مجله علوم گیاهان زراعی ایران
دوره ۴۱، شماره ۲، ۱۳۸۹ (۲۴۶-۲۳۵)

تأثیر رژیم رطوبتی بر شاخص‌های رشد و عملکرد کمی و کیفی چغندرقند

علی ماهرخ[1]* و محمدرضا خواجه‌پور[2]
۱، ۲، دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و دانشیار دانشگاه صنعتی اصفهان
(تاریخ دریافت: ۸۶/۶/۶- تاریخ تصویب: ۸۷/۳/۸)

چکیده

این مطالعه به منظور تعیین و تاثیر زمان آبیاری بر شاخص‌های رشد و عملکرد کمی وکیفی چغندرقند بر اساس تبخیر تجمعی از تشت تبخیر کلاس A به عمل آمد. آزمایش با چهار تیمار آبیاری (I_1، I_2، I_3 و I_4 به ترتیب آبیاری پس از ۷۰، ۸۵، ۱۰۰ و ۱۱۵ میلی‌متر از استقرار تا اواسط شهریور و پس از آن به ترتیب ۸۵، ۱۰۰، ۱۱۵ و ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشت تبخیر کلاس A) به عنوان فاکتور اصلی و دو رقم منوژرم به نام‌های زرقان و شیرین به عنوان فاکتور فرعی در چهار تکرار به صورت کرتهای خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه صنعتی اصفهان واقع در لورک نجف آباد در سال ۱۳۸۴ اجرا شد. با افزایش تنش رطوبتی از تیمار I_1 به تیمار I_4، وزن خشک کل بوته ۴۵ درصد کاهش یافت، اما اثر رقم بر وزن خشک کل بوته معنی‌دار نبود. با افزایش تنش رطوبتی از تیمار I_1 به تیمار I_4، سرعت رشد محصول کاهش یافت، ولی افزایش تنش رطوبتی از تیمار I_2 به بعد تاثیر بسیار جزیی بر سرعت اسیمیلاسیون خالص و سرعت رشد نسبی داشت. تاثیر رژیم آبیاری بر عملکرد ریشه معنی‌دار بود. حداکثر عملکرد ریشه با تیمار I_1 (۷۷/۵ تن در هکتار) و حداقل عملکرد ریشه با تیمار I_4 (۵۴/۳۷ تن در هکتار) به دست آمد. اثر رقم بر عملکرد نهائی ریشه معنی‌دار نبود. حداکثر عیار قند (۱۷/۱۹ درصد) با تیمار I_3 و حداقل آن (۱۵/۰۲ درصد) با تیمار I_2 بدست آمد. مقدار سدیم، پتاسیم و نیتروژن مضره در تیمار I_1 حداکثر و در تیمار I_4 حداقل بود. در تیمار I_3، حداکثر درصد شکر قابل استحصال (۱۳/۴۷ درصد) مشاهده شد. عملکرد شکر سفید نیز در تیمار I_3 حداکثر (۸/۴۵ تن در هکتار) و در تیمار I_4 حداقل (۶/۹۹ تن در هکتار) بود. از نتایج حاصله می‌توان چنین استنباط نمود که برای صرفه‌جوئی در مصرف آب آبیاری و حصول حداکثر عملکرد چغندرقند، آبیاری در اوایل فصل رشد چغندرقند در ماه‌های فروردین و اردیبهشت بر اساس تیمار I_3 و پس از آن بر اساس تیمار I_1 انجام گیرد.

واژه‌های کلیدی: چغندرقند، تنش رطوبتی، شاخص‌های رشد، عملکردهای کمی و کیفی.

مقدمه

چغندرقند به علت دوره رویشی طولانی، سیستم ریشه عمیق و توان تنظیم اسمزی، تحمل زیادی به خشکی دارد (Khajeh-Pour, 2004). لذا کاهش عملکرد و کیفیت آن در اثر تنش معین، کمتر از گیاهان حساس مثل سیب زمینی و سبزیجات می‌باشد. با این حال تنش

* نویسنده مسئول: علی ماهرخ تلفن: ۰۹۱۶-۹۷۰۰۹۳۹ E-mail: ali_mahrokh229@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

رطوبتی می‌تواند موجب کاهش وزن خشک برگ (Cakir, 2004)، شاخص سطح برگ، سرعت اسیمیلاسیون خالص، سرعت رشد محصول و سرعت رشد نسبی (Abayomi, 2002)، ناخالصی‌های ریشه، درصد قند ملاس (Lee et al., 1987) و عملکرد ریشه (Noorjou & Baghaei-Kiani, 2004) در واحد سطح گردد. اما هرگاه تنش از حدی تجاوز ننماید، موجب افزایش عیار قند (Khajeh-Pour, 2004) درصد شکر قابل استحصال و در نهایت عملکرد شکر سفید گردد (Bazobandi, 1992). بر این اساس امکان صرفه‌جویی در مصرف آب آبیاری در زراعت چغندرقند وجود دارد. Doorenbos & Pruitt (1977) در تحقیقی، مرحله بحرانی و حساس به تنش خشکی را برای چغندرقند سه الی چهار هفته بعد از سبز شدن اعلام نمودند. در این دوره اعمال استرس آبی موجب کاهش قابل توجهی در کمیت و کیفیت محصول گردید.

تسریع پیری برگ‌های چغندرقند در اثر تنش رطوبتی توسط Hang & Miller (1986) گزارش شده است. همچنین Abdollahian-Noghabi (1999) از تحقیقات خود نتیجه گرفت که در شرایط تنش خشکی (آبیاری پس از تخلیه ۸۰ درصد رطوبت قابل دسترس)، ماده خشک قسمت هوایی شدیدا کاهش می‌یابد.

شاخص سطح برگ ۳ تا ۵ در چغندرقند باعث پوشش کامل کانوپی گردیده و لذا حداکثر تبخیر و تعرق در واحد سطح در این زمان (حدود ۶۰ تا ۹۰ روز بعد از کاشت) به دست می‌آید (Abayomi, 2002). Talleghani (1999)، مقدار مطلوب شاخص سطح برگ را برای چغندرقند معادل ۳/۵ تا ۴ گزارش کرده است. اما شاخص سطح برگ ممکن است به بالای ۶ تا ۱۲ نیز برسد. اگرچه مدرکی دال بر وجود شاخص سطح برگ مطلوب در چغندرقند وجود ندارد، اما حداکثر عملکرد ریشه ذخیره‌ای با مقادیر شاخص سطح برگ کمتر از ۵ نیز ممکن است به دست آید.

افزایش تنش رطوبتی تدریجاً باعث کاهش LAI (Leaf Area Index) NAR (Net Assimmilation Rate)، CGR (Crop Growth Rate) و RGR (Relative Growth Rate) خواهد شد (Pandy et al., 2000). در مطالعات Abayomi (2002)، تنش رطوبتی زود هنگام در گیاه چغندرقند، باعث کاهش NAR و RGR شده بود. همچنین Ston et al. (2001) اعلام کردند که تنش آبی باعث کاهش NAR و RGR در گیاه ذرت و پنبه می‌شود. Pandy (2000) تعیین کرد که ماکزیمم NAR برای ذرت تحت شرایط آبیاری کافی و بدون تنش به دست می‌آید. وی اعلام کرد که یک همبستگی مثبت بین مصرف آب و NAR برای ذرت و پنبه وجود دارد.

Bayat (1996) با اعمال تیمارهای دور آبیاری در چهار سطح (۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۸۰ درصد تخلیه مجاز رطوبتی خاک) و بعد از تنک و وجین اول اختلاف معنی‌داری در عملکرد ریشه و میزان پتاسیم مشاهده نمود.

