نشریه پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب) / الف / جلد 34 / شماره 1 / 1399
Archive of SID

تأثیر کمپوست زباله شهری و کودهای شیمیایی بر عملکرد کمی و کیفی چغندرقند و غلظت برخی از عناصرغذایی در خاک

جلال قادری[1]، محمد مهدی طهرانی، فردین حامدی و خلیل حیدری

استادیار پژوهشی بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران؛ **ghaderij@yahoo.com**

دانشیار موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران؛ **mtehrani2000@yahoo.com**

عضو هیات علمی بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه؛ **Far_hamedi@yahoo.com**

کارشناس ارشد خاک‌شناسی سازمان جهاد کشاورزی استان کرمانشاه؛ **haidarikhalil@gmail.com**

دریافت: **99/3/6** و پذیرش: **99/4/25**

چکیده

در سال‌های اخیر استفاده از کمپوست زباله شهری در کشاورزی مورد توجه قرار گرفته است. لذا این پژوهش با هدف بررسی تأثیر سطوح مختلف کمپوست زباله شهری به‌صورت جداگانه و تلفیقی با کودهای شیمیایی بر عملکرد کمی وکیفی چغندرقند و غلظت برخی از عناصر غذایی در خاک، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی، شامل چهار سطح کمپوست زباله شهری (بدون مصرف، 10، 20 و 30 تن بر هکتار) همراه با چهار سطح کود شیمیائی (بدون مصرف، عرف زارع، برابر آزمون خاک و 25 درصد کم‌تر از آزمون خاک)، در سه تکرار بر محصول چغندرقند در سال زراعی 94-1393 در ایستگاه تحقیقاتی ماهیدشت کرمانشاه اجرا شد. نتایج نشان داد که بین اثرهای ساده کاربرد مقادیر مختلف کودهای شیمیائی و کمپوست بر عملکرد ریشه و ویژگی‌های کیفی چغندرقند (درصد قند، قند قابل استحصال، سدیم، پتاسیم، نیتروژن مضره) و اثر برهم‌کنش آن‌ها بر عملکرد ریشه، درصد قند، قند قابل استحصال و نیتروژن مضره، در سطح یک درصد (P<0.01) معنی‌دار بود. بیش‌ترین عملکرد ریشه (52/8 تن درهکتار) با کاربرد توأم 10 تن بر هکتار کمپوست و کودهای شیمیایی بر اساس آزمون خاک به‌دست آمد که نسبت به تیمار شاهد 17/2 تن بر هکتار افزایش داشت. بین اثرهای اصلی مقادیر مختلف کودهای شیمیائی و کمپوست بر غلظت تمام عناصرغذایی در خاک (نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن، روی، مس و منگنز) اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد (P<0.01) وجود داشت، ولی اثر برهم‌کنش آن‌ها تنها بر درصد کربن آلی خاک، غلظت روی، آهن و مس قابل‌استفاده در خاک معنی‌دار بود. بیش‌ترن غلظت روی، آهن و مس قابل استفاده در خاک با کاربرد توأم 30 تن بر هکتار کمپوست و مصرف کودهای شیمیائی بر اساس عرف زارع به‌دست آمد که اختلاف آن‌ها نسبت به تیمار شاهد به‌ترتیب، 0/29درصد، 1/67، 2/7 و 0/7 میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک بود. با توجه به نتایج به‌دست آمده بر حسب عملکرد، درصد قند و ناخالصی‌ها، کاربرد توأم 10 تن کمپوست بر هکتار و کودهای شیمیایی بر اساس آزمون خاک برای مزارع چغندرقند در شرایط مشابه پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: درصد قند،آزمون خاک، فسفر، نیتروژن مضره

[1]. نویسنده مسؤل، آدرس: کرمانشاه، میدان سپاه پاسداران، بلوار جام جم، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

یکی از جنبه‌های کشاورزی پایدار بهبود و حفظ حاصلخیزی و کیفیت خاک می‌باشد که از طریق کاربرد کودهای آلی و متعادل‌سازی و مصرف بهینه کودهای شیمیایی حاصل می‌گردد (رنجبر و همکاران، 1395). در مطالعه‌ی آدریان و همکاران (2004) گزارش کردند که استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی، عملکرد گیاهان زراعی را کاهش می‌دهد و این کاهش نتیجه اسیدی شدن خاک، کاهش فعالیت‌های بیولوژیکی و خصوصیات فیزیکی خاک و عدم وجود عناصر کم‌مصرف در کودهای شیمیایی رایج می‌باشد. با کاربرد توأم کودهای آلی و شیمیایی ضمن رعایت اصول کشاورزی پایدار، بخشی از نیاز گیاه به عناصرغذایی به‌جای کودهای شیمیایی از کودهای آلی تأمین می‌شود (شرما و همکاران، 2006). یکی از انواع کودهای آلی، کمپوست زباله شهری است که علاوه بر کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی و خنثی‌کردن اثرات نامطلوب زباله‌ها می‌تواند عناصرغذایی خصوصاً نیتروژن، فسفر و پتاسیم را به مرور زمان در اختیار گیاه قرار دهد (مرجوی، 1390). مصرف کمپوست به تنهایی برای تأمین عناصرغذایی مورد نیاز گیاهان کافی نمی‌باشد و به علت دارابودن نسبت کربن به نیتروژن بالا، باعث افزایش فعالیت ریزجانداران در خاک می‌شود و در نتیجه برای جذب نیتروژن با گیاهان رقابت می‌کنند.

از این رو اضافه کردن کودهای شیمیایی به کمپوست ضروری است (رامداس و پلانیاندی، 2007). 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 که به هنگام استفاده آن باید از هر گونه آلودگی میکروبی، شیمیایی و فیزیکی مضر برای محصولات کشاورزی و خاک عاری باشد و حدود استاندارد مورد تأیید برای کمپوست مصرفی رعایت شود (مرجوی، 1390). پژوهش زیادی در خصوص اثرات مفید ناشی از کاربرد توأم کودهای شیمیایی و آلی بر محصولات کشاورزی صورت گرفته که حاکی از مفیدبودن آن‌ها در بهبود ویژگی‌های شیمیایی وحاصلخیزی خاک می‌باشد (اقبال و همکاران، 2004 ؛ هارگریوس و همکاران، 2008).

در پژوهشی تأثیر کمپوست زباله شهری و کودهای شیمیایی را بر عملکرد و اجزای آن در گیاه ذرت بررسی و گزارش شده است که مصرف توأم کمپوست و کودهای شیمیایی بیش‌ترین عملکرد را تولید می‌کند (رضوان طلب و همکاران، 1388). کاربرد توأم کمپوست زباله شهری و کود شیمیایی در مزرعه گندم نشان داد که وزن خشک، عملکرد دانه و میزان نیتروژن، فسفر و پتاسیم جذب شده توسط گیاه افزایش یافت و میزان جذب فسفر و پتاسیم در گیاهان تیمار شده با کمپوست بیش‌تر از گیاهان تیمار شده با کود شیمیایی بود (بارتل و همکاران، 2004). گزارش شده است که کاربرد کمپوست زباله شهری در خاک‌های آهکی، به‌طور معنی‌داری باعث کاهش pH و افزایش درصد کربن آلی، مقدار آهن و منگنز قابل-استفاده در خاک گردید (لابوسکی وهمکاران، 2003؛ وارمن و همکاران، 2009؛ همت و همکاران، 2010). کاربرد کمپوست زباله شهری در خاک، علاوه بر ارتفاع بوته، وزن خشک و عملکرد ذرت علوفه‌ای باعث افزایش درصد کربن آلی، غلظت عناصر فسفر، پتاسیم و منیزیم قابل‌استفاده در خاک نیز افزایش یافت و بیش‌ترین مقدار این صفات با کاربرد 45 تن بر هکتار کمپوست بود (الله دادی و همکاران، 1390). در پژوهشی بیش‌ترین عملکرد و غلظت عناصر غذایی در خاک و گیاه برنج با مصرف 45 تن بر هکتار کمپوست زباله شهری و 75 درصد کود توصیه شده بر اساس آزمون خاک بود (رنجبر و همکاران، 1395). در بررسی رضایی غیاسی و همکاران (1396) کاربرد توأم کودهای شیمیایی و کمپوست در پیاز تأثیر معنی‌داری بر صفات رشدی گیاه، قطر، عملکرد تک بوته و عملکرد کل آن داشت و کاربرد هشت تن بر هکتار کمپوست و 50 درصد کودهای شیمیایی بر اساس آزمون خاک برای منطقه ملکان پیشنهاد کردند. هم‌چنین گزارش شده است که استفاده از کودهای آلی توأم با کودهای شیمیایی نیتروژنه، می‌تواند روش مناسبی جهت افزایش عملکرد ذرت شیرین و حفظ حاصلخیزی خاک باشد و کاربرد 100 کیلوگرم نیتروژن خالص و 4 تن بر هکتار کود مرغی یا 12 تن بر هکتار کمپوست زباله شهری را پیشنهاد کردند (مجاب قصرالدشتی و همکاران، 1396).

