Archive of SID

نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی
سال نهم / شماره اول / بهار ۱۳۹۸

# اثر کاربرد جداگانه و تلفیقی ورمی‌کمپوست، کودهای شیمیایی و زیستی بر خصوصیات کمی و کیفی چغندرقند (*Beta vulgaris* L.)

عبدالله جوانمرد[۱*]، محمد علی صادقیان[۲]، مصطفی امانی ماچیانی[۳]، امین عباسی[۴] و کیوان فتوحی[۵]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۰/۶ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱/۲۷)

## چکیده

**به‌منظور بررسی اثرات کاربرد کودهای زیستی (نیتروکسین و فسفات بارور۲)، ورمی‌کمپوست و کود شیمیایی بر عملکرد کمی و کیفی چغندرقند (*Beta vulgaris* L.) آزمایشی بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی (RCBD) با سه تکرار و ۱۳ تیمار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی میاندوآب در سال ۱۳۹۴ اجرا شد. تیمارها شامل ۱۰۰ درصد کود شیمیایی (۳۵۰، ۱۰۰ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره، سوپرفسفات تریپل و سولفات پتاسیم) به‌عنوان شاهد ($T_1$)، ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست ($T_2$)، ۲۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست ($T_3$)، ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست + ۵۰ درصد کود شیمیایی ($T_4$)، ۲۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست + ۵۰ درصد کود شیمیایی ($T_5$)، نیتروکسین + فسفات بارور۲ ($T_6$)، ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست + نیتروکسین + فسفات بارور۲ ($T_7$)، ۲۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست + نیتروکسین + فسفات بارور۲ ($T_8$)، نیتروکسین + فسفات بارور۲ + ۵۰ درصد کود شیمیایی ($T_9$)، ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست + کود شیمیایی (۱۹۶ و ۸۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره و سوپر فسفات تریپل) ($T_{10}$)، ۲۰ تن در هکتار ورمی کمپوست + کود شیمیایی (۴۰ و ۷۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره و سوپر فسفات تریپل) ($T_{11}$)، نیتروکسین + فسفات بارور۲ + ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست + ۵۰ درصد کود شیمیایی ($T_{12}$)، و نیتروکسین + فسفات بارور۲ + ۲۰ تن در هکتار ورمی کمپوست + ۵۰ درصد کود شیمیایی ($T_{13}$) بودند. نتایج نشان داد بیشترین (۴۷/۸) و کمترین (۳۹/۲) میزان شاخص کلروفیل به‌ترتیب در تیمارهای $T_{13}$ و $T_2$ به‌دست آمد. همچنین بالاترین میزان عملکرد ریشه به‌میزان ۶۶۳۶۶ کیلوگرم در هکتار در تیمار $T_{13}$ حاصل شد و با تیمارهای $T_{12}$ و $T_1$ تفاوت معنی‌داری نداشت. با کاربرد تلفیقی کودهای آلی و زیستی به همراه کودهای شیمیایی در تیمار $T_{13}$ به‌دلیل افزایش عملکرد ریشه و درصد قند ناخالص، میزان عملکرد قند ناخالص به‌طور معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد افزایش یافت. به‌طوری‌که، عملکرد قند ناخالص و خالص در تیمار $T_{13}$ نسبت به $T_1$ به‌ترتیب ۱۶/۷ و ۲۳/۵ درصد افزایش یافت. به‌طورکلی، بر اساس نتایج حاصل از این آزمایش یکساله و با توجه به شاخص‌های عملکرد ریشه، عملکرد قند ناخالص و خالص و ضریب استحصال، می‌توان کاربرد تلفیقی نیتروکسین + فسفات بارور۲ +۲۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست + ۵۰ درصد کود شیمیایی ($T_{13}$) را در صورت تأیید این نتایج در سال‌های بعدی آزمایش برای افزایش عملکرد و کاهش مصرف کودهای شیمیایی در کشت چغندر قند در منطقه آزمایش توصیه کرد.**

**واژه‌های کلیدی: ضریب آلکالیته، عملکرد ریشه، عیار قند، قند ملاس، نیتروژن مضره**

۱، ۲، ۳ و ۴. به‌ترتیب دانشیار، دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشجوی دکتری و استادیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه
۵. استادیار بخش تحقیقات چغندرقند، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران
*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: a.javanmard@maragheh.ac.ir



www.SID.ir

Archive of SID

**مقدمه**

امروزه برای رسیدن به حداکثر رشد و عملکرد گیاهان زراعی در سیستم‌های کشاورزی فشرده نیاز به مصرف عناصر غذایی و در دسترس قرار دادن آنها از طریق افزودن کودهای شیمیایی است (۲). کاربرد این کودها در تولید محصولات زراعی انقلابی به‌وجود آورده و در حال حاضر از مهم‌ترین نهاده‌های کشاورزی در سیستم‌های فشرده محسوب می‌شود (۱۳ و ۲۰). مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی، سموم و آفت‌کش‌ها مشکلاتی از قبیل کاهش کیفیت ماده آلی خاک و کیفیت محصولات، افزایش هزینه‌های تولید، آلودگی منابع طبیعی، آب‌های سطحی و زیرزمینی، افزایش آفات و بیماری‌ها، فرسایش شدید خاک و در نهایت تخریب منابع طبیعی را ایجاد کرد (۲۰). شایان ذکر است میزان تلفات کودهای شیمیایی به‌ویژه نیتروژن از طریق آبشویی، دنیتریفیکاسیون و تبخیر حدود ۵۰ الی ۷۰ درصد است. این در حالی است که کارایی استفاده از این عنصر غذایی بسته به گیاهان مختلف بین ۳۵ الی ۵۰ درصد گزارش شده است (۳۱). در این بین، استفاده از کودهای بیولوژیک به‌منظور کاهش مصرف کودهای شیمیایی و افزایش عملکرد گیاهان زراعی راهبرد مهمی در جهت حرکت به سمت کشاورزی پایدار است (۵).

استفاده از جانداران مفید خاکزی با عنوان کودهای زیستی به‌عنوان طبیعی‌ترین و مطلوب‌ترین راه حل برای زنده و فعال نگه‌داشتن سیستم حیاتی خاک مطرح است (۵). کودهای زیستی شامل مواد نگه‌دارنده و جمعیت متراکمی از یک یا چند نوع موجود زنده مفید خاکزی و یا فراورده متابولیکی آنها است که صرفاً به‌منظور تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه در یک اکوسیستم زراعی به‌کار می‌روند (۳۴). تأمین عناصر غذایی به‌صورت کاملاً متناسب با تغذیه طبیعی گیاهان، کمک به تنوع زیستی، تشدید فعالیت‌های حیاتی، بهبود کیفیت و حفظ بهداشت محیط زیست و در مجموع حفظ و حمایت از سرمایه‌های ملی (خاک، آب و منابع انرژی غیرقابل تجدید) از مهم‌ترین مزایای کودهای زیستی محسوب می‌شوند (۵ و ۳۴). کودهای زیستی حاوی قارچ‌ها و باکتری‌های مفید حل‌کننده عناصر غذایی هستند که معمولاً با اسیدی کردن خاک و یا ترشح آنزیم‌ها باعث آزادسازی این عناصر از ترکیبات پیچیده معدنی و آلی شده و در دسترس گیاه قرار می‌گیرند. استفاده از کودهای زیستی نظیر رایزوباکتری‌های تحریک‌کننده رشد گیاه، میزان استفاده از نهاده‌های شیمیایی را کاهش و به تبع آن پایداری تولید را افزایش خواهد داد (۲۱). ساهین و همکاران (۲۹) گزارش کردند که کاربرد تلفیقی باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن و حل‌کننده فسفات باعث افزایش ۱۲/۹۷ و ۹/۸ درصدی عملکرد ریشه و عملکرد قند خالص نسبت به عدم کاربرد کود شد. جهان و همکاران (۱۲) نتیجه گرفتند که کاربرد تلفیقی کودهای شیمیایی به‌همراه کودهای زیستی (حاوی رایزوباکترها و باکتری‌های حل‌کننده فسفات) منجر به افزایش عملکرد ریشه و کیفیت قند چغندر قند نسبت به تیمار شاهد (عدم استفاده کود) شد.

