مدیریت آبیاری قطره‌ای زیرسطحی نخیلات در مناطق خشک و نیمه‌خشک

نادر سلامتی[1*]، حسین دهقانی سانیچ[2] و لیلا بهبهانی[3]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۱/۱۶ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱/۲۹)

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر مقدار آب در آبیاری قطره‌ای زیرسطحی بر کارایی مصرف آب، عملکرد و اجزای عملکرد و تعیین تیمار مناسب آبیاری در سه رقم خرما، آزمایشی به‌صورت کرت‌های یک‌بار خرد شده در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار برای سه سال زراعی (۱۳۹۵-۱۳۹۲) در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بهبهان اجرا شد. مقدار آب مصرفی در روش آبیاری قطره‌ای زیرسطحی در سه سطح بر اساس ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیازآبی در کرت‌های اصلی و سه رقم نخل خرمای کبکاب، خاصی و زاهدی در کرت‌های فرعی مقایسه شدند. تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی با تولید ۰/۶۷۴ کیلوگرم خرما در ازای مصرف یک مترمکعب آب در صفت کارایی مصرف آب نسبت به دو سطح دیگر آبیاری، برتری معنی‌داری از خود نشان داد. رقم خاصی با ۸۳/۹ خوشچه و ۲۲۹۲/۹ میوه در خوشه به‌تنهایی رتبه نخست و عنوان برتر را به خود اختصاص داد. تیمار ۱۲۵ درصد نیاز آبی با ۱۱/۱ درصد رطوبت، برتر بود و تیمارهای ۱۰۰ و ۷۵ درصد نیاز آبی با ۹/۶ و ۸/۷ درصد رطوبت، رده‌های بعدی را به خود اختصاص دادند. تیمار ۱۲۵ درصد نیاز آبی و رقم کبکاب با حجمی معادل ۱۱/۱ سانتی‌مترمکعب در رتبه اول جای گرفت. مدیریت بهینه مصرف آب و کم کردن آن تا مقدار ۱۰۶۰۶/۴ مترمکعب در هکتار در تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی موجب صرفه‌جویی در مصرف آب شده است. اگر مبنای مقایسه میزان آب دریافتی در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی درنظر گرفته شود، استفاده از تیمار آبیاری قطره‌ای زیرسطحی موجب کاهش مصرف آبی معادل ۲۵۰۹/۶ و ۵۰۱۹/۲ مترمکعب در هکتار به ترتیب در مقایسه با تیمارهای ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیاز آبی شده است.

واژه‌های کلیدی: عملکرد، کارایی مصرف آب، خرما

۱. 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

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

۳. محقق صنایع غذایی، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران

*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: nadersalamati@yahoo.com

مقدمه

خرما، چهارمین محصول باغبانی از نظر میزان تولید و سطح باغی کشور با میزان تولید ۱/۰۴ میلیون تن بوده و این میزان تولید از ۶/۳۱ درصد از کل سطوح باغات کشور حاصل شده است. مجموع سطوح بارور و غیربارور خرما در کشور حدود ۲۲۸ هزار هکتار است. نخیلات بارور و غیربارور به‌ترتیب ۸۷ و ۱۳ درصد از کل سطح زیر کشت نخیلات کشور را به‌خود اختصاص داده‌اند (۱). میزان تولید خرما در استان خوزستان در سطح ۲۴۸۰۰ هکتار بارور، ۱۴۴۲۰۰ تن و عملکرد معادل ۵۸۱۴ کیلوگرم در هکتار اعلام شده است (۱). در حال حاضر حدود ۹۱ درصد اراضی نخلستان‌های بارور کشور زیر کشت آبی بوده و بیش از ۹۵ درصد تولید خرمای کشور از این اراضی عاید می‌شود، به‌عبارت دیگر فقط حدود پنج درصد از کل تولید خرما در کشور از اراضی زیرکشت دیم به عمل می‌آید. 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 (۱). استان خوزستان با سطح زیرکشت ۳۱۳۰۰ هکتار پس از استان‌های سیستان و بلوچستان و بوشهر یکی از مناطق عمده خرماخیز کشور است که بر اساس آمار موجود با تولید ۱۳/۸ درصد از کل خرمای کشور در رتبه سوم قرار گرفته است (۱).

