

تأثیر کاربرد چند دوره متوالی کودهای آلی و شیمیایی بر جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم

و برخی ویژگی‌های رشد گندم

اکرم احمدپور سفیدکوهی^{1*}، مهدی قاجار سپانلو² و محمدعلی بهمنیار³

تاریخ دریافت: 90/8/1 تاریخ پذیرش: 91/7/24

1- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم خاک دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

2- استادیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

3- دانشیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

* مسئول مکاتبه Soil88_ahmadpoor@ymail.com

چکیده

برای بررسی تأثیر کاربرد سه و پنج دوره متوالی کمپوست زباله شهری و ورمی کمپوست با و بدون کودشیمیایی NPK بر میزان نیتروژن، فسفر و پتاسیم و برخی از ویژگی‌های رشدی گندم لاین N-8118 (*Triticum aestivum line N-*8118)، آزمایشی به صورت اسپلیت پلات با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در 4 تکرار به صورت گلدانی اجرا گردید. در این طرح فاکتور اصلی 10 سطح کودی شامل: شاهد (بدون مصرف کمپوست و کودشیمیایی)، کودشیمیایی طبق آزمون خاک، چهار سطح کمپوست زباله شهری و 4 سطح ورمی کمپوست (20 و 40 تن در هکتار با و بدون نصف کودشیمیایی NPK) و فاکتور فرعی کاربرد سه و پنج دوره متوالی آنها بود. نتایج نشان داد که غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم برگ و همچنین ارتفاع گیاه، تعداد پنجه، سطح برگ و مقادیر کلروفیل a و a+b گیاه در مرحله غلاف رفتن با کاربرد مقادیر مختلف کمپوست زباله شهری و ورمی کمپوست نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری یافت. بالاترین میزان سطح برگ بر اثر کاربرد پنج دوره متوالی 20 تن کمپوست زباله شهری همراه با نصف کودشیمیایی، بیشترین میزان کلروفیل a، b، a+b، شاخص کلروفیل برگ پرچم، تعداد پنجه و میزان نیتروژن برگ با کاربرد 40 تن ورمی کمپوست همراه با نصف کودشیمیایی و بیشترین تجمع فسفر و پتاسیم برگ نیز در تیمار 40 تن کمپوست همراه با نصف کودشیمیایی حاصل شد. ضمناً با افزایش دوره‌های مصرف کود از سه به پنج، غلظت فسفر، پتاسیم، کلروفیل a و a+b برگ پرچم افزایش یافت. بنابراین می‌توان بیان کرد که مصرف کودهای آلی بخصوص به شکل کمپوست شده اثرات مفیدی بر رشد گیاه و افزایش غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم برگ گندم خواهد داشت.

واژه‌های کلیدی: پتاسیم، فسفر، کمپوست زباله شهری، گندم، نیتروژن، ورمی کمپوست

term Application of Organic and Inorganic Fertilizer on The Effects of Long- the Amount of Nitrogen, Phosphor and Potassium and Growth Characteristics of Wheat

A Ahmadpoor Sefidkoochi^{1*}, M Ghajar Sepanlou² and MA Bahmanyar³

Received: October 23, 2011 Accepted: October 15, 2012

¹MSc student of Soil Sciences Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari I. R. Iran

² Assist Prof. of Soil Sciences Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari I. R. Iran

³ Assoc Prof. of Soil Sciences Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari I. R. Iran

*Corresponding Author: E-mail: Soil88_ahmadpoor@ymail.com

Abstract

For investigate the effects of applying three and five continuous periods of municipal solid waste (MSW) and vermicompost (VC) with and without chemical fertilizer (CF) on the amount of nitrogen (N), phosphor (P) and potassium (K) and some growth characteristics of wheat (*Triticum aestivum line N-8118*), a pot experiment was conducted in split plot based on randomized complete block design with four replications. The main plots, was ten fertilizer levels including: control (without MSW and CF), chemical fertilizer based on soil test, 4 levels of MSW and 4 levels of VC (20 and 40 ton.ha⁻¹ without and with half of CF) and sub plots are applying 3 and 5 continuous periods of fertilizers. Results showed that, concentration of leaf N, P and K and also, height, number of tillers, leaf surface and amount of chlorophylls (a and a+b) of plant in booting with applying MSW and VC caused significant increasing compared to control. The highest amount of leaf area was resulted with applying 5 continuous periods of 20 ton MSW with half of CF, the maximum amount of chlorophylls (a, b, total and SPAD), number of tillers and leaf nitrogen content with application 40 ton VC enriched with half fertilizer and also, the maximum amount of P and K accumulated in leaf in 40 ton MSW enriched with half fertilizer treatment. Meanwhile, concentration of P and K, flag leaf and content of leaf chlorophyll (a and a+b) increased with increasing fertilizer use periods from 3 to 5. Therefore, it can be concluded that applying organic fertilizers especially composted form would have, useful effects on plant growth and increasing the concentration of N, P and K of wheat leaf.

Key words: Municipal solid waste, Nitrogen, Phosphor, Potassium, Vermicompost, Wheat

مقدمه

گندم بین تمامی گیاهان زراعی بیشترین سطح زیر کشت را در جهان به خود اختصاص داده است و علاوه بر سطح زیر کشت، در مقایسه با سایر گیاهان زراعی بالاترین میزان تولید به آن اختصاص دارد. از سوی دیگر تغذیه گیاه گندم عامل مهم در تعیین عملکرد و سوددهی محصول می‌باشد. بطوری‌که جذب عناصر غذایی در مراحل پنجه‌زنی و ساقه‌رفتن گندم بسیار شدید بوده و عرضه عناصر غذایی کافی به گندم در این مراحل، اهمیت خیلی زیادی دارد (امین و همکاران 1385). امروزه در اکثر کشورها ویژگی‌های اقلیمی و مدیریت نامناسب اراضی منجر به کاهش مواد آلی و حاصلخیزی خاک‌ها شده است (کالا و همکاران 2005). در ایران نیز به دلیل قلیایی بودن اکثر خاکها و عدم دسترسی کافی گیاهان به اکثر عناصر غذایی (قیامتی و همکاران 1388)، استفاده از کودهای آلی به دلیل نقش مهمی که در ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک دارند (خوشگفتارمنش 1381 و یاسن و همکاران 2010)، می‌توانند سبب افزایش حاصلخیزی خاک و بدنبال آن افزایش رشد و جذب مواد غذایی توسط گیاهان گردند (آستارایی 1385). یکی از انواع کودهای آلی که امروزه بدنبال افزایش جمعیت و افزایش تولید زباله های شهری و صنعتی، به منظور بالا بردن عملکرد محصولات کشاورزی استفاده می‌شود (پرورش و شاهمنصوری 1383)، ضایعات شهری کمپوست شده می‌باشد. کمپوست کردن ضایعات شهری علاوه بر کاهش آلودگی‌های زیست محیطی و خنثی کردن اثرات نامطلوب زباله‌ها (داوری نژاد و همکاران 1381) میتواند به عنوان یک منبع تولیدی مواد آلی جهت برطرف نمودن فقر غذایی اراضی زراعی کشور بحساب آید (مرجوی 1382). در دنیا تحقیقات زیادی راجع به اثرات مفید ناشی از کاربرد کود کمپوست تولید شده از منابع مختلف، بر محصولات کشاورزی صورت گرفته که حاکی از مفیدبودن آنها در بهبود ویژگی‌های شیمیایی و

