مدیریت آب و آبیاری

دوره ۷ ■ شماره ۲ ■ پاییز و زمستان ۱۳۹۶

صفحه‌های ۲۷۱-۲۵۷

بررسی عملکرد گوجه‌فرنگی تحت تأثیر کم‌آبیاری تنظیم‌شده و آبیاری ناقص ریشه

الهام مهرابی گوهری[۱] و رسول اسدی[۲]*،

۱. مربی، گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور

۲. مدرس گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۶/۰۶/۱۱ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۰۹/۲۸

چکیده

به‌منظور بررسی اثر کم‌آبیاری بر عملکرد گوجه‌فرنگی، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در شهرستان جیرفت اجرا شد. در تحقیق حاضر پنج تیمار شامل آبیاری کامل، کم‌آبیاری تنظیم‌شده و آبیاری ناقص ریشه در دو سطح ۷۵ و ۵۵ درصد مقایسه شد. نتایج تحقیق نشان داد اعمال کم‌آبیاری سبب ۱۶ تا ۳۴ درصد صرفه‌جویی در میزان آب مصرفی شد. بیشترین عملکرد محصول (۲۰۲/۶۵ تن در هکتار) در تیمار آبیاری کامل به دست آمد. عملکرد و وزن میوه در سطح ۷۵ درصد اعمال‌شده در آبیاری ناقص ریشه به‌ترتیب ۱۹۵/۹۵ تن در هکتار و ۱۶۹/۷ گرم به دست آمد. همچنین، بیشترین کارایی مصرف آب با میانگین ۴۵/۶ کیلوگرم بر مترمکعب، مربوط به سطح ۷۵ درصد اعمال‌شده در آبیاری ناقص ریشه بود. همچنین، عملکرد سطح ۷۵ درصد اعمال‌شده در کم‌آبیاری تنظیم‌شده به‌رغم مصرف آب یکسان با آبیاری ناقص ریشه در همان سطح، ۱۶/۱ درصد کاهش یافت. بنابراین، سطح ۷۵ درصد اعمال‌شده در آبیاری ناقص ریشه ضمن ممانعت از کاهش معنادار عملکرد و صرفه‌جویی ۲۵ درصدی آب، افزایش ۱۴ درصدی کارایی مصرف آب را به‌همراه داشت که می‌تواند روشی مطمئن برای کنترل مصرف آب و افزایش بازده آبیاری در کشت گوجه‌فرنگی باشد.

کلیدواژه‌ها: آبیاری قطره‌ای، اجزای عملکرد، تنش رطوبتی، جیرفت، کارایی مصرف آب.

* نویسنده مسئول

Email: rakh_802@yahoo.com

مقدمه

خشکی یکی از عوامل مهم محدودکنندهٔ رشد و عملکرد گیاهان است که حدود نیمی از اراضی کشاورزی جهان را تحت تأثیر قرار داده است (۶). این در حالی است که تأمین امنیت غذایی برای میزان روزافزون جمعیت جهان، مستلزم اختصاص‌دادن بخش عظیمی از منابع آب، به بخش کشاورزی است (۱۳). از آنجا که کشور ایران نزولات جوّی کم و منابع آب محدودی دارد، استفادهٔ بهینه از آب در بخش کشاورزی کاملاً ضروری است و باید از کمترین میزان آب، بیشترین بهره‌وری لازم صورت پذیرد (۵). این در حالی است که کم‌آبیاری می‌تواند یکی از راه‌کارهای استفادهٔ بهینه از آب و افزایش کارایی مصرف آب در بخش کشاورزی باشد (۲).

کم‌آبیاری به مصرف آگاهانهٔ کمتر آب به‌منظور استفادهٔ مناسب‌تر از هر واحد حجم آب آبیاری، برای به‌دست‌آوردن عملکرد بهینه از محصولات کشاورزی گفته می‌شود (۳۸). از جمله تکنیک‌های توسعه‌یافته در شرایط کمبود آب می‌توان به کم‌آبیاری تنظیم‌شده[1] و آبیاری ناقص ریشه[2] اشاره کرد که هدف از آنها محدودکردن کاربرد آب آبیاری است (۳۲). روش کم‌آبیاری ناقص ریشه برای نخستین‌بار در کشور استرالیا مطرح شد و هدف اصلی آن، کنترل بیماری قارچ در تنهٔ درخت انگور بود. بنابراین، این هدف با خشک نگه‌داشتن تناوبی نیمی از ریشه طی فصل کشت محقق شد و این امر شرایط بررسی دلایل محقق‌شدن هدف یادشده را فراهم آورد (۹).

تئوری خاص حاکم بر روش آبیاری ناقص ریشه آن را از روش کم‌آبیاری معمولی که اغلب موجب کاهش محصول می‌شود (۲۷)، متمایز ساخته است. در این روش بخشی از ریشه که در خاک خشک قرار گرفته است، با واکنش نسبت به خشکی و ارسال علائمی از ریشه به روزنه‌ها، میزان بازشدگی روزنه را تحت تأثیر قرار داده که خود سبب کاهش میزان تلفات آب می‌شود (۸). از جمله نتایج اعمال آبیاری ناقص ریشه می‌توان به افزایش غلظت شیرهٔ آوندی و کاهش هدایت روزنه‌ای (۳۱)، افزایش کارایی مصرف آب (۲۸) و کاهش‌نیافتن در کمیت و کیفیت محصول (۱۹) اشاره کرد. این در حالی است که تأثیر آبیاری ناقص ریشه در بهبود کیفیت عملکرد محصول با افزایش میزان قند، در مطالعات متعددی به اثبات رسیده است (۱۹، ۲۴، ۱۳، ۳۱ و ۳۲).

در مطالعه‌ای، به‌منظور مقایسهٔ آثار آبیاری ناقص ریشه و آبیاری کامل بر عملکرد و اجرای عملکرد گوجه‌فرنگی در محیط باز، شش تیمار، آبیاری ثابت و متناوب شیارها (یک‌طرفهٔ گیاه) در دو سطح ۱۰۰ و ۸۰ درصد ظرفیت زراعی با آبیاری همهٔ شیارها (دو طرف گیاه) در دو سطح ۱۰۰ و ۸۰ درصد ظرفیت زراعی مقایسه شد. نتایج پژوهش نشان داد در آبیاری ثابت و متناوب شیارها بیش از ۳۸ درصد در مصرف آب نسبت به آبیاری همهٔ شیارها صرفه‌جویی شد. همچنین، در آبیاری متناوب شیارها در حالی کارایی مصرف آب در ۴۰ درصد افزایش یافت که هیچ کاهش محصولی نسبت به آبیاری همهٔ شیارها ایجاد نشد. درخور یادآوری است که محصول تولیدشده در آبیاری متناوب شیارها (یک‌طرفهٔ گیاه) نسبت به آبیاری همهٔ شیارها و آبیاری ثابت شیارها (یک‌طرفهٔ گیاه) کیفیت بهتری داشت (۳۰). در تحقیقی دیگر، به‌منظور ارزیابی تأثیر آبیاری ناقص ریشه بر رشد گوجه‌فرنگی دو تیمار آبیاری کامل و آبیاری ناقص ریشه در سطح ۷۰ درصد ظرفیت زراعی مقایسه شد. نتایج پژوهش یادشده نشان داد پارامترهای رشد گیاه در آبیاری کامل رشد بهتری نسبت به روش آبیاری ناقص ریشه داشتند، اما به دلیل طولانی‌شدن

