Archive of SID

نشریه علمی پژوهشی دانش کشاورزی و تولید پایدار
جلد ۳۱ شماره ۱ / سال ۱۴۰۰ صفحات ۱۹۲-۱۷۱

اثر تیمارهای مختلف مواد افزودنی به خاک بر خصوصیات کمی و کیفی چغندر قند (*Beta vulgaris*. L) تحت رژیم‌های مختلف آبیاری

معروف خلیلی*[۱]، حمزه حمزه [۲]

تاریخ دریافت: ۹۹/۲/۱ تاریخ پذیرش: ۹۹/۸/۱۲

۱-دانشیار گروه بیوتکنولوژی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران،
۲-استادیار، مرکز تحقیقات کشاورزی همدان
*مسئول مکاتبه: Email: makhalily@yahoo.com

چکیده

اهداف: با توجه اهمیت چغندر قند در استان آذربایجان غربی و همچنین وقوع تنش کم‌آبی در دورهای مختلف رشد گیاه، تحقیق حاضر باهدف بررسی اثر تنش کم آبی برخصوصیات کمی و کیفی چغندر قند و همچنین اثر تیمارهای مختلف افزودنی به خاک بر تعدیل اثر کم آبی برچغندر قند انجام گرفت.

مواد و روش‌ها: به منظور بررسی اثر تیمارهای مختلف افزودنی به خاک بر ویژگی‌های کمی و کیفی چغندر قند در رژیم‌های مختلف آبیاری آزمایشی به صورت اسپلیت پلات در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو محیط مهاباد و میاندوآب در فصل زراعی۹۸-۱۳۹۷ اجرا شد، رژیم‌های آبیاری در سه سطح شامل ٦٠ ، ١٢٠ و ١٨٠ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A به کرت اصلی و تیمارهای مواد افزودنی به خاک شامل سوپرجاذب A200 ، کود دامی، تلقیح بذور با میکوریزا و تیمار شاهد به کرت‌های فرعی اختصاص یافتند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد کاربرد میکوریزا و سوپرجاذب در مکان مهاباد بالاترین محتوی آب نسبی برگ (۷۳/۲۸ و۷٤/٦۹ درصد)، وزن خشک اندام هوایی (۳/۸۵ و ٤/۰۹ تن در هکتار)، عملکرد ریشه(٦۰/۷۱ و ۵۹/٤۲ تن در هکتار)، عیار قند (۱۸/۲۰ و ۱۸/۲۵ درصد)، عملکرد قند ناخالص (۱۰/۸۸ و ۱۰/۵۵ تن در هکتار)، درصد قند خالص(۱۵/۳۳ و ۱۵/۵٦ درصد) و عملکرد قند خالص (۹/۰۵ و ۹/۰۷ تن در هکتار) را به خود اختصاص دادند، همچنین بررسی برهمکنش صفات نشان داد بالاترین شاخص سطح برگ (٤/۱۱)، محتوی آب نسبی برگ (۸۷/۷۸ درصد)، وزن خشک اندام هوایی (٤/۱۱ تن در هکتار)، عملکرد ریشه (۷۷/۹٦ تن در هکتار)، عملکرد قند ناخالص (۱۳/۳۸ تن در هکتار)، ضریب استحصال قند (۸٦/٦۳ درصد) و عملکرد قند خالص (۱۰/۷۱ تن در هکتار) به رژیم آبیاری بعد از ٦۰ میلی‌متر تبخیر و کاربرد سوپرجاذب اختصاص داشت، همچنین در رژیم آبیاری بعد از ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر کاربرد میکوریزا و سوپرجاذب توانستند عملکرد قند خالص را به صورت معنی‌دار در مقایسه با شاهد در رژیم آبیاری ٦۰ میلی متر تبخیر افزایش دهند،

نتیجه گیری: به طور کلی در شرایط کم‌آبی استفاده از میکوریزا و سوپرجاذب می‌تواند اثر تنش کم آبی را بر چغندر قند تعدیل کرده و جایگزین بخشی از آب آبیاری شود.

واژه های کلیدی: شاخص سطح برگ، چغندرقند، عملکرد قند خالص، کم‌آبی، میکوریزا

www.SID.ir

Archive of SID

Effect of Different Soil Amendment Treatments on Quantitative and Qualitative Characteristics of Sugar Beet (*Beta vulgaris*.L) under Different Irrigation Regimes

Marouf Khalili[1*], Hamze Hamze[2]

Received: April 20, 2020 Accepted: November 2, 2020
1-Assoc. Prof., Dept. of Biotechnology and Plant Breeding, Payame Noor University, Tehran, Iran.
2-Assist. Prof., of Hamedan Agricultural Research Center.
*Corresponding Author Email: makhalily@yahoo.com

Abstract

Background & Objective: Considering the importance of sugar beet in West Azerbaijan province and also the occurrence of water-deficit stress in different periods of plant growth, the aim of this study was to investigate the effect of water deficit stress on the quantitative and qualitative properties of sugar beet and also the effect of different soil additive treatments on modulating the effect of water deficit on sugar beet.

Materials & Methods: To investigate the effect of different soil amendment treatments on quantitative and qualitative characteristics of sugar beet under different irrigation regimes an experiment was conducted in split-plot design based on complete random blocks with three replications Was conducted in two places in Mahabad and Miandoab at 218 crop seasons. Irrigation regimes at three levels, including 60, 120, and 180 mm evaporation from Class A evaporation pan, were assigned to the main plots, and soil amendment treatments including superabsorbent A200, mycorrhiza seed inoculation, livestock manure, and control treatment were assigned to sub-plots.

Results: The results showed that the application of mycorrhiza and superabsorbent in Mahabad had the highest leaf relative water content, shoot dry weight, root yield, sugar content, sugar yield, white sugar content, and white sugar yield. Interaction analysis showed the highest leaf area index (4.11), leaf relative water content (87.78%), shoot dry weight (4.11 t/ha), root yield (77.96 t/ha), sugar yield (13.38 t/ha), sugar extraction coefficient (86.63%) and white sugar yield (10.71 t/ha) were assigned to irrigation regime after 60 mm evaporation and superabsorbent application, Also, in the irrigation regime after 120 mm evaporation, application of mycorrhiza and superabsorbent significantly increased the white sugar yield compared to the control in 60 mm evaporation irrigation regime.

Conclusion: it can be concluded that use mycosis and superabsorbent in the soil is recommended to save water consumption and mitigate the effect of water deficit stress.

Keywords :Leaf Area Index, Mycorrhiza, Sugar beet, White Sugar Yield, Water Deficit

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

مصرف بهینه آب در تولید محصولات کشاورزی به عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل محیطی مؤثر بر رشد و نمو گیاهان به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک مانند ایران، از اهمیت به سزایی برخوردار است (بیات و همکاران ۲۰۰۹ و کوهستانی و همکاران ۲۰۰۹). چغندرقند (*Beta vulgaris*) گیاهی است که به دلیل طولانی بودن دوره رشد گاهی اوقات ۹-۸ ماه در زمین باقی می‌ماند و حجم و زیادی از آب آبیاری را به خود اختصاص می‌دهد. چغندرقند پس از سبز شدن نسبت به خشکی متحمل است، لذا با کاهش آبیاری نیز می تواند عملکرد اقتصادی قابل قبولی تولید نماید (وینتر ۱۹۸۰). تحمل نسبی چغندرقند به خشکی را مزیتی مهم برای اکثر مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌دانند. این گیاه به‌واسطه دوره‌ی رشد طولانی جزء گیاهان پرمصرف از نظر آب می‌باشد به طوری که در مناطق مختلف جهان میزان نیاز آبی آن بین ۳۵۰ تا ۱۱۵۰ میلی‌متر گزارش شده است (وان ارد و زندستا ۲۰۰۷). استفاده‌ی بهینه از آب در بخش کشاورزی نقشی اساسی در توسعه و بقای جوامع بشری دارد، از این رو توجه به نقش مدیریتی کاربرد برخی از مواد افزودنی اصلاح کننده نظیر پلیمرهای هیدروژل سوپرجاذب به منظور استفاده بهینه از آب در کشاورزی به منظور افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک، اخیراً در سطح جهان و در مقیاس وسیع مورد توجه و استفاده قرار گرفته است. در ایران نیز به تازگی توجه برخی محققین به این موضوع معطوف شده است (اسلام و همکاران ۲۰۱۱a و اسلام و همکاران، ۲۰۱۱ b و طلایی و آزادزاده ۲۰۰۶). سوپرجاذب‌ها موادی هستند که چندین برابر وزن خود آب را جذب و در خود نگه‌داری می‌نمایند (اسلام و همکاران ۲۰۱۱a). از جمله مزایای سوپرجاذب‌ها به افزایش ظرفیت نگهداری آب و مواد غذایی برای مدت طولانی، کاهش تعداد دفعات آبیاری، مصرف یکنواخت آب برای گیاهان، رشد سریع و مطلوب ریشه، کاهش آبشویی مواد غذایی موجود در خاک، کاهش هزینه آبیاری، مصرف بهینه کودهای شیمیایی، هوادهی بهتر خاک، امکان کشت در مناطق بیابانی و سطوح شیب‌دار، افزایش فعالیت و تکثیر قارچ‌های میکوریزا و سایر ریز جانداران خاک و افزایش تخلخل و ثبات ساختمان خاک اشاره شده است (فاظلی رمضانپور و همکاران ۲۰۱۳ و پرنیازپور ۲۰۰۷). جهان و همکاران (جهان و همکاران ۲۰۱۵) نشان دادند کاربرد سوپرجاذب رطوبت نسبت به عدم کاربرد آن، تأثیر معنی‌داری بر شاخص سطح برگ، عملکرد قند ناخالص و شاخص کلروفیل داشت، به طوری‌که بیشترین مقادیر این صفات (به ترتیب با ۳/٤، ٤/۷ تن در هکتار و ٤٦/۲) را سبب شدند. حسن آبادی و همکاران (۲۰۱٦) در مطالعه اثر سوپرجاذب، کودهای بیولوژیک (مایکوریزا) و سطوح آبیاری بر خصوصیات کمی و کیفی چغندر قند اظهار داشتند اثر رژیم آبیاری و سوپرجاذب بر عملکرد ریشه، درصد قند خالص و ناخالص و عملکرد قند خالص معنی‌دار بود آن‌ها بالاترین مقادیر صفات مذکور را در تیمار آبیاری نرمال، کاربرد سوپرجاذب و عدم تلقیح بذر با کود بیولوژیک مایکوریزا مشاهده کردند.

