چغندرقند/ جلد ۳۶/ شماره ۲/ ۱۳۹۹

بررسی تأثیر محلول‌پاشی کودهای ریزمغذی بر کیفیت تکنولوژیکی چغندرقند

Effect of foliar application of micronutrient fertilizers on the technological quality of sugar beet

علیجان سالاریان[1]* و امیر سالاری[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۸/۲۱ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۲/۲۷

نوع مقاله: پژوهشی

DOI: 10.22092/jsb.2021.352003.1250

ع. سالاریان و ا. سالاری. ۱۳۹۹. بررسی تأثیر محلول‌پاشی کودهای ریزمغذی بر کیفیت تکنولوژیکی چغندرقند. **چغندرقند، ۳۶(۲): ۱۷۱- ۱۸۳.**

چکیده

امروزه یکی از راه‌های کاربردی جهت بهبود کمیت و کیفیت چغندرقند، استفاده از عناصر ریزمغذی به نسبت‌های مناسب و به‌صورت محلول‌پاشی می‌باشد. بدین منظور، ۱۴ تیمار کودی ریزمغذی در چهار تکرار بر روی رقم لاتی‌تیا در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در دو شهرستان رشتخوار و زاوه استان خراسان رضوی در سال ۱۳۹۶ اعمال گردید. نتایج نشان داد تیمارهای کودی مورد مطالعه در مزرعه تحقیقاتی رشتخوار تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر تمامی پارامترهای مورد مطالعه از جمله عملکرد شکر، عملکرد شکرسفید، درصد قند قابل استحصال و درصد عیار قند داشته است. تأثیر این تیمارهای کودی در مزرعه تحقیقاتی زاوه بر پارامترهای پتاسیم و درصد قند ملاس در سطح احتمال یک درصد و بر درصد قند قابل استحصال در سطح پنج درصد معنی‌دار گردید. بیشترین مقدار عملکرد شکرسفید در مزارع رشتخوار و زاوه به ترتیب برابر با ۸/۵ تن در هکتار (در ترکیب کودی شماره ۱) و ۷/۶۱ تن در هکتار (در تیمار کودی شماره ۳) به دست آمد. بیشترین عملکرد ریشه (۵۱/۴۷ تن در هکتار) و کمترین درصد عیار قند (۱۸/۲۹ درصد) در تیمار کودی شماره ۱ مزرعه رشتخوار حاصل شد. در مزارع رشتخوار و زاوه به ترتیب ترکیب کودی شماره ۷ با ۱۹/۱۶ درصد و ترکیب کودی شماره ۸ با ۲۰/۰۱ درصد بیشترین مقادیر عیار قند را شامل شدند. بررسی‌ها نشان داد که مؤثرترین عناصر در افزایش عملکرد شکر و عملکرد شکرسفید، مولیبدن، بُر و منگنز و مؤثرترین عناصر در افزایش میزان درصد قند، درصد قند قابل استحصال، ضریب استحصال شکر و درصد قند ملاس عناصر آهن، روی، منگنز، منیزیم و بُر می‌باشند، هم‌چنین در تغییرات ضریب استحصال شکر، منیزیم، مس و مولیبدن مؤثرترین عناصر شناخته شدند. در نهایت نتایج نشان دادند که ترکیب عناصر میکرو(ریزمغذی) و ماکرو حاوی درصد نیتروژن کمتر، تأثیر مثبت و فزاینده‌ای در کیفیت تولید و راندمان قند و ترکیب مناسب عناصر آهن، منگنز، روی، منیزیم و مولیبدن با عناصر ماکرو حاوی درصد کمتر عناصر بُر و کلر، بیشترین تأثیر را در افزایش ضریب استحصال شکر، عملکرد شکر سفید و میزان عملکرد ریشه دارد.

واژه‌های کلیدی: چغندرقند، کودهای ریزمغذی، قند، محلول‌پاشی

۱- دانشجوی دکتری رشته زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند و محقق پژوهشکده زعفران دانشگاه تربت‌حیدریه، بیرجند، ایران. *- نویسنده مسؤل: salariyan_alijan@birjand.ac.ir

۲- استادیار، گروه علوم و مهندسی آب، مجتمع آموزش عالی میناب، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران.

مقدمه

در قرن حاضر اعتقاد بر این است که به دلیل کاهش منابع خاکی و آبی برای گسترش افقی مزارع، تنها راه افزایش تأمین غذا، افزایش تولید در واحد سطح است. هر چند تغییرات آب و هوایی جهان، تغییر کاربری اراضی، تحولات بازار، تغییر در فناوری تولید و به‌کارگیری روش‌های نوین، همگی می‌توانند امکان افزایش سطح زیرکشت را فراهم نمایند، اما این عوامل در همه زمان‌ها و مکان‌ها، به‌سادگی قابل اجرا نبوده و یا از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه نمی‌باشند. امروزه کشورهای پیشرفته با وجود کاهش سطح زیرکشت به دلایل مختلف، توانسته‌اند با بهبود روش‌های تولید و فراهم نمودن شرایط بهتر رشد گیاهان، مقدار کل تولید موادغذایی خود را افزایش داده و ضمن تأمین مصرف داخلی خود، با صادرات محصولات مازاد، تولیدات محصولات کشاورزی کشورهای در حال توسعه را با چالش جدی مواجه سازند. تغذیه کودی مناسب، یکی از این مهم‌ترین عوامل افزایش‌دهنده کیفیت چغندرقند می‌باشد و در این میان، انتخاب ترکیب کودی مناسب، روش و زمان صحیح مصرف آن، از نکات حائز اهمیت در کیفیت چغندرقند می‌باشند (Barker and Eaton 2015).

عناصر ریزمغذی جزو عناصر حیاتی مورد نیاز گیاه جهت رشد مطلوب هستند و این عناصر نقش‌های متنوعی در متابولیک‌های مختلف و فرآیندهای فیزیولوژیکی ایفا می‌کنند (Aktas *et al.* 2006). به‌طور مثال عنصر روی نقش مهمی در فعال‌سازی برخی آنزیم‌ها و تنظیم متابولیسم‌ها در کربوهیدرات‌ها و پروتئین‌هایی که در رشد، توسعه و تقسیم سلولی هستند، دارد (Farahat *et al.* 2007). کاربرد مناسب عناصر منگنز، روی و آهن می‌تواند باعث بهبود و افزایش بهره‌وری تولید چغندرقند گردد (Amin *et al.* 2013; Barlog *et al.* 2016; Rassam *et al.* 2015; Mekdad and Rady 2016).

