اثر کاربرد روش‌های آبیاری موضعی ریشه (PRD) بر راندمان مصرف آب، عملکرد و اجزای عملکرد گوجه‌فرنگی

عبدالرحمان محمدخانی[۱*]، محمدرضا نوری امامزاده‌ئی[۲] و اعظم میرجلیلی[۲]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۲/۱۳ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۲/۸)

چکیده

در این پژوهش اثر چهار تیمار آبیاری موضعی ریشه (1PRD50, 2PRD50, 3PRD50 ,FULL) بر تولید میوه و راندمان مصرف آب گوجه فرنگی در یک طرح کاملاً تصادفی در پنج تکرار مورد بررسی قرار گرفت. در تیمار شاهد (FULL)، کل آب مورد نیاز گیاه به‌طور یکنواخت در تمام محیط ریشه به‌کار برده شد. در تیمارهای 1PRD50، 2PRD50 و 3PRD50 ریشه‌ها به دو ناحیه مجزا از هم تقسیم و به اندازه ۵۰ درصد تیمار شاهد به ترتیب یک، دو و سه مرتبه یک طرف ریشه به‌طور متوالی آبیاری شد. نتایج شان داد، بیشترین میانگین وزن میوه در تیمار آبیاری کامل (۴۳/۴۴ گرم) و کمترین آن در تیمار 3PRD50 (۲۴/۵۷ گرم) دیده شد. بیشترین قطر (۴۳/۱ میلی‌متر) و تعداد میوه (۴۶ عدد) در تیمار شاهد و کمترین این ویژگی‌ها (به‌ترتیب ۱۵/۶ میلی‌متر و ۲۰ عدد) در تیمار 3PRD50 دیده شد. بیشترین عملکرد میوه و عملکرد بازار پسند در تیمار شاهد و سپس در تیمار آبیاری بخشی متناوب (1PRD50) حاصل شد. بیشترین راندمان مصرف آب در تیمار آبیاری موضعی متناوب ریشه (۴۸ درصد بیش از شاهد) و کمترین آن در تیمار 3PRD50 (۲۷ درصد کمتر از شاهد) ملاحظه شد. در کل آبیاری بخشی متناوب (1PRD50) برای تولید گوجه‌فرنگی قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: گوجه‌فرنگی، آبیاری موضعی ریشه، راندمان مصرف آب، عملکرد

۱. گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

۲. گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: mkhani7@yahoo.com

مقدمه

آب از مهم‌ترین منابع مورد نیاز جامعه بشری است. میزان آب در تولیدات کشاورزی از نقش بارزی برخوردار است و کمیت و کیفیت محصول، بستگی زیادی به آن دارد. با افزایش جمعیت، نیاز به استفاده از آب افزایش می‌یابد و منابع آب به‌طور فزاینده‌ای مورد تهدید قرار می‌گیرد، بنابراین موضوع چگونگی حفظ این منبع حیاتی و بهره‌برداری بهینه از آن، یکی از مهم‌ترین چالش‌های قرن حاضر است. در شرایط فعلی از کل آب‌های قابل استحصال در سطح کشور (۸۷/۵ میلیارد متر مکعب)، رقمی بالغ بر ۸۲ میلیارد متر مکعب یعنی ۹۴ درصد به بخش کشاورزی اختصاص یافته است (۲). در بخش کشاورزی (با توجه به این‌که قسمت عمده منابع آب کشور را مصرف می نماید) استفاده بهینه از آب می‌تواند به مقدار قابل ملاحظه ای راندمان مصرف آب کشور را بالا ببرد (۲).

آبیاری موضعی ریشه (Partial Root Zone Drying, PRD) یکی از تکنیک‌های جدید مدیریت آبیاری است که راندمان کاربرد آب را بدون کاهش چشمگیر در عملکرد گیاه، بهبود می‌بخشد (۴ و ۹). در این تکنیک بخشی از سیستم ریشه در معرض کم‌آبی است درحالی‌که قسمت باقی‌مانده به‌طور معمولی آبیاری می‌شود. بخش خشک و تر به تناوب مطابق سرعت خشک‌شدن خاک و نیاز آبی و مرحله رشد گیاه، جا به جا می‌شوند. این سیستم آبیاری براساس دو تئوری استوار می‌باشد: یکی این‌که آبیاری کامل گیاه معمولاً گشودگی بیشتر روزنه‌ها را به همراه دارد. دیگر این‌که بازشدگی اندک روزنه‌ها تلفات آب را کاهش می‌دهد، بدون آن که اثر زیادی روی تبادلات گازی و فتوسنتز بگذارد (۱۰). به نظر می‌رسد بخشی از سیستم ریشه که در خاک خشک قرار می‌گیرد با فرستادن سیگنال‌هایی به سمت اندام هوایی، نسبت به خشکی عکس‌العمل نشان داده و باعث بسته‌شدن روزنه‌ها می‌شود (۶). از طرفی آبیاری بخشی متناوب نسبت به آبیاری بخشی ثابت بهتر می‌تواند آب را جذب و ذخیره نماید. چون در آبیاری بخشی متناوب، آبیاری متناوب طرفین ریشه سبب افزایش ریشه‌های فرعی می‌شود و بنابراین سیستم ریشه در آبیاری بخشی متناوب نسبت به خشکی خاک بهتر واکنش نشان می‌دهد (۸ و ۱۰).

گزارش شده که آبیاری موضعی ریشه، راندمان مصرف آب آبیاری را تا ۷۰ درصد بهبود می‌بخشد و بدین ترتیب امکان کشت گوجه‌فرنگی در مناطق مواجه با کمبود آب افزایش می‌یابد (۱۷). در پژوهشی تیمارهای آبیاری موضعی ریشه با ۳۰ و ۵۰ درصد تنش آبی، از نظر بازده تفاوت معنی‌داری با تیمار آبیاری کامل نداشتند (۱۴).

