

واکنش چغندر قند از نظر عیار و صفات مورفولوژیک به تغذیه تحت آبیاری با پساب

The effects of wastewater irrigation on sugar content and morphological traits of sugar beet (*Beta Vulgaris* L.)

الهه احمدپور دهکردی^۱ و محمود رضا تدین^{۲*}

تاریخ دریافت: ۹۳/۳/۲۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۱/۱۳

۱. احمدپور دهکردی و م.ر. تدین. ۱۳۹۴. واکنش چغندر قند از نظر عیار و صفات مورفولوژیک به تغذیه تحت آبیاری با پساب. چغندر قند، ۳۱(۱): ۴۷-۳۳

چکیده

به منظور بررسی واکنش گیاه چغندر قند از نظر عیار قند و صفات مورفولوژیک به مدیریت تغذیه تحت آبیاری با پساب، آزمایشی به صورت کرت‌های یکبار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهردار کرد به اجرا درآمد. کرت‌های اصلی شامل سه مرحله ۱- آبیاری چغندر قند با پساب شهری در مرحله دو تا چهار برگگی ۲- آبیاری با پساب شهری در مرحله هشت تا ۱۲ برگگی و ۳- آبیاری با آب معمولی (شاهد) و کرت فرعی شامل چهار تیمار کودی: کود گوسفندی، کمپوست بستر قارچ، کود شیمیایی و بدون کود (شاهد) بود. نتایج نشان داد استفاده از پساب در مرحله هشت تا ۱۲ برگگی به طور معنی‌داری موجب افزایش وزن تک ریشه، وزن تر اندام هوایی، طول و قطر ریشه در مقایسه با آب معمولی گردید. اما غلظت عناصر مس و منگنز در اندام هوایی، عیار قند و شکر قابل استحصال تحت تأثیر تیمارهای آبیاری قرار نگرفتند. در حالی که اثرات تیمارهای کودی بر این صفات معنی‌دار بودند. در بین تیمارهای کودی بیشترین وزن تک ریشه، وزن تر اندام هوایی، طول و قطر ریشه به تیمار کود گوسفندی و تیمار آبیاری با پساب در مرحله هشت تا ۱۲ برگگی اختصاص داشت.

واژه‌های کلیدی: پساب شهری، چغندر قند، طول ریشه، عناصر کم مصرف، کمپوست بستر قارچ.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه شهردار کرد

۲- دانشیار گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه شهردار کرد * - نویسنده مسئول mrtadayon@yahoo.com

مقدمه

یکی از جنبه‌های مهم دستیابی به توسعه پایدار در کشورهای مناطق خشک و نیمه‌خشک، برنامه‌ریزی و اعمال مدیریت حفاظتی جهت استفاده بهینه از منابع آب متعارف و نامتعارف می‌باشد. در این راستا، استفاده از پساب تصفیه‌خانه‌های فاضلاب، به‌عنوان یک منبع بازیابی شده و جایگزین آب کشاورزی می‌تواند فشار وارده بر منابع آب سطحی و زیرزمینی را کاهش داد. پیامدهای ناشی از بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب را تحت تأثیر قرار دهد (Keremane and McKay 2007). از آنجایی که پساب جزء منابع غیرمتعارف آب محسوب می‌شود، کاربرد آن در کشاورزی نیازمند مدیریت ویژه است. پساب شهری منبع غنی از عناصر غذایی برای رشد گیاه محسوب می‌شود (Weinberg *et al.* 2004). در مورد پساب تحقیقات زیادی انجام شده است ولی نکته حائز اهمیت آن است که اطلاعات این تحقیقات برای سایر کشورها کاملاً مشابه و قابل استفاده نیست به طوری که محققان اروپایی و آمریکایی اعلام نموده‌اند که در مورد پساب در هر منطقه باید مطالعات دقیق محلی انجام گیرد.

تغذیه صحیح گیاهان زراعی نقش کلیدی در افزایش چشمگیر تولید و عرضه غذا دارد. پسماندهای آلی به‌عنوان یکی از ارکان مهم باروری خاک محسوب می‌شوند و نقش مهمی در بهبود ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی و در نهایت حاصل‌خیزی و باروری خاک ایفا می‌کنند (Karmaka *et al.* 2007). کودهای آلی، شامل انواع کودهای دامی، بقایای گیاهی، انواع کمپوست و سایر ترکیبات آلی اضافه شده به خاک هستند. کمپوست بستر قارچ (Spent Mushroom Compost (SMC)) به بقایای باقی مانده بستر پرورش قارچ اطلاق می‌شود. در فرآیند تولید قارچ خوراکی SMC به‌طور معمول به‌صورت

ضایعات دور ریخته می‌شود و می‌تواند مشکلات محیط زیستی بسیاری را ایجاد نماید. بدین جهت تولیدکنندگان قارچ، اغلب به دنبال راه‌هایی برای نحوه مصرف این ضایعات هستند (Jordan *et al.* 2008). با توجه به حجم بالای ضایعات و پسماندهای بستر پرورش قارچ، کمپوست بستر قارچ می‌تواند به‌عنوان کود آلی در تولید گیاهان زراعی مورد استفاده قرار گیرد.

کاربرد فاضلاب‌های پالایش شده در آبیاری کشت‌زارها، بسته به ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی آن می‌تواند برخی از ویژگی‌های خاک و گیاهان زراعی را دگرگون سازد. در مطالعه‌ای به‌منظور بررسی تأثیر کمپوست زباله شهری و لجن فاضلاب بر خصوصیات شیمیایی خاک، کمیت و کیفیت چغندر قند مشاهده شد که مصرف کودهای آلی به‌صورت معنی‌داری عملکرد ریشه چغندر قند را افزایش داده، اما درصد قند را کاهش می‌دهد (Margavi and Gahad Akbar 2011). در بررسی تأثیر آبیاری با پساب فاضلاب بر ویژگی‌های خاک و عملکرد گیاهان شبدر برسیم، نخود و گندم مشاهده شد که استفاده از پساب فاضلاب همراه با کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم در مقایسه با کاربرد آب‌های زیرزمینی و کود سبب بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و همچنین افزایش عملکرد گیاهان زراعی گردید (Singh *et al.* 2012). در پژوهشی به‌منظور بررسی اثر کمپوست بستر قارچ بر کیفیت و تولید خیار تحت شرایط گلخانه‌ای، پیشنهاد نمودند که این کمپوست به‌عنوان یک منبع ماده آلی باعث افزایش رشد میوه و عملکرد خیار شده است (Polat *et al.* 2009). در مطالعه‌ای به‌منظور ارزیابی غلظت عناصر آهن، روی، مس و منگنز در سبزی‌های آبیاری شده با پساب، مشاهده شد که بیشترین غلظت آهن و منگنز در نعنای و اسفناج و بیشترین غلظت روی و مس در هویج مشاهده

