نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۳، شماره ۲ ، تابستان ۱۳۹۴، ص. ۲۸۶-۲۷۸

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 13, No. 2, Summer. 2015, p. 278-286

تأثیر تراکم بوته و کودهای نیتروژن و بیولوژیک بر عملکرد کیفی چغندرقند (*Beta vulgaris* L.) در دو منطقه مشهد و تربت جام

بهمن جعفرنیا[1*]- احمد زارع فیض آبادی[2]- رضا قربانی[3]- پرویز رضوانی مقدم[3]- علیرضا قائمی[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۷/۰۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۶/۳۰

چکیده

تراکم کشت و تغذیه چغندرقند با استفاده از روش‌های غیر شیمیایی مانند استفاده از کود بیولوژیک، که در جهت کاهش آلودگی محیط زیست و آب‌های زیرزمینی می‌باشند، در تولید چغندرقند در ایران وجهان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند. به‌منظور بررسی تأثیر تراکم بوته و مصرف کودهای نیتروژنه و بیولوژیک بر صفات کیفی چغندرقند (*Beta vulgaris* L.)، آزمایشاتی در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی در مشهد و مزرعه تحقیقاتی کشاورزی کارخانه قند تربت جام در سال ۱۳۹۰ به‌اجرا درآمدند. تیمارها در این مطالعه شامل سه تراکم گیاهی (۶۰۰۰۰، ۹۰۰۰۰ و ۱۲۰۰۰۰ بوته در هکتار)، سه تیمار کود نیتروژن (۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هر هکتار) و دو تیمار کود بیولوژیک حاوی باکتری‌های *نیتروباکتر*[5] و *آزوسپیریلوم*[6] (مصرف و عدم مصرف کود بیولوژیک) بودند. آزمایشات به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار انجام شد. نتایج نشان داد که در هر دو منطقه افزایش تراکم بوته از ۶۰۰۰۰ تا ۱۲۰۰۰۰ بوته در هکتار باعث کاهش ناخالصی‌های پتاسیم و سدیم در ریشه چغندرقند شد. مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه، درصد قند خالص در ریشه را کاهش داد. با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به‌همراه کود بیولوژیک و تراکم ۹۰۰۰۰ بوته در هکتار، میزان ناخالصی‌های ریشه چغندرقند (سدیم، پتاسیم و آلفا آمینو نیتروژن) کاهش و عملکرد قند خالص و ناخالص افزایش یافت. رابطه میزان ناخالصی‌های ریشه چغندرقند با یکدیگر مثبت و معنی‌دار بود در حالی‌که رابطه منفی و معنی‌داری با درصد قند خالص و ناخالص داشتند. به‌طور کلی مصرف کود بیولوژیک در کشت چغندرقند باعث بهبود خصوصیات کیفی ریشه و صرفه‌جویی در مصرف کود نیتروژن شد.

واژه‌های کلیدی: آزوسپیریلوم، قند خالص، قند قابل استحصال، نیتروباکتر

مقدمه

چغندرقند (*Beta vulgaris* L.) گیاهی صنعتی و دومین گیاه زراعی قندی مهم (بعد از نیشکر) در دنیا و ایران است (۲۵). سالانه حدود ۳۰ درصد تولید شکر در جهان، از کشت چغندرقند حاصل می‌شود. تراکم کشت، نیتروژن مصرفی و استفاده از کودهای بیولوژیک از مهمترین عوامل تأثیرگذار بر کمیت و کیفیت چغندرقند است (۱۶). لیلا و همکاران (۱۸) گزارش دادند که کاشت چغندرقند در اول اکتبر (۹ مهر ماه) در هر دو طرف پشته‌ها، با ۷۰ سانتی‌متر عرض و ۲۵ سانتی‌متر روی ردیف (۱۱۴۲۴۰ بوته در هکتار) و به‌علاوه ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در چهار قسمت مساوی (۴۵، ۶۰، ۷۵ و ۹۰ روز بعد از کاشت)، بهترین راه‌حل برای به حداکثر رساندن بهره‌وری چغندرقند در خاک‌های شنی تازه اصلاح شده بود. پوسپسیل و همکاران (۲۰) بیان داشتند که در کشت چغندرقند افزایش تراکم بوته از ۴۰ هزار تا ۱۶۰ هزار بوته در هکتار منجر به کاهش سطح برگ در هر بوته شد. وفادار و همکاران (۶) گزارش کردند که وزن خشک برگ و عملکرد ریشه در ژنوتیپ‌های چغندرقند با افزایش تراکم بوته، بهبود یافت. محمدنیا و همکاران (۵) گزارش کردند که در تراکم‌های بالا (آرایش کاشت ۵۰×۱۵سانتی‌متر) عملکرد شکر سفید چغندرقند بیشتر از تراکم پایین (آرایش کاشت ۶۰×۲۵ سانتی‌متر) است و می‌توان گفت بالا بودن شاخص سطح برگ افزایش میزان جذب نور و مقدار فتوسنتز گیاهی را در پی داشته که باعث شده مواد هیدروکربنی بیشتری به

۱- دانش‌آموخته دکترا، پردیس بین الملل دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: bahmanjafarnia44@gmail.com)
۲- دانشیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی
۳- استاد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۴- استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی

5- *Nitrobacter*
6- *Azospirillum*

ریشه منتقل گردد. با افزایش مواد هیدروکربنی ریشه، ماده خشک و عملکرد ریشه افزایش یافت. از طرفی افزایش تراکم گیاهی باعث مصرف مواد غذایی در دسترس و تخلیه سریع‌تر آنها گردیده و باعث بالا رفتن کیفیت در ریشه شده و ناخالصی‌های موجود در ریشه کاهش و خلوص شربت خام در ریشه افزایش یافت. لاور (۱۵) کمیت و کیفیت چغندرقند را در تراکم و مقادیر مختلف نیتروژن، طی سه سال متوالی از ۱۹۸۹ تا ۱۹۹۱، مورد آزمایش قرار داد. وی گزارش داد که افزایش تراکم از ۴۲۰۰۰ تا ۱۱۲۰۰۰ بوته در هکتار در عملکرد ریشه تأثیر معنی‌داری نداشت ولی میزان ساکارز را در ریشه به میزان ۵ گرم در کیلوگرم افزایش داد. گوهری و همکاران (۳) در کرج دو تراکم ۷۴ هزار و ۹۱ هزار بوته در هکتار را مقایسه نمودند. تیمارهای آزمایشی از نظر عملکرد ریشه، عیار قند و عملکرد شکر سفید تفاوت معنی‌داری نداشته و فقط وزن اندام هوایی در تیمار ۹۱ هزار بوته نسبت به تیمار ۷۴ هزار بوته اختلاف معنی‌داری داشت و بدین ترتیب با افزایش تراکم از شاخص برداشت کاسته شد. با افزایش تراکم، افزایش وزن اندام هوایی و وزن خشک ریشه در واحد سطح مشاهده گردید که این افزایش وزن ریشه معنی‌دار نبود.

