تأثير نوع و مقدار کود آلي بر عملکرد دانه و غلظت عناصر غذايي برگ سه رقم سويا (Glycine max (L.) Merr)

آلاله متقيان[۱]، همت اله پيردشتي[۲]*، محمد علي بهمنيار[۳]، ارسطو عباسيان[۴]
[۱]کارشناس ارشد زراعت، پژوهشکده برنج و مرکبات، دانشگاه علوم کشاورزي و منابع طبيعي ساري
[۲] استاديار، [۳] دانشيار و [۴] مربي دانشگاه علوم کشاورزي و منابع طبيعي ساري.

چکيده

اين تحقيق به صورت آزمايش کرت‌هاي خرد شده بر پايه طرح بلوکهاي کامل تصادفي در سه تکرار در سال ۱۳۸۵ در دانشگاه علوم کشاورزي و منابع طبيعي ساري به منظور مطالعه صفات کمي و کيفي ارقام مختلف سويا تحت تأثير کاربرد انواع و مقادير مختلف کودهاي آلي انجام شد. کرت‌هاي اصلي عبارت بودند از هشت تيمار کودي شامل سطوح ۲۰ و ۴۰ تن در هکتار کمپوست زباله شهري، ورمي کمپوست و لجن فاضلاب، تيمار فقط کود شيميايي (۷۵ کيلوگرم در هکتار سولفات پتاسيم و فسفات آمونيوم) و شاهد (بدون مصرف کمپوست يا کود شيميايي). کرت‌هاي فرعي شامل سه رقم سويا (۰۳۳، ۰۳۲ و JK) بود. نتايج نشان داد که سطوح ۲۰ و ۴۰ تن در هکتار لجن فاضلاب (به ترتيب ۲۶۶۳/۱ و ۲۸۴۲/۱ کيلوگرم در هکتار)، ۴۰ تن کمپوست در هکتار (۲۷۹۱/۴ کيلوگرم در هکتار) و تيمار کود شيميايي (۲۶۷۶/۷ کيلوگرم در هکتار) بالاترين عملکرد دانه را نشان دادند. تيمارهاي ۴۰ تن کمپوست زباله شهري، ورمي کمپوست و لجن فاضلاب در هکتار موجب افزايش معني‌دار ($P< 0.05$) محتوي نيتروژن، فسفر، مس و آهن در برگ ارقام سويا گرديد. در بين ارقام مورد کشت بالاترين عملکرد دانه، درصد نيتروژن و محتوي فسفر برگ در ژنوتيپ‌هاي Jk (به ترتيب ۲۵۳۵ کيلوگرم در هکتار، ۳/۹ درصد و ۰/۲۵ درصد) و ۰۳۳ (به ترتيب با ۲۶۶۷/۴ کيلوگرم در هکتار، ۳/۷ درصد و ۰/۲۶ درصد) مشاهده شد. نتايج مقايسه ميانگين‌ها نشان داد اثر متقابل کود و رقم بر ميزان مس برگ سويا تأثير معني‌داري داشت به طوري که بيشترين محتوي مس برگ در لاين‌هاي ۰۳۲ و ۰۳۳ و در تيمار ۴۰ تن کمپوست در هکتار مشاهده شد. عملکرد دانه از همبستگي مثبت و معني‌داري با درصد نيتروژن، فسفر و پتاسيم (به ترتيب $r = ۰/۳۵^{**}$ و $r = ۰/۵۹^{**}$ و $r = ۰/۴۶^{**}$) برگ برخوردار بود.

واژه‌هاي کليدي: سويا، عملکرد، عناصرغذايي، کمپوست، ورمي کمپوست، لجن فاضلاب.

مقدمه

در سالهاي اخير به منظور کاهش مشکلات زيست محيطي توجه زيادي به بازيافت ضايعات آلي و به کارگيري آن به صورت کمپوست در اراضي کشاورزي شده است (Suthar, 2009). تا کنون تعاريف متعددي نيز براي کمپوست ارائه شده است (Jeangille, 1991). به طور کلي کمپوست به ترکيبات آلي پايدار حاصل از فرآيند طبيعي و هوازي اطلاق مي‌گردد، در اين شرايط افزايش فعاليت ريز جانداران موجب افزايش دما مي شود. نکته حائز اهميت اين است که ترکيبات کمپوست بايد عاري از عوامل بيماري‌زا و بذر علف‌هاي هرز باشند(Robin et al., 2001). کمپوست به واسطه نقش‌هاي مهم از جمله تأمين مواد آلي، اثر بر غلظت عناصر ريز مغذي، افزايش ظرفيت تبادلات کاتيوني و اصلاح ساختمان خاك بر حاصلخيزي آن نقش به سزائي دارد (Alburquerque et al., 2007; Herwijnen et al., 2007).

تحقيقات نشان مي‌دهد که کمپوست حاصل از فرآوري مواد زائد حاوي عناصر پرمصرف و کم‌مصرف ضروري جهت رشد گياه مي‌باشد اما راندمان دسترسي گياه به اين عناصر منوط به عواملي مانند اسيديته، شرايط شيميايي، عناصر خاک و گونه گياهي است، به طور مثال بهترين شرايط جهت افزايش جذب منگنز توسط گياه، شرايط اسيدي خاک تيمار شده با کمپوست گزارش شده است (Warman and Termeer, 2005). علاوه بر آن در تبديل ضايعات آلي به کمپوست، کيفيت تهيه و تثبيت ترکيبات آلي آن بر قابليت آزادسازي عناصر نقش مهمي دارد به طوري که عدم تهيه مناسب کمپوست موجب تحرک‌ناپذيري نيتروژن و ديگر مواد مغذي آن به واسطه اعمال ريز خاکزي‌هاي خاک مي‌گردد (Bernal et al., 1998; Francou et al., 2005). در اين زمينه Sikora and Enkiri (۱۹۹۹) گزارش دادند که کمپوست زباله شهري مي‌تواند جايگزين يك سوم نياز کودي علف چمني بدون کاهش عملکرد شود. Sikora et al. (۱۹۸۳) اظهار داشتند با وجودي که نخستين عنصر مطرح در کاربرد

* پست الکترونيك مکاتبه کننده: pirdasht@gmail.com

لجن فاضلاب نیتروژن می‌باشد، فسفر قابل دسترس لجن فاضلاب حتي گاهي بيش از نيتروژن مي‌باشد. اين محققان اظهار داشتند با مصرف کودهاي آلي فراهمي فسفر و بيشتر عناصر کم مصرف خاک نيز افزايش مي‌يابد. در مورد ارزيابي تأثير کمپوست بر گياه نيز تحقيقات اخير بر اهميت تعادل عناصر غذايي در بافت گياهي متمرکز شده است (Alonso and Herrera, 2001; Linhart et al., 2001).