Carter et al. (1980) کاهش سطح برگ، کاهش جذب ازت، افزایش تجمع قند در ریشه و کاهش وزن ریشه بر اثر اعمال تنش آبی در گیاه چغندرقند را گزارش نمودند. Zhivkov (1984) گزارش نمود که قطع آبیاری در دوره رشد برگ‌ها باعث کاهش ناچیزی در عملکرد محصول شده و از لحاظ اقتصادی، قطع آبیاری در دوره فوق را توصیه نموده است. Vaziry (1995) طی تحقیقی زمان آبیاری را بر اساس تبخیر تجمعی ۵۰، ۷۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ میلی‌متر از تشت تبخیر تنظیم نمود. نتایج نشان می‌دهد با افزایش دور آبیاری، عملکرد چغندرقند کاهش می‌یابد. به طوری که بین تیمارهای ۵۰ و ۱۲۰ میلی‌متر، تفاوت عملکرد حدود ۱۴ تن در هکتار بود. بین تیمارهای ۷۰ و ۱۰۰ میلی‌متر اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید.

به غیر از کاهش رشد، یکی از عکس‌العمل‌های درونی چغندرقند به کمبود آب، افزایش غلظت قند در ریشه می‌باشد. در شرایط آبیاری، قبل از برداشت ریشه‌ها، برای اینکه درصد قند آن افزایش یابد، مدتی گیاه را وادار به پژمرده شدن می‌نمایند. تحقیقات Drycott & Messem (1977) نشان داد که کم‌آبیاری به طور معنی‌داری منجر به افزایش تولید قند به میزان ۱۵ درصد می‌شود. Bazobandi (1992) با بررسی اثرات تنش رطوبتی بر خواص کمی و کیفی چغندرقند، گزارش نمود تنش رطوبتی تا میزان حذف چهار نوبت در طول دوره رشد تاثیر محسوسی در عملکرد ریشه نداشته و با افزایش مدت تنش رطوبتی، میزان درصد قند

Archive of SID

www.SID.ir

افزایش داشت. مطالعات Hang & Miller (1986) نشان می‌دهد که آبیاری پس از پوشش کامل گیاهی در سطح مزرعه و با اعمال ۱۵ تا ۱۰۰ درصد میزان نیاز خالص تخمینی، در یک خاک لومی موجب افزایش تجمع قند در ریشه گردید و حداکثر درصد ماده خشک از آبیاری معادل با ۴۵ درصد نیاز کامل حاصل گردید. مطالعاتی که در کالیفرنیا در مورد چغندرقند در خاک‌های عمیق انجام شده است نشان می‌دهد که قطع آبیاری به مدت سه تا پنج و یا حتی هفت هفته قبل از برداشت با این که موجب کاهش ۵۰ درصدی در تبخیر و تعرق آخر فصل رشد شده و کل تبخیر و تعرق فصل رشد را نیز حدود ۱۵ درصد کم می‌کند، ولی باعث کاهش عیار قند چغندر نمی‌شود (Miller & Aursaj, 1976). در مزارعی که طی فصل رشد به خوبی آبیاری می‌شوند غلظت قند به طور یکنواخت افزایش می‌یابد. در محصول تحت تنش، غلظت قند با سرعت بیشتری افزایش یافته و تحت تنش شدید می‌تواند پنج درصد بیشتر از محصول بدون تنش باشد. علیرغم این موضوع، غالباً دامنه وسیعی از تیمارهای آبیاری اثر ناچیزی بر غلظت قند در برداشت نهایی دارند. این امر ممکن است به علت افزایش ناخالصی در ریشه محصول تحت تنش باشد. آبیاری و یا بارندگی آخر فصل گیاه تنش دیده، موجب جذب مجدد آب توسط ریشه‌های گیاه شده و غلظت قند کاهش می‌یابد (Kouchaki & Soltani, 1996).

غلظت شکر در ریشه چغندرقند ممکن است به علت اعمال تنش رطوبتی ملایم قبل از برداشت، تا حد یک درصد افزایش داشته باشد. ولی بایستی دقت نمود که کل شکر تولیدی ممکن است به دلیل کاهش عملکرد ریشه، کاهش داشته باشند (Khajeh-Pour, 2004).

English et al. (1990) طی تحقیقی دو روش آبیاری کامل و ناقص را بر روی چغندرقند و چند محصول دیگر با هم مقایسه کردند و نتیجه گرفتند که کم آبیاری باعث افزایش درآمد و کاهش مصرف آب، انرژی و سایر نهاده‌های کشاورزی می‌شود. Hargreaves & Samani (1984) اعلام نمودند که از عوامل مهم در به دست آوردن عملکرد بالا در هر نوع محصولی، آب می‌باشد. همچنین در شرایطی که آب ارزان باشد، آبیاری کامل برای به دست آوردن حداکثر عملکرد، مفید است. در شرایطی که حاصلخیزی بالا بوده و از ارقام پر محصول استفاده شود، اعمال کم آبیاری احتمال به دست آوردن حداکثر سود خالص را کاهش می‌دهد. Sepaskhah (1996) در تحقیقات بر روی چغندرقند در شیراز میزان عملکرد در آبیاری جویچه‌ای یک در میان با دور آبیاری شش روزه را بر آنچه که از آبیاری جویچه‌ای معمولی با دور ده روز به دست آمده بود برتر دانست، در ضمن میزان آب آبیاری ۲۳ درصد کاهش یافت.

هدف از این مطالعه تأثیر زمان آبیاری بر شاخص‌های رشد و عملکردهای کمی و کیفی چغندرقند می‌باشد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، در سال زراعی ۱۳۸۴ به اجراء درآمد. این مزرعه در ۴۰ کیلومتری جنوب غربی اصفهان، در منطقه لورک شهرستان نجف آباد (عرض جغرافیایی ´۳۲ °۳۲ شمالی و طول جغرافیایی ´۲۳ °۵۱ با ارتفاع ۱۶۳۰ متر از سطح دریا) واقع شده است. این منطقه دارای اقلیم خشک، با زمستانی نیمه‌سرد و تابستانی خشک (Khajeh-Pour, 2004) می‌باشد. متوسط بارندگی و دمای سالیانه مزرعه به ترتیب ۱۵۰/۹ میلی‌متر و ۱۵/۲ درجه سانتیگراد است. بافت خاک مزرعه لوم رسی، از سری خاک خمینی شهر، با جرم مخصوص ظاهری حدود ۱/۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب، pH حدود ۷/۵ و هدایت الکتریکی ۱/۴ دسی‌زیمنس بر متر است. ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی خاک، به ترتیب حدود ۲۳ و ۱۰ درصد وزنی می‌باشد. زمین محل آزمایش در سال قبل از کشت چغندرقند تحت کشت کلزا بوده که به دلیل سرمازدگی به خاک برگردانده شده بود. برای کوددهی، آزمون خاک صورت گرفت. خاک مزرعه دارای ۰/۱ درصد نیتروژن، ۴۴/۴ میلی‌گرم در کیلوگرم فسفر و ۱۵۲/۶ میلی‌گرم در کیلوگرم پتاسیم بود. در نتیجه کودهای فسفر و پتاسیم مصرف نگردید (Khajeh-Pour, 2004). عملیات تهیه بستر شامل شخم برگردان، رتیواتور، دیسک و تسطیح بهاره بود. قبل از کاشت، حدود ۴۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و در مرحله ۸ تا ۱۰ برگی نیز معادل ۷۰ کیلوگرم در هکتار

Archive of SID

www.SID.ir

نیتروژن (از منبع اوره با ۴۶٪ نیتروژن) به عنوان کود سرک توزیع شده و آبیاری صورت گرفت.

