

بررسی اثرات مقادیر مختلف آبیاری قطره‌ای زیرسطحی بر عملکرد کمی و کیفی دو رقم نخل خرما

نادر سلامتی^{۱*}، حسین دهقانی سانچ و عبدالستار دارابی

استادیار پژوهش، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران.

nadersalamati@yahoo.com

دانشیار پژوهش، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

deghanisanij@yahoo.com

استادیار پژوهش بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران.

darabi6872@yahoo.com

چکیده

با توجه به محدودیت منابع آب، استفاده از روش‌های آبیاری تحت فشار با هدف افزایش بهره‌برداری بهینه از منابع آب امری اجتناب ناپذیر است. این آزمایش در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بهبهان طی دو سال زراعی (۱۳۹۴-۱۳۹۲) در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی به صورت کرت‌های یک بار خرد شده با سه تکرار اجرا گردید. مقدار آب مصرفی در روش آبیاری قطره‌ای زیرسطحی در سه سطح ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیازآبی در کرت‌های اصلی و دو رقم نخل خرما می‌باشد و زاهدی در کرت‌های فرعی قرار داشت و با هم مقایسه گردید. نتایج حاصل از اجرای آزمایش نشان داد که سطوح مختلف آبیاری اثر معنی‌داری بر صفات کمی و کیفی میوه از جمله عملکرد محصول خرما نداشتند. اما بین سطوح مختلف آبیاری از نظر شاخص کارایی مصرف آب اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد وجود داشت. به طوری که مقایسه میانگین‌ها نشان داد تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی با تولید ۰/۸۸ کیلوگرم خرما به ازای هر متر مکعب مصرف آب، بیش‌ترین کارایی را به خود اختصاص داد. همچنین، مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد که تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی در ارقام خاصی و زاهدی به ترتیب با تولید ۰/۸۶ و ۰/۸۹ کیلوگرم خرما به ازای هر متر مکعب مصرف آب بیش‌ترین کارایی مصرف را داشتند. آبیاری درختان خرما بر مبنای ۷۵ درصد نیاز آبی، با میانگین مصرف ۷۵۴۵ مترمکعب در هکتار موجب صرفه جویی ۲۵۱۵ مترمکعب آب نسبت به تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی شد.

واژه‌های کلیدی: نیاز آبی، سطوح مختلف آب، کارایی مصرف آب.

۱ - آدرس نویسنده مسوول: مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان.

* - دریافت: مرداد ۱۳۹۵ و پذیرش: اسفند ۱۳۹۵

مقدمه

میزان مصرف آب در نخلستان‌های هر منطقه با مناطق دیگر متفاوت و به عوامل مختلفی از جمله رقم نخل، آب، هوا و خاک بستگی دارد. در حال حاضر نخلستان‌های استان خوزستان با شیوه‌های ناکارآمد سنتی آبیاری می‌شوند که باعث مصرف بی‌رویه آب و فشار مضاعف بر منابع آب و شور شدن اراضی کشاورزی شده است، لذا به‌کارگیری روش‌های آبیاری تحت فشار با هدف استفاده‌ی بهینه از منابع آب امری اجتناب‌ناپذیر است. اولین گام برای رسیدن به این هدف مهم برنامه‌ریزی آبیاری براساس برآورد صحیح آب مورد نیاز گیاه در طول فصل رشد می‌باشد (فرشی و همکاران، ۱۳۷۶). در این میان آبیاری قطره‌ای زیرسطحی به عنوان یکی از روش‌های آبیاری میکرو به علت کاهش تبخیر از سطح خاک و افزایش راندمان آبیاری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد.

براساس آمار موجود حدود ۹۱ درصد اراضی نخلستان‌های بارور کشور زیر کشت آبی بوده و بیش از ۹۵ درصد تولید خرما از این اراضی عاید می‌شود، به‌عبارت دیگر فقط حدود پنج درصد از کل تولید خرما در کشور از اراضی زیر کشت دیم به‌عمل می‌آید (دفتر آمار و فناوری اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۹۳). بنابراین در حال حاضر بدون انجام آبیاری تقریباً امکان تولید خرما در کشور وجود ندارد، زیرا که سهم تولید از اراضی دیم اولاً بسیار اندک بوده و ثانیاً تابع شرایط اقلیمی است که در سال‌های اخیر بسیار متغیر و ناپایدار بوده است. لذا آب اولین و مهمترین عامل محدودیت در تولید خرما در کشور محسوب می‌شود. سیستم آبیاری میکرو در سال‌های اخیر محبوبیت پیدا کرده است از جمله عوامل این محبوبیت می‌توان به ویژگی‌های برجسته مانند حداقل نمودن فرسایش خاک، توزیع بسیار یکنواخت آب، حداقل نمودن هزینه‌ی نیروی کارگری و تنوع در عرضه و میزان دبی با تنظیم قطره‌چکان‌ها اشاره نمود (سیوناپن، ۱۹۹۸). سیستم‌های آبیاری قطره‌ای

زیرسطحی دارای خصوصیات بهره‌وری و راندمان آبیاری بالاتری هستند. اورون و همکاران (۱۹۹۱) استفاده موفقیت‌آمیز از ترفلان در جلوگیری از گرفتگی قطره‌چکان در آبیاری زیرسطحی با پنج سال آبیاری با آب نامتعارف را گزارش نمودند. با این وجود تاثیر ترفلان به عنوان علف‌کش مضر در محیط خاک و آب مورد توجه جدی محققین قرار گرفته است. تحقیقات یو و همکاران (۲۰۱۰) روی تاثیر مدیریت (غلظت و زمان تزریق) ترفلان بر جلوگیری از گرفتگی قطره‌چکان و اثرات آن در عملکرد و کیفیت گندم نشان داد که غلظت ترفلان (سه یا هفت میلی‌گرم در لیتر) تاثیری بر عملکرد، کیفیت و سیستم ریشه گیاه ندارد. ترفلان تزریق شده فقط در ناحیه مجاور قطره‌چکان موثر بوده و زمان تزریق فقط در توسعه عمودی ریشه و وسعت ناحیه موثر ترفلان اثرگذار است طوری‌که تزریق آن در اوایل فصل رشد وسعت ناحیه مذکور را افزایش می‌دهد. نتایج حاصل از آزمایش‌های بسیاری نشان داده‌اند که اجرای سیستم‌های قطره‌ای زیرسطحی موجب افزایش قابل توجهی در افزایش کارایی مصرف آب شده و درنهایت بالا رفتن عملکرد محصول را نیز به دنبال داشته است. فن (۱۹۷۴) در تحقیقی روی ذرت اعلام نمود که عملکرد ذرت آبیاری شده با سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی به ترتیب ۱۰/۵ و ۲۶ درصد بیش‌تر از آبیاری با روش‌های شیباری و بارانی بوده است. کلارک (۱۹۷۹) با مقایسه عملکرد ذرت در روش‌های قطره‌ای، بارانی و شیباری دریافت که مقادیر عملکرد برای روش‌های فوق به ترتیب معادل ۱۴، ۱۱/۵ و ۱۱/۹ تن در هکتار می‌باشد. جلینی (۱۳۹۰) با استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی توانست به عملکرد و کارایی مصرف آب بالا نسبت به آبیاری سطحی در گوجه فرنگی دست یابد. به‌طوری‌که مقدار عملکرد در دو روش آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی به ترتیب برابر با ۴۳/۳۸۰ و ۵۵/۲۷۴ تن در هکتار بود که با هم اختلاف معنی‌دار داشتند. روش آبیاری قطره‌ای زیرسطحی با میزان

که با مصرف آب کمتر، بیشترین رشد رویشی را موجب گردید.