ابراهیمیان (۱)، مقادیر ۱۸۰، ۹۰ و ۲۷۰ کیلوگرم کود نیتروژن به همراه تراکم‌های حدود ۸۰، ۷۰ و ۱۱۰ هزار بوته در هکتار با فاصله خطوط یکسان و مشابه ۶۰ سانتی‌متر را مورد بررسی قرار داد. نتایج وی نشان داد که افزایش مصرف نیتروژن باعث افزایش عملکرد ریشه و برگ و همچنین ناخالصی‌های ریشه شد. گوهری و کلارستاقی (۴) در بررسی سطوح مختلف نیتروژن، فسفر و پتاس مشاهده کردند که بالاترین عملکرد ریشه و تولید شکر سفید مربوط به تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، ۱۲۰ کیلوگرم پتاس و ۶۰ کیلوگرم فسفر در هکتار بود و از نظر شکر قابل استحصال، بین تیمارهای ۱۵۰ تا ۳۷۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. مالنو و همکاران (۱۸) نشان دادند که برای رسیدن کانوپی به پوشش ۸۵٪، مصرف ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار ضروری است و افزایش میزان کود نیتروژن باعث افزایش غلظت نیتروژن در بافت‌های گیاهی خواهد شد. بنابراین مصرف اضافی کود نیتروژن برای حفظ اندام هوایی و بهره‌وری لازم نیست و صرفاً رشد سریع کانوپی در اوایل تابستان را تحریک می‌کند. کندیل و همکاران (۱۴) نشان دادند که در اواخر فصل رشد مصرف نیتروژن موجب افزایش غلظت کلروفیل در و افزایش وزن خشک اندام‌های هوایی در برداشت نهایی شد، اما اثر مثبت بر عملکرد قند نداشت. با این حال، استفاده از میزان بالای نیتروژن، اثرات منفی بر کیفیت قند گذاشت. بنابراین، کوددهی مناسب در مزارع چغندرقند می‌تواند یک تصمیم بسیار مهم و حیاتی باشد.

استفاده از کودهای بیولوژیک باعث افزایش وزن تر و خشک ریشه و شاخص سطح برگ در چغندرقند شد (۲۳). مصرف کودهای بیولوژیکی (باکتری‌های افزایش‌دهنده رشد) در زراعت چغندرقند نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. ابوال گود (۷) گزارش داد که وزن ریشه تازه و خشک و وزن دمبرگ تازه و خشک و همچنین به‌طور قابل توجهی شاخص سطح برگ چغندر علوفه‌ای در تیمارهای با مصرف کود بیولوژیک پاسخ دادند. براساس تحقیقات بالاک ریشنان و سلواکومار (۹)، کاربرد صد درصد نیتروژن براساس نتایج آزمون خاک و مصرف کود بیولوژیک در کشت چغندرقند باعث جوانه‌زنی سریع، عملکرد و کیفیت بهتر شد. در تحقیق گاتسر و همکاران (۱۳)، مصرف کود نیتروژنه در کشت چغندرقند برای مدت کوتاه کارآیی داشت ولی کود بیولوژیک اثرات دراز مدت بر روی محصول نشان داد. بوراست و همکاران (۱۱) بیان داشتند کود زیستی حاوی میکروارگانیسم‌هایی ازجمله باکتری‌های *آزوسپرولیوم* و *نیتروباکتر* به چغندرقند کمک می‌کند که به‌طور غیر مستقیم از طریق تثبیت نیتروژن در ریشه گیاه و افزایش بهره‌وری از خاک و تهیه مواد مغذی با هزینه کم، به‌عنوان مکمل کود شیمیایی استفاده شود. همچنین کود بیولوژیک باعث سلامت محیط زیست گیاهان می‌شود. کندیل و همکاران (۱۴)، مصرف کود زیستی به‌صورت بذرمال (رایزوباکتریوم) در کشت چغندرقند را عامل افزایش قابل توجه در وزن خشک و تازه ریشه، شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول و میزان فتوسنتز دانستند. شابایف (۲۱) نیز گزارش داد که تثبیت نیتروژن هوا توسط نیتروباکتری‌هایی از جنس سودوموناس در محیط ریشه گیاه چغندر قرمز، کاهش مصرف کود نیتروژن در گیاه را به‌دنبال داشت.

هدف این تحقیق بررسی تراکم‌های مختلف گیاهی به‌همراه مقادیر مختلف کود نیتروژن و کود بیولوژیک بر خصوصیات کیفی و فیزیولوژیکی چغندرقند در دو منطقه مشهد و تربت جام بود.

مواد و روش‌ها

دو آزمایش مزرعه‌ای جداگانه در مشهد (مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی) و تربت جام (مزرعه تحقیقاتی کارخانه قند) در سال ۱۳۹۰ انجام شد. براساس میانگین دوره آماری (۳۰ ساله) حداقل درجه حرارت مطلق (سانتی‌گراد) و حداکثر درجه حرارت مطلق (سانتی‌گراد) به‌ترتیب برای مشهد ۹- و ۴۱ و برای تربت جام ۱۵- و ۴۴ می‌باشند. همچنین میانگین بارندگی برای مشهد ۲۵۰ و برای تربت جام ۱۸۵ میلی‌متر است. بنابراین اقلیم هر دو منطقه با روش آمبرژه خشک و سرد تعیین گردید. در هر دو منطقه، تاریخ آماده‌سازی زمین شامل شخم، دیسک و لولر ۳۰ اردیبهشت بود. تاریخ کاشت در مشهد ۱۱ خرداد و تربت جام ۱۲ خرداد و تاریخ اولین آبیاری آنها ۱۴ و ۱۵ خرداد بود. آزمایشات به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در هر دو منطقه با چهار تکرار انجام شدند.

جدول ۱- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک مکان‌های اجرای آزمایش

مکان	نیتروژن (٪)	فسفر قابل جذب (ppm)	پتاسیم قابل جذب (ppm)	شن (٪)	سیلت (٪)	رس (٪)	بافت خاک	هدایت الکتریکی ($dS\ m^{-1}$)	PH
مشهد	۰/۰۲۲	۷/۵	۲۰۰	۴۷	۳۵	۱۸	شنی رسی سبک	۱/۴۵	۷/۷۵
تربت جام	۰/۰۳۲	۸/۶	۱۵۰	۳۰	۴۸	۲۲	رسی لومی سنگین	۱/۲۶	۸/ ۱۱
حد مطلوب	<۰/۲	>۱۵	>۳۰۰	۱۵ -۴۷	۲۰ -۵۲	۲۰ -۳۸	-	<۷	۷/۶-۶/۶

تیمارهای آزمایش شامل سه سطح تراکم (۶۰.۰۰۰، ۹۰.۰۰۰ و ۱۲۰.۰۰۰ بوته در هکتار)، سه سطح نیتروژن با توجه به آزمون خاک (جدول ۱) در هر منطقه (۰، ۱۰۰ و۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) و دو سطح کود زیستی (عدم استفاده و استفاده از محلول ۲۰ درصد کود زیستی نیتروکسین[1] به‌صورت بذرمال بود. براساس توضیحات شرکت فناوری زیستی مهرآسیا (تولیدکننده کود)، این کود حاوی ۱۰[8] عدد باکتری‌های *نیتروباکتر* و *آزوسپیریلوم* در هر میلی‌لیتر است. رقم بذر چغندرقند مورد استفاده رقم دوروتی[2] (مونوژرم) بود. هر کرت شامل ۶ ردیف با فاصله بین ردیف ۵۰ سانتی‌متر و طول ۸ متر بود. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در آزمایشگاه تعیین گردید و فسفر و پتاس به مقادیر ۷۵ و۱۰۰ کیلوگرم در هکتار قبل از کشت مصرف و توسط دیسک با خاک مخلوط شد. کود نیتروژن بسته به تیمارهای آزمایش به‌صورت سرک (اوره با ۴۶٪ نیتروژن) در ۲ نوبت (یک ماه و دو ماه پس از سبز شدن) مورد استفاده قرار گرفت.

