نشریه پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب) / الف / جلد 34 / شماره 2 / 1399
Archive of SID

مقایسه اثرات باقیمانده کودهای گوسفندی و گاوی بر برخی صفات کمی و کیفی گندم پائیزه

عزیز مجیدی[1] و کریم شهبازی

استادیار پژوهش، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران؛ Az.majidi89@gmail.com

دانشیار پژوهش، موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران؛ Shahbazikarim@yahoo.com

دریافت: 98/12/10 و پذیرش: 99/4/25

چکیده

کودهای حیوانی منابع آلی ارزشمندی برای افزایش ماده آلی خاک و تغذیه محصولات زراعی می‌باشند. به‌منظور بررسی اثرات باقیمانده دو نوع کود حیوانی بر رشد و عملکرد گندم پائیزه رقم زرین، یک آزمایش مزرعه‌ای در ایستگاه تحقیقاتی میاندوآب مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی انجام شد. کودهای حیوانی در سال 1393 مصرف شد. طی مدت سه سال بعد از آن، هیچگونه کودی مصرف نشد و اثرات باقیمانده کودهای حیوانی، در سال‌های زراعی 1396 تا 1397 مطالعه شد. تیمارها شامل T_1= شاهد، T_2=50 تن در هکتار کودگاوی، T_3=100 تن در هکتار کودگاوی، T4=50 تن در هکتار کود گوسفندی، و T_5=100 تن در هکتار کودگوسفندی در قالب بلوک کامل تصادفی در سه تکرار اعمال گردید. نتایج نشان داد که کود گوسفندی در مقایسه با کود گاوی منجر به تولید محصول بیشتری شد. تیمار T4 نسبت به تیمار شاهد، عملکرد دانه و شاخص برداشت بیشتری به ترتیب به میزان 36% و 17% نشان داد درحالیکه، تیمار T_5 نسبت به تیمار T_4 تفاوت معنی‌داری نداشت. بالاترین مقادیر نیتروژن (1/84%)، پتاسیم (0/41%)، منیزیم (0/12%)، آهن(126/40 $mg.kg^{-1}$)، مس (16/4 $mg.kg^{-1}$)، روی (45/7 $mg.kg^{-1}$) و منگنز (33/35 $mg.kg^{-1}$) در دانه و بالاترین مقادیر پتاسیم (1/76%)، آهن (269/30$mg.kg^{-1}$)، روی (9/16 $mg.kg^{-1}$) و منگنز (24/08$mg.kg^{-1}$) در کلش گندم در تیمار T_4 ثبت شد. کربن آلی خاک و قابلیت استفاده عناصر به‌ویژه فسفر، روی و آهن در لایه سطحی خاک در کرت‌های تحت تیمارهای کود حیوانی، به‌طور معنی‌داری نسبت به شاهد بیشتر بود. قبل از انجام آزمایش، کربن آلی خاک 0/88 درصد بود. پس از برداشت محصول، کربن آلی خاک در تیمارهای T_2 و T_3 به‌ترتیب به 0/99% و 1/36% درصد، و در تیمارهای T4 وT_5 به‌ترتیب به 0/94% و 1/26% افزایش یافتند. با توجه به نتایج این تحقیق، استفاده از کود حیوانی استراتژی عملی مؤثری در تولید بهینه محصول و غنی‌سازی گندم به دلیل نقش آن در بهبود حاصلخیزی خاک است.

واژه‌های کلیدی: حاصلخیزی خاک، غنی‌سازی دانه گندم، کربن آلی خاک، کود حیوانی

[1]. نویسنده مسئول، آدرس: ارومیه، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی آذربایجان غربی، بخش تحقیقات خاک و آب

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

ماده آلی در خاک نه تنها از نظر تأثیر سودمند آن بر کیفیت خاک و تولید محصول، بلکه از نظر کاهش دی اکسید کربن اتمسفری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده و مخزن مهمی برای تثبیت دی اکسید کربن اتمسفری است (گروس و همکاران، 2019). کربن آلی خاک، نقش مهمی به‌عنوان مخزن کربن ایفا می‌کند و می‌تواند به‌وسیله عملیات زراعی مناسب کنترل شود؛ بنابراین، خاک‌های قابل کشت یک نقش حیاتی در چرخه کربن داشته و می‌تواند به‌عنوان یک مخزن قوی در نظر گرفته شوند (پاوستیان و همکاران، 2019). به دلیل حاکمیت شرایط اکسیداسیون در خاک‌های زراعی مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران، کربن این خاک‌ها به‌سرعت از دست می‌رود (شهبازی و مجیدی،1396). تحت چنین شرایطی، جزء قابل معدنی شدن ماده آلی خاک سریعاً تجزیه شده و بعد از این مرحله، تلفات کربن آلی خاک بیشتر به مدیریت و فرسایش‌پذیری خاک مربوط می‌شود (لی و همکاران، 2019؛ قیمیر و همکاران، 2019). افزودن مواد آلی به خاک، نقش مهمی در کنترل تلفات مقادیر کربن و نیتروژن خاک و بهبود کیفیت آن ایفا می‌کنند (وییل و همکاران، 2004). مجیدی و شهبازی (1397) دریافتند که علیرغم استفاده از کودهای حیوانی در خاک، مقدار کربن آلی به‌صورت نمایی با زمان کاهش یافته و تلف می‌شود. همچنین بررسی‌ها نشان داده است که مصرف ناکافی و بی‌رویه کودهای شیمیایی، برداشت و سوزاندن بقایای محصولات زراعی، موجب تلفات قابل‌ملاحظه کربن آلی خاک می‌شود (گوو و همکاران، 2019؛ چان و همکاران، 2006).

تولید محصول در مناطق خشک و نیمه‌خشک، بطور قابل ملاحظه‌ای نسبت به تلفات کربن خاک حساس است زیرا این تلفات منجر به کاهش تولید شده و فرصت بزرگ‌تری برای هر دو فرآیند فرسایش خاک و اکسیداسیون میکروبی ماده آلی خاک فراهم می‌نماید (لی و همکاران، 2019؛ گوو و همکاران، 2019). پژوهشگران بر این باورند که اگر سطوح کربن آلی خاک به کمتر از 1 درصد کاهش یابد، تولید حداکثر محصول صرف‌نظر از نوع خاک، بعید به نظر می‌رسد. حد آستانه کربن آلی خاک کمتر از 1 درصد در بسیاری از خاک‌ها منجر به فروپاشی ساختمان خاک می‌شود (لاولند و همکاران، 2003؛ لال، 2015)؛ بنابراین، حفظ کربن آلی خاک در یک سطح معین، پیش نیاز حفاظت پایدار از توان تولیدی خاک بوده و می‌تواند به‌عنوان یک شاخص مهم کیفی خاک و قابلیت پایداری تولید زراعی آگرو- اکوسیستم در نظر گرفته شود (اولد فیلد و همکاران، 2019؛ قالیی و همکاران، 2018). در ایران، آستانه کربن آلی خاک برای کاهش معنی‌دار محصولات زراعی به‌دقت مورد بررسی قرار نگرفته است. لاولند و همکاران (2003) حد بحرانی کربن آلی خاک در مناطق معتدل سرد در حدود 2/5 درصد و در یک منطقه گرم دو درصد عنوان کردند.