تناوب آبیاری در طرفین ریشه بر اساس مصرف مقادیر مختلف رطوبت قابل وصول آب در طرفین ناحیه ریشه قابل انجام است. به بیان دیگر تناوب آبیاری طرفین ناحیه ریشه بر اساس تفاوت درصد رطوبت سهل‌الوصول دو قسمت مجزای ریشه انجام می‌گیرد. این تکنیک با تناوب آبیاری طرفین ریشه در آبیاری‌های متوالی یا هر دو عملیات آبیاری یک‌بار یا گاهاً هر سه عملیات یک بار قابل اجراست. گزارش‌ها حاکی از آن است که روش آبیاری متناوب، سبب توزیع یکنواخت ریشه‌ها در خاک می‌شود درحالی‌که در روش آبیاری بخشی ثابت قسمت اعظم ریشه‌ها در بخش مرطوب خاک توسعه می‌یابند و مقدار ریشه‌ها در بخش خشک خاک کمتر می‌شود. همین امر ممکن است منجر به کاهش عملکرد محصول شود (۸).

در پژوهشی، اثر آبیاری موضعی ریشه به صورت شیاری و قطره‌ای روی بازده و کیفیت میوه گوجه‌فرنگی مورد بررسی قرار گرفت. تیمارهای آبیاری عبارت بودند از: یکی آبیاری کامل در دو بخش سیستم ریشه به روش شیاری و آبیاری موضعی ریشه که نصف آب مورد نیاز گیاه به صورت متناوب فقط به یک بخش از ریشه در هر آبیاری داده می‌شد و دو تیمار بعدی شامل آبیاری کامل و آبیاری موضعی ریشه به روش قطره‌ای به طوری‌که در آن، نصف آب مورد نیاز فقط به یک سمت ریشه به صورت متناوب اعمال می‌شد. نتایج نشان داد که تعداد میوه‌ها، میانگین وزن هر میوه و عملکرد کل میوه در بین تیمارها تفاوت معنی‌داری نداشته است، اما آبیاری موضعی

ریشه راندمان مصرف آب را در مقایسه با آبیاری کامل افزایش داده است (۱۷).

در پژوهشی تأثیر تیمارهای آبیاری موضعی ریشه در مقایسه با آبیاری کامل روی خصوصیات کمی و کیفی گوجه‌فرنگی مورد بررسی قرار گرفته است و گزارش شده که اعمال روش ۲PRD50 (۵۰ درصد کم آبیاری با تکنیک آبیاری موضعی ریشه که در آن بخش تر و مرطوب به‌طور متناوب آبیاری شده‌اند) منجر به کاهش معنی‌دار محصول (۲۸ درصد) در مقایسه با آبیاری کامل شده است ولی کاهش محصول در اثر اعمال **1PRD50** در مقایسه با آبیاری کامل، اختلاف معنی‌داری نداشته است (۱۱). هم‌چنین مشخص شده وقتی دو نیمه سیستم ریشه ذرت به‌طور متناوب در معرض تر و خشک شدن قرار می‌گیرد، آب مصرفی ۳۴/۴ تا ۳۶/۸ درصد کاهش می‌یابد، درحالی که کل ماده خشک تولیدی در مقایسه با گیاهانی که آبیاری کامل شده‌اند فقط ۶ تا ۱۱ درصد کاهش می‌یابد (۱۲).

هدف از انجام این آزمایش بررسی اثر روش‌های مختلف آبیاری موضعی ریشه بر عملکرد، اجزای عملکرد و راندمان مصرف آب در گوجه فرنگی است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۸۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد انجام شد. منطقه مورد نظر دارای اقلیم نیمه خشک (به روش دومارتن) با طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۵۱ دقیقه شرقی و عرض۳۲ درجه و ۲۰ دقیقه شمالی و ارتفاع ۲۰۶۱ متر از سطح دریا در بخش مرکزی رشته کوه‌های زاگرس واقع است. در این تحقیق تیمارهای آبیاری موضعی ریشه (توالی تر و خشک نگه‌داشتن طرفین ریشه) با تأمین ۵۰ درصد نیاز آبی بر گوجه‌فرنگی اعمال و اثرات آنها با آبیاری کامل مقایسه شد.

بذرهای گوجه‌فرنگی در تاریخ پنجم اردیبهشت در خزانه کشت گردیدند و پس از ۶ هفته، نشاهای حاصله به محل اجرای طرح منتقل و در تعداد ۲۰ جعبه کشت شدند. جنس جعبه‌ها چوبی و ابعاد آنها ۶۰×۳۵×۴۰ سانتی‌متر انتخاب شد. در هر جعبه ۴ نشا کشت شد و پس از استقرار بوته‌ها به سه عدد بوته در هر گلدان کاهش یافت. خاک جعبه‌ها دارای بافت لوم رسی بود. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تیمار و ۵ تکرار انجام شد که تیمارها عبارت بودند از:

آبیاری کامل (FULL)

در این تیمار نیاز آبی گیاه در طی مراحل نمو به طور کامل تأمین شد. برای تعیین دقیق مقدار نیاز آبی گیاه مقدار رطوبت خاک به کمک تانسیومتر نصب شده در محیط کشت (۳ تکرار از میان ۵ تکرار) دائماً تعقیب می‌گردید و با توجه به حدود رطوبتی و ابعاد هندسی محیط کشت و MAD=50% میزان آب مورد نیاز این تیمار قبل از هر اتفاق آبیاری تعیین و اعمال شد و مقدار آب به کار رفته برای دیگر تیمارها بر اساس تعریف هر تیمار تعیین شد. لازم به ذکر این‌که مقادیر نیاز آبی در هر مرحله از نمو گیاه به کمک روش پیشنهادی پنمن- مانتیث (۵) و ضرائب گیاهی (kc استخراج شده از منبع شماره ۳ برای منطقه مورد مطالعه) برآورد می‌شد تا میزان انطباق نیاز آبی به کار رفته با برآوردهای پنمن- مانتیث و kc های پیشنهاد شده به عنوان یک کار تحقیقی جانبی مقایسه شود.

