Archive of SID

مجله پژوهش آب ایران
جلد ۱۳/ شماره ۳/ پیاپی ۳۴/ پاییز ۱۳۹۸ (؟؟-؟؟)

تأثیر روش‌های مختلف مدیریت کم‌آبیاری بر عملکرد، اجزای عملکرد و کارایی مصرف آب گوجه‌فرنگی در کشت هیدروپونیک

محمد هوشمند[۱*]، سعید برومندنسب[۲]، محمد الباجی[۳] و ناصر عالم‌زاده انصاری[۴]

چکیده

تشدید بحران آب در سال‌های اخیر، کم‌آبیاری را به‌عنوان یکی از مدیریت‌های به‌کار رفته برای کسب محصول با درآمد و سود بیشینه مورد توجه قرار داده است. در این پژوهش، اثر روش‌های آبیاری تنظیم‌شده (RDI) و خشکی موضعی ریشه (PRD) بر گوجه‌فرنگی در شرایط کشت هیدروپونیک بررسی شد. تیمارهای آزمایش، شامل تیمارهای آبیاری RDI در دو سطح ۸۵ و ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه، آبیاری PRD در دو سطح ۸۵ و ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه که به‌صورت متناوب آبیاری را انجام می‌دادند و شاهد در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار اجرا شدند. نتایج نشان داد که شیوه‌ها و سطوح مختلف کم‌آبیاری بر وزن تر و خشک ریشه، وزن تر و خشک ساقه، وزن خشک بوته، وزن میوه و کارایی مصرف آب محصول و بخش هوایی تأثیر معنی‌دار دارد؛ ولی بر وزن تر و خشک و میزان آب برگ، سطح برگ، شاخص سطح برگ، سطح برگ ویژه، نسبت سطح برگ، وزن بیوماس و شاخص برداشت تأثیر معنی‌داری نداشته است. بیشترین وزن میوه در بوته و کارایی مصرف آب در تیمار PRD85 به میزان به‌ترتیب ۲۵۷۲/۵ گرم و ۱۶/۰۷ کیلوگرم بر مترمکعب و کمترین آن در تیمار PRD70 به میزان به‌ترتیب ۱۱۸۹/۵ گرم و ۹/۰۲ کیلوگرم بر مترمکعب به‌دست آمد. همچنین، کم‌آبیاری به‌صورت خشکی موضعی ریشه با سطح ۸۵% نیاز آبی گیاه به‌عنوان بهترین روش برای کشت هیدروپونیک گوجه‌فرنگی انتخاب شد.

واژه‌های کلیدی: خشکی موضعی ریشه، کم‌آبیاری، کشت بدون خاک، کارایی مصرف آب، گوجه‌فرنگی.

ارجاع: هوشمند م. برومند نسب س. الباجی م. و عالم زاده انصاری ن. ۱۳۹۸. تأثیر روش‌های مختلف مدیریت کم‌آبیاری بر عملکرد، اجزای عملکرد و کارایی مصرف آب گوجه‌فرنگی در کشت هیدروپونیک. مجله پژوهش آب ایران. ۳۴: ؟؟-؟؟.

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه آبیاری و زهکشی، دانشکده مهندسی علوم آب، دانشگاه شهید چمران اهواز.
۲- استاد، گروه آبیاری و زهکشی، دانشکده مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران اهواز.
۳- استادیار، گروه آبیاری و زهکشی، دانشکده مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران اهواز.
4- دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز.
*** نویسنده مسئول**: Hooshmand.m@ut.ac.ir
تاریخ دریافت: (۱۳۹۶/۴/۲۰) / تاریخ پذیرش: (۱۳۹۶/۱۲/۲۷)

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

با توجه به محدودیت منابع آب توصیه می‌شود که کم‌آبیاری به‌عنوان یک گزینهٔ کارآمد برای افزایش بهره‌وری آب آبیاری مدنظر قرار گیرد. کم‌آبیاری، عبارت است از «مصرف عامدانه و عالمانه کمتر آب، به منظور افزایش تولید در مجموعه اراضی تحت پوشش». کارایی مصرف آب، عبارت است از نسبت محصول به حجم آب آبیاری. یکی از هدف‌های کم‌آبیاری، افزایش کارایی مصرف آب از طریق کاهش مقدار آب آبیاری در مقابل افت کم عملکرد است (کردا، ۲۰۰۲).

باسینگر و هلمن (۲۰۰۶) نتیجه گرفتند کم‌آبیاری تنظیم‌شده کارایی مصرف آب را ۷۲% افزایش می‌دهد؛ ولی در کاهش مقدار محصول تأثیر کمی دارد. شایان‌نژاد و محرری (۲۰۰۹) کارایی مصرف آب سیب‌زمینی را با آبیاری جویچه‌ای معمولی برابر ۲/۸۷، با آبیاری جویچه‌ای یک در میان ثابت ۳/۵۱ و با آبیاری جویچه‌ای یک در میان متغیر ۳/۲۳ کیلوگرم به‌ازای هر مترمکعب آب گزارش کردند. در ضمن، کارایی مصرف آب را برای محصول خشک، در تیمار آبیاری جویچه‌ای معمولی برابر ۰/۶۲۱، در آبیاری جویچه‌ای یک در میان ثابت ۰/۷۷۲ و در آبیاری جویچه‌ای یک در میان متغیر ۰/۷۱ کیلوگرم به‌ازای هر مترمکعب آب مصرفی به‌دست آوردند. نگاز و همکاران (۲۰۱۳)، کارایی مصرف آب بهینه کاهو را در رژیم‌های مختلف آبیاری ۳۰، ۶۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی در تونس مورد آزمایش قرار دادند. نتایج نشان داد، بیشترین کارایی مصرف آب مربوط به تیمار ۳۰ درصد نیاز آبی و کمترین مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی به‌ترتیب با مقادیر۳۴/۳ و ۱۴ کیلوگرم بر مترمکعب بود. هوشمندزاده و همکاران (۱۳۹۲) با بررسی عملکرد کاهوپیچ اهوازی در کشت گلخانه‌ای تحت تیمارهای دوره آبیاری ۱ و ۲ روزه و سطوح آبیاری ۱۰۰ درصد و ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه نتیجه گرفتند، صفات تعداد برگ، وزن خشک برگ، طول ساقه، وزن خشک ساقه، ارتفاع بوته، وزن تر گیاه، بیوماس (وزن خشک) گیاه و کارایی مصرف آب اختلاف معنی‌داری نداشته و تحت تأثیر تیمارها قرار نگرفتند. کاهش میزان آب آبیاری سبب افزایش معنی‌دار کارایی مصرف آب در سطح ۵ درصد شد. همچنین، اثر متقابل تیمارها بر کارایی مصرف آب معنی‌دار بود.