نتایج تحقیقی نشان می‌دهد که محلول‌پاشی کودی با ترکیب نیتروژن، فسفر، پتاسیم (NPK) و عناصر کم‌مصرفی همانند نیترات آمونیم، کربوهیدرات، سولفات آمونیم و نیترات پتاسیم، حتی در شرایط نامساعد آب و هوایی (دمای کم و تنش‌خشکی)، می‌تواند باعث افزایش ۶-۴ تن در هکتاری عملکرد و ۲-۱/۵ درصدی عیار چغندرقند گردد (Korzeniowska *et al.* 2004). در پژوهشی تحت شرایط بدون آبیاری و در منطقه‌ای با آب و هوای قاره‌ای، محلول‌پاشی ترکیب اویت ۳۵+ هیومیکس، یونیوزال در مرحله رشد رویشی روی اندام‌هوایی دو رقم چغندرقند حساس (SWING) و متحمل (TAKT) به ریزومانیا نشان داد، علی‌رغم افزایش میزان عملکرد ریشه و ارزش تغذیه هر دو رقم در شرایط باران کافی، مقدار ملاس در هر دو سال انجام آزمایش برای هر دو رقم، روند کاهشی داشته است، تفاوت معنی‌دار بین عملکرد ریشه و عوامل کیفی چغندرقند تولیدی در دو سال آزمایش بین دو رقم حساس و متحمل به ریزومانیا و هم‌چنین عملکرد بهتر رقم متحمل از نظر کیفی نسبت به واریته حساس از سایر نتایج خروجی این تحقیق بود (Kiepul and Gediga 2000). در آزمایشی در یوگسلاوی، در شرایطی که خاک مزرعه مورد آزمایش از نظر عناصر روی و منگنز متعادل و به‌شدت دچار کمبود بُر بود، بر روی دو واریتهٔ چغندرقند مونوفورت و کارپو، نتایج متفاوتی به دست آمد از جمله اینکه، در مصرف جداگانه هر یک از عناصر، بُر و منگنز و روی بیشترین افزایش عملکرد را شامل شدند (Feckova 2005). ارزیابی کاربرد کودهای ریزمغذی سولفید روی، سولفید منگنز، سولفید آهن و اسید بوریک بر محصول چغندرقند نشان داد که با محلول‌پاشی سولفیدهای آهن و منگنز و کاربرد خاکی سولفیدهای روی و بُر در مقایسه با شاهد، عملکرد ریشه ۶/۱۴۲ تن افزایش یافته و با محلول‌پاشی سولفید آهن و کاربرد سولفیدهای روی، بُر و منگنز در خاک مزرعه، درصد قند و درصد ماده خشک ریشه چغندرقند در مقایسه با شاهد به ترتیب ۱۸/۳۲ و ۱۹/۴۴ درصد افزایش یافته است (Yarnia *et al.* 2008). محلول‌پاشی سولفات‌های آهن، روی و منگنز بر اندام‌های هوایی چغندرقند طی یک مرحله نشان می‌دهد که بیشترین درصد قند به ترتیب با غلظت‌های ۲ و ۳ در هزار این کودها حاصل می‌گردد (Anonymous

(2001b. نتایج تحقیقی در مصر نشان داد که محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی باعث افزایش معنی‌دار تولید شکر محصول چغندرقند می‌گردد، آنها در نهایت کاربرد ۲۰۰ میلی‌گرم عناصر ریزمغذی به همراه یک درصد اوره را برای طول و قطر مناسب ریشه، وزن خشک ریشه و عملکرد شکر توصیه نمودند (Mohamed *et al.* 2018). افزایش طول، قطر، وزن خشک و تر ریشه چغندرقند و هم‌چنین مقدار نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم برگ و ریشه چغندرقند در اثر استفاده از عناصر ریزمغذی روی، بُر و مولیبدن طی تحقیقات دیگری نیز به اثبات رسیده است (Zewail *et al.* 2020). بررسی اثر میکرو المنت‌های روی، بُر و مولیبدن بر کیفیت چغندرقند، طی آزمایشی در ایستگاه تحقیقاتی چغندرقند کمال‌آباد کرج نشان داد بیشترین عملکرد شکرسفید (۵/۷ تن در هکتار) مربوط به مصرف توأم هر سه ریزمغذی مولیبدن، روی و بُر بوده و تیمارهای شاهد (منحصراً استفاده از کودهای شیمیایی ماکرو) و مصرف روی به ترتیب با مقادیر ۴/۸ و ۴/۷ تن در هکتار، کمترین عملکرد شکرسفید را به خود اختصاص دادند (Malakouti *et al.* 1999). مصرف کودهای ریزمغذی bll (۶۰/۵۶ گرم نیتروژن + ۱۱۰/۶۸ گرم بُر)، مگاگرین (کلسیم ۴۴/۱۰ درصد+ منیزیم ۲/۲۰ درصد + آهن ۱/۲۰ درصد + آلومینیم ۰/۷۰ درصد + سیلیسیم ۹/۱۰ درصد + گوگرد ۰/۱۱ درصد + منگنز ۱۳۲ میلی‌گرم در کیلوگرم + روی ۶۰ میلی‌گرم در کیلوگرم + مس ۲۲/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم + پالادیم ۱۱/۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم + نیکل ۳/۳۰ میلی‌گرم در کیلوگرم + کُرم ۳/۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم + کاریوم ۰/۸ میلی‌گرم در کیلوگرم) و کودهای پرمصرف نیتروژن (۱۳۶ کیلوگرم در هکتار)، فسفر (۴۵ کیلوگرم در هکتار) و پتاسیم (۹۰ کیلوگرم در هکتار) نشان داد که مصرف کود bll و مگاگرین در مقایسه با شاهد غلظت قند ریشه را نیز به ترتیب ۲/۲۳ و ۱/۳۷ درصد افزایش می‌دهد (Simunici *et al.* 2008).

کاربرد سولفات منگنز به‌صورت محلول، روی برگ‌های چغندرقند می‌تواند تا حدود زیادی شدت علائم کمبود را تخفیف داده و کارایی مصرف منگنز در خاک به‌صورت سولفات، اکسید یا سیلیکات فعال‌شده کمتر از کارایی مصرف آن روی برگ‌ها است. اصولاً کاربرد منگنز کلات شده موفقیت‌آمیز بوده هرچند ممکن است کاربرد آن برای گیاهانی مانند چغندرقند عملاً غیراقتصادی باشد. در عین حال، حبه (پلت) کردن بذر چغندرقند با منگنز یک روش کارا بوده و در حالت ایده‌آل، باید ۱۰ کیلوگرم سولفات منگنز در هکتار همراه با یک ماده خیس‌کننده برگ بلافاصله پس از ظهور علائم روی برگ‌ها پاشیده شود (Malakouti *et al.* 1999).

در سال‌های اخیر، آزمایش‌های زیادی در زمینه مصرف ترکیبی کودهای ماکرو و میکرو (ریزمغذی‌ها) در دنیا و ازجمله ایران انجام گرفته است، اما با توجه به شرایط متفاوت آب و هوا و خاک در نقاط مختلف دنیا، اجرای بیشتر این‌گونه آزمایش‌ها برای رسیدن به نتیجه مطلوب‌تر، به‌ویژه برای بهبود ارزش تکنولوژیکی چغندرقند (راندمان تولید)، کاملاً ضروری به نظر می‌رسد (Koucheki *et al.* 1996)، لذا هدف از انجام این پژوهش، ارزیابی روش محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی بر میزان قندخالص، قند ناخالص، درصد عیار و استحصال قند و سایر عوامل کیفی چغندرقند بود.

مواد و روش‌ها

پس از بررسی‌های اولیه و میدانی، دو قطعه از مزارع چغندرقند تحت پوشش کارخانه قند فریمان در دو منطقه مختلف انتخاب و عملیات کشت در تاریخ ۲۰ فروردین ۱۳۹۶ انجام شد. تقسیم‌بندی و نقشه طرح در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار و ۱۴ تیمار کودی مطابق جدول ۱ اجرا گردید. مساحت هر واحد آزمایشی ۲۰ مترمربع و بین هر واحد ۱/۵ متر فاصله در نظر گرفته شد، علت بزرگ گرفتن کرت‌ها، کاهش اثر دریفت (هدر روی محلول بر اثر عواملی مثل باد) کودپاشی بر روی کرت‌های مجاور بود. مزرعه آزمایشی شماره ۱ (رشتخوار) دارای آبی با اسیدیته برابر با ۸/۵، هدایت الکتریکی (EC) ۱۷/۹ میلی‌زیمنس بر سانتی‌متر و درصد سدیم (SAR) برابر با ۵۱/۰۹ و مزرعه آزمایشی شماره ۲ (زاوه) دارای آبی با اسیدیته برابر با ۷/۵، هدایت الکتریکی (EC) ۴/۹ میلی‌زیمنس بر سانتی‌متر و

درصد سدیم (SAR) برابر با ۹/۰۹ بود. اولین مرحله محلول‌پاشی در تاریخ دوم خردادماه سال ۱۳۹۶، در مرحله چهار تا هشت برگی و دومین مرحله محلول‌پاشی، پانزده روز پس از محلول‌پاشی اول انجام گرفت. مراقبت‌های لازم در طول مرحله داشت تا برداشت انجام پذیرفت و محصول نهایی چغندرقند در تاریخ دهم آذرماه سال ۱۳۹۶ برداشت گردید. سطحی معادل چهار مترمربع جهت تعیین عملکرد و آنالیز کیفی در نظر گرفته شد. نمونه‌ها جهت آنالیز کیفی به آزمایشگاه کارخانه قند فریمان منتقل و اندازه‌گیری‌ها انجام گردید.

