فصلنامه علوم محیطی، دوره یازدهم، شماره ۱، بهار ۱۳۹۲

۹۵-۱۰۴

# تأثیر کاربرد دراز مدت مقادیر مختلف کمپوست زباله شهری بر غلظت برخی عناصر غذایی پرمصرف گیاه ریحان

**آزاده کاشانی[۱]، همت‌اله پیردشتی[۲*]، محمدعلی بهمنیار[۳]، وحید اکبرپور[۴]، ارسطو عباسیان[۵]**

۱ دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۲ دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات و پژوهشکده ژنتیک و زیست‌فناوری کشاورزی طبرستان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۳ استاد گروه علوم خاک، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۴ مربی گروه باغبانی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۵ مربی گروه زراعت، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

تاریخ دریافت: ۹۱/۳/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹۲/۲/۲۱

**چکیده**

به‌منظور مطالعه تأثیر مقادیر مختلف کمپوست زباله شهری، غنی‌شده و غنی‌نشده، بر غلظت برخی عناصر غذایی پرمصرف گیاه ریحان، در سال ۱۳۸۸ آزمایشی به‌صورت «کرت‌های خردشده[۱]» در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۲ عامل در ۳ تکرار به اجرا درآمد. عامل اصلی ۶ تیمار کودی شامل: شاهد (عدم مصرف کود)، کود شیمیایی (اوره، سولفات پتاسیم و سوپر فسفات تریپل به‌ترتیب مقادیر ۷۰، ۶۰ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار)، کمپوست زباله شهری ۲۰ و ۴۰ تن در هکتار به‌صورت جداگانه (غنی‌نشده) و همراه با ۵۰ درصد کود شیمیایی (غنی‌شده) و عامل فرعی دوره‌های زمانی کاربرد تیمارهای کودی شامل: یک‌ساله (۱۳۸۵)، دوساله (۱۳۸۶-۱۳۸۵)، سه‌ساله (۱۳۸۷-۱۳۸۵) و چهارساله (۱۳۸۸-۱۳۸۵) در نظر گرفته شد. نتایج به دست آمده بیان‌گر برهمکنش کاملاً معنی‌دار مقادیر مختلف کمپوست زباله شهری و سال مصرف بر عملکرد ماده خشک و غلظت برخی عناصر غذایی پرمصرف (نیتروژن، فسفر و پتاسیم) بود. مقایسه‌های گروهی تیمارها نشان داد با افزایش سال مصرف کمپوست زباله شهری میزان صفات مورد بررسی در برگ گیاه نسبت به تیمار کود شیمیایی به‌طور معنی‌داری (تقریباً از ۱۴ تا ۳۶ درصد) افزایش می‌یابد. به‌طوری که بیشترین میزان عناصر غذایی نیتروژن و پتاسیم هنگامی به دست آمد که از تیمار کمپوست زباله شهری ۲۰ تن در هکتار به‌ترتیب طی سه سال (۱۳۸۷-۱۳۸۵) و چهارسال متوالی (۱۳۸۸-۱۳۸۵) استفاده شد. در مجموع استفاده از کمپوست زباله شهری ۲۰ تن در هکتار به‌صورت غنی‌نشده و غنی‌شده با ۵۰درصد کود شیمیایی به افزایش معنی‌دار میزان صفات مورد مطالعه (به جز میزان غلظت فسفر) برگ گیاه می‌انجامد.

**کلمات‌کلیدی:** ریحان، عملکرد ماده خشک، عناصر پرمصرف، کمپوست زباله شهری.

## Long-term Effects of Different Municipal Solid Waste Compost Levels on Some Macronutrient Concentrations in Basil (*Ocimum basilicum* L.)

**Azadeh Kashani[1], Hemmatollah Pirdashti[2]*, Mohammad Ali Bahmanyar[3], Vahid Akbarpour[4], Arastoo Abbasian[5]**

[1] *MSc. Student of Agronomy, Faculty of Crop Sciences, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari*

[2] *Associate Professor, Department of Agronomy, Genetic and Agricultural Biotechnology Institute of Tabarestan, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari*

[3] *Professor, Department of Soil Science, Faculty of Crop Sciences, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari*

[4] *Instructor, Department of Horticulture, Faculty of Crop Sciences, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari*

[5] *Instructor, Department of Agronomy, Faculty of Crop Sciences, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari*

**Abstract**

In order to evaluate the effect of different municipal solid waste composts (MSWC), either enriched or non-enriched, on some macronutrient concentrations in basil, in 2009, a field experiment was arranged as a split plot based randomized complete block design, with three replications. Main plots consisted of six levels of fertilizer (control, recommended chemical fertilizer or CF as 70, 60 and 50 kg $ha^{-1}$ of urea, potassium sulphate and superphosphate triple, respectively, MSCW as 20 and 40 ton $ha^{-1}$ alone or plus ½ CF), and sub plots were four application periods including one (2006), two (2006-2007), three (2006-2008) and four (2006-2009) continuous years of MSWC application. Results showed that there was a highly significant interaction between MSWC and application periods in terms of dry matter yield and N, P and K concentrations. Orthogonal comparisons indicated that all studied traits significantly increased in plant leaf (approximately 14 to 36%) with higher application periods compared to CF. Using 20 ton $ha^{-1}$ of MSWC for three or four continuous years recorded the highest N and K concentrations. Generally, application of 20 ton $ha^{-1}$ MSWC, either enriched or non-enriched, dramatically improved the studied traits in the plant leaf, except P concentration.

**Keywords:** Basil, Total Dry Matter, Macronutrient, Municipal Solid Waste Compost.

* Corresponding author. *E-mail Address*: h.pirdashti@sanru.ac.ir

## ۱- مقدمه

امروزه حفاظت خاک به‌عنوان یکی از منابع دیرتجدیدشونده امری اجتناب‌ناپذیر است و به مدیریت استفاده از آن بستگی دارد. تخریب و فرسایش خاک سطحی، باعث کاهش جذب و ذخیره آب و مواد غذایی، کاهش تهویه، کم‌شدن رشد ریشه گیاهان می‌شود، زیرا تخریب خاک سبب کاهش تهویه خاک شده و آب قابل مصرف برای گیاه را کاهش می‌دهد [۳]. مواد آلی یکی از ارکان مهم باروری خاک محسوب می‌شود [۱۶]. کمپوست نیز به‌عنوان یک ماده آلی اصلاح‌کننده، در بهبود خصوصیات خاک نظیر شرایط فیزیکی (ساختمانی)، شیمیایی (تغذیه‌ای) و زیست‌شناختی بسیار توانمند است [۲۵].