شاهین و همکاران (۲۰۱۲) به ارزیابی تأثیر درصدهای ۱۰۰، ۹۰، ۸۰ و ۷۰ درصد نیاز آبی با دو نوع کود فسفاته بر کارایی مصرف آب، عملکرد محصول و مواد جامد انحلال‌پذیر گیاه گوجه‌فرنگی پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داد که اثر مقدار آب آبیاری بر عملکرد محصول در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار است و بیشترین تولید محصول در تیمار ۱۰۰ درصد و کمترین محصول در تیمار ۷۰ درصد نیاز آبی است. نورمهناد و همکاران (۱۳۸۵) با بررسی کم‌آبیاری سنتی و آبیاری بخشی روی گوجه‌فرنگی در سه سطح ۱۰۰%، ۷۵% و ۵۰% نیاز آبی به این نتیجه رسیدند، بیشترین میزان عملکرد میوه و عملکرد کل و بازارپسند در کم‌آبیاری سنتی، در تیمار شاهد (آبیاری کامل) و در تیمار بخشی در سطح ۷۵% حاصل شد. همچنین، بیشترین راندمان مصرف آب در تیمار PRD75 و کمترین آن در تیمار RDI50 ملاحظه شد. حقیقی (۱۳۸۷) با مقایسهٔ روش آبیاری PRD و آبیاری معمول (شاهد) بر رشد گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای به این نتیجه رسید که تیمار PRD باعث افزایش ۶ درصدی کارایی مصرف آب گیاه و افزایش ۲۶ درصدی مواد جامد محلول نسبت به تیمار آبیاری معمول می‌شود؛ در حالیکه بین دو تیمار در تعداد میوه، رنگ، عارضهٔ پوسیدگی گلگاه و وزن تر و خشک ریشه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. از طرفی، در تیمار PRD وزن خشک اندام هوایی و وزن میوه کاهش پیدا کرد. همچنین، نرخ رسیدگی و توزیع میوه قرمز در تیمار PRD بیشتر بود. موسوی رحیمی و همکاران (۱۳۸۸) با بررسی آبیاری PRD و هیدروژل (چگالی ۱/۴ کیلوگرم بر سانتی‌مترمکعب، اندازه ذرات ۱۵۰-۵۰ میکرومتر و حداکثر عمر ۷ سال) بر کارایی مصرف آب گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای در کشت بدون خاک (بستر پرلیت) در ۳ سطح آبیاری معمولی ۵۰، ۷۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی و ۲ سطح آبیاری متناوب ۵۰ و ۷۰ درصد نیاز آبی و سه سطح هیدروژل ۰، ۱ و ۲ درصد وزنی به این نتیجه رسیدند که گیاهانی که تحت تیمار PRD قرار گرفته‌اند، عملکرد کمتری نسبت به آبیاری کامل داشته‌اند؛ اما کارایی مصرف آب و کود آن‌ها افزایش یافته است. همچنین، میزان عملکرد تحت آبیاری PRD نسبت به کم‌آبیاری معمولی بیشتر بود. رئیسی و همکاران (۱۳۹۰) اثر دو روش آبیاری جویچه‌ای و قطره‌ای و سه سطح آبیاری ۵۰، ۷۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه را بر گیاه

www.SID.ir

Archive of SID

گوجه‌فرنگی بررسی کردند. نتایج نشان داد روش و مقدار آب آبیاری، اثر معنی‌داری بر ویژگی‌های رویشی و کیفی نداشته است. در ویژگی‌های زایشی میزان عملکرد دارای اختلاف معنی‌داری نبوده است؛ اما نتیجهٔ عملکرد محصول غیربازارپسند در روش آبیاری فارو نسبت به روش قطره‌ای بیشتر بوده که معنی‌دار است. همچنین، نتایج نشان داد که بیشترین میزان عملکرد مربوط به روش آبیاری قطره‌ای با ۱۰۰ درصد نیاز آبی گوجه‌فرنگی و کمترین عملکرد مربوط به روش آبیاری سطحی به میزان ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه است.

سیستم کشت هیدروپونیک، یک سیستم تغذیه گیاهی است که مشکلات موجود در کشت خاکی از قبیل ساختمان ضعیف خاک، فقر خاک از لحاظ مواد غذایی، زهکشی نامناسب، بافت غیرهمگن خاک را بهبود می‌بخشد؛ همچنین، به‌دلیل محیط کنترل‌شده، علف‌های هرز و عوامل بیماری‌زا را کاهش می‌دهد و باعث کاهش استفاده از سموم و آفت‌کش‌ها می‌شود که افزایش سلامت میوه و محیط زیست را در پی دارد.

هدف از انجام این پژوهش، بررسی تأثیر روش‌های آبیاری معمولی (CI)، کم آبیاری به‌صورت خشکی موضعی ریشه (PRD) و کم‌آبیاری تنظیم‌شده (RDI) بر عملکرد، اجزای عملکرد و کارایی مصرف آب (WUI) گوجه‌فرنگی است. همچنین، شاخص‌های بیولوژیکی و عملکردی و همچنین کارایی مصرف آب در اثر کم‌آبیاری تنظیم‌شده و کم‌آبیاری خشکی موضعی ریشه بر گیاه گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای در شرایط کشت هیدروپونیک مورد بررسی قرار می‌گیرد.

مواد و روش‌ها

برای بررسی اثر کم‌آبیاری تنظیم‌شده (RDI) و کم‌آبیاری خشکی موضعی ریشه (PRD) بر روی گیاه گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای در سیستم کشت هیدروپونیک، آزمایشی در پاییز ۱۳۹۵ با سه سطح آبیاری ۱۰۰، ۸۵ و ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه در چهار تکرار در مجتمع گلخانه‌ای دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز با محدودهٔ جغرافیایی ۳۱ درجه و ۱۸ دقیقه و ۲۲ ثانیه عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۳۹ دقیقه ۳۰ ثانیه طول شـــرقی و در ارتفاع ۱۸ متری از سطح دریا اجرا شد. برای خنک‌کردن محیط گلخانه از سیستم فن و پد و برای گرم‌کردن گلخانه از بخاری گازی استفاده شد. همچنین، در فصل سرما، برای جلوگیری از کاهش دمای گلخانه، علاوه بر بخاری گازی، از پلاستیک در جلوی پدهای سلولزی استفاده شد تا تبادل هوا به درون گلخانه کاهش پیدا کند. در شرایط کمبود نور از سیستم روشنایی برای تأمین نور مورد نیاز گیاه استفاده شد.