در بین عواملی که مقدار ماده آلی خاک‌های تحت کشت را کنترل می‌کنند، فقط عوامل تناوب و عملیات مدیریتی (کوددهی، شخم یا مراقبت از گیاه) توسط انسان قابل کنترل است. گزینه‌های رعایت تناوب، شخم، مکانیزاسیون و مصرف متعادل کودهای شیمیایی اغلب با محدودیت‌ها و موانع فرهنگی، محیط زیستی یا اقتصادی مواجه هستند (وانگ و همکاران، 2016). تولید محصول بهینه در خاک‌های قابل کشت مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران، بدون رعایت اصول به‌زراعی به‌ویژه مصرف متعادل کود مشکل است. مصرف کودهای معدنی هر چند موجب افزایش تولید محصول می‌شوند ولی قیمت بالای این کودها منجر به مصرف غیر متعادل کود توسط کشاورزان در این مناطق شده است. از این‌رو، تمایل زیادی در بین بهره‌برداران برای تولید سنتی محصول با مصرف کودهای حیوانی وجود دارد. کودهای آلی قابلیت تولید محصول و حاصلخیزی خاک را افزایش داده و هزینه تأمین نهاده‌ها را کاهش می‌دهند. بررسی‌ها نشان داده است که کودهای حیوانی جز بهترین منابع کودهای آلی بوده و محتوی مقادیر قابل توجهی نیتروژن، فسفر، پتاسیم و سایر عناصر ضروری می‌باشند (لیانگ و همکاران، 2012؛ فرهاد و همکاران، 2009). گزارش شده است که قابلیت جذب فسفر در کودهای حیوانی نسبت به سایر منابع کود آلی بیشتر است (گارگ و همکاران، 2008). یوواه و همکاران، (2012)؛ آنو و آگوویو (2006) گزارش کردند که کودهای حیوانی، مقدار کربن آلی، فسفر قابل‌جذب ، کاتیون‌های تبادلی و قابلیت استفاده عناصر کم‌مصرف را در خاک افزایش داده و مقادیر آهن و آلومینیم قابل تبادل و وزن مخصوص ظاهری خاک را کاهش می‌دهند (یوواه و همکاران، 2012؛ آنو و همکاران، 2005)

علاوه بر این، کودهای آلی می‌توانند اثر باقیمانده مثبتی روی کشت‌های بعدی بگذارد. تجزیه کودهای حیوانی و معدنی شدن عناصر غذایی ممکن است از چندین ماه تا چندین سال بسته به شرایط محیطی متغیر باشد. در نتیجه، مصرف کودهای حیوانی در مزارع می‌تواند اثرات باقیمانده چندین ساله داشته باشد و می‌تواند به تنهایی یا در ترکیب با مصرف کودهای نیتروژنه موجب

www.SID.ir

Archive of SID

افزایش تولید محصول در کشت‌های بعدی شده و سطح حاصلخیزی خاک را ارتقاء دهد (جینگ و همکاران، 2019). راجان و همکاران (2017) گزارش کردند که کودهای آلی استفاده شده در محصولات قبلی، اثر باقیمانده بارزی روی عملکرد و اجزای عملکرد محصولات زراعی دارد. در این تحقیق، نتیجه‌گیری شد که اثر باقیمانده کود حیوانی ممکن است عملکرد کشت بعدی را تا 2 برابر افزایش دهد. شهزادی و همکاران (2014) نیز دریافتند که مصرف ترکیبات آلی دارای اثرات باقیمانده قابل توجهی روی عملکرد دانه گندم بوده است. اقبال و همکاران (2004) گزارش کردند که مصرف کود حیوانی تا مدت چهار سال بعد از مصرف، موجب تولید مقدار بیشتری از عملکرد زیستی ذرت به میزان 19/85 درصد شده و غلظت نیتروژن کل خاک را حتی در سال‌های پنجم و ششم بعد از مصرف آن نیز به میزان 12/17 درصد افزایش داده است.

بر این اساس، چنین استنباط می‌گردد که برای ارتقای سطح حاصلخیزی و کیفیت خاک و به دست آوردن حداکثر بهره‌وری در تولید محصول، بهترین گزینه مصرف مواد آلی در خاک‌های زراعی باشد؛ بنابراین، مطالعه حاضر عهده‌دار ارزیابی اثر باقیمانده منابع کودهای حیوانی گاوی و گوسفندی روی عملکرد گندم آبی و قابلیت جذب عناصر غذایی در خاک تحت شرایط مرسوم عملیات شخم و شیار طی دو سال متوالی بود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثرات باقیمانده کودهای حیوانی بر رشد گندم آبی، این آزمایش در ایستگاه تحقیقات کشاورزی میاندوآب در کرت‌های آزمایشی پروژه سینتیک تجزیه مواد آلی خاک در مناطق مختلف آگرو اکولوژیکی ایران تحت شرایط مزرعه‌ای به مدت 2 سال زراعی (98-1396) به انجام رسید. کودهای حیوانی در سال 1393 مصرف شدند. طی مدت سه سال بعد از آن، هیچگونه کودی مصرف نشد و اثرات باقیمانده آن طی سال‌های زراعی 1396 تا 1397 مورد مطالعه قرار گرفت. قبل از اعمال تیمارهای کودی، نمونه‌های مرکب خاک از عمق 0-25 سانتی‌متری از هر تکرار تهیه شدند. برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک بر اساس دستورالعمل‌های موجود اندازه‌گیری شدند (جدول 1). بافت خاک به روش هیدرومتری (گی ودانی، 1996)، کربنات کلسیم معادل به روش خنثی کردن با اسید کلریدریک (لوپرت و سوارز، 1996)، قا بلیت هدایت الکتریکی در عصاره گل اشباع با هدایت سنج الکتریکی (رودس، 1996)، واکنش خاک در گل اشباع (pH_s) به وسیله الکترود شیشه‌ای (توماس،1996)، کربن آلی به روش اکسید کردن با اسید سولفوریک غلیظ در مجاورت دی کرومات پتاسیم (نلسون و سومرس، 1996)، نیتروژن کل به روش برمنر (1996)، فسفر قابل استفاده با روش اولسن (کیو، 1996)، پتاسیم قابل استفاده به روش استات آمونیوم نرمال (همکل وهمکاران، 1996)، غلظت عناصر کم مصرف به روش دی تی پی ا (لیندسی و نورول،1978) و اندازه‌گیری شدند.

در این تحقیق، اثرات دو نوع منبع کود حیوانی شامل و گاوی، مورد بررسی قرار گرفتند. ویژگی‌های شیمیایی آن‌ها در جدول (2) نشان داده شده است. قبل از مصرف، از کودهای حیوانی نمونه‌های مرکب متشکل از 10 نمونه ساده تهیه شدند. سپس نمونه‌ها آسیاب شده و از الک 2 میلی‌متری عبور داده شدند. درصد رطوبت، اسیدیته (pH)، قابلیت هدایت الکتریکی (EC_e)، کربن آلی، نیتروژن، نسبت C:N، فسفر، پتاسیم، عناصر کم‌مصرف آهن، روی، منگنز و مس، در کودهای آلی اندازه‌گیری شدند (داودی و همکاران، 1394).

طرح تحقیقاتی در قالب بلوک‌های کامل تصادفی شامل 5 تیمار در 3 تکرار در سال 1393 اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل شاهد (عدم مصرف کود حیوانی)، مصرف 50 تن کود گاوی در هکتار، مصرف 100 تن کود گاوی در هکتار، مصرف 50 تن کود گوسفندی در هکتار و مصرف 100 تن کود گوسفندی در هکتار بودند. کرت‌های آزمایشی به طول و عرض 3 متر در نظر گرفته شد. ابتدا خاک کرت‌ها تا عمق 25 سانتیمتری کاملاً نرم شده و کودهای حیوانی مطابق تیمارها با خاک تا این عمق بطور یکنواخت، کاملاً مخلوط گردید. در کرت‌های آزمایشی به مدت سه سال زراعی هیچ‌گونه محصولی کشت نگردید ولی، عملیات آماده-سازی و آبیاری در آنها همانند تناوب کشت گندم- ذرت صورت گرفت. در زمان‌های متوالی بعد از اعمال تیمارها تا زمان کاشت گندم با فواصل زمانی معین، نمونه خاک از هر کدام از کرت‌ها برداشت و مقدار کربن آلی در آنها اندازه‌گیری و سینتیک تغییرات تجزیه مواد آلی خاک طی مدت مذکور بررسی شد. (داده‌ها ارائه نشده‌اند).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 1- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مکان اجرای آزمایش (1393)

عمق	هدایت الکتریکی	pH_s	کربنات کلسیم معادل	کربن آلی	بافت خاک		
					رس	سیلت	شن
(cm)	($dS.m^{-1}$)		(درصد)				
0-25	0/86*	8/15	12/80	0/88	28	54	18
کلاس بافت خاک	نیتروژن کل	فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل جذب	آهن قابل جذب	منگنز قابل جذب	روی قابل جذب	مس قابل جذب
	(درصد)	(میلی‌گرم بر کیلوگرم)					
SiL	0/08	10/50	295/00	4/40	6/75	0/55	1/35

* هر عدد میانگین سه تکرار است.

