اثر رژیم‌های مختلف کم‌آبیاری بر عملکرد، کیفیت و کمیت دو رقم گوجه‌فرنگی شقایق و شهرزاد در شرایط گلخانه‌ای

بختیار کریمی[۱]، یاور وفایی*[۲]، چنور عبدی[۱] و آرزو گلزاری[۱]

۱ گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، [۲]گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان

(تاریخ دریافت: ۹۴/۲/۲۵، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۴/۰۶/۲۲)

چکیده:

کم آبیاری یکی از راهکارهای مصرف بهینه آب در اراضی فاریاب است. به منظور بررسی اثر تیمارهای آبیاری در ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی در دو سیستم آبیاری قطره‌ای سطحی و زیر سطحی بر رشد، عملکرد و خصوصیات کیفی و کمی ارقام گوجه‌فرنگی (شقایق و شهرزاد)، پژوهش حاضر به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. نتایج نشان داد که تأثیر سطوح مختلف آبیاری بر قطر میوه، سفتی، مواد جامد محلول، pH، اسیدیته، ویتامین ث، کاروتنوئید، شاخص سطح برگ، عملکرد کل و کارایی مصرف آب در دو رقم گوجه-فرنگی شهرزاد و شقایق معنی‌دار می‌باشد. بر اساس نتایج بیشترین میزان مواد جامد محلول (۵/۴۷ بریکس)، اسیدیته (۰/۶۱۸)، ویتامین ث (۶۵/۴ میلی‌گرم بر گرم وزن میوه) و کاروتنوئید (۱۰/۸۹ میکروگرم بر گرم وزن میوه) مربوط به تیمار با کمترین درصد آب آبیاری (۵۰ درصد نیاز آبی) می‌باشد. نتایج همچنین نشان داد که بیشترین میزان کارایی مصرف آب در تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی در روش آبیاری قطره‌ای زیر سطحی به دست آمد. بیشترین عملکرد محصول نیز مربوط به روش آبیاری زیرسطحی با سطح تأمین ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه و برای رقم شقایق (۲۹۷۸۲/۷ کیلوگرم در هکتار) بود. به‌طور کلی، نتایج این آزمایش بیانگر آن است که کم آبیاری باعث کاهش شاخص‌های رویشی و افزایش کیفیت پس از برداشت ارقام گوجه‌فرنگی‌های مورد آزمایش شده است.

واژه‌های کلیدی: آبیاری قطره‌ای، عملکرد، کارایی مصرف آب، کم آبیاری، کاروتنوئید

مقدمه:

کم‌آبیاری از جمله راهکارهایی است که به‌منظور تولید محصول با درآمد و سود حداکثر تحت شرایط کمبود آب مورد توجه قرار گرفته است. به‌کارگیری این راهکارها به گیاهان اجازه می‌دهد تا مقداری تنش آبی را در طول فصل رشد تحمل کنند (Wang *et al.*, 2001). کم آبیاری، یک راهبرد بهینه و برتر برای استفاده از آب و تولید محصول تحت شرایط کمبود آب است که به نام‌های آبیاری بخشی و ناقص و آبیاری محدود نیز بیان می‌گردد. هدف اصلی از اجرای کم‌آبیاری افزایش راندمان کاربرد آب است (خیرابی و توکلی، ۱۳۷۵).

گوجه‌فرنگی (*Lycopersicon esculentum*. Miller) گیاهی است از خانواده سولاناسه که در مناطق گرمسیری به صورت چندساله و در مناطق معتدله به‌عنوان گیاه یکساله پرورش می یابد. گوجه‌فرنگی با داشتن انواع ویتامین‌ها، از جمله ویتامین ث، کاروتن، اسیدهای آلی، قند، املاح معدنی و کاروتنوئید نقش مهمی را در سلامت انسان ایفا می‌کند. این سبزی با تولید ۱۶۰ میلیون تن در سال بیشترین میزان تولید در بین سبزی‌های میوه‌ای را دارا می‌باشد (Fao, 2013).

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: yavarvafaee@gmail.com

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1395.5.16.16.1]

تنش خشکی از شدیدترین تهدیدهای غیر زیستی برای امنیت غذایی جهان محسوب می‌شود. ایران کشوری با اقلیم خشک و نیمه خشک و آب و هوای مدیترانه‌ای می‌باشد. در چنین وضعیتی تولید محصول در طی ماه‌های تابستان متکی بر آبیاری می‌باشد. از سوی دیگر، تأمین آب، عامل محدود کننده تولید است (Sepaskhah and Khajehabdollahi, 2005). رشد و توسعه همراه با استفاده روز افزون از منابع آب شیرین، محدودیت‌های تولیدات کشاورزی را تشدید خواهد کرد (Evans, 2009). تنش کمبود آب زمانی در گیاه ایجاد می‌شود که میزان آب دریافتی گیاه کمتر از میزان آب از دست رفته توسط تبخیر و تعرق باشد. این امر ممکن است به‌علت اتلاف بیش از حد آب یا کاهش جذب و یا وجود هر دو مورد باشد. کاهش پتانسیل اسمزی و پتانسیل کل آب، همراه با از بین رفتن آماس، بسته شدن روزنه‌ها و کاهش رشد از علایم مخصوص تنش آب است. در صورتی که شدت تنش آب زیاد باشد، موجب کاهش شدید فتوسنتز و مختل شدن فرآیندهای فیزیولوژیک، توقف رشد و سرانجام خشک شدن و مرگ گیاه می‌شود (Farooq *et al.*, 2008). تنش آب باعث می‌شود که فتوسنتز به میزان ٤٠ تا ٥٠ درصد کاهش یابد. معمولا پس از رفع تنش آب، راندمان فتوسنتز بهبود می‌یابد. خشکی طولانی که آبیاری یا بارش ناگهانی را به دنبال داشته باشد، اغلب ترکیدگی میوه‌ها را در پی خواهد داشت. همچنین رطوبت نسبی در دراز مدت اغلب باعث چسبیدن دانه گرده‌ها به یکدیگر شده و بدین ترتیب، تأثیر منفی روی عمل لقاح داشته و در نهایت کاهش عملکرد را به دنبال خواهد داشت (Wien, 1999).

