

تأثیر کاربرد ۳ و ۵ دوره متوالی کمپوست زباله شهری بر میزان عناصر کم مصرف در اندام هوایی و دانه گندم

اکرم احمدپور سفید کوهی^۱، مهدی قاجار سپانلو^۲ و محمدعلی بهمنیار^۳

- ۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی ساری
- ۲- دانشیار دانشکده علوم زراعی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی ساری
- ۳- دانشیار دانشکده علوم زراعی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی ساری

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۲/۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۷/۴

چکیده

به منظور بررسی تأثیر کاربرد متوالی ۳ و ۵ دوره کمپوست زباله شهری با و بدون کود شیمیایی NPK بر میزان عناصر کم مصرف جذب شده توسط اندام‌های مختلف گندم، آزمایشی با طرح بلوک کامل تصادفی در قالب اسپلیت پلات در ۴ تکرار به صورت گلدانی در سال زراعی ۱۳۸۸ اجرا گردید. در این طرح فاکتور اصلی ۶ سطح کودی شامل: شاهد (بدون مصرف کمپوست و کود شیمیایی)، کود شیمیایی طبق آزمون خاک (۲۰۰ کیلوگرم اوره، ۱۵۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل و ۱۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار) و ۴ سطح کمپوست زباله شهری (۲۰ و ۴۰ تن در هکتار بدون کود شیمیایی و همراه با نصف کود شیمیایی مورد نیاز خاک) و فاکتور فرعی کاربرد ۳ و ۵ دوره متوالی می‌باشد. نتایج نشان داد که با افزایش مقدار و دوره‌های مصرف کمپوست زباله شهری، غلظت روی و منگنز جذب شده در برگ پرچم و اندام هوایی گندم افزایش یافت که بالاترین میزان آن‌ها با مصرف ۵ دوره متوالی ۴۰ تن کمپوست غنی شده با نصف کود شیمیایی پایه به دست آمد. همچنین با افزایش مقدار مصرف کمپوست، غلظت آهن برگ پرچم افزایش یافت. در دانه گندم نیز، بالاترین غلظت روی، آهن و منگنز با کاربرد ۵ دوره متوالی ۴۰ تن کمپوست غنی شده با نصف کود شیمیایی پایه در خاک حاصل شد. ضمناً، با افزایش مقدار مصرف کمپوست زباله شهری در خاک، مقدار جذب مس توسط برگ پرچم، اندام هوایی و دانه گندم افزایش یافت و اثر دفعات مصرف کمپوست فقط در دانه گندم دیده شد.

کلید واژه‌ها: کمپوست زباله شهری، دوره های مصرف کود، عناصر کم مصرف و گندم

مقدمه

میل به سوی مصرف دامی و در کشورهای در حال توسعه بیش تر به مصرف خوراک انسان می‌رسد که در ایران نان حاصل از گندم مهم ترین منبع غذای روزانه مردم است (مجنون حسینی، ۱۳۸۵).

تغذیه گیاه گندم عامل مهم در تعیین عملکرد و سود دهی محصول می‌باشد. عرضه کافی و متعادل عناصر غذایی برای دستیابی به حداکثر تولید ضروری است.

گندم جزء مهم ترین گیاهان زراعی جهان به ویژه در کشورهای در حال توسعه به شمار می‌آید که از نظر ارزش غذایی با سایر غلات قابل رقابت می‌باشد. به طور کلی حدود ۷۵ درصد گندم جهان به مصرف خوراک انسان، ۱۵ درصد به مصرف خوراک دام و ۱۰ درصد بقیه برای مصارف بذری مورد استفاده قرار می‌گیرد. مصرف سرانه گندم در کشورهای توسعه یافته

بودن آنها در بهبود شرایط فیزیکی، شیمیایی و حاصل خیزی خاک هاست (هارگریوز و همکاران^۱، ۲۰۰۸). چریف و همکاران^۲ (۲۰۰۹) با کاربرد ۴۰ و ۸۰ تن کمپوست زباله شهری و تلفیقی با کود شیمیایی بعد از ۵ سال متوالی در یک خاک آهکی دریافتند که مصرف کمپوست توانسته میزان دو عنصر روی و مس جذب شده توسط دانه گندم را نسبت به تیمار شاهد و کود شیمیایی افزایش دهد؛ همچنین با مصرف ۱۶ سال متوالی کمپوست بقایای گیاهی و کودهای شیمیایی مختلف در خاک تحت کشت گندم و ذرت دیده شد که با مصرف کمپوست غلظت مس و روی کاه و کلش گندم بیشتر از تیمار کود شیمیایی گردید (لی و همکاران^۳، ۲۰۰۷). ضمناً ژانگ و همکاران^۴ (۲۰۰۰) مشاهده کردند که کاربرد کمپوست، غلظت روی و مس را در گندم و جو افزایش داده است؛ ولی همبستگی بین غلظت این عناصر در برگ و دانه دیده نشده است. رسولی و مفتون (۱۳۸۹) نیز با بررسی اثر باقی مانده کمپوست زباله شهری در کشت برنج-گندم دریافتند که استفاده از کمپوست زباله شهری غلظت روی شاخساره‌های گندم را نسبت به شاهد افزایش داد.

وی و لیو^۵ (۲۰۰۵) در تحقیقی دیگر دریافتند که کاربرد کمپوست، سبب افزایش غلظت مس و روی برگ و دانه جو می‌شود و بیان کردند که عنصر روی در برگ گیاه تجمع می‌یابد و ضمناً در گیاه تجمع روی بیشتر از مس است؛ بعلاوه با افزایش مقدار کمپوست افزوده شده به خاک، افزایش غلظت روی برگ زغال اخته در مقایسه با تیمار شاهد و کود شیمیایی مشاهده گردید (وارمن و همکاران^۶، ۲۰۰۹)؛ همچنین گزارش شده است که کاربرد کمپوست زباله شهری، غلظت روی و آهن جذب شده توسط ریشه، ساقه و دانه سویا را

دستیابی به عملکرد بالا با کیفیت عالی ممکن است در اثر کمبود ریز مغذی‌ها محدود گردد؛ زیرا ریز مغذی‌ها نقش مهمی در بالا بردن اثرات عناصر اصلی جذب شده توسط گیاه دارند. جذب عناصر غذایی در مراحل پنجه‌زنی و ساقه رفتن گندم بسیار شدید است و عرضه عناصر غذایی کافی به گندم در این مراحل نمو، اهمیت خیلی زیادی دارد (امین و همکاران، ۱۳۸۳).