این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی اجرا شد. روش کاشت به‌صورت دستی بود. فاصله ردیف‌ها از هم ۱۰۰ سانتی‌متر و فاصله بین گلدان‌ها ۵۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. ابتدا ۵۲ گلدان به حجم ۹/۸ لیتری با سطح مقطع بیضی شکل با قطر بزرگ ۲۴ سانتی‌متر، قطر کوچک ۲۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۲۶ سانتی‌متر تهیه و در هر گلدان یک بوته کشت شد. برای کاشت بذرها درون سینی نشا، ابتدا پیت‌ماس با آب ترکیب شده و سپس درون سینی نشا قرار داده شد. تعداد ۱۰۵ بذر گوجه‌فرنگی رقم والورا درون حفره‌های سینی نشا، در عمق ۴ تا ۵ میلی‌متری سطح خاک قرار داده شد. در این پژوهش از بستر پیت‌ماس برای گیاه گوجه‌فرنگی استفاده شد. نوعی خزه موسوم به خزه اسفاگنیوم وجود دارد که در مرحله‌ای از چرخهٔ طول عمر خود به بستر پیت‌ماس تبدیل می‌شود. برای آماده‌سازی گلدان‌هایی که در آن‌ها تیمار PRD به‌کار گرفته شد، از ورق آلومینیوم برای تقسیم گلدان به دو قسمت مساوی استفاده شد. به این ترتیب که ورق آلومینیوم در جهت قطر کوچک بیضی و در فاصله ۵ سانتی‌متری از بالای گلدان قرار داده شد. این فاصلهٔ ۵ سانتی‌متری، برای کاشتن نشا و ریشهٔ آن درون خاک گلدان در نظر گرفته شد. پس از آماده‌سازی کامل گلدان‌ها، بستر پیت‌ماس که با آب به خوبی ترکیب شده بود، درون گلدان‌ها قرار گرفت. سیستم آبیاری تیمارها از نوع آبیاری قطره‌ای اجرا شد. لوله‌های انتقال آب از مخزن تا ابتدای لوله‌های لاترال از جنس پلی‌اتیلن و به قطر ۱۹ میلی‌متر و همچنین لوله‌های لاترال نیز از جنس پلی‌اتیلن و به قطر ۱۶ میلی‌متر بودند. برای تأمین نیروی لازم برای انتقال آب از پمپ با قدرت ۰/۵ اسب بخار استفاده شد. همچنین، برای تیمارهای PRD از دو لوله لاترال در کنار هم استفاده شد که هر لاترال یک سمت از گیاه را آبیاری می‌کرد و به‌صورت متناوب و روزانه یک لاترال باز بود و آبیاری را انجام می‌داد؛ در حالیکه لاترال دیگر بسته بود و روز بعد جابه‌جایی صورت می‌گرفت و لاترال دیگر آبیاری را انجام می‌داد.

www.SID.ir

Archive of SID

حجم آب آبیاری با اندازه‌گیری میزان تبخیر از تشت تبخیر کلاس A مستقر در گلخانه و ضرب آن در سطح سایه‌انداز گیاه تعیین می‌شد. سطح سایه‌انداز، برابر است با ضرب فاصله بین گلدان‌ها در هر ردیف و فاصله ردیف‌ها. دور محلول‌دهی با استفاده از تایمر تنظیم می‌شد. به‌دلیل ظرفیت نگهداری بسیار پایین بستر کشت، آبیاری روزانه و به تعداد ۱۲ مرتبه در روز انجام می‌گرفت. برای تغذیه گیاهان از محلول غذایی رِش (۲۰۱۲) که شامل عناصر غذایی ماکرو و میکرو برای رشد گیاه است، استفاده شد که در جدول زیر، نام و غلظت عناصر ارائه شده است. برای تهیهٔ محلول از آب شهری با EC = 1.8 mS/cm استفاده می‌شود.

جدول ۱- محلول غذایی رِش

غلظت عنصر (ppm)	عناصر کم مصرف	غلظت عنصر (ppm)	عناصر پرمصرف
۰/۸	Mn	۱۴۰	N
۰/۰۷	Cu	۵۰	P
۰/۱	Zn	۳۲۵	K
۰/۳	B	۵۰	Mg
۰/۰۳	Mo	۱۸۰	Ca
۲۰	Fe	۱۶۸	S

جدول ۲- خصوصیات کیفی آب

pH	So_4	Hco_3	Co_3	Cl	Ca	Na	Mg	K	SAR $meq/L^{0/5}$	EC (mS/cm)
				(meq/L)						
۸/۳	۱۳/۹۸	۵/۵	۰	۲۱/۲۰	۱۳	۱۱/۲۱	۱۳/۵	۰/۰۱	۳/۰۸	۱/۸

اندازه‌گیری سطح برگ هر دو هفته یک‌بار با استفاده از خط‌کش صورت می‌گرفت؛ به این ترتیب که بزرگ‌ترین طول و عرض برگ گیاه اندازه‌گیری می‌شد و با استفاده از معادلهٔ (۱) (بلانکو و فولگاتی، ۲۰۰۲) سطح برگ محاسبه می‌گردد:

$$LA = 0.347 \times (L \times W) - 10.7 \qquad (۱)$$

در این معادله: LA، سطح برگ (cm^2)؛ L، بزرگ‌ترین طول برگ (cm)؛ وW، بزرگ‌ترین عرض برگ (cm) است.

شاخص سطح برگ (LAI) (نسبت سطح برگ بوته به سطح مزرعه اشغال‌شده توسط یک بوته) با استفاده از معادلهٔ (۲) محاسبه می‌شود:

$$\mathrm{LAI} = \frac{\mathrm{LA}}{\mathrm{A}} \qquad (۲)$$

که در این معادله: LAI، شاخص سطح برگ؛ LA، سطح برگ هر بوته؛ و A، سطح اشغال‌شده توسط یک بوته است.

سطح برگ ویژه (SLA) که برابر «نسبت سطح برگ به وزن خشک برگ» است و نسبت سطح برگ (LAR) که عبارت است از «نسبت سطح برگ به وزن خشک برگ و ساقه» با استفاده از رابطه‌های گفته‌شده محاسبه می‌شود.

پس از به‌کارگیری تیمارها، محصول گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای در ۵ نوبت به‌صورت دستی برداشت شد. تعداد میوهٔ برداشت‌شده، فقط شامل میوه‌هایی بود که کاملاً رشد کرده، تغییر رنگ داده و آماده برداشت بودند. بر این اساس، هر ۲ هفته یک‌بار میوه‌های رسیده شمارش، برداشت و وزن‌کشی شدند. پس از پایان دوره رشد گیاه، شاخص‌های وزن تر و خشک ریشه، وزن تر و خشک و میزان آب برگ، سطح برگ، وزن تر و خشک ساقه و وزن بیوماس و خشک بوته اندازه‌گیری شد. همچنین، شاخص سطح برگ (LAI)، سطح برگ ویژه (SLA)، نسبت سطح برگ (LAR)، شاخص برداشت، کارایی مصرف آب محصول و کارایی مصرف آب بخش هوایی محاسبه شد.