در انتخاب کودها بنابر برچسب هر کود سعی گردید تا ترکیبی از کودهایی که مشخصات مشابهی دارند انتخاب گردد، به عبارتی ترکیب طوری انتخاب و تهیه شد که عناصر میکرو و درصدی از عناصر ماکرو را به همراه داشته باشد و کودهایی که حاوی مواد تحریک‌کننده رشد از قبیل هورمون و اسیدآمینه بودند، در طرح استفاده نشد تا طرح فقط مقایسه کودهای ماکرو و میکرو (به طریق محلول‌پاشی) باشد. تمام کودهای انتخابی از عاملین فروش و توزیع تهیه گردید تا آنچه به دست کشاورز می‌رسد مورد آزمون قرار گیرد و از نمونه‌هایی اختصاصی ارسالی شرکت‌ها استفاده نگردید تا شبهه‌ای در کیفیت نمونه‌های کودی آزمایش‌شده باقی نماند. ترکیبات کودی استفاده‌شده دارای مشخصات ارائه‌شده در جدول ۱ می‌باشد که در اینجا از نام بردن نام تجاری ترکیب به دلیل مسائل تجاری و اجتناب از تبلیغ خودداری گردید.

تیمار چهاردهم شامل تیمار شاهد بود که هیچ نوع کود ریزمغذی در آن مصرف نگردید و صرفاً با آب آبیاری، محلول‌پاشی انجام پذیرفت. تمامی کودهای مصرفی به‌صورت محلول در آب (محلول‌پاشی) بر روی اندام‌های هوایی مصرف شدند، وسیله محلول‌پاشی، دستگاه سم‌پاش اتمایزر که اکثر کشاورزان خرده‌مالک منطقه از آن استفاده می‌کنند، بود.

البته بنا بر ادعای تعدادی از شرکت‌های تولیدکننده ریزمغذی‌ها، برای نتیجه بهتر در افزایش عملکرد کمی و کیفی محصول، در ترکیب‌های کودی شماره ۴، ۵ و ۱۰، علاوه‌بر ترکیبات ریزمغذی مربوطه، از کود ماکرو جدول ۲، به نسبت‌های ۲۰-۲۰-۲۰ برای نوبت اول و به نسبت‌های ۱۵-۱۰-۳۰ که به ترتیب معرف مقادیر پتاسیم- فسفر- نیتروژن می‌باشند، برای محلول‌پاشی در نوبت دوم استفاده گردید. همین‌طور در ترکیب-های کودی شماره ۶ و ۷ از کود ماکرو دیگری (جدول ۲) به نسبت ۲۰-۲۰-۲۰ برای نوبت اول و به نسبت ۳۰-۵-۱۵ در نوبت دوم و در ترکیب‌های کودی ۸ و ۹ از کود ماکرو جدول ۲ به نسبت‌های ۲۰-۲۰-۲۰ برای نوبت اول و ۳۶-۱۲-۱۲ در نوبت دوم و در ترکیب کودی شماره ۱۱ از ترکیب کودی ماکرو دیگری (جدول ۲) به نسبت‌های ۲۰-۲۰-۲۰ برای نوبت اول و ۲۰-۱۹-۲۰ برای نوبت دوم به مقدار پنج کیلوگرم در هکتار برای هر نوبت، در محلول‌پاشی استفاده گردید.

نتایج تجزیه شیمیایی و فیزیکی خاک مزارع مورد مطالعه نشان داد که بافت خاک سنگین مزرعه (لومی-رسی-سیلتی)، دچار محدودیت‌های شوری و آهک زیاد و کمبود مواد آلی و نیتروژن و هم‌چنین کمبود عناصر کم‌مصرف آهن، روی، مس و منگنز بوده و با دارا بودن سطح متوسطی از مقادیر فسفر و پتاسیم، اسیدیته آن قلیایی است (جدول ۳). توصیه کودی عناصر پرمصرف برای گیاه چغندرقند شامل ۴۵۰، ۱۸۰، ۲۳۰ و ۴۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب اوره، سوپرفسفات‌تریپل، سولفات پتاسیم و سولفات روی می‌باشد.

جهت بررسی اثرات عناصر مختلف آهن، روی، منگنز، مس، بُر و مولیبدن بر صفات مختلف درصد قند، درصد قند قابل استحصال، ضریب استحصال شکر، درصد قند ملاس، عملکرد شکر و عملکرد شکر سفید از رگرسیون گام‌به‌گام در نرم‌افزار SPSS استفاده گردید. در این روش، جهت بررسی اثر متغیرهای مستقل بر متغیرهای وابسته، تمامی متغیرهای مستقل وارد مدل شده و در مرحله بعد پس از تعیین مرتبه ورودی آنها توسط معیار آماری، متغیرهایی که تأثیر چندانی بر متغیر وابسته نداشتند از مدل حذف گردید (Anonymous 2002a).

جدول ۱ درصد عناصر تیمارهای کودی بکار رفته در آزمایش

تیمار	مس	آهن	روی	منگنز	بُر	مولیبدن	نیتروژن	فسفرقابل جذب	پتاسیم قابل جذب
۱	۲	۳	۰/۶	۱	۱	۰/۵	–	–	–
۲	۰/۵	۰/۵	۰/۶	۱	۱	۰/۱	–	–	–
۳	۵	۳	۱	۱/۵	۱	۰/۵	–	–	–
۴	۲	۵	۲	۳	۲	۰/۵	–	–	–
۵	۲	۳	۰/۶	۱	۱	۰/۵	–	–	–
۶	۰/۶	۱۳/۶	۲/۲	۵/۲	۰/۹	۰/۲	–	–	–
۷	۱/۲	۲۴	۵	۱۶	۲	۰/۵			
۸	۰/۰۸	۴/۰۹	۰/۴۵	۰/۷۲	۰/۲۲	–	۲	۳	۱۵
۹	۰/۰۸	۱	۰/۴۵	۰/۶۹	۰/۲۲	۰/۰۳	۹	۱۵	–
۱۰	۳	۵	۲	۱	۲	۰/۵	–	–	–
۱۱	۱/۷	۳/۳۵	۰/۶	۱/۶	۰/۸۷۵	۰/۰۲۳	–	–	–
۱۲	۰/۵	۴	۴	۳	۰/۸۷۵	۰/۰۵	–	–	–
۱۳	۱	۲	۰/۶	۱	۱	۰/۵	–	–	–

جدول ۲ درصد عناصر تیمارهای ترکیبی کود مورد آزمایش و کود ماکرو در دو نوبت محلول‌پاشی

