تأثیر روش آبیاری ناقص ریشه با آب شور بر عملکرد کیفی گیاه آفتابگردان

معظم خالقی، علی شاهنظری[۱] *،فرزاد حسن‌پور و فاطمه کاراندیش

دانش‌آموخته دکتری آبیاری و زهکشی دانشگاه زابل.

khaleghi.83@gmail.com

دانشیار گروه مهندسی آب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.

aliponh@yahoo.com

دانشیار گروه مهندسی آب دانشگاه زابل.

hassanpourir@uoz.ac.ir

استادیار گروه مهندسی آب دانشگاه زابل.

Karandish_h@ yahoo.com

چکیده

کمبود آب غیرشور و افزایش تقاضای آب برای آبیاری منجر به کاربرد روش‌های جدید آبیاری و همچنین به کارگیری منابع آب شور شده است. به همین دلیل، آزمایش مزرعه‌ای طی دو سال زراعی ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ برای ارزیابی اثر مدیریت کمی و کیفی آب آبیاری بر خصوصیات مرفولوژیکی و عملکرد کیفی آفتابگردان در مزرعه پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری اجرا شد. پژوهش حاضر در قالب طرح فاکتوریل با طرح پایه بلوک کامل تصادفی، در سه تکرار اجرا شد. تیمارها شامل آبیاری کامل با آب غیرشور (FI)،آبیاری کامل با آب شور (SI)، آبیاری کامل با تناوب آب شور و غیرشور (FSI)،آبیاری ناقص ریشه در سطح ۷۵ درصد آب مورد نیاز با آب غیرشور (PRD_1)، آبیاری ناقص ریشه در سطح ۷۵ درصد آب مورد نیاز با آب‌شور (PRD_2) وآبیاری ناقص ریشه در سطح ۷۵ درصد آب مورد نیاز با تناوب آب‌شور و غیرشور (PRD_3) بود. آب‌شور با هدایت الکتریکی ۵/۴ دسی زیمنس بر متر از اختلاط ۲۰ درصد آب دریای خزر با آب غیرشور به دست آمد. نتایج نشان داد که تیمارهای PRD_1، PRD_3، FSI با تیمار کنترل (FI) در اکثر خصوصیات مورفولوژیکی اختلاف معنی‌داری نداشتند. بالاترین درصد روغن از تیمار PRD_2 و PRD_3 با مقدار یکسان ۵۶ درصد به دست آمد. تیمار SI کم‌ترین میزان درصد روغن را داشت. حداکثر عملکرد روغن با مقادیر ۱۸۳۱ و ۱۷۸۳/۵ کیلوگرم در هکتار به ترتیب در تیمارهای FI وPRD_1 مشاهده شد. تیمارهای PRD_2 و SI کمترین مقادیر عملکرد روغن و پروتئین را در هر دو سال داشتند. براساس نتایج، درشرایط بحران آبی و نیاز به استفاده از آب کمتر و یا جایگزین نمودن آب شور با آب غیر شور،روش‌های PRD_3 و FSI به عنوان مدیریت بهینه توصیه می‌شود تا علاوه بر صرفه‌جویی در منابع آب، تلفات کمی و کیفی محصول را به حداقل رساند.

واژه‌های کلیدی:آبیاری با آب دریا،عملکرد روغن، کاربرد تناوبی آب شور، مازندران.

۱- آدرس نویسنده مسئول: مازندران، ساری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری،گروه مهندسی آب.

*- تاریخ دریافت: مهر ۱۳۹۵ و پذیرش: بهمن ۱۳۹۵.

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

آفتابگردان گیاهی یک‌ساله و از نظر رتبه‌بندی، چهارمین دانه روغنی مهم دنیاست (قدمی و همکاران، ۱۳۹٤). دانه‌های آفتابگردان به‌طور متوسط با دارا بودن ۵۲-٤٦ درصد روغن با خصوصیات کیفی بالا (مقادیر زیادی اسید چرب غیراشباع و کلسترول پایین)، یکی از مهم‌ترین منابع تولید روغن خوراکی در جهان است (چتوکوری، ۲۰۱۳). بر اساس آخرین آمار، سطح زیر کشت آفتابگردان در ایران و جهان به ترتیب ۷۰ هزار و ۲۵ میلیون هکتار است (قدمی و همکاران، ۱۳۹٤). آفتابگردان گیاهی نسبتاً متحمل به تنش آبی و قادر به حفظ عملکرد در شرایط کم‌آبی است. اگرچه تنش آبی در مراحل بحرانی رشد، بر رشد، عملکرد و خصوصیات کیفی تأثیرگذار خواهد بود (سزن و همکاران، ۲۰۱۱). همچنین، این گیاه در ردیف گیاهان با مقاومت متوسط به شوری با آستانه تحمل شوری عصاره اشباع خاک ٤/۸ دسی زیمنس بر متر طبقه‌بندی شده است (آلن و همکاران، ۱۹۹۸).

به دلیل این خصوصیات، کشت آفتابگردان در شرایط کمبود آب و شوری می‌تواند موردتوجه کشاورزان قرار گیرد. در حال حاضر کشاورزی تکیه‌گاه مهم امنیت غذایی کشور است و کمبود آب به‌عنوان مهم‌ترین و محدودکننده‌ترین عامل تولید در این بخش مطرح است. بنابراین توجه بیشتر به مطالعه در مورد آثار تنش در تولید گیاهان زراعی و همچنین ذخیره آب و مصرف کارآمد آن را می‌طلبد (قدمی و همکاران، ۱۳۹٤). یک راهکار مناسب برای نیل به این هدف، به کارگیری روش‌های مدیریتی جدید در آبیاری با تکیه بر صرفه‌جویی در مصرف آب است. ازجمله این روش‌ها می‌توان به فن آبیاری ناقص ریشه اشاره کرد (شاهنظری و همکاران، ۲۰۰۷). آبیاری ناقص ریشه (PRD)، یکی از استراتژی‌های نوین آبیاری است که قادر به کاهش آب مصرفی بدون کاهش معنی‌دار در عملکرد محصول بوده و در دهه‌ی اخیر در کشورهای متعددی موردتوجه قرارگرفته است (شاهنظری و همکاران، ۲۰۰۷، لیو و همکاران، ۲۰۰٦). تئوری خاص حاکم بر این روش آن را از روش کم‌آبیاری معمولی، که عمدتاً موجب کاهش محصول می‌شود، متمایز ساخته است. در این روش، به‌جای توزیع آب در تمام بخش ریشه، فقط نیمی از آن آبیاری شده و نیم دیگر خشک باقی می‌ماند (کاراندیش و همکاران، ۱۳۹۲).

مطالعات پیشین افزایش کارایی مصرف آب با حفظ عملکرد در اثر اعمال آبیاری ناقص ریشه را در بسیاری از محصولات نشان می‌دهد (کریمی کاخکی و همکاران، ۱۳۸۸، سزن و همکاران، ۲۰۱۱، لیما و همکاران، ۲۰۱۵، شاهنظری و همکاران، ۲۰۰۷، رومرو و همکاران، ۲۰۱۵، موسوی و همکاران، ۲۰۱۰، کاراندیش و همکاران، ۱۳۹۲). همچنین در برخی محصولات اجرای این شیوه آبیاری افزایش کیفیت محصول را نیز به دنبال داشت (شاهنظری و همکاران، ۲۰۰۷، موسوی و همکاران، ۲۰۱۰). اگرچه به کارگیری استراتژی‌های نوین آبیاری نظیر آبیاری ناقص ریشه با افزایش بهره‌وری آب موجب صرفه‌جویی و کاهش مصرف آب شیرین خواهد شد، لکن کاهش این منابع درنتیجه‌ی افزایش جمعیت جهان به مرز نه میلیارد نفر تا سال ۲۰۳۰، لزوم استفاده از منابع آبی جایگزین، برای نیل هم‌زمان به امنیت غذایی و کاهش معضل بحران آب را ضروری می‌سازد (لیو و همکاران، ۲۰۱۱). یکی از منابع دارای پتانسیل جایگزینی، منابع آب-های شور و لب‌شور است (کانگ و همکاران، ۲۰۱۰، چن و همکاران، ۲۰۰۹).

