

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

عزیز مجیدی<sup>1</sup> 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. به منظور بررسی اثرات باقیمانده دو نوع کود حیوانی بر رشد و عملکرد گندم پاییزه 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 کود گاوی،  $T_3 = 100$  تن در هکتار کود گاوی،  $T_4 = 50$  تن در هکتار کود گوسفندی، و  $T_5 = 100$  تن در هکتار کود گوسفندی 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  $T_4$  نسبت به تیمار شاهد، عملکرد دانه و شاخص برداشت بیشتری به ترتیب به میزان 36% و 17% نشان داد در حالیکه، 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<sup>-1</sup>)، مس (16/4 mg.kg<sup>-1</sup>)، روی (45/7 mg.kg<sup>-1</sup>) و منگنز (33/35 mg.kg<sup>-1</sup>) در دانه و بالاترین مقادیر پتاسیم (1/76%)، آهن (269/30 mg.kg<sup>-1</sup>)، روی (9/16 mg.kg<sup>-1</sup>) و منگنز (24/08 mg.kg<sup>-1</sup>) 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  $T_3$  به ترتیب به 0/99% و 1/36% درصد، و در تیمارهای  $T_4$  و  $T_5$  به ترتیب 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

<sup>1</sup> نویسنده مسئول، آدرس: ارومیه، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی آذربایجان غربی، بخش تحقیقات خاک و آب

## 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؛ قیمر 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 قابل‌ملاحظه‌ای 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، پیش‌نیاز 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؛ قالی 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). یووا و همکاران (2012)؛ آنو و آگوویو (2006) گزارش کردند که کودهای حیوانی، مقدار کربن آلی، فسفر قابل جذب، کاتیون‌های تبادل 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 (یووا 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

وسيله الكتروليد شيشه‌اي (توماس، 1996)، كربن آلي به روش اكسيد كردن با اسيد سولفوريك غليظ در مجاورت دي كرومات پتاسيم (نلسون و سومرس، 1996)، نيتروژن كل به روش برمنر (1996)، فسفر قابل استفاده با روش اولسن (كيو، 1996)، پتاسيم قابل استفاده به روش استات آمونيم نرمال (همكل وهمكاران، 1996)، غلظت عناصر كم مصرف به روش دي تي پي ا (ليندسي و نورول، 1978) و اندازه‌گيري شدند.

در اين تحقيق، اثرات دو نوع منبع كود حيواني شامل و گاوي، مورد بررسي قرار گرفتند. ويژگي‌هاي شيميايي آن‌ها در جدول (2) نشان داده شده است. قبل از مصرف، از كودهاي حيواني نمونه‌هاي مركب متشكل از 10 نمونه ساده تهيه شدند. سپس نمونه‌ها آسياب شده و از الك 2 ميلي‌متری عبور داده شدند. درصد رطوبت، اسيديته (pH)، قابليت هدايت الكتريكي ( $EC_e$ )، كربن آلي، نيتروژن، نسبت C:N، فسفر، پتاسيم، عناصر كم مصرف آهن، روي، منگنز و مس، در كودهاي آلي اندازه‌گيري شدند (داودي و همكاران، 1394).

طرح تحقيقاتي در قالب بلوك‌هاي كامل تصادفي شامل 5 تيمار در 3 تکرار در سال 1393 اجرا شد. تيمارهاي آزمائشي شامل شاهد (عدم مصرف كود حيواني)، مصرف 50 تن كود گاوي در هكتار، مصرف 100 تن كود گاوي در هكتار، مصرف 50 تن كود گوسفندي در هكتار و مصرف 100 تن كود گوسفندي در هكتار بودند. كرت‌هاي آزمائشي به طول و عرض 3 متر در نظر گرفته شد. ابتدا خاک كرت‌ها تا عمق 25 سانتيمتری كاملاً نرم شده و كودهاي حيواني مطابق تيمارها با خاک تا اين عمق بطور يکنواخت، كاملاً مخلوط گرديد. در كرت‌هاي آزمائشي به مدت سه سال زراعي هيچ‌گونه محصولي كشت نگرديد ولي، عمليات آماده-سازي و آبياري در آنها همانند تناوب كشت گندم-ذرت صورت گرفت. در زمان‌هاي متوالي بعد از اعمال تيمارها تا زمان كاشت گندم با فواصل زماني معين، نمونه خاک از هر کدام از كرت‌ها برداشت و مقدار كربن آلي در آنها اندازه‌گيري و سينيک تغییرات تجزيه مواد آلي خاک طی مدت مذکور بررسي شد. (داده‌ها ارائه نشده‌اند).

