A
Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 1, Vol. 14, Apr.-May. 2020, p. 1-13

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۱، جلد ۱۴، فروردین - اردیبهشت ۱۳۹۹، ص. ۱۳-۱

تأثیر خشکی ناحیه‌ای و کم‌آبیاری بر خصوصیات رشدی گوجه‌فرنگی

سیما صالحی تیزآبی[۱]، مرتضی گلدانی[۲*]، جعفر نباتی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۶/۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۷/۴

چکیده

کم‌آبیاری یکی از روش‌های بهینه‌سازی مصرف آب در اراضی فاریاب است. بدین منظور آزمایشی به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار روی گوجه‌فرنگی رقم فلات در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۳۹۷ اجرا شد. عامل اصلی شامل سه روش آبیاری (آبیاری متداول، خشک‌کردن جزئی منطقه ریشه به‌طور ثابت و خشک‌کردن جزئی منطقه ریشه به‌طور متغیر) و سه سطح کم‌آبیاری (۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی) بود. نتایج نشان داد که بیش‌ترین میزان رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی در تیمار خشک‌کردن جزئی منطقه ریشه به‌طور متغیر و کمترین آن در روش خشک‌کردن جزئی منطقه ریشه به‌طور ثابت مشاهده شد. بیش‌ترین ارتفاع بوته در روش خشک‌کردن جزئی منطقه ریشه به‌طور ثابت با ارتفاع ۶۸/۸ سانتی‌متر مشاهده شد. نتایج نشان داد که بیشترین شاخص سطح‌برگ (۲/۱۵)، وزن ساقه خشک (۷۶/۵ گرم در بوته)، وزن خشک برگ (۷۲/۶ گرم در بوته)، عملکرد میوه (۴/۵۰ کیلوگرم در مترمربع) مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی بود. بر اساس نتایج آزمایش، بیشترین صفات مذکور به‌ترتیب در آبیاری متداول، خشک‌کردن جزئی منطقه ریشه به‌طور ثابت و خشک‌کردن جزئی منطقه ریشه به‌طور متغیر مشاهده شد و روش خشک‌کردن جزئی منطقه ریشه به‌طور ثابت نسبت به خشک‌کردن جزئی منطقه ریشه به‌طور متغیر عملکرد بیشتری داشت.

واژه‌های کلیدی: روش‌های آبیاری، ریشه، عملکرد، کم‌آبیاری

مقدمه

افزایش جهانی تقاضای مواد غذایی و کاهش منابع آب یکی از مهم‌ترین مشکلات موجود است (Lascano and Sojka., 2007). به دلیل کمبود منابع آبی باید آب با کارایی بالاتری مورد استفاده قرار گیرد، برای رسیدن به این هدف بهبود مدیریت آب کشاورزی می‌تواند امیدبخش باشد (Sleper et al., 2007). بیشترین میزان آب در تولید محصولات کشاورزی مصرف می‌گردد و حدود ۷۰ درصد کل تلفات آب و ۶۰ تا ۸۰ درصد کل مصرف آب، مربوط به آبیاری در بخش کشاورزی است (Huffaker and Hamilton., 2007). از سوی دیگر افزایش دما و غلظت دی‌اکسید کربن هوا و تغییرات آب و هوا موجب افزایش تقاضای تبخیری و تنوع بارش گسترده‌تر شده است (Kundzewicz et al., 2007). علاوه بر این رقابت مصرف آب برای کشاورزی در حال تبدیل شدن به یک مسئله مهم در سراسر جهان است (Naylor et al., 2009). بنابراین برنامه‌ریزی کاربردی آب بسیار حیاتی است تا بتوان به‌صورت کارآمد و مؤثر از آب استفاده کرد.

آبیاری بیش از حد موجب کاهش عملکرد شده در حالی که آبیاری ناکافی نیز باعث ایجاد تنش آب و کاهش عملکرد خواهد شد (Wang et al., 2006). خشکی جزئی منطقه ریشه (PRD[۴]) یک روش آبیاری است که نصف ریشه در معرض خشکی قرار می‌گیرد در حالی که نیمه باقی‌مانده در معرض آبیاری کامل قرار می‌گیرد. بخشی از سیستم ریشه که در معرض خشک شدن قرار می‌گیرد با ارسال پیام‌هایی به شاخه‌ها باعث می‌شود که برای جلوگیری از کاهش آب روزنه‌ها بسته شود و به خشک شدن پاسخ دهد (Davies and Zhang., 1991). کم‌آبیاری (DI) و خشکی جزئی منطقه ریشه (PRD) باعث محدود کردن رشد رویشی، بهبود راندمان مصرف آب، کاهش مصرف آب نسبت به تیمارهای آبیاری کامل در گوجه‌فرنگی شد (Zegbe et al., 2004). دو روش DI و PRD در اساس با هم متفاوت‌اند. در DI آب مصرفی بر اساس مقیاس زمانی مدیریت می‌شود در حالی که در PRD آب بر اساس مقیاس مکانی مدیریت

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه اگروتکنولوژی، دانشگاه فردوسی مشهد
۲- دانشیار گروه اگروتکنولوژی، دانشگاه فردوسی مشهد
۳- استادیار گروه پژوهشی بقولات پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: (Email: goldani@um.ac.ir

4- Partial root-zone drying

www.SID.ir

Archive of SID

می‌شود در DI کمبود آب در یک یا چند دوره خاص رشد اعمال می‌شود، در حالی که در PRD کمبود آب به مناطق مختلف ریشه اعمال می‌شود (Krideman and Goodwin., 2004). در آبیاری به روش خشکی جزئی منطقه ریشه ذرت (*Zea mays*) با ۳۵ درصد کاهش مصرف آب، کاهش کل زیست‌توده در مقایسه با تیمار آبیاری کامل ۶ تا ۱۱ درصد بود (Kang and Zhang., 2004). مطالعات نشان داده است که در خشکی جزئی منطقه ریشه سطح برگ و رشد رویشی کاهش می‌یابد (Kirda et al., 2004). بنابراین فرآورده‌های فتوسنتزی گیاه به میوه منتقل می‌شود و باعث زودرسی می‌گردد (Zegbe et al., 2006). بررسی تأثیر تنش خشکی روی گیاهان در سطوح فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و مولکولی نشان داد که گیاهان زراعی که به روش آبیاری خشکی جزئی منطقه ریشه آبیاری شد پاسخ‌های متفاوتی به تنش آب نشان می‌دهند (Liu et al., 2006). با وجود این که رشد گیاهان تحت تنش اغلب به توانایی ریشه‌ها در جذب آب از خاک و انتقال آن به ساقه‌ها محدود می‌باشد و همچنین، مقدار آب در حال حرکت از ریشه به ساقه و سرعت آن تعیین‌کننده غلظت مواد رسیده شده به ساقه می‌باشد (Navarro et al., 2008).

با توجه به اینکه گوجه‌فرنگی یکی از گیاهان با مصرف بالای آب است و همچنین از نظر تغذیه‌ای سرشار از مواد معدنی، ویتامین‌ها و ترکیب‌های آنتی‌اکسیدانی بوده و از مهم‌ترین محصولات باغبانی جهان در ارتباط با سلامت و تغذیه انسان به شمار می‌آید از طرف دیگر کاهش منابع آب خطر بسیار جدی است. هدف از پژوهش حاضر مقایسه دو روش آبیاری خشکی جزئی منطقه ریشه به‌طور ثابت و خشکی جزئی منطقه ریشه به‌طور متغیر با روش متداول آبیاری و بررسی اثر متقابل کم‌آبیاری و روش آبیاری خشکی جزئی منطقه ریشه به‌طور ثابت و متغیر بر ذخیره آب مصرفی در گیاه گوجه‌فرنگی بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۷ به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه ۱۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۳۶ دقیقه شرقی و ارتفاع ۹۸۵ متری از سطح دریا اجرا شد. تیمارهای آبیاری شامل سه سطح ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی و روش‌های آبیاری در سه سطح آبیاری متداول، خشک‌کردن جزئی منطقه ریشه به‌طور ثابت (یک‌طرف ریشه آبیاری شد) و خشک‌کردن جزئی منطقه ریشه به‌طور متغیر (در هر نوبت آبیاری یک‌طرف ریشه به‌صورت جایگزین آبیاری شد) بودند.

در ابتدا بذور گوجه‌فرنگی رقم فلات در سینی‌های نشاء با بستر کوکوپیت و پرلیت در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد کشت شدند. نشاهای گوجه‌فرنگی در مرحله ۳-۴ برگی به زمین اصلی منتقل گردید. جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و آب، آزمایش خاک و آب انجام شد و با توجه به نتایج کودهای مورد نیاز به صورت پیش کاشتی و در طول دوره رشد به خاک اضافه شد. مقدار ۳۳۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره در سه مرحله به خاک اضافه شد، با توجه به مقدار فسفر و پتاسیم موجود در خاک نیازی به اضافه کردن این عناصر نبود (جداول ۱ و ۲).

