نشریه زراعت شماره ۱۰۷، تابستان ۱۳۹۴

(پژوهش و سازندگی)

پاسخ عمل کرد و اجزای عمل کرد ذرت (*Zea mays* L.) به کاربرد سه ساله کمپوست های ساده و غنی شده زباله شهری

- فاطمه زهرا بابایی، دانشجوی کارشناسی ارشد گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
- همت اله پیردشتی، دانشیار گروه زراعت، پژوهشکده ژنتیک و زیست فناوری کشاورزی طبرستان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری (نویسنده مسئول)
- محمد علی بهمنیار، دانشیار گروه علوم خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
- ارسطو عباسیان، مربی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
- سیده حدیثه بهاری ساروی، دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

تاریخ دریافت: بهمن ماه ۱۳۹۱ تاریخ پذیرش: خرداد ماه ۱۳۹۳

تلفن تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۱۳۲۱۱۷۳۱

پست الکترونیک نویسنده مسئول: h.pirdashti@sanru.ac.ir

چکیده

مطالعات پیشین تأثیر مثبت کودهای آلی مختلف ازجمله کمپوست زباله شهری به صورت جداگانه و تلفیق با کود شیمیایی را بر بهبود رشد و عمل کرد سویا (کاربرد یک ساله) و ذرت (کاربرد یک و دو ساله) نشان داده است. در ادامه این بررسی ها، یک آزمایش مزرعه ای در سال زراعی ۱۳۸۷ به صورت کرت های خرد شده در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با دو عامل در سه تکرار بر روی ذرت (رقم سینگل کراس ۷۰۴) انجام شد. عامل اصلی شش تیمار کودی شامل شاهد (بدون مصرف کود آلی و شیمیایی)، کود شیمیایی، کمپوست زباله شهری ۲۰ و ۴۰ تن در هکتار به صورت جداگانه و همراه با نصف کود شیمیایی بود. عامل فرعی نیز تفاوت کاربرد یک ساله (۱۳۸۵)، دو ساله (۱۳۸۶- ۱۳۸۵) و سه ساله (۱۳۸۷- ۱۳۸۵) تیمارهای کودی را شامل می شد. با استناد به نتایج به دست آمده، نوع و مقدار کود مصرفی و مدت مصرف آن بر عمل کرد دانه و اجزای عمل کرد تأثیر معنی داری داشت. هم چنین تأثیر بر همکنش کود و کاربرد سالیانه آن بر تمامی صفت های مورد مطالعه به جز تعداد ردیف معنی دار گردید. افزایش زمان مصرف تیمارهای کودی از یک سال به سه سال موجب افزایش ماده خشک کل و عمل کرد دانه گردید، به طوری که بیشینه عمل کرد دانه از مصرف کمپوست ۲۰ تن در هکتار به مدت سه سال متوالی (۱۳۸۷- ۱۳۸۵) به دست آمد، که باتیمار های مصرف سه ساله کود شیمیایی، کمپوست ۴۰ تن در هکتار و کمپوست غنی شده ۲۰ و ۴۰ تن در هکتار اختلاف آماری معنی داری نداشت. نتایج به دست آمده با تأیید یافته های پیشین نشان داد که کاربرد دراز مدت کمپوست همراه با مقادیر کاهش یافته کود شیمیایی می تواند ضمن تأثیر افزایشی بر عمل کرد و اجزای عمل کرد ذرت موجبات مصرف کم ترکودهای شیمیایی را نیز فراهم سازد.

کلمات کلیدی: ذرت، عمل کرد دانه، کمپوست زباله شهری، کود شیمیایی، کاربرد سه ساله.

Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No:107 pp: 26-33

Response of yield and yield components of corn (*Zea mays* L.) to three continuous application of individual or enriched compost

By:

- *F. Z. babaei, M.Sc. Student of Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University*
- *H. Pirdashti, (Corresponding Author; Tel: 09113211731), Associate Professor of Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University*
- *M. A. Bahmanyar, Associate Professor of Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University*
- *A. Abasian, Instructor, Sari Agricultural Science and Natural Resources University*
- *S. H. Bahari Saravi. MSc. Student of Sari of Agricultural Science and Natural Resources University*

Received: January 2013 **Accepted: June 2014**

In our previous studies the positive effects of organic fertilizers such as municipal solid waste compost either alone or plus with inorganic fertilizer on growth and yield of soybean (one year application) and corn (one and two year applications) were reported. According to our previous studies, a field experiment arranged in split plot based on randomized complete block design with three replications on corn cv. SC704 during 2008. Main plots were considered six fertilizer levels (consisting of control, recommended chemical fertilizer, 20 and 40 tons per hectar municipal solid waste compost alone or plus half recommended chemical fertilizers and sub plots were considered one, two and three years application of those fertilizers. According to results, type of fertilizer and application period had significant effect on grain yield and yield components. Also, interaction effect of two factors was significant for all studied traits except for row number. Increasing of application period from one to three years significantly increased total dry matter and grain yield in which the maximum grain yield recorded when 20 tons per hectare MWC CF, 40 tons per hectare MWC or 20 and 40 tons per hectare MWC plus chemical for three continuous years were applied. These results not only confirmed our pervious studies but also indicated that long-term application of MWC plus reduced amount of inorganic fertilizer could improve grain yield and yield components as well as reduction of over application of chemical inputs.

key Words: Corn, grain yield, compost, chemical fertilizres, three years application

