اثر محلول‌پاشی برگی پتاسیم (K) و بور (B) بر صفات کمّی و کیفی چغندرقند تحت شرایط تنش خشکی

نیما یداللهی فارسانی[۱]، محمودرضا تدین[۲*] و مجتبی کریمی[۳]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱/۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۷/۵)

چکیده

به‌منظور بررسی اثر تیمارهای محلول‌پاشی و کم‌آبیاری بر صفات کمّی و کیفی چغندرقند، آزمایشی به‌صورت کرت‌های یک‌بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۱۳۹۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد انجام شد. تیمارهای آبیاری شامل: آبیاری پس از ۷۰، ۱۰۰ و ۱۳۰ (به‌ترتیب I3, I2, I1) میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر کلاس A در کرت‌های اصلی و تیمارهای کودی به‌صورت محلول‌پاشی شامل: شاهد (بدون مصرف کود)، پتاسیم (K)، بور (B) و تلفیق بور + پتاسیم (B + K) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که بیشترین عیار قند مربوط به تیمار آبیاری I2 و محلول‌پاشی بور بود که از لحاظ آماری با تیمار آبیاری I1 و محلول‌پاشی بور + پتاسیم تفاوت معنی‌دار نداشت. اگرچه در تیمار آبیاری I2 نسبت به تیمار آبیاری I1 عیار قند افزایش یافت، اما عملکرد شکر سفید احتمالاً به‌واسطه کاهش عملکرد ریشه و افزایش ناخالصی‌های ریشه و درنتیجه افزایش قند ملاس (ناشی از تنش خشکی) درنهایت کاهش یافت. بیشترین وزن تر شاخساره، قطر ریشه و وزن خشک تک‌ریشه در تیمار آبیاری I1 و محلول‌پاشی بور + پتاسیم مشاهده شد. کمترین میزان نیتروژن مضره و قند ملاس نیز به‌ترتیب در شرایط آبیاری کامل و محلول‌پاشی پتاسیم و بور + پتاسیم به‌دست آمد. از آنجایی که بیشترین عملکرد شکر سفید در شرایط آبیاری کامل و محلول‌پاشی بور + پتاسیم به‌دست آمد، می‌توان نتیجه گرفت تنش خشکی طی مراحل رشد و نمو چغندرقند مطلوب نیست. در مجموع چون بیشتر مناطق کشور به‌ویژه در سال‌های اخیر با تنش خشکی مواجهند؛ بنابراین محلول‌پاشی عناصر بور و پتاسیم می‌تواند به‌عنوان رهیافتی برای کاهش آثار سوء تنش خشکی و بهبود صفات کمّی و کیفی چغندرقند مورد توجه قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، عملکرد شکر سفید، قند ملاس، محلول‌پاشی

۱، ۲ و ۳. به‌ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، استاد، استادیار گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد

*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: mrtadayon@yahoo.com

مقدمه

چغندرقند گیاهی استراتژیک بوده و به‌عنوان اصلی‌ترین منبع تأمین کننده شکر در کشور محسوب شده و یکی از اجزای کلیدی اقتصاد کشاورزی به‌شمار می‌رود (۳۴). هم اکنون این گیاه در ۲۰ استان کشور کشت شده و از کل شکر تولیدی در کشور بیش از ۵۵ درصد آن از چغندرقند تأمین می‌شود (۴۰). از این‌رو یکی از اهداف بلندمدت در بخش کشاورزی، بالا بردن تولید و بهبود ویژگی‌های کیفی این گیاه است.

تنش‌های محیطی، از عوامل مهم کاهش عملکرد گیاهان زراعی به‌شمار می‌روند. در بین تنش‌های محیطی، خشکی به‌عنوان مهم‌ترین عامل محدود کننده رشد و تولید گیاهان زراعی شناخته شده است (۱۹). خشکی کشاورزی به دوره خشک در فصل زراعی گفته می‌شود که منجر به ایجاد تنش در گیاهان زراعی و کاهش محصول تولیدی می‌شود (۴۲). یکی از عوامل اصلی کاهش عملکرد چغندرقند تنش خشکی است (۳۵). با اینکه گزارش شده است که چغندر قند گیاهی به‌نسبت مقاوم به خشکی است، اما برای دست‌یابی به عملکرد بالا به‌کارگیری راهکارهایی که بتوانند اثر تنش خشکی را کاهش دهند بسیار ضروری است. این مهم با ظهور پدیده گرمایش جهانی و تشدید تنش خشکی در اغلب مناطق جهان بیش از پیش احساس می‌شود.

عبداللهیان نوقابی (۵) گزارش کرد که در شرایط تنش خشکی (آبیاری پس از تخلیه ۸۰ درصد رطوبت قابل دسترس) ماده خشک قسمت هوایی چغندرقند به‌شدت کاهش می‌یابد. تنش رطوبتی در طول دوره رشد چغندرقند باعث افزایش ناخالصی‌های ریشه از جمله سدیم و پتاسیم شده، درنتیجه راندمان استحصال قند به‌طور معنی‌داری کاهش و درصد قند ملاس افزایش می‌یابد (۲۱). داویدف و هنکس (۹) اظهار کردند در شرایطی که محدودیت تأمین آب برای کشاورزی فاریاب وجود داشته باشد؛ می‌توان با اعمال روش‌های کم‌آبیاری یا تنش خشکی مدیریت شده، بدون آنکه باعث کاهش معنی‌داری در کیفیت و عملکرد چغندرقند شد، به نتیجه دلخواه رسید.

کاربرد عناصر غذایی از جمله پتاسیم و در مورد چغندرقند عنصر بور از عوامل مدیریتی در مزرعه است که می‌توانند موجب تعدیل اثر تنش خشکی بر گیاه چغندرقند و حفظ و یا افزایش کیفیت شکر تولیدی شوند.