عمده‌ترین منابع تأمین مواد آلی در خاک‌ها عبارتند از فضولات دامی، بقایای گیاهی، کمپوست زباله و ورمی‌کمپوست که بیشتر مورد توجه قرار گرفته‌اند. کودهای آلی به‌ویژه کود ورمی‌کمپوست در مقایسه با کودهای شیمیایی دارای مقادیر زیادی مواد آلی هستند و به‌عنوان منابع غنی از عناصر غذایی به‌خصوص نیتروژن، فسفر و پتاسیم به‌شمار می‌روند که این عناصر را به‌صورت تدریجی در اختیار گیاهان قرار می‌دهند (۴). بررسی‌ها نشان داده است که ورمی‌کمپوست بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک همچون هدایت الکتریکی، درصد مواد آلی، ظرفیت تبادل کاتیونی و اسیدیته خاک تأثیر مثبتی گذاشته و باعث بهبود آنها می‌شود (۳۵). به‌طوری که تجادا و همکاران (۳۲) نتیجه گرفتند که ورمی‌کمپوست حاصل از منابع حیوانی در مقایسه با سایر کودهای شیمیایی، معمولاً حاوی مقادیر بیشتری عناصر معدنی بوده و بیشتر این عناصر نیز قابل جذب توسط گیاهان هستند. احمد و همکاران (۳) گزارش کردند که استفاده از ورمی کمپوست باعث افزایش ۱۹۸/۲ و ۲۰۹/۵ درصدی عملکرد ریشه و عملکرد قند خالص نسبت به تیمار شاهد (عدم استفاده از کود) شد.


www.SID.ir

Archive of SID

از اوایل قرن بیستم به‌علت احتیاج روزافزون بشر به محصولاتی قندی، میزان تولید و سطح زیر کشت چغندرقند در نقاط مختلف دنیا افزایش یافت (۱۳). چغندرقند با نام علمی *Beta vulgaris* L. گیاهی دوساله و دیپلوئید متعلق به تیره اسفناجیان است. سطح زیرکشت و عملکرد آن در کشور به‌ترتیب ۸۲۵۱۶ هکتار و ۴۲/۰۲ تن در هکتار گزارش شده است (۲). شایان ذکر است مصرف سالانه محصولات قندی در ایران ۱/۵ میلیون تن بوده که از این مقدار تنها ۶۰ درصد آن در کشور تولید و مابقی آن از کشورهای دیگر وارد می‌شود (۷). علاوه بر تولید شکر به‌عنوان محصول اصلی چغندرقند می‌توان از ملاس آن مقادیر زیادی الکل استخراج کرد. همچنین برگ‌های این گیاه حاوی مقادیر زیادی کاروتن است که به‌صورت سیلو شده برای افزایش کیفیت علوفه استفاده می‌شود (۱۸). از صفات کیفی و بسیار مهم در زراعت چغندرقند و مؤثر بر مقدار عملکرد قند، درصد قند ناخالص (Sugar Content) یا عیار قند است که نشان می‌دهد از هر ۱۰۰۰ گرم ریشه چند درصد قند قابل کریستال استخراج خواهد شد. علاوه بر این درصد قند خالص درصدی از قند موجود در ریشه است که پس از حذف ناخالصی‌ها و عناصری که مانع استحصال قند می‌شوند، به‌دست می‌آید (۲۲). همچنین مهم‌ترین ناخالصی‌های موجود در چغندرقند که کیفیت تکنولوژیکی آن را تحت تأثیر قرار می‌دهد سدیم، پتاسیم و نیتروژن مضره هستند که مانع از استحصال قند ذخیره شده در ریشه خواهند شد. عناصر ذکر شده کریستالیزه شدن ساکارز و قابلیت استحصال آن را کاهش می‌دهند و از طرفی باعث افزایش میزان ملاس می‌شوند. از نقطه نظر تکنولوژیکی، ملاس آخرین فراورده‌ای است که در کارخانه استخراج قند حاصل می‌شود. با وجود این که قسمت عمده ملاس را ساکارز تشکیل می‌دهد ولی نمی‌توان آن را از طریق تبخیر، تغلیظ و کریستالیزاسیون مجدد استخراج کرد (۱۴).

امروزه با گذشت سال‌ها از وقوع انقلاب سبز و کاهش مجدد نسبت رشد عملکرد، استفاده از سیستم‌های زراعی به‌منظور دستیابی به اهداف کشاورزی پایدار اهمیت ویژه‌ای پیدا کرده است. لذا این پژوهش با هدف بررسی اثر جداگانه و تلفیقی کودهای آلی ورمی‌کمپوست، زیستی و شیمیایی بر صفات کمی و کیفی چغندرقند اجرا شد.

## مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۱۳۹۴ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی میاندوآب با ارتفاع ۱۳۶۰ متر از سطح دریای آزاد و مختصات جغرافیایی ۴۶ درجه و ۱۷ دقیقه طول شرقی و ۳۸ درجه و ۵ دقیقه عرض شمالی اجرا شد. بر اساس آمار هواشناسی، متوسط درازمدت بارندگی، درجه حرارت و رطوبت نسبی در این منطقه به‌ترتیب ۲۷۵ میلی متر، ۱۰/۵ درجه سانتی‌گراد و ۶۱/۴ درصد است. قبل از اجرای آزمایش سه نمونه خاک به‌صورت تصادفی از قسمت‌های مختلف محل اجرای آزمایش در عمق ۶۰-۰ سانتی‌متر انتخاب و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن اندازه‌گیری شد (جدول ۱).

آزمایش بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی (RCBD) در سه تکرار و ۱۳ تیمار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل ۱۰۰ درصد کود شیمیایی به‌عنوان شاهد ($T_1$)، ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست ($T_2$)، ۲۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست ($T_3$)، ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست + ۵۰ درصد کود شیمیایی ($T_4$)، ۲۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست + ۵۰ درصد کود شیمیایی ($T_5$)، نیتروکسین + فسفات بارور ۲ ($T_6$)، ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست + نیتروکسین + فسفات بارور ۲ ($T_7$)، ۲۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست + نیتروکسین + فسفات بارور ۲ ($T_8$)، نیتروکسین + فسفات بارور۲ + ۵۰ درصد کود شیمیایی ($T_9$)، ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست + (۱۰۰ درصد کود شیمیایی توصیه شده- معادل NPK موجود در ۱۰ تن ورمی‌کمپوست) ($T_{10}$)، ۲۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست+ (۱۰۰ درصد کود شیمیایی توصیه شده- معادل NPK موجود در ۲۰ تن ورمی‌کمپوست) (۴۰ و ۷۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره و سوپر فسفات تریپل) ($T_{11}$)، نیتروکسین + فسفات بارور۲ + ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست + ۵۰ درصد کود شیمیایی ($T_{12}$)،


www.SID.ir

Archive of SID



**جدول ۱. برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش**

| بافت خاک | سیلت | شن | رس | اسیدیته | فسفر قابل جذب | پتاسیم قابل جذب | منگنز | آهن | روی | نیتروژن کل | ماده آلی |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | (%) | | | | (mg kg$^{-1}$) | | | | | (%) | |
| سیلتی | ۶۰ | ۱۹ | ۲۱ | ۷/۸ | ۱۳/۹۶ | ۴۳۲ | ۷/۵۶ | ۷/۷۶ | ۱/۱۲ | ۰/۰۵ | ۰/۹۸ |

و نیتروکسین + فسفات بارور۲ + ۲۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست + ۵۰ درصد کود شیمیایی ($T_{13}$)، بودند. لازم به ذکر است براساس تجزیه ورمی‌کمپوست، مقدار کود شیمیایی اوره و سوپر فسفات تریپل مصرف شده در تیمار $T_{10}$ به‌ترتیب ۱۹۶ و ۸۵ کیلوگرم در هکتار و در تیمار $T_{11}$ به‌ترتیب ۴۰ و ۷۰ کیلوگرم در هکتار بودند. در هر کرت پنج ردیف کاشت با فواصل ردیفی ۶۰ سانتی‌متر و به طول چهار متر در نظر گرفته شد. چغندرقند رقم تجاری بریجیتا متحمل به ریزومانیا در نیمه اول اردیبهشت‌ماه با تراکم ۱۱ بوته در متر مربع (فاصله بین بوته‌ای ۱۵ سانتی‌متر) در عمق پنج سانتی‌متری کشت شد. در تیمار ۱۰۰ درصد کود شیمیایی، کود اوره به میزان ۳۵۰ کیلوگرم در هکتار در سه مرحله رشدی (زمان کاشت، مرحله ۸ برگی و ۱۶ برگی) و سوپرفسفات تریپل و سولفات پتاسیم به‌ترتیب به میزان‌های ۱۰۰ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار قبل از کاشت استفاده شد. مقادیر مصرف شده برای تیمار $T_{10}$، ۱۹۶، صفر و ۸۵ کیلوگرم در هکتار و برای تیمار $T_{11}$ مقادیر ۴۰، صفر و ۷۰ کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب برای کودهای اوره، سولفات پتاسیم و سوپر فسفات تریپل بوده است. همچنین کود بیولوژیک نیتروکسین (حاوی مجموعه‌ای از مؤثرترین باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن از جنس Azospirillium و Azotobacter بوده و تعداد سلول زنده (UCF) آن ۱۰۸ در هر گرم ماده حامل از هر یک جنس‌های باکتری است) و کود فسفات بارور۲ (حاوی قارچ‌ها و باکتری‌های حل کننده فسفات ازقبیل قارچ‌های جنس Aspirgillus و Penicillium و باکتری‌های جنس Bacillus و Pseodomonas putida strain P13) طبق توصیه شرکت زیست‌فناور سبز به‌صورت بذرمال قبل از کاشت مورد استفاده قرار گرفت. آبیاری مطابق با نیاز گیاه هر ۷ الی ۱۰ روز و وجین علف‌های هرز به صورت دستی انجام گرفت. شاخص کلروفیل برگ چغندرقند توسط دستگاه SPAD 502 پس از اعمال تیمارها در یک طرف رگبرگ اصلی پهنک برگ روی پنج بوته اندازه‌گیری و میانگین داده‌ها به‌عنوان شاخص کلروفیل برگ در نظر گرفته شد. در نهایت برداشت از خطوط وسط با مساحت ۴/۸ مترمربع پس از حذف اثرات حاشیه‌ای در اواسط مهرماه صورت گرفت و با توزین ریشه‌های برداشت شده در واحد سطح، عملکرد ریشه بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه شد. سپس نمونه‌ها به آزمایشگاه عیارسنجی کارخانه قند انتقال یافت و با استفاده از دستگاه‌های اتوماتیک مکنده استخراج و به روش پلاریمتری با دستگاه آنالوگ P1000 ساخت شرکت کروز آلمان صفات کیفی همچون عیار قند، درصد قند ناخالص، درصد قند خالص، عناصر سدیم، پتاسیم، نیتروژن مضره و ضریب آلکالیته تعیین شد. ناخالصی‌ها (Impurities) بیانگر مقدار سدیم، پتاسیم و نیتروژن مضره هستند. نیتروژن مضره به روش رنگ‌سنجی معروف به روش آبی اندازه‌گیری شد (۲۸). همچنین مقدار سدیم و پتاسیم به روش فلیم‌فتومتری اندازه‌گیری شدند. قند ملاس مقدار شکر غیر قابل استحصال از ریشه چغندر قند است که بر اساس مقادیر سدیم، پتاسیم و نیتروژن مضره از طریق رابطه زیر قابل محاسبه است:

