

بررسی تاثیر کم آبیاری بر عملکرد گوجه فرنگی در منطقه جیرفت

الهام مهرابی گوهری^{۱*}، نرگس حاتمی^۲، منصوره تشکری زاده^۳



۱. استادیار بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی

کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران.

۲. استادیار موسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران..

۳. استادیار بخش جنگل و مرتع، مرکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمان، سازمان تحقیقات،

آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران.

* Email: elham.mehrabi.gohari@gmail.com

چکیده

از آنجا که کشور ایران نزولات جوی کم و منابع آب محدودی دارد، استفاده بهینه از آب در بخش کشاورزی کاملاً ضروری است و باید از کمترین میزان آب، بیشترین بهره‌وری لازم صورت پذیرد. بنابراین کم آبیاری (مصرف آگاهانه کم‌تر آب به منظور استفاده مناسب‌تر از هر واحد حجم آب آبیاری، برای به دست آوردن عملکرد بهینه از محصولات کشاورزی) می‌تواند یکی از راهکارهای استفاده بهینه از آب و افزایش کارایی مصرف آب در بخش کشاورزی باشد. به منظور بررسی اثر کم آبیاری بر عملکرد گوجه فرنگی، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در شهرستان جیرفت اجرا شد. در تحقیق حاضر پنج تیمار شامل آبیاری کامل، آبیاری دو طرف ردیف کاشت (کم آبیاری معمولی تنظیم شده ۵۰ درصد)، بر اساس ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه، آبیاری دو طرف ردیف کاشت (کم آبیاری معمولی تنظیم شده ۷۵ درصد) بر اساس ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه، آبیاری تناوبی طرفین ردیف کاشت (کم آبیاری ناقص ریشه) بر اساس ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه، آبیاری تناوبی طرفین ردیف کاشت (کم آبیاری ناقص ریشه) بر اساس ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه مقایسه شد. نتایج تحقیق نشان داد اعمال کم آبیاری به طور کلی 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. همچنین، بیشترین کارایی مصرف آب با میانگین ۴۵/۶ کیلوگرم بر مترمکعب آب، مربوط به سطح ۷۵ درصد اعمال شده در آبیاری ناقص ریشه بود. همچنین، عملکرد سطح ۷۵ درصد اعمال شده در کم آبیاری تنظیم شده به رغم مصرف آب یکسان با کم آبیاری ناقص ریشه در همان سطح، ۱۶/۱ درصد کاهش یافت. بنابراین، سطح ۷۵ درصد اعمال شده در آبیاری ناقص ریشه ضمن ممانعت از کاهش معنادار عملکرد و صرفه‌جویی ۲۵ درصدی آب، افزایش ۱۴ درصدی کارایی مصرف آب را به همراه داشت که می‌تواند روشی مطمئن برای کنترل مصرف آب و افزایش بازده آبیاری در کشت گوجه فرنگی باشد. بنابراین توصیه می‌شود در هر نوبت آبیاری، به صورت تناوبی، فقط یک طرف ردیف کشت شده آبیاری شود که ضمن صرفه‌جویی در مصرف آب عملکرد مطلوبی دارد و راهکار مناسب برای مقابله با بحران آب، برای حرکت به سمت یک نظام کشاورزی پایدار می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری قطره‌ای، آبیاری ناقص ریشه، کارایی مصرف آب، تنش رطوبتی

بیان مسئله

خشکی یکی از عوامل مهم محدودکننده رشد و عملکرد گیاهان است که حدود نیمی از اراضی کشاورزی جهان را تحت تأثیر قرار داده است. این در حالی است که تأمین امنیت غذایی برای میزان روزافزون جمعیت جهان، مستلزم اختصاص دادن بخش عظیمی از منابع آب، به بخش کشاورزی است. از جمله تکنیک‌های توسعه یافته در شرایط کمبود آب میتوان به کم آبیاری تنظیم شده و کم آبیاری ناقص ریشه اشاره کرد که هدف از آن‌ها محدود کردن کاربرد آب آبیاری است. روش کامل کم آبیاری ناقص ریشه برای نخستین بار در کشور استرالیا مطرح شد و هدف اصلی آن، کنترل بیماری قارچ در تنه درخت انگور بود. بنابراین، این هدف با خشک نگهداشتن تناوبی نیمی از ریشه طی فصل کشت محقق شد و این امر شرایط بررسی دلایل محقق شدن هدف یاد شده را فراهم آورد (۱۵).

