

## تأثیر محلول پاشی برخی از عناصر کم مصرف بر ویژگیهای کمی و کیفی چغندر قند رقم لاتی تیا (*Beta vulgaris* L.)

امیر رحیمی<sup>۱</sup>، بهنام دولتی<sup>۲\*</sup>، سعید حیدرزاده<sup>۳</sup>

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۸/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۳/۰۶)

### چکیده

محلول پاشی عناصر کم مصرف اهمیت بسزایی در افزایش کمی و کیفی محصولات کشاورزی دارد. به منظور بررسی عکس العمل چغندر قند رقم لاتی تیا (*Beta vulgaris* L.) نسبت به کاربرد عناصر کم مصرف، آزمایشی به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تیمار کودی (محلول پاشی) شامل عناصر بور (B)، آهن (Fe)، منگنز (Mn) و روی (Zn) با غلظت ۵ در هزار در مرحله ۸-۱۰ و ۱۶-۱۴ برگی چغندر قند در چهار تکرار انجام شد. همچنین کرت شاهد بدون محلول پاشی تهیه گردید. ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه مورد به روش استاندارد اندازه گیری شد. همچنین ویژگی‌های کمی و کیفی چغندر قند شامل درصد قند ناخالص، درصد قند خالص، درصد قند ملاس، مقدار سدیم، پتاسیم و نیتروژن در ریشه، آکالیته، ضریب استحصال شکر، عملکرد ریشه و عملکرد شکر ناخالص و شکر خالص اندازه گیری شد. نتایج نشان داد کاربرد عناصر کم مصرف بر همه صفات مورد بررسی تأثیر معنی‌دار داشت ( $p < 0.01$ ). حداکثر قند خالص (۱۸/۱۶٪) و ضریب استحصال شکر (۹۱/۶۶٪) در تیمار با بور (B) مشاهده شد. همچنین بیشترین عملکرد ریشه چغندر قند (۷۷/۱۰ تن در هکتار) در تیمار با منگنز مشاهده شد. نتایج نشان داد که عملکرد کمی و کیفی چغندر قند تحت تأثیر محلول پاشی عناصر کم مصرف با بهبود کارایی عناصر افزایش یافت.

**واژه‌های کلیدی:** چغندر قند، عناصر کم مصرف، محلول پاشی

۱ و ۳ - به ترتیب استادیار و دانشجوی دکتری گروه علوم زراعی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه

۲ - استادیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه (مکاتبه کننده)

\* پست الکترونیک: [b.dowlati@urmia.ac.ir](mailto:b.dowlati@urmia.ac.ir)

## مقدمه

چغندر قند با نام علمی (*Beta vulgaris L.*)، گیاهی دو ساله، از تیره اسفناجیان بوده و به صورت یکساله کشت می‌شود (Jozi & Zare Abianeh, 2015). چغندر قند به عنوان دومین محصول زراعی برای تولید شکر در سطحی معادل ۷ میلیون هکتار در ۴۸ کشور جهان کاشته می‌شود (FAO STAT, 2014). همچنین چغندر قند یکی از محصولات مهم و استراتژیک کشور بوده و استان آذربایجان غربی از مراکز عمده تولید این محصول می‌باشد. بر اساس آمار فائو، مساحت زیر کشت این محصول در ایران طی سالهای ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۰ از ۱۶۳ هزار هکتار به ۹۹/۵ هزار هکتار کاهش یافته است، ولی میانگین عملکرد از ۲۷ تن به ۴۱ تن در هکتار افزایش پیدا کرده است (بی نام، ۱۳ ۲۰) که بیانگر آن است که مدیریتهای زراعی و تغذیه‌ای تا اندازه‌ای مورد توجه قرار گرفته است، ولی هنوز با میانگین عملکرد کشورهای همجوار فاصله دارد. یکی از عوامل مهمی که می‌تواند در افزایش عملکرد و کیفیت محصول بسیار مؤثر باشد، مدیریت تغذیه گیاهان زراعی است (Honarvar *et al.*, 2012). از آنجایی که شکر به عنوان محصول اصلی چغندر قند بخش عمده ای از انرژی مورد نیاز انسان را تأمین می‌کند، مدیریتهای زراعی و استراتژی تولید در زراعت نباتات قندی بر مبنای درصد قند قابل استحصال در واحد سطح طراحی می‌شوند. لذا تنظیم شرایط مناسب رشد برای دستیابی به حداکثر ساکارز از دو طریق امکان پذیر است: الف) افزایش مقدار محصول خام بر اساس عملکرد ساقه در نیشکر و ریشه در چغندر قند، ب) افزایش کیفیت محصول از طریق بالا بردن درصد ساکارز و کاهش مواد مضر از قبیل نیتروژن، سدیم و پتاسیم در شربت که با جلوگیری از کریستالیزه شدن ساکارز، قابلیت استحصال آن را کاهش می‌دهند (Rahimi & arslan, 2012). عدم آشنایی کشاورزان نسبت به اثرپذیری انواع کودها، باعث افزایش مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی پرمصرف از جمله کودهای نیتروژنه و فسفره شده و استفاده از کودهای کم مصرف چندان مورد اقبال قرار نگرفته است. بطوریکه اغلب خاک‌های زراعی جهان به ترتیب ۱۰، ۱۴، ۱۵، ۳۱، ۴۹ و ۳ درصد دچار کمبود روی، بر، مولیبدن، مس، منگنز و آهن شده‌اند (Graham, 2008). بر اساس گزارشات فائو نیز بیش از ۳۰ درصد از خاک‌های جهان با کمبود یک یا چند عنصر غذایی کم

مصرف مواجه بوده و این روند در حال افزایش است (Hosseinpuor, 2006). محققان بر اساس میانگین شاخصهای DRIS در مزارع زیر کشت چغندر قند، ترتیب اولویت بندی عناصر پرمصرف و کم مصرف را در خاکهای آذربایجان غربی به صورت  $B < Mn < Fe < Mg < Ca < K < Zn < N < Cu < P$  گزارش کرده‌اند. همچنین شاخص تعادل تغذیه‌ای DRIS در کلیه مزارع با عملکرد پایین، خیلی بیشتر از صفر بود که نشان دهنده عدم تعادل تغذیه‌ای در مزارع با عملکرد پایین بود (Miran & Samadi, 2014). تحقیقات مختلف نشان داده است که علاوه بر اهمیت تمامی عناصر غذایی در رشد و نمو گیاه، کاربرد متعادل آنها نیز حائز اهمیت می‌باشد. چرا که عناصر غذایی کم مصرف نقش مهمی در فیزیولوژی موجودات زنده، حتی انسان داشته و در مقادیر کم لازم و ضروری هستند. لذا عدم کاربرد متناسب کودهای شیمیایی، آسیب جبران ناپذیری در حاصلخیزی خاک و کاهش عناصر کم مصرف در خاک‌های سرتاسر جهان را به دنبال خواهد داشت. در کشور ما نیز مصرف عناصر کم مصرف در سطح وسیعی از اراضی کشاورزی چندان مطرح نبوده و نسبت مصرف کودهای مختلف متعادل نمی‌باشد. این در حالی است که مصرف عناصر کم مصرف در کشورهای پیشرفته به بیش از ۳ درصد رسیده است. این مقدار در کشور ما ناچیز و در حدود ۲ گرم برای هر تن می‌باشد (Rahimi *et al.*, 2004). از سوی دیگر، خاک‌های زراعی کشور به دلایلی از قبیل آهکی بودن خاک‌ها، بی‌کربناته بودن آب آبیاری، پایین بودن مواد آلی و مصرف بی‌رویه کودهای فسفاته، دچار کمبود شدید عناصر کم مصرف، به ویژه آهن و روی می‌باشند. لذا با توجه به وجود عوامل محدود کننده در خاک‌های ایران، روش محلول پاشی عناصر کم مصرف نسبت به مصرف خاکی به منظور رفع سریع کمبود بهتر می‌باشد (Camberto, 2004). محققان نشان دادند که کاربرد عناصر کم مصرف باعث افزایش بیوسنتز اکسین، افزایش غلظت کلروفیل، فعالیت فسفوانیول پیرووات کربوکسیلاز و ریبولوز بی‌فسفات کربوکسیلاز و کاهش تجمع سدیم در بافت‌های گیاهی و باعث افزایش کارایی جذب نیتروژن و فسفر در حضور عنصر روی می‌شود. همچنین عنصر بور در تقسیم سلولی و آهن در تشکیل کلروفیل نقش اساسی دارند (Ravi *et al.*, 2008). محلول پاشی به عنوان تکنیکی مؤثر