تحقیقات متعدد نشان داده است که استفاده از کود کمپوست باعث افزایش عملکرد محصولات زراعی و باغی مختلف می‌شود و از اثر زیان‌بخش دفن زباله جلوگیری می‌کند [۱۱، ۱۹ و ۲۲]. استفاده از کمپوست حاصل از مواد زائد شهری سبب افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی پرمصرف در خاک می‌شود، و افزایش عناصر غذایی از قبیل نیتروژن، فسفر و پتاسیم در خاک، ناشی از حضور مقادیر زیاد این عناصر در کمپوست است [۷]. کمپوست دارای فسفر محلول است و افزودن آن به خاک باعث افزایش معنی‌دار فسفر قابل‌جذب خاک می‌شود [۱۴]. هم‌چنین پژوهش‌گران گزارش کردند [۱۴] که افزودن کمپوست زباله به بعضی از خاک‌های اصفهان موجب افزایش مقدار نیتروژن و فسفر قابل جذب در این خاک‌ها شد. در پژوهشی دیگر، استفاده از کمپوست مواد زاید شهری در اراضی نیمه‌خشک سبب افزایش نیتروژن، فسفر، پتاسیم و کربن آلی در محیط ریزوسفر[۲] شد [۵]. از سوی دیگر استفاده از کمپوست باعث تأمین بهتر عناصر غذایی و انرژی مورد نیاز گیاهان، میکروفلور خاک، و افزایش پتانسیل معدنی شدن در خاک می‌شود. با این وجود استفاده توأم از کودهای آلی و معدنی نه‌تنها میزان کاربرد کودهای شیمیایی را کاهش می‌دهد، بلکه به ذخیره انرژی و کاهش آلودگی محیط کمک خواهد کرد [۴].

امروزه رویکرد جهانی در تولید گیاهان دارویی استفاده از رهیافت‌های کشاورزی پایدار و به‌کارگیری روش‌های مدیریتی نظیر کاربرد کودهای آلی به‌منظور بهبود عملکرد کمی و کیفی گیاهان دارویی است [۸]. در این میان ریحان به‌عنوان یک گیاه دارویی یک‌ساله، علفی، ایستاده، تقریباً بدون کرک و معطر برای معالجه نفخ شکم، کمک به هضم غذا، در درمان برخی ناراحتی‌های قلبی، و نیز معالجه بزرگ شدن طحال مورد استفاده قرار می‌گیرد [۷]، تحقیق حاضر با هدف بررسی تأثیر کاربرد درازمدت مقادیر مختلف کمپوست زباله شهری بر غلظت برخی عناصر غذایی پرمصرف در گیاه ریحان انجام شده است.

## ۲- مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی ساری در سال زراعی ۱۳۸۸، به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۲ عامل در سه تکرار به اجرا درآمد. عامل اصلی ۶ تیمار کودی شامل: شاهد (عدم مصرف کود)؛ کود شیمیایی توصیه‌شده (اوره، سولفات پتاسیم و سوپر فسفات تریپل به‌ترتیب به مقدار ۷۰، ۶۰ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار)؛ کمپوست زباله شهری به میزان ۲۰تن در هکتار ($MSWC_{20}$)؛ کمپوست زباله شهری ۲۰تن در هکتار + ۵۰درصد کود شیمیایی توصیه‌شده ($MSWC_{20}$+½CF)؛ - کمپوست زباله شهری ۴۰تن در هکتار ($MSWC_{40}$)؛ - کمپوست زباله شهری ۴۰تن در هکتار + ۵۰درصد کود شیمیایی توصیه‌شده ($MSWC_{40}$+½CF)، و عامل فرعی شامل: تفاوت کاربرد یک‌ساله (کوددهی تنها در سال ۱۳۸۵)، دوساله (کوددهی در سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶)، سه‌ساله (کوددهی طی سه سال متوالی ۱۳۸۵ تا ۱۳۸۷) و چهارساله (کوددهی طی چهار سال متوالی ۱۳۸۵ تا ۱۳۸۸) در نظر گرفته شد. در سال اول (۱۳۸۵) به تمامی کرت‌ها (۳×۹) کمپوست زباله شهری اضافه شد. در سال دوم (۱۳۸۶)، بعد از انجام مراحل خاک‌ورزی، کرت‌ها به دو قسمت نامساوی ۳×۳ و ۳×۶ متری تقسیم شدند. به قسمت ۳×۶ متری کرت برای بار دوم در سال ۱۳۸۶ کمپوست زباله شهری اضافه شد، اما به قسمت کوچک‌تر آن کود اضافه نشد. در سال سوم (۱۳۸۷) کرت ۳×۶ متری نیز به دو بخش مساوی ۳×۳ و ۳×۳ متر تقسیم شد که به یک قسمت ۳×۳ متری آن کمپوست زباله شهری اضافه نشد ولی به قسمت ۳×۳ متری دیگر آن مجدداً کمپوست اضافه شد. در سال چهارم (۱۳۸۸)، به‌هنگام اجرای این طرح، قسمت ۳×۳متری که تا سال سوم سه بار کمپوست زباله

شهری دریافت کرده بود به دو قسمت مساوی ۳×۱/۵ متری تقسیم شد که یک قسمت آن کود دریافت نکرد ولی به قسمت دیگر آن برای چهارمین سال متوالی کود آلی کمپوست زباله شهری اضافه شد. ویژگی‌های خاک و کمپوست زباله شهری مورد استفاده در جدول ۱، و داده‌های هواشناسی محل آزمایش در جدول ۲ ارائه شده است. عملیات آماده‌سازی زمین در بهار ۱۳۸۸ صورت گرفت و تیمارهای کودی مربوط به کاربرد چهارساله کود در کرت‌های مربوطه در اوایل اردیبهشت ماه اعمال شد. کشت بذر ریحان (رقم بومی) در عمق ۰/۵ تا ۱ سانتی‌متری خاک به‌صورت ردیفی در اواسط اردیبهشت‌ماه، مجموعاً در ۸۴ کرت انجام و در هر کرت فاصله بین ردیف‌ها ۵۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. بذرهای سبز شده در مرحله چهاربرگی تنک شدند. آبیاری مزرعه به روش دیمی، پنج روز بعد از کاشت بسته به نیاز گیاه و با توجه به شرایط جوی انجام شد. مبارزه با علف‌های هرز، آفات و بیماری‌ها نیز مطابق عملیات زراعی متناسب با رشد گیاه صورت گرفت.

