نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۶، شماره ۱، بهار ۱۳۹۳، ص. ۱۲۹-۱۱۸

Journal of Agroecology
Vol. 6, No. 1, Spring 2014, p. 118-129

تأثیر کاربرد سطوح مختلف کمپوست زباله شهری و کود نیتروژن بر غلظت برخی عناصر دانه ذرت شیرین (*Zea mays* L. *saccharata*) و خصوصیات خاک در شرایط مرودشت

علی مجاب قصرالدشتی[۱]، حمیدرضا بلوچی[۲*]، علیرضا یدوی[۲] و مصطفی قبادی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰۲/۲۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۸/۰۸

چکیده

به منظور بررسی اثر کمپوست زباله‌ی شهری و کود نیتروژنه بر برخی خصوصیات خاک و کیفیت دانه‌ی ذرت شیرین (*Zea mays* L. *saccharata*)، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ در شهرستان مرودشت اجرا شد. عامل کرت اصلی کود نیتروژن در پنج سطح (۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰، ۲۵۰ و ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) و عامل کرت فرعی کمپوست در چهار سطح (۱۰، ۲۰، ۳۰ و۴۰ تن در هکتار) انتخاب شد. نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد بلال تر و دانه کنسروی در تیمار ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن و ۴۰ تن کمپوست در هکتار به دست آمد. تجزیه کیفی دانه نشان داد که تأثیر نیتروژن بر درصد نیتروژن دانه معنی‌دار و بر مقدار فسفر و پتاسیم دانه غیرمعنی‌دار بود. همچنین تأثیر کمپوست بر درصد نیتروژن و فسفر دانه معنی‌دار ولی بر درصد پتاسیم دانه غیرمعنی‌داری بود. نتایج تجزیه خاک نشان داد که تأثیر کمپوست بر ماده آلی خاک، هدایت الکتریکی و اسیدیته خاک و اثر متقابل نیتروژن و کمپوست فقط بر درصد نیتروژن، فسفر و پتاسیم خاک معنی‌دار شد. با کاربرد ۴۰ تن کمپوست در هکتار مقدار مطلوب نیتروژن و فسفر و با کاربرد ۳۰ تن کمپوست در هکتار مقدار مطلوب پتاسیم در دانه به دست آمد. مقدار بهینه‌ی نیتروژن و پتاسیم خاک در تیمار ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن و ۴۰ تن کمپوست در هکتار و در مورد درصد فسفر خاک هم مقدار بهینه با کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن و ۴۰ تن کمپوست در هکتار حاصل شد. بطور کلی، برای رشد مطلوب این محصول در خاک‌های مشابه، مصرف ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن و ۴۰ تن کمپوست در هکتار می‌تواند توصیه شود.

واژه‌های کلیدی: پتاسیم، فسفر، ماده آلی، هدایت الکتریکی

مقدمه

ذرت شیرین (*Zea mays* L. *saccharata*) گیاهی یکساله که پژوهش‌های صورت گرفته روی آن در ایران بسیار کم و پراکنده است. در دانه‌ی ذرت شیرین مقدار زیادی قندهای ساده وجود دارد که آن را از ارقام معمولی ذرت متمایز کرده است (Faraji, 2006). کیفیت خاک یکی از مهمترین خصوصیات تأثیر گذار بر تولید گیاهان و پایداری تولید می‌باشد. کیفیت مطلوب خاک نه تنها در تولید و عملکرد بالای گیاهان، بلکه در حفظ کیفیت محیط زیست و در نهایت سلامت گیاه، حیوان و انسان نقش بسزایی دارد. کاربرد کمپوست در خاک عموماً به منظور حفظ و افزایش ثبات و پایداری خاکدانه‌ها، حاصلخیزی و باروری خاک‌های زراعی و باغی است که در دهه‌های گذشته از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده است. از طرفی، مصرف کمپوست زباله‌های شهری در خاک با توجه به جنبه‌های فیتوتوکسیسیتی، عدم اطمینان از ارزش غذایی مواد موجود برای گیاه و عواقب زیست محیطی، نگرانی‌هایی را ایجاد نموده است (Wolkowski, 2003). کمپوست کردن زباله‌ی جامد شهری به عنوان روش اقتصادی در مدیریت زباله شناخته شده و محصول نهایی به عنوان ماده اصلاحی خاک مورد استفاده قرار می‌گیرد. محققین به اثرات مفید استفاده از کمپوست بر خواص خاک و تولید گیاه اشاره کردند (Aggelides & Londra, 2000; Wong & Ma, 1999;). خواص شیمیایی کمپوست زباله شهری عموماً بر پایه‌ی ارزش زراعی و محتوای فلزات سنگین می‌باشد. با توجه به ارزش زراعی این ماده

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، استادیار و دانشجوی دکتری زراعت، گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج
(*- نویسنده مسئول: Email: balouchi@yu.ac.ir)

مسائلی از قبیل در دسترس بودن عناصر پر مصرف مانند N, N, P و همچنین عناصر کم مصرف از قبیل Mo، Co، Fe، Mn، Zn و Cu باید مورد ارزیابی قرار گیرد. حضور غلظت‌های قابل توجهی از فلزات سنگین (شامل Zn، Pb، Cu، Cr و Cd) در زباله‌ها مشکل اصلی کاربرد آن‌ها در خاک می‌باشد. این فلزات سنگین هم می‌توانند از میان پروفیل خاک شسته شده و به لایه‌های پایین رفته و موجب آلودگی آب‌های زیر زمینی شوند و ممکن است در لایه‌های بالاتر خاک جمع شده و برای گیاهان سمی باشند و یا وارد زنجیره غذایی شده و برای انسان و حیوانات مضر باشند (Williams et al., 1978).

در آزمایشی اثر کاربرد سطوح مختلف نیتروژن بر عملکرد بلال‌تر ذرت شیرین معنی‌دار گردید، به طوری‌که کمترین عملکرد در پایین‌ترین سطح نیتروژن بدست آمد و عملکرد از سطح صفر تا ۳۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار افزایش نشان داد و در سطح ۳۶۰ کیلوگرم در هکتار کاهش یافت (Oktem et al., 2010).

معماری (Memari, 2004) گزارش کرد که کاربرد کمپوست تأثیر معنی‌داری بر ارتفاع گیاه ذرت داشت. در این آزمایش که چهار تیمار کمپوست شامل ۳۰،۱۵، ۴۵ و۶۰ تن در هکتار کمپوست زباله‌ی شهری اعمال گردیده بود، بین تیمارهای ۴۵ و ۶۰ تن در هکتار تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید و بین بقیه تیمارها اختلاف معنی‌دار وجود داشت. همچنین تأثیر کمپوست بر وزن خشک اندام هوایی و عملکرد علوفه‌ی ذرت معنی‌دار گردید و تیمار ۶۰ تن کمپوست در هکتار غیر از تیمار ۴۵ تن با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری را نشان داد. در آزمایشی، کاربرد کمپوست در خاک رسی باعث افزایش ماده خشک یونجه شد، ولی در خاک شنی کمپوست باعث کاهش عملکرد شد (Mbarki et al., 2008). در یک بررسی کاربرد کمپوست باعث افزایش عملکرد کمی و کیفی چاودار (*Secale cereale* L.) نسبت به تیمار شاهد شد (Hartl et al., 2003). در پژوهش دیگری تمام گیاهان تحت تیمار کمپوست افزایش عملکرد را نسبت به شاهد نشان دادند و کیفیت گندم (*Triticum aestivum* L.)، جو (*Hordeum vulgare* L.) و چاودار تحت تأثیر کمپوست قرار نگرفت. همچنین بیان شد که در خاک‌های حاصلخیز اثر کمپوست کم است، ولی در طول زمان افزایش می‌یابد (Erhart et al., 2005). در پژوهش دیگری کاربرد کمپوست رابطه زیادی با محتوای مواد مغذی خاک و عملکرد گیاه داشت و هیچ‌کدام از کمپوست‌های مورد استفاده باعث افزایش مس و روی نشدند و استفاده زیاد کمپوست باعث کاهش آهن در دسترس گردید (Courtney & Mullen, 2008).