1PRD50 , 2PRD50 , 3PRD50:

در این تیمارها ۵۰ درصد نیاز آبی برآورد شده مربوط به تیمار FULL، برای گیاهان تأمین شد. این میزان آب در هر نوبت آبیاری فقط به نیمی از محیط ریشه داده شد. اعداد ۱، ۲ و ۳ بیانگر تعداد دفعاتی هستند که یک طرف ریشه به‌طور متوالی مرطوب می‌شد. در تیمارهای PRD، جعبه‌ها به شکلی طراحی شدند که خاک درون جعبه دقیقاً به دو نیم تقسیم شود و هیچ‌گونه تبادل رطوبتی نداشته باشند. برای این منظور از ورقه‌های پلاستیکی کارتن پلاست استفاده شد. در هنگام کاشت نشا، بوته‌های گوجه‌فرنگی طوری کشت شدند که ریشه‌ها به‌صورت یکنواخت در دو طرف لایه جدا کننده توسعه یابند. پس از کاشت نشاء، بوته‌های گوجه‌فرنگی تا زمان

استقرار کامل در خاک به روش معمول و کامل آبیاری شدند. زمانی‌که احتمال صدمه به نشاها در اثر کم آبیاری کاهش یافت، تیمارهای مورد نظر اعمال شدند. در طول دوره آزمایش کلیه مراقبت‌های زراعی شامل کودهی و دیگر عملیات داشت به جز آبیاری (به عنوان تیمار مورد نظر در این آزمایش) به‌طور یکنواخت برای کلیه تیمارها اعمال شد. در طول دوره میوه‌دهی، وزن کل میوه‌ها، میانگین وزن هر میوه، قطر میوه و تعداد میوه اندازه‌گیری و در نهایت عملکرد و راندمان مصرف آب محاسبه شد. در این پژوهش راندمان مصرف آب بر اساس میزان محصول تولید شده به ازای مصرف یک متر مکعب آب محاسبه شده است. به‌طور کلی میزان آب مصرف شده در طول دوره آزمایش در تیمار شاهد ۲۰۲ لیتر و در بقیه تیمارها ۱۰۱ لیتر محاسبه شد. محاسبات آماری داده‌های حاصل از این پژوهش با استفاده از نرم‌افزار سیستم پردازش آماری SAS و رسم نمودارها توسط نرم‌افزار اکسل انجام گرفت.

نتایج و بحث

وزن کل میوه

بطور کلی اثر تیمارهای مختلف بر وزن کل میوه در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). البته بین تیمارهای **1PRD50** با 2PRD50 به ترتیب با مقادیر ۸۸۷/۵۴ و ۷۸۸/۲۴ گرم میوه، تفاوت معنی‌داری دیده نشد (شکل ۱). این موضوع با نظر برخی محققین مطابقت دارد. در بررسی درختان نارنگی گزارش شده که اگر چه اختلاف محصول بین تیمارهای 2PRD50 و **1PRD50** به میزان ۶ تا ۱۶ درصد مشهود است اما این اختلاف معنی‌دار نیست (۱۴). بیشترین وزن کل میوه (مجموع وزن میوه‌های مربوط به هر تیمار در طول فصل رشد و نمو) در تیمار شاهد (۱۱۹۱/۹۲ گرم) و کمترین آن در تیمار 3PRD50 با میانگین ۴۳۱/۱۶ گرم دیده شد (شکل ۱). اعمال روش 2PRD50 و **1PRD50** بر گوجه‌فرنگی به‌ترتیب منجر به ۳۳ و ۲۵ درصد کاهش عملکرد میوه در مقایسه با آبیاری کامل شد. در این تحقیق اعمال تکنیک آبیاری موضعی ریشه سبب کاهش معنی‌دار محصول گوجه‌فرنگی گردید که به نظر می‌رسد علت آن کمبود آب آبیاری در این تیمارها باشد.

میانگین وزن هر میوه

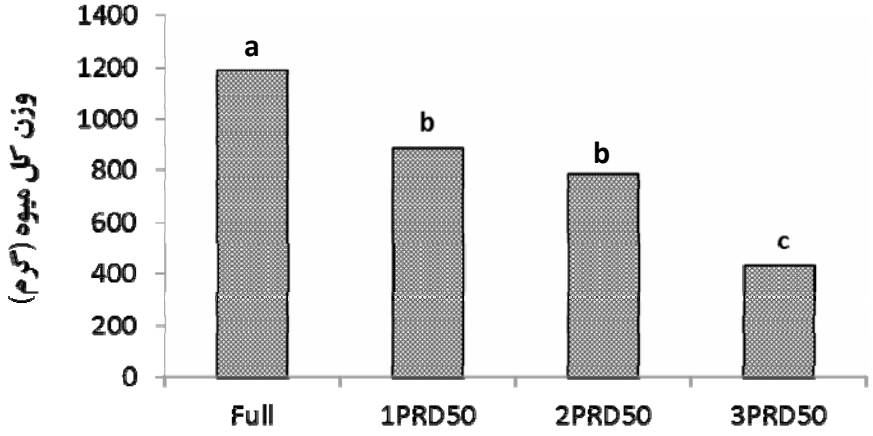
میانگین وزن میوه بدون در نظر گرفتن میوه‌های نرسیده در برداشت آخر تعیین شد. میانگین وزن میوه‌ها در تیمارهای مختلف از نظر آماری در سطح یک درصد تفاوت معنی دار داشتند (جدول ۱). بیشترین میانگین وزن در تیمار آبیاری کامل (۴۳/۴۴ گرم) و کمترین آن در تیمار 3PRD50 (۲۴/۵۷ گرم) مشاهده شد. بین میانگین وزن میوه در تیمار PRD501 و تیمار2PRD50 به‌ترتیب با مقادیر ۳۹/۰۹ و ۳۶/۴۴ گرم، اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (شکل ۲). در پژوهشی تفاوتی در میانگین وزن گوجه‌های تحت آبیاری موضعی متناوب و آبیاری کامل ریشه، دیده نشد (۱۷) که این موضوع با نتایج به‌دست آمده از این تحقیق مطابقت دارد.