در پژوهشی به بررسی تاثیر کم آبیاری بر عملکرد گوجه فرنگی، تعیین تابع تولید و بازده مصرف آب پرداخته شد. تیمارهای آبیاری صفر (بدون آبیاری)، ۲۰، ٤٠، ٦٠، ۸۰ و ۱۰۰درصد نیاز آبی اجرا گردید. نتایج نشان داد که تیمار بدون آبیاری و ۱۰۰ درصد نیاز آبی به ترتیب دارای کمترین و بیشترین عملکرد در هکتار می‌باشند (نودهی و همکاران، ۱۳۹۲). در آزمایشی که به منظور اعمال کم آبیاری به میزان ۱۵، ۳۷ و ٤٠ درصد محصول گوجه‌فرنگی نسبت به آبیاری کامل انجام شد، گزارش گردید که کاهش آب آبیاری به میزان ٤٠ درصد، اندازه میوه ۳۱ درصد و میزان محصول قابل عرضه ۱۳ درصد کاهش داشته است (Smajstrla and Locascio,1994). طی تحقیقی در زمینه تأثیر رژیم آب خاک بر روی عملکرد محصول، پوسیدگی گلگاه و میزان عناصر گیاه گوجه فرنگی، مشاهده شد که کاهش پتانسیل آب خاک باعث کاهش تعداد میوه، متوسط و کل وزن میوه می‌گردد (Pill and Lambeth, 1980). در تحقیقی ارتباط رسیدگی همزمان میوه‌ها و قابلیت نگهداری میوه گوجه‌فرنگی با اعمال چهار رژیم آبیاری ۱۳۰، ۱۰۰، ۷۰ و٤٠ میلیمتر بررسی شد و بر اساس نتایج بیشترین مواد جامد محلول در تیمار نخست، بیشترین قابلیت ماندگاری محصول در تیمار چهارم به دست آمد و در تیمار سوم نیز محصول خوب و یکنواختی به دست آمد (Alvino and Andria, 1988). در آزمایش‌هایی با اعمال هشت تیمار آبیاری ۲۰، ٤٠، ٦٠، ۸۰ ، ۱۰۰، ۱۲۰، ۱٤٠ و ۱٦٠ درصد تبخیر و تعرق نشان داده شد که با افزایش میزان آبیاری، میزان ماده خشک کاهش می‌یابد (Rubino and Tarantino, 1988). تحقیقات نشان داده است که کم آبیاری باعث کاهش عملکرد و آب ذخیره شده در محصول گوجه فرنگی می‌گردد (Mithell *et al.*, 1991). گزارش شده است که کاهش مصرف آب از ۷۰ درصد به ۵۰ درصد ظرفیت زراعی، تعداد میوه در هر بوته را کاهش می‌دهد (Veit-Kohler *et al.*, 2001). در تحقیقی که به ارزیابی تأثیر درصدهای ۱۰۰، ۹۰، ۸۰ و ۷۰ درصد نیاز آبی با کاربرد دو نوع کود فسفاته بر کارایی مصرف آب، عملکرد محصول و مواد جامد انحلال پذیر گیاه گوجه فرنگی پرداخته شد، نتایج 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 مقدار آن در تیمار ۷۰ درصد نیاز آبی می‌باشد. بالاترین مقدار کارایی مصرف آب در تیمار ۸۰ درصد نیاز آبی است. همچنین کمترین میزان مواد جامد انحلال پذیر مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی می‌باشد (Shahein *et al.*, 2012).

با توجه به وجود پژوهش‌های محدود کم آبیاری بروی

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1395.5.16.16.1]

ارقام گلخانه‌ای گوجه‌فرنگی و نیز با توجه به مسئله بحران کمیود آب، تعیین میزان آب مورد نیاز برای پرورش این محصول و صرفه‌جویی در میزان آب آبیاری در تولید آن حایز اهمیت می‌باشد.

بنابراین، هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی تأثیر کم-آبیاری بر عملکرد و خصوصیات کیفی دو رقم گوجه‌فرنگی رایج و تحت کشت توسط تولیدکنندگان در شرایط گلخانه‌ای می‌باشد.

مواد و روش‌ها:

این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی کشاورزی دانشگاه کردستان در سال زراعی ۱۳۹۳ اجرا گردید. در این پژوهش، اثر تیمارهای دو روش آبیاری میکرو شامل استفاده از نوارهای آبیاری در سطح و در عمق ۱۵ سانتی‌متری و مقادیر مختلف آبیاری به میزان ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی (آبیاری کامل) و بر همکنش آنها بر کمیت و کیفیت دو رقم گوجه فرنگی (شقایق و شهرزاد) با سه تکرار بررسی گردید. در جدول ۱ تیمارهای مورد استفاده در تحقیق آورده شده است. در این طرح از لوله‌های تیپ ۲۰۰ میکرون با فاصله مجاری آبده ۳۰ سانتی‌متر با دبی شش لیتر در ساعت در هر متر طول لوله استفاده گردید. بذر دو رقم گوجه فرنگی شقایق و شهرزاد در اول فروردین ماه کاشته شد. عملیات کاشت بصورت جوی و پشته انجام گرفت. فواصل بین ردیف ۸۰ سانتی‌متر و فواصل بوته‌ها ۵۰ سانتی‌متر بود. پس از ایجاد جوی پشته در دهه سوم اردیبهشت نشاهای آماده شده به زمین اصلی انتقال یافته و جهت تثبیت نشاهای کاشته شده چهار نوبت آبیاری بدون اعمال تیمارهای کم‌آبیاری صورت گرفت. مقدار آب مورد نیاز در هر مرحله براساس تبخیر و تعرق بالقوه برای هر تیمار بر اساس آبدهی در طول هریک از لوله‌ها در فشار طراحی و دور آبیاری یک روز در میان اعمال گردید. تبخیر و تعرق بالقوه را می توان از رابطه‌ی زیر بدست آورد:

$$ET_0 = K_p E_{pan} \quad (۱)$$

که در آن E_{pan} تبخیر از تشتک برحسب میلیمتر در روز و نشان‌دهنده میانگین روزانه ی تبخیر در دوره‌ی مورد نظر است و K_p ضریب تشتک تبخیر می باشد. بنابراین در این پژوهش جهت برآورد آب مورد نیاز گیاه ابتدا از روی آمار گذشته مربوط به تبخیر از تشتک E_{pan} مشخص و سپس با مراجعه به جداول موجود مربوط به تشتک کلاسA و با توجه به عوامل اقلیمی و محل استقرار تشتک، ضریب K_p تعیین شد. پس از تعیین ضریب K_c، ET_c نیز محاسبه شد (گلکار و همکاران، ۱۳۸۷).

