نشریه علمی ـ پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد دهم، شماره ۱(۳۷)، بهار ۱۳۹۵، صفحه ۱۸۲-۱۶۷

استفاده از گلیسین، تیوفول و سالیسیلیک اسید در چغندرقند (*Beta vulgaris* L.) تحت شرایط کم آبیاری

محمد خیرخواه[1*] ، محمد فرازی[2]، علیرضا دادخواه[1] و اصغر خشنود یزدی[1]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱/۲۵ تاریخ بازنگری: ۱۳۹۴/۹/۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۱/۲۷

چکیده

به‌منظور بررسی تاثیر مواد ضد تنش (گلیسین، تیوفول و اسید سالیسیلیک) بر عملکرد کمّی وکیفی چغندرقند در شرایط تنش خشکی پس از سبز شدن، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. تیمارهای مورد مطالعه شامل تیمار شاهد (بدون مصرف مواد ضد تنش)، اسید سالیسیلیک با سه غلظت (۰/۱ -۰/۵ و ۱ میلی‌مولار)، تیوفول در سه غلظت (۰/۵، ۱ و ۱/۵ لیتر در هزار) و گلیسین با سه غلظت (۱، ۲ و ۳ لیتر در هزار) بودند. نتایج به‌دست آمده نشان داد اثرات مواد ضد تنش بر عیارقند، عملکرد ریشه، عملکرد شکر قابل استحصال و نیتروژن مضره در سطح یک درصد و شکر قابل استحصال و ضریب آلکالیته در سطح پنج درصد معنی‌دار بودند. بیشترین میزان عیار قند (۱۵/۶۵٪)، عملکرد ریشه (۸۲/۸۳ تن در هکتار) و شکر قابل استحصال (۱۱/۱۵٪) از تیمار تیوفول ۱/۵ لیتر در هزار حاصل شد. در حالی که کمترین میزان این صفات از تیمار شاهد (بدون محلول پاشی مواد ضد تنش) به‌دست آمد و حداکثر نیتروژن مضره در تیمار شاهد با ۴/۳۸ و حداکثر ضریب قلیائیت با ۳/۴۹ در تیمار گلیسین سه در هزار مشاهده شدند که نشان‌دهنده اثرات مثبت استفاده مواد ضد تنش در چغندرقند در شرایط تنش خشکی می‌باشند.

واژگان کلیدی: تنش خشکی، تیوفول، چغندرقند، سالیسیلیک اسید، گلیسین.

۱- عضو هیئت علمی گروه کشاورزی، مجتمع آموزش عالی شیروان، شیروان، ایران
۲- دانش‌آموخته‌ی کارشناسی ارشد زراعت، مجتمع آموزش عالی شیروان، شیروان، ایران
(* نگارنده‌ی مسئول) khairkhah-m@um.ac.ir

مقدمه

به‌طورکلی به هر عامل خارجی که نتیجه‌اش نرخ رشد کمتر از حد معمول باشد، تنش گفته می‌شود. یعنی هر عاملی که مراحل متابولیک طبیعی یک گیاه را به وقفه می‌اندازد، محدود می‌کند یا به طور زیان‌آوری تسریع می‌کند (Giveriyo ,1999). محققـــان خشکی را دوره‌هایی که کمبـــود آب چه به‌صورت خفیف و چه به‌صورت حاد رشد گیاه را تحت تاثیر قرار می‌دهد و مانع رشد نرمال آن می‌شود، تعریف می‌نمایند (Vandez, 2000). رایج‌ترین تعریف خشکی در کشاورزی توسط ادمیدس و همکاران (Edmeades *et al*., 1994) مطرح شده است. آنها معتقدند که کمبود یا تنش رطوبت هنگامی افزایش می‌یابد که تقاضای تبخیر اتمسفر بالای برگ‌ها از ظرفیت و توانایی ریشه‌ها برای استخراج آب از خاک تجاوز نموده و فراتر می‌رود. هنگامی که گیاهان، در معرض تنش خشکی قرار می‌گیرند برای حفظ آب درون گیاه روزنه‌ها را بسته و بنابراین با کاهش کربوهیدرات‌ها مواجه و گرسنگی عارض می‌شود. تبدیل قندهای ساختمانی و پلی ساکاریدها به قندهای محلول سبب تنظیم فشار اسمزی و در نتیجه مقابله با از دست رفتن آب سلول و تداوم تورژسانس می‌گردد (Ferous and Arkosiova, 2001). ویاس و همکاران (Vyas *et al*., 1985) با آزمایش اثر تنش خشکی روی کنجد و اندازه‌گیری عوامل مختلف نتیجه گرفتند که میزان قندهای محلول در گیاهان تحت تنش نسبت به شاهد افزایش می‌یابد. رنجبر و همکاران (Ranjbar *et al*., 2010) نشان دادند که افزایش قندهای محلول و نامحلول و کاهش آنزیم‌های اکسیدازی توسط اسید سالیسیلیک در شرایط تنش نشان دهنده تاثیر این ترکیب در آسیب‌های اکسایی می‌باشد. تنش خشکی یکی از عوامل اصلی کاهش کمّی و کیفی در چغندرقند است. تنش خشکی از توسعه بیشتر سلول و تقسیم سلولی ممانعت به عمل می‌آورد و سبب کاهش عملکرد در گیاهان می‌شود (Hesiao, 2000). عروجنیا و همکاران (Orojnia *et al*., 2011) با بررسی تاثیر تنش خشکی بر روی ژنوتیپ‌های مختلف چغندرقند دریافتند که بین سطوح مختلف آبیاری و ژنوتیپ‌های مختلف چغندرقند از نظر عملکرد ریشه اختلاف معنی‌داری وجود داشت. از نظر عملکرد ریشه بین سطوح مختلف آبیاری، در شرایط نرمال افزایش عملکرد ۳۵/۱ درصدی نسبت به شرایط تنش مشاهده شد. نتایج میرزایی و رضوانی (Mirzaee and Rezvani, 2006) نشان داد که قطع آبیاری در اواخر دوره رشد چغندرقند، باعث کاهش خصوصیات کیفی قندی چغندرقند شامل عیارقند، عیارقند خالص و راندمان استحصال می‌شود. به‌طور کلی تنش رطوبتی در اواخر دوره رشد چغندرقند باعث افزایش ناخالصی‌های ریشه چغندرقند ازجمله پتاسیم و سدیم شده و در نتیجه راندمان استحصال قند ریشه را به طور معنی‌داری کاهش و درصد قند ملاس را افزایش می‌دهد. اکبری (Akbari, 1997) گزارش داد با کاهش۳۰ درصدی آب مصرفی، میزان عملکرد ریشه ۱۰ درصد کاهش یافت اما درصد قند افزایش یافت، که این افزایش کاهش محصول را جبران کرد، به طوری که عملکرد قنـد تغییـــر قابل ملاحظـه‌ای نداشت. یکی از معمول‌ترین واکنش‌هایی که گیاهان در برابر تنش‌های محیطی از خود بروز می‌دهند، پدیده‌ای موسوم به تنظیم اسمزی یا تعدیل اسمزی است (Hassani and Sharif Abad, 2004). هنگامی که گیاهان تحت تاثیر شرایط خشکی، شوری، دماهای کم، قرار می‌گیرد مقدار پرولین آزاد آنها افزایش می‌یابد (Hassani and Sharif Abad, 2004). علاوه بر پرولین، ترکیب‌های مشابه مانند بتائین، کولین بتائین آلدهید، تری اتیل