1. Regulated Deficit Irrigation (RDI)
2. Partial Root Zone Drying (PRD)

دورهٔ رشد گیاه، قطر میوه و در نهایت عملکرد محصول در روش آبیاری ناقص ریشه بهتر از آبیاری کامل بود (۲۰). همچنین، بررسی تأثیرات آبیاری ناقص ریشه و کم‌آبیاری معمولی نشان می‌داد در روش آبیاری ناقص ریشه غلظت کلسیم و منیزیم، غلظت گلوکز، فروکتوز، پتاسیم و فسفر موجود در میوه به طور معناداری نسبت به کم‌آبیاری معمولی افزایش یافت. در نهایت، به منظور بهبود کیفیت میوه، روش آبیاری ناقص ریشه بهتر از روش کم‌آبیاری معمولی عنوان شد (۳۴). تحقیقات صورت‌گرفته در ایران نیز نشان می‌دهد اعمال آبیاری ناقص ریشه در سطح ۵۰ درصد تأمین رطوبت خاک، ضمن تسریع در رسیدن میوه، توانایی افزایش ۶ تا ۴۸ درصدی کارایی مصرف آب را دارد (۱۵ و ۲۲).

گوجه‌فرنگی (Lycopersicon esculentum M.) از ارزشمندترین محصولات میوه‌ای تیرهٔ سیب‌زمینی به‌شمار می‌رود که با تولید ۱۶۰ میلیون تن در سال بیشترین میزان تولید در بین سبزی‌های میوه‌ای را داراست و بعد از سیب‌زمینی از نظر اقتصادی در جایگاه دوم جهان قرار دارد (۲۵ و ۱۱). از آنجا که گوجه‌فرنگی تولیدشده به‌عنوان محصول نهایی در بازار عرضه شده و دورهٔ زمانی بازگشت سرمایهٔ آن کوتاه است، بنابراین در طبقه‌بندی محصولات کشاورزی، در گروه محصولات نقدی قرار دارد (۳۰). این محصول یکی از منابع سرشار از مواد معدنی، ویتامین‌ها و ترکیبات آنتی‌اکسیدانی است و از مهم‌ترین محصولات جهان در زمینهٔ سلامت و تغذیهٔ انسان به‌شمار می‌آید (۲۳). همچنین در حال حاضر، ۲۵ درصد از کل تولیدات سبزی جهان را به‌خود اختصاص داده است (۳۶). این در حالی است که با توجه به امکانات وسیع تولید و فرآوری این محصول در ایران، اهمیت اقتصادی زیادی دارد و با ارزآوری مناسب، مورد توجه بسیاری از متولیان کشاورزی قرار گرفته است.

بر اساس آمارنامهٔ کشاورزی در سال زراعی ۱۳۹۳ـ۱۳۹۴، شش میلیون تن از ۷۷ میلیون تن محصول زراعی تولیدشده در کل کشور، از کشت گوجه‌فرنگی به دست آمده است. سطح زیر کشت گوجه‌فرنگی در ایران حدود ۱۵۲ هزار هکتار است که شهرستان جیرفت با سطح زیر کشت ۱۷۸۰۰ هکتار و تولید ۴۸۴۸۶۹ تن به‌ترتیب از لحاظ سطح زیر کشت و تولید در جایگاه دوم و پنجم کشور قرار گرفته است (۱)، که این موضوع بیان‌کنندهٔ میزان اهمیت تولید گوجه‌فرنگی در منطقهٔ جیرفت است. همچنین، از آنجا که مطالعات صورت‌گرفته در خارج از کشور در خصوص مقایسهٔ آبیاری ناقص ریشه و کم‌آبیاری معمولی در کشت گوجه‌فرنگی معطوف به روش آبیاری شیاری بوده و در داخل کشور تحقیقات محدودی به مقایسهٔ آبیاری ناقص ریشه و کم‌آبیاری معمولی در کشت گوجه‌فرنگی پرداخته شده است، انجام تحقیقی در خصوص ارزیابی تأثیرات کم‌آبیاری معمولی و آبیاری ناقص ریشه بر عملکرد، اجزای عملکرد و کارایی مصرف آب گوجه‌فرنگی در منطقهٔ جیرفت ضروری است.

مواد و روش

منطقهٔ مطالعه‌شده

این آزمایش در شهرستان جیرفت با طول جغرافیایی ´۲۵ °۵۷ شمالی و عرض جغرافیایی ´۳۰ °۲۷ شرقی انجام شد. شهرستان جیرفت در فاصلهٔ ۲۴۰ کیلومتری جنوب شرقی شهر کرمان، که آب و هوای نیمه‌گرم، ارتفاع ۶۵۰ متر از سطح دریا و وسعتی حدود ۵۰ هزار کیلومترمربع دارد، واقع شده است. متوسط بارندگی سالانهٔ این شهرستان، ۱۵۰ میلی‌متر و بیشترین و کمترین دمای سالیانه به‌ترتیب ۴۸ و ۱۰ درجهٔ سانتی‌گراد است (۱۴).

گلخانهٔ استفاده‌شده دارای سه دهانه (عرض هر دهانه ۳ متر)، مجهز به سقف بازشو، سیستم گرمایش و سرمایش و

پوشش پلی‌اتیلن UV دار ۴/۵ درصد بود. برای تأمین حرارت مورد نیاز از دستگاه گرمایش مشعل‌دار گازوئیلی استفاده شد. سیستم پخش حرارت در وسط گلخانه و در زیر سقف قرار داده شده بود که حرارت را از قسمت بالا به پایین پخش می‌کرد، به‌طوری که طی دورهٔ رشد گیاه، دمای روزانه بین ۳۰ تا ۴۵ و دمای شبانه بین ۲۲ تا ۲۸ درجهٔ سانتی‌گراد و رطوبت نسبی بین ۳۵ تا ۶۵ درصد بود. همچنین، قبل از عملیات کشت نمونه‌برداری از آب و خاک استفاده‌شده انجام شد و تجزیهٔ خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آنها در جدول‌های ۱ تا ۳ آمده است.

در تحقیق حاضر در هر دو فصل کشت، در اوایل اردیبهشت‌ماه نشای بذر کلاستر، که یکی از ارقام رایج گلخانه‌های منطقهٔ جیرفت است، کشت شد و طول مدت رشد آنها تا نخستین چین برداشت ۱۱۰ روز بود. همچنین، بر اساس نیاز کودی گوجه‌فرنگی و توصیه آزمایشگاه خاک و آب طی دورهٔ کشت عناصر ازت، آهن، فسفر، روی، پتاسیم، منگنز، گوگرد، مس، کلسیم و بر از منابع مختلف و به مقادیر به‌ترتیب ۱۳۰، ۱۳، ۱۰۰، ۱/۶، ۱۱۰، ۱/۱، ۱۴، ۰/۷، ۷ و ۱/۴ کیلوگرم در هکتار به زمین تزریق شد.