کود مورد نیاز، بر اساس آزمایش خاک به صورت کود NPK (۲۰، ۲۰، ۲۰) به ازای یک گرم در هر مترمربع در ده مرحله به خاک اضافه شد. همچنین محلول پاشی عناصر میکرو پنج بار در فصل رشد به میزان ۰/۵ گرم در لیتر انجام گردید. این کودها به طور یکسان برای تمامی تیمارها اعمال شد. در تمام تیمارها به طور مشابه به روش دستی با علف‌های هرز مبارزه گردید. خاک محل آزمایش دارای بافت لوم شنی و بدون هیچ گونه محدودیتی بود. در جدول ۲ مشخصات خاک محل آزمایش ارائه شده است.

در پایان دوره رشد گوجه‌فرنگی (بعد از شش ماه از اول نشا کاری)، جهت ارزیابی صفات کیفی میوه، از هر تیمار نه میوه به صورت تصادفی انتخاب گردید و سپس خصوصیات کمی و کیفی شامل قطر میوه، سفتی، pH عصاره میوه، مواد جامد محلول، اسیدیته، ویتامین ث، رنگیزه کاروتنوئید و شاخص سطح برگ اندازه‌گیری شد.

در این تحقیق قطر میوه توسط کولیس، سفتی بافت میوه توسط دستگاه سفتی سنج Santam مدل STM-1 بر حسب واحد نیوتن، pH با استفاده از دستگاه pH متر، مواد جامد محلول (بریکس) با رفراکتومتر دستی، اسیدیته با روش تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال (بر حسب اسید سیتریک)، ویتامین ث به روش تیتراسیون با ماده رنگی دو و شش- دی کلروفنل ایندوفنل و کاروتنوئید اندازه‌گیری گردید.

محتوای کاروتنوئید کل بر اساس روش حاتمی و همکاران (۱۳۹۰) اندازه‌گیری شد. به این صورت که مقدار یک گرم از بافت میوه با اضافه کردن چهار میلی‌لیتر هگزان از پیش سرد

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1395.5.16.16.1]

جدول۱- تیمارهای کم آبیاری مورد استفاده در این پژوهش

	گوجه‌فرنگی (رقم شقایق)		گوجه‌فرنگی (رقم شهرزاد)	
	آبیاری سطحی	آبیاری زیر سطحی	آبیاری سطحی	آبیاری زیر سطحی
درصد آبیاری	۱۰۰درصد نیاز آبیاری		۱۰۰درصد نیاز آبیاری	
	۷۵ درصد نیاز آبیاری		۷۵ درصد نیاز آبیاری	
	۵۰ درصد نیاز آبیاری		۵۰ درصد نیاز آبیاری	

جدول۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک لوم شنی در شروع آزمایش*

بافت خاک	pH	نیترات	پتاسیم	کلسیم	منیزیم	سدیم	آهن
لومی-شنی	۷/۹	۲۳/۹۸	۲۱۵/۲	۸/٦	٤٦/۳۱	۲۵/۸۱	۱٦۰/٤

*** واحد عناصر بر اساس میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد.**

شده هموژن شد. سوسپانسیون به وجود آمده در دور g ۱٤۰۰ به مدت شش دقیقه سانتریفیوژ شد. روشناور جمع شد و عمل استخراج بر روی ته مانده دوباره تکرار شد. مقدار جذب در طول موج ٤۷۳ نانومتر به وسیله اسپکتروفوتومتر قرائت گردید، و غلظت کاروتنوئید (µg/g وزن بافت) بر اساس رابطه (۲) با استفاده از ضریب مخصوص $\varepsilon^{1\%}$ برابر ۳٤۵۰ محاسبه شد (Davies, 1965)

$$\text{محتوای کاروتنوئید} = (A_{473} * V * 10^6)/(\varepsilon^{1\%} * 100 * m) \quad (2)$$

در فرمول فوق V حجم کل استخراج (هشت میلی‌لیتر)، m وزن نمونه (یک گرم) و A_{473} مقدار جذب در طول موج ٤۷۳ نانومتر می‌باشد.

شاخص سطح برگ با استفاده از دستگاه سطح برگ سنج از نسبت کل سطح برگ به سطح زمین پوشش داده شده، به دست می آید. به همین منظور با تعیین سطح برگ بوته‌ها در هر مرحله و با توجه به مساحت نمونه برداری میزان (LAI) محاسبه گردید (شاه‌حسینی و همکاران، ۱۳۹۱).

در طول دوره کشت میوه‌های برداشت شده از بوته‌ها جمع‌آوری، شمارش و به وسیله ترازو توزین گردید و در پایان آزمایش مجموع وزن میوه‌ها به عنوان عملکرد کل بوته در نظر گرفته شد. بازده مصرف آب (WUE) با استفاده از رابطه (۳) محاسبه شد (Huang *et al.*, 2004) :

$$WUE = Y / ET \quad (۳)$$

که در آن: Y عملکرد گوجه فرنگی و ET تبخیر و تعرق می‌باشد.