مقدمه

ذرت (*Zea mays* L.) یکی از مهم ترین گیاهان زراعی بوده و از لحاظ میزان تولید بعد از گندم رتبه دوم و از لحاظ سطح زیر کشت بعد از گندم و برنج، مکان سوم را دارد (کاظمی اربط، ۱۳۸۷). در سال های اخیر نیز کشت ذرت در ایران از اهمیت بیش تری برخوردار گردیده است. اهمیت محصول و بالا بودن سطح زیر کشت این نبات به علت قدرت تطابق آن با شرایط گوناگون اقلیمی می باشد. بدین جهت جزء عمده ترین محصولات مناطق معتدله، معتدله گرم، نیمه گرمسیر و مرطوب به شمار می رود (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۸۴). در بسیاری از نقاط جهان، ذرت از مهم ترین منابع غذایی و یکی از کاراترین محصولاتی است که مقدار ماده خشک تولیدی آن در واحد سطح، بالا است(Oktem et al, 2004) از طرفی تحقیقات نشان داده است که عمل کردهای بالا در زراعت ذرت بدون مصرف کودهای شیمیایی و دامی حتی در اراضی حاصل خیز امکان پذیر نمی باشد (مظاهری و مجنون حسینی، ۱۳۸۹). از طرف دیگر برخی از محققان معتقدند که کودهای شیمیایی علاوه بر تخریب کربن آلی و هوموسی باعث تخریب ساختمان خاک شده و مسمومیت گیاهی ایجاد می نمایند (روبرتز، ۲۰۰۹).

امروزه استفاده از کود کمپوست در اراضی کشاورزی به طور عمومی مورد توجه است که از آن به عنوان بهترین تدبیر زیست محیطی عملی یاد شده است (کبیری نژاد و همکاران، ۱۳۸۸). کمپوست ها بهترین جایگزین برای کودهای شیمیایی بوده و می توانند اثرات معنی داری در بهبود ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک داشته باشند و فعالیت های آن ها را افزایش دهند، موجب بهبود خاک های فرسایش یافته و یا کم بازده شوند (Eghbal and Barbaric, 2006). کمپوست با افزایش کارایی گیاه در استفاده از آب و هم چنین با رهاسازی عناصر غذایی موجب افزایش رشد و عمل کرد گندم می شود (کاظمینی و عدالت، ۱۳۸۷). کمپوست زباله شهری در مدت زمان کوتاهی عناصر قابل دسترس را فراهم کرده فعالیت میکربی را تحریک نموده و در درازمدت موجب حفظ مخازن عناصر غذایی و مواد آلی خاک می گردد (Robin et al., 2001). کمپوست زباله شهری غنی شده با کودهای شیمیایی در مزرعه، قابلیت دسترسی محصولات را عناصر پرمصرف افزایش داده و حاصل خیزی و قابلیت تولید خاک را ارتقا می دهد

(Ramadass and Palaniyandi, 2007). از طرف دیگر، گسترش شهرنشینی و صنعتی شدن (به ویژه در کشورهای در حال توسعه)، انباشت حجم عظیمی از زباله های شهری را در پی داشته است. تولید زباله های شهری قاره آسیا (با نرخ رشد ۳-۲ و ۴-۳/۲ درصد به ترتیب در کشور های در حال توسعه و توسعه یافته) در سال ۱۹۹۸، ۰/۷۶ میلیون تن در هر روز بوده است (Madrid et al., 2007). در ایران نیز در صورت جمع آوری تمامی زباله های شهری و تبدیل آن ها سالیانه ۲/۵ میلیون تن کمپوست تولید خواهد شد، که کمک چشم گیری به افزایش مواد آلی خاک های زراعی می نماید (کلباسی، ۱۳۷۵). کاربرد کمپوست زباله شهری بر عوامل اقتصادی و محیطی هم چون کاهش هزینه انتقال و دفن زباله، حمایت از قوانین محیط زیست، کاهش استفاده از کودهای معدنی و بهبود خصوصیات خاک های زراعی مؤثر است (Hargreaves et al., 2008;). نکته قابل توجه در مورد مصرف کمپوست زباله شهری، احتمال وجود فلزات سنگین در آن و در نتیجه انتقال این فلزات به خاک و محصولات کشاورزی است. با افزایش طول مدت فرآوری کمپوست (که نتیجه آن کاهش نسبت کربن به ازت می باشد) اثرات سمیت ایجاد شده احتمالاً به دلیل کاهش اسیدهای آلی کمپوست به کمینه خود رسیده و یا متوقف می شود (Wong and Chu, 1985). چرا که وجود اسیدهای آلی می تواند باعث افزایش حلالیت کانی های معدنی دارای عناصر سنگین و در نتیجه افزایش جذب این عناصر توسط گیاه گردد (Kalinowski et al., 2000). با این وجود به هنگام استفاده از این ماده باید توجه داشت که از هر گونه آلودگی میکروبی، شیمیایی و فیزیکی مضر برای محصولات کشاورزی و خاک عاری باشد. لذا بایستی حدودی استانداردی برای کمپوست های تولید شده تهیه گردد تا بتوان با تجزیه و مقایسه محصولات همواره آن ها را در حد مرغوب نگه داری نمود (مرجوی، ۱۳۸۲).

متقیان و همکاران (۱۳۸۶) در بررسی اثر مقادیر مختلف کودهای آلی غنی شده در گیاه سویا، افزایش عمل کرد دانه در اثر کاربرد این کود های آلی ازجمله کمپوست زباله شهری به همراه کود شیمیایی را گزارش کردند. پیردشتی و همکاران (۲۰۱۰) نیز در مطالعه ای نشان دادند کاربرد ۴۰ تن در هکتار لجن فاضلاب به همراه کود شیمیایی، عملکرد دانه را در سویا افزایش داد و هم چنین کاربرد ۴۰ تن در هکتار ورمی کمپوست غنی شده با ۵۰ درصد کود شیمیایی باعث افزایش تعداد گره در ساقه ی اصلی گیاه سویا شد. رضوان طلب و همکاران (۱۳۸۷ و ۱۳۸۸) بیان کردند که در گیاه ذرت بالاترین عملکرد دانه هنگامی به دست آمد که از لجن فاضلاب ۲۰ تن در هکتار به همراه ۵۰ درصد کود شیمیایی به مدت دو سال استفاده شد.