$$MS= ۰/۳۴۳ (K+Na) + ۰/۰۹۴ N – ۰/۳۱ \quad (۱)$$

در این رابطه MS، K، Na و N به‌ترتیب میزان قندس ملاس (درصد)، پتاسیم (میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰ گرم ریشه)، سدیم (میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰ گرم ریشه) و نیتروژن (میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰ گرم ریشه) هستند.

شکر سفید یا شکر قابل استحصال (White Sugar Content) درصد قند خالص موجود در ریشه چغندر قند است که در



www.SID.ir

Archive of SID

کارخانه قند استخراج شده و از طریق رابطه زیر محاسبه می‌شود (۲):

$$WSC= SC –MS \quad (۲)$$

در این رابطه WSC، SC و MS به‌ترتیب میران شکر سفید، درصد قند ناخالص یا عیار قند و قند ملاس است.

عملکرد قند ناخالص یا شکر ناخالص (Sugar Yield) از حاصل‌ضرب مقدار قند ناخالص در عملکرد ریشه به‌دست می‌آید. همچنین عملکرد قند خالص یا شکر خالص (White Sugar Yield) از حاصل‌ضرب عملکرد ریشه در درصد قند قابل استحصال محاسبه می‌شود. ضریب استحصال شکر (Extraction Coefficient of Sugar) یا راندمان استحصال بیانگر درصد شکر سفید قابل استحصال از ساکارز موجود در ریشه چغندر قند بوده و از طریق رابطه زیر محاسبه می‌شود (۲):

$$ECS= (WSC \div SC) \times ۱۰۰ \quad (۳)$$

در رابطه بالا ESC، WSC و SC به‌ترتیب میزان ضریب استحصال، درصد قند خالص و عیار قند است. با توجه به غلظت ناخالصی‌های سدیم، پتاسیم و نیتروژن مضره، ضریب قلیاییت یا آلکالیته برای هر نمونه بر مبنای رابطه ۴ محاسبه شد.

$$ALC = \frac{K + Na}{N} \quad (۴)$$

در نهایت پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها و عدم وجود اثر متقابل بلوک و تیمار، تجزیه واریانس با استفاده از نرم‌افزار MSTATC و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت.

## نتایج و بحث

### شاخص کلروفیل برگ

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای مختلف از لحاظ شاخص کلروفیل برگ در سطح احتمال پنج درصد است (جدول ۲). بیشترین شاخص کلروفیل برگ (۴۷/۸) با کاربرد تلفیقی نیتروکسین + فسفاته بارور۲ + ۲۰ تن ورمی‌کمپوست + ۵۰ درصد کود شیمیایی ($T_{۱۳}$) به‌دست آمد که فقط با تیمارهای $T_۲$ (۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست) و $T_۳$ (۲۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست) تفاوت معنی‌داری داشت. همچنین کمترین میزان این شاخص (۳۹/۲) با کاربرد ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست ($T_۲$) بدون تفاوت معنی‌دار با تیمارهای $T_۳$، $T_۵$، $T_۶$، $T_۷$، $T_۸$ و $T_۹$ به‌دست آمد. به نظر می‌رسد کاربرد تلفیقی کودهای زیستی و آلی با کودهای شیمیایی از طریق تأمین اکثر عناصر مورد نیاز گیاه اعم از پرمصرف و کم‌مصرف سبب افزایش بیوسنتز کلروفیل و جلوگیری از تجزیه و تخریب آن شده است. همچنین قابل ذکر است که در بیوسنتز کلروفیل‌ها عناصر آهن و منگنز جزو عناصر ضروری محسوب می‌شوند. این در حالی است که بیشتر کودهای شیمیایی مرسوم فاقد این دو عنصر ضروری هستند. لذا اضافه کردن کودهای زیستی در تلفیق با کود آلی ورمی‌کمپوست و کود شیمیایی با تأمین مداوم عناصر سبب افزایش شاخص کلروفیل شد. تأثیر مثبت تلقیح باکتریایی روی افزایش مقدار کلروفیل به دسترسی بیشتر نیتروژن برای بافت‌ها و اندام‌های در حال رشد در نتیجه تثبیت نیتروژن نسبت داده شده است (۶). با توجه به اینکه نیتروژن به‌طور مستقیم در ساختار کلروفیل شرکت می‌کند، می‌توان ارتباط مثبت و معنی‌داری بین مقدار نیتروژن برگ و کلروفیل را انتظار داشت (۱۵). اسکارف و همکاران (۳۰) گزارش کردند که کلروفیل و نیتروژن در گیاهان ارتباط نزدیکی با هم دارند و به همین دلیل از میزان کلروفیل برای تعیین وضعیت نیتروژن در گیاهان استفاده می‌شود. همچنین باکتری‌های موجود در کودهای زیستی سبب تولید مواد محرک رشد شده و منجر به افزایش کارایی جذب مواد غذایی و افزایش کلروفیل می‌شوند (۶). در تطابق با نتایج پژوهش حاضر، کریمی و همکاران (۱۹) گزارش کردند که کود زیستی نیتروکارا و فسفاته بارور۲ و قارچ‌های میکوریز آربوسکولار سبب افزایش مقدار کلروفیل برگ گیاه لوبیا سبز شدند. همچنین منذال و همکاران (۲۶) گزارش کردند که کاربرد ورمی‌کمپوست به‌همراه کودهای زیستی می‌تواند با جذب منیزیم و نیتروژن سبب افزایش بیوسنتز


www.SID.ir

Archive of SID

**جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف کودی بر صفات کمی و کیفی چغندرقند**

| منابع تغییرات | درجه آزادی | میانگین مربعات | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | شاخص کلروفیل | عملکرد ریشه | درصد قند ناخالص | عملکرد قند ناخالص | درصد قند خالص | عملکرد قند خالص |
| تکرار | ۲ | ۵/۶۴$^{ns}$ | ۲۰/۶$^{ns}$ | ۰/۶۸$^{ns}$ | ۰/۸۰$^{ns}$ | ۰/۳۳$^{ns}$ | ۰/۶۶$^{ns}$ |
| تیمار | ۱۲ | ۲۳/۵$^{*}$ | ۱۴۰$^{**}$ | ۲/۰۸$^{**}$ | ۷/۷۸$^{**}$ | ۱/۲۹$^{*}$ | ۴/۹۱$^{**}$ |
| اشتباه آزمایشی | ۲۴ | ۹/۹۸ | ۱۶/۳ | ۰/۵۷ | ۰/۶۴ | ۰/۵۸ | ۰/۵۳ |
| ضریب تغییرات (درصد) | | ۷/۱۳ | ۷/۴۸ | ۴/۳۸ | ۸/۴۹ | ۵/۳۸ | ۹/۵۰ |

ns، $^{*}$ و $^{**}$ به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

کلروفیل شود. ملکی نارگ موسی و همکاران (۲۳) تأثیرات مثبت کودهای زیستی را روی محتوی کلروفیل ذرت شیرین (*Zea mays* L. Saccharata) گزارش کردند.