جدول ۱- خصوصیات فیزیک و شیمیایی خاک محل آزمایش

بافت	ماده آلی (%)	pH	EC ($dS.m^{-1}$)	N (%)	P ($mg.kg^{-1}$)	K ($mg.kg^{-1}$)
Silty clay loam loam	۱/۴۳	۸/۲۲	۰/۶۹۴	۰/۰۶۹۰	۱۳/۴	۳۷۲

جدول ۲- خصوصیات شیمیایی آب آبیاری

منبع	EC ($dS.m^{-1}$)	pH	Na	Ca	Mg	Cl	SO	CO3	HCO3
			(میلی اکی والان در لیتر)						
آب چاه	۰/۹۳۳	۷/۹۴	۴/۴	۱/۹	۳/۰	۲/۶	۳/۰۸	۰/۰	۳/۷

تیمارهای آبیاری ۱۰ روز پس از استقرار کامل نشاءها اعمال شد. برای محاسبه میزان آب مورد نیاز گیاه از تشتک تبخیر ایستگاه کلیماتولوژی مستقر در ایستگاه تحقیقاتی استفاده شد. نیاز آبی گیاه با توجه به داده‌های هواشناسی موجود در ایستگاه هواشناسی محل آزمایش و نتایج آزمایش خاک به کمک نرم افزار CROPWAT8/. انجام شد. برای تعین ضریب گیاهی از روش پیشنهادی FAO استفاده شد (زمردی و همکاران، ۱۳۸۵). در این روش دوره رشد گیاه به چند مرحله تقسیم شد و با توجه به منحنی به دست آمده ضریب گیاهی گوجه‌فرنگی در هر مرحله رشدی به دست آمد. سپس تبخیر و تعرق در هر مرحله رشد محاسبه شد و در نهایت حجم آبیاری از حاصل‌ضرب مساحت زمین در تبخیر و تعرق گیاه به دست آمد. برای تعیین زمان آبیاری رطوبت حجمی در ظرفیت زراعی (FC) و تخلیه

www.SID.ir

Archive of SID

مجاز رطوبتی (MAD) گوجه فرنگی محاسبه شد که به ترتیب (۳۶٪ و ۰/۳) بود. در ادامه با دستگاه رطوبت‌سنج (TDR) میزان رطوبت خاک مورد بررسی قرار گرفت و هنگامی که به حداکثر تخلیه مجاز رطوبتی (۵۰ درصد ازکل رطوبت قابل دسترس گیاه در ناحیه ریشه) رسید آبیاری انجام شد. آب توسط لوله‌های پلی‌اتیلن منتقل و حجم آن در هر تیمار آب به طور جداگانه توسط کنتور و شیرهای تعبیه شده کنترل شد (علیزاده و همکاران، ۱۳۸۴). مجموع تبخیر روزانه از آبیاری قبل محاسبه و از معادله شماره (۱) نیاز آبی محاسبه شد (Blanco and FolegatIt., 2003).

$$ET_C=K_P\times K_C\times E_P \quad (۱)$$

در این معادله K_C، ضریب گیاهی گوجه‌فرنگی، K_P، ضریب تشتک تبخیر، Kp از میزان ETO و با استفاده از داده های هواشناسی برای محل آزمایش به دست آمد (یک روش آسان و عملی در تبدیل تبخیر از تشت کلاس A به تبخیر و تعرق روزانه می باشد اما این مقدار باید برای هر منطقه تحت شرایط آب و هوایی مختلف کالیبره شود (Abedi-Koupai., 2009).

در تمام مراحل مختلف رشد عملیات داشت در تمام تیمارها به‌طور یکنواخت اعمال شد. رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی در انتهای فصل رشد و پس از رسیدگی فیزیولوژیک بعد از اعمال تیمارهای آبیاری با استفاده از روش (Dere et al., 1998). اندازه‌گیری شد. برای این منظور ۱۰۰ میلی‌گرم برگ تازه از برگ‌های جوان کاملاً توسعه‌یافته استفاده و رنگ‌دانه‌ها با استفاده از اتانول ۹۶ درصد استخراج شد. میزان جذب در طول‌موج‌های ۴۷۰، ۶۴۸ و ۶۶۴ نانومتر با استفاده از اسپکتروفتومتر انجام شد. بر اساس معادله‌های شماره (۲ تا ۴) غلظت کلروفیل‌های a و b و کاروتنوئیدها محاسبه گردید. به‌منظور اندازه‌گیری غلظت رنگ‌دانه‌ها از جمع غلظت کلروفیل‌ها و کاروتنوئیدهای برگ استفاده شد. همچنین نسبت کلروفیل a به b نیز محاسبه گردید.

$$Chla = ۱۳/۳۶\times A\,۶۶۴ - ۵/۱۹\times A۶۴۸ \quad (۲)$$

$$Chlb = ۲۷/۴۳\times A۶۴۸ - ۸/۱۲\times A۶۶۴ \quad (۳)$$

$$C(x+c) = (۱۰۰۰\times A۴۷۰ - ۲/۱۳\times Ca - ۹۷/۶۴\times Cb * ۲۰۹ \quad (۴)$$

جهت بررسی محتوای نسبی آب برگ (RWC) نمونه‌هایی از برگ تهیه و وزن‌تر آن‌ها ثبت شد. این نمونه‌ها در دمای چهار درجه سانتی‌گراد و به مدت یک شب در آب مقطر قرار گرفتند. پس از حذف رطوبت سطحی، وزن تورژسانس آن‌ها تعیین شد. سپس نمونه‌های برگ در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک شدند و وزن خشک آن‌ها اندازه‌گیری شد. در نهایت مقدار نسبی آب برگ از طریق معادله شماره (۵) محاسبه شد(نظامی و همکاران،۱۳۹۰).

$$RWC\ (\%) = Fw - Dw\ /\ Sw - Dw \times 100 \quad (۵)$$

Fw: وزن‌تر برگ بلافاصله بعد از نمونه‌برداری

Dw: وزن خشک برگ بعد از قرار گرفتن در آون

Sw: وزن اشباع برگ بعد از قرار گرفتن در آب مقطر (تورژسانس)

در انتهای آزمایش ارتفاع بوته ثبت و با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ (Delta T)، سطح برگ تعیین گردید. میزان وزن‌تر و خشک اجزای اندام‌هوایی شامل برگ و ساقه اندازه‌گیری شد. جهت بررسی ویژگی‌های ریشه در هر کرت سه بوته از خاک خارج و طول، حجم، وزن‌تر و خشک ریشه اندازه‌گیری شد. میوه گوجه‌فرنگی در چهار چین پس از حذف اثر حاشیه در هر کرت برداشت گردید.

برای محاسبه کارایی مصرف آب آبیاری از معادله زیر استفاده شد (Gao et al., 2009)

$$IWUE=Y/ \quad (۶)$$

که در آن IWUE کارایی آب آبیاری برحسب کیلوگرم محصول در متر مکعب آب مصرفی، Y عملکرد محصول بر حسب کیلوگرم و I حجم آب آبیاری در طول فصل رشد برحسب متر مکعب است.

تجزیه و تحلیل داده‌ها و مقایسه میانگین‌ها توسط نرم‌افزار آماری Minitab 17 انجام شد. مقایسه میانگین صفات با آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که غلظت کلروفیل a در گوجه‌فرنگی تحت تأثیر معنی‌دار سطوح مختلف کم‌آبیاری و برهم‌کنش روش‌های مختلف آبیاری و کم‌آبیاری قرار گرفت (جدول ۳). اثر روش‌های مختلف آبیاری بر غلظت کلروفیل a نشان داد که در تمامی روش‌های آبیاری با کاهش نیاز آبی از ۱۰۰ به ۷۵ درصد غلظت کلروفیل a افزایش و با کاهش نیاز آبی به ۵۰ درصد این ویژگی کاهش یافت (جدول ۴). مقدار افزایش غلظت کلروفیل a با کاهش نیاز آبی از ۱۰۰ به ۷۵ درصد در آبیاری متداول، خشک‌کردن جزئی منطقه ریشه به‌طور ثابت و خشک‌کردن جزئی منطقه ریشه به‌طور متغیر به ترتیب ۲۰، ۲۴ و ۲۷ درصد بود (جدول ۴). از سوی دیگر با کاهش نیاز آبی از ۷۵ به ۵۰ درصد روش متداول آبیاری بیشترین میزان کاهش غلظت کلروفیل a (۵۴ درصد) و روش خشک‌کردن جزئی منطقه ریشه به‌طور متغیر کمترین مقدار کاهش (۲ درصد) را نشان دادند (جدول ۴).

