ارزیابی تاثیر کودهای زیستی و عناصر ریز مغذی بر خصوصیات کمی و کیفی چغندرقند(*Beta vulgaris* L.)

روح‌الله حیدری[1] و کیوان شمس[2*]

۱- کارشناسی‌ارشد، گروه آگروتکنولوژی، واحد کرمانشاه، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمانشاه، ایران، rhidari7@gmail.com

۲*- استادیار، گروه آگروتکنولوژی، واحد کرمانشاه، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمانشاه، ایران، keyvan@iauksh.ac.ir

*نویسنده مسئول: کیوان شمس

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۳۹۸ تاریخ پذیرش: تیر ۱۳۹۸

Impact of bio-fertilizers and micronutrients on quantity and quality traits of sugar beet (*Beta vulgaris* L.)

Rouh Allah Hidari[1] and Keyvan Shams*[2]

1- M.Sc, Department of Agrotechnology, Kermanshah Branch, Islamic Azad University, Kermanshah, Iran, rhidari7@gmail.com

2*- Assistant Professor, Department of Agrotechnology, Kermanshah Branch, Islamic Azad University, Kermanshah, Iran, keyvan@iauksh.ac.ir

*Corresponding author: Keyvan Shams

Received: May 2019 Accepted: July 2019

چکیده

این پژوهش به منظور بررسی تاثیر کودهای زیستی و محلول‌پاشی عناصر ریز مغذی بر خصوصیات کمی و کیفی چغندرقند رقم دروتی به صورت فاکتوریل بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار در سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۶ اجرا گردید. تیمارهای آزمایشی شامل فاکتور کود در ٤ سطح: F1: ۱۰۰ درصد کودهای شیمیایی(شاهد)، F2: ۵۰ درصد کودهای شیمیایی+ کودهای زیستی (نیتراژین و فسفر بارور۲)، F3: ۲۵ درصد کودهای شیمیایی+ کودهای زیستی (نیتراژین و فسفر بارور۲)، F4: کودهای زیستی (نیتراژین و فسفر بارور۲)، و فاکتور ریزمغذی‌ها در ٤ سطح: M0: محلول‌پاشی با آب مقطر(شاهد)، M1: محلول‌پاشی سولفات روی، M2: محلول‌پاشی سولفات منگنز، M3: محلول‌پاشی سولفات روی+ سولفات منگنز بودند. نتایج نشان داد که اثر کود بر عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، شاخص برداشت، عیار قند، درصد قند قابل استحصال، عملکرد قند خالص، عملکرد قند ناخالص و میزان ازت مضره معنی دار شد. همچنین اثر ریزمغذی ها بر عملکرد بیولوژیک، عملکرد غده، درصد قند قابل استحصال و میزان ازت مضره معنی‌دار شد.میزان عیار قند درتیمارکودهای زیستی(نیتراژین و فسفر بارور۲) نسبت به تیمار ۱۰۰٪ کودهای شیمیایی، ۱٤/۳ درصد افزایش نشان داد. بیشترین عملکرد غده، با۶۳/۹۷ تن در هکتار به تیمار ۵۰ درصد کودهای شیمیایی + کودهای زیستی(نیتراژین و فسفر بارور۲) اختصاص یافت. همچنین تیمارمحلولپاشی سولفات روی+ سولفات منگنز ببیشترین عملکرد غده را با ۱۲/ ٦٤تن در هکتار داشته واین تیمار، نسبت به محلول پاشی با آب مقطر، ٤/۵ درصد افزایش عملکرد نشان داد. تیمار ۱۰۰ درصد کودهای شیمیایی به افزایش میزان نیتروژن مضره، منجر شد.مصرف کودهای زیستی و عناصر ریزمغذی در کشت چغندرقند باعث بهبود خصوصیات کمی وکیفی چغندر قند شد.

کلمات کلیدی: چغندرقند، کودهای زیستی، محلول‌پاشی، ریزمغذی، عملکرد ریشه

Abstract

The present study was carried out to investigate the effect of bio-fertilizers and micronutrients foliar application on the quality and quality of sugar beet cultivars in a factorial based on randomized complete block design with three replications in 2017.Experimental treatments consisted of four levels of chemical fertilizers and bio-fertilizers (F1: 100% chemical fertilizers(control), F2: 50% chemical fertilizers + bio-fertilizers (nitragin and Phosphatebarvar-2), F3: 25% chemical fertilizers + biological fertilizers (nitragin and Phosphatebarvar-2), F4: bio-fertilizers (nitragen and Phosphatebarvar-2), and micronutrients foliar application in 4 levels including: M0: distilled water, M1: zinc sulfate solution, M2: Mn sulfate solution, M3: zinc sulfate solution + Mn sulfate solution). The effect of fertilizer on biological yield, grain yield, harvest index, sugar percent, white sugar content, white sugar yield and sugar yield sugar content and α-Amino-N were significant. The effect of micronutrients on biological yield, root yield, harvest index and extractable sugar content were significant. The maximum root yield (63.97 $Ton.h^{-1}$) was observed in 50% chemical fertilizers + bio-fertilizers treatment. Also, Zn sulfate + Mn sulfate had the highest root yield (64.12 $ton.h^{-1}$) and increased root yield by 4.5% compared to control (distilled water). The level of sugar by using bio-fertilizer increased by 14.3% compared to 100% chemical fertilizers. The maximum α-Amino-N was observed in 100% chemical fertilizers treatment. The use of bio-fertilizers and micronutrients in sugar beet cultivation improved quantity and quality traits of sugar beet.