همزیستی با قارچهای مایکوریزا جهت بهبود روابط آبی گیاه میزبان از جمله راه‌کارهایی است که طی دهه‌های اخیر به‌طور ویژه‌ای مورد توجه برخی محققان قرار گرفته است (سمیت و رد ۲۰۰۸). قارچ‌های گلوموس در بین میکروارگانیسم‌هایی که محیط اطراف ریشه را اشغال می‌کنند، منحصر به‌فرد بوده و با ایجاد رابطه همزیستی با ریشه اغلب گیاهان زراعی که اصطلاحا همزیستی مایکوریزایی گفته می‌شود، موجب افزایش جذب عناصر غذایی مثل فسفر و برخی عناصر کم‌مصرف همچون روی و مس، افزایش جذب آب، کاهش تأثیر منفی تنش‌های محیطی و افزایش مقاومت در برابر عوامل بیماریزا شده و سبب بهبود در رشد و عملکرد گیاهان

www.SID.ir

Archive of SID

میزبان در سیستم‌های کشاورزی پایدار می شوند (جهان و نصیری محلاتی ۲۰۱۲). جعفریان و همکاران (۲۰۱۳) اظهار داشتند کاربرد کودهای بیولوژیکی در چغندر قند توانست خصوصیات کمی و کیفی چغندر قند را بهبود بخشیده و موجب کاهش استفاده از کودهای شیمیایی در این محصول شوند. رضائی چیانه و همکاران (۲۰۱۷) در گیاه گلرنگ بیشترین عملکرد دانه از تیمار آبیاری پس از ٦٠ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر با کاربرد تلفیقی مایکوریزا + نانو کود روی و کمترین مقدار آن از تیمار آبیاری پس از ۲۱۰ میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر در شرایط عدم مصرف کود گزارش کردند.

با توجه اهمیت چغندر قند در استان آذربایجان غربی و همچنین وقوع تنش کم آبی در دورهای مختلف رشد گیاه تحقیق حاضر باهدف بررسی اثر تنش کم آبی برخصوصیات کمی و کیفی چغندر قند و همچنین اثر تیمارهای مختلف افزودنی به خاک بر تعدیل اثر کم آبی برچغندر قند انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در دو مکان مزرعه تحقیقاتی دانشگاه مهاباد (با طول جغرافیایی °٤٥ و ′٤٣ و عرض جغرافیایی °٣٦ و ′١ و ارتفاع ۱۳۲۰ متر از سطح دریا و ایستگاه تحقیقات کشاورزی میاندوآب (موقعیت جغرافیایی ٤٦ درجه و ۹۰ دقیقه طول شرقی و ٣٦ درجه و ٥٨ دقیقه عرض شمالی و در ارتفاع ١٣١٤ متری از سطح دریای آزاد) در سال زراعی ۱۳۹۷به صورت طرح کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید این منطقه براساس طبقه‌بندی دو مارتن، جزو مناطق نیمه‌خشک کشور طبقه-بندی شده است. پیش از اجرای آزمایش، از خاک زمین مورد نظر نمونه‌برداری تصادفی جهت تعیین خصوصیات فیزیکوشیمیایی انجام گرفت که نتایج حاصل در جدول ۱ ارائه شده است. آبیاری در سه سطح شامل ٦٠ ، ۱۲۰ و۱۸۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A به کرت اصلی و تیمار های مختلف افزودنی به خاک شامل سوپرجاذب A200 (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار)، کود دامی، تلقیح بذور با میکوریزا و تیمار شاهد اختصاص یافت. باتوجه به این‌که چغندر قند در ابتدای مراحل رشد به کمبود آب حساس و همچنین جوانه‌زنی آن با مشکل مواجه است، لذا در مرحله جوانه زنی تا استقرار کامل گیاه (مرحله ۸ برگی)، آبیاری به میزان کافی (هر هفته یک‌بار) انجام شد. آبیاری با کمک سیستم تحت فشار و با استفاده از شیلنگ و کنتور انجام گردید. در این مطالعه حجم آب داده شده در تیمارهای آبیاری پس از ٦٠، ۱۲۰ و ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک به‌ترتیب ۸۰۰۰، ٦۳۰۰ و ٤۳٥٠ مترمکعب در هکتار بود و اعمال تنش پس از استقرار گیاه (مرحله ۸ برگی) انجام شد. جهت کاربرد سوپرجاذب در تیمارهای مورد نظر شیارهایی در زیر ردیف‌های کشت ایجاد (پایین تر از بذر حدود ۱۰ سانتی متر از سطح خاک) و با خاک مخلوط شد (کاظمی اربط ۲۰۰٦). سوپرجاذب A200 مورد استفاده شرکت رهاب رزین تحت لیسانس پژوهشگاه پلیمر پتروشیمی تهیه شده بود. کود دامی پوسیده به مقدار ٥٠ تن در هکتار قبل از کاشت به خاک اضافه و با خاک مخلوط شد، خاک حاوی مایکور یزا (*Glomus intraradices*) تهیه شده از شرکت زیست فناور سبز به میزان ٤٠ گرم به ازای هر بوته در هنگام کاشت زیر بذر قرار داده شد (هر گرم نمونه قارچ حاوی حدود ۳۰۰ اسپور زنده بود). در پاییز جهت تهیه بستر کاشت، نسبت به انجام شخم عمیق اقدام گردید. عملیات آماده‌سازی زمین در بهار شامل اجرای شخم سطحی، دیسک، تسطیح، خطکشی و تهیه خطوط کاشت (با استفاده از شیپر) بود. توزیع کودهای مورد نیاز براساس نتایج تجزیه خاک انجام گرفت (جدول ۲). بر این اساس ۲۲٥ کیلوگرم در هکتار کود اوره طی سه مرحله کاشت، دو تا چهار برگی و ٦ تا ۸ برگی به مزرعه افزوده شد. علاوه بر این به ترتیب ۱۳٥ و ۱۱۰ کیلوگرم کود سوپرفسفات تریپل و سولفات پتاسیم نیز هم زمان با شخم پاییزه به

www.SID.ir

Archive of SID

مزرعه داده شد. در هر کرت ۸ ردیف کاشت به طول ۵ متر و فاصله ردیف‌های کاشت و فاصله بوته روی ردیف به ترتیب ۵۰ و ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. رقم مورد استفاده در این آزمایش اکباتان بود که از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی تهیه شد که در تاریخ ۲۰ فروردین کشت شد. تمام کرت‌ها به‌طور هم‌زمان بلافاصله بعد از کاشت آبیاری شدند. پس از استقرار بوته‌ها، در مرحله ٦ – ٤ برگی، بوته‌ها به فاصله ۲۰سانتی‌متر از یکدیگر تنک گردیدند.

مقدار نسبی آب برگ: جهت اندازه‌گیری محتوای نسبی آب برگ (RWC) در مرحله ۲۰ برگی بعد از اعمال تیمارهای تنش آبی، از بالاترین برگ‌های بالغ در ارتفاع یک‌سوم از راس بوته‌ها ۳ صفحه با قطر ۲۰ میلی‌متر از هر برگ جدا شد و بلافاصله وزن شدند (FW)، سپس نمونه‌ها به مدت ٤ ساعت در آب مقطر دو بار تقطیر با دمای در حدود ۵ درجه سلسیوس و نور اندک غوطه‌ور شده و پس از گرفتن آب روی آن‌ها با کاغذ صافی، وزن شدند (TW) سپس نمونه‌ها به مدت ٢٤ ساعت در دمای ۸۰ درجه سانتی گراد قرار داده‌شده و وزن شدند (DW). مقدار آب نسبی برگ از رابطه (۱) محاسبه گردید (بارس ۱۹٦۸).

$$RWC = \frac{FW-DW}{TW-DW} \times 100 \qquad \text{(رابطه ۱)}$$

شاخص سطح برگ: برای محاسبه شاخص سطح برگ در مرحله ۱۲ برگی (زمان به حداکثر رسیدن سطح برگ‌ها) از رابطه (۲) استفاده شد (واتسون ۱۹٤۷) .