آزمایش با استفاده از آرایش کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا شد. در کرتهای اصلی، چهار سطح رژیم رطوبتی بر اساس آبیاری پس از مقادیر معینی تبخیر تجمعی از تشت تبخیر استاندارد (جدول۱) به طور تصادفی قرار گرفتند. تشت تبخیر در ایستگاه هواشناسی مزرعه و به فاصله حدود یک کیلومتر از محل آزمایش قرار داشت. در کرتهای فرعی، دو ژنوتیپ منوژرم و دیپلوئید به نام‌های زرقان و شیرین تصادفی شدند. کاشت بصورت جوی و پشته در تاریخ ۸۴/۱/۱۹ انجام شد. بذرها در عمق ۳ سانتیمتر و به طور متراکم بر روی پشته‌هائی به فاصله ۶۰ سانتیمتر از یکدیگر کاشته شدند. فاصله بوته‌ها پس از تنک کردن در مرحله ۲ تا ۳ برگی حدود ۱۷ سانتیمتر (تراکم کاشت حدود ۹/۸ بوته در مترمربع) بود. هر کرت آزمایشی شامل ۵ خط کاشت به طول ۱۵ متر بود. پس از آبیاری سوم تیمار آبیاری در مرحله ۴ تا ۸ برگی اجرا شد. از علف‌کش بتانال پروگراس آ-ام بر اساس ۴ لیتر در هکتار از مایع امولسیون شونده ۱۸ درصد در مرحله ۲ تا ۳ برگی چغندرقند و از علف‌کش فن مدیفام به میزان ۵ لیتر در هکتار از مایع امولسیون شونده ۱۵/۷ درصد در مرحله ۱۵-۱۰ برگی گیاه، علیه علف‌های هرز پهن برگ و از علف‌کش ستوکسیدیم به میزان ۲/۵ لیتر در هکتار از مایع امولسیون شونده ۱۲/۵ درصد در همین زمان علیه علف‌های هرز باریک برگ استفاده شد. جهت مبارزه با آفات چغندرقند، در مرحله ۲ تا ۳ برگی گیاه از مخلوط حشره‌کشهای آمبوش (مایع امولسیون شونده ۲۵ درصد با غلظت ۰/۵ در هزار) و دیازینون (مایع امولسیون شونده ۶۰ درصد با غلظت ۱/۵ در هزار) استفاده شد. همچنین جهت مبارزه با سفیدک سطحی چغندرقند پس از مشاهده اولین آثار این بیماری (مرحله ۳۰-۲۵ برگی گیاه)، از قارچ‌کش کالکسین (تری دمورف، مایع امولسیون شونده ۷۵ درصد) به میزان ۱ لیتر در هکتار استفاده گردید. سم‌پاشی حدود یک ماه بعد تکرار گردید.

برای تعیین حجم آب مصرفی در هر آبیاری، قبل از آبیاری نمونه‌برداری از خاک کرت مورد نظر تا عمق توسعه ریشه انجام گردید و درصد رطوبت وزنی خاک تعیین شد. حجم آب آبیاری با استفاده از معادله‌های ۱ و ۲ در هر آبیاری تعیین گردید. مقدار آب مصرفی با سرریز مستطیلی که در ابتدای هر کرت اصلی قرار داده شده بود کنترل شد.

$$H = \rho b(\theta_{F.C} - \theta_m).D \quad (۱$$

$$V = H \times A \quad (۲$$

جدول۱- تیمارهای آبیاری براساس تبخیر تجمعی (میلی‌متر) از تشت تبخیر استانداردر دو مرحله رشد

تیمار	استقرار تا اواسط شهریور	اواسط شهریور تا برداشت
I_1	۷۰	۸۵
I_2	۸۵	۱۰۰
I_3	۱۰۰	۱۱۵
I_4	۱۱۵	۱۳۰

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.

اولین نمونه‌برداری جهت اندازه‌گیری وزن خشک کل بوته و سطح برگ، سه هفته پس از شروع تنش به عمل آمد. سطح برگ با دستگاه مساحت سنج کامپیوتری (مدل HITACHI KP-CCSS1) تعیین گردید. اندام‌های هوایی شامل برگ و دمبرگ و اندام‌های زیرزمینی شامل ریشه به مدت یک هفته در آون با دمای ۸۰ درجه سانتیگراد قرار داده شدند و سپس با ترازوی دقیق توزین گردیدند.

منحنی شاخص‌های رشد شامل وزن‌خشک از معادله ۳، شاخص سطح برگ از معادله ۴، سرعت رشد محصول از معادله ۵، سرعت آسیمیلاسیون خالص از معادله ۶ و میزان رشد نسبی از معادله ۷ و بر اساس تعداد روز پس از کاشت محاسبه گردیدند(Karimi & Siddique 1991):

$$W = e^{a_2+b_2t+c_2t^2} \quad (۳$$

$$LAI = e^{a_1+b_1t+c_1t^2} \quad (۴$$

$$CGR = (b_2 + 2c_2t)e^{a_2+b_2t+c_2t^2} \quad (۵$$

$$NAR = (b_2 + 2c_2t)e^{(a_2-a_1)+(b_2-b_1)t+(c_2-c_1)t^2} \quad (۶$$

$$RGR = b_2 + 2c_2t \quad (۷$$

Archive of SID

www.SID.ir

در روابط فوق، W ماده خشک کل (اندام هوائی و ریشه) بر حسب گرم، t زمان بر حسب تعداد روز پس از کاشت، LAI شاخص سطح برگ، CGR سرعت رشد محصول، NAR سرعت اسیمیلاسیون خالص، RGR سرعت رشد نسبی و a_1، b_1، c_1 و a_2، b_2، c_2 ضرائب رگرسیون می‌باشند.

برای محاسبه شاخص‌های رشد از نرم‌افزار SAS استفاده گردید و میانگین‌ها در صورت معنی‌دار بودن اثر عامل آزمایشی، با استفاده از آزمون LSD مورد مقایسه قرار گرفتند. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

شاخص سطح برگ (LAI)

اثر تیمار آبیاری بر شاخص سطح برگ در تمام مراحل رشد معنی‌دار بود. با افزایش تنش رطوبتی از تیمار I_1 به تیمار I_3 شاخص سطح برگ در نمونه برداری ۱۲۱ روز پس از کاشت (زمان وقوع حداکثر شاخص سطح برگ) کاهش معنی‌داری به میزان۱/۴۲ واحد یافت. دراین نمونه‌برداری حداکثر شاخص سطح برگ در تیمار I_1 و حداقل آن در تیمار I_3 به دست آمد که با تیمار I_4 تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳). به نظر می‌رسد که پیر شدن و ریزش شدیدتر برگ‌ها و عدم جایگزینی این برگ‌ها توسط برگ‌های جدید باعث کاهش بیشتر شاخص سطح برگ در تیمارهای با فاصله آبیاری بیشتر شد. شاخص سطح برگ در زمان برداشت در تیمار I_1 از حداقل مورد نیاز برای تجمع قند در ریشه بیشتر است (Khajeh-Pour, 2004) ولی شاخص سطح برگ در زمان برداشت در تیمار I_4 برای تجمع قند در ریشه کافی نبود. محققین بیان کرده‌اند که تنش خشکی از طریق کاهش تولید و رشد برگ‌ها (Cakir, 2004) و افزایش پیری آنها (Wolf et al., 1988) شاخص سطح برگ را کاهش می‌داد.

اثر رقم بر شاخص سطح برگ در ۷۹، ۱۰۰ و ۱۶۳ روز پس از کاشت معنی‌دار نبود ولی در سایر مراحل رشد این تاثیر معنی‌دار بود. در نمونه برداری ۱۲۱ روز پس از کاشت شاخص سطح برگ رقم زرقان حدود ۰/۵ واحد بیشتر از رقم شیرین بود (جدول ۳). تفاوت ارقام در کاهش شاخص سطح برگ در مطالعه سایرمحققین نظیر Abayomi (2002) و Mohamadian (2001) مطابقت دارد.