غلظت کلروفیل b تحت تأثیر معنی‌دار روش و سطوح کم‌آبیاری قرار گرفت (جدول ۳). با کاهش مقدار آب قابل دسترس از ۱۰۰ به ۷۵ درصد نیاز آبی مقدار کلروفیل b به مقدار ۱۷ درصد افزایش یافت و با کاهش نیاز آبی از ۷۵ به ۵۰ درصد مقدار کلروفیل b به مقدار ۱۲ درصد کاهش یافت (جدول ۴). در میان روش‌های آبیاری بیشترین مقدار کلروفیل b در روش خشک‌کردن جزئی منطقه ریشه به‌طور متغیر حاصل شد که نسبت به روش آبیاری متداول و روش خشک‌کردن جزئی منطقه ریشه به‌طور ثابت، ۲۳ درصد بیشتر بود (جدول ۴).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- منابع تغییر، درجه آزادی و سطح احتمال اثر روش‌های مختلف خشک‌کردن جزئی منطقه ریشه و سطوح کم‌آبیاری بر رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی، محتوی نسبی آب برگ، شاخص سطح برگ و ارتفاع بوته در گوجه‌فرنگی

صفات	درجه آزادی	کلروفیل a	کلروفیل b	کاروتنوئیدها	کلروفیل a/b	کل رنگ‌دانه‌ها	محتوی رطوبت نسبی	شاخص سطح برگ	ارتفاع بوته
بلوک (R)	۲	۰/۳۸^{ns}	۰/۲۲^{ns}	۰/۲۹^{ns}	۰/۸۱^{ns}	۰/۳۰^{ns}	۰/۷۹^{ns}	۰/۱۰^{ns}	۰/۱۹^{ns}
روش آبیاری (M)	۲	۰/۰۹^{ns}	۰/۰۱**	۰/۱۲^{ns}	۰/۱۶^{ns}	۰/۰۴*	۰/۴۷^{ns}	۰/۰۱**	۰/۰۳*
خطای فرعی	۴								
کم آبیاری (DW)	۲	۰/۰۱**	۰/۰۱**	۰/۳۰^{ns}	۰/۲۲^{ns}	۰/۰۲*	۰/۳۷^{ns}	۰/۰۱**	۰/۰۱**
(M*DW)	۴	۰/۰۳*	۰/۲۰^{ns}	۰/۵۲^{ns}	۰/۰۱**	۰/۵۲^{ns}	۰/۹۱^{ns}	۰/۰۱**	۰/۴۳^{ns}
خطای کل (E)	۱۲								
ضریب تغییرات (٪)		۳/۵۵	۶/۶۸	۳۲/۶۶	۱۵/۰۴	۱۴/۱۵	۸/۶۳	۱۲/۵۸	۶۷/۲۷

*، ** و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد و غیر معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد

میزان کاروتنوئیدهای برگ گوجه‌فرنگی تحت تأثیر معنی‌دار روش‌های مختلف آبیاری و سطوح مختلف کم‌آبیاری قرار نگرفت (جدول ۳). نسبت کلروفیل a به کلروفیل b تحت تأثیر معنی‌دار برهم‌کنش روش‌های مختلف آبیاری و سطوح مختلف کم‌آبیاری قرار گرفت (جدول ۳). در روش آبیاری متداول با کاهش نیاز آبی از ۱۰۰ به ۷۵ درصد نسبت کلروفیل a به کلروفیل b، ۲۵ درصد و در روش خشک‌کردن جزئی منطقه ریشه به‌طور ثابت، ۱۸ درصد افزایش یافت، اما در روش خشک‌کردن جزئی منطقه ریشه به‌طور متغیر با کاهش نیاز آبی از ۱۰۰ به ۷۵ درصد نسبت کلروفیل a به کلروفیل b ۱۳ درصد کاهش یافت. بیشترین نسبت کلروفیل a به کلروفیل b در تیمار آبیاری متداول و ۷۵ درصد نیاز آبی به دست آمد (جدول ۴). غلظت کل رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی در گوجه‌فرنگی تحت تأثیر معنی‌دار روش‌های مختلف آبیاری و سطوح مختلف کم‌آبیاری قرار گرفت (جدول ۳). بیشترین و کمترین مقدار کل رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی به ترتیب در روش خشک‌کردن جزئی منطقه ریشه به‌طور متغیر و روش آبیاری متداول با تفاوت ۳۳ درصد حاصل شد (جدول ۴). همچنین بیشترین مقدار کل رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی در ۷۵ درصد نیاز آبی حاصل شد که با دو سطح نیاز آبی ۱۰۰ و ۵۰ درصد تفاوت معنی‌داری داشت (جدول ۴). رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی جذب و انتقال انرژی نور را به سامانه فتوسنتزی انجام می دهند، بنابراین جزء عوامل مؤثر در فتوسنتز محسوب می شوند. در شرایط تنش خشکی رادیکال‌های آزاد تولید شده نقش بسزایی در تخریب و کاهش مقدار کلروفیل در برگ دارند (زارع مهرجردی و همکاران، ۱۳۹۱). بر اساس نتایج تحقیقات، تنش‌های اسمزی مقدار کلروفیل گیاهان را کاهش می‌دهند (Farooq et al., 2009). در پژوهش حاضر بررسی رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی در برگ گوجه‌فرنگی نشان داد خشک‌کردن جزئی منطقه ریشه به‌طور متغیر موجب کاهش تأثیر منفی تنش خشکی بر این ویژگی‌ها خواهد شد. به نظر می‌رسد در این روش آبیاری با توجه به این‌که یک سمت ریشه به‌طور متناوب خشک و آبیاری می‌شود نسبت به روش خشک‌کردن جزئی منطقه ریشه به‌طور ثابت ریشه کمتر تحت تأثیر تنش قرار می‌گیرد. یکی از تغییرات بیوشیمیایی در گیاهانی که در شرایط تنش‌های محیطی نظیر خشکی و شوری قرار دارند، تولید گونه‌های فعال اکسیژن با افزایش انتقال الکترون به مولکول اکسیژن است(فتحی–امیرخیز و همکاران ،۱۳۹۰). گونه‌های فعال اکسیژن می‌توانند از طریق ایجاد آسیب اکسیداتیو به غشاء، پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک کارکرد آن‌ها را مختل نمایند. همچنین منجر به پراکسیداسیون لیپیدها، تغییر ساختار پروتیئن‌ها گردند. گیاهان برای مقابله با این خسارات سیستم آنتی‌اکسیدانی پیچیده‌ای شامل کاروتنوئیدها، آسکوربات، گلوتاتیون، توکوفرول‌ها یا آنزیم‌هایی از جمله سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز، آسکوربات‌پراکسیداز، گلوتاتیون پراکسیداز و آنزیم‌های دخیل در چرخه آسکوربات گلوتاتیون را به کار می‌گیرد (فتحی–امیرخیز و همکاران، ۱۳۹۰).

نتایج نشان داد که محتوی نسبی آب برگ گوجه‌فرنگی تحت تأثیر معنی‌دار روش‌های مختلف آبیاری و سطوح مختلف کم‌آبیاری قرار نگرفت (جدول ۳). به نظر می‌رسد با کاهش میزان آبیاری در روش‌های مختلف آبیاری گیاه توانسته با مدیریت عوامل روزنه‌ای از کاهش آب برگ به‌طور معنی‌داری جلوگیری کرده و محتوی نسبی آب برگ را با حداقل تغییرات حفظ کند. محتوای نسبی آب برگ، از ویژگی‌های مهم روابط آب در گیاهان است (Subramanian et al., 2006).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٤- اثر روش‌های مختلف خشک‌کردن جزئی منطقه ریشه و سطوح کم‌آبیاری بر رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی، محتوی نسبی آب برگ، ارتفاع بوته و شاخص سطح برگ در گوجه‌فرنگی

صفات	نیاز آبی (٪)	روش آبیاری			میانگین
		آبیاری متداول	خشک‌کردن جزئی ریشه به‌طور ثابت	خشک‌کردن جزئی ریشه به‌طور متغیر	
کلروفیلa ($mg.gfw^{-1}$)	۱۰۰	۰/۴۰۱ ab	۰/۳۴۰ ab	۰/۳۶۷ ab	۰/۳۷۰ B
	۷۵	۰/۴۸۰ a	۰/۴۲۰ ab	۰/۴۶۷ a	۰/۴۵۵ A
	۵۰	۰/۳۱۲ b	۰/۳۷۶ ab	۰/۴۵۶ ab	۰/۳۸۱ B
	میانگین	۰/۳۹۷(A)	۰/۳۷۸(A)	۰/۴۳۰(A)	
کلروفیل b ($mg.gfw^{-1}$)	۱۰۰	۰/۲۷۷ c	۰/۲۹۱ bc	۰/۳۳۰ bc	۰/۲۹۹ A
	۷۵	۰/۳۲۵ bc	۰/۳۱۱ bc	۰/۴۱۶ a	۰/۳۵۰ A
	۵۰	۰/۲۹۲ bc	۰/۲۸۷ bc	۰/۳۵۷ ab	۰/۳۱۲ A
	میانگین	۰/۲۹۸(A)	۰/۲۹۶ (A)	۰/۳۶۷(A)	
کاروتنوئیدها ($mg.gfw^{-1}$)	۱۰۰	۰/۰۶۲ a	۰/۰۴۷ a	۰/۰۶۵ a	۰/۰۵۸ A
	۷۵	۰/۰۵۲ a	۰/۰۷۹ a	۰/۰۹۰ a	۰/۰۷۴ A
	۵۰	۰/۰۵۷ a	۰/۰۷۱ a	۰/۰۴۸ a	۰/۰۷۰ A
	میانگین	۰/۰۵۷(A)	۰/۰۶۵(A)	۰/۰۷۹(A)	
a/b کلروفیل	۱۰۰	۱/۴۴ ab	۱/۱۷ ab	۱/۲۲ ab	۱/۲۷ A
	۷۵	۱/۸۰ a	۱/۳۹ ab	۱/۰۸ b	۱/۴۲ A
	۵۰	۱/۰۶ b	۱/۳۰ ab	۱/۴۴ ab	۱/۲۷ A
	میانگین	۱/۴۳(A)	۱/۲۹(A)	۱/۲۴(A)	
رنگ‌دانه کل ($mg.gfw^{-1}$)	۱۰۰	۰/۷۴۰ a	۰/۶۷۹ a	۰/۸۰۴ a	۰/۷۴۱ A
	۷۵	۰/۹۲۵ a	۰/۷۹۵ a	۰/۹۸۵ a	۰/۹۰۲ A
	۵۰	۰/۶۴۸ a	۰/۷۳۵ a	۰/۸۶۳ a	۰/۷۴۹ A
	میانگین	۰/۷۷۱(A)	۰/۷۳۷(A)	۰/۸۸۴(A)	
محتوی نسبی آب برگ (%)	۱۰۰	۸۴/۰ a	۸۲/۳a	۸۸/۸a	۸۵/۰A
	۷۵	۸۱/۰a	۷۹/۴a	۸۴/۹a	۸۱/۸A
	۵۰	۸۱/۹a	۷۹/۰a	۷۹/۸a	۸۰/۲A
	میانگین	۸۲/۳(A)	۸۰/۳(A)	۸۴/۵(A)	
شاخص سطح برگ	۱۰۰	۲/۱۵a	۲/۴۸a	۱/۹۰a	۲/۱۷A
	۷۵	۲/۰۰a	۱/۲۲b	۱/۰۰b	۱/۴۱B
	۵۰	۰/۹۶b	۰/۷۰b	۰/۷۵b	۰/۸۱C
	میانگین	۱/۷۰(A)	۱/۴۶(A)	۱/۲۲(B)	
ارتفاع بوته (cm)	۱۰۰	۶۸/۲ab	۷۶/۷a	۶۵/۳ab	۷۰/۰A
	۷۵	۶۷/۸ab	۷۰/۲ab	۵۹/۸ab	۶۶/۰A
	۵۰	۶۱/۷ab	۵۹/۶ab	۵۷/۳b	۵۹/۵A
	میانگین	۶۵/۹(A)	۶۸/۹(A)	۶۰/۸(A)	

