

اثر سطوح مختلف آبیاری قطره ای تیپ بر عملکرد و کیفیت گوجه فرنگی در شمال استان خوزستان

محمد خرمیان

استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی صفی آباد دزفول

تاریخ پذیرش: ۹۳/۶/۲۶

تاریخ دریافت: ۹۲/۷/۲۳

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی سطوح مختلف آبیاری قطره ای تیپ با تأمین ۱۰۰، ۷۰، ۴۰ درصد نیاز آبی (T_{100} ، T_{70} و T_{40}) و همچنین آبیاری جویچه‌ای بر عملکرد و کارایی مصرف آب گوجه فرنگی تابستانه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تیمار و سه تکرار به مدت دو سال در اراضی مرکز تحقیقات کشاورزی صفی‌آباد اجرا شد. نتایج نشان داد حداکثر عملکرد ۵۴/۶ و ۵۳/۴ تن در هکتار به ترتیب مربوط به دو تیمار T_{70} و T_{100} بود و افزایش ۲۵ درصد نسبت به روش آبیاری جویچه‌ای را نشان داد. تیمار T_{40} با کمترین عملکرد (۴۲/۹ تن در هکتار) در سطح یک درصد تفاوت معنی‌دار با تیمارهای T_{70} و T_{100} داشت. تیمار T_{40} با بیشترین کارایی مصرف آب (۱۱/۴ کیلوگرم بر مترمکعب) اختلاف معنی‌دار با تیمار T_{70} (۱۰/۶ کیلوگرم بر متر مکعب) نداشت. متوسط کارایی مصرف آب در تیمارهای آبیاری تیپ تقریباً ۲/۳ برابر آبیاری جویچه‌ای بود، از این رو روش آبیاری تیپ با تأمین ۷۰ درصد نیاز آبی برای شرایط آب و هوایی خوزستان پیشنهاد می‌شود. اثر سطوح آبیاری بر خصوصیات کیفی میوه شامل اسیدیته، اسید اسکوربیک و اسید سیتریک یکسان بود، حال آن که با اعمال کم‌آبیاری شدید (تیمار T_{40}) مقدار بریکس میوه افزایش یافت. اگر چه اختلاف معنی‌دار در شوری خاک در انتهای فصل رشد حاصل از اعمال سطوح مختلف آبیاری تیپ مشاهده نشد، مقدار آن در عمق‌های مختلف معنی‌دار بود، به طوری که میانگین شوری عمق ۳۰-۱ سانتی متر ۱/۴ دسی زیمنس بر متر و نسبت به لایه ۶۰-۳۰ سانتی متر حدود ۳۸ درصد بالاتر بود.

کلید واژه ها: آبیاری قطره‌ای تیپ، گوجه فرنگی، کارایی مصرف آب آبیاری، خوزستان.

Effect of Tape Irrigation Levels on Yield and Quality of Tomato in North of Khuzestan Province

M. Khorramian

Assistant Professor, Dezful-Safiabad Agricultural Research Center

Received: 15 October 2013

Accepted: 17 September 2014

Abstract

The goal of this research was evaluation of tape irrigation levels, 100%, 70% and 40% water requirement (T_{100} , T_{70} and T_{40}) and furrow irrigation (F) on the yield and water use efficiency (WUE) of summer tomato. The experiment was conducted in a randomized completely block design with four treatment and three replication for two years in Safiabad Agricultural Research Center. The results showed that the highest yield was in T_{100} and T_{70} with 54.6 and 53.4 t.ha⁻¹ in yield, respectively and increasing yield was 25% higher than Furrow irrigation. T_{40} treatment with the lowest yield (42.9 t.ha⁻¹) had a significant difference at 1% with T_{70} and T_{100} . Water use efficiency (WUE) was highest in T_{40} (11.4 t.ha⁻¹) but there was no significant difference between it and T_{70} treatment. In a general manner average of WUE in all tape irrigation levels were about 2.3 times furrow irrigation. So T_{70} treatment was proposed for Khuzestan climate conditions. No significant difference was between irrigation levels on tomato quality characteristics including Acidity, Scorbic acid and Citric acid but severe deficit irrigation level (T_{40} treatment) was caused to increase Brix. Although soil salinity was not significant difference between irrigation levels,

but it was significant for soil depth, So that average of soil salinity in 0-30 cm was 1.4 dsm^{-1} which it was 38% higher than 30-60 cm soil layer.

Keywords: Tape irrigation, Tomato, Water use efficiency, Khuzestan.

آبیاری جویچه‌ای نداشت (پیتس و کلارک، ۱۹۹۱). علیزاده و همکاران (۱۳۷۹) در خاکی لوم سیلتی با مقایسه سطوح مختلف آبیاری قطره‌ای و جویچه‌ای، بر مبنای ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد تبخیر تشتک کلاس A بر رقم پتوارلی گوجه فرنگی، نتیجه گرفتند که بیشترین عملکرد مربوط به آبیاری قطره‌ای با رژیم ۱۰۰ درصد آب تبخیر شده از تشتک و به مقدار ۵۱ تن در هکتار بود و در مجموع کارایی مصرف آب در روش قطره‌ای در هر یک از تیمارها دو برابر مقدار آن در روش جویچه‌ای گزارش شد. موسوی فضل و محمدی (۱۳۸۴) با اعمال تنش آبیاری سطحی در مراحل مختلف رشد دو رقم گوجه فرنگی گزارش کردند که تنش ملایم (تأمین ۷۵ درصد نیاز آبی) و شدید (تأمین ۵۰ درصد نیاز آبی) در مرحله گلدهی تا میوه دهی عملکرد محصول را به صورت معنی‌دار کاهش داد اما در سایر مراحل رشد اثر معنی‌دار بر عملکرد نداشت. گلکار و همکاران (۱۳۸۷) با تأمین ۴۰، ۶۰، ۸۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ درصد نیاز آبی گوجه فرنگی رقم اوربانا نشان دادند که در خاک لوم رسی حداکثر محصول و کارایی مصرف آب از تیمار تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی به دست آمد. نتایج جلینی و سبحانی (۱۳۸۸) حاکی از آن است که آبیاری قطره‌ای زیرسطحی نسبت به آبیاری قطره‌ای سطحی گوجه‌فرنگی برتری کامل داشته و از بین سه سطح ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی، تیمار ۸۰ درصد تأمین نیاز آبی بیشترین کارایی مصرف آب (۷/۸۸ کیلوگرم بر مترمکعب) را داشت. صدرقاین و همکاران (۱۳۸۹) استفاده از آبیاری قطره‌ای زیرسطحی با تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی را با مقدار آب مصرفی ۴۰۲۵ متر مکعب در هکتار در حالت بدون محدودیت آب و تیمار تأمین ۷۵ درصد نیاز آبی را در حالت محدودیت منابع آب توصیه کردند. نتایج تحقیقات فوق نشان داد که مقدار آب آبیاری یکی از عوامل مهم در تولید گوجه‌فرنگی است و استفاده از آبیاری قطره‌ای در کشت گوجه‌فرنگی علاوه بر صرفه‌جویی در آب مصرفی باعث افزایش عملکرد می‌شود. علی‌رغم سطح زیر کشت بالای گوجه‌فرنگی در استان خوزستان و اهمیت بالای مدیریت آبیاری در تولید محصول با کیفیت، تحقیقات لازم در زمینه استفاده از آبیاری قطره‌ای در زراعت گوجه‌فرنگی صورت نگرفته است. از طرفی گرانی نهاده‌های کشاورزی از جمله بذر، کود و آب مصرفی در سال‌های اخیر و لزوم افزایش بازدهی مصرف این نهاده‌ها، باعث شده تا کشاورزان بیشتری از منطقه به استفاده از روش‌های آبیاری تحت فشار ترغیب شوند. به همین دلیل تحقیق حاضر با هدف مقایسه وضعیت عملکرد و کارایی مصرف آب در دو روش آبیاری جویچه‌ای و قطره‌ای و تعیین سطح مناسب آبیاری