در آزمایشی دو نوع کمپوست و همچنین یک بستر پیت از لحاظ کاربرد در زمین‌های زراعی مورد بررسی قرار گرفتند نتایج به دست آمده حاکی از آن بود که در حدود ۵۰ درصد مجموع پتاسیم موجود درکمپوست به فاصله کمی پس از کاربرد آن در خاک در دسترس گیاه قرار می‌گیرد. همچنین کمپوست قادر است تمامی مواد غذایی ماکرو مورد نیاز رشد گیاه را البته نه در سطوح بالا تأمین نماید. میزان Ca، K و Na در دسترس نسبت به تیمار خاک پیت بالاتر بود. کاربرد کمپوست میزان pH خاک، کربن آلی، محتوی Mg، Ca، K و Na خاک را افزایش داد. همچنین این مواد موجب بهبود خواص فیزیکی خاک از جمله وزن مخصوص ظاهری، ظرفیت نگهداری آب و ساختمان خاک شدند. با توجه به این که نیتروژن ضروری‌ترین عنصر پرمصرف ذرت در طول دوره رشد است و با توجه به اثرات مخرب استفاده از کودهای شیمیایی به خصوص اوره، تعیین سطح بهینه‌ی نیتروژن و تعیین بهترین ترکیب کود نیتروژن و کمپوست جهت حصول عملکرد بهینه و بهبود کیفیت دانه و همچنین خصوصیات شیمیایی خاک ضروری می‌باشد (Singer et al., 2004).

مواد و روش‌ها

این پژوهش به منظور بررسی استفاده از کمپوست زباله شهری و کود نیتروژنه بر صفات کمی و کیفی ذرت شیرین در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ در شهرستان مرودشت به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه‌ی بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. عامل کرت اصلی کود نیتروژن در پنج سطح (۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰، ۲۵۰ و ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) و عامل کرت فرعی کمپوست در چهار سطح (۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ تن در هکتار) بود. مشخصات کمپوست و خاک قبل از اضافه‌کردن مقادیر مختلف کمپوست مورد استفاده در آزمایش به ترتیب در جدول‌های ۱ و ۲ ذکر گردیده است.

هر کرت آزمایشی دارای شش متر طول و چهار متر عرض با چهار پشته به طول شش متر و عرض ۰/۷۵ متری بود. فاصله بین بلوک‌ها و کرت‌های اصلی دو متر و فاصله بین کرت‌های فرعی ۰/۵ متر در نظر گرفته شد. بعد از تسطیح کرت‌ها و قبل از ایجاد پشته‌ها میزان کمپوست محاسبه شده برای هر کرت توزین و به صورت یکنواخت در سطح هر کرت پخش گردید و سپس در عمق ۲۰ سانتی‌متری با خاک مخلوط شد. بذور ذرت با تراکم ۸۸ هزار بوته در هکتار در تاریخ اول مرداد ۱۳۸۸ به صورت دستی در عمق ۶-۵ سانتی‌متری خاک قرار داده شد.

جدول ۱- مشخصات کمپوست زباله‌ی شهری
Table 1- Characteristics of municipal solid waste compost

هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC ($dS.m^{-1}$)	اسیدیته pH	نیتروژن (٪) Nitrogen (%)	فسفر (٪) Phosphorus (%)	پتاسیم (٪) Potassium (%)	آهن (پی‌پی‌ام) Iron (ppm)	منگنز (پی‌پی‌ام) Manganese (ppm)	روی (پی‌پی‌ام) Zinc (ppm)	مس (پی‌پی‌ام) Copper (ppm)
18.85	7.4	3.19	0.41	0.086	476	69	10	10

جدول۲- مشخصات خاک آزمایش قبل از اعمال کمپوست در عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری
Table 2 - Characteristics of soil before applying compost (depth of 0-30 cm)

نوع Class	بافت Texture	ماده آلی (٪) Organic matter (%)	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) EC ($dS.m^{-1}$)	اسیدیته pH	نیتروژن (٪) Nitrogen (%)	فسفر (پی‌پی‌ام) Phosphorus (ppm)	پتاسیم (پی‌پی‌ام) Potassium (ppm)
خاک بدون کمپوست Soil without compost	لومی رسی Clay-loam	0.36	0.36	7.83	0.032	3.5	229

دو نوبت آبیاری پس از کاشت به فاصله سه روز صورت گرفت و آبیاری‌های بعدی بر اساس نیاز گیاه و شرایط منطقه انجام گرفت که در مجموع تعداد آبیاری‌ها به ۱۰ نوبت رسید. ۲۰۰ کیلوگرم کود سوپر فسفات و ۲۰۰ کیلوگرم کود سولفات پتاسیم قبل از کاشت و همزمان با اعمال کمپوست به زمین داده شد. یک سوم کود نیتروژنه (اوره) هر کرت در مرحله‌ی کاشت، یک سوم در مرحله ۳-۲ برگی و یک سوم مابقی هنگام ظهور تاسل مصرف شد. در تاریخ ۱۵ مهر به منظور اندازه‌گیری عملکرد و اجزای عملکرد دو متر مربع از هر کرت با رعایت فاصله ۰/۵ متری از طرفین کف‌بر و عملکرد بلال‌تر و دانه کنسروی اندازه‌گیری شد.

نیتروژن کل دانه به روش کجلدال (Page et al., 1982) و برای تعیین درصد پتاسیم و فسفر ابتدا نمونه‌ها به روش اکسیداسیون مرطوب هضم و سپس برای سنجش پتاسیم، ابتدا محلول‌های استاندارد تهیه و نمونه‌های شاهد و عصاره گیاهی رقیق گردیدند. سپس با استفاده از دستگاه فیلم‌فتومتر منحنی کالیبراسیون در طول موج ۷۶۶/۵ نانومتر تهیه و ترسیم شدند (Emami, 1996). نمونه‌های گیاهی (هضم شده به روش اکسیداسیون مرطوب) نیز در این طول موج اندازه‌گیری شدند. برای تعیین غلظت فسفر پنج میلی‌لیتر از نمونه‌های هضم شده به روش اکسیداسیون مرطوب را برداشته و داخل بالن ژوژه ۲۵ میلی‌لیتری ریخته و سپس پنج میلی‌لیتر معرف گیاه (مخلوط آمونیم مولیبیدات، آمونیوم وانادات و اسید نیتریک) را به آن اضافه کرده و آب مقطر به حجم رسانیده شدند. سپس با استفاده از دستگاه اسپکتوفوتومتر در طول موج ۴۷۰ نانومتر غلظت فسفر نمونه‌ها تعیین گردیدند (Emami, 1996).