* در هر صفت میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

که به دلیل کاهش آب در شرایط تنش تحت تأثیر کمبود آب قرار می‌گیرد. در آفتابگردان (*Helianthus annuus*)، محتوای نسبی آب برگ، پتانسیل آب برگ و پتانسیل اسمزی تحت تأثیر خشکی قرار گرفتند (Tezara et al., 2002). با این حال در مواجهه با خشکی ژنوتیپ‌های مختلف رفتار متفاوت نشان می‌دهند، ژنوتیپ‌های متحمل در برابر خشکی، پتانسیل آب برگ بالاتری برای مدت طولانی نسبت به ژنوتیپ‌های حساس پس از مواجهه با خشکی دارند (Ouvrard et al., 1996). اثرات خشکی نیز به شدت و مدت خشکی بستگی دارد. در گوجه‌فرنگی در شرایط تنش خشکی محتوای نسبی آب برگ کاهش یافت و پتانسیل آب ریشه سریع‌تر از برگ و غلاف برگ

www.SID.ir

Archive of SID

کاهش یافت (Liu et al., 2004). محتوای آب بافت با کاهش شدید خشکی به‌طور خطی کاهش می‌یابد (Reddy et al., 2004). تغییر جزئی محتوای نسبی آب بیانگر آن است که احتمالاً پیام‌های ارسالی از ریشه در شرایط تنش خشکی، عامل بسته شدن روزنه و کاهش فتوسنتز می‌باشد این پیام‌های شیمیایی همان اسید آبسزیک می‌باشد بالا بودن محتوای نسبی آب در شرایط کم‌آبی می‌تواند با رفتار روزنه‌ها و سیستم ریشه‌ای گیاه در ارتباط باشد، زیرا حفظ محتوای رطوبتی درونی یک گیاه نیاز به داشتن ریشه عمیق جهت جذب آب دارد (حیدری و همکاران، ۱۳۹۳).

شاخص سطح برگ تحت تأثیر معنی‌دار برهم‌کنش روش‌های مختلف آبیاری و سطوح مختلف کم‌آبیاری قرار گرفت (جدول ۳). نتایج نشان داد که میزان شاخص سطح برگ در بین روش‌های آبیاری به ترتیب در روش آبیاری متداول، روش خشک‌کردن جزئی منطقه ریشه به‌طور ثابت و روش خشک‌کردن جزئی منطقه ریشه به‌طور متغیر و با کاهش نیاز آبی از ۱۰۰ به ۵۰ درصد روند نزولی داشت (جدول ۴). در بررسی‌ها مشخص شد که بین روش آبیاری متداول و روش خشک‌کردن جزئی منطقه ریشه به‌طور ثابت اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد (جدول ۴). اما میزان شاخص سطح برگ گوجه‌فرنگی بین روش خشک‌کردن جزئی منطقه ریشه به‌طور ثابت و روش خشک‌کردن ریشه به‌طور متغیر اختلاف معنی‌دار مشاهده شد. میزان شاخص سطح برگ از نیاز آبی ۱۰۰ درصد به ۵۰ درصد روند نزولی داشت (جدول ۴). تنش آبی باعث کاهش پتانسیل آب برگ، توقف گسترش سطح برگ، کاهش توسعه سلولی ریشه و کاهش توسعه ریشه می‌شود ممکن است علت کاهش سطح برگ، کاهش جذب پتاسیم ناشی از کاهش توسعه ریشه باشد (Liptay et al., 1998). ارتفاع بوته تحت تأثیر معنی‌دار روش‌های مختلف آبیاری و سطوح مختلف کم‌آبیاری قرار گرفت (جدول ۳). با کاهش نیاز آبی از ۱۰۰ به ۵۰ درصد ارتفاع بوته در هر سه روش آبیاری کاهش یافت. میزان کاهش ارتفاع بوته با کاهش نیاز آبی از ۱۰۰ به ۵۰ درصد در روش آبیاری متداول ۱۱ درصد، در روش خشک‌کردن جزئی ریشه به‌طور ثابت ۲۸ درصد و در روش خشک‌کردن جزئی ریشه به‌طور متغیر ۱۴ درصد بود (جدول ۴). بیش‌ترین ارتفاع بوته در روش آبیاری خشک‌کردن جزئی منطقه ریشه به‌طور ثابت و نیاز آبی ۱۰۰ درصد مشاهده شد و کمترین ارتفاع بوته در روش آبیاری خشک‌کردن جزئی منطقه ریشه به‌طور متغیر و در نیاز آبی ۵۰ درصد مشاهده شد (جدول ۴). به‌طور کلی در شرایط تنش خشکی به دلیل کاهش میزان فتوسنتز رشد و توسعه گیاه کاهش می‌یابد و گیاه برای استفاده از منابع آب محدود، سطح برگ و ارتفاع خود را کاهش می‌دهد که این امر ممکن است سبب کاهش عملکرد گیاه شود (Sinclair and Muchow., 2001). پژوهش‌های پیشین نشان داد که ارتفاع بوته سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum*) در روش آبیاری خشک‌کردن جزئی منطقه ریشه بیشتر از آبیاری کامل بود (Roosta et al., 2010). از طرف دیگر تنش خشکی بر صفات ارتفاع، وزن خشک ریشه و زیست‌توده خیار (*Cucumis sativus*). تأثیر معنی‌داری نداشت (بیات و همکاران، ۱۳۹۲).

جدول ۵- منابع تغییر. درجه آزادی و سطح احتمال اثر روش‌های مختلف خشک‌کردن جزئی منطقه ریشه و سطوح کم‌آبیاری بر ویژگی‌های اندام هوایی. ریشه و عملکرد میوه در گوجه‌فرنگی

صفات	درجه آزادی	وزن برگ خشک	وزن ساقه خشک	برگ/ساقه	طول ریشه	حجم ریشه	وزن خشک ریشه	اندام هوایی/زیرزمینی	عملکرد میوه	کارایی مصرف آب
بلوک (R)	۲	۰/۵۵^{ns}	۰/۱۷^{ns}	۰/۲۸^{ns}	۰/۰۲*	۰/۳۲^{ns}	۰/۷۴^{ns}	۰/۵۴^{ns}	۰/۰۱**	۰/۶۵ ^{ns}
روش آبیاری (M)	۲	۰/۰۱**	۰/۰۹^{ns}	۰/۰۴*	۰/۲۴^{ns}	۰/۷۵^{ns}	۰/۰۶^{ns}	۰/۴۵^{ns}	۰/۰۱**	۰/۰۱**
خطای فرعی	۴									
کم آبیاری (DW)	۲	۰/۰۱**	۰/۰۱**	۰/۰۱**	۰/۰۴*	۰/۶۲^{ns}	۰/۳۸^{ns}	۰/۰۱**	۰/۰۱**	۰/۰۸ ^{ns}
(M*DW)	۴	۰/۰۳*	۰/۳۱^{ns}	۰/۱۳^{ns}	۰/۰۲*	۰/۵۷^{ns}	۰/۰۱**	۰/۳۹^{ns}	۰/۰۹^{ns}	۰/۵۳ ^{ns}
خطای کل (E)	۱۲									
ضریب تغییرات (٪)		۱۷/۶۷	۱۵/۸۹	۲۷/۷۶	۷/۳۷	۲۹/۴۲	۱۵/۴۹	۲۸/۵۵	۱۳/۳۷	

*، ** و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد و غیر معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد.

