بررسی مصرف کمپوست زباله شهری همراه با نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم آبی

Study of Consumer compost of municipal waste with the nitrogen on yield and yield component wheat

محمد علی قاسمی[۱]، محسن سیلسپور[۲] و محمد نصری[۱]

۱- گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین - پیشوا، ورامین- ایران.
۲- عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران

نویسنده مسوول مکاتبات: M.ghasemi@areo.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۸/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۰/۱۵

چکیده:

روند روبه‌رشد تولید پسماند شهری معضلی است که سلامت جامعه را تهدید می‌کند و در صورت عدم توجه، خسارات زیست محیطی غیر قابل جبرانی را ایجاد می‌کند. در این پژوهش اثرات ترکیبی کمپوست با کود نیتروژن بر خصوصیات کمی وکیفی گندم و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک بررسی گردید. نه تیمار ترکیبی کمپوست و نیتروژن در قالب کرت‌های یک‌بار خرد شده با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال زراعی ۱۳۹۰-۱۳۸۹ در مزرعه مرکز تحقیقات کشاورزی استان تهران واقع در شهرستان ورامین انجام شد. تیمارها عبارت بودند از: مصرف کمپوست زباله در سه سطح صفر، ۱۰ و ۲۰ تن در هکتار و مصرف نیتروژن در سه سطح صفر، ۱۰۰ و ۲۰۰ تن در هکتار. نتایج حاصل از اجرای آزمایش نشان داد که اثرات ساده کمپوست پسماند شهری و نیتروژن و اثر متقابل آن‌ها بر عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک از لحاظ آماری در سطح یک درصد معنی‌دار شد. بالاترین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک از مصرف ۲۰ تن در هکتار کمپوست همراه با ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به‌دست آمد. وزن هزار دانه با مصرف کمپوست افزایش معنی‌دار ۲۰/۴ درصد نسبت به تیمار شاهد داشت. از طرف دیگر مصرف نیتروژن نیز باعث افزایش۲۶/۷ درصدی وزن هزار دانه شد. صفت شاخص برداشت با مصرف کمپوست افزایش معنی‌دار ۱۱/۸ درصد نسبت به تیمار شاهد داشت.از طرف دیگر مصرف نیتروژن باعث افزایش ۴/۹ درصد صفت شاخص برداشت شد. بیش‌ترین شاخص برداشت نیز از تیمار ۲۰ تن در هکتار کمپوست همراه با ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن به‌دست آمد.

واژگان کلیدی: کمپوست پسماند شهری، عملکرد دانه گندم، خصوصیات کیفی.

مقدمه

یکی از مسائل و مشکلاتی که کشاورزان با آن روبرو هستند چگونگی مصرف کودهای شیمیایی، خصوصا کودهای نیتروژن‌دار است. حاکمیت استدلال‌های غیرعلمی و پیروی از روش‌های سنتی گذشته باعث شد که کشاورزان همه ساله مقادیر زیادی کودهای نیتروژن‌دار را وارد خاک‌های کشاورزی کنند که مشکلات بی‌شماری را در پی دارد. استفاده از کودهای نیتروژن‌دار در طی ۲۵ سال گذشته در کشورهای آسیایی در حدود چهار برابر افزایش یافت. متاسفانه در ایران نیز مصرف کودهای شیمیایی نامتعادل و مطابقتی با نیاز گیاهان ندارد به‌طوری‌که مصرف کودهای شیمیایی خصوصا کودهای نیتروژن‌دار از دهه ۱۳۶۰ به بعد از روند رشد بیش از ده درصدی برخوردار بود (ملکوتی، ۱۳۷۹). بنابراین پیداکردن روشی که بتواند از مصرف بی‌رویه این کود بکاهد، ضروری به‌نظر می‌رسد. با توجه به کمبود ماده آلی در خاک‌های کشور، مصرف کودهای شیمیایی لازم است. از طرفی مصرف مداوم کودهای شیمیایی، اثرات نامطلوب تدریجی بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک می‌گذارد. در این حالت کاربرد کمپوست زباله شهری، به‌عنوان کود، می‌تواند ضمن حفظ حاصلخیزی خاک، به بهبود خصوصیات فیزیکی خاک نیز کمک نماید. اما نکته مهم این است که اثرات جانبی مصرف کمپوست همواره باید مد نظر قرارگیرد (محمدیان و ملکوتی، ۱۳۷۹).

مرجوی (۱۳۷۹) در آزمایش خود روی گندم و چغندرقند در کرت‌های ثابت در اصفهان شامل سه سطح نیتروژن و سه سطح کمپوست گزارش نمودند میزان عملکرد دانه گندم و غده چغندرقند در سال دوم کاشت در تیمار مصرف کمپوست همراه نیتروژن افزایش معنی‌داری نسبت به شاهد داشت. رحیمی (۱۳۹۱) گزارش نمود که افزودن کمپوست زباله شهری به خاک، باعث افزایش مقدار ماده آلی خاک و افزایش مقدار قابل جذب تعدادی از عناصرغذایی پرمصرف و کم‌مصرف در خاک گردید. نتایج یک تحقیق مزرعه‌ای در یک بافت سنگین مصرف ۴۰ تن کمپوست در هکتار عملکرد گندم را افزایش داد (منتظری و همکاران، ۱۳۸۵). در یک خاک بافت متوسط کاربرد ۱۰ تا ۳۰ تن کمپوست در هکتار موجب افزایش معنی‌دار عملکرد نسبت به شاهد گردید و میزان کربن آلی خاک نیز افزایش نشان داد (کاظمی، ۱۳۸۹).