حاصلخیزی خاکهاست (هارگریوز و همکاران 2008 و ارهارت و همکاران 2005). قیامتی و همکاران (1388) گزارش کردند که استفاده از کمپوست زائد شهری موجب افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی از قبیل P، N و K خاک می‌گردد که به دلیل وجود مقادیر زیاد این عناصر در کمپوست می‌باشد. در رابطه با کاربرد دراز مدت کمپوست زباله شهری ارهارت و همکاران (2005) با کاربرد 10 ساله، آچپیا و همکاران (2009) با کاربرد 5 ساله، رز و همکاران (2004) و وارمن و همکاران (2009) با کاربرد 4 ساله و نیز سوماری و همکاران (2003) و مخابلا و وارمن (2005) با کاربرد 2 ساله نتایج مشابهی را گزارش کردند. بنابراین کمپوست بدست آمده از ضایعات شهری حاوی مقادیر فراوانی از عناصر معدنی است که برای رشد گیاه ضروری است و از مهمترین این عناصر می‌توان به نیتروژن، فسفر و پتاسیم اشاره کرد (داوری نژاد و همکاران 1381). راپنگی (1993) از حاکی که با 20 تن کمپوست در هکتار به مدت 22 سال تیمار شده بوده نمونه برداری کرد و در یک آزمایش 6 ساله در گلخانه اثرات باقیمانده کمپوست را بررسی نمود. او ملاحظه کرد که تا پایان دوره، قابلیت استفاده نیتروژن بالا بوده و اثرات معنی‌دار نیتروژن، فسفر و پتاسیم به ترتیب تا دومین، سومین و پنجمین کشت در محصول مشاهده شده است. در تحقیق دیگری دیده شد که کاربرد 4 مقدار کمپوست کود گوسفندی (0، 5، 10 و 20 تن در هکتار) همراه با کود شیمیایی به مدت 3 سال متوالی (کمپوست فقط در سال اول اجرای آزمایش مصرف شد و در سال دوم و سوم اثرات باقیمانده آنها بررسی گردید)، توانسته جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم دانه ذرت را بطور معنی‌داری افزایش دهد (میرزا شاهی و کیانی 1387). با این حال باید توجه داشت منابع تأمین ماده آلی در ایران محدود است و عناصر غذائی موجود در آنها از توازن صحیحی برخوردار نیستند به عنوان مثال معمولاً نیتروژن و فسفر قابل استفاده مواد آلی کم و پتاسیم آن زیاد است بنابراین لازم است مقداری کود

2001). نتایج بدست آمده در خصوص کاربرد ورمی‌کمپوست بیانگر این است که با کاربرد ورمی‌کمپوست فراهمی عناصر غذایی در منطقه ریزوسفر ریشه بیشتر شده و در نتیجه سبب جذب بیشتر عناصر غذایی توسط ریشه و در نهایت افزایش عملکرد گیاه می‌گردد (اسکندری و آستارایی 1386). چایو و همکاران (2003) در تحقیقی دریافتند که عملکرد گیاه گندم و زیست توده بخش هوایی در تیمارهای کود شیمیایی و کمپوست نسبت به تیمار ورمی‌کمپوست کمتر بود و نشانه‌هایی از تنش شوری برای گیاهان در دو تیمار فوق دیده شد که در تیمار ورمی‌کمپوست وجود نداشت. همچنین فراهمی و جذب P و K توسط گیاه گندم در تیمارهای ورمی‌کمپوست و کمپوست نسبت به تیمارهای شاهد و کود شیمیایی در این تحقیق بالاتر بود. در واقع کاربرد ورمی‌کمپوست نسبت به کمپوست به دلیل غیر متحرک شدن نیتروژن، تأثیر شوری، سطوح پاتوژنها، همچنین خطرات ناشی از آلودگی‌های زیست محیطی در استفاده طولانی‌مدت از آنها، برتری دارد (اسکندری و آستارایی 1386). هدف از مطالعه حاضر بررسی تأثیر کاربرد چندساله مواد آلی مختلف (کمپوست زباله شهری و ورمی‌کمپوست) بر غلظت عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم و برخی از ویژگی‌های رشدی گیاه گندم در مرحله غلاف‌رفتن (Booting) می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به صورت اسپلیت پلات با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در پاییز 1388 تحت شرایط گلخانه پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری اجرا گردید. در این طرح فاکتور اصلی 10 تیمار کودی شامل: T_1 : بدون کود کمپوست و شیمیایی (شاهد)، T_2 : کود شیمیایی مورد نیاز گیاه طبق آزمون خاک (200 کیلوگرم اوره، 150 کیلوگرم سوپر فسفات تریپل و 100 کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار)،

شیمیایی نیتروژن‌دار و یا فسفری به آن افزوده گردد (رسولی و مفتون 1389). در همین ارتباط سوماری و همکاران (2003) با انجام آزمایشی روی گیاه چچم دریافتند که تلفیق کمپوست زباله شهری با کود شیمیایی حاوی نیتروژن، فسفر و پتاسیم عملکرد ماده خشک گیاه، درصد نیتروژن، فسفر و پتاسیم گیاه را افزایش داده است. گزارشات زیادی در زمینه افزایش عملکرد گیاهان مختلف بر اثر کاربرد کمپوست وجود دارد. به عنوان مثال ارهارت و همکاران (2005) با کاربرد مقادیر 9، 16 و 23 تن کمپوست در هکتار به مدت 10 سال متوالی دریافتند که استفاده از کمپوست توانسته میزان عملکرد گندم را متناسب با مقادیر کاربرد بترتیب 8، 7 و 10 درصد نسبت به شاهد افزایش دهد. ضمناً نتایج تحقیقات صدقی‌مقدم و میرزایی (1387) در خصوص تأثیر کمپوست زباله شهری بر ویژگی‌های کمی و کیفی کدو حلوائی نشان داد که عملکرد، ارتفاع گیاه، مقدار کلروفیل a، b و کلروفیل کل برگ با افزایش میزان مصرف کمپوست از صفر به 150 تن در هکتار افزایش یافت ولی با افزایش مجدد کمپوست از 150 به 200 تن در هکتار افزایش معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین کاظمینی و همکاران (1387) در تحقیقی با کاربرد مواد آلی مختلف بر رشد و عملکرد گندم دیم اظهار داشتند که بالاترین عملکرد گندم از جمله بیشترین ارتفاع گیاه بر اثر کاربرد 100 درصد کمپوست بدست آمد. تولید ورمی‌کمپوست هم دارای بیشترین اهمیت در بکارگیری فرآیند تثبیت و ساماندهی زباله‌های آلی است (آوان و همکاران 1387). تهیه ورمی‌کمپوست برای تبدیل ضایعات آلی به کود آلی با ارزش و غنی‌شده در مقایسه با فرآیند تهیه کمپوست به روش سنتی، از ارزش غذایی بالا به دلیل افزایش معدنی شدن و درجه هوموسی شدن برخوردار می‌باشد (آستارایی 1385، جی بال و کوپوسوامی 2001). ورمی‌کمپوست دارای عناصر غذایی مانند فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم به شکلی است که به آسانی برای گیاه قابل جذب و دسترسی است می‌باشند (آتیه و همکاران