کاشت چغندر قند به صورت جوی پشته با فاصله ۵۰ سانتی‌متر بین ردیف‌ها و فواصل بین بوته‌ها بعد از تنک کردن، ۲۰ سانتی‌متر بود. بعد از آماده‌سازی کرت‌ها، عملیات کاشت در نیمه دوم فروردین ماه ۱۳۹۳ به صورت هیرم‌کاری و خطی روی پشته‌ها با دست انجام شد. بذور چغندر قند کاشته شده، رقم لاتی با قوه نامیه ۹۸ و خلوص ۹۹ درصد بود. عملیات تنک و وجین علف‌های هرز در دو مرحله، یک بار در مرحله ۱۰-۸ برگی و بار دوم در مرحله ۱۶-۱۴ برگی انجام شد. کلیه عملیات داشت (دفع علف‌های هرز، سله شکنی، آبیاری و غیره) و مبارزه با آفات و بیماری‌ها در موارد ضروری انجام شد. تیمارهای مربوط به محلول‌پاشی واحدهای آزمایشی با غلظت ۵ در هزار توصیه شده (Malakouti & Tehrani, 2005) در دو مرحله ۱۰-۸ برگی و ۱۶-۱۴ برگی بوته‌ها اعمال شدند. بر اساس توصیه شرکت تولید کننده (کاوین طوس مشهد)، کودهای کم مصرف با غلظت ۱، ۱ و ۲ لیتر و ۳ کیلوگرم در هکتار به ترتیب برای آهن، روی، بور و منگنز استفاده شد. در زمان برداشت (۱۵ مهر ماه)، پس از حذف نیم متر از ابتدا و انتهای هر کرت و دو ردیف کناری، تمامی بوته‌ها برداشت شدند. نمونه‌ها بعد از برداشت جهت تعیین غلظت قند، نیتروژن، پتاسیم و سدیم به آزمایشگاه منتقل شدند. پس از شستشوی کامل ریشه‌های جدا شده از اندام هوایی، خمیر ریشه (PULP) توسط دستگاه نمونه-گیر تهیه شد. سپس تجزیه ریشه و اندازه‌گیری پارامترهای کیفی آن به وسیله دستگاه بتالایزر مدل D-۱۶۳۰ و فلیم فتومتر انجام گرفت (Reinefeld *et al.*, 1974). برای به دست آوردن درصد قند ملاس، از معادله (۱) استفاده شد (Dutton & Bowler, 1984).

$$\% MS = 0.343(K + Na) + 0.094(a - \text{amino-n}) - 0.29 \quad (1)$$

MS: قند ملاس، K: پتاسیم، Na: سدیم، a-amino-n: نیتروژن  
در این معادلات مقادیر پتاسیم و سدیم و نیتروژن مضر برحسب میلی‌اکی والان در صد گرم ریشه چغندر قند می‌باشد. درصد قند خالص یا درصد قند قابل استحصال از تفاضل درصد قند ناخالص (pol) و درصد قند ملاس با استفاده از فرمول (۲) به دست آمد (Jozi & Zare, 2015).

$$\% WSC = \% SC - \% MS \quad (2)$$

با توان جذبی سریع بالا، باعث افزایش سرعت انتقال عناصر جذب شده در درون گیاه می‌شود (Hosseinpuor, 2006). نتایج تحقیقات متعدد انجام شده، اثر مثبت عناصر کم مصرف بر خصوصیات کمی و کیفی بسیاری از گیاهان زراعی را اثبات کرده است. عبدالهادی (Abd El Hadi, 1986) با محلول‌پاشی آهن، روی و منگنز در چندین محصول از جمله چغندر قند، افزایش عملکرد بین ۱ تا ۵۱ درصد را گزارش کرده است. نتایج آزمایش‌های اردال و همکاران (Erdal *et al.*, 2004) نیز نشان داد که محلول‌پاشی آهن منجر به افزایش رشد و متابولیسم توت فرنگی می‌گردد. سرور (Sarware, 1994) نشان داد که محلول‌پاشی عناصر غذایی بر، روی، آهن و منگنز تعداد پنجه‌ها، تعداد و طول میانگره‌ها، قطر ساقه و ارتفاع نیشکر را نسبت به شاهد افزایش داد. لذا با توجه به تحقیقات انجام شده استفاده از عناصر ریز مغذی در مدیریت به‌زراعی محصولات کشاورزی توصیه می‌شود، ولی نحوه مصرف آنها همواره در مناطق مختلف مورد سؤال می‌باشد. نظر به اینکه تحقیقات کمی در رابطه با تأثیر عناصر کم مصرف بر خصوصیات کمی و کیفی چغندر قند در منطقه آذربایجان انجام شده است. لذا این طرح با هدف بررسی تأثیر محلول‌پاشی عناصر کم مصرف بر روی خصوصیات کمی و کیفی چغندر قند انجام گرفت.

## مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی کارخانه قند نرده اجرا شد. برای این منظور نمونه خاک از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری خاک محل آزمایش تهیه و ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی شامل pH و EC (عصاره گل اشباع)، کربنات کلسیم معادل (CCE) (Nelson & Sommer, 1982)، کربن آلی (Walkley & Black, 1934)، بافت خاک (Bouyoucos, 1962) و فسفر قابل استفاده (Olsen 1954) اندازه‌گیری شدند. همچنین بر (B) به روش آب داغ و آهن (Fe)، روی (Zn) و منگنز (Mn) به روش DTPA (Pansu & Gautheyrou, 2007) اندازه‌گیری شدند. این پژوهش بر پایه طرح بلوکهای کامل تصادفی و با ۵ تیمار محلول‌پاشی عناصر کم مصرف شامل Zn، Fe، Mn و B و عدم محلول‌پاشی عناصر غذایی (شاهد) و با ۴ تکرار انجام شد. هر واحد آزمایشی دارای ۱۶ مترمربع مساحت و ابعاد ۴×۴ متر بود که مشتمل بر ۸ ردیف

بتالایزر اندازه گیری شد (Flavy & Vukou, 1977). تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از نرم افزار SAS 9.1 و برای مقایسه میانگین ها از روش چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

### نتایج و بحث

نتایج برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه در جدول ۱ نشان داده شده است. خاک مورد مطالعه با بافت لوم رسی، غیرشور و اسیدیته نسبتاً زیاد بوده و از نظر حاصلخیزی دارای پتاسیم قابل استفاده مناسب و نیتروژن و فسفر کم می باشد. چغندر قند نسبت به پتاسیم پرتوقع بوده و در دوره رشد خود به پتاسیم بیشتری نیاز دارد. بر اساس منابع ارزیابی مقادیر عناصر کم مصرف اندازه گیره شده، B در محدوده خیلی کم، Fe، Zn در محدوده کم و Mn در حد متوسط تعیین شد (Jones, 2002).