بوتارات، دای اتیل گلیسیرین نیز در گیاه به وجود می آید (Heidari Sharif Abad, 1999). انباشت پرولین به عنوان شاخصی از تحمّل به خشکی محسوب می‌گردد (Ebadi khazine ghadim, and Heidari Sharif Abad, 1999). اگرچه پرولین در همه اندام‌های گیاه در طی تنش خشکی تجمع می‌یابد، ولی سریع‌ترین و وسیع‌ترین انباشت را در برگ‌ها دارد، تجمع پرولین در ریشه‌ها با گسترش کمتر و با تأخیر زمانی نسبت به تجمع در برگ‌ها، صورت می‌گیرد (Yoshiba *et al*., 2001). کارامانوس و همکاران (Karamanos *et al*., 2000) ملاحظه کردند که افزایش مقادیر پرولین آزاد در ارقام چغندر می‌تواند با سازوکار اجتناب از خشکی مرتبط باشد. یکی دیگر از ترکیباتی که در ایجاد تحمل در برابر تنش خشکی در گیاه مؤثر است، ترکیب شبه هورمونی سالیسیلیک اسید است. سالیسیلیک اسید یک ترکیب فنلی است که در گیاهان بوسیله سلول‌های ریشه تولید می‌شود. این ماده در گیاهان در مقادیر کم (میلی‌گرم بر گرم وزن تر یا کمتر) وجود دارد (Raskin, 1992). به‌عنوان یک هورمون گیاهی و تنظیم کننده‌ی رشد شناخته شده و نقش آن در ارتباط با سازوکارهای دفاعی در برابر عوامل تنش‌زای زیستی و غیرزیستی به خوبی مشخص شده است (Hayat, 2005). در گزارشی دیگر که در مورد گیاه سورگوم آمده در شرایط تنش خشکی، رشد بخش هوایی و ریشه و ارتفاع گیاه تحت تاثیر اسید سالسیلیک، افزایش قابل ملاحظه ای را نشان داده است (Gill *et al*., 2003). در تحقیقی مشاهده شده که تیمار سالسیلیک اسید، آنزیم‌های هیدرولیز کننده پلی ساکارید را مهار کرده و تشکیل پلی ساکاریدها از قندهای محلول را سرعت می‌بخشند. با این فرض، سالسیلیک اسید میزان قندهای غیرمحلول را نسبت به قندهای محلول افزایش می‌دهد (Borsanio and Botella, 2001). سالسیلیک اسید، بازدارنده فعالیت آنزیم کاتالاز که یک آنزیم پاک‌سازی کننده پراکسید هیدروژن است، بوده و در نتیجه با کاهش فعالیت این آنزیم سبب افزایش پراکسید هیدروژن در گیاه می‌شود (Horvath *et al*., 2003).

پژوهش حاضر با هدف ارزیابی اثر محلول‌پاشی مواد ضد استرس روی عملکرد کمّی و برخی خصوصیات کیفی در چغندرقند انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به منظور مطالعه تأثیر مواد ضد تنش (گلیسین، تیوفول و سالیسیلیک اسید) بر رشد و عملکرد کمّی و کیفی چغندرقند (*Beta vulgaris* L.) رقم فرناندو (رقم رایج کشت چغندرقند در منطقه می‌باشد) در شرایط تنش خشکی پس از سبز شدن در سال زراعی ۱۳۹۲ انجام شد. پژوهش حاضر در مزرعه شرکت کشاورزی و باغات کارخانه قند فریمان واقع در ۹۰ کیلومتری جنوب شرقی مشهد انجام شد. مقدار بارش از ۱۵۰ میلی‌متر در دشت تا ۳۰۰ میلی‌متر در ارتفاعات جنوب شهرستان متغیر است. حداکثر و حداقل مطلق درجه حرارت هوا در ایستگاه هواشناسی فریمان به ترتیب ۴۰ و ۱۹/۵- درجه سلسیوس است و میانگین درجه حرارت ۳۰ درجه سلسیوس می‌باشد. نتایج به‌دست آمده از تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک در جدول ۱ نشان داده شده است.

تحقیق حاضر در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۲ انجام شد، تیمارهای مورد مطالعه شامل: تیمار شاهد (بدون مصرف مواد ضد تنش)، سالیسیلیک اسید در سه غلظت(۰/۱، ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار) و تیوفول در سه غلظت (۰/۵، ۱ و ۱/۵ لیتر در هزار) و گلیسین در سه غلظت (۱، ۲ و ۳ لیتر در هزار) در سه تکرار به صورت تصادفی در کرت‌ها قرار گرفتند. عملیات

خاک‌ورزی اولیه و آماده سازی زمین شامل شخم، دیسک در پاییز سال ۱۳۹۱ انجام گرفت. کشت در تاریخ ۱۳۹۲/۲/۱۵ صورت پذیرفت و برداشت در تاریخ ۱۸ آبان ماه انجام شد. هر کرت شامل ۶ خط کشت به طول ۶ متر که فاصله کاشت روی ردیف در ابتدا، ۵ سانتی‌متر وسپس جهت رسیدن به تراکم مطلوب در مرحله دو برگی، مزرعه تنک و به ۱۵سانتی‌متر رسید و فاصله بین ردیف‌ها ۵۰ سانتی‌متر بود. خطوط اول و آخر ازهر طرف به عنوان حاشیه،خط ۲ و ۳ خطوط نمونه برداری و خط ۴ و ۵ به مساحت ۶ مترمربع به عنوان مساحت برداشت در نظر گرفته شد. برای اطمینان از جوانه‌زنی و سبز شدن درهفته اول (۱۵ و ۱۸ اردیبهشت)، دو نوبت آبیاری شد. آبیاری را بعد از سبز شدن تا انتهای آبیاری گندم قطع کرده (به مدت ۴۴ روز)، به طوری که اولین آبیاری بعد از تنش در تاریخ۱۳۹۲/۴/۱ صورت پذیرفت. پس از اعمال تنش، اقدام به آبیاری به طور معمول تا انتهای فصل رشد گردید. در مرحله دو تا چهار برگی عملیات وجین علف‌های هرز و تنک کردن چغندرقند برای رسیدن به تراکم مطلوب انجام شد. محلول‌پاشی تیمارها روی اندام‌های هوایی سه بار از مرحله بعد از تنک کردن (دو تا چهار برگی) با فواصل ۱۰روز انجام گرفت (۳/۱الغایت۳/۳۰). پس از حذف اثر حاشیه‌ای از یک متر ابتدا و انتهای هر خط در هر تیمار نمونه‌برداری انجام شد. صفات مورد اندازه‌گیری شامل عملکرد ریشه، عیار قند، درصد قند ملاس، شکر قابل استحصال، عملکرد شکر سفید، ضریب استحصال شکر، میزان سدیم در ریشه چغندرقند، میزان پتاسیم در ریشه چغندرقند، میزان نیتروژن مضره ریشه چغندر قند و ضریب قلیائیت بود.

