

بررسی اثرات کمپوست شهری بر خصوصیات شیمیایی  
خاک و صفات کمی و کیفی چغندر قند  
Effects of municipal compost on the soil chemical properties , quality  
and quantity of sugarbeet

علیرضا مرجوی<sup>۱</sup> و محمدرضا جهاداکبر<sup>۱</sup>

ع، ر، مرجوی و م، ر، جهاداکبر. ۱۳۸۱. بررسی اثرات کمپوست شهری بر خصوصیات شیمیایی خاک و صفات کمی و کیفی چغندر قند. چغندر قند ۱۸(۱): ۱۴-۱

### چکیده

تحقیقات به عمل آمده در خصوص اثرات کود کمپوست از منابع مختلف بر روی محصولات کشاورزی در دنیا همگی حاکی از مفید بودن آن از نظر حاصلخیزی خاک و بهبود شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک می باشد که باعث افزایش محصول و قابل کشت کردن بسیاری از نقاط غیر حاصلخیز شده است. در اکثر کشورهای دنیا کمپوست مصرفی از یک سری استانداردها و حدود مجاز عناصر، در تعیین کیفیت پیروی می کند. با وجود کارخانه کود کمپوست شهری و عدم وجود جداول استاندارد داخلی، به منظور بررسی خصوصیات کمی و کیفی کود کمپوست شهری تولید شده در کارخانه کود کمپوست اصفهان، بر روی محصول چغندر قند، این آزمایش در ایستگاه تحقیقاتی بر آن اصفهان بر روی کشت چغندر قند با تناوب گندم اجرا گردید. تیمارهای مورد مطالعه شامل سه سطح مصرف کود کمپوست صفر، ۲۵ و ۵۰ تن در هکتار و سه سطح مصرف نیتروژن خالص صفر، ۶۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار به صورت آزمایش فاکتوریل در چهار تکرار انجام گردید که در دو دوره کامل طی سالهای ۱۳۷۲ تا ۱۳۷۶ در کرت های ثابت انجام شد. نتایج حاصل از تجزیه کود کمپوست نشان داد که میزان سرب موجود در کود کمپوست از استانداردهای بعضی از کشورهای دنیا بالاتر می باشد. میزان غلظت عناصر غذایی مثل فسفر، پتاسیم، آهن، روی و مس به صورت معنی داری در خاک تیمار شده با کمپوست شهری بیشتر گردید. همچنین میزان غلظت سرب نیز در خاک مورد آزمایش افزایش پیدا کرد. بنابراین با توجه به اثرات زیان بار زیست محیطی سرب، باید به حذف و یا کاهش چشمگیر این ماده در کمپوست اقدام نمود تا این کودها قابل استفاده برای مصارف کشاورزی گردد. میزان عملکرد ریشه چغندر قند به خصوص در دوره دوم اجرای آزمایش به طور معنی داری در تیمارهای حاوی کمپوست بالاتر بود. به دلیل زیادی نیتروژن در آب آبیاری، مصرف کود ازته هیچگونه اختلاف معنی داری را طی دو دوره کاشت چغندر قند در عملکرد ریشه و قند نشان نداد. در تیمار عدم مصرف کود کمپوست، عملکرد قند به صورت معنی داری از تیمارهای مصرف کود کمپوست بالاتر بود. با توجه به نتایج

۱ - اعضای هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان

بدست آمده در این مطالعه نمی‌توان کود کمپوست را قبل از کشت چغندر قند مصرف کرد. که علت آن می‌تواند نیتروژن آزاد شده در زمان قندسازی باشد، که در دسترس گیاه قرار گرفته و موجب کاهش معنی‌دار در عملکرد قند می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: اصفهان، چغندر قند، خصوصیات خاک، کمپوست شهری، نیتروژن

## مقدمه

هوای و تولید حرارت  
بر اثر فعالیتهای  
میکروارگانیزم‌ها باشد)  
می‌توان کود کمپوست اطلاق  
کرد. محصول تولیدی باید  
عاری از عوامل بیماری‌زا و  
بذور علف‌های هرز باشد.  
اگر چه در نظر اول ممکن  
است که کمپوست‌ها با هم  
شباهت داشته باشند ولی از  
لحاظ برخی خصوصیات شیمیایی  
با هم متفاوت هستند.  
اندازه‌گیری اسیدیته، شوری،  
خصوصیات فیزیکی، بلوغ  
و پایداری از خصوصیات  
بارزی است که جهت تعیین  
کیفیت کود کمپوست به کار  
می‌رود. کودهای کمپوست در  
دنیا به طور موفقیت‌آمیزی  
روی تعداد زیادی از محصولات  
کشاورزی مورد استفاده

کمپوست تولیدی کارخانه  
کود آلی اصفهان با ظرفیت  
بالغ بر ۵۰ تن دریافت  
زباله در روز می‌تواند به  
عنوان یک منبع تولیدی  
مواد آلی جهت بهبود فقر  
غذایی اراضی کشاورزی و  
باغی استان و کشور به حساب  
آید. لذا انجام تحقیقاتی  
در خصوص کیفیت و چگونگی  
مصرف آن ضروری به نظر  
می‌رسد.