بنابراین با توجه به شرایط نامطلوب بیش‌تر خاک‌های ایران از لحاظ مواد آلی، مطالعه‌ی در باره کاربرد پسمانده‌های آلی تولید شده در ایران و تلفیق آن با کودهای شیمیایی برای کاهش مصرف آن‌ها، افزایش ماده آلی خاک، کاهش خطرات زیست محیطی و اصلاح خاک-ها اهمیت زیادی دارد (اقبال و همکاران، 2017). لذا این پژوهش به منظور بررسی تأثیر مقادیر مختلف کمپوست و کودهای شیمیایی بر بر عملکرد کمی و کیفی چغندرقند و غلظت برخی از عناصرغذایی در خاک، تعیین میزان مناسب کاربرد آن‌ها در راستای کاهش مصرف کودهای شیمیایی در کرمانشاه اجرا شد.

www.SID.ir

Archive of SID

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی شامل چهار سطح کمپوست زباله شهری (بدون مصرف، 10، 20 و 30 تن بر هکتار) همراه با چهار سطح کود شیمیائی (بدون مصرف، عرف زارع، برابر آزمون خاک و 25 درصد کم‌تر از آزمون خاک)، در سه تکرار بر محصول چغندرقند در ایستگاه تحقیقاتی ماهیدشت مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه با مختصات جغرافیایی 46 درجه و 50 دقیقه طول شرقی و 34 درجه و 16 دقیقه عرض شمالی، ارتفاع از سطح دریا 1380 متر و در کیلومتر 20 جاده کرمانشاه به اسلام‌آباد غرب و به‌مدت یک‌سال زراعی (1393-94) اجرا شد. قبل از آزمایش از محل اجرای طرح یک نمونه خاک مرکب از عمق صفر تا 30 سانتی‌متری جهت تجزیه‌های لازم به آزمایشگاه ارسال شد که نتایج آن در جدول یک نشان داده شده است. در نمونه‌های خاک، بافت به روش هیدرومتری (بویکوس، 1962)، کربن آلی خاک به‌روش والکلی و بلک (1934)، pH گل اشباع به‌وسیله الکترود شیشه‌ای (مکلین، 1962)، قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع با دستگاه هدایت سنج (بلاک و همکاران، 1962)، فسفر قابل‌جذب با روش اولسن (اولسن و همکاران (1954)، آهن، روی، منگنز، مس، کادمیم و سرب قابل‌جذب با عصاره‌گیر DTPA (رایان و همکاران، 2007) و با دستگاه جذب اتمی مدل Perkin Elemer 3110، بور به روش آب داغ (پیج و همکاران، 1982) و گوگرد به روش کدورت‌سنجی و با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج 420 نانومتر (کوین و وود، 1976) اندازه‌گیری شدند. در این آزمایش تمام اندازه‌گیری‌های خاک و گیاه در بخش تحقیقات آب و خاک مرکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه انجام شد. میزان بارندگی در سال زراعی 94-1393، 232/7میلی متر و حداقل، حداکثر و میانگین دما به ترتیب 2/6-، 42/5 و 14/9 درجه سانتی گراد بود.

جدول 1- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش

واکنش خاک pH	قابلیت هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	کربنات کلسیم معادل	نیتروژن کل	کربن آلی	فسفر	پتاسیم	گوگرد	آهن	روی	منگنز	مس	بر	کلاس بافت خاک
		%			میلی گرم بر کیلوگرم								
7/8	0/6	22	0/08	0/84	7/4	260	12	6/2	0/7	4	1/2	0/4	لوم رسی سیلتی

- فرم عناصر اندازه‌گیری شده در خاک، قابل جذب می‌باشد.

هر کرت آزمایشی به‌مساحت 36 مترمربع شامل12 خط کاشت به‌طول 6 متر، که فاصله ردیف‌ها، بذرها و عمق کاشت به‌ترتیب 50، 20 و 3 سانتی‌متر بود. فاصله هر کرت و تکرار از یکدیگر به‌ترتیب 1/5 و 2 متر و رقم استفاده شده، جلگه بود که از مؤسسه تحقیقات چغندرقند تهیه شد. کشت با دستگاه بذرکارهای پنوماتیک انجام شد و کودهای شیمیایی و کمپوست زباله شهری بر اساس تیمارها مربوطه اعمال و 20 روز قبل از کاشت مصرف شدند. مقدار کودهای شمیایی مصرفی بر اساس عرف زارع و آزمون خاک (ملکوتی و همکاران، 1387) در جدول 2 نشان داده شده است. تمام کمپوست، یک-سوم کود اوره و مابقی کودهای شیمیایی 20 روز قبل از کاشت مصرف و با شخم با خاک مخلوط شدند و دوسوم باقی مانده کود اوره در تنک دوم و یک‌ماه بعد مصرف شد. حد بحرانی عناصرغذایی در خاک برای کربن آلی، فسفر، پتاسیم، آهن، روی، منگنز، مس و بور به‌ترتیب 1/5، 15، 250، 4/5، 1، 4/5، 1 و 1 میلی‌گرم بر کیلوگرم می-باشد که اساس کاربرد کودهای شیمیایی در این پژوهش بود (شهبازی و بشارتی، 1392).

کمپوست استفاده شده محصول شرکت بازیافت شهرداری کرمانشاه بود که در این شرکت روزانه حدود 180 تن کمپوست تولید می‌شود.

حدود قابل قبول کمپوست زباله شهری برای قابلیت هدایت الکتریکی، 14 دسی زیمنس برمتر، نیتروژن، 1/66 درصد، پتاسیم، 1/8 درصد، pH 8-6، فسفر، 3/8-1 درصد و روی، مس، کادمیم، سرب و نیکل به‌ترتیب 1300 ، 650 ، 10 ، 200 ، 120 میلی‌گرم بر کیلوگرم گزارش شده است (مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، 1390). آبیاری با استفاده از سیستم آبیاری بارانی (کلاسیک ثابت) بود. در مرحله 4 برگی برای مبارزه با علف‌های هرز پهن‌برگ و باریک‌برگ‌ها از سم بتانال پروگرس به مقدار 3 لیتر بر هکتاراستفاده شد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 2- میزان مصرف کودهای شیمیایی

کودهای شیمیایی مصرفی	اوره	سوپرفسفات تریبل	سولفات پتاسیم	گوگرد گرانوله	سولفات روی	سولفات منگنز	اسید بوریک
	کیلوگرم بر هکتار						
عرف زارع	500	200					
آزمون خاک	400	150	50	250	40	40	20
25 درصد کم‌تر از آزمون خاک	300	112/5	37/5	190	30	30	15

* به ازای هر 100 کیلوگرم گوگرد گرانوله، دو کیلوگرم باکتری تیوباسیلوس مصرف شد

جدول 3- نتایج تجزیه برخی از ویژگی‌های کمپوست زباله شهری

واکنش pH	قابلیت هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	آهن	منگنز	روی	مس
		(درصد)			(میلی‌گرم بر کیلوگرم)			
7/5	13/76	1/46	0/65	1/35	1813	511	1245	654

در مرحله برداشت با استفاده از روش نمونه-گیری از هر کرت نسبت به‌تعیین عملکرد ریشه در 8 ردیف و به‌طول 5 متر، اقدام شد و نمونه‌های غده برای اندازه‌گیری خصوصیات کیفی چغندرقند تهیه و به مؤسسه اصلاح و تهیه بذر چغندرقند چغندرقند ارسال شد درصد قند به روش پلاریمتری، سدیم و پتاسیم به روش فلیم فتومتری، نیتروژن مضره به روش رنگ سنجی اندازه‌گیری و قند قابل استحصال، راندمان قند قابل استحصال، و ضریب قلیایت با استفاده از فرمول‌های تجربی زیر برآورد شدند (رینفلد و همکاران، 1974). درصد یا عیار قند (SC[1]) عبارت است از مقدار قند موجود در وزن تر ریشه است.