مقدمه

گوجه فرنگی یک سبزی میوه‌ای است که به دلیل دوره کوتاه برگشت سرمایه، کشاورزان زیادی علاقمند به تولید آن می‌باشند (صدرقاین و همکاران، ۱۳۸۹). مجموع سطح زیر کشت این محصول در استان خوزستان حدود بیست هزار هکتار است که در دو نوبت بهار و تابستانه کشت می‌شود. مطالعات نشان می‌دهد که آبیاری قطره‌ای باعث افزایش عملکرد و کیفیت گوجه فرنگی می‌شود (هال، ۱۹۷۴). نتایج اعمال مقادیر آب ۰/۴، ۰/۶، ۰/۸، ۱/۰، ۱/۲ برابر میانگین تبخیر از تشت تبخیر کلاس A به روش آبیاری قطره‌ای روی سه رقم گوجه فرنگی نشان داد که حداکثر محصول در هر سه رقم، از تیمار مقدار آب ۰/۹ به دست آمد (جلینی و سبحانی، ۱۳۸۸). مقایسه آبیاری قطره‌ای در چهار سطح ۲۵، ۵۰، ۶۵ و ۸۰ درصد آب قابل دسترس با آبیاری جویچه‌ای گوجه فرنگی در خاکی لومی در جنوب غربی تایوان نشان داد که عملکرد گوجه فرنگی در تیمارهای قطره‌ای معنی‌دار نبود، هر چند که تیمار ۶۵ درصد بیشترین عملکرد را داشت، همچنین میزان ارتفاع گیاه در روش قطره‌ای بیشتر از روش جویچه‌ای بود، به طوری که متوسط ارتفاع بوته پس از ماه چهارم در روش قطره‌ای و جویچه‌ای به ترتیب ۸۰ و ۷۳ سانتی‌متر به دست آمد (استیو و همکاران، ۱۹۸۳). مطالعه‌ای دیگر نشان داد که عملکرد گوجه فرنگی در روش قطره‌ای نسبت به روش جویچه‌ای ۲۰ درصد افزایش و میزان آب مصرفی ۳۰ درصد کاهش یافت، اما کیفیت میوه تولیدی در دو روش اختلاف معنی‌دار نداشتند (لین و همکاران، ۱۹۸۳). نتایج اعمال هشت تیمار آبیاری ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ درصد تبخیر و تعرق نشان داد که با افزایش مقدار آب آبیاری، ماده خشک تولیدی کاهش و با کاهش آن مواد جامد محلول میوه افزایش یافت، اما اسیدیته میوه نسبت به مقادیر آب آبیاری تغییری نداشت (روبینو و تارانینو، ۱۹۸۸). نتایج مقایسه دو روش آبیاری قطره‌ای و جویچه‌ای بر مصرف آب و عملکرد گوجه فرنگی نشان داد که آب مصرفی در روش قطره‌ای ۷۰ درصد روش آبیاری جویچه‌ای و میزان عملکرد آبیاری قطره‌ای و جویچه‌ای به ترتیب برابر ۴۸ و ۳۲ تن در هکتار و نسبت سود به هزینه آنها به ترتیب ۵/۱ و ۲/۹ به دست آمد (چادها و همکاران، ۱۹۹۰). مطالعه دیگر نشان داد که عملکرد میوه گوجه فرنگی در روش آبیاری قطره‌ای زیر سطحی تفاوتی با روش

- 1 -Hall
- 2 -Steve *et al.*
- 3 -Lines *et al.*
- 4 -Rubino and Tarantino
- 5 -Jadhav *et al.*

فاصله بین تکرارها سه متر در نظر گرفته شد. پس از احداث جویچه‌ها عملیات کاشت بذر گوجه‌فرنگی رقم فلات به میزان ۲/۵ کیلوگرم در هکتار توسط سبزیکار مرسوم در منطقه در دهه اول مرداد انجام شد. در روش آبیاری سطحی، آب توسط یک نهر به ابتدای جویچه‌ها انتقال و سپس از طریق سیفون‌های هم قطر وارد جویچه‌ها شد. مقدار آب ورودی به جویچه‌ها و رواناب خروجی تیمار آبیاری سطحی، با فلوم WSC تیپ سه اندازه‌گیری شد. دور آبیاری در روش جویچه‌ای بر مبنای ۸۰ میلی‌متر تبخیر جمعی از تشتک تبخیر، معادل با دور آبیاری هفت روزه، در نظر گرفته شد. مقدار آب آبیاری بر اساس تعیین نیاز آبی گیاه و لحاظ نمودن بازده آبیاری در مراحل مختلف رشد بین ۵۰ تا ۷۵ درصد محاسبه شد. ضریب تشتک برای تمام تیمارها به طور متوسط ۰/۸ در نظر گرفته شد. عملیات کوددهی در دو نوبت قبل از گلدهی و پس از برداشت چین اول و هر نوبت به میزان ۱۳۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره صورت گرفت. آرایش لوله‌های تیپ، به صورت استفاده از یک خط لوله آبد به برای دو ردیف کاشت و فاصله لوله‌ها از یکدیگر ۱۵۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. از این رو، جویچه بین دو ردیف کاشت حذف و در عوض از جویچه‌های با عمق کم در فاصله بین دو ردیف کاشت استفاده شد.