پتاسیم از طریق افزایش انتقال مواد فتوسنتزی و توسعه ریشه در شرایط تنش خشکی، اثرات سوء تنش را کاهش داده و سبب افزایش کارایی مصرف آب در شرایط تنش خشکی می‌شود (۴۳). پاسخ به مصرف کود پتاسیم در زراعت چغندرقند در دامنه وسیعی از خاک‌ها اتفاق می‌افتد. گزارش شده است در سطح جهانی حدود ۴۰ درصد از مزارعی که چغندرکاری شده‌اند نیاز به مصرف کود پتاسیم داشته‌اند (۱۷). بنابراین، پتاسیم به‌عنوان عنصر تعدیل کننده تنش خشکی و مؤثر در تولید قند در گیاه چغندرقند به‌شمار می‌رود و می‌تواند اثر جانشینی برای سدیم در خاک و گیاه به‌ویژه در خاک‌های خشک و شور داشته باشد (۳۹).

عبیدی و همکاران (۳۶) گزارش کردند که مصرف کود پتاسیم به صورت محلول‌پاشی به‌طور معنی‌داری سبب افزایش عملکرد ریشه و شکر سفید شد. فتی و همکاران (۱۶) نیز در بررسی اثر مقادیر پتاسیم بر عملکرد، کیفیت و محتوای عناصر غذایی چغندرقند، مشاهده کردند که افزایش مقدار مصرف پتاسیم، به‌طور معنی‌داری وزن تر و خشک ریشه، اندام هوایی و همچنین عملکرد قند را افزایش داد.

بور نقش مهمی در رشد و تولید بسیاری از گیاهان به‌ویژه چغندرقند دارد و باعث سرعت بخشیدن به فرایندهای انتقال قند می‌شود (۲). بور مهم‌ترین عنصر ریزمغذی مورد نیاز چغندرقند است و در صورت کمبود آن عملکرد و کیفیت ریشه‌ها کاهش می‌یابد (۳۹). میروات و مکی (۳۲) بیان کردند که در زراعت چغندرقند کاربرد کود بور به‌میزان ۵ کیلوگرم در هکتار به‌طور معنی‌داری عملکرد ریشه و همچنین قند قابل استحصال را افزایش می‌دهد. با توجه به اینکه محدوده‌ای از غلظت بور که سبب بروز علائم کمبود یا مسمومیت می‌شود؛ به‌نسبت محدود است. بنابراین توجه کافی به تغذیه مناسب گیاه

با این عنصر اهمیت زیادی دارد.

با توجه به مطالب ذکر شده از آنجایی که بخش وسیعی از کشور ایران جزء مناطق خشک و نیمه‌خشک طبقه‌بندی می‌شود، و کشت چغندر قند نیز به‌جز در استان‌های ساحلی شمالی و جنوبی در بقیه نقاط کشور رایج است لذا بررسی راهکارهایی مناسب برای تعدیل اثر خشکی بر این گیاه صنعتی اهمیتی اساسی دارد. بنابراین پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر تیمارهای کم‌آبیاری و کاربرد بور و پتاسیم بر صفات کمّی و کیفی چغندر قند انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌منظور بررسی اثر محلول‌پاشی بور و پتاسیم در شرایط تنش خشکی بر صفات کمّی و کیفی چغندرقند در سال زراعی ۱۳۹۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد با عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۲۰ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۵۱ درجه شرقی، ارتفاع از سطح دریا ۲۰۵۰ متر، میانگین درجه حرارت ۱۱/۸ درجه سانتی‌گراد و میانگین سالانه بارندگی ۳۱۹ میلی‌متر و متوسط رطوبت نسبی ۴۶ درصد، اجرا شد.

این آزمایش به‌صورت کرت‌های یک‌بار خرد شده (اسپیلیت پلات) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار مورد ارزیابی قرار گرفت. سه تیمار آبیاری شامل: آبیاری پس از ۷۰، ۱۰۰ و ۱۳۰ (به‌ترتیب I3, I2, I1) میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر کلاس A در کرت‌های اصلی و چهار تیمار کودی به‌صورت محلول پاشی شامل: شاهد (بدون مصرف کود)، پتاسیم (K) از منبع تراست اکسید پتاسیم (TRUST K_2O = محلول اکسید پتاسیم کلات شده با EDTA و اسید آمینه) با غلظت ۸ در هزار، بور (B) از منبع تراست بور (TRUST BORON = محلول بور کلات شده به‌وسیله کربوکسیلیک اسید) با غلظت ۱ در هزار و تلفیق بور + پتاسیم (بور با غلظت ۱ در هزار و پتاسیم با غلظت ۸ در هزار) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. اعمال تیمارهای آبیاری پس از مرحله ۸ برگی و تا دو هفته قبل از برداشت محصول انجام شد. محلول‌پاشی عناصر بور و پتاسیم با حفظ غلظت‌های گفته شده روی کلیه اندام‌های هوایی بوته‌های چغندرقند طی سه مرحله ۶-۸، ۱۲-۱۶ و ۲۰-۲۴ برگی انجام شد. محلول‌پاشی تا زمان جاری شدن قطره‌های محلول از روی برگ‌های چغندرقند ادامه پیدا کرد. قبل از آماده سازی زمین نمونه‌ای مرکب از خاک مزرعه از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری به‌صورت زیگزاکی تهیه شد و در آزمایشگاه ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن مشخص شد. عملیات تهیه زمین، کاشت و داشت مطابق روش معمول منطقه صورت گرفت. ابعاد کرت‌های آزمایشی ۳ × ۴ متر بود.

بذر مورد استفاده در این پژوهش رقم کاستیل (Castile) تک‌جوانه هلندی بود. با مساعد شدن دما کشت در خرداد ماه انجام شد. بذرکاری به‌صورت ردیفی با فاصله بین ردیف ۵۰ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر صورت گرفت تا تراکم صد هزار بوته در هکتار به‌دست آید. عملیات مبارزه با علف‌های هرز و سله‌شکنی با دست انجام شد. آبیاری کرت‌های آزمایشی تا قبل از کاربرد تیمارهای آبیاری بر اساس ۷۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر کلاس A صورت گرفت. نیاز کودی مزرعه بر اساس نتایج آزمون خاک (جدول ۱) و توصیه کودی تأمین شد. برای تعیین حجم آب مصرفی در هر آبیاری، قبل از آبیاری نمونه‌برداری ازخاک کرت مورد نظر تا عمق توسعه ریشه انجام و درصد رطوبت وزنی خاک تعیین شد. حجم آب آبیاری در هر نوبت با استفاده از معادله‌های ۱ و ۲ تعیین (۲۷)؛ و مقدار آب مصرفی در هر کرت با استفاده از کنتور حجمی کنترل شد:

$$H = \rho b\left(\theta_{F.C} - \theta_m\right) \times D \qquad (۱)$$

$$V = H \times A \qquad (۲)$$

در معادله‌های ۱ و ۲، H نشان‌دهنده ارتفاع آب داخل کرت، ρb جرم مخصوص ظاهری خاک، $\theta_{F.C}$ رطوبت در حد ظرفیت مزرعه، θ_m رطوبت جرمی کرت مورد نظر در زمان آبیاری، D عمق توسعه ریشه، V حجم آب آبیاری در کرت و A مساحت کرت است.