آبیاری به روش نشتی هر ۱۰ روز یکبار از اردیبهشت تا مرداد و پس از آن هر دو هفته یکبار تا آبان ماه انجام شد. کولتیواتور زنی در مرحله سه برگی و هشت برگی چغندرقند در هر دو منطقه انجام شد. تاریخ مصرف کود سرک اول در دو منطقه تربت جام و مشهد به‌ترتیب ۱۱ و ۱۴ تیر و وجین دستی ۱۵ و ۱۷ تیر بود. بیماری سفیدک پودری با محلول‌پاشی سم شیمیایی تری دیمورف[3] (۱/۵ لیتر در هکتار) در ۲۶ مرداد و ۴ شهریور به‌ترتیب در مشهد و تربت جام کنترل شد. در انتهای فصل رشد مصادف با ۸ و ۱۲ آبان به‌ترتیب در مشهد و تربت جام پس از حذف یک متر ابتدا و انتهای ردیف‌ها و با حذف ردیف‌های حاشیه‌ای هر کرت از چهار ردیف وسط هر کرت، در سطح یک متر مربع، نمونه‌برداری انجام شد. نمونه‌ها به سه قسمت برگ، دمبرگ همراه با طوقه و ریشه تفکیک شدند و برای تعیین وزن تر، هرکدام به‌طور جداگانه با ترازوی دیجیتال توزین گردیدند و سپس برای تعیین وزن خشک در آزمایشگاه، بخش‌های تفکیک شده هر نمونه به‌طور جداگانه داخل آون با دمای۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ تا ۷۲ ساعت قرار داده شدند که پس از خشک شدن، وزن خشک نمونه‌ها نیز اندازه‌گیری شدند. برای تعیین خصوصیات کیفی، از ریشه‌های حاصل از هر نمونه‌برداری، خمیر ریشه تهیه شد که بلافاصله خمیر تهیه شده در فریزر قرار داده شد. سپس این نمونه‌های فریز شده توسط دستگاه بتالایزر، در آزمایشگاه کارخانه قند فریمان، تجزیه کیفی شدند.

درصد قند ناخالص (pol) و همچنین ناخالصی‌های سدیم، پتاسیم، α-آمینو نیتروژن (نیتروژن مضره) بر حسب میلی اکی والان در ۱۰۰ گرم خمیر ریشه، توسط دستگاه بتالایزر تعیین گردیدند. درصد قند ملاس (MS) براساس فرمول برانشویک محاسبه گردید:

$$MS^{4} = 0.12(K + Na) + 0.24N + 0.48 \quad (۱)$$

K = میزان پتاسیم (میلی اکی والان) ، Na = میزان سدیم (میلی اکی و الان) و N = میزان نیتروژن آمینه (نیتروژن مضره)

درصد قند خالص(Sugar) (۱۹) و عملکرد قند ناخالص (SY) و عملکرد قند خالص (WSY) (۲۰) توسط فرمول‌های زیر برآورد گردید:

$$Sugar^{5} = Pol^{6} - MS \quad (۲)$$

$$SY^{7} = Pol * RY^{8} \quad (۳)$$

$$WSY^{9} = Sugar * RY \quad (۴)$$

پس از حصول اطمینان از نرمال بودن داده‌ها توسط نرم‌افزار Minitab و انجام آزمون بارتلت تجزیه واریانس مرکب توسط نرم‌افزار SAS اجرا گردید و مقایسه میانگین‌ها توسط نرم افزار MSTAT-C با آزمون چند دامنه‌ای دانکن (DMRT) در سطح ۵٪ و ۱٪ انجام شد. ضرایب همبستگی با استفاده از نرم افزار Minitab به‌دست آمدند. نمودارها توسط نرم افزار Excel ترسیم شدند.

نتایج و بحث

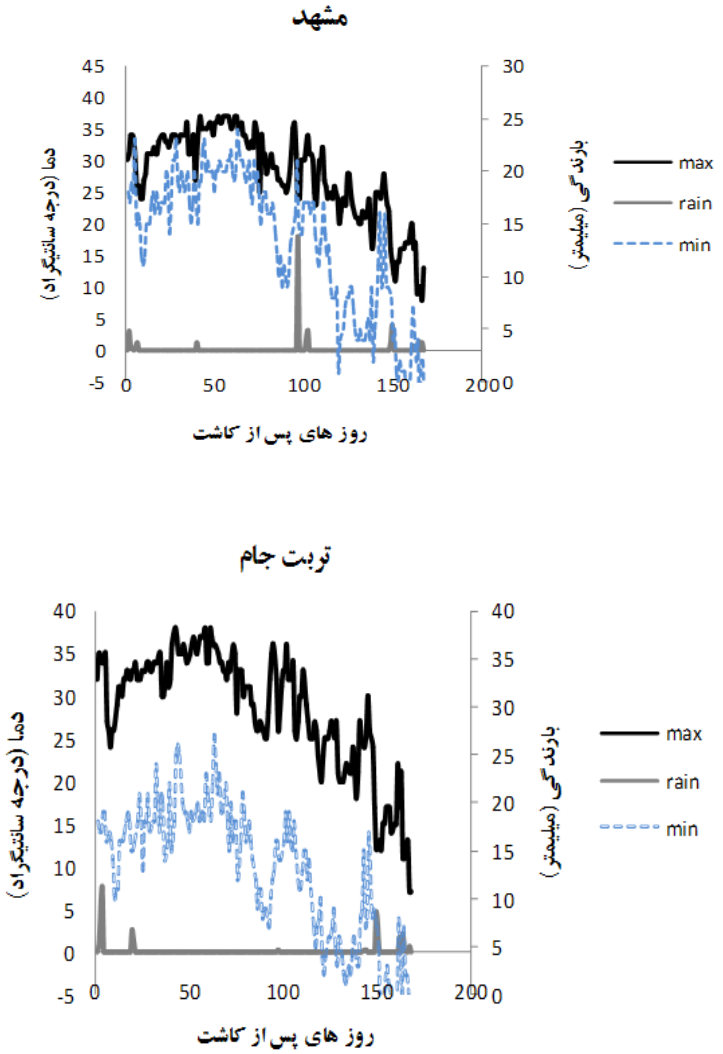
آزمون بارتلت برای آزمایش متجانس بودن واریانس‌های خطا انجام شد و وجود اختلاف معنی‌دار بین واریانس‌های خطا در دو منطقه آزمایشی برای صفات مختلف، رد شد سپس تجزیه مرکب انجام شد.