قطره‌ای تیپ در اراضی شبکه آبیاری دز و همچنین اثر کوتاه مدت آبیاری قطره‌ای بر تجمع شوری در لایه سطحی خاک اجرا شد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر روش آبیاری تیپ بر عملکرد و کارایی مصرف آب گوجه فرنگی، تحقیقی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶ در مرکز تحقیقات کشاورزی صفی‌آباد دزفول اجرا شد. آبیاری قطره‌ای تیپ در سه سطح تأمین ۱۰۰ (T₁₀₀)، ۷۰ (T₇₀) و ۴۰ درصد (T₄₀) نیاز آبی و آبیاری جویچه‌ای (F) برنامه ریزی شده (تیمار شاهد) با یکدیگر مقایسه شدند (شکل ۱).

قبل از کاشت گوجه‌فرنگی نمونه‌ای مرکب از خاک مزرعه از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری تهیه و برای اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک به آزمایشگاه انتقال داده شد. نتایج در جدول (۱) ارائه شده است. زمین مورد نظر ابتدا در اوایل تیر ماه ماکار و سپس توسط گاواهن شخم زده شد. پس از خرد کردن کلوخ توسط دیسک و تسطیح کامل مزرعه توسط ماله، عملیات کودپاشی و پس از آن عملیات دیسک مجدد برای مخلوط کردن کود با خاک صورت گرفت. کرت‌های آزمایشی به طول ۳۰ متر و

آبیاری جویچه ای		
T100	T40	T70
آبیاری جویچه ای		
T70	T100	T40
آبیاری جویچه ای		
T40	T70	T100
تکرار سوم	تکرار دوم	تکرار اول

شکل ۱- نقشه طرح

جدول ۱- متوسط خصوصیات فیزیکی و شیمیایی دو ساله خاک مزرعه قبل از اعمال تیمارها

جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی متر مکعب)	بافت خاک	درصد رطوبت وزنی		اسیدیته	هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک (دسی زیمنس بر متر)	مواد آلی (درصد)	عمق خاک (سانتی متر)
		PWP	FC				
۱/۶۱	لومی رسی سیلتی	۱۲	۲۲	۷/۴	۱/۲	۰/۷۵	۰-۳۰
۱/۶۸	لومی رسی سیلتی	۱۲	۲۲	۷/۳	۱/۱	۰/۵	۳۰-۶۰
۱/۷	لومی رسی سیلتی	۱۲	۲۲	۷/۴	۰/۸	۰/۴۷	۶۰-۹۰

(بریکس)، اسیدیتته، درصد آب میوه، اسید اسکوربیک و اسید سیتریک گوجه‌های رسیده اندازه‌گیری شد. پارامترهای حاصل با استفاده از نرم افزار MSTATC تجزیه آماری و با استفاده از آزمون دانکن میانگین تیمارها با یکدیگر مقایسه شد.

نتایج و بحث

حجم آب مصرفی

نیاز آبی گوجه‌فرنگی در طول دوره رشد بر مبنای روش تشتک تبخیر برای سال اول و دوم به ترتیب ۶۱۶ و ۶۰۶ میلی‌متر با متوسط ۶۱۰ متر مکعب در هکتار برآورد شد. بارندگی‌های هر دو سال در اواخر دوره رشد گیاه و قبل از برداشت چین اول، رخ داد و حدود ۱۳ درصد آب مورد نیاز گیاه (۸۴ میلی‌متر) را تأمین کرد (شکل ۲ و ۳). مقایسه حجم آب مصرفی تیمارهای مختلف نشان داد که مصرف آب تیمارهای T_{40} و T_{70} نسبت به تیمار آبیاری کامل (T_{100}) به طور میانگین ۴۰ و ۱۹/۷ درصد کاهش یافته است (جدول ۲). این امر باعث شده تا متوسط رطوبت جرمی خاک در فواصل ۱۰ متری از ابتدای لوله در تیمار T_{100} حدود ۲۰/۳ درصد جرمی و در تیمارهای T_{40} و T_{70} ، مقادیر متوسط ۱۶/۳ و ۱۸ درصد جرمی را نشان دهد. از طرف دیگر مقایسه مقادیر رطوبت در طول لوله تیپ در هر یک از سطوح آبیاری حاکی از تغییرات ناچیز رطوبت خاک و بیانگر یکنواختی پخش مناسب آب از خروجی های تیپ است (شکل ۴). حجم آب مصرفی در مرحله کاشت تا چهار برگی شدن گیاه (قبل از اعمال تیمارها) در سال اول و دوم به ترتیب ۱۹۰۶ و ۲۲۱۳ مترمکعب در هکتار بود. این مقدار حدود ۳۰ درصد آب مصرفی تیمار T_{100} در کل دوره رشد است (جدول ۲). زیرا علی‌رغم پایین بودن نیاز آبی گیاه در مرحله ابتدایی رشد، آب بیشتری برای جوانه زنی و استقرار گیاه مصرف شد.

از این رو به نظر می‌رسد که استفاده از کشت نشاء می‌تواند مصرف آب در این مرحله را کاهش دهد. مقایسه مقدار آب مصرفی در دو تیمار آبیاری جویچه‌ای و T_{100} بیانگر کاهش ۳۴ تا ۳۸ درصدی آب مصرفی در روش قطره‌ای است. سایر محققان مقدار کاهش ۴۴ درصدی را گزارش کرده‌اند (سامیس^۲، ۱۹۸۰؛ شریواستاوا و همکاران^۱، ۱۹۹۴).

اندازه‌گیری‌های گیاهی

برداشت سال اول در سه چین و سال دوم به دلیل وجود شرایط مناسب آب و هوایی در چهار چین انجام شد. نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌های حاصل از سال اول و دوم نشان داد که بین تیمارهای آزمایش از نظر صفات عملکرد کل، عملکرد میوه‌های بازارپسند و کارایی مصرف آب آبیاری اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد وجود داشت (جدول ۳).