سیستم آبیاری میکرو در سال‌های اخیر محبوبیت پیدا کرده است از جمله عوامل این محبوبیت می‌توان به ویژگی‌های برجسته مانند کاهش فرسایش خاک، توزیع بسیار یکنواخت آب، کاهش هزینه نیروی کارگری و تنوع در عرضه و میزان دبی با تنظیم قطره‌چکان‌ها اشاره کرد (۲۳). سیستم‌های آبیاری قطره‌ای زیرسطحی دارای خصوصیات بهره‌وری و راندمان آبیاری بالاتری هستند. از طریق تحقیقات گسترده، بسیاری از مشکلات سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی از جمله گرفتگی قطره‌چکان توسط ریشه‌های کوچک، نصب و راه‌اندازی لوله‌های جانبی و لوازم کودآبیاری حل شده است. نتایج حاصل از آزمایش‌های بسیاری نشان داده‌اند که اجرای سیستم‌های قطره‌ای زیرسطحی موجب افزایش قابل توجهی در افزایش کارایی مصرف آب و نیتروژن شده که درنهایت بالابردن کیفیت محصول را نیز به‌دنبال داشته است. این سامانه نیز در محدود کردن آلودگی آب زیرزمینی با نیترات و نمک در درازمدت کاربرد داشته است. به‌عنوان سیستمی که زیر سطح خاک کار می‌کند، نسبت به سیستم قطره‌ای سطحی سنتی نقش بیشتری در صرفه‌جویی در آب و مواد مغذی علاوه بر کنترل شوری، نفوذ عمقی و دوام سیستم بازی می‌کند، این امر ممکن است به‌دلیل سطح خیس شده کروی آب زیر سطح خاک در مقایسه با سطح نیم‌کروی زیر قطره‌چکان‌های سطحی باشد (۲۰).

نتایج پژوهش کرمی (۱۷) نشان داد که روش‌های آبیاری کرتی سازگار با سیستم‌های تولید سنتی است. با این حال، آبیاری کرتی نه توسط کارشناسان آب و نه توسط کارشناسان حرفه‌ای دیگر در یک منطقه توصیه نمی‌شود. آبیاری کرتی در میان تولیدکنندگان خرما محبوب است. زیرا که هزینه‌های اولیه در این نوع آبیاری در سطوح نسبتاً مسطح کم خواهد بود و برای بهره‌برداران انجام این نوع آبیاری ساده‌تر است. با این حال، برخی از کشاورزان با توجه به معایب آبیاری سطحی از آن استفاده می‌کنند. از جمله معایب آبیاری سطحی می‌توان به موارد راندمان پایین، کار فشرده و مدوام و عدم انجام آبیاری زمین‌های شنی اشاره کرد که البته آبیاری قطره‌ای امکان آبیاری این مناطق را مهیا می‌کند (۷، ۱۰ و ۱۸).

محبی و علی‌حوری (۲۵) در 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 شد نشان دادند به رغم 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 به عمق معادل ۷۵ درصد تبخیر تجمعی از تشت کلاس A برای آبیاری نخلستان‌ها توصیه شد. همانند پژوهش محبی و علی‌حوری (۲۵) به رغم مصرف مقادیر متفاوت آب در تیمارهای آبیاری، اختلاف معنی‌داری در عملکرد میوه مشاهده نشد. همچنین همانند تحقیق فوق، بیشترین بهره‌وری مصرف آب به ازای تیمارهایی که در آن‌ها ۲۵ درصد کم‌آبیاری اعمال شده، حاصل شده است. غفاری‌نژاد (۱۴) تأثیر دو روش آبیاری قطره‌ای و نواری را روی رشد رویشی خرمای مضافتی مقایسه کرد. 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 بود که با مصرف آب کمتر، بیشترین رشد رویشی را موجب شد.