1- Nitroxin
2- Dorotea
3- Tridemorph

4- Molasses
5- Extractable sugar percent
6- Gross sugar percent
7- Sugar yield
8- Root yield
9- White sugar yield

اثر مکان اجرای آزمایش بر میزان پتاسیم در آنالیز مرکب معنی‌دار نگردید ولی بر صفات عملکرد ریشه و درصد قند خالص در سطح ۵٪ و بر سایر صفات در سطح ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین دو منطقه برای درصد قند خالص و ناخالص نشان داد که این دو صفت در مشهد نسبت به تربت جام به‌ترتیب ۲/۷ و ۲/۳ درصد بیشتر بود (جدول ۳). همچنین نیتروژن مضره و مقدار سدیم ریشه چغندرقند نیز در مشهد نسبت به تربت جام ۳۵ و ۱ درصد بالاتر بودند. عملکرد قند خالص و ناخالص مشهد نسبت به تربت جام حدود ۱۵٪ برتری داشت (جدول ۳).

به نظر می‌رسد این تفاوت مربوط به شرایط آب و هوا و نوع خاک مناطق باشد، به‌طوری‌که، بافت خاک در مزرعه مورد کشت در تربت جام رسی لومی سنگین بود، ولی در منطقه مشهد بافت خاک شنی رسی سبک بود. خاک سبک آبشویی زیادتری دارد لذا ریشه چغندرقند در این شرایط امکان رشد بیشتر و افزایش حجم را دارد. همچنین در اواخر فصل رشد در منطقه مشهد، دمای هوا در طول شبانه روز خنک‌تر بود (شکل ۱) که این شرایط مطلوب سبب تسریع تجمع مواد قندی در ریشه‌های چغندرقند شد. لیلا و نصر (۱۷) و شوک و همکاران (۲۲) نتایج مشابهی را درخصوص تأثیر شرایط شب‌های خنک‌تر بر افزایش درصد قند خالص به‌دست آوردند. لیلا و همکاران (۱۵)، صادق زاده حمایتی و همکاران (۲) و آرمسترانگ و همکاران (۸) نتایج مشابهی را گزارش نمودند.



شکل ۱- دمای حداکثر، حداقل و بارندگی در طی دوره آزمایش در دو منطقه مشهد و تربت جام

تفاوت بین سطوح تراکم در منطقه مشهد برای هیچکدام از صفات معنی‌دار نگردید ولی در منطقه تربت جام تفاوت معنی‌دار بین سطوح تراکم در صفات میزان سدیم، پتاسیم و نیتروژن مضره ریشه و نیز درصد قند ناخالص مشاهده گردید به‌گونه‌ای که در منطقه تربت جام، بیشترین میزان سدیم، پتاسیم و نیتروژن مضره و کمترین درصد قند ناخالص در تراکم ۶۰ هزار بوته در هکتار مشاهده شد علی‌رغم اینکه کمترین میزان سدیم، پتاسیم و نیتروژن مضره و بیشترین میزان درصد قند ناخالص در تراکم ۱۲۰ هزار بوته در هکتار حاصل شد ولی تفاوت معنی‌داری با تراکم ۹۰۰۰۰ بوته در هکتار نداشتند. در آنالیز مرکب تفاوت بین سطوح مختلف تراکم بوته فقط برای میزان سدیم ریشه معنی‌دار بود به‌گونه‌ای که کمترین میزان سدیم ریشه در بیشترین تراکم یعنی ۱۲۰ هزار بوته در هکتار مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری با تراکم ۹۰۰۰۰ بوته در هکتار نداشت (جداول ۲ و ۳).

اثر نیتروژن بر روی صفات سدیم، پتاسیم، نیتروژن مضره، درصد قند خالص و درصد قند ناخالص ریشه و همچنین عملکرد قند خالص و ناخالص در منطقه مشهد معنی‌دار گردید (جدول ۲). همچنین در منطقه تربت جام اثر نیتروژن بر روی میزان سدیم ریشه معنی‌دار بود، ولی در آنالیز مرکب اثر نیتروژن بر روی تمامی صفات به جز عملکرد قند خالص معنی‌دار گردید. با افزایش مصرف کود نیتروژنه در هر دو مکان درصد قند قابل استحصال و قند خالص در خمیر ریشه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (جداول ۲ و ۳). تفاوت بین سطوح مختلف کاربرد کود نیتروژن در منطقه مشهد بر روی صفات سدیم، پتاسیم و نیتروژن مضره ریشه، درصد قند خالص و ناخالص و همچنین عملکرد قند خالص و ناخالص معنی‌دار بود به‌گونه‌ای که کمترین میزان سدیم، پتاسیم و نیتروژن مضره و بیشترین درصد قند خالص و ناخالص در در تیمار عدم مصرف نیتروژن مشاهده شد. علی‌رغم این موضوع بیشترین عملکرد قند خالص و ناخالص از سطح ۲۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن با توجه به عملکرد بالاتر ریشه در این تیمار در منطقه مشهد به‌دست آمدکه البته تفاوت معنی‌داری با میزان مصرف ۱۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار نداشت. تفاوت بین مقادیر مختلف کود نیتروژن در منطقه تربت جام فقط بر روی میزان سدیم و پتاسیم معنی‌دار بود به‌گونه‌ای که کمترین میزان آنها در تیمار عدم مصرف کود نیتروژن مشاهده شد. در آنالیز مرکب تفاوت بین سطوح مختلف کود نیتروژن برای تمامی صفات معنی‌دار بود به‌طوری‌که کمترین میزان سدیم، پتاسیم و نیتروژن مضره در تیمار عدم مصرف کود نیتروژن و بیشترین درصد قند خالص و ناخالص نیز در همین سطح مشاهده شد با این وجود بیشترین عملکرد قند خالص و ناخالص و عملکرد ریشه در تیمار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کاربرد کود نیتروژن مشاهده شد. از نظر آماری این سطح عامل مورد بررسی تفاوت معنی‌داری با سطح دوم آن (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) نداشت. از نتایج حاصل می‌توان استنباط کرد که افزایش مصرف کود نیتروژن باعث افزایش نیتروژن مضره در ریشه شده و درنتیجه ناخالصی آن افزایش و امکان استحصال قند خالص از آن کاهش یافت. به‌طورکلی با افزایش مصرف کود نیتروژن، عملکرد خالص و ناخالص قند علی‌رغم کاهش درصد قند خالص و ناخالص، افزایش یافت که دلیل آن افزایش عملکرد ریشه بود (جدول ۳). نتایج تحقیقات آلیسون و همکاران (۷)، فویکی و همکاران (۱۲)، تسیالتاس و ماسلاریس (۲۳) و مالنو و همکاران (۱۹) مؤید نتایج فوق می‌باشد.