قطر میوه

تجزیه واریانس این صفت (جدول ۱) اختلاف معنی‌داری را (در سطح احتمال یک درصد) بین تیمارهای مورد مطالعه نشان داد. کاهش ۵۰ درصد از آب آبیاری باعث کاهش قطر میوه به میزان ۱۰، ۱۶ و ۴۳ درصد به ترتیب در تیمارهای 1PRD50 و 2PRD50 و 3PRD50 شد. بیشترین قطر در تیمار شاهد و کمترین آن در تیمار 3PRD50 مشاهده گردید (شکل ۳). در پژوهشی با کشت گوجه‌فرنگی و اعمال تیمارهای آبیاری کامل و آبیاری بخشی مشخص شد که اندازه میوه گوجه‌فرنگی بسته به میزان آب در هر دو قسمت خاک، ۴۰- ۳۵ درصد کاهش می‌یابد (۱۶). براساس نتایج حاصل از یک پژوهش، اندازه میوه گوجه‌فرنگی در تیمارهای 1PRD50 و 2PRD50 یکسان بوده است که با نتایج حاصل این تحقیق هماهنگی ندارد (۱۳).

تعداد میوه

تفاوت میان تیمارها از نظر تعداد میوه در سطح احتمال یک

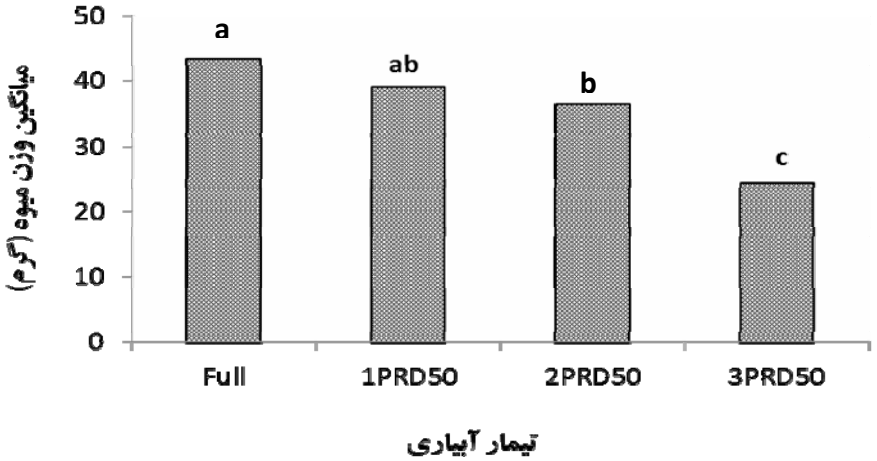


شکل ۱. اثر روش آبیاری بر وزن کل میوه. Full : آبیاری کامل- 1PRD50، 2PRD50 و 3PRD50: به‌ترتیب یک، دو و سه مرتبه یک طرف ریشه به‌طور متوالی آبیاری گردیده است. میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد آزمون LSD اختلاف معنی‌داری ندارند.

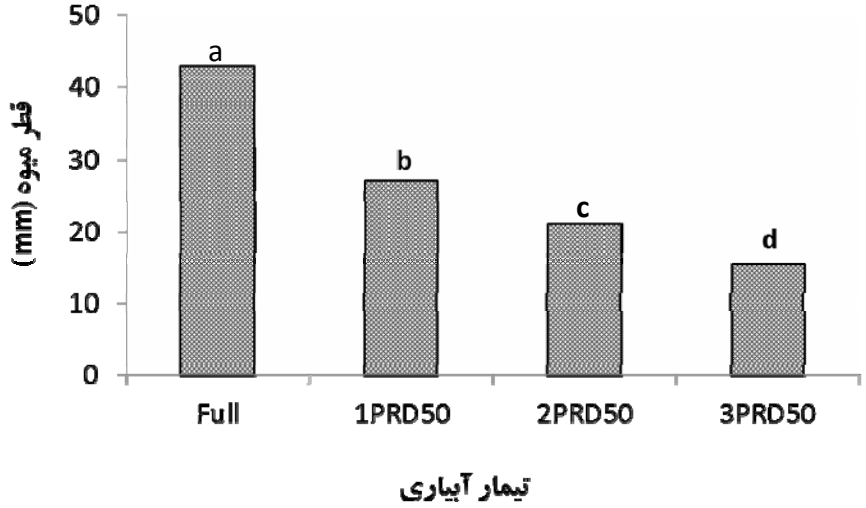
جدول ۱ . تجزیه واریانس خصوصیات میوه گوجه‌فرنگی

		میانگین مربعات			
منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن کل میوه‌ها	میانگین وزن هر میوه	قطر میوه	تعداد میوه
روش آبیاری	۳	۴۹۱۶۷۰/۷۶**	۳۲۶/۱۵۷**	۶۹۸/۵۴**	۷۱۴/۵۸**
خطا	۱۶	۸۸۴/۰۷	۱۲/۷۱۸	۴/۳۶۰	۳/۱۲۵