برای اندازه‌گیری اسیدیته خاک، پس از تهیه عصاره‌ی گل اشباع از هر نمونه خاک، به کمک پمپ مکش و کاغذ صافی واتمن شماره ۴۲ عصاره‌گیری گردید. سپس به کمک دستگاه اسیدیته سنج، مدل ۶۲۰ pH خاک، اندازه‌گیری گردید. پس از تهیه عصاره گل اشباع از نمونه‌های خاک مورد نظر، هدایت الکتریکی عصاره گل اشباع به کمک دستگاه هدایت‌سنج مدل Inolab cond 720 اندازه‌گیری گردید (Thomas & Hargrove, 1984). برای اندازه‌گیری نیتروژن کل خاک، ابتدا باید شکل‌های مختلف نیتروژن در خاک به شکل آمونیوم تبدیل شود و سپس مقدار یون آمونیوم اندازه‌گیری شود. برای این کار از روش هضم‌تر استفاده گردید. ابتدا نمونه‌ها را در لوله‌های هضم قرار دادند و مخلوط اسید سولفوریک+ اسید سالیسیلیک+ پودر سلنیم و آب اکسیژنه، اضافه شد. در مرحله بعد، مقدار یون آمونیوم در عصاره‌های بدست آمده، با استفاده از دستگاه میکروکجلدال اندازه‌گیری شد. سپس این محلول با اسید سولفوریک تیتر شد (مقدار اسید مصرفی جهت تبدیل رنگ سبز به رنگ قرمز که معادل مقدار یون آمونیوم خنثی شده است به کار رفت) و در نهایت، مقدار نیتروژن کل به‌دست آمد (Bremner, 1996).

با توجه به وجود خاک‌های متفاوت از نظر شیمیایی، روش‌های مختلفی جهت عصاره‌گیری و اندازه‌گیری فسفر قابل جذب، ارائه شده است. همچنین به دلیل اینکه عمده خاک‌های ایران، آهکی محسوب می‌شود؛ بهترین روش ارائه شده، روش اولسن می‌باشد. در این روش از بی‌کربنات سدیم ۰/۵ نرمال جهت عصاره‌گیری استفاده گردید. با

رسوب دادن کلسیم به صورت کربنات کلسیم، غلظت کلسیم در محلول پایین آورده شد و در نتیجه، غلظت فسفر در محلول مشخص گردید. بعد از عصاره‌گیری، غلظت فسفر در محلول بدست آمده با تشکیل کمپلکس فسفو مولیبدات به رنگ آبی تبدیل شد و مقدار جذب نور با دستگاه طیف‌سنجی نوری در طول موج ۸۸۰ نانومتر، اندازه‌گیری گردید (Olsen & Sommers, 1982). برای عصاره‌گیری، از استات آمونیوم با غلظت یک نرمال و در pH=۷ استفاده گردید. پتاسیم موجود در عصاره، شامل پتاسیم محلول و پتاسیم تبادلی است و توسط یون آمونیوم که دارای شعاع یونی مشابه یون پتاسیم است، از نقاط تبادلی جدا گردید و به داخل محلول، منتقل شد. برای اندازه‌گیری مقدار پتاسیم در عصاره‌ی بدست آمده، از دستگاه فلیم فتومتر (مدل PFP7 Janway) استفاده گردید (Smit & Scott, 1966).

برای تعیین درصد کربن آلی خاک، روش‌های مختلف گرم و سرد وجود دارد که در این مطالعه از روش سرد والکی‌بلک استفاده گردید. (Walkly Black, 1934). تجزیه واریانس داده‌ها توسط نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه‌ی آماری داده‌ها در جدول ۳ نشان می‌دهد که کمپوست و نیتروژن و اثر متقابل آن‌ها تأثیر معنی‌داری بر عملکرد بلال و دانه کنسروی ذرت شیرین داشتند. همچنین کمپوست تأثیر معنی‌داری بر درصد نیتروژن و غلظت فسفر در دانه ذرت شیرین داشت. اثر کود نیتروژن نیز بر درصد نیتروژن دانه از لحاظ آماری معنی‌دار گردید. ولی تأثیر معنی‌داری بر درصد پتاسیم و فسفر دانه نداشت.

مقایسه‌ی میانگین اثرات ساده نشان داد که با افزایش کود نیتروژن از ۱۰۰ تا ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار، درصد نیتروژن دانه از ۱/۵۰ تا ۱/۷۷ درصد افزایش یافت (شکل۱) و با افزایش کمپوست از ۱۰ تا ۴۰ تن در هکتار، درصد نیتروژن از ۱/۱۸ تا ۲/۱۳ و درصد فسفر از ۰/۳۵ تا ۰/۴۰ درصد افزایش یافت (جدول ۴). با توجه به شکل ۱ مشاهده می‌گردد که بین سطوح ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تفاوتی از نظر درصد نیتروژن دانه وجود ندارد و همچنین تفاوت معنی‌داری بین سطوح ۲۵۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار مشاهده نگردید.

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات کیفی دانه ذرت شیرین تحت تأثیر کود نیتروژنه و کمپوست زباله‌ی شهری

Table 3- Analysis of variance (mean of squares) effect of nitrogen fertilizers and municipal solid waste compost application on yield and quality of sweet corn grain

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean squares: عملکرد بلال تر Fresh ear yield	عملکرد دانه Grain yield	نیتروژن Nitrogen	فسفر Phosphorus	پتاسیم Potassium
کود نیتروژن Nitrogen fertilizer	4	1621261.61**	493699.95**	0.11**	0.0001 ns	0.0002 ns
اشتباه عامل اصلی Main error	8	73464.54	12456.52	0.39	0.007	0.00024
کمپوست Compost	3	393778.46**	150336.87**	2.5**	0.07**	0.0008 ns
نیتروژن ×کمپوست Nitrogen × Compost	12	44690.38**	27154.41**	0.01 ns	0.0002 ns	0.00014 ns
اشتباه عامل فرعی Sub error	30	7153.97	3369.95	0.01	0.0001	0.00035
ضریب تغییرات (٪) CV (%)		4.48	6.79	7.01	4.17	3.59

ns، ** و *: به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال یک و پنج درصد می‌باشند.

ns, * and **: are non-significant and significant at 5% and 1% probability levels respectively.

جدول ٤- مقایسه میانگین‌های اثرات ساده میزان کود کمپوست، بر کیفیت دانه ذرت شیرین

Table 4- Mean comparison of compost effects on sweet corn grain quality

کمپوست (تن در هکتار) Compost (t.ha^{-1})	نیتروژن (٪) Nitrogen (%)	فسفر (٪) Phosphorus (%)	پتاسیم (٪) Potassium (%)
10	1.18^{d*}	0.35^{c}	0.52^{ab}
20	1.47^{c}	0.38^{b}	0.51^{b}
30	1.77^{b}	0.39^{b}	0.53^{a}
40	2.13^{a}	0.4^{a}	0.53^{a}

* اعداد با حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون LSD ($p\leq$۰/۰۵) اختلاف معنی‌داری ندارند.

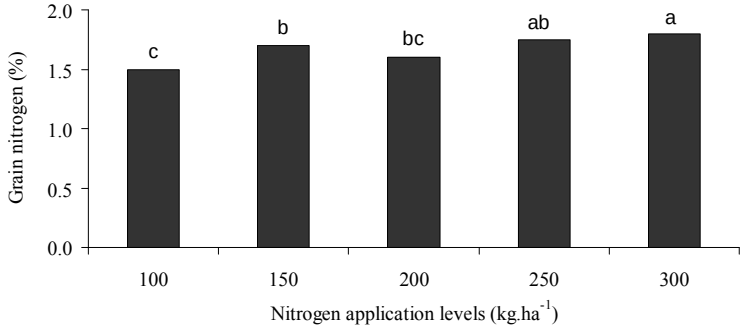
* Means with the same letters in each column have not significant difference at 5% probability level based on LSD test.