Keywords: α-Amino-N, Bio -Fertilizer, Micronutrient, Root Yield, White Sugar

مقدمه و کلیات

در دهه‌های اخیر تولید محصولات کشاورزی عمدتا متکی به مصرف نهاده‌های شیمیایی بوده که منجر به مشکلات عمده زیست محیطی شده است. هزینه رو به افزایش تولید کودهای شیمیایی، آلودگی منابع آب و خاک ناشی از مواد شیمیایی، کاهش کیفیت تولیدات کشاورزی و افزایش مقاومت آفات و بیماری‌ها به انواع سموم شیمیایی تنها بخشی از مشکلات زیست محیطی ناشی از کشاورزی رایج مبتنی بر مصرف نهاده‌های شیمیایی هستند. یکی از راهکارهای رفع این مشکل، استفاده از اصول پایدار در بوم نظام‌های زراعی می‌باشد (نصیری‌محلاتی و همکاران، ۱۳۸۰). کشاورزی پایدار یک نظام تلفیقی مبتنی بر اصول اکولوژیک است. در این نظام به جای استفاده از نهاده‌های خارجی نظیر کودهای شیمیایی، از بقایای گیاهی، کودهای دامی، کودهای آلی و زیستی جهت ذخیره مواد غذایی در خاک استفاده می‌شود (Rigby & Caceres, 2001). اصطلاح کودهای زیستی منحصرا به مواد آلی حاصل از کودهای دامی، بقایای گیاهی و کود سبز اطلاق نمی‌گردد، بلکه ریزموجودات باکتریایی و قارچی و مواد حاصل از فعالیت آن‌ها در رابطه با تثبیت نیتروژن، فراهمی فسفر و سایر عناصر غذایی از مهمترین کودهای زیستی محسوب می‌شوند (آستارایی و کوچکی، ۱۳۷۵). از جمله مهمترین کودهای زیستی که امروزه در کشاورزی مورد توجه قرار گرفته‌اند می‌توان به نیتروکسین (شامل باکتری‌های *Azotobacter* و *Azospirillum*) و فسفات بارور۲ (شامل باکتری‌های *Bacillus* و *Pseudomonas*) اشاره کرد. نتایج تحقیقات انجام گرفته در زمینه استفاده از کودهای زیستی بیانگر تاثیر مکانیسم‌های مختلف این میکروارگانیسم‌ها در بهبود رشد فیزیولوژیک و موفولوژیک و عملکرد گیاهان می‌باشد (درزی، ۱۳۸٦). از آنجایی که اکثر قریب به اتفاق خاک‌های ایران آهکی هستند.در این خاک‌ها تغذیه عناصر کم مصرف بسیار مهم بوده و تامین این عناصر نسبتاً دشوار و نیاز به توجه جدی دارد. علی‌رقم اهمیت روز افزون عناصر کم مصرف در تولیدات کشاورزی در کشورهای پیشرفته، متاسفانه در ایران به نقش این عناصر توجه کافی نشده است به طوری‌که مصرف کودهای حاوی این عناصر بسیار ناچیز است و به ازای هر یک تن کود مصرفی، حدود دو گرم کود کم مصرف مورد استفاده قرار نمی‌گیرد. به عبارت دیگر با عنایت به این‌که مصرف سالانه کودهای شیمیایی در ایران حدود ۲/۵ میلیون تن است، باید سالانه ۷۵ هزار تن کودهای حاوی عناصر کم مصرف، استفاده نمود ولی کاربرد این نوع کودها در کشور ما به حدود ۲۰۰ تن در سال نمی‌رسد. علاوه بر عدم مصرف کودهای حاوی عناصر کم مصرف، فرسایش، آبشویی، مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی حاوی عناصر پر مصرف و استفاده از ارقام اصلاح شده پرمحصول و همچنین عدم رعایت تناوب زراعی و در نتیجه برداشت روز افزون از ذخایر موجود در خاک، همگی موجب پایین آمدن ذخیره این عناصر در خاک شده به طوری‌که در نقاط مختلف جهان، گیاهان نسبت به کاربرد کودهای کم مصرف عکس العمل مثبت نشان می‌دهند (ملکوتی و تهرانی، ۱۳۷۹). بنابراین با توجه به این‌که کودهای بیولوژیک و عناصر کم مصرف علاوه بر افزایش تولید، در سلامتی و تندرستی انسان موثر می‌باشند، لذا یکی از راه‌های ساده و اقتصادی برای نیل به خودکفایی و جامعه سالم و تندرست، اضافه کردن

این مواد به گیاه می‌باشد تا بدین ترتیب علاوه بر افزایش تولید، غلظت عناصر غذایی در محصولات کشاورزی از جمله چغندرقند افزایش داد. لذا با توجه به مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی وعدم مصرف کودهای حاوی عناصر کم مصرف، همچنین نظر به اهمیت اقتصادی چغندرقند و سطح بالای تولید این محصول در کشور و استان ، این مطالعه با هدف بررسی تاثیر کودهای زیستی و عناصر ریزمغذی بر خصوصیات کمی و کیفی چغندرقند انجام شد.

فرآیند پژوهش

این پژوهش در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶در مزرعه ای واقع در شهرستان اسلام آباد با عرض. جغرافیایی۳٤ درجه و ۸ دقیقه شرقی و طول جغرافیایی ٤۷ درجه و ۲٦ دقیقه شمالی با ارتفاع ۱۳٤٦ متر از سطح دریا متوسط بارندگی سالانه ٤۲۲ میلی‌متر و متوسط درجه حرارت سالانه ۱۳+ درجه سانتی‌گراد که متاثر از شرایط مدیترانه‌ای نیمه‌خشک وفاقد باران تابستانه است، اجرا گردید.خاک محل انجام آزمایش دارای بافت رسی- لومی با pH = ۷/۷ و هدایت الکتریکی ۱/٥٦دسی زیمنس بر متر بود (جدول۱).

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش (عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری)

Table 1- Physical and chemical properties of the soil experimental site (Depth 0-30 cm)

درصد اشباع	هدایت الکتریکی	اسیدیته کل اشباع	درصد مواد خنثی شونده	کربن آلی (درصد)	درصد شن	درصد رس	درصد سیلت
۳۲	۱/٥٦	۷/۷	۳/٦	۰/۹۰	۷۲	۱٤	۱۹
۰/۰۷۸	۱۲/۹۹	۲٦٦	۳/۱	۰/۸٤	۰/۹۸	٦/۲	۰/۷۷

این آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. فاکتور کودهای زیستی و شیمیایی در ٤ سطح: (F1: ۱۰۰ درصد کود شیمیایی، F2: ۵۰ درصد کود شیمیایی+ کود زیستی (نیتراژین و فسفر بارور۲)، F3: ۲۵ درصد کود شیمیایی+ کود زیستی (نیتراژین و فسفر بارور۲)، F4: کود زیستی (نیتراژین و فسفر بارور۲)، و فاکتور محلول‌پاشی ریزمغذی‌ها نیز در ٤ سطح: M0: محلول‌پاشی با آب مقطر، M1: محلول‌پاشی سولفات روی، M2: محلول‌پاشی سولفات منگنز، M3: محلول‌پاشی سولفات روی+ سولفات منگنز بودند. آزمایش شامل ۱٦ تیمار و در مجموع ٤۸ کرت آزمایشی بود. هر کرت شامل ٦ ردیف کاشت با فاصله ردیف ٦۰ سانتیمتر و طول ۵ متر بود و فاصله بین بوته‌ها بعد از تنک کردن ۱۸ سانتی‌متر درنظر گرفته شد.عمق کاشت بذر ۳ سانتی‌متر، فاصله بین بلوک‌ها ۲ متر و فاصله بین کرت‌ها ۱۲۰ سانتی‌متر (دو خط نکاشت) بود. مراحل آماده‌سازی زمین در پاییزسال ۱۳۹۵ با شخم عمیق و سپس انجام دیسک و ماله انجام شد. با توجه به بارندگی‌های زیاد بهاره در سال ۱۳۹٦ و سرد بودن هوا کشت با تاخیر و در تاریخ ۹٦/۱/۲۵ با بذرکار پنوماتیک صورت گرفت. بذر مورد استفاده چغندرقند منوژرم رقم دوروتی بود. کودهای مورد نیاز براساس نتایج تجزیه خاک و توصیه بخش تحقیقات خاک و آب (اوره، سوپر فسفات تریپل و سولفات پتاسیم به ترتیب بر مبنای ۳۰۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) مصرف شدند.به طوریکه نصف کود مصرفی نیتروژنه هنگام کاشت و نصف دیگر آن در مرحله شش تا هشت برگی گیاه و بعد از تنک کردن مصرف شد و تمامی کودهای فسفاته و پتاسه همراه با شخم با خاک مخلوط گردیدند. کود زیستی فسفاته بارور۲ به میزان