عامل آبیاری چغندر قند در سه مرحله شامل: ۱- آبیاری با پساب شهری در مرحله دو تا چهار برگی چغندر قند در سه نوبت ۲- آبیاری با پساب شهری در مرحله هشت تا ۱۲ برگی چغندر قند در چهار نوبت و ۳- آبیاری با آب معمولی (شاهد) در کرت‌های اصلی قرار گرفتند. عامل مدیریت کود در چهار تیمار شامل: مصرف کود گوسفندی، مصرف کمپوست بستر قارچ، مصرف کود شیمیایی براساس توصیه آزمون خاک و نیاز چغندر قند و میزان تجمع این عناصر در گیاه (Malakoti et al. 2000) شامل نیتروژن از منبع اوره (۲۵۰ کیلوگرم در هکتار)، سولفات روی (۱۰ کیلوگرم در هکتار)، سولفات مس (۱۰ کیلوگرم در هکتار)، سولفات آهن (۳۰ کیلوگرم در هکتار)، سولفات منگنز (۱۵ کیلوگرم در هکتار)، بر (۲۰ کیلوگرم در هکتار) و بدون کود (تیمار شاهد) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. در تیمارهایی که در آن‌ها کود گوسفندی و کمپوست به کار برده شدند، میزان کاربرد کود گوسفندی و کمپوست براساس معادل عناصر غذایی در تیمار کود شیمیایی محاسبه و مصرف گردیدند. میزان نیتروژن قابل دسترس کود گوسفندی، معادل ۵۰ درصد نیتروژن کل آن و میزان نیتروژن قابل دسترس کمپوست، معادل ۳۰ درصد نیتروژن کل آن در نظر گرفته شدند (Van Kessel and Reeves 2002). به عبارت دیگر، براساس نیاز گیاه چغندر قند و نتایج آزمون خاک به ازای ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره، ۲۳ تن در هکتار کود گوسفندی و ۲۹ تن در هکتار کمپوست بستر قارچ براساس رطوبت صفر درصد در کودهای مصرفی بوده است که با توجه به رطوبت ۱۰ درصدی کمپوست و کود گوسفندی، مقادیر به کار برده شده در مزرعه به ترتیب ۳۱/۹ تن در هکتار برای کمپوست و ۲۵/۳ تن در هکتار برای کود گوسفندی بوده است. به منظور تعیین کیفیت پساب و آب مورد استفاده، قبل از آبیاری مزرعه، نمونه برداری از پساب شهری و آب چاه انجام و تجزیه گردید (جدول ۳). جهت فراهم

گردید. اگرچه مقادیر این عناصر زیر حد مجاز بود (Arora et al. 2008). در بررسی برهمکنش اثر آبیاری با پساب شهری و کودهای معدنی در کشت گندم بیان شد که بیشترین عملکرد از تیمار آبیاری با ۷۵ درصد پساب تحت تیمار کود شیمیایی به دست آمد (Mojid et al. 2012). در آزمایشی گزارش شد که کاربرد کمپوست و کودهای آلی به طور برجسته‌ای رشد اندام هوایی چغندر لبوبی را افزایش داد و همچنین باعث افزایش میزان جذب فسفر و پتاسیم شد (Walker and Bernal 2008).

با توجه به بروز خشکسالی‌های اخیر در کشور و محدودیت ناشی از تأمین آب جهت تولید گیاهان زراعی و افزایش تولید پسماندهای آلی، هدف این پژوهش تعیین واکنش عیار قند و صفات مورفولوژیک چغندر قند به مدیریت تغذیه تحت آبیاری با پساب بوده است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به منظور بررسی واکنش عیار قند و صفات مورفولوژیک چغندر قند به مدیریت تغذیه تحت آبیاری با پساب، در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد (عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۲۱ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۴۹ درجه شرقی و ارتفاع ۲۰۵۰ متر از سطح دریا) در سال زراعی ۱۳۹۲ به اجرا درآمد. قبل از کاشت، نمونه مرکبی از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری خاک مزرعه تهیه و جهت تعیین برخی ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک تجزیه گردید (جدول ۱). همچنین در آزمایشگاه برخی خصوصیات کمپوست بستر قارچ و کود گوسفندی مصرفی تعیین شدند (جدول ۲). این آزمایش، به صورت کرت‌های یک بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید.

پساب شهری از محل تصفیه‌خانه فاضلاب شهر کرد تأمین گردید. به منظور تعیین وزن تر اندام‌هوایی، وزن تک ریشه، طول و قطر ریشه چغندر قند در هنگام برداشت، با حذف دو ردیف کناری یک متر حاشیه از بالا و پایین کرت، از چهار ردیف وسط هر کرت نمونه‌برداری صورت گرفت. سپس نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل و صفات مورد نظر اندازه‌گیری شدند. آنگاه نمونه‌ها در آون در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد خشک شدند و به آزمایشگاه آب و خاک مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان منتقل و برخی عناصر غذایی در اندام هوایی تعیین گردید.

داده‌های حاصل از آزمایش با نرم‌افزار آماری SAS و MSTAT-C آنالیز و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) ارزیابی شدند. نمودارها و جداول مربوطه با استفاده از نرم‌افزار Excel ترسیم گردیدند.

نمودن بستر مناسب برای کشت چغندر قند، زمین مورد نظر توسط گاو آهن برگردان‌دار شخم و پس از آن دیسک زده شد. پس از ایجاد جوی و پشته‌ها با دستگاه فاروئر و پیاده کردن نقشه آزمایش در زمین، تیمارهای کودی اعمال گردیدند به طوری که کود دامی، کمپوست و کودشیمیایی به صورت نواری در شیار ایجاد شده در وسط هر پشته در عمق هفت سانتی‌متری قرار داده شده و سپس با خاک پوشانیده شدند. یک سوم کود نیتروژن در تیمار مورد نظر، همزمان با کاشت و دو سوم دیگر به صورت سرک پس از تنک کردن (۲-۴ برگه) و وجین علف‌های هرز در دو مرحله به کار برده شد (Noshad et al. 2012). بذر چغندر قند مونوژرم در کرت‌هایی به ابعاد ۳×۴ متر مربع، با فاصله ردیف ۵۰ سانتی-متر، در شش ردیف و فاصله بوته‌ها روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر در عمق دو سانتی‌متری خاک در ششم خرداد ماه کاشته شد به طوری که تراکم حدود ۱۰۰ هزار بوته در هکتار حاصل گردید.

