تاثیر کاربرد دوساله کمپوست زباله شهری تنها و توام با کود شیمیایی بر برخی خصوصیات شیمیایی خاک و میزان قابل جذب عناصر کم مصرف در خاک و گیاه برنج

آتنا قلی پور[۱*]، مهدی قاجار سپانلو[۲] و محمد علی بهمنیار[۳]

۱*- **نویسنده مسئول:** کارشناسی ارشد مهندسی علوم خاک، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
(Atena_gholipur@yahoo.com)

۲- استادیار گروه مهندسی علوم خاک، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۳- دانشیار گروه مهندسی علوم خاک، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۴/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۶/۲۹

چکیده

به منظور بررسی تاثیر کاربرد کمپوست زباله شهری به طور مجزا و توام با کود شیمیایی بر میزان غلظت عناصر کم مصرف در خاک و گیاه برنج، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی برای گیاه و آزمایش فاکتوریل در قالب بلوک برای خاک، در سه تکرار و چهارده تیمار کودی در سال های زراعی ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ انجام گردید. تیمارهای کودی شامل تیمار شاهد، تیمار کود شیمیایی (طبق آزمون خاک ، شامل ۱۰۰ کیلوگرم اوره، ۱۰۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل و ۱۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار)، تیمارهای دیگر شامل سه سطح کمپوست (۱۵، ۳۰ و ٤٥ تن در هکتار) که هرکدام از این سطوح دارای سه سطح کود شیمیایی (۱/٤ کود شیمیایی، ۱/۲ کود شیمیایی و ۳/٤ کود شیمیایی) بودند. در این آزمایش میزان غلظت عناصر آهن، روی، مس و منگنز در خاک (به روش DTPA) و در اندام‌های مختلف گیاه برنج (به روش خشک سوزانی) اعم از اندام هوایی، برگ پرچم و دانه مورد بررسی قرار گرفت. طبق نتایج تجزیه واریانس، کاربرد دوساله کمپوست تنها و توام با کود شیمیایی در خاک، بر هدایت الکتریکی، پ-هاش و غلظت همه عناصر کم مصرف اندازه گیری شده بجز مس، افزایش معنی‌داری را در سطح احتمال ۱٪ نشان داد. در گیاه برنج نیز در اندام هوایی عناصر مس، آهن و روی، در برگ پرچم مس و منگنز و در دانه تنها عنصر روی اختلاف معنی‌داری را نشان دادند. ضمنا" بیش‌ترین میزان عناصر کم مصرف در تیمارهای تلفیقی کمپوست و کود شیمیایی دیده شده است؛ لذا با عنایت به افزایش میزان قابل جذب برخی عناصر کم مصرف در خاک و غلظت آنها در اندام هوایی و دانه برنج در اثر کاربرد کمپوست زباله شهری، از آن میتوان به عنوان یک کود آلی در افزایش حاصلخیزی خاک استفاده کرد.

کلید واژه‌ها: برنج، کمپوست زباله شهری، آهن، روی، مس و منگنز

مقدمه

در جهان امروز، زباله ها به عنوان یک آلاینده زیست محیطی شناخته می شوند. چند دهه ای است که با رخدادهای بزرگ صنعتی، زباله ها به همراه آلودگی‌های روز افزون خاک، آب و هوا، زنجیره زیست محیطی و

زیستگاه انسان را به سختی با تهدید مواجه کرده است. تحقیقات زیادی در خصوص اثرات کود کمپوست تولیدی از منابع مختلف بر محصولات کشاورزی در دنیا انجام شده که حاکی از مفید بودن آنها در بهبود شرایط فیزیکی، شیمیایی و حاصل‌خیزی خاک‌هاست (اکبری نیا و همکاران، ۱۳۸۲). کمپوست کردن پروسه بازیافت مواد آلی است که برای اهداف کشاورزی مناسب است (اریکسون و همکاران[1]، ۱۹۹۹ و ژلزاکف و همکاران[2]، ۲۰۰۶). کمپوست زباله شهری یکی از منابع عناصر کم مصرف در گیاه است (اگلسیوس[3]، ۱۹۹۶). امیری نژاد (۱۹۸۲) گزارش داد که کمپوست در تمامی سطوح، موجب افزایش عملکرد و جذب عناصر غذایی می شود و کمپوست جدای از افزایش ماده آلی و بهبود خصوصیات فیزیکی خاک، می تواند تامین کننده بخشی از عناصر پر مصرف و کم مصرف مورد نیاز گیاه باشد. کاربرد توام کود شیمیایی و آلی نه تنها میزان مصرف کودهای شیمیایی را کاهش می‌دهد، بلکه به ذخیره انرژی، کاهش آلودگی محیط و بهبود شرایط فیزیکی خاک نیز کمک خواهد کرد (اکبری نیا و همکاران، ۱۳۸۲). به‌علاوه، هنگامی که کمپوست به خاک اضافه می شود در اثر ایجاد تغییرات در خصوصیات شیمیایی خاک، حلالیت عناصر کم مصرف را افزایش می‌دهد که پیامد آن جذب بیشتر این عناصر توسط گیاه است (ملکوتی، ۱۳۷۵). رحیمی (۱۳۷۱) در تحقیقی یک‌ساله که در دانشگاه صنعتی اصفهان انجام داد ملاحظه کرد که اضافه کردن کمپوست زباله شهری به خاک باعث افزایش مقدار مواد آلی خاک، بویژه در خاک‌های فقیر از نظر مواد آلی می‌شود؛ همچنین باعث افزایش مقدار قابل جذب تعدادی از عناصر غذایی پر مصرف و کم مصرف در خاک می‌گردد. علاوه بر آن، مقدار جذب عناصر سدیم، پتاسیم، آهن، روی، مس، منگنز و کبالت توسط گیاه کشت شده در این تحقیق در مقادیر بالا عرضه کود کمپوست افزایش یافته است. همچنین در تحقیق یک‌ساله دیگری که در همین دانشگاه به انجام رسید، مرجوی (۱۳۷۱) گزارش کرد که حتی شیرابه زباله و شیرابه کمپوست نیز باعث افزایش مواد آلی خاک، نیتروژن معدنی، مقادیر فسفر و پتاسیم قابل جذب خاک، غلظت املاح محلول خاک، مقدار قابل جذب عناصر آهن، روی، منگنز، مس، سرب، کروم، کبالت و نیکل در کاه گندم و دانه برنج شد. در تحقیقی که طی ۶ سال مصرف کمپوست، بر تناوب گندم، ذرت و چغندر قند انجام گرفت، نشان داده شد که عنصر روی در دانه گندم و مس در چغندر قند افزایش یافت (کرتلنی[4]، ۱۹۹۹). طی آزمایشی که در مزرعه کارخانه کود آلی اصفهان با سه تیمار بدون شیرابه کمپوست، ۴۰۰ و ۸۰۰ تن در هکتار شیرابه کمپوست بر روی ذرت انجام شد، نشان داده شد که افزودن شیرابه به خاک باعث افزایش معنی‌دار جذب نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، آهن، منگنز، روی و مس در ذرت گردید (کلباسی و گندمکار، ۱۳۸۲). در تحقیقی یک‌ساله، که اثر شیرابه زباله بر خصوصیات خاک، رشد، عملکرد و جذب عناصر غذایی در برنج مورد بررسی قرار گرفت، مشاهده شد که تیمار ۶۰۰ تن در هکتار شیرابه زباله با افزایش قابلیت جذب عناصر آهن، منگنز، روی و مس در خاک (از طریق کاهش پ- هاش و افزایش ماده آلی خاک) و نیز با اضافه کردن مقدار قابل توجهی از این عناصر به خاک سبب افزایش جذب این عناصر توسط کاه و دانه برنج گردید (خوشگفتارمنش و کلباسی، ۱۳۸۰). وارمن و راد[5] (۱۹۹۸) و ژلزاکف و وارمن[6] (۲۰۰۴) گزارش کردند که جذب مس در ذرت، شبدر و ریحان که در خاک حاوی کمپوست زباله شهری رشد کرده افزایش داشته است. مقدار ۲۰ و ۸۰ تن در هکتار کمپوست مقدار