العمود و همکاران (۶) نیز عکس‌العمل درختان خرما را نسبت به سه روش آبیاری کرتی، حبابی (بابلر) و قطره‌ای بررسی کرده‌اند. 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 سعودی، اثرات دور آبیاری بر عملکرد و کیفیت میوه نخل خرما بررسی شد (۴). 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 (۵) نشان داد که روش آبیاری قطره‌ای زیرسطحی دارای پتانسیل بزرگی در غلبه بر کمبود آب به‌خصوص در مناطق خشک است. آنها همچنین گزارش دادند که نیاز به حفظ تعادل بین منابع آب و تولید محصولات کشاورزی با درنظر گرفتن نیاز آبی برای خرما و کمبود آب در منطقه وجود دارد. لذا این تعادل را می‌توان با اجرای فناوری های آبیاری مناسب و کاهش تنش در تخلیه منابع آب زیرزمینی فعلی با اتخاذ اقدامات بهینه‌سازی مصرف آب بدون کاهش تولید محصولات کشاورزی عملی کرد (۱۶). کشاورزی، در کشور عربستان سعودی با چالش‌های بسیاری که مخصوص اقلیم نیمه‌خشک است مواجه است. از جمله این چالش‌ها می توان به منابع کمیاب آب، بارش کم سالانه، درجه حرارت بسیار بالا و فراوانی تبخیر و تعرق اشاره کرد. کشاورزی مصرف کننده تقریباً ۸۸ درصد از کل آب استخراج شده از تمام منابع است. برنامه‌های کاربردی از روش‌های آبیاری سنتی مانند آبیاری کرتی موجب استرس بیشتر در مورد منابع آب که در حال حاضر رو به کاهش هستند می‌شود (۹ و ۱۱).

نتایج تحقیق محبی (۲۴) در مورد مقایسه اثرات دو میزان آب معادل ۷۵ و ۱۰۰ درصد تبخیر تجمعی از تشت کلاس A در دو روش قطره‌ای و سطحی روی رشد و نمو نخل خرمای رقم پیارم نشان داد که بین تیمارهای مختلف به لحاظ برخی شاخص‌های رشد رویشی مانند تعداد برگچه، قطر تنه و سطح سایه‌انداز اختلاف معنی‌داری وجود داشته است. ولی از نظر تعداد برگ، عملکرد و خصوصیات کیفی میوه شامل pH، رطوبت، مواد جامد محلول و قند کل میوه، تفاوت بین تیمارها معنی‌دار نبوده است. دور آبیاری در روش قطره‌ای دو روز و در روش سطحی هفت روز بود. همچنین نتایج نشان داد که اگرچه در تیمارهای مختلف میزان آب مختلفی در اختیار درختان قرار گرفت ولی از لحاظ عملکرد و صفات کیفی میوه اختلاف معنی‌داری بین تیمارها وجود نداشت و تأثیر تیمارهای مورد آزمایش بر صفات رویشی و عملکرد محصول معنی‌دار نبود، مصرف آب در تیمار ۷۵ درصد تبخیر در روش قطره‌ای حدود ۴۰ درصد مصرف آب در روش سطحی بوده است. درحالی که از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری بین عملکرد محصول خرما وجود نداشت. لذا تیمار ۷۵ درصد تبخیر از تشت و به روش قطره‌ای تیمار برتر معرفی شد (۲۴). در این تحقیق نیز همانند نتایج پژوهش محبی (۲۴) اثر دو میزان مصرف آب در آبیاری قطره‌ای بر عملکرد محصول معنی‌دار نشد. فرزامنیا و راور (۱۲)