دانشمندان  
تاکنون تعاریف  
متعددی برای کمپوست  
ارائه کرده‌اند ( Jeangille,1991;  
Anon,1999). براساس یک تعریف  
ایده‌آل به هر محصولی که تحت  
فرآیند کمپوست شدن ( که  
همان به پایداری رسیدن  
ترکیبات آلی تحت شرایط

جوانه‌زنی و ماده خشک تولیدی در مقایسه با تیمار بدون کمپوست شده است (Mc Callum et al. 1998). در یک مطالعه که سه تیمار کمپوست ناشی از باقیمانده‌های کشاورزی، بدون کمپوست و کود شیمیایی که ارزش تغذیه‌ای معادل کمپوست مصرفی داشته است، در یک تناوب شش ساله گندم، ذرت و چغندر فند مصرف شد. نتایج نشان داد که تیمار کمپوست بهتر از بقیه تیمارها عمل کرده است (Baldoni, 1996). نتایج تحقیقات دیگری نشان داد که کمپوست ناشی از جن فاضلاب و کمپوست شهری می‌تواند جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی مصرف شده در چمن باشند (Sikora, 1996). نکته مهم در مورد مصرف کمپوست زباله شهری، امکان وجود فلزات سنگین در خاک و محصولات کشاورزی است. لیکن

قرار گرفته است. در نگاه اول ارزش غذایی کود کمپوست مورد نظر می‌باشد در حالی که با عرضه این کود علاوه بر جنبه‌های غذایی، ارتقاء شرایط فیزیکی و میکروبی خاک نیز تأمین می‌گردد (Robin et al. 2001). تحقیقات انجام شده در وزارت کشاورزی آمریکا نشان داد که آزادسازی نیتروژن از کود کمپوست به سرعت آزادسازی کودهای شیمیایی نمی‌باشد، به طوری که در بیشتر حالات حدود ۲۵ درصد از نیتروژن در سال اول و در سال‌های بعد تا ۱۰ درصد آن آزاد می‌گردد زیرا در جریان کمپوست شدن، نیتروژن موجود به صورت باندهای پروتئینی، میکروبی و دیگر فرم‌های آلی تبدیل می‌گردد (Sikora & Szmids, 2001). بررسی اثر کمپوست روی گندم نشان داد که کمپوست موجب افزایش

جهت بهبود خصوصیات خاک از کمپوست استفاده شده است (Alexander, 1999; Stratton et al. 2000).

با تمام صفات و خصوصیات خوبی که در کمپوست مشخص شده است این محصول باید از هرگونه خصوصیات میکروبی، شیمیایی و فیزیکی که برای محصولات کشاورزی یا خاک مضر باشند عاری باشد به عبارت دیگر این محصول آلی باید سالم و به دور از هرگونه ضرر و زیان باشد. لذا باید برای کمپوست‌های تولید شده حدود استاندارد تهیه تا با تجزیه و مقایسه محصولات، همواره آنها را در حد مرغوب نگهداری نمود. در بیشتر کشورهای صنعتی این جداول تهیه شده است که به عنوان مثال حدود مجاز کمپوست در کشور انگلستان در جدول شماره یک ارائه شده است.

در تحقیقاتی که طی شش سال با مصرف کمپوست، بر روی تن‌اوب‌گندم، ذرت و چغندر قند انجام گرفته نشان داد که عنصر روی در دانه گندم و عنصر مس در چغندر قند افزایش می‌یابد. با این حال عناصری مانند کادمیوم، کرم و نیکل هیچگونه افزایشی در محصول نشان ندادند (Cortellini, 1999). به طور کلی کمپوست می‌تواند به خوبی خصوصیات خاک را بهبود بخشد، که از جمله آنها، کاهش فرسایش، بالابردن پایداری گیاه در خاک حاوی کمپوست، به فرم آلی درآوردن فلزات سنگین و همچنین بهبود بخشیدن به فعالیت میکروبی خاک می‌باشد. در بسیاری از محلهایی که نیاز به ایجاد فضای سبز دارند مثل کارخانجات و کنار جاده‌ها،

جدول ۱- حدود مجاز عناصر موجود در کود کمپوست (Robin et al, 2001)  
**Table 1** Permitted levels of elements in compost fertilizer

استاندارد توصیه شده (mg/kg) Deviced standard	استاندارد تعدیل شده (mg/kg) Developed standard	عنصر element
0.52	1.5	(Cd) کادمیم
15.8	100	(Cr) کروم
49.5	100	(Cu) مس
100	150	(Pb) سرب
0.16	1	(Hg) جیوه
16.1	50	(Ni) نیکل
185	400	(Zn) روی
0.13%	1.5%	مجموعه شیشه - فلزات و پلاستیک Glass, metal & pelastic

- بررسی اثرات مصرف ماده آلی در کمیت و کیفیت محصول چغندر قند

- بررسی قسمتی از اثرات شیمیائی کود کمپوست بر روی خاک و گیاهان مورد کشت

- بررسی احتمال آلودگی خاک و گیاه به بعضی از فلزات سنگین ناشی از مصرف کود کمپوست.