1-Eriksen *et al.*
2- Zheljazkov *et al.*
3 -Iglesis

4- Cortellini
5 - Warman and Rodd
6 - Zheljazkov and Warman

جدول ۱- برخی خصوصیات شیمیایی کمپوست و خاک مورد مطالعه

خصوصیات		pH	OC (%)	EC (dS/m^{-1})	N (T) (%)	P (A)	K (A)	Cu (A)	Fe (A)	Zn (A)	Mn (A)	بافت
						میلی گرم بر کیلوگرم						
کمپوست (۱:۵)		۷/۴۱	۲۲/۶۳	۱۰/۰۷	۲/۰۳	۴۵۶۰	۸۴۸۵/۷۶	۳۷/۵۲	۲۷۳/۲۶	/۹۳۶ ۱۰۳	۵۲/۴۱۳	-
خاک (گل اشباع)		۷/۲۳	۲/۰۱	۱/۸۴	۰/۲۱۱	۸/۷۸	۲۰۹/۷۴	۷/۰۶	۵۹/۶۵	۱/۳۴	۲۲/۵۷	رسی سیلتی

T: کل A: قابل جذب

آهن جو را افزایش داد (گالاردولارا و همکاران[1]، ۲۰۰۶). وارمن و راد(۱۹۹۸)، مفتون و همکاران (۲۰۰۴) ، ژلزاکف و وارمن (۲۰۰۴) و شانمگام[2] (۲۰۰۵) گزارش کردند که جذب فسفر گیاه با کاربرد کمپوست افزایش می‌یابد و با افزایش مقدار مصرف جذب آن بیشتر می شود. با توجه به این‌که آزمایش با کمپوست زباله شهری و با گیاه مورد نظر چندان مورد توجه قرار نگرفته است و در این زمینه کارهای گلدانی زیادی و بیشتر نیز با شیرابه زباله صورت گرفته است، تحقیق حاضر با هدف مطالعه تاثیر کمپوست زباله شهری به‌عنوان یک کود آلی همراه با مقادیر مختلف کود شیمیایی بر میزان جذب آهن، روی، مس و منگنز در خاک و اندام‌های مختلف گیاه برنج، جهت کاهش مصرف کودهای شیمیایی به اجرا درآمد.

مواد و روشها

این آزمایش طی سال زراعی ۸۸ – ۱۳۸۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری اجرا گردید. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی برای گیاه و آزمایش فاکتوریل در قالب بلوک برای خاک، متشکل از ۱۴ تیمار و سه تکرار انجام گرفت. تیمارهای به‌کار گرفته شده عبارت بودند از: تیمار شاهد (بدون مصرف کمپوست و کود شیمیایی)، تیمار کودی شیمیایی(شامل نیتروژن از منبع اوره، فسفر از منبع سوپرفسفات تریپل و پتاسیم از سولفات پتاسیم هرکدام ۱۰۰ کیلو در هکتار)، ۱۵ تن کمپوست در هکتار، ۱۵ تن کمپوست در هکتار + ۱/۴ کودشیمیایی، ۱۵تن کمپوست در هکتار + ۱/۲ کود شیمیایی، ۱۵ تن کمپوست در هکتار + ۳/۴ کود شیمیایی، ۳۰ تن کمپوست در هکتار، ۳۰ تن کمپوست در هکتار + ۱/۴ کود شیمیایی، ۳۰ تن کمپوست در هکتار+ ۱/۲ کود شیمیایی، ۳۰ تن کمپوست در هکتار + ۳/۴ کود شیمیایی، ۴۵ تن کمپوست در هکتار، ۴۵ تن کمپوست در هکتار + ۱/۴ کود شیمیایی، ۴۵ تن کمپوست در هکتار+ ۱/۲ کود شیمیایی و ۴۵ تن کمپوست در هکتار + ۳/۴ کود شیمیایی. کمپوست زباله شهری از ضایعات مواد خانگی و ضایعات صنعتی تهیه می‌شود؛ بدین طریق که حوضچه هایی درست شده، ضایعات را به همراه مقداری خاک،کود دامی و آب درون آن ریخته، سپس در زیر آنها لوله هایی قرار داده و از راه منفذ لوله ها هوا را به داخل این مواد پمپ می کنند. زمان رسیدگی کامل کمپوست در این حالت حدود یک ماه است. کمپوست زباله شهری مورد استفاده در این طرح و برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش تعیین گردید به این صورت که پ-هاش در گل اشباع و هدایت الکتریکی در عصاره

1- Gallardo-Lara *et al.*
2 - Shanmugam

گل اشباع (بنتون جونز[1]، ۱۹۳۰)، کربن آلی به روش والکی بلاک (نلسون و همکاران[2]، ۱۹۸۲)، نیتروژن کل به روش کجلدال[3] (جولیوس و کوهن[4]، ۱۹۱۰)، فسفر قابل جذب به روش اولسن (اولسن و همکاران[5]، ۱۹۵۴)، پتاسیم قابل جذب به روش خشک سوزانی (پلنک[6]، ۱۹۹۲) و مس، آهن، روی و منگنز قابل جذب به روش DTPA[7] (لیندسی و نورول[8]، ۱۹۷۸) اندازه گیری شدند که نتایج آنها در جدول ۱ آمده است.

تیمارهای کودی در سالهای ۸۷ و۸۸ پس از آماده سازی زمین و قبل از نشاء، (خرداد ماه) در کرتهایی به ابعاد ۶ در ۳ متر اعمال گردید. متعاقبا عملیات نشا کاری صورت پذیرفت. حدود یک ماه بعد، در تیر ماه عملیات وجین با دست انجام شد. در مرحله خوشه دهی جهت تعیین میزان مس، آهن، روی و منگنز از برگ پرچم نمونه برداری شد. در زمان برداشت از خاک تیمارها بصورت مرکب و به عمق ۳۰-۰ سانتیمتر و اندام هوایی و دانه برنج نیز جهت تعیین مقادیر مس، آهن، روی و منگنز نمونه برداری صورت پذیرفت. پس از آماده سازی نمونه ها مقادیر قابل جذب خاک به روش DTPA (لیندسی و نورول، ۱۹۷۸) انجام شد و مقادیر عناصر فوق در اندام های گیاهی با استفاده از روش خشک سوزانی (پلنک، ۱۹۹۲) عصاره گیری و با دستگاه جذب اتمیک قرائت گردید. برنج مورد استفاده رقم طارم بوده است. داده ها بوسیله نرم افزارهای MSTATC و SPSS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و تمامی مقایسات میانگین بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح ۵٪ انجام گردید.