در پایان فصل رشد (مرحله گل‌دهی، یا ۶۵ روز پس از کاشت) سه ردیف کاشت میانی هر کرت پس از حذف آثار حاشیه‌ای برداشت شد، و صفات عملکرد ماده خشک و غلظت برخی عناصر غذایی نظیر نیتروژن، فسفر و پتاسیم موجود در برگ گیاه تعیین شد. برای محاسبه میزان عناصر غذایی پرمصرف (نیتروژن، فسفر و پتاسیم) قسمت برگ نمونه‌ها پس از قرار دادن در آون، با استفاده از آسیاب خرد و سپس ۰/۵گرم نمونه آسیاب شده به‌وسیله ترازوی دیجیتال توزین و به بوته‌های چینی منتقل شد. سپس دمای نمونه در کوره الکتریکی، به‌تدریج و طی مدت ۲ساعت به ۵۵۰ درجه رسانیده شد و به‌مدت ۴ الی ۱۲ ساعت در این حرارت سوخته و به خاکستر تبدیل شد. خاکستر حاصل در ۲/۵ میلی‌لیتر اسیدکلریدریک دونرمال حل و به حجم ۵۰میلی‌لیتر رسانده شد. بعد از صاف‌کردن محلول با کاغذ صافی، عصاره حاصل جمع‌آوری شد و سپس غلظت فسفر برگ [۲۱] توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (Bauh and Lomb, Belgium) و پتاسیم توسط دستگاه فلیم‌فتومتر (Corning-eel, England) در عصاره حاصل تعیین شد [۲۷].

به‌منظور اندازه‌گیری درصد نیتروژن برگ عصاره‌ای تهیه شد از ۰/۲گرم نمونه آسیاب‌شده به‌همراه ۱۰میلی‌گرم اسیدسولفوریک و قرص دایجست؛ این نمونه طی زمان‌بندی حرارتی در دستگاه دایجست با افزایش تدریجی دما تا ۴۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. درصد نیتروژن برگ از نمونه دایجست‌شده توسط دستگاه تجزیه‌کننده Kjeltec 2300 (FOSS) تعیین شد [۲۷]. غلظت تمام این عناصر برحسب وزن خشک گیاه محاسبه و گزارش شد. داده‌های به دست آمده نیز توسط نرم‌افزار SAS (SAS Institute, 2001) تجزیه و با توجه به نوع تیمارها، از مقایسه‌های گروهی برای مقایسه میانگین‌ها استفاده شد [۲۴ و ۲۵].

**جدول۱** – ویژگی‌های شیمیایی خاک و ورمی‌کمپوست مورد استفاده در آزمایش

| ویژگی‌ها | هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس‌برمتر) | اسیدیته | کربن آلی | نیتروژن | فسفر | پتاسیم | شن | رس | سیلت | بافت خاک |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | درصد (٪) | | | | | | | |
| خاک | ۱/۵۲ | ۷/۸۱ | ۲/۴۳ | ۰/۲۶ | ۰/۰۰۱ | ۰/۰۲۷ | ۱۰/۳۳ | ۴۶/۳۳ | ۴۳/۳۳ | رسی - سیلتی |
| کمپوست زباله شهری | ۹/۷۳ | ۷/۴۱ | ۲۲/۶۳ | ۲/۰۳ | ۰/۴۶ | ۰/۸۳ | – | – | – | – |

**جدول ۲**– داده‌های هواشناسی محل مورد آزمایش

| پارامتر | اردیبهشت | خرداد | تیر | مرداد | شهریور |
|---|---|---|---|---|---|
| بارندگی | ۷/۸(۱۳/۱) | ۳/۱(۱۸/۳) | ۰۰/۰ (۲۶/۶) | ۳۲/۶ (۱/۸) | ۳۳/۵ (۶۵/۷) |
| متوسط دما | ۱۹/۵ (۲۰) | ۲۲/۹ (۲۴/۴) | ۲۶/۴ (۲۶/۶) | ۲۵/۷ (۲۸) | ۲۵/۰ (۲۵/۱) |
| حداکثر دما | ۲۲/۷ (۲۴/۶) | ۲۶/۰ (۲۸/۷) | ۳۰/۷ (۳۰/۵) | ۲۸/۶ (۳۳/۲) | ۲۷/۳ (۳۰) |
| حداقل دما | ۱۷/۶ (۱۵/۴) | ۲۰/۱ (۲۰/۲) | ۲۱/۵ (۲۲/۷) | ۲۲/۹ (۲۲/۸) | ۲۳/۴ (۲۰/۴) |

اعداد داخل پرانتز بیان‌گر میانگین داده‌های ۵ ساله است.

## ۳- نتایج و بحث

کود مصرفی، مدت زمان مصرف تیمارهای کودی، و اثر متقابل بین کود و مدت مصرف آن تأثیر کاملاً معنی‌داری (با احتمال ۱درصد) بر عملکرد ماده خشک و تجمع عناصر غذایی پرمصرف (نیتروژن، فسفر و پتاسیم) در برگ گیاه ریحان داشت (جدول ۳). مقایسه‌های گروهی تیمارها نشان داد که تفاوت تجمع نیتروژن برگ بین کاربرد کود شیمیایی و کمپوست زباله شهری تنها در مصرف یک‌ساله (۱۳۸۵) معنی‌دار نیست، به‌طوری که مصرف کمپوست زباله شهری (جداگانه، و با تلفیق ۵۰درصد کود شیمیایی) به‌صورت دوساله، سه‌ساله و چهارساله نسبت به تیمار کود شیمیایی، غلظت نیتروژن برگ را به‌طور معنی‌داری (به‌ترتیب به‌میزان ۳۹درصد، ۵۶درصد و ۱۶درصد) افزایش داد (شکل ۱: الف، ب و ج).