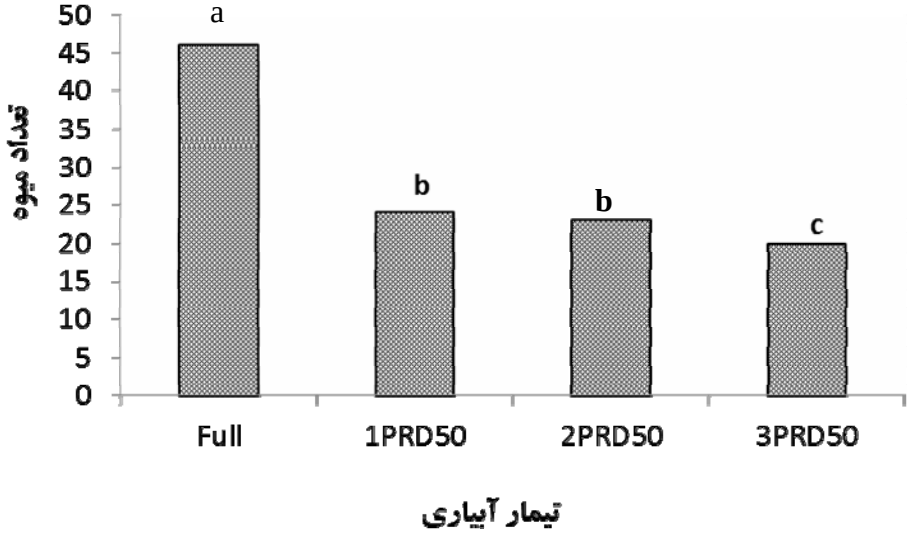
* و ** به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد



شکل ۲. اثر روش آبیاری بر میانگین وزن میوه. Full : آبیاری کامل- 1PRD50، 2PRD50 و 3PRD50: به‌ترتیب یک، دو و سه مرتبه یک طرف ریشه به‌طور متوالی آبیاری شده است. میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد آزمون LSD اختلاف معنی‌داری ندارند.

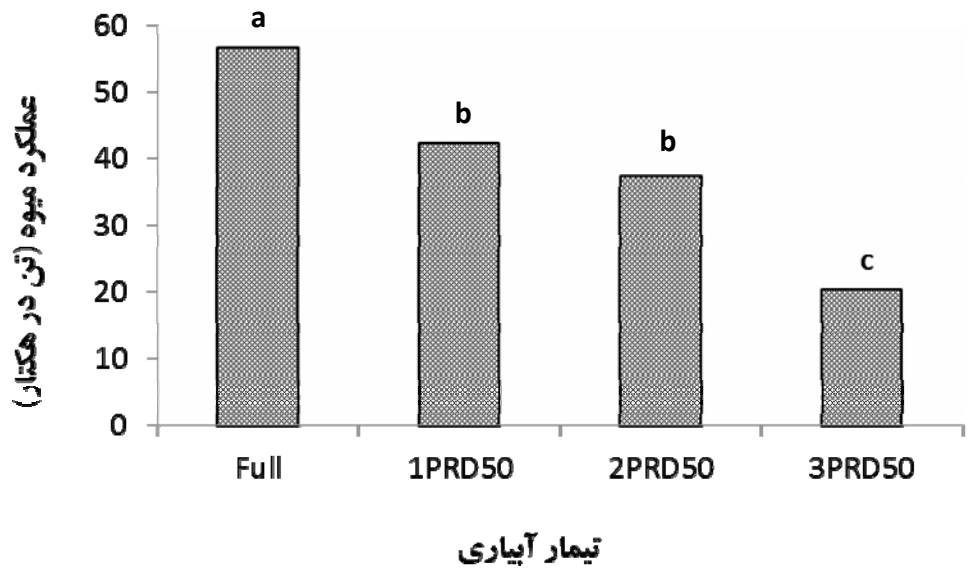


شکل ۳. اثر روش آبیاری بر قطر میوه. Full: آبیاری کامل- 1PRD50، 2PRD50 و 3PRD50: به‌ترتیب یک، دو و سه مرتبه یک طرف ریشه به‌طور متوالی آبیاری شده است. میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد آزمون LSD اختلاف معنی‌داری ندارند.



شکل ۴. اثر روش آبیاری بر تعداد میوه. Full: آبیاری کامل- 1PRD50، 2PRD50 و 3PRD50: به‌ترتیب یک، دو و سه مرتبه یک طرف ریشه به‌طور متوالی آبیاری شده است. میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد آزمون LSD اختلاف معنی‌داری ندارند.

درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین تعداد میوه در تیمار شاهد به‌دست آمد(شکل ۴). زگبی و همکاران (۱۷) بیان کردند که تعداد میوه گوجه‌فرنگی در تیمار آبیاری بخشی متناوب در مقایسه با تیمار شاهد یکسان می‌باشد، اما در این تحقیق بین تعداد میوه در تیمار آبیاری بخشی متناوب و آبیاری کامل اختلاف معنی داری وجود دارد. تیمار آبیاری بخشی متناوب تعداد میوه‌ی بیشتری را نسبت به سایر تیمارهای آبیاری بخشی (در همان سطح آبیاری) به خود اختصاص داد. اما تعداد میوه در



شکل ۵. اثر روش آبیاری بر عملکرد میوه. Full : آبیاری کامل- 1PRD50، 2PRD50 و 3PRD50: به‌ترتیب یک، دو و سه مرتبه یک طرف ریشه به‌طور متوالی آبیاری شده است. میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد آزمون LSD اختلاف معنی‌داری ندارند.

تیمار PRD۱ با PRD۲ براساس آزمون LSD یکی است.