با افزایش جمعیت و به دنبال آن افزایش تقاضا برای مواد غذایی می‌توان از مواد زاید تولید شده به منظور بالا بردن عملکرد محصولات کشاورزی استفاده نمود (پرورش و شاه منصور، ۱۳۷۳). امروزه از مواد زاید شهری در تهران، اصفهان و سایر شهرهای بزرگ کمپوست تهیه می‌شود (صدقی مقدم و میرزایی، ۱۳۸۷). این ضایعات شهری کمپوست شده دارای عناصر کم مصرف بوده که می‌تواند مورد استفاده گیاه قرار بگیرد (قیامتی و همکاران، ۱۳۸۸)؛ همچنین هنگامی که کمپوست به خاک افزوده می‌گردد، در اثر ایجاد تغییراتی در خصوصیات شیمیایی خاک، حلالیت عناصر کم مصرف را افزایش می‌یابد که منجر به جذب بیشتر این عناصر توسط گیاه می‌گردد (ملکوتی، ۱۳۷۹). با توجه به قلیایی بودن بیش تر خاک‌های ایران و عدم دسترسی کافی گیاهان به بیش تر عناصر غذایی در این شرایط، استفاده از کمپوست‌ها به علت وجود اسیدهای آلی و معدنی در آن، نقش مهمی در کاهش pH خاک و افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی خصوصاً ریز مغذی‌ها توسط گیاه دارد (قیامتی و همکاران، ۱۳۸۸). از طرفی دیگر حاصل تجزیه ماده آلی در خاک مولکول‌های آلی با اندازه‌های متفاوت است که به صورت فرآورده‌های جانبی در خاک باقی می‌ماند و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک را تحت تأثیر قرار م دهد (رسولی و مفتون، ۱۳۸۹).

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 مفید

1- Hargreaves *et al.*2- Cherif *et al.*3- Li *et al.*4- Zhang *et al.*

5- Wei and Liu

6- Warman *et al.*

خاک (۲۰۰ کیلوگرم اوره، ۱۵۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل و ۱۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار)، T₂: ۲۰ تن کمپوست زباله شهری در هکتار، T₃: ۲۰ تن کمپوست زباله شهری در هکتار غنی شده با نصف T₁، T₄: ۴۰ تن کمپوست زباله شهری در هکتار، T₅: ۴۰ تن کمپوست زباله شهری در هکتار غنی شده با نصف T₁ و فاکتور فرعی دوره های مصرف کود در ۲ سطح (۳ مرحله متوالی طی سالهای ۱۳۸۵ الی ۱۳۸۷ و ۵ مرحله متوالی طی سالهای ۱۳۸۵ الی ۱۳۸۸) بود. برای اجرای این طرح، تیمارهای کودی فوق در مزرعه پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری در ۶ کرت به ابعاد ۳×۴ متری طی ۳ سال متوالی (۸۷-۸۵) اعمال شدند. در بهار ۱۳۸۸، کرت‌های ۳×۴ 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 ۱۳۸۸ جهت کشت گندم و بررسی تأثیر کاربرد ۳ و ۵ دوره متوالی مصرف مقادیر مختلف کمپوست زباله شهری بر روند جذب عناصر میکرو در گیاه گندم، ۱۰ کیلوگرم خاک سطحی هر کرت آزمایشی، به گلدان‌های ۱۰ کیلوگرمی منتقل شدند و سپس در آن‌دسته از گلدان‌هایی که خاک آنها برای ۴ دوره متوالی (۸۵ الی بهار ۸۸) تحت تیمارهای کودی بودند، مجدداً تیمارهای کودی اعمال شدند و آن‌دسته از گلدان‌هایی که خاک آنها تحت اعمال ۳ دوره مصرف (۸۷-۸۵) و ۱ دوره عدم مصرف (بهار ۸۸) تیمارهای کودی بودند، هیچ یک از تیمارهای کودی اعمال نشدند. پس از اعمال تیمارها و مخلوط کردن کودها با خاک، ۲۰ عدد بذر جوانه دار گندم رقم N-81-18 در هر گلدان کاشته شد. پس از سبز شدن بذرها، تعداد گیاهچه‌های هر گلدان به ۶ بوته تنک شد. در طول دوره رشد گیاه عملیات آبیاری با توجه به نیاز آبی و دوره رشد گیاه انجام گرفت. قبل از خوشه دهی، (برگ پرچم) و پس از رسیدگی فیزیولوژیک گیاه گندم، (دانه و کل اندام هوایی) جهت انجام آنالیزهای مورد نظر نمونه

افزایش داده است که می‌تواند به علت حضور ترکیبات آلی در اثر افزودن کمپوست در خاک باشد (محمود آبادی و همکاران^۱، ۲۰۱۰) نتایج مشابهی نیز در گندم گزارش شده است (کابرا^۲ و همکاران، ۱۹۹۸). اصغری پور و رفیعی شیروان (۱۳۸۷) با کاربرد نسبت‌های مختلف کمپوست زباله شهری دریافتند که با افزایش مقدار کمپوست در محیط رشد، مقدار عناصر کم مصرف بخش‌های هوایی گیاه گوجه فرنگی به خصوص روی و منگنز افزایش یافت و تجمع آهن و مس در گیاه با میزان کمپوست مرتبط نبود ولی نسبت به شاهد افزایش داشته است. در واقع کمپوست‌ها توانایی بالایی در فراهمی آهن و منگنز قابل جذب گیاه دارند و با مصرف کمپوست زباله شهری غلظت آهن و منگنز چچم نیز نسبت به شاهد افزایش یافته است (ژانگ و همکاران، ۲۰۰۰) و نتایجی مشابه آن در اندام هوایی ذرت (یقظین و همکاران، ۱۳۸۸)، جو (چریف و همکاران، ۲۰۰۹) و اسفناج (مفتون و همکاران^۳، ۲۰۰۴) نیز به دست آمد. هدف از انجام این تحقیق بررسی تأثیر مقادیر مختلف کمپوست زباله شهری و کمپوست زباله شهری غنی شده با کود شیمیایی NPK، همچنین تداوم دوره‌های مصرف آن بر میزان روی، آهن، منگنز و مس جذب شده در برگ پرچم، اندام هوایی و دانه گندم می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش با طرح بلوک کامل تصادفی در قالب اسپلیت پلات در پاییز ۱۳۸۸ تحت شرایط گلدانی در گلخانه پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری اجرا گردید. در این طرح فاکتور اصلی ۶ تیمار کودی شامل: T₀: بدون کود کمپوست و شیمیایی (شاهد)، T₁: کود شیمیایی مورد نیاز گیاه طبق آزمون

1- Mahmoodabadi *et al.*

2- Cabral *et al.*

3- Maftoun *et al.*

برداری شد. قبل از شروع طرح و اعمال تیمارها، از خاک سطحی چند نقطه از مزرعه نمونه برداری شد و پس از هوا خشک نمودن و عبور از الک ۲ میلی متری، برای اندازه گیری برخی از خصوصیات شیمیایی و فیزیکی به آزمایشگاه منتقل شدند. خصوصیات خاک مورد بررسی در جدول ۱ گزارش شده است. کمپوست زباله شهری مورد استفاده در طی این سالها همگی از یک نوع بوده و جهت تجزیه شیمیایی ۳ نمونه از کمپوست تهیه و مورد آزمایش قرار گرفت. خصوصیات شیمیایی کمپوست مورد استفاده نیز در جدول ۱ آمده است.