قند موجود در ملاس با استفاده از فرمول (۱) پیشنهاد شده توسط کوک و اسکات (Cook and Scott, 1993) به شرح زیر به‌دست می‌آید:

$$MS=0.0343(K + Na)+0.094(\alpha\text{-amino-N})-0.3 \quad (۱)$$

واحدآن گرم شکر درصد گرم چغندرقند (٪) می‌باشد. شکر قابل استحصال از تفریق درصد قند ملاس از عیار قند به‌دست آمد. درصد شکر قابل استحصال به‌وسیله تعیین درصد ساکاروز و تجمع ناخالصی‌هایی که با استخراج ساکاروز در ارتباط است، مشخص گردید. عملکرد شکر سفید از حاصل ضرب عملکرد ریشه در شکر قابل استحصال به‌دست آمد. ضریب استحصال شکر که مقدار شکر سفید قابل استحصال از ساکارز موجود در ریشه چغندرقند می‌باشد که از تقسیم شکر قابل استحصال بر عیار قند به‌دست می‌آید و به صورت درصد بیان می‌شود.

تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار MSTATC انجام شد و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

عملکرد ریشه (RY)

عملکرد ریشه به عوامل متعددی از جمله عوامل محیطی، شاخص سطح برگ و میزان آسیمیلات‌های تولیدی بستگی دارد. در این تحقیق عوامل مورد بررسی بر عملکرد ریشه تاثیر معنی‌داری در سطح یک درصد داشت (جدول ۲). نتایج بدست آمده در این بخش نشان داد تمام تیمارهای محلول‌پاشی اعم از سالیسیلیک اسید، تیوفول و گلیسین در مقایسه با تیمار شاهد عملکرد ریشه چغندرقند را افزایش دادند. بر اساس مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۳) بالاترین میزان عملکرد ریشه مربوط به تیمار مصرف تیوفول ۱/۵ لیتر در هزار با ۸۲/۸۳ تن در هکتار بود که نسبت به تیمار شاهد (عدم محلول‌پاشی) با ۵۸/۶۵ تن در هکتار، افزایش ۲۹/۱ درصدی را نشان داد. مقایسه سایر تیمارها با شاهد نشان می‌دهد بیشترین غلظت سالیسیلیک اسید عملکرد را به میزان ۲۳/۵۱

درصد و محلول‌پاشی گلیسین با غلظت ۲ لیتر در هزار میزان عملکرد ریشه را به میزان ۲۶/۳۸ درصد در مقایسه با شاهد افزایش دادند. نتایج این بخش نشان می‌دهد از نظر درجه تاثیرگذاری در کاهش اثر تنش کم آبی در چغندرقند به‌ترتیب تیوفول، گلیسین و سالیسیلیک اسید مؤثر هستند.

مقایسه سطوح مختلف مواد ضد تنش (جدول ۳) نشان می‌دهد با افزایش غلظت سالیسیلیک اسید از ۰/۱ میلی‌مولار به ۱ میلی‌مولار میزان عملکرد ریشه به‌میزان ۶/۷۱ درصد افزایش یافته است. همچنین، افزایش غلظت بکارگیری تیوفول به منظور محلول‌پاشی از سطح ۰/۵ لیتر در هزار به ۱/۵ لیتر در هزار مقدار عملکرد ریشه را به میزان ۱۱/۹۱ درصد افزایش داده است. این روند افزایش هر چند به میزان کمتر اما در محلول‌پاشی گلیسین نیز مشهود است چنان‌که در غلظت‌های ۱، ۲ و ۳ لیتر در هزار گلیسین میزان عملکرد اندازه‌گیری شده ریشه به‌ترتیب ۷۴/۶۲، ۷۹/۶۷ و ۷۸/۶۵ تن در هکتار می‌باشد. مواد ضد تنش، با منفی کردن فشار اسمزی گیاه، منجر به جذب آب در شرایط تنش خشکی می‌شوند، با در دسترس بودن آب، گیاه می‌تواند سطح برگ خود را به حد مطلوب برساند و مانع کاهش آن گردد این امر منجر به افزایش ظرفیت فتوسنتزی بیش‌تر شده و رشد را در سطح مطلوبی نگه خواهد داشت که باعث می‌گردد گیاه شرایط تنش را پشت سر گذاشته و در ادامه فصل رشد میزان فتوسنتز بیش‌تری نسبت به تیمار عدم محلول‌پاشی مواد ضد تنش (شاهد) داشته باشد که باعث افزایش عملکرد در تمام تیمارها محلول‌پاشی نسبت به تیمار شاهد شده است. گزارش‌هایی وجود دارد که نشان می‌دهد افزایش رشد و عملکرد گیاهان در اثر کاربرد محلول‌های ضد تنش بر روی قسمت‌های هوایی ناشی از اثر آنها به‌عنوان یک بازدارنده تنفس نوری است (Zbiec *et al*., 2003).

عیار قند (SC)

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) تیمارهای محلول‌پاشی اسید سالسیلیک، تیوفول و گلیسین بر عیار قند تاثیر معنی‌داری داشت ($p \leq 0.01$). نتایج مقایسه میانگین تیمارها نشان می‌دهد که بالاترین سطح مصرف تیوفول و سطوح میانی محلول‌پاشی سالسیلیک اسید و گلیسین تاثیر مثبت و معنی‌داری بر میزان عیارقند داشت به‌طوری‌که بالاترین میزان عیار قند در تیمارهای تیوفول ۱/۵ لیتر در هزار با میانگین ۱۵/۶۵ درصد و سالسیلیک اسید ۰/۵ میلی‌مولار با میانگین ۱۵/۴۸ و گلیسین ۲ لیتر در هزار با میانگین۱۵/۴۷ به‌دست آمد که به لحاظ آماری با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشته و تیمار شاهد (عدم محلول‌پاشی) با میانگین ۱۵/۰۹ درصد کمترین عیار قند را داشت (جدول ۳). بر طبق نظریه نونومورا و بنسون (Nonomura and Beson, 1992) گیاهان تیمار شده با متانول می‌توانند فتوسنتز خالص خود را افزایش دهند و عملکرد خود را بهبود بخشند. آنها همچنین اعلام کردند که محلول‌پاشی با اسیدهای آمینه، سبب افزایش راندمان تبدیل کربن می‌شود. بنابراین، افزایش درصد قند در تیمارهای مصرف تیوفول، اسید سالسیلیک و گلیسین را می‌توان به علت افزایش هورمون اکسین و نهایتاً افزایش انتقال ساکارز از برگ‌ها به ریشه دانست و علت دیگر افزایش عیار قند در شرایط تنش خشکی با استفاده از این مواد را می‌توان، تاثیر آنها بر جلوگیری از مسدود شدن و یا کاهش اندازه روزنه دانست بدین ترتیب میزان دی اکسید کربن و آب در گیاه افزایش یافته و این مساله باعث افزایش آسیمیلات‌های تولیدی شده و در نهایت موجب افزایش عیار قند می‌گردد.

