

## اثر سه روش آبیاری میکرو و سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد گوجه فرنگی

سید حسین صدرقاین<sup>۱\*</sup> - مهدی اکبری<sup>۲</sup> - هادی افشار<sup>۳</sup> - محمد مهدی نخجوانی مقدم<sup>۴</sup>

تاریخ دریافت: ۸۸/۱۰/۲۳

تاریخ پذیرش: ۸۹/۲/۵

### چکیده

به منظور ارزیابی فنی سه سیستم آبیاری میکرو بر عملکرد گوجه فرنگی در سه سطح تأمین آب، طرح تحقیقاتی طی دو سال زراعی در مرکز تحقیقات کشاورزی ورامین به مرحله اجرا در آمد. در این طرح، سه سیستم آبیاری میکرو شامل، آبیاری قطره‌ای نواری تیپ زیر سطح خاک (A<sub>1</sub>)، آبیاری قطره‌ای نواری تیپ روی سطح خاک (A<sub>2</sub>) و آبیاری قطره‌ای با لوله‌های قطره چکان دار (A<sub>3</sub>) به عنوان عامل اصلی و سه سطح تأمین آب B<sub>1</sub>، B<sub>2</sub> و B<sub>3</sub> به ترتیب به میزان ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد تأمین آب مورد نیاز گیاه به عنوان عامل فرعی در قالب طرح کرت‌های خرد شده بر پایه بلوکهای کامل تصادفی مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد، بیشترین عملکرد محصول مربوط به روش آبیاری تیپ در عمق خاک با سطح تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه بود، ولی تفاوت معنی داری بین میانگین عملکرد این روش آبیاری با روش آبیاری قطره ای با تأمین آب به میزان ۷۵ درصد نیاز آبی وجود نداشت. همین طور بین میانگین میزان آب مصرفی این دو روش آبیاری تفاوت معنی داری وجود نداشت. کارایی مصرف آب در روش آبیاری قطره ای با تأمین ۷۵ درصد نیاز آبی، به طور معنی داری بیشتر از میانگین کارایی مصرف آب در سایر تیمارها بود، و فقط با روش آبیاری قطره‌ای تیپ در عمق خاک با تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی تفاوت معنی دار نداشت. این نتایج نشان می‌دهد که حداکثر محصول گوجه فرنگی زمانی اتفاق می‌افتد، که نیاز آبی گیاه به طور کامل تأمین شود. لذا با توجه به نتایج بدست آمده، تیمار آبیاری قطره‌ای تیپ در عمق خاک با تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی با مصرف ۳۹۲۰ متر مکعب آب در هکتار و تولید ۴۹۰۳۷ کیلوگرم گوجه فرنگی در هکتار از سایر تیمارها برتری داشته و برای جاهایی که محدودیت منابع آبی وجود نداشته باشد برای حصول حداکثر عملکرد قابل توصیه به کشاورزان می‌باشد. در صورتی که محدودیت منابع آبی در طول فصل رشد وجود داشته باشد روش آبیاری قطره‌ای با تأمین ۷۵ درصد نیاز آبی برای حصول حداکثر کارایی مصرف آب پیشنهاد می‌گردد.

**واژه های کلیدی:** آبیاری قطره ای، آبیاری تیپ، کارایی مصرف آب، گوجه فرنگی، ورامین

### مقدمه

هر گونه نقصان در تأمین نیاز آبی گیاه منجر به کاهش شدید عملکرد می‌گردد. گوجه فرنگی یکی از سبزی‌های مهمی است که به علت دارا بودن انواع ویتامین‌ها، اسیدهای مفید، قند و املاح معدنی نقش مهمی در سلامت انسان دارد. این محصول به صورت گوناگون به مصرف می‌رسد (۶). گوجه فرنگی یکی از سبزی‌های با ارزشی است که با توجه به صدور فرآورده‌های آن به دیگر کشورها، رونق بازار جهانی تولیدات حاصل از این فرآوری و امکانات وسیع تولید و فرآوری آن در کشور اهمیت اقتصادی زیادی یافته و با توجه به ارز آوری مناسب مورد توجه بسیاری از متولیان کشاورزی قرار گرفته است (۴ و ۸). سطح زیر کشت، میزان تولید و متوسط عملکرد محصول گوجه فرنگی در دنیا به ترتیب ۲۸۵۲ هزار هکتار، ۷۷۵۴۰ هزار تن و ۲۷/۲ تن در هکتار می‌باشد. کشورهای آسیایی تقریباً ۳۹ درصد گوجه فرنگی جهان را تولید می‌نمایند که در بین آنها چین مقام اول تولید را به خود اختصاص داده است. کشورهای تولیدکننده گوجه فرنگی در دنیا به

در طبقه بندی محصولات کشاورزی، محصولات سبزی و صیفی در گروه محصولات نقدی<sup>۵</sup> قرار دارند. خصوصیت بارز این گروه از محصولات این است که محصول تولید شده به عنوان محصول نهائی در بازار عرضه شده و همچنین دوره زمانی برگشت سرمایه در مورد محصولات این گروه بسیار کوتاه می‌باشد. به همین دلیل کشاورزان تمایل زیادی به کشت این گروه از محصولات دارند. از سوی دیگر محصولات سبزی و صیفی نسبت به کمبود آب بسیار حساس بوده و

۱، ۲ و ۴- به ترتیب مربی پژوهش، استادیار و مربی پژوهش مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی کرج

(\*- نویسنده مسئول: Email: sadr\_ghaen@yahoo.com)