### مواد و روشها

آزمایش در ایستگاه تحقیقاتی براآن واقع در ۳۰ کیلومتری شرق اصفهان انجام گرفت. نوع خاک مزرعه آزمایشی از لحاظ رده بندی جدید خاک، (Fine mixed thermic fluventic haplocambids) می باشد

بنابراین تمام کودهایی که به عنوان کود کمپوست تولید می شوند مفید نیستند و در استانداردهای توصیه شده باید به موارد مختلف از جمله چگونگی حاصلخیز کردن خاک، تعیین آلودگی و زیان هایی که ممکن است به محیط زیست وارد نمایند، کارا بودن وعدم ضدیت با محیط طبیعی و تعیین میزان تأثیر بر روی موجودات مفید محیط. توجه شود. (Robin et al,2001)

- بررسی مقادیر مختلف مواد آلی در تأمین عناصر کم نیاز گیاه و ایجاد شرایط مناسب جذب این عناصر

و میزان مواد آلی به روش بلک و والکی، فسفر به روش اولسن، پتاسیم به روش استات آمونیم یک نرمال و ریزمغذی‌ها به روش DTPA اندازه‌گیری شد (Dinauer et al. 1990). مقادیر تعیین شده مواد آلی با استفاده از کود کمپوست زباله شهری اصفهان در کرت‌ها برای یک بار عمل و با مصرف یک سوم میزان نیتروژن تعیین شده در کرت‌های مربوطه، به کشت چغندر قند اقدام شد. با انجام عملیات داشت و اعمال دو سوم دیگر از نیتروژن تعیین شده از منبع کود اوره در دو نوبت دیگر، اندازه‌گیری میزان تولید و مشخصات محصول صورت گرفت. پس از برداشت چغندر قند نسبت به کشت گندم در مزرعه اقدام شد و در این کشت تنها تیمارهای نیتروژن به صورت تقسیط اعمال گردید. نمونه‌برداری از خاک

(نوربخش و قیومی، ۱۳۷۰). آزمایش با سه سطح نیتروژن خالص شامل صفر، ۶۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب با علائم  $N_2, N_1, N_0$  و سه سطح کود کمپوست زباله‌های شهری از نوع ریز شامل صفر، ۲۵ و ۵۰ تن در هکتار به ترتیب با علائم  $C_2, C_1, C_0$  به صورت فاکتوریل با چهار تکرار در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و جمعاً با ۳۶ کرت آزمایشی هر کدام به مساحت ۶۰ مترمربع طی سال‌های ۱۳۷۲ تا ۱۳۷۶ به اجرا در آمد. تناوب مورد استفاده در این آزمایش به صورت چغندر قند و گندم (وارسته قدس) بود که طی دو دوره کامل کشت شد. کرت‌های آزمایشی ثابت بودند و پس از انتخاب و آماده کردن زمین از محل اجرای آزمایش چهار نمونه مرکب خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتیمتری گرفته شد سپس

آبیاری در چند نوبت به عمل آمد و همچنین به منظور بررسی میزان نیتروژن موجود در لایه‌های مختلف خاک نیم‌رخي در کرت شاهد احداث و بر منبای وجود لایه‌های مختلف در نیم‌رخ خاک نمونه‌برداری صورت پذیرفت. موارد تجزیه آب شامل هدایت الکتریکی، اسیدیت، کربنات، بی‌کربنات، کلر، سولفات، کلسیم و منیزیم و نیتروژن نیتراتی بود (Clesceri et al. 1989).

### نتایج و بحث

میانگین تجزیه چهار نمونه خاک که قبل از اجرای آزمایش به صورت مرکب برداشت شده در جدول شماره دو آمده است.