بیش‌ترین عملکرد کاه و دانه گندم در تیمار ۲۰ تن کمپوست در هکتار به‌همراه ۲۰۰ کیلوگرم گوگرد و پنج درصد نیتروژن تصفیه شده و فسفر و پتاسیم توصیه کود بود که بر این مبنا استفاده از کمپوست همراه با کودهای شیمیایی در افزایش عملکرد کمی و کیفی گندم موثر بود و مصرف کمپوست همراه با کودهای شیمیایی مورد تاکید قرار گرفت (خلج و همکاران ۱۳۸۰). نتایج آزمایشی در خاک لوم کلی نشان داد کاربرد کمپوست (MSWC) طول ریشه، ارتفاع گیاه، تعداد پنجه و ماده خشک کل گیاه گندم را افزایش داد. همچنین افزایش معنی‌داری در عملکرد دانه و مقدار نیتروژن و فسفر دانه گندم مشاهده شد. بهبود کیفیت گندم نیز مشاهده شد که به‌دلیل افزایش مقدار نیتروژن دانه بود (Abdel Maksoud *et al*., 2006).

کاربرد کمپوست در کشت گندم باعث بهبود کیفیت گندم و افزایش معنی‌دار نیتروژن دانه شد. اما بر عملکرد و غلظت عناصر سنگین کاه و دانه اثر معنی‌داری نداشت. در خاک پس از برداشت، اثر معنی‌داری بر نیکل و سرب مشاهده شد ولی در مورد کادمیوم، روی و مس افزایش معنی‌دار دیده نشد (Baffi *et al*., 2009). در تحقیقی پاتال و رام (Patel and Ram, 2007) دریافتند که در آفتابگردان تیمارهای کود دامی همراه با کود شیمیایی در مقایسه با کاربرد کود دامی به‌تنهایی، عملکرد دانه بیش‌تری تولید می‌کند. بر اساس گزارش ماچور و لای (Mathur and Lai, 2008) در آزمایش ۲۸ ساله مشخص شد که متوسط عملکرد گندم در ۱۸ سال اول، در تیمار کود شیمیایی (NPK ۸۰-۴۵-۹۰) کمی بیش‌تر از تیمار کمپوست زباله شهری (معادل ۹۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) بود ولی از سال ۱۹ به بعد این روند بر عکس شده و در تیمار کمپوست زباله شهری عملکرد به مراتب بیش‌تر از کود شیمیایی بود. در این سال‌ها (۱۹ تا ۲۸) در تیمار

کود شیمیایی عملکرد به‌شدت پایین آمد. با توجه به منابع ذکر شده می‌توان نتیجه‌گیری کرد که به‌علت کندی آزادسازی نیتروژن از کمپوست زباله شهری، در سال‌های اولیه (دوره انتقالی) ممکن است در بعضی از تیمارهای تلفیقی، به‌خصوص در تیمارهایی که نسبت بالایی از نیاز غذایی گیاه توسط کود آلی تأمین می‌شود، عملکرد محصول کاهش یابد ولی در بعضی از تیمارهای تلفیقی هم ممکن است دوره انتقالی وجود نداشته باشد و از همان سال اول افزایش عملکرد مشاهده شود.

این تحقیق با هدف کاهش مصرف کودشیمیایی و جایگزین شدن کمپوست در راستای توسعه کشاورزی پایدار صورت پذیرفت.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی مصرف سطوح مختلف کمپوست زباله شهری تهران و نیتروژن، در زراعت گندم، آزمایشی مزرعه‌ای با نه تیمار و سه تکرار در قالب طرح آماری کرت‌های خرد شده بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی، در مزرعه مرکز تحقیقات کشاورزی ورامین در کرت‌های ثابت اجرا شد. کرت اصلی شامل سه سطح مصرف کمپوست (صفر، ۱۰ و ۲۰ تن در هکتار با رطوبت ۲۲ درصد وزنی) و کرت فرعی شامل سه سطح مصرف نیتروژن (صفر و۵۰ درصد کم‌تر از توصیه و مطابق توصیه) بود. قبل از کاشت، از خاک محل اجرای آزمایش نمونه‌برداری مرکب گردید و خاک حاصل با روش‌های متداول در موسسه تحقیقات خاک و آب (نیتروژن با روش کجلدال، کربن آلی با روش بلاک، فسفر با روش اولسن، پتاسیم با روش استات آمونیوم و بافت خاک با روش هیدرومتر اندازه‌گیری شد (علی احیایی ۱۳۷۶). عناصر آهن، منگنز، روی و مس توسط عصاره‌گیری با DTPA و تعیین غلظت توسط دستگاه جذب انجام پذیرفت (Norvel and Linsay, 1978). میزان عناصر سنگین شامل سرب و کادمیوم و نیکل نیز با دستگاه جذب اتمی تعیین شد (جدول یک). خصوصیات فیزیکی خاک شامل ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی با استفاده از صفحات فشاری و جرم ویژه ظاهری با استفاده از روش سیلندر اندازه‌گیری شد. پس از پایان اجرای آزمایش نیز از خاک کرت‌های آزمایشی نمونه‌برداری گردید و صفات مورد اندازه گرفته شدند. در نمونه‌ای ازکمپوست مورد استفاده، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی اندازه‌گیری گردید که نتایج آن در جدول دو آمد. با توجه به نتایج آزمون خاک (جدول یک)، مقدار صفر،۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن برای تیمارهای مصرف نیتروژن (صفر و۵۰ درصد کم‌تر از توصیه و مطابق توصیه) مصرف شد.