**عملکرد ریشه**

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که بین تیمارهای مختلف کودی از لحاظ عملکرد ریشه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت (جدول ۲). بیشترین میزان عملکرد ریشه (۶۶۳۶۶ کیلوگرم در هکتار) به تیمار $T_{13}$ (نیتروکسین + فسفاته بارور۲ + ۲۰ تن ورمی‌کمپوست + ۵۰ درصد کود شیمیایی) تعلق داشت که اختلاف معنی‌داری با تیمارهای $T_{12}$ (نیتروکسین + فسفات بارور۲ + ۱۰ تن ورمی‌کمپوست + ۵۰ درصد کود شیمیایی)، $T_{11}$ (۲۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست به علاوه نیاز کودی محصول منهای مقدار معادل NPK موجود در ۲۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست) و $T_1$ (۱۰۰ درصد کود شیمیایی) نداشت. همچنین کمترین میزان عملکرد ریشه نیز به‌ترتیب با میانگین ۴۳۳۳۳ و ۴۵۱۶۶ کیلوگرم در هکتار با کاربرد ۱۰ و ۲۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست حاصل شد (جدول ۳). علاوه بر این نتایج نشان داد که کاربرد تلفیقی کودهای زیستی و آلی با کودهای شیمیایی عملکرد بیشتری را نسبت به کاربرد جداگانه هر یک از کودها تولید کرد، به‌طوری که تیمار $T_{13}$ نسبت به کاربرد ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست ($T_2$) ۴/۵۳ درصد عملکرد ریشه بیشتری تولید کرد. به نظر می‌رسد کاربرد تلفیقی کودهای زیستی به همراه کودهای شیمیایی از طریق کاهش pH خاک موجب افزایش جذب نیتروژن، فسفر و سایر عناصر غذایی شده و با تأمین این عناصر در مراحل مختلف رشدی گیاه بیشترین اثرگذاری را بر رشد و عملکرد ریشه داشته است (۲۵). همچنین فرجی و همکاران (۱۰) مشاهده کردند که بیشترین عملکرد ریشه چغندرقند با کاربرد تلفیقی کودهای زیستی با کودهای شیمیایی حاصل شد که دلیل آن را به بهبود جذب عناصر غذایی در مراحل مختلف رشد گیاه، بهبود خصوصیات فیزیکی خاک و افزایش نفوذپذیری آن و رشد بهتر ریشه چغندر قند نسبت دادند. افزایش عملکرد ریشه را می‌توان به تولید فیتوهورمون‌ها (اکسین، سیتوکنین و جیبرلین)، سیدروفورها و افزایش فعالیت آنزیم‌های موثر (اورئاز، بتاگلوکوسیداز، آلکالین فسفاتاز و دی‌فنیل اکسیداز) توسط باکتری‌های محرک رشد نسبت داد که منجر به گسترش بهتر تارهای کشنده، افزایش جذب مواد غذایی و در نهایت افزایش عملکرد خواهد شد (۲۰). لی و همکاران (۲۰) گزارش کردند که کاربرد تلفیقی کودهای آلی به همراه کودهای شیمیایی باعث افزایش معنی‌دار فعالیت آنزیم‌های ذکر شده و افزایش عملکرد گیاه ذرت نسبت به کاربرد ۱۰۰ درصد کود شیمیایی شد. همچنین فرانکنبرگ و ارشد (۱۱) گزارش کردند که اکسین تولید شده توسط باکتری‌های محرک رشد با تحریک توسعه سلولی باعث افزایش رشد گیاه، ریشه‌زایی و افزایش شاخه‌زایی می‌شود.


www.SID.ir

Archive of SID

**جدول ۳. نتایج مقایسه میانگین شاخص‌های کمی و کیفی چغندرقند تحت تأثیر تیمارهای مختلف کودی**

| تیمارهای کودی | شاخص کلروفیل | عملکرد ریشه (کیلوگرم در هکتار) | درصد قند ناخالص | عملکرد قند ناخالص (کیلوگرم در هکتار) | درصد قند خالص | عملکرد قند خالص (کیلوگرم در هکتار) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $T_1$ | ۴۶/۸$^{a}$ | ۶۱۱۶۶$^{abc}$ | ۱۷/۷$^{ab}$ | ۱۰۸۱۶$^{b}$ | ۱۳/۸$^{b}$ | ۸۴۲۲$^{bc}$ |
| $T_2$ | ۳۹/۲$^{b}$ | ۴۳۳۳۳$^{g}$ | ۱۵/۹$^{c}$ | ۶۸۷۲$^{g}$ | ۱۳/۲$^{b}$ | ۵۷۱۵$^{f}$ |
| $T_3$ | ۳۹/۳$^{b}$ | ۴۵۱۶۶$^{fg}$ | ۱۶$^{c}$ | ۷۲۳۵$^{g}$ | ۱۳/۳$^{b}$ | ۵۹۳۳$^{ef}$ |
| $T_4$ | ۴۵/۳$^{a}$ | ۵۳۶۶۶$^{cde}$ | ۱۷/۱$^{bc}$ | ۹۱۵۸$^{cdef}$ | ۱۴$^{b}$ | ۷۴۹۰$^{cd}$ |
| $T_5$ | ۴۴/۹$^{ab}$ | ۵۴۸۳۳$^{bcde}$ | ۱۷/۱$^{bc}$ | ۹۴۱۰$^{bcde}$ | ۱۳/۹$^{b}$ | ۷۶۵۶$^{bcd}$ |
| $T_6$ | ۴۱/۸$^{ab}$ | ۴۷۳۳۲$^{efg}$ | ۱۶/۴$^{bc}$ | ۷۷۸۳$^{fg}$ | ۱۳/۶$^{b}$ | ۶۴۵۵$^{def}$ |
| $T_7$ | ۴۳/۱$^{ab}$ | ۵۱۱۶۶$^{def}$ | ۱۷/۱$^{bc}$ | ۸۷۵۸$^{ef}$ | ۱۴/۲$^{b}$ | ۷۲۷۱$^{cd}$ |
| $T_8$ | ۴۴/۱$^{ab}$ | ۵۰۵۰۰$^{defg}$ | ۱۷/۲$^{bc}$ | ۸۶۷۸$^{ef}$ | ۱۴/۱$^{b}$ | ۷۱۴۴$^{cde}$ |
| $T_9$ | ۴۵$^{ab}$ | ۵۱۱۶۹$^{def}$ | ۱۷/۷$^{ab}$ | ۹۰۴۱$^{def}$ | ۱۴/۴$^{ab}$ | ۷۳۶۳$^{cd}$ |
| $T_{10}$ | ۴۵/۴$^{a}$ | ۵۷۶۶۷$^{bcd}$ | ۱۷/۹$^{ab}$ | ۱۰۳۲۰$^{bcd}$ | ۱۴/۵$^{ab}$ | ۸۳۴۴$^{bc}$ |
| $T_{11}$ | ۴۶/۱$^{a}$ | ۵۹۱۶۶$^{abc}$ | ۱۷/۸$^{ab}$ | ۱۰۵۳۸$^{bc}$ | ۱۴/۳$^{b}$ | ۸۴۳۲$^{bc}$ |
| $T_{12}$ | ۴۷/۵$^{a}$ | ۶۱۳۳۳$^{ab}$ | ۱۷/۷$^{ab}$ | ۱۰۸۴۶$^{b}$ | ۱۴/۵$^{ab}$ | ۸۹۱۴$^{b}$ |
| $T_{13}$ | ۴۷/۸$^{a}$ | ۶۶۳۶۶$^{a}$ | ۱۸/۹$^{a}$ | ۱۲۵۷۴$^{a}$ | ۱۵/۹$^{a}$ | ۱۰۴۳۰$^{a}$ |

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد است.

۱۰۰ درصد کود شیمیایی (۳۵۰، ۱۰۰ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره، سوپرفسفات تریپل و سولفات پتاسیم) به‌عنوان شاهد ($T_1$)، ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست ($T_2$)، ۲۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست ($T_3$)، ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست + ۵۰ درصد کود شیمیایی ($T_4$)، ۲۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست + ۵۰ درصد کود شیمیایی ($T_5$)، نیتروکسین + فسفات بارور۲ ($T_6$)، ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست + نیتروکسین + فسفات بارور۲ ($T_7$)، ۲۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست + نیتروکسین + فسفات بارور۲ ($T_8$)، نیتروکسین + فسفات بارور۲ + ۵۰ درصد کود شیمیایی ($T_9$)، ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست + کود شیمیایی (۱۹۶ و ۸۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره و سوپر فسفات تریپل) ($T_{10}$)، ۲۰ تن در هکتار ورمی کمپوست + کود شیمیایی (۴۰ و ۷۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره و سوپر فسفات تریپل) ($T_{11}$)، نیتروکسین + فسفات بارور۲ + ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست + ۵۰ درصد کود شیمیایی ($T_{12}$) و نیتروکسین + فسفات بارور۲ + ۲۰ تن در هکتار ورمی کمپوست + ۵۰ درصد کود شیمیایی ($T_{13}$)

علاوه بر این، میتال و همکاران (۲۴) نتیجه گرفتند که استفاده از کودهای زیستی و باکتری‌های حل کننده فسفات از طریق تولید هورمون‌های رشد گیاه به‌خصوص اکسین، سیتوکنین و جیبرلین، رشد و نمو گیاهان را تحت تأثیر قرار داده و باعث افزایش شاخص‌های رشدی و عملکرد در گیاهان مختلف می‌شوند. علاوه بر این آزاد شدن تدریجی عناصر غذایی در ورمی‌کمپوست و در دسترس قرار گرفتن عناصر غذایی در طول دوره رشدی گیاه منجر به بهبود شاخص‌های فیزیولوژیک از قبیل شاخص سطح برگ، میزان کلروفیل، فتوسنتز خالص و تأخیر در علائم پیری برگ‌ها شد و در نتیجه منجر به افزایش عملکرد می‌شود (۲ و ۶). همچنین استفاده از کودهای آلی اثرات تشدیدکنندگی روی فعالیت میکروبی خاک داشته و متعاقباً با افزایش دسترسی بیشتر به عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم، عملکرد گیاه افزایش می‌یابد (۱۶).