وزن خشک کل بوته

تاثیر تیمارهای آبیاری بر وزن خشک کل بوته در تمام نمونه‌برداری‌ها معنی دار بود. همراه با افزایش تنش رطوبتی وزن خشک بوته در زمان برداشت ۴۵ درصد کاهش معنی‌داری یافت اما اثر رقم بروزن خشک بوته در هیچکدام از مراحل رشد معنی‌دار نبود (جدول۲). در بین تیمارهای مورد استفاده، تیمار I_1 برای تولید حداکثر وزن خشک بوته مطلوب می‌باشد. Scott & Jaggard (1978) نشان دادند که محدودیت عمده عملکرد واقعی، توانایی کانوپی برای جذب نور خورشید در اوایل فصل رشد است. بنابراین کاهش وزن خشک برگ و به همراه آن سطح فتوسنتز کننده در اثر تنش رطوبتی باعث کاهش عملکرد نهایی بوته می‌گردد. همچنین محققین دیگری نیز تائید نموده‌اند که بعلت تنش خشکی بر پوشش گیاهی در اوایل رشد، عملکرد نهایی کاهش می‌یابد (Drycott et al., 1974).

Freckleton et al. (1999) گزارش داده‌اند که در اثر تنش رطوبتی و دمای بالا (حدود ۳۰ درجه سانتی‌گراد) در تابستان به علت افزایش تقاضا برای تبخیر باعث کاهش معنی‌دار در کاهش وزن خشک چغندرقند می‌گردد. همچنین Abdollahian-Noghabi (1999) از تحقیقات خود نتیجه گرفت که در شرایط شدید تنش خشکی (آبیاری پس از تخلیه ۸۰ درصد رطوبت قابل دسترس)، ماده خشک چغندرقند کاهش می‌یابد.

سرعت اسیمیلاسیون خالص

سرعت اسیمیلاسیون خالص در همه تیمارهای آبیاری تا ۱۲۱ روز پس از کاشت ثابت و در حداکثر مقدار خود بود، پس از آن شروع به افت کرد، مقدار آن تا نمونه‌برداری ششم مثبت بود ولی از این مرحله به بعد منفی شد (شکل ۱). سرعت اسیمیلاسیون خالص در تیمار I_1 تا ۱۴۲ روز پس از کاشت بر سایر تیمارهای آبیاری برتری داشت ولی از این مرحله تا هنگام برداشت تفاوت بین تیمارها واضح نبود. تیمار I_2، I_3 و I_4 تقریباً سرعت اسیمیلاسیون خالص، یکسانی داشتند. یعنی

Archive of SID

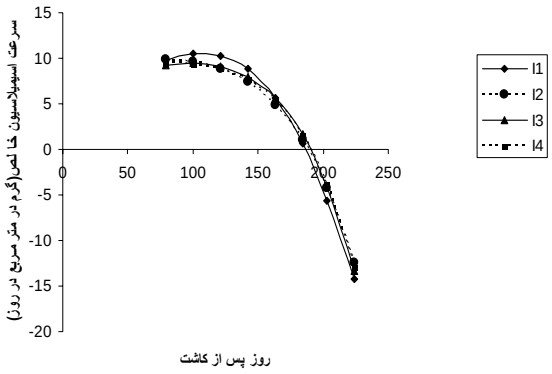
www.SID.ir

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های[1] وزن خشک کل بوته (گرم) چغندرقند، تحت تأثیر رژیم‌های آبیاری و رقم در نمونه‌برداری‌های مختلف (روز پس از کاشت)

عوامل آزمایشی	۷۹	۱۰۰	۱۲۱	۱۴۲	۱۶۳	۱۸۴	۲۰۳	۲۲۴
				رژیم آبیاری				
I_1	۵۲۱/۴۵ b	۱۶۰۴/۹۴ a	۲۶۳۸/۷۴ a	۳۱۶۸/۲۴ a	۳۵۴۱/۴۰ a	۳۸۳۶/۹۹ a	۴۱۷۱/۲۶ a	۳۹۳۰/۹۶ a
I_2	۵۹۲/۴۰ a	۱۵۴۳/۲۰ a	۲۴۳۹/۶۰ a	۲۹۴۶/۳۶ ab	۲۸۳۳/۶۷ b	۳۴۹۳/۲۸ b	۳۷۲۹/۵۸ ab	۳۴۸۲/۸۱ ab
I_3	۴۴۸/۷۴ b	۱۳۹۴/۴۳ a	۱۹۵۶/۳۶ b	۲۳۴۱/۹۰ cb	۲۵۹۵/۷۱ b	۳۰۰۵/۴۵ c	۳۱۷۸/۹۲ cb	۳۱۵۰/۵۹ cb
I_4	۴۶۷/۳۶ b	۱۱۲۹/۶۴ b	۱۸۳۰/۸۳ b	۲۰۵۰/۸۴ c	۲۳۲۱/۱۲ c	۲۶۳۴/۹۲ d	۲۷۸۲/۰۲ c	۲۶۹۷/۷۳ c
				رقم				
زرقان	۴۹۹/۸۹ a	۱۴۴۴/۵۱ a	۲۳۴۴/۰۶ a	۲۶۴۳/۱۵ a	۲۸۲۶/۸۰ a	۲۷۶۹/۷۶ a	۳۴۷۴/۴۹ a	۳۳۳۶/۵۹ a
شیرین	۵۱۵/۰۸ a	۱۳۹۱/۵۹ a	۲۰۸۸/۶۶ a	۲۶۱۰/۶۲ a	۲۸۱۹/۰۶ a	۳۲۲۳/۵۱ a	۳۴۵۶/۳۶ a	۳۲۹۴/۳۶ a

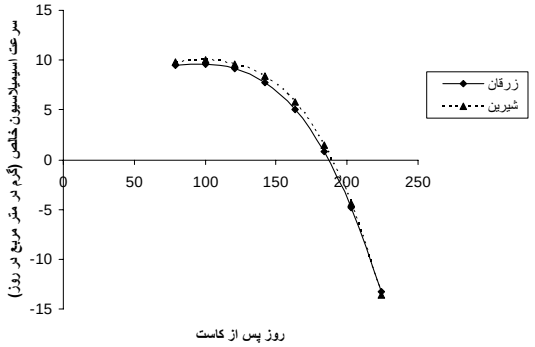
۱. میانگین‌های هر عامل آزمایشی در هر ستون که حداقل در یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون L.S.D در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

افزایش فواصل آبیاری به میزان بیش از تیمار I_2، تأثیر زیادی بر سرعت اسیمیلاسیون خالص نداشته است. با آنکه تیمارهای I_2، I_3 و I_4 از لحاظ شاخص سطح برگ تفاوت معنی‌داری داشتند (جدول۳) ولی از لحاظ سرعت اسیمیلاسیون خالص بسیار به هم نزدیک بودند. احتمال می‌رود که سایه اندازی برگ‌ها به دلیل بالاتر بودن شاخص سطح برگ در تیمار I_2 در مقایسه با تیمارهای I_3 و I_4 سبب کاهش راندمان فتوسنتزی برگ‌ها در این تیمار شده باشد و آن را به سطح تیمارهای آبیاری با فواصل بیشتر رسانده باشد. در مطالعات Abayomi (2002)، تنش رطوبتی زود هنگام در گیاه‌چغندرقند، باعث کاهش سرعت اسیمیلاسیون خالص شد. همچنین Stone et al. (2001) اعلام کردند که استرس آبی باعث کاهش سرعت اسیمیلاسیون خالص در گیاه ذرت و پنبه گردید.