نتایج تحقیقات بسیاری در این زمینه حاکی از آن است که این منابع، در صورت مدیریت صحیح مصرف، می‌تواند به‌منظور آبیاری استفاده و حتی برای تولید محصول مفید واقع شود (پانگ و همکاران، ۲۰۱۰). اگرچه رشد و عملکرد اکثر محصولات زراعی هنگامی‌که در معرض تنش شوری قرار می‌گیرند، روند نزولی دارد، ولیکن با توجه به شرایط محیطی و همچنین به‌وسیله فعالیت‌های مؤثر کشاورزی می‌توان این روند کاهشی را

Archive of SID

www.SID.ir

بهبود داده و از افت قابل‌توجه رشد و عملکرد گیاه ممانعت به عمل آورد (موسوی و همکاران، ۲۰۰۹) و حتی موجب ارتقای کیفی محصول شد (قراب و همکاران،۲۰۱۳، قراب و همکاران، ۲۰۱٤). چن و همکاران (۲۰۰۹) با تحقیقی بر روی گیاه آفتابگردان نشان دادند که با افزایش شوری آب آبیاری، عملکرد گیاه کاهش و راندمان کاربرد آب آبیاری افزایش می‌یابد. نتایج پژوهش فلاجلا و همکاران (۲۰۰٤) با بررسی اثر شوری بر روی گیاه آفتابگردان نشانگر کاهش معنی‌دار عملکرد روغن با افزایش تنش شوری بود. از سوی دیگر با افزایش سطوح شوری، میزان اولئیک اسید، که سبب پایداری روغن و بهبود کیفیت و بوی مطبوع آن خواهد شد، افزایش و بالعکس در میزان لینولئیک اسید کاهش فزاینده‌ای مشاهده شد. قراب و همکاران (۲۰۱٤) به‌منظور بررسی آثار بلندمدت آبیاری ناقص ریشه بر روی عملکرد، ترکیبات و کیفیت روغن در درختان زیتون آبیاری شده با آب شور مطالعات چندساله‌ای را در کشور تانزانیا به اجرا درآوردند. این محققین گزارش نمودند که استفاده بلندمدت آب شور برای آبیاری زیتون به‌طور معنی‌داری سبب بهبود عملکرد تازه محصول با کاهش جزئی مقدار روغن در مقایسه با تیمار دیم شده و در اکثر پارامترهای کیفی و کمی اندازه‌گیری شده، بین تیمارهای آبیاری ناقص ریشه و تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.

هرچند تاکنون مطالعات بسیاری در زمینه کاربرد آبیاری ناقص ریشه در آبیاری گیاهان زراعی صورت گرفته و نیز پژوهش‌های متعددی در تعیین اثرات تنش شوری بر گیاهان انجام‌شده است، ولیکن تلفیق این شیوه‌های نوین و کارآمد با کاربرد آب شور و تأثیر توأمان این دو بر روی گیاهان زراعی نظیر آفتابگردان تاکنون مورد بررسی قرار نگرفته است. لذا این تحقیق، طی دو فصل زراعی در مزرعه آموزشی- پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی ساری به‌منظور تعیین نقش مدیریت آبیاری ناقص ریشه با آب شور بر پارامترهای رشد گیاه و خصوصیات کیفی محصول آفتابگردان اجرا شد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر طی دو فصل زراعی (۱۳۹٤ و ۱۳۹۳) در مزرعه پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری با موقعیت جغرافیایی ۳٦/۳۹ درجه شمالی و ۵۳/۰٤ شرقی و ارتفاع از سطح دریای آزاد ۱۵ متر به اجرا درآمد. میانگین بارش و تبخیر از تشتک کلاس A سالانه به ترتیب ٦۱٦ و ۲۵۰۰ میلی‌متر است. دمای بیشینه، کمینه و میانگین در بازه بلندمدت به ترتیب ۳۸/۹، ٦- و ۱۷/۳ درجه سانتی‌گراد است (کاراندیش، ۲۰۱٤). خاک مزرعه پژوهشی دارای بافت لوم رس شنی بود. برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه مطالعاتی در جدول (۱) ارائه‌شده است.

جدول ۱- خواص فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه موردمطالعه

عمق (cm)	شن (٪)	سیلت (٪)	رس (٪)	کربن آلی (٪)	بافت خاک	ظرفیت زراعی (٪)	هدایت الکتریکی ($dS\ m^{-1}$)	pH	چگالی ظاهری ($gr\ cm^{-3}$)
۰-۲۰	۵۴	۲۴	۲۲	۰/۶	لوم رسی شنی	۳۰	۲/۷۳	۷/۶۴	۱/۴۲
۲۰-۴۰	۵۶	۲۳	۲۱	۰/۵	لوم رسی شنی	۳۰	۲/۵۹	۷/۶۸	۱/۴۳
۴۰-۶۰	۵۵	۲۱	۲۴	۰/۲	لوم رسی شنی	۳۰	۲/۴۱	۸/۰۷	۱/۴۱

قبل از کشت و اجرای آزمایش مزرعه‌ای، سامانه آبیاری قطره‌ای سطحی در زمین پیاده شد. ابعاد مزرعه ۳۰ × ۱۵ (٤۵۰ مترمربع) بود. هر کرت با در نظر گرفتن حاشیه ۲۵ مترمربع (۵ × ۵) بود. دو لوله آبده قطره‌ای (tape) به فاصله ۱۵ سانتی‌متر در دو طرف ردیف کشت گیاه برای همه تیمارها اختصاص داده شد. لوله آبده با قطر ۱٦ میلی‌متر و فاصله قطره‌چکان ۲۰ سانتی‌متر روی لوله و دبی خروجی دو لیتر بر ساعت با فشار کارکرد ۱۰۰ کیلوپاسکال مورد استفاده قرار گرفت. به‌منظور تعیین روند تغییرات رطوبت در محدوده توسعه ریشه و تعیین نیاز آبی

Archive of SID

www.SID.ir

گیاه، لوله‌های دسترسی دستگاه اندازه‌گیری رطوبت انعکاس‌سنجی زمانی (TDR[1]) مدل TRIME-FM تا عمق ۱۰۰ سانتی‌متر در تیمارهای آبیاری کامل و آبیاری ناقص ریشه نصب شد. در پژوهش حاضر، به‌منظور مدیریت آبیاری در کشت آفتابگردان، دو فاکتور آبیاری مورد ارزیابی قرار گرفت: روش اعمال آبیاری به‌عنوان فاکتور اول (در دو سطح) و مدیریت کیفی آب آبیاری به‌عنوان فاکتور دوم (در سه سطح) که در قالب طرح فاکتوریل، به‌صورت طرح پایه بلوک کامل تصادفی و با سه تکرار اجرا شد. توضیحات مربوط به شش تیمار در جدول (۲) ارائه شده است. دور آبیاری به‌صورت یک روز در میان و با هدف تأمین کمبود رطوبت خاک تا عمق ۶۰ سانتی‌متری در تیمار آبیاری کامل و رساندن آن به حد ظرفیت زراعی خاک (اندازه‌گیری شده در آزمایشگاه با دستگاه صفحات فشاری) بود. نیاز آبی(I_n) با استفاده از فرمول (۱) محاسبه شد:

$$I_n = \sum_{i=1}^{m} (\theta_{FCi} - \theta_{BIi}) \times D_i \qquad (۱)$$

که در آن:

Θ_{FCi} مقدار رطوبت حجمی خاک در حد ظرفیت زراعی (٪)، Θ_{BIi} میزان رطوبت حجمی خاک قبل از هر نوبت آبیاری (٪)، Di عمق خاک آبیاری شده به میلی‌متر، i شماره لایه و m عمقی از خاک است، که آبیاری می‌شود. Θ_{BIi} با استفاده از رطوبت‌سنج‌های TDR قبل از هر نوبت آبیاری تعیین شد. به‌منظور حصول اطمینان از ورود آب موردنیاز در ابتدای لوله اصلی کنتور قرار داده شد که با قرائت آن قبل و بعد از آبیاری، حجم آب ورودی به کرت‌ها کنترل شد. نظر به اینکه قطره چکان‌های مورد استفاده در این تحقیق دارای دبی ثابت بود، لذا تأمین عمق آب آبیاری موردنظر بر اساس تنظیم مدت‌زمان آبیاری و حجم آب عبوری از کنتور استوار است.