جدول ۱ برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی در عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری (سال ۱۳۹۲)

| بافت خاک | اسیدیته | هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) | کربن آلی (درصد) | کربنات کلسیم معادل | نیتروژن (درصد) | فسفر | پتاسیم (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) | روی | منگنز | مس |
|------------|---------|--------------------------------------|--------------------|-----------------------|-------------------|------|-------------------------------------|------|-------|------|
| سیلنتی شنی | ۷/۷۹ | ۰/۵۴۷ | ۰/۷۲۳ | ۲۷/۵ | ۰/۰۹۶ | ۱۷/۴ | ۳۶۵ | ۰/۶۳ | ۸/۵۷ | ۰/۹۲ |

جدول ۲ برخی از ویژگی‌های شیمیایی مهم کودهای آلی مورد استفاده

| ویژگی | واحد | کود گوسفندی | کمپوست بستر فارچ |
|----------------|---------------------------|-------------|------------------|
| اسیدیته | - | ۷/۷۶ | ۶/۱۸ |
| هدایت الکتریکی | (دسی‌زیمنس بر متر) | ۱۰/۳۹ | ۵/۴۱۲ |
| کربن آلی | (درصد) | ۲۷/۱ | ۲۵/۵ |
| نیتروژن | (درصد) | ۰/۹۸۳ | ۱/۲۸ |
| فسفر | (درصد) | ۰/۴۱۲ | ۰/۵۱۳ |
| پتاسیم | (درصد) | ۰/۵۲۵ | ۰/۶۳۹ |
| آهن | (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) | ۱۲۷ | ۳۵۲ |
| روی | (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) | ۳۰/۱۴ | ۹۹/۲۳ |
| مس | (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) | ۵۵/۲۹ | ۶۸/۸۱ |
| منگنز | (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) | ۹۱/۲۸ | ۸۰/۴۵ |

جدول ۳ برخی شاخص‌های کیفیت آب چاه و پساب شهری تصفیه خانه شهرکرد و مقادیر استانداردهای توصیه شده توسط سازمان حفاظت محیط زیست ایران (Environment Protection Organization of Iran 2000)

| مقادیر استاندارد آلوده کننده‌ها در پساب برای مصارف کشاورزی | پساب شهری | آب چاه | واحد | صفات مورد اندازه‌گیری |
|--|-----------|--------|------------------------------|-----------------------|
| ۸/۵ - ۶ | ۷/۳۶ | ۷/۵۲ | - | اسیدیته |
| - | ۰/۹۱۲ | ۰/۳۰۵ | (دسی‌زیمنس بر متر) | هدایت الکتریکی |
| - | ۷۴/۵۲ | ۵/۷۵ | (میلی‌گرم در لیتر) | سدیم |
| - | ۲۱ | ۸/۵ | (میلی‌گرم در لیتر) | نیتروژن کل |
| - | ۱۸/۵ | ۰/۰۷ | (میلی‌گرم در لیتر) | فسفر کل |
| - | ۳۶/۷۷ | ۶/۲۲ | (میلی‌گرم در لیتر) | پتاسیم |
| ۱ | ۰/۱۴۶ | ۰/۰۱۴ | (میلی‌گرم در لیتر) | منگنز |
| ۰/۲ | ۰/۰۹۳ | ۰/۰۰۸ | (میلی‌گرم در لیتر) | مس |
| ۱ | ۴/۲۴ | ۱/۲۱ | (میلی‌اکی‌والان‌گرم در لیتر) | کلر |
| - | ۲/۹۶ | ۰/۰۹ | (درصد) | ماده آلی |

نتایج و بحث

ویژگی‌های شیمیایی کودهای آلی و پساب مورد بررسی کودهای آلی

گرفتن درصد نیتروژن در کمپوست بستر قارچ و کودگوسفندی، با اضافه کردن ۲۳ تن در هکتار از کودگوسفندی و ۲۹ تن در هکتار از کمپوست بستر قارچ مقدار مورد نیاز نیتروژن جهت رشد چغندر قند کفایت می‌نماید. بخش عمده نیتروژن این کودها آلی بوده که به تدریج معدنی شده و در اختیار گیاه قرار می‌گیرد (Eghbal et al. 2004). در این پژوهش، مقادیر آهن و روی موجود در کمپوست بستر قارچ نسبت به کودگوسفندی بیشتر بود. با توجه به جدول ۲ کودهای آلی مورد استفاده حاوی مقدار زیادی عناصر کم‌مصرف هستند. به همین دلیل، کودهای آلی مورد استفاده به علت دارا بودن عناصر پر مصرف و کم مصرف مورد نیاز گیاهان، می‌توانند به‌عنوان یک کود آلی برطرف کننده نیاز گیاه چغندر قند در خاک به کار روند (Handreck 1994).

برخی از ویژگی‌های شیمیایی کودهای آلی مورد استفاده در این تحقیق در جدول ۲ نشان داده شده است. کمپوست بستر قارچ نسبت به کود گوسفندی دارای pH اسیدی‌تر و هدایت الکتریکی کمتری بود. بیشتر بودن هدایت الکتریکی کودگوسفندی به عوامل مختلفی از جمله رژیم غذایی حیوان بستگی دارد (Casado-Vela et al. 2007). کاربرد مقادیر زیادی کودگوسفندی در خاک ممکن است سبب افزایش شوری خاک شود. بالا بودن نسبت کربن به نیتروژن کودگوسفندی ناشی از آن است که احتمالاً ماده آلی آن در اوایل فصل رشد به‌راحتی توسط فعالیت میکروبی تجزیه نمی‌شود (Arun 2002). با در نظر

پساب

به منظور ارزیابی کیفیت آب چاه و پساب تصفیه شده برای آبیاری از استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست ایران (Environment Protection Organization of Iran 2000) استفاده گردید. با توجه به نتایج کیفیت آب آبیاری (جدول ۳)، کیفیت شیمیایی پساب خروجی تصفیه خانه با استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست ایران از جنبه کاربرد آن در کشاورزی همخوانی داشت و حداقل برای دوره کوتاه مدت، اثرات سوئی را در گیاه چغندرقد به همراه نخواهد داشت. میزان pH در آب چاه و پساب تفاوت چندانی نداشته و هر دو در محدوده مناسب برای آبیاری بودند. معمولاً دامنه تغییرات pH آب آبیاری حدود ۸/۵-۶ است.

نیترژن، فسفر و پتاسیم از مهم‌ترین عناصر غذایی موجود در پساب هستند. فسفر با غلظت نسبتاً پایینی در پساب وجود داشت. حدود ۳۰ تا ۵۰ درصد فسفر فاضلاب ناشی از فضولات و ۳۰ تا ۵۰ درصد آن مربوط به مصرف مواد پاک کننده در بهداشت منازل و رستوران‌ها است (Ritter and Shirmohammadi 2001). ارزیابی میزان آلودگی پساب تصفیه شده نشان داد غلظت آنیون‌ها و کاتیون‌ها کمتر از حد بحرانی است و محدودیتی برای رشد چغندرقد وجود نداشت. غلظت یون کلر در پساب بیشتر از حد استاندارد تعیین شده است، زیرا کلرید سدیم بخش رایج در رژیم غذایی انسانی است و بدون تغییر از سیستم هضم عبور می‌کند. حذف کلرید در فرآیند تصفیه قابل توجه نیست (Metcalf and Eddy 2003).

در مورد گیاهانی نظیر چغندرقد و نیشکر غلظت بالای یون کلر به علت تداخلی که در مسیر متابولیسم و انتقال برخی از هیدرات‌های کربن در گیاه ایجاد می‌کند، باعث کاهش عملکرد

می‌شود. هم‌چنین مشخص گردید که شوری پساب در حدی نبود که افزایش شوری خاک و در نهایت ناهماهنگی فرآیند جذب آب توسط گیاه و کاهش عملکرد را به دنبال داشته باشد (جدول ۳).