با افزایش سال‌های مصرف کمپوست زباله شهری، میزان جذب عناصر غذایی توسط گیاه افزایش یافت و در نتیجه موجب بهبود عملکرد ماده خشک گیاهی بهبود یافت (شکل ۲)، اما نسبت افزایش عملکرد ماده خشک گیاهی به افزایش جذب عناصر غذایی بیشتر بود و درنتیجه غلظت عنصر در واحد وزن گیاه به‌علت خاصیت رقیق‌سازی[3] کاهش یافت. نتیجه مشابهی توسط گولسر [۱۶] در گیاه اسفناج گزارش شد. بر همین اساس با افزایش سال مصرف کمپوست، غلظت نیتروژن در برگ هر تک‌بوته ریحان کاهش یافته است (شکل ۱: الف، ب و ج).

در همین راستا محققان اظهار داشتند که حاصل‌خیزی خاک با مواد آلی در گرو انجام کارهای مهمی چون آزادسازی تدریجی مواد مغذی، افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی، خنثی‌سازی اسیدیته، و اثرگذاری بر غلظت عناصر غذایی است [۶]. آنان هم‌چنین بیان کردند که استفاده از کمپوست حاصل از مواد زائد شهری سبب افزایش قابلیت جذب عناصر پرمصرف در خاک می‌شود [۵ و ۱۴]. در تحقیقی دیگر، به‌دلیل فراهم بودن عناصر غذایی بیشتر، به‌ویژه نیتروژن، در کمپوست زباله شهری، رشد گیاه اسفرزه[4] افزایش یافت [۲]. در این تحقیق نیز فراهم‌بودن عناصر غذایی، به‌ویژه نیتروژن، در کمپوست مورد استفاده مشهود بود (شکل ۱: الف، ب و ج).

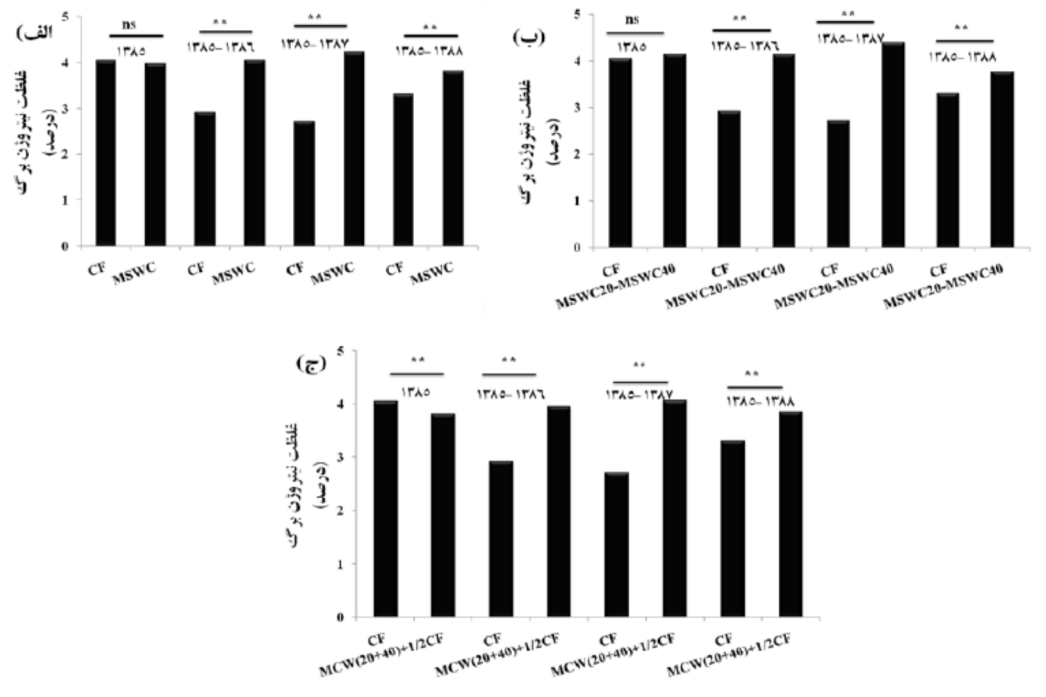
بیشترین محتوای فسفر برگ (۰/۶۲درصد) هنگامی به دست آمد که از تیمار ۴۰ تن کمپوست زباله شهری غنی‌شده با ۵۰ درصد کود شیمیایی در هر هکتار، طی دو سال متوالی (۱۳۸۶-۱۳۸۵) استفاده شد (داده‌ها نشان داده نشد). هم‌چنین با انجام مقایسه‌های گروهی تیمارها نیز مشخص شد که کاربرد کمپوست زباله شهری غنی‌شده با ۵۰ درصد کود شیمیایی در سال‌های مختلف منجر به بهبود معنی‌دار میزان غلظت فسفر برگ نسبت به مصرف تیمار کود شیمیایی به‌تنهایی شد (شکل ۳: الف، ب و ج). در این عنصر نیز همانند نیتروژن، با افزایش سال مصرف کمپوست زباله شهری، میزان جذب عنصر فسفر توسط گیاه افزایش یافت و درنتیجه عملکرد ماده خشک گیاهی بهبود یافت (شکل ۴). اما با توجه به این‌که نسبت افزایش عملکرد ماده خشک گیاهی به افزایش جذب عناصر غذایی بیشتر بوده، غلظت عنصر در واحد وزن گیاه به‌دلیل خاصیت رقیق‌سازی کاهش یافت (شکل ۳: الف، ب و ج).

محققین اظهار داشتند که استفاده از کودهای شیمیایی و ترکیبات آلی به مقدار مناسب قابلیت دسترسی فسفر و درنتیجه غلظت فسفر در گیاه را افزایش می‌دهد [۱۵]. هم‌چنین پژوهش‌گران نشان دادند [۱۴] که کمپوست غنی از عناصر غذایی، مخصوصاً فسفر، است. در این پژوهش نیز کمپوست مورد استفاده غنی از فسفر است (جدول ۱). از این‌رو کمپوست باعث افزایش حضور فسفر در خاک و بخشی از نیاز گیاه به فسفر را تأمین کرد.