برای کنترل میزان فشار و آبدهی لوله‌های تیپ، لوله نیمه اصلی هر تیمار به مجموعه کنتور، شیر فلکه و فشارسنج متصل شد. فشار مورد نیاز توسط یک عدد الکتروپمپ ۲۵۰-۴۰ با ۱۴۵۰ دور در دقیقه و قدرت سه کیلووات تأمین و برای تصفیه آب از فیلتر شنی و توری استفاده شد. آب مورد نیاز از شبکه آبیاری دز، با کیفیت C_2S_1 بر اساس روش طبقه بندی ویل کاکس، تأمین شد. برای محاسبه مقدار آب مورد نیاز گیاه، تبخیر و تعرق گیاه مرجع با استفاده از داده‌های روزانه هواشناسی و براساس روش تشتک تبخیر محاسبه و با اعمال ضریب گیاهی گوجه فرنگی بر مبنای نشریه ۲۴ فائو اصلاح شده نیاز آبی گوجه فرنگی تعیین شد. مقدار آب مورد نیاز گیاه براساس دور آبیاری دو تا سه روزه به صورت زیر محاسبه و در اختیار گیاه قرار گرفت (علیزاده، ۱۳۷۶).

$$E T_0 = K_p \times E_p \quad (1)$$

$$E T_c = K_c \times E T_0 \quad (2)$$

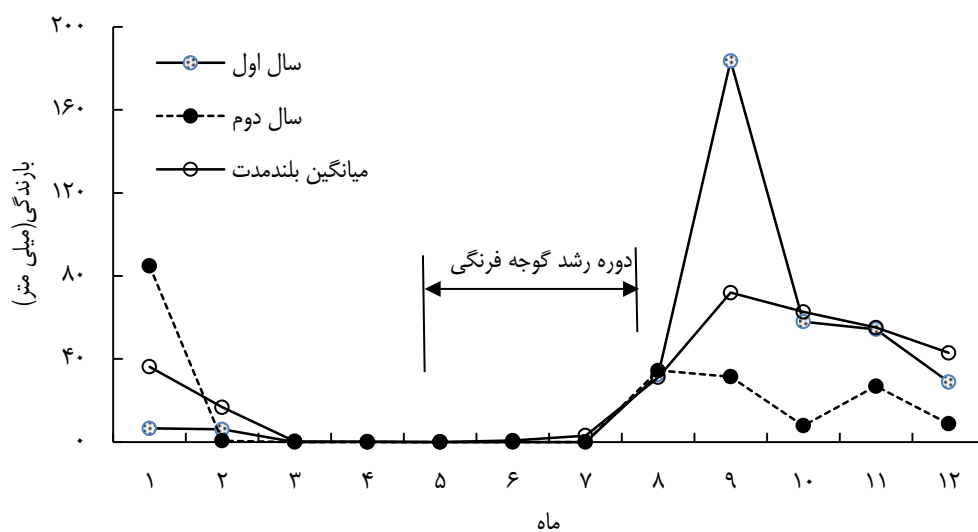
$$T_d = E T_c \times (0.1 \times P_d)^{0.5} \quad (3)$$

که $E T_0$: تبخیر و تعرق پتانسیل گیاه مرجع، K_p : ضریب مربوط به تشتک تبخیر E_p : مقدار تبخیر از تشتک تبخیر، K_c : ضریب گیاهی گوجه فرنگی، $E T_c$: نیاز آبی گیاه، T_d : مقدار نیاز آبی یا تعرق روزانه در آبیاری قطره‌ای که فقط بخشی از زمین آبیاری می‌شود (میلی‌متر در روز) و P_d : درصد مساحت سطح خاک که توسط پوشش گیاهی در هنگام ظهر خورشیدی سایه اندازی شده و به آن سطح سایه انداز گیاه گفته می‌شود. لوله‌های تیپ مورد استفاده دارای روزنه‌هایی به فاصله ۳۰ سانتی‌متر و آبدهی حدود چهار لیتر در ساعت در واحد طول (متر) بود. حجم آب مورد نیاز هر تیمار از حاصل ضرب حجم ناخالص آب مورد نیاز هر بوته در سطح زیر کشت محاسبه و برای تیمار T_{100} تمام این مقدار و برای تیمارهای T_{70} و T_{40} به ترتیب ۷۰ و ۴۰ درصد این میزان با نصب کنتور در مسیر هر یک از تیمارها به گیاه داده شد. پس از کاشت، تمام عملیات زراعی شامل کودپاشی، وجین، سمپاشی و تنک کردن بوته‌ها برای کلیه تیمارها به صورت یکسان اعمال شد. برای اندازه‌گیری یکنواختی توزیع رطوبت لایه سطحی خاک (عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر) مقدار رطوبت خاک در طول لوله به فواصل ۱۰ متری و برای تمام رژیم‌های آبیاری به روش وزنی اندازه‌گیری شد. برداشت محصول درسه الی چهار نوبت انجام گرفت. در هر نوبت میوه‌های سالم و بازارپسند (با قطر بزرگ‌تر از چهار سانتی‌متر) و غیر بازارپسند (فن و همکاران^۱، ۱۹۸۹) به صورت جداگانه توزین و در هر یک از تیمارها عملکرد کل، عملکرد میوه درشت و ریز، متوسط وزن میوه و کارایی مصرف آب، نسبت بین عملکرد به مقدار آب مصرفی، محاسبه شد. برای تعیین کیفیت محصول، در برداشت آخر درصد مواد جامد محلول