مقدار نیاز آبی تعیین‌شده بر اساس رابطه (۱) در تیمار آبیاری کامل در کل فصل رشد و در تیمارهای آبیاری ناقص ریشه نیز تا زمان اعمال تیمار اعمال شد. از زمان شروع اعمال تیمار تا انتهای فصل کشت، میزان حجم آب آبیاری در تیمارهای PRD معادل ۷۵ درصد از حجم آب ارائه‌شده در تیمار آبیاری کامل بود که به یک طرف ریشه داده شد. همچنین درصد سطح خیس شده به‌صورت میانگین در طول فصل کشت ۰/۳۵ بوده که در محاسبات تعیین نیاز آبی در سامانه آبیاری موضعی اعمال شده است. زمان اعمال تیمار در دو سال به ترتیب، ۵۵ و ٤٤ روز پس از کشت بود. زمان تغییر آبیاری از یک سمت به سمت دیگر در تیمارهای آبیاری ناقص ریشه پس از هر سه نوبت آبیاری بود. در تیمارهای کاربرد تناوبی آب شور و غیر شور نیز زمان تغییر نوع آب (از غیرشور به شور و بالعکس) بعد از هر سه نوبت آبیاری در نظر گرفته شد. مقدار کل آب آبیاری برای تیمارهای آبیاری کامل در سال ۱۳۹۳ و ۱۳۹٤ به ترتیب برابر با ۸٤٤ و ٦۰۷ میلی‌متر بود. همچنین در تیمارهای آبیاری ناقص ریشه، مقدار کل آب آبیاری در سال اول و دوم زراعی به ترتیب برابر با ۷٤۳ و ٥۱٤ میلی‌متر بود.

میزان بارندگی در طول دو فصل زراعی متفاوت بود. در فصل کشت اول (۱۳۹۳) میزان بارش در طول دوره اعمال تیمار برابر با ۱/۲ میلی‌متر بود. در فصل زراعی دوم میزان بارش در طول دوره اعمال تیمار ۱۱ میلی‌متر (به‌صورت پراکنده) بود. در هر دو فصل میزان بارندگی در طول دوره اعمال تنش قابل‌توجه نبوده و پراکندگی آن به‌گونه‌ای بود که بر روند اجرا و نتایج پژوهش تأثیر نگذاشت. دو نوع آب با کیفیت متفاوت (غیرشور و شور) در این پژوهش استفاده شد که خصوصیات شیمیایی آن در جدول (۳) آمده است. آب غیرشور از چاه موجود در مزرعه با شوری کمتر از یک دسی زیمنس بر متر تأمین‌شده و آب شور مورد استفاده برای این پژوهش از اختلاط آب دریای خزر با آب غیر-شور (اختلاط تقریبی ۲۰ درصد) به دست آمد که درنهایت، منتج به آبی با شوری ٥/٤ دسی زیمنس بر متر شد.

[1] Time Domain Reflectometry

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- توضیحات مربوط به تیمارهای آبیاری

تیمارهای آزمایش	توضیحات
FI	آبیاری کامل با کاربرد آب غیر شور در تمام طول فصل کشت
SI	آبیاری کامل با کاربرد آب شور از زمان اعمال تیمار تا پایان فصل
FSI	آبیاری کامل با کاربرد تناوبی آب شور و غیرشور از زمان اعمال تیمار تا پایان فصل
PRD_1 (%75)	آبیاری ناقص ریشه در سطح ۷۵ درصد با کاربرد آب غیرشور در تمام طول فصل کشت
PRD_2 (%75)	آبیاری ناقص ریشه در سطح ۷۵ درصد با کاربرد آب شور از زمان اعمال تیمار تا پایان فصل
PRD_3 (%75)	آبیاری ناقص ریشه در سطح ۷۵ درصد با کاربرد تناوبی آب شور و غیرشور از اعمال تیمار تا پایان فصل

بذر آفتابگردان (رقم آذرگل) در اوایل خرداد ماه در دو سال زراعی ۱۳۹۳ و ۱۳۹٤ با فاصله ۲۰ سانتی‌متر روی ردیف، ۷۵ سانتی‌متر بین ردیف کاشت و پنج ردیف در هر کرت کاشته شد. تراکم گیاه پس از استقرار ۵/۷ بوته در هر متر مربع بود. بر اساس نتایج آزمون اولیه خاک، نیاز کودی خاک شامل کمبود عناصر غذایی مهم نظیر پتاسیم، فسفر و ازت به ترتیب با مصرف کودهای سولفات پتاسیم (۵۰ کیلوگرم در هکتار) و سوپر فسفات تریپل (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) در ابتدای فصل کشت و کود اوره (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) به‌صورت سرک در دو مرحله (ابتدای کشت و سه هفته پس از کشت) تأمین شد.

جدول ۳- خصوصیات شیمیایی آب مورداستفاده در پژوهش

پارامتر (واحد)		EC (dS/m)	pH	SAR	TDS	HCO_3^-	CL^-	SO_4^{2-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^+	Na^+
						(mg/lit)						
آب غیرشور	۱۳۹۳	۰/۷	۸/۲	۱/۹	۴۲۱	۲۷۴	۷۱	۹/۶	۵۴	۱۶/۸	۲/۳	۶۲/۱
آب دریا		۱۸	۸/۴	۳۱/۲	۱۲۰۹۲	۲۶۶	۵۴۶۳	۱۰۶۷	۶۲۲	۹۸/۶	۱۱۴	۳۱۷۱
آب شور تلفیقی		۵/۴	۸/۲	۷/۸	۲۷۵۵	۲۷۱	۱۱۴۹	۲۲۱	۱۶۸	۳۳/۲	۲۴/۷	۶۸۴
آب غیرشور	۱۳۹۴	۰/۷۷	۸/۲	۲	۴۶۵	۲۷۲	۸۶	۱۰/۴	۵۹	۱۶/۶	۲/۱	۷۰/۸
آب دریا		۱۹/۲	۸/۳	۳۲/۷	۱۲۷۶۳	۲۷۶	۵۵۲۷	۱۱۱۲	۶۳۵	۱۰۷/۳	۱۲۱	۳۲۳۴
آب شور تلفیقی		۵/۴	۸/۲	۸/۱	۲۸۲۴	۲۷۳	۱۱۲۴	۲۳۰	۱۷۴	۳۳/۳	۲۳/۲	۶۱۳

برداشت محصول در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک در سال اول در ۲۵ شهریور و در سال دوم در نه شهریور صورت گرفت. به‌منظور اندازه‌گیری پارامترهای مرفولوژیکی گیاهان تحت تیمارهای مختلف، از هر کرت آزمایشی با در نظر گرفتن اثرات حاشیه‌ای، سه بوته برداشت شد. طبق و برگ‌ها از ساقه جدا و ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد برگ‌های فعال و غیرفعال (زرد و پژمرده) و قطر طبق ثبت شد. وزن تر اندام‌های هوایی در مزرعه بلافاصله پس از برداشت اندازه‌گیری شد و هر قسمت گیاه به‌طور مجزا در پاکت کاغذی قرار داده شد. پس از انتقال پاکت نمونه‌ها به آزمایشگاه و قرار دادن آن در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ٤۸ ساعت، پاکت‌ها مجدداً توزین و وزن خشک آن‌ها ثبت شد.