۱۰۰ گرم برای مقدار بذر مورد نیاز برای یک هکتار مزرعه (دو واحد) با ۲ لیتر آب آغشته شد و سپس توسط یک کاغذ صافی یا یک پارچه توری صاف شد. سپس بذر چغندرقند با عصاره بدست آمده آغشته شدوکود زیستی نیتراژین به میزان سه لیتر در هکتار مصرف شد. اولین آبیاری مزرعه پس از کاشت صورت گرفت. میزان آبیاری تا زمان سبز شدن گیاه به گونه‌ای بود که سطح مزرعه در حد ظرفیت زراعی نگه داشته شد و بعد از آن هر ۷ تا ۸ روز یکبار آبیاری بسته به رطوبت، بارندگی و دمای محیط صورت می‌گرفت، آبیاری به شکل سیستم تحت فشار بارانی بود. در مرحله ٤ برگی پس از استقرار کامل گیاه و در زمان مرطوب بودن خاک مزرعه عملیات تنک انجام شد. محلول پاشی عناصر ریزمغذی نیز در دو مرحله رشدی در مرحله ۱۰-۸ برگی و مرحله‌ای که ١٦-١٤ برگی به میزان ۵ در هزار، توسط سمپاش پشتی انجام گرفت. همچنین به منظور مبارزه با علف‌های هرز پهن برگ از علف‌کش بتانال و برای مبارزه با علف های هرز باریک برگ ازعلف کش گالانت بصورت پس رویشی استفاده گردید. به علاوه وجین دستی علف های هرز نیز در طی مراحل رشد چغندرقند صورت گرفت. علف‌های هرز غالب مزرعه عبارت بودند از تاج خروس، یولاف وحشی و پیچک.

در انتهای فصل رشد مصادف با ۱۵ مهرماه پس از حذف یک متر ابتدا و انتهای ردیف ها و با حذف ردیف های حاشیه ای هر کرت، از چهار ردیف وسط هر کرت، در سطح ی٤ متر مربع، برداشت انجام شد. با توزین ریشه های برداشت شده در واحد سطح، عملکرد ریشه بر حسب تن در هکتار محاسبه ش .برای تعیین خصوصیات کیفی، از ریشه های حاصل از نمونه برداری، خمیر ریشه تهیه شد که بلافاصله خمیر تهیه شده در فریزر قرار داده شد. سپس این نمونه های فریز شده جهت اندازه گیری صفات کیفی مانند عیارقند، درصد قندخالص ، عناصر نیتروژن، سدیم و پتاسیم توسط دستگاه رفراکتور نوع بتالیزر که شامل بخشهای پلاریمتر، فتومتر و فلایم فتومتر بود، مورداستفاده قرار گرفتند.

درصد قند ناخالص(عیار): درصد قندناخالص با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد.

۱۰۰ × مقدار قند در صد گرم خمیر چغندرقند= درصد قند ناخالص

درصد قند ملاس: اندازه‌گیری درصد قند ملاس براساس رابطه زیر محاسبه شد.

۰/٤۸+(نیتروژن×۰/۲٤)+(سدیم+پتاسیم)۰/۱۲=درصدقندملاس

درصدقند قابل استحصال(شکر سفید) وراندمان استحصال (ضریب استحصال شکر) : درصدقند قابل استحصال وراندمان استحصال با استفاده از روابط زیر محاسبه شد(Abyaneh *et al.*, 2017).

درصد قند ملاس – درصد قند ناخالص= درصد قند قابل استحصال

۱۰۰×(درصد قند ناخالص / درصد قند قابل استحصال) = راندمان استحصال

عملکرد قند خالص و عملکرد قند ناخالص:

عملکرد قند خالص و عملکرد قند ناخالص برحسب تن در هکتار با استفاده از روابط زیر محاسبه شدند (علیمرادی و همکاران، ۱۳۷۰).

عملکرد ریشه × درصد شکر قابل استحصال= عملکرد قند خالص

عملکرد ریشه× عیارقند= عملکرد قند ناخالص

مواد غیرقندی (سدیم، پتاسیم): برای تعیین مقدار سدیم و پتاسیم، از دستگاه فیلم فتومتری استفاده شد.

نیتروژن مضره:میزان نیتروژن آمینه(نیتروژن مضره) از روش استانک و پاولاس که به نام روش عددآبی شناخته شده است بر حسب میلی اکی والان در ۱۰۰ گرم خمیر ریشه اندازه گیری شد (عبدالهی ، ۱۳۷۰).

محاسبات آماری: محاسبات آماری شامل تجزیه واریانس و مقایسه میانگین به روش دانکن در سطح ۵ درصد، توسط نرم افزارهای آماری MSTAT-C و SAS و رسم نمودارها توسط نرم افزار EXCEL انجام شد.

نتایج و بحث

عملکرد بیولوژیک: نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر کود و محلولپاشی ریزمغذی برروی عملکرد بیولوژیک در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). نتایج حاصل از مقایسه میانگین مصرف کود نشان داد تیمار ۵۰ درصد کود شیمیایی + کود زیستی(نیتراژین وفسفربارور۲) بیشترین عملکرد بیولوژیک را داشته و سایر تیمارهای کودی ازنظر آماری در یک سطح قرار گرفتند (شکل۱). نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر محلولپاشی ریزمغذی برروی عملکرد بیولوژیک در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد همچنین تیمارمحلولپاشی سولفات روی + سولفات منگنز موجب افزایش ۷/۳ درصدی عملکرد بیولوژیک نسبت به تیمار محلولپاشی با آب مقطر(شاهد) شد و تیمارهای محلولپاشی سولفات روی و محلولپاشی سولفات منگنز ازنظرآماری دریک سطح قرارگرفتند (شکل ۲).