تنوری خاص حاکم بر روش کم آبیاری ناقص ریشه آن را از روش کامل آبیاری معمولی که اغلب موجب کاهش محصول می‌شود 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 روزه‌ها، میزان بازشدگی روزه را تحت تأثیر قرار داده که خود سبب کاهش میزان تلفات آب می‌شود. از جمله نتایج اعمال کم آبیاری ناقص ریشه می‌توان به افزایش غلظت شیره آوندی و کاهش هدایت روزه‌ای، افزایش کارایی مصرف آب و کاهش نیافتن در کمیت و کیفیت محصول اشاره کرد. این در حالی است که تأثیر کم آبیاری ناقص ریشه در بهبود کیفیت عملکرد محصول با افزایش میزان قند، در مطالعات متعددی به اثبات رسیده است (۱۴). در مطالعه‌ای، به منظور مقایسه آثار کم آبیاری ناقص ریشه و آبیاری کامل بر عملکرد و اجزای عملکرد گوجه فرنگی در محیط باز، شش تیمار، آبیاری ثابت و متناوب شیارها در دو سطح ۱۰۰ و ۸۰ درصد ظرفیت زراعی با آبیاری همه شیارها 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 همه شیارها صرفه‌جویی شد. همچنین، در آبیاری متناوب شیارها در حالی کارایی مصرف آب ۴۰ درصد افزایش یافت که هیچ کاهش محصولی نسبت به آبیاری همه شیارها ایجاد نشد. درخور یادآوری است که محصول تولید شده در آبیاری متناوب شیارهای یک طرفه نسبت به آبیاری همه شیارها و آبیاری ثابت شیارهای یک طرفه گیاه کیفیت بهتری داشت (۱۳). در تحقیقی دیگر، به منظور ارزیابی تأثیر کم آبیاری ناقص ریشه بر رشد گوجه فرنگی دو تیمار آبیاری کامل و آبیاری ناقص ریشه در سطح ۷۰ درصد ظرفیت زراعی مقایسه شد. نتایج پژوهش نشان داد پارامترهای رشد گیاه در آبیاری کامل رشد بهتری نسبت به روش آبیاری ناقص ریشه داشتند، اما به دلیل طولانی شدن دوره رشد گیاه، قطر میوه و در نهایت عملکرد محصول در روش آبیاری ناقص ریشه بهتر از آبیاری کامل بود (۱۱). همچنین، بررسی تأثیر کم آبیاری ناقص ریشه و آبیاری کامل معمولی نشان داد در روش کم آبیاری ناقص ریشه غلظت کلسیم، منیزیم، گلوکز، فروکتوز، پتاسیم و فسفر موجود در میوه به طور معناداری نسبت به کامل آبیاری معمولی افزایش یافت. در نهایت، به منظور بهبود کیفیت میوه، روش کم آبیاری ناقص ریشه بهتر از روش کامل آبیاری معمولی عنوان شد (۱۴). تحقیقات صورت گرفته 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 (۱۲).

گوجه فرنگی (*Lycopersicon esculentum* M.) یکی از ارزشمندترین محصولات میوه‌ای تیره سیب‌زمینی‌سانان در خاورمیانه 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. از آنجایی که گوجه‌فرنگی تولید شده به‌عنوان محصول نهایی در بازار عرضه شده و دوره زمانی بازگشت سرمایه آن بسیار کوتاه است، لذا در طبقه‌بندی محصولات کشاورزی، در گروه محصولات نقدی و پر ارزش قرار دارد (۱۰). این محصول یکی از منابع سرشار از مواد معدنی، ویتامین‌ها و ترکیبات آنتی

اکسیدانی است و از مهم ترین محصولات جهان در ارتباط با سلامت و تغذیه انسان به شمار می آید و هم چنین در حال حاضر، ۲۵ درصد از کل تولیدات سبزی جهان را به خود اختصاص داده است (۱۶). 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 (۶).

از آنجا که مطالعات صورت گرفته در خارج از کشور در خصوص مقایسه کم آبیاری ناقص ریشه و کم آبیاری معمولی در کشت گوجه فرنگی معطوف به روش آبیاری شیاری بوده و در داخل کشور تحقیقات محدودی در مقایسه آبیاری ناقص ریشه و کم آبیاری معمولی در کشت گوجه فرنگی پرداخته شده است. لذا انجام تحقیقی در خصوص ارزیابی تاثیرات کامل آبیاری معمولی و آبیاری ناقص ریشه بر عملکرد و کارایی مصرف آب گوجه فرنگی در منطقه جیرفت ضروری به نظر می رسد.

