient concentration were affected by their interactions. In wheat cover crop treatments with urea with %27.53 reduction in bulk density, %20.88 increase in the porosity, organic matter 2.4 times and nitrogen 1.5 times compared to the fallow treatment was the best treatment that wasn't significantly different from the wheat treated with manure in low- tillage system. Wheat treated by manure had the highest phosphorus that was 3.5 times of the phosphorus concentration in the fallow treatment. So, in order to develop sustainable agriculture, reducing the use of synthetic fertilizers and environmental protection, the wheat cover crop treatments with manure and low- tillage cropping systems would be appropriate in Kerman.

Keywords: cover crops, fertilizer management, method of return, soil quality

1. Dept. of Plant Production, Faculty of Agric. Univ. of Kerman, Bardsir, Kerman, Iran.

2. Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agric. Univ. of Zabol, Zabol, Iran.

3. Dept. of Animal Sci. Faculty of Agric. Univ. of Kerman, Kerman, Iran.

*: Corresponding Author, Email: mohadeseh_said@yahoo.com