جدول ۱. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی

بافت	پتاسیم قابل جذب	فسفر قابل جذب	نیتروژن کل	کربن آلی	هدایت الکتریکی	اسیدیته	عمق خاک
	(میلی‌گرم در کیلوگرم)		(درصد)		(دسی‌زیمنس بر متر)		(سانتی‌متر)
سیلتی‌شنی	۳۹۵	۱۷/۵	۰/۱۱	۰/۸	۰/۴۶	۷/۸	۰-۳۰

برداشت محصول پس از شروع به‌کار کارخانه قند چهارمحال و بختیاری و در اول آبان ماه انجام شد. برای اندازه‌گیری صفات پس از حذف اثر حاشیه‌ای تعداد پنج بوته از هر کرت انتخاب و صفات مورد نظر اندازه‌گیری شد. طول ریشه با استفاده از خط‌کش و قطر ریشه (قطورترین قسمت) توسط کولیس دیجیتال اندازه‌گیری شد. برای تعیین وزن خشک، ریشه‌ها به‌مدت یک هفته در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و سپس با ترازوی دقیق توزین شدند (۲۷). به‌منظور تعیین صفات کیفی چغندرقند (عیار قند، سدیم، پتاسیم و نیتروژن مضره) ریشه‌ها پس از توزین ابتدا در کارخانه قند شهرکرد تبدیل به خمیر شده، سپس از هر تیمار نمونه‌های ۳۰ گرمی تهیه و برای اندازه‌گیری صفات کیفی به آزمایشگاه عیارسنجی کارخانه قند اصفهان منتقل شدند. پس از عصاره‌گیری از هر نمونه و شفاف‌سازی عصاره تهیه شده با استفاده از سواستات سرب، عیار قند به‌روش پلاریمتری توسط دستگاه ساکاریمتر، غلظت سدیم و پتاسیم به‌روش فیلم فتومتری و نیتروژن مضره به‌روش عدد آبی و با استفاده از دستگاه بتاآنالیزر اندازه‌گیری شد. درصد قند ملاس، درصد قند قابل استحصال و عملکرد شکر سفید با استفاده از روابط زیر محاسبه شد (۶):

درصد قند ملاس (MS) =
۰/۳۴۳ (K + Na) + ۰/۰۹۴ (a- amino-N) – ۰/۳۱

درصد قند قابل استحصال (WSC) =
(۰/۶+ درصد قند ملاس) – عیار قند

عملکرد شکر سفید (WSY) =
درصد قند قابل استحصال × عملکرد ریشه

داده‌ها با نرم‌افزارهای آماری SAS Ver 9.1 و MSTATC آنالیز و میانگین‌های معنی‌دار شده توسط آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد مورد ارزیابی قرار گرفتند. نمودارها و جدول‌ها توسط نرم‌افزار Excel 2013 ترسیم شد.

نتایج و بحث

وزن تر اندام هوایی

اثر تیمارهای محلول‌پاشی و آبیاری بر وزن تر اندام هوایی چغندرقند در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). بیشترین وزن تر شاخساره به تیمار محلول‌پاشی بور + پتاسیم اختصاص داشت که با تیمار عدم محلول‌پاشی اختلاف معنی‌داری داشت اما با تیمارهای محلول‌پاشی بور و محلول‌پاشی پتاسیم اختلاف معنی‌داری نداشت. در بین تیمارهای آبیاری بیشترین وزن تر اندام هوایی مربوط به تیمار I1 بود که با تیمارهای I2 و I3 اختلاف معنی‌داری نشان داد. اما بین تیمارهای I2 و I3 تفاوت معنی‌داری دیده نشد (جدول ۳).

در رابطه با اثرات مثبت عنصر بور بر افزایش وزن تر شاخساره می‌توان به نقش ضروری این عنصر در فعالیت آنزیم‌های درگیر در سیستم‌های فتوسنتزی و تنفسی اشاره کرد. همچنین بور در تشکیل برگ‌های جدید و انتقال آسیمیلات‌های تولیدی نیز نقش بارزی دارد (۱۰). به‌طور مشابه آبدیو (۷) بیان کرد اثرات مثبت بور روی وزن تر اندام هوایی احتمالاً به‌واسطه نقش این عنصر در طویل شدن سلول‌هاست. به‌طوری در شرایط کمبود این عنصر برگ‌ها کوچک‌تر، سفت و ضخیم می‌شوند. همچنین بور برای تشکیل سلول‌های جدید در مریستم‌ها و توسعه سطح برگ‌ها ضروری است (۱). تأثیر

جدول ۲. تجزیه واریانس اثر تیمارهای کم آبیاری و محلول‌پاشی بر صفات کمّی و کیفی چغندرقند