- معرفی دستاورد

شهرستان جیرفت در فاصله ۲۴۰ کیلومتری جنوب شرقی شهر کرمان واقع شده است که دارای آب و هوای نیمه گرم، ۶۵۰ متر ارتفاع از سطح دریا و وسعتی حدود ۵۰ هزار کیلومتر مربع است. این منطقه در طول جغرافیایی ۵۷° و عرض جغرافیایی ۲۷ واقع شده است. متوسط بارندگی سالانه این شهرستان، ۱۵۰ میلی متر و حداکثر و حداقل درجه حرارت سالانه به ترتیب ۴۸ و ۱۰ درجه سانتی گراد گزارش شده است (۲).

گلخانه مورد استفاده دارای سه دهانه به ارتفاع ۳/۵ متر، عرض هر دهانه ۴/۵ متر، مجهز به سقف بازشو، سیستم گرمایش و سرمایش و پوشش پلی اتیلن UV دار ۴/۵ درصد بود. برای تأمین حرارت مورد نیاز از دستگاه گرمایش مشعل دار 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 می کرد، به طوری که در طول دوره رشد گیاه، دمای روزانه بین ۳۰ تا ۴۵ و دمای شبانه بین ۲۲ تا ۲۸ درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی بین ۳۵ تا ۶۵ درصد بود. هم چنین قبل از عملیات کشت نمونه برداری از آب و خاک مورد استفاده انجام شد و تجزیه خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن ها در جداول ۱ الی ۳ آمده است.

در این تحقیق در هر فصل کشت، در اوایل اردیبهشت ماه نشاء بذر کلاستر از ارقام رایج گلخانه های جیرفت کشت شد و طول مدت رشد آن ها تا اولین چین برداشت ۱۱۰ روز بود. هم چنین بر اساس نیاز کودی گوجه فرنگی و توصیه آزمایشگاه خاک و آب در طول دوره کشت عناصر ازت، آهن، فسفر، روی، پتاسیم، منگنز، گوگرد، مس، کلسیم و بر از منابع مختلف و به مقادیر به ترتیب ۱۳۰، ۱۳، ۱۰۰، ۱/۶، ۱۱۰، ۱/۱، ۱۴، ۰/۷، ۷ و ۱/۴ کیلوگرم در هکتار به زمین تزریق شد.

جدول ۱- نتایج تجزیه فیزیکی خاک محل انجام تحقیق

عمق خاک (سانتی متر)	رس (درصد)	سیلت (درصد)	شن (درصد)	بافت خاک	وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی متر مکعب)	درصد رطوبت وزنی در نقطه ظرفیت زراعی	درصد رطوبت وزنی در نقطه پژمردگی
۵۰-۰	۳۳	۳۹	۲۸	لوم رسی	۱/۴۴	۲۱	۸

جدول ۲- نتایج تجزیه شیمیایی خاک محل انجام تحقیق

EC (ds/m)	PH	SAR	آنیون ها و کاتیون های محلول (میلی گرم در لیتر)							عمق خاک (سانتی متر)	
۱/۲	۸/۲	۱/۲۳	فسفر ۳۱/۴	پتاسیم ۵۷۴	کلسیم ۱۶۰	منیزیم ۱۷	سدیم ۶۱	آهن ۵/۸	روی ۲/۶۴	منگنز ۸/۵	۰-۵۰

جدول ۳- برخی خصوصیات شیمیایی آب مورد مطالعه

pH	EC (dS/m)	آنیون‌ها و کاتیون‌های محلول (میلی گرم در لیتر)					
		HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻²	Mg ⁺² + Ca ⁺²	K ⁺	Na ⁺
۷/۱	۰/۷	۴/۲	۲	۲/۲	۷	۴/۵	۰/۹