غلظت عناصر کم مصرف مس و منگنز در اندام هوایی

چغندرقد

غلظت مس

غلظت مس در اندام‌هوایی گیاه چغندرقد در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر تیمارهای کودی قرار گرفت، اما اثر تیمارهای پساب و کود در پساب بر غلظت مس بر اندام هوایی معنی‌دار نشدند (جدول ۴). بیشترین غلظت مس در اندام هوایی چغندرقد، مربوط به تیمار کمپوست بستر قارچ بود. غلظت مس در اندام هوایی از مقدار ۱۶/۱۷ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک در تیمار شاهد به مقدار ۳۸/۰۲ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک در تیمار کمپوست قارچ رسید (جدول ۵). کمپوست بستر قارچ یکی از منابع آلی است که حاوی عناصر غذایی مهم و ضروری گیاه می‌باشد (Uzun 2004). پس از تیمار کمپوست بستر قارچ، بیشترین غلظت مس به تیمار کودگوسفندی اختصاص داشت (جدول ۵). کاباتا- پندیاس و پندیاس (Kabata-Pendias and Pendias 2000) حد معمول غلظت مس را در گونه‌های مختلف گیاهی بین پنج تا ۳۰ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک گیاه و حد سمیت آن را در مقادیر بیش از ۴۰ تا ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک گیاه بیان نمودند. بدین ترتیب مشاهده می‌شود که در هیچ یک از تیمارهای کودی، غلظت مس در اندام هوایی چغندرقد به حد سمیت نرسیده است (جدول ۵). لیکن، با توجه به اینکه، غلظت مس در اندام‌هوایی چغندرقد در تیمار کمپوست بستر قارچ، نزدیک به حد سمیت آن است (جدول ۵)، در کاربرد

می‌شود (Zheljazkov and Warman 2004). این در حالی است که کودهای آلی به‌خصوص کمپوست بستر قارچ حاوی عناصر غذایی کم مصرف نظیر روی، آهن و مس هستند که قادرند این عناصر را به مرور در طی تجزیه مواد آلی و فرآیند معدنی شدن در طول دوره رشد در اختیار گیاه قرار داده و سبب افزایش قابلیت جذب عناصر توسط گیاه شوند. در تحقیقی در بررسی اثرات کمپوست قارچ مصرفی (در سطوح صفر، ۱۵، ۳۰ و ۶۰ تن در هکتار) بر عملکرد و مقدار عناصر ریز مغذی فلفل تحت شرایط گلخانه‌ای مشاهده نمودند که کاربرد کمپوست بستر قارچ، اثر معنی‌داری بر عملکرد و میزان عناصر ریزمغذی در گیاه فلفل داشت. (Onal and Topcuoglu 2003)

این پسماند باید دقت لازم به‌کار گرفته شود. غلظت مس در کمپوست تعیین کننده غلظت مس در گیاه نمی‌باشد بلکه غلظت مس در اندام‌های گیاهی بستگی به ضریب فراهمی و ضریب انتقال مس دارد (Zheljazkov and Warman 2004). در مطالعه‌ای در خاک‌های تیمار شده با کمپوست، غلظت مس در برگ گیاه سیاهدانه نسبت به شاهد افزایش یافت (Akbarnejad 2009). در مطالعه حاضر، میزان غلظت مس در تیمار کود شیمیایی در مقایسه با شاهد در اندام هوایی چغندر قند معنی‌دار بود (جدول ۵). با توجه به مصرف کود سولفات مس در این آزمایش می‌توان دریافت که مقادیر زیادی از کودهای سولفات به دلیل آهکی بودن خاک‌ها رسوب و از دسترس گیاهان خارج

جدول ۴ میانگین مربعات واریانس تأثیر نوع آب آبیاری و تغذیه گیاه بر غلظت عناصر مس و منگنز در اندام هوایی چغندر قند

| میانگین مربعات | | درجه آزادی | منابع تغییرات |
|-----------------------|----------------------|------------|----------------------|
| منگنز | مس | | |
| ۸/۵۴ ^{NS} | ۲/۹۷ ^{NS} | ۲ | بلوک |
| ۹۱/۵۱ ^{NS} | ۰/۳۲ ^{NS} | ۲ | آبیاری با پساب |
| ۱۴/۱۲ | ۴/۵۵ | ۴ | خطا (a) |
| ۸۵۶۵/۶۹ ^{**} | ۷۰۵/۸۴ ^{**} | ۳ | کود |
| ۲۳/۳۸ ^{NS} | ۰/۵۹ ^{NS} | ۶ | کود × آبیاری با پساب |
| ۶۲/۸۴ | ۱/۱۹ | ۱۸ | خطا (b) |
| ۲/۶۰ | ۴/۱۶ | | ضریب تغییرات |

NS، ** و ***: معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد و عدم معنی‌دار

جدول ۵ نتایج مقایسه میانگین‌های غلظت عناصر مس و منگنز در اندام هوایی چغندر قند در تیمارهای کودی

| تیمارهای کودی | غلظت مس (میلی‌گرم در کیلوگرم) | غلظت منگنز (میلی‌گرم در کیلوگرم) |
|------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| کمپوست بستر قارچ | ۳۸/۰۱ ^a | ۲۹۲/۷۹ ^b |
| کود گوسفندی | ۳۷/۹۷ ^b | ۳۱۵/۴۳ ^a |
| کود شیمیایی | ۲۰/۹۱ ^c | ۲۵۶/۳۲ ^c |
| بدون کود | ۱۶/۱۷ ^d | ۲۳۶/۹۴ ^d |

حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

غلظت منگنز

در این پژوهش تنها تیمارهای کودی در سطح احتمال یک درصد اثر معنی‌داری بر محتوای عنصر منگنز در اندام هوایی چغندر قند داشته و اثر تیمار آبیاری و اثرات متقابل این تیمارها بر غلظت منگنز معنی‌دار نبود (جدول ۴). علیزاده و همکاران (2001) در بررسی اثر آبیاری ذرت با پساب نشان دادند که غلظت عناصر ریزمغذی در گیاه ذرت تحت تأثیر تیمار آبیاری قرار نگرفت. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در بین تیمارهای کودی، بیشترین غلظت منگنز در اندام هوایی چغندر قند از تیمار کودگوسفندی به میزان $315/43$ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک به دست آمد (جدول ۵). حد معمول غلظت منگنز در گونه‌های مختلف گیاهان از ۵۰ تا ۳۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک گیاه و حد سمیت آن در مقادیر بیش از ۳۵۰ تا ۵۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک گیاهان است (Kabata-Pendias and Pendias 2000). همان‌طور که از نتایج مقایسه میانگین صفات مشخص است، غلظت منگنز در اندام هوایی چغندر قند در هیچ کدام از تیمارهای کودی به حد سمیت نرسیده است. اکبرنژاد (2009) گزارش کرد که کاربرد لجن فاضلاب، سبب افزایش معنی‌دار غلظت منگنز در اندام هوایی سیاهدانه شد. در پژوهش حاضر، علت بالاتر بودن غلظت منگنز در اندام هوایی چغندر قند تحت شرایط مصرف کودگوسفندی می‌تواند به علت وجود مقادیر مناسبی از این عناصر در کودگوسفندی در مقایسه با کمپوست بستر قارچ باشد (جدول ۲). کوددما می‌تواند در زراعت چغندر قند می‌تواند از طریق تغییر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک بر عملکرد نهایی قند تأثیر گذارد. این کودها با دارا بودن عناصر غذایی ماکرو و میکرو شرایط غذایی خاک را تغییر داده و با نقشی که از نظر تأمین موادآلی

خاک و بهبود شرایط فیزیکی و اصلاح آن دارند، بر حسب ویژگی‌های خود در تعیین روند رشد گیاه زراعی و راندمان قند ریشه به نوعی اثر گذارند (Maidl and Fischbeck 1989).