1 - Benton Jones
2 - Nelson *et al.*
3- Kjeldal
4- Julios and cohen
5- Olsen *et al.*
6- Plank
7- Diethylenetriaminepentaaceticacid
8- Lindsay and Norvell

نتایج و بحث

خاک

جدول تجزیه واریانس، (جدول ۲) نشان می دهد که کاربرد دو ساله تیمارهای کودی مختلف بر هدایت الکتریکی و پ-هاش و میزان غلظت قابل جذب عناصر کم مصرف به جز مس معنی‌دار شده است. ضمناً تاثیر سال در این آزمایش در سطح احتمال ۱٪ بجز پ-هاش ، بر هدایت الکتریکی و تمامی عناصر معنی‌دار بوده است. در مورد مس علت را می‌توان به کمپلکس مس ارتباط داد زیرا ترکیب مس با مواد آلی تشکیل مواد کمپلکس را می‌دهد که کمپلکس مذکور باعث کاهش قابلیت استفاده مس در خاک‌های غنی از مواد آلی می گردد (فوت[9]، ۱۹۲۳). به نظر می‌رسد اثر رقابتی عناصر دیگر (مثل روی) نیز بی تاثیر نبوده اند و در اثر رقابت با مس جایگزین آن شده اند. کرتنی و مولن[10] (۲۰۰۸) نیز گزارش کردند که با اضافه کردن کمپوست به خاک غلظت مس قابل جذب اختلاف معنی‌داری را نشان نداد و دلیل آنرا محتویات ماده آلی آن خاک گزارش کردند، به این صورت که با افزایش مصرف، میزان مس قابل جذب کم‌تر شد. همین‌طور هرناندو و همکاران[11] (۱۹۸۹) طی آزمایشی گزار ش کردند با کاربرد کمپوست زباله شهری غلظت مس قابل تبادل افزایش یافته؛ اما قابلیت دسترسی آن به علت کمپلکس مس با مواد آلی کاهش می‌یابد. طبق اطلاعات جدول (۲) تیمار کودی، سال کوددهی و اثر متقابل تیمار کودی و سال بر هدایت الکتریکی خاک در سطح احتمال ۱٪ معنی دار شده است. میزان هدایت الکتریکی در سال اول از ۱/۲۴ دسی زیمنس بر متر در تیمار شاهد به ۱/۹۸ دسی

9- Foth
10 - Courtney and Mullen
11- Hernando *et al.*

زیمنس بر متر در تیمار ۴۵ تن در هکتار غنی شده و در سال دوم از ۱/۳۵ دسی زیمنس بر متر در تیمار شاهد به ۱/۹۸ دسی زیمنس بر متر در تیمار ۴۵ تن در هکتار غنی شده رسید. میزان هدایت الکتریکی در سال اول حدود ۵۹٪ و در سال دوم حدود ۴۶٪ نسبت به شاهد افزایش داشته است. ضمنا" با افزایش میزان کمپوست هدایت الکتریکی نیز افزایش می یابد؛ اما این افزایش چشمگیر نبوده و بدلیل شرایط خاص کشت برنج و آبشویی قابل ملاحظه زمین هیچگونه اثر سوئی در رشد و نمو برنج ایجاد نشد(جدول ۳). همچنین غلظت قابل جذب عناصر آهن، منگنز و روی با کاربرد دوساله کمپوست اختلاف معنی‌داری را در سطح احتمال ۱٪ نشان دادند که علت را می‌توان در اضافه شدن مقدار زیادی از این عناصر توسط کمپوست مصرف شده دید. خوشگفتار منش و کلباسی (۱۳۸۰) نیز گزارش کردند که کاربرد سطوح مختلف شیرابه زباله بر گیاه برنج، باعث افزایش معنی‌دار غلظت قابل جذب عناصر کم‌مصرف در خاک گردید؛ همین‌طور ژلزاکف و وارمن (۲۰۰۴) گزارش کردند که غلظت روی قابل جذب با افزایش کاربرد کمپوست بیشتر شد و نسبت به تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری را نشان داد. با کاربرد کمپوست در سال اول غلظت قابل جذب آهن، منگنز و روی از ۶۴/۱۷، ۱۰/۵۴ و ۱/۳۴ میلی گرم درکیلوگرم در تیمار شاهد به ۸۹/۲۹، ۱۹/۷۰ و ۳/۵۵ میلی گرم در کیلوگرم در تیمار ۴۵ تن در هکتار غنی شده رسید و در سال دوم غلظت آنها از ۱۰/۷۵ و ۱/۴۱ میلی گرم در کیلوگرم در تیمار شاهد به ۲۲/۲۹ و ۱۰/۸۷ میلی گرم در کیلوگرم در تیمار ۴۵ تن در هکتار غنی شده رسید (جداول ۳ و ۴). بالاتر بودن میزان عناصر سال اول نسبت به شاهد بیانگر اثر باقی-مانده کوددهی سال اول است، و بالاتر بودن غلظت عناصر در سال دوم نسبت به سال اول بیانگر اثر تجمعی سال دوم است.

تاثیر متقابل بین سال و تیمار کودی نیز در جذب دو عنصر مس و آهن معنی‌دار نشده است؛ در حالی که برای عنصر منگنز تاثیر متقابل کود و سال در سطح احتمال ۵٪ و برای روی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شده است (جدول ۲). غلظت روی، افزایشی جزیی در اثر کاربرد یک‌ساله کمپوست را در تیمار های ۱۵ تن در هکتار نشان می‌دهد تیمارهای (T_3، T_4، T_5و T_6)، اما این روند در سال دوم افزایش قابل ملاحظه ای را نشان می‌دهد. غلظت روی در اثر کاربرد یک-ساله کمپوست در تیمار T_{14} بیش‌ترین مقدار است و این میزان در اثر کاربرد دوساله، افزایش داشته است. در سال اول بین تیمارهای مختلف کودی اختلاف معنی‌داری ملاحظه نمی شود اما در سال اول و دوم بین تیمارهای (T_{14} , T_7, T_5 , T_3)دیده می‌شود. غلظت روی قابل جذب در اثر کاربرد یک‌ساله، از تیمار شاهد تا تیمار T_{14} حدود ۶۰٪ افزایش داشته است و در سال دوم حدود ۱۰۰٪ افزایش را نشان داد (جدول ۳). در مورد عنصر منگنز کم ترین غلظت در سال اول و دوم در تیمار شاهد ملاحظه می‌شود و بیش‌ترین میزان آن درکاربرد یک‌ساله در تیمار T_{11} و در کاربرد دوساله در تیمار T_{12} دیده می‌شود. میزان منگنز در کاربرد یک‌ساله از تیمار شاهد تا T_{11} حدود ۸۶٪ افزایش و در کاربرد دو ساله از تیمار شاهد تا T_{12} حدود ۱۰۰٪ افزایش داشته است. همان‌طور که از جدول (۳) برمی‌آید، در کاربرد یک‌ساله کمپوست، غلظت منگنز از تیمار کود شیمیایی تا سطوح مختلف کمپوست، روند افزایشی را نشان می‌دهد که این افزایش از نظر آماری معنی‌دار نیست. غلظت منگنز در تیمارهای مختلف در کاربرد یک‌ساله و دوساله فقط در تیمار T_{12} معنی‌دار شده است.

طبق اطلاعات جدول ۴ میزان پ-هاش با افزایش میزان کمپوست روند کاهشی داشته است و بجز تیمار ۱۵ تن کمپوست ساده بقیه تیمارها نسبت به شاهد معنی دار شدند. بیش‌ترین میزان پ-هاش در تیمار شاهد (۷/۴) و کم ترین میزان آن در تیمار ۴۵ تن کمپوست

غنی شده (۷/۱) دیده شده است. این تیمار پ-هاش را حدود ۴٪ کاهش داده است. موسوی (۱۳۸۹) نیز نشان داد کاربرد کمپوست زباله شهری تاثیر معنی داری بر میزان پ-هاش و کاهش آن داشته است.