### درصد و عملکرد قند ناخالص

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که بین تیمارهای مختلف کودی از لحاظ درصد و عملکرد قند ناخالص اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت (جدول ۲).


www.SID.ir

Archive of SID

بیشترین میزان درصد قند ناخالص (۱۸/۹) در تیمار $T_{13}$ (نیتروکسین + فسفاته بارور۲ + ۲۰ تن ورمی‌کمپوست + ۵۰ درصد کود شیمیایی) به‌دست آمد که اختلاف معنی‌داری با تیمارهای $T_{12}$، $T_{11}$، $T_{10}$، $T_9$ و $T_1$ نداشت (جدول ۳). همچنین کمترین میزان این شاخص نیز در تیمارهای $T_2$ (۹/۱۵ درصد) و $T_3$ (۱۶ درصد) بدون اختلاف معنی‌دار با تیمارهای $T_4$، $T_5$، $T_6$، $T_7$ و $T_8$ به‌دست آمد (جدول ۳). علاوه بر این، بیشترین (۱۲۵۷۴ کیلوگرم در هکتار) و کمترین (۶۸۷۲ کیلوگرم در هکتار) عملکرد قند ناخالص نیز به‌ترتیب با کاربرد تلفیقی کودهای نیتروکسین + فسفاته بارور۲ + ۲۰ تن ورمی‌کمپوست + ۵۰ درصد کود شیمیایی و ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست ($T_{13}$) حاصل شد. عملکرد قند ناخالص برایندی از درصد قند ناخالص و عملکرد ریشه چغندرقند است. لذا هر عاملی که باعث افزایش این دو شاخص شود میزان عملکرد قند را افزایش خواهند داد (۲). مشاهده می‌شود با کاربرد تلفیقی کودهای آلی و زیستی به همراه کودهای شیمیایی به‌دلیل افزایش عملکرد ریشه و درصد قند ناخالص، میزان عملکرد قند ناخالص در این تیمار افزایش معنی‌داری پیدا کرد (جدول ۳). به‌طوری که، عملکرد قند ناخالص در تیمار $T_{13}$ نسبت به تیمار ۱۰۰ درصد کود شیمیایی ($T_1$) ۷/۱۶ درصد افزایش یافت. تأمین عناصر غذایی با کاربرد تلفیقی کودهای شیمیایی، زیستی و آلی با افزایش جذب عناصر در مراحل مختلف رشدی نقش مؤثری در افزایش عملکرد گیاهان خواهند داشت. به‌طوری‌که جوانمرد و همکاران (۱۶) گزارش کردند که کاربرد کود آلی ورمی‌کمپوست سبب افزایش نیتروژن و فسفر قابل جذب در گیاه گندم (*Triticum aestivum* L.) شد و در تیمارهای تلفیقی با افزایش میزان کود ورمی‌کمپوست و کاهش مقادیر کودهای شیمیایی، نیتروژن و فسفر کل افزایش معنی‌داری پیدا کرد. افزایش نیتروژن در خاک‌های تغذیه شده به‌صورت ارگانیکی به وجود مقادیر زیاد کربن و نیتروژن کل در ورمی‌کمپوست مربوط است که منبع بزرگی برای معدنی شدن نیتروژن است (۴).

**درصد و عملکرد قند خالص**

اثر تیمارهای مختلف کودی بر درصد قند خالص در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول۲). بیشترین (۱۵/۹ درصد) و کمترین (۱۳/۲ درصد) قند خالص به‌ترتیب در تیمارهای $T_{13}$ (نیتروکسین + فسفاته بارور۲ + ۲۰ تن ورمی‌کمپوست + ۵۰ درصد کود شیمیایی) و $T_2$ (۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست) به‌دست آمد. علاوه بر این، تفاوت عملکرد قند خالص تحت تأثیر تیمارهای مختلف کودی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین میزان عملکرد قند خالص در تیمار $T_{13}$ با میزان عملکرد ۱۰۴۳۰ کیلوگرم در هکتار حاصل شد که نسبت به کاربرد ۱۰۰ درصدی کود شیمیایی میزان عملکرد ۲۲/۵ درصد افزایش نشان داد. همچنین کمترین میزان (۵۷۱۵ کیلوگرم در هکتار) این شاخص نیز در تیمار $T_2$ (۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست) حاصل شد که تفاوت معنی‌داری با تیمارهای $T_3$ (۲۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست) و نیتروکسین + فسفات بارور۲ ($T_6$) نداشت (جدول ۳). با توجه به اینکه چغندرقند جزء گیاهان پرمصرف از لحاظ عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن است، در دسترس بودن عناصر ماکرو و میکرو نقش بسزایی در افزایش عملکرد ریشه و قند این گیاه خواهد داشت (۲). با توجه به اینکه نیتروژن موجود در کودهای شیمیایی به‌صورت معدنی بوده طی فرایند نیترات‌سازی و یا در آبشویی به لایه‌های پایینی خاک منتقل و از دسترس گیاه خارج خواهد شد. در نتیجه کاربرد تلفیقی کودهای شیمیایی با کودهای آلی و زیستی با ایجاد ترکیب جدیدی بنام کود کندرو و با آزادسازی تدریجی عناصر غذایی موجود در آن موجب افزایش جذب این عناصر در مراحل مختلف رشد گیاه شده که منجر به افزایش فتوسنتز، بهبود شرایط رشدی گیاه و افزایش ذخیره قند در ریشه خواهد شد (۶ و ۲۱). همچنین افزایش کربن آلی خاک و عناصر NPK را می‌توان به ترشح اسیدهای آلی از جمله اسید اگزالیک، اسید فسفاتاز و پروتئاز تیمار شده با ورمی‌کمپوست نسبت داد که منجر به حلالیت بیشتر عناصر به‌ویژه پتاسیم و فسفر در خاک می‌شوند (۲۱). جوزی و زارع ابیانه (۱۷) نتیجه گرفتند که با افزایش مصرف کودهای شیمیایی و به‌ویژه نیتروژن درصد قند خالص کاهش می‌یابد. علت کاهش درصد قند خالص با


www.SID.ir

Archive of SID

مصرف کودهای شیمیایی به تحریک رشد رویشی، سایه‌اندازی برگ‌ها، افزایش نسبت تنفس نگهدارنده به فتوسنتز و بزرگ‌تر شدن ریشه‌ها (افزایش غیر مستقیم نیتروژن مضره) نسبت داده می‌شود. به‌طوری‌که سیالتاس و مسلاریس (۳۳) دلیل افزایش ناخالصی‌های (سدیم و نیتروژن مضره) ریشه چغندرقند با مصرف کودهای شیمیایی نیتروژنه را به تنظیم اسمزی در ریشه‌هایی که میزان آب بیشتری داشتند، مرتبط دانستند. همچنین کافکا و گرنتز (۱۸) نتیجه گرفتند که مصرف زیاد کودهای نیتروژنه سبب افزایش رشد رویشی و انتقال مواد قندی ذخیره شده از ریشه به برگ‌ها شده و در نتیجه از میزان قند خالص و عملکرد قند خالص کاسته خواهد شد. علاوه بر این، هافمن (۱۴) نتیجه گرفت با مصرف کودهای شیمیایی، اگرچه عملکرد ریشه چغندر قند افزایش یافت ولی غلظت و عملکرد قند خالص کاهش پیدا کرد. دیهیم‌فرد و نظری (۹) نیز مشاهده کردند که همبستگی منفی و معنی‌داری بین درصد قند خالص و درصد تجمع نیتروژن در ریشه چغندرقند وجود داشت و با توجه به افزایش تجمع ناخالصی‌ها با کاربرد کودهای شیمیایی مرسوم، درصد و عملکرد قند خالص کاهش یافت. همچنین نتایج مشابهی توسط ابیانه و همکاران (۲)، تسیالتاس و مسلاریس (۳۳) و نوشاد و خیامیم (۲۷) گزارش شد.