عملکرد کل و عملکرد بازارپسند

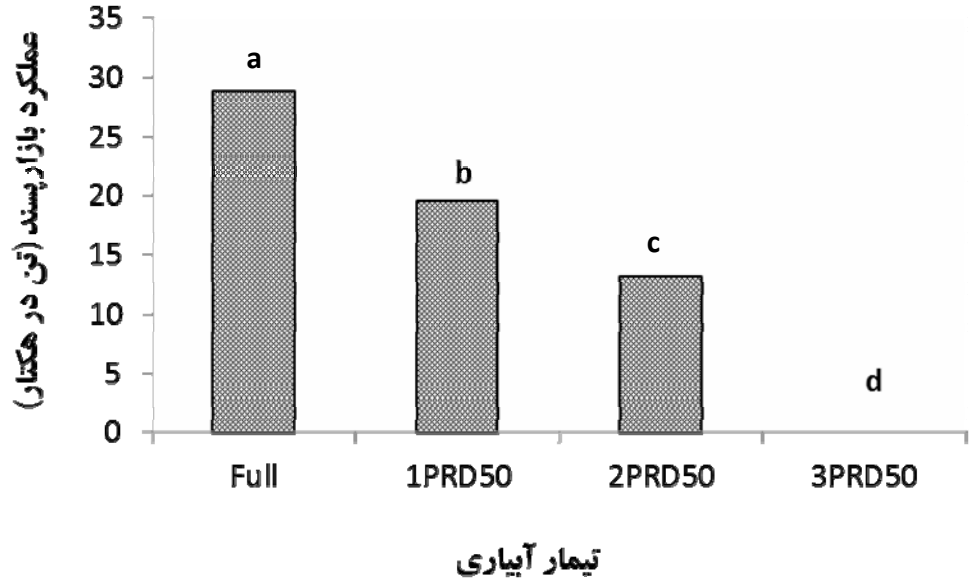
بر اساس نتایج این پژوهش کاهش آب آبیاری به میزان ۵۰ درصد، در اثر تیمارهای 1PRD50 و 2PRD50 و 3PRD50 به ترتیب عملکرد کل میوه به میزان ۲۵، ۳۳ و ۶۳ درصد کاهش یافت (شکل ۵). میزان آب آبیاری و روش اعمال آبیاری بر عملکرد محصول در سطح یک درصد معنی‌دار است. این موضوع با نتایج نورمهناد و همکاران (۴) نیز مطابقت دارد. بر اساس گزارش آنها، اثر آبیاری بر عملکرد محصول در سطح یک درصد معنی‌دار بوده و کاهش آب آبیاری به میزان ۵۰ درصد موجب کاهش عملکرد به مقدار ۴۰/۶ درصد شده است. کاهش آب آبیاری و هم‌چنین افزایش دفعات مرطوب ساختن یک طرف ریشه در آبیاری‌های متوالی، میزان محصول و در نتیجه عملکرد را کاهش می‌دهد به‌طوری که تیمار شاهد نسبت به تیمار 1PRD50 و تیمار 1PRD50 نسبت به سایر تیمارهای آبیاری بخشی عملکرد بیشتری داشتند. در این پژوهش، بیشترین عملکرد میوه در تیمار شاهد (۵۶/۷۵ تن در هکتار) و پس از آن تیمار 1PRD50 (۴۲/۲۶ تن در هکتار) و کمترین عملکرد در تیمار3PRD50 (با میانگین ۲۰/۵۳ تن در هکتار) به دست آمد. در بین تیمارهای آبیاری بخشی، بیشترین میزان عملکرد میوه در تیمارآبیاری بخشی متناوب (1PRD50) دیده شد (شکل ۵). در یک بررسی روی فلفل گزارش شده که اگرچه 2PRD50 عملکرد بالاتری را نسبت به 1PRD50 سبب می‌شود ولی این اختلاف معنی دار نمی‌باشد (۱۱). در این تحقیق نیز بین تیمار 1PRD50 و2PRD50 از نظر عملکرد اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. نتایج آزمایش‌های گلخانه‌ای و صحرایی حاکی از آن است که آبیاری موضعی متناوب ریشه می‌تواند مصرف آب آبیاری را تا ۳۰ درصد، بدون کاهش چشمگیر در عملکرد، کاهش دهد. در برخی گیاهان زراعی مانند گندم، آبیاری موضعی متناوب ریشه با کاهش ۵۰ درصد آب آبیاری، عملکرد را کاهش نداده است (۱۵).

در این تحقیق بین تیمار آبیاری موضعی متناوب ریشه و آبیاری کامل از نظر عملکرد اختلاف معنی‌داری وجود دارد که

جدول ۲. تجزیه واریانس عملکرد محصول، عملکرد بازار پسند و راندمان مصرف آب

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		عملکرد محصول	عملکرد بازار پسند	راندمان مصرف آب
روش آبیاری	۳	۱۱۱۴/۹**	۷۳۱/۸**	۲۰/۲**
خطا	۱۶	۲۰/۲	۰/۰۰۴	۰/۶

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

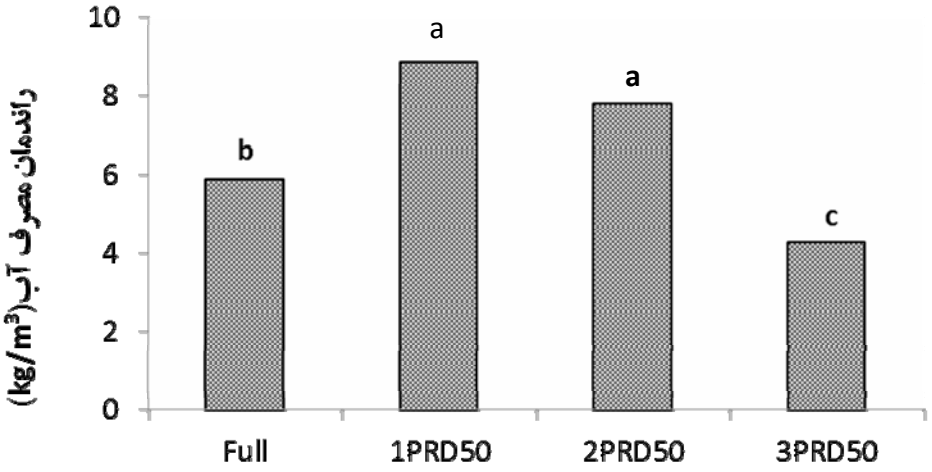


شکل ۶. اثر روش آبیاری بر عملکرد بازارپسند میوه. Full : آبیاری کامل- 1PRD50، 2PRD50 و 3PRD50: به‌ترتیب یک، دو و سه مرتبه یک طرف ریشه به‌طور متوالی آبیاری شده است. میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد آزمون LSD اختلاف معنی‌داری ندارند.