$$LAI = \frac{LA}{LG} \qquad \text{(رابطه ۲)}$$

مساحت برگ = LA مساحت زمین اشغال شده = LG

دو هفته قبل از برداشت، آبیاری مزرعه قطع و در آبان ماه محصول هر کرت برداشت شد. جهت خنثی کردن اثر حاشیه هنگام برداشت، از هر کرت، دو ردیف کناری حذف و دو ردیف در هر واحد آزمایشی برداشت گردید. کلیه ریشه‌های مربوط به هر کرت پس از سرزنی و تمیز نمودن، شمارش و توزین شدند و بر اساس آنها عملکرد برای هر کرت محاسبه شد. جهت اندازه‌گیری درصد قند برای هر نمونه مقدار ٢٦ گرم خمیر ریشه‌های برداشت شده با ۱۷۷ میلی‌لیتر سواستات سرب (مخلوطی از سه قسمت استات سرب و یک قسمت اکسیدسرب) در همزن ریخته و به مدت سه دقیقه مخلوط شدند که پس از منتقل نمودن مخلوط حاصله به قیف صافی، شربت زلالی حاصل گردید. شربت به‌دست آمده جهت تجزیه در دستگاه بتالیزر مورد استفاده قرار گرفت. پلاریمتر برمبنای میزان انحراف نور پلاریزه، میزان قند موجود در هر نمونه را نشان می‌دهد که به‌عنوان درصد قند کل یا ناخالص برای هر کرت ثبت شد و با کسر میزان قند ملاس از قند کل، میزان قندخالص یا قند قابل استحصال برای هر نمونه به‌دست آمد (ایسیومسا ۲۰۰۹). برای تعیین عملکرد قند ناخالص و خالص، عملکرد ریشه در هر کرت به درصد قند ناخالص و درصد قندخالص مربوط به همان کرت ضرب شد سپس ارقام به‌دست آمده به صورت عملکرد قند ناخالص و قند خالص در هکتار ثبت گردید.

درصد قند قابل استحصال × عملکردریشه (تن‌درهکتار) = عملکرد قند خالص (رابطه ۳)

درصد قند × عملکرد ریشه (تن در هکتار) = عملکرد قند ناخالص (رابطه ٤)

تجزیه و تحلیل داده‌ها پس از بررسی و تأیید برقراری فرض‌های تجزیه واریانس، یعنی نرمال بودن

www.SID.ir

Archive of SID

توزیع خطاها، یکنواختی واریانس‌های درون تیماری و اثر افزایشی بلوک (به‌ترتیب به کمک آزمون شاپیرو- ویلک، توزیع باقیمانده و آزمون غیر افزایشی توکی)، انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها به کمک نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ انجام و مقایسه میانگین پارامترهای مورد بررسی نیز با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در منطقه مهاباد و میاندوآب

منطقه	بافت خاک	پتاسیم ($mg.kg^{-1}$)	فسفر ($mg.kg^{-1}$)	کلسیم ($mg.kg^{-1}$)	آمونیوم ($mg.kg^{-1}$)	منیزیم ($mg.kg^{-1}$)	نیترات کل (٪)	کربن آلی (٪)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی $dS.m^{-1}$
مهاباد	کلی لوم	٤٢٢	١٣/٣٦	٥/٤	١٣/٧٩	٣/٨	٠/١٣	١/٢٦	٧/٦٤	١/٢
میاندوآب	سیلتی لوم	٢٥٥	٨/٠٥	٨	١٣/١٥	٣/٥	٠/١٣	٠/٧٨	٨	٢/١٤

نتایج و بحث

در مطالعه حاضر اثر رژیم آبیاری بر کلیه صفات مورد بررسی به غیر از ضریب استحصال قند در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود، اثر تیمارهای افزودنی به خاک روی صفات مورد مطالعه در سطح احتمال یک درصد (به غیر از عیار قند در سطح احتمال پنج درصد) معنی دار بود، اثر مکان در تیمار افزودنی به خاک بر وزن خشک اندام هوایی، عیار قند، عملکرد قند ناخالص و عملکرد قند خالص در سطح احتمال یک درصد و بر محتوی آب نسبی برگ، عملکرد ریشه و درصد قند خالص در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود، اثر متقابل رژیم آبیاری در تیمار افزودنی به خاک نیز بر محتوی آب نسبی برگ، عملکرد ریشه، عیار قند، درصد قند خالص و عملکرد قند خالص در سطح احتمال یک درصد و بر شاخص سطح برگ، وزن خشک اندام هوایی، عملکرد قند ناخالص و درصد استحصال قند در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۱).

شاخص سطح برگ: در تحقیق حاضر کاربرد مایکوریزا و سوپرجاذب در رژیم آبیاری بعد از ٦٠ میلی-متر به ترتیب با متوسط ٤/٣٢ و ٤/١١ بالاترین شاخص سطح برگ را به خود اختصاص دادند کمترین مقدار شاخص مذکور نیز با متوسط ٢/٥٣ به تیمار شاهد در رژیم آبیاری بعد از ١٨٠ میلی‌متر اختصاص یافت، لازم به ذکر است که بین تیمار مذکور و تیمار کاربرد کود دامی در رژیم آبیاری بعد از ١٨٠ میلی متر اختلاف معنی-دار مشاهده نشد. در این مطالعه بین تیمارهای استفاده از میکوریزا و سوپرجاذب در دورهای آبیاری بعد از ١٢٠ و ١٨٠ میلی‌متر و تیمار عدم کاربرد مواد افزودنی به خاک در رژیم آبیاری بعد از ٦٠ میلی‌متر (تیمار آبیاری نرمال بدون کاربرد مواد افزودنی به خاک) اختلاف معنی‌دار دیده نشد (جدول ٤). بنابراین می‌توان اظهار داشت استفاده از این دو ماده می‌تواند موجب تعدیل اثر تنش کم‌آبی بر شاخص سطح برگ شوند. مصرف سوپرجاذب با توانایی که در جذب و نگهداری رطوبت در خاک دارد، از طریق تولید برگ‌های جدید و افزایش وسعت سطح برگ باعث ایجاد سطح سبز بیشتر می‌شود و با افزایش سطح برگ گیاه، تولید مواد فتوسنتزی نیز بیشتر خواهد شد. جهان و همکاران (٢٠١٢) نشان دادند بالاترین شاخص سطح برگ در چغندر قند به تیمار کاربرد سوپر جاذب اختصاص داشت. همچنین در مطالعه فاضلی رستم پور (٢٠١٣) و محله و همکاران (٢٠١١) کاربرد سوپرجاذب اثر مثبتی بر افزایش شاخص سطح برگ ذرت علوفه‌ای و سورگوم علوفه‌ای داشت، همچنین در گزارش‌های مختلف دلیل مشخص افزایش سطح برگ در گیاهان میکوریزی با شدت جذب عناصر غذایی و بویژه فسفر مرتبط دانسته شده است. فسفر با افزایش

www.SID.ir

Archive of SID

سرعت فتوسنتز و تحریک سنتز فیتوهورمون‌های گیاهی و بخصوص سیتوکنین نقش اساسی در افزایش سطح برگ در شرایط تلقیح با میکوریز دارد (لودویگ- میلر ۲۰۰۰). پرویزی و نوایی (۲۰۱۹) گزارش کردند که میکوریز در شرایط تنش خشکی سبب افزایش شاخص سطح برگ در سیب‌زمینی شده است.

محتوی آب نسبی برگ: نتایج مقایسه میانگین تیمارهای اثر متقابل نشان داد کاربرد مایکوریزا در محیط میاندوآب با متوسط ۷۵/٤۲ درصد بالاترین محتوی آب نسبی برگ را به خود اختصاص دادند، لازم به ذکر است که بین تیمار مذکور و تیمارهای کاربرد میکوریزا، سوپرجاذب و کود دامی در منطقه مهاباد اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد، کمترین مقدار شاخص مذکور نیز با متوسط ٦۵/۱٤ و ٦۲/۰۸ و درصد به تیمار شاهد در هر دو محیط مهاباد و میاندوآب دیده شد (جدول ۳). در بین تیمارهای اثر متقابل رژیم آبیاری و مواد افزودنی به خاک استفاده از میکوریزا و سوپرجاذب در رژیم آبیاری بعد از ٦۰ میلی متر به ترتیب با متوسط ۸٦/۷۲ و ۸۷/۷۸ درصد بالاترین محتوی نسبی آب برگ را به خوداختصاص داد. کمترین مقدار صفت مذکور با متوسط ۵۳/۳۳ درصد به تیمار شاهد در تیمار آبیاری بعد از ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر اختصاص یافت. نتایج هم‌چنین نشان داد اگر چه تنش کم آبی موجب کاهش محتوی آب نسبی برگ شد اما استفاده از میکوریزا در رژیم آبیاری بعد از ۱۲۰ میلی‌متر توانست محتوی آب نسبی برگ یکسانی با تیمار شاهد در رژیم آبیاری بعد از ٦۰ میلی متر تبخیر داشته باشد (جدول ٤). قارچ‌های میکوریز با افزایش محتوای آب نسبی می توانند موجب تسهیل در جذب فسفر از خاک شده و در نهایت نقش موثری درافزایش رشد گیاه داشته باشند و افزایش جذب فسفر به نوبه خود با تأمین انرژی مورد نیاز در دستگاه فتوسنتزی و افزایش فعالیت آنزیم‌های موثر در فتوسنتز به افزایش راندمان فتوسنتز منجر شده و تحریک رشد گیاه را موجب خواهد شد. ثابت شده است که میکوریز با افزایش قندهای محلول و پرولین در محیط ریشه سبب کاهش پتانسیل اسمزی سلول های ریشه نسبت به محیط خاک شده و از این طریق به انتقال بیشتر آب به محیط ریشه بویژه در شرایط تنش کمک می‌کند (باقری و همکاران ۲۰۱۲). هم‌چنین گزارش شده است که مصرف سوپرجاذب به واسطه بهبود شرایط خاک منجر به افزایش محتوای نسبی آب برگ می‌شود (اسلام و همکاران a۲۰۱۱ و پوراسماعیل و همکاران ۲۰۰۹).