WSC: درصد قند سفید، SC: درصد قند، MS: قند ملاس درصد قند ناخالص یا عیار چغندر قند شامل درصد قند قابل استحصال به علاوه درصد قند موجود در ملاس می باشد. لذا برای اندازه گیری پارامترهای کیفی در ریشه، خمیر ریشه و سواستات سرب به نسبت ۲۶ گرم خمیر و ۱۷۷/۷ سانتی متر مکعب سواستات سرب، به طور کامل و با استفاده از مخلوط کن های اتوماتیک با همدیگر مخلوط گردید. سپس با کاغذ صافی شماره ۴۲ صاف شده و عصاره آن جدا شد و به روش پلامتری تعیین شد (Clarke *et al.*, 1991).

آلکالیتیه یا ضریب قلیایی نمونه های مورد آزمایش بر مبنای رابطه پولاخ محاسبه شده است (Jozi & Zare Abianeh, 2015).

$$(۳) \quad \text{نیتروژن} / (\text{سدیم} + \text{پتاسیم}) = \text{آلکالیتیه}$$

مقادیر سدیم و پتاسیم موجود در عصاره تهیه شده از خمیر ریشه به وسیله دستگاه فلیم فتومتر اندازه گیری شد. درصد نیتروژن مضره با استفاده از معرف کوپر و دستگاه

جدول ۱- برخی از ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در این بررسی

Table 1. Some physical and chemical characteristics of studied soil

هدایت الکتریکی	اسیدیته	بافت خاک	رس	آهک	ازت کل	ماده آلی	منگنز	بر	روی	آهن	پتاسیم	فسفر
EC	pH	Soil texture	clay	CCE	N	OM	Mn	B	Zn	Fe	K	P
dS m <sup>-1</sup>		لوم رسی			%				mg kg <sup>-1</sup>			
0.72	7.81	Clay silty	39	23	0.06	0.70	11.5	0.3	1	9.1	397	9.1

OM: Organic matter

تفاوت معنی داری با تیمار محلول پاشی B نداشت (شکل ۱). نتایج این پژوهش نشان داد که محلول پاشی با عناصر Mn و Zn بر اساس مقادیر توصیه شده به ترتیب ۷/۱۹ و ۵/۸۰ درصد نسبت به تیمار شاهد عملکرد ریشه را افزایش داده است (شکل ۱). افزایش عملکرد ریشه تحت تأثیر Mn را می توان به تأثیر آن در افزایش فعالیت آنزیمی و در نتیجه افزایش بهره وری فعالیت های متابولیکی نسبت داد. محققان نقش Mn را در افزایش کلروفیل، ماده خشک و فتوسنتز خالص در چغندر قند گزارش کرده اند (Lozek, & Fecenko, 1996). عنصر Zn نیز نقش مهمی در سنتز کلروفیل دارد (Ravi *et al.*, 2008) و این امر می تواند منجر به افزایش توان فتوسنتزی و عملکرد ریشه در گیاهان از جمله چغندر قند شود (Shiemschi, 2007). یلماز و همکاران (Yilmaz *et al.*, 1997) روش های مختلف کاربرد سولفات روی در ارقام مختلف گندم را بررسی کردند. آنها گزارش کردند که مصرف سولفات روی باعث افزایش عملکرد

تجزیه واریانس داده ها نشان داد که اثر تیمارهای محلول-پاشی عناصر کم مصرف بر عملکرد ریشه، درصد قند خالص و ناخالص، مقادیر سدیم و نیتروژن، آلکالیتیه، درصد ضریب استحصال شکر و ملاس چغندر قند رقم لاتی معنی دار شد (جدول ۲).

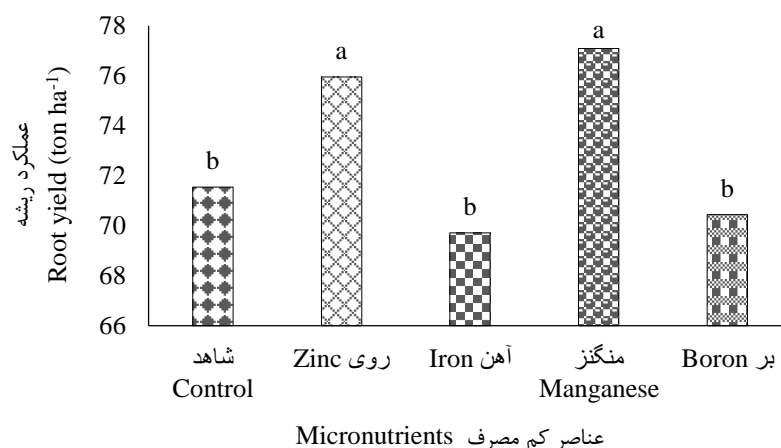
### عملکرد ریشه

یکی از شاخص های مهم در زراعت چغندر قند، عملکرد ریشه می باشد و به دست آوردن ریشه ای با فرم و وزن مناسب، از اهداف مهم آن به شمار می رود. از قسمت های مختلف ریشه، تنه بیشترین نقش را در عملکرد ریشه دارد (Hosseinpuor, 2006). نتایج مقایسه میانگین داده ها نشان داد که حداکثر عملکرد ریشه چغندر قند (۷۷/۱۰ تن در هکتار) در تیمارهای محلول پاشی با Mn و Zn بدست آمد، در حالی که کمترین میزان عملکرد ریشه (۶۹/۷۲ تن در هکتار) در تیمار محلول پاشی با Fe حاصل شد که

می‌شود. لذا محلول‌پاشی با Zn و Mn جهت دستیابی به عملکرد بیشتر چغندر قند ضروری است. محلول‌پاشی توان جذبی برگ‌ها نسبت به Zn و Mn را بهبود بخشیده و

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر محلول‌پاشی عناصر کم مصرف بر برخی از خصوصیات کمی و کیفی چغندر قند کشت شده  
Table 2. Variance analysis of some quality and quantity characteristics of sugar beet as affected by micronutrient foliar application

عملکرد ریشه Root yield	قند ناخالص Pure Sugar	قند خالص Alkaline	قند ملاس Molasses Sugar	ضریب استحصال شکر Sugar extraction coefficient	نیتروژن N	پتاسیم K	سدیم Na	درجه آزادی df	منابع تغییر Source of variation	
0.95	0.01	0.009	0.60	0.02	0.26	0.20	0.02	0.003	3	تکرار Replication
44.89**	1.14**	1.57**	1.38*	0.10**	4.87**	0.60**	0.16*	0.26**	4	تیمار Treatment
4.69	0.16	0.23	0.10	0.01	0.75	0.07	0.06	0.01	12	خطای آزمایش Error
2.97	2.11	2.86	8.89	5.93	0.97	19.58	6.91	12.92		ضریب تغییرات (C.V. %)



شکل ۱- تأثیر محلول‌پاشی عناصر کم مصرف بر عملکرد ریشه چغندر قند

Figure 1. The effect of foliar application of micronutrients on the yield of sugar beet root

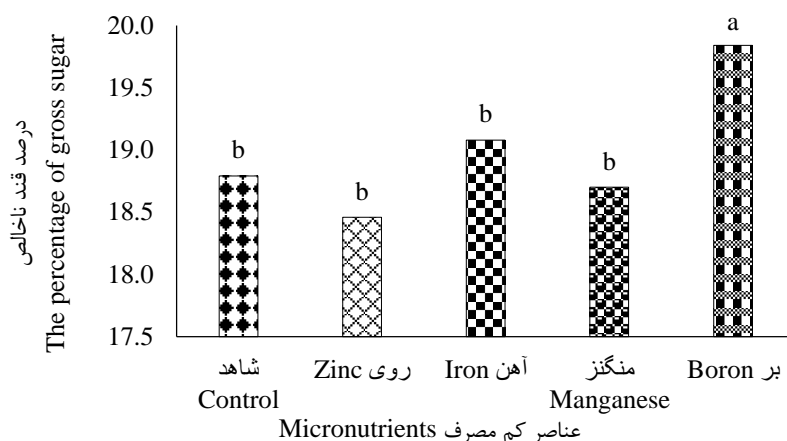
میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن، اختلاف معنی‌داری ( $P < 0.05$ ) ندارند.