به‌منظور تعیین عملکرد، از هر کرت آزمایشی با در نظر گرفتن اثرات حاشیه‌ای، در مساحتی معادل یک مترمربع، کل بوته‌ها برداشت شد. طبق‌ها از بوته جدا و توزین شد. سپس دانه‌ها از طبق جدا و عملکرد دانه (با رطوبت ١٤ درصد) اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری درصد روغن دانه، ابتدا مغز دانه‌ها پوست‌گیری و سپس آسیاب شد. درصد روغن دانه با استفاده از دستگاه سوکسله محاسبه شد (اله‌دادی و همکاران، ۱۳۹۰). عملکرد روغن نیز از حاصل‌ضرب درصد روغن دانه در عملکرد مغز دانه (حاصل‌ضرب عملکرد دانه در نسبت مغز دانه به کل دانه) به دست آمد (اله‌دادی و همکاران، ۱۳۹۰). جهت اندازه-گیری درصد پروتئین دانه نیز از روش برادفورد استفاده شد (برادفورد، ۱۹۷٦). درصد نیتروژن دانه از تقسیم درصد پروتئین بر ضریب تبدیل نیتروژن به پروتئین

Archive of SID

www.SID.ir

مختص گیاه آفتابگردان که برابر با ۵/۳٦ است، به دست آمد (تکاچوک، ۱۹٦۹). عملکرد پروتئین نیز مشابه با عملکرد روغن محاسبه شد.

کلیه داده‌های به‌دست‌آمده از اندازه‌گیری پارامترهای رویشی و عملکرد کیفی محصول با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹/۱ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح پنج درصد انجام شد (انستیتو SAS، ۲۰۰٤).

نتایج و بحث

ارتفاع گیاه و قطر ساقه

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس مرکب دو سال، روش آبیاری و اثر متقابل فاکتورهای آزمایش در سطح یک درصد و اثر سال و اثر مدیریت کیفی آب آبیاری در سطح پنج درصد بر صفت ارتفاع گیاه معنی‌دار بوده است (جدول ٤). علت معنی‌دار بودن اثر سال را می‌توان تفاوت شرایط دمایی، رطوبت و تاریخ کشت زودتر در سال ۹٤ نسبت به سال ۹۳ و قرار گرفتن دوره رشد رویشی گیاه در دمای پایین‌تر (ماه‌های خنک‌تر) دانست.

همچنین، مقایسه میانگین تیمارها بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن (جدول ۵) نشان می‌دهد که تیمار PRD_3 با میانگین ۱۹۵/٦۷ سانتی‌متر بیش‌ترین و تیمارهای FSI و SI با میانگین ۱۸۸/۵۰ سانتی‌متر کم‌ترین مقادیر ارتفاع گیاه را داشتند.

بر اساس نتایج به‌دست آمده اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای آبیاری ناقص ریشه با تیمار شاهد وجود نداشت. به عبارتی، اعمال تنش شوری به شیوه آبیاری ناقص ریشه باعث جبران اثرات منفی آب شور بر رشد طولی گیاه شده و ارتفاع گیاهان تحت این شیوه آبیاری کمتر تحت تأثیر مضرات آب شور قرار گرفت درحالی‌که نتایج نشان‌دهنده تأثیر منفی آب شور بر ارتفاع گیاهان در تیمارهای آبیاری کامل بود. پژوهش‌های محققان پیشین نیز نشان می‌دهد که ارتفاع گیاه با افزایش شوری آب آبیاری و افزایش تنش آبی کاهش می‌یابد (لیما و همکاران، ۲۰۱۵، چن و همکاران، ۲۰۰۹، کاریلو و همکاران، ۲۰۱۵). همچنین افزایش ارتفاع تحت تأثیر آبیاری ناقص ریشه توسط دیگر محققین گزارش‌شده است (موسوی و همکاران، ۲۰۱۰).

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس مرکب پارامترهای رویشی گیاه در سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		ارتفاع گیاه (cm)	قطر ساقه (mm)	تعداد برگ فعال	تعداد برگ غیرفعال	وزن تر اندام هوایی ($kg\ ha^{-1}$)	وزن خشک اندام هوایی($kg\ ha^{-1}$)
سال	۱	۶۴/۰۰*	۰/۲۵^{ns}	۳۲/۱۱**	۴۴/۴۴**	۲۳۵۸۷۲/۱**	۱۴۵۱۱/۸**
خطا ۱	۴	۱۲/۸۹	۳/۳۹	۱/۳۸	۰/۶۱	۲۶۴۱۱/۱	۱۶۰۲/۴۲
a	۱	۳۶/۰۰**	۰/۲۵^{ns}	۹/۰۰^{ns}	۱۱/۱۱**	۵۱۶۸۰/۴^{ns}	۲۱۲۲/۲۹*
سال × a	۱	۵۳/۷۸*	۰/۰۳^{ns}	۴/۰۰^{ns}	۱/۰۰^{ns}	۴۸۶۹۳/۸^{ns}	۲۱۱۵/۲۳^{ns}
b	۲	۳۵/۸۶*	۲۹/۷۸**	۰/۵۸^{ns}	۱۷/۱۹**	۴۱۳۳۱۹/۷**	۹۹۰۳/۰۶**
سال × b	۲	۹۱/۰۸**	۱/۰۰^{ns}	۳/۰۳^{ns}	۹/۶۹**	۱۶۶۰/۸۶^{ns}	۷۸/۲۷^{ns}
a × b	۲	۹۵/۰۸**	۰/۳۳^{ns}	۳/۵۸^{ns}	۱/۶۹^{ns}	۱۵۱۸۰/۰۳^{ns}	۷۲۴/۴۰^{ns}
سال × a × b	۲	۴۳/۵۳*	۰/۷۸^{ns}	۷/۵۸^{ns}	۱/۷۵^{ns}	۱۴۴۷۱/۱۹^{ns}	۸۴۵/۹۰^{ns}
خطای کل	۲۰	۸/۳۸	۱/۶۹	۲/۵۹	۱/۰۱	۲۱۷۰۰/۳۰	۵۲۱/۲۳
ضریب تغییرات		۱/۵۱	۵/۹۹	۲۰/۱۱	۷/۷۰	۱۲/۸۹	۱۰/۳۳

* و ** به ترتیب نشانگر معنی‌داری اثر تیمار در سطوح پنج و یک درصد و ns نشانگر معنی‌دار نبودن اثر تیمار در سطح ۵٪ می‌باشند.

a = فاکتور روش آبیاری، b = فاکتور مدیریت کیفی آب آبیاری

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵- نتایج مقایسه میانگین پارامترهای رویشی گیاه

تیمار آزمایشی	ارتفاع گیاه (cm)	قطر ساقه (mm)	تعداد برگ فعال	تعداد برگ غیرفعال	وزن تر اندام هوایی ($kg\ ha^{-1}$)	وزن خشک اندام هوایی($kg\ ha^{-1}$)
سال						
۹۳	۱۹۳/۱۱ a	۲۱/۷۸ a	۷/۰۶ b	۱۱/۹۴ b	۱۲۲۳/۳۳ a	۲۴۱/۱۰ a
۹۴	۱۹۰/۴۴ a	۲۱/۶۱ a	۸/۹۴ a	۱۴/۱۷ a	۱۰۶۱/۴۴ b	۲۰۰/۹۴ b
فاکتور روش آبیاری						
آبیاری کامل	۱۹۰/۷۸ a	۲۱/۶۱ a	۸/۵۰ a	۱۳/۶۱ a	۱۱۸۰/۲۸ a	۲۲۸/۷۰ a
PRD	۱۹۲/۷۸ a	۲۱/۷۸ a	۷/۸۰ a	۱۲/۳۰ b	۱۱۰۴/۵۰ a	۲۱۳/۳۷ a
فاکتور مدیریت کیفی						
آب غیرشور	۱۹۳/۳۳ a	۲۲/۹۲ a	۸/۲۵ a	۱۴/۴۲ a	۱۲۶۸/۲۵ a	۲۳۹/۵۶ a
آب شور	۱۸۹/۹۲ b	۱۹/۹۲ b	۷/۸۳ a	۱۲/۸۵ b	۹۲۹/۲۵ b	۱۸۷/۹۳ b
تناوب شور و غیرشور	۱۹۲/۰۸ ab	۲۲/۲۵ a	۷/۹۲ a	۱۲/۱۶ b	۱۲۲۹/۶۷ a	۲۳۵/۵۷ a
روش آبیاری × مدیریت کیفی						
FI	۱۹۵/۳۳ a	۲۲/۶۷ a	۸/۱۷ a	۱۵/۰۰ a	۱۳۱۴/۶۷ a	۲۴۳/۳۸ a
SI	۱۸۸/۵۰ b	۲۰/۰۰ b	۸/۸۳ a	۱۳/۵۰ ab	۹۹۷/۶۷ b	۲۰۴/۵۵ ab
FSI	۱۸۸/۵۰ b	۲۲/۱۷ a	۸/۵۰ a	۱۲/۳۳ b	۱۲۲۸/۵۰ a	۲۳۸/۱۶ a
PRD_1	۱۹۱/۳۳ ab	۲۳/۱۷ a	۸/۳۳ a	۱۳/۸۳ ab	۱۲۲۱/۸۳ a	۲۳۵/۷۴ a
PRD_2	۱۹۱/۳۳ ab	۱۹/۸۳ b	۶/۸۳ a	۱۱/۶۷ b	۸۶۰/۸۳ b	۱۷۱/۳۱ b
PRD_3	۱۹۵/۶۷ a	۲۲/۳۳ a	۷/۳۳ a	۱۲/۰۰ b	۱۲۳۰/۸۳ a	۲۳۲/۹۸ a

میانگین‌های با حروف یکسان در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد می‌باشند.