در اين زمينه Sahni et al. (۲۰۰۸) افزايش نيتروژن و فسفر اندام هوايي نخود فرنگي در مقادير مختلف ورمي‌کمپوست مصرفي نسبت به گياه شاهد را گزارش نمودند به طوري که با افزايش سطح مصرف کود آلي غلظت نيتروژن بافت گياه نيز افزايش نشان داد. همچنين Hertz et al. (۱۹۹٦) دليل افزايش قابل توجه رشد گياه نخودفرنگي تحت سطوح ۱۰، ۲۰ و ۵۰ درصد وزني ورمي کمپوست در ترکيب بستر کشت را افزايش عناصر پرمصرف و کم‌مصرف ضروري گياه دانستند. Warman and Havard (۱۹۹۸) نيز افزايش قابل ملاحظه آهن برگ‌هاي سيب‌زميني در کشت ارگانيک را گزارش نمودند.

از طرفي روند رو به رشد جمعيت و نياز جامعه به تأمين کالري از طريق مصرف روغن‌هاي نباتي خود موجب ترغيب و توجه بخش کشاورزي به افزايش سطح کشت دانه روغني سويا با وجود روغن مطلوب، پروتئين زياد و مرغوب دانه گرديده است (Foruzan, 2005). از اين رو هدف اين تحقيق که مبتني بر ديدگاه کشاورزي ارگانيك بوده است، بررسي مقادير مختلف کودهاي آلي بر عملکرد دانه و نيز تأثير آنها بر جذب عناصر و کيفيت ارقام مختلف سويا در نظر گرفته شد.

مواد و روش‌ها

آزمايش در مزرعه پژوهشي دانشگاه علوم کشاورزي و منابع طبيعي ساري در سال ۱۳۸۵ به صورت کرت‌هاي خرد شده در قالب طرح بلوك‌هاي کامل تصادفي با دو عامل در سه تکرار اجرا گرديد. فاکتور اصلي ۸ تيمار کودي شامل ۲۰ و ۴۰ تن کمپوست، ورمي‌کمپوست و لجن فاضلاب در هکتار، تيمار با مصرف کود شيميايي (۴۰ کيلوگرم K_2O در هکتار از منبع سولفات پتاسيم و ۳۵ کيلوگرم P_2O_5 در هکتار از منبع فسفات آمونيوم) و تيمار شاهد (بدون مصرف کود شيميايي و کمپوست) بود و سه ژنوتيپ از سويا (شامل رقم JK و لاين هاي ۰۳۲و ۰۳۳) به عنوان عامل فرعي در نظر گرفته شد. آزمايش با تهيه زمين شامل شخم، ديسک و کودپاشي در اوايل ارديبهشت ماه با توجه به خصوصيات خاک منطقه که در جدول ۱ نشان داده شده است، اجرا گرديد. کاشت ارقام سويا با احتساب ۲۵۰ بوته در هر کرت (تراکم مطلوب) در تاريخ ۱۰ خرداد ۱۳۸۵ مطابق با دستورالعمل‌هاي به‌زراعي با دست و به صورت هيرم کاري جمعاً در ۷۲ کرت انجام گرفت. سطح هر کرت آزمايشي (۱۲ متر مربع) در بردارنده ۵ خط کشت با فاصله رديف ۵۰ سانتي‌متر و طول ۳ متر بود. دور آبياري ۱۰ تا ۱۲ روزه بسته به دماي هوا به روش باراني انجام شد. اين عمل تا اوايل غلاف‌بندي بوته‌هاي سويا ادامه يافت و سپس آبياري در زمان غلاف دهي جهت جلوگيري از ريزش غلاف‌ها به صورت نشتي انجام شد. علف‌هاي هرز مزرعه در سه مرحله طي فصل رشد توسط دست وجين گرديدند.

جدول ۱- ويژگي‌هاي نمونه خاك اوليه قبل از اجراي آزمايش

عمق (cm)	قابليت هدايت الکتريکي (دسي زيمنس بر متر)	pH	بافت	کربن آلي (درصد)	نسبت C/N	نيتروژن (درصد)	فسفر	پتاسيم	منگنز	مس	روي	آهن
							قابل جذب (ميلي گرم در کيلوگرم)					
۳۰-۰	۱/۱۷	۷/۲	رسي سيلتي	۲/٤۱	۱۰/۹۵	۰/۲۳	۱٤/۵٦	۲۷۸/۰۵	۱۳/۹٦	۵/۵۷	۱/۰۲	۵۸/٤۷

جدول ۲- خصوصيات شيميايي کمپوست زباله شهري، ورمي کمپوست و لجن فاضلاب مورد استفاده در آزمايش

نوع کود آلي	pH	نسبت C/N	نيتروژن	فسفر	پتاسيم	منگنز	مس	روي	آهن
			قابل جذب (درصد)			قابل جذب (ميلي گرم در کيلوگرم)			
کمپوست زباله شهري	۷/٤۱	۱۱/۱٤	۰/۵۸	۰/٤۵	۰/۸٤	۲۵۱/۹٦	۳٦۲/۱۸	۷٦٦/۳۹	۷۱۵٤/۸۱
ورمي کمپوست	۸/۰۵	۱۱/٤۵	۰/۱۹	۰/٦۲	۰/٦۲	۳۵۱/٦۰	۹۲/۱۲	۵۱/۷۱	۵٤٦۵/۳۵
لجن فاضلاب	۷/٤٤	۷/۸	۰/۲	۰/٤۳	۰/٤۸	۲۳۵/٦٤	۵۷/۰۰	٤۷۱/٤۹	۱٦۵٤۲/۱۱

از برگ‌هاي انتهايي سويا در مرحله گلدهي نمونه‌گيري شد. نمونه‌ها بلافاصله به آزمايشگاه منتقل و پس از شستشو با آب مقطر در آون تهويه‌دار با حرارت ٦۵ درجه سانتي‌گراد به مدت ٤۸ ساعت خشک گرديدند. جهت اندازه‌گيري مقدار فسفر، پتاسيم و عناصر کم مصرف، خاکستر نيم‌گرم از نمونه خشک گياهي (دماي ۵۵۰ درجه سانتي‌گراد) به همراه ۲/۵ ميلي‌ليتر اسيد کلريدريک (۳۸%) با آب مقطر به حجم ۵۰ ميلي‌ليتر رسانده شد. از عصاره به دست آمده محتوي فسفر به وسيله

روش رنگ سنجي و با استفاده از اسپكتروفتومتر (& Lomb, Bauh Belgium)، پتاسيم توسط دستگاه فليم فتومتر (Corning –EEL, England) و غلظت عناصر كم مصرف (آهن، روي، مس، منگنز) توسط دستگاه جذب اتميک (Spectra AA 10 – Australia) تعيين گرديد. تعيين درصد نيتروژن نمونه‌ها نيز به روش هضم (نيم‌گرم نمونه خشک به همراه اسيد سولفوريک و آب اكسيژنه دايجست، سپس با سود ۱۰ مولار در اسيد بوريک تقطير و توسط اسيدكلريک تيتر گرديد) و توسط دستگاه كجلتک (Kjeltec 2300 Analyzer) انجام گرفت (Emami, 1996). در اواسط آبان همان سال هنگام رسيدگي فيزيولوژيكي گياه، سطحي معادل ۲ متر مربع با حذف دو خط كناري و ۰/۵ متر از ابتدا و انتهاي هر خط برداشت و عملكرد محصول سويا تعيين شد. تجزيه آماري داده‌هاي آزمايش با كمک نرم افزار SAS (SAS Institute, 1997) و مقايسه ميانگين‌ها براي صفات مورد ارزيابي به روش آزمون چند دامنه‌اي دانكن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتايج و بحث