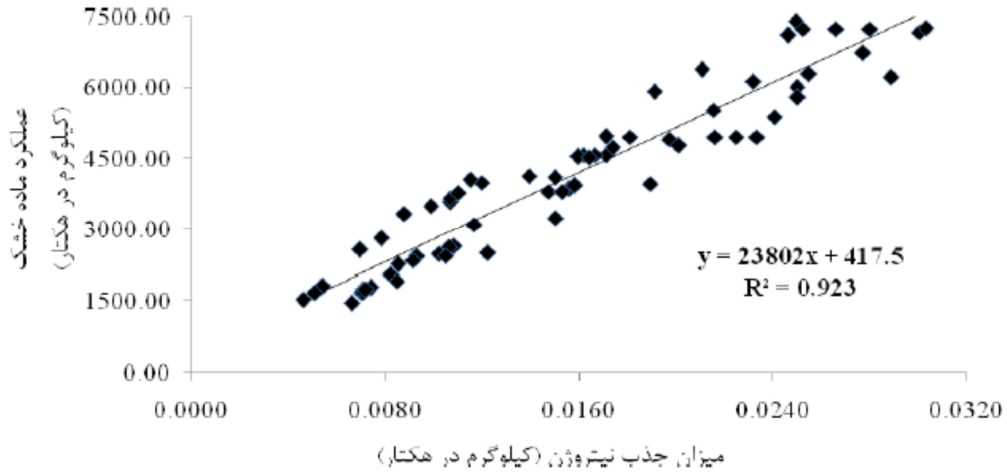
**جدول ۳**- تجزیه واریانس اثرات مقادیر مختلف کود و سال مصرف کود بر صفات مورد بررسی

| منابع تغییر | درجه آزادی | میانگین مربعات | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | عملکرد ماده خشک | نیتروژن | فسفر | پتاسیم |
| تکرار | ۲ | ۲۴۶۰۹۰/۷۳۵ | ۰/۰۱۶ | ۰/۰۰۱ | ۰/۰۱۰ |
| انواع کود (A) | ۵ | ۲۳۱۰۲۱۹۱/۴۵۰$^{**}$ | ۲/۱۶۹$^{**}$ | ۰/۰۹۰$^{**}$ | ۱/۸۵۹$^{**}$ |
| خطای a | ۱۰ | ۱۵۴۵۵۴/۵۰ | ۰/۰۰۸ | ۰/۰۰۲ | ۰/۰۳۱ |
| دوره‌های کوددهی (B) | ۳ | ۱۸۵۶۳۳۹۵/۷۳۶$^{**}$ | ۰/۵۶۴$^{**}$ | ۰/۰۲۱$^{**}$ | ۲/۶۸۱$^{**}$ |
| A × B | ۱۵ | ۶۳۰۶۴۱۷/۸۲۴$^{**}$ | ۰/۵۳۲$^{**}$ | ۰/۰۱۳$^{**}$ | ۰/۳۷۳$^{**}$ |
| خطای آزمایش | ۳۶ | ۲۰۹۲۶۲/۰۳۶ | ۰/۰۰۸ | ۰/۰۰۱ | ۰/۰۶۳ |
| ضریب تغییرات (درصد) | | ۱۰/۳۷ | ۲/۴۰ | ۷/۱۴ | ۸/۴۸ |