العمود و همکاران (۲۰۰۰) نیز عکس‌العمل درختان خرما را نسبت به سه روش آبیاری کرتی، حبابی (بابلر) و قطره‌ای بررسی نموده‌اند. نتایج این مطالعه نشان داد که بیشترین عملکرد محصول و کارایی مصرف آب به سیستم آبیاری قطره‌ای و سپس آبیاری کرتی اختصاص داشته است. در آزمایشی در کشور عربستان، اثرات دور آبیاری بر عملکرد و کیفیت میوه نخل خرما بررسی شد (الرومیچ و کاظم، ۲۰۰۳). آبیاری به روش قطره‌ای و با پنج دور آبیاری روزانه، دو روز، سه روز، پنج روز و هفت روز انجام گرفت. بیشترین عملکرد میوه و بهترین گروه کیفی میوه با آبیاری روزانه به‌دست آمد که با تیمارهای دور آبیاری پنج و هفت روز تفاوت معنی‌داری داشت. آزمایش‌های متعدد انجام شده توسط احمد و همکاران (۲۰۱۱) نشان داد که روش آبیاری قطره‌ای زیر سطحی دارای پتانسیل بزرگی در غلبه بر کمبود آب به‌خصوص در مناطق خشک می‌باشد.

آن‌ها همچنین گزارش دادند که نیاز به حفظ تعادل بین منابع آب و تولید محصولات کشاورزی با در نظر گرفتن نیاز آبی برای خرما و کمبود آب در منطقه وجود دارد. لذا این تعادل را می‌توان با اجرای فن‌آوری-های آبیاری مناسب و کاهش تنش در تخلیه‌ی منابع آب زیرزمینی فعلی با اتخاذ اقدامات بهینه‌سازی مصرف آب بدون کاهش تولید محصولات کشاورزی عملی نمود (KACST، ۲۰۱۲).

فرزنام‌نیا و راوری (۱۳۸۴) تاثیر کم‌آبیاری بر روی درختان بارور خرما را با چهار تیمار آبیاری به میزان ۶۰، ۸۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ درصد تبخیر از تشت کلاس A بررسی نمود. بیشترین و کمترین عملکرد از تیمار آبیاری ۸۰ و ۶۰ درصد تبخیر از تشت به‌ترتیب به میزان ۱۵/۴ و ۱۰/۴ تن در هکتار به‌دست آمد که تفاوت معنی‌داری با هم داشتند؛ اما تیمارهای مورد آزمایش اثر معنی‌داری بر رطوبت، مواد جامد محلول و

کارایی مصرف آب معادل ۷/۹ کیلوگرم بر متر مکعب نسبت به روش قطره‌ای سطحی برتر بود. در تحقیق دیگری جلینی و مهرآبادی (۱۳۹۱) گزارش کردند که تیمار آبیاری قطره‌ای زیرسطحی در افزایش عملکرد و کارایی مصرف آب در گیاه پنبه نسبت به روش آبیاری سطحی برتری معنی‌دار آماری داشت. این سامانه نیز در محدود کردن آلودگی آب زیرزمینی با نترات و نمک در دراز مدت کاربرد داشته است. به‌عنوان سیستمی که زیر سطح خاک کار می‌کند، نسبت به سیستم قطره‌ای سطحی نقش بیش‌تری در صرفه‌جویی در آب و مواد مغذی علاوه بر کنترل شوری، نفوذ عمقی و دوام سیستم دارد، این امر ممکن است به دلیل سطح خیس شده‌ی کروی آب زیر سطح خاک در مقایسه با سطح نیم‌کروی زیر قطره‌چکان-های سطحی باشد (فن، ۱۹۹۵).

محبی و علی‌حوری (۱۳۹۲) بر اساس پژوهشی که با چهار تیمار آبیاری شامل روش آبیاری سطحی و قطره‌ای با میزان آب معادل ۷۵ و ۱۰۰ درصد تبخیر تجمعی از تشت تبخیر کلاس A در استان هرمزگان انجام دادند گزارش نمودند که مصرف مقادیر متفاوت آب در تیمارهای آبیاری، اختلاف معنی‌داری در عملکرد میوه، صفات رویشی و سطح سایه‌انداز وجود نداشت. بیشترین و کمترین مقدار بهره‌وری آب به‌ترتیب از تیمار آبیاری قطره‌ای با میزان آب معادل ۷۵ درصد و تیمار آبیاری سطحی با میزان آب معادل ۱۰۰ درصد تبخیر تجمعی از تشت تبخیر کلاس A به‌دست آمد؛ بنابراین آبیاری با روش قطره‌ای و به‌عمق معادل ۷۵ درصد تبخیر تجمعی از تشت کلاس A برای آبیاری نخلستان‌ها توصیه گردید. غفاری‌نژاد (۱۳۸۰) تأثیر دو روش آبیاری قطره‌ای و نواری را بر روی رشد رویشی خرما مضافتی مقایسه نمود. بررسی شاخص‌های رشد رویشی نشان داد که تأثیر روش‌های آبیاری در ارتفاع درخت و متوسط طول برگ معنی‌دار نبود، ولی این تأثیر بر تعداد برگ‌ها معنی‌دار بود. با توجه به نتایج، روش آبیاری قطره‌ای بهترین تیمار بوده

قند کل میوه به همراه نداشت. بر اساس نتایج، آبیاری به- میزان ۸۰ درصد تبخیر از تشت کلاس A به‌عنوان یک روش مدیریتی در آبیاری نخلستان‌های بم توصیه گردید. رستگار و زرگری (۱۳۹۰) با انجام تحقیقی در استان فارس بر روی رقم خرما‌ی شاهانی نشان دادند که بیش-ترین عملکرد میوه و بهره‌وری مصرف آب با انجام آبیاری به میزان ۵۰ درصد تبخیر تجمعی از تشت کلاس A در فصل بهار و ۷۵ درصد تبخیر تجمعی از تشت کلاس A در بقیه‌ی ایام سال حاصل شد.

نوع خاک، شرایط آب و هوایی و عوامل محیطی و مدیریتی و خصوصیات گیاه از عوامل اصلی تفاوت نیاز آبی گیاهان در مناطق مختلف است (العمود و همکاران، ۲۰۰۰). آب مورد نیاز سالانه خرما در الجزایر ۱۵۰۰۰ تا ۳۵۰۰۰، مصر ۲۲۳۰۰، هند ۲۲۰۰۰ تا ۲۵۰۰۰، عراق ۱۵۰۰۰ تا ۲۰۰۰۰، فلسطین ۲۵۰۰۰ تا ۳۲۰۰۰، مراکش ۱۲۰۰۰ تا ۲۰۰۰۰ و در تونس ۲۳۶۰۰ مترمکعب در هکتار گزارش شده است (زید، ۲۰۰۲). فرشی و همکاران (۱۳۷۶) در استان بوشهر حجم آب خالص مورد نیاز سالانه را برای یک هکتار نخل با فواصل هشت متر با روش آبیاری سطحی حدود ۲۰۰۰۰ متر مکعب تعیین نمودند.