تأثیر کم‌آبیاری روی درختان بارور خرمای رقم مضافتی را با چهار تیمار آبیاری به‌میزان ۶۰، ۸۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ درصد تبخیر از تشت کلاس A بررسی کردند. بیشترین و کمترین عملکرد از تیمار آبیاری ۸۰ و ۶۰ درصد تبخیر از تشت به‌ترتیب به‌میزان 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 قند کل میوه به‌همراه نداشت. بر اساس نتایج آبیاری به‌میزان ۸۰ درصد تبخیر از تشت کلاس A به‌عنوان یک روش مدیریتی در آبیاری نخلستان‌های بم توصیه شد. همانند پژوهش فرزام‌نیا و راور (۱۲) در این تحقیق نیز تیمارهای پیشنهادی از تیمارهای کم‌آبیاری بودند به‌طوری که در هر دو پژوهش تیمارهای پیشنهادی حداقل ۲۰ درصد در مصرف آب صرفه‌جویی داشتند. همچنین در این تحقیق همانند پژوهش فوق، تیمارهای سطوح مختلف آبیاری اثر معنی‌داری بر رطوبت، مواد جامد محلول نداشت. رستگاری و زرگری (۲۱) با انجام تحقیقی در استان فارس روی رقم خرمای شاهانی نشان دادند که بیشترین عملکرد میوه و بهره‌وری مصرف آب با انجام آبیاری به‌میزان‌های ۵۰ و ۷۵ درصد تبخیر تجمعی از تشت کلاس A به‌ترتیب در فصل بهار و بقیه ایام سال حاصل شد. آبیاری درختان خرمای رقم پیارم در مراحل رویشی و زایشی نشان داد که اختلاف معنی‌داری از نظر صفات رویشی نظیر تعداد برگ و برگچه، محیط تنه، سطح سایه‌انداز و عملکرد محصول بین تیمارهای ۷۵ و ۱۰۰ درصد تبخیر تجمعی از تشت کلاس A وجود نداشت. بیشترین بهره‌وری مصرف آب، از آبیاری قطره‌ای با میزان آب معادل ۷۵ درصد تبخیر تجمعی از تشت کلاس A به‌دست آمد (۲). همانند پژوهش فوق بیشترین بهره‌وری مصرف آب به ازای تیمارهایی که در آنها ۲۵ درصد کم‌آبیاری اعمال شده، حاصل شده است.

در این راستا با توجه به بالا بودن نیاز آبیاری نخل خرما و با توجه به استراتژیک بودن محصول خرما در استان خوزستان، لزوم اجرای طرح‌های تحقیقاتی در مورد امکان استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی روی درختان خرما بسیار ضروری و اجتناب ناپذیر است. لذا با انجام این پژوهش امکان استفاده از سامانه قطره‌ای زیرسطحی محک خورده و همچنین مناسب‌ترین میزان مصرف آب برای مهم‌ترین محصول باغبانی استان مشخص می‌شود. با توجه به بروز خشکسالی‌های مستمر و بحران آب در مناطق مختلف کشور از یک سو و راندمان بالای سامانه‌های آبیاری قطره‌ای از سوی دیگر و با عنایت به اینکه گزارشی از انجام آبیاری زیرسطحی نخیلات در ایران منتشر نشده و همچنین اطلاعات اندکی در مورد تأثیر سیستم های آبیاری قطره‌ای زیرسطحی بر نخیلات موجود است، این پژوهش با هدف بررسی امکان بهره‌مندی از سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی در آبیاری نخیلات و تعیین مناسب‌ترین تیمار آبیاری از نظر عملکرد و کارایی مصرف آب در سه رقم کبکاب، خاصی و زاهدی صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تأثیر مقدار آب در آبیاری قطره‌ای زیرسطحی بر عملکرد، اجزای عملکرد، کارایی مصرف آب و تعیین مناسب‌ترین تیمار آبیاری سه رقم نخل خرمای کبکاب، خاصی و زاهدی از نظر کارایی مصرف آب آزمایشی برای سه سال (۱۳۹۲ – ۱۳۹۵) با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بهبهان در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی، به‌صورت کرت‌های یک‌بار خرد شده اجرا شد. مقدار آب در آبیاری قطره‌ای زیرسطحی در سه سطح بر اساس ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیازآبی در کرت‌های اصلی و سه رقم نخل خرمای کبکاب، خاصی و زاهدی در کرت‌های فرعی مقایسه شد. برای هر درخت در تیمار آبیاری زیرسطحی ازلوله‌های پلی‌اتیلن با قطر ۱۶ میلی‌متر که فاصله قطره‌چکان‌های آن ۷۰ سانتی‌متر و آبدهی چهار لیتر در ساعت داشتند، استفاده شد. نصب لوله‌های زیرسطحی با فاصله یک متری از تنه درخت خرما و در عمق ۴۰ سانتی‌متری خاک انجام شد. برای درخت‌های در یک امتداد از دو ردیف لوله زیرسطحی به‌گونه‌ای استفاده شد که هر لوله با شش قطره و تولید پیاز رطوبتی محدوده ریشه‌های