۳- مربی پژوهش مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی

سطحی را با روش آبیاری فارو به مدت سه سال بر عملکرد گوجه فرنگی و پنبه مورد بررسی قرار دادند. عملکرد گوجه فرنگی در روشهای آبیاری قطره‌ای بیشتر از آبیاری فارو بود. آنها دریافتند که نوارهای تیپ و لوله‌های قطره چکان دار برای آبیاری زیر سطحی گوجه فرنگی و پنبه مناسب هستند. موفوک و همکاران (۱۹) عملکرد گوجه فرنگی را در سیستم آبیاری قطره‌ای با جریان پیوسته (۲۴) ساعت (۰/۰۳، ۰/۰۵، ۰/۰۶ و ۰/۰۷ لیتر در ساعت را با تیمار شاهد، (آبیاری روز در میان) مورد بررسی قرار دادند. در تیمارهای آبیاری قطره‌ای با جریان پیوسته، رطوبت در منطقه ریشه در تمام فصل رشد نزدیک ظرفیت زراعی بود. عملکرد در تیمار شاهد و تیمارهای آبیاری قطره‌ای با جریان پیوسته به ترتیب ۲۲/۳، ۴۲/۹، ۴۲/۶، ۴۴/۴ و ۴۴/۴ تن در هکتار حاصل شد. آنها دامنه مناسب دبی را در یک سیستم آبیاری قطره‌ای با جریان پیوسته را برای تأمین نیاز آبی گوجه فرنگی بین ۰/۰۳ تا ۰/۰۵ لیتر بر ساعت گزارش کردند. زوتارلی و همکاران (۲۴) گزارش نمودند که استفاده از سیستم‌های آبیاری قطره‌ای زیر سطحی سبب افزایش عملکرد و کارایی مصرف آب گوجه فرنگی می‌گردد. العمران (۹) طی آزمایشی به بررسی اثر سطوح آبیاری و روش آبیاری قطره‌ای سطحی و زیر سطحی بر عملکرد و کارایی مصرف آب گوجه فرنگی در منطقه عربستان سعودی پرداخت. نتایج نشان داد که با افزایش سطح آبیاری عملکرد محصول افزایش یافت، لیکن افزایش سطوح آبیاری سبب کاهش کارایی مصرف آب گوجه فرنگی گردید. همچنین وی بین عملکرد و کارایی مصرف آب در دو روش آبیاری قطره‌ای سطحی و زیر سطحی تفاوت معنی داری را مشاهده نمود.

مانفریناتو (۱۸) در مطالعه ای نتیجه گرفت که عملکرد گوجه فرنگی تحت آبیاری قطره ای با مقدار ۵ میلیمتر آب در روز، حداکثر و با مقدار ۳ میلیمتر آب در روز، حداقل است. رستوسیا و آب‌ات (۲۱) آبیاری قطره ای را در سه سطح ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ درصد آب مصرفی با روش آبیاری شیاری (۹۷۸۲ مترمکعب در هکتار) را بر روی محصول گوجه فرنگی مطالعه کردند. نتایج نشان داد که درحجم های مساوی آب، عملکرد محصول در روش آبیاری قطره ای بیشتر از روش آبیاری شیاری می‌باشد. آنها همچنین دریافتند که در روش آبیاری قطره ای میوه ها سریعتر می‌رسند و اگر فاصله بین قطره چکانها کمتر شود زودرسی تسریع می‌شود. سینق و سینگ (۲۳) کارایی مصرف آب در روش آبیاری قطره ای را دو برابر روش آبیاری شیاری گزارش نمودند. برناردو و همکاران (۱۳) تأثیر عمق آب آبیاری (۳ و ۶ میلیمتر) و دور آبیاری (۱، ۲ و ۴ روز) را روی گوجه فرنگی تحت آبیاری قطره ای بررسی نمودند. نتایج نشان داد آبیاری با عمق ۳ میلیمتر و دور یک روز، بیشترین عملکرد میوه های درشت و متوسط را حاصل می‌نماید. درحالیکه در آبیاری با عمق ۶ میلیمتر در روز، عملکرد میوه‌های ریز وخیلی ریز افزایش می‌یابد. آلوز و همکاران (۱۰) آبیاری قطره ای را

ترتیب عبارتند از امریکا، چین، ترکیه، ایتالیا، هند، مصر، اسپانیا، برزیل، ایران و یونان (۱).

اسفندیاری (۲) طی آزمایشی دو ساله در منطقه جیرفت نتیجه گرفت که روش آبیاری، سطح آبیاری و اثر متقابل روش و سطح آبیاری روی قطر میوه گوجه فرنگی اثر معنی‌داری ندارد. موسوی فضل (۷) با انجام آزمایشی در منطقه شاهرود نتیجه گرفت که آبیاری بر اساس ۸۰ درصد نیاز آبی گوجه فرنگی به همراه تأمین ۶۰ درصد کود مورد نیاز گیاه با استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای (براساس آزمون خاک) بهترین گزینه برای محصول مورد نظر است. جلینی و سبحانی (۵) آزمایشی به منظور بررسی روش آبیاری قطره‌ای (سطحی و زیر سطحی) و مقادیر مختلف آب (در سه سطح ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد آب مورد نیاز کامل گیاه) بر روی عملکرد، کارایی مصرف آب و خصوصیات کیفی گوجه فرنگی در منطقه مشهد انجام دادند. نتایج نشان داد که اثر میزان آب آبیاری، روش آبیاری بر عملکرد و کارایی مصرف آب در سطح یک درصد معنی دار می‌باشد. بیشترین میزان کارایی مصرف آب با مقدار ۷/۸۸ کیلوگرم بر مترمکعب از تیمار ۸۰ درصد تأمین نیاز آبی بدست آمد. میزان کارایی مصرف آب در دو تیمار ۶۰ و ۱۰۰ درصد تأمین نیاز آبی به ترتیب برابر با ۵/۹۵ و ۷/۲۳ کیلوگرم بر مترمکعب بود. مقدار عملکرد در دو روش آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی به ترتیب برابر با ۴۳/۳۸ و ۵۵/۲۷ تن در هکتار بود که با هم اختلاف معنی داری داشتند. روش آبیاری قطره‌ای زیرسطحی با میزان کارایی مصرف آب ۷/۹۳ کیلوگرم بر مترمکعب نسبت به روش آبیاری قطره ای سطحی برتر بود. باغانی و بیات (۳) با مقایسه دو روش آبیاری شیاری و قطره ای در زراعت گوجه فرنگی نتیجه گرفتند که بیشترین عملکرد در روش آبیاری قطره ای با آبیاری کامل بدست می‌آید. شری و استاوا و همکاران (۲۲) آبیاری قطره‌ای را با آبیاری جوی پشته ای در گوجه فرنگی مورد مقایسه قرار دادند. نتایج نشان داد که در روش آبیاری قطره‌ای برای حصول به عملکرد مساوی (۵۱ تن در هکتار)، ۴۴ درصد آب کمتری مصرف شده است. ستین و یوگان (۱۵) طی یک آزمایش سه ساله در مرکز آناطولی ترکیه به بررسی اثر فاصله لترالها و رژیمهای مختلف آبیاری قطره‌ای بر عملکرد و کارایی مصرف آب گوجه فرنگی پرداختند. عمق آبیاری براساس درصد پوشش گیاهی محاسبه شد. آنها دو آرایش کاشت و فاصله لترالها را مقایسه کردند. حداکثر عملکرد (۱۲۱ تن در هکتار) در شرایطی حاصل گردید که فاصله ردیفهای کاشت و فاصله لترالها ۱ متر (به ازای هر ردیف کاشت یک لترال) و عمق آبیاری در طول فصل آبیاری ۵۵۱ میلی متر بود. حداکثر کارایی مصرف آب (۲۲/۳ کیلوگرم بر متر مکعب) نیز در شرایطی حاصل گردید که فاصله لترالها ۲ متر بود و میزان آب مصرفی در طول فصل رشد ۴۹۱ میلی متر در هکتار و عملکرد گوجه فرنگی ۱۰۹/۹ تن در هکتار بود.