در پایان داده‌های به دست آمده توسط نرم افزار آماری MSTAT-C مورد تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث:

اثر تیمارها بر کیفیت محصول: در جدول ۳ نتایج تجزیه واریانس داده‌های به دست آمده از تیمارهای مختلف بر کیفیت گوجه‌فرنگی ارائه شد. به منظور بررسی روند تأثیر تیمارهای مختلف بر صفات اندازه‌گیری شده به شرح آنها پرداخته می‌شود:

قطر میوه: نتایج به دست آمده در جدول ۳ نشان می‌دهد که اثر رقم گوجه‌فرنگی و همچنین درصد آب آبیاری بر قطر میوه های گوجه‌فرنگی در سطح آماری یک درصد معنی‌دار می‌باشد. مقایسه میانگین این دو تیمار (جدول ٤ و ۵) نشان می‌دهد که میانگین قطر میوه‌های رقم شهرزاد بیشتر از رقم شقایق می‌باشد. همچنین بین تیمارهای مختلف نیاز آبیاری، بزرگترین قطر میوه مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی می‌باشد و بین این تیمار با دو تیمار ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی اختلاف معنی‌دار می‌باشد. اما بین تیمار ۷۵ و ۵۰ درصد تأمین نیاز آبی گیاه تفاوت معنی‌دار مشاهده نمی‌گردد.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1395.5.16.16.1]

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف بر صفات کمی و کیفی گوجه‌فرنگی

		میانگین مربعات							
	درجه آزادی	قطر میوه	سفتی	مواد جامد محلول	pH	اسیدیته	ویتامین ث	کاروتنوئید	LAI
بلوک	۲	۰/۱۷۲	۱۲/۷۱	۰/۱۸٤	۰/۰۲۱	۰/۰۱۳	۸/۷۹۵	٦٤/٦۲	۰/۰۲۱
رقم (A)	۱	۰/۰٦۷**	٦٤/۹۱**	۰/٤٦۷**	۱٤/۱۸**	۰/۲۲٦**	٤۲٦/٦**	۸٥/۰۱**	۲۰۲۲۰/۱**
درصد آب آبیاری (B)	۲	۰/۰٥۳**	۸/۰٦۹ ^{ns}	۰/۱۸۹*	۰/۰۱٤ ^{ns}	۰/۰۰۲*	۹/٥٥٤**	۳/٥۹٦**	٥۷۱٤۲/۱**
A× B	۲	۰/۰۷۷^{ns}	۷/۸٥۸ ^{ns}	۰/۱۰٥ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۲٤ ^{ns}	۳/۹۷ ^{ns}	۱٤/۸۳ ^{ns}	۲۸٦۸۸/٦**
نوع سیستم (C)	۱	۰/۲۲۲ ^{ns}	۰/۳۱٤ ^{ns}	۰/٤۲۳*	۰/۰٤۲ ^{ns}	۰/۰۱۰ ^{ns}	۲٤۷/۲ ^{ns}	۰/٦۹٤ *	٤۹۰/۷**
A × C	۱	۰/۹۳۱ ^{ns}	۰/۷۲۳ ^{ns}	۰/٥۱٤ ^{ns}	۰/۰٦۸ ^{ns}	۰/۰۰۸ ^{ns}	۱٤۳/۱ ^{ns}	٦۳/۱٥^{ns}	۱٥۷٥۱/۸**
B × C	۲	۰/٤۹٦ ^{ns}	۰/۰۹٤ ^{ns}	۰/۱٦٦ ^{ns}	۰/۰۱٥ ^{ns}	۰/۰۰۳ ^{ns}	۱۷۳/٥ ^{ns}	۱۸/۱۱ ^{ns}	۲۸۷۸٥/۸^{ns}
A×B× C	۲	۰/۳۳٦ ^{ns}	۱۲/۷۷ ^{ns}	۰/۲۰٤ ^{ns}	۰/۰۲٦ ^{ns}	۰/۰۰۷ ^{ns}	۹٥/۲۹ ^{ns}	۱۱۹/٥ ^{ns}	۳۲٦۹٤/۱^{ns}
خطا	۲۲	۰/۲٥٦	۷/٥۹۳	۰/۰٦۱	۰/۰۲۲	۰/۰۰۸	۹٤/۰۳	۱۳/۰۳	۰/٥۲۷۱

*و ** به ترتیب معنی‌دار بودن در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد می‌باشد و ^{ns}معنی‌دار نبودن است.

جدول ٤- مقایسه میانگین اثر رقم گوجه‌فرنگی بر فاکتورهای رشد گوجه‌فرنگی

منبع تغییر	قطر میوه (سانتی متر)	سفتی (نیوتن)	مواد جامد محلول (بریکس)	PH	اسیدیته (٪)	ویتامین ث (میلی‌گرم بر گرم وزن میوه)	کاروتنوئید (میکروگرم بر گرم وزن میوه)	LAI
رقم شقایق	٥/۷۲^{b}	۱۲/۲^{b}	٤/۹^{a}	۳/۲^{b}	۰/٦۳^{a}	٦٥/۲^{a}	۱۰/۱^{a}	۳٥۱/۳^{a}
رقم شهرزاد	٦/۰۱^{a}	۱٤/۹^{a}	٤/۷^{b}	٤/٥^{a}	۰/٤٦^{b}	٥۳/٤^{b}	۷/۹^{b}	۳۰۱/۱^{b}

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار در سطح ٥ درصد بر اساس آزمون دانکن می باشند.

جدول ٥- مقایسه میانگین اثر درصد آبیاری بر فاکتورهای رشد گوجه‌فرنگی

تیمار آبیاری	قطر میوه (سانتی متر)	مواد جامد محلول (بریکس)	اسیدیته (٪)	ویتامین ث (میلی‌گرم بر گرم وزن میوه)	کاروتنوئید (میکروگرم بر گرم وزن میوه)	LAI
۱۰۰ درصد	٦/۱^{a}	٤/٤٥^{b}	۰/٤۱۳^{b}	٤۱/۷^{b}	۸/۱٦^{b}	۳۱۸/٤^{a}
۷٥ درصد	٥/۷^{b}	٤/۹۸^{ab}	۰/٤۹۳^{b}	٥۳/٦^{a}	۹/۹٦^{b}	۲٥۷/۳^{b}
٥۰ درصد	٥/٥^{b}	٥/٤۷^{a}	۰/٦۱۸^{a}	٦٥/٤^{a}	۱۰/۸۹^{a}	۳٥۲/٥^{c}

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار در سطح ٥ درصد بر اساس آزمون دانکن می باشند.