عملکرد ریشه: نتایج نشان داد کاربرد میکوریزا در مکان مهاباد با متوسط ٦۰/۷۱ تن در هکتار بالاترین عملکرد ریشه را به خود اختصاص داد، لازم به ذکر است که بین تیمار مذکور و تیمارهای کاربرد سوپرجاذب در مکان مهاباد و میاندوآب تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد. در این مطالعه کمترین عملکرد ریشه با متوسط ٤۹/۲٦ تن در هکتار به تیمار شاهد در مکان مهاباد اختصاص یافت (جدول ۳).

در بین تیمارهای آبیاری و تیمارهای افزودنی به خاک بالاترین عملکرد ریشه به تیمار آبیاری بعد از ٦۰ میلی مترتبخیر و استفاده از سوپرجاذب و میکوریزا به ترتیب با متوسط ۷۷/۹٦ و ۷۲/۷۷ تن در هکتار اختصاص داشت، کمترین عملکرد ریشه نیز به تیمار آبیاری بعد از ۱۸۰ میلی‌متر همراه با تیمار کود دامی با متوسط ٤۱/۱۲ تن در هکتار اختصاص داشت، لازم به ذکر است که بین تیمار مذکور و تیمارهای شاهد، کاربرد میکوریزا و سوپرجاذب در تیمار آبیاری بعد از ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر و همچنین تیمار کود دامی در تیمار آبیاری بعد از ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد. در این بررسی استفاده از میکوریزا، سوپرجاذب و کود دامی در تیمار آبیاری بعد از ٦۰ میلی‌متر تبخیر و کاربرد میکوریزا و سوپرجاذب در تیمار آبیاری بعد از ۱۲۰ میلی‌متر توانستند عملکرد ریشه را در مقایسه با تیمار شاهد در هر رژیم آبیاری به صورت معنی‌دار افزایش دهند (جدول ٤). در تیمار آبیاری بعد از ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر بین تیمارهای کودی اختلاف معنی‌دار دیده نشد و

www.SID.ir

Archive of SID

کمترین عملکرد ریشه در این آبیاری ثبت شد، می‌توان اظهار نمود کمبود آب سبب کاهش سطح برگ و درصد پوشش سبز و افزایش تنفس و همچنین صرف انرژی برای رشد مجدد برگ‌ها و اندام‌های هوایی می‌شود که در نهایت موجب کاهش عملکرد ریشه می‌گردد. همچنین، یکی از مکانیسم‌های گیاهان جهت مقاومت به خشکی کاهش پتانسیل اسمزی از طریق افزایش سنتز و تجمع کربوهیدرات‌هایی مانند ساکارز در شیره سلولی ریشه است که از این طریق، پتانسیل اسمزی کمتر از پتانسیل اسمزی خاک شده و آب به داخل ریشه جریان پیدا می-کند. البته چنین فرایندی با صرف انرژی در گیاه همراه است و صرف این مقدار انرژی موجب کاهش رشد ریشه و در نتیجه کاهش عملکرد ریشه می‌شود (خادم و همکاران ۲۰۱۱). در این بررسی کاربرد میکوریزا در رژیم‌های آبیاری بعد از ٦٠ و ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر اثر مثبتی بر عملکرد ریشه داشت، نتایج تحقیق روی گیاهان میکوریزایی و غیر میکوریزایی در شرایط تنش رطوبتی نشان داده است که هدایت هیدرولیکی سیستم ریشه های گیاهان میکوریزایی بیش‌تر از گیاهان غیر میکوریزایی است (زانگ و همکاران ۲۰۰٦)، این موضوع در اثر افزایش سطح ریشه و یا طول ریشه‌های میکوریزایی می باشد. هدایت آبی نیز در واحد طول ریشه دو تا سه برابر افزایش نشان می‌دهد. برگ های گیاهان میکوریزایی دارای مقاومت کمتری به انتشار بخار آب هستند و هم چنین سطح آن ها در مقایسه با گیاهان غیر میکوریزایی افزایش نشان می‌دهد (زانگ و همکاران ۲۰۰٦). پرویزی و نوایی (۲۰۱۹) نشان دادند، بالاترین عملکرد غده در سیب زمینی به تیمار میکوریزی همراه با تیمار کم‌آبی ۸۵ درصد تأمین آب، اختصاص داشت اگر چه تیمار مذکور با تیمار میکوریزی با ۱۰۰ درصد آبیاری تفاوت‌ها معنی‌داری نداشت. همچنین به‌نظر می‌رسد در حالتی که سوپرجاذب در خاک وجود دارد به سبب تسهیل در جذب آب و مواد غذایی توسط ریشه، گیاه می‌تواند از شرایط ایجاد شده به منظور تولید سطح برگ بیشتر، و در نتیجه میزان فتوسنتز بالاتر، استفاده و در نهایت عملکرد ریشه بیشتری تولید کند. حسن آبادی و همکاران (۲۰۱٦) بالاترین عملکرد ریشه را با متوسط ۷۳/۳٤ تن در هکتار در تیمار آبیاری نرمال و کاربرد سوپرجاذب بدون تلقیح با کود بیولوژیک و کمترین مقدار را با متوسط ۳۸/۲ تن در هکتار در تیمار تنش کم آبی و عدم استفاده از زئولیت و کود بیولوژیک گزارش کردند. در تحقیقی بر چغندر قند بالاترین عملکرد ریشه به تیمار تلفیقی کاربرد ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه و استفاده از ۱۲ تن در هکتار کمپوست و کود نیتروژنه (به مقدار توصیه شده) بدست آمد (محمدعباس و همکاران ۲۰۱۳). اثر مثبت آبیار کامل، سوپر جاذب و میکوریزا بر عملکرد ریشه در مطالعات دیگر محققین نیز گزارش شده است (رویز لوزانو و آروکا ۲۰۱۰ و کنتر و همکاران ۲۰۰٦). نتایج نشان داد همبستگی بین شاخص سطح برگ و عملکرد ریشه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود ($r = ۰/۲۵^*$)، می‌توان اظهار داشت شاخص برگ مناسب به واسطه فراهم سازی سطح فتوسنتزی مناسب موجبات بهبودی عملکرد ریشه را فراهم نموده است (جدول ٥).

وزن خشک اندام هوایی: نتایج نشان داد کاربرد میکوریزا در مکان میاندوآب با متوسط ٤/۲۷ تن در هکتار بالاترین و تیمار شاهد در محیط مهاباد با متوسط ۳/۰۰ تن در هکتار کمترین وزن خشک اندام هوایی را به خود اختصاص دادند (جدول ۳). استفاده از میکوریزا در تیمار آبیاری بعد از ٦٠ میلی متر با متوسط ٤/٥۱ تن در هکتار بالاترین وزن خشک اندام هوایی را به خود اختصاص داد، لازم به ذکر است که بین تیمار مذکور و دیگرتیمارهای افزودنی به خاک در رژیم آبیاری بعد از ٦٠ میلی‌متر اختلاف معنی‌دار دیده نشد، در این بررسی کمترین وزن خشک اندام هوایی با متوسط ۲/۸٤ تن در هکتار به تیمار شاهد در تیمار آبیاری بعد از ۱۸۰ میلی متر اختصاص داشت (جدول ٤)، هر چند بین تیمار مذکور و تیمارهای میکوریزا، سوپرجاذب و کود دامی اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد. در این بررسی کمترین وزن

www.SID.ir

Archive of SID

خشک اندام هوایی در تیمار آبیاری بعد از ۱۸۰ میلی متر تبخیر دیده شد. از جمله دلایل کاهش عملکرد گیاهان در شرایط تنش خشکی می‌توان به برهم خوردن تعادل تغذیه‌ای اشاره نمود، چرا که در شرایط تنش خشکی به دلیل تخلیه آب قابل استفاده خاک میزان تجمع املاح در محیط ریشه افزایش می‌یابد که باعث کاهش پتانسیل اسمزی محیط ریشه و بروز سمیت ویژه یونی و کمبود یون‌های غذایی می‌شود. خشکی با ایجاد تغییرات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی متعددی که در گیاه به وجود می‌آورد و با متوقف نمودن گسترش سلول‌ها و کاهش فشار آماس می‌تواند بر روی وزن تر و خشک گیاه تأثیر گذاشته و آنها را کاهش دهد، خشکی باعث کاهش انتقال مواد غذایی از خاک به گیاه می‌شود و باعث کاهش معنی‌دار وزن خشک نسبت به گیاهان شاهد می‌شود. جهان و نصیری محلاتی (۲۰۱۲) گزارش کردند کوتاه‌تر شدن دوره رشد رویشی و زایشی گیاه تحت تیمار آبیاری بعد از ۱۲۰ میلی‌متر، از طریق کاهش تولید مواد فتوسنتزی و عدم تأمین مواد فتوسنتزی کافی جهت تخصیص مناسب به ریشه‌های در حال رشد می‌شود اما، در شرایط تنش خشکی، همزیستی با قارچ مایکوریزا از طریق افزایش سطح جذب ریشه‌ها (نفوذ میسلیوم‌های قارچ و افزایش سطح تماس ریشه با خاک) موجب افزایش دسترسی گیاه به آب و مواد غذایی شده است. قارچ میکوریز ا با افزایش جذب عناصر غذایی، رشد و نمو و فعالیت‌های بیوشیمیایی گیاه را افزایش می‌دهد و این امر موجب افزایش عملکرد بیولوژیک می‌شود. بهبود وزن خشک اندام هوایی در تیمارهای کاربرد سوپرجاذب به این دلیل است که زمانی که سوپرجاذب‌ها به خاک اضافه می‌شود، قادر هستند که آب و مواد غذایی را به خود جذب و سپس به آهستگی آزاد می‌کنند. این آب می‌تواند توسط گیاه زمانی که در حال رشد است یا تحت شرایط تنش قرار دارد مورد استفاده قرار گیرد(اسلام و همکاران a۲۰۱۱). کشاورز و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که تنش کم‌آبی به صورت معنی‌داری وزن خشک گیاه را در ارزن مرواریدی کاهش داد اما کاربرد سوپر جاذب به خصوص در مقادیر بالا اثرات منفی تنش کم آبی را بر گیاه جبران کرد که همسو با نتایج تحقیق حاضر است. در مطالعه خلیلی و حمزه (۲۰۱۹) بالاترین وزن خشک اندام هوایی در چغندر قند در تیمار استفاده از ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر جاذب در دو رژیم آبیاری بعد از ٦۰ و ۱۲۰ میلی متر تبخیر گزارش شد.