با توجه به مطالب بیان شده به ویژه اثر بهتر مصرف ماده آلی به صورت دو سال پیاپی (رضوان طلب و همکاران، ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸)، هدف از این تحقیق ادامه بررسی تأثیر سطوح مختلف کود آلی کمپوست زباله شهری به تنهایی و به صورت تلفیق با کودهای شیمیایی و تفاوت کاربرد یکساله، دو ساله و سه ساله این کود بر عمل کرد و اجزای عمل کرد ذرت به منظور کاهش استفاده از کودهای شیمیایی در نظر گرفته شده است.

مواد و روش ها

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری در سال زراعی ۱۳۸۷ اجرا شد. این منطقه در عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۳۳ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۶ دقیقه شرقی قرار گرفته و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۶ متر است. میانگین دما و بارندگی در طول فصل رشد در این منطقه به ترتیب ۲۶/۸ درجه سانتی گراد و ۱۳۵/۹ میلی متراست. نتایج به دست آمده از خصوصیات خاک نشان داد که خاک مزرعه دارای بافت رسی سیلتی، بدون محدودیت شوری، واکنش قلیایی ضعیف و در مجموع خاکی مناسب و بدون محدودیت است (جدول ۱). خصوصیات کود آلی کمپوست زباله شهری در جدول ۲ آورده شده است. برای بدست آوردن میزان قابل جذب بودن عناصر از حاصل ضرب عملکرد ماده ی خشک در غلظت آن عنصر استفاده شد (کاشانی و همکاران، ۱۳۹۲). این آزمایش به صورت کرت های خرد شده در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با دو عامل در سه تکرار به اجرا درآمد. عامل اصلی شش تیمار کودی شاهد (بدون مصرف کود شیمیایی و کمپوست زباله شهری)، کود شیمیایی (سولفات پتاسیم، سوپر فسفات تریپل هر کدام به میزان ۱۰۰ و اوره به مقدار ۳۵۰ کیلوگرم در هکتار)، کمپوست زباله شهری ۲۰ و ۴۰ تن در هکتار، کمپوست زباله شهری ۲۰ و ۴۰ تن در هکتار همراه با نصف کود های شیمیایی فوق الذکر را در بر می گرفت، و عامل فرعی نیز تفاوت کاربرد یک ساله (۱۳۸۵)، دو ساله (۱۳۸۶- ۱۳۸۵) و سه ساله (۱۳۸۷- ۱۳۸۵) تیمارهای کودی را شامل می شد. ابعاد اولیه کرت ها ۲×۱۲ متر در نظر گرفته شد. اولین کود دهی در بهار ۱۳۸۵ انجام و در بهار سال ۱۳۸۶ هر یک از کرت ها به دو قسمت نامساوی به ابعاد ۲×۴ و ۲×۸ متر تقسیم و تنها قسمت بزرگ تر (۲×۸ متر) به مقداری معادل با سال اول، کود دهی شد. در بهار سال سوم (۱۳۸۷) کرت ۲×۸ متر نیز به دو قسمت مساوی ۲×۴ متر تقسیم و تنها یک قسمت آن به مقدار مشابه با سال های قبل کود دهی گردید. مقادیر کودی بر اساس وزن خشک کودها محاسبه و با خاک مزرعه مخلوط شدند. ذرت (رقم سینگل کراس ۷۰۴) مطابق با دستورالعمل های به زراعی، مجموعاً در ۵۴ کرت کشت گردید. فاصله بین ردیف ها در هر کرت ۷۰ سانتی متر در نظر گرفته شد. کشت به صورت هیرم کاری انجام شد و بذور سبزشده در مرحله دو برگی با فاصله استاندارد ۱۸ سانتی متر از یک دیگر تنک گردیدند. آبیاری مزرعه به روش بارانی دو هفته بعد از کاشت بسته به نیاز ذرت و با توجه به شرایط جوی تقریباً به فاصله هر هفته یک بار انجام شد. مبارزه با علف های هرز و آفات و بیماری ها نیز مطابق با عملیات زراعی و متناسب با رشد ذرت صورت گرفت. در پایان فصل رشد از سه ردیف میانی هر کرت، سطحی به مساحت دو متر مربع برداشت و جمع آوری داده ها از صفت های عمل کرد دانه، ماده خشک کل، شاخص برداشت، وزن صد دانه، تعداد دانه در بلال، تعداد ردیف دانه و تعداد دانه در ردیف انجام شد. تجزیه واریانس داده ها توسط نرم افزار SAS و مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح پنج درصد انجام شد.

جدول ۱- میانگین نتایج تجزیه سه نمونه خاک اولیه قبل از اجرای آزمایش

عمق نمونه‌برداری (cm)	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	اسیدیته	کربن آلی (درصد)	نیتروژن (درصد)	فسفر قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	پتاسیم قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	شن (درصد)	رس (درصد)	سیلت (درصد)	بافت خاک
۰-۳۰	۱/۱۷	۷/۵۲	۱/۶	۰/۱۵	۸/۷۸	۲۰۹/۷۴	۱۰/۳۳	۴۶/۳۳	۴۳/۳۳	رسی‌سیلتی

جدول ۲- نتیجه تجزیه کمپوست زباله شهری مورد استفاده

	N	P	K	Fe	Zn	Cu	Mn	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	ماده آلی (درصد)	اسیدیته
	(درصد)			قابل جذب (میلی‌گرم در کیلوگرم)						
کمپوست زباله شهری	۱/۲	۰/۳۷	۰/۴۶	۲۱۷/۹	۱۷۰/۵	۱۷/۰	۳۵/۷	۲/۵	۲۲/۶۳	۸/۳