به منظور ارزیابی تأثیر کم آبیاری معمولی تنظیم شده و کم آبیاری ناقص ریشه بر عملکرد، اجزای عملکرد و کارایی مصرف آب گوجه فرنگی در منطقه جیرفت، آزمایشی در زمینی با مساحت ۲۴۰ مترمربع در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار طی دو سال به اجرا درآمد. در این آزمایش پنج تیمار، آبیاری کامل (FI)، کم آبیاری معمولی تنظیم شده (RDI) در دو سطح ۷۵ درصد و ۵۵ درصد و کم آبیاری ناقص ریشه (PRD) در دو سطح ۷۵ درصد و ۵۵ درصد ارزیابی شد. تیمارها در کرت‌هایی به عرض و طول ۳ متر (شامل ۴ ردیف کشت به فاصله ۰/۷۵ متر از یک‌دیگر) قرار گرفتند. هم‌چنین فاصله بین بوته‌های کشت شده در هر ردیف، ۳۰ سانتی‌متر بود (تراکم ۴۴ هزار بوته در هکتار). این در حالی است که جهت سهولت در رفت و آمد جهت اندازه‌گیری صفات بین تیمارهای اصلی و تکرارها که به صورت عمودی زیر هم قرار گرفته بودند، نیم متر فاصله در نظر گرفته شد. لازم به ذکر است که تعداد کرت‌های بررسی شده با احتساب تکرارهای انجام گرفته برابر با ۱۵ کرت بود.

در این آزمایش برای آبیاری بوته‌ها از نوارهای تیپ با ضخامت ۲۰۰ میکرون، فاصله مجاری آبد ۳۰ سانتی‌متر و دبی چهار لیتر در ساعت در هر متر از طول لوله، استفاده شد. در این مطالعه برای هر ردیف کشت، دو لوله آبرسان با فاصله حدود ۲۵ سانتی‌متری نسبت به ردیف کشت اجرا شد و در تیمارهای آبیاری کامل و کم آبیاری معمولی تنظیم شده، در هر نوبت آبیاری، دو طرف ردیف کشت آبیاری شد. اما در تیمارهای کم آبیاری ناقص ریشه، در هر نوبت آبیاری، به صورت تناوبی، فقط یک طرف ردیف کشت شده آبیاری شد. هم‌چنین، به منظور اطمینان از خشک بودن نیمی از ریشه به هنگام آبیاری نیمه 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 همه تیمارها ثابت و هر سه روز یک مرتبه بود، بنابراین به منظور تعیین میزان تبخیر و تعرق، قبل از هر نوبت آبیاری، با نمونه‌برداری از عمق صفر تا ۵۰ سانتی‌متری خاک، رطوبت موجود در تیمار شاهد (آبیاری کامل) اندازه‌گیری می‌شد. سپس میزان نفوذ عمقی برای همه تیمارها با استفاده از مقادیر رطوبت اندازه‌گیری شده قبل از آبیاری در آن‌ها محاسبه شد. سپس میزان تبخیر و تعرق در تیمار شاهد با استفاده از رابطه بیلان رطوبت محاسبه گردید (آلن و همکاران، ۱۹۹۸). با توجه به این‌که در این پژوهش از سیستم آبیاری قطره‌ای استفاده گردید لذا روان‌آب سطحی ورودی و خروجی صفر بود. هم‌چنین از آن‌جا که سطح ایستابی در منطقه مورد مطالعه عمیق‌تر از ۲۰۰ سانتی‌متر است، لذا بر اساس نشریه فائو ۵۶، چنانچه عمق سطح ایستابی بیش‌تر از یک متر پایین‌تر از سطح ریشه باشد، می‌توان از مقدار صعود موینگی در آن صرف‌نظر کرد (آلن و همکاران، ۱۹۹۸). به این ترتیب با محاسبه نفوذ عمقی تنها پارامتر مجهول تبخیر و تعرق است که قابل

محاسبه است. درخور یادآوری است که حجم آب آبیاری در هر نوبت آبیاری با ضرب کردن تبخیر و تعرق محاسبه شده در مساحت هر کرت، درصد سطح خیس شده (۰/۳۵) به دست آمد. در هر دو سال تحقیق حاضر میزان حجم آب آبیاری تعیین شده، در تیمار آبیاری کامل در کل فصل رشد و در تیمارهای آبیاری ناقص ریشه و کم آبیاری تنظیم شده نیز تا ۳۰ روز بعد از عملیات کاشت اعمال شد. پس از این مدت و از زمان شروع اعمال تیمارها تا انتهای فصل کشت، تیمارهای RDI75 و PRD75 ۷۵ درصد و تیمارهای RDI55 و PRD55 ۵۵ درصد از حجم آب آبیاری محاسبه شده را دریافت نمودند.

در این مطالعه برای تعیین کارایی مصرف آب از رابطه زیر استفاده شد.

$$WUE=Y_T/V_T$$

در این رابطه؛ WUE: کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب)، Y_T : عملکرد قابل ارائه به بازار (کیلوگرم) و V_T : حجم آب آبیاری (m^3) می باشند.