با نتایج کنگ و همکاران (۱۱) هم‌خوانی ندارد. آنها گزارش کردند که اعمال تکنیک آبیاری موضعی ریشه به‌صورت متناوب با سیستم آبیاری قطره‌ای با بیش از ۴۰ درصد صرفه‌جویی در مصرف آب آبیاری، کاهش محسوسی را در عملکرد محصول فلفل تند باعث نمی‌شود. این امر ممکن است به دلیل حساسیت گیاه گوجه‌فرنگی به کمبود آب و در نتیجه کاهش فتوسنتز و انتقال مواد به سمت میوه باشد(۱۳). در صورتی‌که میوه‌های با وزن بیشتر از ۴۰ گرم به عنوان میوه‌های بازار پسند، در نظر گرفته شوند، اختلاف معنی‌داری بین تیمارها دیده می‌شود (جدول ۲). همان‌طور که مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد (شکل ۶)، بیشترین عملکرد بازار پسند در تیمار آبیاری کامل (۲۸/۸۱ تن بر هکتار) به‌دست آمده است. شایان ذکر است که عملکرد بازار پسند تیمار 3PRD50 صفر است بدین مفهوم که تمام میوه‌های تولید شده در این تیمار بسیار کوچک و دارای وزنی کمتر از ۴۰ گرم بودند. البته میوه‌های ریز گوجه‌فرنگی در صنایع تبدیلی مانند تهیه رب و سس گوجه‌فرنگی کاربرد دارند.

راندمان مصرف آب

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که در سطح یک درصد از نظر راندمان مصرف آب بین تیمارها تفاوت معنی داری



شکل ۷. اثر روش آبیاری بر راندمان مصرف آب. Full : آبیاری کامل- 1PRD50، 2PRD50 و 3PRD50: به‌ترتیب یک، دو و سه مرتبه یک طرف ریشه به‌طور متوالی آبیاری گردیده است. میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد آزمون LSD اختلاف معنی‌داری ندارند.

وجود دارد (جدول ۲). به‌طوری‌که بیشترین راندمان مصرف آب در تیمار 1PRD50 (۸/۷۸ کیلوگرم در مترمکعب) و کمترین راندمان در تیمار 3PRD50 (۴/۲۶ کیلوگرم در مترمکعب حاصل گردید. براساس آزمون LSD راندمان مصرف آب در تیمار 1PRD50 با تیمار2PRD50 اختلاف معنی‌داری ندارد (شکل ۷). راندمان مصرف آب درتیمار 3PRD50، ۲۷ درصد کاهش، در حالی‌که در تیمار 1PRD50 حدود ۴۸ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش داشت. براساس نتایج یک پژوهش، کاهش میزان آب آبیاری در گوجه‌فرنگی، ابتدا راندمان مصرف آب را افزایش داده ولی کاهش بیشتر آب آبیاری، باعث کاهش کارایی مصرف آب شده است (۱). در تیمار PRD۱ با کم‌شدن میزان آب مصرفی (شکل ۷)، تولید محصول نیز کاهش یافته است اما میزان کاهش محصول به علت کمبود آب به آن شدت نیست و به همین دلیل کارایی مصرف آب زیادتر می‌شود. در تیمار PRD۳ با کاهش آب آبیاری، مقدار محصول به‌طور قابل توجهی کاهش می‌یابد که سبب کاهش راندمان مصرف آب می‌گردد. در این آزمایش در بین تیمارهای آبیاری بخشی، تیمار 1PRD50 دارای حداکثر راندمان مصرف آب (WUE) می‌باشد که با نتایج کیردا و همکاران (۱۳) هماهنگی دارد. در گزارشی بیان شده که آبیاری بخشی متناوب راندمان مصرف آب آبیاری را تا ۷۰ درصد بهبود می‌بخشد و بنابراین پتانسیل استفاده در کشت گوجه‌فرنگی را (بخصوص برای مناطق خشک و کم آب) دارد (۱۶).

نتیجه‌گیری

تیمارهای آبیاری بخشی با ذخیره ۵۰ درصد آب آبیاری از نظر عملکرد و عملکرد بازار پسند تفاوت معنی‌داری با تیمار آبیاری کامل دارند و این موضوع احتمالاً به دلیل حساسیت گیاه گوجه‌فرنگی به کمبود آب می‌باشد. در بین تیمارهای آبیاری بخشی، آبیاری بخشی متناوب با کمترین تأثیر بر کمیت و کیفیت میوه راندمان مصرف آب را افزایش می‌دهد. بنابراین از بین تیمارهای آبیاری بخشی مورد بررسی در این پژوهش، تیمار آبیاری بخشی متناوب (1PRD50)، پتانسیل بالایی برای کاربرد در کشت گوجه‌فرنگی دارد و قابل توصیه است.

منابع مورد استفاده

۱. شرایعی، پ.، ع. سبحانی و م. ح. رحیمیان. ۱۳۸۵. تأثیر سطوح مختلف آبیاری و کود، پتاسیم بر کارایی مصرف آب و کیفیت میوه گوجه‌فرنگی رقم پتوارلی سی اچ. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی ۷(۲۷): ۷۳-۸۳.