اطلاعات برداشت‌شده با استفاده از نرم‌افزار SPSS16.0 مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. میانگین مربعات صفات مورد مطالعه در جدول ۲ و ۴ و مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در جدول ۳ و ۵ ارائه شده است.

در این جدول‌ها، دو گروه برای مقایسهٔ صفات به شرح زیر قرار دارد: گروه ۱: شامل تیمارهای کم‌آبیاری خشکی موضعی ریشه در سطح ۸۵% و کم‌آبیاری تنظیم‌شده در سطح ۸۵%؛ و گروه ۲: شامل تیمارهای کم‌آبیاری خشکی موضعی ریشه در سطح ۷۰% و کم‌آبیاری تنظیم‌شده در سطح ۷۰%. روش‌های ذکرشده در دو گروه مقایسه‌ای در تمام طول فصل کشت مورد مقایسه قرار گرفتند.

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج و بحث

وزن تر و خشک ریشه

وزن تر و خشک ریشه در بین تیمارها و در مقایسه گروهی ۱، با اطمینان ۹۹% دارای اختلاف معنی‌دار هستند؛ ولی در مقایسهٔ گروهی ۲ اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲). بیشترین میزان وزن تر و خشک ریشه در تیمار شاهد (به‌ترتیب ۱۱۶/۶۸ و ۱۵/۲۲گرم) و کمترین میزان آن در تیمار RDI85 (به‌ترتیب ۷۷/۲۰ و ۹/۴۵ گرم) مشاهده شد (جدول ۳). از آنجایی که رشد گیاه بستگی به تأمین کربوهیدرات‌های مورد نیاز از شاخه‌ها و قسمت هوایی دارد؛ از این رو، عوامل محدودکنندهٔ فتوسنتز، از قبیل نور و آب علاوه بر کاهش عملکرد گیاه، رشد ریشه را نیز تقلیل می‌دهند (علیزاده، ۱۳۸۴). نورمهناد و همکاران (۱۳۸۵) با بررسی دو روش آبیاری PRD و RDI و سه سطح ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه، نشان دادند بیشترین وزن خشک ریشه در تیمار شاهد (RDI_{100}) به‌دست آمد که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. حقیقی (۱۳۸۷) با بررسی دو روش آبیاری PRD و RDI و دو سطح آبیاری ۱۰۰ و ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه، به این نتیجه رسیدند که بیشترین وزن تر و خشک ریشه در تیمار شاهد (RDI_{100}) مشاهده شد که با نتایج این طرح مطابقت دارد. مولوی و همکاران (۱۳۹۰) با بررسی اثر تیمارهای آبیاری کامل، یک در میان متغیر و یک در میان ثابت بر وزن خشک ریشه گیاه گوجه‌فرنگی، نشان دادند که بیشترین وزن خشک ریشه در تیمار شاهد است که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد.

طول ریشه

در بررسی اثرهای سطوح مختلف آبیاری بر طول ریشه، (مطابق جدول ۴)، در مقایسهٔ گروهی ۱، تیمار PRD نسبت به تیمار RDI طول ریشه بزرگ‌تری ایجاد می‌کند (به‌ترتیب ۵۳/۲۵ و ۴۲/۵ سانتی‌متر)، که در سطح ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌دار هستند؛ ولی در مقایسهٔ گروهی ۲، تیمار RDI طول ریشه بزرگ‌تری نسبت به تیمار PRD ایجاد می‌کند (به‌ترتیب ۵۰/۵ و ۴۹/۵ سانتی‌متر)، که اختلاف معنی‌داری در بین تیمارهای این گروه وجود ندارد.

در بین تیمارها، طول ریشه دارای اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد بود. بیشترین طول ریشه در تیمار PRD85 به میزان ۵۳/۲۵ سانتی‌متر مشاهده شد که نسبت به تیمار شاهد افزایش ۱۵ درصدی را نشان می‌دهد. همچنین، کمترین مقدار طول ریشه به میزان ۴۲/۵ سانتی‌متر مکعب در تیمار RDI85 اندازه‌گیری شد که نسبت به تیمار شاهد کاهش ۸ درصدی را نشان می‌دهد.

عرض ریشه

بر طبق جدول ۴، در بین تیمارها اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد وجود دارد؛ ولی در مقایسه‌های گروهی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. بیشترین مقدار عرض ریشه در تیمار شاهد به میزان ۱۷/۵ سانتی‌متر مشاهده شد. همچنین، کمترین مقدار آن به میزان ۱۱/۷۵ سانتی‌متر در تیمار RDI85 اندازه‌گیری شد که نسبت به تیمار شاهد کاهش ۳۳ درصدی را نشان می‌دهد.

در مقایسه‌های گروهی، در سطح ۸۵ درصد نیاز آبی گیاه، تیمار PRD عرض ریشه بیشتری نسبت به تیمار RDI ایجاد می‌کند (به‌ترتیب ۱۳/۷۵ و ۱۱/۷۵ سانتی‌متر). همچنین، در سطح ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه نیز تیمار PRD نسبت به تیمار RDI عرض ریشه بیشتری ایجاد می‌کند (به‌ترتیب ۱۶ و ۱۲/۸۷ سانتی‌متر).

وزن تر و خشک و میزان آب برگ

وزن تر و خشک برگ و همچنین میزان آب برگ در بین تیمارها و همچنین مقایسه‌های گروهی فاقد اختلاف معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین وزن تر برگ و میزان آب برگ در تیمار PRD85 (به‌ترتیب ۳۱۷/۵۰ گرم و ۲۷۰/۵۰ میلی‌متر مکعب) و کمترین مقدار آن‌ها در تیمار PRD70 (به‌ترتیب ۱۶۷/۵۰ گرم و ۱۳۳/۷۵ میلی‌متر مکعب) مشاهده شد (جدول ۳). همچنین، بیشترین میزان وزن خشک برگ در تیمار RDI70 (۳۴/۲۵ گرم) و کمترین آن در تیمار PRD70 (۲۰/۲۵ گرم) مشاهده شد. احتمالاً به‌دلیل تنش ناشی از کم‌آبیاری و تکنیک خشکی موضعی ریشه در تیمار PRD85، گیاه حجم آب بیشتری را در خود نگه داشته است.