بنابراین با توجه به بالا بودن نیاز آبیاری نخل خرما و استراتژیک بودن محصول خرما در استان خوزستان، اجرای طرح‌های تحقیقاتی در مورد امکان استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی بر روی درختان خرما بسیار ضروری می‌باشد. این پژوهش با هدف بررسی امکان استفاده از سامانه‌ی قطره‌ای زیرسطحی و تعیین مناسب‌ترین میزان مصرف آب جهت مهم‌ترین محصول باغبانی استان اجراء شده است

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت کرت‌های یک بار خرد شده در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بهبهان طی دو

سال (۱۳۹۴ - ۱۳۹۲) اجرا گردید. مقدار آب در آبیاری قطره‌ای زیرسطحی در سه سطح ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیازآبی در کرت‌های اصلی و دو رقم نخل خرما‌ی خاصی و زاهدی در کرت‌های فرعی مقایسه گردید. برای هر تیمار آبیاری سه درخت استفاده شد. درختان با فاصله ۸×۷ متری در سال ۱۳۶۹ به صورت پاجوش غرس شدند. عملیات باغی نظیر گرده‌افشانی، دفع علف‌های هرز، حذف پاجوش و تعدیل نسبت برگ به خوشه برای کلیه تیمارها یکسان انجام گردید. در تیمار آبیاری زیرسطحی برای هر درخت از لوله‌های پلی‌اتیلن با قطر ۱۶ میلی‌متر که فاصله‌ی قطره‌چکان‌های آن ۷۰ سانتی‌متر و آبدهی چهار لیتر در ساعت داشتند، استفاده شد. نصب لوله‌های زیرسطحی با فاصله‌ی یک متری از تنه‌ی درخت خرما و در عمق ۴۰ سانتی‌متری خاک انجام گردید. برای هر ردیف درخت از دو ردیف لوله‌ی زیر سطحی به گونه‌ای استفاده شد که هر لوله با شش قطره‌چکان و تولید پياز رطوبتی محدود‌ی ریشه‌های موثر را مرطوب می‌نمود؛ به عبارت دیگر با آبیاری زیر سطحی، هر درخت، ۴۸ لیتر آب در ساعت دریافت می‌کرد که البته میزان واقعی آبدهی قطره‌چکان‌ها و در کل، میزان آب مورد استفاده هر ردیف لوله‌ی زیر سطحی، توسط کنتورهای حساسی که در ابتدای هر خط آبیاری زیرسطحی نصب بود، ثبت شد.

برای مدیریت دقیق آبیاری، با استفاده از آمار روزانه‌ی ایستگاه هواشناسی سینوپتیک بهبهان (دمای حداقل و حداکثر روزانه، رطوبت حداقل و حداکثر روزانه سرعت باد و حداکثر ساعات آفتابی)، تبخیر- تعرق گیاه به‌صورت روزانه محاسبه شد و با پایش اطلاعات بصورت روزانه، مدت زمان آبیاری تعیین گردید. دور آبیاری با توجه به نیاز آبی و تعداد قطره چکان تعبیه شده برای هر درخت (۱۲ قطره چکان چهار لیتر در ساعت)، یک روز در نظر گرفته شد. در مدت اجرای این تحقیق، تیمارهای آبیاری از ۱۵ فروردین هر سال شروع و تا ۲۵ شهریور همان سال ادامه داشت. سپس در مهر ماه برداشت محصول انجام گردید. نیاز آبیاری بصورت روزانه و بر

کیفی به آزمایشگاه ارسال شد. نتایج این آزمایش در جدول (۱) نشان داده شده است. لازم به ذکر است در سال اول از آب رودخانه که توسط کانال از شبکه‌ی آبیاری و زهکشی مارون تامین می‌شود برای آبیاری استفاده و در سال دوم از آب چاه استفاده شد. دلیل استفاده از آب چاه در سال دوم قطع آب در شبکه‌ی مارون برای کشت‌های تابستانه بود.

اساس مدل پنمن - مانتیت (آلن و همکاران، ۱۹۹۸) تعیین گردید و برای تعیین ضرایب گیاهی بر اساس مدل فائو ۵۶ اقدام شد.

در مدت اجرای آزمایش، حجم آب آبیاری با در نظر گرفتن بازده آبیاری ۹۵ درصد محاسبه شد و با نصب کنتور حجمی در ابتدای لوله آبیاری هر تیمار کنترل گردید. بر اساس استانداردهای موجود، از آب آبیاری در طول فصل نمونه آب تهیه شد و جهت اندازه‌گیری‌های

جدول ۱ - نتایج تجزیه نمونه آب

آنیون‌ها (meq/L)			کاتیون‌ها (meq/L)			T. D. S (mg/lit)	pH	EC (μ S/cm)	منبع آبدهی
Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Hco ⁻³	Na ⁺	mg ²⁺	ca ²⁺				
۸/۸	۸/۰	۳/۲	۸/۰	۳/۲	۸/۸	۱۱۴۰	۷/۴	۱۹۷۰	رودخانه (کانال B مجاور ایستگاه)
۱۲/۰	-	۳/۰	۱۴/۵	۹/۵	۱۱/۵	-	۷/۰	۳۰۸۰	چاه

جدول ۲ - مشخصات بافت خاک

بافت	رس (%)	سیلت (%)	شن (%)	عمق خاک (cm)
silty clay	۴۷	۴۶	۷	۰-۳۳
silty clay	۴۹	۴۲	۹	۳۳-۶۶
silty clay	۴۳	۴۸	۹	۶۶-۱۰۰

جدول ۳ - برخی مشخصات شیمیایی نمونه خاک

کاتیون‌ها (meq/lit)			آنیون‌ها (meq/lit)				pH	EC (dS/m)	عمق خاک (cm)
Mg ²⁺	Ca ²⁺	Na ⁺	K ⁺	C ₂ O ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻			
۱۲/۵	۳۱/۲۵	۵۴/۳۴	-	-	۸/۷۵	۵	۵۱/۵۵	۸/۵۵	۰-۳۳
۱۱/۲۵	۳۶/۲۵	۱۹/۰۲	-	-	۶/۲۵	۶/۲۵	۴۰/۹۸	۷/۸۳	۳۳-۶۶
۱۸/۷۵	۲۶/۲۵	۴۰/۷۶	-	-	۶/۲۵	۱۰	۶۰/۶۸	۸/۰۶	۶۶-۱۰۰

جدول ۴ - میانگین مصرف آب در تیمارهای آزمایش در ماه‌های مختلف (مترمکعب در هکتار)

ماه	۷۵٪ نیاز آبی		۱۰۰٪ نیاز آبی		۱۲۵٪ نیاز آبی	
	خاصی	زاهدی	خاصی	زاهدی	خاصی	زاهدی
فروردین	۴۸۴/۴	۴۸۳/۶	۶۴۵/۷	۶۴۵/۴	۸۰۶/۷	۸۰۶/۴
اردیبهشت	۱۱۷۹/۱	۱۱۷۷/۲	۱۵۷۱/۶	۱۵۷۱/۰	۱۹۶۳/۷	۱۹۶۳/۰
خرداد	۱۵۹۴/۷	۱۵۹۲/۱	۲۱۲۵/۵	۲۱۲۴/۶	۲۶۵۵/۷	۲۶۵۴/۸
تیر	۱۷۲۹/۶	۱۷۲۶/۷	۲۳۰۵/۳	۲۳۰۴/۳	۲۸۰/۴	۲۸۷۹/۳
مرداد	۱۵۰۷/۹	۱۵۰۵/۵	۲۰۰۹/۹	۲۰۰۹/۰	۲۵۱۱/۲	۲۵۱۰/۴
شهریور	۱۰۵۷/۷	۱۰۵۶/۰	۱۴۰۹/۸	۱۴۰۹/۲	۱۷۶۱/۵	۱۷۶۰/۹
مجموع	۷۵۵۳/۴	۷۵۴۱/۱	۱۰۰۶۷/۸	۱۰۰۶۳/۶	۱۲۵۷۹/۲	۱۲۵۷۴/۸

وزن میوه، وزن هسته، نسبت وزن گوشت میوه به هسته، قطر میوه، طول میوه، درصد خشکیدگی خوشه خرما،

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در جداول ۲ و ۳ نشان داده شده است. در این تحقیق شاخص‌های

تعداد خوشه، تعداد رشته در خوشه، تعداد میوه در خوشه، حجم میوه، عملکرد خرما و کارایی مصرف آب به عنوان صفات کمی و شاخص‌های pH، کل مواد جامد محلول، رطوبت، سفتی بافت به عنوان صفات کیفی اندازه‌گیری و محاسبه شدند. رطوبت نمونه‌های میوه در خشک‌کن خلا در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد مطابق روش استاندارد AOAC تعیین شد (AOAC، ۱۹۹۰). میزان قندکل و قند احیاءکننده به روش فهلینگ تعیین شد (حسینی، ۱۳۶۹). برای اندازه‌گیری سفتی بافت میوه خرما از هر تکرار یک نمونه با اندازه‌ی یکسان انتخاب نموده و نیروی مورد نیاز برای نفوذ پروب به قطر ۱/۶ میلی‌متر و با سرعت ۱/۵ میلی‌متر بر ثانیه (به منظور جابجایی به میزان شش میلی‌متر) به درون بافت خرما اندازه‌گیری گردید (فواکوا و همکاران، ۲۰۰۸). مواد جامد محلول (TSS) با استفاده از رفاکومتر اندازه‌گیری شد (حسینی، ۱۳۶۹). در جدول ۴ نیز میانگین مقادیر آب مصرفی تیمارهای مختلف در دو سال انجام تحقیق (از ۱۵ فروردین ماه تا ۲۵ شهریور ماه) نشان داده شده است. علت تفاوت اندک در میزان آب مصرفی ارقام خاصی و زاهدی برای هر سطح آبیاری، می‌تواند گرفتگی جزئی در برخی قطره‌چکان‌ها باشد.