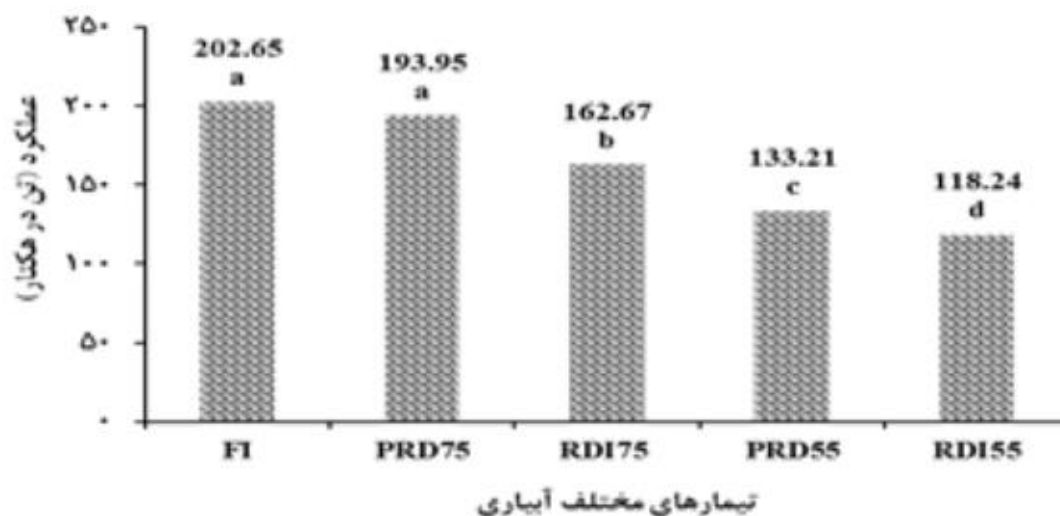
در این تحقیق پس از گذشت ۱۱۰ روز اولین چین برداشت شد و به مدت ۹۰ روز به فاصله زمانی ۳ روز یکبار (۳۰ نوبت چین) برداشت محصول انجام شد و عملکرد محصول بر حسب تن درهکتار در سال تعیین شد. در نهایت داده های بدست آمده با استفاده از نرم افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون دانکن (در سطح احتمال یک و پنج درصد) انجام شد. میزان آب مصرفی در هر تیمار به تفکیک سال زراعی در جدول ۴ ارائه شده است. همان طور که در این جدول مشخص است اعمال تیمارهای RDI75 و PRD75 منتج به ۲۵ درصد صرفه جویی در مصرف آب طی دوره اعمال تیمار شد. این در حالی است که در سال زراعی ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵، اعمال تیمارهای RDI75 و PRD75 منتج به صرفه جویی به ترتیب ۱۶/۷ و ۱۸/۹ درصد در کل دوره رشد نسبت به تیمار کامل آبیاری شد. این ارقام برای تیمارهای RDI55 و PRD55 طی دوره اعمال تیمار ۴۵ درصد بود و در سال زراعی ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ به ترتیب ۲۹/۱ و ۳۳/۶ درصد بود. پژوهش های صورت گرفته نشان می دهد اگرچه میزان آب داده شده در تیمارهای کامل آبیاری تنظیم شده و آبیاری ناقص ریشه در سطوح مشابه، یکسان است، مقادیر متفاوت در مصرف آب و جذب رطوبت خاک توسط ریشه در این دو روش، می تواند زمینه لازم برای ایجاد اختلاف بین مقادیر عملکرد در این تیمارها را فراهم آورد (۱۶).

از دیگر نکات درخور یادآوری از جدول ۴ می توان به این موضوع اشاره کرد که میزان نفوذ عمقی در تیمارهای تحت اعمال آبیاری ناقص ریشه در مقایسه با سایر تیمارها در حد پایین تری قرار داشت که خود نشان دهنده تخلیه رطوبتی زیاد در تیمارهای تحت آبیاری ناقص ریشه است. بنابراین، همان طور که در جدول ۴ مشخص است تیمار PRD75 قدرت بیش تری در تخلیه رطوبت و استفاده مطلوب تر از رطوبت موجود در خاک دارد که برتری آن نسبت به سایر تیمارها مشهود است. بررسی های صورت گرفته نشان می دهد جذب بیش تر رطوبت از خاک توسط تیمار PRD75 می تواند در نتیجه افزایش تراکم ریشه و هدایت هیدرولیکی آن باشد (۱۰).