سفتی: با توجه به جدول ۳ مشاهده می‌گردد که فقط اثر نوع رقم بر سفتی گوجه‌فرنگی در سطح آماری یک درصد معنی‌دار می‌باشد. و مقدار سفتی گیاه در رقم شهرزاد بیشتر از رقم شقایق می‌باشد.

مواد جامد محلول: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر رقم گوجه‌فرنگی در سطح احتمال یک درصد و همچنین اثر درصد آبیاری و نوع آبیاری (سطحی و زیر سطحی) در سطح احتمال پنج درصد بر میزان مواد جامد محلول معنی‌دار است. نتایج مقایسه میانگین تیمار رقم گوجه‌فرنگی در جدول ٤ نشان می‌دهد که رقم شقایق دارای مواد جامد محلول بیشتری می باشد. با توجه به جدول ٥ مشاهده می‌گردد که تیمار ٥۰ درصد نیاز آبی از نظر مواد جامد محلول عملکرد بهتری را نشان داده

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1395.5.16.16.1]

جدول ٦- مقایسه میانگین اثر نوع آبیاری بر فاکتورهای رشد گوجه‌فرنگی

تیمار نوع آبیاری	مواد جامد محلول	کاروتنوئید (میکروگرم بر گرم وزن میوه)	LAI
سطحی	۵/۰۱[a]	۱۰/۹٦[a]	۲۸۹/۷[a]
زیر سطحی	٤/۷۲[b]	۹/۲۳[b]	۲۷۲/۱[b]

است. همچنین نتایج جدول ٦ بیانگر برتری آبیاری زیرسطحی نسبت به آبیاری سطحی از نظر مواد جامد محلول می‌باشد.

دلیل تجمع مواد جامد انحلال پذیر در سلول در اثر کمبود آب آبیاری، غلبه بر کاهش پتانسیل اسمزی است. در نتیجه آب ذخیره شده در گوجه‌فرنگی کاهش و مقدار مواد جامد انحلال پذیر و درصد قند افزایش می‌یابد. بیشترین و کمترین مقدار مواد جامد محلول ٤/٤٥ و ٥/٤٧ درصد به ترتیب مربوط به تیمار مصرف ۵۰ درصد و ۱۰۰ درصدآب آبیاری می‌باشد (جدول ۵). مطالعات انجام شده قبلی نیز نتایج این تحقیق را تأیید می‌نماید (باغبانی و بیات ۱۳۷۸؛ Rubino *et al.*,1988; Mitchell *et al*., 1991).

pH: نتایج تجزیه واریانس PH تیمارهای مختلف گوجه-فرنگی نشان می‌دهد که فقط اثر رقم گوجه‌فرنگی برای این فاکتور معنی‌دار می‌باشد. بین تیمارهای مختلف نیاز آبی اختلاف معنی‌داری نداشته که این نتیجه در انطباق با نتایج تحقیقات پیشین می‌باشد (باغانی و بیات ۱۳۷۸؛ زمردی و همکاران، ۱۳۸۵).

اسیدیته قابل تیتر: جدول تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان می‌دهد که اثر رقم گوجه‌فرنگی و درصد نیاز آبیاری بر میزان اسیدیته گوجه‌فرنگی معنی‌دار می‌باشد. با توجه به جدول ٤ نیز مشاهده می‌گردد که به لحاظ اسیدیته رقم شقایق در مقایسه با رقم شهرزاد درصد اسیدیته بیشتری دارد و رقم شقایق توصیه می‌شود. نتایج مقایسه میانگین داده‌های جدول ۵ نشان می‌دهد که با افزایش آب آبیاری از مقدار اسیدیته گوجه‌فرنگی کاسته می‌شود. بیشترین اسیدیته به میزان ۰/٦۱۸ درصد بر حسب اسید سیتریک در تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی و کمترین آن به میزان ۰/٤۱۳ درصد در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی می‌باشد.

تجمع اسیدکربوسیکلیک، پتاسیم و کلرورها در سلول نیز راهی برای غلبه بر کمبود آب یا تعدیل فشار اسمزی است به همین دلیل کم آبیاری موجب افزایش اسیدیته شده است. افزایش اسیدیته در بهبود طعم میوه مؤثر است و بر این اساس تنش آبی موجب خوش طعم شدن میوه شده است. مطالعات قبلی نیز با این تحقیق مطابقت دارد (Mitchell *et al.*, 1991).

ویتامین ث: نتایج تجزیه آماری جدول ۳ نشان می‌دهد که اثر رقم گوجه‌فرنگی و درصد آبیاری بر میزان ویتامین ث گوجه فرنگی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار می‌باشد. نتایج جدول ٤ نیز نشان می‌دهد که بین دورقم مورد مطالعه بیشترین میزان ویتامین ث مربوط به رقم شقایق می‌باشد. بیشترین مقدار ویتامین ث در تیمار ۵۰ درصد به میزان٦۵/٤ میلی‌گرم و کمترین آن در تیمار۱۰۰ درصد نیاز آبی به میزان ٤۷/۱ حاصل شده است (جدول ۵). بنابراین اعمال کم آبیاری سبب افزایش مقدار ویتامین ث در میوه گوجه‌فرنگی می‌شود. نظر به اینکه کم آبیاری منجر به افزایش غلظت پتاسیم سلول - می‌شود (زمردی و همکاران ۱۳۸۵) و همچنین مطابق با تحقیقات گذشته (Krauss, 1992) که نشان داده شد کلریدپتاسیم سبب افزایش ویتامین ث گوجه‌فرنگی می‌شود، می‌توان گفت که تجمع پتاسیم در گیاه در نتیجه کمبود آب، سبب افزایش ویتامین ث و در نتیجه بهبود کیفیت تغذیه‌ای محصول می‌گردد (زمردی و همکاران، ۱۳۸۵).