جدول۲- جدول تجزیه واریانس(F) تاثیر کمپوست زباله شهری بر برخی خصوصیات شیمیایی خاک و میزان غلظت قابل جذب عناصر کم مصرف در خاک در رابطه با تیمار کود و سال

تیمار	EC	pH	Cu	Fe	Mn	Zn
T	۲۱۲/۱۶**	۱۲/۷۲**	۱/۱۳۵^{ns}	۴/۳۵۷**	۴/۸۳۲**	۳/۴۷۷**
Y	۴۲۶/۷۶**	۲/۱۸^{ns}	۳۳/۸۵۸**	۵۰/۲۸۳**	۲۵/۵۵۳**	۱۳/۷۰۲**
T*Y	۲۹/۰۸**	۱/۱۷^{ns}	۰/۹۴۱^{ns}	۱/۲۴۸^{ns}	۲/۰۳۶*	۵/۷۰۵**

**: معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ *: معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ ns: معنی‌دار نیست T: تیمارکودی Y: سال مصرف

جدول ۳- مقایسه میانگین هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) و غلظت عناصر روی و منگنز قابل جذب (میلی گرم بر کیلوگرم) در خاک در رابطه با اثرات متقابل تیمارهای کودی و سال

EC		Zn		Mn		T
Y_1	Y_2	Y_1	Y_2	Y_1	Y_2	
۱/۲۴^{M}	۱/۳۵^{JK}	۱/۳۴^{J}	۱/۴۱^{J}	۱۰/۵۴^{G}	۱۰/۷۵^{FG}	T_1
۱/۲۷^{LM}	۱/۴۸^{GH}	۳/۲۱^{EFGHIJ}	۳/۳۰^{EFGHIJ}	۱۳/۱۰^{EFG}	۱۳/۱۸^{EFG}	T_2
۱/۲۶^{LM}	۱/۵۴^{EF}	۱/۶۹^{HIJ}	۶/۱۷^{BCD}	۱۱/۸۱^{FG}	۲۰/۵۷^{ABCD}	T_3
۱/۳۰^{KL}	۱/۵۴^{EF}	۲/۵۶^{GHIJ}	۴/۴۲^{DEFG}	۱۴/۷۴^{DEFG}	۱۸/۰۷^{ABCDE}	T_4
۱/۳۳^{JK}	۱/۳۸^{J}	۲/۶۰^{GHIJ}	۸/۱۴^{B}	۱۱/۸۹^{FG}	۲۱/۵۱^{ABCt}	T_5
۱/۳۵^{JK}	۱/۳۸^{J}	۲/۶۱^{GHIJ}	۵/۸۲^{BCDE}	۱۷/۹۲^{ABCDE}	۱۸/۷۱^{ABCDE}	T_6
۱/۳۷^{J}	۱/۸۷^{B}	۱/۴۸^{IJ}	۴/۸۴^{DEFG}	۱۶/۵۰^{ABCDEF}	۱۸/۲۴^{ABCDE}	T_7
۱/۴۰^{IJ}	۱/۵۴^{EF}	۲/۵۳^{GHIJ}	۶/۴۸^{BCD}	۱۹/۲۷^{ABCD}	۲۱/۱۵^{ABC}	T_8
۱/۴۴^{HI}	۱/۵۲^{EFG}	۲/۸۱^{GHIJ}	۴/۱۴^{DEFGHI}	۱۶/۸۱^{ABCDEF}	۲۱/۵۶^{ABC}	T_9
۱/۴۵^{HI}	۱/۵۷^{E}	۲/۷۴^{GHIJ}	۶/۱۰^{BCD}	۱۵/۶۰^{CDEFG}	۲۱/۲۹^{ABC}	T_{10}
۱/۴۴^{HI}	۱/۵۰^{FGH}	۳/۲۳^{EFGHIJ}	۵/۴۷^{CDEF}	۱۹/۷۰^{ABCD}	۲۲/۰۵^{AB}	T_{11}
۱/۴۵^{HI}	۱/۷۳^{D}	۲/۹۸^{FGHIJ}	۴/۳۵^{DEFGH}	۱۶/۲۲^{BCDEFG}	۲۲/۲۹^{A}	T_{12}
۱/۸۱^{C}	۱/۹۵^{A}	۲/۵۶^{GHIJ}	۷/۶۱^{BC}	۱۹/۳۷^{ABCD}	۲۱/۲۹^{ABC}	T_{13}
۱/۹۸^{A}	۱/۹۸^{A}	۳/۵۵^{EFGHIJ}	۱۰/۸۷^{A}	۱۸/۷۳^{ABCDE}	۲۱/۱۳^{ABC}	T_{14}

*در هر ردیف و در هر ستون متعلق به هر عنصر میانگین هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک باشند با هم اختلاف معنی‌دار ندارند. (P=٪۵)

T_1- تیمار شاهد، T_2- تیمار کود شیمیایی، T_3- تیمار کمپوست ۱۵ تن در هکتار، T_4- تیمار کمپوست ۱۵ تن در هکتار + ۱/۴ کود شیمیایی، T_5 - تیمار کمپوست ۱۵ تن در هکتار + ۱/۲ کود شیمیایی، T_6- تیمار کمپوست ۱۵ تن در هکتار + ۳/۴ کود شیمیایی، T_7- تیمار کمپوست ۳۰ تن در هکتار، T_8- تیمار گمپوست ۳۰ تن در هکتار + ۱/۴ کود شیمیایی، T_9- تیمار کمپوست ۳۰ تن در هکتار + ۱/۲ کود شیمیایی، T_{10}- تیمار کمپوست ۳۰ تن در هکتار + ۳/۴ کود شیمیایی، T_{11}- تیمار کمپوست ۴۵ تن در هکتار، T_{12}- تیمار کمپوست ۴۵ تن در هکتار + ۱/۴ کود شیمیایی، T_{13}- تیمار کمپوست ۴۵ تن در هکتار + ۱/۲ کود شیمیایی، T_{14}- تیمار کمپوست ۴۵ تن در هکتار + ۳/۴ کود شیمیایی.

(Y_1 = سال اول) و (Y_2 = سال دوم)

خوشگفتارمنش و کلباسی (۱۳۸۱) نیز ضمن داشتن نتایجی مشابه بیان داشتند علت کاهش پ-هاش خاک به‌دلیل حضور اسیدهای معدنی و اسیدهای آلی نظیر اسیدلاکتیک و اسید استیک است. مواد آلی قادر است که تغییرات زیاد در اسیدیته خاک را تعدیل کند. مواد آلی با گرفتن یا رها کردن یون H^+ در خاک پ-هاش خاک را تعدیل می‌کند؛ در نتیجه قادر خواهد بود آن را در حالت خنثی یا مناسب برای رشد یک محصول خاص نگه دارد (میرزایی تالارپشتی و همکاران ۱۳۸۸). مقایسه میانگین غلظت آهن نشان می‌دهد که کم ترین و بیشترین میزان غلظت به ترتیب در تیمار شاهد و تیمار چهاردهم (۴۵ تن کمپوست + ۳/۴ کود شیمیایی) دیده می‌شود و بین این تیمار و بقیه تیمارهای کودی اختلاف معنی‌داری مشاهده می‌شود (جدول ۴). همچنین غلظت آهن قابل جذب در تیمارهای تلفیقی کمپوست و کود شیمیایی بیشتر از تیمار کمپوست ساده بوده است. ضمناً تاثیر متقابل سال و تیمار کودی بر غلظت آهن قابل جذب خاک معنی‌دار نشده است یعنی افزایش سال کوددهی (کوددهی دوساله) افزایش معنی‌داری را در میزان غلظت آهن ایجاد نکرده است (جدول ۲).