جدول ۱. ضریب گیاهی خرما در ماه‌های انجام آبیاری

فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
۰/۹۱	۰/۹۴	۰/۹۷	۱	۱	۱

جدول ۲. نتایج تجزیه نمونه آب

ردیف	منبع آبدهی	EC (µS / cm)	pH	T.D.S (mg / lit)	کاتیون‌ها (meq / l)			آنیون‌ها (meq / l)		
					Ca^{++}	mg^{++}	Na^{+}	HCO_3^{-}	SO_4^{--}	Cl^{-}
۱	چاه	۳۰۸۰	۷/۰	–	۱۱/۵	۹/۵	۱۴/۵	۳/۰	–	۱۲/۰

جدول ۳. مشخصات بافت خاک

عمق خاک (cm)	شن (٪)	سیلت (٪)	رس (٪)	بافت
۰–۳۳	۹	۴۸	۴۳	silty clay
۳۳–۶۶	۵	۴۶	۴۹	silty clay
۶۶–۱۰۰	۵	۵۰	۴۵	silty clay

مؤثر را مرطوب می‌کرد. درختان با فاصله ۷×۸ متری در سال ۱۳۶۹ به‌صورت پاجوش غرس شده‌اند. به عبارت دیگر با آبیاری زیرسطحی، هر درخت، ۴۸ لیتر آب در ساعت دریافت می‌کند که البته میزان واقعی آبدهی قطره‌چکان‌ها و در کل، میزان آب مورد استفاده هر ردیف لوله زیرسطحی، توسط کنتور با دقت یک دهم لیتر که در ابتدای هر خط آبیاری زیرسطحی قرار داشت، ثبت شد.

عملیات باغی نظیر گرده‌افشانی، کنترل آفات و بیماری‌ها، حذف پاجوش و تعدیل نسبت برگ به خوشه برای کلیه تیمارها یکسان انجام شد. در زمان برداشت، محصول درختان خرمایی که برای یک تیمار درنظر گرفته شده بود، به‌صورت کامل برداشت شده و به نسبت عملکرد در هکتار برای آن تیمار محاسبه شده است. سپس با انتخاب تصادفی حدود یک کیلوگرم از محصول برداشت شده از هر تیمار، وزن میوه ، قطر، طول، تعداد خوشچه در خوشه، تعداد میوه در خوشه، عملکرد خرما و کارایی مصرف آب در قالب صفات کمی و pH، کل مواد جامد محلول، حجم، رطوبت، سفتی بافت و قند میوه در قالب صفات کیفی مورد بررسی قرار گرفت. سپس کلیه شاخص‌های مذکور با توجه به نوع طرح آزمایشی توسط نرم‌افزار آماری MSTATC مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و میانگین تیمارهای مختلف با آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه شد.

برای مدیریت دقیق آبیاری، با استفاده از آمار روزانه 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 بر اساس مدل پنمن- مانتیث محاسبه شد (۳) و با پایش اطلاعات به‌صورت روزانه، مدت زمان آبیاری تخمین زده شد. دور آبیاری یک روز تعریف شد و برای تعیین ضرایب گیاهی ترجیحاً بر اساس مطالعات انجام شده و مدل فائو ۵۶ اقدام شد (جدول ۱). بر اساس استانداردهای موجود، از آب آبیاری در طول فصل نمونه آب تهیه شد و برای اندازه‌گیری‌های کیفی به آزمایشگاه ارسال شد. نتایج این آزمایش در جدول (۲) نشان داده شده است.

نتایج آزمایشات تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در جداول (۳) و (۴) نشان داده شده است. برای اندازه‌گیری صفات کیفی رطوبت نمونه‌ها در خشک‌کن خلأ در

جدول ۴. برخی مشخصات شیمیایی نمونه خاک

عمق خاک (cm)	EC (dS/m)	pH	آنیون‌ها (meq/lit)				جمع آنیون‌ها	کاتیون‌ها (meq/lit)				جمع کاتیون‌ها
			SO_4^{-2}	Cl^-	HCO_3^-	CO_3^{-2}		K^+	Na^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	
۰–۳۳	۵/۱۳	۷/۸۵	۱/۱۱	۲/۵	۱۰	–	۱۳/۶۱	–	۲/۷۱	۶/۲۵	۳/۷۵	۱۲/۷۱
۳۳–۶۶	۳/۲۴	۷/۹۱	۲۵/۲۰	۳/۷۵	۶/۲۵	–	۳۵/۲	–	۹/۷۸	۳۱/۲۵	۱۰	۵۱/۰۳
۶۶–۱۰۰	۲/۵۱	۷/۸۷	۲۰/۲۶	۵	۷/۵	–	۳۲/۷۶	–	۱۴/۱۳	۳۰	۷/۵	۵۱/۶۳

دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد مطابق روش استاندارد AOAC تعیین شد (۸) و میزان قندکل و قند احیاء کننده به روش فهلینگ تعیین شد (۱۵). به این منظور از هر تکرار یک نمونه با اندازه یکسان انتخاب شده و نیروی مورد نیاز برای نفوذ پروب به قطر ۱/۶ میلی‌متر و با سرعت ۱/۵ میلی متر بر ثانیه (به‌منظور جابه‌جایی به‌میزان ۶ میلی‌متر) به درون بافت خرما اندازه‌گیری شد (۱۹). مواد جامد محلول (TSS) با استفاده از رفراکتومتر اندازه‌گیری شد (۱۵). در جدول (۵) نیز میانگین مقادیر آب مصرفی تیمارهای مختلف در سه سال انجام تحقیق که از پانزده فروردین ماه تا بیست و پنجم شهریور ماه ادامه داشته نشان داده شده است.

کارایی مصرف آب از تقسیم عملکرد بر مجموع آب مصرف شده توسط آبیاری و بارندگی مؤثر بر اساس محاسبه شد معادله (۱) و بارندگی مؤثر از معادله SCS معادله (۲) تعیین شد (۲۲).

$$WUE = \frac{Y}{Pe + Ir} \quad (۱)$$

$$Pe = P \times \frac{(۱۲۵ - (۰/۲ \times P))}{۱۲۵} \quad (۲)$$

نتایج و بحث

صفات کمی

نتایج تجزیه واریانس تیمارهای مختلف آبیاری، رقم و اثر متقابل آنها نشان داد در شاخص وزن میوه، اثرات سطوح آبیاری و اثر متقابل سطوح آبیاری و رقم معنی‌دار نشد ولی اثر رقم در سطح یک درصد معنی‌دار شد جدول (۶). اثرات سطوح مختلف آبیاری، رقم و اثرات متقابل آنها در صفات قطر و طول نیز معنی‌دار نشد. در شاخص درصد خشکیدگی خوشه خرما اثرات سطوح آبیاری معنی‌دار نشد ولی اثر رقم در سطح یک درصد و اثر متقابل آنها در سطح پنج درصد معنی‌دار شد. در صفت تعداد خوشچه در خوشه اثرات سطوح آبیاری و اثرات متقابل سطوح آبیاری و رقم معنی‌دار نشد ولی اثر رقم در سطح یک درصد معنی‌دار شد. در شاخص تعداد میوه در خوشه اثرات سطوح آبیاری معنی‌دار نشد ولی اثر رقم و اثر متقابل آنها در سطح پنج درصد معنی‌دار شدند. در صفت عملکرد اثرات سطوح آبیاری، رقم و اثرات متقابل آنها معنی‌دار نشد. در صفت کارایی مصرف آب اثرات سطوح آبیاری در سطح یک درصد معنی‌دار شد ولی اثرات رقم و اثرات متقابل سطوح آبی و رقم معنی‌دار نشد (جدول ۶). نکته قابل توجه در جدول تجزیه واریانس، اثر متقابل سال و رقم است که این اثر در تمام صفات اجزای عملکرد، عملکرد و کارایی مصرف آب معنی‌دار شده است. این معنی‌دار شدن می‌تواند بیانگر سال آوری محصول باشد که در سه سال انجام پژوهش موجب تغییرات معنی‌دار عملکرد و اجزای عملکرد شده است (جدول ۶).