اثر کود زیستی فقط در منطقه مشهد بر روی عملکرد قند خالص و ناخالص در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار داشت ولی در منطقه تربت جام هیچکدام از صفات معنی‌دار نشدند با این حال در آنالیز مرکب اثر کود زیستی بر روی تمامی صفات مورد بررسی اثرات معنی‌داری داشت (جدول ۲). آزمون مقایسه میانگین‌ها نشان داد در تیمارهایی که از کود بیولوژیک استفاده شد، عملکرد قند ناخالص و خالص بیشتری حاصل گردید (جدول ۳). چنین به نظر می‌رسد که دلیل این امر ممکن است مرتبط با تثبیت بیولوژیکی نیتروژن توسط باکتری‌های موجود در ریشه چغندر باشد. مصرف کود بیولوژیک در دراز مدت تأثیر مثبت بر عملکرد در کوتاه مدت و مقطعی تأثیر خود را نشان داده و محصول داشته است، ولی مصرف کود نیتروژن به‌صورت شیمیایی بنابراین کود بیولوژیک با هزینه کم باعث افزایش بهره‌وری و سلامت محیط زیست می‌گردد. به نظر می‌رسد کودهای بیولوژیک حاوی باکتری‌های نیتروباکتر، آزوسپیریلوم و سودوموناس با ترشح هورمون‌های رشد (آبسزیک اسید و جیبرلین‌ها) در محیط ریشه باعث کاهش مصرف کود نیتروژن و افزایش عملکرد و کیفیت چغندرقند می‌گردد. نتایج تحقیقات گاتسر و همکاران (۱۳)، براست و همکاران (۱۱)، باشان و هولگوین (۱۰) کندیل و همکاران (۱۴) و شابایف (۲۱) مؤید مطالب فوق هستند.

اثر متقابل تراکم بر کود نیتروژن فقط بر روی صفت عملکرد ریشه در منطقه مشهد معنی‌دار گردید ولی در منطقه تربت جام هیچکدام از صفات معنی‌دار نشدند. به هر حال این اثر متقابل در آنالیز مرکب بر روی تمامی صفات به‌جز عملکردهای قند خالص و ناخالص معنی‌دار بود (جدول ۳). از طرف دیگر اثر متقابل تراکم بر کود زیستی فقط در منطقه مشهد بر روی صفت میزان پتاسیم ریشه در سطح ۵ درصد معنی‌دار گردید ولی در منطقه تربت جام این اثر متقابل بر هیچ‌کدام از صفات معنی‌دار نشد. با این وجود در آنالیز مرکب این اثر متقابل بر روی تمامی صفات به‌جز عملکرد قند خالص و ناخالص معنی‌دار بود. اثر متقابل کود نیتروژن و کود زیستی در هیچکدام از دو منطقه معنی‌دار نگردید ولی این اثر متقابل در آنالیز مرکب بر روی تمامی صفات به‌جز عملکردهای قند خالص و ناخالص معنی‌دار شد.

به‌طور کلی چون تجزیه مرکب کلیه اثرات متقابل بین تیمارهای اصلی (تراکم، کود نیتروژن و کود زیستی)، بی‌معنی گردید، لذا اثرات متقابل آنها مورد بررسی قرار نگرفت.

جدول ۲- خلاصه آنالیز واریانس صفات در نمونه‌برداری نهایی

منابع تغییرات	درجه آزادی			میانگین مربعات صفات در سومین مرحله نمونه‌گیری در آنالیز مرکب(C)، آنالیز مکان‌های مشهد (M) و تربت جام (T)																			
				عملکرد ریشه خشک			سدیم			پتاسیم			نیتروژن مضره			قند ناخالص			قند خالص			عملکرد قند ناخالص			عملکرد قند خالص		
	C	M	T	C	M	T	C	M	T	C	M	T	C	M	T	C	M	T	C	M	T	C	M	T	C	M	T
مکان(place)	۱	-	-	۰/۵۷۹*	-	-	۰/۶۸۲**	-	-	۰/۳۲۲ns	-	-	۰/۵۲۶**	-	-	۳۲۷۰۲**	-	-	۱۰۹۶۴/۲*	-	-	۱/۱۳**	-	-	۱/۲۱**	-	-
تکرار در مکان	۶	۳	۳	۱/۰۲۹	**	**	۰/۰۱۹	ns	ns	۱/۹۹۹	ns	ns	۰/۰۲۷	ns	ns	۳۳۴۲/۷	ns	ns	۱۸۵/۱	ns	ns	۱/۱۷	ns	**	۱/۱۴	**	**
تراکم (a)	۲	۲	۲	۰/۱۳۳ns	ns	ns	۰/۰۴۶ns	ns	**	۸/۹۳۱*	ns	*	۰/۰۰۵ns	ns	ns	۴۳۶۴/۴ns	ns	ns	۲۵۹/۵ns	ns	*	۰/۰۶ns	ns	ns	۰/۰۴ns	ns	ns
ارث (b)	۲	۲	۲	۰/۳۲۵	ns	ns	۰/۵۰۵**	**	**	۱۹/۵۸۷**	**	ns	۰/۱۴۹**	**	ns	۲۴۳۵۵/۶**	**	ns	۱۸۳۶/۲**	**	ns	۰/۴۹*	*	ns	۰/۳۲ns	*	ns
کود زیستی (c)	۱	۱	۱	۰/۷۲۵	ns	ns	۰/۰۱۸ns	ns	ns	۳/۵۷۳ns	ns	ns	۰/۰۰۹ns	ns	ns	۰/۰۱ ns	ns	ns	۹/۹ns	ns	ns	۰/۶۳*	*	ns	۰/۵۸*	*	ns
a*b	۴	۴	۴	۰/۱۵۱ ns	*	ns	۰/۰۰۷ns	ns	ns	۰/۹۱۳ns	ns	ns	۰/۰۰۷ns	ns	ns	۳۲۹/۲ ns	ns	ns	۴/۶ns	ns	ns	۰/۰۹ns	ns	ns	۰/۰۶ns	ns	ns
a*c	۲	۲	۲	۰/۰۱۳ ns	ns	ns	۰/۰۲۶ns	ns	ns	۸/۲۹۶*	*	ns	۰/۰۰۸ns	ns	ns	۱۰۱۰۵/۵ ns	ns	ns	۵۰۶/۴ns	ns	ns	۰/۰۵ns	ns	ns	۰/۰۴ns	ns	ns
b*c	۲	۲	۲	۰/۰۰۴ns	ns	ns	۰/۰۱۳ns	ns	ns	۰/۷۵۵ns	ns	ns	۰/۰۰۴ns	ns	ns	۵۱۳/۶۸ ns	ns	ns	۱۰۸/۴ns	ns	ns	۰/۰۱ns	ns	ns	۰/۰۱ns	ns	ns
a*b*c	۴	۴	۴	۰/۱۸۹ ns	ns	ns	۰/۰۰۳ns	ns	ns	۱/۲۰۲ns	ns	ns	۰/۰۰۳ns	ns	ns	۵۷/۷ ns	ns	ns	۲/۳ns	ns	ns	۰/۱۴ns	ns	ns	۰/۱۳ns	ns	ns
a*place	۲	-	-	۰/۳۰۲ ns	-	-	۰/۰۵۶*	-	-	۳/۵۷۹ns	-	-	۰/۰۲۳ns	-	-	۱۱۸۳۶/۱ ns	-	-	۶۹۵/۱ns	-	-	۰/۲۳ns	-	-	۰/۲ns	-	-
b*place	۲	-	-	۰/۰۱۸ ns	-	-	۰/۰۴۹*	-	-	۰/۶۹۳ns	-	-	۰/۰۲۹ns	-	-	۷۳۴۲/۵۸ ns	-	-	۵۲۱/۴ns	-	-	۰/۰۱ns	-	-	۰/۰۱ ns	-	-
c*place	۱	-	-	۰/۱۹۱ ns	-	-	۰/۰۰۳ns	-	-	۰/۰۱۱ ns	-	-	۰/۰۰۱ns	-	-	۲۱۱۹/۳۳ns	-	-	۸۱/۶ns	-	-	۰/۱۳ns	-	-	۰/۱۳ns	-	-
a*b*place	۴	-	-	۰/۰۲۲ ns	-	-	۰/۰۰۸ns	-	-	۰/۸۸۶ns	-	-	۰/۰۰۴ns	-	-	۱۱۷۱/۴۴ns	-	-	۵۸/۷ns	-	-	۰/۰۳ns	-	-	۰/۰۱ ns	-	-
a*c*place	۲	-	-	۰/۰۱۸ ns	-	-	۰/۰۰۹ns	-	-	۳/۵۲۳ns	-	-	۰/۰۸۳*	-	-	۱۳۸۵/۵۵ ns	-	-	۱۵۵/۳ns	-	-	۰/۰۳ns	-	-	۰/۰۳ns	-	-
b*c*place	۲	-	-	۰/۰۲۹ ns	-	-	۰/۰۰۷ns	-	-	۲/۲۷۷ns	-	-	۰/۰۰۸ns	-	-	۳۰۳۰/۵۲ns	-	-	۱۴۲/۵ns	-	-	۰/۰۴ns	-	-	۰/۰۴ns	-	-
a*b*c*place	۴	-	-	۰/۰۴۳ns	-	-	۰/۰۰۳ns	-	-	۰/۲۲۳ns	-	-	۰/۰۰۳ns	-	-	۲۴۹۷/۱ ns	-	-	۱۳۳/۹ns	-	-	۰/۰۳ns	-	-	۰/۰۱ ns	-	-
خطا	۱۰۲	۵۱	۵۱	۰/۱۱۳			۰/۰۱۵			۲/۲۳			۰/۰۲۱۷			۳۷۸۶/۶			۲۰۱/۲			۰/۱۲			۰/۱۳		
ضریب تغییرات(%)				۱۴/۳	۱۲/۲	۱۵/۵	۱۱/۸	۱۰/۲	۱۲/۵	۳۱/۲	۲۸/۴	۳۵/۱	۱۳/۴	۸/۴	۱۸/۵	۲۰/۱	۱۶/۲	۲۴/۸	۱۸/۴	۱۷/۲	۲۰/۲	۲۰/۶	۷/۹	۸/۷			