در مورد صفت قطر ساقه، فقط فاکتور مدیریت کیفی آب آبیاری در سطح یک درصد تأثیر معنی‌داری داشته و اثر سال، فاکتور روش آبیاری و اثر متقابل‌ها معنی‌دار نبود (جدول ٤). تیمار SI و PRD_2 به ترتیب با میانگین ۲۰ و ۱۹/۸۳ میلی‌متر کم‌ترین مقادیر (با اختلاف معنی‌دار با تیمار شاهد) و PRD_1 با ۲۳/۱۷ میلی‌متر بیش-ترین مقدار میانگین را داشت (جدول ۵). در این صفت نیز نتایج نشان‌دهنده کارایی بهتر تیمار آبیاری ناقص ریشه نسبت به آبیاری کامل است و همچنین تیمارهای آبیاری با آب شور بیشترین تأثیرپذیری منفی را داشتند. بررسی‌های دیگر پژوهشگران نشان‌دهنده تأثیر غیر معنی‌دار آبیاری ناقص ریشه بر قطر ساقه در مقایسه با آبیاری کامل بوده (لیما و همکاران، ۲۰۱۵) و همچنین کاهش قطر ساقه تحت تنش شوری گزارش‌شده است (کاریلو و همکاران، ۲۰۱۵). اثرات منفی تنش شوری بر آفتابگردان ممکن است به علت کاهش جذب آب، کاهش فعالیت‌های متابولیک ناشی از سمیت کلر و سدیم و کمبود ماده مغذی ناشی از تداخل‌های یونی باشد (مروات و همکاران، ۲۰۱۲).

تعداد برگ‌های فعال و غیرفعال بوته

بر طبق تجزیه مرکب (جدول ٤)، روش آبیاری، مدیریت کیفی آب آبیاری و اثر متقابل این دو بر تعداد برگ‌های فعال گیاه اثر معنی‌داری نداشتند. با توجه به تجزیه مرکب اثر سال در سطح یک درصد معنی‌دار شد. علت این امر را می‌توان تفاوت شرایط دمایی، رطوبت و تاریخ کشت زودهنگام سال ۹٤ نسبت به سال ۹۳ دانست. همچنین، در مورد تعداد برگ‌های غیرفعال همه‌ی اثرات ساده در سطح یک درصد معنی‌دار و اثرات متقابل آن‌ها غیرمعنی‌دار شد. همچنین مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بیشترین تعداد برگ‌های غیرفعال در تیمار FI با میانگین ۱۵/۰۰ برگ مشاهده شد و اکثر تیمارها دارای اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد بودند (جدول ۵). نتایج نشانگر این است تیمارهای تحت هر دو تنش آبی و شوری تعداد برگ‌های فعال و غیرفعال و درمجموع تعداد برگ کمتری دارند که علت آن می‌تواند تأثیر منفی دو تنش بر جذب آب و املاح مغذی به‌وسیله گیاه، سمیت یون‌های مضر و درنتیجه کاهش قدرت گیاه و رشد

Archive of SID

www.SID.ir

رویشی آن باشد. نتایج به دست آمده با دیگر پژوهش‌ها همخوانی داشت (مروات و همکاران، ۲۰۱۲).

وزن تر و خشک اندام هوایی

بررسی نتایج تجزیه واریانس مرکب وزن تر اندام هوایی نشان می‌دهد که اثر سال و تیمار مدیریت کیفی آب آبیاری در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ٤). تیمار FI دارای بیش‌ترین وزن تر اندام هوایی با مقدار میانگین ۱۳۱٤/٦۷ کیلوگرم بر هکتار و تیمار PRD_2 دارای کم‌ترین مقدار بود (جدول ٥). در پارامتر وزن خشک اندام هوایی نیز با توجه به نتایج تجزیه واریانس (جدول ٤) و مقایسه میانگین تیمارهای اعمال شده (جدول ٥) نتایج تقریباً مشابه با وزن تر بوده و تیمارهای مذکور مقادیر کمینه و بیشینه را برای این صفت داشتند. علت این امر همبستگی بالای این دو صفت به هم است. همان‌طور که از نتایج ذکر شده بر می‌آید تیمار آبیاری ناقص ریشه با آب شور به دلیل اعمال هم‌زمان دو تنش شوری و خشکی کمترین مقادیر وزن تر و خشک اندام هوایی را داشته و علت آن را می‌توان کاهش رشد ریشه (خالقی و همکاران، ۱۳۹٥) و درنتیجه عدم توانایی کافی برای جذب رطوبت و عناصر غذایی در نتیجه‌ی تنش خشکی و اسمزی و متعاقب آن کاهش توان گیاه در رشد رویشی دانست. این نتایج با پژوهش‌های پیشین همسو است (چن و همکاران، ۲۰۰۹، عامر ، ۲۰۱۰، موسوی و همکاران، ۲۰۱۰).

عملکرد دانه

مطابق با تجزیه واریانس مرکب صورت گرفته (جدول ٦)، معنی‌دار شدن اثر سال و سطوح مدیریت کیفی آب آبیاری بر روی پارامتر عملکرد دانه در سطح یک درصد کاملاً مشهود است. مقایسه میانگین‌ها در جدول (۷) نشان داد تیمار شاهد حداکثر میانگین عملکرد دانه (٤٥۳٦/۹ کیلوگرم در هکتار) و تیمار PRD_2 و SI به ترتیب با میانگین ۳۳۲۷/۳ و ۳٤۹۸/۱ کیلوگرم در هکتار کم‌ترین مقادیر را داشتند. اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای PRD_1، FSI و PRD_3 با تیمار کنترل ازنظر عملکرد مشاهده نشد. درحالی‌که این تفاوت بین SI و PRD_2 با تیمار شاهد معنی‌دار بود. بنابراین، می‌توان مطرح نمود اعمال کم‌آبیاری به شیوه آبیاری ناقص ریشه اثرات نامطلوب تنش آبی و نیز اعمال مدیریت تناوبی کاربرد آب شور و غیر شور، اثرات منفی تنش شوری بر گیاه را تقلیل بخشیدند.

به این ترتیب، کاهش معنی‌دار عملکرد دانه در تیمارهای دیگر را می‌توان به دلیل کاهش وزن خشک و تر اندام هوایی و درنتیجه کاهش توان گیاه در تولید عملکرد در این تیمارها دانست (رشدی و همکاران، ۱۳۸٥). محققین بسیاری در تحقیقات خود عدم کاهش معنی‌دار عملکرد در نتیجه‌ی آبیاری ناقص ریشه (کاراندیش و همکاران، ۱۳۹۲، شاهنظری و همکاران ، ۲۰۰۷، قراب و همکاران، ۲۰۱۳) و کاهش عملکرد در اثر تنش شوری را گزارش نمودند (عامر، ۲۰۱۰، موسوی و همکاران، ۲۰۰۹، فلاجلا و همکاران ، ۲۰۰٤، کانگ و همکاران، ۲۰۱۰، چن و همکاران، ۲۰۰۹، کاترجی و همکاران، ۱۹۹٦).