در زمان برداشت، محصول تمام درختان مورد آزمایش برداشت و توزین گردید و میزان عملکرد میوه برای هر تیمار حسب کیلوگرم بر هکتار محاسبه شد. سپس با انتخاب تصادفی حدود یک کیلوگرم از محصول برداشت شده از هر تیمار، صفات کمی و کیفی میوه اندازه‌گیری شدند. سپس کلیه شاخص‌های مذکور با توجه به نوع طرح آزمایشی توسط نرم افزار آماری MSTATC مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و میانگین تیمارهای مختلف با آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه گردید.

نتایج و بحث

صفات کمی

نتایج تجزیه واریانس تیمارهای مختلف آبیاری نشان داد بین سطوح آبیاری در تمام صفات کمی به جز

کارایی مصرف آب اختلاف معنی داری وجود نداشت. بین سطوح مختلف آبیاری در کارایی مصرف آب اختلاف معنی داری در سطح یک درصد وجود داشت. نتایج تجزیه واریانس نشان داد بین دو رقم خرما در وزن هسته اختلاف معنی داری در سطح پنج درصد و در صفات طول میوه، تعداد رشته در خوشه، تعداد میوه در خوشه اختلاف معنی داری در سطح یک درصد بود. نتایج تجزیه واریانس اثرات متقابل آبیاری و رقم نشان داد که در صفات نسبت وزن گوشت میوه به هسته و تعداد رشته در خوشه اختلاف معنی داری در سطح پنج درصد وجود داشت. (جدول ۵).

مقایسه میانگین اثرات آبیاری (جدول ۶) نشان داد وزن میوه، وزن هسته، نسبت وزن گوشت میوه به هسته، قطر میوه، طول میوه، درصد خشکیدگی خوشه، تعداد خوشه، تعداد رشته در خوشه، تعداد میوه در خوشه، حجم و عملکرد خرما در سه سطح آبیاری ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیاز آبی، برتری معنی داری نسبت به هم نداشتند. ولی در شاخص کارایی مصرف آب تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی توانست با تولید ۰/۸۸ کیلوگرم خرما در ازای مصرف یک مترمکعب آب برتری معنی داری نسبت به دو تیمار ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیاز آبی داشت و جایگاه نخست را به خود خود اختصاص داد. مقایسه میانگین اثرات رقم (جدول ۷) نشان داد که وزن میوه، نسبت وزن گوشت میوه به هسته، قطر میوه، طول میوه، درصد خشکیدگی خوشه، تعداد خوشه، عملکرد و کارایی مصرف آب دو رقم برتری معنی داری نسبت به هم نداشتند. خرما ی رقم زاهدی با وزن هسته معادل ۰/۹۴ گرم جایگاه نخست را به خود اختصاص داد و رقم خاصی با وزن هسته ۰/۶۴ گرم در رده‌ی بعدی قرار گرفت. البته باید در نظر داشت که بیش‌تر بودن برخی صفات نظیر وزن هسته در یک رقم خرما، با توجه به متفاوت بودن خصوصیات مورفولوژی ارقام خرما نمی‌تواند دلیل برتر بودن آن رقم باشد و درج این برتری رعایت نمودن قوانین آماری به دلیل یکسان نبودن حروف

میزان ۱۰۰ درصد نیاز آبی به ترتیب با ۸۱/۸ رشته و ۱۸۹۸ میوه جایگاه نخست را به خود اختصاص داد. بررسی اثرات متقابل سطوح آبیاری و رقم نشان داد که بیشترین حجم میوه با ۸/۶ سانتی متر مکعب مربوط به تیمار ۱۲۵ درصد نیاز آبی و رقم زاهدی بود. نتایج مقایسه تیمارهای اثرات متقابل در شاخص عملکرد نشان داد که بین تیمارها اختلاف معنی داری وجود ندارد. با توجه به مصرف کمتر آب در تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی، این تیمار در هر دو رقم برتر بود در رقم خاصی عملکرد تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی با مقدار ۶۵۱۱/۸ کیلوگرم بر هکتار نسبت به دو تیمار ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیاز آبی به ترتیب با مقادیر ۶۸۰۴/۸ و ۶۸۷۲/۵ کیلوگرم بر هکتار کم تر بود. این در حالی است که این وضعیت در رقم زاهدی برعکس می باشد و تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی در رقم زاهدی با عملکرد ۶۷۳۷/۳ نسبت به تیمارهای ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیاز آبی به ترتیب با مقادیر ۶۱۳۸/۲ و ۵۹۱۶/۷ کیلوگرم بر هکتار برتری دارد. این مساله نشان می دهد که افزایش مصرف آب در رقم زاهدی موجب کاهش عملکرد شده که علت آن می تواند بیش برآورد تبخیر-تعرق توسط مدل پنمن-ماتیت باشد. در حالی که این وضعیت در رقم خاصی برعکس می باشد و احتمالاً بیشتر بودن عملکرد تیمارهای ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیاز آبی در رقم خاصی به بیشتر بودن نیاز آبی آن نسبت به خرماي رقم زاهدی مرتبط است. در شاخص کارایی مصرف آب تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی در ارقام خاصی و زاهدی به ترتیب با تولید ۰/۸۶ و ۰/۸۹ کیلوگرم در ازای مصرف یک مترمکعب آب تیمارهای برتر بودند. (جدول ۸).

آماري است. در دو صفت مهم عملکرد و کارایی مصرف آب دو رقم هیچ برتری نسبت به هم نداشتند. میانگین عملکرد ارقام خاصی و زاهدی به ترتیب ۶۷۲۹/۷ و ۶۲۶۴/۰ کیلوگرم در هکتار و میانگین کارایی مصرف آب در ارقام خاصی و زاهدی نیز به ترتیب ۰/۷۰ و ۰/۶۶ کیلوگرم بر مترمکعب بود. میوهی رقم خاصی نسبت به رقم زاهدی کوچکتر بود، ولی بیش تر بودن تعداد رشته در خوشه ی رقم خاصی موجب شد که این دو رقم از نظر میانگین عملکرد اختلاف معنی داری با هم نداشته باشند. مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای مختلف آبیاری و رقم نشان داد در وزن میوه، رقم زاهدی در تیمارهای آبیاری ۷۵ و ۱۲۵ درصد نیاز آبی به ترتیب با مقادیر ۸/۱ و ۸/۰ گرم بیشترین مقادیر را به خود اختصاص داد. در رابطه با نسبت وزن گوشت میوه به هسته، برتر بودن تیمار ۱۲۵ درصد نیاز آبی در رقم خاصی می تواند به دلیل وجود رطوبت بیشتر میوه در این تیمار باشد، ولی برتر بودن تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی در رقم زاهدی (جزو ارقام خشک) می تواند به دلیل وزن کمتر هسته باشد. مقایسه میانگین اثرات متقابل در قطر میوه نشان داد همهی تیمارها از جایگاه یکسانی برخوردارند. ولی نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل در صفت طول میوه، بیانگر آن است که برتر شدن تیمارها متأثر از نوع رقم بوده به طوری که رقم زاهدی در تمام سطوح آبیاری مقادیر بیشتری را به خود اختصاص داد. مقایسه میانگین اثرات متقابل در صفات خشکیدگی خوشه و تعداد خوشه نشان داد که همهی تیمارها جایگاه مشترکی را به خود اختصاص داده اند. با توجه به معنی دار نشدن اختلاف میانگین های صفت خشکیدگی می توان اعلام نمود که حداقل تا ۲۵ درصد اعمال کم آبیاری، خشکیدگی خوشه ی معنی داری در دو رقم مشاهده نشد. هرچند ظهور صفت خشکیدگی خوشه مسئله بسیار پیچیده ای است و نمی توان به یک عامل محیطی نسبت داد. معنی دار شدن نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل تعداد رشته و میوه در خوشه متأثر از نوع رقم بود به طوری که رقم خاصی در آبیاری به