عیار قند: نتایج حاکی از آن بود که تیمار شاهد در محیط مهاباد با متوسط ۱۸/۹۷ درصد بالاترین و تیمار کاربرد سوپرجاذب و میکوریزا در محیط میاندوآب به ترتیب با متوسط ۱٦/۹۲ و ۱٦/۸٦ درصد کمترین عیار قند را به خود اختصاص دادند (جدول ۳). در مطالعه حاضر تیمار شاهد در تیمار آبیاری ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر با متوسط ۲۰/۲۷ درصد بالاترین عیار قند را به خود اختصاص داد هر چند بین تیمار مذکور و تیمار کاربرد سوپرجاذب و کود دامی در رژیم آبیاری بعد از ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر و کاربرد میکوریزا در رژیم آبیاری بعد از ۱۸۰ میلی متر تبخیر اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد (جدول ٤). دراین بررسی کمترین عیار قند با متوسط ۱۵/۹۰ درصد به تیمار کاربرد سوپرجاذب در تیمار آبیاری بعد از ٦۰ میلی متر تبخیر اختصاص یافت. در این بررسی همبستگی بین عیار قند با عملکرد ریشه (**۰/٤۲- = r) در سطح احتمال یک درصد منفی و معنی‌دار بود (جدول ۵). کم‌آبی در چغندر قند موجب کاهش وزن‌تر ریشه می‌شود اما درصد قند ریشه به واسطه پس‌آبیدگی ریشه افزایش می‌یابد. کاهش وزن تر ریشه به دلیل پس-آبیدگی در برگ‌ها و ریشه‌ها رخ می‌دهد اما تولید شکر به ندرت تحت تأثیر کم آبی قرار می‌گیرد حتی اگر تنها ۷۰ درصد از مقدار آب مورد نیاز گیاه در اختیار چغندر قند قرار بگیرد (الجباوی و عباس۲۰۱۳). کم بودن عیار قند در سطوح کاربرد میکوریزا و سوپرجاذب به دلیل ایجاد شرایط مساعد محیطی برای افزایش رشد و حجم ریشه هاست به طوری‌که در تحقیق حاضر سطوح سوپرجاذب موجب افزایش طول ریشه و عملکرد ریشه شد که خود موجب افزایش نسبت وزن ریشه به عیار قند خواهد شد.

www.SID.ir

Archive of SID

رضائی چیانه و همکاران (۲۰۱۷) نشان دادند با افزایش تنش خشکی و کاربرد مایکوریزا میزان قندهای محلول و پرولین به‌طور معنی‌داری افزایش یافت، همچنین آنها اظهار داشتند که تلقیح با مایکوریزا در شرایط کمبود آب، میتواند با توسعه سیستم ریشه‌ای و افزایش سطح جذب ریشه، جذب آب و عناصر غذایی را توسط گیاه افزایش داده و سبب افزایش مقاومت گیاه در برابر کم‌آبی شود، آبیانه و همکاران (۲۰۱۷) نشان دادند با افزایش سطح کود نیتروژنه و تعداد رژیم آبیاری از عیار قند کاسته می‌شود. در مطالعه محمد عباس و همکاران (۲۰۱۸) بالاترین عیار قند در تیمار اثر متقابل کاربرد ۱۵ تن در هکتار کمپوست و رژیم آبیاری بعد از ۵۰ درصد نیاز آبی گزارش شد.

عملکرد قند ناخالص: در بین تیمارهای اثر متقابل مکان در مواد افزودنی به خاک بالاترین درصد قند خالص با متوسط۱۰/۸۸ تن در هکتار به کاربرد میکوریزا در محیط مهاباد اختصاص داشت، لازم به ذکر است که بین تیمار مذکور و تیمار سوپرجاذب در محیط مهاباد و میکوریزا در محیط میاندوآب اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد. کمترین مقدار صفت مذکور نیز با متوسط ۸/۳۷ تن در هکتار به تیمار کود دامی در مکان مهاباد اختصاص یافت (جدول ۳). در بررسی حاضر هر چند استفاده از سوپرجاذب و میکوریزا در تیمار آبیاری بعد از ٦۰ میلی-متر تبخیر به ترتیب با متوسط ۱۳/۳۸ و ۱۲/۲۱ تن در هکتار بالاترین عملکرد قند ناخالص را به خود اختصاص دادند، اما بین تیمارهای مذکور و تیمار شاهد و استفاده از کود دامی در تیمار آبیاری بعد از ٦۰ میلی متر تبخیر اختلاف معنی‌داردیده نشد. در این بررسی کاربرد کود دامی در تیمار آبیاری بعد از ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر با متوسط ۷/۳۱ تن در هکتار کمترین عملکرد قند ناخالص را به خود اختصاص دادند، لازم به ذکر است که بین تیمار مذکور و تیمار شاهد در رژیم آبیاری بعد از ۱۲۰ میلی‌متر و کاربرد سوپرجاذب در رژیم آبیاری بعد از ۱۸۰ میلی متر اختلاف معنی‌دار دیده نشد (جدول ٤). با توجه به اینکه عملکرد قند ناخالص از دو جزء عملکرد ریشه و عیار قند حاصل شده است، بالا بودن عملکرد قند ناخالص در تیمارهای کودی در رژیم آبیاری بعد از ٦۰ میلی متر تبخیر را می‌تواند به بالا بودن عملکرد ریشه در این تیمارها نسبت داد، با توجه به پایین بودن عیار قند در این تیمارها می‌توان اظهار داشت اثر عملکرد ریشه در شکل‌گیری عملکرد قند ناخالص تأثرگزارتر از عیار قند بود، وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار بین عملکرد قند ناخالص می تواند تأییدی بر این ادعا باشد. در مطالعه جهان و همکاران (۲۰۱۲) بالاترین عملکرد قند ناخالص با متوسط ٤/۷ تن در هکتار به تیمار کاربرد سوپرجاذب به مقدار ٤۰ کیلوگرم در هکتار اختصاص داشت. در مطالعه هاشمی و همکاران (۲۰۱٤) بالاترین عملکرد قند ناخالص و خالص در تیمار آبیاری کامل و تلقیح بذر با میکوروارگانسیم ها بدست آمد. محمد عباس و همکاران (۲۰۱۸) بالاترین عملکرد قند ناخالص را در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه و استفاده از ۱۲ تن در هکتار کمپوست گزارش کردند.

درصد قند خالص: در این بررسی بالاترین درصد قند خالص با متوسط ۱۵/٥٦ درصد به تیمار کاربرد سوپرجاذب در محیط مهاباد اختصاص داشت هرچند بین تیمار مذکور و تیمارهای کاربرد مایکوریزا در محیط مهاباد و میاندوآب اختلاف معنی‌دار دیده نشد. در این مطالعه هرچند کمترین درصد قند خالص با متوسط ۱۲/۲٥ درصد به تیمار آبیاری بعد از ٦۰ میلی‌متر تبخیر در تیمار شاهد مواد افزودنی به خاک اختصاص داشت اما بین تیمار مذکور و آبیاری بعد از ٦۰ میلی‌متر تبخیر همراه با مایکوریزا و کود دامی، تیمار آبیاری بعد از ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر در تیمار شاهد و کود دامی و تیمار آبیاری بعد از ۱۸۰ میلی‌متر و تیمار سوپرجاذب اختلاف معنی دار دیده نشد (جدول ۳). در این مطالعه اگر چه استفاده کود دامی در تیمار آبیاری ۱۸۰ میلی‌متر با متوسط ۱٦/۱٥ درصد بالاترین درصد قند خالص را به خود اختصاص داد اما بین تیمار مذکور و تیمارهای کاربرد میکوریزا و سوپرجاذب در تیمار آبیاری بعد از ۱۲۰ میلی‌متر و تیمار شاهد و کاربرد میکوریزا در تیمار آبیاری بعد از ۱۸۰ میلی متر اختلاف معنی‌دار دیده نشد (جدول ٤). کمترین درصد قند خالص نیز با متوسط

www.SID.ir

Archive of SID

۱۲/۹۰ درصد به تیمار شاهد در تیمار آبیاری بعد از ٦۰ میلی‌متر تبخیز اختصاص یافت. کائور و همکاران (۲۰۰۷) اظهار داشتند تحت شرایط کم آبی افزایش درصد قند با افزایش سنتز فسفاتاز قند و کاهش فعالیت اسید اینورتاز همراه است. حسن آبادی و همکاران (۲۰۱٦) بالاترین درصد قند خالص را با متوسط ۱۱/۸۸ درصد در تیمار آبیاری نرمال، کاربرد سوپرجاذب بدون تلقیح با کود بیولوژیک و کمترین مقدار با متوسط ٥/٤٦ درصد در شرایط کم آبی و عدم کاربرد سوپرجادب و کود بیولوژیک گزارش کردند.