عمده نیتروژن جذب شده گیاه برای تولید اسیدآمینه، آمیدها و آنزیم‌ها به خصوص آنزیم‌های دخیل در فتوسنتز مصرف می‌شود. که این آنزیم‌ها نقش مهمی در فتوسنتز و تولید گیاه دارند. زمانی که نیتروژن بیش از نیاز گیاه برای تولید باشد، درصد پروتئین در اثر افزایش مصرف نیتروژن افزایش می‌یابد (Sarmadnia & Koocheki, 2001). علیدوست (Alidust, 2001) گزارش کرد که تأثیر نیتروژن بر غلظت فسفر و پتاسیم غیرمعنی‌دار شد و با افزایش نیتروژن تفاوت معنی‌داری بر غلظت فسفر و پتاسیم در اندام هوایی ذرت مشاهده نشد؛ ولی تأثیر کمپوست زباله‌ی شهری بر میزان فسفر و پتاسیم اندام هوایی معنی‌دار گردید که این نتایج با یافته‌های این پژوهش مطابقت دارد.

در مطالعه‌ای با افزایش نیتروژن از صفر به ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار، میزان پروتئین دانه در هیبریدهای ذرت افزایش یافت (Oikeh et al., 1998). صادقی و بحرانی (Sadeghi & Bahrani, 2002) گزارش دادند که با افزایش مصرف نیتروژن از صفر تا ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، میزان پروتئین دانه افزایش یافت. همچنین، در پژوهشی با کاربرد نیتروژن در سویا جذب عناصر غذایی و محتوای پروتئین دانه با کاربرد سطوح بالاتر نیتروژن افزایش یافت (Morshed et al., 2008). در یک تحقیق با کاربرد بیشتر نیتروژن، میزان عنصر فسفر ساقه سویا افزایش یافت و در سطوح بالاتر، میزان جذب فسفر کاهش یافت. همچنین بیان شد که با کاربرد بیشتر نیتروژن، میزان نیتروژن دانه نیز افزایش یافت (Tufenkci et al., 2006). در مطالعه‌ای جهت بررسی ارتباط بین عناصر فسفر و نیتروژن مشخص گردید که جذب فسفر تحت تأثیر سطوح نیتروژن، قرار می‌گیرد (Duraisami et al., 2001). در آزمایشی دیگر میزان جذب فسفر و پتاسیم توسط گیاهان تیمار شده با کمپوست بسیار بیشتر از گیاهان تیمار شده با کود شیمیایی بود (Bartal et al., 2004) که این افزایش در اثر مصرف کمپوست زباله شهری به دلیل وجود این عناصر در ترکیب آن و آزادسازی تدریجی این عناصر که مانع از آبشویی و تثبیت این عناصر در خاک می‌شود، منتج به بهبود قابلیت دسترسی عناصر برای گیاه می‌شود. در آزمایش فریدونی (Fereidouni, 2010) با کاربرد سه سطح ۰، ۸۰، ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، تأثیر نیتروژن بر غلظت فسفر و پتاسیم معنی‌دار نگردید. همچنین با افزایش میزان مصرف نیتروژن از صفر به ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار، پروتئین دانه از ۱۰/۰۴ به ۱۱/۵۷ درصد افزایش یافت.

بیشترین عملکرد بلال‌تر معادل ۲۳۸۷ گرم در متر مربع در تیمار ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و ۴۰ تن کمپوست در هکتار و کمترین عملکرد بلال‌تر معادل ۱۲۳۰ گرم در مترمربع در تیمار ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و ۱۰ تن کمپوست در هکتار بدست آمد (شکل ۲). بیشترین عملکرد دانه‌ی کنسروی معادل ۱۲۳۳ گرم در متر مربع در تیمار ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در ۴۰ تن کمپوست و کمترین عملکرد دانه‌ی کنسروی معادل ۳۹۵ گرم در مترمربع در تیمار ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در ۱۰ تن کمپوست بدست آمد (شکل ۳). در این پژوهش مصرف کود نیتروژن به همراه کمپوست زباله شهری علاوه بر تامین عناصر غذایی به صورت تدریجی با بهبود شرایط فیزیکی خاک نیز باعث افزایش عملکرد بلال تر و دانه کنسروی شد.

مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد که در تمام سطوح نیتروژن، افزودن کمپوست از سطح ۱۰ تا ۴۰ تن در هکتار باعث افزایش عملکرد بلال تر شد، ولی این افزایش در سطوح مختلف نیتروژن متفاوت بود، به طوری‌که افزودن کمپوست از ۱۰ تا ۴۰ تن در هکتار در سطوح ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰، ۲۵۰ و ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به ترتیب باعث افزایش ۲۷، ۴۵، ۲۶، ۱۰ و ۱۰ درصدی عملکرد بلال تر شد. کمپوست علاوه بر تأثیر مستقیم بر عملکرد با آزاد کردن عناصر میکرو و ماکرو از طریق بهبود خواص فیزیکی خاک به صورت غیر مستقیم باعث افزایش عملکرد می‌شود. به عنوان مثال، کمپوست با کاهش چگالی ظاهری خاک و در پی آن افزایش ظرفیت نگهداری آب و با توجه به این مطلب که عملکرد ذرت شیرین به صورت تر اندازه‌گیری می‌شود منجر به افزایش عملکرد دانه کنسروی و بلال‌تر می‌شود (شکل‌های ۲ و ۳).

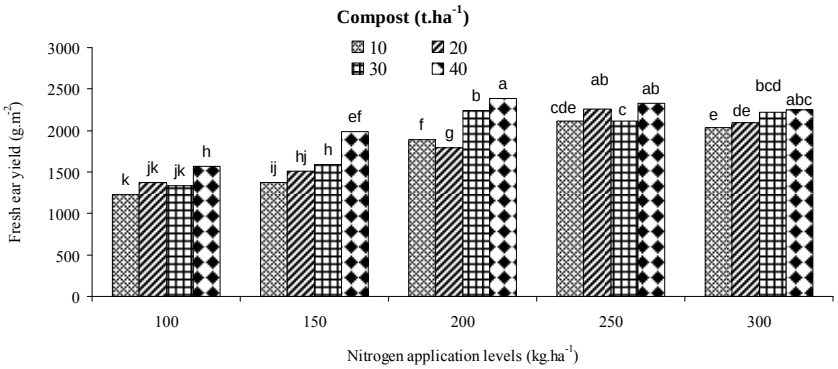


شکل ۱- تأثیر کاربرد سطوح مختلف نیتروژن بر درصد نیتروژن دانه ذرت شیرین

Fig. 1- Effect of different levels of nitrogen application on nitrogen percent of sweet corn grain

* میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر شکل براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

* Means with the same letters in each figure have not significant difference at 5% probability level based on LSD test.