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)							
		وزن تر اندام هوایی	قطر ریشه	طول ریشه	وزن خشک تک ریشه	عیار قند	عملکرد شکر سفید	قند ملاس	نیتروژن مضره
تکرار	۲	۱۲۹۴$^{n.s}$	۴۵/۹$^{n.s}$	۵/۸۶$^{n.s}$	۴۳/۷$^{n.s}$	۰/۰۹$^{n.s}$	۰/۱۴$^{n.s}$	۰/۰۰۴$^{n.s}$	۰/۰۳$^{n.s}$
آبیاری	۲	۵۱۴۵۲**	۱۲۱۷/۸**	۵/۴۴$^{n.s}$	۳۷۰۹۶/۷**	۱۱/۲**	۲۴۷/۶۷**	۰/۳۴۴**	۰/۰۷$^{n.s}$
خطای اصلی	۴	۷۳۳	۲۵/۴	۶/۴	۴۵/۲	۰/۱۳	۰/۴۶	۰/۰۰۱	۰/۰۳
محلول‌پاشی	۳	۸۵۱۶**	۷۸۱/۸**	۸/۸۱$^{n.s}$	۹۵۱۴**	۴/۷۱**	۶۶/۲**	۰/۴۱**	۱/۰۱**
محلول‌پاشی × آبیاری	۶	۵۷۸$^{n.s}$	۲۷/۹$^{n.s}$	۱۰/۸۱$^{n.s}$	۵۵۴/۳**	۱/۵۹**	۸/۳**	۰/۰۰۳$^{n.s}$	۰/۰۰۷$^{n.s}$
خطای فرعی	۱۸	۱۴۴۰	۵۲/۸	۱۲/۳۷	۸۳/۴	۰/۳	۰/۳۴	۰/۰۰۱	۰/۰۱
ضریب تغییرات (٪)	–	۳۰/۴۴	۸/۳۹	۱۱/۸۱	۷/۸۷	۲/۸	۶/۷	۲/۰۴	۴/۴۴

n.s، * و ** به‌ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۳. مقایسه میانگین تأثیر محلول‌پاشی و سطوح مختلف آبیاری بر برخی صفات کمّی و کیفی چغندرقند

تیمارها	وزن تر اندام هوایی (گرم در گیاه)	قطرریشه (میلی‌متر)	قند ملاس (درصد)	نیتروژن مضره (میلی‌اکی‌والان بر صد گرم ریشه)
سطوح آبیاری				
I_1	۱۹۹^{a}	۹۷/۵^{a}	۱/۹۹^{c}	۲/۲۷^{b}
I_2	۱۰۱^{b}	۸۴/۴^{b}	۲/۰۷^{b}	۲/۲۹^{b}
I_3	۷۴^{b}	۷۷/۷^{c}	۲/۳۲^{a}	۲/۴۱^{b}
LSD 5%	۳۲/۵۴	۶/۲۳	۰/۰۴	۰/۰۹
سطوح محلول‌پاشی				
شاهد	۸۱^{b}	۷۴/۶^{c}	۲/۳۵^{a}	۲/۶۳^{a}
بور	۱۳۱^{a}	۸۵/۵^{b}	۲/۲۸^{b}	۲/۶^{a}
پتاسیم	۱۳۵^{a}	۸۹/۱^{b}	۱/۹۷^{c}	۲/۰۳^{b}
بور + پتاسیم	۱۵۲^{a}	۹۷^{a}	۱/۹۳^{c}	۲/۰۴^{b}
LSD 5 %	۳۷/۵۸	۷/۱۹	۰/۰۴	۰/۱

میانگین‌های هر عامل آزمایشی در هر ستون که حداقل در یک حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار ندارند (I_1، I_2 و I_3 به‌ترتیب آبیاری پس از ۷۰، ۱۰۰ و ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر کلاس A).

پتاسیم نیز بر افزایش وزن‌تر اندام هوایی به نقش این عنصر در متابولیسم کربوهیدرات‌ها و نیتروژن، جذب آب و کنترل تعرق در گیاهان برمی‌گردد. در پژوهشی مشاهده شد تحت شرایط محدودیت آبیاری، مصرف کود پتاسیم باعث افزایش معنی‌دار عملکرد ریشه و اندام هوایی شد (۳).

طول و قطر ریشه

اثر تیمارهای آبیاری و محلول‌پاشی بر قطر ریشه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد. اما بین تیمارهای مورد مطالعه از لحاظ طول ریشه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد (جدول ۳)، بزرگ‌ترین قطر

ریشه مربوط به تیمارهای محلول‌پاشی بور + پتاسیم و آبیاری I1 است که با تیمار عدم محلول‌پاشی و تیمارهای آبیاری I2 و I3 اختلاف معنی‌داری داشت. بور احتمالاً به‌واسطه اثری که بر افزایش فعالیت آنزیم‌های ضروری برای تقسیم سلولی و تنظیم نسبت پتاسیم به کلسیم در گیاه می‌گذارد، باعث افزایش قطر ریشه می‌شود (۱۰). بور همچنین در طویل شدن سلول‌ها نیز نقش دارد. گزارش شده است افزایش غلظت بور به‌طور معنی‌داری سبب افزایش قطر ریشه می‌شود (۷). در پژوهشی قطر ریشه با افزایش نسبت کود پتاسیم به‌طور معنی‌داری افزایش نشان داده است (۲۰). افزایش جذب پتاسیم از راه‌های مختلفی باعث تأثیر مثبت در فتوسنتز، افزایش رشد و شاخص سطح برگ، افزایش سنتز کلروفیل و در هنگام تنش رطوبتی موجب افزایش جذب آب و به‌وجود آوردن شرایط داخلی مناسب از طریق تنظیم فشار اسمزی و همچنین کاهش تعرق می‌شود (۳۸). بنابراین احتمالاً محلول‌پاشی پتاسیم سبب افزایش تولید آسیمیلات‌ها و انتقال بیشتر این مواد به ریشه‌ها و قطور شدن آنها شده است. محدودیت آب، علاوه بر کاهش واحدهای فتوسنتز کننده (برگ‌ها) باعث کاهش فتوسنتز نیز می‌شود (۴۱). به‌دنبال کاهش مواد پرورده، انتقال این مواد به ریشه‌ها نیز کاهش پیدا می‌کند و درنتیجه رشد قطری ریشه محدود می‌شود. این مشاهده با یافته‌های اسماعیلی و تدین (۱۵) مطابقت دارد.