**ناخالصی‌ها (سدیم، پتاسیم و نیتروژن مضره)**

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که غلظت سدیم، تحت تأثیر معنی‌دار تیمارهای مختلف کودی قرار نگرفت (جدول ۴). با این حال بیشترین (۱/۸۵ میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰ گرم ریشه) و کمترین (۱/۲۱ میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰ گرم ریشه) میزان سدیم به‌ترتیب در تیمارهای $T_1$ (۱۰۰ درصد کود شیمیایی) و $T_3$ (۲۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست) مشاهده شد (جدول ۵). برخلاف سدیم، غلظت پتاسیم تحت تأثیر معنی‌دار تیمارهای مختلف کودی در سطح احتمال پنج درصد قرار گرفت (جدول ۴). بیشترین میزان غلظت پتاسیم با کاربرد ۱۰۰ درصد کود شیمیایی ($T_1$) به‌دست آمد که تفاوت معنی‌داری با تیمارهای $T_4$، $T_5$، $T_9$، $T_{10}$، $T_{11}$ و $T_{13}$ نداشت. همچنین کمترین میزان این شاخص نیز (۵/۳۶ میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰ گرم ریشه) نیز با کاربرد ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست حاصل شد (جدول ۵). همچنین نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که غلظت نیتروژن تحت تأثیر معنی‌دار تیمارهای مختلف کودی در سطح احتمال پنج درصد قرار گرفت (جدول ۴). بیشترین میزان نیتروژن (۲/۷۴ میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰ گرم ریشه) با کاربرد ۱۰۰ درصد کود شیمیایی ($T_1$) به‌دست آمد که تفاوت معنی‌داری با تیمارهای $T_9$ و $T_{11}$ نداشت. کمترین میزان نیتروژن نیز به‌ترتیب در تیمارهای $T_2$ (۱/۴۷ میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰ گرم ریشه) و $T_3$ (۱/۵۴ میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰ گرم ریشه) مشاهده شد (جدول ۵). به نظر می‌رسد کاربرد ۱۰۰ درصد کود شیمیایی منجر به جذب سریع نیتروژن، پتاسیم و سدیم و به تبع آن افزایش غلظت ناخالصی‌ها در ریشه چغندرقند نسبت به کاربرد تلفیقی کودهای آلی و زیستی با کودهای شیمیایی شده است. این امر بیانگر آن است که انتقال مواد بین منبع و مخزن و انتقال نیتروژن برای آنزیم‌های قندسازی (ساکارز سینتتاز) با مصرف کودهای آلی و زیستی مؤثرتر عمل کرده که در نهایت منجر به افزایش درصد قند خالص و کاهش تجمع ناخالصی‌های ریشه شده است (۲۷). کلیک و همکاران (۸) گزارش کردند با مصرف کودهای شیمیایی به‌دلیل افزایش غلظت پتاسیم ریشه، کیفیت قند استحصالی کاهش پیدا کرد. سیالتاس و مسلاریس (۳۳) مشاهده کردند که با کاربرد ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن میزان عناصر نیتروژن، سدیم و پتاسیم ریشه چغندرقند به‌ترتیب ۳۶/۹، ۳۷/۴ و ۳/۷ نسبت به عدم مصرف افزایش یافت. همچنین عبدالمطلقی و عطیا (۱) گزارش کردند که با کاربرد کودهای شیمیایی غلظت نیتروژن، پتاسیم و سدیم در ریشه چغندرقند به‌ترتیب ۵۴، ۵/۹ و ۲۹/۶ درصد نسبت به عدم مصرف افزایش یافت.

**قند ملاس**

اثر تیمارهای مختلف کودی بر میزان ملاس ریشه چغندرقند در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). بیشترین میزان قند ملاس (۳/۳۱ درصد) در تیمار ۱۰۰ درصد کود شیمیایی ($T_1$) به‌دست آمد که تفاوت معنی‌داری با تیمارهای


www.SID.ir

Archive of SID



**جدول ۴. نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف کودی بر سایر صفات کیفی چغندرقند**

| منابع تغییرات | درجه آزادی | میانگین مربعات | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | سدیم | پتاسیم | نیتروژن مضره | قند ملاس | ضریب استحصال | ضریب آلکالیته |
| تکرار | ۲ | ۰/۲۹$^{ns}$ | ۰/۷۵$^{ns}$ | ۰/۱۱$^{ns}$ | ۰/۲۱$^{ns}$ | ۴/۴۴$^{ns}$ | ۳/۴۲$^{ns}$ |
| تیمار | ۱۲ | ۰/۱۲$^{ns}$ | ۱/۴۷$^{*}$ | ۰/۴۱$^{*}$ | ۰/۳۳$^{**}$ | ۶/۴۱$^{ns}$ | ۰/۶۶$^{ns}$ |
| اشتباه آزمایشی | ۱۸ | ۰/۰۶ | ۰/۶۲ | ۰/۱۷ | ۰/۰۹ | ۳/۴۷ | ۱/۲۱ |
| ضریب تغییرات (درصد) | | ۱۸/۲ | ۱۲/۱ | ۲۱/۵ | ۱۲/۲ | ۲/۲۹ | ۲۵/۳ |

ns، * و ** به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

$T_{10}$ (۲/۸۳ درصد) و $T_{11}$ (۲/۹۶ درصد) نداشت. همچنین کمترین میزان قند ملاس نیز به کاربرد ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست ($T_2$) تعلق داشت که با تیمارهای $T_3$، $T_4$، $T_5$، $T_6$، $T_7$، $T_8$، $T_{12}$ و $T_{13}$ در یک سطح قرار گرفت (جدول ۵). عبدالمطقلی و عطیا (۱) گزارش کردند که میزان قند ملاس همبستگی مثبتی با مصرف کودهای شیمیایی و ناخالصی‌های ریشه دارد. به‌طوری که مصرف ۲۸۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن باعث افزایش ۲/۸۰ الی ۳/۰۷ درصدی قند ملاس شد. از آنجایی که بیشترین میزان ناخالصی‌ها با کاربرد ۱۰۰ درصد کود شیمیایی به‌دست آمده است، لذا میزان قند ملاس در این تیمار بیشتر از سایر تیمارها بود. نوشاد و خیامیم (۲۷) مهم‌ترین عامل افزایش قند ملاس را کاربرد کودهای شیمیایی بیان می‌کنند.

**ضریب استحصال قند و ضریب آلکالیته (قلیائیت)**

نتایج حاصل از تجزیه واریانس بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار بین تیمارهای مختلف از لحاظ ضریب استحصال قند و ضریب آلکالیته است (جدول ۴). با این حال، بیشترین (۸۳/۱ درصد) و کمترین (۷۷/۹) میزان ضریب استحصال به تیمارهای نیتروکسین + فسفاته بارور۲ + ۲۰ تن ورمی‌کمپوست + ۵۰ درصد کود شیمیایی ($T_{13}$) و ۱۰۰ درصد کود شیمیایی ($T_1$) مربوط بود. به نظر می‌رسد افزایش تجمع ناخالصی‌های ریشه تحت تأثیر کاربرد کود شیمیایی سبب کاهش ضریب استحصال در این تیمارها شده است. همچنین بیشترین (۴/۹۷) و کمترین (۳/۴۸) میزان ضریب آلکالیته نیز به‌ترتیب در تیمارهای ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست + نیتروکسین + فسفات بارور۲ ($T_7$) و نیتروکسین + فسفات بارور۲ + ۵۰ درصد کود شیمیایی ($T_9$) به‌دست آمد (جدول ۵). میزان ضریب آلکالیته بر خلاف نیتروژن مضره، سدیم و پتاسیم با کاربرد تلفیقی کودهای زیستی و آلی به همراه کودهای شیمیایی افزایش یافت. به‌طوری‌که میزان ضریب آلکالیته با کاربرد تلفیقی کودها در تیمارهای $T_3$، $T_7$، $T_8$، $T_{12}$ و $T_{13}$ نسبت به مصرف ۱۰۰ درصد کود شیمیایی ($T_1$) به‌ترتیب ۳۴/۸، ۳۸/۴، ۳۴/۳، ۳۰/۶ و ۲۰/۶ درصد افزایش یافت. زیرا دیهیم‌فرد و نظری (۹) نتیجه گرفتند که درجه آلکالوییدی همبستگی منفی و بالایی با میزان نیتروژن مضره دارد. در تیمارهای کاربرد تلفیقی کودها به دلیل اینکه آزادسازی عناصر به آرامی صورت می‌گیرد، لذا انباشت نیتروژن در ریشه صورت نمی‌گیرد و همین امر منجر به کاهش ناخالصی‌های موجود در ریشه می‌شود. همچنین جوزی و زارع ابیانه (۱۷) گزارش کردند که با کاهش مقدار مصرف کود نیتروژنه ضریب آلکالیته افزایش یافت.