درصد روغن دانه

تأثیر سال و سطوح مختلف روش آبیاری بر این پارامتر در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ٦). مقایسه میانگین اثر روش‌های آبیاری نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار درصد روغن تحت تأثیر روش آبیاری ناقص ریشه نسبت به آبیاری کامل است. این درحالیست که اثرات متقابل تیمارهای آزمایش دارای اختلاف معنی‌دار نیست (جدول ۷). فرانکویس (۱۹۹٦) در پژوهش خود بر روی آفتابگردان نشان داد که درصد روغن در دانه با افزایش شوری خاک تا حد ۱۰/۲ دسی زیمنس بر متر تحت تأثیر قرار نگرفت.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۶- نتایج تجزیه واریانس مرکب پارامترهای عملکرد کمی و کیفی محصول در سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		عملکرد اقتصادی ($kg\ ha^{-1}$)	درصد روغن	عملکرد روغن ($kg\ ha^{-1}$)	درصد پروتئین	عملکرد پروتئین ($kg\ ha^{-1}$)	نیتروژن دانه
سال	۱	۲۹۱۱۸۵۷/۸ **	۱۰۹۸/۰۳ **	۸۷۴۱۶/۸ *	۰/۳۴ ^{ns}	۲۷۳۸۲/۵ **	۰/۰۱۲ ^{ns}
خطا ۱	۴	۱۱۱۴۴/۶۳	۲/۵۲	۶۵۶۱/۵۴	۱/۳۱	۱۶۱۱/۵۶	۰/۴۵
A	۱	۹۴۹۱۵/۳۴ ^{ns}	۴۷/۶۱ **	۸۳۶۹/۲ ^{ns}	۱/۷۹ ^{ns}	۵۱۷۴/۸۸ *	۰/۰۶ ^{ns}
سال × a	۱	۱۷۶۶۱۰/۱ ^{ns}	۱/۰۲ ^{ns}	۱۱۲۶۲/۱۶ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۱۵۶۳/۶۷ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}
B	۲	۳۴۰۷۴۳۹/۵ **	۱/۹۱ ^{ns}	۵۷۸۸۱۹/۱ **	۵/۶۹ *	۳۸۶۹۷/۱۲ **	۰/۲ *
سال × b	۲	۱۳۳۷۸۱/۵۱ ^{ns}	۴/۰۵ ^{ns}	۴۶۵۹۸/۳ *	۰/۲۹۹ ^{ns}	۱۱۳۵/۶۹ ^{ns}	۰/۰۱ ^{ns}
a × b	۲	۴۹۱۷۸/۴۶ ^{ns}	۵/۷۹ ^{ns}	۱۹۳۹۶/۱۸ ^{ns}	۰/۱۹۴ ^{ns}	۷۳۲/۶۹ ^{ns}	۰/۰۱ ^{ns}
سال × a × b	۲	۷۷۸۹۱/۲۷ ^{ns}	۴/۱۲ ^{ns}	۳۳۳۰۶/۶ ^{ns}	۲/۵۰ ^{ns}	۲۲۹۷/۵۹ ^{ns}	۰/۰۹ ^{ns}
خطای کل	۲۰	۵۶۹۳۴/۴۴	۴/۳۳	۱۲۵۸۹/۴	۱/۲۱	۱۱۸۴/۴	۰/۰۴
ضریب تغییرات		۵/۹۶	۳/۷۹	۶/۸۷	۷/۷۴	۸/۰۷	۷/۶۹

* و ** به ترتیب نشانگر معنی‌داری اثر تیمار در سطوح یک و پنج درصد و ns نشانگر معنی‌دار نبودن اثر تیمار در سطح ۵٪ می‌باشند.
a = فاکتور روش آبیاری، b = فاکتور مدیریت کیفی آب آبیاری

جدول ۷- نتایج مقایسه میانگین پارامترهای عملکرد کمی و کیفی محصول

تیمار آزمایشی	عملکرد اقتصادی ($kg\ ha^{-1}$)	درصد روغن	عملکرد روغن ($kg\ ha^{-1}$)	درصد پروتئین	عملکرد پروتئین ($kg\ ha^{-1}$)	درصد نیتروژن دانه
سال						
۹۳	۴۲۸۹/۱۷ ^{a}	۴۹/۳۰ ^{b}	۱۵۸۴/۸۴ ^{b}	۱۴/۳۲ ^{a}	۴۵۳/۸۶ ^{a}	۲/۶۳ ^{a}
۹۴	۳۷۲۰/۳۶ ^{b}	۶۰/۳۶ ^{a}	۱۶۸۳/۳۹ ^{a}	۱۴/۱۲ ^{a}	۳۹۸/۷۱ ^{b}	۲/۶۷ ^{a}
فاکتور روش آبیاری						
آبیاری کامل	۴۰۵۶/۱۱ ^{a}	۵۳/۶۸ ^{b}	۱۶۱۸/۸۷ ^{a}	۱۴/۴۴ ^{a}	۴۳۸/۲۷ ^{a}	۲/۶۹ ^{a}
PRD	۳۹۵۳/۴۲ ^{a}	۵۵/۹۸ ^{a}	۱۶۴۹/۳۶ ^{a}	۱۹/۹۹ ^{a}	۴۱۴/۳۰ ^{b}	۲/۶۱ ^{a}
فاکتور مدیریت کیفی						
آب غیرشور	۴۴۴۵/۷۹ ^{a}	۵۴/۳۹ ^{a}	۱۸۰۷/۲۵ ^{a}	۱۳/۵۰ ^{b}	۴۵۲/۴۹ ^{a}	۲/۵۳ ^{b}
آب شور	۳۴۱۲/۶۷ ^{c}	۵۴/۹۲ ^{a}	۱۳۸۷/۰۷ ^{c}	۱۴/۱۳ ^{ab}	۳۶۱/۱۳ ^{b}	۲/۶۴ ^{ab}
تناوب شور و غیرشور	۴۱۵۵/۸۳ ^{b}	۵۵/۱۷ ^{a}	۱۷۰۸/۰۲ ^{b}	۱۴/۹۵ ^{a}	۴۶۵/۲۴ ^{a}	۲/۷۹ ^{a}
روش آبیاری × مدیریت کیفی						
FI	۴۵۳۶/۹ ^{a}	۵۳/۹۹ ^{a}	۱۸۳۰/۹۸ ^{a}	۱۳/۶۸ ^{b}	۴۶۴/۶۳ ^{a}	۲/۵۵ ^{b}
SI	۳۴۹۸/۱ ^{b}	۵۳/۱۵ ^{a}	۱۳۷۴/۱۸ ^{c}	۱۴/۴۹ ^{ab}	۳۸۰/۸۶ ^{b}	۲/۷۰ ^{ab}
FSI	۴۱۳۳/۳ ^{a}	۵۳/۸۹ ^{a}	۱۶۵۱/۴۴ ^{b}	۱۵/۱۶ ^{a}	۴۶۹/۳۴ ^{a}	۲/۸۳ ^{a}
PRD_1	۴۳۵۴/۷ ^{a}	۵۴/۷۹ ^{a}	۱۷۸۳/۵۳ ^{ab}	۱۳/۴۸ ^{b}	۴۴۰/۳۵ ^{a}	۲/۵۱ ^{b}
PRD_2	۳۳۲۷/۳ ^{b}	۵۶/۶۹ ^{a}	۱۳۹۹/۹۶ ^{c}	۱۳/۷۸ ^{b}	۳۴۱/۴۰ ^{b}	۲/۵۷ ^{b}
PRD_3	۴۱۷۸/۳ ^{a}	۵۶/۴۹ ^{a}	۱۷۶۴/۵۹ ^{ab}	۱۴/۳۷ ^{ab}	۴۶۱/۱۴ ^{a}	۲/۷۵ ^{ab}

میانگین‌های با حروف یکسان در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد می‌باشند.

همچنین، قراب و همکاران (۲۰۱۳ و ۲۰۱٤) افزایش درصد روغن در درختان زیتون تحت آبیاری ناقص ریشه با آب شور را گزارش نمودند که با این نتایج هم‌خوانی دارد.