جدول ۵- میانگین مربعات و سطح معنی‌دار بودن صفات کمی، عملکرد و کارایی مصرف آب خرما در تیمارهای آزمایشی

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن میوه	وزن هسته	نسبت وزن گوشت میوه به هسته	قطر میوه	طول میوه	درصد خشکیدگی خوشه	تعداد خوشه	تعداد رشته در خوشه	تعداد میوه در خوشه	حجم میوه	عملکرد خرما	کارایی مصرف آب
سال	۱	۴۳/۳۷ ^{n.s}	۰/۰۸۲ ^{n.s}	۵۲/۵۶ ^{n.s}	۰/۷۷ ^{n.s}	۵/۳۱۳ ^{n.s}	۲۱۱۴۵/۶ ^{n.s}	۱/۳۶۱ ^{n.s}	۷۹۳/۴ ^{n.s}	۷۵۸۰۶۰/۴ ^{n.s}	۹/۳۰ ^{n.s}	۲۷۵۱۳۳۶/۰ ^{n.s}	۰/۰۰۷ ^{n.s}
تکرار	۴	۰/۳۷ ^{n.s}	۰/۰۱۲ ^{n.s}	۱/۵۵ ^{n.s}	۱/۱۲ ^{n.s}	۰/۰۵۰ ^{n.s}	۲۲۰/۰ ^{n.s}	۰/۸۸۹ ^{n.s}	۱۱۳/۶ ^{n.s}	۱۸۵۰۱۷/۳ ^{n.s}	۰/۴۵ ^{n.s}	۶۱۱۸۹۶/۲ ^{n.s}	۰/۴۱۹ ^{n.s}
آبیاری	۲	۰/۲۰ ^{n.s}	۰/۲۳۲ ^{n.s}	۱/۹۲ ^{n.s}	۰/۲۸ ^{n.s}	۰/۰۳۴ ^{n.s}	۷۰/۷ ^{n.s}	۰/۲۵۰ ^{n.s}	۳۳/۴ ^{n.s}	۱۲۲۶۴/۶ ^{n.s}	۸/۲۵ ^{n.s}	۱۶۴۴۶۰/۲ ^{n.s}	۰/۰۰۳ ^{**}
سال* آبیاری	۲	۱/۴۸ ^{n.s}	۰/۲۳۳ ^{**}	۳/۰۷ ^{n.s}	۳/۹۷ ^{n.s}	۰/۰۱۱ ^{n.s}	۱۲۰/۴ ^{n.s}	۱/۳۶۱ ^{n.s}	۱۴/۸ ^{n.s}	۳۰۰۶۳/۵ ^{n.s}	۱/۴۶ ^{n.s}	۳۱۶۲۱۹/۹ ^{n.s}	۰/۰۰۷ ^{n.s}
خطا	۸	۱/۶۰	۰/۰۰۴	۲/۱۲	۲/۰۶	۰/۰۳۸	۴۶/۸	۱/۰۱۳	۱۵۱/۹	۱۳۰۹۰۰/۳	۰/۳۹	۶۶۱۰۳۱/۴	۰/۰۱۲
رقم	۱	۳۲/۵۲ ^{n.s}	۰/۷۹۸ [*]	۲۰/۱۹ ^{n.s}	۱۳/۴۶ ^{n.s}	۱/۶۷۷ ^{**}	۱۵۰/۲ ^{n.s}	۰/۶۹۴ ^{n.s}	۵۳۵۳/۴ ^{**}	۱۸۱۵۷۵۶/۳ ^{**}	۹/۷۱ ^{n.s}	۱۹۵۱۴۹۹/۱ ^{n.s}	۰/۰۳۱ ^{n.s}
سال* رقم	۱	۰/۹۹ ^{n.s}	۰/۰۰۱ ^{n.s}	۱۳/۴۴ ^{n.s}	۲۱/۴۸ ^{**}	۰/۳۴۶ ^{n.s}	۱۸۵/۸ ^{n.s}	۰/۰۲۸ ^{n.s}	۰/۷ ^{n.s}	۱۸۰۴۸۳/۴ ^{n.s}	۴/۴۴۸ [*]	۱۸۱۳۸۶۹/۸ ^{n.s}	۰/۰۱۱ [*]
آبیاری* رقم	۲	۰/۴۹ ^{n.s}	۰/۲۴۳ ^{n.s}	۴/۴۱ [*]	۰/۰۷ ^{n.s}	۰/۰۰۵ ^{n.s}	۵۳/۴ ^{n.s}	۰/۱۹۴ ^{n.s}	۳۷۴/۱ [*]	۴۱۰۰۹۷/۶ ^{n.s}	۰/۳۹۳ ^{n.s}	۱۱۳۷۳۵۵/۷ ^{n.s}	۰/۰۲۶ ^{n.s}
سال* آبیاری* رقم	۲	۰/۰۶ ^{n.s}	۰/۱۸۸ ^{**}	۰/۱۹ ^{n.s}	۰/۱۱ ^{n.s}	۰/۰۲۴ ^{n.s}	۳۸/۴ ^{n.s}	۰/۵۲۸ ^{n.s}	۱۴/۱ ^{n.s}	۲۵۹۸۳/۰ ^{n.s}	۰/۱۸۴۴ ^{n.s}	۱۶۲۱۷۷۷/۹ ^{n.s}	۰/۰۰۶ [*]
خطا	۱۲	۱/۱۳	۰/۰۱۶	۴/۲۹	۲/۱۷	۰/۰۱۱	۷۶/۷	۰/۶۹۴	۶۷/۳	۴۷۵۶۶/۸	۰/۵۲۸	۵۰۵۹۶۶/۹	۰/۰۳۳
ضریب تغییرات	-	۱۵/۱۳	۱۵/۸۵	۱۷/۷۲	۷/۳۷	۶/۴۸	۲۳/۹۶	۱۲/۶۵	۱۲/۷۲	۱۴/۴۹	۱۰/۲۳	۱۲/۵۱	۱۱/۷۱

** اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪ * : اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ n.s. اختلاف معنی‌داری وجود ندارد.