درصد قند ملاس (MS)

شیره‌ای که از آخرین محصول چغندرقند به دست می‌آید و نمی‌توان قند بیشتری از آن کریستاله نمود، ملاس نامیده می‌شود (Cook and Scott, 1993). نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که درصد قند ملاس تحت تاثیر تیمار محلول‌پاشی با سالسیلیک اسید، تیوفول و گلیسین قرار نگرفت و اختلافات بین تیمارها از لحاظ آماری معنی‌دار نبود (جدول ۲). به‌طور کلی عوامل متعددی نظیر رقم، محیط و عملیات زراعی بر روی کیفیت چغندرقند تأثیر می‌گذارند، کم‌آبی و دمای بالا در دوره رشد اثرات مختلفی روی کیفیت ریشه دارد و باعث افزایش میزان اسیدهای آمینه، ترکیبات نیتروژن‌دار و قند اینورت می‌شود (Shaykh al-Islami, 1999).

میرزایی و رضوانی(Mirzaee and Rezvani, 2006) معتقدند که تنش خشکی در انتهای دوره رشد موجب کاهش عیار قند و افزایش قند ملاس می‌گردد ولی تنش خشکی در ابتدای فصل اثر چندانی بر درصد قند ملاس ندارد که با نتایج حاصل مطابقت دارد. با توجه به این که در تمامی تیمارهای این آزمایش تنش خشکی در مراحل اولیه رشد چغندرقند اعمال گردیده بود، با توجه به عدم تاثیر تنش اول فصل بر میزان قند ملاس لذا کاربرد تیمارهای ضد تنش نیز تاثیری بر این صفت نداشته و تفاوتی بین تیمارهای محلول‌پاشی و شاهد ملاحظه نمی‌شود که با نتایج میرزایی و رضوانی (Mirzaee and Rezvani, 2006) مطابقت دارد.

شکر قابل استحصال (WSC)

در این تحقیق اثرات محلول‌پاشی اسید سالسیلیک، تیوفول و گلسین بر درصد شکر قابل استحصال تاثیرگذار بود و اختلافات بوجود آمده در سطح پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۴). مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۵) نشان داد که بیشترین درصد شکر قابل استحصال از تیمار مصرف تیوفول با ۱/۵ لیتر در هزار با میانگین ۱۱/۱۵٪ و کمترین درصد شکر قابل استحصال از تیمار شاهد با میانگین ۱۰/۸۴ درصد بدست آمد. چنان که ملاحظه می‌گردد استفاده از تیوفول شکر قابل استحصال را به میزان ۲/۷۸ درصد در مقایسه با شاهد افزایش داد. مواد نیتروژنی با درصد ساکاروز همبستگی منفی دارند. ارتباط بین محتوای نیتروژن و خلوص بدین صورت است که سطوح بالای خلوص در ریشه ذخیره‌ای بدون غلظت‌های پایین نیتروژن ممکن نیست (Campbell and Kern, 1983). از آن جایی که تنش خشکی در ابتدای فصل رشد بوده است به همین خاطر اختلاف اندکی بین تیمارهای مختلف در درصد شکر قابل استحصال دیده می‌شود که کم‌ترین میزان آن از تیمار عدم محلول‌پاشی شاهد به‌دست آمد. به‌طورکلی، تنش خشکی از میزان سطح سبز که باعث تبدیل انرژی نورانی به شیمیایی می‌گردد و مواد فتوسنتزی از این اندام‌ها به سایر قسمت‌ها منتقل می گردد و به مثابه کارخانه تولیدی در گیاهان می‌باشد را کاهش داده و این امر منجر به کاهش ساکارز ریشه در تیمارهای شاهد (عدم محلول‌پاشی مواد ضد تنش) شده و از میزان شکر قابل استحصال کاسته است. اما در تیمارهایی که با مواد ضد تنش محلول‌پاشی شدند به‌علت تاثیر آنها بر مشارکت درحفظ تورم وآماس سلولی و هدایت الکتریکی سلول، که باعث ثبات بخشیدن به پروتئین‌ها، غشاها و ساختارهای سلولی، لیپیدها و اسیدهای نوکلئیک گشته، بدین ترتیب این تیمارها سطح برگ را در سطح مطلوبی حفظ کردند و در نتیجه مواد قندی بیشتری تولید و به ریشه انتقال یافتند و باعث افزایش میزان شکر قابل استحصال در تیمارهای محلول‌پاشی در مقایسه با شاهد گردید.

عملکرد شکر سفید WSY

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان می‌دهد تیمارهای محلول‌پاشی مـــواد ضـد تنش به‌طور معنی‌داری بر عملکرد شکر سفید تاثیرگذار بود (جدول ۴). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد بالاترین میزان عملکرد شکر سفید در تیمارهای غلظت تیوفول ۱/۵ لیتر در هزار، گلیسین ۲ لیتر در هزار، گلیسین ۳ لیتر در هـزار و سـالسـیلیـک اسید ۰/۵ میلی‌مولار به‌ترتیب با میانگین‌های ۹/۲۴ و ۸/۷۶، ۸/۶۴ و ۸/۵۹ تن در هکتار به‌دست آمد که به لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. کمترین میزان عملکرد شکر سفید نیز در تیمار شاهد (عدم محلول‌پاشی) با میانگین ۶/۳۶ تن در هکتار به‌دست آمد (جدول ۵). همان طور که ملاحظه می‌گردد استفاده از غلظت ۱/۵ لیتر در هزار تیوفول باعث افزایش ۳/۱۱ درصدی عملکرد شکر سفید در مقایسه با تیمار شاهد گردیده است. به‌نظر می‌رسد که تنش زود هنگام سیستم ریشه را تحت تأثیر قرار داد و بسیاری از ریشه‌ها تا عمق ۱۰ سانتی‌متر خاک از بین رفته و توسعه سیستم ریشه زیر این عمق به آرامی صورت گرفت. همچنین، توسعه پوشش گیاه کند شده و دریافت تشعشع کاهش یافت. مقدار آب قابل استفاده در لایه‌های خاک خیلی زود تخلیه شد که نتیجه این تنش کم آبی، ریزش زود هنگام برگ‌ها بود. میزان جذب تشعشع نور خورشید و عملکرد ماده خشک در تیمار تحت تنش کاهش یافت. تنش زود هنگام، بیش‌ترین کاهش در جذب نور و همچنین کاهش عملکرد قند را باعث شد (Brown *et al*., 1987). به‌طوری که، حتی آبیاری مجدد در این تیمار نتوانست میزان رشد برگ را بعد از تنش، به حد مطلوب برساند بدین ترتیب میزان فرآورده‌های تولیدی حاصل از فتوسنتز، در این تیمار کاهش نشان داد، همچنین به علت ایجاد تنش اکسیداتیو و بیومارکرهای مخرب از میزان انرژی ذخیره شده در سلول استفاده شده و گیاه دچار نقصان مواد غذایی شده و این امر باعث افزایش ناخالصی‌ها و کاهش عیار قند و دنبال آن کاهش میزان شکر قابل استحصال گردید از آن‌جا که عملکرد شکر سفید بیش‌تر وابسته به ماده خشک تجمع یافته در ریشه است بنابراین کاهش عملکرد ریشه تحت شرایط تنش خشکی سبب کاهش عملکرد شکر سفید شده است (Firoozabadi *et al*., 2003).