**، * و ns به‌ترتیب نشانگر معنی‌دار بودن در سطح ۱٪، ۵٪ و غیرمعنی‌دار بودن اثر مربوطه می‌باشند.

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های صفات در دو مکان و آنالیز مرکب برای نمونه‌گیری نهایی

مکان	عامل	سطوح	عملکرد ریشه خشک (ton ha^{-1})	سدیم ریشه(meq/100g)	پتاسیم ریشه(meq/100g)	نیتروژن مضره ریشه (meq/100g)	قند خالص (%)	قند ناخالص (%)	عملکرد قند ناخالص (ton ha^{-1})	عملکرد قند خالص (ton ha^{-1})
مشهد	تراکم بوته (plants ha^{-1})	۶۰۰۰۰	۱۱/۳۶۷a	۱/۹۵۳ a	۴/۶۴۸a	۱/۹۹۳ a	۱۶/۲۲۰ a	۱۸/۵۷۱ a	۷/۶۴۴ a	۶/۶۱۵ a
		۹۰۰۰۰	۱۱/۹۸۱ a	۲/۰۰۳ a	۴/۸۴۸a	۲/۰۱۹ a	۱۶/۲۷۷ a	۱۸/۶۶۷ a	۷/۹۹۳ a	۶/۹۱۵ a
		۱۲۰۰۰۰	۱۱/۴۷۳a	۱/۹۹۵ a	۴/۳۲۷a	۲/۳۵۳ a	۱۵/۶۸۹ a	۱۸/۰۹۲ a	۷/۳۴۵ a	۶/۳۵۰ a
	کود نیتروژن (percent of need)	۰	۱۰/۴۷۵a	۰/۹۵ b	۳/۷۷۴ b	۱/۳۷۸ b	۱۷/۴۴۴ a	۱۹/۴۲۱ a	۶/۷۸۶ b	۶/۰۸۸ b
		۱۰۰	۱۱/۹۳۱a	۲/۳۲۸ a	۵/۰۸۷ a	۲/۲۱۹ a	۱۵/۶۵۳ b	۱۸/۱۵۶ b	۷/۴۴۱a b	۶/۳۷۹ ab
		۲۰۰	۱۲/۸۸۴a	۲/۷a	۴/۹۶۲ a	۲/۷۶۸ a	۱۵/۰۸۹b	۱۷/۷۵۲ b	۸/۷۵۵ a	۷/۴۱۲ a
	کود زیستی	مصرف	۱۲/۶۵۸a	۲/۰۳۱a	۴/۷۵۲a	۲/۱۶۸a	۱۶/۱۲۲a	۱۸/۵۴۶a	۸/۲۲۹a	۷/۰۹۱a
		شاهد	۱۰/۲۳۵a	۱/۹۵۵a	۴/۴۶۳a	۲/۰۷۶a	۱۶/۰۰۲ a	۱۸/۳۵۰ a	۷/۰۹۲ b	۶/۱۶۲ a
جام تربت	تراکم بوته (plants ha^{-1})	۶۰۰۰	۱۲/۳۰۹a	۱/۴۷۸a	۵/۱۶۰a	۱/۶۰۱a	۱۲/۷۴۷a	۱۵/۰۰۸c	۷/۴۳۷a	۶/۲۵۱a
		۹۰۰۰	۹/۹۵۳a	۱/۱۵۷ab	۴/۵۲۳ab	۱/۲۹۱ab	۱۲/۹۵۸a	۱۶/۰۲۹bc	۶/۲۰۰a	۵/۳۶۲a
		۱۲۰۰۰۰	۹/۹۰۸a	۰/۸۰۹b	۳/۸۵۸b	۱/۲۶۹b	۱۴/۲۹۳a	۱۶/۲۳۸b	۶/۴۱۴a	۵/۶۴۳a
	کود نیتروژن (percent of need)	۰	۹/۷۹۰a	۰/۸۱۴b	۳/۹۴۶b	۱/۲۶۳a	۱۴/۰۷۵a	۱۶/۰۲۹c	۵/۹۶۶a	۵/۲۲۷ a
		۱۰۰	۱۱/۱۳۴a	۱/۱۵۲a	۵/۰۱۱a	۱/۳۶۸a	۱۳/۶۶۸a	۱۵/۸۱۷c	۷/۱۰۶a	۶/۱۴۵a
		۲۰۰	۱۱/۴۷۷a	۱/۴۷۸a	۴/۵۸۵ab	۱/۵۳۰a	۱۳/۲۵۴a	۱۵/۴۲۹c	۶/۹۷۹a	۵/۹۸۳a
	کود زیستی	مصرف	۱۱/۴۴۹a	۱/۲۱۵a	۴/۶۷۶a	۱/۴۰۴a	۱۳/۵۰۹a	۱۵/۶۳۳b	۶/۹۸۷a	۶/۰۱۶a
		شاهد	۹/۹۹۸a	۱/۰۸۱a	۴/۳۵۱a	۱/۳۷۰a	۱۳/۸۲۳a	۱۵/۸۸۳b	۶/۳۸۰a	۵/۵۵۴a
مرکب	تراکم بوته (plants ha^{-1})	۶۰۰۰۰	۱۲/۱۳۳a	۱/۷۱۵a	۴/۹۰۴a	۱/۷۹۷a	۱۴/۴۸۴a	۱۶/۷۹۰a	۷/۵۴۱a	۶/۴۸۳a
		۹۰۰۰۰	۱۰/۹۶۷a	۱/۵۹۴ab	۴/۶۸۶a	۱/۶۵۵a	۱۵/۱۱۷a	۱۷/۳۴۸a	۷/۰۹۶a	۶/۱۳۸a
		۱۲۰۰۰۰	۱۰/۶۹۰a	۱/۴۰۲b	۴/۰۹۲a	۱/۸۱۱a	۱۴/۹۹۱a	۱۷/۱۶۵a	۶/۸۸۰a	۵/۹۹۶a
	کود نیتروژن (percent of need)	۰	۱۰/۱۳۳b	۰/۸۸۲b	۳/۸۶۰b	۱/۳۲۰b	۱۵/۷۶۰a	۱۷/۷۲۵a	۶/۳۷۶b	۵/۶۵۸b
		۱۰۰	۱۱/۵۳۳ab	۱/۷۴۰a	۵/۰۴۹a	۱/۷۹۲a	۱۴/۶۶۱b	۱۶/۹۸۶ab	۷/۲۷۰ab	۶/۲۶۰ab
		۲۰۰	۱۲/۱۱۵a	۲/۰۸۹a	۴/۷۷۳a	۲/۱۴۹a	۱۴/۱۷۱b	۱۶/۵۹۱b	۷/۸۶۷a	۶/۶۹۷a
	کود زیستی	مصرف	۱۲/۰۵۴a	۱/۶۲۳a	۴/۷۱۴a	۱/۷۸۶a	۱۴/۸۱۵a	۱۷/۰۸۵a	۷/۶۰۸a	۶/۵۵۳a
		شاهد	۱۰/۴۶۶b	۱/۵۱۸a	۴/۴۰۷a	۱/۷۲۳a	۱۴/۹۱۳a	۱۷/۱۱۷a	۶/۷۳۶b	۵/۸۵۸b
	مکان	مشهد	۱۱/۹۶۶a	۱/۹۹۳a	۴/۶۰۷a	۲/۱۲۲a	۱۶/۰۶۲a	۱۸/۴۴۳a	۷/۶۶۰a	۶/۶۲۶a
		تربت جام	۱۰/۷۲۳b	۱/۱۴۸b	۴/۵۱۳a	۱/۳۸۷b	۱۳/۶۶۶b	۱۵/۷۵۸b	۶/۶۸۳b	۵/۷۸۵b