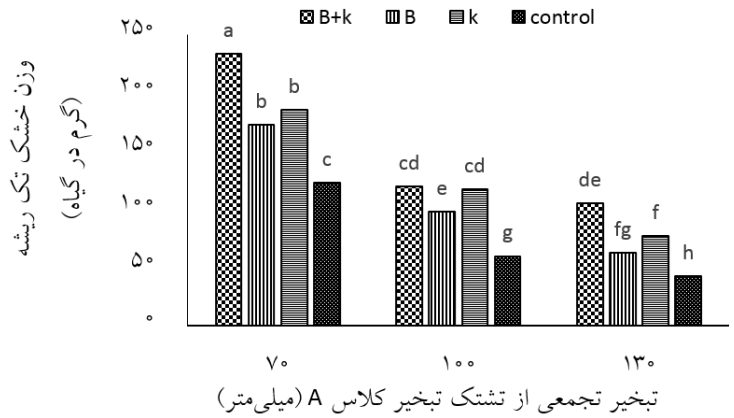
وزن خشک تک ریشه

اثر تیمارهای آبیاری و محلول‌پاشی و برهم‌کنش آبیاری × محلول‌پاشی بر وزن خشک تک‌ریشه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). در هر سه سطح آبیاری بیشترین وزن خشک تک‌ریشه به تیمار محلول‌پاشی بور + پتاسیم اختصاص داشت (شکل ۱). با توجه به نتایج به‌دست آمده احتمالاً کاربرد همزمان بور و پتاسیم تأثیری سینرژیک داشته و باعث دستیابی به بالاترین وزن خشک ریشه در هر سه سطح آبیاری شده است. بور به‌واسطه نقشی که در تقسیم و طویل شدن سلول‌ها، تمایز بافت‌ها و همچنین متابولیسم کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها و اکسین دارد، سبب افزایش ماده خشک تولیدی می‌شود (۱۱). به‌طور مشابه در طی پژوهشی مشاهده شد کاربرد بور به‌صورت محلول‌پاشی سبب افزایش وزن خشک ریشه شده است (۱). پتاسیم نیز به‌دلیل داشتن اثرات تحریکی روی فتوسنتز، همچنین انتقال آسیمیلات‌ها از برگ‌ها به ریشه در افزایش وزن خشک ریشه نقش داشته است (۱۳ و ۴۲).

عیار قند

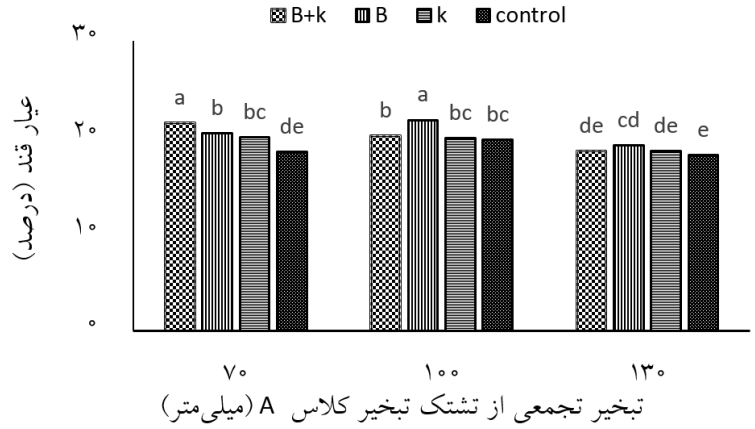
بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر تیمارهای آبیاری، محلول‌پاشی و برهم‌کنش آبیاری × محلول‌پاشی بر عیار قند در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). در سطح آبیاری I1 بیشترین عیار قند از تیمار محلول‌پاشی بور + پتاسیم به‌دست آمد که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری نشان داد (شکل ۲). این نتیجه به‌واسطه نقش مهم بور و پتاسیم در انتقال و ذخیره قند در ریشه‌های چغندرقند است (۲). احتمالاً افزایش غلظت پتاسیم در لوله‌های غربالی (لوله‌های هدایت کننده بافت آوند آبکش) گیاه، باعث افزایش فشار اسمزی و درنتیجه افزایش جریان توده‌ای مواد ساخته شده (ساکارز) فتوسنتزی از برگ‌ها به ریشه می‌شود (۲۸). در مطالعه‌ای مصرف ۹۶ کیلوگرم اکسید پتاسیم در هکتار باعث افزایش عیار قند و خلوص شربت حاصل از ریشه‌ها شد (۲۰).

بر اساس مقایسه میانگین داده‌ها در سطح آبیاری I2 بیشترین عیار قند به تیمار محلول‌پاشی بور اختصاص داشت که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت (شکل ۲). یکی از معمول‌ترین واکنش‌های گیاه در برابر تنش خشکی می‌تواند تنظیم فشار اسمزی باشد. در این سطح از آبیاری در تیمارهایی که عنصر پتاسیم حضور داشته تا حدی از اثر تنش خشکی کاسته شده است. بنابراین نیاز کمتری به تجمع قند برای افزایش فشار اسمزی وجود دارد و به‌همین دلیل در سطح آبیاری I2 تیمار محلول‌پاشی بور نسبت به تیمارهایی که در آنها



شکل ۱. برهم‌کنش تیمارهای آبیاری و محلول‌پاشی بر وزن خشک تک ریشه

(ستون‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار ندارند).



شکل ۲. برهم‌کنش تیمارهای آبیاری و محلول‌پاشی بر عیار قند ریشه چغندرقند

(ستون‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار ندارند).

عنصر پتاسیم وجود داشت عیار قند بیشتری را به‌خود اختصاص داد.

در سطح آبیاری I3 نیز بیشترین عیار قند به تیمار محلول‌پاشی بور اختصاص داشت که با تیمار عدم محلول‌پاشی اختلاف معنی‌داری نشان داد (شکل ۲). میروات و مکی (۳۲) اظهار داشتند افزایش عیار قند ریشه چغندرقند با به‌کار بردن عنصر بور ممکن است به‌واسطه نقش این عنصر در کاهش غلظت سدیم و پتاسیم عصاره ریشه باشد. برکر و پایلبیم (۸) نیز تأکید کردند که بور سبب افزایش سرعت انتقال قند از مبدأ به مقصد می‌شود. گزارش‌های متعددی وجود دارد که به‌کار بردن کود بور با غلظت مناسب سبب افزایش درصد قند در چغندرقند شده است (۱۲ و ۱۴). در تیمار آبیاری I2 اگرچه عیار قند افزایش یافت اما از لحاظ آماری با تیمار I1 تفاوت معنی‌دار نداشت. افزایش درصد قند بر اثر اعمال تنش رطوبتی به تغییرات هورمونی ناشی از تنش خشکی نسبت داده می‌شود که موجب افزایش انتقال مواد غذایی به‌سمت ریشه و درنتیجه بالابردن عیار قند می‌شود (۲۶). در تیمار آبیاری I3 تنش خشکی شدید، موجب کاهش تولید مواد فتوسنتزی (ساکارز) شده و تخصیص این مواد به‌سمت ریشه کم و درنتیجه عیار قند کاهش یافته است.