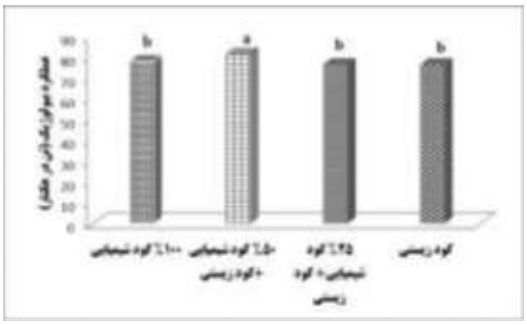
کاربرد کودهای زیستی به ویژه باکتری های محرک رشد گیاه ، مهم ترین راهبرد در مدیریت تلفیقی تغذیه گیاهی برای سیستم کشاورزی پایدار با نهاده کافی به صورت تلفیق مصرف کودهای شیمیایی با کاربرد باکتری های مذکور به شمار می آید (Sharma, 2003). باکتری های جنس ازتوباکتر، آزوسپریلیوم از مهم ترین باکتری های محرک رشد گیاه هستند که علاوه بر تثبیت زیستی نیتروژن، با تولید مقادیر قابل ملاحظه هورمون های تحریک کننده رشد، به ویژه انواع اکسین، جیبرلین و سیتوکینین، رشد و نمو و عملکرد گیاهان زراعی را تحت تأثیر قرار می دهند (Zahir *et al.*, 2004). تاثیر مثبت محلولپاشی عناصر ریزمغذی بر عملکرد بیولوژیک ممکن است به دلیل افزایش بیوسنتز اکسین بر ارتفاع بوته در حضور عنصر روی، افزایش کارآیی جذب نیتروژن، افزایش غلظت کلروفیل و فعالیت ریبولوز بی فسفات کربوکسیلاز باشد که منجر به بهبود کارایی فتوسنتز و به دنبال آن موجب افزایش عملکرد بیولوژیک می‌گردد (خلدبرین و اسلام زاده، ۱۳۸۰؛ ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۷). این نتایج با نتایج پژوهش حاضر دریک راستا می باشند.

جدول ۲- تجزیه واریانس عملکرد بیولوژیک، عملکرد ریشه و شاخص برداشت

Table 2- Results of variance analysis of biological yield, root yield and harvest index

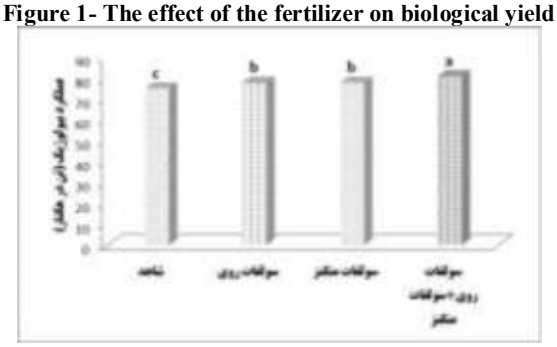
	میانگین مربعات			
منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد بیولوژیک	عملکرد غده	شاخص برداشت
تکرار	۲	۱/۷۳	٦/٤١	۱۱/٥٦
کود	۱	۸٦/٤٧**	۱٦/۳۱**	۱٦٦/٥۲**
ریزمغذی	۷	۷۰/۹۲**	۱۸/٦۹**	۱۳/۳٦^{ns}
کود×ریزمغذی	۷	٤/۷٤^{ns}	۱/۷۱^{ns}	۳/٥۳^{ns}
خطا	۳۰	۱۲/۳۸	۱۱/٥٦	۸/۲۸
ضریب تغییرات		۱٤/٥۱	۱۱/۹۸	۱۳/٥٥

Ns و **و* به ترتیب غیر معنی دار ، معنی دار در سطح احتمال ۱درصد و معنی دار در سطح احتمال ۵درصد



شکل۱- اثر کود بر عملکرد بیولوژیک

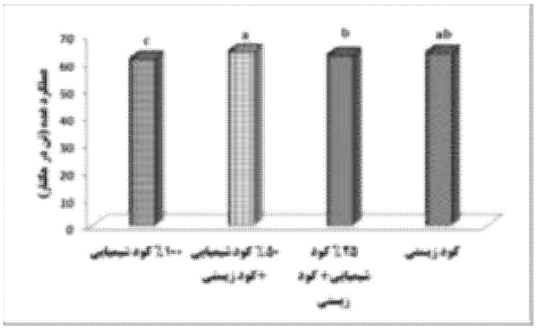
Figure 1- The effect of the fertilizer on biological yield



شکل ۲- اثر محلولپاشی ریزمغذیها بر عملکرد بیولوژیک

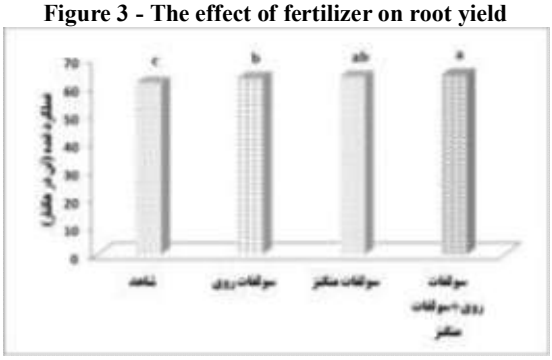
Figure 2- The effect of the micronutrients foliar application on biological yield

عملکرد ریشه: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر کود برروی عملکرد ریشه در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد تیمار ۵۰ درصد کود شیمیایی + کود زیستی (نیتراژین وفسفربارور۲) بیشترین عملکرد ریشه (۶۳/۹۷ تن در هکتار) را داشته و با تیمار کود زیستی(نیتراژین وفسفربارور۲) اختلاف معنی‌دار نداشت وبین سایر تیمارها ی کودی نیز اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد (شکل ۳). همچنین نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر ریزمغذی‌بر روی عملکرد ریشه در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد(جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد محلولپاشی سولفات روی+سولفات منگنز بیشترین عملکرد غده را داشته و با تیمار محلولپاشی سولفات منگنز اختلاف معنی‌داری نداشته اما با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار داشته وکمترین عملکرد غده مربوط به تیمار محلولپاشی با آب مقطر (شاهد) بود (شکل ٤). Lozek & Fecenko(1996) در چغندرقند اعلام کردند که محلول پاشی سولفات منگنز موجب افزایش عملکرد می شود. افزایش عملکرد چغندرقند از طریق محلول‌پاشی عنصر روی نسبت به شاهد ۳۷ درصد گزارش شده است (Mahmood & Hossain, 1998). در طی محلول‌پاشی با ۵٪ کیلوگرم منگنز در چغندرقند عملکرد ریشه ۱۵/۷ درصد افزایش پیدا کرد (Zekri & Obreza, 2003). این نتایج با نتایج پژوهش حاضر منطبق است.