محل آزمایش انجام و اندازه‌گیری‌های لازم صورت گرفت. مرحله دوم آزمایش با اعمال تیمارهای کود آلی کمپوست شهری در کرت‌های ثابت برای بار دوم از اوایل فروردین ماه و سپس کشت چغندر قند در اردبیشهت ماه همان سال به اجرا در آمد که مجدداً اعمال تیمارهای نیتروژن به صورت تقسیط و نمونه‌برداری‌های لازم از محصول و خاک محل آزمایش و سپس کشت گندم و اعمال تیمارهای نیتروژن به صورت تقسیط انجام گرفت، همچنین نمونه‌برداری از محصول و خاک محل آزمایش و تجزیه نمونه همانند مرحله قبل صورت پذیرفت. در طول دوره آزمایش نمونه‌برداری از آب

جدول ۲ - میانگین نتایج تجزیه چهار نمونه خاک اولیه قبل از اجرای آزمایش

**Table 2** Average data of 4 initial soil samples analyses

عمق	کربن آلی	نیترو	مدایت الکتریکی	اسید باف	فسف پتا	آهن روی	مس	منگ	کاد	سرب
-----	----------	-------	----------------	----------	---------	---------	----	-----	-----	-----

Pb mg/kg	میم Cd mg/kg	نز Mn mg/kg	Cu mg/kg	Zn mg/kg	Fe mg/kg	سیم K mg/kg	ر P mg/kg	ت Textur	پته pH	کی EC dS/m	ژن N %	OC %	Depth (cm)
-	0.4	6.1	3.48	1.78	7.3	273	15	SiCL	7.5	5	0.093	0.87	0-30

می‌باشد. لیکن میزان سرب موجود در کمپوست با توجه به میزان مصرف ۲۵ و ۵۰ تن در هکتار، بیشتر از استان‌های تعیین شده بعضی از کشورهای می‌باشد (Daivis et al. 1990)، که جای بحث و تعمق بیشتری دارد. نتایج حاصل از عملکرد ریشه چغندر قند در دوره اول و دوم اجرای آزمایش به ترتیب در جداول شماره چهار و پنج ارائه شده است.

تعدادی از خصوصیات شیمیایی کود کمپوست شهری که در ابتدای کشت چغندر قند طی دو دوره آزمایش مورد استفاده قرار گرفت در جدول شماره سه آمده است. همان طور که مشاهده می‌شود علاوه بر میزان مواد آلی بالا در کود کمپوست، عناصر غذایی میکرو و ماکرو مورد نیاز گیاه نیز اکثراً در مقادیر بالایی ظاهر شده‌اند که از مزایای کود کمپوست



جدول ۳ - میزان عناصر موجود در کود کمپوست شهری استفاده شده طی دو دوره آزمایش

**Table 3** Elements analysis of consumed compost in study periods

عنصر element	کربن آلی OC %	نیتروژن N %	پتاسید K %	سدیم Na %	کلسیم Ca %	منیزیم Mg %
دوره اول (first period)	18.6	1.79	0.68	0.7	5.1	1.18
دوره دوم (second period)	19.1	1.91	1.15	0.6	4.5	1

  

عنصر element	فسفر P mg/kg	آهن Fe mg/kg	منگند ز Mn mg/kg	روی Zn mg/kg	مس Cu mg/kg	سرب Pb mg/kg	کادمیوم Cd mg/kg
دوره اول (first period)	2857	9549	315	500	53	90	0.6
دوره دوم (second period)	5100	7980	188	264	72	390	0

جدول ۴ - میانگین عملکرد ریشه چغندر قند برای تیمارهای مختلف در آزمایش اول

**Table 4** Average root yield of different treatments in first experiment

میانگین Average	C <sub>2</sub> 50	C <sub>1</sub> 25	C <sub>0</sub> 0	کود کمپوست compost (T/ha) نیتروژن N (Kg/ha)
a 55	53.5	58	53.4	N <sub>0</sub> (0)
a 53.7	57.1	57.7	46.4	N <sub>1</sub> (60)
a 59.5	60.5	58.5	59.6	N <sub>2</sub> (120)
56.1	57a	58.1a	53.1a	میانگین

جدول ۵ - میانگین عملکرد ریشه چغندر قند برای تیمارهای مختلف در آزمایش دوم

**Table 5** Average sugarbeet yield of different treatments in second study period

میانگین Average	C <sub>2</sub> 50	C <sub>1</sub> 25	C <sub>0</sub> 0	کود کمپوست compost (T/ha) نیتروژن N (Kg/ha)
41.2 a	44.5	42.6	36.5	N <sub>0</sub> (0)

41.6a	43.5	40.3	40.8	N <sub>1</sub> (60)
44.1a	45.3	45.4	41.6	N <sub>2</sub> (120)
42.3	44.4a	42.8ab	39.7b	میانگینAverage