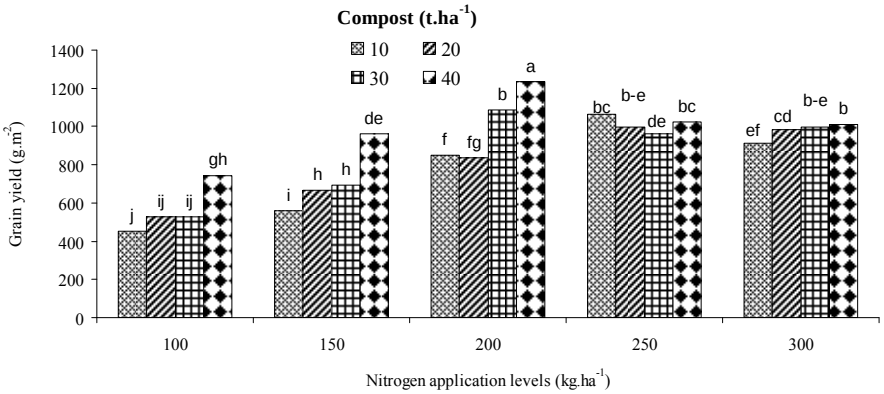


شکل ۲- تأثیر کاربرد کمپوست در مقادیر مختلف نیتروژن بر عملکرد بلال تر

Fig. 2- Effect of compost application in different levels of nitrogen on fresh ear yield

* میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر شکل براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

* Means with the same letters in each figure have not significant difference at 5% probability level based on LSD test.



شکل ۳- تأثیر کاربرد کمپوست در مقادیر مختلف نیتروژن بر عملکرد دانه

Fig. 3- Effect of compost application in different levels of nitrogen on grain yield

* میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر شکل بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

* Means with the same letters in each figure have not significant difference at 5% probability level based on LSD test.

تأثیر کاربرد کمپوست بر pH، هدایت الکتریکی و ماده‌ی آلی خاک و برخی عناصر خاک نیز مورد بررسی قرار گرفت. کاربرد کمپوست موجب افزایش مواد غذایی در خاک گردید (جدول ۵) و در نتیجه بهبود شرایط تغذیه‌ای برای گیاه را به دنبال داشت. تأثیر کمپوست بر هدایت الکتریکی، pH و درصد مواد آلی معنی‌دار شد و اثر متقابل نیتروژن و کمپوست هم بر درصد نیتروژن، فسفر و پتاسیم خاک معنی‌دار گردید (جدول ۵).

همچنین در آزمایشی با کاربرد کمپوست زباله‌ی شهری، تأثیر مثبت کمپوست بر افزایش ماده‌ی آلی خاک در کشت ذرت گزارش گردید (Eriksen & Coale, 1999). با توجه به جدول‌های ۵ و ۶ مشاهده می‌شود که pH کمپوست مورد استفاده نسبت به خاک کمتر بوده که همین امر کاهش pH خاک در اثر افزایش کمپوست را توجیح می‌نماید. با توجه به جدول ۶ مشاهده می‌شود که pH خاک در سطح ۱۰ تن کمپوست با سطوح ۳۰ و ۴۰ تن کمپوست در هکتار دارای تفاوت معنی‌دار بود. خوشگفتارمنش و کلباسی (Khoshgoftar Manesh & Kalbasi, 2002) با کاربرد کمپوست زباله شهری در کشت برنج نتیجه گرفتند که این نوع کمپوست به علت وجود اسیدهای آلی و معدنی خاصیت اسیدی داشته و موجب کاهش pH خاک گردیده است. نتایج مشابهی هم توسط محمدی نیا (Mohamadinia, 1995) ارائه گردید. با توجه به شرایط آب‌وهوایی ایران که در مناطق نیمه خشک قرار دارد که باعث افزایش اسیدیته خاک و کاهش قابلیت جذب برخی از عناصر غذایی خاک برای گیاه می‌شود که کاهش هر چند جزیی اسیدیته خاک تأثیر بسزایی در افزایش قابلیت جذب این عناصر دارد و متعاقب آن باعث افزایش عملکرد می‌شود.

مقدار مواد آلی خاک‌های زراعی کشور به طور عمده کمتر از یک درصد است، که این امر به دلیل مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی به‌خصوص کودهای نیتروژنه و عدم استفاده از کودهای آلی است (Malakouti, 2004). افزایش ماده آلی خاک به واسطه افزودن کودهای آلی به خاک و جلوگیری از تخریب ساختمان خاک امری ضروری می باشد، با توجه به میانگین اثرات ساده در جدول ۶ مشاهده می‌شود که درصد ماده آلی خاک در اثر افزایش سطوح مختلف کمپوست از ۱۰ تا ۴۰ تن در هکتار افزایش یافت؛ به طوری که در سطح ۱۰ تن در هکتار کمپوست ماده آلی ۰/۴۳ درصد و در سطح ۴۰ تن در هکتار ۰/۸۶ درصد بود که بین تمامی سطوح تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. قیامتی و همکاران (Ghyamati et al., 2009) افزایش مواد آلی خاک در چهار تیمار حاوی کمپوست نسبت به شاهد گزارش کردند و دلیل آن را مقدار بالای ماده آلی در کمپوست بیان کرد.

جدول ۵- تجزیه واریانس خصوصیات شیمیایی خاک در کشت ذرت شیرین تحت تأثیر کود نیتروژنه و کمپوست زباله‌ی شهری

Table 5- Variance analysis of soil chemical characteristics of sweet corn affected by nitrogen fertilizers and municipal solid waste compost application

		میانگین مربعات Mean squares					
منابع تغیرات S.O.V	درجه آزادی df	نیتروژن Nitrogen	فسفر Phosphorus	پتاسیم Potassium	ماده آلی Organic matter	هدایت الکتریکی EC	اسیدیته pH
کود نیتروژن Nitrogen fertilizer	4	0.000008^{ns}	0.06^{ns}	556.26^{ns}	0.0003^{ns}	0.07^{ns}	0.14^{ns}
اشتباه عامل اصلی Main error	8	0.000009	0.14	554.34	0.0005	0.28	0.19
کمپوست Compost	3	0.003^{**}	103.72^{**}	239629.33^{**}	0.52^{**}	13.14^{**}	0.28^{*}
کمپوست × نیتروژن Nitrogen × Compost	12	0.000001^{**}	0.48^{**}	1310.6^{*}	0.001^{ns}	0.03^{ns}	0.28^{ns}
اشتباه عامل فرعی Sub error	30	0.000006	0.15	574.18	0.001	0.02	0.19
ضریب تغییرات (٪) CV (%)	٪	4.57	5.4	5.38	6.05	6.78	5.84

^{ns}، ** و *: به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال یک و پنج درصد می‌باشند.

ns, * and **: are non-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

باتوجه به این که میزان ماده آلی خاک یکی از مؤلفه‌های مهم حاصلخیزی خاک است، کاربرد کمپوست زباله شهری باعث افزایش میزان ماده آلی خاک می‌شود و باعث بهبود خصوصیات فیزیکی (ظرفیت نگهداری آب، تهویه خاک، قابلیت نفوذ آب و ریشه در خاک و سایر مؤلفه‌های فیزیکی) و شیمیایی (اسیدیته، ظرفیت تبادل یونی، تعادل عناصر و قابلیت دسترسی سایر مؤلفه‌های شیمیایی) می‌شود (Marinari et al., 2000). این امر منجر به افزایش عملکرد به صورت پایدار و حفظ سلامت خاک می‌شود و باید در تولید این کودهای آلی توجه خاصی به میزان آلاینده‌ها به خصوص فلزات سنگین و خصوصیاتی مانند شوری شود که از طریق فرایندهایی این آلاینده‌ها حذف یا حد مجاز آن رعایت و سپس در مزارع استفاده گردد.