تیمار کودی	نوبت محلول‌پاشی	درصد کود ماکرو اضافه‌شده	مولیبدن	بُر	مس	روی	منگنز	آهن	منزیم	پتاسیم	فسفر	نیتروژن
۴، ۵ و ۱۰	نوبت اول	۲۰–۲۰–۲۰	۰/۰۰۱	۰/۰۲	۰/۰۰۵	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۰۷	–	۲۰	۲۰	۲۰
۴، ۵ و ۱۰	نوبت دوم	۳۰–۵–۱۵	۰/۰۰۱	۰/۰۲	۰/۰۰۵	۰/۰۱	–	۰/۰۷	۲	۳۰	۵	۱۵
۶ و ۷	نوبت اول	۲۰–۲۰–۲۰	۰/۰۰۱۰	۰/۰۱۰۰	۰/۰۰۳۲	۰/۰۰۳۳	۰/۰۱۶۳	۰/۰۳۲۵	–	۲۰	۲۰	۲۰
۶ و ۷	نوبت دوم	۳۰–۱۰–۱۵	۰/۰۰۱۰	۰/۰۱۰۰	۰/۰۰۳۲	۰/۰۰۳۳	۰/۰۱۶۳	۰/۰۳۲۵	–	۳۰	۱۰	۱۵
۸ و ۹	نوبت اول	۲۰–۲۰–۲۰	–	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۸	۰/۲۱	۰/۱۲	۱	۲۰	۲۰	۲۰
۸ و ۹	نوبت دوم	۳۶–۱۲–۱۲	–	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۸	۰/۲۱	۰/۱۲	۱	۳۶	۱۲	۱۲
۱۱	نوبت اول	۲۰–۲۰–۲۰	–	–	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۲۵	–	۲۰	۲۰	۲۰
۱۱	نوبت دوم	۲۰–۱۹–۲۰	–	–	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۲۵	–	۲۰	۱۹	۲۰

جدول ۳ نتایج تجزیه شیمیایی و فیزیکی خاک مزارع مورد مطالعه

پارامتر	Esp (٪)	پتاسیم	فسفر	نیتروژن	SP (٪)	سیلت	رسی	شنی	درصد کربن آلی	اسیدیته	هدایت الکتریکی (دسی زمینس بر متر)	روی	منگنز	مس	آهن
		میلی‌گرم در کیلوگرم				درصد						میلی‌گرم در کیلوگرم			
زاوه	۴/۸۵	۳۲۲	۱۲/۵	۰/۰۴۳	۳۹/۵	۴۰	۲۰	۴۰	۰/۴۷۲	۸,۰۵	۱	۰/۱	۵/۷۸	۱/۰۲	۳/۲
فریمان	۵/۰۴	۲۰۸	۹/۲	۰/۰۴۱	۴۴/۶	۵۰	۳۳	۱۷	۰/۴۹۳	۸	۹/۶	۰/۱	۵/۵۶	۰/۹۶	۲/۸

نتایج

نتایج نشان داد در مزرعه رشتخوار، تیمارهای کودی تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر همه پارامترهای مورد اندازه‌گیری ازجمله درصد شکر و قند ملاس، عملکرد و درصد شکرسفید، درصد استحصال و عملکرد ریشه داشته و در مزرعه زاوه، تأثیر تیمارهای کودی بر صفات مورد مطالعه کمتر بوده و تیمارهای کودی مختلف فقط بر میزان پتاسیم و درصد قند ملاس در سطح احتمال یک درصد و درصد استحصال در سطح پنج درصد تأثیر معنی‌داری داشته است (جدول ۴).

عملکرد شکر سفید

بین تیمارهای کودمصرفی در مزرعه رشتخوار اختلاف عملکرد قابل توجهی از نظر میزان عملکرد شکرسفید مشاهده گردید، ترکیب کودی شماره ۱ با ۸/۵ تن در هکتار و ترکیب

کودی شماره ۱۲ با ۶/۴۷ تن در هکتار به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار عملکرد شکرسفید را شامل شدند و کاربرد برخی از ترکیبات کودی، اثر کاهنده‌ای در میزان عملکرد شکرسفید داشته است. این اختلاف ۲/۰۳ تن در هکتاری بین حداکثر و حداقل عملکرد شکرسفید مقدار قابل توجهی می‌باشد (جدول ۵). همچنین قابل ملاحظه ای بین عملکرد کودهای مصرفی در مزرعه زاوه نیز مشاهده گردید (۲/۲۸ تن در هکتار بین حداکثر و حداقل عملکرد شکرسفید). بیشترین و کمترین مقدار عملکرد شکرسفید نیز در مزرعه مذکور به ترتیب برابر با ۷/۶۱ تن در هکتار (در تیمار کودی شماره ۳) و ۵/۳۳ تن در هکتار (در تیمار کودی شماره ۹) به دست آمد (جدول ۵).

درصد شکر

افزایش عملکرد ریشه در واحد سطح، میزان درصد عیار را می‌کاهد، به‌طوری‌که بیشترین عملکرد ریشه (۵۱/۴۷ تن در هکتار) و کمترین درصد عیار قند (۱۸/۲۹ درصد) در تیمار کودی شماره ۱ حاصل شد. در مزرعه رشتخوار، ترکیب‌های کودی شماره ۷ و ۱ به ترتیب با ۱۹/۱۶ و ۱۸/۲۹ درصد و در مزرعه زاوه تیمارهای کودی ۸ و ۱۳ به ترتیب با ۲۰/۰۱ و ۱۹/۰۶ درصد به ترتیب بیشترین و کمترین درصد عیار قند را شامل شدند (جدول ۵).

مقادیر نیتروژن مضره، پتاسیم و سدیم

تأثیر مقادیر نیتروژن مضره، پتاسیم و سدیم در کیفیت و استحصال قند از چغندرقند، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، به‌طوری‌که هر چه مقادیر این سه پارامتر به حد مطلوبشان نزدیک‌تر باشند، ضریب استحصال افزایش بیشتری می‌یابد. در مزرعه رشتخوار، بیشترین و کمترین میزان نیتروژن مضره به ترتیب ۲/۵۰ و ۱/۶۰ میلی‌اکی‌والان در صد گرم ریشه چغندرقند مربوط به تیمارهای کودی شماره ۱۳ و ۶ بوده که در مقایسه با حد مطلوب آن (۲/۲۵ – ۱/۴۵)، تنها ترکیب کودی تیمار شماره ۱۳ اثر افزایشی بر مقدار این پارامتر داشته است. ترکیب کودی شماره ۶ با کمترین مقدار نیتروژن مضره، بیشترین درصد استحصال را داشت. بیشترین و کمترین میزان پتاسیم با مقادیر ۵/۹۶ و ۵ میلی اکی‌والان‌گرم در صد گرم ریشه چغندرقند به ترتیب تحت تأثیر تیمارهای کودی شاهد (شماره ۱۴) و ترکیب کودی شماره ۳ اندازه‌گیری شد که در مقایسه با حد مطلوب آن (۵/۱ – ۴/۵)، به‌جز تیمار کودی شماره ۳، در بین سایر تیمارهای کودی اگرچه مقدار این پارامتر خارج از دامنه مطلوب می‌باشند، اما بین مقادیر اندازه‌گیری شده، اختلاف زیادی مشاهده نگردید. بیشترین و کمترین مقدار سدیم، به‌ترتیب ۱/۸۸ و ۱/۵۲ میلی‌اکی‌والان در صد گرم ریشه چغندرقند مربوط به تیمارهای کودی شماره ۳ و ۶ بود. نتایج مقایسه این مقادیر با حد مطلوب آن (۰/۶۵–۰/۳) نشان می‌دهد که تمام تیمارهای کودی اثری افزایشی داشته است (جدول ۵).

در مزرعه زاوه نیز بالاترین و کمترین مقدار پتاسیم برابر با ۷/۹۰ و ۶/۶۳ میلی‌اکی‌والان در صد گرم ریشه چغندرقند در تیمارهای کودی ۹ و ۱ به‌دست آمد. بیشترین مقدار سدیم نیز برابر با ۵/۲۶ و کمترین مقدار آن برابر با ۳/۴۷ میلی‌اکی‌والان در صد گرم ریشه چغندرقند به ترتیب در تیمارهای کودی شماره ۹ و ۸ حاصل گردید. نتایج بالاتر مقدار پتاسیم و سدیم در مزرعه زاوه نسبت به مزرعه رشتخوار و هم‌چنین حد مطلوب حاکی از تأثیر بیشتر و مناسب‌تر کودهای بکار رفته در این مزرعه می‌باشد (جدول ۵).