کاروتنوئید کل: نتایج جدول ۳ تجزیه واریانس داده‌های به دست آمده حاکی از آن است که اثر رقم گوجه‌فرنگی، درصد آبیاری و همچنین نوع آبیاری بر میزان کاروتنوئید گوجه‌فرنگی معنی‌دار می‌باشد. نتایج مقایسه میانگین این تیمارها نشان می دهد که بیشترین میزان کاروتنوئید مربوط به رقم شقایق، تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی در تیمار آبیاری سطحی می‌باشد (جدول ٥،٤ و ٦).

شاخص سطح برگ: نتایج اثر تیمارهای مختلف بر شاخص

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1395.5.16.16.1]

جدول ۷- جدول تجزیه واریانس تیمارهای مورد مطالعه بر عملکرد و کارایی مصرف آب گوجه فرنگی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		عملکرد	کارایی مصرف آب
رقم گرجه‌فرنگی (A)	۱	۲۷۲/۲۳**	٤۹/٤٦۸**
درصد آبیاری(B)	۲	۱٤/۱٦۹**	۵۹/۵٦۸**
A×B	۲	۳۵/٤۳۷**	٤/۲۷۲۰**
روش آبیاری(C)	۱	۳۹/۲۷۱**	٤۲/۲۵۰**
A×C	۱	۲۵/٦۱۲**	۲٤/٦٦۸**
B×C	۲	۲۱۸/۵۱**	۷٦/۳۲۲**
A×B ×C	۲	۱٤۷/۱۳^{ns}	٦۲/۲۱۷^{ns}
خطا	۲۲	۱/۱٦۱۱	۰/۵٤۸۱

* و ** به ترتیب معنی‌دار بودن در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد می‌باشد و ^{ns} معنی‌دار نبودن است.

سطح برگ گوجه‌فرنگی در جدول ۳ بیانگر این مطلب است که فقط اثر متقابل درصد آبیاری و نوع آبیاری و همچنین اثر متقابل هر سه عامل رقم گوجه‌فرنگی، درصد آبیاری و نوع آبیاری بر شاخص سطح برگ گوجه‌فرنگی معنی‌دار نمی‌باشد. نتایج مقایسه میانگین به دست آمده تیمارهای مختلف برای شاخص سطح برگ هم نشان می‌دهد که مقدار شاخص سطح برگ اندازه‌گیری شده در رقم شقایق، تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی و آبیاری سطحی بیشتر از سایر تیمارهای مورد بررسی می‌باشد.

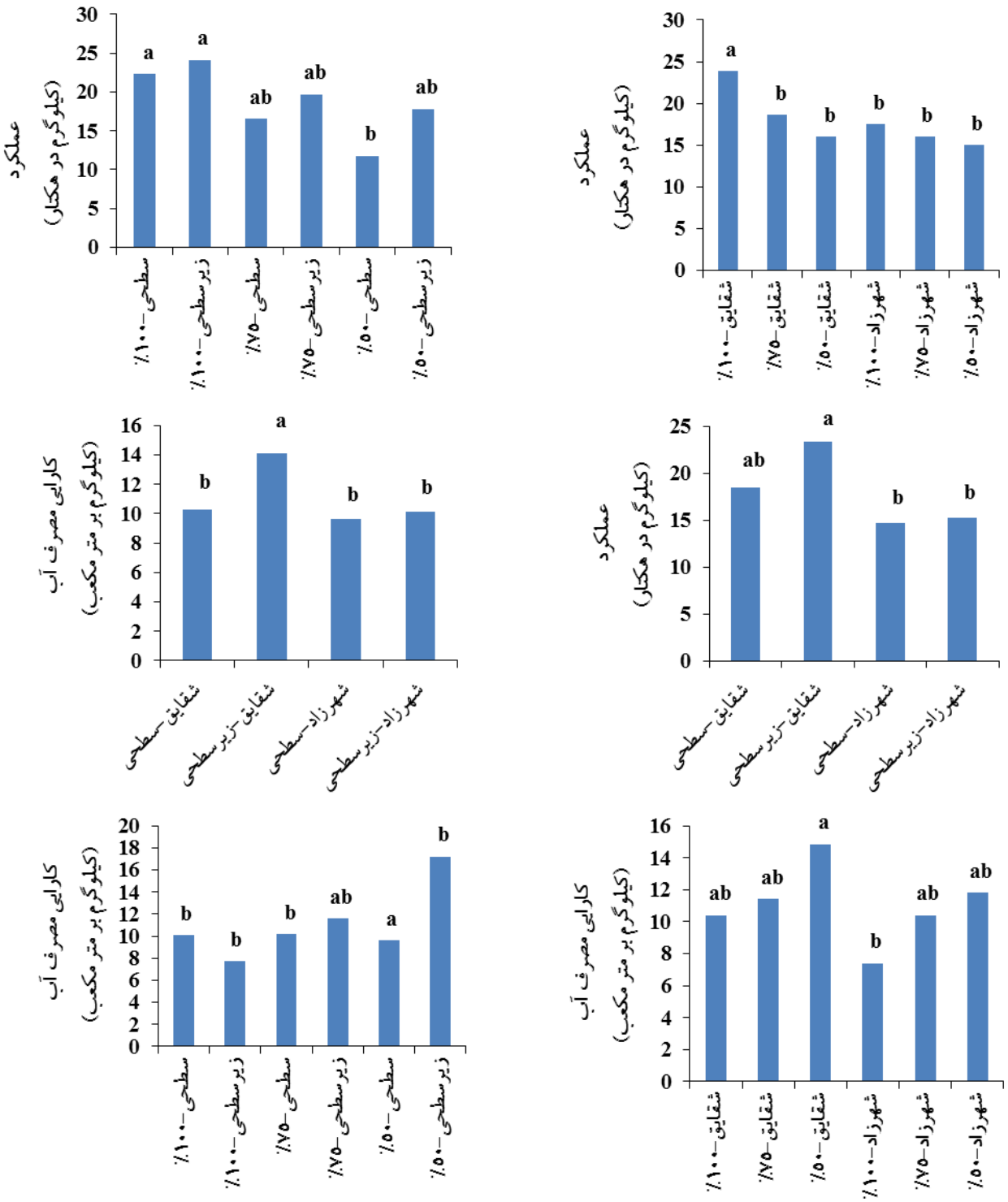
اثر تیمارها بر کمیت محصول: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها در جدول ۷ نشان می‌دهد که که اثر همه تیمارها و همچنین اثرات متقابلشان بر عملکرد محصول و کارایی مصرف آب گوجه فرنگی در سطح آماری یک درصد معنی‌دار می‌باشد. این نتیجه به این معنی می‌باشد که رقم گیاه، درصد آبیاری و همچنین روش آبیاری بر میزان محصول و کارایی مصرف آب گوجه‌فرنگی تأثیر معنی‌دار و قابل توجهی دارد.