جدول ۴- حجم آب مصرفی در تیمارهای آبیاری کامل (FI)، کم آبیاری معمولی تنظیم شده (RDI) و کم آبیاری ناقص ریشه (PDR)

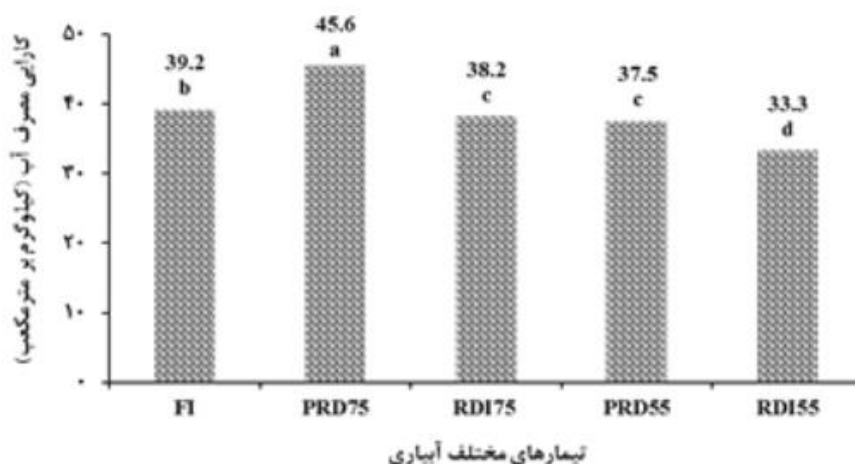
تیمار	حجم آب مصرفی ۱۳۹۴ مترمکعب در هکتار	حجم آب مصرفی ۱۳۹۵ مترمکعب در هکتار	میزان کاهش مصرف آب ۱۳۹۴ درصد	میزان کاهش مصرف آب ۱۳۹۵ درصد	نفوذ عمقی ۱۳۹۴ مترمکعب در هکتار	نفوذ عمقی ۱۳۹۵ مترمکعب در هکتار
FI کل فصل رشد	۵۱۹۰	۵۱۵۰	-----	-----	۸۳	۸۰
FI دوره اعمال تیمار	۳۱۴۸	۳۱۲۰	-----	-----	۵۰/۳	۴۸/۵
RDI 75 کل فصل رشد	۴۳۲۳	۴۱۷۷	۱۶/۷	۱۸/۹	۷۲	۷۰
PRD75 کل فصل رشد	۴۳۲۳	۴۱۷۷	۱۶/۷	۱۸/۹	۵۳	۵۰
RDI 75 دوره اعمال تیمار	۲۳۶۱	۲۳۴۰	۲۵	۲۵	۳۹/۳	۳۹/۲
PRD75 دوره اعمال تیمار	۲۳۶۱	۲۳۴۰	۲۵	۲۵	۲۸/۹	۲۸/۱
RDI 55 کل فصل رشد	۳۶۸۰	۳۴۲۰	۲۹/۱	۳۳/۶	۶۰	۵۵
PRD55 کل فصل رشد	۳۶۸۰	۳۴۲۰	۲۹/۱	۳۳/۶	۵۴/۲	۴۹/۵
RDI 55 دوره اعمال تیمار	۱۷۳۱	۱۷۱۶	۴۵	۴۵	۳۹/۱	۳۹
PRD55 دوره اعمال تیمار	۱۷۲۱	۱۷۱۶	۴۵	۴۵	۳۵/۳	۲۴/۶