شکل۱- روند تغییرات سرعت اسیمیلاسیون خالص در تیمارهای آبیاری طی فصل رشد

سرعت اسیمیلاسیون خالص در هر دو رقم تا ۱۲۱ روز پس از کاشت ثابت و در حداکثر مقدار خود بود و از این مرحله به بعد، در هر دو رقم شروع به افت کرد. سرعت اسیمیلاسیون خالص تا نمونه‌برداری هفتم، در رقم شیرین اندکی بیشتر از رقم زرقان بود، اما از نمونه‌برداری هفتم تا هنگام برداشت هر دو نمودار بر هم منطبق شدند (شکل۲). به نظر می‌رسد که اثر تنش رطوبتی بر سرعت اسیمیلاسیون خالص در هر دو رقم مشابه بوده است. Stibbe & Marlander (2002) نیز بین سرعت اسیمیلاسیون خالص سه رقم چغندرقند تفاوت معنی‌داری مشاهده نکردند.



شکل۲- روند تغییرات سرعت اسیمیلاسیون خالص در دو رقم زرقان و شیرین

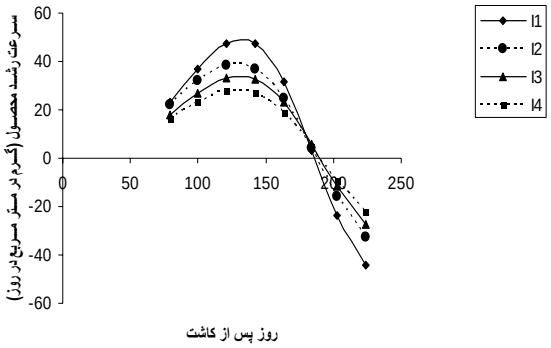
سرعت رشد محصول

سرعت رشد محصول در تمام تیمارهای آبیاری تا ۱۲۱ روز پس ازکاشت به صورت خطی افزایش پیدا کرد. سرعت رشد محصول در تیمارهای I_2، I_3 و I_4 از این مرحله به بعد کاهش یافت اما در تیمار I_1 در ۱۳۰ روز پس از کاشت به حداکثر میزان خود رسید واز این

Archive of SID

www.SID.ir

مرحله به بعد افت کرد. سرعت رشد محصول در تمام تیمارهای آبیاری در حدود ۱۸۴ روز پس از کاشت به هم نزدیک شدند و سپس منفی گردیدند (شکل۳). روند تغییرات سرعت رشد محصول تیمارهای آبیاری حاکی از آن است که با افزایش تنش رطوبتی از تیمار I_1 به تیمار I_4، سرعت رشد محصول نیز کاهش پیدا کرد به طوری که تیمار I_1 دارای حداکثر سرعت رشد محصول و تیمار I_4 دارای حداقل سرعت رشد محصول بود ولی هنگام برداشت روند تغییرات معکوس شد به طوری که تیمار I_4 به طور قابل توجهی سرعت رشد محصول بیشتری نسبت به تیمار I_1 داشت. به نظر می‌رسد که تعداد برگ کمتری که در اثر تنش رطوبتی ایجاد شده، توانسته راندمان فتوسنتزی بالاتری در اواخر فصل رشد داشته باشد. Pandy (2000) در مطالعات خود اعلام کرد که افزایش تنش رطوبتی تدریجاً باعث کاهش سرعت رشد محصول در گیاه چغندرقند می‌شود. حساسیت بالای شاخص سطح برگ و سرعت رشد محصول به تنش رطوبتی در گیاهان دیگری نظیر، پنبه (Fernandez et al., 1996)، ذرت (Rosenthat et al., 1987)، آفتابگردان (Acevedo et al., 1971)، سورگوم و لوبیا چشم بلبلی (McCree & Richardson 1987) نیز اعلام شده است. روند تغییرات سرعت رشد محصول تحت تأثیر تیمارهای آبیاری تا ۱۸۴ روز پس از کاشت (نمونه‌برداری ششم) با روند تغییرات شاخص سطح برگ (جدول ۳) هماهنگ است. بنابراین شاخص سطح برگ تا اواسط دوره رشد نقش اصلی را در تعیین سرعت رشد محصول داشته است، ولی سهم منفی بودن سرعت اسیمیلاسیون خالص در اواخر دوره رشد (از نمونه‌برداری ششم تا هنگام برداشت) تاثیر بیشتری بر سرعت رشد محصول نسبت به شاخص سطح برگ داشته و باعث شد که سرعت رشد محصول نیز در اواخر دوره رشد منفی باشد. در آزمایش دیگری (Lee et al., 1987) نیز، نتایج مشابهی به دست آمد و نشان داده شد که سرعت رشد محصول گیاه چغندرقند تا اواسط دوره رشد وابستگی بیشتری به شاخص سطح برگ در مقایسه با سرعت اسیمیلاسیون خالص داشت.



شکل۳- روند تغییرات سرعت رشد محصول در تیمارهای آبیاری طی فصل رشد

تا ۱۲۱ روز پس از کاشت، سرعت رشد محصول در هر دو رقم به صورت خطی افزایش یافت و در ۱۳۰ روز پس از کاشت در هر دو رقم به حداکثر میزان خود رسید، سپس شروع به افت کرد. به نظر می‌رسد که تنش رطوبتی بر سرعت رشد محصول در هر دو رقم اثر مشابهی داشته است. Pandy et al. (2000) نیز بین سرعت رشد محصول چند رقم ذرت که در معرض تنش رطوبتی (عدم آبیاری به مدت ۸ هفته پس از استقرار گیاه) بودند، تفاوت معنی‌داری مشاهده نکردند.

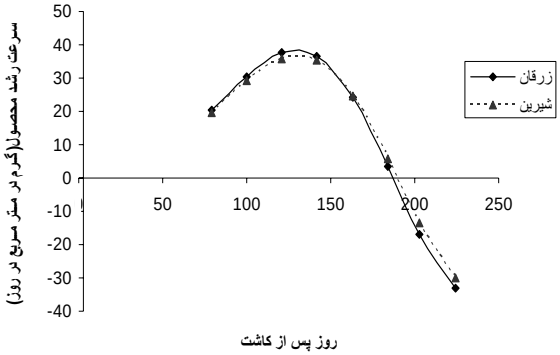
جدول ۳- مقایسه میانگین‌های[1] شاخص سطح برگ چغندرقند، تحت تأثیر رژیم‌های آبیاری و رقم در نمونه‌برداری‌های مختلف (روز پس از کاشت)

عوامل آزمایشی	۷۹	۱۰۰	۱۲۱	۱۴۲	۱۶۳	۱۸۴	۲۰۳	۲۲۴
رژیم آبیاری								
I_1	۱/۹۱^{a}	۴/۳۲^{a}	۵/۷۲^{a}	۵/۴۷^{a}	۴/۸۹^{a}	۴/۳۲^{a}	۳/۸۹^{a}	۳/۶۵^{a}
I_2	۱/۷۱^{ab}	۴/۲۹^{a}	۵/۶۵^{a}	۵/۰۴^{ab}	۴/۰۴^{b}	۳/۷۹^{a}	۳/۶۶^{a}	۲/۹۹^{b}
I_3	۱/۵۳^{ab}	۳/۶۸^{a}	۴/۱۹^{b}	۴/۲۳^{b}	۳/۷۱^{bc}	۲/۹۴^{b}	۲/۷۷^{b}	۲/۳۶^{c}
I_4	۱/۴۶^{b}	۲/۷۳^{b}	۴/۳۰^{b}	۳/۱۶^{c}	۳/۱۰^{c}	۲/۶۷^{b}	۲/۴۷^{b}	۱/۸۴^{c}
رقم								
زرقان	۱/۷۱^{a}	۳/۹۰^{a}	۵/۲۴^{a}	۴/۷۷^{a}	۴/۰۶^{a}	۳/۷۴^{a}	۳/۳۹^{a}	۲/۸۶^{a}
شیرین	۱/۶۰^{a}	۳/۶۱^{a}	۴/۶۹^{b}	۴/۱۸^{b}	۳/۸۱^{a}	۳/۱۳^{b}	۳/۰۰^{b}	۲/۵۵^{b}

۱. میانگین‌های هر عامل آزمایشی در هر ستون که حداقل در یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون L.S.D در سطح احتمال ٪۵ می‌باشند.