نتایج و بحث

عمل کرد دانه

نوع کود مصرفی و کاربرد سالیانه آن بر عمل کرد دانه تأثیر بسیار معنی‌داری ($p\leq0.01$) داشت (جدول ۳). با تغییر در نوع کود و مدت مصرف آن مقدار عمل کرد دانه نیز به طور معنی‌داری تغییر نمود؛ به طوری که بیشینه عمل کرد دانه از مصرف ۲۰ تن کمپوست در هکتار به مدت سه سال متوالی، حاصل شد که از لحاظ آماری با مصرف سه ساله کود شیمیایی، ۴۰ تن کمپوست در هکتار، ۲۰ و ۴۰ تن کمپوست در هکتار همراه با ۵۰ درصد کود شیمیایی اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۴). کاربرد کودهای آلی موجب افزایش عمل کرد گوجه فرنگی و آفتاب گردان (Sirpanomtanakorn)، جو (Marcote et al., 2001)، چغندرقند (Speir et al., 2004)، غده سیب زمینی (Volterrani et al., 1996)، کاهو (Sonmez and Bozkurt, 2006) و سویا (Pirdashti et al., 2010) گردید. مصرف دو سال متوالی ۲۰ تن کمپوست زباله شهری در هکتار همراه با ۵۰ درصد کود شیمیایی، عمل کرد دانه را ۲۸ درصد نسبت به شاهد، ۲۶ درصد نسبت به مصرف یک ساله و ۶ درصد نسبت به مصرف دو ساله کود شیمیایی افزایش داد (رضوان طلب و همکاران، ۱۳۸۸). بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک در اثر استفاده از کمپوست موجب افزایش عمل کرد دانه و رشد گیاه شد؛ و در درازمدت بر عمل کرد گیاهان تأثیر معنی‌داری داشت (Allievi et al., 1993; Sihag and Singh., 1997; Senesi et al., 2005) تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، علت این افزایش عمل کرد بود (Rees et al., 2001). افزایش عمل کرد را می توان به افزایش تعداد ردیف، تعداد دانه در ردیف، تعداد دانه در بلال، وزن صد دانه و ماده خشک کل نسبت داد (جدول ۶).

ماده خشک کل

نوع کود مصرفی و کاربرد یک ساله، دوساله و سه ساله آن و اثر متقابل نوع کود در کاربرد سالانه آن بر ماده خشک کل بسیار معنی‌دار گردید (جدول ۳). بیشینه مقدار ماده خشک کل از تیمار کود شیمیایی به مدت سه سال متوالی به دست آمد. کمینه این مقدار نیز مربوط به تیمار شاهد بود. مصرف سه ساله تمامی تیمارهای کود کمپوست باعث افزایش معنی‌دار ماده خشک کل نسبت به مصرف یک ساله و دو ساله آن شد (جدول ۴). افزایش ماده خشک کل را می توان یکی از عوامل افزایش عمل کرد دانه به شمار آورد (جدول ۶). بررسی اثر کمپوست در گندم نشان داده که این ماده موجب افزایش جوانه زنی و ماده خشک تولیدی شده است (Mc Callum et al., 1998). عمل کرد دانه از بالاترین هم بستگی مثبت و معنی دار ($r=0/99^{**}$)، با زیست توده ذرت برخوردار بود (جدول ۶). در پژوهش پیشین که به بررسی اثر کاربرد دو ساله کمپوست بر ذرت پرداخته بود نشان داده شد که عمل کرد دانه از بالاترین هم بستگی مثبت و معنی دار با ماده خشک کل برخوردار بود (رضوان طلب و همکاران، ۱۳۸۸).

شاخص برداشت

تأثیر نوع کود مصرفی و کاربرد سالیانه آن بر شاخص برداشت بسیار معنی دار گردید؛ ولی اثر متقابل آن ها بر این شاخص معنی دار ($p\leq0.05$) بود (جدول ۳). دامنه تغییرات شاخص برداشت از ۴۱ تا ۵۷/۶۷ درصد متغیر بود، و بیشینه آن از ۴۰ تن کمپوست در هکتار همراه با ۵۰ درصد کود شیمیایی حاصل شد (جدول ۴). در همین راستا، رضوان طلب و همکاران (۱۳۸۸) دریافتند که استفاده از کودهای آلی به مدت یک سال و دو سال متوالی تأثیر معنی داری بر شاخص برداشت ذرت داشت.

وزن صد دانه

اثر نوع کود و کاربرد یک ساله، دوساله و سه ساله آن و هم چنین اثر برهم کنش آن ها بر وزن صد دانه ذرت بسیار معنی دار گردید (جدول ۳). بیشینه وزن صد دانه از ۴۰ تن کمپوست زباله در هکتار به مدت دو سال متوالی حاصل شد، که از لحاظ آماری با مصرف دوساله و سه ساله ۲۰ تن کمپوست در هکتار، مصرف دو ساله ۲۰ تن کمپوست غنی شده در هکتار، مصرف سه ساله ۴۰ تن کمپوست در هکتار و ۴۰ تن کمپوست غنی شده در هکتار تفاوت معنی داری نداشت (جدول ۴). وزن صد دانه با صفت های عمل کرد دانه، ماده خشک کل، شاخص برداشت، تعداد دانه در ردیف و تعداد دانه در بلال همبستگی مثبت و معنی داری داشت (جدول ۶). وزن هزار دانه گندم با کاربرد شیرابه و کمپوست زباله شهری نسبت به شاهد افزایش یافت (الماسیان و همکاران، ۱۳۸۵)، اما کاربرد کمپوست زباله شهری در گیاه دارویی اسفرزه (*Plantago ovata*) موجب افزایش معنی دار وزن هزار دانه نگردید، که علت آن کیفیت نامناسب و نسبت بالای کربن به ازت کمپوست بود (آستارائی، ۱۳۸۵).