توجه به نیاز آبی و دوره رشد گیاه انجام گرفت. در مرحله غلاف رفتن گیاه بعد از اندازه‌گیری برخی از شاخص‌های زراعی از قبیل تعداد پنجه در هر بوته، ارتفاع و سطح برگ (دو بوته از شش بوته در هر گلدان)، آخرین برگ از بالا در هر بوته (برگ پرچم) جهت اندازه‌گیری کلروفیل a ، b ، کل $(a+b)$ و غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم نمونه‌برداری شد. قبل از شروع طرح و اعمال تیمارها، از خاک سطحی چند نقطه از مزرعه نمونه‌برداری شد و جهت تعیین برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی به آزمایشگاه منتقل شد. نمونه‌های خاک را پس از هوا خشک‌کردن، از الک دو میلی‌متری عبور داده و ویژگی‌هایی چون بافت خاک به روش هیدرومتری، آهک خاک به روش تیتراسیون با سود، pH خاک به روش تهیه گل اشباع، هدایت الکتریکی به روش عصاره‌گیری گل اشباع خاک، کربن آلی خاک به روش تیتراسیون با آمونیوم فرو سولفات نیم نرمال، نیتروژن کل به روش کجلدال، فسفر خاک به روش اولسن، پتاسیم خاک به روش عصاره‌گیری با استات آمونیوم، روی و آهن و منگنز و مس قابل جذب خاک به روش عصاره‌گیری با DTPA اندازه‌گیری شدند (یقطين و همکاران 1388). برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد بررسی در جدول 1 آمده است. کمپوست زباله شهری و ورمی‌کمپوست (فضولات کرم‌های رشدیافته روی فیلتر کیک تفاله چغندر قند و کودگاوی) مورد استفاده در طی این سالها همگی از یک نوع بوده و جهت تجزیه شیمیایی 3 نمونه از کمپوست و ورمی‌کمپوست تهیه و مورد آزمایش قرار گرفت. ویژگی‌های شیمیایی کمپوست و ورمی‌کمپوست مورد استفاده نیز در جدول 1 آمده است. اندازه‌گیری ارتفاع و سطح برگ با استفاده خط کش میلی‌متری انجام شد. سطح برگ از حاصلضرب طول \times عرض \times ضریب $0/74$ محاسبه شد (یوشیدا 1981). شاخص کلروفیل برگ با استفاده از دستگاه کلروفیل‌سنج (SPAD-502-Minolta, Japan) و مقادیر کلروفیل a ، b و کل به روش پورا و همکاران (1989) عصاره‌گیری و

T_3 : 20 تن کمپوست زباله شهری در هکتار، T_4 : 20 تن کمپوست زباله شهری در هکتار به همراه نصف T_2 ، T_5 : 40 تن کمپوست زباله شهری در هکتار، T_6 : 40 تن کمپوست زباله شهری در هکتار به همراه نصف T_2 ، T_7 : 20 تن ورمی‌کمپوست زباله شهری در هکتار، T_8 : 20 تن ورمی‌کمپوست زباله شهری در هکتار به همراه T_2 ، T_9 : 40 تن ورمی‌کمپوست زباله شهری در هکتار، T_{10} : 40 تن ورمی‌کمپوست زباله شهری در هکتار به همراه نصف T_2 ، و فاکتور فرعی دوره‌های مصرف کود در دو سطح (3 مرحله متوالی طی سالهای 1385 الی 1387 و 5 مرحله متوالی طی سالهای 1385 الی 1388) بود. برای اجرای این طرح، تیمارهای کودی فوق در مزرعه پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری در 10 کرت به ابعاد 3×4 متری طی سه سال متوالی (85-87) اعمال شدند. در بهار 1388، کرت‌های 3×4 متری به دو قسمت مساوی تقسیم و در یک قسمت کرت‌ها تیمارهای کودی اعمال و در نیمی دیگر تیمارهای کودی مصرف نشدند. سپس در پاییز 1388 جهت کشت گندم و بررسی تأثیر کاربرد سه و پنج دوره متوالی مصرف مقادیر مختلف کمپوست زباله شهری و ورمی‌کمپوست بر روند رشد و جذب عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در مرحله غلاف رفتن گندم، 10 کیلوگرم خاک سطحی هر کرت آزمایشی، به گلدانهای 10 کیلوگرمی منتقل شدند. سپس در آندسته از گلدانهایی که خاک آنها برای چهار دوره متوالی (85 الی 88) تحت تیمارهای کودی بودند، مجدداً تیمارهای کودی اعمال شدند و آندسته از گلدانهایی که خاک آنها تحت اعمال 3 دوره مصرف (85-87) و یک دوره عدم مصرف (بهار 88) تیمارهای کودی بودند، هیچ یک از تیمارهای کودی اعمال نشدند. پس از اعمال تیمارها و مخلوط کردن کودها با خاک، 20 عدد بذر جوانه‌دار گندم لاین N-8118 (*Triticum aestivum line*) در هر گلدان کاشته شد. پس از چهار برگی شدن جوانه‌ها، تعداد گیاهچه‌های هر گلدان به شش بوته تنک شد. در طول دوره رشد گیاه عملیات آبیاری با

سلسیوس در آن، نمونه‌ها آسیاب شدند. غلظت نیتروژن نمونه‌های گیاهی با استفاده از روش میکرو- کج‌دال (پراسد و همکاران 2002)، غلظت فسفر و پتاسیم آن نیز بعد از عصاره‌گیری به روش سوزاندن خشک (لستر و همکاران 1999) بترتیب توسط دستگاه اسپکتروفتومتر و فلیم فتومتر تعیین شد.

نتایج بدست آمده با استفاده از نرم‌افزارهای MSTATC و SPSS مورد تجزیه واریانس قرار گرفته و میانگین داده‌های آزمایشی با آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال 5 درصد مقایسه شدند. جهت ترسیم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

سپس با دستگاه اسپکتروفتومتر (Jenway-England) در دو طول موج 652 و 665/2 نانومتر قرائت شدند. برای محاسبه کلروفیل a و b و کل از فرمولهای زیر استفاده گردید.

$$\text{Chl a} = 16.29 E^{665.2} - 8.54 E^{652} \quad [1]$$

$$\text{Chl b} = 30.66 E^{652} - 13.58 E^{665.2} \quad [2]$$

$$\text{Chl a+b} = 22.12 E^{652} + 2.71 E^{665.2} \quad [3]$$

که در آن Chl a، Chl b، و Chl a+b به ترتیب مقدار کلروفیل a، b و کل بر حسب $\mu\text{g/ml}$ E^{652} و $E^{665.2}$ به ترتیب طول موج 652 و 665/2 بر حسب نانومتر هستند. پس از برداشت نمونه‌های گیاهی، شستشو با آب مقطر و خشک کردن به مدت 48 ساعت با دمای 70 درجه

جدول 1- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، کمپوست زباله شهری و ورمی کمپوست

ورمی کمپوست	کمپوست زباله شهری	خاک	مشخصات نمونه
-	-	رسی سیلتی	بافت
-	-	10/33	شن (%)
-	-	43/33	سیلت (%)
-	-	46/33	رس (%)
-	-	25/2	آهک (%)
8/06	7/41	7/53	pH
2/05	10/19	1/18	هدایت الکتریکی (dS/m)
9/63	22/63	2/14	کربن آلی (%)
0/84	2/03	0/23	نیتروژن کل (%)
6200	4600	14/5	فسفر قابل جذب (mg/kg)
6200	8587/76	270/06	پتاسیم قابل جذب (mg/kg)
9/35	103/94	1/02	روی قابل جذب (mg/kg)
55/24	273/26	58/47	آهن قابل جذب (mg/kg)
28/3	52/41	13/96	منگنز قابل جذب (mg/kg)
3/48	37/52	5/58	مس قابل جذب (mg/kg)

زمانی مصرف آنها و نیز اثرات متقابل بین آنها اثر معنی‌داری بر غلظت نیتروژن برگ از لحاظ آماری نشان نداده است.

نتایج و بحث

غلظت نیتروژن برگ: نتایج جدول 2 بیانگر آن است که مقادیر مختلف مصرف کودهای آلی و معدنی بر غلظت نیتروژن برگ تأثیر معنی‌داری داشت ولی دوره‌های

جدول 2- تجزیه واریانس تأثیر مقادیر و سالهای مصرف کود بر میزان برخی از عناصر پرمصرف برگ پرچم

میانگین مربعات			درجه آزادی	منبع تغییرات
پتاسیم	فسفر	نیتروژن		
0/006	0/000	0/42	3	تکرار
0/022 **	0/004 **	1/201 **	9	فاکتور A (مقادیر مصرف کود)
0/003	0/00	0/175	27	خطای a
0/030 **	0/001 **	0/137 ns	1	فاکتور B (دوره مصرف کود)
0/002 ns	0/00 ns	0/174 ns	9	اثر متقابل A×B
0/003	0/000	0/209	30	خطای b
4/32	6/19	11/36		ضریب تغییرات (%)

**، * و ns بترتیب معنی دار در سطح احتمال 1 درصد، 5 درصد و غیر معنی دار

مرحله غلاف رفتن، با کاربرد 40 تن در هکتار ورمی کمپوست غنی شده با کودشیمیایی به میزان 4/61 درصد بدست آمد که نسبت به شاهد 32/85 درصد افزایش یافته است.