در هر تیمار مصرف کمپوست، مقدار نیتروژن آزاد شده از کمپوست با فرض معدنی شدن ۱۰ درصد نیتروژن کل (Zhang *et al*., 2006)، محاسبه و از میزان نیتروژن توصیه شده کسر شد (جدول سه). کودهای پایه فسفر و پتاسیم از منابع سوپر فسفات تریپل و سولفات پتاسیم و عناصر کم‌مصرف شامل آهن، روی، بور از منابع سولفات آهن، سولفات روی و اسید بوریک هر یک با غلظت پنج در هزار در دو نوبت ساقه‌دهی و پنجه‌زنی،کلیه کرت‌های آزمایش به‌صورت یکنواخت و بر اساس آزمون خاک مصرف شد (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار P_2O_5 و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار K_2O) (غیبی و ملکوتی، ۱۳۸۴). کود کمپوست نیز از کارخانه تولید کمپوست سازمان بازیافت شهرداری تهران تهیه شد و مطابق مقادیر مندرج در طرح قبل از کاشت به خاک کرت‌های آزمایشی اضافه گردید و با دیسک با خاک مخلوط و به عمق ۱۵ سانتی‌متر انتقال یافت. عملیات کاشت در نیمه دوم اردیبهشت ماه با رقم پیشتاز انجام شد. هر کرت آزمایشی شامل شش خط کاشت به‌طول شش متر و به فاصله ۸۰ سانتی‌متر بود. عملیات آبیاری به‌صورت فاروئی و بر اساس کتاب نیاز آبی گیاهان و توصیه مؤسسه تحقیقات خاک و آب انجام شد.کلیه عملیات زراعی از قبیل کاشت، آبیاری، کوددهی، سمپاشی و ... به‌طور هم‌زمان و یکسان در کلیه کرت‌های آزمایشی انجام شد برداشت محصول به تفکیک دانه و کاه انجام پذیرفت، و در نهایت با استفاده از نرم افزار MSTATC مورد تجزیه و تحلیل آماری قرارگرفت.

جدول ۱- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

Table1. Physicichemical soil analysis

مقدار Quantity	واحد Unit		
1.2	$dS.m^{-1}$	Ec	هدایت الکتریکی
7.8	-	pH	واکنش
35	-	SP	درصد اشباع
0.38	%	OC	کربن آلی
6.3	$mg.kg^{-1}$	P	فسفر قابل جذب
200	$mg.kg^{-1}$	K	پتاسیم قابل جذب
3	$mg.kg^{-1}$	Fe	آهن قابل جذب
14.5	$mg.kg^{-1}$	Mn	منگنز قابل جذب
0.6	$mg.kg^{-1}$	Zn	روی قابل جذب
1.28	$mg.kg^{-1}$	Cu	مس قابل جذب
0.04	$mg.kg^{-1}$	Cd	کادمیوم قابل جذب
2	$mg.kg^{-1}$	Pb	سرب قابل جذب
0.52	$mg.kg^{-1}$	Ni	نیکل قابل جذب
24	%	Clay	رس
44	%	Silt	سیلت
32	درصد%	Sand	شن
1.70	$gr.cm^{-3}$	Pd	جرم ویژه ظاهری
19	%	FC	رطوبت ظرفیت مزرعه
10	%	PWP	رطوبت نقطه پژمردگی

جدول ۲- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی کمپوست زباله شهری تهران

Table 2. Physicochemical compost analysis

مقدار مجاز Permitted level*	مقدار quantity	واحد Unit		
14 محلول 10 درصد ماده خشک	4.6	dS.m-1	EC	هدایت الکتریکی (رقت ۱ به ۱۵)
6-8 محلول 10 درصد ماده خشک	7.0	-	PH	واکنش(رقت ۱ به ۱۵)
15 حداقل	24.1	%	OC	کربن آلی
35 حداکثر	22	%	Moisture	رطوبت
5.1-1	1.54	%	Total N	نیتروژن کل
0.3- 3.8	0.39	%	Total P	فسفر کل
0.5-1.8	0.92	%	Total K	پتاسیم کل
-	8109	$mg.kg^{-1}$	Total Fe	آهن کل
-	95	$mg.kg^{-1}$	Total Mn	منگنز کل
1300	660	$mg.kg^{-1}$	Total Zn	روی کل
650	204	$mg.kg^{-1}$	Total Cu	مس کل
10	1.85	$mg.kg^{-1}$	Total Cd	کادمیوم کل
200	51.5	$mg.kg^{-1}$	Total Pb	سرب کل
120	32.5	$mg.kg^{-1}$	Total Ni	نیکل کل