درصد استحصال قند: در بررسی حاضر بالاترین درصد استحصال قند با متوسط ۸۷/٦۳، ۸٦/۷۹ و ۸٦/٦۳ درصد در تیمارهای کاربرد میکوریزا و سوپر جاذب در تیمار آبیاری بعد از ۱۲۰ میلی متر و استفاده از سوپرجاذب در رژیم آبیاری بعد از ٦۰ میلی‌متر تبخیر اختصاص یافت. کمترین ضریب استحصال قند نیز با متوسط ٦٥/۲۰ درصد به تیمار کاربرد کود دامی در رژیم آبیاری بعد از ۱۲۰ میلی‌متر اختصاص یافت (جدول ٤). در مطالعه حاضر درصد استحصال قند از تقسیم درصد قند خالص به درصد قند ناخالص بدست آمد، بنابراین بالا بودن درصد استحصال در تیمارهای کاربرد میکوریزا و سوپر جاذب در تیمار آبیاری بعد از ۱۲۰ میلی متر و استفاده از سوپرجاذب در رژیم آبیاری بعد از ٦۰ میلی-متر تبخیر را می‌توان به بالا بودن درصد قند خالص و پایین بودن درصد قند ناخالص نسبت داد، وجود همبستگی مثبت بین درصد استحصال قند با درصد قند خالص ($r = ۰/٦۲^{**}$) و همبستگی منفی و معنی‌دار و با عیار قند ($r = -۰/٦۲^{**}$) دلیلی بر این ادعاست (جدول ٥).

عملکرد قند خالص: نتایج نشان داد کاربرد میکوریزا و سوپرجاذب به ترتیب با متوسط ۹/۰۷ و ۹/۰٥ تن در هکتار بالاترین عملکرد قند خالص را در مهاباد به خود اختصاص دادند، بین تیمارهای مذکور و تیمار کاربرد سوپرجاذب در محیط میاندوآب از لحاظ عملکرد قند خالص اختلاف معنی‌داردیده نشد. دراین مطالعه تیمار شاهد در محیط مهاباد با متوسط ٦/۲٤ تن در هکتار کمترین عملکرد قند خالص را به خود اختصاص داد (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین تیمارهای اثر متقابل آبیاری و تیمار افزودنی به خاک نشان داد استفاده از سوپرجاذب در تیمار آبیاری بعد از ٦۰ میلی‌متر تبخیر با متوسط ۱۰/۷۱ تن در هکتار بالاترین عملکرد قند خالص را به خود اختصاص داد، در این مطالعه تیمار شاهد و کود دامی در تیمار آبیاری بعد از ۱۲۰ میلی‌متر به ترتیب با متوسط ٥/۳۹ و ٥/۷٦ تن در هکتار و استفاده از کود دامی در تیمار آبیاری بعد از ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر با متوسط ٥/۳٥ تن در هکتار کمترین عملکرد قند خالص را به خود اختصاص دادند (جدول ٤).

بر اساس نتایج مقایسه میانگین ترکیبات تیماری اگرچه کاربرد سوپرجاذب در تیمار آبیاری بعد از ٦۰ میلی‌متر تبخیر بالاترین عملکرد قند خالص را به خود اختصاص داد، اما استفاده از مایکوریزا و کود دامی نیز در این تیمار آبیاری توانست عملکرد قندخالص را به صورت معنی‌دار در مقایسه با شاهد افزایش دهد. در تیمار آبیاری بعد از ۱۲۰ نیز استفاده از سوپرجاذب و میکوریزا توانستند عملکرد قند خالص را به صورت معنی‌دار در مقایسه با تیمار شاهد در تیمار آبیاری مذکور افزایش دهند، لازم به ذکر است که بین دو تیمار مذکور و تیمارهای استفاده از مایکوریزا و کود دامی در تیمار آبیاری بعد از ٦۰ میلی‌متر تبخیر اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد، همچنین استفاده از سوپرجاذب و میکوریزا در تیمار آبیاری بعد از ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر عملکرد قند خالص را به صورت معنی‌دار در مقایسه با تیمار شاهد در تیمار آبیاری بعد از ٦۰میلی‌متر افزایش دادند. با توجه به نتایج مطالعه حاضر می‌توان اظهار داشت در شرایط فراهمی آب استفاده از هر سه نوع تیمار کودی برای دستیابی به حداکثر عملکرد اقتصادی قابل توصیه است، اما زمانی که گیاه با تنش کم آبی متوسط روبرو است استفاده از تیمارهای کودی میکوریزا و سوپر جاذب می-تواند راهکاری مناسب جهت تعدیل اثر تنش کم آبی و دست‌یابی به عملکرد اقتصادی مناسب باشد. در بررسی حاضر کاربرد کود دامی در هر دو آبیاری بعد از ۱۲۰ و

www.SID.ir

Archive of SID

۱۸۰ میلی متر تبخیر از مقادیر پایین عملکرد قند خالص برخوردار بود. می توان نتیجه گرفت که استفاده از کودهای دامی در سال اول و همچنین در شریط کم آبی نمی‌تواند گزینه مناسبی برای بهبود عملکرد قند خالص در چغندر قند باشد. تنش کم‌آبی، فتوسنتز و مصرف مواد فتوسنتزی را در برگ‌های در حال توسعه کاهش می‌دهد، زیرا انتقال شیره از آوند آبکش وابسته به پتانسیل فشار است که در طی تنش کم‌آبی، پتانسیل آب در آوند آبکش کاهش و کاهش در پتانسیل آماس نیز از انتقال مواد فتوسنتزی و در نهایت از مقدار مواد پرورده ذخیرهای می‌کاهد که این امر، آسیب-پذیری عملکرد اقتصادی را در شرایط کم‌آبی افزایش می-دهد (برنگر و فاسی، ۲۰۰۱). زاهدی و توحیدی مقدم (۲۰۱۱) گزارش کردند استفاده از سوپرجاذب به خاک مقدار فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانت را کاهش می‌دهد، به نظر می‌رسد کاربرد سوپرجاذب ها توانایی نگه داری آب در خاک را افزایش داده و از این طریق می‌تواند تنش کم‌آبی را تعدیل نماید. همانند عملکرد قند خالص نیز از دو جزء درصد قند خالص و عملکرد ریشه تشکیل شده است، در تحقیق حاضر برتری عملکرد قند خالص در تیمار آبیاری بعد از ٦٠ میلی‌متر تبخیر همراه با کاربرد سوپرجاذب می‌تواند به دلیل بالا بودن عملکرد ریشه در این تیمار باشد. خلیلی و حمزه (۲۰۱۹) در مطالعه اثر رژیم آبیاری و سوپرجاذب بر خصوصیات کمی و کیفی چغندرقند بالاترین عملکرد قند خالص را در تیمار کاربرد سوپرجاذب در رژیم آبیاری بعد از ٦٠ میلی‌متر و استفاده از ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار گزارش کردند. نتایج ضرایب همبستگی بین صفات نشان داد همبستگی عملکرد قند خالص با عملکرد ریشه ($r = ۰/۸۵^{**}$)، عملکرد قند ناخالص ($r = ۰/۷۷^{**}$)، درصد قند خالص ($r = ۰/۳۹^{**}$) و ضریب استحصال قند ($r = ۰/۸۵^{**}$) در سطح احتمال یک درصد و با وزن خشک اندام هوایی ($r = ۰/۲۵^{*}$) در سطح احتمال پنج درصد مثبت و معنی‌دار بود.

نتیجه‌گیری کلی

در مطالعه حاضر استفاده از میکوریزا و سوپرجاذب در هر دو مکان توانستند عملکرد قند خالص را در مقایسه با شاهد و کود دامی بهبود بخشند، همچنین استفاده از میکوریزا، سوپرجاذب و کود دامی در شرایط نرمال آبیاری توانست عملکرد ریشه را به صورت معنی‌دار در مقایسه با شاهد افزایش دهند، بنابراین در شرایط نرمال استفاده از هر سه نوع تیمار اثر مثبتی بر عملکرد قند خالص داشت. در شرایط تنش کم آبی کاربرد میکوریزا وسوپرجاذب توانستند عملکرد قند خالص را به صورت معنی‌دار در مقایسه با شاهد افزایش دهند، با توجه به اینکه در منطقه مورد آزمایش چغندر قند با دوره های مختلفی از تنش کم آبی روبرو است، استفاده از میکوریزا و سوپر جاذب می تواند راهکاری مناسب در تعدیل تنش کم آبی در چغندر قند باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مرتبط با خصوصیات کمی و کیفی در چغندر قند