پس از آن، در مهر ماه سال 1396، نسبت به کاشت گندم در کرت‌های آزمایشی بدون اضافه کردن هیچ نوع کودی به مدت دو سال زراعی اقدام شد (98-1396). رقم گندم مورد کاشت زرین با تراکم 180 کیلوگرم در هکتار بود. برای کاشت از بذور مادری ضدعفونی شده به سم قارچ‌کش دیفنوکونازول با غلظت دو در هزار، استفاده شد. در طول مرحله داشت نسبت به انجام مراقبت‌های زراعی لازم اقدام گردید. آبیاری به‌صورت یکنواخت و در مراحل رشد فنولوژیک گندم به انجام رسید. نیاز آبی با استفاده از روش پنمن-مانتیث محاسبه شد. میزان آب آبیاری بر اساس راندمان کاربرد آب در مزرعه تعیین و مقدار آب محاسبه شده برای هرکرت توسط دبلیو اس سی فلوم اندازه‌گیری شد. آبیاری به صورت یکسان و یکنواخت در تمامی کرتها و در مراحل بعد از کاشت، رشد فنولوژیکی ظهور اولین گره ساقه، شکم‌خوش، ظهور سنبله و شیری-شدن دانه گندم به‌انجام رسید. پس از رسیدن محصول نسبت به برداشت آن به‌صورت کف بر از سطح 4 مترمربع اقدام و وزن هزار دانه و عملکرد زیستی، دانه و کلش اندازه‌گیری شد. شاخص برداشت با تقسیم عملکرد دانه به عملکرد زیستی محاسبه شد. پس از برداشت محصول، نمونه‌های دانه و کلش از هر کرت آزمایشی تهیه شدند. برای هضم نمونه‌های گیاهی از روش اکسیداسیون خشک استفاده شده (امامی، 1375) و غلظت عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، آهن، روی، منگنز و مس در آن‌ها مطابق استانداردهای موسسه تحقیقات خاک و آب (امامی، 1375) اندازه‌گیری شدند. مقادیر جذب عناصر در دانه و کلش گندم از حاصل‌ضرب غلظت آن‌ها در عملکرد دانه و وزن کلش محاسبه شدند. همچنین نمونه‌های مرکب خاک از هر کرت تهیه و مقادیر کربن‌آلی خاک، pH، فسفر، پتاسیم، آهن، روی، مس و منگنز قابل‌جذب آن‌ها مطابق روش‌های فوق‌الذکر اندازه‌گیری شدند. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها برای صفات مختلف به صورت مرکب برای دو سال بر اساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS نسخه 9/1 انجام گرفت. مقایسات میانگین تیمارها با استفاده از روش حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب برخی از صفات مورد ارزیابی طی دو سال در جدول (3) آورده شده است. ارزیابی نتایج بیانگر وجود تفاوت آماری معنی‌دار برای صفات وزن هزار دانه، شاخص برداشت و غلظت نیتروژن کلش بود. همچنین اختلاف آماری معنی‌داری بین دو سال از نظر غلظت آهن در دانه، غلظت فسفر، پتاسیم، منیزیم، روی در کلش و جذب منیزیم در کلش و عناصر روی و آهن قابل‌جذب خاک بعد از برداشت محصول وجود داشت.

نتایج تجزیه واریانس مرکب برای مقادیر کودی نشانگر وجود اختلاف آماری بسیار معنی‌دار (سطح احتمال یک درصد) برای عملکرد دانه، عملکرد زیستی، غلظت عناصر نیتروژن و روی در دانه، جذب عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، منیزیم، آهن، منگنز، روی و مس در دانه، غلظت عناصر فسفر، پتاسیم، کلسیم، آهن و روی در کلش و جذب نیتروژن، فسفر، کلسیم و آهن در کلش و قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک، فسفر، پتاسیم، روی و آهن قابل‌جذب خاک بود.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 2- میانگین نتایج تجزیه شیمیائی منابع کود حیوانی مورد استفاده در آزمایش (94-1393)

منبع کودی	pH 1:5	هدایت الکتریکی (1: 5; dS m^{-1})	نیتروژن کل	فسفر کل (P_2O_5)	پتاسیم کل (K_2O)	کربن آلی	C:N	منگنز کل	روی کل	آهن کل	مس کل
			(درصد)					(میلی‌گرم بر کیلوگرم)			
کود گاوی	7/68	14/13	2/17	0/605	2/02	30/97	14/27	354	155	6831	260
گوسفندی	7/83	8/33	1/64	1/00	1/28	33/28	20/29	234	69/8	8154	7506

جدول 3- تجزیه واریانس مرکب برخی صفات مورد ارزیابی طی دو سال (98-1396)

عوامل	درجه آزادی	عملکرد دانه	وزن هزار دانه	وزن کلش	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت
سال	1	211344 ^{ns}	0/027 ^{ns}	1490082 ^{ns}	3471389 ^{ns}	0/001 ^{ns}
خطا	4	3834419	0/638	1594111	6498015	0/005
تیمار کودی	4	14489520**	7/338*	1188195 ^{ns}	19357598**	0/016*
سال×تیمار کودی	4	197638 ^{ns}	0/257 ^{ns}	285652 ^{ns}	200116 ^{ns}	0/001 ^{ns}
خطا	16	2014402	1/656	1119372	1980490	0/005
ضریب تغییرات (%)	-	19/52	3/34	16/32	10/26	13/37

ارزیابی اثرات متقابل سال×تیمارهای کودی نشانگر وجود اختلاف آماری بسیار معنی‌دار (سطح احتمال یک درصد) در صفت جذب آهن در دانه، غلظت عناصر فسفر، پتاسیم، کلسیم، آهن، منگنز و جذب عناصر کلسیم، فسفر و منگنز در کلش و قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک، فسفر، پتاسیم، روی و آهن قابل‌جذب خاک بعد از برداشت محصول بود.