جدول ۴ نشان داد که میانگین تیمارهای نیتروژن در هیچکدام از سطوح مصرفی معنی‌دار نمی‌باشند. همچنین میانگین سطوح کود کمپوست بر عملکرد ریشه چغندر قند معنی‌دار نبود. با عرضه مجدد تیمارهای کمپوست شهری نشان داده شد که سطح صفر (C<sub>0</sub>) کود کمپوست نسبت به سطح پنجاه تن در هکتار، دارای اختلاف معنی‌دار شد ولی همچنان سه سطح تیمارهای نیتروژن اختلاف معنی‌داری از خود نشان ندادند (جدول ۵). علت آن احتمالاً "قابل جذب شدن عناصر موجود در کود کمپوست تا زمان برداشت

محصول می‌باشد در آزمایش اول صفات کیفی چغندر قند اندازه‌گیری نشد. در آزمایش دوم صفات کیفی چغندر قند نیز اندازه‌گیری شد. بر اساس نتایج ارائه شده در جدول شماره ۶ تأثیر کمپوست مصرفی بر صفات کمی و کیفی چغندر قند در آزمایش دوم معنی‌دار بود. ولی نیتروژن مصرفی (به غیر از نیتروژن مضر) بر سایر صفات کمی و کیفی چغندر قند تأثیر نداشت. اثر متقابل نیتروژن در کمپوست به غیر از عملکرد ریشه و نیتروژن مضر بر سایر صفات کیفی چغندر قند تأثیر نداشت.

جدول ۶ - میانگین مربعات تیمارهای نیتروژن و کمپوست در آزمایش دوم

**Table 6** Mean of square of Nitrogen & Compost treatments in second experiment

Alometry index	Top yield	N <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	SY	Sc	Root yield	Df	Treatment
شاخص آلومتری	عملکرد اندام هوایی	ازت مضر	پتاسیم	سدیم	عملکرد رد قند	درصد قند	عملکرد ریشه	درجه آزادی	تیمار

0.049	26.51	0.46	0.37	3.15	0.59	2.70	62.93	3	Replication تکرار
0.094*	832**	2.19**	0.29	178* *	19**	227**	482.16**	2	Comopst کمپوست
0.016	87.29	1.37*	0.26	6.91	0.33	0.18	16.97	2	Nitrogen نیتروژن
0.037	15.97	0.89*	0.42	2.18	0.63	1.91	58.77**	4	C X N نیتروژن x
0.024	38.44	0.33	0.47	4.45	0.73	2.49	16.19	24	کمپوست Error اشتباه

\* و \*\* معنی دار بودن در سطح احتمال پنج و یک درصد  
\* , \*\* Significant at 5% & 1% level respectively  
+ میلی اکی والان گرم چغندر قند  
+ miliequivalan gream/per 100gr beet

جدول ۷ - مقایسه میانگین تیمارهای نیتروژن در آزمایش دوم  
**Table 7** Comparison of treatments means of Nitrogen in second experiment

Alometry index شاخص آلومتری	Top yield عملکرد اندام هوایی Ton/ha	N* ازت مضر	K* پتاسید م	NA* سدیم	SY عملکرد رد قند Ton/ha	Sc درصد قند (%)	Root yield عملکرد ریشه Ton/ha	Treatment تیمار
1.14	38.09	1.45	6.64	10.11	2.83	7.34	42.78	0
1.09	41.49	1.48	6.91	10.37	3.12	7.29	44.85	60
1.07	43.42	2.05	6.67	11.54	3.11	7.11	44.82	120
NS	NS	0.48	NS	NS	NS	NS	NS	LSD 5%

\*= میلی اکی والان گرم در یکصد گرم چغندر قند  
 miliequivalan gram/per 100gr beet

کود کمپوست، سدیم ریشه به صورت معنیداری افزایش یافت که نشان دهنده افزایش ناخالصی در ریشه بود. با افزایش مصرف کمپوست عملکرد اندام هوایی به صورت معنیدار افزایش یافت، در حالی که ضریب آلومتری (عملکرد اندام هوایی/عملکرد ریشه) کاهش یافت. این موضوع نشان داد که با افزایش مصرف کمپوست عملکرد اندام هوایی بیشتر از ریشه افزایش می یابد. در حالی که ناخالصی های ریشه افزایش و عملکرد قند کاهش می یابد.

بر اساس جدول شماره هشت عملکرد ریشه چغندر قند در دوره دوم اجرای آزمایش با سطح ۵۰ تن در هکتار کود کمپوست شهری نسبت به شاهد دارای اختلاف معنی دار بود. با افزایش مصرف کود کمپوست درصد قند به صورت معنی دار کاهش یافت. اختلاف معنی داری بین سطوح مصرف ۲۵ و ۵۰ تن کود کمپوست در هکتار مشاهده نشد و عملکرد قند با افزایش مصرف کمپوست به صورت معنی دار کاهش یافت. عدم مصرف کمپوست به صورت معنی داری عملکرد قند را افزایش داد، همچنین با مصرف

جدول ۸ - مقایسه میانگین تیمارهای کمپوست در آزمایش دوم  
**Table 8** Comparison of treatments means of Compost in second experiment