## نتیجه‌گیری

نتایج به‌دست آمده از این پژوهش در ارتباط با کاربرد تلفیقی کودهای زیستی و آلی با کودهای شیمیایی مرسوم بر عملکرد کمی و کیفی چغندر قند حاکی از آن است که بسیاری از صفات مورد مطالعه به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای مختلف



www.SID.ir

Archive of SID

**جدول ۵. نتایج مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف کودی بر صفات کیفی چغندرقند**

| تیمارهای کودی | سدیم | پتاسیم | نیتروژن مضره | قند ملاس | ضریب استحصال | ضریب آلکالیته |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | (میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰ گرم ریشه) | | | (درصد) | | |
| $T_1$ | ۱/۸۵ | ۷/۹۶$^{a}$ | ۲/۷۴ $^{a}$ | ۳/۳۱ $^{a}$ | ۷۷/۹ | ۳/۵۹ |
| $T_2$ | ۱/۲۳ | ۵/۳۶$^{d}$ | ۱/۴۷ $^{d}$ | ۲/۰۹ $^{e}$ | ۸۲/۹ | ۴/۶۹ |
| $T_3$ | ۱/۱۸ | ۵/۹۳$^{bcd}$ | ۱/۵۴$^{cd}$ | ۲/۲۷$^{de}$ | ۸۲/۱ | ۴/۸۴ |
| $T_4$ | ۱/۲۸ | ۶/۴۷$^{abcd}$ | ۱/۹۳$^{bcd}$ | ۲/۵۳$^{bcde}$ | ۸۱/۷ | ۴/۰۲ |
| $T_5$ | ۱/۲۳ | ۶/۷۰$^{abcd}$ | ۲/۰۴$^{bcd}$ | ۲/۶۰$^{bcde}$ | ۸۱/۳ | ۳/۹۹ |
| $T_6$ | ۱/۲۱ | ۵/۶۹$^{cd}$ | ۱/۵۹$^{cd}$ | ۲/۲۱$^{de}$ | ۸۲/۹ | ۴/۳۶ |
| $T_7$ | ۱/۳۱ | ۵/۸۹$^{bcd}$ | ۱/۵۸$^{cd}$ | ۲/۳۱$^{cde}$ | ۸۲/۸ | ۴/۹۷ |
| $T_8$ | ۱/۲۹ | ۶/۳۳$^{bcd}$ | ۱/۶۶$^{cd}$ | ۲/۴۶$^{bcde}$ | ۸۲/۲ | ۴/۸۲ |
| $T_9$ | ۱/۴۴ | ۶/۶۳$^{abcd}$ | ۲/۳۵$^{ab}$ | ۲/۶۸$^{bcd}$ | ۸۱/۵ | ۳/۴۸ |
| $T_{10}$ | ۱/۵۵ | ۷/۰۵$^{abc}$ | ۲/۰۳$^{bcd}$ | ۲/۸۳$^{abc}$ | ۸۰/۸ | ۴/۳۸ |
| $T_{11}$ | ۱/۵۹ | ۷/۳۴$^{ab}$ | ۲/۲۱$^{abc}$ | ۲/۹۶$^{ab}$ | ۸۰ | ۴/۳۶ |
| $T_{12}$ | ۱/۵۰ | ۶/۳۹$^{bcd}$ | ۱/۷۷$^{bcd}$ | ۲/۵۶$^{bcde}$ | ۸۲/۱ | ۴/۶۹ |
| $T_{13}$ | ۱/۴۶ | ۶/۵۸$^{abcd}$ | ۱/۸۶$^{bcd}$ | ۲/۶۲$^{bcde}$ | ۸۳/۱ | ۴/۳۳ |

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد است.

۱۰۰ درصد کود شیمیایی (۳۵۰، ۱۰۰ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره، سوپرفسفات تریپل و سولفات پتاسیم) به‌عنوان شاهد ($T_1$)، ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست ($T_2$)، ۲۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست ($T_3$)، ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست + ۵۰ درصد کود شیمیایی ($T_4$)، ۲۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست + ۵۰ درصد کود شیمیایی ($T_5$)، نیتروکسین + فسفات بارور۲ ($T_6$)، ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست + نیتروکسین + فسفات بارور۲ ($T_7$)، ۲۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست + نیتروکسین + فسفات بارور۲ ($T_8$)، نیتروکسین + فسفات بارور۲ + ۵۰ درصد کود شیمیایی ($T_9$)، ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست + کود شیمیایی (۱۹۶ و ۸۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره و سوپر فسفات تریپل) ($T_{10}$)، ۲۰ تن در هکتار ورمی کمپوست + کود شیمیایی (۴۰ و ۷۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره و سوپر فسفات تریپل) ($T_{11}$)، نیتروکسین + فسفات بارور۲ + ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست + ۵۰ درصد کود شیمیایی ($T_{12}$) و نیتروکسین + فسفات بارور۲ + ۲۰ تن در هکتار ورمی کمپوست + ۵۰ درصد کود شیمیایی ($T_{13}$)

کودی قرار گرفت. بیشترین میزان شاخص کلروفیل، عملکرد ریشه، عملکرد قند ناخالص، عملکرد قند خالص با کاربرد تلفیقی کودهای نیتروکسین + فسفاته بارور۲ + ۲۰ تن ورمی‌کمپوست + ۵۰ درصد کود شیمیایی ($T_{13}$) به‌دست آمد. همچنین کمترین میزان شاخص‌های ذکر شده نیز در تیمارهای $T_2$ (۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست) و $T_3$ (۲۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست) حاصل شد. علاوه بر این نتایج نشان داد که با افزایش مصرف کودهای شیمیایی میزان ناخالص‌های (سدیم، پتاسیم و نیتروژن مضره) موجود در ریشه افزایش یافت. به‌طوری که میزان نیتروژن مضره در تیمار $T_1$ (۱۰۰ کود شیمیایی) نسبت به تیمارهای $T_2$، $T_3$، $T_6$، $T_7$ و $T_8$ به‌ترتیب ۸۶/۴، ۷۷/۹، ۷۲/۳، ۷۳/۴، ۶۵/۱ درصد افزایش یافت. به‌طور کلی بر اساس نتایج حاصل از این آزمایش، کاربرد تلفیقی کودهای نیتروکسین + فسفاته بارور۲ + ۲۰ تن ورمی‌کمپوست + ۵۰ درصد کود شیمیایی NPK می‌تواند در راستای کاهش مصرف کودهای شیمیایی در زراعت چغندرقند پیشنهاد شود.