آیارس و همکاران (۱۱) پنج نوع سیستم آبیاری قطره‌ای زیر

## مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر سه روش آبیاری میکرو در سه سطح تأمین آب بر عملکرد گوجه فرنگی پژوهشی طی دو سال (۱۳۷۸-۱۳۷۹) به مرحله اجرا درآمد. سه روش آبیاری میکرو شامل استفاده از، نوارهای آبدیپ در عمق ۳۰ سانتی متر (A<sub>1</sub>)، نوارهای آبدیپ در سطح خاک (A<sub>2</sub>) و لوله‌های قطره چکان دار در سطح خاک (A<sub>3</sub>) به‌عنوان عامل اصلی و سه تیمار B<sub>1</sub>، B<sub>2</sub>، B<sub>3</sub> به ترتیب به میزان ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد تأمین نیاز آبی به‌عنوان عامل فرعی در قالب طرح کرت‌های خرد شده برپایه بلوکهای کامل تصادفی با چهار تکرار مورد مطالعه قرار گرفت. کرت‌های آزمایشی ۳۶ کرت به ابعاد ۴/۵×۳ متر بود. در هر کرت سه ردیف گوجه فرنگی با فاصله ۱ متر کشت گردید. فاصله بوته‌ها روی ردیف کشت ۰/۵ متر، تعداد بوته در هر ردیف ۹ عدد و تعداد بوته در هر کرت ۲۷ عدد بود (۲۰۰۰۰ بوته در هکتار). در این طرح از لوله‌های تیپ ۲۰۰ میکرون با فاصله مجاری آبدیپ ۳۰ سانتیمتر با دبی ۴ لیتر در ساعت در هر متر طول لوله و در تیمار استفاده از لوله‌های قطره چکان دار از لوله‌های ۱۶ میلی‌متر که در آن قطره چکانهای داخل خط با دبی ۴ لیتر در ساعت با فواصل ۰/۵ متر تعبیه شده بود، استفاده گردید. مقدار آب مورد نیاز در هر تیمار بر اساس آبدیپ در طول هریک از لوله‌ها در فشار طراحی و با استفاده از سند ملی نیاز آبی تعیین و با دور آبیاری یک روز در میان اعمال گردید. در کلیه تیمارها، مقدار آب مصرفی به وسیله کنتور حجمی اندازه‌گیری و ثبت گردید. بر اساس آزمون خاک میزان کود مورد نیاز، ۲۰۰ کیلوگرم آمونیوم، ۲۵۰ کیلوگرم کود ازته و ۱۰۰ کیلوگرم سولفات دو پتاس در هکتار تعیین شد. کودهای آمونیوم و سولفات دو پتاس در یک مرحله (قبل از کشت) و کود ازته به صورت تقسیطی، ۱۰۰ کیلوگرم قبل از کشت، ۷۵ کیلوگرم به صورت سرک یک ماه پس از نشاء کاری و ۷۵ کیلوگرم سه هفته پس از سرک اول به زمین داده شد. در تمام تیمارها به طور مشابه به روش مکانیکی با علفهای هرز مبارزه گردید. خاک محل آزمایش دارای بافت لوم سیلتی و بدون هیچ گونه محدودیتی بود. جداول ۱ و ۲ به ترتیب نتایج حاصل از تجزیه شیمیائی نمونه مرکب خاک محل اجرای آزمایش و تجزیه شیمیائی آب مورد استفاده را نشان می‌دهد.

## نتایج و بحث

جدول ۳ میانگین عملکرد محصول و آب مصرفی تیمارهای تحت آزمایش را به تفکیک چین‌های برداشت محصول و همچنین درکل آزمایش را نشان می‌دهد. میزان آب مصرفی پس از نصب کنتور در ابتدای فصل رشد و اعمال تیمارهای آبیاری تا چین اول در ستون مربوط به چین اول و میزان آب مصرفی در حد فاصل بین چین‌ها

روی سه رقم گوجه فرنگی با مقادیر آب مختلف شامل ۰/۴، ۰/۶، ۰/۸، ۰/۹، ۱/۲ و برابر میانگین تبخیر از تشت تبخیر کلاس A اعمال نمودند. نتایج نشان داد که عملکرد محصول در هر سه رقم با مقدار آب ۰/۹ حداکثر (۵۸/۹ - ۴۹/۶ تن در هکتار) شده است. آنها مقدار آب مصرفی در روش آبیاری قطره‌ای با ۰/۴ تبخیر از تشتک را حدود ۸۷۷ مترمکعب در هکتار و با ۱/۲ برابر تبخیر از تشتت را حدود ۲۶۳۲ مترمکعب در هکتار برآورد نمودند.