تأثیر تیمارها بر برخی عوامل رشد کمی

تأثیر تیمارهای کودی بر عملکرد دانه، وزن هزار دانه، وزن کلش، عملکرد زیستی و شاخص برداشت در جدول 4 نشان داده شده است. با توجه به معنی‌دار بودن اثر تیمارهای کودی بر عملکرد دانه، بیشترین عملکرد دانه معادل 8883 کیلوگرم در هکتار با مصرف 100 تن کود گوسفندی در هکتار حاصل شد که نسبت به شاهد 3851 کیلوگرم در هکتار افزایش نشان داد (جدول 4). تیمار مذکور هرچند عملکرد دانه را به میزان 1049 کیلوگرم بیشتر نسبت به تیمار 50 تن کود گوسفندی در هکتار افزایش داد ولی این افزایش نسبت به تیمار مذکور از نظر آماری معنی‌دار نبود. افزایش عملکرد ناشی از مصرف 100 تن کود گوسفندی هر چند نسبت به مصرف 100 تن کود گاوی بیشتر بود ولی این تفاوت از نظر آماری معنی-دار نگردید. تفاوتی بین تیمارهای 50 و 100 تن کود گوسفندی از نظر عملکرد دانه وجود نداشت. ولی عملکرد دانه تحت تأثیر سطوح مصرف کود گاوی قرار گرفته و مصرف 100 تن کود گاوی به میزان 1860 کیلوگرم نسبت به مصرف 50 تن از همان کود، عملکرد دانه بیشتری تولید نمود. عدم تفاوت معنی‌دار از نظر تولید عملکرد دانه بین تیمارهای 50 تن کود گوسفندی با 100 تن کود گاوی، مزیت نسبی کود گوسفندی را بر تولید محصول دانه گندم نشان داد. این امر احتمالاً متأثر از متفاوت بودن ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی، قابلیت استفاده عناصر غذایی و سینتیک معدنی شدن ترکیبات آلی موجود در دو منبع کود دامی بوده است. شهبازی و مجیدی (1396) دریافتند که روند تغییرات کربن آلی خاک در هر دومنبع کودی گاوی و گوسفندی در طول زمان نزولی ولی سرعت اکسیداسیون آن در کود گاوی بیشتر از کود گوسفندی بود. متفاوت بودن تأثیر منابع مختلف کودهای دامی بر عملکرد محصول توسط تعدادی از محققین گزارش شده است (حامد و همکاران، 2011؛ قوشه و همکاران، 2004؛ فونت-پالما، 2019). نتایج مشابهی نیز در رابطه با تأثیر مثبت و معنی‌دار اثرات باقیمانده کودهای حیوانی بر عملکرد دانه غلات، توسط سایر محققین گزارش شده است (شهزادی و همکاران، 2014؛ راجان و همکاران، 2017). افزایش عملکرد ناشی از مصرف کودهای حیوانی علیرغم اینکه هیچگونه کود شیمیائی مصرف نشده حائز اهمیت است. این افزایش عملکرد به احتمال قوی ناشی از بهبود وضعیت حاصلخیزی خاک (جدول 9) و ارتقاء ویژگی‌های کیفی خاک مانند کربن آلی، تهویه، ظرفیت نگه‌داری آب در خاک، تنوع و جمعیت زیستی خاک باشد. تحقیقات در این زمینه باید تداوم یابد.

www.SID.ir

Archive of SID

وزن هزار دانه گندم تحت تأثیر تیمارهای کودی قرار گرفت. تیمار 100 تن کود گوسفندی نسبت به شاهد مقدار وزن هزار دانه را 6/37 درصد افزایش داد. تفاوتی بین تیمارهای 50 و 100 تن منابع کودی گوسفندی و گاوی از نظر این صفت مشاهده نگردید. هیچ‌کدام از تیمارهای کودی تأثیری بر وزن کلش گندم نداشتند. نتایج مذکور با نتایج جان و همکاران (2011) مطابقت داشت (جان و همکاران، 2011).

تیمارهای کودی، موجب افزایش شاخص برداشت در محدوده 3/16-19/30 درصد شدند. بیشترین شاخص برداشت با مصرف 100 تن در هکتار کود گاوی حاصل شد که تفاوت معنی‌داری با تیمارهای 50 و 100 تن کود گوسفندی نداشت. تیمارهای 100 تن کود گاوی و 50 تن کود گوسفندی از نظر صفت شاخص برداشت در یک کلاس آماری قرار گرفتند. این امر می‌تواند به عنوان یک مزیت نسبی کود گوسفندی نسبت به کود گاوی از نظر تولید محصول دانه گندم در نظر گرفته شود. از طرفی، متفاوت بودن تأثیر تیمارهای کودی بر شاخص برداشت، مؤید این مطلب است که مصرف کودهای حیوانی بیشتر از آنچه که بر رشد رویشی و یا تولید کلش تأثیر بگذارند، بر عملکرد دانه و تولید محصول مؤثر هستند. علت افزایش شاخص برداشت ناشی از مصرف کودهای حیوانی احتمالا به دلیل بهبود وضعیت تعادل تغذیه‌ای گیاه و ارتقاء ویژگی‌های کیفی خاک است. در این رابطه باید تحقیقات تداوم یابد. نتایج مشابهی توسط سایر محققین گزارش شده است (شهزادی و همکاران، 2014؛ کووتروباس و همکاران، 2016؛ حامد و همکاران، 2019؛ حامد و همکاران، 2011).

تأثیر تیمارها بر غلظت و جذب برخی عناصر پرمصرف و کم‌مصرف در دانه

تأثیر تیمارها بر غلظت عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، آهن، مس، روی و منگنز در جدول 5 آورده شده است. مصرف کودهای گاوی و گوسفندی موجب افزایش غلظت نیتروژن در دانه گندم گردید. تأثیر کود گوسفندی بر میزان نیتروژن دانه (و به‌تبع آن میزان پروتئین خام) مشابه کود گاوی بود. این امر می‌تواند ناشی از معدنی‌شدن نیتروژن آلی در کودهای گوسفندی و گاوی باشد، به‌عبارت دیگر، کودهای حیوانی به احتمال قوی ذخیره نیتروژن قابل‌جذب خاک را افزایش داده و این امر منجر به عرضه بیشتر نیتروژن قابل‌جذب در محیط ریشه گندم شده و از این نظر غلظت نیتروژن و یا میزان پروتئین خام دانه گندم در تیمارهای مصرف کود حیوانی نسبت به شاهد بیشتر بود (جدول 5). نتایج مشابهی در رابطه با تأثیر کودهای حیوانی بر غلظت و جذب نیتروژن در دانه گندم توسط سایر محققین گزارش شده است (رسول، 2015؛ کووتروباس و همکاران، 2016). تفاوتی بین سطوح کودی 50 و 100 تن مصرف کود از هر دو منبع وجود نداشت.

جدول 4- میانگین اثر تیمارها بر عملکرد دانه، وزن هزار دانه، وزن کلش، عملکرد زیستی و شاخص برداشت (98-1396)

تیمارهای کودی †	عملکرد دانه	وزن هزار دانه	وزن کلش	عملکرد زیستی	شاخص برداشت
	(کیلوگرم در هکتار)				
شاهد	5032C	36/97B	6051A	10920C	0/460C
گاوی 50††	6372BC	38/47AB	7000A	13370B	0/475BC
گاوی 100	8232A	39/13A	6139A	14370AB	0/570A
گوسفندی 50	7834AB	38/70A	6305A	14140AB	0/555AB
گوسفندی 100	8883A	39/48A	6917A	15800A	0/560AB
$LSD_{5\%}$	1737	1/58	1295	2373	0/086

†: حروف مشابه بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد می‌باشد. **††:** مقدار مصرف بر حسب تن در هکتار

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 5- میانگین اثر تیمارها بر غلظت عناصر پرمصرف و کم‌مصرف در دانه (98-1396)

تیمارهای کودی †	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	کلسیم	منیزیم	آهن	مس	روی	منگنز
			(درصد)			(میلی‌گرم در کیلوگرم)			
شاهد	1/51B	0/42A	0/31B	0/070A	0/100C	110/8B	14/60B	37/90C	29/7A
گاوی $_{50}$††	1/72AB	0/42A	0/35AB	0/095A	0/115AB	123/3AB	16/52AB	45/20B	31/6A
گاوی $_{100}$	1/68AB	0/41A	0/40AB	0/085A	0/125A	142/6A	17/25A	49/20A	33/6A
گوسفندی $_{50}$	1/84A	0/40A	0/41AB	0/090A	0/120A	126/4AB	16/40AB	45/70B	33/35A
گوسفندی $_{100}$	1/88A	0/42A	0/45A	0/065A	0/105BC	128/1AB	16/25AB	48/62A	37/30A
$LSD_{5\%}$	0/24	0/067	0/134	0/039	0/012	25/71	2/18	2/91	8/70

†: حروف مشابه بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد می‌باشد. ††: مقدار مصرف بر حسب تن در هکتار

در این آزمایش، هر چند افزایش بیشتر ذخیره نیتروژن قابل‌جذب خاک با مصرف 2 برابری مصرف کود حیوانی مورد انتظار است ولی همچنان که از نتایج استنباط می‌گردد تأثیری بر غلظت نیتروژن و یا میزان پروتئین خام دانه گندم نداشته است. این امر احتمالاً ناشی از ظرفیت و پتانسیل ژنتیکی رقم گندم در جذب عنصر نیتروژن قابل استفاده خاک باشد (رویسی و همکاران، 2015؛ هاوکسفورد، 2017). تیمارهای کودی تأثیری بر غلظت عناصر فسفر، کلسیم و منگنز نداشتند (جدول 5). نتایج مذکور، نتایج تحقیقات کوتوروباس و همکاران (2016) را تائید نمود ولی نتایج متناقضی در رابطه با افزایش غلظت فسفر در دانه گندم با مصرف کودهای آلی توسط توماس و همکاران (2019) گزارش شده است. با توجه به نتایج مقادیر فسفر و منگنز قابل‌جذب خاک در جدول 9 چنین استنباط می‌گردد که هر چند غلظت عناصر فسفر و منگنز قابل‌جذب خاک با مصرف کودهای حیوانی افزایش یافته است ولی مقادیر بومی این عناصر در خاک توانسته‌اند که نیازهای غذایی گندم را به این عناصر تأمین نمایند.