عملكرد دانه سويا

نتايج تجزيه واريانس نشان داد كه اثر كود و رقم بر عملكرد دانه در سطح احتمال يک درصد معني‌دار بود (جدول ۳). سطوح ۲۰ و ۴۰ تن لجن فاضلاب، ۴۰ تن كمپوست در هكتار و تيمار كود شيميايي در يک گروه آماري از حداكثر عملكرد دانه برخوردار بودند، به طوري كه عملكرد دانه در تيمارهاي ۴۰ تن كمپوست زباله شهري و لجن فاضلاب در هكتار نسبت به شاهد به ترتيب ۳۷% و ۳۸%، ۲۰ تن لجن فاضلاب در هكتار و كود شيميايي نسبت به شاهد ۳۴% افزايش نشان داد. تيمار ۲۰ تن كمپوست زباله شهري در هكتار و گياه شاهد از حيث اين ويژگي در يک گروه آماري قرار داشتند (جدول ۴). در اين آزمايش نقش لجن فاضلاب و كمپوست زباله شهري در افزايش عملكرد دانه پر رنگ‌تر از ورمي كمپوست بوده است. محققان يكي از دلايل اين تفاوت‌ها را نوع منبع و نحوه تهيه كود آلي مي‌دانند (Fritio et al., 2004; Weis et al., 2004). غني بودن لجن فاضلاب از مواد مغذي عامل بهبود سطح تغذيه و افزايش بيوماس و عملكرد گندم (Jamali et al., 2009; Yassen et al., 2006) و سورگوم (Mendoza et al., 2006) عنوان گرديد و در مورد افزايش عملكرد دانه سويا علاوه بر بهبود شرايط جذب عناصر مورد نياز گياه، بهبود اجزاي عملكرد و افزايش تعداد گره تثبيت كننده ازت تحت تيمار لجن فاضلاب گزارش شد (Schmidt et al., 2000; Vieria, 2001). همچنين Davarinejad et al. (2002) اظهار داشتند كه مصرف كمپوست زباله شهري به ميزان ۴۰ تن در هكتار به همراه۵۰% كود شيميايي توصيه شده بر اساس آزمون خاک، باعث افزايش عملكرد ريشه چغندر قند حتي بيشتر از تيمار كود شيميايي كامل گرديد. در حالي كه در بررسي تأثير كود دامي و كمپوست حاصل از زباله شهري و نسبت غني شده آن با كودهاي شيميايي بر عملكرد گندم رقم فلات مشخص گرديد كه كمپوست به تنهايي نتوانست عامل افزايش عملكرد دانه شود اما كمپوست غني شده با مقادير مختلف كود شيميايي عملكرد دانه را به طور معني‌داري افزايش داد (Davarinejad et al., 2003). در اين مطالعه بين ژنوتيپ‌هاي سويا نيز رقم JK و لاين ۰۳۳ بيشترين عملكرد دانه را توليد كردند (جدول ۴). با وجود عدم معني‌داري اثر متقابل كود و رقم بر صفت مذكور در جدول ۵ مشاهده مي‌شود كه لاين ۰۳۳ در تيمار ۴۰ تن لجن فاضلاب در هكتار از بيشترين عملكرد برخوردار بود.

درصد نيتروژن و فسفر برگ

سطوح مختلف كودي و ارقام بر ميزان نيتروژن و فسفر برگ تأثير معني‌داري را نشان دادند. در حالي كه اثر متقابل كود در رقم بر ميزان اين عناصر در برگ تأثير معني‌داري نداشت (جدول ۳). در بين تيمارهاي كودي سطوح ۲۰ و ۴۰ تن لجن فاضلاب و سطح ۴۰ تن تيمارهاي كمپوست زباله شهري و ورمي كمپوست در هكتار مشابه كود شيميايي موجب افزايش نيتروژن برگ گرديدند اما از لحاظ فسفر برگ تيمارهاي كود آلي مذكور نسبت به كود شيميايي برتري نشان دادند (جدول ۴).

در همين زمينه تحقيقات انجام شده نشان مي‌دهد كه با مصرف تيمار فقط كمپوست زباله جامد شهري و تركيب ۵۰% كمپوست به همراه ۵۰% كود شيميايي مورد نياز خاك، محتوي فسفر بافت دو گياه سيب زميني و ذرت شيرين از لحاظ آماري مشابه تيمار فقط كود شيميايي (NPK) بوده است (Mkhabelaa and Warman, 2005). مطالعه تأثير كمپوست زباله شهري به عنوان منبع فسفر جهت غلبه بر ظرفيت فسفر تثبيت شده خاك بيانگر آن است كه كمپوست موجب كاهش فرآيندهاي تثبيت در خاك شده و غلظت فسفر بافت گياه را افزايش مي‌دهد (Iglesias-Jimenez; Alvarez, 1993). در حالي كه Warman and Cooper (۲۰۰۰) و Mkhabelaa and Warman (۲۰۰۵) همبستگي خطي بين افزايش فسفر قابل استخراج خاک تحت تيمار كمپوست و محتوي فسفر بافت سيب زميني و ذرت شيرين مشاهده نكردند، اين مطلب حاكي از آن است كه افزايش فسفر خاک همواره برابر با افزايش فسفر قابل دسترس گياه نمي‌باشد و شرايط بستر كشت مانند اسيديته خاک و وجود

عناصر دیگر همانند آهن نقش تعیین کننده‌اي در فراهمي این عنصر براي گیاه دارد. در بین ارقام سویا نیز رقم JK و لاین ۰۳۳ ازبالاترین‌درصدنیتروژن و فسفر برگ برخوردار بودند (جدول ٤).