سطح برگ و شاخص‌های مرتبط با آن

در بین تیمارها و در مقایسه‌های گروهی، سطح برگ، شاخص سطح برگ، سطح برگ ویژه و نسبت سطح برگ اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲). بیشترین میزان سطح برگ، شاخص سطح برگ و نسبت سطح برگ

www.SID.ir

Archive of SID

در تیمار PRD85 (به‌ترتیب ۱۷۴۳۵/۷۹ سانتی‌مترمربع، ۳۴۸۷۱/۵۷ و ۱۳۴/۴۰ سانتی‌مترمربع بر گرم) و بیشترین میزان سطح برگ ویژه در تیمار شاهد (۸۸۳/۸۲ سانتی‌متر مربع بر گرم) مشاهده گردید. کمترین میزان سطح برگ و شاخص سطح برگ در تیمار PRD70 (به‌ترتیب ۱۲۹۴۴/۲۹ سانتی‌مترمربع و ۲۵۸۸۸/۵۹)، کمترین میزان سطح برگ ویژه در تیمار RDI85 (۶۷۴/۳۳ سانتی‌مترمربع بر گرم) و کمترین میزان نسبت سطح برگ در تیمار RDI70 (۷۸/۶۹ سانتی‌مترمربع بر گرم) مشاهده شد (جدول ۳). کمترین میزان سطح برگ به نسبت بیشترین مقدار خود کاهش ۲۶% را نشان می‌دهد. نورمهناد و همکاران (۱۳۸۵) با بررسی دو روش آبیاری PRD و RDI و سه سطح ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه، نشان دادند بیشترین میزان سطح برگ در تیمار شاهد به‌دست آمد که با نتایج این پژوهش در تضاد است.

وزن تر و خشک ساقه

وزن تر ساقه در بین تیمارها در سطح ۵% دارای اختلاف معنی‌دار شد؛ ولی در مقایسه‌های گروهی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. وزن خشک ساقه در بین تیمارها در سطح ۱% و در مقایسهٔ گروهی ۲ در سطح ۵% اختلاف معنی‌دار دارد؛ ولی در مقایسه گروهی ۱ اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد (جدول ۴). بیشترین مقدار وزن ترساقه در تیمار شاهد (۸۴۱/۲۵ گرم) و بیشترین مقدار وزن خشک ساقه در تیمار RDI70 (۱۳۵/۵۰ گرم) مشاهده شد. کمترین مقدار وزن تر و خشک ساقه در تیمار PRD70 (به‌ترتیب ۵۳۰/۵۰ و ۶۳ گرم) مشاهده شد (جدول ۵).

وزن بیوماس و خشک بوته

در بین تیمارها و در مقایسه‌های گروهی، وزن بیوماس دارای اختلاف معنی‌دار نبود. همچنین، وزن خشک بوته در بین تیمارها در سطح ۱% و در مقایسه گروهی ۲ در سطح ۵% دارای اختلاف معنی‌دار بود؛ ولی در مقایسهٔ گروهی ۱ اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد (جدول ۴). بیشترین وزن بیوماس در تیمار شاهد (۱۰۸۸/۲گرم)، کمترین میزان وزن بیوماس در تیمار PRD70 (۶۹۸ گرم)، بیشترین وزن خشک بوته در تیمار RDI70 (۱۶۹/۷۵ گرم) و کمترین میزان وزن خشک بوته در تیمار PRD70 (۸۳/۲۵ گرم) مشاهده شد (جدول ۵). نورمهناد و همکاران (۱۳۸۵) با بررسی دو روش آبیاری PRD و RDI و سه سطح ۱۰۰ ، ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه، گزارش دادند که بیشترین وزن بیوماس در تیمار شاهد مشاهده شد که با نتایج این طرح مطابقت دارد. حقیقی و همکاران (۱۳۸۷) با بررسی دو روش کم‌آبیاری PRD و RDI بر وزن بیوماس نشان دادند که بیشترین وزن بیوماس در تیمار شاهد است که با نتایج این تحقیق هم‌خوانی دارد.

وزن میوه

جدول میانگین مربعات (جدول ۴) نشان می‌دهد که وزن میوه در بین تیمارها و در مقایسهٔ گروهی ۲ در سطح ۱% دارای اختلاف معنی‌دار است؛ ولی در مقایسهٔ گروهی ۱ اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. بیشترین میزان وزن میوه در تیمار PRD85 (به میزان ۲۵۷۲/۲ گرم) و کمترین میزان وزن میوه در تیمار PRD70 (به میزان ۱۱۸۹/۵ گرم) اندازه‌گیری شد (جدول ۵). میزان وزن میوه برای تیمار شاهد برابر ۲۴۸۳/۵ گرم بود که نسبت به بیشترین میزان خود کاهش ۳/۵ درصدی را نشان می‌دهد. این میزان وزن میوه نسبت به نتایج نورمهناد و همکاران (۱۳۸۵) رشد ۵۲ درصدی را نشان می‌دهد. احتمالاً افزایش میزان سطح برگ به‌علت به‌کارگیری تیمار کم‌آبیاری خشکی موضعی ریشه در سطح ۸۵% نیاز آبی گیاه و در نتیجه افزایش میزان فتوسنتز باعث افزایش میزان محصول در تیمار PRD85 نسبت به تیمار شاهد شده است. ژانگ و همکاران (۲۰۱۷) با بررسی پنج سطح ۴۰، ۶۰، ۷۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی روی گیاه گوجه‌فرنگی در دو سال ۲۰۱۳ و ۲۰۱۴، نشان دادند بیشترین وزن میوه در هر دو سال در تیمار ۸۰ درصد نیاز آبی به‌دست آمد که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد.

شاخص برداشت

شاخص برداشت در بین تیمارها و در مقایسه‌های گروهی فاقد اختلاف معنی‌دار بود (جدول ۴). این نتایج را جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۵) نیز اثبات می‌کند؛ زیرا در مقایسه‌های دوبه‌دو بین تیمارها نیز اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. بر طبق این جدول، بیشترین میزان شاخص برداشت در تیمار PRD85 (به میزان ۰/۷۱) و کمترین میزان آن در تیمارهای PRD70 و RDI70 (به میزان ۰/۶۳) مشاهده شد. حقیقی (۱۳۸۷) گزارش داد که

www.SID.ir

Archive of SID

اثر آبیاری خشکی موضعی ریشه (PRD) و آبیاری معمولی بر شاخص برداشت گوجه‌فرنگی معنی‌دار نیست که با نتایج این تحقیق هم‌خوانی دارد.