*استاندارد ملی ایران،شماره ۱۰۷۱۶

جدول ۳- مقادیر نیتروژن معدنی شده از مقادیر مختلف کمپوست زباله شهری
Table 3. Nitrogen mineralization from different compost treatments

تیمار Treatment	شرح تیمار Description	مقدار نیتروژن معدنی شده Mineral nitrogen $kg.ha^{-1}$	مقدار نیتروژن کل Total nitrogen $kg.ha^{-1}$	درصد نیتروژن کل N	مقدار $ton.ha^{-1}$
C_0	کمپوست زباله شهری MSWC	0	0	1.54	0
C_{10}	کمپوست زباله شهری MCWC	15.4	154	1.54	10
C_{20}	کمپوست زباله شهری MSWC	30.8	308	1.54	20

نتایج و بحث

عملکرد دانه

نتایج جدول چهار نشان داد که اثر عامل اصلی (کمپوست) و اثر عامل فرعی (نیتروژن) در سطح یک درصد و اثر متقابل کمپوست و نیتروژن بر عملکرد دانه از نظر آماری در سطح پنج درصد معنی‌دار شد. مصرف کمپوست زباله شهری باعث افزایش معنی‌دار عملکرد در مقایسه با شاهد گردید، به‌طوری‌که عملکرد در تیمار ۲۰ تن در هکتار کمپوست نسبت به تیمار شاهد ۴۵ درصد افزایش داشت. مصرف نیتروژن نیز باعث افزایش معنی‌دار عملکرد در مقایسه با شاهد شد، بر میزان عملکرد در تیمار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتارنیتروژن نسبت به تیمار شاهد ۴۹ درصد افزوده شد. اثرات متقابل کمپوست با نیتروژن نیز بر عملکرد دانه تاثیر معنی‌دار داشت. در تمام سطوح مصرف کمپوست، مصرف نیتروژن بیش‌تر باعث افزایش عملکرد دانه شد، ولی در سطح ۲۰ تن در هکتار کمپوست مصرفی، تفاوت آماری معنی‌داری بین سطوح ۱۰۰ و ۲۰۰ نیتروزن ملاحظه نشد، بالاترین عملکرد دانه به میزان هفت تن در هکتار از مصرف ۲۰ تن در هکتار کمپوست زباله همراه با ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص به‌دست آمد و مصرف بیش‌تر نیتروژن تاثیری در عملکرد نداشت. پژوهشگران در خصوص مصرف کمپوست حاصل از زباله شهری و مقایسه آن با کودهای شیمیایی در خصوص زراعت گندم گزارش کردند که بالاترین عملکرد گندم از مصرف کمپوست همراه با کودهای شیمیایی به دست آمد (Breitenbeck and Baquet, 2003) محمدیان و ملکوتی (۱۳۸۲) در ارزیابی تاثیر دو نوع کمپوست بر خصوصیات خاک و عملکرد گندم گزارش نمودند که تیمار مصرف توام کمپوست و کود شیمیایی عملکرد بالاتری را نسبت به مصرف کود شیمیایی به‌تنهایی داشت. حداکثر عملکرد دانه گندم با مصرف ۳۰ تن کمپوست پوسته برنج و یا باگاس نیشکر همراه با کود شیمیایی توصیه شده حاصل شد. در چین نیز مصرف کودهای شیمیایی نیتروژنه، باعث افزایش ۲۳ درصد تولید دانه گندم شد، درحالی‌که مصرف کود حیوانی به‌میزان ۱۰ تن در هکتار به‌همراه ۷۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار عملکرد دانه را ۳۵ درصد افزایش داد (ملکوتی۱۳۷۵). با توجه به منابع ارائه شده و نتیجه آزمایش فوق می‌توان نتیجه گرفت صفت عملکرد تابعی از عوامل مختلف است. از جمله آن عوامل عناصر ضروری برای تولید است که مصرف کمپوست به‌دلیل فراهمی سطح متعادلی از عناصر غذایی برای گیاه و افزایش میزان کلروفیل و فتوسنتز باعث افزایش عملکرد دانه گردید و محصول بالا، بدون خطر آلودگی زیست محیطی تولید نمود. کمپوست به‌دلیل داشتن مواد آلی سرشار که مورد نیاز گیاه است عامل بسیار مهمی در جهت تغییر ساختار خاک بوده که نتیجه آن حاصلخیزی خاک و افزایش عملکرد می‌شود.