درصد پتاسیم برگ

تیمارهاي کودي تأثیر معني‌داري بر محتوي پتاسیم برگ داشتند (جدول ۳) به طوري که کود شیمیایي و تیمارهاي ۴۰ تن لجن فاضلاب و کمپوست زباله شهري در هکتار بیشترین پتاسیم برگ را موجب گردیدند (جدول ۴). همان طور که در جدول ۲ ملاحظه مي‌گردد کودهاي آلي مورد استفاده از مقدار پتاسیم قابل توجهي برخوردار بودند و پیش بیني مي‌شد تمام تیمارهاي کود آلي موجب غني شدن پتاسیم برگ سویا گردند (جدول ۴) و حال آن که مصرف سطح بالاي کودهاي لجن فاضلاب و کمپوست زباله شهري (به ترتیب با میانگین ۲/۳۳ و ۲/۳۹ درصد) مشابه کود شیمیایي (۲/۲۷ درصد) پتاسیم برگ را افزایش دادند. محققان بهبود جذب پتاسیم را در شرایط تقریباً اسیدي خاک گزارش نمودند و اظهار داشتند که حتي آبیاري با پساب و فاضلاب افزایش pH خاک و محدودیت دسترسي گیاه به پتاسیم را موجب مي شود (Falkiner and Polglase, 1997; Arienzo et al., 2009). در این زمینه Warman and Havard (۱۹۹۸) اظهار داشتند که محتوي پتاسیم کمپوست ارتباط تنگاتنگي با تأثیر آن بر بهبود غلظت این عنصر در برگ سیب زمیني داشته است. این در حالي است که Buchanan and Gliessman (۱۹۹۰) اظهار داشتند که کود آلي موجب کاهش پتاسیم خاك در مقایسه با کودهاي معدني گردید. در این آزمایش رقم JK و لاین ۰۳۲به ترتیب از بیشترین و کمترین پتاسیم برگ برخوردار بودند (جدول ۴).

منگنز برگ

در این آزمایش با وجود میزان قابل ملاحظه منگنز در کودهاي کمپوست، ورمي کمپوست و لجن فاضلاب استفاده شده (جدول ۲) تفاوت آماري معني‌داري بین تیمارهاي کود آلي و کود شیمیایي از لحاظ این عنصر در برگ گیاه مشاهده نشد (جدول ۴). محققان اظهار داشتند که قابلیت دسترسي منگنز خاک در مصرف کمپوست به شدت تحت تأثیر اسیدیته آن بوده است (Warman and Termeer, 2005) و اسیدیته بالاي خاک مورد آزمایش (جدول ۱) یکي از دلایل احتمالي عدم آزاد سازي منگنز قابل حل در خاک و جذب آن توسط گیاه مي باشد. این محققان افزایش منگنز بافت گیاه ذرت در تیمار لجن فاضلاب را به دلیل اسیدي شدن و کاهش اکسیژن خاک دانستند. Soumare et al. (۲۰۰۳) افزایش جذب منگنز گیاه چاودار را در تیمارهاي ۲۵ و ۵۰ تن کمپوست در هکتار گزارش نمودند. با توجه به معني‌دار بودن تفاوت ارقام سویا ($P< 0.01$) از حیث این ویژگي (جدول ۳) حداکثر میزان منگنز در برگ‌هاي لاین ۰۳۲ و ۰۳۳ به ترتیب با میانگین ۲۸/۸ و ۲۹/۳ میلي‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک مشاهده شد (جدول ۴).

مس برگ

جدول ۳ حاکي از تأثیر معني‌دار ($P< 0.01$) تیمارهاي کودي، رقم و اثر متقابل کود در رقم بر محتوي مس برگ مي‌باشد. بیشترین میزان مس برگ در سطوح ۲۰ و ۴۰ تن لجن فاضلاب و کمپوست زباله شهري، ۴۰ تن ورمي کمپوست در هکتار و کمترین میزان آن در تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۴). Frost and Ketchum (۲۰۰۰) و Jamali et al. (۲۰۰۹) افزایش قابل توجه روي و مس بافت گیاه گندم در گستره نرمال و بدون خطر سمیت عناصر تحت تیمار لجن فاضلاب را گزارش نمودند. همچنین در تجزیه بافت برگ سویا افزایش قابل ملاحظه عناصر کم مصرف (آهن، مس، روي، منگنز) تحت تیمار ۴۵ تن کمپوست زباله شهري غني شده با ۵۰ درصد کود شیمیایي مورد نیاز گیاه در مقایسه با مصرف فقط کود شیمیایي مشاهده شد (Mottaghian et al., 2008).

جدول ۳- تجزیه واریانس اثرات مقادیر کودي و رقم بر عملکرد و دیگر صفات مورد مطالعه

منابع تغییر	درجه آزادي	میانگین مربعات						
		عملکرد دانه	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	منگنز	مس	روي	آهن
تکرار	۲	۱۱۵۹۹۰۲/۸٦	۰/٥٦	۲٤۹۲۱۸/۲۲	۲٤۸۱۳۳۳/۷۸	۲٦/۳۲	٦/۰٥	۲۱٤/۱۷	۱۱۳٥/٦۱
کود	۷	۱۳۸٤٥۰۷/٤٦**	۰/۲۸**	۳۷۲۸٥۰/۰٥**	۱٦۲٥۰٦۳۲/٦۸*	۱۲/۳۷**	۱٥/٥۱**	۲٦٥/۳۱**	۱۰٦۱/۷٦**
خطايa	۱٤	۱٤۸۰۷۰/۲۹	۰/۰٤	٤۲٥۱٦/۸۰	٤۲۹۰٤۸۸/٤۸	۱۰/۰۱	۲/۷٦	٤۳/۲۰	۹۹/٦٥
رقم	۲	۲٥۲۸۱۸۳/۱۳**	۰/۳٥*	٦۲۲٦٥٤/۹۷**	۱۷۰۷٤٥۹٦۳/۳۲**	۱۱۰/٤۱**	۳٥/۱۹**	۱۰۸/۹۷^{ns}	٦۷/٥۰^{ns}
مقادیر کود در رقم	۱٤	۱۳۲۳۲۷/۸۲^{ns}	۰/۰٥^{ns}	٥۰٤٤۰/۰۳^{ns}	۳۲۹٥۰۸۸/۸۹^{ns}	۳/۳۳^{ns}	٤/۳٤**	۳۰/٦۸^{ns}	۲٥۰/٥۷^{ns}
خطاي کل	۳۲	۱٦۹۱٤۰/۰۸	۰/۱۰	٥۲۹٥٤/۸۰	٤۱۳۳٤٦۲/۳۷	٦/۲۸	۱/٥٦	٥۳/۳۱	۱٥۲/٦۷
ضریب تغییرات(درصد)		۱۷/۰۱	۸/٥۰	۹/۲۲	۹/۲۸	۸/۹۹	۹/۸۸	۱٤/۰۸	٦/۲۸

* و ** به ترتیب معني دار در سطح احتمال پنج و یك درصد معني دار

در بین ارقام سویا لاین‌هاي ۰۳۳ و ۰۳۲ به ترتیب از بیشترین و کمترین محتوي مس برگ برخوردار بودند (جدول ٤). لاین ۰۳۳ در سطوح ۲۰ و ٤۰ تن کمپوست زباله در هکتار و لاین ۰۳۲ در تیمار ٤۰ تن کمپوست در هکتار از بیشترین

ميزان مس برگ برخوردار بودند (جدول ۵) و اين نتيجه با توجه به غني بودن كمپوست زباله شهري از حيث ميزان مس (جدول ۲) منطقي به نظر مي‌رسد. در همين زمينه Warman and Termeer (۲۰۰۵) اظهار داشتند كه با وجود غني بودن كودهاي آلي از لحاظ عناصر غذايي مورد نياز رشد گياه، راندمان دسترسي به اين عناصر منوط به عوامل متعددي از جمله نوع كمپوست و گونه گياهي مي‌باشد و عكس العمل ارقام يک گونه نيز به كمپوست متفاوت مي‌باشد.