عملکرد میوه: در شکل ۱ نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای مختلف بر عملکرد میوه نشان می‌دهد که که در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبیاری، عملکرد رقم شقایق، و همچنین آبیاری زیر سطحی به صورت معنی‌داری بیشتر از سایر تیمارهای مورد مطالعه می‌باشد. حداکثر عملکرد گوجه‌فرنگی زمانی حاصل می‌شود که نیاز کامل آب گیاه تأمین شود، و هرچه از میزان آب مصرفی کاسته شود عملکرد گیاه هم کاهش می‌یابد. کاهش عملکرد میوه گوجه فرنگی در اثر کم آبیاری احتمالاً به دلیل حساس بودن گیاه گوجه فرنگی به کمبود آب و در نتیجه کاهش فتوسنتز و انتقال مواد به سمت میوه است (شرایعی و همکاران ۱۳۸۵).

کارایی مصرف آب: نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تیمار رقم گوجه‌فرنگی و نوع سیستم آبیاری و همچنین رقم گوجه-فرنگی و درصد نیاز آبی، نشان می‌دهد که از نظر کارایی مصرف آب رقم شقایق، تیمار ۵۰ درصد نیاز آبیاری و همچنین آبیاری زیر سطحی بر سایر تیمارها برتری دارند (شکل ۱). مقایسه بر همکنش تیمار نوع سیستم آبیاری و درصد نیاز آبی نشان می‌دهد که سیستم آبیاری زیرسطحی با تأمین نیاز آبی ۵۰ درصد، بیشترین کارایی مصرف آب را دارا می‌باشد. این نتایج نشان می‌دهد که در روش‌های آبیاری میکرو فاصله قطره-چکان‌ها و محل قرارگیری آنها بر کارایی مصرف آب و نهایتاً بر کارایی سیستم آبیاری در تولید محصول گوجه فرنگی تأثیر دارد. به طوری که استفاده از نوارهای آبده تیپ در سطح خاک باعث تبخیر بیشتر آب از سطح خاک شده و در نتیجه مقدار کمتری آب جذب ریشه گیاه شده است. در صورتی که استفاده از نوار های آبده تیپ در عمق خاک و نزدیک منطقه توسعه ریشه، علاوه بر کاهش میزان تبخیر از سطح خاک، امکان جذب رطوبت توسط ریشه گیاه بهتر بوده و در نتیجه شرایط

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1395.5.16.16.1]



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارها بر عملکرد و کارایی مصرف آب گوجه‌فرنگی. حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن می باشند.

رطوبتی در منطقه ریشه مناسب‌تر می باشد. در نتیجه کارایی مصرف آب در روش آبیاری قطره ای زیرسطحی بیشتر از روش آبیاری قطره‌ای سطحی حاصل گردید.

نتیجه‌گیری:

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که کم آبیاری سبب افزایش مواد جامد محلول، اسیدیته، ویتامین ث و کاروتنوئید می‌گردد. میزان

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1395.5.16.16.1]

این افزایش در رقم شقایق بیشتر از رقم شهرزاد می‌باشد. با توجه به تأثیر مستقیم مواد جامد محلول گوجه‌فرنگی بر عملیات فرآوری همانند تولید رب، به عنوان نمونه می‌توان با اعمال کم آبیاری راندمان تولید رب را بهبود بخشید. مقایسه نتایج مواد مذکور برای آبیاری سطحی و زیر سطحی هم، برتری آبیاری زیرسطحی را نشان می‌دهد. نتایج تحقیق حاضر برای عملکرد تیمارهای مختلف نشان داد که، کاهش مصرف آب باعث کاهش عملکرد گیاه در روش آبیاری سطحی نسبت به روش آبیاری زیر سطحی با عمق نصب ۱۵ سانتی‌متر برای تیپ‌ها می‌شود. کارایی مصرف آب برای رقم شقایق و روش آبیاری سطحی با کاهش مصرف آب کاهش قابل توجهی داشته است و این به معنی حساسیت بیشتر این رقم به تنش آبی می‌باشد. حداکثر تولید محصول در دو رقم شقایق و شهرزاد به ترتیب مربوط به آبیاری زیر سطحی با ۵۰ و ۷۵ درصد نیاز آبی می‌باشد.

منابع:

اکبری نودهی، د.، عزیزی زهان، ع. ا. و رضایی سوخت آبندانی، ر. (۱۳۹۲) بررسی رابطه میزان مصرف آب و عملکرد گوجه فرنگی در استان مازندران. پژوهش آب در کشاورزی ۲۷: ۵۱۲-۵۰۳.

باغانی، ج. و بیات، ح. (۱۳۷۸) بررسی و مقایسه دو روش آبیاری ش یاری و قطره‌ای بر عملکرد و کیفیت گوجه فرنگی. گزارش پژوهشی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، نشریه شماره ۱۳۱.

حاتمی، م. کلانتری، س. و دلشاد، م. (۱۳۹۱) اثر تیمار پس از برداشت آب گرم و شرایط دمای نگهداری بر میوه رسیده سبز گوجه‌فرنگی. علوم باغبانی ایران ۴۳: ۱۲۳-۱۱۳.

خیرابی، ج. و توکلی، ع. ر. (۱۳۷۵) دستورالعمل های کم آبیاری. انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی.