جدول ۶- مقایسه میانگین برخی صفات کمی و کارایی مصرف آب در تیمارهای آزمایشی سطوح آبیاری

سطوح آبیاری	وزن میوه (گرم)	وزن هسته (گرم)	نسبت وزن گوشت میوه به هسته	قطر میوه (میلی‌متر)	طول میوه (سانتی‌متر)	درصد خشکیدگی خوشه	تعداد خوشه	تعداد رشته در خوشه	تعداد میوه در خوشه	حجم میوه (سانتی‌متر مکعب)	عملکرد خرما (کیلوگرم در هکتار)	کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب)
۷۵٪ نیاز آبی	۷/۰ ^a	۰/۷۷ ^a	۷/۹ ^a	۱۹/۸ ^a	۳/۱ ^a	۲۶/۵ ^a	۶/۸ ^a	۶۳/۸ ^a	۱۴۹۳/۱ ^a	۶/۳ ^a	۶۶۳۴/۵ ^a	۰/۸۸ ^a
۱۰۰٪ نیاز آبی	۷/۲ ^a	۰/۹۴ ^a	۸/۱ ^a	۲۰/۱ ^a	۳/۰ ^a	۳۱/۲ ^a	۶/۵ ^a	۶۳/۶ ^a	۱۴۸۱/۰ ^a	۷/۱ ^a	۶۴۷۱/۵ ^a	۰/۶۴ ^b
۱۲۵٪ نیاز آبی	۶/۹ ^a	۰/۶۷ ^a	۸/۷ ^a	۲۰/۱ ^a	۳/۰ ^a	۲۷/۹ ^a	۶/۵ ^a	۶۶/۱ ^a	۱۵۴۱/۴ ^a	۷/۹ ^a	۶۳۹۴/۶ ^a	۰/۵۱ ^b

جدول ۷ - مقایسه میانگین برخی صفات کمی و کارایی مصرف آب در تیمارهای آزمایشی دو رقم خرما

رقم	وزن میوه (گرم)	وزن هسته	نسبت وزن گوشت میوه به هسته	قطر میوه (میلی متر)	طول میوه (سانتی متر)	درصد خشکیدگی خوشه	تعداد خوشه	تعداد رشته در خوشه	تعداد میوه در خوشه	حجم میوه (سانتی متر مکعب)	عملکرد خرما (کیلوگرم در هکتار)	کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب)
خاصی	۶/۱ ^a	۰/۶۴ ^b	۹/۰ ^a	۱۹/۴ ^a	۲/۸ ^a	۳۰/۶ ^a	۶/۷ ^a	۷۶/۷ ^a	۱۷۲۹/۸ ^a	۶/۶ ^a	۶۷۲۹/۷ ^a	۰/۷۰ ^a
زاهدی	۸/۰ ^a	۰/۹۴ ^a	۷/۵ ^a	۲۰/۶ ^a	۳/۲ ^a	۲۶/۵ ^a	۶/۴ ^a	۵۲/۳ ^b	۱۲۸۰/۶ ^b	۷/۶ ^a	۶۲۶۴/۰ ^a	۰/۶۶ ^a

جدول ۸ - مقایسه میانگین صفات کمی و کارایی مصرف آب (مقایسه اثرات متقابل سطوح آبیاری و دو رقم خرما)

اثر متقابل تیمارها سطوح آبیاری	رقم	وزن میوه (گرم)	وزن هسته	نسبت وزن گوشت میوه به هسته	قطر میوه (میلی متر)	طول میوه (سانتی - متر)	درصد خشکیدگی خوشه	تعداد خوشه	تعداد رشته در خوشه	تعداد میوه در خوشه	حجم میوه (سانتی متر مکعب)	عملکرد خرما (کیلوگرم در هکتار)	کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب)
٪۷۵	خاصی	۵/۹ ^b	۰/۶۳ ^b	۸/۰ ^{bc}	۱۹/۲ ^a	۲/۹ ^b	۳۰/۸ ^a	۷/۰ ^a	۷۴/۸ ^a	۱۷۰۱/۵ ^{ab}	۶/۰ ^c	۶۵۱۱/۸ ^a	۰/۸۶ ^a
نیاز آبی	زاهدی	۸/۱ ^a	۰/۹۲ ^a	۷/۸ ^c	۲۰/۵ ^a	۳/۳ ^a	۲۲/۲ ^a	۶/۵ ^a	۵۲/۷ ^c	۱۲۸۴/۷ ^{bc}	۶/۶ ^{bc}	۶۷۳۷/۳ ^a	۰/۸۹ ^a
٪۱۰۰	خاصی	۶/۴ ^{ab}	۰/۹۳ ^a	۹/۰ ^{ab}	۱۹/۶ ^a	۲/۸ ^b	۳۱/۴ ^a	۶/۵ ^a	۸۱/۸ ^a	۱۸۹۸/۰ ^a	۶/۶ ^{bc}	۶۸۰۴/۸ ^a	۰/۶۸ ^b
نیاز آبی	زاهدی	۷/۹ ^{ab}	۰/۹۵ ^a	۷/۳ ^c	۲۰/۶ ^a	۳/۲ ^a	۳۱/۱ ^a	۶/۵ ^a	۴۵/۳ ^c	۱۰۶۴/۰ ^c	۷/۷ ^{ab}	۶۱۳۸/۲ ^a	۰/۶۱ ^{bc}
٪۱۲۵	خاصی	۵/۹ ^b	۰/۳۷ ^c	۱۰/۰ ^a	۱۹/۵ ^a	۲/۷ ^b	۲۹/۶ ^a	۶/۷ ^a	۷۳/۳ ^{ab}	۱۵۸۹/۸ ^{ab}	۷/۳ ^{bc}	۶۸۷۲/۵ ^a	۰/۵۵ ^{bc}
نیاز آبی	زاهدی	۸/۰ ^a	۰/۹۶ ^a	۷/۳ ^c	۲۰/۷ ^a	۳/۲ ^a	۲۶/۲ ^a	۶/۳ ^a	۵۸/۸ ^{bc}	۱۴۹۳/۱ ^{ab}	۸/۶ ^a	۵۹۱۶/۷ ^a	۰/۴۷ ^c

صفات کیفی

اثر تیمارهای مختلف آبیاری و رقم و اثر متقابل آنها در (جدول ۹، ۱۰، ۱۱ و ۱۲) ارایه شده است. نتایج تجزیه واریانس نشان داد بین اثرات سطوح آبیاری، رقم و اثرات متقابل سطوح آبیاری و رقم در صفات pH، کل مواد جامد محلول (TSS)، رطوبت، سفتی بافت و قند، اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۹). نتایج مقایسه میانگین تیمارهای آبیاری نشان داد که تغییر میزان مصرف آب در تیمارهای مختلف آبیاری، موجب تغییرات معنی‌داری در صفات کیفی نشده است (جدول ۱۰). از آنجایی که با کاهش ۲۵ درصد آب در تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی تغییرات معنی‌داری بین صفات کیفی نسبت به دیگر تیمارهای آبیاری مشاهده نشد لذا اعمال تیمارهایی از کم آبیاری به میزان بیش از ۲۵ درصد نیاز آبی، موجب شناسایی مرزی از کم آبیاری خواهند شد که اختلاف معنی‌دار میانگین صفات کیفی را به همراه خواهد داشت.

مقایسه میانگین اثرات فرعی نشان داد که در تمام صفات کیفی، دو رقم خاصی و زاهدی اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند. به طوری که مثلاً شاخص قند دو رقم خاصی و زاهدی به ترتیب برابر ۵۶/۷ و ۵۵/۹ درصد بود (جدول ۱۱).

مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد در بررسی اثرات متقابل سطوح آبیاری و رقم در شاخص pH، تیمارهای ۷۵ درصد نیاز آبی ارقام خاصی و زاهدی بیشترین مقادیر را به خود اختصاص دادند و کمترین میزان در تیمارهای ۱۲۵ درصد نیاز آبی ارقام خاصی و زاهدی اندازه‌گیری شد. خرما از جمله میوه‌هایی است که هم به صورت تازه و هم به صورت انبار شده مصرف می‌شود. کاهش مصرف آب در تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی در اسیدی شدن بیش‌تر میوه موثر بوده است. هرچه اسید میوه‌ی خرما بیشتر باشد احتمال ترشیدگی بالاتر می‌رود.