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		شاخص سطح برگ	محتوی آب نسبی برگ	وزن خشک اندام هوایی ($t.ha^{-1}$)	عملکرد ریشه ($t.ha^{-1}$)	عیار قند	عملکرد قند ناخالص ($t.ha^{-1}$)	درصد قند خالص	ضریب استحصال قند	عملکرد قند خالص ($t.ha^{-1}$)
مکان	۱	۰/۰۸^{ns}	۱۶۱/۴۶^{ns}	۰/۶۰^{ns}	۱/۰۳^{ns}	۰/۴۳^{ns}	۰/۰۶^{ns}	۱/۰۸^{ns}	۱۰/۳۸^{ns}	۰/۰۸^{ns}
خطای ۱	۲	۰/۲۲	۶۹/۷۰	۶/۹۷	۸۴/۸۵	۱۹/۰۴	۱/۱۶	۱/۰۵	۶۷/۲۵	۲/۹۴
رژیم آبیاری	۲	۶/۱۸**	۲۷۰۳/۸۵**	۵/۷۳*	۴۹۷۴/۴۲**	۳۳/۳۲*	۸۰/۴۰**	۲۲/۹۲**	۳۴/۸۸^{ns}	۴۸/۶۶**
مکان × رژیم آبیاری	۲	۰/۰۴^{ns}	۱۹/۲۶^{ns}	۰/۴۶^{ns}	۶۳/۷۳^{ns}	۷/۱۲^{ns}	۲/۸۴^{ns}	۴/۹۴^{ns}	۳۷/۰۴^{ns}	۰/۵۲^{ns}
خطای۲	۸	۰/۱۸	۵۵/۹۵	۱/۲۹	۲۴/۹۹	۶/۶۸	۲/۳۶	۱/۷۱	۱۷۷/۷۰	۰/۳۶
تیمار افزودنی به خاک	۳	۱/۰۸**	۳۹۴/۰۴**	۲/۱۱**	۳۱۰/۷۲**	۴/۵۸*	۶/۶۳**	۲۰/۰۱**	۸۰۲/۱۱**	۲۰/۱۷**
تیمار افزودنی به خاک × مکان	۳	۰/۱۵^{ns}	۶۱/۸۴*	۲/۱۴**	۸۳/۹۷*	۶/۵۴**	۷/۰۳**	۵/۹۳*	۱۷۸/۱۹^{ns}	۵/۱۵**
تیمار افزودنی به خاک × رژیم آبیاری	۶	۰/۳۳*	۵۵/۰۰**	۰/۶۱*	۹۶/۴۹**	۵/۱۳**	۴/۲۷*	۷/۳۲**	۲۱۳/۳۷*	۶/۶۵**
تیمار افزودنی به خاک × مکان × رژیم آبیاری	۶	۰/۱۳^{ns}	۴۷/۳۹^{ns}	۰/۵۱^{ns}	۱۲/۳۹^{ns}	۱/۲۷	۱/۰۵^{ns}	۱/۶۵^{ns}	۴۸/۰۰^{ns}	۰/۳۶^{ns}
خطای ۳	۳۶	۰/۱۳	۲۱/۹۳	۰/۲۳	۲۵/۹۱	۱/۴۰	۱/۴۱	۱/۸۳	۶۷/۱۸	۱/۰۴
ضریب تغییرات (%)	-	۱۰/۶۵	۶/۶۷	۱۳/۱۴	۹/۲۵	۶/۵۹	۱۲/۲۱	۹/۷۰	۱۰/۳۸	۱۳/۳۲

ns ، * و ** به ترتیب غیر معنی داری و معنی داری در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ میباشد.

جدول ۳- مقایسه میانگین برهم‌کنش مکان و تیمار کودی برای برخی صفات مورد بررسی در چغندر قند

مکان	تیمار افزودنی به خاک	محتوی آب نسبی برگ (٪)	وزن خشک اندام هوایی ($t.ha^{-1}$)	عملکرد ریشه ($t.ha^{-1}$)	عیار قند (٪)	عملکرد قند ناخالص ($t.ha^{-1}$)	درصد قند خالص (٪)	عملکرد قند خالص ($t.ha^{-1}$)
مهاباد	شاهد	۶۵/۱۴cd	۳/۰۰d	۴۹/۲۶e	۱۸/۹۷a	۹/۲۶cd	۱۲/۶۳de	۶/۲۴e
	میکوریزا	۷۳/۲۸ab	۳/۸۵abc	۶۰/۷۱a	۱۸/۲۰ab	۱۰/۸۸a	۱۵/۳۳ab	۹/۰۵a
	سوپرجاذب	۷۴/۶۹ab	۴/۰۹ab	۵۹/۴۲ab	۱۸/۲۵ab	۱۰/۵۵ab	۱۵/۵۶a	۹/۰۷a
	کود دامی	۷۳/۸۰ab	۳/۳۸bcd	۵۰/۹۴de	۱۷/۹۰ab	۸/۳۷d	۱۲/۶۲e	۶/۳۷de
میاندوآب	شاهد	۶۲/۰۸d	۰۳۸۴ab	۵۱/۰۶cde	۱۷/۹۶ab	۹/۱۵cd	۱۳/۹۵cd	۷/۰۹cde
	میکوریزا	۷۵/۴۲a	۴/۲۷a	۵۵/۶۵bc	۱۶/۸۶b	۹/۹۴abc	۱۴/۴۲abc	۷/۹۶bc
	سوپرجاذب	۷۰/۱۵bc	۳/۵۶a-d	۵۷/۹۹ab	۱۶/۹۲b	۶/۶۳bc	۱۴/۱۱bcd	۸/۱۸ab
	کود دامی	۶۷/۲۸c	۳/۱۸cd	۵۵/۴۷bcd	۱۸/۵۱ab	۱۰/۱۰abc	۱۲/۹۱de	۷/۲۳bcd

میانگین های دارای حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴- مقایسه میانگین برهم‌کنش رژیم آبیاری و تیمار کودی برای برخی صفات مورد بررسی در چغندر قند

رژیم آبیاری	کود	شاخص سطح برگ	محتوی آب نسبی برگ (٪)	وزن خشک اندام هوایی ($t.ha^{-1}$)	عملکرد ریشه ($t.ha^{-1}$)	عیار قند (٪)	عملکرد قند ناخالص ($t.ha^{-1}$)	درصد قند خالص (٪)	ضریب استحصال قند (٪)	عملکرد قند خالص ($t.ha^{-1}$)
٦٠ میلی-	شاهد	۳/۲۹bcd	۷۳/۸۳bc	۳/۹۷a-e	٦۲/٦٥c	۱۷/٦۰b-e	۱۱/۰۲abc	۱۲/۲٥c	۷۰/۳۹cd	۷/۹٦cd
متر تبخیر	میکوریزا	٤/۳۲a	۸٦/۷۲a	٤/٥۱a	۷۲/۷۷ab	۱٦/۸٤cde	۱۲/۲۱a	۱۲/۹۰c	abc۷۷/۷٦	۹/۹۳b
	سوپرجاذب	٤/۱۱a	۸۷/۷۸a	٤/۱۱abc	۷۷/۹٦a	۱٥/۹۰e	۱۳/۳۸a	۱۳/۷۲bc	۸٦/٦۳a	۱۰/۷۱a
	کود دامی	۳/٦۲b	۷۸/٦۷b	۳/٥٦a-e	۷۱/۷۱b	۱٦/۱۲de	۱۱/٥۳ab	۱۲/۸۲c	۸۱/۹abc	۹/۲۹b
۱۲۰ میلی-	شاهد	۳/٤۱bcd	٦۳/٦۷ef	۳/۰۳de	٤۳/۱۸e	۱۷/۸۸b-e	۷/٥۹ef	۱۲/٥۰c	۷۰/۹۳cd	٥/۳۹g
متر تبخیر	میکوریزا	۳/٥۹b	۷۲/۲۸cd	٤/۳۹a	٥٥/٥۰d	۱۷/۹۹bcd	۱۰/۰٥cd	۱٥/٥۷a	۸۷/٦۳a	۸/٦۳bcd
	سوپرجاذب	۳/٥۲bc	٦٦/٥٥def	٤/۲٦ab	٥٤/۹۱d	۱۸/٤۳abc	۱۰/۱۱bcd	۱٥/۸٥a	۸٦/۷٦a	۸/٦۹bc
	کود دامی	۳/٤٦bc	٦۹/۸٥cde	۳/۷۳a-e	٤٦/۱۰e	۱۹/۲۸ab	۸/۸۷de	۱۲/۳۸c	٦٥/۲۰d	٥/۷٦g
۱۸۰میلی-	شاهد	۲/٥۳f	٥۳/۳۳g	۲/۸٤e	٤٤/٦٦e	۲۰/۲۷a	۹/۰۰de	۱٥/٤٦a	۷۷/٤٤a-d	٦/۹٦ef
متر تبخیر	میکوریزا	۳/۱۰cde	٦٤/۰٤ef	۳/۲۹b-e	٤٦/۲٦e	۱۹/٤۱ab	۸/۹۷de	۱٤/۹۳ab	۸٤/۳۱ab	۷/٤۹def
	سوپرجاذب	۳/۰۱de	٦۲/۹۲f	۳/۱۱d-e	٤۳/۱۲e	۱۷/۹۰b-e	۷/۷۸ef	۱۳/۰۳c	۸٤/۷۰ab	٦/٤٤fg
	کود دامی	۲/۷۲ef	٦۳/۱۱f	۳/۲۳cde	٤۱/۱۲e	۱۷/۷٦b-e	۷/۳۱f	۱٦/۱٥a	۷۳/٥۸bcd	٥/۳٥g

میانگین های دارای حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی دار در سطح احتمال ٥ درصد است