از این‌رو افزایش مقادیر قابل‌جذب این عناصر در خاک در نتیجه مصرف کودهای حیوانی بر غلظت آن‌ها در دانه بی‌تأثیر بوده است. غلظت عناصر پتاسیم، منیزیم، آهن، مس و روی در دانه تحت تأثیر تیمارهای کودی قرار گرفتند. با افزایش سطوح کودی در هر دو تیمار مصرف کودهای گوسفندی و گاوی، غلظت پتاسیم نیز روندی افزایشی را نشان داد. روند مشابهی نیز در غلظت منیزیم، آهن و روی، مس و روی مشاهده گردید. افزایش غلظت عناصر پتاسیم، منیزیم، آهن و روی در دانه به احتمال قوی ناشی از افزایش قابلیت جذب این عناصر در خاک در نتیجه تیمارهای کودی از هر دو منبع گاوی وگوسفندی بوده است. همچنانکه از نتایج جدول 9 استنباط می‌گردد با مصرف کودهای حیوانی قابلیت جذب عناصر پتاسیم، منیزیم، آهن و روی افزایش یافته و بنابراین می‌توان انتظار داشت که جذب و انتقال این عناصر از خاک به دانه افزایش یابد. نتایج مذکور با نتایج توماس و همکاران (2019) مطابقت می‌نماید. افزایش غلظت مس در دانه در تناقض با تأثیر تیمارهای کودی بر قابلیت جذب مس در خاک بود. با افزایش سطوح کودی قابلیت جذب مس در خاک کاهش یافته ولی، غلظت آن در دانه گندم بطور معنی‌داری افزایش نشان داده است. در این رابطه نمی‌توان اظهار نظر مشخصی ارائه داد و ضرورت دارد تحقیقات در این زمینه ادامه یابد.

جذب تمامی عناصر مورد بررسی در دانه گندم در تیمارهای 50 و 100 تن کودهای گوسفندی و گاوی افزایش قابل‌توجهی را نشان داد و در هر دو سطوح کودی 50 و 100 تن میزان جذب عناصر فوق روندی افزایشی داشت میزان افزایش آن در هر دو منبع کودی گوسفندی گاوی یکسان بود (جدول 6). افزایش غلظت عناصر کم-مصرف آهن، روی و منگنز در دانه متأثر از مصرف کودهای حیوانی از نظر غنی‌سازی دانه گندم و تأمین غذای سالم برای جامعه حائز اهمیت است (کاکماک، 2007؛ روحانی و همکاران، 2007؛ پورقاسم گارگاری و همکاران، 2007؛ ما و همکاران، 2007؛ م.ج، 2011).

تأثیر تیمارها بر غلظت و جذب برخی عناصر پرمصرف و کم‌مصرف در کلش

نتایج مربوط به اثرات تیمارهای کودی بر غلظت و جذب عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، آهن، مس، روی و آهن در جداول 7 و 8 آورده شده است. مصرف کودهای گوسفندی و گاوی منجر به افزایش غلظت عناصر پتاسیم، آهن، روی و منگنز گردیده و به‌تبع آن افزایش جذب عناصر مذکور در کلش را نیز در پی داشته است. غلظت نیتروژن کلش هر چند تحت تأثیر تیمارها قرار نگرفت ولی میزان جذب نیتروژن بطور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای کودی قرار گرفت و مصرف 100 تن کود گوسفندی میزان جذب نیتروژن را

www.SID.ir

Archive of SID

در کلش به میزان 24/3 درصد افزایش داد. بدیهی است که چنین افزایشی بیشتر متأثر از تأثیر تیمارها بر تولید کمی گندم بوده است و کمتر تحت تأثیر افزایش غلظت این عنصر در کلش قرار گرفته است. از طرفی هرچند غلظت منگنز کلش بطور معنی‌داری با مصرف کودهای گوسفندی و گاوی افزایش یافت ولی این افزایش به حدی نبوده تا میزان جذب آن را در کلش افزایش دهد. به‌عبارت‌دیگر علیرغم افزایش غلظت این عنصر در کلش، افزایش وزن کلش در حدی نبوده تا افزایش جذب آن را نیز فراهم نماید (جدول 8). افزایش در جذب این عناصر در کلش ممکن است ناشی از ارتقاء سطح حاصلخیزی خاک باشد که مصرف کودهای دامی قابلیت استفاده عناصر غذایی و انتقال آن‌ها را از خاک به گیاه بهبود داده است. نتایج مشابهی توسط مالاو و همکاران (2019) گزارش شده است (مالاو و همکاران، 2019). از طرفی نتایج این تحقیق نشان داد که مصرف کودهای گوسفندی و گاوی در خاک می‌تواند نقش انکارناپذیری در غنی-سازی کلش گندم با عناصر روی، آهن و منگنز و پتاسیم داشته باشد. این مطلب به‌ویژه از منظر تغذیه دام بسیار حائز اهمیت است. بررسی‌ها نشان داده است که عناصر پتاسیم، روی، آهن و منگنز نقش انکارناپذیری در تأمین سلامت دام دارند (فیشر، 2008).

تأثیر تیمارها بر بعضی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک

نتایج اثر تیمارهای کودی بر بعضی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در جدول 9 نشان داده شده است. هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک هر چند بطور معنی‌داری با مصرف کودهای گوسفندی بیشتر از منبع کودی گاوی افزایش یافته است ولی این افزایش در حدی نبوده که منجر به بروز خطرات شوری در خاک گردد. متفاوت بودن هدایت الکتریکی خاک در تیمارهای مربوط به مصرف کودهای گوسفندی می‌تواند ناشی از متفاوت بودن سرعت تجزیه کودهای حیوانی و مقادیر عناصر موجود در منابع کودی باشد (بلووکوونون و همکاران، 2018). مقادیر کربن‌آلی خاک یک روند افزایش تدریجی را با افزایش سطوح کودی در هر دو منبع نشان می‌دهند. چنین روندی در مورد قابلیت جذب تمامی عناصر فسفر، پتاسیم، مس، روی، منگنز و آهن نیز مشاهده می‌گردد

جدول 6- میانگین اثر تیمارها بر جذب عناصر پر مصرف و کم مصرف در دانه (98-1396)

تیمارهای کودی †	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	کلسیم	منیزیم	آهن	مس	روی	منگنز
	(کیلوگرم در هکتار)					(گرم در هکتار)			
شاهد	73/35D	21/18B	16/56C	3/47B	5/03B	552/70B	72/28B	192/70C	150/40C
گاوی $_{50}$††	101/90CD	26/94AB	24/34BC	5/95A	7/31AB	791/50AB	105/40AB	289/20BC	202/30BC
گاوی $_{100}$	143/00ABC	33/78A	29/70AB	6/82A	10/01A	1187/00A	142/40A	406/50A	280/40AB
گوسفندی $_{50}$	133/80ABC	32/32AB	34/29A	6/89A	9/57A	1003/00AB	131/70A	363/50AB	265/70ABC
گوسفندی $_{100}$	173/50A	37/63A	37/95A	5/79A	9/20A	1124/00A	146/30A	437/10A	335/20A
$LSD_{5\%}$	47/24	11/80	9/69	2/25	2/87	450/9	57/88	114/80	125/30