وزن تک ریشه چغندر قند

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، وزن تک ریشه چغندر قند تحت تأثیر تیمارهای کودی، آبیاری و اثر متقابل کوددهی و آبیاری قرار گرفت (جدول ۶). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد، بیش‌ترین وزن تک ریشه از تیمار آبیاری با پساب در مرحله هشت تا ۱۲ برگی به دست آمد که این میزان برابر با $948/91$ گرم بود (جدول ۷). وجود مقادیر مناسب عناصر غذایی همانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم در پساب می‌تواند بر افزایش وزن ریشه تأثیر مثبتی داشته باشد. با توجه به نتایج این آزمایش بر روی پساب شهری (جدول ۳) مشاهده گردید که پساب دارای مقادیری از عناصر غذایی پرمصرف و ریزمغذی در مقایسه با آب معمولی است. به همین خاطر استفاده از کودهای آلی و شیمیایی همراه با پساب می‌تواند با تأمین عناصر غذایی کامل بوته‌های چغندر قند، موجب افزایش وزن ریشه چغندر قند شود. در این آزمایش، وزن تک ریشه چغندر قند در بین تیمارهای کودی دارای اختلاف معنی‌دار بود (جدول ۶). بیش‌ترین وزن ریشه به میزان $998/85$ گرم از تیمار کود گوسفندی به دست آمد که اختلاف آن با تیمار شاهد (بدون کود) معنی‌دار بود (جدول ۷). همچنین وزن تک ریشه در تیمارهای کود شیمیایی و کمپوست بستر قارچ، به ترتیب با $936/06$ و $738/39$ گرم در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند (جدول ۷). وزن تک ریشه در تیمار کود شیمیایی از تیمار کود گوسفندی کمتر بود. احتمال می‌رود در تیمار کود شیمیایی در اثر رشد گیاه و همچنین شست و شوی عناصر غذایی در مراحل اولیه رشد،

(2008) در بررسی‌های خود نتیجه گرفتند که رشد گیاه در تیمار- های آبیاری با پساب نسبت به آبیاری با آب چاه و مصرف کود افزایش نشان داد، هر چند تفاوت بین آن‌ها از نظر آماری معنی‌دار نبود ولی این افزایش را به حضور عناصر غذایی و مواد آلی موجود در پساب که بهبود دهنده ساختمان خاک و فراهمی عناصر غذایی بود، نسبت دادند.

غلظت عناصر در محیط کم شده و در نتیجه نیاز گیاه به طور کامل تأمین نشده باشد. تیمار بدون کود نیز به دلیل کمبود عناصر غذایی دارای حداقل مقدار وزن تک ریشه بود. برهمکنش تیمار آبیاری با پساب در مرحله هشت تا دوازده برگی و کود گوسفندی بیشترین و برهمکنش تیمار آب معمولی و بدون کود دارای کمترین وزن تک ریشه بودند (جدول ۸). Brady and weil

جدول ۶ میانگین مربعات واریانس تأثیر پساب شهری و نوع تغذیه گیاه بر صفات مورفولوژیک و عیار قند چغندر قند

| میانگین مربعات | | | | | | | |
|----------------------|------------|-------------------------|------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| منابع تغییر | درجه آزادی | وزن تک ریشه | وزن تر اندام هوایی | قطر ریشه | طول ریشه | عیار قند | شکر قابل استحصال |
| بلوک | ۲ | ۴۵۲/۴۲ ^{ns} | ۲۷۰/۱۵ ^{ns} | ۱/۶۰ ^{ns} | ۰/۹۳ ^{ns} | ۰/۱۱۹ ^{ns} | ۰/۱۴۳ ^{ns} |
| آبیاری با پساب | ۲ | ۱۲۹۸۵۶/۸۷ ^{**} | ۳۴۳۰/۰۶* | ۲۵۴/۲۸ ^{**} | ۱۶/۱۹ ^{ns} | ۰/۱۰۸ ^{ns} | ۰/۲۴۹ ^{ns} |
| خطا (a) | ۴ | ۶۴۴۸/۷۸ | ۳۲۳/۸۶ | ۰/۴۲۲ | ۵/۷۱ | ۰/۱۶۱ | ۰/۱۹۲ |
| کود | ۳ | ۲۳۸۰۶۸/۵۶ ^{**} | ۱۳۸۶۴/۲۵ ^{**} | ۵۰۶/۳۸ ^{**} | ۸۹/۳۴ ^{**} | ۰/۴۴۱ ^{**} | ۱/۰۴۳ ^{**} |
| کود × آبیاری با پساب | ۶ | ۱۹۴۷۸/۹۷ ^{**} | ۱۱۲۶/۶۹* | ۱۹/۴۹* | ۴/۳۶ ^{**} | ۰/۰۴۳ ^{ns} | ۰/۰۸۱ ^{ns} |
| خطا (b) | ۱۸ | ۲۰۲۳/۴۳ | ۴۲۰/۴۳ | ۶/۰۴ | ۰/۹۲۳ | ۰/۱۰۱ | ۰/۱۲۳ |
| ضریب تغییرات | درصد | ۵/۴۰ | ۱۵/۷۲ | ۵/۷۲ | ۲/۳۶ | ۱/۵۹ | ۲/۰۱ |

ns و ** معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد و عدم معنی‌داری

جدول ۷ مقایسه میانگین‌های اثر تیمارهای آبیاری و کودی بر برخی صفات چغندر قند

| عوامل آزمایشی | وزن تک ریشه (گرم) | وزن تر اندام هوایی (گرم) | قطر ریشه (میلی‌متر) | طول ریشه (سانتی‌متر) | نمونه‌های آبیاری |
|--------------------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|----------------------|------------------|
| آبیاری با پساب در مرحله ۲ تا ۴ برگی | ۷۹۴/۸۵ ^b | ۱۲۸/۵۷ ^{ab} | ۸۷/۷۸ ^b | ۳۶/۳۳ ^a | تیمارهای کودی |
| آبیاری با پساب در مرحله ۸ تا ۱۲ برگی | ۹۴۸/۹۱ ^a | ۱۴۸/۱۷ ^a | ۹۱/۸۷ ^a | ۳۷/۰۳ ^a | |
| آب معمولی | ۷۵۰/۷۸ ^b | ۱۱۴/۵ ^b | ۸۲/۶۸ ^c | ۳۴/۷۶ ^a | |
| کمپوست قارچ | ۷۳۸/۳۹ ^c | ۱۱۴/۶۲ ^b | ۸۳/۱۱ ^c | ۳۶/۱۱ ^b | تیمارهای کودی |
| کود گوسفندی | ۹۹۸/۵۵ ^a | ۱۶۰/۵۳ ^a | ۹۶/۳۴ ^a | ۴۰/۳۸ ^a | |
| کود شیمیایی | ۹۳۶/۰۶ ^b | ۱۶۴/۲۶ ^a | ۹۰/۶۶ ^b | ۳۴/۶ ^c | |
| بدون کود (شاهد) | ۶۵۳/۰۴ ^d | ۸۲/۲۵ ^c | ۷۹/۶۶ ^d | ۳۳/۰۷ ^d | |

حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول ۸ مقایسه میانگین‌های اثر متقابل تیمارهای کودی و آبیاری بر صفات چغندر قند

| تیمار آبیاری | تیمار کودی | وزن تک ریشه (گرم) | وزن تر اندام هوایی (گرم) | قطر ریشه (میلی‌متر) | طول ریشه (سانتی‌متر) |
|---|-------------|----------------------|--------------------------|----------------------|----------------------|
| آبیاری با پساب در مرحله ۲ تا ۴ برگی | کمپوست قارچ | ۷۸۸/۹ ^{cde} | ۱۰۴/۷۳ ^{efg} | ۸۴/۷۴ ^{ef} | ۳۶/۶۶ ^{cd} |
| | کود گوسفندی | ۹۵۹/۳۵ ^b | ۱۶۰/۱۳ ^{bc} | ۹۴/۶۶ ^b | ۴۱ ^b |
| | کود شیمیایی | ۸۳۵/۷۷ ^{cd} | ۱۶۹/۷۶ ^{ab} | ۹۰/۸۷ ^{bcd} | ۳۴/۷۵ ^{ef} |
| | بدون کود | ۵۹۵/۳۶ ^g | ۷۹/۶۶ ^g | ۸۰/۸۶ ^{fg} | ۳۲/۹ ^g |
| آبیاری با پساب در مرحله ۸ تا ۱۲ دوازده برگی | کمپوست قارچ | ۷۶۴/۶۸ ^{de} | ۱۳۱/۰۵ ^{cde} | ۸۴/۵۱ ^{ef} | ۳۷/۳۳ ^c |
| | کود گوسفندی | ۱۱۸۰/۲۷ ^a | ۲۰۴/۷۵ ^a | ۱۰۴/۳ ^a | ۴۲/۶۶ ^a |
| | کود شیمیایی | ۱۱۲۲/۵۱ ^a | ۱۷۱/۳۶ ^{ab} | ۹۵/۹۳ ^{bc} | ۳۵/۰۶ ^{de} |
| | بدون کود | ۷۲۸/۱۵ ^{ef} | ۸۵/۶۱ ^{fg} | ۸۴/۷۳ ^{ef} | ۳۳/۰۸ ^g |
| آبیاری با آب معمولی (شاهد) | کمپوست قارچ | ۶۶۱/۶ ^{fg} | ۱۰۸/۰۸ ^{efg} | ۸۰/۰۹ ^g | ۳۴/۳۳ ^{efg} |
| | کود گوسفندی | ۸۵۶/۰۳ ^c | ۱۱۶/۷۱ ^{def} | ۹۰/۰۷ ^{cd} | ۳۷/۵ ^c |
| | کود شیمیایی | ۸۴۹/۹ ^c | ۱۵۱/۷۵ ^{bcd} | ۸۷/۱۷ ^{de} | ۳۴ ^{efg} |
| | بدون کود | ۶۳۵/۶ ^g | ۸۱/۴۸ ^{bcd} | ۷۳/۴ ^h | ۳۳/۲۳ ^{fg} |

حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

وزن تر اندام‌هوایی

وزن تر اندام‌هوایی چغندر قند به‌طور معنی‌دار تحت تأثیر تیمارهای کودی، آبیاری و اثر متقابل کوددهی و آبیاری قرار گرفت (جدول ۶). تیمار آبیاری با پساب در مرحله هشت تا ۱۲ برگی بیشترین وزن تر اندام‌هوایی (۱۴۸/۱۷ گرم) را به خود اختصاص داد و پس از آن، بیشترین وزن تر اندام‌هوایی از تیمار آبیاری با پساب در مرحله دو تا چهار برگی به‌دست آمد (جدول ۷). چاوز و همکاران (2012) در ارزیابی اثر تغییرات رژیم آبیاری با پساب فاضلاب برای تولید یونجه به این نتیجه رسیدند که استفاده از پساب در آبیاری یونجه، آبشویی مواد آلی در خاک را حدود ۳۵ درصد کاهش داده و زیست توده یونجه را افزایش می‌دهد. در این بررسی نتیجه مقایسه میانگین داده‌ها بیان‌گر تأثیر معنی‌دار سیستم‌های مختلف تغذیه‌ای بر وزن تر اندام‌هوایی چغندر قند می‌باشد (جدول ۷). در بین تیمارهای کودی بیشترین وزن تر اندام‌هوایی مربوط به تیمار کودشیمیایی بود که با تیمار کودگوسفندی اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۷). نتایج

آزمایش‌های مارکوت و همکاران (2001) در مورد تأثیر کودهای آلی بر گیاه جو نشان داد که کاربرد کوددامی عملکرد مشابه و حتی بیشتری نسبت به کودشیمیایی می‌تواند داشته باشد. علت بالاتر بودن وزن تر اندام‌هوایی چغندر قند تحت شرایط مصرف کود گوسفندی می‌تواند به علت وجود مقادیر مناسبی از عناصر پرمصرف و کم‌مصرف در کود گوسفندی باشد. برهمکنش تیمار آبیاری با پساب و کود گوسفندی در مرحله هشت تا ۱۲ برگی بیشترین و برهمکنش تیمار آب آبیاری معمولی و شاهد بدون کود دارای کمترین وزن تر اندام‌هوایی بودند (جدول ۸). محمد و ایادی (Mohammad and Ayadi 2004) در بررسی‌های خود روی گیاهان ذرت و ماش دریافتند که وزن دانه و علوفه به‌طور معنی‌داری در اثر استفاده از کودهای فسفره و نیتروژن به همراه آب چاه افزایش نشان داد، ولیکن افزایش عملکرد دانه و زیست توده در تیمارهای آبیاری با پساب در مقایسه با آب چاه بیشتر بود و نتیجه گرفتند که در پساب عوامل دیگری غیر از فسفر و نیتروژن در تقویت باروری و حاصل‌خیزی خاک دخیل هستند.

قطر ریشه

قطر ریشه چغندر قند در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر تیمارهای کودی، آبیاری و اثر متقابل کوددهی و آبیاری (در سطح احتمال پنج درصد) قرار گرفت (جدول ۶). تیمار آبیاری با پساب در مرحله هشت تا ۱۲ برگی بیشترین قطر ریشه (۹۱/۸۷ میلی‌متر) را به خود اختصاص داد (جدول ۷). پساب می‌تواند از طریق تحریک جوانه‌زنی، رشد ریشه و افزایش جذب آب و عناصر غذایی، موجب افزایش رشد و عملکرد گیاه شود (Weinberg *et al.* 2004). در این آزمایش، قطر ریشه چغندر قند در بین تیمارهای کودی دارای اختلاف معنی‌دار بود (جدول ۶). در بین تیمارهای کودی بیشترین قطر ریشه مربوط به تیمار کود گوسفندی بود که اختلاف آن با تیمار بدون کود (شاهد) معنی‌دار بود (جدول ۷). علت بالا بودن قطر ریشه چغندر قند تحت شرایط مصرف کود گوسفندی می‌تواند به علت وجود مقادیر مناسبی از عناصر پرمصرف و کم‌مصرف در کود گوسفندی باشد (جدول ۲). کارایی کمتر کمپوست بستر قارچ احتمالاً به دلیل نوع ترکیبات مواد آلی تشکیل دهنده این نوع کمپوست می‌باشد.