پس از برداشت نمونه های گیاهی، شستشو با آب مقطر و آون خشک کردن به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد، نمونه ها آسیاب شدند. اندازه گیری غلظت روی، آهن، منگنز و مس برگ پرچم، اندام هوایی و دانه گیاه با روش سوزاندن خشک عصاره گیری (لستر و برکت، ۱۹۹۹) و توسط دستگاه جذب اتمی (مدل spectra-10AA) قرائت شدند. نتایج به دست آمده با استفاده از نرم افزارهای SPSS و MSTATC مورد تجزیه واریانس قرار گرفته و میانگین داده های آزمایشی با آزمون چند دامنه ای دانکن مقایسه شدند. جهت ترسیم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

غلظت عناصر میکرو در برگ پرچم گندم

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که مقادیر کود مصرفی تأثیر معنی داری بر غلظت روی، آهن، منگنز (در سطح ۱٪) و مس (در سطح ۵٪) برگ پرچم داشت. دوره های مصرف کود تأثیر معنی داری (در سطح ۱٪) بر غلظت روی و منگنز برگ پرچم گندم داشت و اثر متقابل بین مقادیر و زمان مصرف کود، تنها بر غلظت روی برگ پرچم تأثیر معنی داری (در سطح ۱٪) داشت (جدول ۲).

اثرات ساده مقادیر مصرف کمپوست زباله شهری بر میزان آهن، منگنز و مس جذب شده در برگ پرچم گندم (جدول ۳)، حاکی از آن است که با افزایش مقدار کمپوست افزوده شده به خاک، غلظت آهن، منگنز و مس جذب شده توسط برگ پرچم گندم افزایش یافت که با نتایج محققان دیگر مطابقت دارد (یقطين و همکاران، ۱۳۸۸؛ رضایی نژاد و افیونی، ۱۳۷۹) و آنها علت این امر را وجود کلات کننده های طبیعی تولید شده توسط میکروارگانیسم های موجود در کمپوست می دانند که سبب افزایش جذب ریزمغذی ها در گیاه می گردد. همچنین مشاهده شد که مقدار جذب عناصر مذکور در تیمارهای غنی شده با کود شیمیایی NPK بیشتر از غنی نشده هاست. در همین ارتباط سوماری و همکاران^۲ (۲۰۰۳) بیان کردند که مقدار آهن جذب شده توسط گیاه چچم در تیمارهای کمپوست بدون نیتروژن، تفاوت معنی داری با شاهد نداشت و علت آن را افزایش رشد و عملکرد گیاه در حضور کود نیتروژن دار بیان نمودند که سبب افزایش غلظت آن در گیاه می گردد. بیشترین غلظت عناصر آهن، منگنز و مس برگ پرچم با کاربرد ۴۰ تن کمپوست زباله شهری غنی شده با نصف کود شیمیایی NPK به ترتیب به میزان ۱۳۰، ۴۱/۱۳ و ۷/۸۲ میلی گرم بر کیلوگرم بدست آمد که به ترتیب ۲۳، ۲۶/۵ و ۱۲۱ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت (جدول ۳). این نتایج نشان می دهد که کمپوست ها قادر به تأمین آهن، منگنز و مس قابل جذب گیاه هستند (سوماری و همکاران، ۲۰۰۳؛ لی و همکاران، ۲۰۰۷). محققان دیگر با آزمایشی دریافتند که تجمع آهن و مس در گوجه فرنگی با میزان کمپوست مصرفی مرتبط نیست؛ ولی نسبت به شاهد افزایش نشان داده است (اصغری پور و رفیعی شیروان، ۱۳۸۷).

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و کمپوست زباله شهری

مشخصات نمونه	خاک	کمپوست زباله شهری
بافت	رسی سیلتی	-
pH	۷/۵۳	۷/۴۱
EC (dS/m)	۱/۱۸	۱۰/۱۹
OC (%)	۲/۳۶	۲۲/۶۳
Zn (mg/kg)	۱/۰۲	۱۰۳/۹۴
Fe (mg/kg)	۵۸/۴۷	۲۷۳/۲۶
Mn (mg/kg)	۱۳/۹۶	۵۲/۴۱
Cu (mg/kg)	۵/۵۸	۳۷/۵۲

جدول ۲- تجزیه واریانس تاثیر مقادیر و زمانهای مصرف کود بر میزان عناصر کم مصرف برگ پرچم گندم (میلی گرم بر کیلوگرم)

میانگین مربعات				درجه آزادی	منبع تغییرات
Cu	Mn	Fe	Zn		
۲/۵۲۷ ^{ns}	۱۹/۱۴۷ ^{ns}	۴۷/۶۵۲ ^{ns}	۱۷/۵۲۴ ^{ns}	۳	تکرار
۱۶/۱۳۱ [*]	۹۷/۰۶۵ ^{**}	۷۵۲/۱۲۴ ^{**}	۴۷۹/۲۵۱ ^{**}	۵	فاکتور A (مقادیر مصرف کود)
۳/۷۶۶	۱۷/۳۳۶	۹۶/۳۱۶	۱۰/۴۷۹	۱۵	خطای a
۵/۳۰۷ ^{ns}	۲۱۹/۴۳۹ ^{**}	۲/۵۴۴ ^{ns}	۲۶۴/۹۸۶ ^{**}	۱	فاکتور B (دوره مصرف کود)
۳/۱۱۲ ^{ns}	۳۷/۶۴۵ ^{ns}	۱۶۴/۷۱۹ ^{ns}	۱۰۸/۵۸۱ ^{**}	۵	اثر متقابل A×B
۵/۸۱۴	۱۵/۸۷۱	۸۸/۵۶۳	۱۰/۵۶۳	۱۸	خطای b
۴/۳۱	۱۰/۷	۸	۱۰/۴	-	ضریب تغییرات (%)

ns و * و ** بترتیب معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد، ۵ درصد و عدم تفاوت معنی دار میباشد.