عملکرد بیولوژیک

نتایج جدول چهار مشخص نمود که اثر عامل اصلی (کمپوست) و اثر عامل فرعی (نیتروژن) بر عملکرد بیولوژیک در سطح یک درصد و اثر متقابل و کمپوست و نیتروژن روی این صفت در سطح پنج

درصد معنی‌دار گردید. بیش‌ترین میزان عملکرد بیولوژیک از تیمار $C_{20}N_{100}$ به‌میزان ۱۳۳۳۳ کیلوگرم است که با تیمار شاهد تفاوت آماری معنی‌داری در سطح یک درصد داشت. نتایج نشان داد که با افزایش مصرف کمپوست سیر صعودی افزایش بیوماس رخ داد. همچنین با افزایش مصرف نیتروژن افزایش بیوماس مشاهده گردید. با افزایش میزان کمپوست تا سطح ۲۰ تن در هکتار به‌همراه ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن میزان بیوماس افزایش یافت و با افزایش بیش از این مقدار سیر نزولی بیوماس مشاهده شد که این موضوع نشان دهنده این مطلب است که با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به‌همراه ۲۰ تن کمپوست میزان نیتروژن کافی و قابل جذب برای گیاه فراهم می‌شود و مصرف بیش‌تر باعث افزایش هزینه بیش‌تر و بی‌نتیجه است.

جدول ۴- تجزیه واریانس صفات عملکرد، اجزای آن و پروتئین دانه

Table 4. Analysis of variation of yield and yield components

			M.S میانگین مربعات			
S.O.V	منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت	وزن هزار دانه
		D.F	G.Y	B.Y	HI	T.S.W
Replication	تکرار	2	3401111	970000	462.6	36
Compost	کمپوست	2	8814444**	19281111**	72.7*	93*
Error A	خطا اول	4	155555	797777	7.3	6.3
Nitrogen	نیتروژن	2	9807777**	34203333**	18.9*	149**
Interaction	اثر متقابل	4	385555*	697777*	7.6 ^{ns}	5.8 ^{ns}
Error B	خطا	12	94629	202407	6.9	5.4

^{ns} ، * و **به ترتیب غیر معنی‌دار بودن و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

Ns, * and **: Non-significant and significant at 5 and 1% level of probability, respectively.

ادامه جدول ۴

Continued table 4

			M.S میانگین مربعات			
S.O.V	منابع تغییرات	درجه آزادی	خوشه در متر مربع	دانه در خوشه	طول خوشه	پروتئین
		D.F	Ear per m^2	Seed per ear	Ear length	Protein
Replication	تکرار	2	11444	274	440	0.59
Compost	کمپوست	2	17935**	300**	1448**	3.8**
Error A	خطا اول	4	135	15.7	2.3	0.9
Nitrogen	نیتروژن	2	15641**	286**	632**	4.0**
Interaction	اثر متقابل	4	940^{ns}	15.7 ^{ns}	24^{ns}	0.5 ^{ns}
Error B	خطا	12	333	6.3	9.8	0.4

^{ns} ، * و **به ترتیب غیر معنی‌دار بودن ومعنی‌دار درسطح احتمال پنج و یک درصد

Ns, * and **: Non-significant and significant at 5 and 1% level of probability, respectively.

جدول ۵- میانگین صفات عملکرد، اجزای آن و پروتئین دانه

Table 5. Mean of yield and yield component

اثر اصلی کمپوست	درصد پروتئین (%)	دانه در خوشه (N.o)	وزن هزار دانه (gr)	طول خوشه mm	خوشه در مترمربع	شاخص برداشت (%)	عملکرد بیولوژیک $kg.ha^{-1}$	عملکرد دانه $kg.ha^{-1}$
Compost Effect	Protein	Ear length	T.S.W	S. per ear	E. per m^2	HI	B.Y	G.Y
C_0	10.36 ^{b}	26.3^{c}	31.4^{c}	88.0^{c}	440.0^{c}	45.47^{c}	9522^{c}	4355^{c}
C_{10}	11.23 ^{a}	33.4^{b}	34.5^{b}	98.0^{b}	489.0^{b}	48.61^{b}	10883^{b}	5277^{b}
C_{20}	11.65 ^{a}	37.7^{a}	37.8^{a}	113.0^{a}	529.0^{a}	51.15^{a}	12444^{a}	6333a
اثر فرعی نیتروژن								
Nitrogen Effect								
N_0	10.38 ^{b}	26.5^{c}	30.3^{c}	90.3^{c}	441.0^{c}	46.75^{c}	8855^{c}	4177^{c}
N_{100}	11.13 ^{a}	33.2^{b}	35.1^{b}	101.7^{b}	493.0 ^{b}	49.43^{b}	11222^{b}	5566^{b}
N_{200}	11.73^{a}	37.7^{a}	38.4^{a}	106.6^{a}	523.0^{a}	49.05^{a}	12722^{a}	6222^{a}
اثرات متقابل								
Interaction								
C_0N_0	9.33^{a}	19.3^{d}	27.0^{d}	78.3^{d}	392.0^{d}	43.00^{c}	7400^{g}	3200^{e}
C_0N_{100}	10.33^{a}	26.3^{c}	31.6^{bc}	88.3^{cd}	440.0^{c}	46.20^{bc}	9500^{ef}	4366^{d}
C_0N_{200}	11.43^{a}	33.3^{b}	35.6^{ab}	96.6^{bcd}	488.0^{b}	47.23^{bc}	11666^{c}	5500^{c}
$C_{10}N_0$	10.50^{a}	27.0^{c}	30.0^{cd}	88.6^{cd}	436.0^{c}	46.30^{bc}	9000^{f}	4166^{d}
$C_{10}N_{100}$	11.26^{a}	33.3^{b}	34.0^{bc}	98.6^{abcd}	492.0^{b}	49.33^{ab}	10833^{d}	5333^{c}
$C_{10}N_{200}$	11.93^{a}	40.0^{a}	39.6^{a}	106.6^{abc}	540.0^{a}	50.20^{ab}	12666^{b}	6333^{b}
$C_{20}N_0$	11.33^{a}	33.3^{b}	34.0^{bc}	104.0^{abc}	496.0^{b}	50.96^{ab}	10166de	5166^{c}
$C_{20}N_{100}$	11.80^{a}	40.0^{a}	39.6^{a}	118.3^{a}	548.0^{a}	52.76^{a}	13333^{ab}	7000^{a}
$C_{20}N_{200}$	11.83^{a}	40.0^{a}	40.0^{a}	116.6^{ab}	543.0^{a}	49.73^{ab}	13833^{a}	6833^{ab}