جدول ۴ میانگین مربعات (MS) صفات مورد بررسی در تیمارهای کودی مورد مطالعه مزارع رشتخوار و زاوه

	منابع تغییرات(S.O.V)	درجه آزادی(df)	درصد شکر	پتاسیم	سدیم	نیتروژن مضره	درصد قلیائیت	درصد شکر سفید	درصد استحصال	درصد شکر ملاس	عملکرد شکر سفید	عملکرد ریشه
مزرعه رشتخوار	تکرار	۳	۰/۰۱۵	۰/۰۰۸	۰/۰۸۸	۰/۰۱۱	۰/۰۲۵	۰/۰۰۹	۰/۱۰۱	۰/۰۰۶	۰/۳۰۵	۴/۶۱
	تیمار	۱۳	۰/۱۶**	۰/۱۹۹**	۰/۱۴۱**	۰/۲۸۴**	۰/۰۶۸**	۰/۲۶۸**	۰/۰۹۹**	۰/۰۱۸**	۱/۷۸۹**	۵۵/۴۰**
	خطا	۳۹	۰/۴۸	۰/۰۳۲	۰/۰۱۶	۰/۰۱۵	۰/۰۶۹	۰/۰۴۵	۰/۱۳۱	۰/۰۰۵	۱/۶۹	۲/۴۴
	%CV		۱/۱۸	۳/۱۹	۳	۶/۳۵	۶/۴۸	۱/۳۰	۰/۴۲	۳/۷۴	۵/۶۸	۳/۵
مزرعه زاوه	تکرار	۳	۰/۹۴۵	۰/۲۵۱	۰/۲۱۸	۱/۳۱۵	۰/۶۹۴	۱/۱۲	۱/۰۷۰	۰/۰۳۷	۰/۹۲۲	۳۱/۹۴۲
	تیمار	۱۳	۰/۲۸۵ns	۰/۶۶۳**	۱/۱۰۶n.s	۰/۶۷۸n.s	۰/۰۹۲ns	۱/۰۵n.s	۵/۲۸*	۰/۱۸۶**	۲/۰۰n.s	۷۹/۱۲n.s
	خطا	۳۹	۰/۳۵۱	۰/۲۴۸	۰/۸۵۰	۰/۴۰۶	۰/۱۳۱	۰/۶۸	۲/۶۲	۰/۰۶۳	۱/۲۸	۵۶/۳۸
	%CV		۲/۱۵	۴/۸۸	۱۵/۶۲	۱۲/۹۲	۷/۷۰	۳/۶۰	۱/۳۸	۶/۵۸	۱۲/۶۰	۱۳/۵۶

ns، *، ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۵ مقایسه میانگین تأثیر تیمارهای کودی بر روی صفات مورد بررسی با آزمون دانکن در مزرعه رشتخوار و زاوه

	تیمار کودی	درصد شکر	سدیم	پتاسیم	نیتروژن مضره	قلیائیت	درصد شکر سفید	ضریب استحصال شکر	درصد شکر ملاس	عملکرد ریشه (تن در هکتار)	عملکرد شکر سفید (تن در هکتار)
			(میلی اکی والان گرم در صد گرم ریشه)								
مزرعه رشتخوار	۱	۱۸/۲۹c	۱/۶۷ab	۵/۷۱abc	۱/۷۰g	۴/۱۳bc	۱۶/۰۴cdef	۸۶/۹۲bcd	۱/۸۵bcdef	۵۱/۴۷a	۸/۵a
	۲	۱۸/۵۰bc	۱/۷۲ab	۵/۶۵bc	۲/۲۱bc	۳/۴۰e	۱۶/۱۷bcde	۸۶/۵۲def	۱/۸۸abcd	۵۱/۰۲ab	۸/۳۰a
	۳	۱۸/۷۴b	۱/۸۸a	۵d	۲/۰۶dc	۳/۴۳e	۱۶/۳۱bcd	۸۷/۲۹ab	۱/۷ef۷	۴۱/۲۰g	۶/۶۲ef
	۴	۱۸/۵۰ bc	۱/۸۷a	۵/۸۷ab	۲/۰۷dc	۳/۶۹e	۱۵/۷۴f	۸۶/۰۲f	۱/۹۱abc	۴۴/۵۷cde	۷/۱۰cdef
	۵	۱۸/۷۲b	۱/۶۵ab	۵/۶۴ bc	۱/۷۸ef	۴/۲۲b	۱۶/۴۱ab	۸۷/۳۸ab	۱/۸۲cdef	۴۶/۸۲cd	۷/۶۷bc
	۶	۱۸/۶۵bc	۱/۵۲b	۵/۶۶abc	۱/۶۰g	۴/۸۵a	۱۶/۴۷ab	۸۷/۷۰a	۱/۷۴f	۴۳/۱۰cde	۶/۹۷def
	۷	۱۹/۱۶a	۱/۷۵ab	۵/۵۹bc	۱/۶۷g	۴/۳۲b	۱۶/۶۹a	۸۷/۴۴ab	۱/۷۶ef	۴۸/۹۰a	۷/۹۷ ab
	۸	۱۸/۵۶bc	۱/۷۹ab	۵/۶۷abc	۱/۹۷de	۳/۹۹bcd	۱۶/۰۱cdef	۸۶/۶۱cde	۱/۸۶abcde	۴۰/۴۰gh	۶/۵۰F
	۹	۱۸/۶۵bc	۱/۷۷ab	۵/۴۷c	۲/۰۶dc	۳/۴۱e	۱۶/۳۲bcd	۸۷/۱۶abc	۱/۸۲cdef	۴۳/۰۷ef	۶/۶۷ ef
	۱۰	۱۸/۴۵bc	۱/۷۰ab	۵/۸۵ab	۱/۹۲def	۳/۹۰bcd	۱۵/۹۰ef	۸۶/۶۱cde	۱/۷۹def	۴۲/۲۷efg	۶/۷۰ ef
	۱۱	۱۸/۸۱b	۱/۸۵b	۵/۶۷abc	۱/۷۶fg	۴/۰۲bcd	۱۶/۴۲ab	۸۷/۵۶a	۱/۸۱cdef	۴۳/۷۷e	۷/۲۵cde
	۱۲	۱۸/۶۶b	۱/۶۹b	۵/۶۸abc	۱/۷۴fg	۴/۲۹b	۱۶/۲۹bcd	۸۷/۱۸abc	۱/۷۹def	۳۹/۷۶h	۶/۴۷f
	۱۳	۱۸/۶۵c	۱/۷۹b	۵/۶۹abc	۲/۵۰a	۳/۶۷de	۱۶/۳۴bc	۸۶/۴۴def	۱/۹۴ab	۴۶/۲۵d	۷/۶۰bcd
	۱۴	۱۸/۵۹c	۱/۷۸b	۵/۹۶a	۲/۳۴ab	۳/۷۵cde	۱۵/۹۸def	۸۲/۲۸ef	۱/۹۶a	۴۳/۰۷ef	۶/۷۷ ef
مزرعه زاوه	۱	۱۹/۶۳a	۳/۷ab	۶/۶۳a	۳/۳۴ab	۳/۱۱a	۱۶/۵۱ abc	۸۴/۰۹bcd	۲/۵۲a	۳۵/۹۵abc	۵/۹۴abc
	۲	۱۹/۵۵a	۳/۹۹ab	۶/۹۳ab	۳/۳۱ ab	۳/۳۱a	۱۶/۳۷ abc	۸۳/۷۰ bcd	۲/۵۸ab	۳۵/۹۳abc	۵/۸۷abc
	۳	۱۹/۵۰a	۴/۲۷ ab	۷/۳۱abc	۳/۴۲ ab	۳/۴۴a	۱۶/۲۱ abc	۸۳/۰۹abcd	۲/۶۹ab	۴۶/۹۸bc	۷/۶۱c
	۴	۱۹/۳۰ a	۳/۹۴ ab	۷/۴۸bc	۳/۴۲ ab	۳/۳۴a	۱۶/۰۳ abc	۸۳/۰۲abcd	۲/۶۷ab	۳۷/۱۰abc	۵/۹۳abc
	۵	۱۹/۷۷a	۳/۷۷ab	۶/۹۹ab	۳/۲۴ ab	۳/۴۳a	۱۶/۶۴ abc	۸۴/۰۴bcd	۲/۵۵a	۴۱/۳۵abc	۶/۹۰abc
	۶	۱۹/۷۶a	۳/۷۱ ab	۶/۸۱ab	۳/۲۷ ab	۳/۲۷a	۱۷/۳۸c	۸۴/۱۷cd	۲/۵۳a	۳۹/۵۸abc	۶/۵۹abc
	۷	۱۹/۴۴a	۴/۲۱ab	۷/۰۴ab	۳/۴۶ ab	۳/۳۷a	۱۶/۱۴ abc	۸۳/۰۷abcd	۲/۷۰ab	۳۹/۲۰abc	۶/۳۳abc
	۸	۲۰/۰۱a	۳/۴۷a	۶/۷۹ab	۲/۹۳ a	۳/۵۲a	۱۷/۰۰ bc	۸۴/۹۴d	۲/۴۱a	۳۳/۵۵a	۵/۶۶ab
	۹	۱۹/۱۱a	۵/۲۶b	۷/۹۰c	۴/۰۹b	۳/۲۸a	۱۵/۴۷a	۸۰/۹۶a	۲/۷۹ab	۳۴/۴۳ab	۵/۳۳a
	۱۰	۱۹/۲۴a	۳/۹۱ab	۶/۹۶ab	۲/۸۰ a	۳/۶۳a	۱۶/۱۲ abc	۸۳/۷۹bcd	۲/۵۲a	۳۷/۷۳abc	۵/۸۲abc
	۱۱	۱۹/۳۳a	۵/۰۸b	۷/۹۰c	۴/۰۲b	۳/۲۹a	۱۵/۷۳ab	۸۱/۳۷ab	۲/۲۵c	۴۷/۵۸c	۷/۴۳bc
	۱۲	۱۹/۴۹a	۴/۲۱ ab	۷/۲۷abc	۳/۶۶ ab	۳/۲۲a	۱۶/۱۵ abc	۸۲/۸۷abcd	۲/۷۴ab	۴۲/۵۳abc	۶/۸۶abc
	۱۳	۱۹/۰۶a	۴/۲۰ ab	۷/۴۷abc	۳/۶۳ ab	۳/۲۳a	۱۵/۷۱ ab	۸۲/۳۶abcd	۲/۷۵ab	۴۱/۸۰abc	۶/۵۶abc
	۱۴	۱۹/۳۱a	۴/۷۴ ab	۷/۶۲bc	۴/۲۳b	۳/۰۵a	۱۵/۹۹ ab	۸۱/۷۸abc	۲/۹۸bc	۳۴/۵۸ab	۵/۴۹a