عملکرد شکر سفید

اثر تیمارهای آبیاری، محلول‌پاشی و برهم‌کنش آبیاری × محلول‌پاشی بر عملکرد شکر سفید در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). در هر سه سطح آبیاری بیشترین عملکرد شکر سفید به تیمار محلول‌پاشی بور + پتاسیم اختصاص داشت، که در سطوح آبیاری I1 و I3 با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت اما در سطح آبیاری I2 با تیمار محلول‌پاشی پتاسیم تفاوت معنی‌داری نشان نداد (شکل ۳). در تیمار آبیاری I2 اگرچه عیار قند نسبت به آبیاری کامل افزایش یافت، اما به‌دلیل تأثیر تنش خشکی و به‌دنبال آن افزایش ناخالصی‌های ریشه همچون سدیم، پتاسیم و نیتروژن مضره و همچنین کاهش عملکرد ریشه، درنهایت عملکرد شکر سفید کاهش پیدا کرده است. بنابراین وقوع تنش خشکی در طی مراحل رشد و نمو چغندرقند درنهایت منجر به کاهش عملکرد شکر سفید شده است.

بور احتمالاً به‌دلیل نقش آن در افزایش عیار قند و قند قابل استحصال، همچنین بالا بردن عملکرد ریشه سبب افزایش عملکرد شکر سفید می‌شود. در طی پژوهشی گزارش شد کود بور عملکرد شکر سفید را افزایش داده است (۱). پتاسیم نیز احتمالاً به‌واسطه نقشی که در جذب عناصر غذایی و ایجاد تعادل غذایی دارد، سبب افزایش تولید آسیمیلات‌ها و درنتیجه بالابردن عملکرد شکر سفید می‌شود (۳۱).

قند ملاس

اثر تیمارهای محلول‌پاشی و آبیاری بر درصد قند ملاس در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). کمترین میزان قند ملاس به تیمار محلول‌پاشی بور + پتاسیم تعلق داشت که با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری داشت. اما با تیمار محلول‌پاشی پتاسیم از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری نشان نداد. در این پژوهش بیشترین میزان قند ملاس نیز از تیمار عدم محلول‌پاشی به‌دست آمد (جدول ۳). سایر پژوهشگران نیز گزارش کردند مصرف پتاسیم (۲۹) و همچنین بور سبب کاهش درصد قند ملاس می‌شود (۱).

وجود مقادیر بالای برخی عناصر در ریشه چغندرقند استحصال قند را با مشکل مواجه می‌سازد. به‌طوری که برای هر اتم پتاسیم یا سدیم موجود در ریشه، یک مولکول قند به‌صورت ضایعات وارد ملاس خواهد شد (۱۸). افزایش کیفیت محصول چغندر قند، از طریق بالا بردن درصد قند و کاهش مواد غیرقندی به‌ویژه نیتروژن و سدیم، عامل اصلی کاهش درصد قند ملاس با مصرف پتاسیم است. زیرا افزایش این ناخالصی‌ها با جلوگیری از کریستالیزه شدن ساکاروز، قابلیت استحصال قند را کاهش داده و موجب افزایش میزان قند ملاس می‌شود (۲۲). بور نیز به‌واسطه نقشی که در کاهش سدیم و پتاسیم عصاره ریشه دارد سبب کاهش میزان قند ورودی به ملاس می‌شود (۳۲).

در بین تیمارهای آبیاری، بیشترین میزان قند ملاس به تیمار آبیاری I3 اختصاص داشت که از لحاظ آماری با تیمار I1 اختلاف معنی‌داری نشان داد (جدول ۳). اسماعیلی و تدین (۱۵) نیز گزارش کردند تنش خشکی میزان قند ملاس را افزایش می‌دهد. به‌طور کلی تنش رطوبتی باعث افزایش ناخالصی‌های ریشه از جمله سدیم و پتاسیم شده و از این طریق راندمان استحصال قند را کاهش می‌دهد و قند ملاس افزایش می‌یابد (۳۳).

نیتروژن مضره

اثر تیمارهای محلول‌پاشی بر نیتروژن مضره (اسیدهای آمینه، بتائین، بازهای پورین و پیریمیدین) در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. اما بین تیمارهای آبیاری و برهم‌کنش محلول‌پاشی × آبیاری اختلاف معنی‌داری دیده نشد (جدول ۲). کمترین میزان نیتروژن مضره به تیمار محلول‌پاشی پتاسیم اختصاص داشت که با تیمار عدم محلول‌پاشی اختلاف معنی‌داری داشت اما با تیمار محلول‌پاشی بور + پتاسیم اختلاف معنی‌داری نشان نداد. بر اساس مقایسه میانگین داده‌ها هر چند در تیمار آبیاری I3 نسبت به سایر تیمارهای آبیاری نیتروژن مضره اندکی افزایش یافت اما این افزایش از لحاظ آماری معنی‌دار نبود (جدول ۳). تأثیر پتاسیم بر بهبود تغذیه نیتروژن و نقش مثبت آن در تولید و