کاربجو و همکاران (۱۴) تأثیر آبیاری قطره‌ای و شیاری را روی گوجه فرنگی رقم کادا<sup>۱</sup> با دو سطح آبیاری ۰/۸ و ۱ برابر تبخیر از تشت تبخیر کلاس A را بررسی نمودند. نتایج نشان داد اختلاف معنی داری بین عملکرد محصول در تیمارهای مختلف وجود ندارد، در صورتی که در آبیاری شیاری دو برابر آبیاری قطره‌ای آب مصرف شده است. لین و همکاران (۱۷) گزارش نمودند آبیاری قطره‌ای عملکرد بازار پسندی را حدود ۴۰ - ۲۰ درصد نسبت به آبیاری شیاری و ۸۰ درصد نسبت به تیمار بدون آبیاری افزایش می‌دهد. همچنین در این مطالعه ۳۰ درصد کاهش در میزان مصرف آب در روش آبیاری قطره‌ای نسبت به روش آبیاری شیاری گزارش شد. اساریو و همکاران (۲۰) در مورد گوجه فرنگی رقم لیمون<sup>۲</sup> گزارش نمودند که عملکرد محصول در روش آبیاری قطره‌ای (۴۶ تن در هکتار) نسبت به عملکرد محصول در دو روش آبیاری شیاری، دارای شیاریهای مستقیم (۲۹/۳ تن در هکتار) و شیاریهای کنتوری (۲۳/۵ تن در هکتار)، بیشتر می‌باشد. همچنین در روش آبیاری قطره‌ای تنها ۲۰ درصد آب مورد نیاز در روش آبیاری شیاری مصرف می‌شود. بانگل و همکاران (۱۲) کارایی مصرف آب در روش آبیاری قطره‌ای و شیاری را به ترتیب ۷/۸۷ و ۴/۶۵ کیلوگرم بر مترمکعب گزارش نمودند. کونسوارا و همکاران (۱۶) عملکرد گوجه فرنگی را تحت آبیاری قطره‌ای و شیاری مورد بررسی قرار داده و نتیجه گرفتند که روش آبیاری قطره‌ای نسبت به روش شیاری افزایش عملکردی به میزان ۲۵/۳، ۱۸/۳ و ۲۶/۲ درصد به ترتیب برای لوله‌های تک محفظه‌ای، دو محفظه‌ای و لوله‌های میکرو دارد. همچنین میزان کاهش مصرف آب در آبیاری توسط لوله‌های قطره چکان دار تک محفظه‌ای، دو محفظه‌ای و لوله‌های میکرو نسبت به آبیاری شیاری به ترتیب ۳۳/۹، ۳۹/۷۴ و ۴۳/۱۲ درصد بود.

با عنایت به بحران کمبود آب در کشور و اهمیت گوجه فرنگی این تحقیق با هدف بررسی سه سیستم آبیاری قطره‌ای و سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد و کارایی مصرف آب گوجه فرنگی به منظور استفاده بهینه از منابع آبی و توسعه سیستم‌های آبیاری قطره‌ای در مزارع در مرکز تحقیقات کشاورزی ورامین به اجراء در آمد.

آزمایش را بر اساس نتایج آزمون دانکن نشان می‌دهد. بالاترین عملکرد (۴۹۰۳۷/۰۴ kg/ha) مربوط به تیمار A<sub>1</sub>B<sub>3</sub> و کمترین عملکرد (۲۴۵۹۲/۵۹ kg/ha) مربوط به تیمار A<sub>2</sub>B<sub>1</sub> می‌باشد. بر اساس نتایج آزمون دانکن میانگین عملکرد تیمار A<sub>1</sub>B<sub>3</sub> بطور معنی داری بیشتر از میانگین عملکرد در تیمارهای A<sub>2</sub>B<sub>2</sub>، A<sub>3</sub>B<sub>1</sub>، A<sub>1</sub>B<sub>1</sub> و A<sub>2</sub>B<sub>1</sub> می‌باشد و با سایر تیمارها تفاوتها معنی دار نمی‌باشد.

درستونهای بعدی و در نهایت مجموع آب مصرفی در طول دوره رشد گیاه برای تیمارهای مختلف ارائه شده است. بر اساس آزمون دانکن، تفاوت معنی داری بین عملکرد محصول و میزان مصرف آب در تیمارهای اصلی آزمایش مشاهده نشد و هر سه روش آبیاری میکرو در یک گروه آماری قرار گرفتند. همین طور میانگین عملکرد محصول در تیمار ۵۰ درصد سطح تأمین آب مورد نیاز به طور معنی داری کمتر از سایر تیمارهای سطوح تأمین آب بود.

### اثر متقابل روش آبیاری و سطح تأمین آب بر میانگین عملکرد

شکل ۱ میانگین عملکرد محصول و گروه بندی تیمارهای تحت

جدول ۱ - نتایج حاصل از تجزیه شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

Cu	Zn	Mn	Fe	K	P	N (%)	T.N.V (%)	واکنش	هدایت الکتریکی (ds/m)	عمق (cm)	سال
(mg/kg)											
۱/۴	۰/۷	۱۰/۶	۸/۳	۳۰۰	۹	۰/۰۷	۱۷	۷/۶	۳/۴۸	۰-۴۰	اول
۰/۵	۰/۲	۹/۵	۳	۳۲۴	۶	۰/۰۵	۱۷	۷/۴	۳	۰-۴۰	دوم

جدول ۲ - نتایج حاصل از تجزیه شیمیایی آب مورد استفاده

میزان آنیونها و کاتیونها (میلی اکی والان در لیتر)

طبقه بندی	SAR نسبت جذب سدیم	کاتیونها				آنیونها			هدایت الکتریکی (ds/m)
		کل		کلسیم و منیزیم		کلر	سولفات SO <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub> بیکربنات	
		Na+	Ca++	Mg++	سدیم				
C <sub>1</sub> S <sub>1</sub>	۱/۲	۸/۳	۲/۲	۶/۱	۸/۵	۲/۳	۱/۵	۴/۷	۰/۷