شکل ۳- اثر کود بر عملکرد ریشه

Figure 3 - The effect of fertilizer on root yield

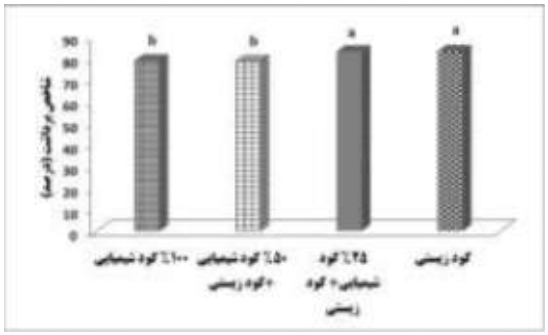


شکل ٤- اثر محلولپاشی ریزمغذیها بر عملکرد ریشه

Figure 4 - The effect of the micronutrients foliar application on root yield

شاخص برداشت: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر کود برروی شاخص برداشت در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). بیشترین شاخص برداشت با محلولپاشی کود زیستی(نیتراژین وفسفربارور۲) به میزان ۸۳/۱۷ درصد بدست آمد وبا تیمار ۲۵درصد کودشیمیایی+کودزیستی(نیتراژین و فسفربارور۲) دریک سطح قرار گرفت و نسبت به تیمار شاهد (محلولپاشی با آب مقطر)، ۵٪/۲ افزایش نشان داد (شکل ۵). Emam & Eilkaee (2002) نشان داد که استفاده از کودهای زیستی، سبب افزایش توسعه ریشه و جذب بهتر آب و مواد غذایی و افزایش فتوسنتز

می‌شود که در نهایت سبب افزایش شاخص برداشت خواهد شد. این نتایج منطبق بر نتایج آزمایش حاضر است.



شکل ۵- اثر کود بر شاخص برداشت

Figure 5- The effect of the fertilizer on harvest index

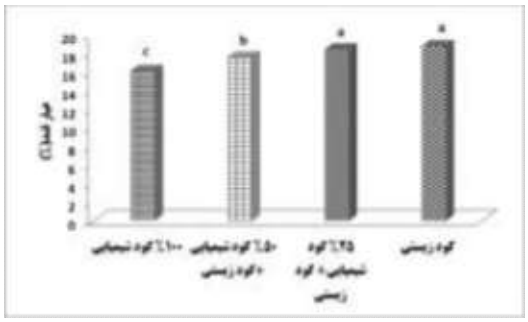
عیارقند: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر کود برروی عیارقند در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول۳). تیمار کود زیستی (نیتراژین وفسفربارور۲) به میزان ۱٤/۳ درصد نسبت به تیمار ۱۰۰٪ کود شیمیایی عیارقند را افزایش داد (شکل ٦). مجموعه باکتری های موجود در نیتراژین نیز با دارا بودن خاصیت تثبیت نیتروژن، حل کنندگی فسفر خاک، ترشح انواع هورمون های محرک رشد و آنتی بیوتیک‌ها، موجب رشد ریشه، توسعه بخش هوایی گیاه و مقاومت به عوامل بیماری زا می شوند. نیتراژین با تغییرات عمده در فیزیولوژی گیاه موجب افزایش چشمگیر عملکرد و کیفیت آن می گردد. مصرف زیاد نیتروژن موجب تحریک رشد رویشی، سایه‌اندازی برگ‌ها، افزایش نسبت تنفس به فتوسنتز و بزرگتر شدن ریشه‌ها می‌شود که در نتیجه چنین شرایطی سبب کاهش عیار قند خواهد شد (دیهیم فرد و نظری، ۱۳۹٤). Weeden(2000) کاهش درصد قند با افزایش نیتروژن را به نگهداری آب بیشتر در ریشه بیان نمود. همچنین اعلام نمود که با کاربرد سطوح بالای نیتروژن در چغندرقند، عملکرد ریشه و اندام هوایی، هر دو افزایش می‌یابند، ولی عیار قند ذخیره شده در ریشه کاهش می یابد. قنبرآبادی وهمکاران (۱۳۹٦) در طی مطالعه میزان قند قابل استحصال ریشه چغندرقند تحت تاثیر تلفیق کودهای زیستی و سطوح کودهای شیمیایی (نیتروژنه و فسفره) اعلام نمودند که بیشترین میزان عیارقند با کاربرد ۲۵ و ۵۰٪ کود شیمیایی+کودزیستی(نیتروژیست و فسفوزیست) بدست آمد.

جدول۳- تجزیه واریانس عیارقند، درصدقندقابل استحصال، راندمان قند قابل استحصال، عملکردقندخالص وعملکردقندناخالص

Table 3- Results of variance analysis of sugar percent, white sugar content, white sugar content (%), white sugar yield and sugar yield

		میانگین مربعات				
منابع تغییرات	درجه آزادی	عیارقند	درصد قند قابل استحصال	راندمان قند قابل استحصال	عملکرد قند خالص	عملکرد قند ناخالص
تکرار	۲	۰/٤۱	۰/۱۲	۵۸/۸۳	۰/۰٤	۰/۷۲
کود	۱	۹/٤۰**	۱۱/۸۰**	۲۲/۲۲^{ns}	٦/٤۰*	٤/۲۲*
ریزمغذی	۷	۱/۰٦^{ns}	۰/۰۹^{ns}	۳۲۸/۳٦*	۰/۲۷^{ns}	۰/۵۲^{ns}
کود×ریزمغذی	۷	۱/۱۸^{ns}	۰/٤۷^{ns}	۳۸/۸۱^{ns}	۰/۲۲^{ns}	۰/۵٦^{ns}
خطا	۳۰	۰/۹۱	۰/۱۹	۱۱/۸۷	۰/۱۰	۰/۳۵
ضریب تغییرات		٤/۷۱	۳/٤۸	٤/٦۳	٤/۰۰	۵/۲٦

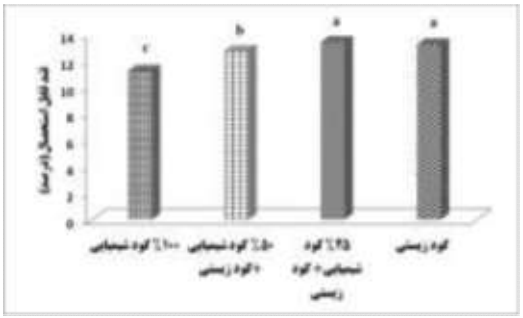
ns و **و* به ترتیب غیر معنی دار ، معنی دار در سطح احتمال ۱درصد و معنی دار در سطح احتمال ۵درصد