†: حروف مشابه بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد می‌باشد. **††:** مقدار مصرف بر حسب تن در هکتار

جدول 7- میانگین اثر تیمارها بر غلظت عناصر پرمصرف و کم‌مصرف در کلش (98-1396)

تیمارهای کودی †	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	کلسیم	منیزیم	آهن	مس	روی	منگنز
	(درصد)					(میلی‌گرم در کیلوگرم)			
شاهد	0/21A	0/15A	1/43C	0/12 A	0/018A	166/3C	38/80A	7/15B	20/95B
گاوی $_{50}$††	0/22A	0/15 A	1/52B	0/12 A	0/025A	203/2B	39/10A	7/45B	23/72AB
گاوی $_{100}$	0/21A	0/14 A	1/71A	0/12 A	0/025A	215/1B	39/70A	9/31A	26/42A
گوسفندی $_{50}$	0/24A	0/14 A	1/76A	0/13 A	0/025A	269/3A	39/57A	9/16A	24/08AB
گوسفندی $_{100}$	0/24A	0/15 A	1/71A	0/13 A	0/020A	248/1A	39/68A	8/77A	25/43A
$LSD_{5\%}$	0/015	0/012 A	0/086	0/012	0/012	32/17	2/95	0/88	3/996

†: حروف مشابه بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد می‌باشد. **††:** مقدار مصرف بر حسب تن در هکتار

www.SID.ir

Archive of SID

افزایش قابلیت جذب عناصر مذکور در خاک نه تنها متأثر از اضافه شدن ذخیره عناصر موجود کودهای دامی به آن است بلکه، افزایش کربن آلی خاک نیز تأثیر مستقیمی بر قابلیت جذب عناصر مذکور گذاشته و برآیند تأثیر این عامل سطح حاصلخیزی خاک را افزایش داده است (ادمادس، 2003). دینامیک و انتقال عناصر کم‌مصرف در خاک‌ها همبستگی معنی‌داری با مقدار کربن آلی خاک دارد. ماده آلی قابلیت دسترسی عناصر کاتیونی کم‌مصرف را در خاک افزایش داده و بطور مستقیم و غیرمستقیم روی تغییر شکل شیمیایی این عناصر نقش اساسی دارند. بررسی‌ها نشان داده است که عناصر کم-مصرف در خاک با موادهیومیکی جزء پایدار ترکیبات آلی تشکیل کمپلکس داده و بخش ناپایدار آن با حل‌کردن عناصرکم مصرف غیرمحلول، قابلیت استفاده آنها را در خاک افزایش می‌دهند (دهالیوال و همکاران، 2019). کودهای حیوانی تأثیر قبل توجهی نیز بر اشکال شیمیایی فسفر در خاک‌های آهکی داشته و فسفر موجود در کودهای حیوانی به‌تدریج در طول زمان به شکل قابل استفاده در آمده و موجب افزایش قابلیت جذب فسفر در خاک می‌گردند (هالاجنیا و همکاران، 2009). افزایش سطح حاصلخیزی خاک بعد از برداشت محصول در این آزمایش می‌تواند به‌عنوان اثرات باقیمانده مصرف کودهای حیوانی بر تولید محصول بعدی تعبیر گردد. این امر از نظر ارتقاء توان تولیدی خاک و کاهش هزینه‌های مدیریت حاصلخیزی خاک برای کشت‌های بعدی حائز اهمیت است. نتایج مذکور با نتایج سایر محققین مطابقت می‌نماید (شهزادی و همکاران، 2014؛ راجان و همکاران، 2017؛ جینگ و همکاران، 2019؛ اقبال و همکاران، 2004).

نتیجه‌گیری

اثرات باقیمانده کودهای گوسفندی و گاوی می-تواند حداقل به مدت دو فصل زراعی بر ارتقاء کمی و کیفی محصول گندم پائیزه دوام داشته باشند. اثرات باقیمانده این کودها، نقش انکارناپذیری در افزایش عملکرد دانه محصول گندم دارند و بیشتر از آنچه که بر رشد رویشی گندم تأثیر بگذارند، بر عملکرد دانه و رشد زایشی آن مؤثر هستند. اثر باقیمانده کود گوسفندی بر افزایش عملکرد دانه گندم پائیزه نسبت به کود گاوی بیشتر است ولی، تأثیر آنها برغلظت نیتروژن و به‌تبع آن میزان پروتئین خام مشابه کود گاوی است. اثرات باقیمانده هردو منبع کودهای گوسفندی و گاوی موجب غنی‌سازی دانه گندم و کلش از نظر عناصر روی و آهن می‌شوند که از نظر تغذیه انسان و دام حائز اهمیت است. اثرات باقیمانده کودهای گوسفندی و گاوی بر ویژگی‌های خاک قابل‌توجه است و هدایت‌الکتریکی، کربن‌آلی، فسفر، پتاسیم، روی، منگنز و آهن قابل‌جذب خاک را حتی پس از سپری شدن چهار فصل زراعی بطورمعنی‌داری افزایش می‌دهد. این امر می‌تواند با بهبود توان تولیدی خاک، زمینه را برای تولید بهینه محصول در کشت بعدی فراهم نماید. نتایج پیشنهاد می‌کند که استفاده از کود حیوانی استراتژی عملی مؤثری در تولید بهینه محصول گندم به دلیل نقش آن در بهبود حاصلخیزی خاک است.

جدول 8- میانگین اثر تیمارها بر جذب عناصر پرمصرف و کم‌مصرف در کلش (98-1396)

تیمارهای کودی †	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	کلسیم	منیزیم	آهن	مس	روی	منگنز
	(کیلوگرم در هکتار)					(گرم در هکتار)			
شاهد	12/65B	9/27A	86/83B	7/78 A	1/11A	993/4C	234/6A	43/37B	125/6A
گاوی $_{50}$††	15/48B	10/57 A	106/0AB	8/95 A	1/77A	1424/0AB	273/6A	52/50AB	167/2A
گاوی $_{100}$	14/91B	8/85 A	105/5AB	7/49 A	1/55A	1321/0BC	244/3A	57/51A	162/1A
گوسفندی $_{50}$	15/14B	9/04 A	111/1A	8/58 A	1/59A	1701/0A	248/9A	57/65A	153/3A
گوسفندی $_{100}$	16/70A	10/61 A	118/6A	9/48 A	1/39A	17222/0A	274/2A	61/08A	176/2A
$LSD_{5\%}$	3/21	2/16 A	19/24	2/02	0/79	157/4	46/44	11/93	57/4

†: حروف مشابه بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد می‌باشد. ††: مقدار مصرف بر حسب تن در هکتار

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 9- میانگین اثر تیمارها بر بعضی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک (98-1396)

تیمارهای کودی †	هدایت الکتریکی	pH	کربن آلی	فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل جذب	مس قابل جذب	روی قابل جذب	منگنز قابل جذب	آهن قابل جذب
	$ds.m^{-1}$		(%)	(میلی‌گرم بر کیلوگرم)					
شاهد	0/648C	8/35A	0/63C	9/33D	321/5D	1/93A	0/54D	8/64D	2/53D
گاوی $_{50}$††	0/680BC	7/96A	0/99B	15/43C	403/0C	1/83AB	0/82B	10/80C	2/94C
گاوی $_{100}$	0/620C	8/01A	1/35A	19/73A	503/0A	1/86AB	0/91A	14/40A	3/92A
گوسفندی $_{50}$	0/780A	8/01A	0/94B	17/88B	419/0C	1/74B	0/71C	10/30C	3/65B
گوسفندی $_{100}$	0/750AB	7/99A	1/26A	20/04A	458/5B	1/78B	0/78BC	13/10B	3/92A
$LSD_{5\%}$		0/102	0/122	1/10	28/15	0/128	0/067	1/08	0/17