شکل ۱ نشان دهنده مقایسه میانگین دو ساله صفت عملکرد محصول تحت تاثیر تیمارهای آبیاری است که توسط آزمون دانکن به دست آمده است. با توجه به شکل ۱ می‌توان گفت که علیرغم صرفه‌جویی ۲۵ درصدی در مصرف آب سطح ۷۵ در صد جبران کمبود رطوبت خاک اعمال شده در آبیاری ناقص ریشه (PRD75) نسبت به آبیاری کامل (FI) در دوره اعمال تیمار، اختلاف معنی‌داری بین عملکرد این دو تیمار دیده نشد. این در حالی است که مقدار عملکرد به دست آمده در تیمار آبیاری کامل با سایر تیمارها معنی‌دار است. به طوری که اختلاف عملکرد در سطوح ۷۵ و ۵۵ در صد جبران کمبود رطوبتی خاک در کم آبیاری معمولی تنظیم شده (RDI75) و (RDI55) با آبیاری کامل به ترتیب ۱۹/۷ و ۴۱/۶ درصد بود. پژوهش‌های صورت گرفته نیز نشان دهنده کاهش میزان عملکرد گوجه فرنگی در نتیجه اعمال تنش رطوبتی هستند (۸). با این وجود، به دلیل افزایش تراکم ریشه در نتیجه اعمال تیمار کم 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 بیان‌کننده عدم کاهش معنی‌دار عملکرد در نتیجه اعمال کم آبیاری ناقص ریشه نسبت به آبیاری کامل است (۱۳). از طرف دیگر، شیوه آبیاری در کاهش و افزایش عملکرد محصول دخیل است، بنابراین به ازای عمق آب آبیاری ثابت (جدول ۴)، همان‌طور که در شکل ۱ مشخص است میزان عملکرد محصول در تیمارهای کم آبیاری ناقص ریشه بالاتر از عملکرد به دست آمده در تیمارهای کم آبیاری تنظیم شده در سطوح آبیاری مشابه بود. به طوری که میزان عملکرد محصول در سطوح ۷۵ و ۵۵ درصد جبران کمبود رطوبت خاک اعمال شده در کم آبیاری ناقص (PRD 75 و PRD 55) نسبت به سطوح مشابه در کم آبیاری معمولی تنظیم شده (RDI75) و (RDI55) به ترتیب ۱۶/۱ و ۱۱/۲ درصد بیش‌تر بود. پژوهش‌های صورت گرفته نشان می‌دهد بیش‌تر بودن شاخص سطح برگ در تیمارهای کم آبیاری ناقص ریشه و رابطه مستقیم بین میزان فتوسنتز و شاخص سطح برگ می‌تواند دلیل بیش‌تر بودن عملکرد محصول در تیمارهای کم آبیاری ناقص ریشه نسبت به کم آبیاری معمولی تنظیم شده در سطوح مشابه باشد (۱۱) که با نتایج به دست آمده از تحقیق حاضر هم‌سو است.



شکل ۱- مقایسه میانگین عملکرد محصول تحت تاثیر تیمارهای مختلف آبیاری

شکل ۲ نشان دهنده مقایسه میانگین دوساله کارایی مصرف آب تحت تاثیر تیمارهای آبیاری است که توسط آزمون دانکن به دست آمده است. با توجه به شکل ۳ می توان گفت که بیشترین و کمترین میزان صفت یاد شده به ترتیب متعلق به سطوح ۷۵ درصد جبران کمبود رطوبت خاک اعمال شده در کم آبیاری ناقص ریشه و ۵۵ درصد جبران کمبود رطوبت خاک اعمال شده در کم آبیاری معمولی تنظیم شده است. همچنین تیمار آبیاری کامل با کارایی مصرف آب ۳۹/۲ کیلوگرم بر متر مکعب و با اختلاف ۱۴ درصدی نسبت به سطح ۷۵ درصد جبران کمبود رطوبت خاک اعمال شده در کم آبیاری ناقص ریشه از لحاظ آماری در جایگاه b قرار گرفت. در بسیاری از مطالعات کاهش حجم آب مصرفی در تیمار کم آبیاری ناقص ریشه نسبت به آبیاری کامل و نبود کاهش معنی دار محصول در این تیمار گزارش شده است (۹). همچنین، در روش کم آبیاری ناقص ریشه، درک کم آبی توسط سمت خشک ریشه، سبب تولید اسید آبسزیک در گیاه و بسته شدن روزنه ها و کاهش تنفس گیاه می شود. از سوی دیگر، جذب آب توسط سمت مرطوب ریشه سبب حفظ آب گیاه در سطح مطلوب و ادامه رشد آن می شود که این امر بهبود کارایی مصرف آب در تیمارهای تحت اعمال کم آبیاری ناقص ریشه را در پی دارد (۱۳).