کارایی مصرف آب محصول

جدول میانگین مربعات (جدول ۴)، کارایی مصرف آب محصول را در بین تیمارها و در مقایسهٔ گروهی ۲ با اطمینان ۹۹% معنی‌دار نشان می‌دهد؛ ولی در مقایسهٔ گروهی ۱ اختلاف معنی‌داری را نشان نمی‌دهد. در این پژوهش، بیشترین میزان کارایی مصرف آب برابر ۱۶/۰۷ کیلوگرم به‌ازای مصرف یک مترمکعب آب برای تیمار PRD85 و کمترین میزان آن را برابر ۹/۰۲ کیلوگرم به‌ازای هر مترمکعب آب برای تیمار PRD70 به‌دست آمد که نسبت به بیشترین مقدار خود ۴۴ درصد کاهش را نشان می‌دهد (جدول ۵). همچنین، کارایی مصرف آب محصول برای تیمار شاهد برابر ۱۳/۱۸ کیلوگرم به‌ازای یک مترمکعب آب به‌دست آمد که نسبت به بیشترین مقدار خود ۱۸ درصد کاهش را نشان می‌دهد و بر طبق جدول مقایسهٔ میانگین‌ها (جدول ۵) بین تیمار شاهد و PRD85 تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. افزایش میزان محصول و کاهش حجم آب آبیاری نسبت به تیمار شاهد باعث ایجاد کارایی مصرف آب بالاتری نسبت به تیمار شاهد شده است. در تیمار RDI70 به‌ازای ۳۰% کاهش حجم آب آبیاری نسبت به تیمار شاهد، فقط ۷% کاهش کارایی مصرف آب محصول مشاهده می‌شود که بر طبق جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۵) اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد ندارد. نورمهناد و همکاران (۱۳۸۵) با بررسی تأثیر دو روش آبیاری PRD و کم‌آبیاری (DI) و سه سطح آبیاری ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه بر کارایی مصرف آب گوجه‌فرنگی، بیشترین کارایی مصرف آب را در تیمار PRD75 به میزان ۶/۲۸ کیلو گرم بر مترمکعب مشاهده کردند. در سطح آبیاری ۸۵%، کارایی مصرف آب تیمار PRD نسبت به تیمار RDI افزایش ۲۸ درصدی را نشان می‌دهد. طبق نتایج شرایعی و همکاران (۱۳۸۵)، کاهش میزان آب آبیاری در گوجه‌فرنگی، ابتدا کارایی مصرف آب را افزایش داده و کاهش بیشتر آن، باعث کاهش کارایی مصرف آب شده است. استیکیک و همکاران (۲۰۰۳) با بررسی دو روش آبیاری PRD و RDI و دو سطح آبیاری ۱۰۰% و ۷۰% نیاز آبی گیاه بر روی گوجه‌فرنگی به این نتیجه رسیدند که تیمار آبیاری PRD_{70} راندمان کاربرد آب را نسبت به تیمار آبیاری کامل (RDI_{100}) افزایش می‌دهد.

کارایی مصرف آب بخش هوایی

در بین تیمارها، کارایی مصرف آب بخش هوایی در سطح ۱% دارای اختلاف معنی‌دار شد؛ ولی در مقایسه‌های گروهی این اختلاف به سطح ۵% رسید (جدول ۴). بر طبق جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۵)، بیشترین کارایی مصرف آب بخش هوایی در تیمار PRD85 (به میزان ۲۲/۴۳ کیلوگرم به‌ازای مصرف یک مترمکعب آب) و کمترین میزان آن در تیمار PRD70 (به میزان ۱۴/۳۱ کیلوگرم بر مترمکعب) مشاهده شد که نسبت به تیمار PRD85 کاهش ۳۶ درصدی را نشان می‌دهد. در تیمار شاهد، میزان این شاخص به مقدار ۱۸/۹۶ کیلوگرم به‌ازای مصرف هر مترمکعب آب مشاهده شد که نسبت به بیشترین مقدار خود ۱۶ درصد کاهش را نشان می‌دهد. در این شاخص، تیمار RDI70 نسبت به تیمار شاهد با وجود کاهش ۳۰ درصدی حجم آب آبیاری، افزایش ۲ درصدی را نشان می‌دهد.

جدول ۲- میانگین مربعات صفات مورد مطالعه

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن تر ریشه	وزن خشک ریشه	وزن تر برگ	وزن خشک برگ	میزان آب برگ	سطح برگ	شاخص سطح برگ (LAI)	سطح برگ ویژه (SLA)	نسبت سطح برگ (LAR)
تیمار	۴	۱۰۸۹/۶۱**	۲۰/۷۶**	۱۲۰۵۶/۳۰$^{n.s}$	۱۳۲/۳۷$^{n.s}$	۹۷۲۰/۹۲$^{n.s}$	۱۳۰۶۷۴۰۳/۵۱$^{n.s}$	۵۲۲۶۹۵۸۳/۳۶$^{n.s}$	۲۶۵۴۹/۴۲$^{n.s}$	۱۷۵۲/۷۱$^{n.s}$
مقایسه گروهی ۱	۱	۲۶۵۷/۲۰**	۵۰**	۸۳۲۰/۵۰$^{n.s}$	۳/۱۲$^{n.s}$	۴۵۳۶۲۸/۱۲$^{n.s}$	۵۱۵۷۸۴۰/۸۶$^{n.s}$	۲۰۶۳۱۳۱۸/۴۷$^{n.s}$	۶۱۴۰۷/۶۰$^{n.s}$	۴۰۳/۹۹$^{n.s}$
مقایسه گروهی ۲	۱	۴۵۷/۵۳$^{n.s}$	۰/۱۰$^{n.s}$	۲۳۷۶۲$^{n.s}$	۳۹۳$^{n.s}$	۱۶۶۵۳/۱۲$^{n.s}$	۱۱۶۷۱۳۳۸/۵۹$^{n.s}$	۴۶۶۸۵۳۳۵/۰۶$^{n.s}$	۲۳۹/۹۱$^{n.s}$	۳۵۲۲/۱۲$^{n.s}$
خطا	۱۵	۱۹۱/۳۲	۳/۷۲	۱۵۳۶۸/۲۰	۱۸۷/۲۱	۱۱۴۲۵/۲۸	۸۰۲۵۴۱۱/۳۰	۳۲۱۰۱۶۵۸/۹۴	۹۴۹۳۰/۶۸	۱۰۳۴/۳۵
c.v		۱۹/۲۴	۲۱/۳۶	۴۸/۰۱	۴۴/۵۵	۵۰/۵۶	۱۹/۱۳	۱۹/۱۳	۳۵/۹۳	۳۰/۱۷