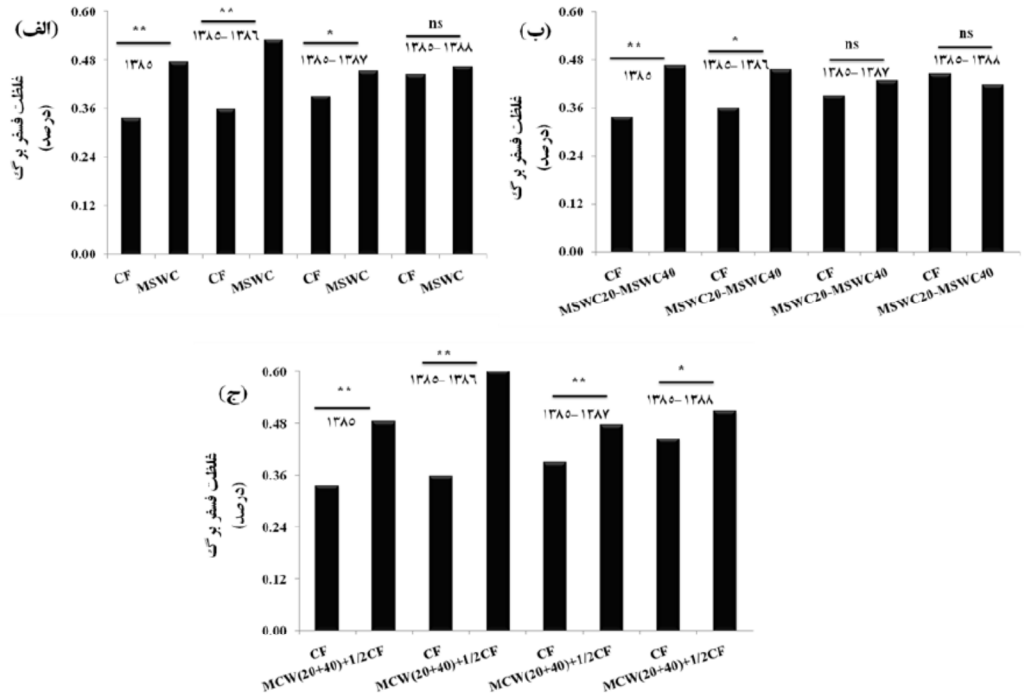
$^{**}$ معنی‌دار در سطح ۱ و ۵ درصد



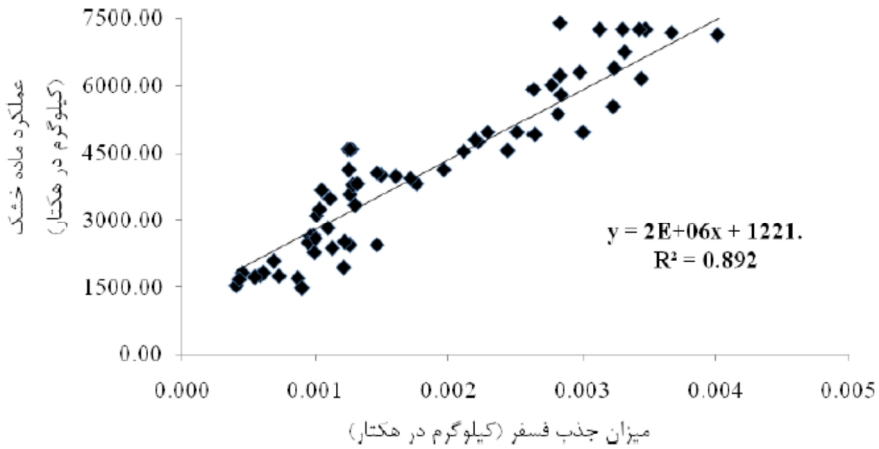

**شکل ۱**- تأثیر سطوح مختلف کود شیمیایی و آلی طی سال‌های مختلف بر میزان غلظت نیتروژن برگ: الف) مقایسه‌های گروهی کود شیمیایی (CF) با کود آلی کمپوست زباله شهری (MSWC)؛ ب) مقایسه‌های گروهی کود شیمیایی با کود آلی کمپوست زباله شهری ساده ۲۰ و ۴۰ تن در هکتار ($MSWC_{20}$ و $MSWC_{40}$)؛ ج) مقایسه‌های گروهی کود شیمیایی با کود آلی کمپوست زباله شهری غنی‌شده ۲۰ و ۴۰ تن در هکتار+ ۵۰ درصد کودشیمیایی (½CF+$MSWC_{(20+40)}$).




**شکل ۲**- رابطه رگرسیونی بین میزان جذب نیتروژن با عملکرد ماده خشک




**شکل ۳**- تأثیر سطوح مختلف کود شیمیایی و آلی طی سال‌های مختلف بر میزان غلظت فسفر برگ: الف) مقایسه‌های گروهی کود شیمیایی (CF) با کود آلی کمپوست زباله شهری (MSWC)؛ ب) مقایسه‌های گروهی کود شیمیایی با کود آلی کمپوست زباله شهری ساده ۲۰ و ۴۰ تن در هکتار ($MSWC_{20}$ و $MSWC_{40}$)؛ ج) مقایسه‌های گروهی کود شیمیایی با کود آلی کمپوست زباله شهری غنی‌شده ۲۰ و ۴۰ تن در هکتار+ ۵۰ درصد کودشیمیایی ($MSWC_{(20+40)}$+½CF).

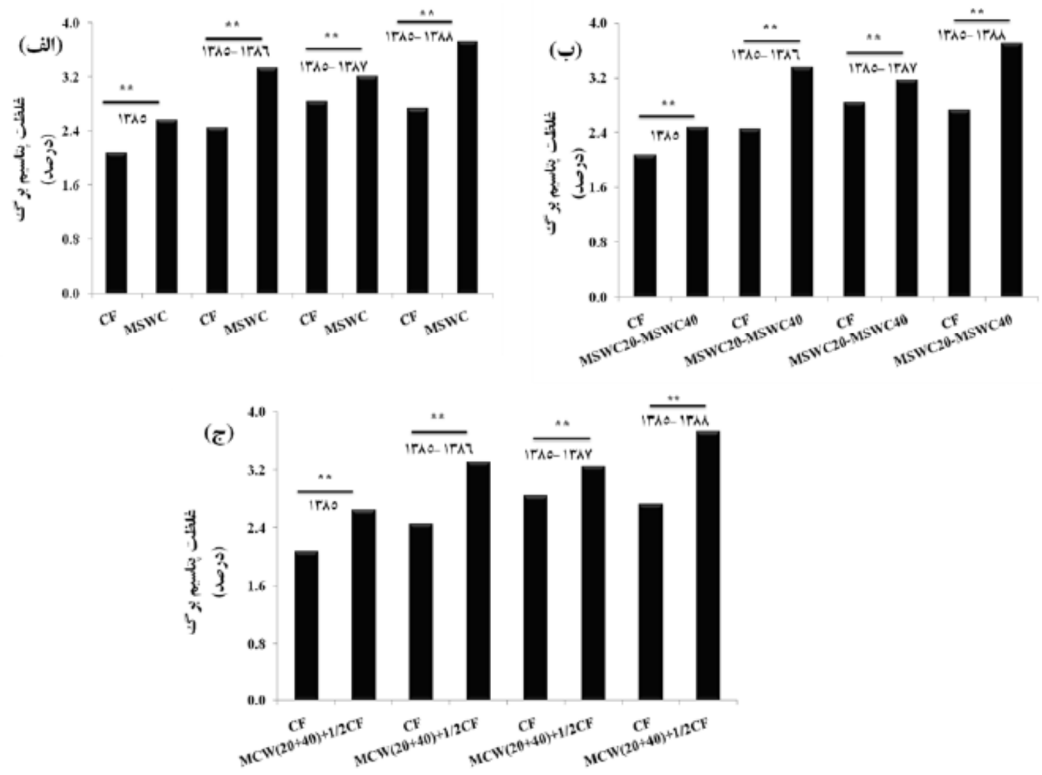



**شکل ۴**- رابطه رگرسیونی بین میزان جذب فسفر با عملکرد ماده خشک

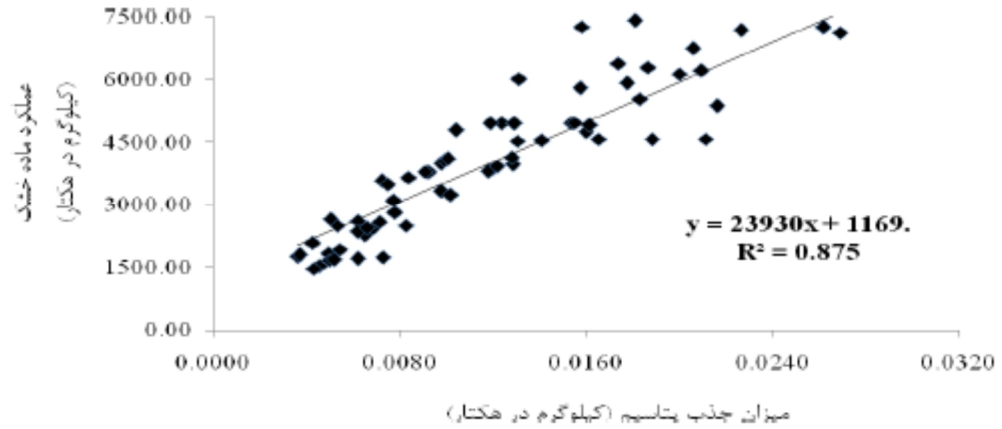
از طرف دیگر مقایسه‌های گروهی تیمارها نشان داد که با مصرف تیمار کمپوست زباله شهری (به‌صورت ساده یا غنی‌شده با ۵۰ درصد کود شیمیایی) طی سال‌های مختلف، غلظت پتاسیم برگ نسبت به مصرف تیمار کود شیمیایی به‌تنهایی افزایش یافت (شکل ۵: الف، ب و ج) به‌طوری که میزان غلظت پتاسیم برگ از ۲/۷۲ درصد در تیمار کود شیمیایی (۱۳۸۸- ۱۳۸۵) به ۳/۷۲ درصد در تیمار کمپوست زباله شهری غنی‌شده با ۵۰ درصد کود شیمیایی (۱۳۸۸- ۱۳۸۵) افزایش یافت (شکل ۵: الف، ب و ج).