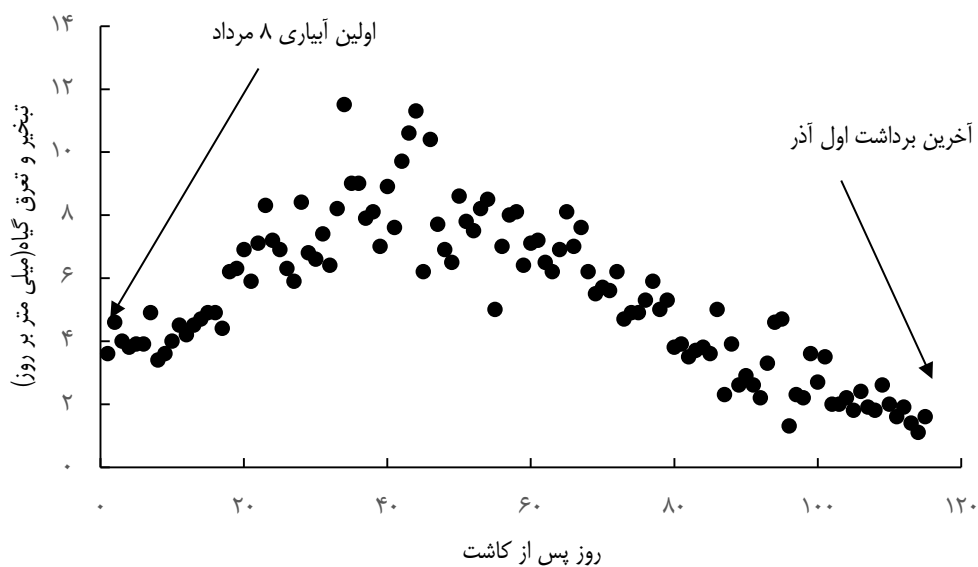
2 - Sammis

3 - Shrivastva et al.

1 - Phene et al.



شکل ۲- بارش ماهانه در دو سال اجرای آزمایش و میانگین ۳۰ ساله

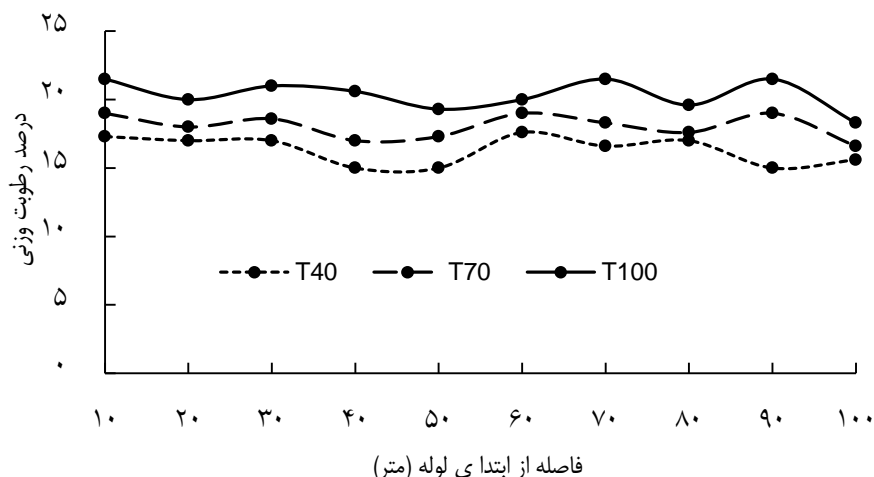


شکل ۳- تبخیر و تعرق روزانه گوجه فرنگی در سال اول

جدول ۲- کل حجم آب ورودی به هر یک از تیمارها بر حسب مترمکعب در هکتار در دو سال اجرای آزمایش

جویچه ای	رژیم آبیاری			تاریخ کاشت	سال اول
	T ₁₀₀	T ₇₀	T ₄₀		
۹۳۸۰	۶۱۹۸	۴۹۱۳	۳۶۳۴	۸ مرداد	سال اول
۱۰۲۸۲	۶۳۶۰	۵۱۷۵	۳۹۰۷	۲ مرداد	سال دوم

خرمیان: اثر سطوح مختلف آبیاری قطره ای تیپ بر عملکرد...



شکل ۴- رطوبت خاک در طول لوله در عمق ۳۰ سانتی متری برای سطوح مختلف آبیاری تیپ

عملکرد کل و عملکرد میوه بازار پسند شد. این مقدار کاهش در تیمار T70 نسبت به تیمار T100 معنی دار نبود. بنابراین می توان چنین اظهار نمود که تنش ملایم در دوره رشد گوجه فرنگی به ویژه در مراحل گلدهی و پس از آن تأثیری در کاهش عملکرد گوجه فرنگی نداشته است. این نتایج با یافته های علیزاده و همکاران (۱۳۷۹) اندکی متفاوت است. این محققان اظهار نموده اند که با استفاده از روش قطره ای در شرایط آب و هوایی مشهد با تأمین ۷۵ و ۵۰ درصد آب آبیاری عملکرد محصول به طور معنی دار کاهش می یابد. مقایسه تیمارهای آبیاری تیپ و آبیاری جویچه ای نشان داد که میزان عملکرد گوجه فرنگی حتی در تیمار T40 بالاتر از آبیاری جویچه ای است. زیرا زمان گلدهی گوجه فرنگی و مراحل پس از آن با کاهش درجه حرارت محیط (مهر و آبان) و تأمین قسمتی از نیاز آبی گیاه توسط بارندگی های پاییزه مصادف شد. از طرف دیگر گستردگی سیستم ریشه گوجه فرنگی باعث نفوذ در لایه های خاک و جذب رطوبت از لایه های زیرین می شود (علیزاده، ۱۳۸۴). نتایج سایر محققان همگی نشان دهنده برتری کامل روش آبیاری قطره ای نسبت به روش آبیاری جویچه ای در زراعت گوجه فرنگی است (هال، ۱۹۷۴؛ جادها و همکاران، ۱۹۹۰؛ لین و همکاران، ۱۹۸۳؛ روبرت و همکاران، ۱۹۷۶). متوسط وزن میوه در دو سال اجرای آزمایش تفاوت معنی دار نداشت (جدول ۳)، حال آنکه با کاهش مقدار آب، وزن میوه به طور معنی دار کاهش یافت.

به طوری که وزن میوه در تیمارهای T70 و T40 به ترتیب ۱۳ و ۴۱ درصد نسبت به تیمار T100 کاهش نشان داد، زیرا مقدار رطوبت خاک در تمام مراحل رشد گیاه در دو تیمار T70 و T40 پایین بود و تفاوت معنی دار با رطوبت در تیمار تأمین کل نیاز آبی گیاه (T100) داشت (شکل ۲).