**، *، n.s به‌ترتیب معنی‌داری در سطح یک درصد، پنج درصد و غیرمعنی‌دار

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه

تیمار	وزن تر ریشه (g)	وزن خشک ریشه (g)	وزن تر برگ (g)	وزن خشک برگ (g)	میزان آب برگ (cm³)	سطح برگ (cm²)	شاخص سطح برگ (LAI)	سطح برگ ویژه (SLA) (cm².g⁻¹)	نسبت سطح برگ (LAR) (cm².g⁻¹)
شاهد	۱۱۶/۶۸^{a}	۱۵/۲۲^{a}	۲۴۷^{a}	۲۸/۵۰^{a}	۲۰۵/۲۵^{a}	۱۷۲۳۱/۷۵^{a}	۳۴۴۶۳/۵۰^{a}	۸۸۳/۸۲^{a}	۱۱۶/۷۲^{a}
PRD 85	۱۱۳/۶۵^{a}	۱۴/۴۵^{a}	۳۱۷/۵۰^{a}	۳۳/۵۰^{a}	۲۷۰/۵۰^{a}	۱۷۴۳۵/۷۹^{a}	۳۴۸۷۱/۵۷^{a}	۸۴۹/۵۵^{a}	۱۳۴/۴۰^{a}
RDI 85	۷۷/۲۰^{b}	۹/۴۵^{b}	۲۵۳^{a}	۳۲/۲۵^{a}	۲۰۵/۷۵^{a}	۱۵۸۲۹/۸۹^{a}	۳۱۶۵۹/۷۷^{a}	۶۷۴/۳۳^{a}	۱۲۰/۱۹^{a}
PRD 70	۱۰۷/۲۰^{ab}	۱۱/۹۷^{ab}	۱۶۷/۵۰^{a}	۲۰/۲۵^{a}	۱۳۳/۷۵^{a}	۱۲۹۴۴/۲۹^{a}	۲۵۸۸۸/۵۹^{a}	۷۶۵/۰۳^{a}	۱۲۰/۶۶^{a}
RDI 70	۹۲/۰۷^{ab}	۱۲/۲۰^{ab}	۲۶۷/۵۰^{a}	۳۴/۲۵^{a}	۲۲۵^{a}	۱۵۳۶۰/۰۱^{a}	۳۰۷۲۰/۰۱^{a}	۷۷۵/۹۸^{a}	۷۸/۶۹^{a}

میانگین‌ها دارای حروف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار با یکدیگر هستند.

جدول ۴- میانگین مربعات صفات مورد مطالعه

منابع تغییرات	درجه آزادی	طول ریشه	عرض ریشه	وزن تر ساقه	وزن خشک ساقه	وزن بیوماس	وزن خشک بوته	وزن میوه	شاخص برداشت	کارایی مصرف آب محصول	کارایی مصرف آب بخش هوایی
تیمار	۴	۶۸/۵۷*	۲۱/۹۳**	۴۹۸۳۶/۵۷*	۳۳۰۳/۸۳**	۸۷۱۷۱/۳۲$^{n.s}$	۴۱۷۵/۵۷**	۱۳۶۳۱۸۵/۶۲**	۰/۰۰۵$^{n.s}$	۲۵/۳۲**	۳۳/۹۱**
مقایسه گروهی ۱	۱	۲۳۱/۱۲*	۸$^{n.s}$	۴۳۲۴/۵۰$^{n.s}$	۲۲۰/۵۰$^{n.s}$	۲۴۶۴۳$^{n.s}$	۲۷۶/۱۲$^{n.s}$	۶۶۰۶۷۵/۱۲$^{n.s}$	۰/۰۰۲$^{n.s}$	۲۵/۸۱$^{n.s}$	۳۶/۷۲*
مقایسه گروهی ۲	۱	۲$^{n.s}$	۱۹/۵۳$^{n.s}$	۳۳۱۵۳/۱۲$^{n.s}$	۱۰۵۱۲/۵۰*	۱۱۳۰۵۰/۱۲$^{n.s}$	۶۶۶/۱۲$^{n.s}$	۳۶۰۸۲۵/۱۲**	۰$^{n.s}$	۲۰/۷۳**	۵۰/۵۵*
خطا	۱۵	۲۱/۸۰	۲/۶۱	۱۶۵۴۰/۹۰	۴۰۶/۵۰	۴۸۱۴۸/۷۶	۸۴۰/۸۱	۷۷۷۹۰/۱۶	۰/۰۰۴	۲/۹۳	۴/۸۷
c.v		۱۱/۶۲	۱۷/۹۸	۲۲/۶۶	۳۶/۰۷	۲۵/۵۴	۱۹/۲۴	۲۴/۹۴	۹/۲۹	۲۱/۹۵	۱۷/۸۷

**، *، n.s به‌ترتیب معنی‌داری در سطح یک درصد، پنج درصد و غیرمعنی‌دار

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه

تیمار	طول ریشه (cm)	عرض ریشه (cm)	وزن تر ساقه (g)	وزن خشک ساقه (g)	وزن بیوماس (g)	وزن خشک بوته (g)	وزن میوه (g)	شاخص برداشت	کارایی مصرف آب محصول ($kg.m^{-3}$)	کارایی مصرف آب بخش هوایی ($kg.m^{-3}$)
شاهد	۴۶/۲۵^{ab}	۱۷/۵^{a}	۸۴۱/۲۵^{a}	۹۳/۵۰^{ab}	۱۰۸۸/۲^{a}	۱۲۳^{ab}	۲۴۸۳/۵^{a}	۰/۶۹^{a}	۱۳/۱۸^{ab}	۱۸/۹۶^{ab}
PRD 85	۵۳/۲۵^{b}	۱۳/۷۵^{bc}	۷۰۰/۵۰^{ab}	۸۰/۲۵^{a}	۱۰۱۸^{a}	۱۱۳/۷۵^{ab}	۲۵۷۲/۵^{a}	۰/۷۱^{a}	۱۶/۰۷^{a}	۲۲/۴۳^{a}
RDI 85	۴۲/۵^{a}	۱۱/۷۵^{c}	۶۵۴^{ab}	۶۹/۷۵^{a}	۹۰۷^{a}	۱۰۲^{b}	۱۹۹۷/۸^{ab}	۰/۶۸^{a}	۱۲/۴۸^{abc}	۱۸/۱۴^{ab}
PRD 70	۴۹/۵^{ab}	۱۶^{ab}	۵۳۰/۵۰^{b}	۶۳^{a}	۶۹۸^{a}	۸۳/۲۵^{b}	۱۱۸۹/۵^{c}	۰/۶۳^{a}	۹/۰۲^{c}	۱۴/۳۱^{b}
RDI 70	۵۰/۵^{ab}	۱۲/۸۷^{bc}	۶۵۹/۲۵^{ab}	۱۳۵/۵۰^{b}	۹۳۵/۷۵^{a}	۱۶۹/۷۵^{a}	۱۶۱۴/۲^{bc}	۰/۶۳^{a}	۱۲/۲۴^{bc}	۱۹/۳۴^{a}

میانگین‌ها دارای حروف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار با یکدیگر هستند.