۲. شعبانی، م.، ک. ت. هنر و م. زیبایی. ۱۳۸۵. مدیریت بهینه آب در سطح مزرعه: مطالعه موردی ارزیابی استراتژی کم آبیاری به‌صورت یکنواخت در تمام مراحل رشد. اولین همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زه‌کشی، اهواز، ایران.

۳. فرشی، ع.ا.، م. ر. شریعتی، ر. جارالله‌ی، م. ر. قائمی، م. شهابی‌فر و م. تولایی. ۱۳۷۶. برآورد آب مورد نیاز گیاهان عمده باغی و زراعی کشور. جلد اول. وزارت کشاورزی، مؤسسه تحقیقات آب و خاک، نشر آموزش کشاورزی، ۹۰۰ صفحه.

۴. نورمهناد، ن.، م. نوری‌امامزاده‌ای، ب. قربانی و ع. محمدخانی. ۱۳۸۶. بررسی تأثیر مدیریت‌های کم آبیاری بر راندمان مصرف آب و برخی خصوصیات فیزیولوژیک و فنولوژیک گیاه گوجه‌فرنگی. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک ۵۰: ۱-۱۲.

5. Allen, R. G., L. S. Pereira, D. Raes and M. Smith. 1998. Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop requirements. Irrigation and Drainage Paper No. 56, FAO, Rome, Italy.
6. Davies, W. J. and J. Zhang. 1991. Root signals and the regulation of growth and development of plants in drying soil. Ann. Rev. of Plant Physiol. and Plant Mol. Biol. 42: 55-76.
7. Fusheng, L., J. Liang, S. Kang and J. Zhang. 2007. Benefits of alternate partial root-zone irrigation on growth, water and nitrogen use efficiencies modified by fertilization and soil water status in maize. Plant and Soil 295: 279-291.
8. Han, Y. L. and S. Z. Kang. 2002. Effects of the controlled partial rootzone irrigation on root nutrition uptake of maize (*Zea mays*). Trans. Chinese Soc. Agric. Eng. 18: 57-59.
9. Jones, H. G. 1992. Plants and Microclimate: A Quantitative Approach to Environmental Plant Physiology. 2nd ed., Cambridge University Press., UK.
10. Kang, S., J. Zhang, H. Xiaotao, Z. Li and P. Jerie. 2001. An improved water use efficiency for hot pepper grown under controlled alternate drip irrigation on partial roots. Sci. Hort. 89: 257-267.
11. Kang, S., Z. Liang, W. Hu and J. Zhang. 1998. Water use efficiency of controlled alternate irrigation on root-divided maize plants. Agric. Water Manage. 38: 69-76.
12. Kirda, C., M. Cetin, Y. Dasgan, S. Topcu, H. Kaman, B. Ekici, M. R. Derici and A. I. Ozguven. 2004. Yield response of greenhouse grown tomato to partial root drying and conventional deficit irrigation. Agric.Water Manage. 69: 191-201.
13. Kirda, C., F. Topaloglu, S. Topcu and H. Kaman. 2006. Mandarin yield response to partial root drying and conventional deficit irrigation. Turk. J. Agric. 31: 1-10.
14. Liang, Z., F. Zhang, M. Shao and J. Zhang. 2002. The relations of stomatal conductance, water consumption, growth rate to leaf water potential during soil drying and rewatering cycle of wheat (*Triticum aestivum*). Bot. Bull. Acad. Sin. 43: 187-192.
15. Mingo, D. M., M. A. Bacon and W. J. Davies. 2003. Non-hydraulic regulation of fruit growth in tomato plants (*Lycopersicon esculentum* cv. Solairo) growing in drying soil. Experim. Bot. 54: 1205-1212.
16. Zegbe, J. A., M. H. Behboudian and B. E. Clother. 2004. Partial rootzone drying is a feasible option for irrigating processing tomatoes. Agric. Water Manage. 68: 195-206.

J. Sci. & Technol. Agric. & Natur. Resour., Water and Soil Sci., Vol. 17, No. 66, Winter 2014, Isf. Univ. Technol., Isf., Iran.

Effect of Partial Root Zone Drying Irrigation Method on Water Use Efficiency, Yield and Yield Components of Tomato

A. Mohammadkhani[1]*, M. R. Nouri Emamzadehi[2] and A. Mirjalili[2]

(Received : March 3-2012 ; Accepted : Feb. 26-2013)

Abstract

Four partial root zone drying (FULL, 1PRD50, 2PRD50, 3PRD50) treatments were investigated on tomato characteristics and water use efficiency using completely randomized design with five replications. In the control treatment (Full irrigation), all water requirement of plant was met in the root area equally during the growing season. Roots in 1PRD50, 2PRD50 and 3PRD50 treatments were divided into two equal parts and each side of root was irrigated one, two and three times, respectively. Results showed that the highest (44.43 g) and lowest (24.57g) tomato mean weights were obtained at full irrigation and 3PRD50, respectively. Maximum of diameter (43.1 ml) and fruit number (46 No) was observed in the control and minimum of these traits (15.6 ml and 20 No, respectively) was observed in 3PRD50 treatment. There was a highly significant difference between fruit number in all treatments. Highest yield and marketable yield was obtained in the control and 1PRD50 treatment, respectively. The highest irrigation water use efficiency was obtained in 1PRD50 (48 percent more than the control) and the lowest value was in 3PRD50 (27 percent lower than the control). Based on results of this study, partial intermittent irrigation (1PRD50) is recommendable for tomato production.

Keywords: Tomato, PRD, Water use efficiency, Yield.

1. Dept. of Hort., College of Agric., Shahrekord Univ., Shahrekord, Iran.
2. Dept. of Water Eng., College of Agric., Shahrekord Univ., Shahrekord, Iran.
*: Corresponding Author, Email: malizadeh87@gmail.com