عملکرد کل در سال اول حدود ۴۳/۶ تن در هکتار و در سال دوم با افزایش ۱۶/۷ درصدی به ۵۲/۴ تن در هکتار رسید. بارش باران (۳۲/۱ میلی متر) به همراه تگرگ و باد شدید (حداکثر سرعت باد ۱۵ متر بر ثانیه) در اوائل آبان در سال اول باعث شد تا قسمتی از میوه بوته ها قبل از برداشت از بین رفته و در مجموع عملکرد سال اول نسبت به سال دوم کاهش یابد. مقایسه میانگین رژیم های آبیاری قطره ای تیپ (جدول ۴) نشان داد که بیشترین عملکرد کل مربوط به تیمار T100 با ۵۴/۶ تن در هکتار است که با تیمار T70 با عملکرد ۵۳/۴ تن در هکتار در یک سطح آماری قرار داشته و نسبت به روش آبیاری جویچه ای ۲۵ درصد افزایش عملکرد را نشان داد. بر این اساس می توان گفت که در شرایط آب و هوایی شمال خوزستان روش آبیاری قطره ای تیپ با تأمین ۷۰ درصد کل آب مورد نیاز گیاه برتر از روش آبیاری جویچه ای است. مقایسه میانگین عملکرد میوه بازار پسند بین تیمارهای مختلف روند مشابهی را نشان داد. با این تفاوت که عملکرد میوه بازار پسند در تیمار T100 نسبت به روش آبیاری جویچه ای ۳۰ درصد افزایش یافت. علت افزایش عملکرد میوه در آبیاری قطره ای تیپ را می توان در دور آبیاری کوتاه و در نتیجه تأمین رطوبت مورد نیاز گیاه و همچنین توزیع یکنواخت کود و افزایش بازده مصرف کود دانست (سینگاندھوپ و همکاران، ۲۰۰۲). نتایج مطالعات در ایالت کالیفرنیا آمریکا در خاک لومی رسی نشان داد که بازده جذب کود در آبیاری قطره ای گوجه فرنگی بیش از آبیاری جویچه ای است (روبرت و همکاران، ۱۹۷۶). موسوی فضل و محمدی (۱۳۸۴) بیشترین و کمترین عملکرد (به ترتیب ۶۲ و ۵۷ تن در هکتار) را از تیمارهای ۱۰۰ و ۷۵ درصد تأمین آب در روش قطره ای با مقادیر آب مصرفی به ترتیب ۷۶۰۰ و ۶۰۰۰ مترمکعب در هکتار نتیجه گرفتند. اعمال کم آبیاری (تیمارهای T70 و T40) باعث کاهش

1-Singandhupe et al.

2-Robert et al.

جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب تیمارهای آزمایشی برای صفات کمی و کیفی گوجه فرنگی

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد بازار پسند	عملکرد غیر بازار پسند	عملکرد کل	متوسط وزن میوه	کارایی مصرف آب	بریکس	اسیدیته	اسید اسکوربیک!	اسید سیتریک!
سال	۱	۱۲۳۴/۱**	۱۹۸/۴ ^{ns}	۴۵۵/۹ ^{ns}	۱۳/۵ ^{ns}	۸/۷ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۳ ^{ns}	-	-
خطا	۲	۲۷/۵	۳۴/۵	۹۳/۲	۲۰/۴	۵	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱	-	-
آبیاری	۳	۲۲۰/۳**	۸/۹ ^{ns}	۲۹۲/۱**	۱۰/۱۹**	۵۸/۱**	۰/۰۰۵**	۰/۰۰۳ ^{ns}	۷/۵ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}
سال * آبیاری	۳	۴۱/۴ ^{ns}	۶/۷ ^{ns}	۶۷/۹ ^{ns}	۲۰/۳ ^{ns}	۳/۴ ^{ns}	۰/۰۰۵ ^{ns}	۰/۰۰۳ ^{ns}	-	-
خطا		۲۷/۷	۵/۸	۳۴/۸	۴۷/۲	۱/۴	۰/۰۰۵	۰/۰۰۳	۶/۹	۰/۰۰۱
CV (درصد)		۱۵/۸	۱۶/۵	۱۲/۳	۱۱/۹	۱۳/۷	۲/۳	۲/۳	۱۳/۲	۶/۹۲

ns, * و **: به ترتیب بیانگر تفاوت غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و یک درصد، اعداد یک سال در اختیار بوده است.

جدول ۴- اثر روش و رژیم آبیاری بر صفات کمی گوجه فرنگی

تیمار	عملکرد بازار پسند (تن در هکتار)	عملکرد غیر بازار پسند (تن در هکتار)	عملکرد کل (تن در هکتار)	وزن متوسط میوه (گرم)	کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب)
T ₄₀	۲۸/۷b	۱۴/۱a	۴۳/۱bc	۳۹/۳c	۱۱/۴a
T ₇₀	۳۷ab	۱۶/۴a	۵۳/۴ab	۵۸/۳b	۱۰/۶ab
T ₁₀₀	۳۹/۸a	۱۴/۶a	۵۴/۶a	۶۷/۱a	۸/۷b
جویچه ای	۲۷/۶b	۱۴/۶a	۴۱/۰c	۶۶/۷a	۴/۴c

در هر ستون اعدادی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند با یکدیگر اختلاف معنی دار ندارند.

جامد محلول گوجه‌فرنگی در حالت اعمال کم آبیاری گزارش شده است (علیزاده و همکاران، ۱۳۷۹). این ویژگی در کاهش هزینه‌های فرآوری گوجه فرنگی اهمیت زیادی دارد (دیویس و هابسون، ۱۹۸۱).

تغییرات شوری خاک

تأثیر کوتاه‌مدت استفاده از آبیاری قطره‌ای تیپ بر تغییرات شوری نیمرخ خاک به صورت نمونه‌گیری و اندازه‌گیری هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک، اسیدیته و نسبت جذب سدیم از لایه‌های خاک تا عمق ۹۰ سانتی‌متر بررسی شد (جدول ۶). فارغ از اینکه توزیع املاح در اطراف لوله متأثر از عواملی نظیر حجم آب خروجی از روزنه‌ها و فاصله محل نمونه‌گیری از لوله می‌باشد، نتایج حاصل از مقایسه میانگین صفات یاد شده بیانگر نداشتن اختلاف معنی‌دار سطوح مختلف آبیاری است. با وجود این، با کاهش مقدار آب خروجی از قطره‌چکان‌ها، شوری خاک کاهش یافته است، زیرا با کاهش مقدار آب آبیاری (T₄₀)، تبخیر و تعرق از لایه سطحی کمتر شده و در نتیجه املاح کمتری در خاک تجمع یافته است (جدول ۶).