جدول ۳ - میانگین عملکرد و آب مصرفی تیمارها به تفکیک چین های برداشت محصول

تیمار	چین اول		چین دوم		چین سوم		کل
	میانگین تکرارها	آب مصرفی (m <sup>3</sup> /ha)	میانگین تکرارها	آب مصرفی (m <sup>3</sup> /ha)	میانگین تکرارها	آب مصرفی (m <sup>3</sup> /ha)	
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	۳۸۸۸/۸۹	۸۳۰/۹۶	۱۳۰۱۸/۵۲	۸۲۶/۴۸	۸۹۲۵/۹۳	۲۴۷۷/۷۶	۲۵۸۳۳/۳۳
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	۷۱۸۵/۱۹	۱۰۶۹/۲۲	۲۰۴۰۷/۴۱	۹۲۵/۰۳	۹۵۱۸/۵۲	۳۲۳۱/۰۶	۳۷۱۱۱/۱۱
A <sub>1</sub> B <sub>3</sub>	۸۳۳۳/۳۳	۱۳۰۴/۱۲	۲۸۱۴۸/۱۵	۱۳۰۷/۸۷	۱۲۵۵۵/۵۶	۳۹۲۰/۶۰	۴۹۰۳۷/۰۴
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	۴۰۷۴/۰۸	۸۵۹/۵۱	۱۵۰۰۰/۰۰	۷۵۷	۵۵۱۸/۵۲	۲۴۷۱/۲۱	۲۴۵۹۲/۵۹
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	۴۶۷۵/۹۳	۱۲۱۷/۶۹	۱۹۴۴۴/۴۴	۱۰۰۰/۸۴	۶۱۸۵/۱۹	۳۲۶۹/۰۱	۳۰۳۰۵/۵۶
A <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	۳۷۹۶/۳۰	۱۴۵۴/۵۲	۲۷۲۲۲/۲۲	۱۶۰۶/۱۴	۹۹۲۵/۹۳	۴۴۲۳/۱۳	۴۰۹۴۴/۴۵
A <sub>3</sub> B <sub>1</sub>	۵۱۳۸/۸۹	۸۱۵/۷۰	۱۷۶۲۹/۶۳	۸۱۲/۰۸	۵۹۴۴/۴۴	۳۴۴۶/۲۴	۲۸۷۱۲/۹۶
A <sub>3</sub> B <sub>2</sub>	۷۳۱۴/۸۲	۱۰۷۴/۱۳	۲۵۸۵۱/۸۵	۱۰۴۳/۳۰	۸۸۸۸/۸۹	۳۱۶۱/۹۴	۴۲۰۵۵/۵۶
A <sub>3</sub> B <sub>3</sub>	۴۸۱۴/۸۲	۱۲۳۴/۵۷	۲۶۶۶۶/۶۷	۱۲۲۱/۲۶	۸۵۰۰/۰۰	۳۷۳۲/۹۷	۳۹۹۸۱/۴۸

میزان ۱۰۰ درصد نیاز آبی ( $4025/57 \text{ m}^3/\text{ha}$ ) به طور معنی داری بیشتر از میانگین میزان مصرف آب در دو تیمار دیگر بود و هر کدام از تیمارهای سطوح آبیاری در یک گروه آماری قرار گرفتند.

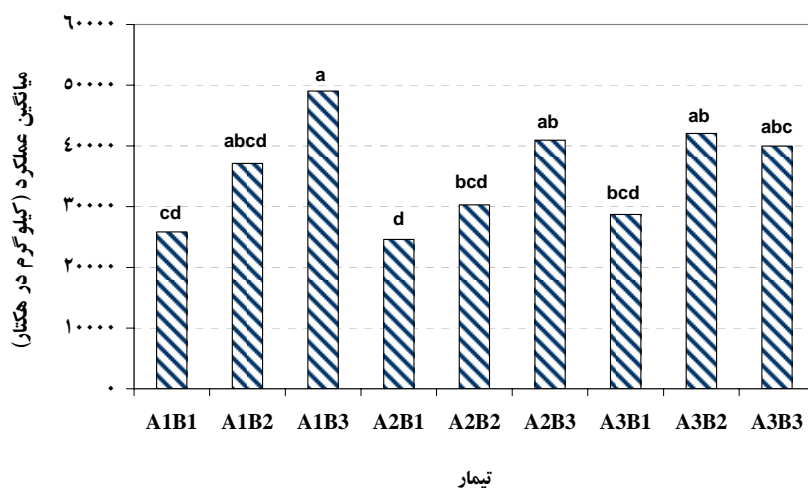
### اثر متقابل روش آبیاری و سطوح تأمین آب بر میانگین میزان مصرف آب

شکل ۲ میانگین میزان مصرف آب و گروه بندی کلیه تیمارهای تحت آزمایش را نشان می‌دهد. بر اساس نتایج آزمون دانکن میانگین میزان مصرف آب در تیمارهای  $A_1B_3$  و  $A_2B_3$  (به ترتیب  $4423/13 \text{ m}^3/\text{ha}$  و  $3920/6 \text{ m}^3/\text{ha}$ ) به طور معنی داری بیشتر از میانگین میزان مصرف آب در تیمارهای  $A_1B_1$ ،  $A_2B_1$  و  $A_3B_1$  بود و با سایر تیمارها تفاوت معنی دار نداشت.

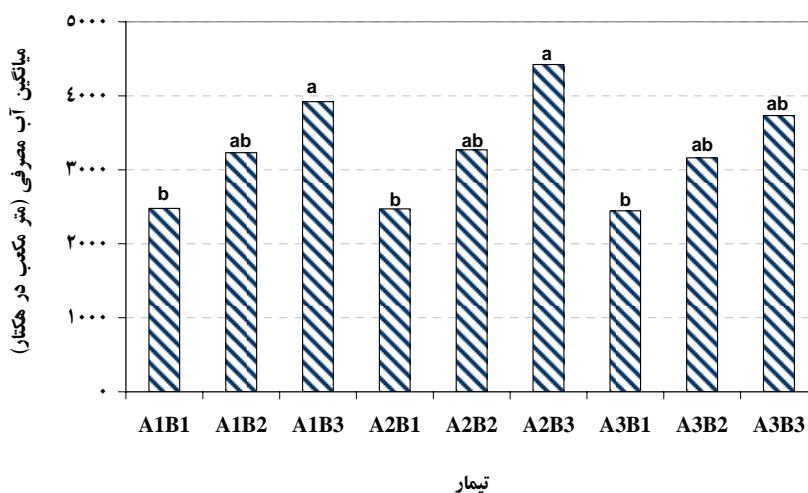
این نتایج نشان می‌دهد که در سیستم آبیاری قطره‌ای حداکثر عملکرد گوجه فرنگی زمانی حاصل می‌شود که نیاز کامل آب گیاه تأمین شود، که با نتایج باغانی و بیات (۳) مطابقت دارد. همین طور روش آبیاری قطره‌ای تیپ زیر سطحی نسبت به دو روش دیگر آبیاری برتری داشته، به عبارتی کارایی نوارهای آبدی در عمق خاک مناسب می‌باشد، که مشابه با نتایج زوتارلی و همکاران (۲۴) و آیرس و همکاران (۱۱) نیز هست.