این امر در حالی است که درصد قند قابل استحصال (WSC[2])، درصدی از قند موجود در ریشه است که پس از حذف ناخالصی‌ها و املاح غیرقندی که مانع استحصال اند، به‌دست می‌آید (رینفلد و همکاران، 1974). راندمان قند قابل استحصال (ECS[3])، درصد قند قابل استحصال از ساکارز موجود در ریشه چغندرقند بر حسب درصد و قند ملاس (MS[4]) مقدار قند غیرقابل استحصال از ریشه چغندرفند و بر حسب گرم قند در 100 گرم چغندرقند است. نیتروژن مضره بیانگر مقدار نیتروژنی است که طی دورهٔ رشد، جذب ریشه شده و در کارخانه قند مانع استحصال قند می‌شود، حال آنکه ضریب قلیائیت (Alc[5]) عبارت است از نسبت مقدار سدیم + پتاسیم بر مقدار نیتروژن مضره (طالقانی و همکاران، 1385).

1) SC- (MS+ 0.6) 3) ECS= (WSC/SC)100
4) MS= 0.343 (K+Na) + 0.094N- 0.31 5) Alc= (K+Na)/N

هم‌چنین نسبت به تهیه نمونه خاک پس از برداشت چغندرقند برای اندازه‌گیری غلظت برخی از عناصرغذائی در خاک (نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن، روی، مس، منگنز، سرب و کادمیم) با روش‌های متداول اقدام شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار آماری MSTAT-C استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

عملکرد ریشه

مهم‌ترین صفت کمی در زراعت چغندرقند عملکرد ریشه است. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که این صفت در سطح یک درصد ($P<0.01$) تحت تأثیر تیمارهای مختلف کودی قرار گرفت. جدول‌های 4 و 6 ، بیانگر وجود اختلاف معنی‌داری بین اثرهای اصلی کاربرد تیمارهای کود شیمیایی، کمپوست و اثر برهم‌کنش آن‌ها بر عملکرد ریشه چغندرقند در سطح احتمال یک‌درصد ($P<0.01$) می‌باشد. بیش‌ترین عملکرد ریشه چغندرقند با تیمار کاربرد توأم کودهای شیمیایی براساس آزمون خاک و 10 تن بر هکتار کمپوست با 52/8 برهکتار بود که

1. Sugar content
2. White sugar content
3. Extraction coefficient of sugar
4. Molasses sugar
5. Alkalinity coefficient

www.SID.ir

Archive of SID

اختلاف آن نسبت به‌تیمار شاهد (35/4 تن)، 17/2تن بر هکتار بود. هم‌چنین اختلاف آن نسبت به مصرف کودهای شیمیایی بر اساس عرف زارع و آزمون حاک به ترتیب 10/8 و 4/3 تن بر هکتار بود (جدول 6). مشاهده شد تأثیر کاربرد کودهای شیمیایی به‌تنهایی نسبت به‌تیمار شاهد بر عملکرد ریشه، اختلاف معنی‌دار وجود داشت و بیش‌ترین عملکرد با تیمار کاربرد کودهای شیمیایی بر اساس آزمون خاک بود (جدول 5). به‌نظر می‌رسد افزایش عملکرد ریشه چغندرقند در تیمارهای کاربرد توأم کودهای شیمیایی و کمپوست و تیمارهایی که فقط کود آلی کمپوست دریافت کرده بودند، نسبت به تیمار شاهد، به‌علت بیش‌تر بودن غلظت کل و قابل جذب بودن عناصر غذایی در کود آلی کمپوست نسبت به خاک می‌باشد. هم‌چنین افزایش عملکرد ریشه، در رابطه با استفاده از کمپوست زباله شهری می‌توان به بهبود ماده آلی خاک، افزایش قابلیت استفاده از نیتروژن، فسفر، پتاسیم و کاهش pH خاک دانست (آگیلیدس و لوندرا، 2000). نتایج این پژوهش نیز با یافته‌های جوانمرد و همکاران (1394) مطابقت داشت که گزارش کردند که مصرف کمپوست ساده و غنی شده زباله شهری به‌همراه 50 درصد کودهای شیمیایی، اثرات بهتری را در افزایش عملکرد و اجزای آن در ذرت نشان دادند (جوانمرد و همکاران، 1394). کاهش عملکرد در کاربرد کمپوست نسبت به کاربرد توأم کودهای شیمیایی و کمپوست را نیز می‌توان به افزایش فعالیت ریزجانداران در خاک به‌واسطه افزایش کربن خاک و نسبت کربن به نیتروژن و در نتیجه مصرف نیتروژن معدنی موجود و آزادسازی آهسته نیتروژن نسبت داد که به عنوان مثال می‌توان به عملکرد ریشه با 44/9، 48/5 و 52/8 تن بر هکتار به ترتیب با کاربرد 10 تن بر هکتار کمپوست، کودهای شیمیایی بر اساس آزمون خاک و مصرف توأم 10 تن کمپوست زباله شهری و کودهای شیمیایی بر اساس آزمون خاک اشاره کرد که این روند کاهشی در سایر مقادیر کمپوست مصرفی در مقایسه کاربرد تلفیقی مشاهده می‌شود (جدول 5 و 6). کم‌تر بودن عملکرد در اثر مصرف کودهای شیمیایی نسبت به‌کاربرد توأم کودهای شیمیایی و کمپوست (جدول 6)، به‌دلیل شستشوی نیتروژن معدنی از خاک و عدم کافی بودن عناصر غذایی است که توسط سایر محققین نیز تأیید گردیده است (چوی و همکاران، 2003؛ بهتاچاریا و همکاران، 2008). بیش‌تر تیمارهایی که بیش‌ترین عملکرد را نشان می‌دهند، تلفیقی از کودهای شیمیایی و کمپوست می‌باشند (جدول 6) و این بیانگر قابلیت زیاد کودهای شیمیایی و کمپوست در تأمین نیازهای گیاه در حد مطلوب است و البته گویای این نکته است که منابع تامین مواد غذایی ممکن است در رهاسازی عناصر غذایی و قابلیت آماده سازی آن‌ها به‌یکدیگر مؤثر باشند. استفاده بهتر از شرایط محیطی، جذب بیش‌تر نیتروژن، فسفر و سایر عناصر غذایی از خاک توسط گیاه، افزایش فعالیت‌های متابولیکی و آماده‌سازی از دلایل افزایش عملکرد ریشه چغندرقند در مصرف تلفیقی کودها بوده است (طالقانی و همکاران، 1385). بعضی از پژوهشگران افزایش کارآیی مصرف نور با جذب عناصر غذایی بیش‌تر از خاک و برخی دیگر مطابقت بیش‌تر نیتروژن قابل‌دسترس با نیازهای گیاه در سیستم توأم را دلیل افزایش عملکرد می‌دانند (فرجی و همکاران، 1394).

درصد قند

جدول 4 بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین اثر ساده تیمارهای کودهای شیمیایی بر درصد قند در سطح احتمال یک درصد ($P<0.01$) و اثر برهم‌کنش کاربرد کودهای شیمیایی و کمپوست در سطح احتمال پنج درصد ($P<0.05$) می‌باشد. مقایسه میانگین اثر اصلی تیمارهای کودهای شیمیایی نشان داد که نسبت به تیمار شاهد برتری معنی‌دار دارند و بیش‌ترین درصد قند با کاربرد کودهای شیمیایی 25 درصد کم‌تر از آزمون خاک بود. هم‌چنین مقایسه میانگین اثر اصلی کاربرد کمپوست نشان داد که نسبت به‌تیمار شاهد برتری داشتند، اگرچه بین تیمارهای کاربرد کمپوست اختلاف معنی‌داری وجود نداشت و در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول 5). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیش‌ترین مقدار درصد قند با تیمار کاربرد توأم کودهای شیمیایی 25 درصد کم‌تر از آزمون خاک و 10 تن بر هکتار کمپوست زباله شهری به‌دست آمد (جدول 6) که اختلاف آن نسبت به‌تیمار شاهد 2/15 درصد بود (13/8 درصد افزایش). یکی از دلایل کاهش درصد قند با افزایش مقدار کاربرد کودهای شیمیایی و کمپوست، مربوط به افزایش ناخالصی‌های ریشه است (مانند سدیم، پتاسیم و نیتروژن مضره) که این نتیجه، نتایج سایر یافته‌های محققان دیگر را تأیید می‌نماید (فرجی و همکاران، 1394؛ کابیل و همکاران، 2015).