افزايش توليد محصول در كشت‌هاي بعدي شده و سطح حاصلخيزي خاک را ارتقاء دهد (جينگ و همكاران، 2019). راجان و همكاران (2017) گزارش كردند كه كودهاي آلي استفاده شده در محصولات قبلي، اثر باقيمانده بارزي روي عملكرد و اجزای عملكرد محصولات زراعي دارد. در اين تحقيق، نتيجه‌گيري شد كه اثر باقيمانده كود حيواني ممكن است عملكرد كشت بعدي را تا 2 برابر افزايش دهد. شهزادي و همكاران (2014) نيز دريافتند كه مصرف تركيبات آلي داراي اثرات باقيمانده قابل توجهي روي عملكرد دانه گندم بوده است. اقبال و همكاران (2004) گزارش كردند كه مصرف كود حيواني تا مدت چهار سال بعد از مصرف، موجب توليد مقدار بيشتري از عملكرد زيستي ذرت به ميزان 19/85 درصد شده و غلظت نيتروژن كل خاک را حتي در سال‌هاي پنجم و ششم بعد از مصرف آن نيز به ميزان 12/17 درصد افزايش داده است.

بر اين اساس، چنين استنباط مي‌گردد كه براي ارتقاي سطح حاصلخيزي و كيفيت خاک و به دست آوردن حداكثر بهره‌وري در توليد محصول، بهترين گزينه مصرف مواد آلي در خاک‌هاي زراعي باشد؛ بنا بر اين، مطالعه حاضر عهده‌دار ارزيايي اثر باقيمانده منابع كودهاي حيواني گاوي و گوسفندي روي عملكرد گندم آبي و قابليت جذب عناصر غذايي در خاک تحت شرايط مرسوم عمليات شخم و شيار طی دو سال متوالي بود.

### مواد و روش‌ها

به منظور بررسي اثرات باقيمانده كودهاي حيواني بر رشد گندم آبي، اين آزمائش در ايستگاه تحقيقات كشاورزي مياندوآب در كرت‌هاي آزمائشي پروژه سينيک تجزيه مواد آلي خاک در مناطق مختلف آگرو اکولوژيكي ايران تحت شرايط مزرعه‌اي به مدت 2 سال زراعي (98-1396) به انجام رسيد. كودهاي حيواني در سال 1393 مصرف شدند. طی مدت سه سال بعد از آن، هيچ‌گونه كودي مصرف نشد و اثرات باقيمانده آن طی سال‌هاي زراعي 1396 تا 1397 مورد مطالعه قرار گرفت. قبل از اعمال تيمارهاي كودي، نمونه‌هاي مركب خاک از عمق 0-25 سانتيمتری از هر تکرار تهيه شدند. برخي از ويژگي‌هاي فزيكي و شيميايي خاک بر اساس دستورالعمل‌هاي موجود اندازه‌گيري شدند (جدول 1). بافت خاک به روش هيدرومتری (گي وداني، 1996)، كرينات كلسيم معادل به روش خنثي كردن با اسيد كلريدريك (لوپرت و سوارز، 1996)، قابليت هدايت الكتريكي در عصاره گل اشباع با هدايت سنج الكتريكي (روادس، 1996)، واكنش خاک در گل اشباع ( $pH_k$ ) به

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

عمق	هدایت الکتریکی	pH <sub>s</sub>	کربنات کلسیم معادل	کربن آلی	بافت خاک		
					رس	سیلت	شن
(cm)	(dS.m <sup>-1</sup> )				(درصد)		
0-25	0/86*	8/15	12/80	0/88	28	54	18
کلاس بافت خاک	نیترژن کل	فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل جذب	آهن قابل جذب	منگنز قابل جذب	روی قابل جذب	مس قابل جذب
	(درصد)			(میلی گرم بر کیلوگرم)			
SiL	0/08	10/50	295/00	4/40	6/75	0/55	1/35

\* هر عدد میانگین سه تکرار است.

pH، فسفر، پتاسیم، آهن، روی، مس و منگنز قابل جذب 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 نیترژن 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 قابل جذب 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 نیترژن و روی در دانه، جذب عناصر نیترژن، فسفر، پتاسیم، منیزیم، آهن، منگنز، روی و مس در دانه، غلظت عناصر فسفر، پتاسیم، کلسیم، آهن و روی در کلش و جذب نیترژن، فسفر، کلسیم و آهن در کلش و قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک، فسفر، پتاسیم، روی و آهن قابل جذب خاک بود.