Alometry index شاخص آلومتری	Top yield عملکرد اندام هوایی Ton/ha	N* نیتروژن مضر	K* پتاسیم	NA* سدیم	SY عملکرد رد قند Ton/ha	Sc درصد قند %	Root yield عملکرد ریشه Ton/ha	Treatment تیمار ton/ha
1.16	32.34	2.15	6.56	6.22	4.47	12.24	36.85	0
1.14	41.72	1.44	6.81	12.90	2.46	5.14	47.33	25
1.00	48.94	1.39	6.85	12.89	2.13	4.36	48.28	50
0.13	5.22	0.48	NS	1.78	0.72	1.33	3.39	LSD 5%

\* میلی اکی والان گرم در یکصد گرم چغندر قند  
 miliequivalan gram/per 100gr beet

چغندر قند مناسب نمی باشد. زیرا نیتروژن آزاد شده در آخر فصل رشد در دسترس گیاه قرار می گیرد و با فعال شدن رشد گیاه درصد قند کاهش می یابد و ناخالصی های ریشه افزایش می یابد.

نتیجه غیر قابل پیش بینی، عدم معنی دار شدن سطوح عرضه نیتروژن خالص در دوره های اول و دوم و محصولات کشت شده بود. به منظور بررسی علت موضوع در پایان دوره های آزمایش در یکی از کرت های تیمار شاهد (C<sub>0</sub> N<sub>0</sub>) نیمرخی از خاک احداث شد و بر اساس لایه های که در افق خاک وجود داشت تا عمق

همانگونه که ملاحظه شد در اولین عرضه کود کمپوست هیچگونه اختلاfi از لحاظ آماری بین سطوح کمپوست عرضه شده در عملکرد ریشه چغندر قند دیده نشد (جدول ۴). با گذشت زمان و کاشت گندم بین سطوح صفر و ۵۰ تن در هکتار اختلاف معنی دار در عملکرد ریشه مشاهده شد این حالت برای محصول چغندر قند در دوره بعد (جدول ۵) همچنان حفظ شد. با توجه به کاهش درصد قند که با مصرف کود کمپوست مشاهده شد به این نتیجه می رسیدیم که زمان مصرف کود کمپوست برای عملکرد قند

۱۶۰ سانتیمتری اقدام به نمونه برداری شد و سریعاً جهت تجزیه نیتروژن نیتراتی به آزمایشگاه منتقل شد. نتایج حاصله در جدول شماره نه آمده است.

جدول ۹ - نتایج نیتروژن نیتراتی از نیمرخ احداث شده در تیمار شاهد برحسب میلی‌گرم در کیلوگرم خاک

**Table 9** The amount of N-NO<sub>3</sub> in genetic layers of representative treated plot soil (mg/kg)

حد بحرانی Critical level (Szmidt, RAK 1999)	125-160	70-125	15-70	0-15	عمق depth(cm)
22	2.3	1.9	4.9	14.4	N- No <sub>3</sub>

با توجه به جدول شماره نه در هیچکدام از عمق‌های مورد تجزیه، نیتروژن نیتراتی بالاتر از حد بحرانی نیتروژن نیتراتی در خاک نمی‌باشد. شاید به توان علت بالا بودن نیتروژن نیتراتی در عمق ۰-۱۵ را به وجود میزان بیشتر مواد آلی خاک در لایه سطحی نسبت به لایه‌های پائین‌تر نسبت داد. میانگین نتایج تجزیه آب در طول دوره‌های آزمایش در جدول ۱۰ ارائه شده است.

جدول ۱۰ - میانگین تجزیه آب آبیاری مورد استفاده در طول دوره های آزمایش

**Table 10** Average of water analysis in investigation period

N-NO3 نیترژن ن نیترات ی میلیگ رم در لیتر mg/l	meq/l										
	نسبت جذب سدیم SAR	مجموع کاتیونها sum cation	سدیم Na	کلسیم و منیزیم Ca+Mg	مجموع آنیونها sum Anion	سولفات SO <sub>4</sub>	کلر Cl	بیکربنات HCO <sub>3</sub>	کربنات CO <sub>3</sub>	اسید دیته PH	EC*10 <sup>6</sup>
12.5	4.8	42	17	25	40	16.2	21	2.8	-	7.3	3660

منطقه می‌تواند دلیلی برای عدم معنی دار شدن تیمارهای مختلف نیترژن در این آزمایش باشد.