نتیجه‌گیری

در این تحقیق، اثر خشکی موضعی ریشه (PRD) و کم‌آبیاری تنظیم‌شده (RDI) بر عملکرد و اجزای عملکرد و همچنین کارایی مصرف آب گیاه گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای در کشت هیدروپونیک بررسی شد. نتایج نشان داد که گیاه با به‌کارگیری ۱۵% کم‌آبیاری، نتایج متفاوتی را در شاخص وزن میوه و کارایی مصرف آب از خود نسبت به تیمار شاهد نشان می‌دهد. تیمار PRD در وزن میوه باعث افزایش ۳/۵ درصدی و در کارایی مصرف آب باعث افزایش ۲۲ درصدی نسبت به تیمار شاهد می‌شود؛ ولی تیمار RDI در وزن میوه باعث کاهش ۲۰ درصدی و در کارایی مصرف آب باعث کاهش ۵/۵ درصدی نسبت به تیمار شاهد می‌شود. با کاهش بیشتر به‌کارگیری کم‌آبیاری به سطح ۳۰%، رفتار گیاه متفاوت می‌شود و تیمار کم‌آبیاری تنظیم‌شده نسبت به کم‌آبیاری خشکی موضعی ریشه، کاهش کمتری را برای شاخص وزن میوه و کارایی مصرف

www.SID.ir

Archive of SID

آب نشان می‌دهد. بر این اساس، تیمار RDI در وزن میوه باعث کاهش ۳۵ درصدی و در کارایی مصرف آب باعث کاهش ۷ درصدی نسبت به تیمار شاهد می‌شود؛ ولی تیمار PRD باعث کاهش ۵۲ درصدی در وزن میوه و کاهش ۳۱ درصدی در کارایی مصرف آب می‌شود.

منابع

۱. حقیقی م. ۱۳۸۷. تأثیر خشکی موضعی ریشه (PRD) بر روابط آبی، رشد، عملکرد و برخی ویژگی‌های کیفی گوجه‌فرنگی. مجله علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای. ۱(۲): ۹-۱۷.

۲. رئیسی م. مرادی پ. و هانی ع. ۱۳۹۰. مقایسه روش‌های آبیاری بر عملکرد گوجه‌فرنگی رقم چیف تحت تاثیر تیمارهای مختلف کودی در منطقهٔ جیرفت. اولین کنگره بین‌المللی و سیزدهمین کنگره ملی علوم زراعت و اصلاح نباتات و سومین همایش علوم و تکنولوژی بذر. ۴-۶ شهریور. مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر. کرج. ۶ ص.

۳. شرایعی پ. سبحانی ع. ر. و رحیمیان م. ح. ۱۳۸۵. تأثیر سطوح مختلف آب آبیاری و کود پتاسیم بر کارایی مصرف آب و کیفیت میوه گوجه‌فرنگی رقم پتوارلی سی‌اچ. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی. ۲۷: ۷۵-۸۶.

۴. علیزاده ا. ۱۳۸۴. رابطه آب، خاک و گیاه. انتشارات دانشگاه امام رضا (ع). ۴۷۲ ص.

۵. موسوی رحیمی م. دلشاد م. لیاقت ع. و رحمتیان ا. ۱۳۸۸. بررسی کارایی مصرف آب و کود در کشت بدون خاک گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای با استفاده از خشک‌دهی قسمتی از ریشه و کاربرد سوپرجاذب. نشریه علوم باغبانی ایران. ۴۵(۲): ۱۷۵-۱۸۴.

۶. مولوی، ح. محمدی م. و لیاقت ع. ۱۳۹۰. اثر آبیاری کامل و یک در میان جویچه‌ای بر عملکرد، اجزا عملکرد و کارایی مصرف آب گوجه‌فرنگی (Super Strain B). نشریه دانش‌آب و خاک. ۲۱(۳): ۱۱۵-۱۲۶.

۷. نورمهناد ن. نوری امامزاده‌ئی م. ر. قربانی ب. و محمدخانی ع. ۱۳۸۵. بررسی تأثیر کم‌آبیاری سنتی و آبیاری بخشی بر عملکرد و راندمان مصرف آب گوجه‌فرنگی. نهمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر. ۱۶-۱۸ بهمن. دانشگاه شهید باهنر کرمان. کرمان. ۸ ص.

۸. هوشمندزاده ع. هوشمند ع. برومندنسب س. و عالم‌زاده انصاری ن. ۱۳۹۲. عملکرد کاهوپیچ اهوازی در کشت گلخانه‌ای تحت تیمارهای دور آبیاری و سطوح آبیاری مختلف. دومین همایش ملی توسعه پایدار کشاورزی و محیط‌زیست سالم. ۲۱ شهریور. دانشکده فنی شهید مفتح. دانشگاه فنی و حرفه‌ای همدان. همدان. ۱۲ ص.

9. Basinger A. R and Hellman E. W. 2006. Evaluation of regulated deficit irrigation on grape in Texas and implications for acclimation and cold hardiness. International Journal of Fruit Science. 6(2): 3-22.
10. Blanco F. F and Folegatti M. V. A new method for estimating the leaf area index of cucumber and tomato plants. Horticultura Brasileira. Brasilia. October/ December 2003. 21(4): 666-669.
11. Kirda C. 2002. Deficit irrigation scheduling based on plant growth stages showing water stress tolerance. FAO. Water Reports. 22: 3-103.
12. Nagaz K. EL Mokh F. Masmoudi M. M. and Mechlia N. B. 2013. Soil salinity, yield and water productivity of lettuce under irrigation regims with saline water in arid conditions of Tunisia. International Journal of Agronomy and Plant Production. 4(5): 892-900.
13. Resh H. M. 2012. Hydroponic food production: a definitive guidebook for the advanced home gardener and the commerical hydroponic grower. CRC Press. 27 p.
14. Shahien M. M. Abuarab M. A. and Hassan A. M. 2012. Effects of Regulated Deficit Irrigation and Phosphorus Fertilizers on Water Use Efficiency, Yield and Total Soluble of Tomato. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences. 12(10): 1295-1304.
15. Shayannejad M. and Moharrery A. 2009. Effect of every other irrigation on water use efficiency , starch and protein contents of potato. Journal of Agricultural science. 1(2): 107-112.
16. sticik R. Popovic S. Srdic M. Savic D. Jovanovic Z. Prokic L. and Zdravkovic J. 2003. Partial Root Drying (PRD): A new technique for growing plants that saves water and improves the quality of fruit.

www.SID.ir

Archive of SID

Bulgarian Journal of Plant physiology, special. 164-171.

17. Zhang H. Xionga Y. Huanga G. Xu X. and Huanga Q. 2017. Effects of water stress on processing tomatoes yield, quality andwater use efficiency with plastic mulched drip irrigation in sandy soilof the Hetao Irrigation District. Agricultural Water Management. 179: 205-214.

نسخه پیش نویس

www.SID.ir