میانگین‌هایی که با حروف مشابه در هر ستون نشان داده شده‌اند از نظر آماری در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند

Means with the same letter in each column are not significantly different.

وزن هزار دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات ساده عامل کمپوست و نیتروژن بر صفت وزن هزار دانه در سطح یک درصد معنی‌دار شد. اما اثر متقابل تیمارها تاثیر معنی‌داری از نظر آماری بر این صفت نداشت (جدول چهار). وزن هزار دانه با مصرف کمپوست نسبت به تیمار شاهد ۲۰/۴ درصد افزایش یافت. از طرف دیگر مصرف نیتروژن نیز باعث افزایش وزن هزار دانه شد و این صفت را ۲۶/۷ درصد افزایش داد. بیش‌ترین وزن هزار دانه نیز از تیمار ۲۰ تن در هکتارکمپوست همراه با ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن به دست آمد. هر چند از نظر آماری معنی‌دار نبود. مصرف کمپوست به‌همراه نیتروژن در تیمار ۲۰ تن در هکتار کمپوست به‌همراه ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بهترین عملکرد را داشت و از این سطح به بعد وزن هزار دانه سیر نزولی داشت. این مطلب گویای آنست که مصرف نیتروژن بیش از این مقدار تاثیر منفی بر وزن هزار دانه داشت فقط بر میزان هزینه می‌افزاید. نتایج تحقیقات نشان داد که حداکثر عملکرد گیاه گندم و اجزای عملکرد آن از مصرف توام کمپوست زباله شهری و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به‌دست آمد (Maho *et al*., 2000).

شاخص برداشت

داده‌ها مشخص نمود که شاخص برداشت تحت تاثیر اثرات ساده کمپوست و نیتروژن قرار گرفت و اختلافات به‌وجود آمده از نظر آماری در سطح یک درصد معنی‌دار شد. اما اثر متقابل عوامل مورد آزمایش بر این صفت معنی‌دار نگردید (جدول چهار). صفت شاخص برداشت با مصرف کمپوست افزایش معنی‌دار داشت و نسبت به تیمار شاهد کمپوست ۱۱/۸درصد افزایش نشان داد. از طرف دیگر مصرف نیتروژن باعث افزایش صفت شاخص برداشت شد و این صفت را ۴/۹ درصد افزایش داد. بیش‌ترین شاخص برداشت نیز از تیمار ۲۰ تن در هکتار کمپوست همراه با ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن به دست

آمد.که از نظر آماری این تغییرات معنی‌دار نبود (جدول پنج).

تعدادخوشه در متر مربع

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثرات ساده کمپوست و نیتروژن بر صفت تعداد خوشه در مترمربع در سطح یک درصد معنی‌دار شد. اما اثر متقابل عوامل مورد تحقیق تاثیر معنی‌داری بر این صفت نداشت (جدول چهار). داده‌های اثر متقابل نشان داد که با افزایش نیتروژن به تنهایی افزایش تعداد خوشه در متر مربع را در حد محدود خواهدبود ولی چنان‌چه ترکیبی از کود نیتروژن و کمپوست در اختیار گیاه قرار گیرد به‌دلیل مسائل ذکر شده، در تیمار ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌همراه ۲۰ تن در هکتار کمپوست، افزایش قابل توجهی (۲۸/۷ درصد) مشهود بود که مبین تاثیر مثبت کمپوست بر تعداد خوشه در مترمربع و جایگزینی مناسب برای کود شیمیایی می‌باشد. استفاده از کود آلی کمپوست ضمن افزایش حاصلخیزی خاک در دراز مدت، حفظ عناصر و در اختیار قراردادن آن‌ها، باعث حلالیت عناصر و جذب بهتر توسط گیاه گردید.