بررسی اثرات متقابل سطوح آبیاری و رقم در کل مواد جامد محلول نشان داد که تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی و رقم زاهدی، برتر بوده و پایین‌ترین رده به تیمار ۱۲۵ درصد نیاز آبی و رقم زاهدی تعلق گرفت. بیشتر بودن مواد جامد محلول در ماندگاری محصول موثر می‌باشد. مقایسه میانگین اثرات متقابل سطوح آبیاری و رقم در شاخص رطوبت نشان داد که تیمار ۱۲۵ درصد نیاز آبی و رقم خاصی برتر بوده و توانسته با مقدار ۱۱/۰ درصد رطوبت جایگاه اول را به خود اختصاص دهد و پایین‌ترین جایگاه متعلق به تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی و رقم زاهدی با رطوبت ۶/۸ درصد بود. رطوبت کمتر میوه در ماندگاری میوه موثر است و هر چه رطوبت میوه کمتر باشد خاصیت انبارمانی میوه بیشتر شده و موجبات مصرف میوه را در دیگر فصول سال فراهم می‌نماید. بررسی اثرات متقابل سطوح آبیاری و رقم در شاخص سفتی بافت نشان داد که تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی و رقم زاهدی با میانگین سفتی ۱۶/۲ نیوتن بر مترمربع برتر می‌باشد و پایین‌ترین رده به تیمار ۱۲۵ درصد نیاز آبی و رقم خاصی تعلق گرفت. جدول ۱۲ نشان می‌دهد که تیماری که بیشترین رطوبت را داشته دارای کمترین میزان سفتی بافت میوه می‌باشد. بررسی اثرات متقابل سطوح آبیاری و رقم در صفت قند نشان داد که تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی و رقم خاصی با قند ۵۷/۶ درصد برتر بود این در حالی است که پایین‌ترین رده به تیمار ۱۲۵ درصد نیاز آبی و رقم زاهدی به میزان ۵۵/۲ درصد تعلق گرفت.

نتایج این پژوهش در مورد عملکرد میوه و کارایی مصرف آب با یافته‌های محبی و علی‌حوری (۱۳۹۲) مطابقت نشان می‌دهد. در این پژوهش مطابق تحقیق فرزام‌نیا و راوری (۱۳۸۴) تیمارهای سطوح مختلف آبیاری اثر معنی‌داری بر صفات کیفی نداشتند.

جدول ۹- میانگین مربعات و سطح معنی‌دار بودن برخی صفات کیفی خرما در تیمارهای آزمایشی

منابع تغییرات	درجه آزادی	pH	کل مواد جامد محلول (TSS)	رطوبت	سفتی بافت	قند
سال	۱	۰/۱۵۸۰ ^{n.s}	۴۴۴/۱۶ ^{n.s}	۷/۶۰ ^{n.s}	۰/۷۲ ^{n.s}	۰/۶۲۷ ^{n.s}
تکرار	۴	۰/۰۰۰۸ ^{n.s}	۰/۱۰ ^{n.s}	۲/۳۷ ^{n.s}	۵/۳۴ ^{n.s}	۰/۱۴۰ ^{n.s}
آبیاری	۲	۰/۱۰۸۳ ^{n.s}	۶/۳۵ ^{n.s}	۳۹/۴۱ ^{n.s}	۷۵/۸۲ ^{n.s}	۵/۶۳۰ ^{n.s}
سال* آبیاری	۲	۰/۰۳۷۶ ^{**}	۱/۹۸ [*]	۹/۴۴ ^{**}	۱۷/۰۵ ^{**}	۰/۶۶۵ [*]
خطا	۸	۰/۰۰۱۵	۰/۳۷	۱/۰۳	۱/۲۱	۰/۰۹۲
رقم	۱	۰/۰۱۱۶ ^{n.s}	۰/۰۴ ^{n.s}	۰/۸۳ ^{n.s}	۳۹۷/۱۵ ^{n.s}	۵/۸۰۰ ^{n.s}
سال* رقم	۱	۰/۰۰۲۶ [*]	۰/۴۶ ^{n.s}	۱۶/۴۰ ^{**}	۴۶/۵۰ ^{**}	۰/۲۵۸ ^{n.s}
آبیاری* رقم	۲	۰/۰۰۷۳ ^{n.s}	۰/۱۶ ^{n.s}	۰/۹۹ ^{n.s}	۱۳/۴۳ ^{n.s}	۰/۳۷۱ ^{n.s}
سال* آبیاری* رقم	۲	۰/۰۰۹۸ ^{**}	۰/۹۱ [*]	۰/۰۶ ^{n.s}	۵/۶۲ ^{n.s}	۰/۴۳۳ ^{n.s}
خطا	۱۲	۰/۰۰۰۴	۰/۱۶	۱/۴۸	۲/۴۸	۰/۲۴۳
ضریب تغییرات	-	۰/۶۸	۰/۹۶	۱۳/۸۴	۱۸/۳۶	۰/۸۸

** اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪ * اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ n.s اختلاف معنی‌داری وجود ندارد.

جدول ۱۰- مقایسه میانگین برخی صفات کیفی در تیمارهای آزمایشی سطوح آبیاری

سطوح آبیاری	pH	کل مواد جامد محلول (TSS)	رطوبت (%)	سفتی بافت (N/m ²)	قند (%)
۷۵٪ نیاز آبی	۵/۹۱ ^a	۶۴/۰ ^a	۷/۰ ^a	۱۱/۳ ^a	۵۷/۰ ^a
۱۰۰٪ نیاز آبی	۵/۸۴ ^a	۶۳/۳ ^a	۸/۷ ^a	۸/۱ ^a	۵۶/۱ ^a
۱۲۵٪ نیاز آبی	۵/۷۲ ^a	۶۲/۵ ^a	۱۰/۶ ^a	۶/۴ ^a	۵۵/۷ ^a

جدول ۱۱- مقایسه میانگین برخی صفات کیفی در تیمارهای آزمایشی دو رقم خرما

رقم	pH	کل مواد جامد محلول (TSS)	رطوبت (%)	سفتی بافت (N/m ²)	قند (%)
خاصی	۵/۸۱ ^a	۶۳/۲ ^a	۸/۹ ^a	۴/۹ ^a	۵۶/۷ ^a
زاهدی	۵/۸۴ ^a	۶۳/۳ ^a	۸/۶ ^a	۱۲/۳ ^a	۵۵/۹ ^a

جدول ۱۲- مقایسه میانگین برخی صفات کیفی (مقایسه اثرات متقابل سطوح آبیاری و دو رقم خرما)

رقم	اثر متقابل تیمارها		pH	کل مواد جامد محلول (TSS)	رطوبت (%)	سفتی بافت (N/m ²)	قند (%)
	رقم	سطوح نیاز آبی					
خاصی	۷۵٪	۵/۹۰ ^a	۶۲/۸ ^{ab}	۷/۲ ^c	۶/۴ ^{cd}	۵۷/۶ ^a	
زاهدی	نیاز آبی	۵/۹۲ ^a	۶۴/۱ ^a	۶/۸ ^c	۱۶/۲ ^a	۵۶/۵ ^b	
خاصی	۱۰۰٪	۵/۸۰ ^b	۶۳/۲ ^{bc}	۸/۵ ^{bc}	۴/۶ ^d	۵۶/۳ ^b	
زاهدی	نیاز آبی	۵/۸۹ ^a	۶۳/۳ ^{bcd}	۸/۹ ^{abc}	۱۱/۶ ^b	۵۵/۹ ^{bc}	
خاصی	۱۲۵٪	۵/۷۲ ^c	۶۲/۶ ^{cde}	۱۱/۰ ^a	۳/۶ ^d	۵۶/۲ ^{bc}	
زاهدی	نیاز آبی	۵/۷۲ ^c	۶۲/۵ ^c	۱۰/۲ ^{ab}	۹/۲ ^{bc}	۵۵/۲ ^c	

نتیجه‌گیری

بنابراین ضرورت اجرای این‌گونه طرح‌ها در سال‌های خشک‌سالی بیش از پیش احساس می‌شود.