روي و آهن برگ

تيمارهاي كودي تأثير معني‌داري بر ميزان روي و آهن برگ گياه نشان دادند (جدول ۳) به طوري كه بيشترين ميزان روي برگ در تيمارهاي ۴۰ تن كمپوست زباله شهري و لجن فاضلاب در هكتار به ترتيب با ميانگين ۵۵/۰ و ۶۱/۴ ميلي گرم بر كيلوگرم مشاهده شد (جدول ۴). تحقيق انجام شده در زمينه جذب عناصر مس و روي در گياه نشان داد كه كمپوست ميزان اين عناصر را در گياهان نيشكر، جو و يونجه افزايش داده است (Linhart et al., 2001). حد معمول غلظت آهن در بافت‌هاي گياهي ۵۰ تا ۶۰۰ ميلي‌گرم بر كيلوگرم گزارش شده است (Pais and Jones, 1997) كه بر اساس نتايج به دست آمده غلظت آهن برگ در تيمار ۴۰ تن لجن فاضلاب در هكتار با ميانگين ۲۰۶/۶ ميلي‌گرم بر كيلوگرم در گستره نرمال گياه افزايش معني‌داري ($P< 0.05$) را نسبت به كود شيميايي نشان داد. ديگر تيمارهاي كود آلي در يک گروه آماري با كود شيميايي نسبت به شاهد برتري داشتند (جدول ۴). با توجه به ميانگين‌هاي جدول ۲ در بين كودهاي آلي استفاده شده در اين آزمايش لجن فاضلاب از لحاظ آهن غني بوده و از اين رو سطح ۴۰ تن در هكتار اين كود توانسته است به طور قابل ملاحظه‌اي طي مدت كوتاه اين عنصر را در اختيار گياه قرار دهد (جدول ۴). تحقيقات ديگر نشان داده است كه لجن فاضلاب منبع بسيار غني از آهن، روي، مس و منگنز مي‌باشد به طوري كه با افزودن لجن غني از آهن، كمبود اين عنصر در گياه ذرت بر طرف گرديد (Juste and Mench, 1992). در تحقيق ديگري Perez-Murcia et al. (۲۰۰۵) با بررسي تأثير مقادير مختلف كمپوست بر غلظت عناصر كم مصرف (آهن، مس، منگنز، روي) گياه اظهار داشتند كه تمام مقادير كودي غلظت اين عناصر را در كلم بروكلي افزايش دادند و حداكثر مقدار كمپوست (۵۰ درصد وزني بستر كشت) بالاترين غلظت عناصر آهن و روي را در گياه موجب گرديد. گزارشWarman and Havard (۱۹۹۸) نيز نشان داد كه چهار عنصر منگنز، سديم، منيزيم و فسفر در غده سيب زميني و چهار عنصر بور، منيزيم، آهن و نيتروژن در بافت برگ سيب زميني و فقط عنصر مس در ذرت شيرين تحت تأثير تيمار كود آلي قرار گرفت. اين صفات در بين ارقام مختلف سويا و اثر متقابل كود در رقم فاقد تفاوت آماري معني دار بود (جدول ۳).

در اين آزمايش عملكرد دانه از همبستگي مثبت و معني‌داري با درصد نيتروژن ($r=۰/۳۵^{**}$)، فسفر ($r=۰/۵۹^{**}$) و پتاسيم ($r=۰/۴۶^{**}$) برگ برخوردار بود. همچنين در بين عناصر كم مصرف ميزان روي ($r=۰/۳۵^{**}$) و آهن ($r=۰/۳۳^{**}$) برگ همبستگي مثبت و معني‌داري با عملكرد دانه نشان دادند (جدول ۶).

جدول ۴- مقايسات ميانگين صفات اندازه گيري شده در مقادير مختلف كود و ارقام سويا

تيمار	عملكرد دانه	نيتروژن	فسفر	پتاسيم	منگنز	مس	روي	آهن
	كيلوگرم در هكتار		درصد		ميلي گرم بر كيلو گرم			
كود								
T_1	۲۰۳۵/۷cd	۳/۶bc	۰/۲۴b	۲/۱۲b-d	۲۸/۳ab	۱۲/۶a-c	۵۰/۷bc	۱۹۲/۹b
T_2	۲۳۳۲/۹bc	۳/۶b	۰/۲۴b	۲/۱۳ b-d	۲۷/۵ab	۱۱/۳cd	۴۳/۶d	۲۰۳/۱ab
T_3	۲۶۶۳/۱ab	۳/۸ab	۰/۲۵ab	۲/۱۶b-d	۲۷/۸ab	۱۳/۳ab	۵۴/۴b	۲۰۱/۵ab
T_4	۲۷۹۱/۴a	۳/۸ab	۰/۲۶ab	۲/۳۹a	۲۸/۵ab	۱۴/۴a	۵۵/۰ab	۲۰۲/۸ab
T_5	۲۲۵۲/۸c	۳/۹a	۰/۲۶ab	۲/۰۸cd	۲۸/۳ab	۱۲/۹a-c	۵۱/۸bc	۲۰۰/۵ab
T_6	۲۸۴۲/۱a	۳/۹a	۰/۲۷a	۲/۳۳ab	۲۹/۲a	۱۳/۶ab	۶۱/۴a	۲۰۶/۶a
T_7	۲۶۷۶/۷ab	۳/۹a	۰/۲۴b	۲/۲۷a-c	۲۷/۷ab	۱۲/۴bc	۵۱/۱bc	۱۹۱/۹b
T_8	۱۷۴۷/۳d	۳/۴c	۰/۲۰c	۲/۰۰d	۲۵/۲b	۱۰/۲d	۴۶/۴cd	۱۷۲/۲c
رقم								
Jk	۲۵۳۵/۰a	۳/۹a	۰/۲۵a	۲/۴۵a	۲۵/۴b	۱۲/۵ b	۵۱/۴a	۱۹۵/۲a
۰۳۲	۲۰۵۰/۹b	۳/۶ b	۰/۲۳b	۱/۹۲c	۲۸/۸a	۱۱/۴c	۴۹/۹a	۱۹۵/۷ a
۰۳۳	۲۶۶۷/۴a	۳/۷ab	۰/۲۶a	۲/۱۸b	۲۹/۳a	۱۳/۸a	۵۴/۱a	۱۹۸/۳a

* در هر ستون و براي هر تيمار اعداد داراي حرف آماري مشترك اختلاف معني داري در سطح احتمال ۵% بر اساس آزمون چند دامنه اي دانكن ندارند.