نیتروژن مضره

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها مربوط به نیتروژن مضره نشان داد که این صفت کیفی تحت تأثیرکاربرد تیمارهای کودهای شیمیایی و کمپوست قرار گرفت و اثر برهم‌کنش آن‌ها بر غلظت نیتروژن مضره، اختلاف معنی‌داری به ترتیب در سطح پنج درصد ($P<0.05$) وجود داشت (جدول 4). افزایش مقدار نیتروژن مضره در اثر کاربرد توأم کودهای شیمیایی و کمپوست نسبت به

www.SID.ir

Archive of SID

مصرف اصلی آن‌ها غالباً بیش‌تر بود. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که تیمارهای شاهد (عدم مصرف کود شیمیایی وکمپوست) و تلفیقی 25 درصد کاربرد کودهای شیمیایی کم‌تر از آزمون خاک (بدون و با 10 تن بر هکتارکمپوست)، کم‌ترین مقدار را برای این صفت نشان می‌دهند (جدول 6) که این امر کیفیت بیش‌تر ریشه گیاهان تحت تاثیر تیمارهای تلفیقی که کودهای شیمیایی کم‌تری را مصرف می‌شود، را نشان می‌دهد. مقدار نیتروژن مضره در تیمار کاربرد 10 تن بر هکتار کمپوست، کودهای شیمیایی بر اساس آزمون خاک + 10 تن بر هکتار کمپوست و کاربرد کودهای شیمیایی 25 درصد کم نر از آزمون خاک و 10 تن بر هکتار کمپوست به ترتیب 1/31، 1/31 و 1/24 میلی اکی والان در 100 گرم ریشه و در تیمار کاربرد 20 تن بر هکتار کمپوست، کودهای شیمیایی بر اساس آزمون خاک، کودهای شیمیایی بر اساس آزمون خاک + 20 تن بر هکتار کمپوست و کاربرد کودهای شیمیایی 25 درصد کم نر از آزمون خاک و 20 تن بر هکتار کمپوست به ترتیب 1/66، 1/31، 2/14 و 1/57 میلی اکی والان در 100 گرم ریشه بود (جدول 6). هم‌چنین تأمین تدریجی و مداوم نیتروژن درنتیجه تجزیه کود کمپوست و جذب بهتر آن توسط گیاه سبب شد که نیتروژن مضره در تیمار 10 تن بر هکتار کود کمپوست (1/5 میلی اکی والان در 100 گرم ریشه) نیز در حد کاربرد کودهای شیمیایی 25 درصد کم‌تر از آزمون خاک (1/53 میلی اکی والان در 100 گرم ریشه) باشد (جدول 5). در مجموع به‌دلیل فرآیند معدنی شدن مواد آلی، نیتروژن به‌تدریج به‌شکل قابل‌جذب گیاه در می‌آید و سبب فراهمی کافی و مداوم درطول دوره رشد گیاه و کاهش نیتروژن مضره در تیمارهای حاوی کمپوست در مقایسه با کودهای شیمیایی می‌شود که با نتایج به‌دست آمده توسط سایر پژوهشگران مطابقت داشت می‌نماید (فلاحی و بوستانی،1393؛ فرجی و همکاران، 1394؛ کابیل و همکاران، 2015)

درصد پتاسیم، سدیم و ضریب قلیاییت ریشه و قند ملاس

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که درصد سدیم، پتاسیم و ضریب قلیائیت ریشه و قند ملاس تحت تأثیرکاربرد تیمارهای اصلی کودهای شیمیایی و کمپوست قرار گرفتند و بین تأثیر تیمارهای کودی بر درصد سدیم، پتاسیم و ضریب قلیائیت ریشه و قند ملاس اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد ($P<0.01$) وجود داشت (جدول 4). ولی اثر برهم‌کنش آن‌ها معنی‌دار نشد. افزایش مقدار درصد سدیم، پتاسیم و ضریب قلیائیت ریشه و قند ملاس دراثر کاربرد توأم آن‌ها نسبت به‌مصرف اصلی به‌غیر از تیمار کاربرد کودهای شیمیایی 25درصد کم‌تر از آزمون خاک و کمپوست غالباً بیش‌تر بود (جدول 6). .مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که تیمارهای شاهد (عدم مصرف کود شیمیایی وکمپوست) و تیمارهای مختلف کمپوست نسبت به‌کاربرد اصلی کودهای شیمیایی و توأم کودهای شیمیایی و کمپوست، از کم‌ترین مقدار برای این صفات برخوردار بودند. این نشان می‌دهد که صفات ذکر شده جزو نکات منفی در استحصال قند به شمار می‌روند، عملاً تحت تأثیر تیمارهای کودی قرارگرفتند (جدول 4). افزایش ناخالص‌هایی نظیر سدیم و پتاسیم در ریشه از کریستاله شدن ساکاروز جلوگیری می‌کند و قابلیت استحصال قند را کاهش و مقدار قند ملاس را افزایش می‌دهند و این نتیجه با نتایج فرجی و همکاران (1394) مطابقت داشت که گزارش کردند که مقدار قند ملاس همبستگی مثبت قوی و معنی‌داری با مقدار ناخالص‌هایی نظیر نیتروژن مضره، سدیم و پتاسیم دارد. این بدین معنا است که هر چه ناخالص‌های ریشه بیش‌تر باشد، مقدار قند قابل استحصال کاهش و نیتروژن مضره افزایش می‌یابد.

درصد قند قابل استحصال و راندمان استحصال نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که درصد قند قابل استحصال و راندمان استحصال تحت تأثیرکاربرد اصلی تیمار کودهای شیمیایی و کمپوست قرار گرفتند و بین اصلی تیمارهای کودی بر درصد قندقابل استحصال و راندمان استحصال اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد ($P<0.01$) و اثر برهم‌کنش آن‌ها در سطح پنج درصد ($P<0.05$) وجود داشت (جدول 5 و 6). افزایش درصد قندقابل استحصال و راندمان استحصال در اثر کاربرد توأم آن‌ها نسبت به‌مصرف اصلی آن‌ها غالباً بیش‌تر بود که به عنوان مثال می‌توان به مقدار درصد قند قابل استحصال در تیمار شاهد، کاربرد 10 تن بر هکتار کمپوست، مصرف کودهای شیمیایی بر اساس آزمون خاک و 10 تن بر هکتار کمپوست و تیمار کاربرد کودهای شیمیایی 25 درصد کم تر از آزمون خاک و 10 تن بر هکتار کمپوست به ترتیب با 13/81، 13/82، 14/39، 15/54 درصد اشاره کرد (جدول 6). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که با تیمار کاربرد توأم کودهای شیمیایی 25 درصد کم‌تر از آزمون خاک و 10 تن بر هکتارکمپوست، بیش‌ترین درصد قابل استحصال و راندمان استحصال به‌دست آمد (جدول 6). نتیجه این پژوهش با نتایج سایر پژوهش‌گران مطابقت داشت که گزارش کردند که با کاهش ناخالص‌های ریشه، درصد قند قابل استحصال و راندمان آن افزایش یافت (قیامتی و همکاران؛ 1388؛ فرجی و همکاران؛ 1394).

www.SID.ir

Ar

جدول 4- مقایسه میانگین اثر اصلی کمپوست و کودهای شیمیایی بر عملکرد کمی و کیفی چغندرقند

منبع	درجه آزادی	عملکرد ریشه	درصد قند	سدیم	پتاسیم	نیتروژن مضره	ضریب قلیائیت	درصد قند قابل استحصال	راندمان قند قابل استحصال	قند ملاس
		میانگین مربعات								
تکرار	2	1568120/15^{ns}	3/18^{ns}	2/98^{ns}	0/43^{ns}	2/26^{ns}	2026^{ns}	6/72^{ns}	77/72^{ns}	0/82^{ns}
کودهای شیمیایی	3	121280833/33**	2/78**	1/31**	0/30^{ns}	0/99**	0/88*	3/60**	21/88**	0/40**
کمپوست	3	111749166/67**	0/42^{ns}	2/13**	2/02**	2/48**	1/96**	2/25**	54/54*	1/28**
کمپوست * کودهای شیمیایی	9	94691166/67**	0/85*	0/06^{ns}	0/09^{ns}	0/07*	0/1^{ns}	0/78*	1/34*	0/03^{ns}
خطای آزمایش	30	511366/08	0/32	0/12	3/54	0/16	0/22	0/52	3/46	0/05
ضریب تغییرات (درصد)		4/49	3/37	11/2	7/89	13/1	9/7	10/1	5/08	2/19

- ^{ns}، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال 5 و 1 درصد.