### اثر سطوح تأمین آب بر میانگین میزان مصرف آب

نتایج آزمون دانکن نشان داد که میانگین میزان مصرف آب در سطح تأمین آب به میزان ۵۰ درصد نیاز آبی ( $2465/07 \text{ m}^3/\text{ha}$ ) به طور معنی داری کمتر از میانگین میزان مصرف آب در سایر سطوح تأمین آب می‌باشد. میانگین میزان مصرف آب در سطح تأمین آب به



شکل ۱- میانگین عملکرد محصول در تیمارهای مختلف



شکل ۲- میانگین میزان مصرف آب در تیمارهای مختلف

### کارایی مصرف آب

میانگین کارایی مصرف آب در روش آبیاری با استفاده از نوارهای آبدی تیپ در سطح خاک ( $9/49 \text{ kg/m}^3$ ) به طور معنی داری کمتر از میانگین این معیار در دو روش دیگر آبیاری بود. این نتایج نشان می‌دهد که در روش‌های آبیاری میکرو فاصله گسیلنده‌ها و محل قرار گیری آنها بر کارایی مصرف آب و نهایتاً بر کارایی سیستم آبیاری در تولید محصول گوجه فرنگی تاثیر دارد. به طوری که استفاده از نوارهای آبدی 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 نوارهای آبدی 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 رطوبتی در منطقه ریشه مناسب تر می‌باشد. در نتیجه کارایی مصرف آب در روش آبیاری قطره‌ای تیپ در عمق خاک بیشتر از روش آبیاری قطره‌ای تیپ در سطح خاک حاصل شد. همین طور در روش آبیاری قطره‌ای تیپ فاصله مجاری خروج آب یا به عبارتی فاصله گسیلنده‌ها ۳۰ سانتی متر بود که در هر متر طول نوار آبدی ۴ لیتر در ساعت دارند. به عبارتی دبی ۴ لیتر در ساعت از سه نقطه ریزش با فاصله ۳۰ سانتی متر از همدیگر به بوته‌های گوجه فرنگی که با فاصله ۵۰ سانتی متر کاشته شده بودند داده می‌شد. با توجه به حجم ثابت آب آبیاری در هر نوبت آبیاری، این نحوه پخش آب باعث بوجود آمدن یک نوار مرطوب پیوسته بر روی ردیف کاشت گردید. این نوار مرطوب پیوسته باعث افزایش سطح تبخیر و کاهش مقدار نفوذ آب به خاک می‌شد. این امر باعث افزایش میزان تبخیر از سطح خاک و شرایط بهتر برای رشد علفهای هرز بین بوته‌ها می‌شد. ولی در روش آبیاری قطره‌ای با استفاده از یک قطره چکان برای هر بوته گوجه فرنگی، به دلیل تأمین نیاز آبی گیاه از یک نقطه ریزش و عدم تشکیل یک نوار مرطوب پیوسته روی سطح خاک، علاوه بر کاهش میزان تبخیر از سطح خاک میزان نفوذ آب به خاک افزایش یافته و شرایط رطوبتی بهتری در منطقه ریشه فراهم می‌گردد. در نتیجه کارایی

مصرف آب در روش آبیاری قطره‌ای بیشتر از روش آبیاری تیپ در سطح خاک شد. بین میانگین کارایی مصرف آب در سطوح مختلف تأمین آب تفاوت معنی داری مشاهده نشد و هر سه تیمار سطح تأمین آب از نظر کارایی مصرف آب در یک گروه آماری قرار گرفتند. این نتایج نشان می‌دهد که گوجه فرنگی به تنش رطوبتی حساس بوده و در هر سه روش آبیاری میکرو به همان اندازه که میزان آب آبیاری کاهش یافته مقدار تولید محصول نیز کاهش یافته است. به عبارتی برای حصول به حداکثر تولید بایستی نیاز کامل آب گیاه را تأمین نمود. جدول ۴ میانگین کارایی مصرف آب و گروه بندی کلیه تیمارهای تحت آزمایش را نشان می‌دهد. براساس نتایج آزمون دانکن بالاترین میزان کارایی مصرف آب از تیمار  $A_3B_2$  ( $13/3 \text{ kg/m}^3$ ) حاصل شد که تنها با میانگین کارایی مصرف آب تیمار  $A_1B_3$  ( $12/5 \text{ kg/m}^3$ ) تفاوت معنی داری نداشت. میانگین کارایی مصرف آب در این تیمار به طور معنی داری بیشتر از میانگین کارایی مصرف آب در سایر تیمارها بود. کمترین میانگین کارایی مصرف آب مربوط به تیمار  $A_2B_3$  ( $9/26 \text{ kg/m}^3$ ) می‌باشد.

براساس آزمون دانکن تفاوت معنی داری بین میانگین عملکرد محصول و میزان مصرف آب در تیمار روشهای مختلف آبیاری وجود نداشت ولی میانگین کارایی مصرف آب در تیمار روش آبیاری با استفاده از نوارهای آبدی تیپ در سطح خاک به طور معنی داری کمتر از دو تیمار دیگر روشهای آبیاری می‌باشد. جدول ۵ میانگین عملکرد محصول، میزان مصرف آب و کارایی مصرف آب و گروه بندی آنها را در کرت‌های اصلی نشان می‌دهد.