برهمکنش تیمار آبیاری با پساب و کود گوسفندی در مرحله هشت تا ۱۲ برگی بیشترین و برهمکنش تیمار آب معمولی و شاهد بدون کود دارای کمترین قطر ریشه بودند (جدول ۸). حسنلی و همکاران (Hassanli *et al.* 2010) در پژوهشی در زمینه تأثیر روش‌های متفاوت آبیاری و کیفیت آب بر عملکرد چغندر قند دریافتند که آبیاری با پساب، منجر به افزایش معنی‌داری در عملکرد ریشه چغندر قند و میزان شکر در مقایسه با آب معمولی شد.

طول ریشه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس طول ریشه چغندر قند، تحت تأثیر تیمارهای کودی و اثر متقابل کوددهی و آبیاری قرار گرفت (جدول ۶). در بین تیمارهای کودی بیشترین طول ریشه مربوط به تیمار کود گوسفندی بود (جدول ۷). برهمکنش تیمار آبیاری با پساب در مرحله هشت تا ۱۲ برگی و کود گوسفندی بیشترین و برهمکنش تیمار آب معمولی و شاهد بدون کود دارای کمترین طول ریشه بودند (جدول ۸).

عیار قند

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، عیار قند گیاه چغندر قند در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر تیمارهای کودی قرار گرفت، اما تیمارهای پساب و کود در پساب بر عیار قند تأثیر معنی‌دار نداشتند (جدول ۶). بیشترین و کمترین عیار قند در بین تیمارهای کودی، به ترتیب به تیمار کمپوست بستر قارچ (۲۰/۲۶ درصد) و کود گوسفندی (۱۹/۷۴ درصد) اختصاص داشت (جدول ۹). همچنین اختلاف معنی‌دار آماری بین کمپوست بستر قارچ، کود شیمیایی و بدون کود (شاهد) مشاهده نشد (جدول ۹). کمپوست بستر قارچ به‌عنوان یک اصلاح‌کننده خاک در تولیدات کشاورزی و تجدید اکوسیستم‌ها مورد توجه است (Uzun 2004).

ریشه چغندر قند دارای ۷۵ درصد آب و حدود ۲۵ درصد ماده خشک است که از ۲۵ درصد ماده خشک حدود ۲۰ درصد آن محلول در آب و حدود پنج درصد آن غیر محلول در آب است که بخش نامحلول ریشه را شامل می‌شود که جزء الیافی ریشه چغندر قند بوده و به آن مارک گفته می‌شود (Winter 1981). به دلیل این‌که تمامی قند موجود در ریشه قابل استحصال نیست و قسمتی نیز در داخل ملاس باقی می‌ماند از ۲۰ درصد مواد محلول حدود ۱۶ درصد آن به‌عنوان ماده قندی یا ساکارز می‌باشد که

در تیمار کمپوست بستر قارچ بیشتر از کود گوسفندی بود. شکر قابل استحصال، تابعی از درصد قند ناخالص و قند وارد شده به ملاس می‌باشد و مهم‌ترین جزء عملکرد اقتصادی چغندر قند به شمار می‌آید (Noshad et al. 2012). نیتروژن موجب کاهش درصد قند شده و از این طریق، بر درصد شکر قابل استحصال اثر می‌گذارد. از آنجا که در تیمار شاهد، کود نیتروژن مصرف نگردیده است، شکر قابل استحصال در این تیمار افزایش پیدا کرده است (جدول ۹). نتایج ارائه شده در جدول ۹ نشان می‌دهد که کود گوسفندی به دلیل تأمین نیتروژن تا زمان برداشت چغندر قند، شکر قابل استحصال را در مقایسه با کود شیمیایی و تیمار شاهد کاهش داده است که این امر صفت نامطلوبی تلقی می‌شود. مقدار شکر قابل استحصال، به‌عنوان عملکرد اقتصادی زراعت چغندر قند، مهم‌ترین صفت مورد بررسی و مبنای مقایسه چگونگی تأثیر تیمارهای اعمال شده در تحقیقات این گیاه محسوب می‌گردد (Yousefabadi and Abdollahian-Noghabi 201).

قابلیت کریستاله شدن را داراست و حدود چهار درصد مابقی را قندهای غیرساکارزی تشکیل می‌دهد که شامل انواع قندها مانند گلوکز، فروکتوز، رافینوز و غیره می‌باشد. درصد قند ناخالص (عیار قند) برحسب گرم در ۱۰۰ گرم از ریشه محاسبه می‌شود (Hoffmann et al. 2004). به‌طور متوسط افزایش میزان ۱۰۰ میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم قند، درصد قند را حدود ۰/۸ درصد کاهش می‌دهد.

شکر قابل استحصال

براساس نتایج تجزیه واریانس آزمایش، درصد شکر قابل استحصال در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر تیمارهای کودی قرار گرفت، اما اثر تیمارهای پساب و کود در پساب بر درصد شکر قابل استحصال معنی‌دار نشدند (جدول ۶). براساس مقایسه میانگین‌ها، تیمار بدون کود (شاهد) بیشترین میزان شکر قابل استحصال (۱۷/۶۴ درصد) را در بین تیمارهای کودی به خود اختصاص داد و تیمار کود گوسفندی کمترین مقدار (۱۶/۸۸ درصد) را داشت (جدول ۹). هم‌چنین، درصد شکر قابل استحصال

جدول ۹ نتایج مقایسه میانگین اثر تیمارهای کودی بر عیار قند و شکر قابل استحصال چغندر قند

| تیمارهای کودی | عیار قند (درصد) | شکر قابل استحصال (درصد) |
|------------------|---------------------|-------------------------|
| کمپوست بستر قارچ | ۲۰/۲۶ ^a | ۱۷/۵ ^a |
| کود گوسفندی | ۱۹/۷۴ ^b | ۱۶/۸۸ ^b |
| کود شیمیایی | ۱۹/۹۸ ^{ab} | ۱۷/۴ ^a |
| بدون کود (شاهد) | ۲۰/۱ ^a | ۱۷/۶۴ ^a |

حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

نتیجه‌گیری

ریشه، وزن تر اندام هوایی، طول و قطر ریشه چغندر قند گردید. علاوه بر آن، مشخص شد که هر چند پساب شهری حاوی مقادیر مناسبی از عناصر غذایی است اما به‌منظور دستیابی به حداکثر

نتایج این آزمایش نشان داد استفاده از پساب شهری در مقایسه با آب معمولی به‌طور معنی‌داری موجب افزایش وزن تک

وزن ریشه، استفاده از کودهای آلی و شیمیایی مؤثرتر است. غذای مورد نیاز گیاه عمل کرده و نیاز گیاه را به کودهای آلی و فضلاب می‌تواند به‌عنوان یک منبع بالقوه برای تأمین عناصر شیمیایی کاهش دهد.