Archive of SID

www.SID.ir

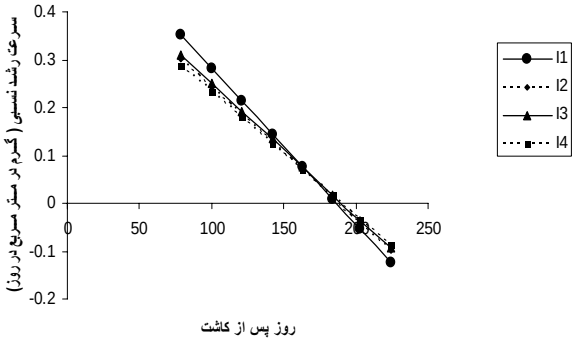


شکل۴- روند تغییرات سرعت رشد محصول، دو رقم زرقان و شیرین

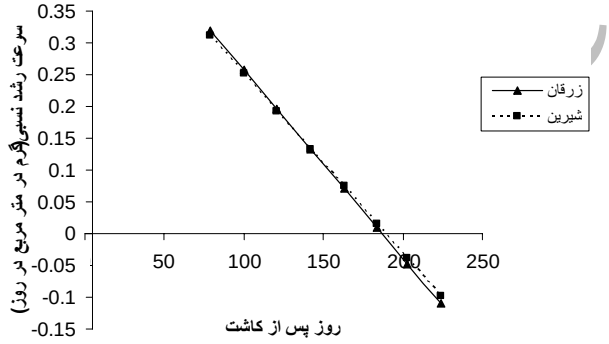
سرعت رشد نسبی

سرعت رشد نسبی در همه تیمارهای آبیاری در اوایل دوره رشد حداکثر بود و با گذشت زمان تا آخر دوره رشد به صورت خطی کاهش یافت. سرعت رشد نسبی در تیمار I_1 تا ۱۲۱ روز پس از کاشت بر بقیه تیمارها برتری داشت، ولی از این مرحله تا ۱۸۴ روز پس از کاشت، سرعت رشد نسبی در همه تیمارها یکسان بود، سپس منفی شد. با افزایش تنش رطوبتی، سرعت رشد نسبی کاهش یافت ولی از تیمار I_2 به بعد، سرعت رشد نسبی در همه تیمارها یکسان بود یعنی آبیاری پس از تیمار I_2 تأثیری بر سرعت رشد نسبی نداشته است (شکل۵).کاهش سرعت‌رشد نسبی در اثر تنش رطوبتی در چغندرقند (Abayomi, 2002) و ذرت (Stone et al., 2001) گزارش شده است.

سرعت رشد نسبی در هر دو رقم در اوایل دوره رشد حداکثر بود و با گذشت زمان تا آخر دوره رشد به صورت خطی کاهش یافت. سرعت رشد نسبی تا ۱۶۳ روز پس از کاشت در هر دو رقم یکسان بود. ولی از این مرحله تا هنگام برداشت، در رقم شیرین نسبت به رقم زرقان اندکی برتری یافت (شکل ۶). Stibbe & Marlander (2002) نیز بین سرعت رشد نسبی سه رقم چغندرقند تفاوت معنی‌داری مشاهده نکردند. سرعت رشد نسبی در هر دو رقم با گذشت زمان به دلیل ایجاد رقابت بین گیاهان برای کسب آب و مواد غذایی و دریافت نور، در سایه قرار گرفتن برگ‌های پایینی و کاهش توانایی فتوسنتزی آنها کاهش یافت و در ۱۸۴ روز پس از کاشت منفی گردید. به نظر می‌رسد با تکمیل شدن پوشش کانوپی، سایه‌اندازی بوته‌ها روی یکدیگر صورت گرفته، رقابت بین بوته‌ها ایجاد شده و این امر باعث کاهش اضافه وزن جدید به وزن قبلی در گیاه شده، مقدار وزنی که افزایش می‌یابد نسبت به وزن قبلی درصد کمتری را تشکیل می‌دهد. به علاوه در اواخر فصل رشد، گیاه به رسیدگی می‌رسد و از سرعت افزایش وزن کاسته می‌شود تا جایی که رشد متوقف و سرعت رشد نسبی منفی می‌گردد.



شکل ۵- روند تغییرات سرعت رشد نسبی در تیمارهای آبیاری طی فصل رشد



شکل ۶- روند تغییرات سرعت رشد نسبی در دو رقم زرقان و شیرین

عملکرد نهائی ریشه

تأثیر رژیم آبیاری بر عملکرد ریشه هنگام برداشت، در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. حداکثر عملکرد ریشه در تیمار I_1 به دست آمد. تفاوت عملکرد ریشه بین تیمارهای I_1 و I_2، I_2 و I_3، I_3 و I_4 معنی‌دار نبود، ولی عملکرد ریشه از تیمار I_1 به تیمار I_4 باعث کاهش عملکرد ریشه به میزان ۲۳/۸۳ تن در هکتار شد (جدول۴). در یک آزمایش در دیویس کالیفرنیا نشان داده شده است که با اعمال قطع آبیاری در ۷۷ روز بعد از کاشت به مدت ۸۸ روز، عملکرد ریشه چغندرقند

Archive of SID

www.SID.ir

نسبت به شرایط عدم تنش کاهش می‌یابد (Loomis et al., 1963). Baghaei Noorjou & (2004) در مطالعات خود اعلام کرد که تیمارهای آبیاری (آبیاری کامل، عدم آبیاری در مرحله کاشت تا سبز شدن، عدم آبیاری در مرحله سبز شدن تا مرحله شروع رشد ثابت)، در سطح احتمال ۱ درصد تأثیر معنی‌داری بر عملکرد ریشه چغندرقند داشته و حداکثر عملکرد ریشه از تیمار شاهد (آبیاری کامل)به دست آمد. وی اعلام کرد که قطع آبیاری در مراحل مختلف رشد، کاهش عملکردی از ۳/۶ تا ۲۱/۹ درصد نسبت به تیمار شاهد نشان داد. تأثیر تنش خشکی در کاهش عملکرد با تحقیقات سایر محققان (Carter et al., 1980; Hargreaves & Samani; 1984; Vaziry, 1995) مطابقت دارد.

همروندی مثبتی بین عملکرد ریشه با شاخص سطح برگ، وزن خشک کل و سرعت رشد محصول در تیمارهای مختلف آبیاری، در مراحل مختلف رشد چغندرقند مشاهده شد که نشانگر نقش این عوامل در افزایش عملکرد ریشه می‌باشد و کاهش این عوامل در اثر افزایش تنش رطوبتی باعث کاهش عملکرد ریشه شد (جدول ۲، ۳ و ۴).

اثر رقم بر عملکرد ریشه هنگام برداشت معنی دار نبود، ولی رقم زرقان ۵/۵۲ درصد عملکرد ریشه بالاتری نسبت به رقم شیرین داشت (جدول۴). Brown et al. (1987) نیز، نتوانستند بین عملکرد ۶ رقم اروپایی که در معرض تنش رطوبتی بودند اختلافات معنی‌داری را مشاهده نمایند.