جدول 5- مقایسه میانگین اثر اصلی کمپوست و کودهای شیمیایی بر عملکرد کمی و کیفی چغندرقند

عامل	عملکرد ریشه (تن در هکتار)	درصد قند	سدیم	پتاسیم	نیتروژن مضره	ضریب قلیائیت	درصد قند قابل استحصال	راندمان قند قابل استحصال	قند ملاس
			(میلی اکی والان در 100 گرم قند)				(درصد)		
کودهای شیمیایی									
شاهد	44/12^{d}	16/22^{c}	1/43^{b}	4/40^{ab}	1/50^{b}	4/02^{a}	13/83^{b}	85/30^{b}	1/83^{b}
عرف زارع	46/52^{c}	16/81^{ab}	2/20^{a}	4/54^{a}	2/10^{ab}	3/41^{c}	14/01^{b}	83/31^{b}	2/19^{a}
آزمون خاک	51/17^{a}	16/50^{b}	1/79^{ab}	4/36^{ab}	1/85^{ab}	3/58^{bc}	13/93^{b}	84/26^{b}	1/97^{ab}
25 درصد کم‌تر از آزمون خاک	49/76^{b}	17/35^{a}	1/52^{b}	4/16^{b}	1/53^{b}	3/83^{ab}	15/01^{a}	86/45^{a}	1/78^{b}
کمپوست (تن در هکتار)									
0	43/51^{d}	16/60	1/28^{c}	3/91^{c}	1/27^{c}	4/13^{a}	14/44^{a}	86/97^{b}	1/59^{c}
10	50/38^{a}	17/00	1/51^{bc}	4/23^{bc}	1/50^{bc}	3/96^{ab}	14/63^{a}	86/02^{ab}	1/80^{bc}
20	48/25^{c}	16/70	1/87^{ab}	4/30^{b}	1/90^{ab}	3/50^{bc}	14/07^{ab}	84/20^{bc}	2/03^{b}
30	49/45^{b}	16/60	2/24^{a}	4/89^{a}	2/30^{a}	3/25^{c}	13/65^{b}	82/14^{c}	2/35^{a}

- حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح احتمال 5 درصد می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 6- مقایسه میانگین اثر برهم‌کنش کمپوست و کودهای شیمیایی بر عملکرد کمی و کیفی چغندرقند

کودهای شیمیایی	کمپوست	عملکرد ریشه	درصد قند	سدیم	پتاسیم	نیتروژن مضره	ضریب قلیائیت	درصد قند قابل استحصال	راندمان قند قابل استحصال	قند ملاس
		تن در هکتار	درصد	میلی اکی والان در 100 گرم قند					درصد (%)	
0	0	35/4^{h}	15/5e	1/03	3/97	1/10^{f}	4/64	12/81^{d}	87/3^{a}	1/51
	10	44/9^{f}	16/1^{cde}	1/26	4/24	1/31^{e}	4/25	13/83^{cd}	85/72^{ab}	1/70
	20	47/2^{e}	16/5^{bcde}	1/53	4/26	1/66^{d}	3/55	14/07^{c}	85/26^{ab}	1/83
	30	48/0de	16/8^{abcd}	1/91	5/12	1/92^{c}	3/66	13/89^{c}	82/80^{bcd}	2/28
عرف زارع	0	42/0^{g}	16/4^{bcde}	1/49	3/96	1/44de	3/75	14/07^{c}	85/89^{ab}	1/70
	10	47/2^{e}	17/4^{ab}	1/82	4/45	1/82^{c}	3/55	14/75^{b}	84/88^{ab}	2/01
	20	49/4^{cd}	16/8^{abcd}	2/44	4/54	2/23^{bc}	3/39	13/85^{c}	82/60^{bcd}	2/23
	30	47/5^{e}	18/8^{abcd}	2/91	4/23	2/91^{a}	2/94	13/38^{cd}	79/89^{d}	2/75
آزمون خاک	0	48/5de	17/3^{ab}	1/42	3/89	1/31^{e}	4/07	15/05^{ab}	86/96^{a}	1/64
	10	52/8^{a}	16/8^{abcd}	1/63	4/18	1/54^{cd}	3/79	14/39^{bc}	85/55^{ab}	1/83
	20	51/4^{b}	16/2^{cde}	1/88	4/60	2/14^{bc}	3/27	13/54^{cd}	83/18^{bcd}	2/11
	30	51/0^{bc}	15/7de	2/23	4/78	2/42^{b}	3/17	13/47^{cd}	81/33^{cd}	2/23
25 درصد کم‌تر از آزمون خاک	0	47/1^{e}	17/2^{abc}	1/17	3/80	1/24^{ef}	4/06	15/11^{ab}	87/64^{a}	1/51
	10	49/5^{cd}	17/7^{a}	1/35	4/09	1/32^{e}	4/23	15/54^{a}	87/93^{a}	1/68
	20	51/1^{bc}	17/4^{ab}	1/65	4/32	1/57^{cd}	3/77	14/89^{ab}	85/71^{ab}	1/88
	30	51/3^{b}	17/2^{abc}	1/92	4/43	1/88^{bc}	3/24	14/51^{bc}	84/53^{abc}	2/05

- حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح احتمال 5 درصد می‌باشد.

جدول 7- نتایج تجزیه واریانس اثر کمپوست و کودهای شیمیایی بر غلظت عناصر غذایی در خاک

منبع	درجه آزادی	کربن آلی	فسفر	آهن	منگنز	روی	مس	سرب	کادمیم
		میانگین مربعات							
تکرار	2	0/0037	0/51	3/274	0/186	0/201	0/104	0/031	0/001
کودهای شمیایی	3	0/009^{ns}	0/94**	1/353**	0/702*	0/336**	0/003^{ns}	0/003^{ns}	0/001*
کمپوست	3	0/166**	7/44**	8/217**	4/583**	0/737**	0/821**	0/152**	0/004**
کمپوست * کودهای شیمیایی	9	0/006*	0/20^{ns}	0/642*	0/137^{ns}	0/111*	0/006*	0/002^{ns}	0/001^{ns}
خطای آزمایش	30	0/007	0/13	0/191	0/161	0/048	0/023	0/144	0/001
ضریب تغییرات (درصد)		7/67	4/05	5/79	5/33	12/31	0/42	8/19	10/31

- ^{ns}، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی دار در سطح احتمال 5 و 1 درصد.