مقایسه میانگینهای اثر اصلی کاربرد کودی مختلف (جدول 3) نشان داد که با افزایش مقادیر کاربرد کمپوست زباله شهری و ورمی کمپوست غلظت نیتروژن برگ افزایش یافته است. بطوریکه بالاترین غلظت آن در

جدول 3- مقایسه میانگین تأثیر مقادیر و دورههای مصرف کودهای آلی و معدنی بر N، P و K برگ در مرحله غلاف رفتن

پتاسیم (%)	فسفر (%)	نیتروژن (%)	تیمارهای کودی
1/19 e	0/13 f	3/47 c	بدون کودشیمیایی و کمپوست (شاهد)
1/22 de	0/14 ef	4/11 ab	کودشیمیایی پایه NPK
1/22 de	0/15 c-e	3/51 c	20 تن کمپوست
1/26 c-e	0/17 c-e	4/14 ab	20 تن کمپوست همراه با نصف کودشیمیایی
1/32 ab	0/19 b	3/59 c	40 تن کمپوست
1/35 a	0/21 a	4/27 ab	40 تن کمپوست همراه با نصف کودشیمیایی
1/22 de	0/15 cd	3/94 bc	20 تن ورمی کمپوست
1/26 cd	0/15 c-e	4/35 ab	20 تن ورمی کمپوست همراه با نصف کودشیمیایی
1/30 a-c	0/16 cd	4/24 ab	40 تن ورمی کمپوست
1/31 a-c	0/17 c	4/61 a	40 تن ورمی کمپوست همراه با نصف کودشیمیایی
1/25 b	0/16 b	3/98 a	3 دوره متوالی طی سالهای 85-87
1/29 a	0/17 a	4/06 a	5 دوره متوالی طی سالهای 85-88

در هر ستون میانگینهای دارای حرف لاتین مشابه تفاوت معنی داری با یکدیگر مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال 5 درصد ندارند.

کشت، مقادیر عناصر غذایی از جمله نیتروژن و فراهمی آن برای گیاهان در ورمی کمپوست بالاتر بود. در واقع به دلیل آزاد سازی تدریجی عناصر غذایی از

ادواردز و نیوهایسر (1998) تأثیر کرمهای خاکی و فضولات آنها را بر رشد گیاهان مورد مطالعه قرار داده و مشاهده کردند که در مقایسه با سایر بسترهای

غذایی خصوصاً فسفر غنی است و از اینرو باعث افزایش فراهمی فسفر در خاک و جذب توسط گیاه می‌شود (قیامتی و همکاران 1388). جیوسکوانی و همکاران (1988) از جمله دلایل افزایش حلالیت فسفر در نتیجه افزودن کمپوست، حضور فسفر زیاد در کمپوست و تشکیل کمپلکس‌های فسفوهمیک بیان کردند که سبب کند شدن فرآیند تثبیت فسفر در خاک شده و می‌تواند بخشی از نیاز گیاه به فسفر را تأمین کند. همچنین نتایج جدول 3 نشان داد که کاربرد 5 دوره متوالی کودها در مقایسه با 3 دوره متوالی توانسته سطح بالاتری از فسفر را در برگ پرچم گندم حاصل کند و سبب افزایشی معادل 6/25 درصدی شد. این امر می‌تواند به علت افزایش تأثیر کمپوستها با گذشت زمان در جهت بهبود وضعیت شیمیایی خاک و عرضه بهتر عناصر غذایی باشد (رسولی و مفتون 1389، مرجوی 1382).

غلظت پتاسیم برگ: نتایج نشان داد که مقادیر و دوره‌های زمانی مختلف مصرف کودهای آلی و معدنی از لحاظ آماری اثر معنی‌داری بر غلظت پتاسیم برگ گیاه گندم در مرحله غلاف‌رفتن داشت ولی اثر متقابل بین آنها معنی‌دار نبود (جدول 2). نتایج مقایسات میانگین اثر اصلی کاربرد مقادیر مختلف کودهای آلی و معدنی بر غلظت پتاسیم برگ در مرحله غلاف‌رفتن گندم نشان داد که بالاترین مقدار آن بر اثر کاربرد 40 تن بر هکتار کمپوست زباله شهری غنی شده با نصف کودشیمیایی پایه به میزان 1/35 درصد بدست آمد که نسبت به تیمار شاهد 13/14 درصد افزایش نشان داده است. ضمناً از لحاظ آماری با مصرف 40 تن بر هکتار کمپوست زباله شهری غنی نشده و 40 تن بر هکتار ورمی‌کمپوست غنی شده و غنی نشده با نصف کودشیمیایی پایه در یک گروه آماری قرار داشت. ضمناً با افزایش مقادیر مصرف هر دو کود آلی از 20 به 40 تن در هکتار غلظت پتاسیم برگ افزایش یافت که این افزایش در کمپوستها بمراتب بیشتر از ورمی‌کمپوستها بوده است. همچنین مشاهده شد که تیمارهای غنی شده این دو کود آلی با

ورمی‌کمپوستها میزان جذب عناصر غذایی از جمله نیتروژن توسط گیاه افزایش می‌یابد (اسکندری و آستارایی 1386). در همین زمینه علیخانی و محمدی (1387) با انجام تحقیقی ابراز داشتند که به علت ویژگی‌های خاص ورمی‌کمپوست از جمله وجود محرکهای رشد در آن، ورمی‌کمپوست توانسته غلظت نیتروژن جذب‌شده در گیاه گوجه فرنگی را نسبت به کمپوست افزایش دهد و عملکرد بالاتری را ایجاد نماید. همچنین نتایج نشان داد که تیمارهای کود آلی همراه با کودشیمیایی توانسته‌اند سطح بالاتری از نیتروژن را نسبت به تیمارهای دارای کود آلی حاصل نمایند (جدول 3). در واقع کمپوست تولید شده از زباله‌های شهری حاوی مقادیر نسبتاً پایینی از عناصر معدنی در مقایسه با کودهای شیمیایی است، در نتیجه مخلوط کمپوست با کودهای شیمیایی به‌عنوان یک منبع مناسب نیتروژن عمل نموده و نیتروژن مورد نیاز دوره‌های مختلف رشد گیاه را فراهم کند (میلاواراپو وزینتی 2009).