The means with common letters have no significant difference according to Duncan's multiple range test ( $P < 0.05$ )

می‌گردد. کامبراتو (Camberato, 2004) گزارش کرد که عناصر کم مصرف در متابولیسم کربوهیدرات‌ها، تنظیم متابولیسم سلولی و انتقال مواد قندی نقش مهمی در گیاهان دارد. از سوی دیگر برخی از محققان افزایش فعالیت‌های متابولیکی به خصوص واکنش‌های منتج به سنتز ساکاروز را به مقدار B ارتباط داده‌اند (Ebrahimipak & Mostashari, 2012). از سوی دیگر افزایش ۵ تا ۱۵ درصدی قند در تیمار با عناصر کم مصرف توسط سایر محققان گزارش شده است (Khorshidi et al., 2013).

#### درصد قند ناخالص

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر عناصر کم مصرف بر میزان درصد قند ناخالص معنی‌دار بود ( $p < 0.01$ ) (جدول ۲). بیشترین (۱۹/۸۴٪) و کمترین (۱۸/۴۶٪) درصد قند ناخالص به ترتیب در تیمارهای محلول‌پاشی B و Zn مشاهده شد (شکل ۲). مصرف کودهای حاوی B می‌تواند با فعال کردن برخی از سیستم‌های آنزیمی و فعالیت‌های متابولیکی، باعث افزایش تولید انرژی و کربوهیدرات‌ها و در نتیجه توسعه سطوح برگ‌ها شود که نهایتاً باعث افزایش درصد قند چغندر قند



شکل ۲- تأثیر محلول پاشی عناصر کم مصرف بر درصد قند ناخالص چغندر قند

Figure 2. The effect of foliar application of micronutrients on the non-pure sugar beet root

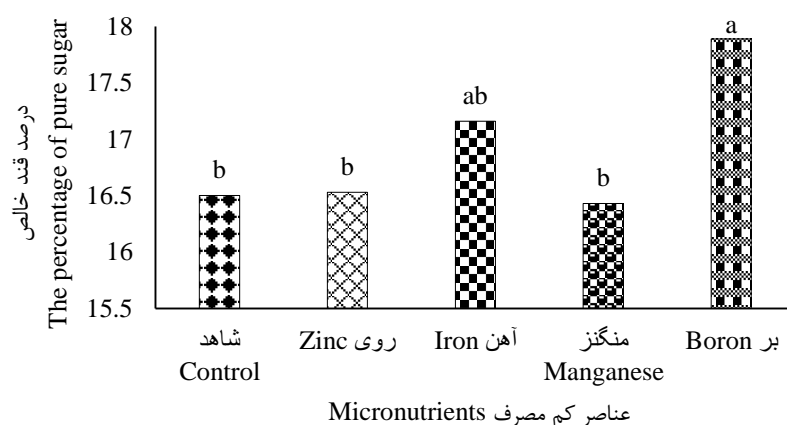
میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن، اختلاف معنی‌داری ( $P < 0.05$ ) ندارند.

The means with common letters have no significant difference according to Duncan's multiple range test ( $P < 0.05$ )

درصد قند خالص (Assimilate) بیشتر برای متابولیسم تولید قند در گیاهان از جمله چغندر قند شود (Shiemschi, 2007). همچنین گزارش کردند که کاربرد بور در مزارع چغندر قند سبب افزایش درصد قند خالص می‌گردد (May & Pritts, 1993). هرگونه شرایط نامساعد محیطی مانند عدم تأمین آب و مواد غذایی مطلوب مورد نیاز برای گیاه باعث کاهش سطح برگ و در نتیجه کاهش جذب نور می‌شود که در نتیجه باعث کاهش فتوسنتز و آسیمیلایون می‌گردد (Shariatmadari et al., 2012).

### درصد قند خالص

نتایج نشان داد حداکثر درصد قند خالص (۱۷/۸۹٪) در محلول پاشی با B و کمترین آن (۱۶/۴۳٪) در تیمار محلول پاشی منگنز بدست آمد (شکل ۳). عنصر بور نقش عمده‌ای در فعالیت‌های حیاتی گیاه از جمله تقسیم سلولی بافت‌های سیستمی، تشکیل جوانه‌های برگ و گل، متابولیسم قند و مواد هیدروکربن‌دار و انتقال آنها، تنظیم مقدار آب و هدایت آن در سلول و ... دارد (Ebrahimipak & Mostashari, 2012). لذا این امر می‌تواند منجر به افزایش توان فتوسنتزی و تخصیص آسیمیلات



شکل ۳- تأثیر محلول پاشی عناصر ریزمغذی بر درصد قند خالص چغندر قند

Figure 3. The effect of foliar application of micronutrients on the pure sugar beet root

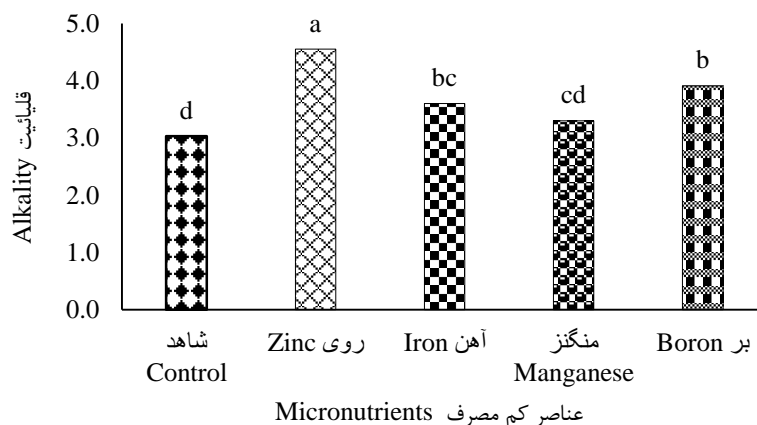
میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن، اختلاف معنی‌داری ( $P < 0.05$ ) ندارند.

The means with common letters have no significant difference according to Duncan's multiple range test  $P < 0.05$

نامطلوب می‌گذارند. معمولا ترکیباتی مثل اینورت، بتائین، رافینوز، اینورتاز، پلی‌فنول‌ها و رزین‌ها که در جریان کربناسیون حذف نمی‌شوند، منجر به اتلاف قند بصورت ملاس می‌گردند (Hosseinpuor, 2006). کوک و اسکات (Cookd & Scott, 1993) اظهار کردند که عناصر کم مصرف در تنظیم مقدار آب گیاه و افزایش قند نقش عمده‌ای دارند. همچنین وجود Zn در هورمون اکسین باعث رشد رویشی، شاخه‌بندی، فتوسنتز و تولید آسیمیلات زیادتری می‌شود و نیز وجود آهن در کلروفیل و تاثیر آن بر میزان فتوسنتز و تثبیت دی‌اکسید کربن و تولید نشاسته، قند و ذخیره‌سازی آن در ریشه موجب افزایش قند شده است. بر اساس نتایج حاصله مصرف عناصر کم مصرف درصد آلکالیته را نسبت به عدم مصرف آنها به طور معنی‌داری افزایش داد.