عملکرد کیفی محصول

عیار قند در دو تیمار I_1 و I_2 بسیار به هم نزدیک بود ولی در تیمار I_3 به یکباره افزایش یافت. در این تیمار حداکثر عیار قند مشاهده شد. ولی با افزایش تنش رطوبتی در تیمار I_4، عیار قند نسبت به تیمار قبلی کاهش یافت. در تنش رطوبتی متوسط (تیمار I_3) اگر چه رشد ریشه به دلیل کاهش شاخص سطح برگ (جدول۳) و وزن خشک کل بوته (جدول۲)، کمتر بود، اما به نظر می‌رسد تغییر هورمونی ناشی از تنش خشکی سبب شده است که مواد غذایی بیشتری به سمت ریشه حرکت کند و ناخالصی‌ها کاهش و عیار قند افزایش یابد (Khajeh-Pour, 2004). در تیمار I_4 تنش آنقدر شدید بوده است که مانع از حرکت مواد فتوسنتزی به سمت ریشه شده و در نتیجه عیار قند کاهش یافته است. در مطالعات Noorjou & Baghaei-Kiani (2004) تیمار تنش (عدم آبیاری در مرحله کاشت تا سبز شدن و قطع آبیاری آخر) بالاترین درصد قند (حدود ۱۶/۰۹ درصد) را دارا بود و نسبت به درصد قند تیمار شاهد (آبیاری گیاه در تمام مراحل رشد) بیش از ۳ درصد افزایش نشان داد. کمترین درصد قند ریشه به دلیل بزرگتر بودن ریشه‌ها و افزایش ناخالصی‌های ریشه از آبیاری کامل (تیمار شاهد) به دست آمد. افزایش درصد قند بر اثر اعمال تنش رطوبتی با تحقیقات Bazobandi (1992)، Kouchaki & Soltani (1996) و Hang & Miller (1986) نیز مطابقت دارد. رقم زرقان، همواره عیار قند بیشتری نسبت به رقم شیرین داشت (جدول۴)، این نشان می‌دهد که رقم زرقان دارای پتانسیل بالاتری در تجمع قند می‌باشد. Sadeghian et al. (2000) نیز واکنش‌های عیار ۴۹ لاین و رقم زراعی را در تنش‌های اول فصل و همچنین تنش مداوم متفاوت گزارش نموده‌اند.

جدول ۴- مقایسه میانگین‌های[1] عملکرد کمی و کیفی ریشه چغندرقند، تحت رژیم های آبیاری و رقم

تیمار	عملکرد ریشه (تن در هکتار)	عیار قند (درصد)	ناخالصی‌های ریشه (meq/100g)			قند ملاس (درصد)	شکر قابل استحصال (درصد)	عملکرد شکر سفید (تن در هکتار)
			پتاسیم	سدیم	نیتروژن مضره			
رژیم آبیاری								
I_1	۷۷/۵۰^{a}	۱۵/۱۰	۶/۴۴	۳/۷۳	۴/۰۵	۴/۲۰	۱۰/۸۲	۸/۳۸
I_2	۶۹/۹۵^{ab}	۱۵/۰۲	۶/۳۰	۳/۱۰	۳/۶۰	۳/۸۲	۱۱/۲۹	۷/۸۹
I_3	۶۲/۷۵^{cb}	۱۷/۱۹	۶/۲۱	۲/۸۳	۳/۴۷	۳/۸۱	۱۳/۴۷	۸/۴۵
I_4	۵۴/۳۷^{c}	۱۶/۶۸	۶/۰۸	۲/۷۵	۳/۳۴	۳/۷۲	۱۲/۸۶	۶/۹۹
رقم								
زرقان	۶۷/۹۳^{a}	۱۶/۲۰	۶/۳۶	۳/۲۵	۳/۸۰	۳/۹۳	۱۲/۲۷	۸/۳۳
شیرین	۶۴/۱۸^{a}	۱۵/۷۹	۶/۴۳	۲/۹۸	۳/۴۲	۳/۸۴	۱۱/۹۴	۷/۶۶

۱. میانگین‌های هر عامل آزمایشی در هر ستون که حداقل در یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون L.S.D در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

Archive of SID

www.SID.ir

میزان پتاسیم، سدیم، نیتروژن مضره و درصد قند ملاس نیز به صورت هماهنگ با افزایش تنش رطوبتی از تیمار I_1 به تیمار I_4 کاهش یافت. همروندی منفی بین ناخالصی‌های ریشه با عیار قند در تیمارهای مختلف آبیاری مشاهده شد که نشانگر نقش ناخالصی‌ها در کاهش عیار قند می‌باشد. در تمام تیمارهای آبیاری میزان سدیم ریشه از مقدار پتاسیم آن کمتر بود. این نشان می‌دهد که پتاسیم تمایل بیشتری برای جذب شدن نسبت به سدیم داشته است. Lee et al. (1987) نیز بیان داشتند که درصد قند ملاس همروندی مثبتی نسبت با ناخالصی‌های سدیم، پتاسیم و ازت مضره دارد. این ناخالصی‌ها از طریق کاهش درصد کریستاله شدن قند نقش اساسی را در افزایش میزان درصد قند ملاس دارند. افزایش تنش رطوبتی از تیمار I_1 تا تیمار I_3 از طریق افزایش عیار قند باعث افزایش درصد شکر قابل استحصال شد، ولی با افزایش تنش رطوبتی در تیمار I_4، کاهش عیار قند سبب افت درصد شکر قابل استحصال گردید. درصد شکر قابل استحصال در تیمار I_1 با ۲/۶۵ درصد کاهش نسبت به تیمار I_3 حداقل بود. همروندی منفی بین عملکرد ریشه با درصد شکر قابل استحصال به دلیل کاهش عیار قند و افزایش ناخالصی‌ها در تیمارهای عدم تنش مشاهده شد.

عملکرد شکر سفید در تیمار I_3 حداکثر و در تیمار I_4 حداقل بود. عملکرد ریشه در تیمار I_4 به حدی پایین بود که پایینی ناخالصی‌های ریشه و بالاتر بودن عیار قند در این تیمار، نسبت به تیمار I_1 و I_2، نیز نتوانست جبران کننده پایین بودن عملکرد ریشه گردد و به همین دلیل تیمار I_4 دارای حداقل عملکرد شکر سفید بود. عیارقند، سدیم، نیتروژن مضره، درصد قند ملاس، درصد شکر قابل استحصال و عملکرد شکر سفید نیز در رقم زرقان بیشتر از رقم شیرین بود. افزایش درصد قند و کاهش ناخالصی‌ها بر اثر اعمال تنش آبی با تحقیقات Bazobandi (1992)، Kouchaki & Soltani (1996) و Miller & Aursaj (1976) نیز مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج آزمایش نشان داد که اعمال تنش آبی به منظور صرفه جویی در مصرف آب و کاهش هزینه‌های آبیاری بدون کاهش عملکرد نهایی (شکر قابل استحصال) میسر می‌باشد. در این مطالعه، حداکثر عملکرد با تیمار I_1 به میزان ۷۷/۵ تن با عیار ۱۵/۱۰ درصد به دست آمد که از نظر کشاورز بسیار اقتصادی است. اگرچه در تیمار I_3، عیار قند به میزان ۲/۰۹ درصد افزایش یافت، اما عملکرد ریشه به میزان ۱۴/۷۵ تن کاهش یافت که با توجه به روش قیمت‌گذاری موجود به نفع کشاورز نخواهد بود. در صورتی‌که سیستم قیمت‌گذاری بر اساس عملکرد شکر سفید انجام شود، کارخانه، عملکرد شکر سفید بالاتری با تناژ کمتری از محصول بدست خواهد آورد و کشاورز نیز با صرفه جویی در مقدار آب آبیاری مصرفی به سود تقریبا مشابهی با تیمار I_1 دست خواهد یافت. براساس نتایج این مطالعه، تاخیر در آبیاری به میزان بیش از تیمار I_1 به سود کشاورز نخواهد بود. مقدار آب مصرفی در تیمار I_1، I_2، I_3 و I_4 به ترتیب ۱۳۳۲۰، ۱۱۵۵۰، ۱۰۳۵۱ و ۹۰۳۷ متر مکعب در هکتار در طول فصل رشد چغندرقند بود. با این حال، با توجه به عدم تفاوت وزن خشک کل و شاخص سطح برگ بین تیمار I_1 و I_3 در ماه اول فصل رشد و پایین بودن دما طی ماه‌های فروردین و اردیبهشت، برای صرفه‌جویی در آب آبیاری ممکن است آبیاری بر اساس تبخیر تجمعی ۱۰۰ میلی‌متر از تشت تبخیر کلاس آ انجام شود و پس از این مرحله برای تولید حداکثر محصول از تیمار I_1 استفاده گردد. انجام مطالعات بیشتر برای تعیین بهترین معیار آبیاری ضرورت دارد.