علت آن احتمالاً مربوط به دسترسی بیش تر به عناصر مغذی موجود در کمپوست برای گیاه، در اثر گذشت زمان می باشد که سبب می گردد تا کمپوست با فازهای فیزیکی و شیمیایی خاک به تعادل برسد (مرجوبی، ۱۳۸۲).

ضمناً بین دوره های مصرف کود تفاوت معنی داری در جذب آهن و مس برگ پرچم مشاهده نشده است؛ ولی کاربرد ۵ دوره متوالی مصرف کود نسبت به ۳ دوره متوالی آن، توانسته سطح بالاتری از منگنز را حاصل نماید که تقریباً ۱۲ درصد افزایش نشان داد (جدول ۳).

جدول ۳- اثرات ساده کاربرد مقادیر و زمانهای مختلف کمپوست زباله شهری به همراه کودشیمیایی بر غلظت آهن، منگنز و مس برگ پرچم گندم (میلی گرم بر کیلوگرم)

مس	منگنز	آهن	تیمارهای کودی
۳/۵۳ ^b	۳۲/۵۱ ^c	۱۰۶ ^c	بدون کودشیمیایی و کمپوست
۴/۹۱ ^b	۳۴/۳۰ ^c	۱۰۹ ^c	کود شیمیایی پایه NPK
۵/۳۶ ^{ab}	۳۵/۵۵ ^{bc}	۱۱۵ ^{bc}	۲۰ تن کمپوست غنی نشده
۶/۱۳ ^{ab}	۳۹/۰۴ ^{ab}	۱۲۲ ^{ab}	۲۰ تن کمپوست غنی شده با نصف کود شیمیایی
۵/۸۲ ^{ab}	۴۰/۱۷ ^a	۱۲۷ ^a	۴۰ تن کمپوست غنی نشده
۷/۸۱ ^a	۴۱/۱۳ ^a	۱۳۰ ^a	۴۰ تن کمپوست غنی شده با نصف کود شیمیایی
۵/۹۳ ^a	۳۹/۲۶ ^a	۱۱۸ ^a	۵ دوره متوالی طی سالهای ۸۵-۸۷
۵/۲۶ ^a	۳۴/۹۸ ^b	۱۱۸ ^a	۳ دوره متوالی طی سالهای ۸۵-۸۸

در هر ستون میانگین های دارای حرف مشابه تفاوت معنی داری با یکدیگر مطابق آزمون چند دامنه ای دانکن با یکدیگر تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

جذب عناصر غذایی به خصوص ریز مغذی هایی چون مس و روی میگردد (صدقی مقدم و میرزایی، ۱۳۸۷) و گذشت زمان سبب تشدید این امر می گردد (مرجوی، ۱۳۸۲). از طرف دیگر استفاده از کود شیمیایی NPK به مدت ۵ دوره متوالی (تیمار T₁) میزان روی جذب شده در برگ پرچم را نسبت به شاهد کاهش داده است (شکل ۱). ضیائیان (۱۳۸۲) بیان کرد که مهم ترین عنصر تغذیه ای که بر غلظت و فراهمی روی در گیاه تأثیر می گذارد، فسفر است. در واقع به علت رشد زیاد ناشی از مصرف کودهای فسفوره و به دلیل اثر رقت، غلظت روی در گیاه کاهش می یابد. مفتون و همکاران (۲۰۰۴) در آزمایشی روی گیاه اسفناج دریافتند که افزودن کود فسفوره به کمپوست زباله شهری، غلظت روی جذب شده توسط گیاه را کاهش داده است.

غلظت عناصر میکرو در اندام هوایی گندم

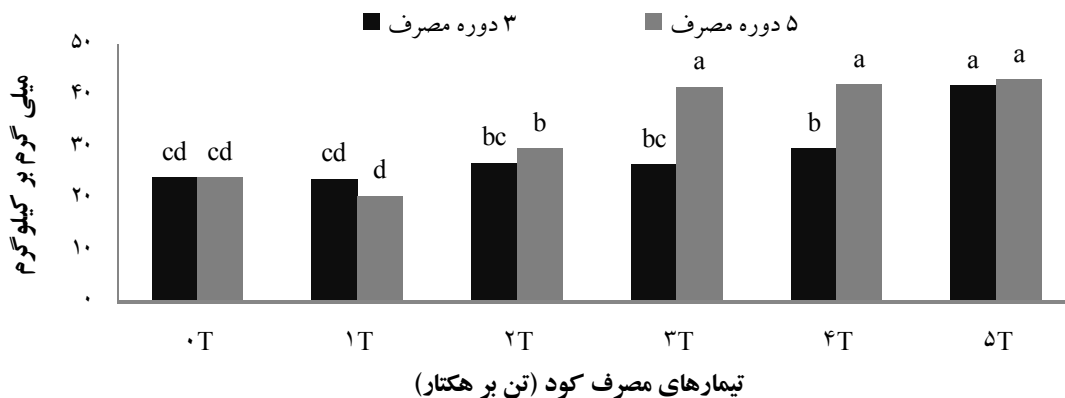
مقادیر، زمان های مختلف مصرف کود و اثرات متقابل بین آنها از لحاظ آماری تأثیر معنی داری (در سطح ۱٪) بر غلظت روی، منگنز و مس اندام هوایی گندم داشته است؛ ولی غلظت آهن موجود در آن تحت تأثیر عوامل مذکور قرار نگرفته است (جدول ۴).

نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل بین مقادیر و زمان های مصرف کود بر غلظت عنصر روی برگ پرچم نشان داد که افزایش سطح کمپوست اضافه شده به خاک سبب افزایش غلظت روی برگ پرچم گندم نسبت به شاهد شد، به طوری که بالاترین غلظت روی برگ پرچم گندم با مصرف ۵ دوره متوالی ۴۰ تن کمپوست زباله شهری غنی شده با نصف کود شیمیایی پایه به میزان ۴۳/۲۱ میلی گرم بر کیلوگرم به دست آمد که نسبت به تیمار شاهد ۷۸ درصد افزایش نشان داد و از لحاظ آماری با کاربرد ۵ دوره متوالی تیمار T₃ و T₄ در یک گروه قرار دارد (شکل ۱). رسولی و مفتون (۱۳۸۹) با بررسی اثر باقی مانده کمپوست زباله شهری در کشت برنج-گندم دریافتند که استفاده از کمپوست زباله شهری غلظت عنصر روی شاخساره های گندم را نسبت به شاهد افزایش داد.

ضمناً سطح روی برگ پرچم با کاربرد ۵ دوره متوالی کمپوست بیشتر از ۳ دوره مصرف آن بود و تیمارهای غنی شده با کود شیمیایی توانسته اند سطح بالاتری از روی را نسبت به غنی نشده ها حاصل نمایند (شکل ۱). در واقع استفاده از کمپوست زباله شهری از طریق کاهش pH و افزایش مواد آلی خاک سبب بهبود

با افزایش مقدار و دوره‌های کمپوست اضافه شده به خاک غلظت روی، منگنز و مس جذب شده توسط اندام هوایی گندم افزایش یافت (جدول ۵).