جدول ٤- مقایسه میانگین پ-هاش و غلظت آهن قابل جذب (میلی گرم بر کیلوگرم) در خاک در اثر کاربرد دو ساله کمپوست

تیمار	pH	Fe
T_1	۷/۴۰ ^{a}	۶۴/۱۷^{d}
T_2	۷/۳۶ ^{ab}	۶۴/۷۴^{d}
T_3	۷/۳۳ ^{abc}	۶۶/۷۸^{d}
T_4	۷/۲۹ ^{bcd}	۶۷/۹۳^{cd}
T_5	۷/۳۱ ^{bc}	۶۸/۰۶^{cd}
T_6	۷/۲۶ ^{cde}	۷۱/۱۹^{bcd}
T_7	۷/۲۲ ^{de}	۷۲/۱۶^{bcd}
T_8	۷/۲۲ ^{de}	۷۳/۰۱^{bcd}
T_9	۷/۲۲ ^{de}	۷۳/۹۸^{bcd}
T_{10}	۷/۲۱ ^{de}	^{bcd}۷۳/۷۱
T_{11}	۷/۱۹ ^{ef}	^{ab}۸۱/۴
T_{12}	۷/۱۱ ^{g}	^{bc}۷۸/۶۴
T_{13}	۷/۱۲ ^{fg}	^{bc}۷۸/۹۴
T_{14}	۷/۱۰ ^{g}	^{a}۸۹/۲۹

*در هر ستون، میانگین هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک باشند با یکدیگر اختلاف معنی داری ندارند. (P=٪۵)

T_1- تیمار شاهد، T_2- تیمار کود شیمیایی، T_3- تیمار کمپوست ۱۵ تن در هکتار، T_4- تیمار کمپوست ۱۵ تن در هکتار + ۱/۴ کود شیمیایی، T_5 - تیمار کمپوست ۱۵ تن در هکتار + ۱/۲ کود شیمیایی، T_6-تیمار کمپوست ۱۵ تن در هکتار + ۳/۴ کود شیمیایی، T_7- تیمار کمپوست ۳۰ تن در هکتار، T_8- تیمار گمپوست ۳۰ تن در هکتار + ۱/۴ کود شیمیایی، T_9- تیمار کمپوست ۳۰ تن در هکتار + ۱/۲ کود شیمیایی، T_{10}- تیمار کمپوست ۳۰ تن در هکتار + ۳/۴ کود شیمیایی، T_{11}- تیمار کمپوست ۴۵ تن در هکتار، T_{12}- تیمار کمپوست ۴۵ تن در هکتار + ۱/۴ کود شیمیایی، T_{13}- تیمار کمپوست ۴۵ تن در هکتار + ۱/۲ کود شیمیایی، T_{14}- تیمار کمپوست ۴۵ تن در هکتار + ۳/۴ کود شیمیایی.

اندام هوایی

جدول تجزیه واریانس (جدول ۵) نشان می‌دهد که سطوح مختلف تیمارهای کودی بر غلظت منگنز در اندام هوایی برنج معنی‌دار نشده و به همین دلیل اعداد مربوط به آن در جدول مقایسه میانگین ذکر نگردیده است؛ اما میزان آهن در سطح احتمال ۵٪ و عناصر مس و روی در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی‌داری را نشان داده اند. معنی‌دار شدن عناصر مس، آهن و روی را در اندام هوایی برنج می‌توان معلول چند علت دانست: اضافه شدن مقدار زیادی از این عناصر به خاک در اثر استفاده از کمپوست مربوطه، پ- هاش حدود خنثی محیط غرقاب که باعث افزایش فرم قابل جذب این عناصر می‌شود (خوشگفتارمنش و کلباسی، ۱۳۸۰) و افزایش ماده آلی خاک، که با ایجاد کمپلکس با این عناصر مانع تثبیت آنها در خاک می‌شود. خوشگفتارمنش و کلباسی (۱۳۸۰) گزارش کردند که در محیط غرقاب (کاهش پ- هاش) فعالیت یونهای آهن، منگنز و روی افزایش می‌یابد. در واقع قابلیت جذب این عناصر در ارتباط با پ- هاش خاک می‌باشد؛ در نتیجه فرم قابل جذب آنها زیاد و بوسیله گیاه جذب شده اند. همان‌طور که از جدول مقایسه میانگین (جدول ۶) بر می‌آید، میزان غلظت روی در اندام هوایی برنج بیش از دانه است. در مورد بقیه عناصر نیز همین روند دیده شده است. در تمام تیمارهای تلفیقی غلظت بیش از تیمار ساده بوده است. همچنین کم ترین میزان غلظت مربوط به تیمار شاهد و بیش‌ترین آن مربوط به کمپوست ۴۵ تن + ۳/۴ کود شیمیایی بوده است، بیشترین میزان عنصر مس نیز در تیمار T_{14} و عنصر آهن در تیمار T_{12} دیده شده است. یعنی با افزایش میزان کمپوست مصرفی غلظت عناصر کم مصرف نیز افزایش یافته است. میزان مس و آهن افزایش دو برابر و عنصر روی حدود ۶۲٪ افزایش را نسبت به شاهد نشان دادند. ضمنا" منگنز نیز در اثر استفاده از تیمارهای کودی افزایش داشته است؛ اما این افزایش از نظر آماری معنی‌دار نبوده است.

جدول ۵- جدول تجزیه واریانس (F) غلظت عناصر کم مصرف در اندام‌های مختلف گیاه برنج با کاربرد تیمارهای مختلف کودی

	برگ پرچم				دانه				اندام هوایی			
تیمار	Cu	Fe	Zn	Mn	Cu	Fe	Zn	Mn	Cu	Fe	Zn	Mn
T	۲/۰۹*	۱/۵۸ns	۱/۷۹ns	۲/۷۹۳**	۱/۱۳ns	۱/۵۷ns	۲/۵۱*	۰/۸۲ns	۳/۴۳**	۲/۷۴*	۲/۹۸**	۱/۵۹ns

**: معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ *: معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ ns: معنی‌دار نیست T: تیمار کودی

جدول ٦- مقایسه میانگین غلظت عناصر کم مصرف (میلی گرم بر کیلوگرم) در برگ پرچم، اندام هوایی و دانه برنج در اثر کاربرد تیمارهای کودی