سپاسگزاری

آزمایش حاضر با مساعدت‌های دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان و کارخانه قند اصفهان صورت گرفته است که بدینوسیله تشکر و قدردانی می‌شود.

REFERENCES

1. Abayomi, Y. A. (2002). Sugar beet leaf growth and yield response to soil water deficit. *Sci J*, 10(1), 51-66.
2. Abdollahian-Noghabi, M. (1999). *Ecophysiology of sugar beet cultivars and weed species subjected to water deficiency stress*. Ph. D. Thesis, University of Reading England.
3. Acevedo, E., Hsiao, T. C. & Henderson, D. W. (1971). Immediate and subsequent growth responses of

Archive of SID

www.SID.ir

maize leaves to change in water status. *Plant Physiol*, 48, 631-266.
4. Bayat, A. (1996). *Effect of irrigation on quantitative and qualitative sugar beet cultivars*. Report of Research Khourasan sugar beet. 92-97. (In Farsi).
5. Bazobandi, M. (1992). *Water stress effect on quantitative and qualitative sugar beet*. Report of research Khourasan sugar beet. 37-38. (In Farsi).
6. Brown, K. F., Messem, A. B., Dunham, R. J. & Biscoe, P. V. (1987). Effect of drought on growth and water use of sugar beet. *J Agric Sci*, 109, 421-433.
7. Cakir, R. (2004). Effect of water stress at different developmental stages on vegeative and reproductive growth of corn. *Field Crops Res*, 89, 1-16.
8. Carter, J. N., Jensen, M. E. & Traveller, D. J. (1980). Effect of mid-to-late-season water on sugar beet growth and yield. *Agron J*, 72, 806-815.
9. Doorenbos, J. W. H. & Pruitt. (1977). *Crop water requirement*. F.A.O. Irrigation and Drainage paper 24. Food and Agricultural Organization of the United Nations. Rome, Italy.
10. Drycott, A. P. & Messem, A. B. (1977). Response of sugar beet to irrigation, 1965-1975. *J Agric Sci*, 89, 481-493.
11. Drycott, A. P., Durrant, M. J. & Messsem, A. B. (1974). Effect of plant density, irrigation and potassium and sodium fertilizers on sugar beet. Influence of soil moisture and weather. *J Agric Sci*, 82, 261-263.
12. English, M. J., Musick, J. T. & NMurty, V. V. (1990). Deficit irrigation management of farm irrigation system. *Am Soc Agric Eng*, 631-663.
13. Fernandez, C. J., McInnes, K. J. & Cothren, J. T. (1996). Water status and leaf area production in water and nitrogen-stressed cotton. *Crop Sci*, 36, 1224-1233.
14. Freckleton, R. P., Watkinson, A. R., Webb, D. J. & Thomas, T. H. (1999). Yield of sugar beet in relation to weather and nutrients. *Agric forest Meteorol*, 93, 39-51.
15. Hang, A. N. & Miller, D. E. (1986). Sugar beet development and partitioning to root growth. *Agron J*, 78, 15-18.
16. Hargreaves, G. H. & Samani, Z. A. (1984). Economic consideration of deficit irrigation. *Irrig Drain J*, 110, 343-358.
17. Karimi, M. M. & Siddique, H. M. (1991). Crop growth rates of old and modern wheat cultivars. *Aust J Res*, 42, 13-20.
18. Khajeh-Pour, M. R. (2004). *Industrial plant*. Isfahan University of Technology. (In Farsi).
19. Kouchaki, A. & Soltani, A. (1996). *Sugar beet of agronomy*. Mashhad University. (In Farsi).
20. Lee, G. S., Dunn, G. & Schmeh1, W. R. (1987). Effect of date of planting and N-ferilization on growth components of sugar beet. *J Am Soc Sugar Beet Technol*, 24, 81-99.
21. Loomis, R. S. & Warker, J. F. (1963). Response of the sugar beet to low soil moisture at two levels of nitrogen nutrition. *Agron J*, 55, 509-515.
22. McCree, K. J. & Richardson, S. G. (1987). Stomatal closure versus osmotic adjustment: acomparison of stress responses. *Crop Sci*, 27, 539-543.
23. Miller, D. G. & Aursaj, J. S. (1976). Yields and sugar content of sugar beet as affected by deficit high frequency irrigation. *Agron J*, 68, 231-234.
24. Mohamadian, R. (2001). *Determinate of effective physiological indices on drought resistant on sugar beet*. Ph. D. of thesis agronomy. Tabriz University. (In Farsi).
25. Noorjou, A. & Baghaei-Kiani, M. (2004). Water stress effect on quantitative and qualitative sugar beet in growth different stage. *Sug J*, 20 (1), 27-38. (In Farsi).
26. Pandy, R. K., Maranvill, J. W. & Chetima, M. M. (2000). Deficit irrigation and nitrogen effects on maize in a Sahelian environment. II. Shoot growth, nitrogen uptake and water extraction. *Agric Water Manage*, 46, 15-27.
27. Rosenthat, W. D., Arkin, G. F., Schouse, P. J. & Jordan, W. R. (1987). Water deficit effects on transportation and leaf growth. *Agron J*, 79, 1019-1026.
28. Sadeghian, S. Y., Fazli, H., Mohammadian, R., Taleghani, D. F. & Mesbah, M. (2000). Genetic variation for drought stress in sugar beet. *J Sugar Beet Res*, 37, 55-77. (In Farsi).
29. Scott, R. K. & Jaggard, K. W. (1978). How the crop grows from seed to sugar. *British Sugar Beet Rev*, 46, 19-22.
30. Sepaskhah, A. R. (1996). *Alternate furrow irrigation method*. Irrigation and Drainage of Iran. (In Farsi).
31. Stibbe, C. & Marlander, B. (2002). Field emergence dynamics significance to intraspecific competition and growth efficiency in sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *Euro J Agron*, 17 (3), 161-171.
32. Stone, P. J., Wilson, D. R., Jamieson, P. D. & Gillespie, R. N. (2001). Water deficit effects on sweet corn. Part II. canopy development. *Aust J Agric Res*, 52, 115-126.
33. Talleghani, D., Gohari, G., Tohidlo, Gh. & Roohi, A. (1999). Water and nitrogen using efficiency in optimum and stress environmental on sugar beet. *Sug Re*. Karaj. (In Farsi).

Archive of SID

www.SID.ir

34. Vaziry. J. (1995). *Determinate of optimum management sugar beet Irrigation using evaporation pan class A*. Report of research soil and water Kermanshah. (In Farsi).
35. Wolf, D. W., Henderson, D. W., Hsiao, T. C. & Alvino, A. (1988). Interactive water and nitrogen effects on senescence of maize. II. Photosynthesis decline and longevity of individual. *Agron J*, 80, 865-870.
36. Zhivkov, Zh. V. (1984). Optimizing the irrigation regime of sugar beets during water deficit. *Rasteniev*, 21, 72-78.

Archive of SID

www.SID.ir