میزان جذب عنصر پتاسیم توسط گیاه نیز همانند دو عنصر دیگر (نیتروژن و فسفر)، با افزایش سال مصرف کمپوست زباله شهری افزایش یافت و درنتیجه عملکرد ماده خشک گیاهی بهبود یافت (شکل ۶). اما با توجه به افزایش بیشتر عملکرد ماده خشک گیاهی نسبت به افزایش جذب عناصر غذایی، غلظت عنصر پتاسیم در واحد وزن گیاه به‌دلیل خاصیت رقیق‌سازی کاهش یافت (شکل ۵: الف، ب و ج). درمورد پتاسیم نیز در گزارشی مشابه [۲۰] کمپوست عامل افزایش مقدار جذب عنصر پتاسیم توسط گیاه ذرت از خاک تیمار شده با مقادیر بیشتر کمپوست زباله شهری معرفی شد.

براساس نتایج حاصل از مقایسه‌های گروهی، کاربرد چهارساله (۱۳۸۸-۱۳۸۵) تیمار کمپوست زباله شهری غنی‌نشده نسبت به کاربرد چهارساله تیمار کود شیمیایی از نظر میزان عملکرد ماده خشک برتری نداشت، اما کاربرد چهارساله کمپوست زباله شهری غنی‌شده با ۵۰ درصد کود شیمیایی سبب افزایش عملکرد ماده خشک (به میزان ۱۶درصد) شد (شکل ۷: الف، ب و ج). مطالعات انجام‌شده در همین زمینه نشان می‌دهد مصرف کمپوست زباله شهری، موجب افزایش کیفیت و پایداری عملکرد، به‌ویژه در تولید گیاهان دارویی می‌شود [۱۸]. در دیگر پژوهش انجام‌شده در همین راستا [۲۳] نشان داده شد که اضافه کردن کمپوست به خاک سبب افزایش عملکرد کدو




**شکل ۵**- تأثیر سطوح مختلف کود شیمیایی و آلی طی سال‌های مختلف بر میزان غلظت پتاسیم برگ: الف) مقایسه‌های گروهی کود شیمیایی (CF) با کود آلی کمپوست زباله شهری (MSWC)؛ ب) مقایسه‌های گروهی کود شیمیایی با کود آلی کمپوست زباله شهری ساده ۲۰ و ۴۰ تن در هکتار ($MSWC_{20}$ و $MSWC_{40}$)؛ ج) مقایسه‌های گروهی کود شیمیایی با کود آلی کمپوست زباله شهری غنی‌شده ۲۰ و ۴۰ تن در هکتار+ ۵۰ درصد کودشیمیایی ($MSWC_{(20+40)}$+½CF).




**شکل ۶**- رابطه رگرسیونی بین میزان جذب پتاسیم با عملکرد ماده خشک

حلوایی[5] نسبت به تیمار شاهد شد. دلیل این امر افزایش جذب نیتروژن توسط ریشه‌ها و تولید برگ‌های بیشتر عنوان شد. با افزایش تعداد برگ، و به دنبال آن افزایش میزان جذب نور و فتوسنتز، مواد هیدروکربنی بیشتری در برگ‌های گیاه ساخته شده و سبب افزایش تعداد گل، میوه و درنتیجه عملکرد ماده تر و خشک در گیاه می‌شود. هم‌چنین گزارش شده است که استفاده از کمپوست به مدت دوسال متوالی نسبت به کاربرد این کودها به‌مدت یک‌سال منجر به بروز اختلاف معنی‌دار در عملکرد دانه شده است. این امر گویای افزایش اثرات کود آلی کمپوست با گذشت زمان در راستای بهبود وضعیت فیزیکوشیمیایی خاک و نیز عرضه بهتر عناصر غذایی برای گیاه است [۱۰]. گزارشی دیگر حاکی از آن است که کاربرد ۵ تا ۱۰ تن کمپوست زباله شهری در هکتار، بیشترین عملکرد محصول در گیاهان دارویی اسفرزه و زیره سبز[6] را به دنبال دارد [۱]. هم‌چنین بهبود وضعیت عناصر غذایی خاک و تا اندازه‌ای بهبود کیفیت ساختمان آن به دنبال کاربرد کمپوست، سبب افزایش تعداد برگ و تعداد گل در این گیاهان می‌شود و درنتیجه عملکرد نیز افزایش خواهد یافت. این نتایج با گزارشات ارائه‌شده درمورد گیاه گوجه-فرنگی و کدو [۱۳]، چغندر قند [۱۴]، و گیاه آلوئه‌ورا[7] [۱۲] مطابقت دارد.

## ٤- نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان‌گر آن است که کاربرد سطوح مختلف کمپوست زباله شهری نسبت به کود شیمیایی سبب افزایش میزان غلظت عناصر غذایی پرمصرف و عملکرد ماده خشک می‌شود. به‌طوری که مصرف کمپوست زباله شهری غنی‌شده با ۵۰ درصد کود شیمیایی توصیه-شده طی چهارسال متوالی (۸۷-۸۵) موجب بهبود رشد و تجمع ماده‌ی خشک در گیاه ریحان می‌شود و درنتیجه میزان غلظت عناصر غذایی پرمصرف افزایش می‌یابد.