میزان وزن خشک برگ تحت تأثیر معنی‌دار برهم‌کنش روش‌های مختلف آبیاری و سطوح مختلف کم‌آبیاری قرار گرفت (جدول ۵). نتایج نشان داد در تمام روش‌های آبیاری با کاهش نیاز آبی از ۱۰۰ به ۵۰ درصد میزان وزن خشک برگ روند نزولی داشت (جدول ۶). میزان کاهش وزن خشک برگ با کاهش نیاز آبی از ۱۰۰ به ۵۰ درصد در روش آبیاری متداول (۸۱ درصد)، خشک‌کردن جزئی ریشه به‌طور ثابت (۱/۶ برابر)، خشک‌کردن جزئی ریشه به‌طور متغیر (۱/۱ برابر) بود (جدول ۶). کمترین میزان وزن خشک برگ در روش خشک کردن جزئی منطقه ریشه به‌طور متغیر و بیش‌ترین وزن خشک برگ در تیمار روش آبیاری متداول مشاهده شد (جدول ۶).

www.SID.ir

Archive of SID

میزان وزن خشک ساقه تحت تأثیر معنی‌دار برهم‌کنش روش‌های مختلف آبیاری و سطوح مختلف کم‌آبیاری قرار نگرفت (جدول ۵). بیش‌تری میزان وزن ساقه خشک بعد از روش آبیاری متداول در روش خشک‌کردن جزئی منطقه ریشه به‌طور ثابت مشاهده شد و کمترین میزان این ویژگی در روش خشک‌کردن جزئی منطقه ریشه به‌طور متغیر داشت. در روش آبیاری خشک‌کردن جزئی منطقه ریشه به‌طور ثابت از نیاز آبی ۱۰۰ به ۷۵ و ۵۰ درصد روند کاهشی مشاهده شد اما در روش آبیاری خشک‌کردن جزئی منطقه ریشه به‌طور متغیر در نیاز آبی ۵۰ درصد وزن ساقه خشک بیشتری نسبت به نیاز آبی ۷۵ درصد مشاهده می‌شود با کاهش مقدار آب قابل دسترس از ۱۰۰ به ۷۵ درصد نیاز آبی وزن ساقه خشک ۵۲ درصد کاهش یافت و با کاهش نیاز آبی از ۷۵ به ۵۰ درصد مقدار وزن ساقه خشک ۴۱ درصد کاهش یافت (جدول ۶). در مطالعات نشان داد که با افزایش غلظت املاح، فشار اسمزی محلول خاک زیاد می‌شود، همچنین با افزایش فشار اسمزی، رشد ریشه و رشد رویشی گیاه کاهش می‌یابد در نتیجه وزن خشک اندام‌هوایی کاهش می‌یابد (محمدی و همکاران،۱۳۹۱).

نسبت برگ به ساقه تحت تأثیر معنی‌دار روش‌های مختلف آبیاری و سطوح مختلف کم‌آبیاری قرار گرفت (جدول ۵). نسبت برگ به ساقه در روش آبیاری خشک‌کردن جزئی منطقه ریشه به‌طور متغیر بیش‌ترین مقدار بود که اختلاف آن با روش خشک‌کردن جزئی منطقه ریشه به‌طور ثابت ۹۷ درصد بود. نسبت برگ به ساقه در تمام روش‌های آبیاری از نیاز آبی ۱۰۰ به ۷۵ و ۵۰ روند افزایشی داشت. به نظر می‌رسد در شرایط تنش گیاه سعی کرده است تا با توسعه برگ و فتوسنتز بیش‌تر بقاء خود را تضمین کند (جدول ۶). از آنجایی که رشد گیاه بستگی به تأمین کربوهیدرات‌های مورد لزوم از شاخه‌ها و قسمت هوایی دارد لذا عوامل محدودکننده فتوسنتز از قبیل نور و آب علاوه بر کاهش عملکرد گیاه، رشد ریشه را نیز تقلیل می‌دهند (علیزاده، ۱۳۸۴). پژوهشگران دیگر نیز گزارش کرده‌اند که تنش آبی باعث کاهش وزن خشک اندام‌هوایی می‌شود و این مورد در گیاهان ماش (*Vigna radiate*) نخود (*Cicer arietinum*)، سویا (*Glycine max*)، یونجه (*Medicago sativa*) و شبدر (*Trifolium resupinatum*) گزارش‌شده است (Mrema et al., 1997). دلیل این امر کاهش سطح برگ بوده که باعث کاهش دریافت نور و میزان فتوسنتز می‌شود (Ourcut and Nilsen., 2000). میزان طول ریشه تحت تأثیر معنی‌دار برهم‌کنش روش‌های مختلف آبیاری و سطوح مختلف کم‌آبیاری قرار گرفت (جدول ۵). در روش متداول آبیاری و خشک‌کردن جزئی ریشه به‌طور ثابت با کاهش نیاز آبی خاک، طول ریشه تحت تأثیر قرار نگرفت اما در تیمار روش خشک‌کردن جزئی ریشه به‌طور متغیر با کاهش نیاز آبی از ۱۰۰ به ۷۵ و ۵۰ درصد به ترتیب طول ریشه ۸ و ۳۱ درصد کاهش یافت (جدول ۶). بیش‌ترین و کمترین طول ریشه در روش خشک‌کردن جزئی منطقه ریشه به‌طور متغیر در سطح نیاز آبی ۱۰۰ و ۵۰ درصد مشاهده شد (جدول ۶). به‌طور کلی، اندازه، مورفولوژی و ساختمان سیستم ریشه تعیین‌کننده توانایی گیاهان در جذب آب و مواد غذایی می‌باشد (Passioura., 1988) و اندازه نسبی و سرعت رشد ساقه را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Vamerali et al., 2003). سیستم‌های ریشه بهینه می‌تواند رشد ساقه مطلوب را به دنبال داشته باشد و به‌عنوان یک رابط بین گیاه و خاک عمل کند. روشن است یک سیستم ریشه نیرومند برای جذب آب و مواد غذایی بیشتر به سود گیاه است. علاوه بر این، طول ریشه به‌عنوان شاخصی از توانایی گیاه به جذب آب از لایه‌های عمیق‌تر خاک می‌باشد (Franco et al., 2011). در تیمارهای مختلف روش آبیاری و سطوح مختلف کم‌آبیاری در میزان حجم ریشه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۵).

وزن خشک ریشه تحت تأثیر معنی‌دار برهم‌کنش روش‌های مختلف آبیاری و سطوح مختلف کم‌آبیاری قرار گرفت (جدول ۵). با کاهش نیاز آبی از ۱۰۰ به ۵۰ درصد در روش آبیاری متداول افزایش وزن خشک ریشه مشاهده شد اما در دو روش خشک‌کردن جزئی منطقه ریشه به‌صورت ثابت و متغیر کاهش وزن خشک ریشه مشاهده شد (جدول ۶). بیش‌ترین وزن خشک ریشه به ترتیب در روش آبیاری متداول و روش خشک‌کردن جزئی منطقه ریشه به‌طور ثابت و در نهایت کمترین مقدار وزن خشک ریشه در روش خشک‌کردن جزئی منطقه ریشه به‌طور متغیر داشت که میزان وزن خشک ریشه در روش آبیاری خشک‌کردن جزئی منطقه ریشه به‌طور متغیر نسبت به روش خشک‌کردن جزئی منطقه ریشه به‌طور ثابت ۹ درصد کاهش یافت (جدول ۶). در شرایط تنش آبی، نسبت ریشه به ساقه در گیاهان کاهش می‌یابد، در نتیجه کارایی مصرف آب گیاهان در تنش آبی افزایش می‌یابد (Sanchez-Blanco et al., 2004). به‌طور کلی از آنجا که رشد گیاه بستگی به تأمین کربوهیدرات‌های مورد لزوم از شاخه‌ها و قسمت هوایی دارد لذا عوامل محدودکننده فتوسنتز از قبیل نور و آب علاوه بر کاهش عملکرد گیاه، رشد ریشه را نیز تقلیل می‌دهند (علیزاده، ۱۳۸۴). این امر دلیل اصلی اختلاف در وزن خشک ریشه در تیمارهای مختلف می‌تواند باشد. نسبت اندام‌هوایی به اندام زیرزمینی تحت تأثیر معنی‌دار برهم‌کنش روش‌های مختلف آبیاری و سطوح مختلف کم‌آبیاری قرار نگرفت (جدول ۵). بیش‌ترین میزان اندام‌هوایی به اندام زیرزمینی در روش آبیاری خشک‌کردن جزئی منطقه ریشه به‌طور ثابت در نیاز آبی ۱۰۰ درصد مشاهده شد و کمترین میزان این ویژگی در روش آبیاری خشک‌کردن جزئی منطقه ریشه به‌طور متغیر در نیاز آبی ۷۵ درصد مشاهده شد. نسبت اندام هوایی به اندام زیرزمینی با کاهش مقدار آب قابل دسترس و از ۱۰۰ به ۷۵ درصد نیاز آبی ۸۳ درصد کاهش یافت و این نسبت اندام‌هوایی به اندام زیرزمینی در نیاز آبی ۷۵ به ۵۰ درصد حدود ۴۲ درصد کاهش یافت (جدول ۶).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٦- اثر روش‌های مختلف خشک‌کردن جزئی منطقه ریشه و سطوح کم‌آبیاری بر برخی صفات مورد بررسی در گوجه‌فرنگی