جدول ۱. خصوصیات فیزیکی خاک محل تحقیق

عمق خاک (سانتی‌متر)	رس (درصد)	سیلت (درصد)	شن (درصد)	بافت خاک	وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	درصد رطوبت وزنی در نقطهٔ ظرفیت زراعی	درصد رطوبت وزنی در نقطهٔ پژمردگی دائمی
۵۰-۰	۳۳	۳۹	۲۸	لوم رسی	۱/۴۴	۲۱	۸
۱۰۰-۵۰	۳۹	۲۹	۳۲	لوم رسی	۱/۵۳	۲۴	۱۰

جدول ۲. نتایج تجزیهٔ شیمیایی خاک منطقه

عمق خاک (سانتی‌متر)	آنیون‌ها و کاتیون‌های محلول (میلی‌گرم در لیتر)									SAR	PH	EC (ds/m)
	منگنز	روی	آهن	سدیم	منیزیم	کلسیم	پتاسیم	فسفر				
۵۰-۰	۸/۵	۲/۴	۵/۸	۶۱	۱۷	۶۰	۲۷۴	۳۱/۴		۱/۲۳	۸/۲	۱/۲
۱۰۰-۵۰	۷/۶	۳/۱	۴/۹	۶۴	۱۵	۵۲	۲۶۲	۳۰/۳		۱/۴	۸	۱/۱

جدول ۳. برخی از خصوصیات شیمیایی آب مطالعه‌شده

آنیون‌ها و کاتیون‌های محلول (میلی‌گرم در لیتر)						EC (dS/m)	pH
Na^{+}	K^{+}	$Mg^{+2} + Ca^{+2}$	SO_4^{-2}	Cl^{-}	HCO_3^{-}		
۰/۹	۴/۵	۷	۲/۲	۲	۴/۲	۰/۷	۷/۱

قالب طرح و روش اجرا

به‌منظور ارزیابی تأثیر کم‌آبیاری تنظیم‌شده و آبیاری ناقص ریشه بر عملکرد، اجزای عملکرد و کارایی مصرف آب گوجه‌فرنگی در منطقه جیرفت، آزمایشی در زمینی به مساحت ۲۴۰ مترمربع در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار طی دو سال ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ به اجرا درآمد. در این آزمایش پنج تیمار، آبیاری کامل (FI)، کم‌آبیاری تنظیم‌شده در دو سطح ۷۵ درصد (RDI_{75}) و ۵۵ درصد (RDI_{55}) و آبیاری ناقص ریشه در دو سطح ۷۵ درصد (PRD_{75}) و ۵۵ درصد (PRD_{55})، ارزیابی شد. تیمارها در کرت‌هایی به عرض و طول سه متر (شامل چهار ردیف کشت به فاصلهٔ ۰/۷۵ متر از یکدیگر) اجرا شدند. همچنین، فاصلهٔ بین بوته‌های کشت‌شده در هر ردیف، ۳۰ سانتی‌متر بود. این در حالی است که به منظور سهولت در رفت و آمد برای اندازه‌گیری صفات بین تیمارها و تکرارها، یک متر فاصله در نظر گرفته شد. درخور یادآوری است که تعداد کرت‌های بررسی‌شده با احتساب تکرارهای انجام‌گرفته برابر با ۱۵ کرت بود.

در این آزمایش برای آبیاری بوته‌ها از نوارهای تیپ با ضخامت ۲۰۰ میکرون، فاصلهٔ مجاری آبده ۳۰ سانتی‌متر و دبی چهار لیتر در ساعت در هر متر از طول لوله، استفاده شد. در این مطالعه برای هر ردیف کشت، دو لولهٔ آب‌رسان با فاصلهٔ حدود ۲۵ سانتی‌متری نسبت به ردیف کشت اجرا شد و در تیمارهای آبیاری کامل و کم‌آبیاری تنظیم‌شده، در هر نوبت آبیاری، دو طرف ردیف کشت آبیاری شد. اما در تیمارهای آبیاری ناقص ریشه، در هر نوبت آبیاری، به‌صورت تناوبی، فقط یک طرف ردیف کشت‌شده آبیاری شد. همچنین، به‌منظور اطمینان از خشک‌بودن نیمی از ریشه به‌هنگام آبیاری نیمهٔ دیگر، در تیمارهای روش آبیاری ناقص ریشه، در هر سه نوبت آبیاری نسبت به تعویض جهت آبیاری از یک سمت ریشه به سمت دیگر اقدام شد.

در این مطالعه با توجه به اینکه دور آبیاری برای همهٔ تیمارها ثابت و هر سه روز یک مرتبه بود، بنابراین به‌منظور تعیین میزان تبخیر و تعرق، قبل از هر نوبت آبیاری، با نمونه‌برداری از اعماق صفر تا ۵۰ و ۵۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متری خاک، رطوبت موجود در تیمار شاهد (آبیاری کامل) اندازه‌گیری شد. سپس، میزان نفود عمقی با استفاده از رابطهٔ ۱ برآورد شد (۱۲):

$$DP = I_n - \sum_{i=1}^{k}((\theta_{FCi} - \theta_{BCi}) \times p_b) \times Z_i \quad (۱)$$

در این رابطه DP: آب خارج‌شده از پایین محدودهٔ ریشه (میلی‌متر)، I_n: عمق آب آبیاری (میلی‌متر)، Θ_{FCi}: درصد رطوبت وزنی در نقطهٔ رطوبتی ظرفیت زراعی در لایهٔ iام، Θ_{BC}: درصد رطوبت وزنی قبل از آبیاری در لایهٔ iام، k: تعداد لایه‌های خاک نمونه‌برداری‌شده، p_b: وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب) و Z_i: ضخامت هر لایه است. میزان نفوذ عمقی برای همهٔ تیمارها با استفاده از مقادیر رطوبت اندازه‌گیری‌شده قبل از آبیاری در آنها محاسبه شد. سپس، میزان تبخیر و تعرق در تیمار شاهد (آبیاری کامل) با استفاده از رابطهٔ بیلان رطوبت به شرح زیر (رابطهٔ ۲) محاسبه شد (۳):

$$I_n + P = DP \pm \Delta S - RF_i + RF_o + CR + ET \quad (۲)$$

در این رابطه I_n: عمق آب آبیاری، P: میزان بارندگی، DP: نفوذ عمقی، ΔS: میزان تغییرات رطوبت اولیهٔ خاک در دورهٔ مد نظر، RFi: میزان رواناب سطحی ورودی، RFo: میزان رواناب سطحی خروجی، CR: میزان صعود مویینه است. با توجه به اینکه در پژوهش حاضر از سیستم آبیاری قطره‌ای استفاده شد، بنابراین رواناب سطحی ورودی و خروجی صفر بود. همچنین، از آنجا که سطح ایستابی در منطقهٔ مطالعه‌شده عمیق‌تر از ۲۰۰ سانتی‌متر است، بنابراین بر اساس نشریهٔ فائو ۵۶، چنانچه عمق سطح ایستابی بیشتر از یک متر پایین‌تر از سطح ریشه باشد، می‌توان از صعود مویینگی در آن صرف‌نظر کرد (۳). به این ترتیب، با