زمردی، ش. نورجو، ا. و امامی، ع. (۱۳۸۵) بررسی اثر کم-آبیاری در کمیت، کیفیت و قابلیت نگهداری گوجه‌فرنگی. تحقیقات مهندسی کشاورزی ۷ : ۳۰-۱۹.

شاه‌حسینی، ز.، غلامی، ا. و اصغری، ح. (۱۳۹۱). تأثیر همزیستی میکوریزایی و کاربرد اسید هیومیک بر کارایی مصرف آب و شاخص‌های فیزیولوژیکی رشد ذرت در شرایط کم آبیاری ۲: ۳۹-۵۶.

شرایعی، پ.، سبحانی، ع. ر. و رحیمیان، م. ح. (۱۳۸۵) تاثیر سطوح مختلف آب آبیاری و کود پتاسیم بر کارآیی مصرف آب و کیفیت میوه گوجه فرنگی رقم پتوارلی سی اچ. تحقیقات مهندسی کشاورزی ۲۷: ۸۶-۷۵.

گلکار، ف.، فرهمند، ع. ر. و فرداد، ح. (۱۳۸۷) بررسی تأثیر میزان آب آبیاری بر عملکرد و بازده مصرف آب در گوجه فرنگی. مجله مهندسی آب ۱: ۱۳- ۲۰.

Alvino, A. and Andria, R. D. (1988) Fruit ripening of different tomato cultivars as influenced by irrigation regime and time of harvesting. Acta Horiculture 228: 137-146.

Davies, B. H. (1965) Analysis of carotenoid pigments, In: Chemistry and Biochemistry of Plant Pigments. (Ed. Goodwin, T. W.),Pp. 55-96. Academic Press., New York.

Evans, J. P. (2009) 21st century climate change in the Middle East. Climatic Change 92: 417–432.

Statistical Year Book (2013) World Food and Agriculture Organization.

Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D. and Basra, S. (2008) Plant drought stress: effects, mechanisms and management. Agronomy for Sustainable Development 5: 1-28.

Huang, M., Calich, J. and Zhong, L. (2004) Water-yield relationships and optimal water management for winter wheat in the loes plateau of china. Irrigation Science 23: 47-54.

Krauss, A. (1992) Role of potassium in nutrient efficiency. 4th national congress of soil science. Islamabad, Pakistan.

Mithell, J. P., Shennan, C., Grarran, S. R. and May, D. M. (1991) Tomato fruit yields and quality under deficit and salinity. Journal of American Society for Horticultural Sciences 116: 215-221.

Pill, W. G. and Lambeth, V. N. (1980) Effects of soil water regime and nitrogen form on blossom-end rote, yield, water relations, and elemental composition of tomato. Journal of American Society for Horticultural Sciences105: 730-734.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1395.5.16.16.1]

Rubino, P. and Tarantino, E. (1988) Influence of irrigation techniques on behavior of some processing tomato cultivars. Acta Horticulture 228: 109-118.

Sepaskhah, A. R. and Khajehabdollahi, M. H. (2005) Alternative furrow irrigation with different irrigation intervals for maize (*Zea mays* L.), Plant Production Science 8: 592–600.

Shahein, 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 solids of tomato. American-Eurasian Journal of Agriculture and Environment Sciences 12: 1295-1304.

Smajstrla, A. G. and Locascio, S. Y. (1994) Irrigation cut back effects on drip-irrigated tomato yields. Proceedings of the Florida, 107:113-118.

Veit-Kohler, U., Krumbein, A. and Kosegarten, H. (2001) Different water supply influences growth and fruit quality in tomato. Kluwer Academic publications. Dotrecht, Netherlands, Pp 308-309.

Wang, H., Zhang, L., Dawes, W. R. and Liu, C. (2001) Improving water use efficiency of irrigated crops in North China plain- measurements and modeling. Agricultural Water Management. 48: 151-167.

Wien, H.C. (1999) The Physiology of Vegetable Crops. CABI Publishing, Welingford, UK 670 pp.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1395.5.16.16.1]

Effect of different deficit irrigation regimes using surface and subsurface system on Shaghayegh and Shahrzad tomato cultivars performance under greenhouse conditions

Bakhtiar Karimi[1], Yavar Vafaee[2], Chonoor Abdi[1] and Arezoo Golzari[1]

[1]Water Sciences and Engineering Department, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan.
[2]Horticultural Sciences Department, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan.
(Received: 15 May 2015, Accepted: 13 September 2015)

Abstract:

Deficit Irrigation (DI) is a fundamental solution for efficient water use in irrigated lands under conditions of water scarcity. The aim of the present study was to evaluate the potential for water saving and yield improvements of two greenhouse tomato cultivar (Shaqayeq and Shahrzad) with use of three DI treatment ,50, ,75, and ,100, percent of full irrigation along with surface and subsurface drip irrigation. This study was conducted in research greenhouse of agricultural faculty, university of Kurdistan as factorial design based on randomized complete block with three replications in ,2014,. Result showed that DI regimes could affect fruit diameter, firmness, TSS, pH, acidity, C vitamin content, Carotenoids, leaf area index (LAI), total yield and water use efficiency, significantly. The highest TSS, 5.47, acidity, 0.618, percent C vitamin, 65/4, mg/Fw and Carotenoids, 65/4, mg/Fw were obtained with lowest water supply treatment, 50, percent of full irrigation. Data also showed that, 50, percent water requirement treatment in subsurface drip irrigation resulted in the most efficient use of water which was about, 23.4, and, 11.3, WUE in Shaqayeq and Shahrzad cultivars, respectively. Regarding total yield, the highest value, 29782.7 kg/ha was obtained in Shaqayeq tomato cultivar using, 50, percent use of water requirement and subsurface drip irrigation. In total, it can be concluded that deficient irrigation resulted in reducing vegetative parameters while fruit quality parameters have been improved.

Keywords: DI, Drip Irrigation, Carotenoids, Water use efficiency, Yield.

*corresponding author, Email: yavarvafaee@gmail.com

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1395.5.16.16.1]