صفات	نیاز آبی (٪)	روش آبیاری			میانگین
		آبیاری متداول	خشک‌کردن جزئی ریشه به‌طور ثابت	خشک‌کردن جزئی ریشه به‌طور متغیر	
وزن خشک برگ ($g.plant^{-1}$)	۱۰۰	۷۲/۶^{a}	۵۸/۲^{ab}	۴۳/۸^{bc}	۵۸/۲^{A}
	۷۵	۴۴/۰^{bc}	۲۱/۴^{d}	۲۰/۰^{d}	۲۸/۵^{B}
	۵۰	۲۵/۸^{cd}	۲۲/۴^{cd}	۲۱/۷^{d}	۲۳/۳^{B}
	میانگین	۴۷/۵$^{(A)}$	۳۴/۰$^{(B)}$	۲۸/۵$^{(B)}$	
وزن خشک ساقه ($g.\ plant^{-1}$)	۱۰۰	۷۶/۵^{a}	۶۹/۲^{a}	۶۲/۰^{ab}	۶۹/۲^{A}
	۷۵	۵۰/۳$^{a-c}$	۴۲/۴^{bc}	۳۴/۶^{c}	۴۲/۴^{A}
	۵۰	۳۵/۵^{bc}	۳۷/۰^{bc}	۳۸/۷^{bc}	۳۷/۰^{A}
	میانگین	۵۴/۱$^{(A)}$	۴۹/۶$^{(A)}$	۴۵/۱$^{(A)}$	
برگ/ساقه	۱۰۰	۱/۷۱^{b}	۱/۴۸^{b}	۱/۹۳^{ab}	۱/۷۱^{A}
	۷۵	۱/۸۶^{ab}	۳/۴۱^{ab}	۴/۴۰^{a}	۳/۲۲^{A}
	۵۰	۳/۲۰^{ab}	۳/۷۹^{ab}	۳/۷۰^{ab}	۳/۵۶^{A}
	میانگین	۲/۲۶$^{(A)}$	۲/۸۹$^{(A)}$	۳/۳۴$^{(A)}$	
طول ریشه (cm)	۱۰۰	۳۶/۵^{ab}	۳۶/۰^{ab}	۳۸/۰^{a}	۳۶/۸^{A}
	۷۵	۳۳/۸^{ab}	۳۳/۶^{ab}	۳۵/۳^{ab}	۳۴/۲^{AB}
	۵۰	۳۷/۸^{a}	۳۳/۴^{ab}	۲۸/۸^{b}	۳۳/۳^{B}
	میانگین	۳۶/۰$^{(A)}$	۳۴/۰$^{(A)}$	۳۴/۰$^{(A)}$	
حجم ریشه ($cm^3.plant^{-1}$)	۱۰۰	۴۷/۷^{a}	۶۱/۳^{a}	۵۳/۸^{a}	۵۴/۲^{A}
	۷۵	۶۱/۶^{a}	۵۱/۱^{a}	۵۳/۳^{a}	۵۵/۳^{A}
	۵۰	۵۸/۱^{a}	۴۳/۸^{a}	۴۳/۸^{a}	۴۸/۵^{A}
	میانگین	۵۵/۸$^{(A)}$	۵۲/۰$^{(A)}$	۵۰/۴$^{(A)}$	
وزن ریشه خشک ($g.\ plant^{-1}$)	۱۰۰	۱۱/۹^{ab}	۱۶/۶^{ab}	۱۴/۱^{ab}	۱۴/۲^{A}
	۷۵	۱۷/۰^{a}	۱۱/۹^{ab}	۱۴/۴^{ab}	۱۴/۴^{A}
	۵۰	۱۷/۴^{a}	۱۲/۰^{ab}	۹/۷۷^{b}	۱۳/۰^{A}
	میانگین	۱۵/۴$^{(A)}$	۱۳/۵$^{(A)}$	۱۲/۷$^{(A)}$	
اندام هوایی/زیرزمینی	۱۰۰	۱۰/۳^{a}	۸/۴۵^{ab}	۷/۶۹^{ab}	۸/۸۱^{A}
	۷۵	۵/۶۹^{ab}	۴/۸۸^{ab}	۳/۸۶^{b}	۴/۸۱^{A}
	۵۰	۴/۰۰^{b}	۴/۹۵^{ab}	۵/۲۸^{ab}	۴/۷۵^{A}
	میانگین	۶/۶۶$^{(A)}$	۶/۰۹$^{(A)}$	۵/۶۱$^{(A)}$	
عملکرد میوه ($kg.m^{-2}$)	۱۰۰	۴/۵۰^{a}	۳/۹۹^{ab}	۲/۲۳^{cd}	۳/۵۷^{A}
	۷۵	۴/۳۲^{a}	۳/۵۲$^{a-c}$	۱/۹۱^{d}	۳/۲۵^{A}
	۵۰	۲/۷۳$^{b-d}$	۲/۰۰^{d}	۱/۴۳^{d}	۲/۰۵^{A}
	میانگین	۳/۸۵$^{(A)}$	۳/۱۷$^{(A)}$	۱/۸۶$^{(A)}$	
کارایی مصرف آب (kg/m^3)	۱۰۰	۲/۸۱^{a}	۳/۹۲^{a}	۲/۳۷^{a}	۳/۰۳^{A}
	۷۵	۲/۹۷^{a}	۴/۴۶^{a}	۳/۸۱^{a}	۳/۷۵^{A}
	۵۰	۲/۴۸^{a}	۴/۰۷^{a}	۲/۱۴^{a}	۲/۹۰^{A}
	میانگین	۲/۷۶$^{(B)}$	۴/۱۵$^{(A)}$	۲/۷۷$^{(B)}$	

* در هر صفت میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

عملکرد میوه تحت تأثیر معنـی‌دار روش‌هـای مختلـف آبیـاری و سطوح مختلف کم‌آبیاری قرار گرفـت (جـدول ۵). بـیش‌تـرین میـزان عملکرد میوه در بـین تیمارهـا روش آبیـاری متـداول مشـاهده شـد و کمترین میزان عملکرد میوه در روش خشک‌کردن جزئی ریشه به‌طور

www.SID.ir

Archive of SID

متغیر مشاهده شد که در سطح ۷۵ درصد نیاز آبی بود (جدول ۶). تنش کم‌آبی با کاهش تورژسانس گیاه سبب کم شدن میزان رشد و توسعه سلول‌ها، بسته شدن روزنه‌ها و کاهش جریان دی‌اکسیدکربن و کربوهیدرات‌ها از میان غشای سلولی شده و بر ذخیره قند و رابطه منبع- مخزن اثر می‌گذارد، کم شدن میزان رشد سبب کاهش سطح برگ موجود برای فتوسنتز شده و در نهایت مقدار عملکرد را کاهش می‌دهد (El-hady and Wanas., 2006).

کارایی مصرف آب تحت تأثیر معنی‌دار روش‌های مختلف آبیاری قرار گرفت (جدول ۵). در روش آبیاری متداول با کاهش نیاز آبی از ۱۰۰ به ۷۵ میزان کارایی مصرف آب ۵/۶ درصد افزایش یافت. در روش خشک‌کردن جزئی ریشه به‌طور ثابت در سطح ۷۵ درصد نیاز آبی، بیشترین کارایی مصرف آب مشاهده شد. بررسی‌ها نشان داد که در روش خشک‌کردن جزئی ریشه به‌طور ثابت با کاهش نیاز آبی از ۱۰۰ به ۷۵ و ۵۰ کارایی مصرف آب به ترتیب ۱۳/۷۷ و ۹/۵۸ درصد افزایش یافت (جدول ۶). در روش خشک‌کردن جزئی ریشه به‌طور متغیر بالاترین کارایی مصرف آب در سطح ۷۵ درصد نیاز آبی مشاهده شد به‌طور کلی در بین سطوح مختلف کم‌آبیاری سطح ۷۵ درصد و در بین روش‌های آبیاری روش خشک‌کردن جزئی ریشه بالاترین کارایی مصرف آب مشاهده شد (جدول ۶).