بین تیمارهای مختلف از نظر کارایی مصرف آب اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد وجود داشت، به طوری که حداکثر کارایی مصرف آب از تیمار T₄₀ با مقدار ۱۱/۴ و حداقل آن از تیمار آبیاری جویچه‌ای با مقدار ۴/۴ و به طور میانگین متوسط کارایی مصرف آب در کلیه تیمارهای قطره‌ای حدود ۲/۳ برابر آبیاری جویچه‌ای به دست آمد. برخی محققان کارایی مصرف آب در روش قطره‌ای را حدود دو برابر روش جویچه‌ای گزارش کردند (بانگل و همکاران، ۱۹۸۶؛ سینگ و سینگ، ۱۹۷۸). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که کارایی مصرف آب دو تیمار T₄₀ و T₇₀ در یک سطح آماری بود. عملکرد یکسان T₁₀₀ و T₇₀ و بالا بودن ۱۸ درصدی کارایی مصرف آب تیمار T₇₀ نسبت به تیمار T₁₀₀ نشان می‌دهد که استفاده از تیمار T₇₀ در اراضی مشابه محل اجرای طرح امکان‌پذیر است.

تأثیر مثبت کم آبیاری بر افزایش عملکرد گوجه‌فرنگی توسط برخی از محققان گزارش شده است (استیو و همکاران، ۱۹۸۳). روش آبیاری تأثیر معنی‌دار بر خصوصیات کیفی میوه از جمله اسیدیته، اسید اسکوربیک و اسید سیتریک نداشت، حال آنکه با اعمال کم آبیاری مقدار بریکس میوه افزایش یافت (جدول ۳ و ۵). نتایج مشابهی توسط سایر محققان در خصوص افزایش درصد مواد

1- Bangle et al.

2- Singh and Singh

3- Davis and Hobson

خرمیان: اثر سطوح مختلف آبیاری قطره ای تیپ بر عملکرد...

جدول ۵- اثر روش و رژیم آبیاری بر صفات کیفی گوجه فرنگی

تیما	بریکس	اسیدیته	اسید اسکوربیک (میلی گرم در ۱۰۰ گرم)	اسیدسیتریک (درصد)
T ₄₀	۳/۲۵a	۴/۰۹a	۲۱/۲a	۰/۳۴a
T ₇₀	۳/۱۶b	۴/۱۴a	۱۷/۷a	۰/۳۳a
T ₁₀₀	۳/۱۱b	۴/۱۳a	۱۹/۷a	۰/۳۷a
جویچه ای	۳/۲ab	۴/۱۵a	۲۰/۹a	۰/۳۵a

در هر ستون اعدادی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند با یکدیگر اختلافی ندارند.

جدول ۶- مقایسه خصوصیات کیفی خاک تیمارهای قطره ای در ابتدای و انتهای دوره رشد

تیما آزمایشی	هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک (دسی زیمنس بر متر)	اسیدیته	نسبت جذب سدیم
T ₄₀	۰/۸۹a	۷/۹۳a	۰/۹۲a
T ₇₀	۱/۰۳a	۷/۸۵a	۱/۰۵a
T ₁₀₀	۱/۰۷a	۷/۸۲a	۱/۰۰a
قبل از اجرا	۰/۹۳a	۷/۸۳a	۰/۷۷a

در هر ستون اعدادی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند با یکدیگر اختلاف معنی دار ندارند.

جدول ۷- مقایسه میانگین خصوصیات کیفی خاک در عمق های مختلف

عمق (سانتی متر)	هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک (دسی زیمنس بر متر)	اسیدیته	نسبت جذب سدیم
۰-۳۰	۱/۴a	۷/۶۶a	۰/۸۳a
۳۰-۶۰	۰/۸۶b	۷/۹۱ab	۰/۹۴a
۶۰-۹۰	۰/۶۸b	۸/۰۰b	۱/۰۴a

در هر ستون اعدادی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند با یکدیگر اختلاف معنی دار ندارند.

کلسیم و منیزیم به لایه‌های پایین‌تر در طی سال‌های متمادی است.

نتیجه گیری

استفاده از روش آبیاری قطره‌ای تیپ برای گیاه گوجه‌فرنگی باعث کاهش قابل ملاحظه مصرف آب و افزایش عملکرد محصول نسبت به روش آبیاری جویچه‌ای شد. اختلاف حجم آب ورودی در سطوح آبیاری تیپ و در نتیجه تفاوت معنی‌دار رطوبت خاک در هر یک از تیمارهای آبیاری نشان داد که دستیابی به حداکثر عملکرد کل با تأمین ۷۰ درصد نیاز آبی (تیمار T₇₀) با عملکرد ۵۳/۴ تن در هکتار (امکان پذیر است. این تیمار با تیمار T₁₀₀ با ۵۴/۶ تن در هکتار در یک سطح آماری قرار داشت و نسبت به روش آبیاری جویچه‌ای ۲۵ درصد افزایش عملکرد را نشان داد. لذا می‌توان نتیجه گرفت که در شرایط آب و هوایی شمال خوزستان روش آبیاری قطره‌ای با تأمین ۷۰ درصد کل آب مورد نیاز گیاه قابل استفاده می‌باشد. علی‌رغم اثر یکسان سطوح مختلف آبیاری بر خصوصیات کیفی میوه از جمله اسیدیته، اسید اسکوربیک و اسید سیتریک، اعمال کم آبیاری در روش تیپ باعث افزایش مقدار بریکس شد. افزایش شوری خاک در آبیاری قطره‌ای موضوعی است که بایستی با استفاده از راهکارهای مدیریتی همانند آبیاری سطحی در انتهای دوره رشد کنترل شود.