محاسبهٔ نفوذ عمقی بر اساس رابطهٔ ۱، فقط پارامتر مجهول تبخیر و تعرق بوده که قابل محاسبه است. درخور یادآوری است که حجم آب آبیاری در هر نوبت آبیاری در تیمار شاهد (آبیاری کامل) با ضرب کردن تبخیر و تعرق محاسبه‌شده (رابطهٔ ۲) در مساحت هر کرت، درصد سطح خیس‌شده (۰/۳۵)، به دست آمد (۱۲):

در هر دو سال تحقیق حاضر میزان حجم آب آبیاری تعیین‌شده، در تیمار آبیاری کامل در کل فصل رشد و در تیمارهای آبیاری ناقص ریشه و کم‌آبیاری تنظیم‌شده نیز تا ۳۰ روز بعد از عملیات کاشت (پس از استقرار گیاه) اعمال شد. پس از این مدت و از زمان شروع اعمال تیمارها تا انتهای فصل کشت، تیمارهای RDI_{75} و PRD_{75}، ۷۵ درصد و تیمارهای RDI_{55} و PRD_{55}، ۵۵ درصد از حجم آب آبیاری محاسبه‌شده در تیمار آبیاری کامل را طی دورهٔ اعمال تیمار دریافت کردند.

در این مطالعه برای مقایسهٔ تیمارها علاوه بر درنظرگرفتن عملکرد و کارایی مصرف آب، شاخص‌های رشد گیاه از جمله وزن میوه و شاخص سطح برگ نیز ارزیابی شد. بر این اساس، برای اندازه‌گیری این شاخص‌ها در زمان برداشت، با حذف ردیف‌های کناری در هر تکرار، به‌منزلهٔ اثر حاشیه، نمونه‌برداری فقط از دو ردیف وسط انجام شد. همچنین، برای تعیین کارایی مصرف آب از رابطهٔ ۳ استفاده شد. در نهایت، داده‌های به‌دست‌آمده با استفاده از نرم‌افزار SAS تجزیه و تحلیل شد و مقایسهٔ میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن (در سطح احتمال پنج درصد) انجام شد.

$$WUE=Y_T/V_T \qquad (۳)$$

در این رابطه؛ WUE: کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب)، Y_T: عملکرد قابل ارائه به بازار (کیلوگرم در هکتار) و V_T: حجم آب آبیاری (مترمکعب) است.

نتایج و بحث

تحلیل میزان آب مصرفی

میزان آب مصرفی در هر تیمار به تفکیک سال زراعی در جدول ۴ ارائه شده است. همان‌طور که در این جدول مشخص است اعمال تیمارهای RDI_{75} و PRD_{75} منتج به ۲۵ درصد صرفه‌جویی در مصرف آب طی دورهٔ اعمال تیمار شد. این در حالی است که در سال زارعی ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵، اعمال تیمارهای RDI_{75} و PRD_{75} منتج به صرفه‌جویی به‌ترتیب ۱۶/۷ و ۱۸/۹ درصد در کل دورهٔ رشد نسبت به تیمار کامل آبیاری شد. این ارقام برای تیمارهای RDI_{55} و PRD_{55} طی دورهٔ اعمال تیمار ۴۵ درصد بود و در سال زارعی ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ به‌ترتیب ۲۹/۱ و ۳۳/۶ درصد بود. پژوهش‌های صورت‌گرفته نشان می‌دهد اگرچه میزان آب داده‌شده در تیمارهای کم‌آبیاری تنظیم‌شده و آبیاری ناقص ریشه در سطوح مشابه، یکسان است، مقادیر متفاوت در مصرف آب و جذب رطوبت خاک توسط ریشه در این دو روش، می‌تواند زمینهٔ لازم برای ایجاد اختلاف بین مقادیر عملکرد و اجزای عملکرد در این تیمارها را فراهم آورد (۳۵، ۳۷، ۲۹ و ۳۳).

از دیگر نکات درخور یادآوری از جدول ۴ می‌توان به این موضوع اشاره کرد که میزان نفوذ عمقی در تیمارهای تحت اعمال آبیاری ناقص ریشه در مقایسه با سایر تیمارها در حد پایین‌تری قرار داشت که خود نشان‌دهندهٔ تخلیهٔ رطوبتی زیاد در تیمارهای تحت آبیاری ناقص ریشه است. بنابراین، همان‌طور که در جدول ۴ مشخص است تیمار PRD_{75} قدرت بیشتری در تخلیهٔ رطوبت و استفادهٔ مطلوب‌تر از رطوبت موجود در خاک دارد که برتری آن نسبت به سایر تیمارها مشهود است. بررسی‌های صورت‌گرفته نشان می‌دهد جذب بیشتر رطوبت از خاک توسط تیمار PRD_{75} می‌تواند در نتیجهٔ افزایش تراکم ریشه و هدایت‌هیدرولیکی آن باشد (۱۷ و ۲۶).

جدول ۴. حجم آب مصرفی در تیمارهای آبیاری کامل (FI)، کم‌آبیاری تنظیم‌شده (RDI) و آبیاری ناقص ریشه (PRD)

تیمار	عمق آب مصرفی (مترمکعب در هکتار)		میزان کاهش مصرف آب در مقایسه با آبیاری کامل (درصد)		نفوذ عمقی (مترمکعب در هکتار)	
	۱۳۹۴	۱۳۹۵	۱۳۹۴	۱۳۹۵	۱۳۹۴	۱۳۹۵
FI کل فصل رشد	۵۱۹۰	۵۱۵۰	–	–	۸۳	۸۰
FI در دورهٔ اعمال تیمار	۳۱۴۸	۳۱۲۰	–	–	۵۰/۳	۴۸/۵
RDI_{75} کل فصل رشد	۴۳۲۳	۴۱۷۷	۱۶/۷	۱۸/۹	۷۲	۷۰
PRD_{75} کل فصل رشد	۴۳۲۳	۴۱۷۷	۱۶/۷	۱۸/۹	۵۳	۵۰
RDI_{75} در دورهٔ اعمال تیمار	۲۳۶۱	۲۳۴۰	۲۵	۲۵	۳۹/۳	۳۹/۲
PRD_{75} در دورهٔ اعمال تیمار	۲۳۶۱	۲۳۴۰	۲۵	۲۵	۲۸/۹	۲۸/۱
RDI_{55} کل فصل رشد	۳۶۸۰	۳۴۲۰	۲۹/۱	۳۳/۶	۶۰	۵۵
PRD_{55} کل فصل رشد	۳۶۸۰	۳۴۲۰	۲۹/۱	۳۳/۶	۵۴/۲	۴۹/۵
RDI_{55} در دورهٔ اعمال تیمار	۱۷۳۱	۱۷۱۶	۴۵	۴۵	۳۹/۱	۳۹
PRD_{55} در دورهٔ اعمال تیمار	۱۷۳۱	۱۷۱۶	۴۵	۴۵	۳۵/۳	۳۴/۶