عملکرد روغن

تأثیر سال در سطح پنج درصد و اعمال مدیریت-های کیفی آب آبیاری در سطح یک درصد بر عملکرد روغن معنی‌دار بود (جدول ٦). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که تیمار FI با ۱۸۳۰/۹۸ کیلوگرم در هکتار بیش‌ترین میزان عملکرد را به خود اختصاص داد.

Archive of SID

www.SID.ir

تیمارهای PRD_1 و PRD_3 به ترتیب با عملکرد روغن ۱۷۸۳/۵۳ و ۱۷٦٤/۵۹ کیلوگرم در هکتار اختلاف معنی-داری با شاهد نداشتند. تیمارهای SI و PRD_2 کم‌ترین عملکرد روغن را به دست آوردند (جدول ۷). علت این عملکرد پایین بیشتر درنتیجه‌ی کاهش عملکرد دانه و همچنین کاهش درصد روغن تحت تأثیر تنش‌های اسمزی و آبی است (کریمی کاخکی و همکاران، ۱۳۸۸). در حقیقت عوامل تأثیرگذار بر دو پارامتر درصد روغن و عملکرد اقتصادی بر این صفت مؤثر خواهد بود. دیگر محققین نیز کاهش عملکرد روغن تحت اعمال تنش‌های شوری و خشکی را تائید می‌کنند (سزن و همکاران، ۲۰۱۱، قراب و همکاران، ۲۰۱٤، فلاجلا و همکاران، ۲۰۰٤).

درصد پروتئین دانه

با توجه به جدول (٦)، درصد پروتئین دانه تنها تحت تأثیر تیمارهای مدیریت کیفی آب آبیاری در سطح پنج درصد قرار گرفت. بر اساس مقایسه میانگین تیمارها، حداکثر مقدار این صفت در تیمارهای FSI (۱۵/۱٦ درصد) و PRD_3 (۱٤/۳۷ درصد) و حداقل مقدار آن در تیمارهای FI (۱۳/٦۸ درصد) و PRD_1 (۱۳/٤۸ درصد) مشاهده شد (جدول ۷). همان‌گونه که از جدول (۷) تشخیص داده می‌شود تیمارهای کاربرد تناوبی آب شور و غیر شور و پس‌ازآن تیمارهای تحت تنش شوری ازنظر درصد پروتئین دانه مقادیر بالاتری را به دست آوردند. افزایش پروتئین تحت تأثیر تنش شوری (مروات و همکاران، ۲۰۱۲) و افزایش پروتئین تحت تنش آبی گزارش شده است (اله‌دادی و همکاران، ۱۳۸۹، کریمی کاخکی و همکاران، ۱۳۸۸). همان‌طور که از جدول (۷) قابل‌تشخیص است در اکثر تیمارها روند درصد روغن و درصد پروتئین عکس بوده و تیمارهای با درصد روغن حداکثر (به عنوان مثال PRD_1 و PRD_2) دارای درصد پروتئین حداقل بوده است. تحقیقات انجام شده در مورد رابطه میزان روغن و پروتئین دانه نشان داده‌است که بین درصد پروتئین و درصد روغن دانه آفتابگردان (اله‌دادی و همکاران، ۱۳۹۰) همبستگی منفی و معنی‌داری وجود دارد.

عملکرد پروتئین

مطابق با تجزیه واریانس مرکب صورت گرفته (جدول ٦)، معنی‌دار شدن اثر سال و مدیریت کیفی آب آبیاری در سطح یک درصد و اثر سطوح روش آبیاری در سطح پنج درصد بر روی پارامتر عملکرد پروتئین کاملاً مشهود است. درحالی‌که اثر متقابل تیمارها معنی‌دار نشد. مقایسه میانگین‌ها در جدول (۷) نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای PRD_1، FSI و PRD_3 با تیمار شاهد ازنظر عملکرد پروتئین دانه وجود نداشت. درحالی‌که این تفاوت بین تیمارهای SI و PRD_2 با تیمار شاهد معنی‌دار بود. علت این امر همبستگی بالای عملکرد پروتئین با عملکرد دانه است و در تیمارهای با عملکرد دانه کم‌تر، عملکرد پروتئین پایین‌تری نیز نسبت به دیگر تیمارها به دست خواهد آمد (اله‌دادی و همکاران، ۱۳۹۰).

درصد نیتروژن دانه

در مورد صفت درصد نیتروژن دانه، بر اساس جدول (٦) اثر تیمارهای مدیریت کیفی آب آبیاری در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. با توجه به نتایج مقایسه میانگین (جدول ۷)، اختلاف تیمارها با تیمار شاهد معنی-دار بود. بیش‌ترین مقدار درصد نیتروژن دانه مربوط به تیمارهای FSI (۲/۸۳ درصد) و PRD_3 (۲/۷۵ درصد) و کم‌ترین مقادیر متعلق به تیمارهای FI (۲/۵۵ درصد) و PRD_1 (۲/۵۱ درصد) بود. با توجه به این نکته که درصد نیتروژن دانه رابطه مستقیمی با درصد پروتئین دانه داشته (تکاچوک، ۱۹٦۹)، روند مشاهده شده در تیمارها برای این دو پارامتر اندازه‌گیری شده کاملاً مشابه هم بوده و تیمارهای کاربرد تناوبی آب شور در این پارامتر نیز نتایج بهتری را نشان دادند.

Archive of SID

www.SID.ir

نتیجه‌گیری

در این بررسی، نقش مدیریت آبیاری کامل و آبیاری ناقص ریشه با کاربرد آب شور و کاربرد تناوبی آب شور و غیرشور بر پارامترهای رشد گیاه و خصوصیات کمی و کیفی محصول آفتابگردان مورد بررسی قرار گرفت و نتایج بیانگر این امر است که شرایط تنش شوری و خشکی حاکم بر گیاه می‌تواند به‌طور معنی‌داری روی برخی صفات وابسته به رشد گیاه و کیفیت محصول مؤثر باشد. همچنین، مقایسه انجام‌شده برای پارامترهای مختلف نشان داد که بهترین نتایج برای اکثر پارامترهای اندازه‌گیری شده زمانی حاصل می‌شود که گیاه آب موردنیاز خود را با کیفیت مطلوب و به‌طور کامل دریافت کند. با وجود این، اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای PRD_1، FSI و PRD_3 با تیمار شاهد در صفات رویشی و عملکرد بررسی شده وجود نداشته است. درحالی‌که تفاوت بین تیمارهای SI و PRD_2 با تیمار کنترل در اغلب صفات موردمطالعه ازنظر آماری معنی‌دار بود. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق، در شرایط بحران آبی و نیاز به استفاده از آب کمتر به‌منظور آبیاری و یا جایگزین نمودن آب شور و کم کیفیت با آب غیرشور و باکیفیت، توصیه می‌شود که از روش آبیاری ناقص ریشه و یا کاربرد تناوبی آب شور و غیرشور برای به حداقل رساندن تلفات استفاده شود تا بدین وسیله از آسیب به گیاه و کاهش پارامترهای اقتصادی و مهم کمی و کیفی محصول ممانعت به عمل آورده و نیز فشار بر منابع محدود آب غیرشور را تقلیل بخشید.

فهرست منابع

۱. اله دادی، ا.، ح. اورکی و ف. پرهیزکار خاجانی. ۱۳۹۰. بررسی پروفیل اسیدهای چرب و برخی خصوصیات شیمیایی دورگ های آفتابگردان تحت تاثیر تنش کمبود آب. فصلنامه علوم و صنایع غذایی، دوره ۸، ش ۲۸، ص ۱۸-۹.

۲. خالقی، م.، ف. حسن‌پور، ع. شاهنظری و ف. کاراندیش. ۱۳۹۵. تأثیر مدیریت آبیاری ناقص ریشه با کاربرد آب تلفیقی دریا بر بهره‌وری آب و عملکرد گیاه آفتابگردان. مجله تحقیقات آب و خاک ایران، ش ٤٧ (۳)، ص ٦٢٣-٦١٣.