پس از دو مرحله کوددهی کمپوست و کشت تناوب‌های پیش‌بینی شده مجدداً از خاک محل اجرای آزمایش به تفکیک تیمارها و تکرارها نمونه برداری گردید که میانگین کلی نتایج در جدول شماره یازده خلاصه شده است. بر اساس جدول شماره ۱۱ به غیر از کادمیوم و منگنز در بقیه موارد کود کمپوست توانسته است میزان عناصر مورد نظر را به طور معنی‌داری افزایش دهد که این موضوع در خصوص

همانگونه که از جدول شماره ۱۰ مشخص می‌گردد. میزان نیترژن نیتراتی موجود در آب آبیاری، ۱۲/۵ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد با توجه به اینکه میزان آب عرضه شده برای کشت چغندر قند در طول یک سال زراعی چیزی حدود ۱۴۰۰۰ مترمکعب در هکتار می‌باشد برآورد میزان نیترژن خالص دریافتی توسط آب آبیاری  $10^6 \times 175$  میلی‌گرم خواهد بود، که این میزان معادل ۱۷۵ کیلوگرم نیترژن خالص و معادل ۳۸۰ کیلوگرم کود اوره برای یک هکتار می‌باشد. وجود میزان بالای نیترژن در آب آبیاری

کردن از این کود به شکل فعلی آن باشد. جهت ارزیابی همگنی واریانس‌های دو دوره اجرای طرح، به منظور تجزیه واریانس مرکب آزمون همگونی واریانس‌ها (بارتلت) برای دو دوره آزمایش صورت گرفت که واریانس‌های دو دوره همگون بودند. در نتیجه اقدام به تجزیه مرکب طی دو دوره شد که نتایج آن در جدول شماره ۱۲ ارائه شده است.

عناصر ماکرو و میکرو موردنیاز گیاه می‌تواند از مزایای این کود تلقی شود ولی آنچه جای بحث و تعمق بیشتری دارد افزایش معنی‌دار غلظت کل سرب می‌باشد. این میزان گرچه از لحاظ استانداردهای منابع خارجی فاصله زیادی با میزان‌های بحرانی دارد (Davis et al. 1990). ولیکن عرضه مداوم این کود و عدم شستشوی این عنصر از افق‌های سطحی می‌تواند خطر جدی در راستای استفاده



جدول ۱۱- میانگین کلی غلظت قابل دسترس عناصر اندازه‌گیری شده در عمق ۰-۳۰ سانتیمتری خاک پس از دو مرحله کوددهی کمپوست بر حسب میلی‌گرم در کیلوگرم

**Table 11** measured total element availability in 0-30 cm of soil after two period of supplying compost (mg/kg)

نیتروژن خالص ( کیلوگرم در هکتار) pure N (kg/ha)			کمپوست ( تن در هکتار) compost (t/ha)			تیمار treatment
120	60	0	50	25	0	عنصر element
9.9a	9.1a	10.2a	13.4a	9.3b	6.5c	P (فسفر)
227.1a	222.1a	227.1a	238.3a	222.5b	215.4b	K (پتاسیم)
7.4a	7.5a	7.6a	9.2a	7.7b	5.6c	Fe (آهن)
3.3a	3a	3a	4.7a	3.3b	1.4c	Zn (روی)
2.5a	2.4a	2.3a	3.1a	2.5b	1.6c	Cu (مس)
6.1a	6.2a	6.9a	6.9a	6.1a	6.1a	Mn (منیزیم)
3.1a	3a	2.9a	3.9a	3b	2c	Pb (سرب)
0.04a	0.04a	0.04a	0.04a	0.04a	0.04a	Cd (کادمیوم)

مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن صورت پذیرفته است تفاوت اعدادی که حداقل یک حرف مشترک داشته باشند از لحاظ آماری معنی‌دار نیست

Numbers with same symbols are not significant

صورتی که عناصر سنگین در حد قابل قبولی در این کود کاهش پیدا کند باید زمان مصرف این کود در تناوب قبل از چغندر قند نباشد تا در زمان قندسازی نیتروژن اضافی در دسترس گیاه قرار نگیرد و موجب کاهش عملکرد قند در چغندر قند نگردد.

با توجه به جدول شماره ۱۲ بین دو سال آزمایش اختلاف معنی‌دار وجود دارد. کود کمپوست مصرفی در دو دوره آزمایش ایجاد اختلاف معنی‌دار در عملکرد ریشه نموده است (جدول ۱۲ و ۱۳). بر اساس نتایج این آزمایش در

جدول ۱۲- تجزیه واریانس مرکب عملکرد ریشه چغندر قند طی دو دوره کشت

Table 12 combined anova for sugarbeet Root yield

Mean square میانگین مربعات	Df درجه آزادی	S.O.V منابع تغییرات
2553.8*	1	سال Year
83.96	6	خطای الف Error a
470.18**	2	کمپوست Compost
91.93	2	نیترژن Nitrogen
50.83	2	کمپوست x سال Compost x year
91.93	2	نیترژن x سال Nitrogen x year
50.87	4	کمپوست x نیترژن Compost x Nitrogen
64.07	4	x کمپوست x سال نیترژن Compost x Nitrogen x year
34.17	48	خطای ب Error b