* مشخصات کامل تیمارها، در جدول‌های ۱ و ۲ آورده شده است.

تیمارهای دارای یک حرف مشترک، تفاوت معنی‌داری ندارند.

درصد شکر ملاس

منظور از درصد قند ملاس، مقدار قندی است که همراه با ملاس از فرآیند تولید خارج می‌شود، لذا، هرچقدر میزان این پارامتر کمتر باشد، تأثیر افزایشی در درصد استحصال قند از چغندرقند را به همراه خواهد داشت. همان‌طور که جدول تجزیه واریانس نشان می‌دهد، واریانس درصد قندملاس در تمام تیمارهای کودی مورد مطالعه در هر دو مزرعه رشتخوار و زاوه در سطوح یک درصد معنی‌دار گردیده است (جدول ۴). در مزرعه رشتخوار بیشترین و کمترین مقدار درصد قندملاس به ترتیب با ۱/۹۶ و ۱/۷۰ درصد مربوط به کاربرد ترکیبات کودی شماره ۱۴ (شاهد) و شماره ۳ بود، بنابراین افزایش درصد استحصال قند، تحت تأثیر تیمار کودی شماره ۶ با کمترین درصد قندملاس بدیهی به نظر می‌رسید. در مزرعه زاوه کمترین و بیشترین مقادیر درصد ملاس در تیمارهای ۱۱ و ۱۴ برابر با ۲/۲۵ و ۲/۹۸ درصد به دست آمد (جدول ۵).

درصد استحصال

نتایج مقایسه میانگین مزرعه رشتخوار در جدول ۵ نشان می‌دهد که تیمارهای کودی شماره ۶ و ۱۴ به ترتیب با ۸۷/۷۰ و ۸۲/۲۸ درصد، بیشترین و کمترین میزان درصد استحصال قند را دارند، نکته قابل توجه تأثیر مثبت اکثر تیمارهای کودی در افزایش مقدار درصد استحصال قند در مقایسه با تیمار شاهد بود.

در مزرعه زاوه نیز، تیمار کودی شماره ۹ با درصد استحصال ۸۰/۹۶ درصد کمترین و تیمار کودی شماره ۸ با مقدار ۸۴/۹۸ درصد بیشترین درصد استحصال را شامل شدند (جدول ۵).

بحث

برای پی بردن به روابط بین عناصر کودی با صفات مهم اقتصادی نظیر عملکرد شکرسفید و به دست آوردن یک رابطه رگرسیونی بین این صفات، از رگرسیون گام‌به‌گام برای صفات عملکرد ریشه، درصد قند قابل استحصال، عملکرد شکرسفید و ضریب استحصال شکر به‌عنوان صفات وابسته استفاده گردید تا تأثیرگذاری افزایشی یا کاهشی عناصر کودی در مقدار تغییرات صفت مربوطه مشخص گردد (جدول‌های ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲ و ۱۳).

بررسی و تجزیه و تحلیل داده‌های آماری حاصل از انجام این آزمایش، نشان داد که مس و منگنز مؤثرترین عناصر در افزایش عملکرد ریشه و شکر سفید می‌باشند (جدول‌های ۷، ۸، ۹، ۱۰ و ۱۱). هم‌چنین عناصر روی و منیزیم، بیشتر باعث افزایش درصد قند قابل استحصال و ضریب استحصال شکر گردیدند (جدول‌های ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲ و ۱۳).

جدول ۶ تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام برای صفت وابسته عملکرد ریشه

منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F
رگرسیون	۱۱	۱۱۳۲/۲۶۱	۱۰۲/۹۳۳	۱/۲۲۵*
خطا	۴۴	۳۶۹۷	۸۴/۰۲۳	
کل	۵۵	۴۸۲۹/۲۶۱		

*- معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد

جدول ۷ ضرایب رگرسیونی صفات واردشده در مدل با صفت وابسته عملکرد ریشه

منابع تغییرات	ضریب	t استیودنت
عرض از مبدأ	۳۶/۵۸۱	۸/۳۴۲*
مس	۲/۸۵۷	۱/۵۵۰*
روی	-۱۲/۱۵۴	-۰/۷۲۱*
منگنز	۳/۰۷۱	۱/۷۲۴ *

*- معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد

جدول ۸ تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام برای صفت وابسته درصد قند قابل استحصال

منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F
رگرسیون	۱۱	۶/۲۵۹	۰/۵۶۹	۱/۰۵۲*
خطا	۴۴	۲۳/۷۹۷	۰/۵۴۱	
کل	۵۵	۳۰/۰۵۶		

*- معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد

جدول ۹ ضرایب رگرسیونی صفات واردشده در مدل با صفت وابسته درصد قند قابل استحصال

منابع تغییرات	ضریب	t استیودنت
عرض از مبدأ	۱۵/۷۵۵	۴۴/۷۷۹*
روی	۱/۰۵۵	۰/۷۸۰*
منیزیم	۰/۸۳۷	۲/۲۳۹*

*- معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد

جدول ۱۰ تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام برای صفت وابسته عملکرد شکرسفید