شکل ٦- اثر کود بر عیار قند

Figure 6 - The effect of the fertilizer on sugar percent

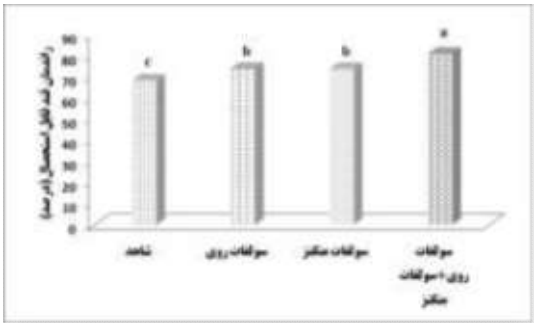
درصد قند قابل استحصال: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر کود برروی درصدشکرقابل استحصال در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول۳). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که تیمار ۲۵٪ کود شیمیایی+کود زیستی(نیتراژین وفسفربارور۲) بیشترین درصد شکر قابل استحصال را داشته و با تیمار کود زیستی(نیتراژین وفسفربارور۲) ازنظر آماری دریک سطح قرار گرفته اما با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری نداشت. کمترین درصد شکر قابل استحصال نیز مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد کود شیمیایی بامیزان۱۱/۲۲ درصدبود (شکل ۷). در همین خصوص قنبرآبادی وهمکاران (۱۳۹٦)در طی مطالعه میزان قند قابل استحصال ریشه چغندرقند تحت تاثیر تلفیق کودهای زیستی و سطوح کودهای شیمیایی (نیتروژنه و فسفره) اعلام نمودند که بیشترین میزان قند قابل استحصال با کاربرد ۲۵٪ کود شیمیایی + کود زیستی(نیتروژیست و فسفوزیست) بدست آمد.



شکل ۷- اثر کود بر درصد قند قابل استحصال

Figure 7 - The effect of the fertilizer on white sugar content

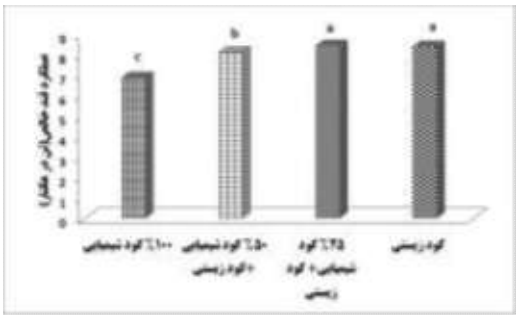
راندمان قند قابل استحصال: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر ریزمغذی بر راندمان استحصال در سطح ۵ درصد معنی‌دارشد (جدول ۳). محلول‌پاشی سولفات روی+سولفات منگنز میزان قند قابل استحصال را به میزان ۱۵/٦۸ درصد نسبت به شاهد (محلولپاشی با آب مقطر) افزایش داد وسایر تیمارها ازنظر آماری دریک سطح قرار گرفتند (شکل ۸).



شکل ۸- اثر محلولپاشی ریزمغذیها بر راندمان قند قابل استحصال

Figure 8 - The effect of the micronutrients foliar application on white sugar content

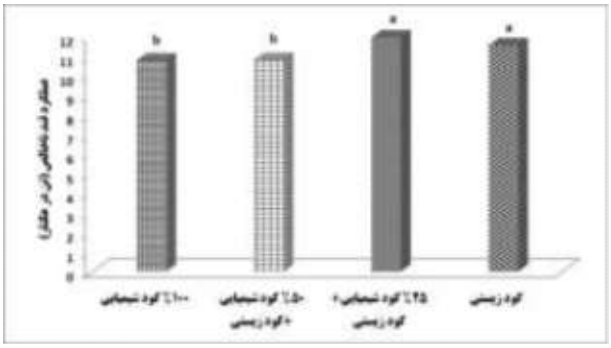
عملکرد قند خالص: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر کود بر راندمان قند قابل استحصال در سطح ۵ درصد معنی‌دارشد (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین نشان داد تیمار ۲۵٪ کود شیمیایی + کود زیستی(نیتراژین وفسفربارور۲) بیشترین عملکرد قند خالص (۸/٤۵ تن در هکتار) را داشته و با تیمار کود زیستی(نیتراژین وفسفربارور۲) اختلاف معنی‌دار نداشته اما با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار داشت. کمترین عملکرد قند خالص (٦/۸۸ تن در هکتار) نیز مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد کود شیمیایی بود (شکل ۹). نتایج بدست آمده از تحقیق قنبرآبادی و همکاران (۱۳۹٦) بر روی چغندرقند نشان داد که بیشترین میزان عملکرد قند خالص از تیمار ۵۰٪ کود شیمیایی +کود زیستی(نیتروزیست و فسفوزیست) نسبت به تیمار ۱۰۰ درصد کود شیمیایی بدست آمد.این نتایج با نتایج آزمایش حاضر هم راستا می باشد.



شکل ۹- اثر کود بر عملکرد قند خالص

Figure 9 - The effect of the fertilizer on white sugar yield

عملکرد قند ناخالص: نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر کود بر عملکرد قند ناخالص در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). تیمار ۲۵٪ کود شیمیایی+ کود زیستی(نیتراژین وفسفرباررور۲) بیشترین عملکرد قند ناخالص (۱۱/۹۵ تن در هکتار) را داشته و با تیمار کود زیستی(نیتراژین وفسفرباررور۲) اختلاف معنی‌دار نداشته اما با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار داشت. کمترین عملکرد قند خالص (۱۰/۷۸ تن در هکتار) نیز مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد کود شیمیایی بود که با تیمار ۵۰ درصد کود شیمیایی + کود زیستی (نیتراژین وفسفرباررور۲) اختلاف معنی‌دار نداشت (شکل ۱۰). نتایج بدست آمده از تحقیق قنبرآبادی و همکاران (۱۳۹۶) بر روی چغندرقند نشان داد که بیشترین عملکرد قند ناخالص از تیمار ۱۰۰ درصد کود شیمیایی و تیمار ۷۵٪ کود شیمیایی + کودزیستی (نیتروژیست+ فسفوزیست) بدست آمد.که این نتایج با نتایج آزمایش حاضر انطباق دارد.