غلظت فسفر برگ: تفاوت در مقادیر و دوره‌های زمانی مصرف کودهای آلی و معدنی تأثیر بسیار معنی‌داری بر غلظت فسفر برگ گندم در مرحله غلاف‌رفتن داشت ولی اثر متقابل بین آنها بر این فاکتور معنی‌دار نبود (جدول 2). نتایج مقایسه میانگین‌های اثر اصلی مقادیر مصرف کودهای آلی و معدنی نشان داد که غلظت فسفر گیاه با افزایش مقادیر مصرف کمپوست در خاک، افزایش یافته است ولی بین سطوح مختلف ورمی‌کمپوست تفاوت معنی‌داری در غلظت فسفر برگ مشاهده نشد. بالاترین غلظت فسفر برگ بر اثر کاربرد 40 تن کمپوست زباله شهری غنی شده با نصف کودشیمیایی پایه به‌میزان 0/21 درصد حاصل گردید که نسبت به تیمار شاهد 61/53 درصد افزایش یافته است. همچنین مشاهده شد که تیمارهای غنی شده این دو کود آلی با کودشیمیایی توانسته‌اند سطح بالاتری از فسفر را نسبت به تیمارهای غنی نشده حاصل نمایند (جدول 3). اکثر تحقیقات نشان داده که کمپوست از لحاظ عناصر

مصرف کود از سه مرحله متوالی (85-87) به پنج مرحله متوالی (85-88) غلظت پتاسیم برگ پرچم به میزان 3/2 درصد بیشتر شده است (جدول 3). مشابه این نتایج توسط باتاچاریا و همکاران (2007) نیز گزارش شده است و علت آن احتمالاً مربوط به سهل‌الوصول شدن عناصر مغذی موجود در کمپوست برای گیاه، بر اثر گذشت زمان می‌باشد که سبب می‌گردد تا کمپوست با فازهای فیزیکی و شیمیایی خاک به تعادل برسد (مرجوی 1382).

ارتفاع گیاه: نتایج جدول 4 نشان داد که با تغییر مقادیر مصرف کود، ارتفاع گیاه بطور معنی‌داری تغییر یافت ولی تغییر در دوره‌های مصرف کود و اثرات متقابل بین آنها تأثیر معنی‌داری بر این فاکتور نداشته است.

کودشیمیایی توانسته‌اند سطح بالاتری از پتاسیم را نسبت به تیمارهای غنی نشده‌ها حاصل نمایند (جدول 3). این نتایج با یافته‌های حاصل از تحقیق باتاچاریا و همکاران (2007) راجع به تأثیر کمپوست زباله شهری بر جذب پتاسیم توسط گیاه برنج مطابقت دارد. آنها مقادیر نسبتاً بالای اجزاء مختلف پتاسیم (بخصوص جزء آلی) در کمپوست زباله شهری را علت این افزایش می‌دانند. زالر و همکاران (2007) افزایش فعالیت‌های میکروبی، وجود تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی و افزایش جذب عناصر غذایی نظیر K در تیمار حاوی ورمی‌کمپوست را به عنوان دلایل عمده افزایش غلظت K در مقایسه با تیمار شاهد بیان کردند. همچنین نتایج مقایسه میانگین اثر ساده سالهای مصرف کود بر غلظت پتاسیم برگ حاکی از آن است که با افزایش دوره‌های

جدول 4- تجزیه واریانس تأثیر مقادیر و سالهای مصرف کود بر برخی از ویژگی‌های رشدی گیاه گندم

میانگین مربعات								df	منبع تغییرات
کلروفیل				سطح برگ	تعداد پنجه	ارتفاع گیاه	SPAD		
(a+b)	b	a							
24/878	1/295	0/598	0/547	$1/66 \times 10^5$	0/025	13/005	3	تکرار	
48/860 **	3/486 **	0/481 ns	1/976 **	$1/48 \times 10^5$ **	1/352 **	103/702 **	9	فاکتور A (مقادیر مصرف)	
6/583	0/898	0/412	0/149	$6/05 \times 10^4$	0/217	8/748	27	خطای a	
0/465 ns	4/986 **	1/411 ns	3/975 **	$4/86 \times 10^3$ ns	$2/5 \times 10^{-6}$ ns	4/329 ns	1	فاکتور B (دوره مصرف)	
3/523 ns	0/778 ns	0/492 ns	0/172 ns	$1/05 \times 10^5$ **	0/407 ns	31/653 ns	9	اثر متقابل A×B	
9/638	0/535	0/434	0/91	$3/95 \times 10^4$	0/249	16/197	30	خطای b	
5/91	10/35	18/35	27/8	14/18	17	6/81		ضریب تغییرات (%)	

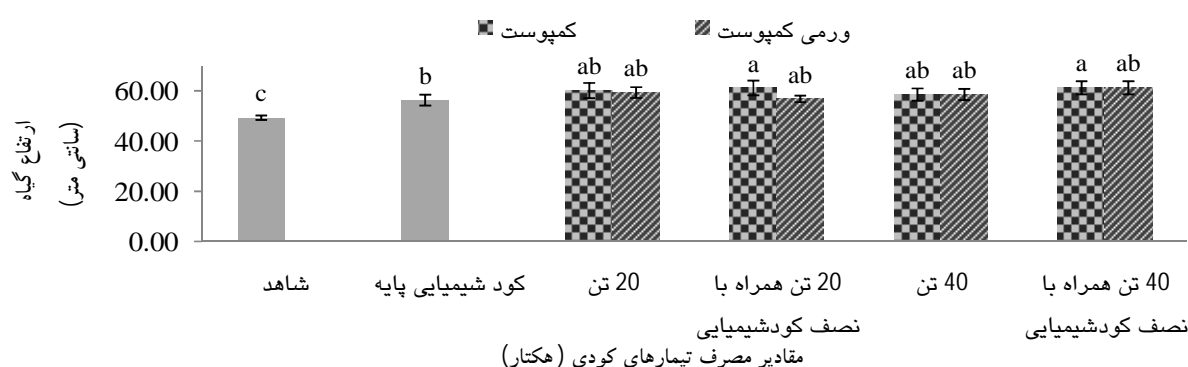
ns و *، ** بترتیب معنی‌دار در سطح احتمال 1 درصد، 5 درصد و غیر معنی‌دار

حاصل شد که نسبت به تیمار شاهد 24 درصد افزایش نشان داده است و از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با سایر مقادیر مصرف کمپوست و ورمی‌کمپوست در خاک، نشان نداد. بنابراین استفاده از کمپوست و ورمی‌کمپوست ارتفاع گیاه را نسبت به شاهد و

بر اثر کاربرد دو کود آلی کمپوست زباله شهری و ورمی‌کمپوست غنی نشده و غنی شده با کودشیمیایی در خاک، بترتیب بیشترین و کمترین ارتفاع گیاه بر اثر کاربرد 40 تن بر هکتار کمپوست غنی‌شده با کودشیمیایی و شاهد بمیزان 61/25 و 49/33 سانتی‌متر

ارتفاع گندم بر اثر مصرف 100 درصد کمپوست حاصل شد و علت آن را افزایش کارایی گیاه در مصرف آب و رهاسازی عناصر غذایی بر اثر مصرف کمپوست می‌دانند. همچنین کاویسا و سابرامانیا (2007) بیان کردند که به دلیل بالا بودن سطح عناصر غذایی در کمپوست، عناصر غذایی دائماً به فرم قابل جذب برای گیاه هستند و از این رو دیده شد که با مصرف کمپوست ارتفاع گیاه برنج افزایش یافته است.