تعداد ردیف

تأثیر نوع کود و کاربرد سالیانه آن بر تعداد ردیف بسیار معنی دار بود؛ اما اثر متقابل آن ها معنی دار نگردید (جدول ۳). تمامی تیمارهای کودی به جز ۴۰ تن کمپوست ساده از تعداد ردیف بالاتری نسبت به شاهد برخوردار بودند. هم چنین مصرف دو ساله و سه ساله کودها نسبت به مصرف یک ساله آن ها تفاوت معنی داری در تعداد ردیف از خود نشان ندادند (جدول ۵). تعداد ردیف هم بستگی مثبت و معنی داری با عمل کرد دانه ($r=۰/۶۶^{**}$)، ماده خشک کل ($r=۰/۶۲^{**}$)، تعداد دانه در ردیف ($r=۰/۳۹^{**}$) و تعداد دانه در بلال ($r=۰/۷۵^{**}$) داشت (جدول ۶). در همین راستا، با مصرف کودهای آلی در ذرت، هم بستگی مثبت و معنی داری بین تعداد ردیف با عمل کرد دانه، ماده خشک کل، تعداد دانه در بلال، شاخص برداشت و وزن صد دانه مشاهده گردید (رضوان طلب و همکاران، ۱۳۸۸).

تعداد دانه در ردیف

تأثیر نوع کود مصرفی، کاربرد سالیانه آن و هم چنین اثر متقابل آن ها بر صفت تعداد دانه در ردیف بسیار معنی دار گردید (جدول ۳). بیشینه تعداد دانه در ردیف از ۴۰ تن کمپوست در هکتار به مدت سه سال متوالی به دست آمد؛ که از لحاظ آماری با کاربرد سه ساله کود شیمیایی اختلاف معنی داری نداشت (جدول ۴). رضوان طلب و همکاران (۱۳۸۸) نیز نشان دادند که کاربرد کودهای آلی در گیاه ذرت تأثیر معنی داری بر تعداد ردیف و تعداد دانه در ردیف داشت.

تعداد دانه در بلال

تأثیر نوع کود و کاربرد سالیانه آن بر تعداد دانه در بلال و اثر متقابل آن ها بر این صفت به ترتیب بسیار معنی دار و معنی دار گردید. هم چنین با تغییر در نوع کود و مدت مصرف آن، تعداد دانه در بلال نیز به طور معنی داری تغییر یافت (جدول ۳). بیشینه تعداد دانه در بلال از کود شیمیایی به مدت سه سال متوالی حاصل گردید؛ که از لحاظ آماری با کاربرد سه ساله ۲۰ تن کمپوست در هکتار، ۲۰ و ۴۰ تن کمپوست در هکتار همراه با ۵۰ درصد کود شیمیایی اختلاف معنی داری نداشت (جدول ۴). رضوان طلب و همکاران (۱۳۸۸) دریافتند که خاک های حاوی کمپوست زباله شهری همراه با کودهای شیمیایی و یا به صورت جداگانه (با در نظر گرفتن مدت مصرف آن ها) به طور معنی داری تعداد دانه در بلال را افزایش دادند؛ به طوری که بیشینه تعداد دانه در بلال از مصرف یک ساله ۴۰ تن کمپوست زباله شهری در هکتار همراه با ۵۰ درصد کود شیمیایی و کمینه آن در تیمار شاهد به دست آمد. الماسیان و همکاران (۱۳۸۵) نیز در یک آزمایش گل خانه‌ای نشان دادند که استفاده از کمپوست تأثیر افزاینده‌ای بر تعداد دانه در سنبله، طول سنبله و عمل کرد کاه و کلش گندم داشت. آن ها بیان داشتند که این افزایش احتمالاً به دلیل افزایش ماده آلی و فراهمی مقادیر مناسب عناصر غذایی در خاک و هم چنین افزایش ظرفیت نگه داری رطوبت از طریق بهبود در خصوصیات فیزیکی خاک حاصل شده است.

نتیجه گیری نهایی

نتایج نشان داد که مصرف کمپوست ساده و غنی شده زباله شهری به همراه ۵۰ درصد کودهای شیمیایی می توانند اثرات بهتری را در افزایش عمل کرد و اجزای عمل کرد ذرت نشان دهند. استفاده از کودهای آلی به مدت سه سال متوالی بهتر از مصرف یکساله آن بود، اما کاربرد متوالی آن در سال های طولانی باید با بررسی های تکمیلی جهت ارزیابی اثرات زیست محیطی و غلظت عناصر سنگین در خاک و گیاه صورت گیرد. لازم به ذکر است که استفاده از کمپوست های مذکور نسبت به کودهای شیمیایی هزینه ی بیشتری را در پی دارد اما اثرات درازمدت آن بر خصوصیات خاک، تأمین عناصر غذایی کم مصرف و پر مصرف و حفظ بیولوژی خاک می تواند کاهش سود حاصله را جبران نموده و استفاده متوالی و بهینه از زمین های کشاورزی را ممکن سازد. در نهایت می توان بیان داشت که علاوه بر افزایش عمل کرد محصول، استفاده از کودهای آلی به دلیل کاهش آلودگی های زیست محیطی می تواند نقش بسزایی را در جهت نیل به کشاورزی پایدار ایفا کند.