تحلیل عملکرد محصول

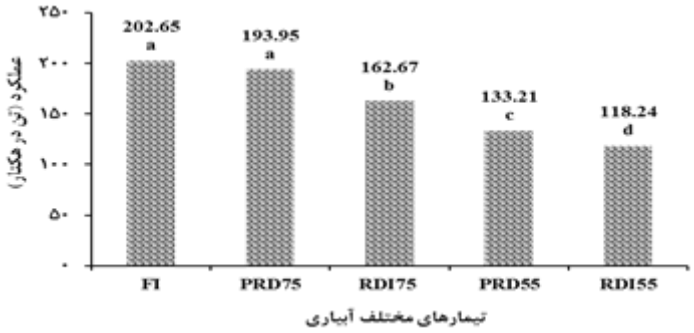
شکل ۱ نشان‌دهندهٔ مقایسهٔ میانگین دوساله صفت عملکرد محصول تحت تأثیر تیمارهای آبیاری است که توسط آزمون دانکن به‌دست‌آمده است. با توجه به شکل ۱ می‌توان گفت که به‌رغم صرفه‌جویی ۲۵ درصدی در مصرف آب سطح ۷۵ درصد جبران کمبود رطوبت خاک اعمال‌شده در آبیاری ناقص ریشه (PRD_{75}) نسبت به آبیاری کامل (FI) در دورهٔ اعمال تیمار، اختلاف معناداری بین عملکرد این دو تیمار دیده نشد. این در حالی است که مقدار عملکرد به‌دست‌آمده در تیمار آبیاری کامل با سایر تیمارها معنادار است. به‌طوری که اختلاف عملکرد در سطوح ۷۵ و ۵۵ درصد جبران کمبود رطوبتی خاک در کم‌آبیاری تنظیم‌شده (RDI_{75} و RDI_{55}) با آبیاری کامل به‌ترتیب ۱۹/۷ و ۴۱/۶ درصد بود. پژوهش‌های صورت‌گرفته نیز نشان‌دهندهٔ کاهش میزان عملکرد گوجه‌فرنگی در نتیجهٔ اعمال تنش رطوبتی هستند (۳۹، ۱۶ و ۲۱). با این وجود، به‌دلیل افزایش تراکم ریشه در نتیجهٔ اعمال تیمار آبیاری ناقص ریشه و بنابراین افزایش تماس ریشه با خاک و نیز افزایش توانایی ریشه در جذب مواد غذایی از خاک، نتایج بسیاری از مطالعات بیان‌کنندهٔ عدم کاهش معنادار عملکرد در نتیجهٔ اعمال آبیاری ناقص ریشه نسبت به آبیاری کامل است (۳۰، ۳۴ و ۲۰).

از طرف دیگر، شیوهٔ آبیاری در کاهش و افزایش عملکرد محصول دخیل است، بنابراین به‌ازای عمق آب آبیاری ثابت (جدول ۴)، همان‌طور که در شکل ۱ مشخص است میزان عملکرد محصول در تیمارهای آبیاری ناقص ریشه بالاتر از عملکرد به‌دست‌آمده در تیمارهای کم‌آبیاری تنظیم‌شده در سطوح آبیاری مشابه، بود. به‌طوری که میزان عملکرد محصول در سطوح ۷۵ و ۵۵ درصد جبران کمبود رطوبت خاک اعمال‌شده در آبیاری ناقص (PRD_{75} و PRD_{55}) نسبت به سطوح مشابه در کم‌آبیاری تنظیم‌شده (RDI_{75} و RDI_{55}) به‌ترتیب ۱۶/۱ و ۱۱/۲ درصد بیشتر بود.

پژوهش‌های صورت‌گرفته نشان می‌دهد بیشتربودن شاخص سطح برگ در تیمارهای آبیاری ناقص ریشه و رابطهٔ مستقیم بین میزان فتوسنتز و شاخص سطح برگ می‌تواند دلیل بیشتربودن عملکرد محصول در تیمارهای آبیاری ناقص ریشه نسبت به کم‌آبیاری تنظیم‌شده در سطوح مشابه باشد (۳۰، ۱۹، ۲۴، ۱۳ و ۳۱) که با نتایج به‌دست‌آمده از تحقیق حاضر هم‌سو است.

تحلیل شاخص سطح برگ و وزن میوه

در این مطالعه شاخص سطح برگ در پنج مرحله اندازه‌گیری شد. همان‌طور که در جدول ۵ مشخص است در مراحل اول و دوم به‌رغم وجود روند سعودی در شاخص سطح برگ، از لحاظ آماری تفاوت معناداری بین تیمارها وجود نداشت. این در حالی است که در سه مرحلهٔ بعد علاوه بر اینکه روند تغییرات شاخص سطح برگ نزولی بود، از لحاظ آماری تفاوت بین تیمارها معنادار بود. همچنین، همان‌طور که در این جدول مشخص است با نزدیک‌شدن به مراحل پایانی رشد گیاه، تفاوت بین شاخص سطح برگ تیمارهای آبیاری کامل و سطح ۷۵ درصد جبران کمبود رطوبت خاک اعمال‌شده در آبیاری ناقص ریشه (PRD_{75}) کمتر شد. همچنین، مقادیر شاخص سطح برگ در تیمارهای آبیاری ناقص ریشه نسبت به سطوح مشابه در کم‌آبیاری تنظیم‌شده، بیشتر بود. این نتایج با نتایج به‌دست‌آمده از سایر مطالعات مطابقت دارد (۱۹، ۲۴ و ۳۴).

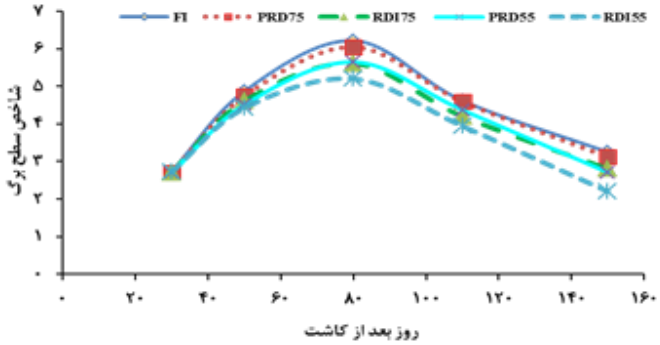


شکل ۱. مقایسهٔ میانگین عملکرد محصول تحت تأثیر تیمارهای مختلف آبیاری

جدول ۵. مقایسهٔ میانگین شاخص سطح برگ تحت تأثیر تیمارهای مختلف آبیاری

تیمار	مرحلهٔ اول	مرحلهٔ دوم	مرحلهٔ سوم	مرحلهٔ چهارم	مرحلهٔ پنجم
FI	۲/۷۳^{a}	۴/۸۷^{a}	۶/۲۲^{a}	۴/۶۲^{a}	۳/۲۵^{a}
PRD_{75}	۲/۷۱^{a}	۴/۷۴^{a}	۶/۰۵^{a}	۴/۵۹^{a}	۳/۱۲^{a}
RDI_{75}	۲/۷۱^{a}	۴/۶۱^{a}	۵/۶۱^{b}	۴/۲^{b}	۲/۸۱^{b}
PRD_{55}	۲/۷^{a}	۴/۵۱^{a}	۵/۶۵^{b}	۴/۳۷^{b}	۲/۷۱^{b}
RDI_{55}	۲/۷۲^{a}	۴/۴۲^{a}	۵/۲^{c}	۳/۹۴^{c}	۲/۱۲^{c}

حروف مشترک در هر ستون نشان‌دهندهٔ نبود تفاوت معنادار بین تیمارها در سطح احتمال پنج درصد است.