†: حروف مشابه بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد می‌باشد. ††: مقدار مصرف بر حسب تن در هکتار

فهرست منابع:

1. امامی، ع. 1375. روش‌های تجزیه گیاه. جلد اول، نشریه شماره 982، موسسه تحقیقات خاک و آب، کرج، ایران.
2. داودی، م. ح.، ک. شهبازی، م. فیض‌اله زاده اردبیلی و ح. رضائی. 1394. روش‌های تجزیه کودهای آلی. چاپ اول، موسسه تحقیقات خاک و آب، کرج، ایران.
3. شهبازی، ک و ع. مجیدی.1396. سینتیک تجزیه مواد آلی در مناطق مختلف آگرواکولوژیکی ایران تحت شرایط مزرعه‌ای. گزارش نهائی پروژه تحقیقاتی، شماره 2118، موسسه تحقیقات خاک و آب، کرج، ایران.
4. Ano, A.O., and J. A. Agwu. 2005. Effect of animal manures on selected soil chemical properties. Nigerian J. Soil Sci. 15: 14–19.
5. Bloukounon-Goubalan, A. Y., A. Saïdou, N. Obognon, G. L. Amadji, A. M. Igué, V. A.Clottey, and M. Kenis. 2018. Decomposition and nutrient release pattern of animal manures biodegraded by fly larvae in Acrisols. Can. J. Soil Sci., 99(1): 60-69.
6. Bremner, J. M. 1996. Nitrogen. Total. p.1058-1121. In D. W. Nelson, et al. (Ed.) Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical methods. SSSA, Madison, WI.
7. Cakmak, I. 2007. Enrichment of cereal grains with zinc: Agronomic or genetic biofortification. Plant Soil. 302: 1-17.
8. Chan, K. Y., and D. P. Heenan. 2006. The effects of stubble burning and tillage on soil carbon sequestration and crop productivity in Southeastern Australia. Soil Use Manag. 21: 427-443.
9. Dhaliwal, S. S., R. K Naresh., A. Mandal., R. Singh., and M. K. Dhaliwal. 2019. Dynamics and transformations of micronutrients in agricultural soils as influenced by organic matter build-up: A review. Enviro. Sustain. Indica. 1-2: 1-14.
10. Edmeades, D. 2003. The long-term effects of manures and fertilisers on soil productivity and quality: A review. Ntri. Cycl Agroecosys. 66: 165-180.
11. Eghball, B., D. Ginting., and J. E. Gilley. 2004. Residual Effects of Manure and Compost Applications on Corn Production and Soil Properties. Agron. J. 96: 442-447.
12. Farhad, W., M. F. Saleem., M. A. Cheema., and H. M. Hammad. 2009. Effect of poultry manure levels on the productivity of spring maize (*Zea mays* L.). J. Ani. Plt. Scis. 19(3): 122-125.
13. Fisher, G. 2008. Micronutrients and animal nutrition and the link between the application of Micronutrients to crops and animal health. Turk. J. Agric. For. 32: 221-233.
14. Font-Palma, C. 2019. Methods for the Treatment of Cattle Manure-A Review. C-J. Carbon Res. 5(2): 27.

www.SID.ir

Archive of SID

15. Garg, S., and G. S. Bahl. 2008. Phosphorus availability to maize as influenced by organic manures and fertilizer P associated phosphatase activity in soils. Bioresour. Technol. 99(13): 5773-5777.
16. Gee, W.G., and O. Dani. 1996. Particle size analysis. p.475-490. In G. S. Campbell et al. (Eds.) Methods of Soil Analysis. Part 4. Physical methods. SSSA, Madison, WI.
17. Ghaley, B. B., H. Wösten., J. E. Olesen., K. Schelde., S. Baby., Y. K. Karki., and J. R. Porter. 2018. Simulation of Soil Organic Carbon Effects on Long-Term Winter Wheat (*Triticum aestivum*) Production Under Varying Fertilizer Inputs. Front. Plant Sci. 9:1158.
18. Ghimire, R., P. Bista., and S. Machado. 2019. Long-term Management Effects and Temperature Sensitivity of Soil Organi c Carbon in Grassland and Agricultural Soils. Sci. Rep. 9(1): 12151.
19. Ghosh, P., P. Ramesh., K. Bandyopadhyay., A. K. Tripathi., K. Hati., A. K. Misra and C. Acharya. 2004. Comparative effectiveness of cattle manure, poultry manure, phosphocompost and fertilizer-NPK on three cropping systems in vertisols of semi-arid tropics. I. Crop yields and system performance. Bioresour. Technol. 95: 77-83.
20. Gross, C. D., and R. B. Harrison. 2019. The case for digging deeper: Soil organic carbon storage, dynamics, and controls in our changing world. Soil Syst. 3(2): 28. Retrieved from https://www.mdpi.com/2571-8789/3/2/28
21. Guo, Z., J. Han., J. Li., Y. Xu., and X. Wang. 2019. Effects of long-term fertilization on soil organic carbon mineralization and microbial community structure. Plos One. 14(4): e0211163, doi:10.1371/journal.pone.0211163
22. Halajnia, A., G. H. Haghnia., A. Fotovat and R. Khorassani. 2009. Phosphorus fractions in calcareous soils am ended with P fertilizer and cattle manure. Geoderma, 150: 209-213.
23. Hammad, H., A. Khaliq., A. Ahmad., M. Gill., A. Malik., W. Farhad., and K. Laghari. 2011. Influence of different organic manures on wheat productivity. Int. J. Agric Biol., 13: 137-140.
24. Hammed, T. B., E. O. Oloruntoba., and G. R. E. E. Ana. 2019. Enhancing growth and yield of crops with nutrient-enriched organic fertilizer at wet and dry seasons in ensuring climate-smart agriculture. Int. J. Recycl. Org. Waste Agric., 8(1): 81-92.
25. Hawkesford, M. J. 2017. Genetic variation in traits for nitrogen use efficiency in wheat. J. Exp. Bot., 68(10): 2627-2632.
26. Helmke, P. A., and D. L. Sparks. 1996. Lithium, Potassium, Rubidium and Cesium, P. 551-574. In D.W. Nelson et al. (Eds.) Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical methods. SSSA, Madison, WI.
27. Jan, A., Amanullah., and M. Noor. 2011. Wheat response to farm yard manure and nitrogen fertilization under moisture stress conditions. J. Plant Nutr., 34(5): 732-742.
28. Jing, J., J. T. Christensen., P. Sørensen., B. T. Christensen. and G. H. Rubæk. 2019. Long-term effects of animal manure and mineral fertilizers on phosphorus availability and silage maize growth. Soil Use Manag., 35(2): 323-333.
29. Kuo, S. 1996. Phosphorous. P. 869-919. In D. W. Nelson et al. (Eds.) Methods of Soil Analysis. Part 3, Chemical methods. SSSA, Madison, WI.
30. Koutroubas, S., V. Antoniadis., C. Damalas., and S. Fotiadis. 2016. Effect of organic manure on wheat grain yield, nutrient accumulation, and translocation. Agron. J., 108(2): 615-625.
31. Lal, R. 2015. Restoring soil quality to mitigate soil degradation. Sustainability. 7(5): 5875-5895.
32. Li, T., H. Zhang., X. Wang., S. Cheng., H. Fang., G. Liu., and W.Yuan. 2019. Soil erosion affects variations of soil organic carbon and soil respiration along a slope in Northeast China. Ecol. Process., 8(1), 28. doi:10,1186/s13717-019-0184-6