جدول۳- تجزیه واریانس اثرات مقادیر کود وکاربرد سالیانه آن بر عمل‌کرد و اجزای عمل‌کرد ذرت

منابع تغییر	درجه آزادی	عمل‌کرد دانه	ماده خشک کل	شاخص برداشت	وزن صد دانه	تعداد ردیف	تعداد دانه در ردیف	تعداد دانه در بلال
تکرار	۲	۱/۱۱	۲/۶۲	۱۷/۵۷	۳/۶۷	۴/۹۶	۰/۱۳	۶۲۳۴/۳۰
نوع کود (A)	۵	۱۱/۱۲**	۴۵/۰۱**	۲۳/۶۳**	۱۲/۶۷**	۵/۵۹**	۴۹/۹۹**	۲۹۵۴۳/۳۶**
خطای a	۱۰	۲/۱۵	۶/۸۰	۱۴/۰۲	۲/۵۹	۰/۸۷	۱۷/۶۴	۵۱۵۶/۷۰
کاربرد کود (B)	۲	۳۹/۴۰**	۲۵۳**	۷۸/۶۹**	۳۱/۷۱**	۴/۹۶**	۱۸۲/۳۵**	۷۳۶۱۲/۹۶**
(A) × (B)	۱۰	۲/۳۹**	۱۳/۵۹**	۱۱/۹۳*	۵/۴۰**	۱/۱۴$^{n.s}$	۱۵/۰۶**	۴۰۲۹/۲۳*
خطای b	۲٤	۰/۲۳	۰/۵۸	۳/۳۲	۳/۶۶	۰/۵۲	۱۴/۷۴	۲۶۲۳/۶۳
ضریب تغییرات (درصد)		۹/۱۵	۴/۹۶	۴/۱۷	۶/۲۱	۵/۱۰	۴/۳۶	۶/۸۰

*و** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد و ^{ns} معادل عدم تفاوت معنی‌دار

جدول۴- مقایسه میانگین‌های اندازه گیری‌شده در مقادیر و انواع مختلف کود و کاربرد سالیانه آن‌ها

کود	کاربرد سالیانه	عمل‌کرد دانه	ماده خشک کل	شاخص برداشت	وزن صد دانه	تعداد دانه	تعداد دانه
	کود	(تن در	هکتار)		(گرم)	در ردیف	در بلال
	۱۳۸۵	۵/۳۱^{f}	۱۱/۱۸^{h}	۴۷/۶۷$^{c-f}$	۲۱/۲۲^{d}	۳۱/۰۰^{h}	۴۱۴/۶۷^{h}
T_1:	۸۶-۱۳۸۵	۵/۲۹^{f}	۱۱/۱۸^{h}	۴۷/۶۷$^{c-f}$	۲۱/۲۲^{d}	۳۱/۰۰^{h}	۴۱۴/۶۷^{h}
	۸۷-۱۳۸۵	۵/۳۴^{f}	۱۱/۱۸^{h}	۴۸/۳۳$^{b-f}$	۲۱/۲۲^{d}	۳۱/۰۰^{h}	۴۱۴/۶۷^{h}
	۱۳۸۵	۶/۳۴^{ef}	۱۲/۷۴^{g}	۴۹/۳۳$^{b--e}$	۲۰/۴۷^{d}	۳۶/۰۰$^{d-f}$	۵۰۴/۰۰$^{d-g}$
T_2:	۸۶-۱۳۸۵	۶/۷۵^{de}	۱۴/۵۲^{ef}	۴۶/۰۰^{ef}	۲۰/۹۰^{d}	۳۴/۰۰$^{e-g}$	۵۲۲/۶۷$^{d-f}$
	۸۷-۱۳۸۵	۹/۹۰^{a}	۲۳/۹۳^{a}	۴۱/۰۰^{g}	۲۲/۵۳$^{b-d}$	۴۲/۳۳^{ab}	۶۷۷/۳۳^{a}
	۱۳۸۵	۶/۴۷^{ef}	۱۲/۸۹^{g}	۵۰/۰۰$^{b-d}$	۲۱/۶۴^{d}	۳۳/۳۳$^{f-h}$	۴۸۷/۳۳$^{e-g}$
T_3:	۸۶-۱۳۸۵	۷/۹۳^{cd}	۱۵/۳۱^{de}	۵۱/۶۷^{b}	۲۴/۴۲$^{a-c}$	۳۴/۳۳$^{e-g}$	۵۲۶/۶۷$^{d-f}$
	۸۷-۱۳۸۵	۱۰/۱۳^{a}	۲۰/۹۸^{b}	۴۷/۶۷$^{c-f}$	۲۴/۳۳$^{a-c}$	۴۰/۰۰^{bc}	۶۴۰/۰۰^{ab}
	۱۳۸۵	۵/۶۵^{ef}	۱۲/۰۷^{gh}	۴۶/۶۷$^{d-f}$	۲۰/۳۸^{d}	۳۴/۰۰$^{e-g}$	۴۵۳/۳۳^{gh}
T_4:	۸۶-۱۳۸۵	۸/۵۲^{bc}	۱۶/۳۸^{cd}	۵۲/۰۰^{b}	۲۶/۶۶^{a}	۳۳/۰۰^{gh}	۵۰۸/۰۰$^{d-g}$
	۸۷-۱۳۸۵	۹/۶۲^{ab}	۲۱/۳۳^{b}	۴۵/۰۰^{f}	۲۵/۰۱$^{a-c}$	۴۳/۰۰^{a}	۶۰۲/۰۰^{bc}
	۱۳۸۵	۵/۹۲^{ef}	۱۲/۲۰^{gh}	۴۸/۶۷$^{b-f}$	۲۰/۸۹^{d}	۳۳/۰۰^{gh}	۴۶۲/۰۰$^{f-h}$
T_5:	۸۶-۱۳۸۵	۸/۵۱^{bc}	۱۶/۷۸^{c}	۵۰/۶۷^{bc}	۲۴/۳۸$^{a-c}$	۳۷/۳۳^{cd}	۵۴۷/۳۳$^{c-e}$
	۸۷-۱۳۸۵	۹/۱۵$^{a-c}$	۲۰/۰۷^{b}	۴۵/۳۳^{f}	۲۲/۶۰$^{b-d}$	۳۹/۶۷^{bc}	۶۳۴/۶۷^{ab}
	۱۳۸۵	۶/۷۹^{de}	۱۳/۳۱^{fg}	۵۱/۰۰^{bc}	۲۲/۲۸^{cd}	۳۳/۰۰^{gh}	۵۰۶/۶۷$^{d-g}$
T_6:	۸۶-۱۳۸۵	۷/۹۵^{cd}	۱۵/۶۴$^{c-e}$	۵۱/۰۰^{bc}	۲۲/۹۲$^{b-d}$	۳۶/۶۷^{de}	۵۵۸/۶۷^{cd}
	۸۷-۱۳۸۵	۱۰/۰۹^{a}	۲۱/۲۱^{b}	۵۷/۶۷^{a}	۲۵/۱۵^{ad}	۴۰/۰۰^{bc}	۶۱۲/۶۷$^{a-c}$

اعداد دارای حروف مشابه در هر ستون و برای هر تیمار براساس آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری در سطح پنج درصد ندارند.