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 دلیو اس سی فلوم اندازه‌گیری شد. آبیاری به صورت یکسان و یکنواخت در تمامی کرت‌ها و در مراحل بعد از کاشت، رشد فنولوژیک ظهور اولین گره ساقه، شکم‌خوش، ظهور سنبله و شیر-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 نیترژن، 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 حاصل ضرب غلظت آن‌ها در عملکرد دانه و وزن کلش محاسبه شدند. همچنین نمونه‌های مرکب خاک از هر کرت تهیه و مقادیر کربن آلی خاک،

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 <sup>-1</sup> )	نیترژن کل	فسفر کل (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	پتاسیم کل (K <sub>2</sub> O)	کربن آلی	C:N	منگنز کل	روی کل	آهن کل	مس کل
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 کlesh	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت
سال	1	211344 <sup>ns</sup>	0/027 <sup>ns</sup>	1490082 <sup>ns</sup>	3471389 <sup>ns</sup>	0/001 <sup>ns</sup>
خطا	4	3834419	0/638	1594111	6498015	0/005
تیمار کودی	4	14489520**	7/338*	1188195 <sup>ns</sup>	19357598**	0/016*
سال×تیمار کودی	4	197638 <sup>ns</sup>	0/257 <sup>ns</sup>	285652 <sup>ns</sup>	200116 <sup>ns</sup>	0/001 <sup>ns</sup>
خطا	16	2014402	1/656	1119372	1980490	0/005
ضریب تغییرات (%)	-	19/52	3/34	16/32	10/26	13/37

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 دو منبع 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.

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 کlesh و قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک، فسفر، پتاسیم، روی و آهن قابل جذب خاک بعد از برداشت محصول بود.

#### تأثیر تیمارها بر برخی عوامل رشد کمی

تأثیر تیمارهای کودی بر عملکرد دانه، وزن هزار دانه، وزن کlesh، 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 معنی‌دار 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

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 کم مصرف 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 به تبع آن میزان پروتئین خام) مشابه کود گاوی بود. این امر می تواند ناشی از معدنی شدن نیتروژن آلی در کودهای گوسفندی و گاوی باشد، به عبارت دیگر، کودهای حیوانی به احتمال قوی ذخیره نیتروژن قابل جذب خاک را افزایش داده و این امر منجر به عرضه بیشتر نیتروژن قابل جذب 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.

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. هیچ کدام 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 معنی داری 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 می تواند 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 احتمالاً به دلیل بهبود وضعیت تعادل تغذیه ای گیاه و ارتقاء ویژگی های کیفی خاک است. در این رابطه باید تحقیقات تداوم یابد. نتایج مشابهی توسط سایر محققین

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

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

†: حروف مشابه بیانگر عدم اختلاف معنی دار در سطح پنج درصد می باشد. ††: مقدار مصرف بر حسب تن در هکتار

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

تیمارهای کودی †	نیترژن	فسفر	پتاسیم	کلسیم	منیزیم	آهن	مس (میلی‌گرم در کیلوگرم)	روی	منگنز
شاهد	1/51B	0/42A	0/31B	0/070A	0/100C	110/8B	14/60B	37/90C	29/7A
گاو 50 †	1/72AB	0/42A	0/35AB	0/095A	0/115AB	123/3AB	16/52AB	45/20B	31/6A
گاو 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 <sub>5%</sub>	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

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 گاو افزایش قابل‌توجهی را نشان داد و در هر دو سطوح کودی 50 و 100 تن میزان جذب عناصر فوق‌روندی افزایشی داشت میزان افزایش آن در هر دو منبع کودی گوسفندی گاو 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 (کاکاماک، 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 نیترژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، آهن، مس، روی و آهن در جداول 7 و 8 آورده شده است. مصرف کودهای گوسفندی و گاو منجر به افزایش غلظت عناصر پتاسیم، آهن، روی و منگنز گردیده و به تبع آن افزایش جذب عناصر مذکور در کلش را نیز در پی داشته است. غلظت نیترژن کلش هر چند تحت تأثیر تیمارها قرار نگرفت ولی میزان جذب نیترژن بطور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای کودی قرار گرفت و مصرف 100 تن کود گوسفندی میزان جذب نیترژن را