www.SID.ir

Archive of SID


## منابع مورد استفاده


1. Abdel-Motagally, F. M. F. and K. K. Attia. 2009. Response of sugar beet plants to nitrogen and potassium fertilization in sandy calcareous soil. *International Journal of Agriculture and Biology* 11: 695–700.
2. Abyaneh, H. A., M. Jovzi and M. Albaji. 2017. Effect of regulated deficit irrigation, partial root drying and N-fertilizer levels on sugar beet crop (*Beta vulgaris* L.). *Agricultural Water Management* 194: 13–23.
3. Ahmad, I., A. Bashir, S. H. Ali, H. Qing Fang, M. Kamran and B. Bilegjargal. 2017. Influence of organic and inorganic fertilization on yield and quality of sugar beet genotypes. *Journal of Plant Nutrition* 15(40): 2109-2115.
4. Arancon, N. Q., C. A. Edwards and P. Bierman. 2006. Influences of vermicomposts on field strawberries: Part 2. Effects on soil microbiological and chemical properties. *Bioresource Technology* 97: 831-840.
5. Arrudaa, L., A. Beneduzi, A. Martins, B. Lisboa, C. Lopes, F. Bertolo, L. M. P. Passaglia Maria and K. L. Vargas. 2013. Screening of rhizobacteria isolated from maize (*Zea mays* L.) in Rio Grande do Sul State (South Brazil) and analysis of their potential to improve plant growth. *Applied Soil Ecology* 63: 15-22.
6. Bilal, M., M. Ayub, M. Tariq, M. Tahir and M.A. Nadeem. 2017. Dry matter yield and forage quality traits of oat (*Avena sativa* L.) under integrative use of microbial and synthetic source of nitrogen. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences* 16: 236–241.
7. Behaeen, M. A., G. R. Ashraf Mansouri and F. Hamidi. 2011. Effect of different tillage methods in monogerm seedbed prepartion on yield and qulaity of sugar beet. *Journal of Sugar Beet* 28(2): 123-135 (In Farsi).
8. Celik, H., B. A. Bulent, G. Serhat and V.A. Katkat. 2010. Effect of potassium and iron on macroelement uptake of maize. *Zemdirbyste* 97: 11–22.
9. Dihim Fard, R. and SH. Nazari. 2015. Effect of nitrogen application on quantitative and qualitative of sugar beet cultivars. *Journal of Plant Production Research* 22(2): 71-93 (In Farsi).
10. Faraji, S., M. Rafieiolhossaini and A. Abasi Soorki. 2015. The effect of solitary and combined application of organic and biological manure and chemical fertilizer on some of the qualitative and quantitative properties of sugar beet. *Agricultural Crop Management* 17(3): 789-800.
11. Frankenberger, J. W. and M. Arshad. 1995. Phytohormons in Soils microbial Production and Function. Marcel Dekker Inc. New York.
12. Gehan, A. A., A. B. Elham and M. H. M. Afifi. 2013. Root yield and quality of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) in response to biofertilizer and foliar application with micronutrients. *World Applied Sciences Journal* 27(11): 1385-1389.
13. Hergert, G.W. 2010. Sugar beet fertilization. *Sugar Tech* 12: 256-266.
14. Hoffmann, C. M. 2011. Root quakity of sugar beet. *Sugar Tech* 12(3-4): 276-287.
15. Hopkins, W. G. and N. P. A. Huner. 2009. Introduction to Plant Physiology. Fourth Edition. John Wiley & Sons, Inc. United States.
16. Javanmard, A., B. Nazari, A. Jalilian and SH. Dashti. 2016. Effect of different levels of vermicompost and chemical fertilizer applications on some physicochemical characteristics of soil and wheat (*Triticum aestivum* L. cv. Bahar) yield in Rotation with Sugar Beet. *Water and Soil Science* 26(4.1): 167-181.
17. Jozi, M. and H. Zare Abyaneh. 2016. Effects of nitrogen fertilizer and deficit irrigation on quantitative and qualitative traits of sugar beet. *Journal of Suger Beet* 31(2): 141-156. (In Farsi).
18. Kaffka, S. R. and D. A. Grantz. 2014. Sugar Crops. *Encyclopedia of Agriculture and Food Systems* 5: 240-260.
19. Karimi, K., S. A. Bolandnazar and S. Ashoori. 2013. Effect of bio-fertilizer and arbuscular mycorrhizal fungi on yield, growth characteristics and quality of green bean (*Phaseolous vulgaris* L.). *Journal of Agricultural Scince and Sustainable Production* 23(3): 157-167.
20. Li, H., W. Feng, H. E. Ting, X. Hua, P. ZHU, H. J. GAO, N. SUN and X. Ming Gang. 2017. Chemical fertilizers could be completely replaced by manure to maintain high maize yield and soil organic carbon (SOC) when SOC reaches a threshold in the Northeast China Plain. *Journal of Integrative Agriculture* 16: 937–946.
21. Liu, R. and R. Lal. 2015. Potentials of engineered nanoparticles as fertilizers for increasing agronomic productions. *Science of the Total Environment* 514: 131-139.
22. Mahdavi, H., S. Maleki Farahani, M. A. Chegini and H. Besharati. 2016. Effect of seed coating and pelleting with plant growth promoting rihzobacteria on germination and seedling growth of sugar beet (*Beta vulgaris*). *Journal of Sugar Beet* 32(1): 63-74. (In Farsi).
23. Maleki Narg Mousa, M., H. R. Balouchi, H. Farajee and A. R. Yadavi. The effect of nitrogen and phosphorus chemical and biological fertilizers on grain yield and qualitative traits of sweet corn. *Journal of Agricultural Scince and Sustainable Production* 23(3): 89-104. (In Farsi).
24. Mittal, V., O. Sigh, H. Na yyar, G. Kaur and R. Tewari. 2008. Stimulatory effect of phosphate-solubilizng fungal strains (*Aspergillus awarvori* and *Pencillum citrinum*) on the yield of chickpea (*Cicer arietinum* L. Cv. GPF2.). *Soil Biology and Biochemistry* 40: 718-727.
25. Mohammady Aria, M., A. Lakzzian, G. H. Haghnia and A. R. Berengi. 2010. Effect of thiobacillus, sulfur and



www.SID.ir

Archive of SID

vermicompost on the water-soluble phosphorus of hard rock phosphate. *Bioresource Technology* 101: 551-554.
26. Mondal, T., J. K. Datta and N. K. Mondal. 2017. Chemical fertilizer in conjunction with biofertilizer and vermicompost induced changes in morpho-physiological and bio-chemical traits of mustard crop. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences* 16: 135–144.
27. Noshad, H. and S. Khayamim. 2017. Effect of soil nitrogen on some physiological characteristics and quality of sugar beet. *The University of Tehran's Scientific Journals Database* 48(1): 11-24.
28. Reinefeld, E., B. Emmerich, G. Baumgarten, C. Winner and U. Beiss. 1974. Zur voraussage des melassezuckers aus rubenanalysen. *Zucker* 27: 2-15.
29. Sahin, F., R. Çakmakçi and F. Kantar. 2004. Sugar beet and barley yields in relation to inoculation with $N_2$-fixing and phosphate solubilizing bacteria. *Plant and Soil* 265: 123–129.
30. Scharf, P. C., S. M. Brouder and R. G. Hoef. 2006. Chlorophyll meter reading can predict nitrogen need and yield response of corn in the north- central USA. *Agronomy Journal* 95: 655-665.
31. Subramanian, K. S. and M. Thirunavukkarasu. 2017. Nano-fertilizers and nutrient transformations in soil. *Nanoscience and Plant–Soil Systems* 48: 305-318.
32. Tejada, M., A. M. García-Martínez and J. Parrado. 2009. Effects of a vermicompost composted with beet vinasse on soil properties, soil losses and soil restoration. *Catena* 77: 238–247.
33. Tsialtas, J. T. and N. Maslaris. 2013. Nitrogen effects on yield, quality and K/Na selectivity of sugar beets grown on clays under semi-arid, irrigated conditions. *International Journal of Plant Production* 7(3): 355-371.
34. Verma, J. P., J. Yadav, K. N. Tiwari and D. K. Jaiswal. 2014. Evaluation of plant growth promoting activities of microbial strains and their effect on growth and yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in India. *Soil Biology & Biochemistry* 70: 33-37.
35. Yang, L., F. Zhao, Q. Changa, T. Li and F. Li. 2015. Effects of vermicomposts on tomato yield and quality and soil fertility in greenhouse under different soil water regimes. *Agricultural Water Management* 160: 98–105.


www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Crop Production and Processing
Vol. 9, No. 1, Spring 2019, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

# The Effect of Separate and Integrated Application of Vermicompost, Biologic and Chemical Fertilizers on Quantitative and Qualitative Characteristics of Sugar Beet (*Beta vulgaris* L.)

**A. Javanmard[1*], M. A. Sadeghian[2], M. Amani Machiani[3], A. Abbasi[4] and K. Fotouhi[5]**

(Received: December 27-2017; Accepted: April 16-2018)

## Abstract

In order to evaluate the effect of biofertilizers (nitroxin and phosphate barvar2), vermicompost and chemical fertilizers on the quantity and quality traits of sugar beet (*Beta vulgaris* L.), an experiment was conducted in randomized complete block design (RCBD) with 13 treatments and three replications at Agricultural and Natural Resources Research Station of Miandoab, Iran in 2015. The treatments were 100% chemical fertilizer (350, 100 and 50 kg $ha^{-1}$ urea, superphosphate triple and potassium solphate) as control ($T_1$), 10 t $ha^{-1}$ vermicompost ($T_2$), 20 t $ha^{-1}$ vermicompost ($T_3$), 10 t $ha^{-1}$ vermicompost + 50% chemical fertilizer ($T_4$), 20 t $ha^{-1}$ vermicompost + 50% chemical fertilizer ($T_5$), nitroxin + phosphate barvar 2 ($T_6$), 10 t $ha^{-1}$ vermicompost + nitroxin + phosphate barvar2 ($T_7$), 20 t $ha^{-1}$ vermicompost + nitroxin + phosphate barvar2 ($T_8$), nitroxin + phosphate barvar2+ 50% chemical fertilizer ($T_9$), 10 t $ha^{-1}$ vermicompost + chemical fertilizer (196 and 85 kg $ha^{-1}$ urea and superphosphate triple) ($T_{10}$), 20 t $ha^{-1}$ vermicompost + chemical fertilizer (40 and 70 kg $ha^{-1}$ urea and superphosphate triple) (T11), nitroxin + phosphate barvar 2 + 10 t $ha^{-1}$ vermicompost + 50% chemical fertilizer ($T_{12}$) and nitroxin + phosphate barvar2 + 20 t $ha^{-1}$ vermicompost + 50% chemical fertilizer ($T_{13}$). The highest (47.8) and lowest (39.2) chlorophyll indices were obtained in $T_{13}$ and $T_2$ treatments, respectively. Also, the highest root yield (66366 kg $ha^{-1}$) was achieved in $T_{13}$ treatment that was not significantly different from $T_{12}$ and $T_{11}$. Due to a combination of organic and biological amendments with chemical fertilizers, sugar yield was increased significantly in $T_{13}$ treatment due to increases in root yield and sugar content. The sugar yield and white sugar yield in $T_{13}$ treatment increased 16.7% and 23.5%, respectively compared with $T_1$. Generally, based on root yield, white sugar yield and extraction coefficient of sugar, integrated application of nitroxin + phosphate barvar2 + 20 t $ha^{-1}$ vermicompost + 50% chemical fertilizer can be recommended for sugar beet production in the Miandoab area.

**Keywords**: Alkalinity coefficient, Alpha-amino-nitrogen, Molasses sugar, Root yield, Sugar content (SC)

1, 2, 3, 4. Associate Professor, MSc. Student, PhD. Student and Assistant Professor, Respectively, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Maragheh, Iran.
5. Assistant Professor, Sugar Beet Research Department, West Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Urmia, Iran.
*: Corresponding Author, Email: a.javanmard@maragheh.ac.ir



www.SID.ir