T_1: شاهد (بدون مصرف کود شیمیایی و کمپوست)، T_2: کود شیمیایی (سولفات پتاسیم، سوپر فسفات تریپل به‌میزان ۷۵ و اوره به‌میزان ۳۵۰ کیلوگرم درهکتار)، T_3: ۲۰ تن کمپوست در هکتار، T_4: ۱۴۰ تن کمپوست در هکتار، T_5: ۲۰ تن کمپوست در هکتار همراه‌با ۵۰ درصد کود شیمیایی، T_6: ۴۰ تن کمپوست در هکتار همراه‌با ۵۰ درصد کود شیمیایی

جدول ۵- مقایسه میانگین‌های تعداد ردیف در تیمارهای مختلف

تیمار	تعداد ردیف
کود	
شاهد	۱۳/۳۳^{c}
کود شیمیایی	۱۵/۱۱^{ab}
کمپوست ۲۰ تن ساده	۱۵/۳۳^{a}
کمپوست ۴۰ تن ساده	۱۴/۲۲^{bc}
کمپوست ۲۰ تن غنی‌شده	۱۴/۸۹^{ab}
کمپوست ۴۰ تن غنی‌شده	۱۵/۳۳^{a}
کاربرد سالیانه کود	
۱۳۸۵	۱۴/۱۱^{b}
۱۳۸۵ -۸۶	۱۴/۸۹^{a}
۱۳۸۵ -۸۷	۱۵/۱۱^{a}

*: اعداد دارای حروف مشابه در هر ستون و برای هر تیمار براساس آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری در سطح پنج درصد ندارند.

جدول ۶- ضریب‌های هم‌بستگی اجزای عمل‌کرد با عمل‌کرد دانه (n = ۵۴)

	تعداد دانه در بلال (۱)	تعداد دانه در ردیف (۲)	تعداد ردیف (۳)	وزن صد دانه (۴)	شاخص برداشت (۵)	ماده خشک کل (۶)	عمل‌کرد دانه (۷)
(۱)	۰/۹۲**	۰/۸۴**	۰/۶۶**	۰/۶۸**	-۰/۰۳n.s	۰/۹۵**	۱
(۲)	۰/۹۲**	۰/۸۷**	۰/۶۲**	۰/۵۵**	-۰/۳۳*	۱	
(۳)	-۰/۱۹n.s	-۰/۲۴n.s	-۰/۰۱n.s	۰/۳۱*	۱		
(۴)	۰/۳۵**	۰/۳۳*	۰/۲۶n.s	۱			
(۵)	۰/۷۵**	۰/۳۹**	۱				
(۶)	۰/۹۰**	۱					
(۷)	۱						

*و** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد و ns معادل عدم تفاوت معنی‌دار در سطح پنج درصد

منابع مورد استفاده

۱. آستارائی، ع.ر. ۱۳۸۵. تأثیر کمپوست زباله شهری و ورمی کمپوست بر اجزای عمل‌کرد و عمل‌کرد اسفرزه (*Plantago ovata*). فصل نامه علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۳:۲۲: ۱۸۷-۱۸۰.

۲. الماسیان، ف.، آستایی، آ. و م. نصیری محلاتی. ۱۳۸۵. بررسی اثر مصرف شیرابه و کمپوست بر عمل‌کرد و اجزای عمل کرد گندم. مجله بیابان، ۱:۱۱: ۴۴۷-۴۴۲.

۳. رضوان طلب، ن.، پیردشتی، ه. بهمنیار، م.ع. و عباسیان، ا. ۱۳۸۸. ارزیابی کاربرد کمپوست زباله شهری و کودهای معدنی بر عمل کرد و اجزاء عمل کرد ذرت (سینگل کراس ۷۰۴). مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی، جلد دوم، شماره اول، صفحات ۹۰-۷۵.

۴. رضوان طلب، ن.، پیردشتی، ه. بهمنیار، م.ع. و عباسیان، ا. ۱۳۸۷. مطالعه عمل‌کرد و اجزای عمل کرد ذرت (*Zea mays* L.) در واکنش به کاربرد انواع و مقادیر مختلف کودهای آلی و شیمیایی. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۵: ۱۴۷ – ۱۳۹.

۵. کاشانی، آ.، پیردشتی، ه.، بهمنیار، م. ع.، اکبر پور، و. عباسیان، ا. ۱۳۹۲. تأثیر کاربرد درازمدت مقادیر مختلف ورمی کمپوست و کود شیمیایی بر ویژگی های مورفولوژیکی و غلظت برخی عناصر غذایی ریحان. مجله علوم فنون باغبانی. ۱۳: ۳. ۲۸۲-۲۷۱

۶. کاظمی اربط، ح. ۱۳۸۷. زراعت خصوصی جلد اول. مرکز نشر دانشگاهی تهران. چاپ چهارم. ۳۸۵ صفحه.

۷. کاظمینی، س.ع.ر. و عدالت، م. ۱۳۸۸. اثر کاربرد کمپوست ضایعات شهری و نیتروژن بر برخی خصوصیات خاک و عمل کرد دانه گندم آبی. مجموعه مقالات یازدهمین کنگره علوم خاک ایران، گرگان، ۲۲۲۷-۲۲۲۶.