شکل ۲. روند تغییرات شاخص سطح برگ تحت تأثیر تیمارهای مختلف آبیاری

شکل ۲ نشان می‌دهد سیر نزولی شاخص سطح برگ در تیمارهای کم‌آبیاری تنظیم‌شده زودتر از تیمارهای آبیاری ناقص ریشه و آبیاری کامل شروع شد. پژوهش‌های صورت‌گرفته نشان می‌دهد پیری زودرس برگ‌ها به‌واسطهٔ کمبودهای ناشی از کم‌آبیاری، سبب تسریع در ایجاد سیر نزولی شاخص سطح برگ تیمارهای تحت کم‌آبیاری تنظیم‌شده می‌شود (۳۰، ۲۸ و ۱۳). مطابق شکل ۲ روند تغییرات شاخص سطح برگ در سطح ۷۵ درصد جبران کمبود رطوبت خاک اعمال‌شده در آبیاری ناقص ریشه (PRD_{75}) با تیمار آبیاری کامل (FI) مشابه بود و با اختلاف کمی از آن نسبت به سایر تیمارها تغییر کرد. نتایج به‌دست‌آمده از سایر پژوهش‌ها نشان می‌دهد کاهش میزان بازشدگی روزنه‌ها و جلوگیری از هدررفت آب جذب‌شده و حفظ آن در گیاه می‌تواند زمینهٔ لازم را برای شادابی و فتوسنتز و در نتیجه تغییرنکردن معنادار سطح برگ در تیمار آبیاری ناقص ریشه را فراهم آورد (۷، ۱۸ و ۴).

با توجه به اینکه در مطالعهٔ حاضر برداشت محصول در پنج چین و با فاصلهٔ زمانی یک هفته صورت گرفت، بنابراین در هر چین وزن میوهٔ هر تیمار به صورت جداگانه اندازه‌گیری و بررسی شد. به این منظور، جدول ۷ نشان‌دهندهٔ مقایسهٔ میانگین دوسالهٔ وزن میوه تحت تأثیر تیمارهای آبیاری است که توسط آزمون دانکن به‌دست آمده است. با توجه به جدول ۷ می‌توان گفت که در سطح ۷۵ درصد جبران کمبود رطوبت خاک اعمال‌شده در آبیاری ناقص ریشه (PRD_{75}) با وجود ۲۵ درصد صرفه‌جویی در مصرف آب نسبت به تیمار آبیاری کامل (FI)، از لحاظ صفت وزن میوه اختلاف ناچیزی (حدود پنج درصد در هر چین) داشت و از لحاظ آماری نیز در یک گروه قرار گرفتند. این در حالی است که سطح ۷۵ درصد جبران کمبود رطوبت خاک اعمال‌شده در کم‌آبیاری تنظیم‌شده (RDI_{75}) به‌جز در چین اول، در سایر چین‌ها اختلافی بیش از ۲۰ درصد نسبت به تیمار آبیاری کامل (FI) داشت. همچنین، همان‌طور که از مقایسهٔ میانگین دوسالهٔ وزن میوه مشاهده می‌شود (جدول ۶)، سطح ۵۵ درصد جبران کمبود رطوبت خاک اعمال‌شده در آبیاری ناقص ریشه (PRD_{55}) با وجود ۲۵ درصد صرفه‌جویی در مصرف آب نسبت به سطح ۷۵ درصد جبران کمبود رطوبت خاک اعمال‌شده در کم‌آبیاری تنظیم‌شده (RDI_{75})، در همهٔ چین‌ها از جایگاه آماری بهتری نسبت به سطح یادشده برخوردار بود که نشان‌دهندهٔ برتری مطلق اعمال آبیاری ناقص ریشه نسبت به کم‌آبیاری تنظیم‌شده است. مطالعات صورت‌گرفته نشان می‌دهد کاهش فتوسنتز و کاهش حجم سلول‌ها در شرایط اعمال کم‌آبیاری، می‌تواند اصلی‌ترین عامل کاهش وزن میوه باشد. به صورتی که کمبود آب، موجب کاهش فعالیت بیوشیمیایی فتوسنتز بوته شده و با در اختیار قرار دادن مقدار کمی کربوهیدرات به میوه، حتی در تنش‌های شدید

می‌تواند رشد میوه را متوقف کند (۳۰ و ۳۴). اما در شرایط اعمال آبیاری ناقص ریشه، با افزایش حجم ریشه، تماس ریشه با خاک افزایش یافته، بنابراین توانایی ریشه در جذب مواد غذایی از خاک نسبت به کم‌آبیاری تنظیم شده افزایش می‌یابد که در نهایت سبب عملکرد بهتر تیمار آبیاری ناقص ریشه می‌شود (۱۹ و ۲۴).

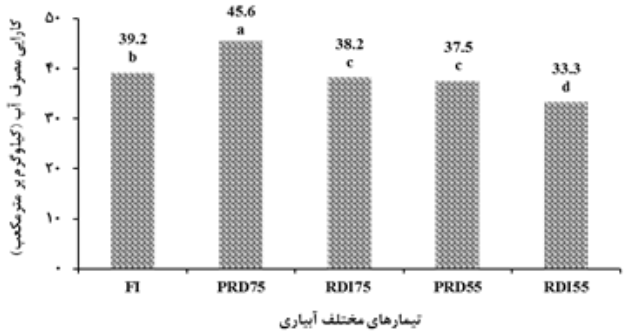
تحلیل کارایی مصرف آب

شکل ۳ نشان‌دهندهٔ مقایسهٔ میانگین دوساله کارایی مصرف آب تحت تأثیر تیمارهای آبیاری است که توسط آزمون دانکن به‌دست آمده است. با توجه به شکل ۳ می‌توان گفت که بیشترین و کمترین میزان صفت یادشده به‌ترتیب متعلق به سطوح ۷۵ درصد جبران کمبود رطوبت خاک اعمال‌شده در آبیاری ناقص ریشه (PRD_{75}) و ۵۵ درصد جبران کمبود رطوبت خاک اعمال‌شده در کم‌آبیاری تنظیم‌شده (RDI_{55}) است. همچنین، تیمار آبیاری کامل با کارایی مصرف آب ۳۹/۲ کیلوگرم بر مترمکعب و با اختلاف ۱۴ درصدی نسبت به سطح ۷۵ درصد جبران کمبود رطوبت خاک اعمال‌شده در آبیاری ناقص ریشه (PRD_{75}) از لحاظ آماری در جایگاه b قرار گرفت. در بسیاری از مطالعات کاهش حجم آب مصرفی در تیمار آبیاری ناقص ریشه نسبت به آبیاری کامل و نبود کاهش معنادار محصول در این تیمار گزارش شده است (۱۰ و ۱۸). همچنین، در روش آبیاری ناقص ریشه، درک کم‌آبی توسط سمت خشک ریشه، سبب تولید اسید آبسزیک در گیاه و بسته‌شدن روزنه‌ها و کاهش تنفس گیاه می‌شود. از سوی دیگر، جذب آب توسط سمت مرطوب ریشه سبب حفظ آب گیاه در سطح مطلوب و ادامهٔ رشد آن می‌شود که این امر بهبود کارایی مصرف آب در تیمارهای تحت اعمال آبیاری ناقص ریشه را در پی دارد (۳۰، ۱۹، ۲۴، ۱۳ و ۳۱).