### نتیجه گیری

مقایسه میانگین عملکرد نشان داد که بین روشهای آبیاری میکرو اختلاف معنی داری وجود ندارد. نتایج مقایسه عملکرد در تیمارهای سطوح مختلف تأمین نیاز آبی اختلاف معنی داری در سطح ۱ درصد از خود نشان داد.

جدول ۴- گروه بندی میانگین کارایی مصرف آب در تیمارهای تحت آزمایش بر اساس آزمون دانکن

تیمار	$A_3B_2$	$A_1B_3$	$A_3B_1$	$A_1B_2$	$A_3B_3$	$A_1B_1$	$A_2B_1$	$A_2B_2$	$A_2B_3$
کارایی مصرف آب ( $\text{kg/m}^3$ )	a13/3	ab12/5	bc11/7	bcd11/5	cde10/7	def10/4	ef9/95	f9/27	f9/26

جدول ۵- گروه بندی میانگین عملکرد محصول، مصرف آب و کارایی مصرف آب در کرت‌های اصلی

تیمارهای اصلی	عملکرد ( $\text{kg/ha}$ )	مصرف آب ( $\text{m}^3/\text{ha}$ )	کارایی مصرف آب ( $\text{kg/m}^3$ )
نوار آبدی تیپ زیرسطح خاک	37327/16a	3209/81a	11/47a
نوار آبدی تیپ درسطح خاک	31947/53a	3387/78a	9/49b
لوله قطره چکان دار درسطح خاک	36916/66a	3113/72a	11/92a

بین میانگین کارایی مصرف آب در تیمارهای سطوح مختلف تأمین آب معنی دار نمی باشد. مقایسه میانگین کارایی مصرف آب در کلیه تیمارها نشان داد که بیشترین کارایی مصرف آب مربوط به تیمار روش آبیاری قطره‌ای با سطح تأمین آب به میزان ۷۵ درصد نیاز آبی می باشد و تنها با تیمار روش آبیاری قطره‌ای تیپ در عمق خاک با سطح تأمین آب به میزان ۱۰۰ درصد نیاز آبی تفاوت معنی‌داری ندارد. این با نتایج جلینی و سبحانی (۵) همخوانی دارد. این نتایج نشان می‌دهد که استفاده از نوارهای آبدی تیپ در عمق ۳۰ سانتی متری خاک کارایی مناسبی دارد. با توجه به اختلاف ناچیز عملکرد در روش آبیاری قطره‌ای با سطح تأمین ۷۵ درصد نیاز آبی با روش آبیاری تیپ در عمق خاک با سطح تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی و با عنایت به بحران کمبود آب در کشور، روش آبیاری تیپ با تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی برای مناطقی که محدودیت منابع آبی وجود نداشته باشد، به منظور حصول حداکثر عملکرد پیشنهاد می‌گردد. برای مناطقی که محدودیت منابع آبی وجود داشته باشد، روش آبیاری قطره‌ای با تأمین ۷۵ درصد نیاز آبی، به منظور حصول حداکثر کارایی مصرف آب قابل پیشنهاد می‌باشد. استفاده از نوارهای آبدی تیپ در عمق خاک باعث افزایش عملکرد و کارایی مصرف آب می‌شود.

میانگین عملکرد در تیمار ۵۰ درصد تأمین نیاز آبی به طور معنی داری کمتر از میانگین عملکرد در دو تیمار دیگر بود. مقایسه میانگین عملکرد کلیه تیمارهای تحت آزمایش نشان داد، بیشترین عملکرد مربوط به تیمار روش آبیاری تیپ در عمق خاک با سطح تأمین آب به میزان ۱۰۰ درصد نیاز آبی می‌باشد. اما تفاوت معنی داری بین میانگین عملکرد این تیمار با تیمار روش آبیاری قطره‌ای با سطح تأمین آب مورد نیاز به میزان ۷۵ درصد وجود نداشت. این امر با نتایج آیارس و همکاران (۱۱)، العمران (۹) و زوتارلی و همکاران (۲۴) مطابقت دارد. این نتایج نشان می‌دهد که گوجه فرنگی به تنش رطوبتی متوالی در طی فصل رشد حساس می‌باشد و حداکثر عملکرد زمانی اتفاق می‌افتد، که نیاز آبی گیاه به طور کامل تأمین شود. همین طور تنش رطوبتی بیشتر از ۲۵ درصد، باعث کاهش معنی دار عملکرد می‌شود. مقایسه میانگین میزان مصرف آب نشان داد که بین روش‌های آبیاری اختلاف معنی داری وجود ندارد.

مقایسه میانگین کارایی مصرف آب نشان داد که کارایی مصرف آب در روش آبیاری تیپ در سطح خاک به طور معنی داری کمتر از سایر روش‌های آبیاری است. نتایج مقایسه میانگین کارایی مصرف آب در سطوح مختلف تأمین آب نشان داد که کلیه تفاوت‌های مشاهده شده