نتایج جدول مقایسه میانگین اثر متقابل مقادیر و زمان‌های متفاوت مصرف کمپوست زباله شهری بر غلظت عناصر کم مصرف اندام هوایی گندم نشان داد که



شکل ۱- اثر متقابل مقادیر و زمانهای متفاوت مصرف کمپوست زباله شهری بر غلظت

روی برگ پرچم گندم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)

میانگین‌های دارای حرف مشابه تفاوت معنی‌داری با یکدیگر مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ندارند. T₀: بدون کود کمپوست و شیمیایی (شاهد)، T₁: کود شیمیایی مورد نیاز گیاه تحت کشت، T₂: ۲۰ تن کمپوست زباله شهری غنی نشده، T₃: ۲۰ تن کمپوست زباله شهری در هکتار غنی شده با نصف T₁، T₄: ۴۰ تن کمپوست زباله شهری غنی نشده، T₅: ۴۰ تن کمپوست زباله شهری در هکتار غنی شده با نصف T₁

جدول ۴- جدول تجزیه واریانس تاثیر مقادیر و سالهای مصرف کود بر میزان عناصر کم مصرف

اندام هوایی گندم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)

میانگین مربعات				درجه آزادی	منبع تغییرات
Cu	Mn	Fe	Zn		
۲/۶۴۰ ^{ns}	۴/۴۵۷ ^{ns}	۱۲۷۸/۴۵۲ ^{ns}	۱۵/۲۰۷ ^{ns}	۳	تکرار
۵۰/۳۷۷ ^{**}	۳۲/۱۶۲ ^{**}	۲۳۲۳/۷۳۹ ^{ns}	۷۶۵/۸۱۱ ^{**}	۵	فاکتور A (مقادیر مصرف کود)
۶/۱۴۹	۳/۵۰۳	۲۵۶/۳۰۷	۴/۷۵۸	۱۵	خطای a
۹۱/۱۹۱ ^{**}	۳۳/۵۶۷ ^{**}	۲۰۳۲/۹۴۳ ^{ns}	۷۴/۱۲۸ ^{**}	۱	فاکتور B (دوره مصرف کود)
۱۸/۱۷۶ ^{**}	۱۳/۱۲۲ ^{**}	۲۲۰/۷۱۷ ^{ns}	۴۲/۳۴۷ ^{**}	۵	اثر متقابل A×B
۳/۳۱۱	۳/۹۳۱	۱۱۲۵/۰۹۹	۲/۷۷۱	۱۸	خطای b
۲۱/۱	۱۷/۶	۲۶/۸	۵/۵	-	ضریب تغییرات (/)

***، * و ns بترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد، ۵ درصد و عدم تفاوت معنی‌دار می‌باشند.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل مقادیر و زمان‌های متفاوت مصرف کمپوست زباله شهری بر غلظت عناصر کم مصرف اندام هوایی گندم (میلی گرم بر کیلوگرم)

تیمار	روی		منگنز		مس	
	B	A	B	A	B	A
T ₀	۲۲/۵۱ ^e	۲۲/۵۱ ^e	۷/۳۲ ^d	۷/۳۲ ^d	۵/۹۷ ^c	۵/۹۷ ^c
T ₁	۱۷/۸۹ ^f	۱۳/۰۱ ^g	۸/۶۸ ^{cd}	۱۱/۱۱ ^{bc}	۷/۸۹ ^{bc}	۷/۰۵ ^c
T ₂	۳۱/۹۹ ^c	۳۳/۶۲ ^c	۱۱/۱۲ ^{bc}	۱۲/۲۰ ^b	۵/۹۷ ^c	۸/۶۸ ^{bc}
T ₃	۲۷/۹۳ ^d	۳۴/۴۳ ^c	۱۱/۹۳ ^b	۱۲/۷۴ ^{ab}	۷/۳۲ ^c	۱۴/۳۷ ^a
T ₄	۳۳/۰۸ ^c	۴۰/۶۷ ^b	۱۱/۳۹ ^{bc}	۱۳/۰۱ ^{ab}	۵/۹۷ ^c	۸/۹۵ ^{bc}
T ₅	۴۰/۴۰ ^b	۴۴/۴۷ ^a	۱۳/۰۱ ^{ab}	۱۵/۴۵ ^a	۱۰/۳۰ ^b	۱۴/۹۱ ^a

میانگین‌های دارای حرف مشابه در هر ستون و ردیف برای هر عنصر مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی داری با یکدیگر ندارند. A: ۵ دوره مصرف کود، B: ۳ دوره مصرف کود

T₀: بدون کود کمپوست و شیمیایی (شاهد)، T₁: کود شیمیایی مورد نیاز گیاه تحت کشت، T₂: ۲۰ تن کمپوست زباله شهری غنی نشده، T₃: ۲۰ تن کمپوست زباله شهری در هکتار غنی شده با نصف T₁

T₄: ۴۰ تن کمپوست زباله شهری غنی نشده، T₅: ۴۰ تن کمپوست زباله شهری در هکتار غنی شده با نصف T₁

گندم افزایش یافت. بالاترین غلظت منگنز در اندام هوایی گندم با کاربرد ۵ دوره متوالی تیمار T₅ بمیزان ۱۵/۴۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم حاصل شد که نسبت به شاهد ۱۱۱ درصد افزایش نشان داد و با کاربرد ۵ دوره متوالی تیمار T₃ و T₄ در یک گروه آماری قرار دارد. همچنین مشاهده شد که تیمارهای غنی شده با کود شیمیایی پایه توانسته‌اند سطح بالاتری از مس را نسبت به غنی نشده‌ها جذب نمایند. بالاترین غلظت مس اندام هوایی گندم با مصرف ۵ دوره متوالی تیمار T₅ (به میزان ۱۴/۹۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم) به دست آمد که نسبت به شاهد ۱۵۰ درصد افزایش یافت و با مصرف ۵ دوره متوالی تیمار T₃ در یک گروه آماری قرار دارد (جدول ۵).