منابع تغییرات	درجه آزادی (df)	مجموع مربعات (SS)	میانگین مربعات (MS)	F
رگرسیون (r)	۱۱	۳۱/۹۸۹	۲/۹۰۸	۱/۵۱۳*
خطا (E)	۴۴	۸۴/۵۴۸	۱/۹۲۲	
کل (G)	۵۵	۱۱۶/۵۳۷		

*- معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد

جدول ۱۱ ضرایب رگرسیونی صفات واردشده در مدل با صفت وابسته عملکرد شکرسفید

منابع تغییرات	ضریب	t استیودنت
عرض از مبدأ	۵/۷۲۵	۸/۶۳۳*
مس	۰/۴۵۷	۱/۶۴۱*
منگنز	۰/۴۹۳	۱/۷۲۴ *

*- معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد

جدول ۱۲ تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام برای صفت وابسته ضریب استحصال شکر

منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F
رگرسیون (r)	۱۱	۵۵/۶۲۵	۵/۰۵۷	۱/۸۸۳*
خطا (E)	۴۴	۱۱۸/۱۳۱	۲/۶۸۵	
کل (G)	۵۵	۱۷۳/۷۵۶		

*- معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد

جدول ۱۳ ضرایب رگرسیونی صفات واردشده در مدل با صفت وابسته ضریب استحصال شکر

منابع تغییرات	ضریب	t استیودنت
عرض از مبدأ	۸۱/۲۷۶	۸/۶۳۳*
روی	۲/۴۵۳	۱/۶۴۱*
منگنز	-۰/۳۶۵	۱/۷۲۴ *
منیزیم	۲/۱۰۸	۲/۵۳۲ *

*- معنی‌دار بودن در سطح پنج درصد

بررسی‌های سایر محققان هم نشان می‌دهد که مصرف عناصر ریزمغذی به‌طور جداگانه، از تأثیر کمتری برخوردار بوده ولی کاربرد ترکیبی عناصر ریزمغذی اثر بیشتری در افزایش عملکرد داشته است (Popovic *et al*. 1984). در تحقیق دیگری با محلول‌پاشی کودهای روی، بُر و منگنز گزارش گردید که درصد قند و ماده‌خشک ریشه چغندرقند به‌ترتیب معادل ۱۸/۳۲ و ۱۹/۴۴ درصد افزایش یافته است (Yarnia *et al*. 2008). مصرف توأم عناصر کودی بُر، مولیبدن و روی در مقایسه با تیمارهای کودی که فقط عناصر ماکرو مصرف شده بود نیز عملکرد شکرسفید بیشتری را حاصل می‌نماید (Malakouti *et al*. 1999).

عملکرد شکر و شکر سفید

بررسی‌ها نشان داد که عناصر مولیبدن، بُر و منگنز بیشترین تأثیر را در افزایش عملکرد شکر و عملکرد شکرسفید دارد، به‌طوری که ۳۳ درصد از تغییرات عملکرد شکرسفید متأثر از افزایش مولیبدن و کاهش مس، پتاسیم و گوگرد می‌باشد (جدول ۱۴).

بُر، منگنز و مولیبدن، مهم‌ترین عناصر ریزمغذی رشد چغندرقند می‌باشند و مصرف بُر به علت نقشی که در ساختار دیواره سلولی، غشا سلول و متابولیسم گیاهی دارد باعث کاهش خسارت بیشتر بیماری‌های گیاهی گردید (Anonymous 2002a). مرکبات، لوبیا، انگور، کاهو، هلو، سیب‌زمینی، سویا، اسفناج، چغندرقند و گندم از جمله گیاهان حساس به کمبود منگنز به‌شمار می‌روند (Graham *et al*. 1988) و افزودن عناصر منگنز، کبالت، نیکل، مس، روی، پالادیم، کروم، کادمیوم، وانادیم و مولیبدن در غلظت‌های یکسان، باعث رشد بهتر گیاهانی نظیر چغندرقند، گوجه‌فرنگی، سیب‌زمینی، چاودار و کلم می‌گردد (Anonymous 2001b).

نتایج محلول‌پاشی سولفات‌های آهن، روی و منگنز بر اندام‌های هوایی چغندرقند طی یک مرحله سایر تحقیقات نشان می‌دهد، که تأثیر مستقل هریک از کودها، در غلظت‌های مختلف، بر عملکرد ریشه، درصد قند و هم‌چنین غلظت عنصرهای محلول‌پاشی شده، در ماده خشک اندام‌های هوایی گیاه نسبتاً متغیر بوده است. به‌طوری که بیشترین عملکرد ریشه با غلظت ۴ در هزار محلول سولفات‌های آهن و روی و بیشترین درصد قند، به ترتیب با غلظت‌های ۲ و ۳ در هزار این کودها به دست آمد. محلول‌پاشی سولفات منگنز با غلظت ۲ در هزار،

باعث عملکرد بیشتر ریشه شد ولی درصد قند بالاتر، با غلظت ۶ در هزار این کود حاصل گردید (Anonymous 2001c).

بررسی اثر میکروالمنت‌های روی، بُر و مولیبدن بر کمیت و کیفیت چغندرقند نیز نشان می‌دهد که در کاربرد کودهای میکرو(ریزمغذی) به‌صورت محلول‌پاشی در دو مرحله چهار تا شش برگی و سپس ۲۰ روز بعد از آن، بیشترین عملکرد شکرسفید (۵/۷ تن در هکتار) مربوط به مصرف توأم هر سه کود میکرو(ریزمغذی) مولیبدن، روی و بُر می‌باشد. در حالی که تیمار شاهد (منحصراً استفاده از کودهای شیمیایی ماکرو) و تیمار مصرف روی به ترتیب با مقادیر ۴/۸ و ۴/۷ تن در هکتار شکرسفید، کمترین مقدار عملکرد را به خود اختصاص دادند (Koucheki *et al*. 1996).

نتایج تحقیقی با بررسی اثر عنصر روی بر محصول چغندرقند نشان می‌دهد که عملکرد محصول متناسب با افزایش کاربرد روی افزایش یافته و بهترین عملکرد در کاربرد ۰/۵ کیلوگرم در هکتار روی به دست می‌آید (Barlog *et al*. 2016).

درصد قند، درصد قند قابل‌استحصال، ضریب استحصال شکر و درصد قند ملاس

در این پژوهش مؤثرترین عناصر در افزایش میزان درصد قند، درصد قند قابل استحصال، ضریب استحصال شکر و درصد قند ملاس عناصر آهن، روی، منگنز و منیزیم شناخته شدند، به‌طوری که ۲۸ درصد از تغییرات درصد قند قابل استحصال وابسته به مقدار منگنز و بُر بود، همچنین تغییرات ضریب استحصال شکر، احتمالاً بیشتر تحت تأثیر تغییرات عناصر منیزیم، مس و مولیبدن بوده که تأثیر کاهشی مولیبدن و اثر افزایشی منیزیم و مس (۴۲ درصد) بر میزان ضریب استحصال شکر را به همراه داشت، امّا مقادیر منگنز و مس به‌صورت کاهشی، ۳۵ درصد از تغییرات مقدار درصد قند ملاس را شامل گردید (جدول ۱۴).

استفاده از کودهای ریزمغذی (آهن، روی و بُر) به روش توأم (مخلوط با خاک و یک‌بار محلول‌پاشی) می‌تواند باعث افزایش عملکرد ریشه، درصد قند و شکر قابل استحصال گردد (Anonymous 2002a)، درحالی‌که مصرف ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم ترکیب کودهای بُر و منگنز همبستگی منفی با عملکرد تکنولوژیکی قند (راندمان تولید قند) داشته و تجمع بُر در ریشه چغندرقند را کاهش داده است (Prasad and Power 1997).