کودشیمیایی افزایش داده است (شکل 1). در همین ارتباط درزی و همکاران (1388) با تحقیقی روی گیاه رازیانه مشاهده کردند که افزایش مقادیر مصرف ورمی کمپوست از طریق تأثیر بر قدرت جذب، نگهداری و فراهم کردن رطوبت و عناصر غذایی توانسته بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه نظیر ارتفاع، وزن هزار دانه و بیوماس اثر بگذارد که با یافته های کوماوات و همکاران (2006) روی گیاه جو نیز مطابقت دارد. کاظمینی و همکاران (1387) با مصرف 2 نوع پسمان گیاهی و کمپوست در خاک گزارش کردند که بالاترین



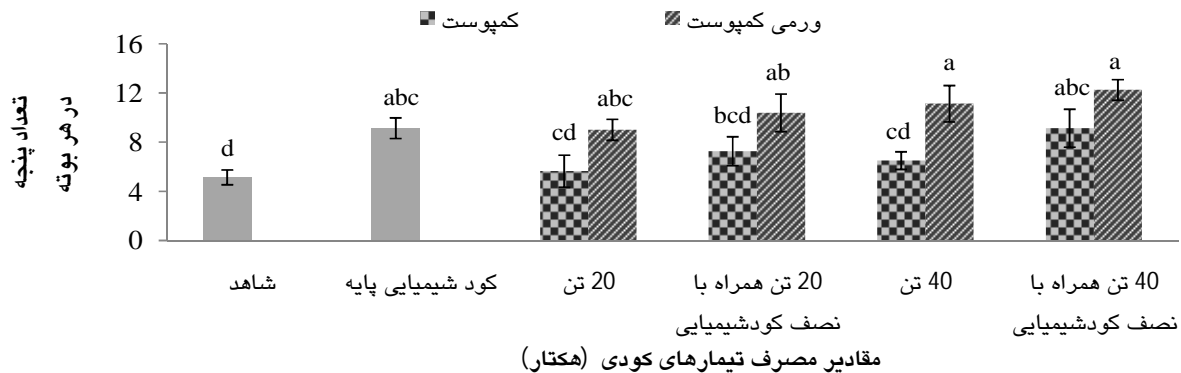
شکل 1- مقایسه میانگین‌های اثر مقادیر مختلف کودهای آلی و معدنی بر ارتفاع گندم در مرحله غلاف‌رفتن

میانگین‌های دارای حرف لاتین مشابه تفاوت معنی‌داری با یکدیگر مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال 5 درصد ندارند.

هکتار، عملکرد و اجزای عملکرد جو افزایش یافته است. آنها علت این امر را افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌های مفید خاک و عرضه مداوم و پایدار عناصر معدنی بویژه نیتروژن به گیاه بر اثر افزودن ورمی کمپوست بیان کردند.

سطح برگ گیاه: با استناد به نتایج بدست آمده در جدول 4 بین مقادیر مختلف کاربرد کودهای آلی و معدنی در خاک تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری بر سطح برگ گندم مشاهده شد ولی دوره‌های زمانی مصرف کودها اثر معنی‌داری بر سطح برگ گندم در این مرحله از رشد نگذاشت. همچنین اثرات متقابل بین مقادیر و زمانهای مصرف کود بر این فاکتور از لحاظ آماری معنی‌دار شد.

تعداد پنجه: نتایج جدول 4 نشان داد که با تغییر مقادیر مصرف کود، تعداد پنجه‌های گندم بطور معنی‌داری تغییر یافت ولی تغییر در دوره‌های مصرف کود و اثرات متقابل بین آنها تأثیر معنی‌داری بر تعداد پنجه‌ها نداشته است. با توجه به شکل 2، بیشترین تعداد پنجه با مصرف 40 تن در هکتار ورمی کمپوست غنی شده با کودشیمیایی به میزان 3/5 عدد در هر بوته بدست آمد که نسبت به تیمار شاهد 52 درصد افزایش یافته است. ضمناً با سایر مقادیر مصرف ورمی کمپوست و 40 تن بر هکتار کمپوست غنی شده و کودشیمیایی (CF) در یک گروه آماری قرار دارد. در همین ارتباط روی و سینگ (2006) در آزمایشی تحت شرایط گلخانه‌ای مشاهده کردند که با کاربرد 10 تن ورمی کمپوست در



شکل 2- مقایسه میانگین‌های اثر مقادیر مختلف کودهای آلی و معدنی بر تعداد پنبه در هر بوته گندم در مرحله غلاف‌رفتن میانگین‌های دارای حرف لاتین مشابه تفاوت معنی‌داری با یکدیگر مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال 5 درصد ندارند.

جدول 5- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل مقادیر و دوره‌های مصرف کودهای آلی و معدنی بر سطح برگ پرچم گندم* (cm^2)

دوره‌های زمانی مصرف		تیمارهای کودی (در هکتار)
3 دوره متوالی (سالهای 85-87)	5 دوره متوالی (سالهای 85-88)	
1121 c	1121c	بدون کود شیمیایی و کمپوست (شاهد)
1154 c	1442 a-c	کود شیمیایی پایه NPK
1399 a-c	1419 a-c	20 تن کمپوست غنی نشده
1587 a	1675 a	20 تن کمپوست غنی شده با نصف کود شیمیایی
1386 a-c	1399 a-c	40 تن کمپوست غنی نشده
1442 a-c	1495 ab	40 تن کمپوست غنی شده با نصف کود شیمیایی
1235 bc	1413 a-c	20 تن ورمی کمپوست غنی نشده
1238 bc	1628 a	20 تن ورمی کمپوست غنی شده با نصف کود شیمیایی
1241 bc	1610 a	40 تن ورمی کمپوست غنی نشده
1396 a-c	1637 a	40 تن ورمی کمپوست غنی شده با نصف کود شیمیایی

در هر ستون و ردیف میانگین‌های دارای حرف لاتین مشابه تفاوت معنی‌داری با یکدیگر مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال 5 درصد ندارند.
* سطح برگ = مجموع سطح بر گهای 2 بوته از 6 بوته گندم در هر گلدان

دوره متوالی 40 تن بر هکتار ورمی کمپوست غنی نشده، 5 دوره متوالی 20 و 40 تن بر هکتار ورمی کمپوست غنی شده با کود شیمیایی قرار دارد. همچنین از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با سایر مقادیر کاربرد ورمی کمپوست و کود شیمیایی پایه ندارد (جدول 5).

نتایج جدول 5 نشان داد که بیشترین مقدار آن با کاربرد 5 دوره متوالی 20 تن بر هکتار کمپوست غنی شده با کود شیمیایی (1675 cm^2) بدست آمد که نسبت به شاهد 49/42 درصد افزایش یافت و نیز در یک سطح آماری مشابه با کاربرد 3 دوره متوالی همین تیمار، 5

یک از صفات فوق معنی‌دار نشده است. نتایج مقایسه میانگین اثر اصلی کاربرد کودهای آلی و معدنی بر گندم، نشان داد که بالاترین مقدار کلروفیل a در برگ پرچم با کاربرد 40 تن در هکتار ورمی‌کمپوست غنی شده به میزان $3/97 \mu\text{g/ml}$ حاصل شد که نسبت به تیمار شاهد 47/6 درصد افزایش یافت. ضمناً در یک گروه آماری مشابه با تیمارهای 40 تن بر هکتار ورمی‌کمپوست غنی نشده، 20 تن در هکتار ورمی‌کمپوست غنی شده، 40 تن در هکتار کمپوست غنی شده با کودشیمیایی و کودشیمیایی پایه قرار داشت (جدول 6).

اسکات (1998) گزارش کرده است که با افزودن 20 درصد حجمی ورمی‌کمپوست به بستر کشت، سطح برگ و وزن خشک گوجه فرنگی 40 درصد افزایش یافت.