مقایسه میانگین شاخص‌های وزن میوه، قطر، طول، درصد خشکیدگی خوشه، تعداد خوشچه در خوشه، تعداد میوه در خوشه و عملکرد در تیمارهای سطوح مختلف آبی نشان داد که هیچ یک از تیمارهای آبیاری، برتری معنی‌داری نسبت به هم در صفات فوق نداشتند. فقط در شاخص کارایی مصرف آب این تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی بود که توانست با تولید ۰/۶۷۴

جدول ۵. میانگین مصرف آب در تیمارهای آزمایش در ماهای مختلف (مترمکعب در هکتار)

ماه	بارندگی (میلی متر)	بارندگی مؤثر (میلی متر)	بارندگی مؤثر (مترمکعب در هکتار)	تیمار ۱۲۵ درصد نیاز آبی (مترمکعب در هکتار)	تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی (مترمکعب در هکتار)	تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی (مترمکعب در هکتار)	مجموع تیمار ۱۲۵ نیاز آبی (مترمکعب در هکتار)	مجموع تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی (مترمکعب در هکتار)	مجموع تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی (مترمکعب در هکتار)
مهر	۵/۰	۵/۰	۴۹/۶	۰	۰	۰	۴۹/۶	۴۹/۶	۴۹/۶
آبان	۶۱/۱	۵۵/۱	۵۵۱/۳	۰	۰	۰	۵۵۱/۳	۵۵۱/۳	۵۵۱/۳
آذر	۱۰۱/۵	۸۵/۰	۸۵۰/۲	۰	۰	۰	۸۵۰/۲	۸۵۰/۲	۸۵۰/۲
دی	۱۰۳/۹	۸۶/۶	۸۶۶/۵	۰	۰	۰	۸۶۶/۵	۸۶۶/۵	۸۶۶/۵
بهمن	۱۲/۲	۱۲/۰	۱۱۹/۶	۰	۰	۰	۱۱۹/۶	۱۱۹/۶	۱۱۹/۶
اسفند	۳۵/۰	۳۳/۰	۳۳۰/۱	۰	۰	۰	۳۳۰/۱	۳۳۰/۱	۳۳۰/۱
فروردین	۲۵/۹	۲۴/۸	۲۴۸/۳	۸۰۰/۶	۶۴۰/۴	۴۸۰/۳	۱۰۴۸/۸	۸۸۸/۷	۷۲۸/۶
اردیبهشت	۰/۲	۰/۲	۱/۷	۱۹۵۹/۹	۱۵۶۷/۹	۱۱۷۵/۹	۱۹۶۱/۶	۱۵۶۹/۶	۱۱۷۷/۶
خرداد	۰	۰	۰	۲۶۶۳/۴	۲۱۳۰/۷	۱۵۹۸/۰	۲۶۶۳/۴	۲۱۳۰/۷	۱۵۹۸/۰
تیر	۱/۰	۱/۰	۱۰/۰	۲۸۵۵/۱	۲۲۸۴/۱	۱۷۱۳/۱	۲۸۶۵/۱	۲۲۹۴/۱	۱۷۲۳/۰
مرداد	۰/۷	۰/۷	۷/۳	۲۵۱۹/۰	۲۰۱۵/۲	۱۵۱۱/۴	۲۵۲۶/۳	۲۰۲۲/۵	۱۵۱۸/۷
شهریور	۴/۳	۴/۳	۴۳/۰	۱۷۵۰/۱	۱۴۰۰/۱	۱۰۵۰/۱	۱۷۹۳/۲	۱۴۴۳/۱	۱۰۹۳/۱
جمع	۳۵۰/۸	۳۰۷/۸	۳۰۷۷/۶	۱۲۶۴۸/۰	۱۰۰۳۸/۸	۷۵۲۸/۸	۱۵۶۲۵/۶	۱۳۱۱۶/۰	۱۰۶۰۶/۴

کیلوگرم خرما در ازای مصرف یک مترمکعب آب برتری معنی‌داری نسبت به دو تیمار دیگر از خود نشان دهد و به تنهایی رتبه نخست و عنوان برتر را به خود اختصاص داد (جدول ۷).