تیمار	Cu		Fe	Zn		Mn
	برگ پرچم	اندام هوایی	اندام هوایی	اندام هوایی	دانه	برگ پرچم
T_1	۱۷/۲۰^{c}	۱۷/۲۰^{d}	۱۶۴/۶۸^{c}	۵۲/۱۹^{e}	۲۹/۸۹^{d}	۷۱/۰۹^{c}
T_2	۱۹/۰۲^{bc}	۲۰/۸۳^{cd}	۱۷۶/۸۳^{c}	۶۳/۸۹^{de}	۳۰/۸۶^{cd}	۷۸/۲۹^{c}
T_3	۱۹/۰۲^{bc}	۲۷/۱۷^{abcd}	۱۹۶/۱۸^{c}	۶۶/۵۹^{cde}	۳۰/۸۶^{cd}	۷۹/۱۹^{c}
T_4	۱۹/۹۲^{abc}	۲۷/۱۷^{abcd}	۲۰۸/۷۸^{c}	۶۷/۴۹^{bcde}	۳۱/۸۲^{bcd}	۸۶/۳۹^{c}
T_5	۲۰/۸۳^{abc}	۲۸/۵۳^{abc}	۲۲۹/۴۸^{bc}	۶۸/۸۴^{abcd}	۳۳/۲۷^{bcd}	۸۹/۹۹^{c}
T_6	۲۰/۸۳^{abc}	۲۹/۸۹^{abc}	۲۲۸/۵۸^{bc}	۷۰/۱۹^{abcd}	۳۳/۷۵^{bcd}	۸۸/۱۹^{c}
T_7	۲۰/۸۳^{abc}	۲۱/۷۳^{cd}	۱۹۳/۴۸^{c}	۷۱/۰۹^{abcd}	۳۳/۷۵^{bcd}	۹۲/۶۹^{c}
T_8	۲۱/۷۳^{abc}	۲۳/۵۵^{bcd}	۱۹۳/۴۸^{c}	۷۳/۷۹^{abcd}	۳۴/۷۲^{abcd}	۹۷/۱۹^{c}
T_9	۲۲/۶۴^{ab}	۲۲/۶۴^{cd}	۱۷۷/۲۸^{c}	۷۴/۲۴^{abcd}	۳۳/۷۵^{bcd}	۱۰۱/۶۹^{bc}
T_{10}	۲۴/۴۵^{a}	۲۶/۲۶^{abcd}	۱۹۵/۹۱^{c}	۷۶/۴۹^{abcd}	۳۵/۶۸^{abc}	۹۸/۰۹^{c}
T_{11}	۲۱/۷۳^{abc}	۳۴/۴۱^{ab}	۲۷۱/۳۲^{abc}	۷۶/۴۹^{abcd}	۳۵/۶۸^{abc}	۱۰۵/۲۹^{bc}
T_{12}	۲۴/۴۵^{a}	۳۳/۹۹^{ab}	۳۶۰/۴۲^{a}	۸۰/۹۹^{abc}	۳۶/۱۶^{abc}	۱۰۵/۲۹^{bc}
T_{13}	۲۳/۵۵^{ab}	۳۵/۳۲^{a}	۲۸۵/۰۲^{abc}	۸۳/۶۹^{ab}	۳۶/۶۵^{ab}	۱۴۲/۷۹^{ab}
T_{14}	۲۴/۴۵^{a}	۳۷/۱۳^{a}	۳۴۰/۱۷^{ab}	۸۵/۰۴^{a}	۳۹/۵۴^{a}	۱۴۹/۹۵^{a}

*در هر ستون، میانگین هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک باشند با یکدیگر اختلاف معنی داری ندارند. (٪۵ = P)

T_1- تیمار شاهد، T_2- تیمار کود شیمیایی، T_3- تیمار کمپوست ۱۵ تن در هکتار، T_4- تیمار کمپوست ۱۵ تن در هکتار + ۱/۴ کود شیمیایی، T_5 - تیمار کمپوست ۱۵ تن در هکتار + ۱/۲ کود شیمیایی، T_6-تیمار کمپوست ۱۵ تن در هکتار + ۳/۴ کود شیمیایی، T_7- تیمار کمپوست ۳۰ تن در هکتار، T_8- تیمار گمپوست ۳۰ تن در هکتار + ۱/۴ کود شیمیایی، T_9- تیمار کمپوست ۳۰ تن در هکتار + ۱/۲ کود شیمیایی، T_{10}- تیمار کمپوست ۳۰ تن در هکتار + ۳/۴ کود شیمیایی، T_{11}- تیمار کمپوست ۴۵ تن در هکتار، T_{12}- تیمار کمپوست ۴۵ تن در هکتار + ۱/۴ کود شیمیایی، T_{13}- تیمار کمپوست ۴۵ تن در هکتار + ۱/۲ کود شیمیایی، T_{14}- تیمار کمپوست ۴۵ تن در هکتار + ۳/۴ کود شیمیایی

خوشگفتارمنش و کلباسی (۱۳۸۰) نیز با کاربرد سطوح مختلف شیرابه زباله بر گیاه برنج گزارش کردند که غلظت عناصر غذایی کم مصرف در کاه و دانه برنج متناسب با میزان شیرابه مصرفی افزایش یافت؛ همین‌طور اگرینیا و همکاران[1] (۲۰۰۱) گزارش کردند که استفاده از کود آلی جذب عناصر ریز مغذی بوسیله گیاه برنج را افزایش می‌دهد.

1- Egrinya *et al.*

برگ پرچم

همان‌گونه که در جدول تجزیه واریانس (جدول ۵) نشان داده شده تاثیر تیمارهای مختلف کودی در میزان غلظت آهن و روی در برگ پرچم دارای اختلاف معنی‌داری نمی باشند؛ اما عنصر مس در سطح احتمال ۵٪ و عنصر منگنز در سطح احتمال ۱٪ دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند. با افزایش مواد آلی در خاک و افزایش تصاعد گاز کربنیک و در نتیجه تشدید خاصیت احیا مقدار منگنز قابل استفاده گیاه

افزایش می‌یابد (ملکوتی و همایی، ۱۳۷۸). نقوی (۱۳۸۷) نیز در آزمایشی بر گیاه برنج ، با اضافه کردن سطوح مختلف کمپوست توام با کود شیمیایی گزارش کرد که غلظت مس در برگ پرچم، دارای اختلاف معنی‌داری نسبت به شاهد بود. همان‌طور که از جدول مقایسه میانگین جدول (۶)، بر می‌آید، میزان غلظت عنصر مس در برگ پرچم برنج کمتر از اندام هوایی آن است و این روند در مورد بقیه عناصر نیز به همین منوال بوده است. در تمامی تیمارهای کمپوست غنی شده، جذب عناصر، بیشتر از کاربرد کمپوست ساده بوده است. کم ترین غلظت مس برگ پرچم (۱۷/۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) در تیمار شاهد دیده شده و بیش‌ترین میزان آن در تیمار ۴۵ تن در هکتار کمپوست غنی شده (۲۴/۴۵ میلی گرم بر کیلوگرم) رسیده است؛ لذا میزان مس در تیمار ۴۵ تن غنی شده نسبت به شاهد حدود ۴۲٪ افزایش داشته و میزان منگنز در این تیمار به بیش از دو برابر تیمار شاهد رسیده است(جدول ۶). ضمنا غلظت مس در تمامی تیمارها در محدوده بهینه عتصر مس در برگ برنج (۲۵-۸ میلی گرم در کیلوگرم) قرار دارد و با افزایش میزان کمپوست از تیمار شاهد تا تیمار ۴۵ تن در هکتار کمپوست غنی شده به بیشینه آن (۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم) نزدیک‌تر می‌شود؛ اما غلظت منگنز با افزایش میزان کمپوست از تیمار شاهد تا تیمار ۴۵ تن در هکتار غنی شده به بهینه آن در برگ برنج (۸۰۰-۱۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) نزدیک می‌شود (فاجریا[1]، ۲۰۰۹). تحقیقات ادراگو و همکاران[2] (۲۰۰۱) و استاماتیادیس و همکاران[3] (۱۹۹۹) حاکی از آن است که کاربرد کمپوست در مقادیر مناسب، رشد گیاه و خصوصیات فیزیکی خاک را بهبود می بخشد و عناصر مغذی قابل دسترس خاک و نهایتا گیاه را بهبود می‌بخشد.