اگر چه تفاوت‌هایی در شوری خاک در انتهای فصل رشد در سطوح مختلف آبیاری قطره‌ای تیپ و آبیاری جویچه‌ای مشاهده نشد، اختلاف مقدار شوری در عمق‌های مختلف با یکدیگر معنی‌دار بود (جدول ۷). به طوری که میانگین شوری عمق ۰-۳۰ سانتی‌متر ۱/۴ دسی زیمنس بر متر و در مقایسه با عمق ۳۰-۶۰ سانتی‌متر حدود ۳۸ درصد بیشتر بود، زیرا مقدار آب خروجی از لوله تیپ تقریباً معادل تبخیر و تعرق گیاه است و بنابراین نفوذ عمقی آب کم بوده و شستشوی املاح با آب آبیاری امکان پذیر نیست. این امر باعث شده تا غلظت املاح در اطراف لوله تیپ افزایش یافته و تفاوت معنی‌دار نسبت به عمق‌های پایین‌تر نشان دهد. سایر محققان نشان دادند که انتقال و تجمع نمک در نیم‌رخ خاک بستگی مستقیم به مقدار و کیفیت آب آبیاری و عوامل محیطی از قبیل شدت تبخیر و تعرق، میزان بارندگی و توالی کشت دارد و با افزایش مقدار آب آبیاری از تجمع شوری کاسته می‌شود (فلاگلا و همکاران، ۲۰۰۲؛ جادها و همکاران، ۱۹۹۰). روند تغییرات اسیدیته نیم‌رخ خاک به دلیل آهکی بودن خاک‌های منطقه، افزایشی است و نشان‌دهنده افزایش کاتیون‌های کلسیم، منیزیم و سدیم در لایه‌های زیرین است. معمولاً تغییرات نسبت جذب سدیم خاک تابعی از اسیدیته خاک است و بیانگر شستشوی املاح

منابع

- ۱- جلیبی، م. و سبحانی، ع. ۱۳۸۸. بررسی اثرات سطوح مختلف آب و مالچ پلاستیک بر کمیت و کیفیت گوجه فرنگی در روش آبیاری قطره ای سطحی و زیرسطحی. گزارش نهایی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. شماره ثبت ۸۸/۹۷۷.
- ۲- صدرقاین، س. ح.، اکبری، م.، افشار، ه. و نخجوانی مقدم، م. م. ۱۳۸۹. اثر سه روش آبیاری میکرو و سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد گوجه فرنگی، نشریه آب و خاک، ۲۴ (۳): ۵۸۲-۵۷۴.
- ۳- علیزاده، ا.، قربانی، ق. و حق نیا، غ. ۱۳۷۹. مقایسه عملکرد و کیفیت محصول گوجه فرنگی در دو روش آبیاری قطره ای و جویچه ای. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۴ (۴): ۸-۱.
- ۴- علیزاده، ا. ۱۳۸۴. رابطه آب و خاک و گیاه. انتشارات دانشگاه امام رضا، ۴۷۰ صفحه.
- ۵- علیزاده، ا. ۱۳۷۶. آبیاری قطره ای. انتشارات دانشگاه امام رضا، ۴۷۰ صفحه.
- ۶- گلکار، ف.، فرهمند، ع. ر. و فرداد، ح. ۱۳۸۷. بررسی تاثیر میزان آب آبیاری بر عملکرد و بازده مصرف آب در گوجه فرنگی. مجله مهندسی آب، ۱: ۱۹-۱۳.
- ۷- موسوی فضل، س. ح. و محمدی، ع. ر. ۱۳۸۴. اثر تنش های آبی در مراحل مختلف رشد بر کمیت و کیفیت دو رقم گوجه فرنگی (کال جی و موبیل). مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی. ۶: ۳۹-۲۷.
- 8- Bangle, G. B., Lonhe, R. B. and D.H. Kalbande. 1986. Evaluation of water saving in tomato by trickle method of irrigation. Current Research Reporter, Mahatma Phule Agricultural University, 2(Special Number, Agricultural Engineering): 28-32.
- 9- Davies, J. N. and G. E. Hobson. 1981. The constituents of tomato fruits: The influence of environment, nutrition and genotype. In: CRC Critical Reviews of Food Science and Nutrition. pp 205-280.
- 10-Flagella, Z., V.C. Giuliani, M.M. Tarantino, and A. D. Caro. 2002. Crop salt tolerance: Physiological, yield and quality aspects. Rec. Res. Dev. Plant Biol. 2:155- 186.
- 11-Hall, B. J. 1974. Staked tomato drip irrigation in California. Second International Drip Irrigation Congress, PP. 420-445.
- 12-Jadhav, S., Gutal, G. B. and A. A. Chougule. 1990. Cost economic 11 th international Congress on The Use of Plastics in Agriculture, New dehly. India, PP: 171-176.
- 13-Lines, S. S., Jobbell, J. N., Tsou S. S. and W.E. Splittstoesser. 1983. Drip irrigation and tomato yield under tropical conditions. Hortscience. 21: 495-498.
- 14-Phene, C. J., Davis, K. R., McCormick, R. L., Hutmacher, R. B. and J. D. Pierro. 1989. Water fertility management for subsurface dripirrigated tomatoes. Proceeding of The International Symposium on Integrated Management Practice, Taiwan.
- 15-Pitts, D. J. and G. A. Clark. 1991. Comparison of drip irrigation to subirrigation for tomato production in scuth west florida. Applied Engineering in Agriculture. 7(4): 177-180.
- 16-Robert, J. M., Rolston, D. E., Rauschkolb, R. S. and D. W. Wolfe. 1976. Drip application of nitrogen is efficient. California Agriculture, 30(11): 16-18.
- 17-Rubino, P. and E. Tarantino. 1988. Influence of irrigation techniques on behavior of some processing tomato cultivars. Acta Horticulturalis, 228:109-118.
- 18-Sammis, T. W. 1980. Comparison of sprinkler, trickle, subsurface and furrow irrigation methods for row crops. Agronomy Journal, 72(5):701-704.

خرمیان: اثر سطوح مختلف آبیاری قطره ای تیپ بر عملکرد...

- 19-Shrivastava. P. K., Parikh, M. M., Sawani, N. G. and S. Raman. 1994. Effect of drip irrigation and mulching on tomato yield. *Agricultural Water Management*, 25(2):179-184.
- 20-Singandhupe, R. B., Rao, N. G., Patial, and P.S. Brahmand, 2002. Fertigation studies and irrigation scheduling in drip irrigation system in tomato crop. *Europ Journal Agronomy*, 19: 327-340.
- 21-Singh, S. D. and P. Singh. 1978. Value of drip irrigation compared with conventional irrigation for vegetable production in a hot arid climate. *Agronomy Journal*. 70(6): 945-47.
- 22-Steve, S. M., Lin, J., Hubbell, N. and C. S. T. Samson. 1983. Drip irrigation and tomato yield under tropical conditions. *Journal of American Society Horticulture Science*, 18(4): 460-461.