با توجه به میانگین اثرات ساده در جدول ۶ مشاهده می‌شود که هدایت الکتریکی خاک در اثر افزایش سطوح مختلف کمپوست از ۱۰ تا ۴۰ تن در هکتار افزایش یافت؛ به‌طوری‌که در سطح ۱۰ تن در هکتار کمپوست هدایت الکتریکی ۱/۰۳ دسی‌زیمنس بر متر و در سطح ۴۰ تن در هکتار ۳/۱۶ دسی‌زیمنس بر متر بود که بین تمامی سطوح تفاوت معنی‌داری مشاهده گردید. افزایش هدایت الکتریکی خاک در اثر افزودن کمپوست به دلیل بالا بودن مقدار کل نمک‌های محلول کمپوست می‌باشد (Vazquezmontiel et al., 1996). در این آزمایش و با توجه به تجزیه کمپوست مشاهده می‌گردد که هدایت الکتریکی کمپوست استفاده شده در این آزمایش بسیار بالا می‌باشد (۱۸/۸۵ دسی‌زیمنس بر متر) که همین امر می‌تواند افزایش هدایت الکتریکی خاک آمیخته با کمپوست را توجیح نماید (جدول ۱). کاربرد این کود آلی باعث شوری خاک شد؛ به طوری‌که از ۰/۳۶ دسی‌زیمنس بر متر قبل از انجام آزمایش به میزان ۳/۳۶ دسی‌زیمنس بر متر در تیمار ۴۰ تن کمپوست زباله شهری رسیده است.

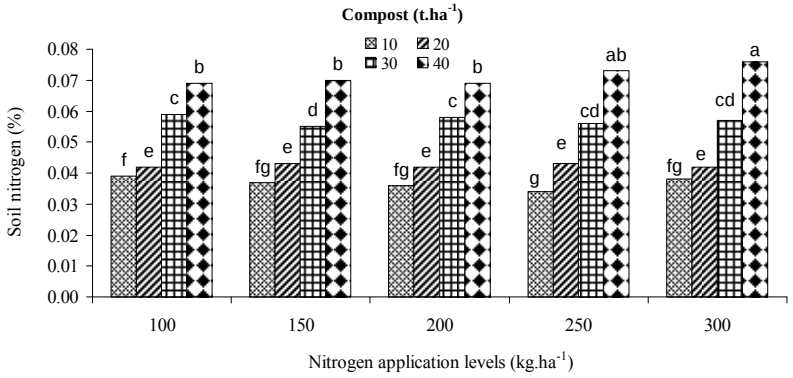
جدول ٦- مقایسه میانگین‌های اثرات ساده میزان کود کمپوست، بر خصوصیات شیمیایی خاک در کشت ذرت شیرین

Table 6- Mean comparison of compost effect on soil chemical characteristics in sweet corn

کمپوست (تن در هکتار) Compost ($t.ha^{-1}$)	مواد آلی (٪) Organic matter (%)	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC ($dS.m^{-1}$)	اسیدیته pH
10	0.43^{d*}	1.03^{d}	7.73^{a}
20	0.53^{c}	1.59^{c}	7.61^{ab}
30	0.67^{b}	2.42^{b}	7.34^{b}
40	0.86^{a}	3.16^{a}	7.34^{b}

* اعداد با حروف مشابه در هر ستون براساس آزمون LSD (p≤۰/۰۵) اختلاف معنی‌داری ندارند.

* Means with the same letters in each column have not significant difference at 5% probability level based on LSD test.



شکل ٤- تأثیر کاربرد کمپوست زباله شهری بر درصد نیتروژن خاک در سطوح مختلف نیتروژن

Fig. 4- Effect of compost application in different levels of nitrogen on soil nitrogen percent

* میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر شکل بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

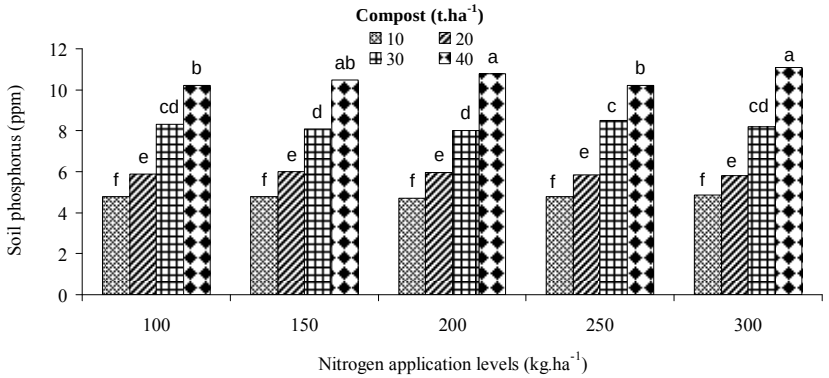
* Means with the same letters in each figure have not significant difference at 5% probability level based on LSD test.

حجم استفاده شده کمپوست نسبت به حجم خاک کم می‌باشد؛ به طوری که در وزن متوسط ۴۵۰۰ تن خاک زراعی و وزن ۴۰ تن در هکتار کمپوست در عمق ۳۰ سانتی‌متری خاک، به ازای هر کیلوگرم خاک ۸/۸ گرم کمپوست افزوده می‌شود. همچنین شستشوی به وسیله آبیاری می‌تواند باعث کاهش شوری خاک شد، ولی استفاده مکرر این نوع کودها می‌تواند شوری خاک را افزایش دهد. همچنین قبل از مصرف این نوع کودها باید این گونه عوامل سوء اصلاح گردد، تا باعث کاهش حاصلخیزی مزارع در بلند مدت نگردد.

نیتروژن یکی از عناصر پرمصرف جهت رشد گیاه می‌باشد. این عنصر را به عنوان گلوگاه رشد گیاه می‌شناسند. غلظت آن در گیاه ۵- ۱ درصد وزن خشک می‌باشد. بخش اعظم نیتروژن مورد نیاز گیاه به صورت نیترات (NO_3) و آمونیوم (NH_4) جذب می‌شود. عمده نیتروژنی که گیاه جذب می‌کند، در نهایت در ساختمان پروتئین استفاده می‌شود. نیتروژن در ساختمان RNA، DNA و کلروفیل گیاه نقش مهمی دارد (Malakouti & Gheibi, 2000). بالاترین درصد نیتروژن خاک در تیمار ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن و ۴۰ تن کمپوست در هکتار و کمترین درصد نیتروژن در تیمار ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن و ۱۰ تن کمپوست به ترتیب معادل ۰/۰۷۳ و ۰/۰۳۲ درصد حاصل شد (شکل ۴). طبق تجزیه کمپوست مصرف شده در این تحقیق دارای سه درصد نیتروژن می باشد که همین امر باعث افزایش نیتروژن خاک می‌گردد.