## پی‌نوشت‌ها

[1] Split plot
[2] Rhizosphere
[3] Dilution
[4] *Plantago ovata*
[5] *Cucurbitamoschata*
[6] *Cuminum cyminum*
[7] *Aloe vera*

## منابع

[1] Asgharipour M, Ahmadian A. Utilization of compost for organic production of isabgol (*Plantago ovata*) and cumin (*Cuminum cyminum*). In: Proceeding of Third National Congress of Recycling and Reuse of Renewable Organic Resources in Agriculture, Esfahan; **2008**. [**In Persian**]

[2] Astaraei A R. Effect of municipal solid waste compost and vermicompost on yield and yield components of *Plantago ovate*. Journal of

Medicinal and Aromatic Plant Science; **2006; 22** (3): 180-187. [**In Persian**]

[3] Azizi Aghghaleh B. Effect of three organic amendments mixtures on dry specific bulk density and critical moisture capacity and during compaction. Journal of Science and Technology Agriculture; **2001; 5**(3): 49-64. [**In Persian**]

[4] Canali S, Trinchera A, Intrigliolo F, Pompili L, Nisini L, Mocali S, Torrisi B. Effect of long term addition of composts and poultry manure on soil quality of citrus orchards in Southern Italy. Biology and Fertility of Soils; **2004; 40**: 206-210.

[5] Caravaca F, Figueroa D, Alguacil M M, Rolan A. Application of composted urban residue enhanced the performance of afforested shrub species in a degraded semiarid land. Bioresource Technology; **2003; 90**: 65-70.

[6] Clapp C E, Hayes M H B, Simpson A J, Kingery W L. Chemistry of soil organic matter. In: Tabatabai, A., Sparks, D. L. (Eds.), Chemical Processes in Soils. Soil Science Society of America, Madison; **2005;** Pp: 1-150.

[7] Dadvandsarab M R, Naghdibadi H, Nasiri M, Makizade M, Omidi H. Alteration essential oil level and yield of medicinal plant basil (*Ocimum basilicum* L.) under effect of plant density and nitrogen fertilizer. Journal of Medicinal and Aromatic Plant Science; **2008; 3**:27.60-70. **[In Persian]**

[8] Darzi M T, Ghalavand A, Rejali F. The effects of biofertilizers application on N, P, K assimilation and seed yield in fennel *(Foeniculum vulgare* Mill.). Journal of Medicinal and Aromatic Plant Science; **2009; 25**: 1-19. **[In Persian]**

[9] Davarinejad G H, Haghnia G H, Shahbazi H, Mohamadian R. The effect of compost fertilizer and farmyard manure in production of sugar beet. Journal of Agricultural and Science Technology; **2002; 16**(2): 75-84.

[10] Eghball B, Barbaric K A. Manure, Compost and Biosolids.In: Encyclopedia Soil Science; 2nd edn R. Lal. Baca Raton (Editor). Fl. USA. CRC Press; **2006**. p.1923.

[11] Erhart E, Feichttinge F, Hartl H. Nitrogen leaching losses under crops fertilized with biowaste compost compared with mineral fertilization. Journal of Plant Nutrition and Soil Science; **2007; 170** (5): 608-614.

[12] Faryabi A, Ghazanchaei R. Study on the effect of different rates of chemical fertilizer, compost and their mixture on quantitative and qualitative of *Aloe vera* yield. In: Proceeding of Third National Congress of Recycling and Reuse of Renewable Organic Resources in Agriculture, Esfahan; **2008. [In Persian]**

[13] Ghazanchaei R, Faryabi A. Effects of municipal compost wast on yield and heavy metal uptake of tomato and squash. In: Proceeding of Third National Congress of Recycling and Reuse of Renewable Organic Resources in Agriculture, Esfahan; **2008. [In Persian]**

[14] Ghiamati G, Astaraei A, Zamani G. Effect of urban solid waste compost and sulfur on sugar beet yield and soil chemical of properties. Journal of Iranian Crop Research; **2009**; **7**(1), 153-162. [**In Persian**]

[15] Grant C, Bittman S, Montreal M, Plenchette C, Morel C. Soil and fertilizer phosphorus: Effects on plant P supply and mycorrhizal development. Plant Science; **2005**; **85**: 3-14.

[16] Gülser F. Effects of ammonium sulphate and urea on $NO3^-$ and $NO2^-$ accumulation, nutrient contents and yield criteria in spinach. Scientia Horticulturae; **2005**; **160**: 330-340.

[17] Jafarpisheh F, Honarjo N. Effects of organic fertilizers (municipal solid waste compost, farm yard and sheep manure) on some physical properties of soil in 14 years period. In: Proceeding of Third National Congress of Recycling and Reuse of Renewable Organic Resources in Agriculture, Esfahan; **2008**. [**In Persian**]

[18] Kapoor R, Giri B, Mukerji K G. Improved growth and essential oil yield and quality in foeniculum vulgare Mill on mycorrhizal inoculation supplemented with P-fertilizer. Bioresource Technology; **2004; 93**: 307-311.

[19] Martini A E, Buyer J S, Bryant D C, Hartz T K, Denison R F. Yield increases during the organic transition: Improving soil quality or increasing experience. Field Crop Research; **2003; 86**: 255-266.

[20] Nezamoddini R, Faryabi A, Ghazanchaei R. Effect of municipal compost wast on corn yield and yield components. In: Proceeding of Third National Congress of Recycling and Reuse of Renewable Organic Resources in Agriculture, Esfahan; **2008**. [**In Persian**]

[21] Olsen S R, Sommers L E. Phosphorous. In: Page A. L., Method of soil analysis. Part 2. 2nd Agron Monoger., ASA, Madison, IW; **1990**. pp: 403-431.

[22] Peyvast G H, Abbassi M. Effect of commercial compost on yield and nitrate content of chines

cabbage. Horticulture, environment and Biotechnology; **2006**; **47**: 123-125.

[23] Sedghi Moghadam M, Mirzaee M. Effect of municipal solid wastes compost on the yield and some quantitative and qualitative indices of pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch. Expoir.). In: Proceeding of Third National Congress of Recycling and Reuse of Renewable Organic Resources in Agriculture, Esfahan; **2008**. [**In Persian**]

[24] Soltani, A. Reconsideration of Application of Statistical Methods in Agricultural Researches. Ferdowsi University Press; **2006**; p. 72.

[25] Soltani, A. Application of SAS in Statistical Analysis. Ferdowsi University Press; **2008**; p. 182.

[26] Wahba M M. Influence of compost on morphological and chemical properties of sandy soils, Egypt. Journal of Applied Sciences Research; **2007**; **3** (11): 1490-1493.

[27] Westerman R E L. Soil Testing and Plant Analysis. SSSA, Mandison Wisconzin, USA; **1990**.