در جمع‌بندی همه بررسی‌ها ملاحظه می‌شود که کاربرد عناصر ریزمغذی، مخلوط با عناصر ماکرو، به‌طوری‌که درصد نیتروژن آن کمتر باشد، تأثیر مثبت و فزاینده در کیفیت تولید و راندمان قند تولیدی دارد (تیمارهای کودی ۶ و ۷). در واقع ترکیب مناسبی از عناصر آهن، منگنز، روی، منیزیم و مولیبدن مخلوط با عناصر ماکرو که درصد کمتری از عناصر بُر و کلر دارند، بیشترین تأثیر را در افزایش ضریب استحصال شکر و عملکرد شکرسفید داشته و میزان عملکرد ریشه را هم به‌طور مناسبی افزایش داده است. نتایج مشابهی توسط سایر محققان نیز به دست آمده است (Mohamed *et al*. 2018; Mirvat 2014).

جدول ۱۴ اهمیت عناصر کودی در برخی صفات مهم چغندرقند با توجه به تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام

صفت	عنصر کودی						
	آهن	روی	منگنز	منیزیم	مس	برُ	مولیبدن
درصد قند	*	*	*	*	–	–	–
درصد قند قابل استحصال	*	*	*	*	–	–	–
ضریب استحصال شکر	*	*	*	*	–	–	–
درصد قند ملاس	*	*	*	*	–	–	–
عملکردشکر(تن در هکتار)	–	–	–	–	–	*	*
عملکرد شکرسفید(تن در هکتار)	–	–	–	–	–	–	*

*: نشان‌دهنده اهمیت بیشتر عنصر و –: نشان‌دهنده اهمیت کمتر عنصر با توجه به جمع‌بندی نتایج پژوهش می‌باشد.

نتیجه‌گیری

با توجه به بررسی و تجزیه و تحلیل داده‌های آماری حاصل از انجام این آزمایش، مقادیر آهن، روی، منگنز و منیزیم تیمارهای کودی ۵، ۶، ۷ و ۱۱ در مقایسه با تیمار شاهد، در افزایش درصد قند و ضریب استحصال شکر کاراتر بوده است، هم‌چنین علاوه‌بر مقادیر آهن، منگنز و روی، مقدار عناصر مولیبدن، بُر و مس تیمارهای کودی ۱، ۲ و ۷ در مقایسه با تیمار شاهد، اثر بهتری در میزان افزایش مقادیر شکر و شکرسفید داشته است و با توجه به تأثیر اسیدیته خاک مصرفی (۸/۳۰) در جذب عناصر کودی، تغذیه گیاه از طریق محلول‌پاشی مؤثرتر می‌باشد، به‌طوری‌که در خاک مزرعه آزمایشی، با توجه به نتایج آزمون خاک قبل از اعمال تیمارهای کودی، مقدار بعضی عناصر مثل روی (۷/۹ ppm) زیاد بود، اما تأثیر مثبت محلول‌پاشی ترکیبات کودی حاوی روی بعد از اعمال، در نتایج به‌دست آمده کاملاً مشهود بود.

سپاسگزاری

از مسئولان محترم کارخانه قند فریمان به دلیل کمک‌ها و مساعدت‌های بی‌دریغشان سپاسگزاریم.

منابع مورد استفاده:

References:

Aktas H, Abak K, Ozturk L, Cakmak S. The effect of Zinc on growth and shoot concentrations of sodium and potassium in pepper plants under salinity stress. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 2006; 30: 407- 412.

Amin GA, Badr EA, Afif MHM. Root yield and quality of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) in response to biofertilizer and foliar application with micronutrients. World Applied Sciences Journal 2013; 27(11): 1385- 1389.

Anonymous a. Investigation of micronutrient consumption methods and different sources of nitrogen fertilizer (ordinary urea and urea with sulfur coating) on quantitative and qualitative yield of sugar beet. Lorestan Agricultural Organization. 2002. (in Persian)

Anonymous b. Investigation of micronutrient consumption methods and different sources of nitrogen fertilizer (ordinary urea and urea with sulfur coating) on quantitative and qualitative yield of sugar beet. Ministry of Agriculture. Institute of Research, Breeding and Preparation of Sugar Beet Seeds. 2001. (in Persian)

Anonymous c. The effect of low consumption fertilizers (micronutrients) on the quantity and quality of sugar beet. Ministry of Agriculture. Institute of Research, Breeding and Preparation of Sugar Beet Seeds. 2001. (in Persian)

Barker VA, Eaton TE. Zinc. In: Barker AV, Pilbeam DJ. (eds.): Handbook of Plant Nutrition. London, New York, Boca Raton, CRC Press 2015; 537–564.

Barlog P, Nowacka A, Blaszyk R. Effect of zinc band application on sugar beet yield, quality and nutrient uptake. Plant, Soil and Environment Journal 2016; 62: 30- 35.

Farahat MM, Ibrahim S, Taha LS, El-Quesni FEM. Response of vegetative growth and some chemical constituents of *Cupressus sempervirens L.* to foliar application of ascorbic acid and zinc at Nubaria. World Journal of Agricultural Sciences. 2007; 3(4): 496- 502.

Feckova J, Pacuta V, Cerny I. Effect of foliar preparations and variety on sugar beet yield and quality, Journal of Central European Agriculture. 2005; 6(3): 295- 308.

Mirvat G. Effect of combined application of different micronutrients on productivity and quality of sugar beet plants (*Beta vulgaris* L.). International Journal of Plant & Soil Science. 2014; 3: 589-598.

Graham RD, Hannam RJ, Uren NC. Manganese in soils and plants, Kluwer academic publisher, Dordrecht, The Netherland. 1988.

Kiepul J, Gediga K. Utilization of foliar applied manganese and iron by barley and sugar beets. Zeszyty problemowe postepow nauk rolniczych, Number 2000; 471: 319-324.

Korzeniowska J, Stanisławska EG. Analysis of plant micronutrient composition using the ane methods. Electronic Jurnal of Polish Agriculture Universites, 2004; 7(2); 55- 63.

Koucheki A, Soltani A. Sugar beet cultivation. Mashhad University Jihad. 1996 (in Persian)

Malakouti MJ, Tehrani MM. The role of micronutrients in increasing yield and improving the quality of agricultural products, micro elements with macro effect. Tarbiat Modares Uuniversity publications. 1999. (in Persian,)

Mekdad AA, Rady MM. Response of *Beta vulgaris* L. to nitrogen and micronutriens in dry environment. Plant Soil Environment Journal. 2016; 62(1): 23- 29.

Mohamed DHD, Mohamed S. Abbas AS. El-Hassanin H, El-Aleem A. Effect of nano micronutrients and nitrogen foliar applications on sugar beet (*Beta vulgaris* L.) of quantity and quality traits in marginal soils in Egypt. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. 2018; 7(9): 4490- 4498.

Popovic R, Glamocija DJ, Raida J. The effect of micronutrients on yield and quality of sugar beet [under the conditions of southern Banat (Yugoslavia). Plant Physiology and Biochemistry 1984; 3: 189-197.

Prasad R, Power JF. Soil fertility management for sustainable agriculture. CRC Press. LTC. 1997.

Rassam G, Dashti M, Dadkhah A, Yazdi AK. Root yield and quality of suga beet in relation to foliar application of micronutriens. Annals of west university of Timisoara, ser. Biology 2015; 3(2): 87- 94.

Simunici R, Dulic2 M, Mijic E. Adaptability of hilleshöng sugar beet varieties in eastern croatia. 43rd croatian and 3rd International Symposium on Agriculture. 2008.

Yarnia M, Madani H, Farajzadeh E, Nobari N, Ahmadzade V. Effect of micro elements application method on monogerm sugar beet. Journal of Food, Agriculture & Environment. 2008; 6(3&4): 341-345.

Zewail RMY, El-Gmal IS, Khaitov B, El-Dosouky SA. Micronutrients through foliar application enhance growth, yield and quality of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). Journal of Plant Nutrition. 2020; 43(15): 2275- 2285.