انتقال قند به ریشه و همچنین افزایش عملکرد ریشه چغندر قند را می‌توان از دلایل کاهش غلظت نیتروژن ریشه با افزایش مصرف پتاسیم عنوان کرد (۲۳ و ۲۴). علاوه بر این، پتاسیم از طریق مشارکت در تولید انرژی درون سلولی باعث بهبود تغذیه نیتروژن و پروتئین‌سازی در گیاهان می‌شود (۲۳). یکی از نقش‌های پتاسیم در گیاه افزایش فعالیت آنزیم‌هایی است که در ساخت پروتئین نقش دارند (۲۵). در پژوهشی گزارش شده است که کاربرد بالاترین سطح کود پتاسیم (۱۱۴ کیلوگرم در هکتار اکسید پتاسیم) به‌طور معنی‌داری نیتروژن مضره را در چغندرقند کاهش داده است (۴). همچنین مشاهده شده است مصرف بور نیز سبب کاهش میزان نیتروژن مضره می‌شود (۳۰).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد تنش خشکی آثار نامطلوبی بر صفات کمّی (وزن خشک تک ریشه، قطر ریشه و...) و کیفی (قند ملاس و نیتروژن‌مضره) چغندرقند دارد. اگرچه تنش خشکی ملایم (تیمار آبیاری I2) اندکی عیار قند را افزایش داد ولی کاهش عملکرد ریشه و افزایش ناخالصی‌هایی همچون نیتروژن مضره را به‌همراه داشت که در نهایت منجربه کاهش عملکرد شکر سفید شد. در شرایط آبیاری کامل و کم آبیاری محلول‌پاشی همزمان بور و پتاسیم اثر هم‌افزایی داشته و سبب بهبود صفات کمّی چغندرقند شد. از لحاظ صفات کیفی، محلول‌پاشی بور و پتاسیم (به‌تنهایی یا همراه با هم) در تمام سطوح آبیاری سبب کاهش نیتروژن‌مضره و قند ملاس و بهبود عملکرد شکر سفید شد. بنابراین محلول‌پاشی بور و پتاسیم در زراعت چغندرقند به‌ویژه در اقلیم‌های خشک و نیمه‌خشک همچون ایران قابل توصیه است.

منابع مورد استفاده

1. Abbas, M. S., M. D. H. Dewdar, E. I. Gaber and H. A. El-Aleem. 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: 143-151.
2. Abd El-hady, M. 2017. Response of sugar beet growth, productivity and quality to foliar application of different forms of boron microelement and number of sprays under new reclaimed soil conditions. *Egyptian Journal of Agronomy* 39: 401-410.
3. Abdel-Mawly, S. E. and I. Zanouny. 2004. Response of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) to potassium application and irrigation with saline water. *Assiut University Bulletin for Environmental Researches* 7: 123-136.
4. Abdel-Motagally, F. M. and K. K. Attia. 2009. Response of sugar beet plants to nitrogen and potassium fertilization in sandy calcareous soil. *International Journal of Agriculture and Biology* 11: 695-700.
5. Abdollahian-Noghabi, M. 1999. Ecophysiology of sugar beet cultivars and weed species subjected to water deficiency stress. Ph.D. Thesis, University of Reading. Berkshire, England.
6. Abdollahian-Noghabi, M., R. Shaikholeslami and B. Babaei. 2005. Technical terms of sugar beet yield and quality. *Iranian Journal of Sugar beet* 21(1): 101-104. (In Farsi).
7. Abido, W. A. E. 2012. Sugar beet productivity as affected by foliar spraying with methanol and boron. *International Journal of Agriculture Sciences* 4: 287-292.
8. Barker, A. V and D. J. Pilbeam. 2007. Handbook of Plant Nutrition (Books in Soils, Plants, and the Environment). CRC Press, Boca Raton.
9. Davidof, B. and R. Hanks. 1989. Sugar beet production as influenced by limited irrigation. *Irrigation Science* 10: 1-17.
10. Dewdar, M. D. H., M. S. Abbas, E. I. Gaber and H. A. El-Aleem. 2015. Influence of time addition and rates of boron foliar application on growth, quality and yield traits of sugar beet. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 4: 231-238.
11. Draycott, A. P. 2008. Sugar beet. Black well Publishing, Oxford.
12. El-Geddawy, D. I. and B. S. I. Makhlouf. 2015. Effect of hill spacing and nitrogen and boron fertilization levels on yield and quality attributes in sugar beet. *Minufiya Journal of Agricultural Research* 4: 959-980.