عناصر غذایی در خاک

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین تأثیر اصلی تیمار کودهای شیمیایی بر غلظت فسفر، آهن و روی قابل جذب در سطح احتمال یک درصد ($P<0.01$) و بر غلظت منگنز و کادمیم در سطح احتمال پنج درصد ($P<0.05$) اختلاف معنی‌دار مشاهده شد. هم‌چنین بین تأثیر اصلی مقادیر مختلف کمپوست بر غلظت کربن آلی، فسفر، آهن، منگنز، روی، مس ، کادمیم و سرب اختلاف معنی داری در سطح احتمال یک درصد ($P<0.01$) وجود داشت (جدول 7). اثر برهم‌کنش آن‌ها بر درصد کربن آلی، مقدار روی، آهن و مس قابل استفاده خاک در سطح پنج درصد ($P<0.05$) معنی‌دار شد (جدول 9). مقایسه میانگین داده نشان داد که بیش‌ترین درصد کربم آلی، غلظت روی، آهن و مس با تیمار ترکیبی مصرف کودهای شیمیایی بر اساس عرف زارع و کاربرد 30 تن درهکتار کمپوست به‌دست آمد که اختلاف آن‌ها نسبت به تیمار شاهد به‌ترتیب،

www.SID.ir

Archive of SID

0/29درصد، 1/67، 2/7 و 0/7 میلی‌گرم بر کیلوگرم بود (جدول 9). هم‌چنین در بین تیمار اصلی کودهای شیمیایی و کمپوست، بالاترین مقدار عناصرغذایی در خاک به‌ترتیب با مصرف کودهای شیمیایی بر اساس عرف زارع و کاربرد 30 تن بر هکتار کمپوست حاصل شد. به‌طوری‌که مقدار فسفر، آهن، منگنز، روی، سرب و کادمیم در اثر اصلی کاربرد تیمارهای کود شیمیایی از 8/5، 7/64، 7/2، 1/61، 4/99، 0/83و 0/11 میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک به ترتیب 9/2، 7/78، 7/82، 1/99، 0/86 و 0/13 میلی‌گرم برکیلوگرم خاک با کاربرد کودهای شیمیایی بر اساس عرف زارع افزایش یافتند.

جدول 8 - نتایج مقایسه میانگین اثر اصلی کمپوست و کودهای شیمیایی بر غلظت عناصر غذایی در خاک

کودهای شیمیایی	کربن آلی (درصد)	فسفر	پتاسیم	آهن	منگنز	روی	مس	سرب	کادمیم
		(میلی گرم بر کیلوگرم)							
شاهد	0/92	8/5^{b}	302	7/64^{a}	7/27^{b}	1/61^{b}	1/34	0/83	0/11^{b}
عرف زارع	1/12	9/2^{a}	337	7/72^{a}	7/82^{a}	1/69^{b}	1/60	0/86	0/13^{a}
آزمون خاک	1/13	8/9 ^{ab}	365	7/78^{a}	7/61^{ab}	1/99^{a}	1/64	0/86	0/12^{c}
25 درصد کم‌تر از آزمون خاک کمپوست (تن درهکتار)	1/07	8/7^{b}	356	7/05^{b}	7/39^{b}	1/84^{ab}	1/60	0/84	0/11^{b}
0	0/96^{c}	7/9^{d}	324^{b}	6/49^{c}	6/75^{d}	1/10^{d}	1/31^{d}	0/71 ^{c}	0/10^{b}
10	1/08^{b}	8/5^{c}	343^{ab}	7/43^{b}	7/32^{c}	1/61^{c}	1/53^{c}	0/81^{b}	0/11^{ab}
20	1/15^{b}	9/1^{b}	349^{ab}	7/90^{b}	7/77^{b}	2/04^{b}	1/72^{b}	0/90^{a}	0/12^{ab}
30	1/24^{a}	9/7 ^{a}	359^{a}	8/47^{a}	8/24^{a}	2/39^{a}	1/93^{a}	0/97^{a}	0/14^{a}

*حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح احتمال 5 درصد می‌باشد.

هم-چنین در تیمار کاربرد مقادیر مختلف کمپوست بیشترین درصد کربن الی و مقدار فسفر، آهن، منگنز، روی ، مس ، سرب و کادمیم با مصرف 30 تن در هکتار کمپوست بود که از 1/08 درصد، 7/9، 6/41، 6/75، 1/1، 1/31، 0/79، 0/10 میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک به‌ترتیب به 1/24 درصد، 9/7، 8/47، 8/24، 2/39، 1/93، 0/97، 0/14میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک افزایش یافتند (جدول 8). افزایش مقدار کربن آلی، پتاسیم، فسفر، آهن، روی، منگنز، مس، کادمیم و سرب براثر کاربرد توأم آن‌ها نسبت به‌مصرف اصلی آنها غالباً بیش‌تر بود. نتایج نشان داد که افزودن کمپوست زباله شهری چه به‌شکل اصلی و چه به‌صورت تلفیقی با کودهای شیمیایی به خاک، باعث افزایش عناصرغذایی در خاک شدند که این افزایش متناسب با افزایش مقادیر کاربرد تیمارهای کودی بود (جدول 9). افزایش غلظت عناصرغذایی در تیمارهایی که کمپوست زباله شهری را به‌عنوان عرضه کننده اصلی عناصرغذایی در مزرعه دریافت کرده بودند، می‌تواند به‌علت افزایش دسترسی این عناصر در تیمارهای کودی آلی باشد، زیرا با توجه به محتوی بالای مواد آلی و نیتروژن موجود در کودهای آلی فعالیت‌های میکروبی در خاک بهبود یافته و میزان عناصر کم مصرف در خاک در تیمارهای آلی در مقایسه با تیمار شاهد و کود شیمیایی افزایش زیادی داشته است (یادوندر و همکاران، 2004). هم‌چنین بالابودن میزان عناصر کم‌مصرف مورد نیاز گیاه در کمپوست زباله شهری یکی دیگر از دلایل افزایش غلظت این عناصر در خاک می‌باشد. نتایج پژوهش سایر محققین (معماری، 1382؛ مفتون و همکاران، 2004؛ وارمن و همکاران، 2009) نیز افزایش غلظت عناصر روی، مس، منگنز و آهن خاک را به‌دنبال کاربرد مقادیر مختلف کمپوست زباله شهری تأیید می‌کنند. یکی از دلایل افزایش حلالیت عناصرغذایی مانند فسفر در نتیجه افزودن کمپوست، وجود مقادیر بالای فسفر در کمپوست و ایجاد پیوندهای فسفو هیومیک در خاک و کند شدن روند تثبیت فسفر در خاک است (گیوسکوانی و همکاران، 1988). نتایج این پژوهش با نتایج شریفی و همکاران (2011) مطابقت داشت که گزارش کردند که کاربرد کمپوست زباله شهری در مقایسه با شاهد، سبب افزایش معنی‌دار آهن و منگنز قابل استفاده خاک شد. مطالعات نشان داد که کودهای آلی علاوه بر اینکه حاوی عناصر کم‌مصرف از جمله آهن و روی می‌باشند تجزیه آن‌ها مواد منجربه تشکیل اسیدهای آلی، معدنی و گاز دی اکسید کربن در خاک شده، و در نهایت با کاهش pH، قابلیت دسترسی عناصر مذکور را افزایش می‌دهند. هم‌چنین گزارش شده است که کمپوست زباله شهری تأثیر معنی‌داری در سطح یک درصد بر میزان آهن و منگنز کل و قابل استخراج با DTPA داشته است (لی و همکاران، 2007؛ فلاحی و همکاران، 1393).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 9- نتایج مقایسه میانگین اثر برهم کنش کمپوست و کودهای شیمیایی بر غلظت عناصر غذایی خاک

کودهای شیمیایی	کمپوست (تن برهکتار)	کربن آلی (درصد)	فسفر	پتاسیم	آهن	روی	مس	سرب	کادمیم
					(میلی گرم بر کیلوگرم)				
0	0	0/95^{c}	7/2	320/0	6/1^{j}	0/77^{h}	1/3^{f}	0/69	0/10
	10	1/12^{b}	8/30	367/7	7/8^{ef}	1/33^{g}	1/6^{cde}	0/80	0/12
	20	1/18^{ab}	8/90	346/7	8^{cde}	1/86^{def}	1/8^{abc}	0/85	0/12
	30	1/23^{b}	9/90	353/3	8/6^{ab}	2/00de	1/9^{ab}	0/97	0/14
عرف زارع	0	1/01^{c}	8/30	366/7	6/5^{hij}	1/11^{gh}	1/5^{def}	0/74	0/11
	10	1/10^{b}	9/06	356/7	6/7 ^{hi}	1/48^{fg}	1/7^{bcd}	0/80	0/12
	20	1/15^{ab}	9/30	380/0	7/2^{h}	2/02de	1/8^{abc}	0/93	0/13
	30	1/24^{a}	10/00	356/7	7/9de	2/41^{abc}	2/0^{a}	0/99	0/16
آزمون خاک	0	0/99^{c}	8/10	340/3	6/3^{ij}	1/33^{g}	1/4^{ef}	0/73	0/1
	10	1/06^{bc}	8/60	360/0	7/9de	1/90de	1/6^{cde}	0/84	0/11
	20	1/17^{ab}	9/20	320/0	8/2^{bcd}	2/24^{bcd}	1/7^{abc}	0/92	0/12
	30	1/24^{a}	9/50	356/7	8/8^{a}	2/65^{a}	1/9^{ab}	0/97	0/14
25 درصد کم‌تر از آزمون خاک	0	0/97c	7/60	356/7	7^{gh}	1/18^{g}	1/4^{ef}	0/69	0/10
	10	1/04^{bc}	8/40	373/3	7/4^{fg}	1/72^{ef}	1/6^{cde}	0/79	0/10
	20	1/08^{bc}	9/00	360/0	8/3^{bcd}	2/03^{ef}	1/7^{bc}	0/89	0/11
	30	1/2^{ab}	9/40	326/7	8/5^{abc}	2/50^{ab}	1/9^{ab}	0/95	0/14

*حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح احتمال 5 درصد می‌باشد.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که سیستم تلفیقی از کمپوست زباله شهری و کودهای شیمیایی علاوه بر این‌که راهکاری برای کاهش مصرف کودهای شیمیایی است، سبب بهبود برخی از خصوصیات کمی و کیفی چغندرقند و افزایش غلظت عناصر غذایی در خاک شد. این بدان معنا است که کودهای آلی و شیمیایی توانسته‌اند به‌خوبی نیاز گیاه را برآورده نمایند. کودهای آلی حاوی انواع عناصر غذایی در غلظت های کم هستند که به آهستگی تجزیه و آزاد می‌شوند و کاربرد توأم آن‌ها با کودهای شیمیایی، باعث حفظ حاصلخیزی خاک و در نتیجه تولید پایدار محصول را به همراه دارد. سیستم تلفیقی کاربرد کودهای آلی و شیمیایی، باعث حفظ و نگهداری عناصرغذایی در خاک، جلوگیری از آبشویی نیتروزن موجودر در آن‌ها، افزایش فعالیت‌های بیولوژیکی، بهبود ساختمان خاک و افزایش قابلیت دسترسی به عناصرغذایی بویژه نیتروژن می‌شود. بنابراین با توجه به افزایش عملکرد و سایر خصوصیات کیفی چغندرقند و عناصرغذایی در خاک در این پژوهش، کاربرد 10 تن کمپوست زباله شهری بر هکتار و کودهای شیمیایی بر اساس آزمون خاک، برای خاک‌ها و شرایط آب و هوایی مشابه پیشنهاد می‌شود.

فهرست منابع:

1. الله دادی، ع.، معماری، غ.، اکبری، ع و لطفی فر، ا. 1390. تأثیر کاربرد مقادیر مختلف کمپوست زباله شهری بر خصوصیات و غلظت عناصرغذایی خاک و رشد و عملکرد ذرت علوفه ای. فن آوری تولیدات گیاهی .جلد 11 شماره اول، صفحه 97-83.
2. بی نام. 1390. کمپوست (ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی). موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. چاپ اول، شماره 10716. www.isiri,org

www.SID.ir

Archive of SID

3. جوانمرد، ع.، نظری، ب.، جلیلیان، ع.، دشتی، ش. 1394. پاسخ گندم به باقیمانده ورمی کمپوست و کود شیمیایی در خاک. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. جلد 25 شماره4 ، صفحه 102-88.

4. رضایی غیاثی، ر.، سیدعلی موسوی زاده، س. ع. و فرج زاده معماری تبریزی، ا. 1396. عملکرد پیاز خوراکی (*Allium cepa* L.) تحت تأثیر کودهای شیمیایی و کمپوست. نشریه علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد 11 شماره 2، صفحه344-331.

5. رضوان طلب، ن.، پیردشتی، ه. ا.، بهمنیار، م. ع.، و عباسیان، ا. 1388. ازریابی کاربرد کمپوست زباله شهری و کودهای معدنی بر عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت (سینگل کراس 704). مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی، جلد دوم، شماره اول، صفحه 90-59.

6. رنجبر، م.، قربانی، ه.، قاجارسپانلو، م. 1395. تأثیر کاربرد درازمدت کمپوست زباله شهری بر غلظت عناصر پرمصرف در خاک و گیاه برنج. به زراعی کشاورزی، جلد 18شماره4، صفحه 764-753.

7. شهبازی، ک.، بشارتی، ح. 1392. بررسی اجمالی وضعیت حاصلخیزی خاک‌های کشاورزی ایران. نشریه مدیریت اراضی، جلد 1 شماره 1 ، صفحه 15-1.

8. شریفی، م.، افیونی، م.، و خوشگفتارمنش ا. ح. 1390. اثر کاربرد لجن فاضلاب کارخانه پلی اکریل، کمپوست زباله شهری و کود گاوی بر قابلیت جذب آهن و روی در خاک و جذب آنها توسط ذرت، یونجه و گل جعفری در شرایط گلخانه. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، سال 15 شماره 56، صفحه 156-142.

9. فرجی، س.، رفیعی الحسینی، م .، و عباسی سورکی، ع. 1394. تأثیر کاربرد جداگانه و تلفیقی کودهای آلی، زیستی و شیمیایی بر برخی خصوصیات کمی و کیفی چغندرقند. به زراعی کشاورزی، جلد 17 شماره 3، صفحه 800-789.

10. فلاحی مطلق، م.، و بستانی، ع.ا. 1393. تأثیر کاربرد کمپوست زباله شهری بر غلظت آهن و منگنز در خاک و گیاه ذرت (*Zea Mays* L.). نشریه پژوهش های خاک. جلد 28 شماره 1، صفحه 329-313.

11. قیامتی، گ.، آستارایی، ع. ر.، و زمانی غ. ر. 1388. تاثیر کمپوست زباله شهری و گوگرد بر عملکرد چغندر قند و خصوصیات شیمیایی خاک .مجله پژوهش های زراعی ایران، جلد7 ، شماره1 ، صفحه 162-153.

12. طالقانی، د.د.، صادق زاده، س.، نوشاد، ح.، دهقانشعار، م.، توحیدلو، ق.، و حمدی، ف. 1385. تأثیر مقادیر مختلف کود دامی بر خصوصیات کمی وکیفی چغندرقند در تناوب زراعی گندم – چغندرقند. مجله چغندرقند، جلد 22 شماره2، صفحه 78-67.

13. مجاب قصرالدشتی، ع.، مقصودی، ع.، بهزادی، ی.، و فریدونی، م.ج. 1396. تأثیر منابع مختلف کودی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت شیرین (*Zea mays* L. saccharata). جلد 9 شماره 1، صفحه 184-171.

14. مرجوی، ع. ر. 1390. تاثیر کمپوست زباله و فاضلاب شهری بر خصوصیات شیمیایی خاک کمیت و کیفیت چغندرقند. مجله علمی و پژوهشی چغندرقند، جلد 27 شماره1 ، صفحه 83-67.

15. معماری، ع. 1382. تأثیر مقادیر مختلف کمپوست زباله شهری بر عملکرد، رشد وغلظت عناصر غذایی برخی از محصولات زراعی و خاک در تهران. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

16. Adediran, J.A., Taiwo, L.B., Akande, M.O., Sobulo, R. A., and Idowu, O. J. 2004. Application of organic fertilizer sustainable maize and cowpea yield in Nigeria. Journal of Plant Nutrition. 27: 1163-1181.