حروف مشابه برای هر صفت بین میانگین‌های سطوح عامل اصلی نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار آماری با آزمون دانکن در سطح ۵٪ می‌باشد.

جدول ٤- ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه

	عملکرد ریشه	قند ناخالص	سدیم ریشه	پتاسیم ریشه	نیتروژن مضره ریشه	قند خالص	عملکرد قند ناخالص
قند ناخالص	-۰/۱۲۲ns						
سدیم ریشه	۰/۳۰۴*	-۰/۷۲۶**					
پتاسیم ریشه	۰/۳۳۹**	-۰/۳۰۹**	۰/۶۵۴**				
نیتروژن مضره ریشه	۰/۱۷۳ns	-۰/۵۶۵**	۰/۸۰۶**	۰/۵۲۴**			
قند خالص	-۰/۱۷۸ns	۰/۹۷۵**	-۰/۸۴۲**	-۰/۴۶۸**	-۰/۷۱۴**		
عملکرد قند ناخالص	۰/۹۵۰**	-۰/۰۶۸ns	۰/۳۱۴**	۰/۴۱۸**	۰/۲۱۶ns	-۰/۱۴۹ns	
عملکرد قند خالص	۰/۹۴۲**	۰/۰۳۳ns	۰/۱۹۴ns	۰/۳۴۲**	۰/۰۹۴ns	-۰/۰۳۲ns	۰/۹۹۰**

**، * و ns به‌ترتیب نشانگر معنی‌دار بودن در سطح ۱٪، ۵٪ و غیرمعنی‌دار بودن ضریب همبستگی مربوطه می‌باشند.

ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه (جدول ۴) نشان داد که رابطه عملکرد خشک ریشه با درصد قند خالص و ناخالص غیر معنی‌دار می‌باشد در حالی‌که رابطه مثبت بالایی با عملکرد قند خالص و ناخالص دارد. از طرفی رابطه عملکرد خشک ریشه با میزان سدیم و پتاسیم مثبت و معنی‌دار است. رابطه بین ناخالصی‌های ریشه (سدیم، پتاسیم و نیتروژن مضره) با یکدیگر مثبت و معنی‌دار بود در حالی‌که رابطه این صفات با درصد قند خالص و ناخالص منفی و معنی‌دار بود. رابطه بین سدیم و پتاسیم ریشه با عملکرد قند ناخالص مثبت و معنی‌دار بود ولی نیتروژن مضره با عملکرد قند خالص و ناخالص رابطه‌ای نداشت. همچنین رابطه پتاسیم ریشه با عملکرد قند خالص نیز مثبت و معنی‌دار بود. علی‌رغم رابطه منفی سدیم و پتاسیم ریشه با درصد قند خالص و ناخالص وجود رابطه مثبت بین ناخالصی‌های ریشه و عملکرد قند خالص و ناخالص تأییدکننده رابطه قوی و مثبت این عناصر با عملکرد ریشه است. از طرفی این روابط همبستگی نشان داد که در ریشه گیاه چغندرقند با تجمع بیشتر ناخالصی‌ها (سدیم، پتاسیم و نیتروژن مضره) قلیائیت شیره حاصل از خمیر ریشه افزایش یافته و در پی آن درصد قند غیر قابل استحصال (به‌صورت قند ملاس) بیشتر گردده است، درنتیجه در مجموع درصد قند خالص و درصد قند ناخالص و درصد قند قابل استحصال کمتر شد. مالنو و همکاران (۱۸) و صادق زاده حمایتی و همکاران (۲) هم نتایج مشابهی گزارش کردند.