بیشترین مقدار فسفر خاک هم در تیمار ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن و ۴۰ تن کمپوست در هکتار و کمترین درصد فسفر در تیمار ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن و ۱۰ تن کمپوست به ترتیب معادل ۱۰/۹۷ و ۴/۱۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم حاصل شد (شکل ۵). در آزمایش معماری (Memari, 2004) تأثیر کاربرد کمپوست بر مقدار فسفر و پتاسیم و درصد مواد آلی خاک معنی‌دار گردید. فسفر در ساختمان سلولی گیاهان (RNA و DNA) نقش دارد و در بسیاری از فعالیت‌های حیاتی گیاه از جمله ذخیره و انتقال انرژی شرکت می‌کند. این عنصر باعث تسریع در رشد و رسیدگی محصول می‌گردد، کیفیت بافت‌های سبزینه‌ای را افزایش می‌دهد و وجود آن برای ایجاد برگ و رشد ریشه لازم و ضروری می‌باشد (Khajepoor, 2003). در صورت کمبود فسفر در گیاه، انتقال فسفر از برگ‌های مسن به سوی برگ‌های جوان و دانه انجام می‌شود. گیاهان نسبت به کمبود فسفر عکس‌العمل‌های متفاوتی نشان می‌دهند، که مهمترین آن‌ها کاهش رشد بخصوص در ریشه و ساقه، ریزش برگ‌های مسن و در نهایت، کاهش عملکرد می‌باشند (Khajepoor, 2003). یکی از دلایل افزایش حلالیت فسفر در نتیجه افزودن کمپوست، وجود مقادیر بالای فسفر در کمپوست و ایجاد پیوندهای فسفو هیومیک در خاک و کند شدن روند تثبیت فسفر در خاک است (Giusquiani et al., 1988).

پتاسیم در سنتز و انتقال کربوهیدرات‌ها نقش مؤثری دارد و برای تشکیل دیواره سلولی ضرورت دارد. جذب آب و تعادل جذب عناصر به کفایت پتاسیم در سلول‌ها بستگی دارد. پتاسیم کیفیت محصول را بالا می‌برد، راندمان فتوسنتز را افزایش می‌دهد، بر مقاومت گیاه در مقابل بعضی امراض می‌افزاید و برای تشکیل دانه‌ی حجیم و ساقه‌ی مقاوم در غلات ضروری می‌باشد (Khajepoor, 2003). بیشترین درصد پتاسیم خاک در تیمار ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن و ۴۰ تن کمپوست در هکتار و کمترین درصد پتاسیم در تیمار ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن و ۱۰ تن کمپوست به ترتیب معادل ۶۴۲ و ۳۰۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم به‌دست آمد (شکل ۶).

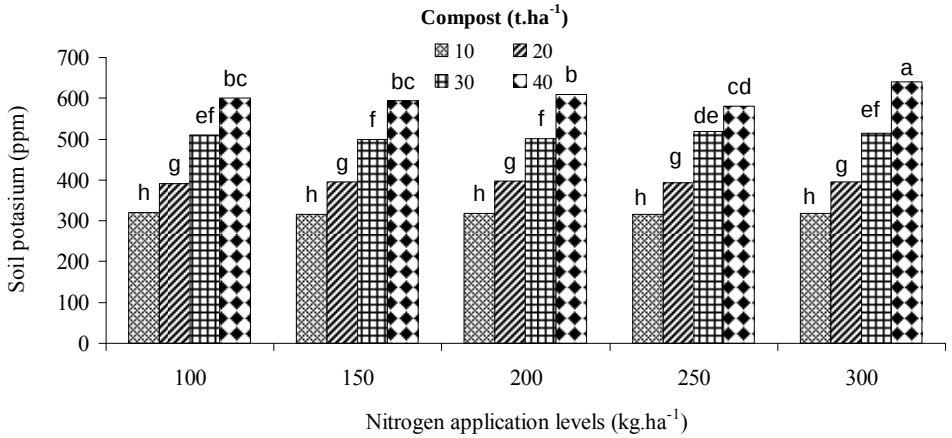


شکل ۵- تأثیر کاربرد کمپوست زباله شهری بر مقدار فسفر خاک در سطوح مختلف نیتروژن

Fig. 5- Effect of compost application in different levels of nitrogen on soil phosphor percent

* میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر شکل براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

* Means with the same letters in each figure have not significant difference at 5% probability level based on LSD test.



شکل ٦- تأثیر کاربرد کمپوست زباله شهری بر مقدار پتاسیم خاک در سطوح مختلف نیتروژن

Fig. 6- Effect of compost application in different levels of nitrogen on soil potassium percent

* میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر شکل براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

* Means with the same letters in each figure have not significant difference at 5% probability level based on LSD test.

قیامتی و همکاران (Ghyamati et al., 2009) نیز افزایش پتاسیم در اثر تیمارهای حاوی کمپوست زباله گزارش کردند و دلیل آن را محتوای بالای کمپوست از نظر پتاسیم بیان داشتند. در آزمایش سینگر و همکاران (Singer et al., 2004) کاربرد کمپوست میزان اسیدیته، کربن آلی، محتوای پتاسیم خاک را افزایش داد. همچنین این مواد موجب بهبود خواص فیزیکی خاک از جمله چگالی ظاهری، ظرفیت نگهداری آب و ساختمان خاک شدند. مارینا‌ری و همکاران (Marinari et al., 2000) نیز با بررسی اثرات کمپوست بر خواص شیمیایی و فیزیکی خاک افزایش معنی‌دار نیتروژن و فسفر خاک را گزارش کردند. افزایش نیتروژن، پتاسیم و فسفر خاک حاوی کمپوست به دلیل بالا بودن این عناصر در کمپوست می‌باشد (Hayes et al., 1990). با توجه به شکل‌های ۴، ۵ و ۶ مشاهده می‌گردد که در تمامی سطوح نیتروژن با افزایش کمپوست از ۱۰ تا ۴۰ تن در هکتار درصد نیتروژن، فسفر و پتاسیم روند افزایشی دارد، ولی این افزایش در سطوح مختلف نیتروژن اندکی تفاوت دارد.

نتیجه‌گیری

در کل نتایج آزمایش نشان داد که عملکرد بهینه بلال‌تر و دانه کنسروی با استفاده از ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن و ۳۰ تن کمپوست در هکتار به‌دست آمد. همچنین با کاربرد ۴۰ تن کمپوست در هکتار و حداقل ۱۵۰ و حداکثر ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به نتایج مطلوبی در مورد عملکرد کمی و کیفی دست یافت. قبل از مصرف این قبیل کودها باید نسبت به اصلاح آلاینده‌ها بخصوص فلزات سنگین و شوری که در این تحقیق مشهودتر بود اقدام شود و استاندارد جامعی در مورد تمام خصوصیات کمی و کیفی تدوین و در تولید و فرآوری رعایت گردد. مصرف بیش از حد کودهای شیمیایی یکی از مسائل مهم کشاورزی است که مصرف کودهای آلی با کاهش مصرف کودهای شیمیایی و در پی آن کاهش هزینه تولید یکی از راهبردهای مهم برای نیل به کشاورزی پایدار است. مصرف ترکیبی کودهای شیمیایی و آلی در این تحقیق باعث بهبود صفات اندازه‌گیری شد که می‌توان از ترکیب این دو کود (۴۰ تن کمپوست در هکتار و ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) با این تفاسیر و رعایت استانداردهای زیست محیطی در تولید کمپوست‌های زباله شهری و سایر کودهای آلی برای افزایش عملکرد کمی و کیفی این محصول برای خاک‌ها و شرایط آب و هوایی مشابه توصیه نمود.

منابع

Aggelides, S.M., and Londra, P.A. 2000. Effects of compost produced from town wastes and sewage sludge on the physical properties of a loamy and a clay soil. Bioresource Technology 71: 253-259.