شاخص کلروفیل برگ، کلروفیل a، b و کل برگ پرچم در مرحله غلاف‌رفتن: نتایج جدول 4 نشان داده است که کاربرد مقادیر مختلف کودهای آلی و معدنی تأثیر معنی‌داری بر شاخص کلروفیل برگ، کلروفیل a و کلروفیل کل (a+b) داشته است و تفاوت در دوره‌های زمانی مصرف تیمارهای کودی فقط کلروفیل a و کل را بطور معنی‌داری تحت تأثیر قرار داد. همچنین اثرات متقابل بین تیمارهای کودی و زمان کاربرد آنها بر هیچ

جدول 6- مقایسه میانگین‌های اثر ساده مقادیر و دوره‌های مصرف کودهای آلی و معدنی بر کلروفیل a، a+b و شاخص کلروفیل برگ پرچم

شاخص کلروفیل برگ با SPAD	کلروفیل a+b ($\mu\text{g/ml}$)	کلروفیل a ($\mu\text{g/ml}$)	تیمارهای کودی
48/7 d	6/19 e	2/69 d	بدون کودشیمیایی و کمپوست (شاهد) کود شیمیایی پایه NPK 20 تن کمپوست غنی نشده 20 تن کمپوست غنی شده با نصف کود شیمیایی 40 تن کمپوست غنی نشده 40 تن کمپوست غنی شده با نصف کود شیمیایی 20 تن ورمی‌کمپوست غنی نشده 20 تن ورمی‌کمپوست غنی شده با نصف کود شیمیایی 40 تن ورمی‌کمپوست غنی نشده 40 تن ورمی‌کمپوست غنی شده با نصف کود شیمیایی
53/7 a-c	7/5 a-c	3/65 ab	
48/8 d	6/2 e	2/82 d	
51/8 b-d	6/83 c-e	3/46 bc	
50/8 cd	6/76 c-e	3/25 c	
53/4 a-c	8/19 a	3/93 a	
52/8 a-c	6/56 de	2/87 d	
55/1 ab	7/44 a-c	3/71 ab	
54/4 ab	7/3 b-d	3/96 a	
55/7 a	7/67 ab	3/97 a	
52/4 a	6/82 b	3/21 b	3 دوره متوالی طی سالهای 85-87
52/6 a	7/32 a	3/65 a	5 دوره متوالی طی سالهای 85-88

در هر ستون میانگین‌های دارای حرف لاتین مشابه تفاوت معنی‌داری با یکدیگر مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال 5 درصد ندارند.

شیمیایی و شاهد بدست آمد. ضمناً تیمار حداکثر با تیمارهای 20 و 40 تن در هکتار ورمی‌کمپوست غنی شده در یک سطح آماری قرار گرفت. همچنین بیشترین شاخص کلروفیل برگ (SPAD) در تیمار 40 تن در

از طرف دیگر تیمارهای کودی مختلف تأثیر معنی‌داری بر مقدار کلروفیل b برگ نداشتند (جدول 4). اما بالاترین و کمترین مقدار کلروفیل کل (a+b) برگ بترتیب با کاربرد 40 تن بر هکتار کمپوست غنی شده با کود

نتیجه‌گیری کلی

کاربرد دو کود آلی کمپوست زباله شهری و ورمی‌کمپوست بدلیل دارا بودن مقادیر بالایی از عناصر غذایی قابل‌دسترس، سبب افزایش غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم برگ و ویژگی‌های رشدی گندم در مرحله غلاف‌رفتن شدند. بطوریکه از بین این دو کود آلی، کمپوست زباله شهری تأثیر بیشتری نسبت به تیمارهای ورمی‌کمپوست در افزایش غلظت فسفر و پتاسیم برگ پرچم داشته است. در مقابل استفاده از مقادیر مختلف ورمی‌کمپوست بتنهایی و یا همراه با نصف کودشیمیایی اثرات بهتری روی افزایش جذب نیتروژن و ویژگی‌های رشدی گندم گذاشته‌اند که می‌تواند به دلیل وجود افزایش‌دهنده‌های رشد موجود در ورمی‌کمپوست و عرضه مداوم و پایدار عناصر غذایی خصوصاً نیتروژن به گیاه باشد. ضمناً با افزایش دوره‌های کاربرد این دو کود آلی از 3 به 5 دوره متوالی به دلیل عرضه پایدار عناصر غذایی، مقادیر کلروفیل a، کلروفیل کل، غلظت فسفر، پتاسیم و میزان سطح برگ پرچم افزایش نشان داد. با توجه به اینکه استفاده از کمپوست زباله شهری نسبت به ورمی‌کمپوست از لحاظ اقتصادی مقرون به‌صرفه‌تر است، جهت بهبود ویژگی‌های رشدی و افزایش سطح نیتروژن، فسفر و پتاسیم گندم، میتوان کاربرد 5 دوره متوالی 40 تن در هکتار کمپوست زباله شهری همراه با نصف کودشیمیایی پایه را پیشنهاد نمود.

هکتار ورمی‌کمپوست غنی شده با کود شیمیایی مشاهده شد که نسبت به شاهد 14/37 درصد افزایش نشان داد و با سایر مقادیر مصرف ورمی‌کمپوست و تیمار 40 تن در هکتار کمپوست غنی شده با کودشیمیایی از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول 6). افزایش جذب نیتروژن توسط ریشه‌ها منجر به افزایش رشد رویشی و تولید برگهای بیشتر می‌شود. افزایش تعداد برگها به منزله افزایش سطح جذب نوری و سطح فتوسنتزی گیاه است. با افزایش میزان جذب نور و فتوسنتز، مواد هیدروکربنی بیشتری در برگهای گندم ساخته می‌شود. افزایش مواد هیدروکربنی موجب افزایش معنی‌دار خواص کمی و کیفی گندم مانند کلروفیل a، b و کلروفیل کل برگها و مقدار محتوی کلروفیل برگ می‌شود. که مشابه این نتایج توسط صدقی مقدم و میرزایی (1387) در کودحلوایی دیده شد. با استناد به نتایج اثر ساده دوره‌های زمانی مصرف کودهای آلی و معدنی در گندم، کاربرد 5 دوره متوالی تیمارهای کودی مورد بحث توانسته سطح بالاتری از کلروفیل برگ را نسبت به کاربرد 3 دوره متوالی آنها حاصل نماید که این تفاوت در مقدار کلروفیل a و کل مشهود است (جدول 6).

منابع مورد استفاده

آستارایی ع ر، 1385. تأثیر کمپوست زباله شهری و ورمی‌کمپوست بر اجزای عملکرد و عملکرد اسفرزه (*Plantago Ovata*). فصلنامه علمی - پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، جلد 22، شماره 3. صفحه‌های 180 تا 187.

آوان ا، بیک ع، حسینیان م، آوان ا، میر حافظ ر و فارسی م، 1387. افزایش germination و هیپوکوتیل گیاهان با تأثیر عصاره ورمی‌کمپوست. مجموعه مقالات همایش نهال و بذر. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان.

- اسکندری م و آستارایی ع ر، 1386. تأثیر موادآلی مختلف بر خصوصیات رشدی و وزن کل زیست توده و دانه گیاه نخود. مجله پژوهشهای زراعی ایران، جلد پنجم، شماره 1. صفحه‌های 19 تا 27.
- امین ح، جمالی م، خوگر ز، دستفال م و صلح جوع الف، 1383. اصول کاشت، داشت و برداشت گندم آبی. نشر آموزش کشاورزی، چاپ اول. صفحه‌های 1 تا 95.
- پرورش ع و شاهمنصوری م، 1373. تهیه کودآلی کمپوست (ترجمه). نشر پرسش. صفحه‌های 1 تا 312.
- خوشگفتارمنش ا ح و کلباسی م، 1381. اثر باقیمانده شیرابه زباله بر ویژگی‌های خاک و رشد عملکرد گندم. مجله علوم و فنون کشاورزی، شماره 3. صفحه‌های 141 تا 148.
- داوری نژاد غ، حق نیا غ، شهبازی ح و محمدیان ر، 1381. تأثیر کمپوست و دامی در تولید چغندر قند. مجله علوم و صنایع کشاورزی، جلد 16، شماره 2. صفحه‌های 75 تا 84.
- درزی م ت، قلاوند الف و رجالی ف، 1388. تأثیر مصرف کودهای بیولوژیک بر روی جذب عناصر K، P، N و عملکرد دانه در گیاه دارویی رازیانه (*Foeniculum Vulgare Mill.*). فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، جلد 25، شماره 1. صفحه‌های 1 تا 19.
- رسولی ف و مفتون م، 1389. اثر باقیمانده دو ماده آلی با و یا بدون نیتروژن بر رشد و ترکیب شیمیائی گندم و برخی خصوصیات شیمیایی خاک. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد 24، شماره 2. صفحه‌های 262 تا 273.
- صدقی مقدم م و میرزایی م، 1387. بررسی اثر کمپوست زباله شهری بر روی برخی خصوصیات کمی و کیفی کدو حلوائی (*Cucurbita Moschata Duch. Ex Poir.*). صفحه‌های 1 تا 7. سومین کنگره ملی بازیافت و استفاده از منابع آلی تجدید شونده در کشاورزی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان، اصفهان.
- علیخانی ح ع و محمدی ل، 1387. مقایسه خصوصیات فیزیکی-شیمیایی ورمی‌کمپوست و کمپوست سرد و تأثیر کاربرد آنها بر شاخص‌های رشد گوجه فرنگی. مجله علوم کشاورزی ایران، دوره 39، شماره 1. صفحه‌های 201 تا 207.
- قیامتی گ، آستارایی ع ر و زمانی غ ر، 1388. تأثیر کمپوست زباله شهری و گوگرد بر عملکرد چغندر قند و خصوصیات شیمیایی خاک. مجله پژوهشهای زراعی ایران، جلد 7، شماره 1. صفحه‌های 153 تا 162.
- کاظمینی س ع الف ر، غدیری ح، کریمیان ن، کامگار حقیقی ع الف و خردنام م، 1387. اثر برهمکنش نیتروژن و موادآلی بر رشد و عملکرد گندم دیم. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال 12، شماره 45 (ب). صفحه‌های 461 تا 472.
- مرجوی ع ر، 1382. بررسی اثرات کمپوست شهری بر عملکرد چغندر قند و گندم و خصوصیات شیمیایی خاک. مجله علوم خاک و آب، جلد 17، شماره 1. صفحه‌های 19 تا 28.