نتیجه‌گیری

براساس نتایج این تحقیق در مجموع افزایش تراکم بوته از ۶۰۰۰۰ تا ۱۲۰۰۰۰ بوته در هکتار منجر به کاهش ناخالصی‌های پتاسیم و سدیم در ریشه چغندرقند شد. مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن، درصد قند خالص در ریشه را کاهش داد، از طرفی با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به همراه کود بیولوژیک و تراکم ۹۰۰۰۰ بوته در هکتار، میزان ناخالصی‌های ریشه چغندرقند (سدیم، پتاسیم و آلفا آمینو نیتروژن) کاهش یافت که منجر به افزایش عملکرد قند خالص و ناخالص شد. با مصرف کود بیولوژیک حاوی باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن، ضمن مرتفع نمودن بخشی از نیاز کودی گیاه، موجب افزایش عملکرد ریشه و کیفیت آن در عین حال کاهش مصرف کود نیتروژن از ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار به ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار شد. لذا می‌توان اظهار داشت که با مصرف کود بیولوژیک در بوم نظام‌های زراعی علاوه بر کاهش مصرف کودهای شیمیایی و آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از آن، می‌توان هزینه‌های تولید را نیز به میزان زیادی کاهش داد.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله نگارندگان از همکاری گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد به‌خاطر در اختیار گذاشتن امکانات مطالعاتی و پژوهشی، همچنین از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی و دانشگاه آزاد اسلامی تربت جام و کارخانه قند فریمان به‌خاطر امکانات مزرعه‌ای و آزمایشگاهی که جهت اجرای این پروژه در اختیار قرار دادند، تشکر و سپاسگزاری می‌نمایند.

منابع

۱- ابراهیمیان، ح. ر. ۱۳۷۱. بررسی اثرات ازت و تراکم بوته در ارزش تکنولوژی چغندرقند.کارنامه مؤسسه تحقیقات چغندرقند ۱: ۴۶۵.

۲- صادق زاده حمایتی، س.، د. فتح الله طالقانی، و. ساعدنیا، ش. خدادادی، ح. نیک پناه و م. دهقان شعار. ۱۳۸۵. تأثیر نیتروژن و فسفر بر مؤلفه‌های فیزیولوژیکی رشد بوته های بذری چغندرقند در منطقه اردبیل. مجله چغندرقند ۲۲: ۹۰-۷۵.

۳- گوهری، ج.، ک. طاهری، ا. روحی و س. غالبی. ۱۳۷۶. کود تعیین عکس العمل کمی و کیفی محصول چغندرقند بـه تحقیقـات ازتـه آبیـاری و تراکم بوته .گزارش پژوهشی .مؤسسه چغندرقند. کرج.

۴- گوهری، ج. و ک. کلارستاقی. ۱۳۷۲. بررسی پژوهشی برخی ویژگیهای تغذیه چغندرقند. گزارش مؤسسه تحقیقات چغندرقند. کرج.

۵- محمدنیا، م.، ع. سلیمانی، ا.ح. شیرانی راد و م.ر. نادری. ۱۳۸۵. اثرآرایش کاشت بر عملکرد کمی و کیفی دو رقـم چغنـدر قنـد در منطقـه اقلیـد. پژوهشنامه علوم کشاورزی ۱: ۸۴-۷۵.

۶- وفادار، ل.، ع. عبادی و ک. ساجد. ۱۳۸۷. اثرات تاریخ کاشت و تراکم بوته بر روی عملکرد و برخی از صفات ژنوتیپ های چغندر قند. مجله تولید گیاهان زراعی ۱: ۱۲۰-۱۰۳.

7- Abo-El-Goud, S. M. M. 2000. Agronomic studies on fodder beet. Ph.D. thesis, Faculty of Agriculture, Mansoura University.

8- Armstrong, R. D., J. Fitzpatrick, M. A. Rab, M. Abuzar, P. D. Fisher, and G.J .O'Leary. 2009. Advances in precision agriculture in south-eastern Australia: III. Interactions between soil properties and water use help explain spatial variability of crop production in the Victorian Mallee. Crop Pasture Science 60: 870-884.

9- Balakrishnan, A., and T. Selvakumar. 2008. Integrated nitrogen management for tropical sugar beet hybrids. Sugar Technology 10: 177-180.

10- Bashan, Y., and G. Holguin. 1997. Azospirillum-plant relationships: environmental and physiological advances (1990–1996). Canadian Journal of Microbiology 43: 103-121.

11- Boraste, A., K. K. Vamsi, A. Jhadav, Y. Khairnar, N. Gupta, S. Trivedi, P. Patil, G. Gupta, M.Gupta, A. K. Mujapara, and B. Joshi. 2009. Biofertilizers: A novel tool for agriculture. International Journal of Microbiology Research 1: 23-31.

12- Fueki, N., K. Sato, and S. Nakatsu. 2010. Interpretation of soil mineral nitrogen by scoring organic matter and nitrogen management as an ''N-score'' in the fields of Hokkaido before sugar beet planting. Soil Science and Plant Nutrition 56: 750-759.

13- Gutser, R., T. H. Ebertseder, A. Weber, M. Schraml, and U. Schmidhalter. 2005. Short-term and residual availability of nitrogen after long-term application of organic fertilizers on arable land. Soil Science and Plant Nutrition 168: 439-446.

14- Kandil, A. A., M. A. Badawi, S. A. El-Moursy, and U. A. Abdou. 2004. Effect of Planting Dates, Nitrogen Levels and Bio-fertilization Treatments on 1: Growth Attributes of Sugar Beet (*Beta vulgaris L.*). Scientific Journal of King Faisal University 5: 227-237.

15- Lauer, J. G. 1995. Plant density and nitrogen rate effects on sugar beet yield and quality early in harvest. Agronomy Journal 87: 586-597.

16- Leila, A. A., M. A. Badawi, E. M. Said, M. H. Gonema, and M. A. E. Abdou. 2005. Effect of planting dates, plant population and nitrogen fertilization on sugar beet productivity under the Newly Reclaimed sandy soils in Egypt. Scientific journal of king Faisal University 6: 1426.

17- Leilah, A. A., and S. M. Nasr. 1992. The contribution of sowing and harvesting dates on yield and quality of some sugar beet cultivars, P: 970 - 979. Proc. 5th Conference of Agronomy. Zagazig. 13-15 September, 1992.

18- Malnou, C. S., K. W. Jaggard, and D. L. Sparkes. 2008. Nitrogen fertilizer and the efficiency of the sugar beet crop in late summer. European Journal of Agronomy 28: 47-56.

19- Pollach, G. 1984. Development and utilization of quality criteria for sugar beet in Austria. Paper presented to the 27th Technical Conference. British Sugar plc., P: 22.

20- Pospisil, M., A. Pospisil, and M. Rastija. 2000. Effect of plant density and nitrogen rates upon the leaf area of seed sugar beet on seed yield and quality. European Journal of Agronomy 12: 69-78.

21- Shabayev, V. P. 2010. Effect of the introduction of the nitrogen-fixing bacteria Pseudomonas putida 23 on the nitrogen balance in soil. Published in Pochvovedenie 4: 471-476.

22- Shock, C. C., M. Seddigh, L. D. Saunders, T. D. Stieber, and J. G. Miller. 2000. Sugar beet Nitrogen Uptake and Performance Following Heavily Fertilized Onion. Agronomy Journal 92: 10-15.

23- Tsialtas, J. T., and N. Maslaris. 2005. Effect of N Fertilization Rate on Sugar Yield and Non-Sugar Impurities of Sugar Beets (*Beta vulgaris* L.) Grown Under Mediterranean Conditions. Agronomy and Crop Science 191: 330-339.

24- http://www.isfs.ir/