مشابه این نتایج در آزمایشی با کاربرد ۱۶ سال متوالی کمپوست بقایای گیاهی و کودهای شیمیایی مختلف در خاک تحت کشت گندم و ذرت دیده شد که با مصرف کمپوست، غلظت مس کاه و کلش گندم بیشتر از تیمار کود شیمیایی گردید (لی و همکاران، ۲۰۰۷). رسولی و مفتون (۱۳۸۹) نیز با کاربرد سطوح مختلف کمپوست زباله شهری در خاک دریافتند که اثرات باقی‌مانده کمپوست تأثیر معنی داری بر غلظت برخی از عناصر کم

بالاترین غلظت روی (Zn) اندام هوایی با کاربرد ۵ دوره متوالی تیمار T₅ بمیزان ۴۴/۴۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم حاصل شد که ۹۷/۵ درصد نسبت به شاهد افزایش یافته بود. از طرفی دیگر کمترین غلظت آن با مصرف ۵ دوره متوالی کود شیمیایی پایه به دست آمد؛ هم‌چنین در اثر کاربرد ۵ مرحله متوالی کمپوست، غلظت روی اندام هوایی گندم بیشتر از مصرف ۳ مرحله متوالی کمپوست بود و نیز تیمارهای غنی شده با کود شیمیایی توانسته‌اند سطح بالاتری از روی را نسبت به غنی نشده‌ها حاصل نمایند (جدول ۵). افزایش روی جذب شده توسط گندم (کابرال و همکاران، ۱۹۹۸؛ لی و همکاران، ۲۰۰۷)، ریشه و ساقه سویا (محمودآبادی و همکاران، ۲۰۱۰)، بخش‌های هوایی گوجه فرنگی (اصغری پور و رفیعی شیروان، ۱۳۸۷) و در گیاه اسفناج (مفتون و همکاران، ۲۰۰۴) در اثر کاربرد کمپوست زباله شهری گزارش شده است و احتمالاً علت آن، وجود غلظت‌های زیاد عناصر غذایی خصوصاً عناصر کم مصرف در کمپوست‌ها می‌باشد که در اثر گذشت زمان به تدریج آزاد می‌گردد (رضایی نژاد و افیونی، ۱۳۷۹). با توجه به جدول (۵) با افزایش مقدار و دوره‌های مصرف کمپوست میزان منگنز جذب شده توسط اندام هوایی

با توجه به جدول (۶) بین مقادیر مختلف مصرف کود تفاوت معنی داری در غلظت مس دانه گندم دیده نشد، با این حال بیشترین غلظت مس دانه با کاربرد ۴۰ تن کمپوست زباله شهری به میزان ۱۰/۱۱ میلی گرم بر کیلوگرم حاصل شد (داده، نشان داده نشده است)، ولی بین دوره های مصرف کود تفاوت معنی داری مشاهده شد، به طوری که کاربرد کود در طی ۵ دوره متوالی نسبت به ۳ دوره متوالی توانسته سطح بیش تری از مس را در دانه گندم حاصل نماید، پس با افزایش دوره های مصرف کمپوست غلظت مس در دانه گندم افزایش می یابد (جدول ۷). این امر می تواند به علت افزایش تأثیر کمپوست با گذشت زمان در جهت بهبود وضعیت شیمیایی خاک و عرضه بهتر عناصر غذایی باشد (رسولی و مفتون، ۱۳۸۹؛ مرجوی، ۱۳۸۲) و به عنوان منبع تأمین کننده مناسب عناصر کم مصرف در خاک های آهکی به شمار رود (رضایی نژاد و افیونی، ۱۳۷۹).

مصرف گندم داشته است، به طوری که غلظت مس شاخساره های گندم در مقایسه با شاهد با کاربرد این کود آلی افزایش یافت. در واقع افزودن مواد آلی کمپوست شده به خاک، ظرفیت جذب مس بر کلونیدهای خاک را کاهش داده و قابلیت استفاده و جذب آن را از طریق تشکیل کمپلکس های آلی- فلز، بویژه در خاک های آهکی افزایش می دهد (اسمعیلی و همکاران، ۱۳۸۷؛ یقظین و همکاران، ۱۳۸۸).

غلظت عناصر میکرو در دانه گندم

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۶) گویای این مطلب است که مقادیر مختلف کود مصرفی، دوره های مصرف و اثرات متقابل بین آن ها بر غلظت روی، آهن و منگنز دانه گندم تأثیر معنی داری (در سطح ۱ درصد) داشته است. ضمناً غلظت مس دانه فقط تحت تأثیر تغییر دوره های مصرف کود قرار گرفته است (در سطح ۰/۱٪).

جدول ۶- تجزیه واریانس تأثیر مقادیر و سالهای مصرف کود بر میزان عناصر کم مصرف دانه گندم (میلی گرم بر کیلوگرم)

میانگین مربعات				درجه آزادی	منبع تغییرات
Cu	Mn	Fe	Zn		
۱/۴۵۵ ^{ns}	۸/۲۴۶ ^{ns}	۹/۴۸۶ ^{ns}	۱۰/۲۹۳ ^{ns}	۳	تکرار
۲/۹۱۱ ^{ns}	۸۰/۹۰۵ ^{**}	۲۰۲/۰۸۸ ^{**}	۷۴۰/۸۰۲ ^{**}	۵	فاکتور A (مقادیر مصرف کود)
۱/۴۳۷	۲/۷۴۷	۶/۹۵۸	۳/۱۶۰	۱۵	خطای a
۱۸/۶۳۸ ^{**}	۶۳/۹۱۸ ^{**}	۴۱۲/۲۴۶ ^{**}	۱۴۷/۷۰۱ ^{**}	۱	فاکتور B (دوره مصرف کود)
۲/۱۳۶ ^{ns}	۱۱/۸۱۲ ^{**}	۲۸/۵۶۱ ^{**}	۴۵/۱۴۲ ^{**}	۵	اثر متقابل A×B
۱/۵۴۴	۲/۰۹۵	۳/۶۹۲	۴/۲۱۰	۱۸	خطای b
۱۳/۵	۵/۹	۵	۴/۱	-	ضریب تغییرات (/)

***، * و ns بر ترتیب معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد، ۵ درصد و عدم تفاوت معنی دار میباشند.

جدول ۷- اثر ساده دوره های مصرف کود بر غلظت مس دانه گندم (میلی گرم بر کیلوگرم)

غلظت مس	دوره های مصرف کود
۸/۵۴ ^b	۳ دوره متوالی طی سال های ۸۵-۸۷
۹/۷۹ ^a	۵ دوره متوالی طی سال های ۸۵-۸۸

میانگین های دارای حرف مشابه مطابق آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی داری با یکدیگر ندارند.

T₃ در یک گروه قرار دارد و نسبت به شاهد ۴۵ درصد افزایش نشان داد (جدول ۸). رادوان و آواد^۱ (۲۰۰۲) در آزمایشی دریافتند که در اثر کاربرد ضایعات آلی مختلف در خاک غلظت عناصر کم مصرف دانه بادام زمینی در مقایسه با کود شیمیایی افزایش می‌یابد. آن‌ها علت این امر را افزایش جمعیت میکروارگانیسم‌ها و تبدیل عناصر غذایی از فرم غیر قابل جذب به فرم قابل جذب برای گیاهان بیان نمودند.