ضریب استحصال شکر (ESC)

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که هر چند اختلافات اندکی بین تیمارها مشاهده شد اما از نظر آماری تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.

میزان سدیم در ریشه چغندرقند

سدیم یکی از املاح معدنی محلول در ریشه چغندرقند است که از طریق ممانعت از بلوری شدن ساکارز در فرآیند استخراج قند، ایجاد اختلال کرده و با افزایش درصد قند ملاس باعث افزایش ضایعات قندی و کاهش درصد قند قابل استحصال می‌گردد (Bayat, 1995). بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس اثرات تیمارهای محلول‌پاشی سالسیلیک اسید، تیوفول و گلیسین بر میزان سدیم در ریشه چغندرقند تاثیر گذار نبوده و از نظر آماری معنی‌دار نشد (جدول ۶).

میزان پتاسیم در ریشه چغندرقند

یکی دیگر از املاح معدنی محلول در ریشه چغندرقند، پتاسیم است که مقدار آن تحت تاثیر عوامل مختلفی قرار می‌گیرد و می‌تواند کیفیت ریشه را تحت تاثیر قرار دهد. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها در این تحقیق نشان داد که اثرات محلول‌پاشی تیمارها بر میزان پتاسیم ریشه چغندرقند از نظر آماری معنی‌دار نشد (جدول ۶).

میزان نیتروژن مضره ریشه چغندرقند

بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، تاثیر محلول‌پاشی سالسیلیک اسید، تیوفول و گلیسین بر

میزان نیتروژن مضره در سطح یک درصد معنی‌دار شد(جدول ۶). نتایج جدول مقایسه میانگین (جدول ۷) مشخص نمود که بالاترین میزان نیتروژن مضره از تیمار شاهد با ۴/۳۸ میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰ گرم خمیر ریشه به‌دست آمد و سایر تیمارها به‌جز تیمار مصرف سالسیلیک اسید با غلظت ۰/۱ میلی‌مولار در رتبه‌های بعدی جای گرفتند و لازم بذکر است که در تیمار محلول‌پاشی تیوفول با غلظت ۱/۵ لیتر در هزار با ۳/۰۹ میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰ گرم خمیر ریشه کمترین مقدار را دارا بود. در این تحقیق تنش خشکی اول فصل سبب ایجاد تجمع نیتروژن آزاد درگیاه گردید که در تیمارهای محلول‌پاشی شده نیتروژن آزاد تبدیل به اسید آمینه و باندهای پروتئینی شدند و بدین ترتیب فشار اسمزی گیاه منفی‌تر گشته و این امر به افزایش پایداری غشای سلولی و جذب بیشتر آب توسط ریشه کمک کرده و در نهایت باعث افزایش تحمل گیاه به تنش خشکی شده است. این امر سبب شده در تیمار عدم محلول‌پاشی، تنش خشکی سبب کاهش رشد ریشه و در نتیجه افزایش نیتروژن مضره گردد، به همین خاطر نیز بیشترین میزان نیتروژن مضره از این تیمار حاصل گردید و کمترین میزان نیتروژن مضره را تیمار محلول‌پاشی تیوفول ۱/۵ لیتر در هزار و سایر تیمارهای محلول‌پاشی شده که توانسته بودند تحمل خود را در برابر خشکی اول فصل افزایش دهند و شاخص سطح برگ خود را در حد مطلوبی حفظ نمایند به‌دست آورند. کلاور (Clover, 1998) گزارش نمودکه خشکی باعث افزایش آمینو نیتروژن در ریشه شده و اثر کمی بر سدیم و پتاسیم دارد. در واقع می‌توان چنین نتیجه گرفت در تیمارهایی که با مواد ضد تنش مثل سالسیلیک اسید، گلیسین و تیوفول محلول‌پاشی شد، احتمالاً آنزیم‌های هیدرولیز کننده پلی‌ساکارید، مهار شده و به تشکیل پلی‌ساکاریدها از قندهای محلول کمک کرد. با این فرض، مواد ضد تنش، برای تقویت غشای سلولی و نگاهداری ساختمان سلول در برابر تنش، باندهای پروتئینی را با استفاده از نیتروژن موجود در اختیار گیاه می‌گذارد، بدین ترتیب در انتهای دوره رشدی از میزان نیتروژن مضره کاسته می‌شود که با تحقیقات بورسانیو وبوتلا (Borsanio and Botella, 2001) مطابقت دارد.

ضریب قلیاییت (AlC)

با توجه به این که ضریب قلیاییت یا آلکالیته عبارت است از نسبت مجموع سدیم و پتاسیم به نیتروژن مضره موجود در ریشه چغندرقند بنابراین هر چه میزان نیتروژن مضره بیشتر باشد ضریب قلیاییت کاهش می‌یابد (Orojnia *et al*., 2011). بر اساس نتایج تجزیه واریانس محلول‌پاشی سالسیلیک اسید، تیوفول و گلیسین بر ضریب قلیاییت در سطح پنج درصد اثر معنی‌داری داشت (جدول ۶). نتایج جدول مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین ضریب قلیاییت از تیمار محلول‌پاشی تیوفول ۱/۵ لیتر در هزار با ۳/۷۱ درصد به‌دست آمد و کمترین میزان ضریب قلیاییت را تیمار شاهد با ۲/۳۶ درصد داشت (جدول ۷). از آن‌جایی که زیادی ضریب قلیاییت سبب اختلال در استخراج قند می‌شود، احتمالاً کمتر بودن ضریب قلیاییت در تیمار شاهد به دلیل پایین‌تر بودن میزان سدیم و پتاسیم و بالاتر بودن نیتروژن مضره نسبت به سایر تیمارها می‌باشد. در این تحقیق تنش خشکی هر چند در اول فصل رخ داده ولی این مساله باعث کاهش دوره رشد رویشی و به دنبال آن کاهش آسیمیلات‌های تولیدی برای ذخیره در ریشه شده و در نهایت عملکرد ریشه را کاهش داده است و از آن جایی که حتی با آبیاری بعد از تنش هم تیمار شاهد نتوانست کانوپی خود را به شکل مطلوبی بهبود بخشد و از میزان فتوسنتز کافی برخوردار باشد، به همین خاطر سعی نمود که با کاهش دوره رشدی،