### آلکالیته

آلکالیته بیانگر قلیائیت شربت بوده و از لحاظ ظرفیت تامپونی شربت، جذب  $CO_2$  و همچنین حذف کلسیم در فرآیند کربناته شدن بسیار مهم است. کاربرد عناصر کم مصرف بر میزان قلیائیت چغندر قند معنی‌دار شد ( $p < 0.05$ ) (شکل ۴ و جدول ۲). بطوری که بیشترین مقدار قلیائیت (۴/۵۵٪) در تیمار محلول‌پاشی Zn مشاهده شد (شکل ۴). محققان گزارش کردند که در شرایط اسیدی پایین، ساختار ساکارز در شربت استحصالی شکسته شده و به قندهای اینورت (گلوکز + فروکتوز) تبدیل می‌شوند (Hosseinpuor, 2006). افزایش غلظت قندهای اینورت (بیش از یک گرم در هر ۱۰۰ گرم شکر) باعث کاهش کیفیت شربت می‌شود. چرا که قندهای اینورت به ترکیبات اسیدی (فرمیک، استیک و لاکتیک) و مواد رنگی تبدیل شده و بر فرآیند استحصال قند تأثیر



شکل ۴- تأثیر محلول‌پاشی عناصر کم مصرف بر میزان قلیائیت چغندر قند

Figure 4. The effect of foliar application of micronutrients on the alkalinity of sugar beet

میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن، اختلاف معنی‌داری ( $P < 0.05$ ) ندارند.

The means with common letters have no significant difference according to Duncan's multiple range test ( $P < 0.05$ )

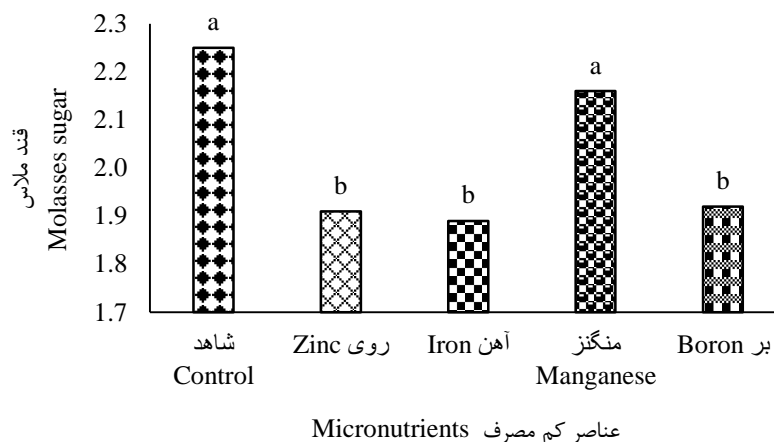
آمد (شکل ۵). به نظر می‌رسد که این موضوع به علت تأثیر مثبت محلول‌پاشی عناصر کم مصرف بر میزان کربوهیدرات، پرولین و کلروفیل است (Lozek & Fecenko, 1996). همچنین این عناصر با کاهش میزان فلورسانس کلروفیل باعث افزایش کارایی فتوسنتز در گیاه می‌شوند (Marschner, 1995). محققان نشان دادند که محلول‌پاشی عناصر کم مصرف باعث کاهش درصد قند در ملاس چغندر قند شده و مانع از هدر رفت آن می‌شود (Morales *et al.*, 1996). بر این اساس، میزان فتوسنتز و

### قند ملاس

ملاسه‌های غلیظ، تیره، چسبناک و یک محصول جانبی در روند تهیه شکر از چغندر قند می‌باشد. کمتر بودن درصد قند ملاس ریشه حاکی از مناسب بودن کیفیت ریشه می‌باشد (Hosseinpuor, 2006). تأثیر تیمارهای کودی اعمال شده بر درصد قند ملاس معنی‌دار شد ( $p \leq 0.01$ ) (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین مقدار قند ملاس (۲/۲۵٪) در تیمار شاهد و کمترین مقدار آن در محلول‌پاشی با آهن (۱/۸۹٪) بدست

می‌شود. تحت این شرایط، مقدار ملاس یا تفاله ریشه بیشتر می‌شود.

سرعت تثبیت دی اکسید کربن در واحد سطح برگ کاهش یافته و ذخیره نشاسته و قند در برگ و ریشه کاسته



شکل ۵- تأثیر محلول پاشی عناصر کم مصرف بر میزان ملاس چغندر قند

Figure 5. The effects of Foliar application of micronutrients on the amount of molasses

میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن، اختلاف معنی‌داری ( $P < 0.05$ ) ندارند

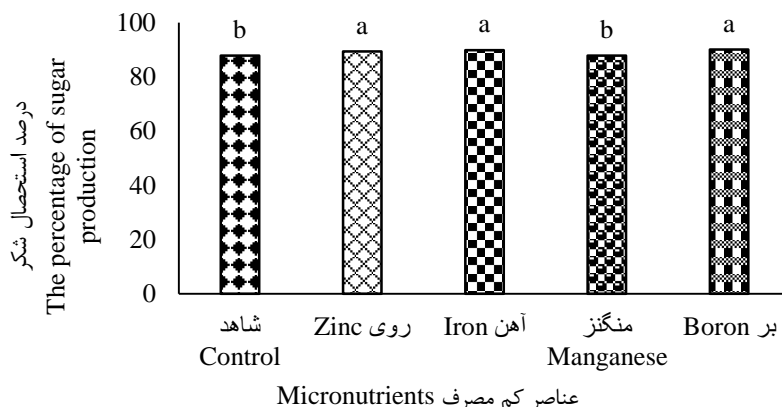
The means with common letters have no significant difference according to Duncan's multiple range test ( $P < 0.05$ )

سلول‌های اولیه، گرده افشانی و تنظیم آب مورد نیاز گیاه نقش فعالی دارد (Camberato, 2004) که تمام این موارد می‌توانند با تولید و تجمع قند در چغندر قند همبستگی مثبت داشته باشند. فراهمی آهن باز شدن روزنه‌ها را افزایش می‌دهد که ناشی از اثرات آهن در سنتز کلروفیل می‌باشد. این امر می‌تواند منجر به افزایش توان فتوسنتزی و تخصیص آسیمیلات بیشتر برای متابولیسم تولید قند در گیاهان از جمله چغندر قند شود (Marschner, 1995). مصرف کودهای حاوی روی می‌تواند با فعال کردن سیستم‌های آنزیمی و فعالیت‌های متابولیکی باعث افزایش تولید انرژی، سنتز پروتئین و کربوهیدرات‌ها و در نتیجه توسعه سطوح برگ‌گی گردد (Pahlavan, 2006). عناصر کم مصرف با شرکت در واکنش‌های آنزیمی، استحکام غشاء و عملکرد آنها، متابولیسم ترکیبات مختلف، انتقال مواد قندی، سنتز پایه‌های پیریمیدین و سنتز فلاونوئیدها، تقسیم سلولی بافت‌های مریستمی و تنظیم مقدار آب و هدایت آن در سلول، سبب افزایش درصد قند می‌شود (Marschner, 1995).