T_1. كمپوست زباله ۲۰ تن در هكتار T_2. ورمي كمپوست ۲۰ تن در هكتار T_3. لجن فاضلاب ۲۰ تن در هكتار T_4. كمپوست زباله ۴۰ تن در هكتار T_5. ورمي كمپوست ۴۰ تن در هكتار T_6. لجن فاضلاب ۴۰ تن در هكتار T_7. تيمار با مصرف كود شيميايي (سولفات پتاسيم و فسفات آمونيوم به ميزان ۷۵ كيلوگرم د ر هكتار) T_8. تيمار شاهد بدون مصرف كودهاي آلي يا شيميايي

جدول ۵- مقایسات میانگین اثرات متقابل کود و رقم بر صفات مورد مطالعه

کود	رقم	عملکرد دانه	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	منگنز	مس	روي	آهن
		کیلوگرم در هکتار		درصد		میلي گرم بر کیلو گرم			
	JK	۲۲۹۰/۸±۴۶۸/۳b-g	۴/۹±۰/۴a-c	۰/۲۶±۰/۰۱a-d	۲/۴۰±۰/۱۳a-c	۲۵/۶±۰/۶ b-f	۱۲/۲±۰/۶c-g	۵۴/۰±۵/۰a-e	۱۹۱/۰±۹/۰b-d
T_1	۰۳۲	۱۷۱۶/۵±۵۸۲/۸gh	۳/۳±۰/۱c	۰/۲۳±۰/۰۲a-d	۱/۸۸±۰/۲۹g-i	۲۹/۲±۰/۰a-e	۱۰/۸±۲/۱e-g	۴۹/۴±۸/۷b-e	۱۹۱/۴±۲۶/۹b-d
	۰۳۳	۲۰۹۹/۶±۱۲۲/۸d-h	۳/۷±۰/۲a-c	۰/۲۴±۰/۰۰۹a-e	۲/۰۷±۰/۲۶c-i	۳۰/۱±۱/۶a-c	۱۴/۹±۱/۴ab	۴۸/۸±۰/۹b-e	۱۹۶/۲±۵/۴a-c
	JK	۲۲۶۵/۴±۲۰۱/۸c-g	۳/۷±۰/۳a-c	۰/۲۶±۰/۰۲a-d	۲/۵۳±۰/۱۰a	۲۶/۰±۱/۰b-f	۱۰/۶±۱/۷e-g	۴۱/۱±۳/۲e	۱۹۸/۳±۷/۵a-c
T_2	۰۳۲	۱۸۸۲/۸±۵۷/۸e-h	۳/۷±۰/۲a-c	۰/۲۱±۰/۰۱ef	۱/۸۸±۰/۰g-i	۲۸/۵±۱/۲a-f	۱۰/۴±۰/۶fg	۴۳/۹±۱۰/۶d-e	۱۹۶/۸±۱۶/۲a-c
	۰۳۳	۲۸۵۰/۳±۱۷۱۴/۰a-d	۳/۵±۰/۵a-c	۰/۲۵±۰/۰۴a-d	۱/۹۸±۰/۱۵e-i	۲۸/۱±۱/۸a-f	۱۳/۰±۰/۹b-e	۴۵/۸±۱۵/۶b-e	۲۱۴/۲±۶/۲ab
	JK	۲۷۱۶/۵±۴۸۳/۵a-d	۳/۸±۰/۲a-c	۰/۲۶±۰/۰۱a-c	۲/۵۱±۰/۲۲a	۲۴/۹ ±۰/۰d-f	۱۳/۷±۰/۶b-d	۵۴/۰±۴/۳a-e	۲۰۸/۳±۲۱/۸ab
T_3	۰۳۲	۲۱۸۷/۳±۲۵۴/۸d-h	۳/۶±۰/۲a-c	۰/۲۴±۰/۰۱a-e	۱/۸۵±۰/۲۰g-i	۲۸/۳±۴/۵a-f	۱۲/۷±۱/۴b-f	۴۸/۶±۰/۶b-e	۱۹۹/۴±۱۱/۷a-c
	۰۳۳	۳۰۸۵/۵±۴۹۱/۸ab	۳/۸±۰/۲a-c	۰/۲۵±۰/۰۲a-d	۲/۱۱±۰/۲۵b-h	۳۰/۴±۱/۱ab	۱۳/۵±۱/۷b-d	۶۰/۳±۵/۰ab	۱۹۶/۸±۵/۲a-c
	JK	۲۸۱۲/۹±۶۱۴/۶a-d	۴/۱±۰/۲ a	۰/۲۸±۰/۰۴a	۲/۶۰±۰/۱۶a	۲۷/۰±۲/۱a-f	۱۲/۴±۲/۰c-g	۵۷/۰±۴/۳a-d	۲۰۰/۱±۶/۲a-c
T_4	۰۳۲	۲۷۱۶/۲±۱۲۹/۵a-f	۳/۵±۰/۳a-c	۰/۲۴±۰/۰۱a-e	۲/۲۴±۰/۱۶a-g	۲۸/۸±۱/۵a-f	۱۴/۵±۱/۶a-c	۵۲/۰±۷/۸b-e	۲۰۴/۲ ±۰/۱a-c
	۰۳۳	۲۸۴۵/۱±۱۸۱/۹a-d	۳/۹+ ۰/۱a-c	۰/۲۶±۰/۰۲a-c	۲/۳۴±۰/۳۴a-e	۲۹/۶±۲/۷a-d	۱۶/۴±۴/۳a	۵۵/۹±۱۴/۳a-d	۲۰۲/۶±۲/۴ a-c
	JK	۲۶۱۷/۶±۲۱۶/۵a-f	۴/۰ ±۰/۳ab	۰/۲۶±۰/۰۱a-c	۲/۳۱±۰/۱۷a-f	۲۴/۴±۳/۲ef	۱۲/۹±۱/۰b-e	۵۴/۹±۱۲/۵a-e	۱۸۰/۱±۱۴/۷c-e
T_5	۰۳۲	۱۹۰۵/۵±۲۳۸/۶e-h	۳/۹±۰/۱a-c	۰/۲۴±۰/۰۱a-e	۱/۸۱±۰/۰۷hi	۲۹/۴±۰/۳a-d	۱۱/۹±۱/۰d-g	۴۸/۰±۴/۳b-e	۲۰۳/۹±۳۲/۳a-c
	۰۳۳	۲۲۳۵/۱±۱۴۹/۴e-h	۳/۸±۰/۴a-c	۰/۲۷±۰/۰۱ab	۲/۱۱±۰/۱۴b-h	۳۱/۰±۳/۱a	۱۴/۰±۰/۰b-d	۵۲/۵±۱۱/۱b-e	۲۱۷/۶±۰/۱a
	JK	۳۰۱۷/۶±۲۳۲/۲ab	۴/۱±۰/۴a	۰/۲۶±۰/۰۲a-c	۲/۵۸±۰/۲۷a	۲۵/۳±۲/۶c-f	۱۴/۱±۰/۰b-d	۵۷/۰±۳/۳a-d	۲۱۱/۰±۱۳/۸ab
T_6	۰۳۲	۲۳۲۷/۵±۱۳/۹b-g	۳/۹±۰/۳a-c	۰/۲۶±۰/۰۳a-c	۲/۰۳±۰/۱۵c-i	۳۱/۰±۴/۹a	۱۳/۳±۱/۶b-d	۵۹/۹±۳/۱a-c	۲۰۸/۰± ۲۰/۴ ab
	۰۳۳	۳۱۸۱/۰±۳۱۷/۳a	۳/۹±۰/۲a-c	۰/۲۸±۰/۰۲a	۲/۳۷±۰/۱۷a-e	۳۱/۴±۰/۰a	۱۳/۳±۰/۶b-d	۶۷/۳±۶/۷a	۲۰۰/۸±۳/۱a-c
	JK	۲۶۳۵/۶±۶۴/۲a-e	۴/۰±۰/۵ab	۰/۲۳±۰/۰۳b-e	۲/۳۹±۰/۲۹a-d	۲۵/۶±۱/۶b-f	۱۳/۷±۰/۶b-d	۴۸/۱±۶/۰b-e	۱۹۱/۰±۱۱/۸b-d
T_7	۰۳۲	۲۲۳۵/۳±۵۷/۵c-h	۳/۸±۰/۴a-c	۰/۲۱±۰/۰۰۹d-f	۱/۹۴±۰/۳۰fi	۲۹/۰±۸/۲a-f	۱۰/۱±۰/۳g	۵۰/۵±۱۰/۹b-e	۱۹۴/۸±۸/۲a-c
	۰۳۳	۳۱۵۹/۲±۲۴۴/۰a	۳/۹±۰/۱a-c	۰/۲۸±۰/۰۳a	۲/۴۸±۰/۰۷ab	۲۸/۵±۴/۹a-f	۱۳/۳±۰/۸b-d	۵۴/۸±۴/۱a-e	۱۹۰/۰± ۸/۴ b-d
	JK	۱۹۲۳/۵±۵۲/۸f-h	۳/۴± ۰/۷bc	۰/۲۰±۰/۰۰۲e	۲/۳۰±۰/۱۸a-f	۲۴/۲±۰/۶f	۱۰/۸±۱/۷e-g	۴۵/۵±۰/۱c-e	۱۸۲/۳±۱۴/۲c-e
T_8	۰۳۲	۱۴۳۵/۴±۱۴۶/۸h	۳/۴±۰/۱bc	۰/۱۸±۰/۰۰۰۷f	۱/۷۰±۰/۰i	۲۶/۰±۰/۷b-f	۷/۵±۰/۴h	۴۶/۶±۱/۲b-e	۱۶۶/۹±۱۱/۳e
	۰۳۳	۱۸۸۳/۰±۹۵/۹e-h	۳/۴±۰/۴bc	۰/۲۲±۰/۰۴c-f	۱/۹۹±۰/۱۸d-i	۲۵/۶±۱/۲b-f	۱۲/۴±۰/۹c-g	۴۷/۲±۵/۱b-e	۱۶۸/۶ ±۱۹/۷ d-e