خود را به مرحله انتهایی برساند این امر باعث گردید که نتواند از میزان نیتروژن مضره در ریشه خود بکاهد و در نتیجه عیار قند، مقدار شکر قابل استحصال و در نهایت ضریب قلیاییت کاهش یافته است. اما در تیمارهایی که محلول‌پاشی با مواد ضد تنش در آنها صورت پذیرفت، با در دسترس بودن آب کافی رشد مطلوب کانوپی و تولید کافی مواد پرورده، ریشه به طور مطلوبی رشد کرده که این امر باعث مصرف نیتروژن‌های آزاد در گیاه شده است و همچنین با طولانی‌تر شدن دوره رشدی باعث کاهش میزان نیتروژن مضره گردید. به همین خاطر ضریب قلیاییت در این تیمارها افزایش نشان داد که این مساله در واقع به علت کاهش چشم‌گیر نیتروژن مضره در این تیمارها است. به همین دلیل است که عیار قند این تیمارها نسبت به تیمار شاهد بالاتر می‌باشد. صادقیان و فضلی (Sadeghiani and Fazli, 1997) گزارش کردند با کم شدن میزان آب و تحت شرایط تنش درصد قند قابل استحصال نیز کاهش یافت که با نتایج به‌دست آمده در این تحقیق منطبق است.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج به‌دست آمده در این آزمایش نشان داد تمام تیمارهای محلول‌پاشی مواد ضد تنش اعم از سالیسیلیک اسید، تیوفول و گلیسین در غلظت‌های مختلف باعث افزایش در میزان صفات کیفی چغندر قند اعم از عملکرد ریشه، عیار قند و عملکرد شکر سفید گردیدند. در کلیه تیمارهای آزمایشی بیشترین میزان به‌دست آمده در صفات مذکور در غلظت ۱/۵ لیتر در هزار تیوفول به‌دست آمد که نشان داد این ماده در مقایسه با سالیسیلیک اسید و گلیسین اثر بیشتری در کاهش اثرات مضر کم آبی در مراحل ابتدایی رشد چغندرقند را دارد.

در بخش خصوصیات کیفی نیز محلول‌پاشی مواد ضد تنش به طور مؤثری باعث بهبود خصوصیات کیفی چغندرقند گردید و استفاده از این مواد نه تنها تاثیری در افزایش غلظت سدیم و پتاسیم نداشت بلکه باعث گردید میزان نیتروژن مضره موجود در خمیر ریشه نیز در تیمارهایی که تحت تاثیر محلول‌پاشی مواد ضد تنش قرار داشتند در مقایسه با تیمار شاهد به میزان قابل توجهی کاهش یابد. بنابراین، استفاده از مواد ضد تنش به صورت محلول‌پاشی نه تنها می‌تواند از کاهش عملکرد کمی محصول چغندرقند تحت تاثیر وقوع تنش خشکی جلوگیری نماید، بلکه می‌تواند در شرایط وقوع تنش به‌ویژه در مراحل ابتدایی رشد گیاه باعث بهبود خصوصیات کیفی چغندر قند نیز گردند.

جدول ۱– خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی

Table 1- Physical and chemical properties of the soil of experimental farm

TEXTURE	SILT (%)	CLAY (%)	SAND (%)	OC (%)	K (mg/kg)	P (mg/kg)	N (%)	TNV (%)	SP (%)	EC (ds/m)	pH (%)
L	18	39	43	0.62	231	7.4	0.06	17.1	35.35	2.02	8.02

جدول ۲- تجزیه واریانس عیار قند، درصد قند ملاس، عملکرد ریشه تحت تاثیر محلول‌پاشی اسید سالسیلیک، تیوفول و گلیسین

Table 2- Analysis of variance of sugar content, sugar content in molasses and root yield affected by salicylic acid, tyuful and glycine

منبع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	عیار قند Sugar Content	قند ملاس Molasses Sugar	عملکرد ریشه Root Yield
بلوک Block	2	0.0221 ^{ns}	0.0185 ^{ns}	15247041.3*
تیمار Treatment	9	4.782**	0.02632 ^{ns}	34585301.8**
خطا Error	18	0.0122	0.00992	2598402.6
ضریب تغییرات (CV)	-	9.45	6.12	18.2

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ ٪ و ۱٪ ، ns عدم اختلاف معنی‌دار

* and **: Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively and ns: non significant

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات محلول پاشی سالسیلیک اسید، تیوفول و گلیسین بر عیار قند، درصد قند ملاس، عملکرد ریشه

Table 3- Mean comparison of salicylic acid, tyuful and glycine foliar application on sugar content, sugar content in molasses and root yield of Sugar Beet

تیمار Treatment	عملکرد ریشه (t/ha) Root Yield	قند ملاس (%) Molasses Sugar	عیار قند (%) Sugar Content
شاهد (بدون محلول پاشی) Control (no foliar application) (A1)	58.65 ^{c}	3.83 ^{a}	15.09 ^{d}
اسید سالسیلیک ۰/۱ میلی مولار salicylic acid 0.1 mM (A_2)	71.53 ^{b}	3.82 ^{a}	15.18 ^{d}
اسید سالسیلیک ۰/۵ میلی مولار salicylic acid 0.5 mM (A_3)	77.92 ^{ab}	3.86 ^{a}	15.48 ^{a}
اسید سالسیلیک ۱ میلی مولار salicylic acid 1 mM (A_4)	76.68 ^{ab}	3.88 ^{a}	15.43 ^{ab}
تیوفول ۰/۵ لیتر در هزار Tyuful 0.5 litr/1000 (A_5)	72.96 ^{b}	3.83 ^{a}	15.27 ^{cd}
تیوفول ۱ لیتر در هزار Tyuful 1 litr/1000 (A_6)	77.32 ^{ab}	3.86 ^{a}	15.39 ^{bc}
تیوفول ۱/۵ لیتر در هزار Tyuful 1.5 litr/1000 (A_7)	82.83 ^{a}	3.88 ^{a}	15.65 ^{a}
گلیسین ۱ لیتر در هزار Glycine 1 litr/1000 (A_7)	74.62 ^{b}	3.84 ^{a}	15.4 ^{abc}
گلیسین ۲ لیتر در هزار Glycine 2 litr/1000 (A_8)	79.67 ^{a}	3.87 ^{a}	15.47 ^{a}
گلیسین ۳ لیتر در هزار Glycine 3 litr/1000 (A_9)	78.65 ^{a}	3.85 ^{a}	15.44 ^{ab}

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون برای هر فاکتور در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

Means with the same letters in each column for each factor followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level

جدول ۴- تجزیه واریانس شکر قابل استحصال، عملکرد شکر سفید و ضریب استحصال شکر تحت تاثیر محلول پاشی اسید سالسیلیک، تیوفول و گلیسین

Table 4- Analysis of variance for recoverable sugar, white sugar yield and extraction coefficient of sugar affected by salicylic acid, tyuful and glycine

منبع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	ضریب استحصال شکر Extraction coefficient of sugar	عملکرد شکر سفید White sugar yield	شکر قابل استحصال Recoverable sugar
بلوک Block	2	0.999 ^{ns}	1073041.6 ^{ns}	1802.1 ^{ns}
تیمار Treatment	9	3.046 ^{ns}	11854061.7**	6743.8*
خطا Error	18	1.011	580462/3	1102.1
ضریب تغییرات (CV)	-	7.21	16.7	10.6

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ ٪ و ۱٪ ، ns عدم اختلاف معنی‌دار

* and **: Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively and ns: non significant

جدول **۵**- مقایسه میانگین اثرات محلول پاشی اسید سالسیلیک، تیوفول و گلیسین بر شکر قابل استحصال، عملکرد شکر سفید، ضریب استحصال شکر

Table 5- Mean comparison of salicylic acid, tyuful and glycine foliar application on recoverable sugar, white sugar yield and extraction coefficient of sugar of Sugar Beet