## منابع

- ۱- اداره کل آمار و اطلاعات. آمارنامه سالهای ۸۲-۱۳۷۰. معاونت طرح و برنامه وزارت کشاورزی. ۱۳۰ صفحه.
- ۲- اسفندیاری، ص. ۱۳۸۷. مقایسه فنی و اقتصادی روش آبیاری سطحی با قطره‌ای روی محصول گوجه فرنگی در کشت زیر پوشش پلاستیک در منطقه جیرفت. گزارش پژوهشی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، شماره ثبت ۸۷/۱۵۰۰.
- ۳- باغانی، ج و ح. بیات. ۱۳۷۸. بررسی و مقایسه دو روش آبیاری شیاری و قطره‌ای بر عملکرد و کیفیت گوجه فرنگی. گزارش پژوهشی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، نشریه شماره ۱۳۱.
- ۴- بهنامیان، م و س. مسیحا. ۱۳۸۱. گوجه‌فرنگی. انتشارات ستوده. صفحه ۱۱۰.
- ۵- جلینی م. و ع. سبحانی. ۱۳۸۸. بررسی اثرات سطوح مختلف آب و مالچ پلاستیک بر کمیت و کیفیت گوجه فرنگی در روش آبیاری قطره‌ای سطحی و زیر سطحی. گزارش پژوهشی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. شماره ثبت ۸۸/۹۷۷.
- ۶- زمردی، ش. و ا. نوری، ۱۳۸۵. بررسی اثر کم‌آبیاری در کمیت، کیفیت و قابلیت نگهداری گوجه‌فرنگی. مجله علمی - پژوهشی تحقیقات مهندسی کشاورزی - شماره ۲۷ : ص ۱۹-۳۱.
- ۷- موسوی فضل، ح. ۱۳۸۷. تأثیر سطوح مختلف آب و کود ازت بر خصوصیات کمی و کیفی گوجه فرنگی در روش آبیاری قطره‌ای. گزارش پژوهشی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، نشریه شماره ۵۲۸.
- 8- Abushita, A. A., H. G. Daood, and A. Biacsp. 2000. Change in carotenoids and antioxidant vitamins in tomato as a function of varietal and technological factors. Am. Ch. Society. 48: 2075- 2081.
- 9- Alomran, A. M. 2009. Impact of water quality and drip Irrigation on tomato yield in sandy calcareous soils amended with natural conditioners. International Annual Meeting ASA-ASSA-SSSA. Footprints in the landscape: Sustainability through Plant and Soil Sciences. November 1-5, 2009. Pittsburgh, PA.
- 10- Alves, E. M., S. Bernardo, and J. F. Silva. 1982. Effect of different water depths on the yield of three tomato cultivars using drip irrigation. Revista-Ceres. 29(162):145- 154.
- 11- Ayars, J. E., R. A. Schoneman, F. Dale, B. Meso and P. Shouse. 2001. Managing subsurface drip irrigation in the presence of shallow ground water. Agric. Water Manage. 47(3): 243-264.
- 12- Bangle, G. B., R. B. Lonhe, 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.
- 13- Bernardo, S., J. F. Da-Silva, T. J. Caixeta, and M. M. Romos. 1981. Effect of water depth and irrigation frequency on tomato productivity under drip irrigation -Ceres.28:262-267.
  - 14- Carrijo, O. A., C. A. Oliveira, A. F. Olitta, P. R. Fontes, N. B. Reis, and P. T. Vecchia. 1983. Atrial comparison drip and furrow irrigation and N and K fertilization on tomato. Hort. Brasileira.1 (1):41- 44.
  - 15- Çetin, O. and D. Uygan. 2008. The effect of drip line spacing, irrigation regimes and planting geometries of tomato on yield, irrigation water use efficiency and net return. . Agric. Water Manage. 95(8): 949-958.
  - 16- Koteswara, R. P., R. V. Singh, and H. S. Chauhan. 1995. Field studies on drip and other methods of irrigation on yield and water use of tomato . Proceeding of the fifth- international micro irrigation congress, Hyatt Regency Orlando, Florida, Published by Amer. Soc. Agr. Eng.
  - 17- Line, S. S., J. N. Hobbell, S. C. Tsou, and W. E. Splittstoesser. 1983. Drip irrigation and tomato yield under tropical conditions. Hortscience.
  - 18- Manfrinato, H. A. 1974. Drip irrigation, Part II, Effect on tomato yield. Anais Aa Escola Superir De Agricultura.31: 63-71.
  - 19- Mofoke, A. L. E., J. K. Adewumi, F. E. Babatunde, O. J. Mudiare, and A. A. Ramalan. 2006. Yield of tomato grown under continuous-flow drip irrigation in Bauchi state of Nigeria. Agric. Water Manage.84(1):166-172.
  - 20- Osorio, U., H. Torres, and M. Riva,1983. Yields of tomato (*Lycopersicon esculentum*, Mill.) with drip irrigation or straight or winding furrow irrigation in the Azapa valley. Idesia 7.
  - 21- Restuccia, G. and V. Abbate. 1978. Comparative effects of drip and furrow irrigation on salad tomato crop in unheated, glasshouses. Rivista Di Agronomia. 12(1/2): 89- 98.
  - 22- Shrivastava, P. K., M. M. Parikh, N. G. Sawani, and S. Raman. 1994. Effect of drip irrigation and mulching on tomato yield. Agric. Water Manage. 25(2): 179-184.
  - 23- Singh, S.D., and P. Singh, 1978, Value of drip irrigation compared with conventional irrigation for vegetable production in a hot arid climate, Agron. J., 70(6): 945-47.
  - 24- Zotarelli, L., J. M. Scholberg, M. D. Dukes, R. Muñoz-Carpena, and J. Icerman. 2009. Tomato yield, biomass accumulation, root distribution and irrigation water use efficiency on a sandy soil, as affected by nitrogen rate and irrigation scheduling. Agric. Water Manage. 96(1):23-34.



## Effect of Three Methods of Micro - irrigation and Irrigation Levels on Yield of Tomato

H. Sadreghaen<sup>1\*</sup> - M. Akbari<sup>2</sup>- H. Afshar<sup>3</sup>- M. M. Nakhjavani moghaddam<sup>4</sup>

### Abstract

This study was conducted to determine the impacts of different drip irrigation method and amount of water on yield and water use efficiency of tomato in Varamin Agricultural Research Center, Iran. The study was done during two years. Experimental design was randomized complete blocks design (RCBD) in split plot with three replications. Three different drip irrigation method; surface drip irrigation with in-line emitter tubes, surface drip irrigation (tape), and subsurface drip irrigation (tape) as main plot and three different amount of water (50, 75 & 100% water requirement) were as sub-plot. The result showed that subsurface drip irrigation (tape) and 100% water requirement treatment has the highest yield, but there was no significant difference between it and surface drip irrigation with in-line emitter tubes and 75% water requirement treatment. Water use efficiency in surface drip irrigation with in-line emitter tubes with 75% water use and subsurface drip irrigation (tape) with 100% water use were greater than other treatments. According to the results, under no limitation on water resources, the best option is subsurface drip irrigation (tape) with using 100% water requirement and under water limitation the best option is surface drip irrigation with in-line emitter tubes using 75% water requirement.

**Keywords:** Micro Irrigation, Water Use Efficiency, Tomato, Varamin

---

1,2,3 - Academic Members of Agricultural Engineering Research Institute, Karaj  
(\*-Corresponding author Email: sadr\_ghaen@yahoo.com)  
4- Center of Agricultural and Natural Resources, Khorasan Razavi