دانه

جدول تجزیه واریانس (جدول ۵) نشان داد که، تاثیر سطوح مختلف تیمارهای کودی بر غلظت عناصر مس، آهن و منگنز در دانه اختلاف معنی‌داری نداشتند و فقط بر غلظت روی در سطح احتمال ۵٪ تاثیر معنی‌داری داشته است و به همین علت در جدول مقایسه میانگین اعداد مربوط به مس، آهن و منگنز ذکر نگردیده است. جدول مقایسه میانگین (جدول ۶) نیز نشان می‌دهد که میزان غلظت روی در دانه برنج کم‌تر از اندام هوایی است. در مورد بقیه عناصر نیز به همین صورت بوده است. با توجه به اهمیت برگ پرچم از نظر تجمع عناصر مغذی و ضریب انتقال پایین آن (کم‌تر از ۱) می توان نتیجه گرفت که انتقال عناصر از برگ به دانه بسیار کم صورت گرفته است. تیمار (T_{14}) بیشترین تاثیر را بر افزایش غلظت مس، آهن و منگنز در دانه داشته است اما این روند از نظر آماری معنی‌دار نبوده است؛ با این حال تاثیر تیمارهای مختلف کودی بر عنصر روی دارای اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ بود. کم‌ترین میزان غلظت روی در تیمار شاهد و بیش‌ترین میزان در تیمار (T_{14}) مشاهده گردید. طبق جدول (۶) تیمار (T_{14}) میزان روی قابل جذب را نسبت به شاهد حدود ۳۲٪ افزایش داده است. در همه تیمارهای کودی، کود تلفیقی نسبت به ساده جذب بیش‌تری را در دانه نشان داده است. مثلا تیمار T_{14} نسبت به بقیه تیمارهای کمپوست ۴۵ تن و همینطور تیمار T_6 نسبت به بقیه تیمارهای کمپوست ۱۵ تن بیش‌ترین جذب را نشان داد. سوماری و همکاران[4] (۲۰۰۲) نیز با کاربرد سطوح مختلف کمپوست و کود شیمیایی گزارش کردند که تلفیق کمپوست و کود شیمیایی به‌طور معنی‌داری ماده

1- Fageria
2- Ouedraogo *et al.*
3- Stamatiadis *et al.*
4- Soumare *et al.*

خشک و عملکرد گیاه لولیوم را افزایش داد. همین‌طور پس از تیمار شاهد و کود شیمیایی کم ترین غلظت عناصر کم مصرف مربوط به تیمار ۱۵ تن در هکتار و سپس ۳۰ تن و ۴۵ تن در هکتار بوده است که گویای این مطلب است که با افزایش مصرف کمپوست میزان غلظت عناصر کم‌مصرف نیز افزایش داشته است.

نتیجه‌گیری

کاربرد کمپوست زباله شهری به مدت دو سال پیاپی اختلاف معنی‌داری بر هدایت الکتریکی، پ-هاش و غلظت عناصر آهن، منگنز و روی ایجاد کرده است و کاربرد دوساله کمپوست در مقایسه با یک‌ساله حدود دوبرابر افزایش غلظت در میزان روی و منگنز قابل جذب ایجاد کرده است. در مجموع در این آزمایش، کودهای تلفیقی در مقایسه با ساده تاثیر بیشتری بر هدایت الکتریکی، پ-هاش و میزان قابل جذب عناصر میکرو نشان داده‌اند که در این میان کمپوست ۴۵ تن توام با کود شیمیایی، بیش‌ترین تاثیر را بر میزان قابل جذب عناصر میکرو داشته است.

همین‌طور میزان عناصر کم مصرف در اندام‌های مختلف گیاه، بیانگر تاثیر مثبت کود کمپوست در خاک و نهایتاً در گیاه است. در اندام هوایی برنج، تیمارهای کودی مختلف بر سه عنصر مس، آهن و روی تاثیر معنی‌داری داشته و در نتیجه غلظت آنها در گیاه بیش‌تر شده است. تیمار T_{14} بیش‌ترین تاثیر را بر افزایش جذب مس و روی و تیمار T_{12} بیش‌ترین افزایش را در غلظت آهن در اندام هوایی برنج داشته است. در برگ پرچم تاثیر تیمارهای کودی بر غلظت مس و منگنز تاثیر معنی‌داری داشته است و در دو عنصر آهن و روی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشده، ضمناً بیش‌ترین میزان مس در تیمار کمپوست ۴۵ تن توام با کود شیمیایی (T_{14}، T_{12}) و بیش‌ترین میزان منگنز نیز در تیمار T_{14} دیده شده است. در دانه برنج تنها عنصر روی اختلاف معنی‌داری را نشان داد و برخلاف انتظار بیش‌ترین میزان آن نیز در تیمار T_{10} دیده شده است. بنابراین کاربرد کمپوست زباله شهری در خاک و نهایتا در گیاه باعث افزایش غلظت عناصر کم مصرف شده است و با توجه به فقر خاک‌های کشور ما از این عناصر می‌توان اظهار داشت که کود کمپوست زباله شهری را می توان به عنوان یک کود آلی کامل برای تقویت خاک به‌کاربرد و این احتمال وجود دارد که با کاربرد آن در سال‌های متمادی دیگر میزان جذب عناصر بیش‌تر نیز گردد.

منابع

۱- اکبری نیا، ا.، قلاوند، ا.، سفید کن، ف.، رضایی، م.ب. و شریفی عاشورآبادی، ا. ۱۳۸۲. بررسی تاثیر کودهای شیمیایی، آلی و تلفیقی بر عملکرد و میزان ترکیبات اسانس دانه گیاه دارویی زنیان. مجله پژوهش و سازندگی، ۱۴ (۶۱): ۳۷-۳۱.

۲- امیری نژاد، ع. ۱۳۸۲. بررسی اثرات کمپوست در کاهش مصرف کودهای شیمیایی در گندم. مجموعه مقالات سومین همایش ملی توسعه کاربرد مواد بیولوژیک و استفاده بهینه از کود و سم در کشاورزی، ۲۵۹ صفحه.

۳- میرزایی تالار پشتی، ر.، کامبوزیا، ج.، صباحی، ح. و دامغانی، ع.م. ۱۳۸۸. اثر کاربرد کودهای آلی بر خصوصیات فیزیکو شیمیایی خاک و تولید محصول و ماده خشک گوجه فرنگی. مجله پژوهشهای زراعی ایران، جلد ۷. شماره ۱، ۲۵۷-۲۶۸.

۴- خوشگفتارمنش، ا. و کلباسی، م. ۱۳۸۰. اثر شیرابه زباله بر خصوصیات خاک و رشد برنج. مجله علوم خاک و آب، ۱ (۱۵):

۵- رحیمی، ق. ۱۳۷۱. مطالعات اثرات کود کمپوست بر شوری و آلودگی خاک و مقدار جذب عناصر سنگین توسط گیاه ذرت از خاکهای حاوی کود کمپوست. پایان نامه دوره کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان. ۱۰۹ صفحه.

۶- قیامتی، گ.، آستارایی، ع. و زمانی، غ. ۱۳۸۸. تاثیر کمپوست زباله شهری و گوگرد بر عملکرد چغندر قند و خصوصیات شیمیایی خاک. . مجله پژوهشهای زراعی ایران،۷ (۱): ۱۹-۲۵.

۷- کلباسی، م. و گندمکار، ا. ۱۳۸۲. اثر شیرابه زباله بر عملکرد و ترکیب شیمیایی ذرت و اثر باقیمانده آن بر بعضی ویژگیهای خاک. مجله علوم آب و خاک، ۱ (۲): ۲۶-۳۱.

۸- مرجوی، م. ۱۳۸۲. برسی اثرات کمپوست شهری بر عملکرد چغندر قند و گندم و خصوصیات شیمیایی خاک. مجله علوم خاک و آب، ۱۷ (۱): ۳۵-۴۲.