شکل ۱۰- اثر کود بر عملکرد قند ناخالص

Figure 10 - The effect of the fertilizer on sugar yield

جدول ٤- جدول تجزیه واریانس پتاسیم، سدیم و نیتروژن مضره

Table 4- Results of variance analysis of potassium, sodium and □-Amino-N

		میانگین مربعات		
منابع تغییرات	درجه آزادی	پتاسیم	سدیم	نیتروژن مضره
تکرار	۲	۰/۱۸	۰/۲۸	۰/۰۱
کود	۱	۰/۰۲^{ns}	۰/۸۰^{ns}	۰/۱۸**
ریزمغذی	۷	۰/۲۷^{ns}	۰/۰۸^{ns}	۰/۰۶**
کود×ریزمغذی	۷	۰/۱۰^{ns}	۰/۱۱^{ns}	۰/۰۰۳^{ns}
خطا	۳۰	۰/۱۶	۰/۱۳	۰/۰۰۶
ضریب تغییرات		۱۱/۰۹	٦/۷۸	٤/۸٦

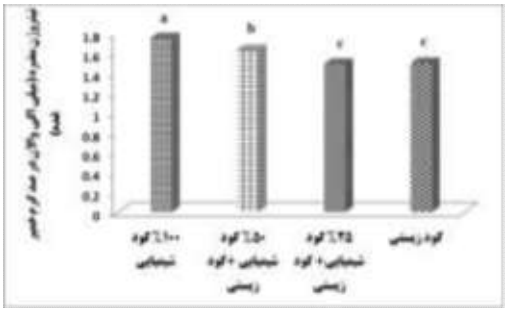
ns و **و* به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۱درصد و معنی دار در سطح احتمال ۵درصد

نیتروژن مضره: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرکود و ریزمغذی‌ها بر میزان نیتروژن مضره در سطح ۱درصد معنی دارشد (جدول ٤). نتایج مقایسه میانگین نشان داد تیمار ۱۰۰ درصد کود شیمیایی، بیشترین میزان نیتروژن مضره (۱/۷۵ میلی اکی والان در صد گرم خمیر ریشه) را داشته و با تیمارهای ۵۰ درصد کود شیمیایی و کود زیستی(نیتراژین وفسفرباررور۲) اختلاف معنی‌دار نداشته اما با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار داشت. کمترین میزان نیتروژن مضره (۱/٤۹ میلی اکی والان در صد گرم خمیرریشه) نیز مربوط به تیمار کود زیستی(نیتراژین وفسفرباررور۲) بود (شکل ۱۱).

نیتروژن به صورت یون‌های آمونیوم و نیترات توسط ریشه‌ها جذب می‌شود (Fageria, 2009). لازمه تولید محصولی با کیفیت بالا در چغندرقند، پایین بودن ناخالصی‌های سه گانه(سدیم، پتاسیم ونیتروژن مضره) در ریشه به هنگام برداشت نهایی و تحویل محصول به کارخانه است. میزان ناخالصی‌های ریشه به ویژه نیتروژن مضره با افزایش عنصر نیتروژن همبستگی مثبت دارند. تجمع نیتروژن در محیط فعالیت ریشه، باعث افزایش جذب نیتروژن توسط گیاه و کاهش غلظت ساکارز می‌شود (Carter & Traveller 1981,). دیهیم فرد و نظری (۱۳۹٤) گزارش کردند که مقدار نیتروژن مضره و سدیم با افزایش مقدار

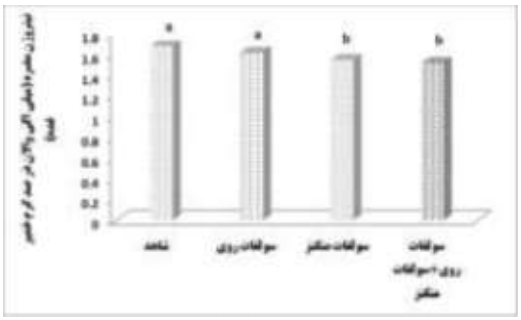
مصرف نیتروژن در واحد سطح به طور معنی داری افزایش یافت. همچنین Khogali و همکاران در سال ۲۰۱۱نیز طی آزمایشی دو ساله با بررسی ویژگی‌های کیفی چغندرقند اظهار داشتند که با افزایش مصرف نیتروژن، درصد نیتروژن مضره و سدیم ریشه افزایش یافت. Tsiltas & Maslaris (2013) طی آزمایشی چهار ساله بیان داشتند که همبستگی مثبتی بین مقدار سدیم و نیتروژن آمینه ریشه با افزایش مصرف نیتروژن در واحد سطح وجود دارد.

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که محلولپاشی ریزمغذی‌ها مقدارنیتروژن مضره را نسبت به شاهد کاهش داد به طوری‌که با محلولپاشی سولفات روی+سولفات منگنز میزان نیتروژن مضره نسبت به شاهد(محلولپاشی با آب مقطر) ۹/۵ درصد کاهش داشت (شکل ۱۲). در یک طرح تحقیقاتی به منظور مطالعه اثر محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی برروی خواص کمی و کیفی ریشه چغندرقند، مشخص شد که محلول پاشی این عناصر توانسته میزان درصد قند را افزایش و میزان ناخالصی‌ها را کاهش دهد. به‌طوری‌که بیشترین درصد قند خالص مربوط به محلولپاشی روی + محلولپاشی منگنز و پایین‌ترین مقدار ناخالصی ها با محلول‌پاشی این عناصر نسبت به شاهد بدست آمد (حسن‌زاده آذر و همکاران، ۱۳۸۸). این یافته ها با نتایج این تحقیق همسو می‌باشد.



شکل ۱۱- اثر کود بر میزان نیتروژن مضره

Figure 11 - The effect of the fertilizer on α-Amino-N



شکل ۱۲- اثر محلولپاشی ریزمغذیها بر میزان نیتروژن مضره

Figure 12 - The effect of the micronutrients foliar application on α-Amino-N

نتیجه‌گیری کلی

بیشترین عملکرد غده وعملکرد بیولوژیک، را مصرف ۵۰ درصد کودهای شیمیایی + کودهای زیستی (نیتراژین و فسفر بارور۲) داشته و محلولپاشی سولفات روی+ سولفات منگنز نیز، بیشترین عملکرد غده را نسبت به مصرف تفکیکی آنها داشت. ازسوی دیگر، استفاده از کودهای زیستی موجب افزایش عیار قند و مقدار قند قابل استحصال شد. به طور کلی میتوان اظهار نمود که با مصرف کودهای زیستی در بوم نظامهای زراعی علاوه بر کاهش مصرف کودهای شیمیایی و آلودگیهای زیست محیطی ناشی از آن واز سوی دیگربا مصرف عناصر روی و منگنز به صورت محلولپاشی سبب افزایش کمیت و کیفیت چغندرقند شد، بلکه با این روشها، می توان جنبه های اقتصادی قابل توجهی در کاهش هزینه های مصرف کودی از جمله رفع سریع کمبود آن، آسانتر بودن مصرف از نظر اجرای آن و کاهش سمیت ناشی از تجمع این عناصر را در بر داشته باشد.