نتیجه گیری

با توجه به نتایج حاصل از این آزمایش می‌توان گفت که استفاده از کمپوست زباله شهری در مقایسه با کود شیمیایی مرسوم، اثرات مثبتی بر میزان جذب عناصر کم مصرف گیاه داشته، به طوری که مصرف ۵ دوره متوالی کمپوست اثرات بهتری بر وضعیت عناصر کم مصرف گندم نسبت به ۳ دوره مصرف داشته است. بالاترین سطح عناصر کم مصرف جذب شده توسط برگ پرچم، اندام هوایی و دانه گندم با مصرف ۴۰ تن کمپوست همراه با نصف کود شیمیایی پایه به دست آمد و در برخی موارد با کاربرد ۴۰ تن کمپوست و ۲۰ تن کمپوست همراه با نیمی از کود شیمیایی تفاوت معنی داری نداشت. با عنایت به این که استفاده از کمپوست‌ها، نسبت به کود شیمیایی هزینه بیشتری را در پی دارد، مصرف ۲۰ تن کمپوست همراه با نصف کود شیمیایی پایه در دراز مدت با بهبود خصوصیات شیمیایی خاک و تأمین عناصر غذایی کم مصرف می‌تواند کاهش سود حاصل شده را جبران نماید و استفاده متوالی و بهینه از اراضی کشاورزی را ممکن سازد.

کاربرد کمپوست زباله شهری، غلظت روی، آهن و منگنز دانه را افزایش داد ولی نحوه این تأثیر با توجه به سطوح کمپوست مصرفی و زمان‌های مصرف کود متفاوت بود. با توجه به نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل بین مقادیر و زمان‌های مصرف کود بر غلظت عناصر میکرو دانه گندم (جدول ۸)، افزایش سطح کمپوست اضافه شده به خاک سبب افزایش غلظت روی، آهن و منگنز دانه گندم نسبت به شاهد شد. بالاترین غلظت روی و آهن دانه گندم با مصرف ۵ دوره متوالی ۴۰ تن کمپوست زباله شهری غنی شده با نصف کود شیمیایی NPK به ترتیب به میزان ۶۲/۵۸ و ۴۹/۰۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم حاصل گردید که نسبت به شاهد ۵۲ و ۶۰ درصد افزایش یافتند. ضمناً سطح روی و آهن دانه با کاربرد ۵ مرحله متوالی کمپوست بیشتر از ۳ مرحله مصرف آن بوده، و تیمارهای غنی شده با کود شیمیایی توانسته‌اند سطح بالاتری را نسبت به غنی نشده‌ها حاصل نمایند. از طرفی دیگر استفاده از کود شیمیایی NPK سطح روی دانه را نسبت به شاهد کاهش داده است (جدول ۸). چریف و همکاران (۲۰۰۹) با کاربرد ۵ سال متوالی کمپوست زباله شهری و تلفیق با کود شیمیایی در یک خاک آهکی دریافتند که مصرف کمپوست توانسته میزان روی جذب شده توسط دانه گندم را نسبت به تیمار شاهد و کود شیمیایی افزایش دهد.

ژانگ و همکاران (۲۰۰۰) نیز نتایج مشابهی در دانه گندم و جو مشاهده کردند و بیان کردند که همبستگی بین غلظت این عناصر در برگ و دانه دیده نشده است. از طرفی دیگر در مواد آلی از جمله کمپوست‌ها، مواد کلات‌کننده طبیعی وجود دارند که می‌توانند با آهن موجود در خاک پیوند برقرار کرده و آن را متحرک نموده و به ریشه گیاه برسانند (ضیائی‌ان، ۱۳۸۲).

بالاترین غلظت منگنز دانه گندم به میزان ۲۹/۰۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم با مصرف ۵ دوره متوالی ۴۰ تن کمپوست غنی شده با کود شیمیایی در هکتار به دست آمد که از لحاظ آماری با مصرف ۵ دوره متوالی تیمارهای T₄ و

جدول ۸- مقایسه میانگین اثر متقابل مقادیر و زمان‌های متفاوت مصرف کمپوست زباله شهری بر غلظت عناصر کم مصرف دانه گندم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)

منگنز	آهن		روی		تیمار	
	B	A	B	A		
۱۸/۵۵ ^c	۱۹/۹۴ ^c	۳۰/۷۴ ^f	۳۰/۷۴ ^f	۴۱/۲۶ ^g	۴۱/۲۶ ^g	T ₀
۱۹/۹۴ ^c	۲۲/۱۵ ^b	۳۳/۲۴ ^{ef}	۳۵/۴۵ ^{dc}	۳۶/۸۳ ^h	۳۵/۱۷ ^h	T ₁
۲۲/۷۰ ^b	۲۲/۹۸ ^b	۳۵/۷۲ ^{de}	۴۳/۷۵ ^b	۴۷/۶۳ ^f	۵۲/۶۱ ^{de}	T ₂
۲۲/۷۰ ^b	۲۷/۴۱ ^a	۳۶/۵۵ ^d	۴۴/۵۸ ^b	۵۰/۶۷ ^c	۶۱/۴۷ ^{ab}	T ₃
۲۶/۸۶ ^a	۲۸/۲۴ ^a	۳۷/۳۹ ^{cd}	۴۵/۱۴ ^b	۵۴/۸۳ ^d	۵۸/۱۵ ^c	T ₄
۲۷/۱۴ ^a	۲۹/۰۷ ^a	۳۹/۸۸ ^c	۴۹/۰۱ ^a	۵۸/۹۹ ^{bc}	۶۲/۵۸ ^a	T ₅

میانگین‌های دارای حرف مشابه در هر ستون و ردیف برای هر عنصر مطابق آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی داری با یکدیگر ندارند. A: ۵ دوره متوالی، B: ۳ دوره متوالی

T₀: بدون کود کمپوست و شیمیایی (شاهد)، T₁: کود شیمیایی مورد نیاز گیاه تحت کشت، T₂: ۲۰ تن کمپوست زباله شهری غنی نشده، T₃: ۲۰ تن کمپوست زباله شهری در هکتار غنی شده با نصف T₁

T₄: ۴۰ تن کمپوست زباله شهری غنی نشده، T₅: ۴۰ تن کمپوست زباله شهری در هکتار غنی شده با نصف T₁