تعداد دانه در خوشه

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که تعداد دانه در خوشه تحت تاثیر اثرات ساده کمپوست و نیتروژن قرار گرفت و اختلافات به‌وجود آمده از نظر آماری در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول چهار). همچنین بر اساس جدول فوق اثر متقابل عوامل مورد آزمایش بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول چهار). تعداد دانه در خوشه با مصرف کمپوست افزایش معنی‌دار داشت و نسبت به تیمار شاهد کمپوست ۴۳/۳ درصد افزایش داشت. از طرف دیگر مصرف نیتروژن نیز باعث افزایش تعداد دانه در خوشه شد و این صفت را ۴۲/۲ درصد افزایش داد. بیش‌ترین تعداد دانه در خوشه نیز از تیمار ۲۰ تن در هکتار کمپوست همراه با ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن به میزان ۱۱/۸ درصد به‌دست آمد. در این سطح مصرف کمپوست، مصرف بیش‌تر نیتروژن تاثیر معنی‌داری روی این صفت نداشت (جدول پنج).

طول خوشه

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که طول خوشه تحت تاثیر اثرات ساده کمپوست و نیتروژن قرار گرفت و اختلافات به‌وجود آمده از نظر آماری در سطح یک درصد معنی‌دار شد. اما اثرات متقابل عوامل مورد تحقیق بر این صفت معنی‌دار نشد. طول خوشه با مصرف کمپوست افزایش معنی‌دار یافت و نسبت به تیمار شاهد کمپوست۲۰/۲درصد افزایش طول داشت. از طرف دیگر مصرف نیتروژن نیز باعث افزایش طول خوشه شد و این صفت را ۱۸/۸ درصد افزایش معنی‌دار داشت. بیش‌ترین تعدادخوشه در مترمربع نیز از تیمار ۲۰ تن در هکتارکمپوست همراه با ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن به‌دست آمد.

درصد پروتئین

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات ساده عامل اصلی (کمپوست) و اثر عامل فرعی (نیتروژن) بر درصد پروتئین دانه تاثیر معنی‌داری دشت. اما اثر متقابل عوامل اصلی (کمپوست) و فرعی (نیتروژن) روی صفت فوق از نظر آماری معنی‌دار نشد (جدول چهار). درصد پروتئین دانه با مصرف کمپوست ۱۲/۶ درصد افزایش معنی‌دار داشت. از طرف دیگر مصرف نیتروژن نیز باعث افزایش درصد پروتئین ۱۳/۱ درصد دانه شد. بیش‌ترین درصد پروتئین دانه نیز از تیمار ۲۰ تن در هکتارکمپوست همراه با ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن به میزان ۱۱/۸ درصد به‌دست آمد. در این سطح مصرف کمپوست، مصرف بیش‌تر نیتروژن تاثیر معنی‌داری روی این صفت نداشت (جدول پنج).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد که مصرف کمپوست و مصرف نیتروژن هر یک به‌تنهایی باعث افزایش عملکرد دانه شده‌اند، و ترکیب ۲۰ تن در هکتار به‌همراه ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار، بیش‌ترین میزان عملکرد تولید نمود. همچنین در این تیمار نیز میزان وزن هزار دانه افزایش داشت ولی با افزایش میزان نیتروژن وزن هزار دانه و بیوماس کل کاهش یافت.

منابع **References**

خلج، م.ع.، مستشاری، م. و شهابی‌فر، ج. ۱۳۸۰. اثرات کمپوست و گوگرد در افزایش عملکرد گندم. هفتمین کنگره علوم خاک. دانشگاه شهرکرد. صفحه ۴۱-۴۰.

رحیمی، ق. ۱۳۷۱. مطالعات اثرات کود کمپوست بر شوری و آلودگی خاک و مقدار جذب عناصر سنگین توسط گیاه ذرت. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران.۹۵ -۸۵

سیلسپور، م. ۱۳۷۹. امکان سنجی استفاده از کمپوست حاصل از زباله شهری در زراعت گندم. خلاصه مقالات دومین همایش ملی استفاده بهینه از کود و سم در کشاورزی. بهمن ۱۳۷۹. کرج. صفحه ۱۲۷-۱۲۶.

صلحی، م.، ملکوتی، م.ج. و سعادت، س.۱۳۸۴. پراکنش و غلظت مجاز فلزات سنگین در چرخه حیات. نشریه فنی شماره ۴۷۰. موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران.

علی احیایی، م.۱۳۷۶. شرح روش‌های تجزیه شیمیایی خاک. جلد ۲. نشریه شماره ۱۰۲۴، موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران.

علیزاده، غ. ۱۳۸۰. بررسی اثرات کمپوست در افزایش عملکرد گندم. هفتمین کنگره علوم خاک ایران. دانشگاه شهرکرد. صفحه ۳۸.

کاظمی، م. ۱۳۷۹. بررسی اثرات کمپوست و گوگرد در افزایش عملکرد گندم. خلاصه مقالات دومین همایش ملی استفاده بهینه از کود و سم در کشاورزی. بهمن ۱۳۷۹. کرج. صفحه ۱۶۶.

مرجوی، ع. ۱۳۷۹. بررسی اثرات کود کمپوست شهری بر کیفیت و کمیت گندم و چغندرقند و حاصلخیزی خاک. ششمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. صفحه ۴۰۲.