تقدیر وتشکر

این مقاله حاصل بخشی از پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی کشاورزی _ آگروتکنولوژی می باشد وبا حمایت حوزه معاونت فناوری وتحقیقات دانشگاه

آزاد اسلامی واحد کرمانشاه انجام شده است که بدینوسیله تشکر وقدردانی می شود.

منابع

۱) آستارایی، ع. و کوچکی، ع. ۱۳۷۵. کاربرد کودهای بیولوژیکی در کشاورزی پایدار. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ص ۱۹٤.

۲) حسن زاده آذر، س.، رشدی، م. و فتوحی، ک. ۱۳۸۸. اثر محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی بر، روی و منگنز بر خواص کمی و کیفی اجزای ریشه چغندرقند. مجله پژوهش در علوم زراعی- سال دوم، شماره ۵، ص ۱۱۲.

۳) خلدبرین، ب. و ط، اسلام زاده. ۱۳۸۰. تغذیه معدنی گیاهان عالی. انتشارات دانشگاهی شیراز. ص ٤۹۵. درزی، م. ت. ۱۳۸٦. بررسی تاثیر کاربرد کودهای زیستی بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی رازیانه به منظور دستیابی به یک سیستم زراعی پایدار. رساله دکتری زراعت. دانشگاه تربیت مدرس.

٤) دیهیم فرد، ر. و ش، نظری. ۱۳۹٤. بررسی تاثیر سطوح مختلف نیتروزن بر خصوصیات کمی و کیفی محصول در ارقام چغندرقند. نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی. ۲۲(۲): ٤٤-,۵۱

۵) قنبرآبادی، م. حاتمی، ح و م.ر، توکلو. ۱۳۹٦. بررسی قند قابل استحصال ریشه چغندرقند تحت تاثیر تلفیق کودهای زیستی و سطوح کودهای شیمیایی (نیتروژنه و فسفره)، نخستین کنفرانس بین المللی علوم کشاورزی، دامی منابع طبیعی محیط زیست گردشگری روستایی و گیاهان دارویی کشورهای اسلامی، مشهد، سازمان جهادکشاورزی خراسان رضوی -هلدینگ دامپروری آستان قدس رضوی -مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی -بازاردام.

٦) عبداهی‌اننوقابی، م. ۱۳۷۱. بررسی تغییرات پارامترهای کمی وکیفی رشد چغندر قند در تاریخ های مختلف کشت. پایان نامه کارشناسی ارشد گروه زراعت واصلاح نباتات دانشگاه تربیت مدرس.

۷) علیمرادی، الف. م، ن. ارجمند، م. گازران، ج. گوهری، ر. قلی‌زاده، ح. فضلی، م. مصباح، ر. طالبیان. ۱۳۷۰. بررسی عوامل موثر در کیفیت محصول چغندرقند در حوزه عمل کارخانه قند قزوین. گزارش پژوهشی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند.

۸) ملکوتی، م. ج. و تهرانی، م. م. ۱۳۷۹. نقش ریزمغذی‌ها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت کشاورزی (عناصر خرد با تاثیر کلان). انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، شماره ٤۳، تهران، ایران.

۹) ملکوتی، م. ج. کشاورز، ب. و کریمیان، ن. ۱۳۸۷. روش جامع تشخیص و توصیه بهینه کود برای کشاورزی پایدار. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس. ص ,۷۵۵

۱۰) نصیری محلاتی، م. کوچکی ع.، رضوانی‌مقدم، پ. و بهشتی، ع. ۱۳۸۰. اگرواکولوژی (ترجمه). انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ٤۵۹ صفحه.

11) Abyaneh HA, Jovzi M and Albaji M. 2017. Effect of regulated deficit irrigation, partial root drying and Nfertilizer levels on sugar beet crop (Beta vulgaris L.). Agricultural Water Management, 194: 13–23.

12) Carter, J. N., Traveller., D. J. 1981. Effect of time and amount of nitrogen uptake on sugar beet growth and yield. Agronomy J. 73: p. 667-671.

13) Emam, Y. and Eilkaee, M. N. 2002. Effects of plant density and chlormequat chloride (CCC) on morphological characteristics and grain yield of winter oilseed rape cv. Talayeh. Agronomy Science Journal. Vol. 1:1-8.

14) Fageria, N. K. 2009. The use of nutrients in crop plants. CRC Press, Taylor & Francis Group, LLC. USA. New york.

15) Khogali, M., Dagash, Y. M. I., El-Hag, M. G. 2011. Nitrogen fertilizer effects on quality of fodder beet (*Beta vulgaris* var. *Crassa*). Agric. Biol. J.N. America. 2(2): 270-278.

16) Lozek, O. and Fecenko, J. 1996. Effect of folia application of manganese and boron on the sugar beet production. Zeszyty Postepow Nauk Rolniczych. 434(1):169-172.

17) Mahmood, M. and Hossain, A. 1998. Effect of micronutrients (Boron and Zinc) on the growth and yield of sugarbeet crop. Pakistan Agriculture. Research Council. 1(4): 303-307.

18) Mayer, D. M. 2000. Pyoverdins: Pigments siderophores and potential taxonomic markers of Pseudomonas fluorescent Species. Archives of Microbiology 174: 135-142.

19) Rigby, D., and Caceres, D. 2001. Organic farming and the sustainability of agricultural system. Agricultural System 68:21-4
20) Sharma A. K. 2003. Biofertilizers for Sustainable Agriculture. Agrobios, India. Shetty, R.S., K.S. Singhal and P.R. Kulkaria. 2007. Antimicrobial properties of cumin. J. microbial biotech. 10: 233-230.
21) Tsiltas, J. T., Maslaris, N. 2013. Nitrogen effects on yield, quality and K/Na selectivity of sugar beets grown on clays under semi-arid, irrigated conditions. Int. J. Plant Prod. 7 (3): 355-371.
22) Weeden, B. R. 2000. Potential of sugar beet on the Atherton tableland. A report for the rural industries research and development crop ration (RIRDC). Publication No. 00/167. 2-14.
23) Zahir, A.Z., Arshad, M., Frankenberger, W.T., 2004. Plant growth promoting rhizobacteria: applications and perspectives in agriculture. Adv. Agron. 81,97-168.
24) Zekri, M.T. and Obreza, A. 2003. Micronutrient Deficiencies in Citrus: Boron, Copper, and Molybdenum. Extension Service/Institute of Food and Agricultural Sciences/ University of Florida/Christine Taylor Waddill, Dean.