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

www.SID.ir

Archive of SID

18. Bar-Tal, A., Yermiyahu, U., Beraud J., Keinan, M., Rosenberg, R., Zohar, D., Rosen, V., and Fine, P. 2004. Nitroen, phosphorus, and potassium uptake by wheat and their distribution in soil following successive, annual **c**ompost applications. Journal of Environmental Quality. 33:1855-1865.
19. Bhattacharyya, R., Kundu, S., Prakash, V., and Gupta, H.S. 2008. Sustainability under combine application of mineral and organic fertilizers in a rainfed soybean–wheat system of the Indian Himalayas. European Journal Agronomy. 28: 33–46.
20. Black, C.A., Evans, D.D., and Dinauer, R. C.1965. Methods of Soil Analysis. Am. Soc. Agro, Madison, WI, pp. 653-708.
21. Bouyoucos, G.J.1962. Hydrometer method improved for making particle size analyses of soils. Agronomy Journa. 54(5): 464-465.
22. Buresh, R. J., Austin, E. R., and Craswell, E.T. 1982. Analytical methods in N-15 research. Fertilizer Research. 3: 37-62.
23. Chaoui, H. I., Zibilske, L. M., and Ohno, T. 2003. Effects of earthworm casts and compost on soil microbial activity and plant nutrient availability. Soil Biology and Biochemistry. 35: 295-302.
24. Eghball, B., Ginting, D., and Gilley, J. E. 2004. Residual effect of manure and compost application on maize roduction and soil properties. Agronomy Journal. 96: 442-447.
25. Erhart, E., Hartl, W., and Putz, B. 2005. Biowaste compost affects yield, nitrogen supply during the vegetation period and crop quality of agricultural crops. European Journal of Agronomy. 23: 305–314.
26. Giusquiani, P. L., Arcchini, C. M., and Businelli, M.1988. Chemical properties of soils amended with compost of urban waste. Plant and Soil Journal. 109: 73-73.
27. Hemmat, A., Aghilinategh, N., Rezainejad, Y., and Sadeghi, M. 2010. Long-term impacts of municipal solid waste compost, sewage sludge and farmyard manure application on organic carbon, bulk density and consistency limits of a calcareous soil in central Iran. Journal of Soil and Tillage Research. 108: 43–50.
28. Hargreaves, J. C., Adl, M. S., and Warman, P. R.2008. A review of the use of composted municipal solid waste in agriculture. Journal of Agriculture, Ecosystems and Environment.123: 1-14.
29. Kabil, E. M., Faize, M., Makroum, K., Assobhei, O., Rafrafi, M., Loizidou, M., and Aajjane, A. 2015. Effect of Compost Made with Sludge and Organic Residues on Soil and Sugar Beet Crop in Morocco. Jornal of Agronomy. 14 (4): 264-271.
30. Laboski, C.A.M., and Lamb, J. A. 2003. Change in soil test phosphorous concentration after application of manure of fertilizer. Soil Science Society of America Journal. 67:544-554.
31. Li, B. Y., Zhou, D. M., Cang, L., Zhang, H. L., Fan, X. H., and Qin, S.W. 2007. Soil micronutrient availability to crops as affected by long-term inorganic and organic fertilizer applications. Journal of Soil and Tillage Research. 96: 166–173.
32. McLean, E. 1982. Soil pH and lime requirement. Methods of Soil Analysis- Part2. Chemical and Microbiological properties. Agronomy Monograph, 9.2, pp. 199-224.
33. Olsen, S. R., Cole, C. V., Watanabe, F. S., and Dean, L. A. 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. U. S. Department of Agriculture Circular, pp: 939.
34. Ortiz, O., and Alkaniz, J. M. 2006. Bioaccumulation of heavy metals in Dactylis glomerata L. growing in a calcareous soil amended with sewage sludge. Journal of Bioresource Technology. 97: 545-552.
35. Page, A.L., Miller, R. H., and Keeneyy, D. R. 1982. Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties. American Society of Agronomy, Inc.Soil Science of America, Inc. Madison, Wisconsin. USA.

www.SID.ir

Archive of SID

36. Ramadass, K., and Palaniyandi, S. 2007. Effect of enriched municipal solid waste compost application on soil available macronutrients in the rice field. Archives of Agronomy and Soil Science. 53(5): 497-506.
37. Reinefeld, E., Emmerich, A., Baumgarten, G., Winner, C., and Beiss, U. 1974. Zur voraussage des melassezuckers aus rubenanalysen. Zucker. 27: 2-15.
38. Ryan, J., Estefan, G., and Rashid, A. 2007. Soil and Plant Aanalysis Laboratory Manual, Icarda, 172p.
39. Quin, B. F., and Wood, P. H. 1976. Rapid manual determination of sulfur and phosphorous in plant material. Communications in Soil Science Plant Analaysis. 7(4): 415-425.
40. Sharma, R. K., Agrawal, M., and Marshall, F. M. 2006. Heavy metal contamination in vegetables grown in wastewater irrigated areas of Varanasi, India. Bulletin Environmental Contamination and Toxicology. 77: 312–318.
41. Sharpley, A. N., McDowell, R. W., and Kleinman, P. J. A. 2004. Amounts, forms, and solubility of phosphorus in soils receiving manure. Soil Science Society of America Journal. 68: 2048- 2057.
42. Yadvinder, S., Ladha, B. S., Khind, J. K., Gupta, C. S., Meelu, R. K., and Pasuquin, O.P. 2004. Long-term effects of organic inputs on yield and soil fertility in rice–wheat rotation. Soil Science Society of America Journal. 68(3):845-853.
43. Walkley, A., and Black, I. A. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science. 37(1): 29-38.
44. Warman, P. R., Burnham, J. C., and Eaton, L. J.2009. Effects of repeated applications of municipal solid waste compost and fertilizers to three low bush blueberry fields. Journal of Scientia Horticulturae. 122: 393–398.

www.SID.ir

Archive of SID

Effects of Municipal Solid Waste Compost and Chemical Fertilizers on Quality and Quantity of Sugar Beet Yield and Concentration of Some Nutrients in Soil

J. Ghaderi[1], M. M. Tehrani, f. Hamadi and Kh. Heydari

Assistance Professor., Soil and Water Research Department, Kermanshah Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AEEO, Iran; E-mail: ghaderij@yahoo.com.
Assistant Prof., Soil and Water Research Institute, AEEO, Iran;
E-mail: mtehrani2000@yahoo.com.
Scientific Staff of Soil and Water Research Department, Kermanshah Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AEEO, Iran; E-mail: Far_hamedi@yahoo.com.
MSc of Soil Pedology, Agricultural Jihad Organization of Kermanshah Province;
E-mail: haidarikhalil@gmail.com.

Received: May, 2020 and Accepted: July, 2020

Abstract

In recent years, application of municipal solid waste compost (MSW) on the farm land has received considerable attention. This research was conducted to evaluate the influences of municipal solid waste compost (MSW) and chemical fertilizers on some nutrients concentration in soil and sugar beet yield. This field research was conducted with MSW at four levels (0, 10, 20 and 30 t ha^{-1}) and chemical fertilizers at four levels (0, farmers' conventional practice, based on soil test, and 25% lower than the soil test), using a factorial experiment based on a randomized complete blocks design with three replications, in Kermanshah region during 2014-15. Before cultivation, soil samples were taken and their characteristics were determined. At post-harvest stage, root yield and nutrients concentration (N, P, K, Fe, Zn, Mn and Cu) and soil O.C, N, P, K, Fe, Zn, Mn, Cu, Pb and Cd were measured. The results showed that between effects of different amounts of MSW and chemical fertilizers on root yield and qualitative characteristics of sugar beet (sugar content, extractable sugar, sodium, potassium, nitrogen content) and their interaction effect on root yield and sugar content was significant at 1% ($P<0.01$). The highest root yield (52.8 t ha^{-1}) was obtained with the application of 10 t ha^{-1} MSW and chemical fertilizer application based on soil test, which increased 17.2 t ha^{-1} compared to the control treatment. Also, differences between effects of various amounts of MSW and chemical fertilizers on most of the nutrients concentrations in soil were significant ($P<0.01$) and their interaction effects on the organic carbon content, concentration of Zn, Fe and Cu were significant at $P< 5\%$. The highest concentration of Zn, Fe, and Cu were observed with the application of 30 t MSW ha^{-1} and chemical fertilizer application based on farmers' conventional practice, and their differences compared to the control treatment were 0.29%, 1.67, 2.7 and 0.7 mg kg^{-1}, respectively. According to the results of this study in terms of yield, sugar content, and impurities, the combined application of 10 t ha^{-1} MSW and chemical fertilizer based on soil test is recommended.

Keywords: Sugar content; Soil test, Nitrogen; Phosphorus

[1] Corresponding author: Soil and Water Research Department, Kermanshah Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Kermanshah, Iran.

www.SID.ir