گلستان، م. ولنگرودی، م.م. ۱۳۷۵. فرآیند تهیه کمپوست از ضایعات نیشکر. سری مقالات نیشکر و تازه‌های آن. وزارت کشاورزی. تهران، ایران، ۱۵۰-۱۳۷

منتظری، ع.، غنی شایسته، ف. و فجری، ح. ۱۳۸۱. بررسی تاثیر عناصر غذایی پر مصرف، کم مصرف و مواد آلی بر عملکرد محصول در یک دوره تناوب. خلاصه مقالات دومین همایش ملی استفاده بهینه از کود و سم در کشاورزی. بهمن ۱۳۷۹. کرج. صفحه ۲۹۱-۲۹۲.

محمدیان، م. و ملکوتی، م.ج. ۱۳۷۷. بررسی تأثیر مصرف دو نوع کمپوست بر عملکرد ذرت و خصوصیات فیزیکی خاک، نشریه علمی پژوهشی خاک و آب، جلد ۱۲، شماره ۴، تهران، ایران، ۱۵۲-۱۴۴

ملکوتی. م.ج و خادمی، ز. ۱۳۷۵. افزایش تولید گندم آبی و غنی‌سازی آن با آهن و روی از طریق مصرف کمپوست و ریزمغذی‌ها در ایران. نشر آموزش کشاورزی کرج – ایران.

Abdel Maksoud, H.K., Azzazy, M.A., and Abdel Aziz, R.A. 2002. Egyptian Journal of Soil Science. Bio transformation of organic fraction of municipal solid waste to compost and its manual effect on wheat growth. 42(2): 267-275.

Annabi, M., Houot, S., and Francou, C. 2007. Soil aggregate stability improvement with urban composts of different maturities. Soil Sci. Soc. Am, J. 71, 413-423.

Baffi, C., Convertini, G., Silva, S., Montemurro, F., Figliolia, A., Re AAM del (ed.)., Fusi P (ed.)., Izzo, R (ed.)., Nannipieri, P (ed.)., Navari Izzo, F (ed.)., Pinton, R (ed.)., Trevisan, M (ed.)., and Varanini, Z. 2000. Use of MSW compost as amendment on wheat: effects on yield, quality and content of heavy metals in crop and soil.. Atti XVII Convegno Nazionale della Societa Italiana di Chimica Agraria, Portoferraio. Italy. 29-September 1 October 1999- 2000.

Boquet, D.J., and Breitenbeck, G.A. 2003. Beneficial use of municipal, industrial and agricultural waste in cotton production, World Cotton Research Conference, September 6 – 12, Athens, Greece.

Eghball, B., and Power, J.F. 1999. Phosphorus-and nitrogen-based manure and compost application; corn production and soil phosphorus. Soil Sci. Soc. of American J. 63:895-901.

Eghball, B., Ginting, D., and Gilley, J.E. 2004. Residual effects of manure and compost application on corn production and soil properties. Agron. J. 96:442- 447.

He, X., Logan, T., and Traina, S. 1995. Physical and Chemical characteristics of selected U.S. municipal solid waste compost. J. Environ Qual. 24, 543-552.

Lindsay, W.L., and Norvell, W.A. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. Am. J. Soil Sci. Soc. 42:421-428.

Loecke, T.D., Liebman, M., Cambardella, C.A., and Richard, T.L. 2004. Corn response to composting and time of application of solid swine manure. Agron. J. 96:214-223

Maho, M., Rosen, C., and Halbach, T. 2000. Nitrogen availability and leaching from soil amended with municipal solid waste compost. J. Environ. Qual. 28, 1074–1082.

Ram, G., and Patel, J.K. 1992. Single and combined effect of bio, organic and inorganic fertilizers on yield of sunflower and soil properties under rain fed condition. Adv. Plant Sci. 5:161-167.

Serra, C., Houot, S., and Barriuso, E. 1996. Modification of soil water retention and biological properties by municipal solid waste compost. Compost science and utilization. 9(4) 44-52.

Soumare, M., Tack, F., and Verloo, M. 2003.Characterisation of Malian and Belgian solid waste composts with respect to fertility and suitability for land application. Waste Manag. 23, 517-522.

Vanlauw, B., Aihou, K., Aman, S., OIwuafor, E.N., Tossah, B.K., Diels, S., Sanginga, N. Lyasse, O., Merkx, R., and Deckers, J. 2001. Maize yield as affected by organic inputs and urea in the West African most savanna. Agron. J. 93: 1191-1199.

Warman, P.R., and Shan, V. 2004. Influence of source – separated MSW compost on vegetable crop growth and soil properties: year 3. In: Proceeding of the 8th Annual Meeting of the Composting Council of Canada, Ottawa, Ontario, November 3-5, pp. 263-273.

Warman, P.R., Murphy, C., and Burnham, J. 2004. Soil and plant response to MSW compost applications on low bush blueberry fields in 2000 and 2001. Small Fruit Rev. 3 (1/2), 19–31.

Zhang, M., Heaney D., and Henriquez, B. 2006. A four year study on influence of bios lids/MSW cocompost application in less productive soils in Alberta: nutrient dynamics. Compost Sci. Util. 14 (1), 68–80.