شکل ۲- مقایسه میانگین کارایی مصرف آب تحت تاثیر تیمارهای مختلف آبیاری

توصیه ترویجی

بهترین نتایج کمی برای رشد گوجه فرنگی زمانی به دست می‌آید که گیاه آب مورد نیاز خود را به طور کامل دریافت کند. این در حالی است که اعمال سطح ۷۵ درصد جبران کمبود رطوبت خاک اعمال شده در آبیاری تناوبی طرفین ردیف کاشت (کم آبیاری ناقص ریشه) ضمن صرفه‌جویی ۲۵ درصدی در مصرف آب نسبت به تیمار کامل آبیاری طی دوره اعمال تیمار، می‌تواند با توسعه مناسب شاخص سطح برگ و ریشه گیاه، امکان استفاده بهتر از انرژی خورشید و رطوبت موجود در خاک را به رغم اعمال تنش رطوبتی فراهم آورد. عملکرد محصول تیمار ۷۵ درصد جبران کمبود رطوبت خاک فقط اختلاف ۴/۳ درصدی با عملکرد به دست آمده 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 در نظر گرفتن مسائل مربوط به کمبود آب، می‌توان سطح ۷۵ درصد جبران کمبود رطوبت خاک اعمال شده در کم آبیاری ناقص ریشه را به عنوان تیمار برتر و راه‌کار مناسب برای مقابله با بحران آب، برای حرکت به سمت یک نظام کشاورزی پایدار توصیه کرد.

فهرست منابع

- ۱- اسماعیل‌پور، ب. و اکبری، م. ۱۳۹۲. ارزیابی تأثیر کم‌آبیاری بر خصوصیات رشدی، عملکرد و کیفیت پس از برداشت دو رقم گوجه‌فرنگی در شرایط آب و هوایی میاندوآب. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی. ۵: ۱۷۸-۱۸۷.
- ۲- افراسیاب، پ.، دلبری، م. و اسدی، ر. ۱۳۹۴. برنامه‌ریزی آبیاری خیار گلخانه‌ای با استفاده از پتانسیل آب در خاک. نشریه پژوهش آب در کشاورزی. ۲۹: ۴۹۸-۵۰۸.
- ۳- دهقان، ه.، علیزاده، ا.، اسماعیلی، ک. و نعمتی، ح. ۱۳۹۴. رشد ریشه، عملکرد و اجزای عملکرد گوجه‌فرنگی در تنش خشکی. نشریه پژوهش آب در کشاورزی. ۲۹: ۱۶۹-۱۷۹.
- ۴- فرزنام‌نیا، م.، میران‌زاده، م. و جهاد اکبر، م. ۱۳۹۴. برنامه‌ریزی آبیاری گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای با استفاده از تشت تبخیر. مجله علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای. ۲۱: ۱۵-۲۸.
- ۵- کریمی، ب.، وفایی، ی.، عبدی، ج. و گلزاری، آ. ۱۳۹۵. اثر رژیم‌های مختلف کم‌آبیاری بر عملکرد، کیفیت و کمیت دو رقم گوجه‌فرنگی شقایق و شهرزاد در شرایط گلخانه‌ای. مجله فرآیند و کارکرد گیاهی. ۱۶: ۱۳۳-۱۴۳.
- ۶- فعالیان، ا.، انصاری، ح.، کافی، م.، علیزاده، ا.، مقدسی، م. ۱۳۹۴. اثر تنش هم‌زمان شوری و خشکی بر اقتصاد تولید کشت بدون خاک گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای. نشریه پژوهش آب در کشاورزی. ۲۹: ۳۱۸-۳۳۰.
- 7- Asadi, R., Kouhi, N., and Yazdanpanah, N. 2012. Applicability of micro irrigation system on cotton yield and water use efficiency. Food. Agri. & Envir. 10: 302-306.
- 8- Jureková, Z., Németh-Molnár, K., and Paganová, V. 2011. Physiological responses of six tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivars to water stress. Journal of Horticulture and Forestry 3(10): 294-300.
- 9- 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.
- 10- 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.

- 11- Marjanović M, Jovanović Z, Stikić R and Radović B (2015) The Effect of partial rootzone drying on tomato fruit growth. *Procedia Environmental Sciences*. 29: 87-98.
- 12- 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.
- 13- Sarker, K. K., Akanda, M. A., Biswas, S. H., Roy, D. K., Khatun, A., and Goftar, M. A. 2016. Field performance of alternate wetting and drying furrow irrigation on tomato crop growth, yield, water use efficiency, quality and profitability. *Journal of Integrative Agriculture*. 15(10): 2380–2392.
- 14- 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.
- 15- Shahrokhnia, M. H., and Sepaskhah, A. L. 2017. Physiologic and agronomic traits in safflower under various irrigation strategies, planting methods and nitrogen fertilization. *Industrial Crops and Products*. 95: 126-139.
- 16- Tuzel, I. H., and Meric M. K. 2001. Evapotranspiration of tomato plants grown in different soilless culture system. *Acta Horticulturae*. 559: 555-559.
- 17- 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.
- 18- 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 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