تیمار Treatment	ضریب استحصال شکر (%) Extraction coefficient of sugar	عملکرد شکر سفید (t/ha) White sugar yield	شکر قابل استحصال (%) Recoverable sugar
شاهد (بدون محلول پاشی) Control (no foliar application) (A1)	71.84 ^{a}	6.36 ^{d}	10.84 ^{b}
اسید سالسیلیک ۰/۱ میلی مولار salicylic acid 0.1 mM (A_2)	71.61 ^{a}	7.78 ^{c}	10.87 ^{b}
اسید سالسیلیک ۰/۵ میلی مولار salicylic acid 0.5 mM (A_3)	71.19 ^{ab}	8.59 ^{a}	11.02 ^{ab}
اسید سالسیلیک ۱ میلی مولار salicylic acid 1 mM (A_4)	70.69 ^{b}	8.4 ^{abc}	10.95 ^{b}
تیوفول ۰/۵ لیتر در هزار Tyuful 0.5 litr/1000 (A_5)	71.32 ^{ab}	7.95 ^{c}	10.89 ^{b}
تیوفول ۱ لیتر در هزار Tyuful 1 litr/1000 (A_6)	71.22 ^{ab}	8.47 ^{ab}	10.96 ^{ab}
تیوفول ۱/۵ لیتر در هزار Tyuful 1.5 litr/1000 (A_7)	71.25 ^{ab}	9.24 ^{a}	11.15 ^{a}
گلیسین ۱ لیتر در هزار Glycine 1 litr/1000 (A_7)	71.69 ^{a}	8.24 ^{abc}	11.04 ^{ab}
گلیسین ۲ لیتر در هزار Glycine 2 litr/1000 (A_8)	71.11 ^{ab}	8.76 ^{a}	11 ^{ab}
گلیسین ۳ لیتر در هزار Glycine 3 litr/1000 (A_9)	71.18 ^{ab}	8.64 ^{a}	10.99 ^{ab}

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون برای هر فاکتور در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

Means with the same letters in each column for each factor followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level

جدول ۶- تجزیه واریانس میزان سدیم، میزان پتاسیم، نیتروژن مضر و ضریب قلیائیت تحت تاثیر محلول‌پاشی اسید سالسیلیک، تیوفول و گلیسین

Table 6- Analysis of variance for sodium, potassium, harmful nitrogen and alkalinity coefficient affected by salicylic acid, tyuful and glycine

منبع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	سدیم Sodium	پتاسیم Potassium	نیتروژن مضر Harmful nitrogen	ضریب قلیاییت Alkalinity coefficient
بلوک Block	2	0.00104 ^{ns}	0.00209 ^{ns}	0.0317 ^{ns}	0.0893 ^{ns}
تیمار Treatment	9	0.00111 ^{ns}	0.00368 ^{ns}	1.408 **	0.312*
خطا Error	18	0.00053	0.00178	0.0159	0.0617
ضریب تغییرات (CV)		7.55	6.34	5.89	9.47

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ ٪ و ۱٪ ، ns عدم اختلاف معنی‌دار

* and **: Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively and ns: non significant

جدول ۷- مقایسه میانگین اثرات محلول‌پاشی سالسیلیک اسید، تیوفول و گلیسین بر میزان سدیم، میزان پتاسیم، نیتروژن مضر و ضریب قلیاییت

Table 7- Mean comparison of salicylic acid, tyuful and glycine foliar application on Sodium, Potassium, Harmful nitrogen content and Alkalinity coefficient

تیمار Treatment	سدیم Sodium (MEq per 100 g of dough roots)	پتاسیم Potassium (MEq per 100 g of dough roots)	نیتروژن مضر Harmful nitrogen (MEq per 100 g of dough roots)	ضریب قلیاییت Alkalinity coefficient (%)
شاهد (بدون محلول پاشی) Control (no foliar application) (A_1)	4.18 ^{c}	6.17 ^{c}	4.38 ^{a}	2.36 ^{d}
اسید سالسیلیک ۰/۱ میلی مولار salicylic acid 0.1 mM (A_2)	4.37 ^{bc}	6.38 ^{b}	3.68 ^{b}	2.92 ^{c}
اسید سالسیلیک ۰/۵ میلی مولار salicylic acid 0.5 mM (A_3)	4.71 ^{a}	6.61 ^{ab}	3.33 ^{c}	3.4 ^{ab}
اسید سالسیلیک ۱ میلی مولار salicylic acid 1 mM (A_4)	4.66 ^{b}	6.57 ^{ab}	3.28 ^{c}	3.42 ^{ab}
تیوفول ۰/۵ لیتر در هزار Tyuful 0.5 litr/1000 (A_5)	4.56 ^{b}	6.49 ^{b}	3.25 ^{c}	3.34 ^{ab}
تیوفول ۱ لیتر در هزار Tyuful 1 litr/1000 (A_6)	4.62 ^{ab}	6.58 ^{ab}	3.21 ^{c}	3.49 ^{ab}
تیوفول ۱/۵ لیتر در هزار Tyuful 1.5 litr/1000 (A_7)	4.76 ^{a}	6.69 ^{a}	3.09 ^{c}	3.37 ^{a}
گلیسین ۱ لیتر در هزار Glycine 1 litr/1000 (A_7)	4.55 ^{b}	6.41 ^{b}	3.27 ^{c}	3.35 ^{b}
گلیسین ۲ لیتر در هزار Glycine 2 litr/1000 (A_8)	4.72 ^{a}	6.63 ^{ab}	3.26 ^{c}	3.48 ^{ab}
گلیسین ۳ لیتر در هزار Glycine 3 litr/1000 (A_9)	4.69 ^{ab}	6.59 ^{ab}	3.23 ^{c}	3.49 ^{ab}

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون برای هر فاکتور در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

Means with the same letters in each column for each factor followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level