- میرزاشاهی ک و کیانی ش، 1387. تأثیر کمپوست کود گوسفندی بر میزان مصرف کودهای شیمیایی در زراعت ذرت دانه ای. مجله پژوهش در علوم کشاورزی، جلد 4، شماره 2. صفحه‌های 174 تا 186.
- یقین ش، اردلان م، شرفا م و علیخانی ح، 1388. تأثیر کمپوست و ورمی‌کمپوست در افزایش جذب عناصر میکرو و کاهش مصرف کودهای شیمیایی. علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره 11، شماره 4. صفحه‌های 1 تا 11.
- Achiba WB, Gabteni N, Lakhdar A, Laing GD, Verloo M, Jedidi N and Gallali T, 2009. Effects of 5-year application of municipal solid waste compost on the distribution and mobility of heavy metals in a Tunisian calcareous soil. *Agriculture Ecosystems and Environment* 130: 156–163.
- Atiyeh RM, Edwards CA, Subler S and Metzger JD, 2001. Pig manure vermicompost as a component of a horticultural bedding plant medium: effects on physicochemical properties and plant growth. *Bioresource Technology* 78(1): 11-20
- Bhattacharyya P, Chakrabarti K, Chakraborty A, Nayak DC, Tripathy S and Powell MA, 2007. Municipal waste compost as an alternative to cattle manure for supplying potassium to lowland rice. *Chemosphere* 66: 1789–1793.
- Cala V, Cases MA and Walter I, 2005. Biomass production and heavy metal content of *Rosmarinus officinalis* growth on organic waste-amended soil. *Journal of Arid Environments* 62: 401-412.
- Chaoui HI, Zibilske LM and Ohno T, 2003. Effects of earthworm casts and compost on soil microbial activity and plant nutrient availability. *Soil Biology and Biochemistry* 35: 295-302.
- Edwards CA and Neuhauser EF, 1998. Earthworm in Waste and Environmental Management. Earthworm Casting as Plant Growth Media. The Hague, the Netherlands: SPB Academic Publishing.
- Erhart E, Hartl W and Putz B, 2005. Biowaste compost affects yield, nitrogen supply during the vegetation period and crop quality of agricultural crops. *European Journal Agronomy* 23: 305–314.
- Giusquiani PL, arucchini CM and Businelli M, 1988. Chemical properties of soils amended with compost of urban waste. *Plant and Soil* 109: 73-78.
- Hargreaves JC, Adl MS and Warman PR, 2008. A review of the use of composted municipal solid waste in agriculture. *Agriculture Ecosystems and Environment* 123: 1–14.
- Jeybal H and Kupposwany G, 2001. Recycling of organic wastes for the production of vermicompost and its response in rice-legume cropping system and soil fertility. *European Journal of Agronomy* 15: 153-170.
- Kavitha R and Subramanian P, 2007. Effect of enriched municipal solid waste compost application on growth, plant nutrient uptake and yield of rice. *Journal Agronomy* 6: 586-592.
- Kumawat PD, Jat NL and Yadavi SS, 2006. Effect of organic manure and nitrogen fertilization on growth, yield and economics of barely (*Hordeum vulgare*). *Indian Journal of Agricultural Sciences* 76: 226-229.
- Lester JN and Birkett JW, 1999. Microbiology and chemistry for environmental scientist and engineers. 2nd edition, London and New York. 386 pages.

- Mkhabela MS and Warman PR, 2005. The influence of municipal solid waste compost on yield, soil phosphorus availability and uptake by two vegetable crops grown in a Pug wash sandy loam soil in Nova Scotia. *Agriculture Ecosystems and Environment* 106: 57–67.
- Mylavarapu RS and Zinati GM, 2009. Improvement of soil properties using compost for optimum parsley production in sandy soils. *Scientia Horticulturae* 120: 426–430.
- Porra RJ, Thampson WA and Kriedemann PE, 1989. Determination of accurate extinction coefficients and simultaneous equations for assaying chlorophylls a and b extracted with four different solvents: verification of the concentration of chlorophyll standards by atomic absorption spectrometry. *Photosynthesis Research* 975: 384-394.
- Prasad PVV, Satyanarayana V, Murthy VRK and Boote KJ, 2002. Maximizing yields in rice-groundnut cropping sequence through integrated nutrient management. *Field Crops Research* 75: 9-12.
- Roppongi K, 1993. Residual effects of rice straw compost after continuous application to upland alluvial soil. *Japanese Soil Science Plant Nutrition* 64: 417-422.
- Ros M, Pascual JA, Garcia C, Hernandez MT and Insam H, 2006. Hydrolase activities, microbial biomass and bacterial community in a soil after long-term amendment with different composts. *Soil Biology and Biochemistry* 38 (12): 3443-3452.
- Roy DK and Singh BP, 2006. Effect of level and time of nitrogen application with and without vermicompost on yield, yield attributes and quality of malt barely (*Hordeum vulgare*). *Indian Journal of Agronomy* 51: 40-42.
- Scott MA, 1988. The use of worm -digested animal wastes as a supplement to peat in leas composts for hardy nursery stocks. pp. 221-229. In: Edwards CA and Neuhayser E (eds). *Earthworm in Waste and Environmental Management*. SPB Academic Press, Netherlands.
- Soumaree M, Tack FMG and Verloo MG, 2003. Effects of a municipal solid waste compost and mineral Fertilization on plant growth in two tropical agricultural soils of Mali. *Bioresource Technology* 86:15–20.
- Warman PR, Burnham JC and Eaton LJ, 2009. Effects of repeated applications of municipal solid waste compost and fertilizers to three lowbush blueberry fields. *Scientia Horticulturae* 122: 393–398.
- Yassen AA, Khaled SM and Sahar MZ, 2010. Response of wheat to different rates and ratios of organic residues on yield and chemical composition under two types of soil. *Journal of American Science* 6 (12): 858-864.\
- Yoshida S, 1981. *Fundamentals of Rice Crop Science*. International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines.
- Zaller JG, 2007. Vermicompost as a substitute for peat in potting media: Effects on germination, biomass allocation, yields and fruit quality of three tomato varieties. *Scientia Horticulturae* 112: 191-199.