#### ضریب استحصال شکر

ضریب استحصال شکر از نسبت شکر تولید شده از چغندر قند به عیار چغندر قند در یک کیلوگرم به دست می‌آید. محلول پاشی عناصر کم مصرف در ضریب استحصال شکر تأثیر معنی‌دار داشت ( $p < 0.01$ ). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین (۹۰/۱۳ درصد) میزان ضریب استحصال شکر در محلول پاشی با بور و کمترین (۸۷/۸۲ درصد) میزان آن در تیمار شاهد بدست آمد. لازم به ذکر است بین تیمار بور، روی و آهن تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۶). اثرات مثبت محلول پاشی عناصر کم مصرف بر ضریب استحصال شکر توسط سایر محققان نیز گزارش شده است (Reuter *et al.*, 1988, Lozek & Fecenko, 1996). این موضوع نشان دهنده توان جذب بالای برگ‌ها و استفاده از این عنصر در افزایش میزان رنگیزه‌ها و توان فتوسنتزی گیاه است. محلول پاشی عناصر کم مصرف باعث افزایش سطح پوشش سبز شده و به تبع آن رشد برگ شده و انتقال آب به آوندها را تسهیل می‌کند. محققان گزارش کردند که بور نقش مهمی در ارتباط با انتقال مواد قندی، تنظیم متابولیسم سلولی، مقدار پتاسیم و کلسیم در گیاه، رشد





شکل ۶- تأثیر محلول پاشی عناصر کم مصرف بر میزان ضریب استحصال شکر چغندر قند

Figure 6. The effect of foliar application of micronutrients on the extraction coefficient of sugar beet

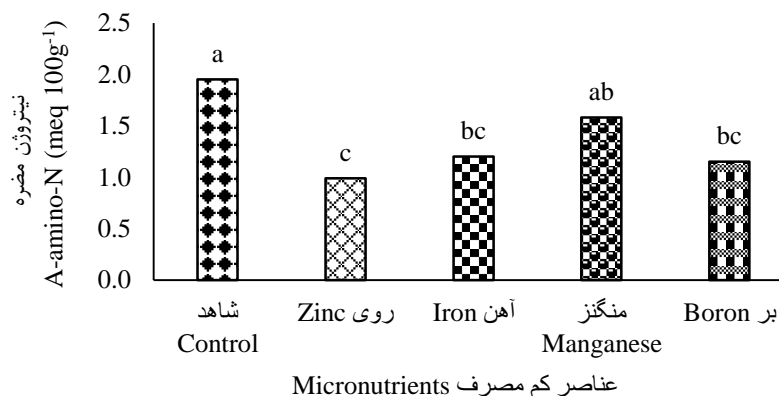
میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن اختلاف معنی‌داری ( $P < 0.05$ ) ندارند.

The means with common letters have no significant difference according to Duncan's multiple range test ( $P < 0.05$ )

گزارش کردند که عناصر کم مصرف با تأثیر در سوخت و ساز کربوهیدرات‌ها ضمن افزایش میزان قند و نشاسته، باعث افزایش ماده خشک می‌شوند. بطوریکه مصرف عنصر Zn ضمن افزایش عملکرد و بهبود وضع کیفی، کاهش تجمع نیترات در ریشه چغندر قند را باعث می‌شود (Khorshidi *et al.*, 2013). کاهش تجمع نیترات تحت تأثیر کاربرد عناصر کم مصرف در گیاه توسط محققان گزارش شده است (Mazlomi, 2012). گزارش شده است که زیادهای تجمع ازت مضر در ریشه استخراج قند را با مشکل مواجه می‌سازد (Mazlomi, 2012).

#### نیتروژن مضر

تجزیه واریانس نشان داد که کاربرد عناصر کم مصرف تأثیر معنی‌دار بر مقدار نیتروژن مضر داشت (جدول ۲). حداکثر میزان تجمع نیتروژن در ریشه چغندر قند به مقدار  $1/95 \text{ meq}/100 \text{ g}$  در تیمار شاهد و کمترین مقدار آن  $0/99 \text{ meq}/100 \text{ g}$  در تیمار محلول پاشی با عنصر Zn حاصل گردید (شکل ۷). خورشید و همکاران (Khorshidi *et al.*, 2013) گزارش کردند که محلول پاشی عناصر ریز مغذی باعث کاهش نیتروژن مضر در واریته‌های مختلف چغندر قند گردیده است. همچنین گزارش کردند که در اواخر فصل رشد چغندر قند، زیادهای نیتروژن موجب افزایش ناخالصی‌های ریشه و کاهش درصد بلوره شدن ساکارز می‌گردد. شارما و همکاران (Sharma *et al.*, 1992) نیز



شکل ۷- تأثیر محلول پاشی عناصر غذایی کم مصرف بر درصد نیتروژن چغندر قند

Figure 7. The effect of Foliar application of micronutrients on nitrogen content of sugar beet

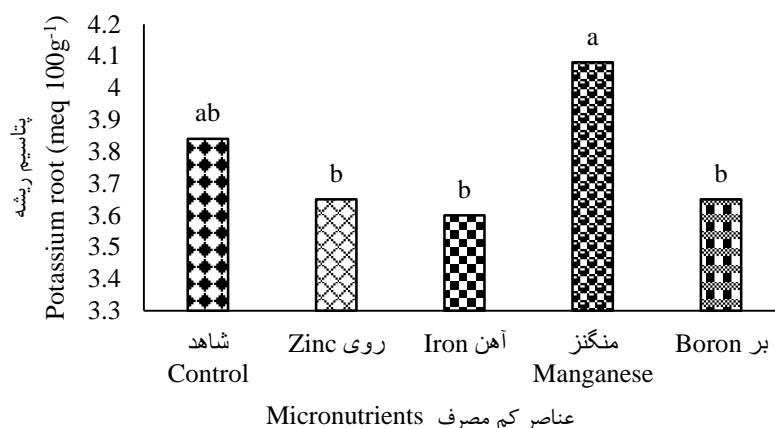
میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن اختلاف معنی‌داری ( $P < 0.05$ ) ندارند.

The means with common letters have no significant difference according to Duncan's multiple range test ( $P < 0.05$ )

مصرف حاکی بور میزان فسفر برگ توت فرنگی را کاهش می‌دهد و این امر را به ناسازگاری و رقابت یونی (آنتاگونیسمی) بین فسفر و بور در جذب ارتباط دادند. همچنین گزارش کردند که زیادی پتاسیم در اواخر فصل رشد باعث کاهش درصد بلوره شدن قند می‌گردد (Hosseinpuor, 2006). عناصر کم مصرف نقش مهمی در ارتباط با انتقال مواد قندی در گیاه دارد. همچنین این عناصر در تنظیم متابولیسم سلولی، مقدار پتاسیم و کلسیم در گیاه، رشد سلول‌های اولیه، گرده افشانی و تنظیم آب مورد نیاز گیاه نقش فعالی دارد (Camberato, 2004). این ویژگی‌ها با تولید و تجمع قند در چغندر قند می‌تواند همبستگی مثبت داشته باشد.