References:

منابع مورد استفاده:

- Akbarnejad F. Effect of municipal waste compost and sewage sludge on macronutrients and micronutrients in soil and *nigella sativa* L. (MS c. thesis). Ferdowsi university of Mashhad; 2009. (In Persian, abstract in English)
- Alizade A, Bazari ME, Velayati S, Hasheminia M, Yaghmaie A. Irrigation of corn with wastewater. In: Ragab G, Pearce J, Chakgkim S, Nairizi, Hamdy A. (Eds.), ICID Intertional Workshop on Wastewater Reuse and Management, Seoul, Korea 2001; 147-154.
- Arora M, Kiran B, Rani S, Rani A, Kaur B, Mittal N. Heavy metal accumulation in vegetables irrigated with water from different sources. Food Chemistry 2008; 111:811-815.
- Arun KS. A Handbook of Organic Farming. Pub. Agrobios, India, 2002, 627p.
- Brady N, weil R. The nature and properties of soils. 2008. 14th Prentice-Hall. N. J.
- Casado-Vela J, Selles S, Dias-Crespo C, Navarro-Pedreno Mataix J, Beneyto J, Gomez I. Effect of composted sewage sludge application to soil on sweet pepper crop (*Capsicum annuum*) grown under two exploitation regimes. Waste Management 2007; 27: 1509–1518.
- Chavez A, Rodas K, Prado B, Thompson R, Jiménez B. An evaluation of the effects of changing wastewater irrigation regime for the production of alfalfa (*Medicago sativa*). Agricultural Water Management 2012; 113: 76-84.
- Eghbal B, Ginting D, Gilley JE. Residual effect of manure and compost application on corn production and soil properties. Agronomy Journal. 2004; 69:442-447.
- Environment Protection Organization of Iran.. The Environmental regulations and standards. EPA, Tehran. 2000. (In Persian)
- Handreck KA. Effect of pH on the uptake of Cd, Cu, and Zn from soilless media containing sewage sludge. Commun. Soil Science and Plant Analysis 1994; 25: 1913 – 1927.
- Hassanli AM, Ahmadirad S, Beecham S. Evaluation of the influence of irrigation methods and water quality on sugar beet yield and water use efficiency. Agricultural Water Management. 2010; 97: 357–362.

- Hoffmann C, Stockfisch N, Koch HJ. Influence of sulphur supply on yield and quality of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) determination of a threshold value. *European Journal Agronomy* 2004; 21: 69–80.
- Jordan SN, Mullen GJ, Murphy MC. Composition variability of spent mushroom compost in Ireland. *Bioresource Technology* 2008; 99: 411–418.
- Kabata-Pendias A, Pendias H. Trace Elements in Soil and Plants. 2000, CRC Press, Boca Raton, London, New York Washington, D. C.
- Karmaka S, Lague C, Agnew J, Landry H. Integrated decision support system (DSS) for manure management. *computer and electronic in agriculture* 2007; 57: 190-201.
- Keremane GB, McKay J. Successful wastewater reuse scheme and sustainable development: a case study in Adelaide. *Water and Environment Journal* 2007; 21: 83-91.
- Maidl FX, Fischbeck G. Effect of long term application of farmyard manure on growth and quality of sugar beet. *Crop Science*. 1989; 162: 248-255.
- Marjovi A, Jahad akbar MR. Effect of municipal compost and sewage sludge on soil chemical characteristics, quality and quantity of sugar beet in Rudasht – Esfahan. *J. of sugar beet* 2011; 27(1): 68-83. (In Persian, abstract in English)
- Marcote I, Hernandez T, Garcia C, Polo A. Influence of one or two successive annual applications of organic fertilizers on the enzyme activity of a soil under barley cultivation. *Bioresour. Technol.* 2001; 79: 147-151.
- Metcalf AC, Eddy JR. *Wastewater engineering: treatment and reuse*. MC Graw –Hill, New York. Inc. (4th ed). 2003.
- Mohammad MJ, Ayadi M. Forage yield and nutrient uptake as influenced by secondary treated wastewater. *Plant Nutrition* 2004; 27:351-364.
- Noshad H, Abdollahian-Noghabi M, Babaei B. Effect of Nitrogen and Phosphorous Application on the Efficiency of Nitrogen Uptake and Consumption in Sugar Beet (*Beta vulgaris* L.). *Iranian Journal of Crop Sciences* 2012; 3: 529-539. (In Persian, abstract in English)
- Mojid MA, Biswas SK, Wyseure GCL. Interaction effects of irrigation by municipal wastewater and inorganic fertilizers on wheat cultivation in Bangladesh. *Field Crops Research* 2012; 134: 200-207.
- Malakoti MG, Balali MR, Golchin A, Hamidi A, Dorodi MS, Ziaiyan A. Fertilizer recommendations for crops and ornamental crops. Agricultural minister, publication of agricultural education. 2000; pp. 55. (In Persian)

- Onal M , Topcuoglu KB. The Effect of Spent Mushroom Compost on the Dry Matter and Mineral Content of Pepper (*Piper nigrum*) Grown in Greenhouse. konal@akdeniz.edu.tr. Accessed 18 April 2012.
- Polat E, Ibrahim Uzun E, Topcuoglu KB, Onal K, Naci Onus A, Mehmet K. Effects of spent mushroom compost on quality and productivity of cucumber (*Cucumis sativus* L.) grown in greenhouses. *African Journal of Biotechnology* 2009; 8: 176-180.
- Ritter WF, Shirmohammadi A. *Agricultural Nonpoint Source Pollution*. 2001. Lewis pub., CRC Press, USA.
- Singh PK, Deshbhratar PB, Ramteke DS. Effects of sewage wastewater irrigation on soil properties, crop yield and environment. *Agricultural Water Management* 2012; 103: 100-104.
- Uzun I. Use of spent mushroom compost in sustainable fruit production. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research* 2004; 12: 157-165.
- Van Kessel JS, Reeves JB. Nitrogen mineralization potential of dairy manures and its relationship to composition. *Biological Fertilizer Soils* 2002; 36: 118-123.
- Walker DJ, Bernal MP. The effects of olive mill waste compost and poultry manure on the availability and plant uptake of nutrients in a highly saline soil. *Bioresource Technology* 2008; 99: 396-403.
- Weinberg ZG, Ashbell G, Chen Y, Gamburg M, Sela S. The effect of sewage irrigation on safety and hygiene of forage crops and silage. *Animal Feed Science and Technology* 2004; 344:271-280.
- Winter SR. Nitrogen management for sugar beet on Pullman soil with residual nitrate problems. *American Society of Sugar Beet Technologists* 1981; 21: 41-49. 78-28.
- Yousefabadi V, Abdollahian-Noghabi M. Effect of split application of nitrogen fertilizer and harvest time on the root yield and quality characteristics of sugar beet. *Iranian Journal of Crop Sciences* 2011; 13: 521-532. (In Persian)
- Zheljazkov VD, Warman PR. Phytoavail ability and fractionation of copper, manganese, and zinc in soil following application of two composts to four crops. *Environmental Pollution* 2004; 131:187-195.