\* و \*\* به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد  
\*, \*\* Significant at 5% & 1% level respectively

جدول ۱۳- مقایسه میانگین عملکرد ریشه چغندر قند در تیمارهای مختلف کمپوست طی دو دوره آزمایش

Table 13 Comparision of means of root yield in different compost treatments in two experiment

50	25	0	Compost (T/ha) کود کمپوست
52.64 a	52.68 a	44.9 b	Root Yeild(T/ha) عملکرد ریشه

کشورهای دنیا بالاتر می‌باشد. میزان غلظت عناصر غذایی مثل فسفر، پتاسیم، آهن، روی و مس به صورت معنی‌داری در خاک تیمار شده

نتایج حاصل از تجزیه کود کمپوست در اصفهان نشان داد که میزان سرب موجود در این کود از استان‌های بعضی از

اختلاف معنیداری را طی دو دوره کاشت چغندر قند در عملکرد ریشه و قند ایجاد نکرد. در تیمار عدم مصرف کود کمپوست، عملکرد قند به صورت معنیداری از تیمارهای مصرف کود کمپوست بالاتر بود.

با توجه به نتایج بدست آمده در این مطالعه نمی‌توان کود کمپوست تولیدی تازه را قبل از کشت چغندر قند مصرف کرد. که علت آن می‌تواند آزاد شدن نیتروژن در زمان قند سازی باشد، که در دسترس گیاه قرار می‌گیرد و موجب کاهش معنی‌دار در عملکرد قند می‌گردد.

با کمپوست شهری بیشتر از سایر تیمارها بود. بنابراین با توجه به اثرات زیان بار زیست محیطی سرب، باید به حذف و یا کاهش چشمگیر این ماده در کمپوست اقدام نمود تا این کود قابل استفاده برای مصارف کشاورزی گردد. میزان عملکرد ریشه چغندر قند در دوره دوم اجرای آزمایش بطور معنیداری در تیمارهای حاوی کمپوست بالاتر بود. ولیکن درصد قند این تیمارها نیز به صورت معنیداری کاهش یافت. به دلیل زیادی نیتروژن در آب آبیاری، مصرف کود نیتروژنه هیچگونه

## منابع مورد استفاده

## References

- نوربخش، ف. و ح. قیومی. ۱۳۷۰. گزارش مطالعات تفضیلی خاکشناسی و طبقه بندی اراضی ایستگاه های تحقیقاتی استانهای اصفهان و چهارمحال بختیاری. نشریه فنی شماره ۸۱۳ مؤسسه تحقیقات خاک و آب؛ تهران. ایران
- Alexander R(1999)Compost markets grow with environmental application. Biocycle 4,43-48
- Anon (1999)Report of the National waste strategy for scotland – Composting Task Group
- Baldoni g et al (1996) The influence of compost and sewage sludge on agricultural crops.In: De Bertoldi et al.(Edits). The science of composting.Pub.Blackic, London.430-438
- Clesceri LS, Greenberg AE, Rhodes Trussell AE (1989) Standard methods for the examination of water and wastewater.American public health association
- Cortellini L et al (1999) Effects of content of organic matter, nitrogen and heavy metals in plants after application of compost and sewage sludge In: De Bertoldi et al.(Edits).The science of composting.Pub. Blackie, London,457-468
- Davis DB, Eagleand DJ, Finney JB (1990) Soil management . Farming prees.PP: 257
- Dinauer RC, Gates KE, Buxton DR(1990) Methods of soil analysis partII . American Society of Agronomy, Inc.soil science society of american, Inc
- Jeangille P(1991)Substrata for horticulture in subtropical and tropical regions. Pub. FAO
- Mc Callum KR, Keeling AA, Beckwith CP, Kettlewell PS(1998) Effects of greenwaste compost on spring wheat emergence and early growth. Acta Horticulture 467 313-318
- Robin AK Szmidt, Andrew, Dickson W(2001) Use of compost in agriculture, Frequently Asked Questions(FAQs) . Remade scotland
- Sikora L, Szmidt (2001) Nitrogen sources, mineralization rates and plant nutrient benefits from compost. In:Stoffella at al.(Edits). Compost utilization in horticultural cropping systems. Pub. CRC Press
- Sikora LJ(1996)Effect of compost-fertilizer blends on crop growth. In DeBertoldi et al.(Edits).The Science of Composting. Pub. Blackie, London. 447-456
- Stratton ML, Barker A, Ragsdale J(2000)Sheet composting overpowers weeds in restoration project. Biocycle 4, 57-59

Szmidt RAK(1997)Principles of composting .TN446. pub. SAC

Szmidt RAK(1999)Report of the National waste strategy for scotland. Compostiong Task  
Group