Alidost, R. 2001. Effect of different levels municipal solid waste compost and nitrogen and phosphorus on the growth and mineral nutrition of maize forage. MSc Thesis Faculty of Agriculture, Abourihan University of Tehran, Iran. (In Persian with English Summary)

Bar-Tal, A., Yermiyahu, U., Beraud, J., Keinan, M., Rosenberg, R., Zohar, D., Rosen, V., and Fine, P. 2004. Nitrogen, phosphorus, and potassium uptake by wheat and their distribution in I soil following successive, annual compost applications. Environmental Quality Journal 33: 1855-1865.

Bremner, J.M. 1996. Nitrogen total. In: Sparks, D.L. et al. (ed.) Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical methods. SSSA Book Ser. SSSA and ASA, Madison, USA. p. 1085-1122.

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: 2913-2918.

Duraisami, V.P., and Mani, A.K. 2001. Residual effect of inorganic nitrogen composted coripith and biofertilizer on yield and uptake of soybean in an inceptisoil. Madras Agriculture Journal 88(4,6): 277-280.

Emami, A. 1996. Methods of Plant Analysis (Vol. I). Publication No. 982, Soil and Water Research Institute, Agricultural Research and Education Organization, Ministry of Agriculture, Tehran, Iran. (In Persian)

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 Agronomy Journal 23: 305-314.

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

Faraji, H. 2006. Evaluation Effect of nitrogen on the yield of grain of sweet corn hybrids produces suker in Yasouj. Final report from the Research Project, University of Yasouj, Yasouj, Iran. 75 pp. (In Persian with English Summary)

Fereidouni, M.J. 2010. Effect of sewage effluent and nitrogen on yield quality and quantity of sweet corn and some soil characteristics on Yasouj region. MSc. Thesis Faculty of Agriculture, Yasouj University, Iran. (In Persian with English Summary)

Ghiamty, G., Astaraii, A., and Zamani, G.R. 2009. Effect of municipal solid waste compost and sulfur on yield sugar beet and chemical properties of soil. Agronomy Research Journal 1(7): 153-162. (In Persian with English Summary)

Giusquiani, P.L., Arcchini, C.M., and Businelli, M. 1988. Chemical properties of soils amended with compost of urban waste. Plant and Soil Journal 109: 73-73.

Hartl, W., Putz, B., and Erhart, E. 2003. Influence of rates and timing of biowaste compost application on rye yield and soil nitrate levels. European Journal of Soil 39: 129-139.

Hayes, A.R., Mancio, C.F., and Pepper, I.L. 1990. Irrigation of turf grass with secondary sewage effluent. Soil and Leachate Water Quality. Agronomy Journal 13: 441-448.

Khajepoor, M.R. 2003. Principles of agronomy. Jahad Daneshgahi Press. Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran. 375 pp. (In Persian)

Khoshgoftar Manesh, A.H., and Eolbasi, K. 2002. Effect of residual processed municipal waste leachat on soil properties and wheat growth and yield. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural 3: 141-148. (In Persian with English Summary)

Kumawat, S.M., Dhakar, L.L., and Maliwal, P.L. 2000. Effect of irrigation regimes and nitrogen on yield, oil content and nutrient uptake of soybean. Indian Agronomy Journal 45(2): 361-366.

Malakouti, M.J., and Gheibi, M.N. 2000. Determination of critical levels of nutrients in soil, plant, and fruit for the quality and yield improvements in strategic crops of Iran. 2nd ed. (completely revised). High Concoil for Appropriate Use of Pesticides and Chemical Fertilizers, Ministry of Agriculture, 92 pp. Karaj, Iran. (In Persian)

Marinari, S.G., Masciandaro, B., and Ceccanti, S. 2000. Influence of organic and mineral fertilizers on soil biophysical properties. Bio−Resource Technology 72: 9-17.

Mbarki, S., Labidi, N., Mahmoudi, H., Jedidi, N., and Abdelly, C. 2008. Contrasting effects of municipal compost on alfalfa growth in clay and in sandy soils: N, P, K, content and heavy metal toxicity. Bio−Resource Technology 99: 6745-6750.

Memari, A. 2004. The effect different levels of municipal solid waste compost on yield, growth and mineral nutrition of some important crop plants and soil in Tehran region. M.Sc. Thesis Faculty of Agriculture, Abourihan University, Tehran, Iran. (In Persian with English Summary)

Mohamadinia, G. 2005.The chemical composition of latex and compost effects on soil and plant. M.Sc. Thesis Soil Science, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran. (In Persian with English Summary)

Morshed, R.M., Rahman, M.M., and Rahman, M.A. 2008. Effect of nitrogen on seed yield, protein content and nutrient uptake of soybean (*Glycine max*). Agriculture Research Journal 6(1,2): 13-17.

Oikeh, S.O., Kling, J.G., and Okoruwa, A.E. 1998. Nitrogen fertilizer management effects on maize grain quality in the West African moist savanna. Crop Science Journal 38: 1056-1061.

Oktem, A., Oktem, A.G., and Emeklierc, H.Y. 2010. Effect of nitrogen on yield and some quality parameters of sweet corn. Soil Science and Plant Analysis Journal 41: 832–847.

Olsen, S.R., and Sommers, L.E. 1982. Phosphorus in method of soil analysis. Part 2. Madison, Wisconsin. American Agronomy Society 403-430.

Page, A.L., Miller, R.H., and Keeney, D.R. 1982. Methods of soil analysis. Part II: Chemical and microbiological

properties (2nd edition). Am .Soc. of Agronomy, Soil Sciences Publisher. Madison, Wisconsin. USA.
Sadeghi, H., and Bahrani M.J. 2002. Effect of plant density and nitrogen levels on morphological characteristics and grain protein contact of corn (*Zea mays* L.). Iranian Journal of Agricultural Sciences 3: 1-11. (In English with Persian Summary)
Sarmadnia, G.H., and Koocheki, A. 2003. Crop Physiology. Jihad Danshgahi Mashhad Press, Mashhad, Iran. 234 pp. (In Persian)
Singer, J.W., Kohler, K.A., Liebman, M., Richard, T.L., Cambardella, C.A., and Buhler, D.D. 2004. Tillage and compost affect yield of corn, soybean, and wheat and soil fertility. Agronomy Journal 96: 531-537.
Smit, S.J., and Scott, A.D. 1966. Extractable potassium and classism in granites illite: Method of extraction. Soil Science 102: 115-122.
Thomas, G.W., and Hargrove, W.L. 1984. The chemistry of soil acidity. Agronomy Monograph 3-56.
Tufenkci, S., Sonmez, F., and Sensoy, R.I. 2006. Effect of *Arbuscular mycorrhiza* fungus inoculation and phosphorus and nitrogen fertilizer on some plan growth parameters and nutrient content of soybean. Biological Science 9(6): 1121-1127.
Vazquezmontiel, O., Horan, N.J., and Mara, D.D. 1996. Management of domestic waste water for reuse in irrigation. Water Science Technology 33: 355-362.
Walkly Black, C.A. 1934. An Experimentation of Data. 39 pp.
Williams, D.E., Vlamis, J., and Pukite, A.H. 1978. Metal movement in sludge amended soils: A nine year study. Soli Science 143: 124-131.
Wolkowski, R.P. 2003. Nitrogen management considerations for land spreading municipal solid waste compost. Environmental. Quality Journal 32: 1844-1850.
Wong, J.W.C., and Ma, K.K. 1999. Utilization of manure compost for organic farming in Hong Kong. Bioresource Technology 67: 43-46.