۸. کبیری نژاد، ش.، ابطحی، آ. و هودجی، م. ۱۳۸۸. اثرات کوتاه مدت کود کمپوست بر حاصل خیزی و غلظت کادمیم و آهن در دو خاک آهکی و گیاه ذرت. مجموعه مقالات یازدهمین کنگره علوم خاک ایران، گرگان، ۱۲۴۷-۱۲۴۵.

۹. کلباسی، م. ۱۳۷۵. وضعیت مواد آلی در خاک های ایران و نقش کود کمپوست. خلاصه مقالات پنجمین کنگره علوم خاک ایران، مشهد، صفحه ۱۴۴.

۱۰. متقیان، آ.، پیردشتی، ه. بهمنیار، م.ع. و عباسیان، ا. ۱۳۸۶. مطالعه تجمع برخی از عناصر غذایی پرمصرف در برگ ارقام مختلف سویا در واکنش به مقادیر مختلف کودهای آلی غنی شده. مجله علوم کشاورزی، ۱:۱۳: ۲۱۱-۲۰۴.

۱۱. مرجوی، ع.ر. ۱۳۸۲. بررسی اثرات کمپوست شهری بر عمل کرد چغندرقند و گندم و خصوصیات شیمیایی خاک. مجله علوم آب و خاک، ۱:۱۷: ۲۸-۱۹.

۱۲. نورمحمدی، ق.، سیادت، س. و کاشانی، ع. ۱۳۸۴. زراعت جلد اول (غلات). دانشگاه شهید چمران اهواز، ۴۴۶ صفحه.

13. Allievi, L., A. Marchensini, C. Salaidi, V. Piano and M. Bertoldi.1993. Plant quality and soil residual fertility six years after a composting treatment. *Bioresource Technology*, 43: 85-93.

14. Eghball, B. and K.A. Barbaric 2006. Manure, Compost, and Biosolids. *Encyclopedia of Soil Science*, 93: 720-729.

15. Gigliotti, G., D. Businelli and P. Hargreaves, J.C., M.S. Adl and P.R. Warman. 2008. A review of the use of composted municipal solid waste in agriculture. Agriculture, Ecosystems and Environment, 123: 1–14.

16. Madrid, F., R. Lopez and F. Cabera. 2007. Metal accumulation in soil after application of municipal solid waste compost under intensive farming condition. *Agriculture, Ecosystem and Environment*, 119: 249-256.

17. Marcote, I., T. Hernandez, C. Garcia and A. Polo. 2001. Influence one or two successive annual application of organic fertilizers on the enzyme activity of a soil under barley cultivation. *Bioresource Technology,* 79: 147–154.

18. Mc Callum, K.R., A.A. Keeling, C.P. Beekwith and P.S. Kettlewell. 1998. Effects of greenwaste compost on spring wheat emergence and early growth. *Acta Horticulturae*, 467: 313-318

19. Oktem, A., A.G. Oktem and Y. Coskun. 2004. Determination of sowing dates of sweet corn (*Zea mays* L. Saccharata Sturt.). *Turkish Journal of Agronomy*, 28: 83-91.

20. Pirdashti, H., A. Motaghian and M.A. Bahmanyar. 2010.

Effects of organic amendments application on grain yield, leaf chlorophyll content and some morphological characteristics in soybean cultivars. *Journal of Plant Nutrition*, 33: 485-495.

21. Ramadass, K. and S. Palaniyandi. 2007. Effect of enriched municipal solid waste compst application on soil available macronutrient in the rice field. *Journal of Archive of Agronomy and Soil Science*, 53:5: 497-506.
22. Rees, R.M., B.C. Ball, C.A. Watson and C.D. Campbell. 2001. Sustainable management of soil organic matter. CAB International, Oxfordshire, UK. 464 p.
23. Roberts, T. A. 2008. Improving nutrient use efficiency. *Turkish Journal of Agriculture*. 32: 177- 182.
24. Robin, A., R.A.K. Szmidt and W. Dickson. 2001. Use of compost in agriculture, Frequently Asked Questions (FAQs). Remade Scotland.
25. Senesi, N., G. Brunetti and C. Plaza. 2005. Quality of organic amendment and effects on soil organic matter, with special emphasis on humic substances: a review of general aspects and most recent findings of the Bari group. In: Yang, J.E., Sa, T.M., Kim, J.J. (Eds), Application of the Emerging Soil Researches to the Conservation of Agricultural Ecosystems. Korean Society of Soil Science and Fertilizer, Korean Society of Agriculture and Environment, Rural Development Administration, Seoul, Korea. Pp: 95-129.
26. Sihag, D. and J.P. Singh. 1997. Effect of organic materials on ammonia voltalization losses from urea under submerged condition. *Journal of Society of Soil Science*, 45: 822-825.
27. Sirpanomtanakorn, S. 2002. Plant available nitrogen from anaerobically digested sludge and septic tank sludge applied to crops grown in the tropics. *Waste Management and Research*, 20 :2: 143-149.
28. Sonmez, F. and M.A. Bozkurt. 2006. Lettuce grown on calcareous soils benefit from sewage sludge. *Acta Agriculturae Scandinavic*a, 56:1: 17–24.
29. Speir, T.W., J. Horswell, A.P. Van Schaik, R.G. McLaren and G. Fietje. 2004. Composted biosolids enhance fertility of a sandy loam soil under dairy pasture. *Biological Fertility Soils*, 40: 349-358.
30. Volterrani, M., G. Pardini, M. Gaetani, N. Grossi and S. Miele. 1996. Effects of application of municipal solid waste compost on horticultural species yield. In: De Bertoldi, M., Sequi, P., Lemmes, B., Papi, T. (Eds.), The Science of Composting. Blackie Academic and Professional, London, pp. 1385–1388.
31. Wong, M.H. and L.M. Chu. 1985. The responses of edible crops treated with extracts of refuse compost of different ages. *Agricultural Wastes*, 14: 63-74.