۹- موسوی، م. ۱۳۸۹. تاثیر کودهای آلی مختلف (کمپوست، ورمی کمپوست و لجن فاضلاب) بر توزیع عناصر سنگین (کادمیوم، کروم، نیکل و سرب) در خاک و گیاه برنج و برخی خصوصیات شیمیایی خاک. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته علوم خاک. دانشکده علوم زراعی. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری. ۱۱۵ صفحه.

۱۰- ملکوتی، م.ج. ۱۳۷۵. کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با بهینه سازی مصرف کود در ایران. نشر آموزش کشاورزی.

۱۱- ملکوتی، م.ج. و همایی، م. ۱۳۷۸. نقش ریز مغذیها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی. انتشارات تربیت مدرس. ۶۰۰ صفحه.

۱۲- نقوی مرمتی، ه. ۱۳۸۷. تاثیر مقادیر و انواع مختلف کودهای آلی و شیمیایی بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام مختلف برنج. پایان نامه دوره کارشناسی ارشد دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری. ۱۵۶ صفحه.

13- Benton Jones, J. Jr. 1930. Laboratory guide for conducting soil tests and plant analysis. CRC Press, Boca Raton London New York Washington, D.C. PP: 363.

14- Cortellini, L. 1999. Effects of content of organic matter, nitrogen and heavy metals in plants after application of compost and sewage sludge. In: De Bertoldi et al. (Eds), The Science of Composting Publication, Blackie, London, 457-468.

15- Courtney, R. G., and Mullen, G. J. 2008. Soil quality and barley growth as influenced by the land application of two compost types. Bioresource Technology, 99: 1913-2918.

16- Egrinya Eneji, A., Yamamoto, S., and Honna, T. 2001. Rice growth and nutrient uptake as affected by livestock manure in four Japanese soils. Journal of Plant Nutrition, 24(2): 333-343.

17- Eriksen, G., Coale, F., and Bollero, G. 1999. Soil nitrogen dynamics and maize production in municipal solid waste amended soil. Agronomy Journal, 91: 1009-1016.

18- Fageria, N.K. 2009. The use of nutrients in crop plants. CRC Press, Boca Raton Washington, pp: 430.

19- Foth, H.D. 1923. Fundamentals of soil science. John Wiley and Sons INC. New York.

20- Gallardo- Lara, F., Azcon, M., and Polo, A. 2006. Phytoavailability and fractions of iron and manganese in calcareous soil amended with composted urban waste. Journal of Environmental Science and Health, 41: 1187-1201.

21- Hernando, S., Lobo, M., and Polo, A. 1989. Effect of the application of a municipal refuse compost on the physical and chemical properties of soil. Science of the Total Environment, 82: 589-596.

22- Iglesias, E. 1996. City refuse compost as a source of micronutrients for plants. Fertilizer and Environment, 517-521.

23- Julios, B., and Cohen, T. 1910. Practical organic chemistry, Kjeldal method to measure nitrogen. pp: 315-318.

24- Lindsay, W.L., and Norvell, W.A. 1978. Development of a DTPA test for zinc, iron, manganese and copper. Soil Science Society of America Journal, 42: 421-428.

25- Maftoun, M., Moshiri, F., Karimian, N., and Ronaghi, A. 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.

26- Nelson, D. W., and Sommers, L.P. 1982. Total carbon, organic carbon and organic matter. American Society Agronomy, Madison, WI, 539-579.

27- Olson, S.R. Cole, C.V., Watenab, F.S., and Dean, L.A. 1954. Estimation of available phosphorus in soil by extraction with sodium bicarbonate, U.S. Department of agriculture. CRIS. 939. USA.

28- Ouedraogo, E., Mando, A., and Zombre, N.P. 2001. Use of compost to improve soil properties and crop productivity under low input agricultural system in West Africa. Agriculture, Ecosystems and Environment, 84: 259-266.

29- Plank, O.C. 1992. Plant analysis reference procedures for the southern region of the United States, The University of Georgia. pp: 68.

30- Shanmugam, G.S. 2005. Soil and plant response of organic amendments on strawberry and half-high blueberry cultivars. Master thesis. Delhousie University, Halifax, Nova Scotia, Canada. pp: 121.

31- Soumare, M., Tack, F.M.G., and Verloo, M.G. 2002. Effects of a municipal solid waste compost and mineral fertilization on plant growth in two tropical agricultural soils of Mali. Journal of Bioresource Technology, 86: 15-20.

32- Stamatiadis, S., Wernet, M., and Buchanan, M. 1999. Field assessment of soil quality as affected by compost and fertilizer application in a broccoli field (San Benito County, California). Applied Soil Ecology, 12: 217-225.

33- Warman, P.R. and Rodd, V. 1998. Influence of source-separated MSW compost on vegetable crop growth and soil properties: year 3. In: Proceedings of the 8th Annual Meeting of the Composting Council of Canada, Ottawa, Ontario, November, 3-5, pp: 263-273.

34- Zheljazkov, V.D., and Warman, P.R. 2004. Phytoavailability and fractionation of copper, manganese, and zinc in soil following application of two composts to four crops. Journal of Environmental Pollution, 131 (2): 187-195.

35- Zheljazkov, V., Astatkie, T., Caldwell, C.D., MacLeod, J., and Grimmett, M. 2006. Compost, manure, and gypsum application to red clover forage. Journal of Environmental Quality, 35: 2410-2418.

Agricultural Engineering (Scientific Journal of Agriculture), 35(1), Summer, 2012

The Effect of Applying Tow Year Municipal Solid Waste Compost with or Without Chemical Fertilizer on Chemical Characteristics and Concentration of Available Micronutrients in Soil and Rice Plant

A. Gholipour[1], M. Ghajar Sepanlou[2] and M. A. Bahmanyar[3]

1. ***Corresponding Author**: Former M. Sc. Student of Soil Science, Faculty of Agricultural Sciences, Sari Agricultural and Natural Resources University, I. R. Iran (Atena_gholipur@yahoo.com)
2. Assistant Professor of Soil Science, Faculty of Agricultural Sciences, Sari Agricultural and Natural Resources University, I. R. Iran
3. Associate Professor of Soil Science, Faculty of Agricultural Sciences, Sari Agricultural and Natural Resources University, I. R. Iran

Received: 9 July 2011 Accepted:19 September 2012

Abstract

In order to study the effect of municipal solid waste compost application with or without chemical fertilizer on the concentration of micronutrients in soil and rice plant, an experiment with randomized complete block design for plant and a factorial experiment in complete block design for soil were conducted in three replications and fourteen treatments in 2009-2010. Treatments included chemical fertilizer (based on soil analysis, including 100 kg of urea, 100 kg of triple super phosphate and 100 kg of potassium sulfate per hectare), compost in three levels (15, 30 and 45 ton/ha), each one including chemical fertilizer in three levels (1/4, 1/2, 3/4 chemical fertilizer) and a control treatment. In this study, concentration of micronutrient in soil (DTPA method), and in different organs of rice plant (dry ash method) including shoots, flag leaves and seeds was determined. Variant analysis results indicated that applying compost on soil has a significant effect on 0.01 level of probability on electrical conductivity and acidity and all measured micronutrients except copper. In shoots, copper, iron and zinc, in leaf, copper and manganese and in seed, just zinc, showed significant differences. Meanwhile, the highest amount of micronutrients was seen in integrated compost and chemical fertilizer. Therefore, considering the increase in the amount of some of the available micro elements in soil and their density in the shoots and seeds of rice due to the application of compost, we can utilize compost as an organic fertilizer in increasing the fertilizing of the soil.

Keywords: *Rice, Municipal solid waste compost, Iron, Zinc, Copper and Manganese*