#### پتاسیم

تجزیه واریانس نشان داد که کاربرد عناصر کم مصرف در میزان تجمع پتاسیم معنی‌دار بود ( $p < 0.05$ ) ولی عملکرد عناصر در تجمع پتاسیم چغندر قند متفاوت حاصل شد. بطوریکه مصرف Mn باعث افزایش و سایر عناصر باعث کاهش آن شد. بیشترین مقدار تجمع پتاسیم ( $\text{meq } 100\text{g}^{-1}$ )  $4.08$  در تیمار با کمترین مقدار تجمع در تیمار با آهن ( $3.55 \text{ meq } 100\text{g}^{-1}$ ) مشاهده شد (شکل ۸). بایبوردی و مامدو (Bybordi & Mamedov, 2010) نیز کاهش تجمع پتاسیم تحت تأثیر مصرف عناصر کم مصرف را گزارش کردند. آنها نشان دادند که میزان پتاسیم برگ کلزا در مقادیر بالای آهن و روی کاهش می‌یابد. می و پریس (May & Pritts, 1993) نیز گزارش کردند که



شکل ۸- تأثیر محلول پاشی عناصر کم مصرف بر پتاسیم چغندر قند

Figure 8. The effect of foliar application of micronutrients on potassium sugar beet

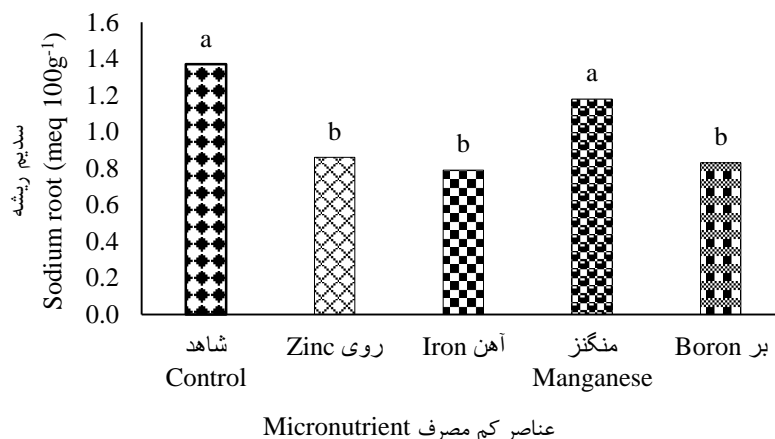
میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن اختلاف معنی‌داری ( $P < 0.05$ ) ندارند.

The means with common letters have no significant difference according to Duncan's multiple range test ( $P < 0.05$ )

همکاران (Barghi *et al.*, 2014) حداکثر غلظت سدیم را در تیمار شاهد و کمترین تجمع را در تیمار با آهن برای سیب زمینی گزارش کردند. وطنی و همکاران (Vattani *et al.*, 2012) نیز گزارش دادند که کاربرد نانوکودهای کلات آهن در گیاه اسفناج باعث کاهش سدیم در برگ شده است. لذا کاهش شدید تجمع سدیم در ریشه می‌تواند یکی از مکانیسم‌های بهبود رشد ریشه و افزایش ذخیره قند در ریشه چغندر قند باشد (Mazlomi, 2012).

#### سدیم

کاربرد عناصر کم مصرف در کاهش میزان سدیم معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که مصرف عناصر کم مصرف باعث کاهش میزان سدیم در چغندر قند شد. بطوریکه حداکثر میزان تجمع سدیم ( $1.37 \text{ meq } 100\text{g}^{-1}$ ) در تیمار شاهد و حداقل آن ( $0.79 \text{ meq } 100\text{g}^{-1}$ ) در تیمار محلول پاشی آهن مشاهده شد (شکل ۹). عباسی و همکاران (Abbas *et al.*, 2014) نیز کاهش تجمع سدیم و پتاسیم در چغندر قند را تحت تأثیر محلول پاشی با عناصر کم مصرف گزارش کردند. برقی و



شکل ۹- تأثیر محلول پاشی عناصر ریزمغذی بر سدیم چغندر قند

Figure 9. The effects of foliar spraying of micronutrients on sodium sugar beet

میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن اختلاف معنی‌داری ( $P < 0.05$ ) ندارند

The means with common letters have no significant difference according to Duncan's multiple range test ( $P < 0.05$ )

### نتیجه‌گیری کلی

با توجه به محدودیت‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های منطقه آذربایجان (زیادگی رس، آهک و pH زیاد) مصرف برگ‌های عناصر آهن، روی، منگنز و بور باعث بهبود شاخص‌های کمی و کیفی در چغندر قند رقم لاتی شد. از سوی دیگر مصرف برگ‌های عناصر کم مصرف باعث کاهش مواد مضر (نیترژن، پتاسیم و سدیم) چغندر قند شد. نتایج نشان داد که عملکرد عناصر کم مصرف در برخی از خصوصیات کمی و کیفی چغندر قند یکسان نبود. بطوریکه

تأثیر مصرف عنصر بور نسبت به سایر عناصر کم مصرف بر صفات ضریب استحصال شکر، درصد قند خالص و ناخالص بیشتر بود. این در حالی است که Mn کمترین تأثیر در کاهش مواد مضر را نسبت به سایر عناصر داشت. می‌توان نتیجه گرفت که مصرف برگ‌های B، Zn و Fe نسبت به Mn تأثیر بیشتری در بهبود ویژگی‌های کمی و کیفی چغندر قند رقم لاتی داشته است.

### References

- Abbas M.S., Dewdar M.D.H., Gaber E.I., and Abd El-Aleem H.A. 2014. Impact of boron foliar application on quantity and quality Traits of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) in Egypt. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 5(5): 143-151.
- Abdollahian Noghabi M., Sheykholeslami R., and Babaei B. 2005. Terms and meanings of technological quantity and quality of sugarbeet. *Sugarbeet Journal*, 21: 101-104. (In Persian)
- Abd El., Hadi A.H., Asy K.G., Doering H.W., Kadr M.S., Mohamed Y.H., Moustafa A.A. and TAMA M., 1986. Effect of foliar fertilization in different crops under Egyptian conditions. *Developments in Plant and Soil Science*, 22: pp.126-141.
- Barghi A., Gholipoori A., Tobeh A., Jahanbakhsh S., and Jamaati-e-Somarin S.h. 2014. Survey on the effects of iron nano oxide foliar application on mineral nutrients uptake in potato tuber. *Journal of Plant Ecophysiology*, 6(16):1-12. (In Persian)
- Bouyoucos G.J. 1936. Direction for making mechanical analysis of soils by the hydrometer method. *Journal of Soil Science*, 41: 225-228.
- Bybord A., and Mamedov G. 2010. Evaluation of application methods efficiency of zinc and iron for canola (*Brassica napus* L.). *Notulae Scientia Biologicae*, 2(1): 21-30.
- Camberato J.J. 2004. Foliar application on sugar beet. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 12: 120-126.
- Clarke J.M., Richards R.A., and Condon A.G. 1991. Effect of drought stress on residual transpiration and its relationship with water use of wheat. *Journal of Plant Science*, 71: 695-702.