13. El-Kholy, M. H., M. T. Abdelhamid and E. H. H. Selim. 2006. Effect of soil salinity, nitrogen fertilization levels and potassium fertilization forms on growth, yield and quality of sugar beet crop in Eastnorthern Delta of Egypt. *Journal of Agricultural Science* 31: 4049-4063.
14. Enan, S. S. A. M. 2011. Effect of transplanting and foliage fertilization with potassium and boron on yield and quality traits of sugar beet sown under saline soil conditions. *Journal of Biological Chemistry and Environmental Science*s 6: 525-546.
15. Esmaili, A. and M. R. Tadayon. 2019. Influence of drought stress and humic acid on growth, yield and sugar production of Sugar Beet. *Iranian Journal of Agroecology* 11(1): 158-198. (In Farsi).
16. Fathy, M. F., A. Motagally and K. K. Attia. 2009. Response of sugar beet plants to nitrogen and potassium fertilization in sandy calcareous soil. *International Journal of Agriculture and Biology* 11: 695-700.
17. Forouhar, M. and M. Paseban. 2008. Surveying the effect of potassium on the yield of sugar beet in Khorasan. In: 10th Iranian Soil Science Congress, Karaj, Iran.
18. Giroux, M. and T. S. Tran. 1989. Effect of potassium fertilization and NK interaction on sugar beet quality and yield. *Journal of Sugar beet Research* 26: 11-23.
19. Hojati, M., S. A. M. Modarres-Sanavy, M. Karimi and F. Ghanati. 2011. Responses of growth and antioxidant systems in *Carthamu stinctorius* L. under water deficit stress. *Acta Physiologiae Plantarum* 33: 105-112.
20. Ibrahim, M. M., M. R. Khalifa, M. A. Koriem, F. I. Zein and E. H. Omer. 2002. Yield and quality of sugar beet crop as affected by mid to late season drought and potassium fertilization at North Nile Delta. *Egyptian Journal of Soil Science* 42: 87-102.
21. Jahad Akbar, M. R., M. Aghdai and H. R. Abrahamian. 2001. Effect of delay in irrigation after planting in beet crop. *Iranian Journal of Sugar beet* 15(1): 12-24. (In Farsi).
22. Jalilian, A., A. R. Shirvani, A. Neamati and J. Basati. 2001. Effects of deficit irrigation on the production and economy of sugar beet in Kermanshah region. *Iranian Journal of Sugar beet* 17(1):1-14. (In Farsi).
23. Jones, J. B. 2003. Agronomic handbook: management of crops, soils, and their fertility. CRC Press. United States of America.
24. Kafi, M., A. Zand, B. Kamkar, A. Mahdavi Damghani and F. Abasi. 2010. Plant Physiology (Vollom 2). Ferdowsi University Press. Mashhad. (In Farsi).
25. Kafi, M., B. Kamkar and A. Mahdavi Damghani. 2010. Crops' Responses to the Growth Environment. Ferdowsi University Press. Mashhad. (In Farsi).
26. Khajeh-Pour, M. R. 2004. Industrial plant. Isfahan University of Thechology Press. Isfahan. (In Farsi).
27. Mahrokh, H. and M. Khagepor. 2007. Effect of moisture condition on growth and quantity and quality indices in sugar beet. *Iranian Journal of Agronomy Sciences* 41(2): 235-246. (In Farsi).
28. Marscher, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press. London.
29. Mehrandish, M., M. Jami Moeini and M. Armin. 2015. Effect of potassium source and application rate on qualitative characteristics of sugar beet (*Beta Vulgaris* L. cv. Aras) under full and deficit irrigation. *Iranian Journal of Plant Ecophysiology* 10(34): 97-108. (In Farsi).
30. Mekdad, A. A. A. 2015. Sugar beet productivity as affected by nitrogen fertilizer and foliar spraying with boron. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 4: 181-196.
31. Milford, G. F. J., M. J. Armstrong, P. J. Jarvis, B. J. Houghton, D. M. Bellett-Travers, J. Jones and R. A. Leigh. 2000. Effect of potassium fertilizer on the yield, quality and potassium offtake of sugar beet crops grown on soils of different potassium status. *The Journal of Agricultural Science* 135: 1-10
32. Mirvat, G. E and B. B. Mekki. 2005. Influence of boron application on yield and juice quality of some sugar beet cultivars grown under saline soil conditions. *Journal of Applied Sciences Research* 1: 373-379.
33. Mirzaei, M. R. and S. M. Rezvani. 2007. Effects of water deficit on quality of sugar beet at different growth stages. *Iranian Journal of Sugar beet* 23(1): 29-42. (In Farsi).
34. Nikoey, A. R., A. Baghri, A. Solymanipor and A. R. Shirvanian. 2008. Investigation of employment rate of sugar beet in iran. *Iranian Journal of Sugar beet* 23(1): 93-108. (In Farsi).
35. Ober, E. 2001. The search for drought tolerance in sugar beet. *British Sugar beet Review* 69: 40-43.
36. Obiedi, H., B. Habibi khaniani and H. Sharifi. 2016. Effect of potassium and manganese on qualitative and quantitative yield of sugar beet in the north of Khuzestan. *Iranian Journal of Crop Ecology* 11(3): 23-29. (In Farsi).
37. Omar, M. A., M. A. A. Abd Allah and M. M. Regab. 2002. Response of sugar beet to termination of last irrigation, hill spacing and K-fertilization. *Journal of Agricultural Science* 27: 4291-4302
38. Saki neghad, T. 2004. The effect of water stress on the uptake of nitrogen, phosphorus, potassium and sodium in different growth periods, due to morphological characteristics of maize plant in Ahwaz climate. Ph.D. Thesis. Ahwaz University. Ahwaz, Iran
39. Scott, R. K., and D. A. Cook. 1998. The Sugar beet Crop science in Practice. Champan and Hall, New York.
40. Seyed Sharifi, R. 2009. Industrial Plants. University of Mohaghegh Ardabili Press. Ardabil. (In Farsi).

41. Shabala, S. 2011. Plant Stress Physiology. Cabi Press, Croydon.
42. Tadayon, M. R. 2010. Physiological Responses of Plants to Environmental Stresses. Shahrekord University Press, Shahrekord.
43. Valadabadi, A. R and H. Aliabadi Farahni. 2008. Effect of potassium application on quantitative characteristics and root penetration of corn, sorghum and millet under drought stress. *Iranian Journal of Agronomy and Plant Breeding* 4(2): 71-81. (In Farsi).

Journal of Crop Production and Processing
Vol. 11, No. 1, Spring 2021, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

The Effect of Potassium (K) and Boron (B) Foliar Application on Quantitative and Qualitative Traits of Sugar Beet (*Beta vulgaris* L.) under Drought Stress Conditions

N. Yadollahi Farsani[1], M. R. Tadayon[2*] and M. Karimi[3]

(Received: March 24-2020; Accepted: September 26-2020)

Abstract

In order to study the effects of foliar application of potassium (K) and boron (B) and dificit irrigation treatments on quantitative and qualitative traits of sugar beet (*Beta vulgaris* L.), a split plot experiment was conducted based on randomized complete block design with three replications in the Research Field of Shahrekord University, Shahrekord, Iran, in 2019. The main plots were allocated to irrigation treatments including: irrigation after 70, 100 and 130 mm (I_1, I_2 and I_3, respectively) cumulative evaporation from class A evaporation pan and the sub plots were allocated to fertilizer treatments in the form of foliar sparying including: control (no fertilizer application), K, B and B + K. The greatest sugar content was obtained from the I_2 irrigation treatment and B spraying, which did not have significant difference with I_1 irrigation and B+K treatments. Although I_2 irrigation treatment increased the sugar content compared to I_1 irrigation treatment, however it decreased the white sugar yield probably due to decreased root yield and increased root impurities and consequently drought-associated increase in sugar molasses. The greatest shoot fresh weight, root diameter and single root dry weight were observed in I_1 irrigation and B+K treatments. The lowest amount of harmful nitrogen and sugar molasses were obtained under full irrigation conditions and spraying of K and B+K, respectively. Since the highest yield of white sugar was obtained under full irrigation conditions and spraying of B + K, it indicates that drought stress should be avoided during growth and development stages of sugar beet. Given the ever-increasing threat of drought to the sugar beet cropping areas of Iran, foliar application of B and K can be considered as an approach to reduce the effects of drought stress and improve the qualitative and quantitative traits of sugar beet.

Keywords: Drought stress, white sugar yield, Sugar molasses, Foliar application

1. 2 , 3. MSc. Student, Associate Professor and Assistant Professor, Respectively Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.
*: Corresponding Author, Email: mrtadayon@yahoo.com