در این آزمایش، هر چند افزایش بیشتر ذخیره نیترژن قابل‌جذب خاک با مصرف 2 برابری مصرف کود حیوانی مورد انتظار است ولی همچنان که از نتایج استنباط می‌گردد تأثیری بر غلظت نیترژن و یا میزان پروتئین خام دانه گندم نداشته است. این امر احتمالاً ناشی از ظرفیت پتانسیل ژنتیکی رقم گندم در جذب عنصر نیترژن 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 کوتورویاس و همکاران (2016) را تأیید 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 گاو، 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 گاو و گوسفندی 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

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 (بلووکونون 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

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 مالو و همکاران (2019) گزارش شده است (مالو و همکاران، 2019). از طرفی نتایج این تحقیق نشان داد که مصرف کودهای گوسفندی و گاوی در خاک می‌تواند نقش انکارناپذیری در غنی‌سازی 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

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

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

†: 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 پر مصرف و کم مصرف در کلش (1396-98)

تیمارهای کودی †	مصرف (درصد)						
	نیترژن	فسفر	پتاسیم	کلسیم	منیزیم	آهن	مس
شاهد	0/21A	0/15A	1/43C	0/12 A	0/018A	166/3C	38/80A
گاوی 50 ††	0/22A	0/15 A	1/52B	0/12 A	0/025A	203/2B	39/10A
گاوی 100	0/21A	0/14 A	1/71A	0/12 A	0/025A	215/1B	39/70A
گوسفندی 50	0/24A	0/14 A	1/76A	0/13 A	0/025A	269/3A	39/57A
گوسفندی 100	0/24A	0/15 A	1/71A	0/13 A	0/020A	248/1A	39/68A
LSD <sub>5%</sub>	0/015	0/012 A	0/086	0/012	0/012	32/17	2/95

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



(شهزادی و همکاران، 2014؛ راجان و همکاران، 2017؛ جینگ و همکاران، 2019؛ اقبال و همکاران، 2004).

### نتیجه‌گیری

اثرات باقیمانده کودهای گوسفندی و گاوی می‌تواند 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 بر غلظت نیتروژن و به تبع 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 قابل توجه است و هدایت الکتریکی، کربن آلی، فسفر، پتاسیم، روی، منگنز و آهن قابل جذب 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.

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 (ادماس، 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 حل کردن عناصر کم 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 به تدریج 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.

جدول 8- میانگین اثر تیمارها بر جذب عناصر پر مصرف و کم مصرف 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	1722/0A	274/2A	61/08A	176/2A
LSD <sub>5%</sub>	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

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

تیمارهای کودی †	هدایت الکتریکی ds.m <sup>-1</sup>	pH	کربن آلی (%)	فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل جذب	مس قابل جذب	روی قابل جذب	منگنز قابل جذب	آهن قابل جذب
شاهد	0/648C	8/35A	0/63C	9/33D	321/5D	1/93A	0/54D	8/64D	2/53D
گاوی †† <sub>50</sub>	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 <sub>5%</sub>		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. Environ. 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.

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 Organic 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 amended 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

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

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.

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

A. Majidi<sup>1</sup> 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<sub>1</sub>= control, T<sub>2</sub>= 50 t ha<sup>-1</sup> cow manure, T<sub>3</sub>= 100 t ha<sup>-1</sup> cow manure, T<sub>4</sub>= 50 t ha<sup>-1</sup> sheep manure, and T<sub>5</sub>= 100 t ha<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> sheep manure showed higher grain yield and harvesting index of 36% and 17%, respectively, compared to control plots, whereas, 100 t ha<sup>-1</sup> sheep manure did not show significant yield increase compared to the T<sub>4</sub>. Significantly higher nitrogen (1.84%), potassium (0.41%), magnesium (0.12%), iron (126.40 mg.kg<sup>-1</sup>), copper (16.4 mg.kg<sup>-1</sup>), zinc (45.7 mg.kg<sup>-1</sup>) and manganese (33.35 mg.kg<sup>-1</sup>) content in grain and highest potassium (1.76%), iron (269.3 mg.kg<sup>-1</sup>), zinc (9.16 mg.kg<sup>-1</sup>) and manganese (24.08 mg.kg<sup>-1</sup>) content in wheat straw were recorded under treatment T<sub>4</sub>. 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<sup>-1</sup> of cow manure increased to 0.99% and 1.36%, and in treatments of 50 and 100 t ha<sup>-1</sup> 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

<sup>1</sup> Corresponding author: Soil and Water Research Dept., West Azerbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Urmia, Iran.