www.SID.ir

Archive of SID

33. Liang, Q., H. Chen., Y. Gong., M. Fan., H. Yang., R. Lal., and Y. Kuzyakov. 2012. Effects of 15 years of manure and inorganic fertilizers on soil organic carbon fractions in a wheat-maize system in the North China Plain. Nutri. Cycl. Agroecosys., 92: 21-33.
34. Lindsay, W. I., and W. A. Norvell. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. Soil Sci. Soc. Am. J. 42: 421-448.
35. Loeppert, R. H., and D. L. Suarez. 1996. Carbonate and gypsum. p. 437-474. In D. W. Nelson, et al. (Eds.) Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical methods. SSSA, Madison, WI.
36. Loveland, P. J and J. Webb. 2003. Is there a critical level of organic matter in the agricultural soils of temperate regions: A review. Soil Till. Res., 70: 1-18.
37. Malakouti. M. J. 2011. Towards improving the quality of consumed breads in Iran: A review. Iran. J. Food Sci. Tech., 8(31): 11-21.
38. Ma, G., Y. Li., Y. Jin., F. Zhai., F. J. Kok., and Y. Xiushan. 2007. Phytate intake and molar ratios of phytate to zinc, iron and calcium in the diets of people in China. Eur. J. Clin. Nutr., 61: 368-374.
39. Malav, J. K., N. N. Salvi., J. K. Patel., J. R Jat.,. S. Kumar., B. T. Patel., and V. R. Patel. 2019. Nutrient content and uptake by wheat (*Triticum aestivum* L) as influenced by iron and zinc enriched FYM in salt affected soils of Gujarat. Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci., 8(6): 2970-2982.
40. Nelson, D. W., and L. E. Sommers. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. p. 539-579. In A. L. Page et al. (eds.). Methods of soil analysis, part 2, Chemical methods. SSSA, Madison, WI.
41. Oldfield, E. E., M. A. Bradford., and S. A. Wood. 2019. Global meta-analysis of the relationship between soil organic matter and crop yields. Soil, 5(1): 15-32.
42. Paustian, K., S. Collier., J. Baldock., R. Burgess., J. Creque., M. DeLonge., M. Jahn. 2019. Quantifying carbon for agricultural soil management: from the current status toward a global soil information system. Carbon Manag., 10(6): 567-587.
43. Pourghassem Gargari, B., S. Mahboob., and S. Razavieh. 2007. Content of phytic acid and its mole ratio to zinc in flour and breads consumed in Tabriz, Iran. Food Chem., 100: 1115-1119.
44. Rajan, G., L. Sushil., S. A. Bharat., B. Prakriti., and M. S. Upendra. 2017. Tillage, crop residue, and nutrient management effects on soil organic carbon in rice-based cropping systems: A review. J. Integr. Agric., 16(1): 1–15.
45. Rasul, G. 2015. Influence of different organic fertilizers on growth and yield of wheat. American-Eurasian J. Agric. Environ. Sci., 15: 1123-1126.
46. Rhoades, J. D. 1996. Salinity: electrical conductivity and total dissolved solids. p. 417-435. In D. W. Nelson, et al. (Eds.) Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical methods. SSSA, Madison, WI.
47. Roohani, N., R.Hurrell., R. Kelishadi., and R.Schulin. 2013. Zinc and its importance for human health: An integrative review. J. Res. Med. Sci., 18(2): 144-157.
48. Ruisi, P., B. Frangipane., G. Amato., A. S. Frenda., A.Plaia., D. Giambalvo., and S. Saia. 2015. Nitrogen uptake and nitrogen fertilizer recovery in old and modern wheat genotypes grown in the presence or absence of interspecific competition. Front. Plant Sci., 6: 185-185.
49. Shehzadi, S., Z. Shah, and W. Mohammad. 2014. Residual effect of organic wastes and chemical fertilizers on wheat yield under wheat-maize cropping sequence. Soil Environ., 33: 88-95.
50. Thomas, C. L., G. E. Acquah., A. P. Whitmore., S. P. McGrath., and S. M. Haefele. 2019. The Effect of different organic fertilizers on yield and soil and crop nutrient concentrations. Agron. J., 9(12): 776. doi.org/10.3390/agronomy9120776

www.SID.ir

Archive of SID

51. Thomas, G. W. 1996. Soil pH and soil acidity. p. 475-490. In D.W. Nelson et al. (Eds.) Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical methods. SSSA. Madison, WI.
52. Uwah, D., G. Ukoha., and J. Iyango. 2012. Okra performance and soil and water conservation as influenced by poultry manure and organic mulch amendments. J. Food Agric. Environ., 10: 748-754.
53. Wang, G., Z. Luo., P. Han., H. Chen., and J. Xu. 2016. Critical carbon input to maintain current soil organic carbon stocks in global wheat systems. Sci. Rep., 6(1): 19327. doi:10.1038/srep19327
54. Weil, R., and F. Magdoff. 2004. Significance of soil organic matter to soil quality and health. p. 1-43. In F. Magdoff and Ray. R. Weil (Eds.) Soil organic matter in sustainable agriculture. Advances in Agroecology, CRC Press.

www.SID.ir

Archive of SID

Comparison of Sheep and Cow Manures Residual Effects on Some Quantitative and Qualitative Traits of Winter Wheat

A. Majidi[1] and K. Shahbazi

Assistant Professor, Soil and Water Research Dept., West Azerbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Urmia, Iran; E-mail: Az.majidi89@gmail.com
Associate Professor, Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran; E-mail: Shahbazikarim@yahoo.com

Received: February, 2020 and Accepted: July, 2020

Abstract

Animal manures are valuable organic sources for soil organic matter and crop nutrition. To evaluate the residual effects of two sources of animal manure on growth and yield of winter wheat (*Triticum aestivum* L) Zarin variety, a field experiment was conducted at Miandoab Research Station, Agricultural and Natural Resource Research and Educational Center of West Azerbaijan, Iran. Manures were used in 2014. In the next three years, no animal manure was applied. Residual effects of manures were determined during winter growing season of 2017-19. The treatments included T_1= control, T_2= 50 t ha^{-1} cow manure, T_3= 100 t ha^{-1} cow manure, T_4= 50 t ha^{-1} sheep manure, and T_5= 100 t ha^{-1} sheep manure and were used in a randomized complete block design (RCBD) with three replications. None of the plots received mineral fertilizers. The results showed that the sheep manure was more efficient than the cow manure. Plots receiving 50 t ha^{-1} sheep manure showed higher grain yield and harvesting index of 36% and 17%, respectively, compared to control plots, whereas, 100 t ha^{-1} sheep manure did not show significant yield increase compared to the T_4. Significantly higher nitrogen (1.84%), potassium (0.41%), magnesium (0.12%), iron (126.40 $mg.kg^{-1}$), copper (16.4 $mg.kg^{-1}$), zinc (45.7 $mg.kg^{-1}$) and manganese (33.35 $mg.kg^{-1}$) content in grain and highest potassium (1.76%), iron (269.3 $mg.kg^{-1}$), zinc (9.16 $mg.kg^{-1}$) and manganese (24.08 $mg.kg^{-1}$) content in wheat straw were recorded under treatment T_4. The overall results indicate that organic carbon and availability of nutrients, particularly P, Zn, and Fe in the soil surface layer were significantly higher in plots receiving manures compared to the control. Before the experiment, soil organic carbon (SOC) was 0.88%. After harvest, SOC in treatments of 50 and 100 t ha^{-1} of cow manure increased to 0.99% and 1.36%, and in treatments of 50 and 100 t ha^{-1} of sheep manure, it increased to 0.94% and 1.26%, respectively. The Results demonstrated that manure application, due to its role in soil fertility improvement, is an effective strategy for efficient production of wheat and enrichment of its grain.

Keywords: Animal manure, Soil organic carbon, Soil fertility, Wheat grain enrichment

[1]. Corresponding author: Soil and Water Research Dept., West Azerbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Urmia, Iran.

www.SID.ir