جدول۵- ضرایب همبستگی بین صفات مورد بررسی در چغندر قند

	شاخص سطح برگ	محتوی آب نسبی برگ	وزن خشک اندام هوایی	عملکرد ریشه	عیار قند	عملکرد قند ناخالص	درصد قند خالص	ضریب استحصال قند
محتوی آب نسبی برگ	۰/۰۱^{ns}	۱						
وزن خشک اندام هوایی	۰/۰٥^{ns}	۰/۰۲^{ns}	۱					
عملکرد ریشه	۰/۲٥*	۰/۰۸^{ns}	۰/۰۱^{ns}	۱				
عیار قند	۰/۰۲^{ns}	-۰/۱۰^{ns}	-۰/۲۰^{ns}	-۰/٤۲**	۱			
عملکرد قند ناخالص	-۰/۰۱^{ns}	۰/۰۲^{ns}	۰/۱۹^{ns}	۰/۸۲**	۰/۱٤^{ns}	۱		
درصد قند خالص	۰/۰۷^{ns}	۰/۰۱^{ns}	-۰/۰۲^{ns}	-۰/۱۲^{ns}	۰/۱۹^{ns}	-۰/۰۳^{ns}	۱	
ضریب استحصال قند	۰/۰۹^{ns}	۰/۰۹^{ns}	۰/۱۲^{ns}	۰/۲٤*	-۰/٦۲**	-۰/۱۲^{ns}	۰/٦۲**	۱
عملکرد قند خالص	۰/۰۸^{ns}	۰/۰۱^{ns}	۰/۲٥*	۰/۸٥**	۰/٤٦**	۰/۷۷**	۰/۳۹**	۰/٥۲**

ns ، * و ** به ترتیب غیر معنی داری و معنی داری در سطح احتمال ٥٪ و ۱٪

سپاسگزاری: به این وسیله از بخش پژوهشی دانشگاه پیام نور به واسطه فراهم سازی امکانات مالی لازم برای پیشبرد این تحقیق تقدیر و تشکر می شود.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع مورد استفاده

Abyaneh HZ, Jovzi M and Albaji M. 2017. Effect of regulated deficit irrigation, partial root drying and N-fertilizer levels on sugar beet crop (*Beta vulgaris* L.). Agricultural Water Management, 194:13-23.

AL-Jbawi E and Abbas F. 2013. The Effect of Length during Drought Stress on Sugar Beet (*Beta vulgaris* L.) Yield and Quality. Persian Gulf Crop Protection, 2 (1): 35-43.

Bagheri V, Shamshiri MH Shirani H and Roosta H. 2012. Effect of Arbuscular Mycorrhizae and drought stress on growth Indexes, water relations and proline as well as Soluble Carbohydrate Content in Pistachio (*Pistacia vera* L.) rootstock seedlings. Iranian Journal of Horticultural Science, 42 (4): 365- 377.

Bayat M, Rostami G and Haddadian M. 2009. Large amount of water resources and water supply projects in the state. Academic Journal of Civil Engineering, 39: 26-37.

Berenger MJ, and Jfaci M. 2001. Sorghum yield compensation processes under different plant densities and variable water supply. European Journal of Agronomy, 15:43-55.

Fazeli Rostampour M, Yarnia M and Rahimzadeh Khoee F. 2013. Physiological response of forage sorghum to polymer under water deficit conditions. Agronomy Journal, 105, (4): 951-959.

Hasanabadi T, Habibi D and Khalaj H. 2016. Influence of Zeolite and Biological Fertilizer under Different Irrigation Regime on Quantitative and Qualitative Traits of Sugar beet (*Beta vulgaris* L.). Journal of Crop Nutrition Science, 2 (1): 20-31.

Hasanabadi T, Habibi D and Khalaj H. 2016. Influence of Zeolite and Biological Fertilizer under Different Irrigation Regime on Quantitative and Qualitative Traits of Sugar beet (*Beta vulgaris* L.). Journal of Crop Nutrition Science, 2 (1): 20-31.

Hashemi GH, Farnia A Rahnamaeian M and Shaban M. 2014. Changes in carbohydrates and sugar yield in sugar beet (*Beta vulgaris* L.) under different bio-fertilizers and irrigation closed time. International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research, 2(8): 2350-2355.

ICUMSA 2009. International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis, Methods Book. Berlin, Bartens.

Islam M, Xue X Mao S Ren C Eneji A and Hu Y. 2011a. Effects of water saving super-absorbent polymer on antioxidant enzyme activities and lipid peroxidation in corn (*Zea mays* L.) under drought stress. Journal of the Science of Food and Agriculture, 91: 813-819.

Islam M, Xue X Mao S Ren C Enejiand A and Hu. Y. 2011b. Effects of water-saving superabsorbent polymer on antioxidant enzyme activities and lipid peroxidation in oat (*Avena sativa* L.) under drought stress. *J*ournal of the Science of Food and Agriculture, 91: 680-686.

Jafarnia B, Ghorbani R Zare Feizabady A and Ghaemi AR. 2013. Impact of crop density and soil fertilization on sugar beet. The International Journal of Agriculture and Crop Sciences. Crop Science, 5(24): 2991-2999.

Jahan M and Nassiri Mahallati M. 2012. Soil fertility and biofertilizers. Ferdowsi University of Mashhad Press. Pp. 250. (In Persian).

Jahan M, Nasiri Mahallati M Ranjbar F Ariaei M and Hamidistani N. 2012. The effects of super absorbent polymers on soil moisture content and humic acid spraying on some of the agrophysiological characteristics and quantitative and qualitative yield of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) in Mashhad conditions. Journal of Agroecology, 6 (4): 753-766. (In Persian)

Kaur K, Gupta AK and Kaur N. 2007. Effect of water deficit on carbohydrate status and enzymes of carbohydrate metabolism in seedlings of wheat cultivars. Indian journal of Medical Biochemistry, 44, 223-230.

Kazemi Arbat H. 2006. Morphology and Anatomy of Cereal crops. Tabriz University Publication. 588 p. (In Persian).

www.SID.ir

Archive of SID

Kenter C, Hoffmann CM and Marlander B. 2006. Effects of weather variables on sugar beet yield development. European Journal of Agronomy, 24(1): 62-69.

Keshavars L, Farahbakhsh H and Golkar P. 2015. The Effects of Drought Stress and Super Absorbent Polymer on Morphphysiological Traits of Pear millet (*Pennisetum glaucum*). International Research Journal of Applied and Basic Sciences, 3 (1): 148-154.

Khadem SA, Ghalavio M Ramroodi SR Mousavi M J and Rezvani-Moghadam P. 2011. Effect of animal manure and superabsorbent polymer on yield and yield components on corn (*Zea mays* L.). Iran. Journal of Crop Science, 1:115-123. (in Persian).

Khalili M and Hamze H. 2019. Effect of Super-Adsorbent and Irrigation Levels on Quantitative and Qualitative Characteristics of Sugar Beet (*Beta vulgaris*). Journal of crop ecophysiology, 13 (3):395 -412. (In Persian).

Kohestani S, Asgari N and Maghsudi K. 2009. Super absorbent effect on the performance of maize (*Zea mays* L.) under drought stress, Journal of Water 5: 71-78.

Ludwig-Müller JL .2000. Hormonal balance in plants during colonization by mycorrhizal fungi. In Kapulnik, M and Douds, J. (eds). Arbuscular Mycorrhizas: Physiology and Function". Kluwer Publishers, Netherlands. P. 263-285.

Mahalleh JK, Abad H HS Nourmohammadi G Darvish F Haravan IM and Valizadegan E. 2011. Effect of superabsorbent polymer (Tarawat a200) on forage yield and qualitative characters in corn under deficit irrigation condition in Khoy zone (Northwest of Iran). Article in Advances in Environmental Biology, 5 (9): 2579-2587.

Mohamed Abbas S, Amira SH Soliman Zeinab R and Kenawy Abd El-Reheem M. 2018. Effect of some soil amendments on yield and quality traits of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) under water stress in sandy soil. Egyptian Journal of Agronomy, 40 (1): 75- 88.

Parvizi KH and Navaie A. 2019. Evaluation of potato growth traits by inoculation of mycorrhiza under drought stress conditions. Journal of Plant Research (Iranian Journal of biology), 32 (2): 355-365. (in Persian).

Prnyazpour A, Habib D and Roshan B. 2007. What is super absorbent? Journal of Agricultural and Natural Resources Engineering, 4(15):1-3.

Rezaei Chiyaneh, E Khorramdel S Movludi A and Rahimi A. 2017. Effects of Nano Chelated Zinc and Mycorrhizal Fungi Inoculation on Some Agronomic and Physiological Characteristics of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) under Drought Stress Conditions. Iranian Journal of Field Crops Researc, 15 (1):168-184.

Smith SE, and Read DJ. 2008. Mycorrhiza Symbiosis. 3rd Ed., Academic Press, London.

Talaee A and Asadzade A. 2006. Evaluation the effect superabsorbent hydrogels on drought decreases olive trees. In: Proceedings of the 3rd Educational Course for Agricultural and Industrial Application of Superabsorbent Hydrogels. Tehran, Iran. (In Persian).

Van Eerd L and Zandstra V. 2007. Enhancing sugar beet storage quality. Interim report No. ADVO253, Agriculture of Adaptation council. University of Guelph Ridge Town Campus. Agriculture and Agri – Food Canada. p. 2-15.

Winter SR. 1980. Suitability of sugar beet for limited irrigation in a semi-arid climate. Agronomy Journal, 72: 118-123.

Zahedi H and Tohidi Moghadam HR. 2011. Effect of drought stress on antioxidant enzymes activities with zeolite and selenium application in canola cultivars. Research on Crops Journal, 12(2): 388-392.

Zhang Z, Zhou W Li H Zhang G Subrhamaniyan K and Yu J Q. 2006. Effect of jasmonic acid on in vitro explant growth and microtuberization in potato. Biologia Plantarum, 50: 453-456.

www.SID.ir