نتایج حاصل با نتایج سایر پژوهشگران (Davies et al., 2002; Stikic et al., 1992). مطابقت داشت. کاهش رشد رویشی موجب می‌شود که تبخیر و تعرق و همچنین مصرف آب و کود مصرفی در گیاه کاهش یابد که به این صورت به گیاه کمک کرده تا بخش بیشتری از محلول مصرفی دریافتی را در فرآیند تولید به کار گیرد و در نتیجه کارایی مصرف آب و کود در گیاه را بهبود بخشد؛ بنابراین چون در روش آبیاری متداول و کامل تنشی اعمال نشده است و تمام ردیف‌ها آبیاری شده است. عملکرد بالایی دارد در مقایسه روش آبیاری خشک‌کردن جزئی منطقه ریشه به‌طور ثابت و روش آبیاری خشک‌کردن جزئی منطقه ریشه به‌طور متغیر حداکثر عملکرد در تیمار روش آبیاری خشک‌کردن جزئی منطقه ریشه به‌طور ثابت مشاهده شد (جدول ۶). با کاهش مقدار آب قابل دسترس از ۱۰۰ به ۷۵ درصد نیاز آبی مقدار عملکرد میوه به مقدار پنج درصد کاهش یافت و با کاهش نیاز آبی از ۷۵ به ۵۰ درصد مقدار عملکرد میوه به مقدار ۵۸ درصد کاهش یافت (جدول ۶). در تیمار روش آبیاری خشک‌کردن جزئی منطقه ریشه به‌طور متغیر احتمالاً تنش بیشتری نسبت به روش آبیاری خشک‌کردن جزئی منطقه ریشه به‌طور ثابت اعمال شده است زیرا کمبود آب باعث ریزش گل در دوره گلدهی و کاهش عملکرد شد؛ که این امر دلایل متنوعی دارد: در تیمار روش آبیاری خشک‌کردن جزئی منطقه ریشه به‌طور ثابت همواره تنش و شرایط مطلوب رطوبتی از یک سمت وجود داشته است پس گیاه در این شرایط ثابت و یکنواخت بهتر توانسته سیستم ریشه‌ای خود را با شرایط سازگار کند. در تیمار روش خشک‌کردن جزئی منطقه ریشه به‌طور ثابت میزان تبخیر از سطح خاک به دلیل کاهش سطح آبیاری کمتر بوده است که این امر باعث افزایش جذب آب در طول دوره رشد شده است. انجام مداوم آبیاری در یک جویچه موجب می‌شود به دلیل رطوبت باقی‌مانده از آبیاری قبل پیاز رطوبتی با شعاع بیشتری به‌صورت افقی و عمودی در تیمار روش خشک‌کردن جزئی منطقه ریشه به‌طور ثابت ایجاد شود و در نتیجه در زمان آبیاری بعد آب ورودی به خاک در این تیمار کمتر تحت تأثیر پتانسیل ماتریک خاک خشک اطراف ریشه قرار گرفته و این امر مانعی در برابر خارج شدن آب از دسترس گیاه از این راه بوده است. در هر نوبت آبیاری در تیمار روش آبیاری خشک‌کردن جزئی منطقه ریشه به‌طور ثابت نسبت به تیمار روش آبیاری خشک‌کردن جزئی منطقه ریشه به‌طور متغیر رطوبت بیشتری در اطراف و در منطقه توسعه ریشه موجود بوده است. این امر باعث کاهش مقاومت مکانیکی خاک در مقابل توسعه ریشه شده و در نتیجه باعث افزایش طول و تراکم ریشه در تیمار آبیاری یک‌درمیان ثابت به سمت جویچه‌ای که همیشه آبیاری در آن انجام صورت می‌گرفته شده است (مولوی و همکاران،۱۳۹۰).

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی نتایج نشان داد تنش خشکی بر صفات مورد بررسی در این مطالعه شامل رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی، ارتفاع، وزن ساقه و برگ و شاخص سطح برگ، طول ریشه، حجم ریشه، وزن ریشه، عملکرد میوه اثر معنی‌داری داشت. معنی‌دار بودن صفات مربوط به اندام‌هوایی گیاه احتمالاً به دلیل تغییرات مورفولوژیک ریشه گیاهان باشد که در واقع نوعی پاسخ گیاه به تنش خشکی است. با توجه به حساسیت گیاه گوجه‌فرنگی به کم‌آبی در تیمارهای آبیاری یک‌درمیان افت عملکرد وجود داشت اما حجم آب مصرفی تقریباً نصف گردید. در هر نوبت آبیاری، در تیمارهایی که کم‌آبیاری اعمال شده، رطوبت کم‌تری در اطراف و در منطقه توسعه ریشه باقی می‌ماند این امر باعث افزایش مقاومت مکانیکی خاک در مقابل توسعه ریشه گشته و در نتیجه باعث کاهش طول و تراکم ریشه در تیمارهای کم‌آبیاری خواهد شد. بنابراین با توجه به دلایل مذکور در تیمارهایی که کم‌آبیاری صورت نمی‌گیرد، آب در محیط ریشه بیش‌تر حفظ شده و گیاه از طریق متراکم کردن ریشه‌های خود، از آب بهتر استفاده نموده و در نتیجه استفاده مؤثر از آب در این تیمارها نسبت به تیمارهای کم آبیاری افزایش خواهد یافت. در راستای استفاده بهینه از منابع آب و افزایش کارایی مصرف در عملکرد محصول و بهبود کیفیت میوه، اجرای طرح‌های تحقیقاتی با موضوع کم‌آبیاری در سیستم‌های مختلف آبیاری در مراحل مختلف رشد گوجه‌فرنگی مفید به نظر می‌رسد.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

بیات، ح.، مردانی، ح.، آرویی، ح. و سلاح‌ورزی، ی. ۱۳۹۲. تأثیر سالیسیلیک اسید بر خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی دانهال‌های خیار (*Cucumis sativus* cv. Super Dominus) تحت شرایط تنش خشکی. مجله پژوهش‌های تولید گیاهی. ۱۸، ۶۳-۷۶.

حیدری، ن.، پوریوسف، م. و توکلی، ا. ۱۳۹۳. تأثیر تنش خشکی بر فتوسنتز، پارامترهای وابسته به آن و محتوای نسبی آب گیاه آنیسون (*Pimpinella anisum* L.). مجله پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست شناسی ایران). ۲۷، ۸۲۹-۸۳۹.

زارع مهرجردی، م.، باقری، ع.، بهرامی، ا.، نباتی، ج. و معصومی، ع. ۱۳۹۱. تأثیر تنش خشکی بر خصوصیات فتوسنتزی. ترکیبات فنلی و ظرفیت مهار رادیکال‌های فعال ژنوتیپ‌های مختلف نخود (*Cicer arietinum* L.) در محیط آبکشت. علوم و فنون کشتهای گلخانه‌ای.۳ (۴): ۷۷-۵۹.

زمردی، س.، نورجو، ا.، و عالمی، ا. ۱۳۸۵. بررسی تأثیر کم‌آبیاری بر کمیت و کیفیت و حفظ پتانسیل گوجه فرنگی . مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی. ۷ (۲۷) : ۱۹-۲۸.

علیزاده، ا، ۱۳۸۴. رابطه آب، خاک و گیاه. انتشارات دانشگاه امام رضا.

عابدی کوهپایی، جی.، م. ج. امیری و س. اسلامیان. ۱۳۸۸. مقایسه شبکه عصبی مصنوعی و مدل‌های فیزیکی مبتنی بر برآورد تبخیر و تعرق مرجع در گلخانه است. برنامه اصلی ۲۵۲۸ مجله علمی۳: ۳۳- ۲۵

فتحی-امیرخیز، ک.، م. امینی، م.، ا.، مدرس-سنوی ، ع. رضا زاده ، و س. حشمتی. ۱۳۹۰ .تأثیر کاربرد آهن بر فعالیت آنزیمی، عملکرد دانه و محتوای روغن گلرنگ در شرایط کم‌آبیاری مجله علوم زراعی. ۱۳(۳):۴۵۲- ۴۵۶

محمدی، م.، لیاقت، ع. و مولوی، ح. ۱۳۹۰. اثر توأم تنش شوری و خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد گوجه فرنگی در شرایط مزرعه‌ای. مجله علوم و مهندسی آبیاری (مجله علمی کشاورزی). ۳۴(۱): ۲۴-۱۵.

مولوی، ح.، محمدی، م. و لیاقت، ع. ۱۳۹۰. اثر آبیاری کامل و یک‌درمیان جویچه‌ای بر عملکرد، اجزاء عملکرد و کارآیی مصرف آب گوجه فرنگی (Super Strain B) نشریه دانش آب و خاک. ۲۱(۳): ۱۱۵-۱۲۶.

نظامی، ا. ، ج. رضایی و ب. علیزاده. ۱۳۹۰. آزمایش نشت الکترولیت و تحمل بعضی از گونه های گراس در برابر تنش سرما . مجله آب و خاک. (۵): ۱۰۱۹-۱۰۲۶.

Blanco, F., and Folegatti, M.V. 2003. Evapotranspiration and crop coefficient of cucumber in greenhouse. Revista Brasileria de Engenharria Agricola Ambiental. 7(2): 285-291.

Davies, W.J., and Zhang, J. 1991. Root signals and the regulation of growth and development of plants in drying soil. Annual review of Plant Biology. 42(1): 55-76.

Davies, W.J., Wilkinson, S., and Loveys, B. 2002. Stomatal control by chemical signalling and the exploitation of this mechanism to increase water use efficiency in agriculture. New phytologist. 153(3): 449-460.

Dere, S., Gines., T., and Sivaci, R. 1998. Spectrophotometric determination of chlorophyll a, b and total carotenoid contents of some algae species using different solvents. Turkish Journal of Botany. 22, 13-17.

El-hady, O.A., and Wanas, Sh.A. 2006. Water and fertilizer use efficiency by cucumber grown under stress on sandy soil treated with acryl amid hydrogels. Journal of Applied Sciences Research. 2(12): 1293-1297.