جدول ۶. مقایسهٔ میانگین وزن میوه (گرم) تحت تأثیر تیمارهای مختلف آبیاری

تیمار	چین اول	چین دوم	چین سوم	چین چهارم	چین پنجم
FI	۱۳۹/۸ a	۱۷۷/۳ a	۱۸۴/۲ a	۱۹۶/۴ a	۱۹۴/۷ a
PRD_{75}	۱۳۶/۱ a	۱۶۲/۸ ab	۱۷۵/۱ a	۱۸۸/۹ a	۱۸۵/۸ a
RDI_{75}	۱۲۱/۹ b	۱۳۸/۸ b	۱۴۳/۶ c	۱۴۹/۱ c	۱۴۵/۳ c
PRD_{55}	۱۱۵/۶ b	۱۵۵/۱ ab	۱۶۲/۱ b	۱۷۲/۶ b	۱۶۵/۱ b
RDI_{55}	۱۰۶/۱ c	۱۱۶/۶ c	۱۱۲/۲ d	۱۲۴/۱ d	۱۲۰/۸ d

حروف مشترک در هر ستون نشان‌دهندهٔ نبود تفاوت معنادار بین تیمارها در سطح احتمال پنج درصد است.



شکل ۳. مقایسهٔ میانگین کارایی مصرف آب تحت تأثیر تیمارهای مختلف آبیاری

نتیجه‌گیری

مجموع نتایج پژوهش حاضر نشان داد بهترین نتایج کمی برای رشد گوجه‌فرنگی زمانی به دست می‌آید که گیاه آب مورد نیاز خود را به‌طور کامل دریافت کند. این در حالی است که اعمال سطح ۷۵ درصد جبران کمبود رطوبت خاک اعمال‌شده در آبیاری ناقص ریشه سبب افزایش شاخص‌های رشد گیاه از جمله وزن میوه و شاخص سطح برگ (میانگین پنج مرحلهٔ اندازه‌گیری‌شده) به‌ترتیب حدود ۱۸ و ۷ درصد نسبت به سطح مشابه اعمال‌شده در کم‌آبیاری تنظیم‌شده شد. همچنین، در این تیمار ضمن صرفه‌جویی ۲۵ درصدی در مصرف آب نسبت به تیمار کامل آبیاری طی دورهٔ اعمال تیمار، با توسعهٔ مناسب شاخص سطح برگ و ریشهٔ گیاه، امکان استفادهٔ بهتر از انرژی خورشید و رطوبت موجود در خاک را به‌رغم اعمال تنش رطوبتی فرآهم آورد. با این وجود، مقایسهٔ می‌انگین شاخص سطح برگ به‌عنوان یکی از مؤلفه‌های مهم فیزیولوژیکی گیاه در تیمار ۷۵ درصد جبران کمبود رطوبت خاک اعمال‌شده در آبیاری ناقص ریشه، نبود تفاوت معنادار با تیمار آبیاری کامل نشان می‌داد. از طرف دیگر، عملکرد محصول این تیمار فقط اختلاف ۴/۳ درصدی با عملکرد به‌دست‌آمده از تیمار آبیاری کامل داشت، در صورتی که کارایی مصرف آب این تیمار افزایش بیش از ۱۴ درصدی نسبت به تیمار آبیاری کامل داشت. بنابراین، با درنظرگرفتن مسائل مربوط به کمبود آب، می‌توان سطح ۷۵ درصد جبران کمبود رطوبت خاک اعمال‌شده در آبیاری ناقص ریشه را به‌عنوان تیمار برتر و راهکار مناسب برای مقابله با بحران آب، برای حرکت به سمت یک سیستم کشاورزی پایدار توصیه کرد.

منابع

1. Agricultural Statistics of Iran (2016). 1th edition. Ministry of agriculture, department of planning and economic development, Central information and communication technology, Tehran, Iran, pp 174.
2. Ahmadi SH, Andersen MN, Plauborg F, Poulsen RT, Jensen CR, Sepaskhah AR and Hansen S (2010) Effects of irrigation strategies and soils on field grown potatoes: Gas exchange and xylem [ABA]. Agricultural Water Management. 97: 1486-1494.
3. Allen RG, Pereir LS, Raes D and Smith M (1998) Crop evapotranspiration guide lines for computing crop water requirements, Irrigation and Drainage Paper 56. Rome, Italy. p.300.
4. Andersen MN, Shahnazari A, Jensen CR, Liu and F, Jacobsen SE (2006) Effects of partial root-zone drying on yield, tuber size and water use efficiency in potato under field conditions. Field Crops Research. 100: 117-124.
5. Asadi R, Kouhi N and Yazdanpanah N (2012) Applicability of micro irrigation system on cotton yield and water use efficiency. Journal of Food, Agriculture and Environment. 10: 302-306.
6. Bray E.A (1997) Plant response to water deficit trends. Plant Science. 2: 48-54.
7. Consoli S, Stango F, Vanella D, Boaga J, Cassiani G and Roccuzzo G (2017) Partial root-zone drying irrigation in orange orchards: Effects on water use and crop production characteristics. European Journal of Agronomy. 82: 190-202.
8. Davies WJ, Bacon MA, Thompson DS, Sobeih W and Rodriguez LG (2000) Regulation of leaf and fruit growth in plants growing in drying soil: Exploitation of the plant's chemical signaling system and hydraulic architecture to increase the efficiency of water use in agriculture. Experimental botany. 51:1617-1626.

9. Dry PR and Loveys BR (1998) Factors influencing grapevine vigor and the potential for control with partial root zone drying. Australian Journal of Grape and Wine Research. 4: 140-148.

10. Du S, Kang S, Li F and Du T (2017) Water use efficiency is improved by alternate partial root-zone irrigation of apple in arid northwest China. Agricultural Water Management. 179: 184-192.

11. Ehret DL and Ho LC (1986) The effect of salinity on dry matter partitioning and fruit growth in tomato grown in nutrient film culture. Horticultural Science, 61: 367-383.

12. Gheysari M, Mirlatif SM, Homaee M, Asadi ME and Hoogenboom G (2009) Nitrate leaching in a silage maize field under different irrigation and nitrogen fertilizer rates. Agricultural Water Management 96 (6): 946-954.

13. Ghrab M, Gargouri K, Bentaher H, Chartzoulakisc K, Ayadia M, Mimound MB, Masmoudid MM, Mechliad NB and Psarrasc G (2013) Water relations and yield of olive tree (cv. Chemlali) in response to partial root-zone drying (PRD) irrigation technique and salinity under arid climate. Agricultural Water Management. 123: 1– 11.

14. Haghighat Jou P, Asadi R and Mohammadrezakhani MR (2015) Determine water use efficiency to select the appropriate crop (Case study: Jirof region). Biosciences. 4 (6): 72–79.

15. Haghighi M. (2010) The Effect of Partial Root Zone Drying on Water Relations, Growth, Yield and Some Qualitative Attributes of Tomato**.** Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture. 2: 9-17

16. Jureková Z, Németh-Molnár K and Paganová V (2011) Physiological responses of six tomato (Lycopersicon esculentum Mill.) cultivars to water stress. Horticulture and Forestry. 3(10): 294-300.