*در هر ستون و براي هر تيمار اعداد داراي حرف آماري مشترك اختلاف معني داري در سطح ۵% بر اساس آزمون چند دامنه اي دانكن ندارند.

جدول ۶– همبستگي ساده بين صفات مورد مطالعه (n=۷۲)

	آهن	روي	مس	منگنز	پتاسيم	فسفر	نيتروژن	عملكرد دانه
عملكرد دانه	۰/۳۳**	۰/۳۵**	۰/۳۸	۰/۰۶	۰/۴۶**	۰/۵۹**	۰/۳۵**	۱
نيتروژن	۰/۲۴*	۰/۴۴**	۰/۳۲**	۰/۲۲	۰/۴۳**	۰/۵۸**	۱	
فسفر	۰/۳۸**	۰/۴۹**	۰/۴۶**	۰/۲۱	۰/۴۸**	۱		
پتاسيم	۰/۱۲	۰/۱۸	۰/۲۳*	-۰/۲۱*	۱			
منگنز	۰/۳۰**	۰/۲۳*	۰/۱۸	۱				
مس	۰/۳۲**	۰/۴۳**	۱					
روي	۰/۱۸	۱						
آهن	۱							

* و **: همبستگي دو متغير به ترتيب در سطح پنج و يک درصد معنی دار است

نتيجه گيري

بر اساس يافته‌هاي اين تحقيق عملكرد دانه سويا در سطوح مختلف لجن فاضلاب و سطح ۴۰ تن كمپوست زباله شهري در هكتار مشابه با كود شيميايي بوده است. تيمارهاي كود آلي مذكور موجب افزايش چشمگير عناصر نيتروژن، فسفر، مس، روي و آهن گرديدند و اعمال سطح ۴۰ تن كمپوست زباله شهري، ورمي كمپوست و لجن فاضلاب در هكتار موجب بهبود قابل توجه اكثر مواد مغذي برگ در يكسال مصرف گرديد. در اين صورت مي‌توان بهبود كيفيت گياه را از مزاياي مصرف اين كودها نسبت به كودهاي شيميايي معمول دانست. در اين آزمايش بهبود سطح تغذيه اي و بالطبع عملكرد ژنوتيپ هاي Jk و ۰۳۳ كاملاً مشهود بوده است.

REFERENCES

Alburquerque, J. A., Gonzalvez, J., Garcı, D. and Cegarra, J. (2007). Effects of a compost made from the solid by-product (‘‘alperujo’’) of the two-phase centrifugation system for olive oil extraction and

cotton gin waste on growth and nutrient content of ryegrass (*Lolium perenne* L.). *Bioresource Technology*. 98, 940–945.

Alonso, C. and Herrera, C. M. (2001). Patterns made of patterns: variation and covariation of leaf nutrient concentration within and between populations of *Prunus mahaleb*. *New Phytology*. 150, 629–640.

Arienzo, M., Christen, E. W., Quayle, W. and Kumar, A. (2009). A review of the fate of potassium in the soil–plant system after land application of wastewaters. *Journal of Hazardous Materials*. 164, 415–422.

Bernal, M. P., Navarro, A. F., Sanchez-Monedero, M. A., Roig, A. and Cegarra, J. (1998). Influence of sewage sludge compost stability and maturity on carbon and nitrogen mineralization in soil. *Soil Biology and Biochemistry*. 30, 305–313.

Buchanan, M. A. and Gliessman, S. R. (1990). The influence of conventional and compost fertilization on phosphorus use efficiency by broccoli in a phosphorus deficient soil. *American Journal of Alternative Agriculture*. 5: 38–46.