References منابع مورد استفاده

- Akbari, M. 1997. The effect of irrigation on sugar beet yield. Conference Proceedings of the 9th National Committee of Irrigation and Drainage. Iran. Tehran. Pp: 189-177. (In Persian).
- Bayat, A. 1995. Effects of different irrigation regimes on quantitative and qualitative properties of sugar beet. The Research Report of Khorasan Sugar Beet Seed Improvement Department. Pp: 97-92.
- Borsanio, V., and M.A. Botella. 2001. Evedence for a role of salicylic acid in the oxidative damage generated by Nacl and osmotic stress in Arabidodsis stress in (Arabidopsis) seedlings. *Plant physiology*. 126, 1024-1030.
- Brown, K.F., A.B. Messem, R.J. Dunham, and P.V. Biscoe. 1987. Effect of drought on growth and water use of sugar beet. *Journal of Agricultural Science UK*. 109(3): 421-435.
- Campbell, L.G., and J.J. Kern. 1983. Relationship among components of yield and quality of sugar beet. *Journal of Sugar Beet Research***.** 22: 135-145.
- Clover, G.R.G. 1998. Effects of beet yellows virus and draught on the growth of sugar beet. Ph.D. Thesis., University of Nottinham.
- Cook, D.A., and R.K. Scott. 1993. Sugar beet crop principle and practice: Chapman and Hall, London, 675p.
- Ebadi khazine ghadim, A., and H. Heidari Sharif Abad. 1999. Effects of water stress on the accumulation of metabolic adaptation in different varieties of alfalfa. *Research and Building*. 48: 64 to 67. (In Persian)
- Edmeades, G.O., S.C. Chafman, J. Bolonas, M. Banziger, and H.R. Lafitte. 1994. Recent evaluation of progress in selection for drought tolerance in tropical maize. Fourth Eastern and Southern African Regional Maize Confernce. Zimbabwe. 28 March-1 April, 1994.
- Ferous, P., and M. Arkosiova. 2001. Variability of chlorophyll content under fluctuating environment, Acta Fytotechnica et Zootechnica, Vol, 4 : 123-125, Special Number Proceedings of the International Scientific Conference on the Occasion of the 55th Anniversary of the Slovak Agricultural Universityin nitra.
- Firoozabadi, M., M. Abdollahian-Noghabi, F. Rahimzadeh, M. Moghadam, and M. Parsaeyan. 2003. Effects of different levels of continuous water stress on the yield quality of three sugar beet lines. *Irnaian Journal of Sugar Beet*. 2(19): 133-142. (In Persian).
- Gill, P.K., A.D. Sharma, P. Singh, and S.S. Bnullar. 2003. Changes in germination, growth and soluble sugar contents of *Sorghum bicolor* L. moench seeds under various a biotic stresses. *Plant Growth Regul*. 40: 154- 162.

- Giveriyo, N.D. 1999. The role of law in promoting sustainable agriculture. *Journal of Sustainable Agriculture.* 2: 111–129.
- Hassani, A., and H. Heidari Sharif Abad. 2004. Osmotic regulation and biological role of proline under drought stress. The final chapter of the book, Drought Mitigation and Drought Damage, Volume II, pages 160-143.(In Persian)
- Hayat, S.A. Ahmad. 2005. Salicylic acid: A plant hormone. Springer. 97-99.
- Heidari Sharif Abad, H. 1999. The plant, drought. Ministry of Agriculture. Deputy Education and Research forests and meadows. Pp: 250-1379. (In Persian)
- Hesiao, T.C. 2000. Leaf and root growth in relation to water status. *Hoticultural Science* 35: 1051- 1058.
- Horvath, E., G. Szalai, and T. Janda. 2007. Induction of A biotic stress tolerance by salicylic acid signaling. *Plant Growth Regular*. 26: 290-300.
- Karamanos, A., J.B. Drossopoulos, and C.A. Niavis. 2000. Free proline accumulation during development of two beet cultivars with water stress. *Journal of Agricultural. Science.* 100: 429-439.
- Mirzaee, M.R., and S.M.A. Rezvani, 2006. Effect of drought stress on quality properties at different stages. *Iranian Journal of Sugar Beet*. 23(1): 29-42. (In Persian).
- Nonomura, A.M., and A.A. Beson. 1992. The path to carbon in photosynthesis: Improved crop yields with methanol. *Proc. Natl. Acad. Sci.U.S.A.* 89: 9794-9798.
- Orojnia, S., D. Habibi, D. Fethullah Taleghani, S.A. Safari Dolatabadi, R. Pazky, C. Moaveni, M. Rahmani, and M. Farshidi. 2011. Evaluation of sugar beet yield and yield components of different genotypes under drought stress. *Journal of Agriculture and Plant Breeding*. 8(1): 144-127. (In Persian).
- Ranjbar, M., H. Larry Yazdi, and Sh. Bromandjazi. 2010. The effect of salicylic acid on antioxidant enzymes, photosynthetic pigments of sugar content in rape (*Brasica napus*) under Pb stress. *Journal of Plant Biology*. 3(9): 39-52. (In Persian).
- Raskin, I. 1992. Role of salicylic acid in plants. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*. 43: 463-439.
- Sadeghiani, Y., and H. Fazli. 1997. Evaluation of modification of drought resistance sugar beet variety through a sieve lines. The Final Report of Sugar Beet Seed Improvement Institute. (In Persian).
- Shaykh al-Islami, R. 1999. Quality and process sugar beet (Translation). Sugar beet from science to practice (D.A. Cook and R.K Scat) Agricultural Science Publication. Pp: 629-587. (In Persian).
- Vandez, V.R.T. 2000. Leaf ureide degradation and fixation tolerance to water deficit in soybean. *Agricultural. Research. Ser*. 35: 201-206.

- Vyas, S., S. Kathuj, and K. Garg. 1985. Performance and metabolic alternations insesamum indicum under different intensities of water stress. *Ann. Bot.* 6: 323-332.
- Yoshiba, Y., T. Kiyosue, T. Katagiri, H. Ueda, and T. Mizoguchi. 2009. Correlation between the induction of a gene for pyrroline-5-carboxylate synthetase and the accumulation of proline in *Arabidopsis thaliana* under osmotic stress. *Plant Journal*. 7(5): 751-760.
- Zbiec, J., S. Karezmarczyk, and C. Podsiadle. 2003. Response of somecultivated plants to methanol as compared to supplementaural irrigation. *Electronic Journal of polish Agricultural Universitics.* 6(1): 1-71.

Application of Glycine, Tufool and Salicylic Acid in Sugar beet (*Beta vulgaris* L.) under Drought Conditions

Mohammad Kheirkhah[1]*, Mohammad Farazi[2], Alireza Dadkhah[1], and Asghar Khoshnood[1]

Received: April 2014, Revised: 26 November 2015, Accepted: 16 February 2016

Abstract

Sugar beet is one of strategic products to supply sugar in water limited areas of Iran. Thus, proper managements to supply enouph water in production of sugar beet is very important. To evaluate the effects of some anti stress substances like salicylic acid, tyuful and glycine to irritigate the effect of early water deficit on suger beet, an experiment based on randomized complete block design with three replications was carried out at the Research Farm of Fariman Sugar Factory in 2013. Treatments consisted of control (without using anti stress substances), with three concentration of salicylic acid (0.1, 0.5, and 1 mM), tyuful with three concentration (0.5, 1 and 1.5 liter per thousand) and glycine with three concentration (1, 2 and 3 liters per thousand). The results showed that the effects of anti-stress materials significantly affected the sugar content, root yield, white sugar yield and harmful nitrogen. Highest sugar content (15.65%), root yield (83.82 $t.ha^{-1}$) and white sugar percentage (11.15%) were obtained by using tyuful 1.5 lit/1000. While, the lowest levels of these characters were obtained from control (not using anti stress substances). Maximum harmful nitrogen was produced in control treatment (4.38) and highest level of alkalinity with mean of 3.49 was observed by using 3 lit/1000 of glycine. Our results showed that all of the anti stress substances had positive effects on sugar beet under drought stress condition.

Key words: Drought, Glycine, Salicylic acid, Sugar beet, Tyuful.

1- Faculty of Agriculture, Higher Education Complex of Shrivan, Shirvan, Iran.
2- Former M.Sc. Student in Agronomy, Higher Education Complex of Shrivan, Shirvan, Iran.
* *Corresponding Author: khairkhah-m@um.ac.ir*