منابع

- ۱- اسمعیلی، آ.، فتوت، الف.، کریمیان، ن.، حق نیا، غ.ج. و مصدقی، م. ۱۳۸۷. اثر کمپوست و کود گاوی بر عملکرد گیاه ذرت و غلظت مس در دو خاک آهکی. سومین کنگره ملی بازیافت و استفاده از منابع آلی تجدید شونده در کشاورزی. اصفهان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان، دانشکده کشاورزی، ۲۴ الی ۲۶ اردیبهشت: ۱-۷.
- ۲- اصغری پور، م. و رفیعی شیروان، م. ۱۳۸۷. آزمون زیست سنجی سمیت کمپوست زباله شهری بر سبز شدن و رشد گیاهچه های گوجه فرنگی. فصلنامه دانش کشاورزی ایران، ۵ (۳): ۲۶۹-۲۷۹.
- ۳- امین، ح.، جمالی، م.، خوگر، ز.، دستفال، م. و صلح جو، ع. ۱۳۸۳. اصول کاشت، داشت و برداشت گندم آبی. نشر آموزش کشاورزی، ۱: ۹۵-۱.
- ۴- پرورش، ع. و شاه منصوری، م. ۱۳۷۳. تهیه کود آلی کمپوست (ترجمه). نشر پرسش: ۱-۳۱۲.
- ۵- رسولی، ف. و مفتون، م. ۱۳۸۹. اثر باقیمانده دو ماده آلی با و یا بدون نیتروژن بر رشد و ترکیب شیمیایی گندم و برخی خصوصیات شیمیایی خاک. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۴ (۲): ۲۶۲-۲۷۳.
- ۶- رضایی نژاد، ی. و افیونی، م. ۱۳۷۹. اثر مواد آلی بر خواص شیمیایی خاک و جذب عناصر بوسيله ذرت و عملکرد آن. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۴ (۴): ۱۹-۲۸.

احمدپور سفید کوهی و همکاران: تاثر کاربرد ۳ و ۵ دوره متوالی....

۷- صدقی مقدم، م. و میرزایی، م. ۱۳۸۷. بررسی اثر کمپوست زباله شهری بر روی برخی خصوصیات کمی و کیفی کدو حلوایی (*Cucurbita moschata Duch. Ex Poir*). سومین کنگره ملی بازیافت و استفاده از منابع آلی تجدید شونده در کشاورزی. اصفهان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان، دانشکده کشاورزی، ۲۴ الی ۲۶ اردیبهشت: ۷-۱.

۸- ضیائی، ع. ۱۳۸۲. استفاده از عناصر کم مصرف در کشاورزی. نشر آموزش کشاورزی، فصل ۷: ۸۷-۱۰۸.

۹- قیامتی، گ.، آستارایی، ع. و زمانی، غ. ۱۳۸۸. تاثر کمپوست زباله شهری و گوگرد بر عملکرد چغندر قند و خصوصیات شیمیایی خاک. مجله پژوهش های زراعی ایران، ۷(۱): ۱۵۳-۱۶۲.

۱۰- معنون حسینی، ن. ۱۳۸۵. زراعت غلات (گندم، جو، برنج و ذرت). انتشارات نقش مهر، چاپ اول، بخش دوم: ۳۱-۵۱.

۱۱- مرجوی، ع. ۱۳۸۲. بررسی اثرات کمپوست شهری بر عملکرد چغندر قند و گندم و خصوصیات شیمیایی خاک. مجله علوم خاک و آب، ۱۷(۱): ۱۹-۲۸.

۱۲- ملکوتی، م. ۱۳۷۹. کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با بهینه سازی مصرف کود در ایران. نشر آموزش کشاورزی، تهران: ۱-۲۸۹.

۱۳- یقطین، ش.، اردلان، م.، شرفا، م. و علیخانی، ح. ۱۳۸۸. تاثر کمپوست و ورمی کمپوست در افزایش جذب عناصر میکرو و کاهش مصرف کودهای شیمیایی. علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۱۱(۴): ۱-۱۱.

- 14- Cabral, F., Vasconcelos, E., and Cordovil, M.D.S. 1998. Effect of solid phase from pig slurry on iron, copper, zinc and manganese content of soil and wheat plants. *Journal of Plant Nutrition*, 21: 1955-1966.
- 15- Cherif, H., Ayari, F., Ouzaria, H., Marzorati, M., Brusetti, L., Jedidi, N., Hassen, A., and Daffonchio, D. 2009. Effects of municipal solid waste compost, farmyard manure and chemical fertilizers on wheat growth, soil composition and soil bacterial characteristics under Tunisian arid climate. *European Journal of Soil Biology*, 45: 138-145.
- 16- Hargreaves, J.C., Adl, M.S., and Warman, P.R. 2008. A review of the use of composted municipal solid waste in agriculture. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 123: 1-14.
- 17- Lester, J.N., and Birkett, J.W. 1999. *Microbiology and chemistry for environmental scientist and engineers*. 2nd edition, London and New York. 386 p.
- 18- Li, B.Y., Zhou, D.M., Cang, L., Zhang, H.L., Fan, X.H., and Qin, S.W. 2007. Soil micronutrient availability to crops as affected by long-term inorganic and organic fertilizer applications. *Soil and Tillage Research*, 96: 166-173.

- 19- Maftoun, M., Moshiri, F., Karimian, N., and Ronaghi, A. M. 2004. Effects of two organic wastes in combination with phosphorus on growth and chemical composition of spinach and soil properties. *Journal of Plant Nutrition*, 27(9): 1635–1651.
- 20- Mahmoodabadi, M.R., Amirabadi, Z., Amini, S., and Khazaeipoul, K. 2010. Fertilization of soybean plants with municipal solid waste compost under leaching and non-leaching conditions. *American-Eurasian Journal of Agriculture and Environment Science*, 8 (1): 55-59.
- 21- Radwan, S.M.A., and Awad, N.M. 2002. Effect of soil amendment with various organic wastes with multi biofertilizer on yield of peanut plants in sandy soil. *Journal of Agricultural Sciences of Mansoura University*, 27(5): 3129-3138.
- 22- Soumare, M., Tack, F.M.G., and Verloo, M.G. 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.
- 23- Warman, P.R., Burnham, J.C., and Eaton, L.J. 2009. Effects of repeated applications of municipal solid waste compost and fertilizers to three low bush blueberry fields. *Scientia Horticulturae*, 122: 393–398.
- 24- Wei, Y., and Liu, Y. 2005. Effects of sewage sludge compost application on crops and cropland in a 3-year field study. *Chemosphere*, 59: 1257–1265.
- 25- Zhang, M., Heaney, D., Solberg, E., and Heriquez, B. 2000. The effect of MSW compost on metal uptake and yield of wheat, barley and canola in less productive farming soils of Alberta. *Compost Science Utilization*, 8 (3): 224–235.