۳. رشدی، م.، ح. حیدری شریف آباد، م. کریمی، ق. نورمحمدی و ف. درویش. ۱۳۸۵، بررسی اثرات تنش کم آبی بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه ارقام آفتابگردان. علوم کشاورزی، سال دوازدهم، شماره ۱، ص ۱۲۲-۱۰۹.

٤. قدمی فیروزآبادی، ع.، ع. شاهنظری، م. رائینی سرجاز و ح. زارع ابیانه. ۱۳۹٤. اثر کم‌آبیاری تنظیم شده و کم آبیاری ناقص ریشه بر عملکرد، فلورسانس کلروفیل و پارامترهای رشد آفتابگردان. نشریه پژوهش آب در کشاورزی، ب، ج ۲۹، ش۲، ص ١٦٧-١٥٧.

۵. کاراندیش، ف.، س. م. میرلطیفی، ع. شاهنظری، ف. عباسی و م. قیصری. ۱۳۹۲. بررسی تأثیر کم‌آبیاری ناقص ریشه و کم‌آبیاری معمولی بر بهره‌وری آب و عملکرد و اجزای عملکرد گیاه ذرت. مجله تحقیقات آب و خاک ایران،ش ٤٤(۱)، ص ٤٤-۳۳.

٦. کریمی کاخکی، م. و ع. سپهری. ۱۳۸۸. اثر کم آبیاری در دوره زایشی بر کارایی مصرف آب و تحمل تنش خشکی ارقام جدید آفتابگردان. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، سال سیزدهم، ش ۵۰، ص ١٧٦-١٦٣.

7. Allen, R.G., L.S. Pereira, D. Raes and M. Smith. 1998. Crop evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements, FAO Irrigation and Drainage Paper, No. 56, Rome, Italy.

Archive of SID

www.SID.ir

8. Amer, K.H. 2010. Corn crop response under managing different irrigation and salinity levels. Agricultural Water Management, 97: 1553–1563.
9. Bradford, M. M. 1976. A rapid and sensitive for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Analytical Biochemistry, 72:248-254.
10. Carrillo-Ávila, E., C. García-Acedo, J. Arreola-Enríquez, C. Landeros-Sánchez, M. L. Osnaya-González and C. Castillo Aguilar. 2015. Evaluation of Four Sunflower Hybrids (Helianthus annuus) under Three Irrigation Regimes and Two Doses of Fertilization on Flower Production. Journal of Agricultural Science, 7(4): 183-194.
11. Chen, M., Y. Kang, Sh. Wan and Sh. Liu. 2009. Drip irrigation with saline water for oleic sunflower (Helianthus annuus L.). Agricultural Water Management, 96:1766–1772.
12. Chetukuri, A. 2013. Effect of Salt (NaCl) Stress on Callus Growth in Sunflower (Helianthus Annuus L.) Genotypes. Annals of Plant Sciences, 2 (9): 358-361.
13. Flagella, Z., M.M. Giuliani, T. Rotunno, R. Di Caterina and A. De Caro. 2004. Effect of saline water on oil yield and quality of a high oleic sunflower (Helianthus annuus L.) hybrid. European Journal of Agronomy, 21: 267–272.
14. Francois, L. E., 1996. Salinity Effects on Four Sunflower Hybrids. Agronomy Journal, 88(2): 215-219.
15. Ghrab, M., K. Gargouri, H. Bentaher, K. Chartzoulakisc, M. Ayadia, M. B. Mimound, M. M. Masmoudid, N. B. Mechliad and G. Psarrasc. 2013. Water relations and yield of olive tree (cv. Chemlali) in response to partial root-zone drying (PRD) irrigation technique and salinity under arid climate. Agricultural Water Management, 123: 1– 11.
16. Ghrab, M., M. Ayadi, K. Kamel Gargouri, K. Chartzoulakis, M. Gharsallaoui, H. Bentaher, G. Psarras, M. Ben Mimoun, M. Moncef Masmoudi and N. Ben Mechlia. 2014. Long-term effects of partial root-zone drying (PRD) on yield, oil composition and quality of olive tree (cv. Chemlali) irrigated with saline water in arid land. Journal of Food Composition and Analysis, 36: 90–97.
17. Kang, Y., M. Chena and S. Wan. 2010. Effects of drip irrigation with saline water on waxy maize (Zea mays L. var. ceratina Kulesh) in North China Plain. Agricultural Water Management, 97: 1303–1309.
18. Karandish, F. 2014. Evaluation of HYDRUS-2D model for estimating maze evapotranspiration and virtual water content. Journal of Applied Hydrology, 1(2):19-28.
19. Katerji, N., J. W. van Hoorn, A. Hamdy, F. Karam and M. Mastrorilli. 1996. Effect of salinity on water stress, growth, and yield of maize and sunflower. Agricultural Water Management, 30: 237-249.
20. Lima, R.S.N., F.A.M.M. Assis Figueiredoa, A.O. Martinsa, B.C.S. Deusa, T.M. Ferraza, M.M. Assis Gomesa, E.F. Sousab, D.M. Glennc and E. Campostrini. 2015. Partial rootzone drying (PRD) and regulated deficit irrigation (RDI) effects on stomatal conductance, growth, photosynthetic capacity and water-use efficiency of papaya. Scientia Horticulturae, 183: 13–22.
21. Liu, F. 2011. Irrigation Strategies for Sustainable Environmental and Influence on Human Health. Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences, from Encyclopedia of Environmental Health, P: 297-303.
22. Liu, F., A. Shahnazari, M.N. Andersen, S.E. Jacobsen and C.R. Jensen. 2006. Physiological responses of potato (Solanum tuberosum L.) to partial root-zone drying: ABA signaling, leaf gas exchange, and water use efficiency. Journal of Experimental Botany, 57: 3727-3735.

Archive of SID

www.SID.ir

23. Mervat, Sh.S. A.A. Abd El-Monem, H.M.S. El-Bassiouny and M.B. Nadia. 2012. Physiological response of sunflower (Helianthus annuus L.) to exogenous arginine and putrescine treatments under salinity Stress. Journal of Applied Sciences Research, 8(10): 4943-4957.
24. Mousavi, S.F., B. Mostafazadeh-Fard, A. Farkhondeh and M. Feizi. 2009. Effects of deficit irrigation with saline water on yield, fruit quality and water use efficiency of cantaloupe in arid region. Journal of Agriculture Science and Technology, 11: 469-476.
25. Mousavi, S.F., S. Soltani-Gerdefaramarzi and B. Mostafazadeh-Fard. 2010. Effects of partial root zone drying on yield, yield components, and irrigation water use efficiency of canola (Brassica napus L.). Paddy Water Environ, 8:157–163.
26. Pang, H.C., Y.Y. Li, J.S. Yang and Y.S. Liang. 2010. Effect of brackish water irrigation and straw mulching on soil salinity and crop yields under monsoonal climatic conditions. Agricultural Water Management, 97: 1971–1977.
27. Romero, P., R. Gil Munoza, J.I. Fernández-Fernándeza, F.M. Del Amorb, A. Martínez-Cutillasa and J. García-García. 2015. Improvement of yield and grape and wine composition in field-grown Monastrell grapevines by partial root zone irrigation, in comparison with regulated deficit irrigation. Agricultural Water Management, 149:55–73.
28. SAS Institute. 2004. SAS/STAT user's guide release 9.0. Statistical Analysis Institute, Cary, NC, USA.
29. Sezen, S.M., A. Yazar and S. Tekin. 2011. Effects of partial root-zone drying and deficit irrigation on yield and oil quality of sunflower in a Mediterranean environment. Irrigation and Drainage, 60: 499–508.
30. Shahnazari, A., F. Liu, M.N. Andersen, S.E. Jacobsen, C.R. Jensen. 2007. Effects of partial root-zone drying on yield, tuber size and water use efficiency in potato under field conditions. Field Crops Research, 100: 117–124.
31. Tkachuk, R. 1969. Nitrogen – to – protein conversion factors for cereals and oilseed meals, Cereal Chem, 46: 419-423.

Archive of SID

www.SID.ir