Farooq, M., Basra, S.M.A., Wahid, A., Ahmad, N., and Saleem, B.A. 2009. Improving the drought tolerance in rice (*Oryza sativa* L.) by exogenous application of salicylic acid. Journal of Agronomy and Crop Science. 195, 237–246.

Franco, J.A., Bañón, S., Vicente, M.J., Miralles, J., and Martínez-Sánchez, J.J. 2011. Root development in horticultural plants grown under abiotic stress conditions–a review. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology. 86(6): 543-556.

Gao, Y., Duan, A., Sun, J., Li, F., Liu, Z., Liu, H., and Liu, Z. 2009. Crop coefficient and water-use efficiency of winter wheat/spring maize strip intercropping. Field Crops Research. 111(1-2): 65-73.

Huffaker, R., and Hamilton, J. 2007. Conflict. In: Irrig. of Agri. crops (Lascano, R.J. and Sojka, R.E. eds.), 2nd edition, Agronomy Monograph no. 30. ASA-CSSA-SSSA publishing, 664p

Kang, S.Z. and Zhang, J.H. 2004. Controlled alternate partial root-zone irrigation: physiological consequences and impact on water use efficiency. Journal of Experimental Botany. 55, 2437-2446.

Kirda, C., Cetin, M., Dasgan, Y., Topcu, S., Kaman, H., Ekici, B., Derici, M.R., and Ozguven, A.I. 2004. Yield response of greenhouse grown tomato to partial root drying and conventional deficit irrigation. Agricultural Water Management. 69, 191-201.

www.SID.ir

Archive of SID

expansion in wheat seedlings growing in drying soil. Australian Journal of Plant Physiology. 15, 687-693.

Reddy, A.R., Chaitanya, K.V., and Vivekanandan, M (2004). Drought-induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. Journal of Plant Physiology. 161, 1189–1202.

Roosta, H.R., Nazari, F., and Shahnazari, A. 2010. Comparative Effects of Conventional Irrigation (CI) and Partial Root Zone Drying (PRD), and Various Sources of Nitrogen on Growth and Yield in Potato under Field Condition. Advances in Environmental Biology. 4(1): 117-124.

Sanchez-Blanco, M.J., Ferrandez, T., Navarro, A., Banon, S., and Alarcon, J.J. (2004). Effects of irrigation and air humidity preconditioning on water relations, growth and survival of *Rosmarinus officinalis* plants during and fter transplanting. Journal of Plant Physiology. 161, 1133–1142.

Sinclair, T.R., and Muchow, R.C. 2001. System analysis of plant traits to increase grain yield on limited water supplies. Agronomy Journal. 93, 263–270.

Sleper, D.A., Fales, S.L., and Collins, M.E. 2007. Foreword. In: Irrigation of agricultural crops (R.J. Lascano and R.E., Sojka, eds.), 2nd edition, Agronomy Monograph no. 30. ASA-CSSA-SSSA publishing, 664p.

Stikic, R., Jovanovic, Z., Paukovic, M., and Djordjevic, S. 1992. Deficit irrigation techniques in potato growing: practical application of stress physiology knowledge. In 45th Croatian & 5th International Symposium on Agriculture. 639-642.

Subramanian, K.S., Santhanakrishnan, P., and Balasubramanian, P. 2006. Responses of field grown tomato plants to arbuscular mycorrhizal fungal colonization under varying intensities of drought stress. Scientia Horticulturae. 107, 245–253.

Tezara, W., Mitchell, V.J., Driscoll, S.D., and Lawlor, D.W. 2002. Effects of water deficit and its interaction with CO_2 supply on the biochemistry and physiology of photosynthesis in sunflower. Journal of Experimental Botany. 53, 1781–1791.

Vamerali, T., Saccomani, M., Bona, S., Mosca, G., Guarise, M., and Ganis, A. 2003. A comparison of root characteristics in relation to nutrient and water stress in two maize hybrids. Plant Soil. 255, 157–167.

Wang, F., Kang, Y., and Liu, S. 2006. Effects of drip irrigation frequency on soil wetting pattern and potato growth in North China Plain. Agricultural Water Management. 79, 248–264.

Zegbe, J.A., Behboudian, M.H., and Clothier, B.E. 2006. Responses of 'Petopride' processing tomato to partial rootzone drying at different phenological stages. Irrigation Science. 24, 203-210.

Krideman, P., and Goodwin, I. 2004. Regulated deficit irrigation and partial root zone drying. Irrigation Insights. 4, 2-28.

Kundzewicz, Z.W., Mata, L.J., Arnell, N.W., Doll, P., Kabat, P., Jimenez, B., Miller, K., Oki, T., Zekai, S., and Shiklomanov, I. 2007. Fresh water resources and the irmanagement. In: Parry, M.L., Palutikof, J.P., vander Linden, P.J., Hanson, C.E. (Eds.), Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability Contribution of Working Group II to AR4, IPCC. Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp. 173–210.

Lascano, R.J., and Sojka, R.E. 2007. Preface. In: Irrigation of agricultural crops (Lascano, R.J. and Sojka, R.E. eds.), 2nd edition, Agronomy Monograph no. 30. ASA-CSSA-SSSA publishing, 664p

Liptay, A., Sikkema, P., and Fonteno, W. 1998. Transplant growth control through water deficit stress. Hort Technology. 8, 540-543.

Liu, F., Jensen, C.R., and Andersen, M.N. 2004. Drought stress effect on carbohydrate concentration in soybean leaves and pods during early reproductive development: its implication in altering pod set. Field Crops Research. 86, 1–13.

Liu, F., Shahnazari, A., Andersen, M.N., Jacobsen, S.E., and Jensen, C.R. 2006. Effects deficit irrigation (DI) and partial root drying (PRD) on gas exchange, biomass partitioning, and water use efficiency in potato. Scientia Horticulturae. 109, 113-117.

Mrema, A.F., Granhall, U., and Sennerby-Forsse, L. 1997. Plant growth, leaf water potential, nitrogenase activity and nodule anatomy in Leucaena leucocephala as affected by water stress and nitrogen availability. Trees. 12, 42-48.

Navarro, A., Vicente, M.J., Martınez-Sanchez, J.J., Franco, J.A., Fernandez, J.A., Banon, S. 2008. Influence of deficit irrigation and paclobutrazol on plant growth and water status in Lonicera implexa seedlings. Acta Hortic. 782, 299–304.

Naylor, R.L. 2009. Managing food production systems for resilience. In: ChapinIII, S. Kofinas, G.P. Folke, C. (Eds.), Principles of Ecosystems Stewardship, Resilience-based Natural Resources Management in a Changing World. Springer, USA, pp. 259–280.

Ourcut, D.M., and Nilsen, E.T. 2000 Salinity stress in: physiology of plants under stress. KA/PP pp177-235

Ouvrard, O., Cellier, F., Ferrare, K., Tousch, D., Lamaze, T., Dupuis, J.M., and Casse-Delbart, F. 1996. Identification and expression of water stress- and abscisic acid-regulated genes in a drought-tolerant sunflower genotype. Plant Molecular Biology. 31(4): 819-829.

Passioura, J., B. 1988. Root signals control leaf

www.SID.ir

Archive of SID

irrigation processing tomatoes. Agricultural Water Manage. 68, 195–20.

Zegbe-Domnguez, J., Behboudian, M., and Clothier, B. 2004. Partial root zone drying is feasible option for

www.SID.ir

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 1, Vol. 14, Apr.-May. 2020, p. 1-13

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۱، جلد ۱۴، فروردین - اردیبهشت ۱۳۹۹، ص. ۱۳-۱

Effect of partial Root-Zone Drying and Deficit Irrigation on Growth Characteristics of Tomato

S. Salehi Tizabi[1], M. Goldani *[2], J. Nabati[3]

Recived: Aug.26, 2019 Accepted: Sep.26, 2019

Abstract

Deficit irrigation is one of the ways to increase water productivity in irrigated lands. This study was conducted as a split plot experiment in a randomized complete block design with three replications on flat tomato cultivar at the Research Farm of Ferdowsi University of Mashhad, Iran, during the 2018 cropping season. Treatments included three irrigation methods including; usual irrigation, fixed partial root-zone drying and alternative partial root-zone drying as main plots and three levels of deficit irrigation (50, 75 and 100% of field capacity) as subplots. Results show that the highest and lowest concentration photosynthetic pigments observed in the alternative partial root-zone drying and the fixed partial root-zone drying respectively. Maximum plant height (68.8 cm) was observed in fixed partial root-zone drying. Results show that, the maximum leaf area index (2.15), stem dry weight (76.5 g.plant^{-1}), leaf dry weight (72.6 g.plant^{-1}) and fruit yield (4.50 kg.m^{-2}) was found in 100% field capacity. According to the results of the present study, the best result observed in usual irrigation, fixed partial root-zone drying and alternative partial root-zone drying respectively. Fruit yield in fixed partial root-zone drying was more than the alternative partial root-zone drying method.

Keywords: Deficit irrigation, Irrigation methods, Root, Yield

1- M.Sc. Student, Department of Agrotechnology, Ferdowsi University of Mashhad
2- Associate Professor, Department of Agrotechnology, Ferdowsi University of Mashhad
3- Member of Staff Ferdowsi University of Mashhad, Research Center for Plant Sciences
(* - Corresponding Author Email: goldani@um.ac.ir)

www.SID.ir