17. Kang S and Zhang J. (2004) Controlled alternate partial root- Zone irrigation: its physiological consequences and impact on water use efficiency. Journal of Experimental Botany. 55: 2437–2446.

18. Karandish F (2016) Improved soil-plant water dynamics and economic water use efficiency in a maize field under locally water stress. Agronomy and Soil Science. 62 (9): 1311-1323.

19. Limaa RSN, Assis Figueiredoa FAMM, Martinsa AO, Deusa BCS, Ferraza TM, Assis Gomesa MM, Sousab EF, Glennc DM and Campostrini E (2015) Partial rootzone drying (PRD) and regulated deficit irrigation (RDI) effects on stomatal conductance, growth, photosynthetic capacity and water-use efficiency of papaya. Scientia Horticulture. 183: 13–22.

20. Marjanović M, Jovanović Z, Stikić R and Radović B (2015) The Effect of partial root-zone drying on tomato fruit growth. Procedia Environmental Sciences. 29: 87-98.

21. MetinSizen S, Gülendam C, Attila Y, Servet T and Burcak K (2010) Effect of irrigation management on yield and quality of tomatoes grown in different soilless media in a glasshouse. Scientific Research and Essay. 5 (1): 041-048.

22. Mohammadkhani A, Nouri Emamzadehi M and Mirjalili A. (2014) Effect of Partial Root Zone Drying Irrigation Method on Water Use Efficiency, Yield and Yield Components of Tomato. Journal of Water and Soil Science. 66:173-183.

23. Nuruddin MM, Madramootoo CA and Dodds GT (2003) Effects of water stress at different

growth stages on greenhouse tomato yield and quality. Horticulture science. 38: 1389-1393.

24. Parvizi H, Sepaskhah AR and Ahmadi SH (2014) Effect of drip irrigation and fertilizer regimes on fruit yields and water productivity of a pomegranate (Punica granatum (L.) cv. Rabab) orchard. Agricultural Water Management. 146, 45–56.

25. Phene CJ, Cormick RL, Miyamoto JM, Meek DW and Davis KR (2008) Evapotranspiration and crop coefficient of trickle irrigated tomatoes. In: Proceedings of the 3rd International Drip/Trickle Irrigation Congress, Fresno, CA. November, ASAE Publication. 10 (2): 823-831.

26. Ponie S, Tagliavini M, Neri D, Scudellari D and Toselli M. (1992) Influence of root pruning and water stress on growth and physiological factors of potted apple, grape, peach and pear trees. Sciatica Horticulture. 52: 223–226.

27. Qadir M (2003) Agricultural water management in water starved countries: Challenges and opportunities. Agricultural Water Management. 62: 165-185.

28. Romero P, Gil Munoza R, Fernández-Fernández, I, Del Amorb F, Martínez-Cutillasa A and García-García J (2015). Improvement of yield and grape and wine composition in field-grown monastrell grapevines by partial root zone irrigation, in comparison with regulated deficit irrigation. Agricultural Water Management, 149: 55–73.

29. Saeed H, Grove IG, Kettlewell PS and Hall NW (2008.) Potential of partial root zone drying as an alternative irrigation technique for potatoes (Solanum tuberosum). Annals of Applied Botany. 152: 71-80.

30. Sarker KK, Akanda MA, Biswas SH, Roy DK, Khatun A and Goftar MA (2016) Field performance of alternate wetting and drying furrow irrigation on tomato crop growth, yield, water use efficiency, quality and profitability. Integrative Agriculture. 15(10): 2380–2392.

31. Sepaskhah AR and Ahmadi SH (2010) A review on partial root-zone drying irrigation. Plant Production. 4 (4): 241-258.

32. Shahnazari A, Liu F, Andersen MN, Jacobsen SE and Jensen CR (2007) Effects of partial root-zone drying on yield, tuber size and water use efficiency in potato under field conditions. Field Crops Research. 100: 117-124.

33. Spreer W, Nagle M, Neidhart S, Carle R, Ongprasert S and Muller J (2007) Effect of regulated deficit irrigation and partial rootzone drying on the quality of mango fruits. Agricultural Water Management. 88: 173–180.

34. Sun Y, Holm PE and Liu F (2014) Alternate partial root-zone drying irrigation improves fruit quality in tomatoes. Horticultural Science. 41 (4): 185–191.

35. Topak R, Acar B, Uyanoz R and Ceyhan E (2016) Performance of partial root-zone drip irrigation for sugar beet production in a semi-arid area. Agricultural Water Management. 176: 180-190.

36. Wang D, Kang Y and Wan S (2007) Effect of soil matric potential on tomato yield and water use under drip irrigation condition. Agricultural Water Management. 87, 180-186.

37. Wang Z, Liu F, Kang SH and Jensen CR (2012) Alternate partial root zone drying irrigation improves nitrogen nutrition in maize (Zea mays) leaves. Environmental Experimental Botany. 75: 36-40.

38. Yazar A, Gökçel F and Sezen M (2009) Corn yield response to partial root zone drying and

lycopersicum L.) yield,quality and water productivity to various soil matric potential thresholds in an arid region of Northwest China. Agricultural Water Management. 129: 181– 193.

deficit irrigation strategies applied with drip system. Plant Soil Environment. 55: 494-503.

39. Zheng J, Huang G, Jia D, wang J, Mota M, Pereira L, Huang Q, Xu X and Liu H (2013) Responses of drip irrigated tomato (Solanum

Water and Irrigation Management

(Scientific Journal of Agriculture)
(College of Abouraihan – University of Tehran)

Vol. 7 ■ No. 2 ■ Autumn & Winter 2017-18

Evaluation of tomatoes' yield under regulated deficit irrigation and partial root zone drying

Elham Mehrami Gohari[1], Rasoul Asadi[2*]

1. Lectureship, Faculty of Agriculture, Payam Noor University, Iran
2. Lectruer, Payame Noor University, Faculty of Agricultural, Tehran, Iran

Received: September 02, 2017 **Accepted: December 19, 2017**

Abstract

In order to study the effects of deficit irrigation on yield of tomato, an experiment was conducted in Jiroft. The experiment treatments were arranged as randomized complete block design with three replications. The irrigation regimes consisted of full irrigation, regulated deficit and partial root zone drying irrigation (RDI_{75}, RDI_{55}). The results showed that deficit irrigation resulted in water saving at the rates of 16%-34%. The highest yield (202.65 ton/ha) was produced by full irrigation. There was no significant difference between yield and fruit weight of full irrigation treatment and 75% water replacement in partial root zone drying. The highest water use efficiency was 45.6 kg/m^3 obtained in 75% water replacement in partial root zone drying. Also, despite the same water consumption of 75% water replacement in partial root zone drying and regulated deficit, yield was decrease 16.1%. Therefore, it can be concluded that 75% water replacement in partial root zone drying, which resulted in a non-significant decrease of yield and while resulting in a 25 % decrease in water use and increased 14% of water use efficiency, would be a promising water-saving method as in Jiroft.

Keywords: drip irrigation, drought stress, Jiroft, water use efficiency, yield components.

Email: rakh_802@yahoo.com