- Cookd A., and Scott P.K. 1993. The Sugar Beet Crop Science in to Practice Chapman and Hall. London, *World Crop Series*, 675p.
- Dutton J., and Bowler G. 1984. Money is still being wasted on nitrogen fertilizer. *British Sugar Beet Review*, 2: 75-77.
- Ebrahimipak N.A., and Mostashari M. 2012. Evaluation of irrigation water management and boron fertilizer to increase water use efficiency of sugar beet. *Water and Irrigation Management*, 2(2): 53-67. (In Persian)
- Erdal I., Kepenek K., Kizilgoz I., and Turkay F. 2004. Effect of foliar iron applications at different growth stages on iron and some nutrient concentrations in Strawberry cultivars. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 52: 421-427.
- FAO STAT. 2014. Agricultural Data. Food and Agricultural Organization of the United Nations. [http://faostat3.fao.org/fao\\_statgateway/go/to/download](http://faostat3.fao.org/fao_statgateway/go/to/download).
- Flavy A., and Vukou K. 1977. Physics and Chemistry of Sugar Beet in Sugar Manufacture. *Elsiviere Science*, 596 p.
- Graham R.D. 2008. Micronutrient Deficiencies in Crops and Their Global Significance. In Micronutrient deficiencies in global crop production, *Springer Netherlands*, 41p.
- Honarvar M., Ashtari A.K., and Karimi K. 2012. Estimation of sugar losses at production in molasses sugar industries, based on technological qualities of sugar beet. *Journal of Food Technology and Nutrition*, 9: 31-38. (In Persian).
- Jones Jr J.B., 2002. Agronomic Handbook, Management of Crops, Soils and their Fertility. CRC press.
- Jozi M., and Zare Abianeh H. 2015. Effect of N-fertilizer levels and deficit irrigation on qualitative and quantitative yield of sugar beet. *Journal of Sugar Beet*, 31(2): 141-156. (In Persian)
- Khorshidi A.M., Ayuzi A., and Nyazkhany M. 2013. The effect of foliar application of micronutrients on quantity and quality of sugar beet genotypes. *Journal of Crop Sciences*, 6 (21): 110-10. (In Persian)
- Lozek O., and Fecenko J. 1996. Effect of foliar application of manganese and boron on the sugar beet production. *Zeszyty Postepow Nauk Rolniczych*, 434(1): 169-172.
- Malakouti M.J., and Tehrani M. 2005. The role of micronutrients on increasing yield and improving the quality of agricultural products (Tiny elements with great influence), *Tarbiat Modarres University Publication*, 398 p. (In Persian)
- Martin P., and Anac A. 2006. N<sub>2</sub>-fixing bacteria in the rhizosphere, Quantification and hormonal effects on root development. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 152: 237-245.
- Marschner H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2<sup>nd</sup> Academic Press, Ltd. London. 452p.
- Mazlumi M., 2012. Effects of nano-iron foliar application at various stages of growth and yield of sugar beet. Master Thesis, Urmia University, 85p. (In Persian)
- May G.M., and Pritts M.P. 1993. Phosphorus, zinc and boron influence yield components in 'Earliglow' strawberry. *Journal of American Society for Horticultural Science*, 118: 43-49.
- Miran N., and Samadi A. 2014. Determination and use of DRIS norms for evaluating nutritional status of sugar beet in Western Azerbaijan Province, *Water and Soil Science of Tabriz University*, (In Persian)
- Morales F., Abadia A., and Abadia J. 1996. Characterization of the xanthophyll's cycle and other photosynthetic pigment changes induced by iron deficiency in sugar beet, *Plant Physiology*, 94: 607-613.
- Nelson D.W., and Sommers L. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. Methods of Soil Analysis. Part 2, Chemical and microbiological properties, pp.539-579.
- Olsen S.R. 1954. Estimation of Available Phosphorus in Soils by Extraction with Sodium Bicarbonate. United States Department of Agriculture, Washington.
- Pansu M., and Gautheyrou J., 2007. Handbook of Soil Analysis, Mineralogical, Organic and Inorganic Methods. *Springer Science and Business Media*, 922p.
- Pahlavan M.R., Keykha G.A., Eatesa G.R., Akbarimoghaddam H., Kookhan S.A., and Naroueiral M.R. 2006. The study of effects Zn, Fe and Mn on quantity and quality of grain wheat. *Presented in 18<sup>th</sup> World Congress of Soil Science*, 23p.
- Rahimi M.M, Mazaheri D., and Khodabande N. 2004. The effect of micronutrients on quality and quantity characteristics in two varieties of sunflower in Arsanjan. *Pajouhesh and Sazandegi*, 61: 96-103. (In Persian)

- Rahimi A., and Arslan N. 2012. Effect of soil salinity (EC) and pH on quality component of sugarbeet (*Beta vulgaris* L.). 1<sup>st</sup> International Anatolian Sugar Beet Symposium, Kayseri, Turkey, Symposium book, 1: 118-135.
- Rahimi A., and Arslan N. 2012. Effect of altitude on quality component of sugarbeet (*Beta vulgaris* L.). 1<sup>st</sup> International Anatolian Sugar Beet Symposium, Kayseri, Turkey, Symposium book, 1: 134-142.
- Ravi S., Channal H.T., Hebsur N.S., Patil B.N., and Dharmatti P.R. 2008. Effect of sulfur, zinc and iron nutrition on growth, yield, nutrient uptake and quality of safflower (*Carthamus tinctorius* L.), *Karnataka Journal of Agricultural Sciences*, 32: 382-385.
- Reinefeld E., Emmerich A., Baumarten G., Winner C., Beiss U. 1974. Zur voraussage des melasse zuckers aus rubenanalysen. *zucker*, 27: 2-15.
- Reuter D.J., Alston A.M., and Mc Farlane J.D. 1988. Occurrence and correction of manganese deficiency in plant. In: Graham et al (Eds.). *Manganese in Soils and Plants*. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, Netherland, pp. 205-225.
- Sarware G. 1994. Yield and quality of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) as affected by micronutrient application. PhD Thesis. Sindh Agriculture University. Tendo Jam. Pakistan. 237 p.
- Shariatmadari M.J., Zamani, G., and Siyari M.j. 2012. The effects of salinity and iron sulphate on leaf area index, percentage of light absorption and their relationship with sunflower yield. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 9 (2): 293-285. (In Persian)
- Sharma K.B., Kuhad M.S., and Nadwd A.S. 1992. Possible role of potassium in drought tolerance in Brassicu. *Journal of Potassium Research*, 8: 320- 327.
- Shiemshi D. 2007. Leaf chlorosis and stomatal aperture. *New Phytologist*, 166: 455-461.
- Vattani H., Keshavarz N., and Baghaei N. 2012. Effect of sprayed Soluble different levels of iron chelate Nano fertilizer on nutrient uptake efficiency in two varieties of spinach (Varamin88 and Virofly). *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*, 3(S): 2651-2656.
- Yilmaz A., Ekiz H., Torun B., Gultekin I., Karanlik S., Bagci S.A, and Cakmak I. 1997. Effect of different zinc application methods on grain yield and zinc concentration in wheat cultivars grown on zinc deficient calcareous soils. *Journal of Plant Nutrition*, 20 (485): 461-471.
- Walkley A., and Black I.A 1934. Method of total organic carbon determination in soil samples. *Soil Science*, 37: 29-38.

## Effect of Foliar Application of Micronutrients on Quantitative and Qualitative Characteristics of Sugar Beet Cultivar Laetitia (*Beta vulgaris* L.)

Amir Rahimi<sup>1</sup>, Behnam Dovlati<sup>2\*</sup>, Saied Heydarzadeh<sup>3</sup>

(Received: November 2016

Accepted: May 2017)

### Abstract

Foliar application of micronutrients has very important on increase of quantitative and qualitative corps. In order to investigate the reaction of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) to micronutrients application was carried out a randomized complete block design with four fertilizer treatments (foliar application) including boron (B), iron (Fe), manganese (Mn), and zinc (Zn) with a concentration of 5 per thousands the 8-10 and 14-16 -leaf stage of sugar beet with 4 replications. Sample plot was prepared without foliar application. Physicochemical properties of soil were determined by standard methods. So, quantitative and qualitative characteristics of sugar beet including total sugar content, pure sugar content, and molasses sugar content, Na, K and N content in root, alkalinity, sugar extraction coefficient, root yield and pure sugar and total sugar yield were determined in sugar beet samples. Results showed that the foliar application of micronutrients on all characteristics studied had significant effect ( $p < 0.01$ ). The highest pure sugar (18.16%) and sugar extraction coefficient (91.66%) was observed in the B treatment. In addition, the highest root yield ( $77.10 \text{ t ha}^{-1}$ ) was observed in the Mn treatment. The results showed that the quantitative and qualitative yield of sugar beet was increased due to the foliar application of micronutrients with improve the efficiency of the elements.

**Keyword:** Sugar beet, Micronutrients, Foliar spray

1- Assistant Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Urmia University

2- Assistant Professor, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Urmia University

3- PhD Student, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Urmia University

\* Corresponding Author Email: [b.dovlati@urmia.ac.ir](mailto:b.dovlati@urmia.ac.ir)