نتایج این تحقیق نشان داد که آبیاری درختان خرما با رقم خاصی و زاهدی بر اساس ۷۵ درصد نیاز آبی نسبت به تیمارهای ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیاز آبی موجب کاهش معنی‌دار صفات کمی و کیفی میوه درختان نشد؛ اما مصرف آب به میزان ۷۵ درصد نیاز آبی موجب افزایش معنی‌دار کارایی مصرف آب شد. پیش‌بینی می‌گردد که اجرای آبیاری قطره‌ای زیرسطحی بتواند باعث صرفه‌جویی در حجم آب مصرفی و افزایش کارایی مصرف آب گردد؛

سپاسگزاری

بدین وسیله از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان و ایستگاه تحقیقات کشاورزی بهبهان (طرح تحقیقاتی به شماره ۹۰۰۹۹-۱۴-۱۴-۴) به دلیل تقبل هزینه‌های مادی و حمایت‌های معنوی در انجام این تحقیق سپاسگزاری می‌شود.

فهرست منابع

۱. آمارنامه کشاورزی. ۱۳۹۳. جلد اول: محصولات زراعی. سال زراعی ۱۳۹۱-۹۲ وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی. دفتر آمار و فن‌آوری اطلاعات. صفحه ۱۳۲.
۲. دانش‌نیا، ع. و ح، رستگار. ۱۳۷۸. تعیین بهترین دور و عمق آبیاری با روش قطره‌ای بروی نخل شاهانی. گزارش نهایی طرح ۷۸ مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی، / تحقیقاتی. از انتشارات مرکز تحقیقات کشاورزی فارس. نشریه شماره ۸۲ سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. ۲۳ صفحه.
۳. رستگار، ح. و ح، زرگری. ۱۳۹۰. اثرات تنش رطوبتی بر عملکرد کمی و کیفی خرما شاهانی. هفتمین کنگره علوم باغبانی. ایران، دانشگاه صنعتی اصفهان. ۱۶۰۸-۱۶۱۰.
۴. جلیلی، م. ۱۳۹۰. بررسی اثر سطوح مختلف آب و مالچ پلاستیک بر عملکرد و کارایی مصرف آب گوجه فرنگی در روش آبیاری قطره‌ای سطحی و زیر سطحی. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). ۲۵ (۳): ۱۰۳۲-۱۰۲۵.
۵. جلیلی، م. و ح، مهرآبادی. ۱۳۹۱. بررسی تاثیر روش‌های آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی و دور آبیاری بر عملکرد کمی و کیفی پنبه. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). ۲۶ (۳): ۷۴۲-۷۳۶.
۶. حسینی، ز. ۱۳۶۹. روش‌های متداول در تجزیه مواد غذایی، انتشارات دانشگاه شیراز.
۷. غفاری نژاد، ع. ۱۳۸۰. طرح تعیین بهترین دور و عمق آبیاری نخل مضافتی به روش قطره‌ای. بم: مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان.
۸. محبی، ع. و م، علی حوری. ۱۳۹۲. اثر عمق و روش آبیاری بر میزان بهره‌وری، عملکرد و صفات رویشی نخل پیارم. نشریه پژوهش آب در کشاورزی / ب / ۲۷ (۴): ۴۶۴-۴۵۵.
۹. فرش، ع. ا. م، ر، شریعتی. ر، جاراللهی. م، قائمی. م، شهابی فر. م، م، تولائی. ۱۳۷۶. برآورد آب مورد نیاز گیاهان عمده زراعی و باغی کشور. (دو جلد) مؤسسه تحقیقات خاک و آب، نشر آموزش کشاورزی.
۱۰. فرزام نیا، م. و ذ، راوری. ۱۳۸۴. تاثیر کم آبیاری بر عملکرد و کارایی مصرف آب خرما مضافتی در بم. مجله علمی کشاورزی، ۲۸(۱): ۷۹-۸۶.
11. Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., and M. Smith. 1998. Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 56, Rome, Italy.

12. Al-Rumaih, M., and M.A. Kassem. 2003. The effect of irrigation interval on the yield and quality of palms dates. The Canadian Soci. for Eng. in Agri., Food and Biological Systems meeting. Montreal, conada: 43-58.
13. Ahmed, T. F., Hashmi, H. N., and A. R. Ghumman. 2011. Performance assessment of Subsurface Drip irrigation System using pipes of varying flexibility. Mehran Univer-sity Research Journal of Engineering & Technology. 30 (3): 361-370. [ISSN 0254-7821].
14. Al-Amoud, A. I., Fawzi, S., Mohammad, S., Al-Hamed, A., and M. Ahmed Alabdulkader. 2000. reference evapo-transpiration and date palm water use in the Kingdom of Saudi Arabia. International Research Journal of Agricultural Science and Soil Science(ISSN: 2251-0044), 2(4): 155-169, April 2012. Available online <http://www.interest-journals.org/IRJAS>
15. Al- Amood, A.I., Bacha, M.A., and A.M. Al- Dorby. 2000. Seasonal water use of date palms in the central region of Saudi Arabia. International Agricultural Engineering Journal, 9(2): 51-62
16. AOAC. 1990. Official Methods of Analysis, 15thedn. Washington, D.C.Associationof OfficialAnalyticalChemists.
17. Clark, R.N. 1979. Furrow sprinkler, and drip irrigation efficiensies in corn. ASAE paper No. 79-2111. St. Joseph, Mich.: ASAE.
18. Darfaoui, El-Mostafa., and A. Al-Assiri. 2010. response to climate change in the Kingdom of Saudi Arabia. A report prepared for FAO-RNE. Available at: Accessed on March 23, 2013.
19. FAO. 2009. Water and agriculture in Saudi Arabia. AQUASTAT - FAO's Information System on Water and Agriculture. Food and Agriculture organization of the United Nations. Available at: http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries/saudi_arabia/index.stm; Accessed on March 28, 2013.
20. Foakwa. E.O., Paterson. A., Fowler.,M., and J. Vieira. 2008. Particle size distribution and compositional effects on textural properties and appearance of dark chocolates. Journal of Food Engineering. 87: 181-190.
21. Furr, J.R. 1975. Water and salinity problems of Abadan island date gardens. Report of the Annual Date Growers Institute. 52: 14-17
22. Karami, E. 2006. Appropriateness of farmers' adoption of irrigation methods: The application of AHP model. Agricultural Systems, 87:101-119. Doi:10.1016/j.agsy.2005.01.001.
23. KACST. 2012. Strategic Priorities for agricultural research. King Abdulaziz City for Science and Technology. Minis-try of Economy and Planning, Doc. No. 40P0001-PLN-0001-er01. Kingdom of Saudi Arabia. Accessed on March 28, 2012. Available at: <http://nstip.kacst.edu.sa/cs/groups/public/documents/document/~edisp/agriculturetech.pdf>
24. Oron, G., Demalach. J., Hoffman, Z., and R. Cibotaru. 1991. Subsurface microirrigationwith effluent. Irrigation and Drainage Engineering. -ASCE 117: 25-36.
25. Phene, C.J. 1995. The sustainability and potential of subsurface drip irrigation. In; Proc. 5th int. Microirrigation Congress,
26. Phene, C.J. 1974. High. Frequency porous tube irrigation for water nutrient management in humid regions Proc.second.

27. Salter, P.J., and J.E.Goode. 1967. Crop Responses to Water at Different Stages of Growth. Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, Bucks, England. pp177-179.
28. Sivanappan, RK. 1998. Low cost micro irrigation system for all crops and all farmers In: Proceedings of Workshop Micro irrigation and Sprinkler irrigation systems April 1998 at New Delhi. Organized by Central Board of Irrigation and Power, Edited by CVJ Verma, pp. IV-15-IV-20.
29. Yu, Y., Shihong, G., Xu, D., and W. Jiandong. 2010. Effects of Treflan injection on winter wheat growth and root clogging of subsurface drippers. Agricultural Water Management . Volume 97, Issue 5, Pages 723–730.
30. Zaid, A. 2002. Date palm cultivation. FAO plant production and protection paper No. 156.