Davarinejad, GH., Haghnia, GH. and Lakzian, A. (2003). The effect of farmyard manure and compost on wheat (*Triticum aestivum* L) yield. *Journal of Agricultural Sciences and Industry*. 18(1), 100-108. (In Farsi)

Davarinejad, GH., Haghnia, GH., Shahbazi, H. and Mohamadian, R. (2002). The effect of compost fertilizer and farmyard manure in production of sugar beet. *Journal of Agricultural Sciences and Industry*. 16(2), 75-84. (In Farsi)

Emami, A. (1996). Plant analysis methods. *Soil and Water Research Institute*. Tehran, Iran. 128 p. (In Farsi)

Falkiner, R. A. and Polglase, P. J. (1997). Transport of phosphorus though soil in an effluent irrigated tree plantation. *Australian Journal of Soil Research*. 35, 385–397.

Foruzan, K. (2005). Soybean. *Oil Seed Publication Committee*. Tehran, Iran. 128 p. (In Farsi)

Francou, C., Poitrenaud M. and Houot, S. (2005). Stabilization of organic matter during composting and influence of the process and of the composted wastes. *Compost Science Utilization*.13, 72–83.

Fritio, V, A., Kautsky, L. and Greger, M. (2004). Infuence of temperature and salinity on heavy metal uptake by submersed plants. *Environmental Pollution*. 133, 265–274.

Frost, H. L. and Ketchum, L. H. (2000). Trace metal concentration in durum wheat fromapplication of sewage sludge and commercial fertilizer. *Advance Environmental Research*. 4 (4), 347–355.

Hertz, T. K., Costa, F. J. and Schrader, W. L. (1996). Suitability of composted green waste for horticultural uses. *Hortscience*. 31, 961–964.

Herwijnen, V., Hutchings, T., Al-Tabbaa, A., Moffat, A., Johns, M. and Ouki, S. (2007). Remediation of metal contaminated soil with mineral-amended composts. *Environmental Pollution*. 150, 347–354. 14

Iglesias-Jimenez, E. and Alvarez, C. E. (1993). Apparent availability of nitrogen in composted municipal refuse. *Biological Fertility Soils*. 16: 313–318.

Jamali, M, K., Kazi, T. G., Arain, M. B., Hassan, I. Afridi, Jalbani, N., Kandhro, G. A., Shah, A. Q. and Baig, J. A. (2009). Heavy metal accumulation in different varieties of wheat (*Triticum aestivum* L.) grown in soil amended with domestic sewage sludge. *Journal of Hazardous Materials*, 164, 1386–1391.

Jeangille, P. (1991). Substrata for horticulture in subtropical and regions. Pub FAO.

Juste, C. and Mench, M. (1992). Long-term application of sewage sludge and its effect on metal update by crops. *Agricultural, Ecosystem and Environment*. 95, 49–59.

Linhart, Y. B., Mooney, K. A., Snyder, M. A. and Swoboda-Colberg, N. (2001). Phloem chemistry: effect of genotype and environment implications for nutritional ecology. *International Journal of Plant Science*. 162, 433–447**.**

Mantovi, P., Bonazzi, G., Maestri, E. and Marmiroli, N. (2003). Accumulation of copper and zinc from liquid manure in agricultural soils and crop plants. *Plant and Soil*, 250, 249–257.

Mendoza, J., Garrido, T., Castillo, G. and San Martin, N. (2006). Metal availability and uptake by sorghum plants grown in soils amended with sludge from different treatments. *Chemosphere*. 65, 2304–2312.

Mkhabelaa, M. S. and Warman, P. R. (2005). The influence of municipal solid waste compost on yield, soil phosphorus availability and uptake by two vegetable crops grown in a pugwash sandy loam soil in Nova Scotia. *Agricultural, Ecosystem and Environment*. 106, 57–67.

Mottaghian, A., Pirdashti, H., Bahmanyar, M. A. and Abbasian, A. (2008). Leaf and seed micronutrient accumulation in soybean cultivars in response to integrated organic and chemical fertilizers application. *Pakistan Journal of Biological Science*. 11(9), 1227-1233.

Pais, I. J. and Jones, B. (1997). The handbook of trace elements. St. Lucie press, N. W., Boca Roton, Florid.

Perez-Murcia, M. D., Moral, R., Moreno-Caselles, J. and Paredes, A. C. (2006). Use of composted sewage sludge in growth media for broccoli. *Bioresource Technology*. 97, 123–130.

Robin, A., Szmidt R. A. K. and Dickson, W. (2001). Use of compost in agriculture, Frequently Asked Questions (FAQs). Remade Scotland, pp. 324-336.

Sahni, S., Sarma, B. K., Singh, D. P. and Singh, K. P. (2008). Vermicompost enhances performance of plant growth-promoting rhizobacteria in *Cicer arietium* rhizosphere against *Sclerotium rolfsii*. *Crop Protection*. 27, 369-379.

SAS Institute. (1997). SAS User's Guide: Statistics, Version 6.12 ed. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

Schmidt, J. P., Michael, M. A., Randall, G. W., Lamb, J. A., Orf, J. H. and Gollany, H. T. (2000). Swine manure application to nodulating and non-nodulating soybean. *Agronmy Journal*. 92, 987-992.

Sikora, L. J. and Enkiri, N. K. (1999). Growth of tall

fescue in compost fertilizer blends. *Soil Sciences.* 164: 62–69.

Sikora, L. J., Tester, C. F., Taylor, J. M. and Parr, J. F. (1983). Phosphorus uptake by fescue from soils amended with sewage sludge compost. *Agronmy Journal.* 74, 27–33.

Soumare, M., Tack F. M. G. and Verloo, M. G. (2003). Effects of a municipal solid waste compost and mineral fertilization on plant growth in two tropical agricultural soils of Mali. *Bioresource Technology*. 86, 15-20.

Suthar, S. (2009). Vermicomposting of vegetable-market solid waste using *Eisenia fetida*: Impact of bulking material on earthworm growth and decomposition rate. *Ecological Engineering*. 35, 914–920.

Vieria, R. F. (2001). Sewage sludge effects on soybean growth and nitrogen fixation. *Biological Fertiliy Soils*. 34, 196-200.

Warman P. R. and Havard, K. A. (1998). Yield, vitamin and mineral contents of organically and conventionally grown potatoes and sweet corn. *Agricultural, Ecosystem and Environment*. 68, 207–216.

Warman, P. R. and Cooper, J. M. (2000). Fertilization of mixed forage with fresh and composted chicken manure and NPK fertilizer: Effect on dry matter yield and soil and tissue N, P and K. *Canadian Journal of Soil Science*. 80, 337–344.

Warman, P. R. and Termeer, W. C. (2005). Evaluation of sewage sludge, septic waste and sludge compost applications to corn and forage: Ca, Mg, S, Fe, Mn, Cu, Zn and B content of crops and soils. *Bioresource Technology*. 96, 1029–1038.

Weis, J. S., Glover, T. and Weis, P. (2004). Interactions of metals and their distribution in tissues of *Phragmites australis*. *Environmental Pollution*. 131, 409–415.

Yassen, A. A., Galil, A. A. and Gobarah, M. E. (2006). Chemical remediation of sludge by lime and their effect on yield and chemical component of wheat. *Journal of Applied Science Research*. 2(7), 430-435.