مقایسه میانگین صفات کمی در سه رقم مورد آزمایش نشان داد رقم برتر در وزن و طول میوه رقم کبکاب بود که به‌ترتیب با مقادیر ۱۰/۹ گرم و ۳/۹ سانتی‌متر برتری معنی‌داری نسبت به دو رقم دیگر داشت و ارقام زاهدی و خاصی به‌ترتیب رده مشترک بعدی را به خود اختصاص دادند و این رقم خاصی بود که کمترین مقدار این دو صفت را با مقادیر ۷/۰ گرم و ۳/۰ سانتی‌متر به خود اختصاص داد. درحالی‌که در دو شاخص تعداد خوشچه در خوشه و تعداد میوه در خوشه عکس حالت فوق اتفاق افتاده و این رقم خاصی است که با ۸۳/۹ خوشچه و ۲۲۹۲/۹ میوه در خوشه به‌تنهایی رتبه نخست و عنوان برتر را به خود اختصاص داد و در نقطه مقابل رقم کبکاب بود که با مقادیر ۴۸/۰ خوشچه در خوشه و ۹۷۳/۶ میوه در خوشه در این دو صفت کمترین مقادیر را به خود اختصاص داده است. نکته قابل توجه در صفت عملکرد توجه به اجزای عملکردی است که پیش‌تر ذکر شد. این صفات باید با هم دیده شوند. تعداد بیشتر خوشچه در خوشه موجب بیشتر بودن تعداد میوه در خوشه می‌شود. بیشتر بودن تعداد میوه در یک رقم انتظار عملکرد بیشتر آن رقم را نوید می‌دهد. ولی میانگین عملکردهای سه رقم این تحقیق، بیانگر چیز دیگری است، به‌طوری که میانگین عملکردهای سه رقم اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

جدول ۶- مقایسه میانگین مربعات و سطح معنی‌دار بودن برخی صفات کمی، عملکرد و کارایی مصرف آب خرما در تیمارهای آزمایشی

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن میوه (گرم)	قطر (میلی‌متر)	طول (سانتی‌متر)	درصد خشکیدگی خوشه	تعداد خوشچه در خوشه	تعداد میوه در خوشه	عملکرد خرما (تن در هکتار)	کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب)
سال	۲	۴۶/۴۳ n.s	۰/۸۹ n.s	۳/۱۳۸ n.s	۲۰۸۸۱/۵ n.s	۸۶۶/۸ n.s	۴۱۸۲۲۰۹/۶ n.s	۶/۶۵ n.s	۰/۲۳۹ n.s
تکرار	۶	۱/۴۴ n.s	۴/۰۰ n.s	۰/۰۲۵ n.s	۱۱۲/۳n.s	۱۵۲/۹n.s	۱۸۱۵۹۱/۰n.s	۱۵/۴۲n.s	۰/۰۰۲ n.s
آبیاری	۲	۱/۲۴ n.s	۱/۲۰ n.s	۰/۰۴۴ n.s	۴۲/۶ n.s	۵/۵ n.s	۱۳۶۷۶۴/۲ n.s	۰/۳۳ n.s	۰/۳۷۶ **
سال× آبیاری	۴	۱/۹۶ n.s	۳/۱۰ n.s	۰/۰۳۱ n.s	۶۱/۶ n.s	۵۴/۷ n.s	۳۰۹۰۳۸/۴ *	۰/۳۶ n.s	۰/۰۰۵ n.s
خطا	۱۲	۱/۲۲	۳/۶۵	۰/۰۳۲	۲۰/۱	۱۱۶/۸	۹۲۸۴۵/۵	۰/۸۳	۰/۰۰۳
رقم	۲	۱۰۵/۸۵ **	۴۱/۱۴ n.s	۳/۱۷۳ n.s	۳۲۲۸/۲ **	۱۰۲۹۶/۲**	۱۲۱۴۸۵۹۲/۷ *	۰/۴۶ n.s	۰/۰۴۶ n.s
سال× رقم	۴	۴/۳۶**	۶/۵۰ *	۱/۲۷۵ **	۷۹۹/۰ **	۵۰۷/۱ **	۲۸۸۹۲۸۶/۵ **	۰/۷۷ n.s	۰/۰۴۸ **
آبیاری×رقم	۴	۰/۸۰ n.s	۱/۰۱ n.s	۰/۰۰۲ n.s	۲۶۲/۵ *	۲۶۳/۱ n.s	۳۸۸۵۳۷/۴*	۰/۵۷ n.s	۰/۰۰۷ n.s
سال×آبیاری × رقم	۸	۰/۲۱ n.s	۱/۲۹ n.s	۰/۰۳۵ n.s	۴۰/۴ n.s	۹۳/۳ n.s	۱۴۸۲۱۶/۷ n.s	۱/۰۵ n.s	۰/۰۰۵ n.s
خطا	۳۶	۱/۰۷	۲/۱۱	۰/۰۷۵	۵۳/۹	۱۰۰/۸	۶۸۰۲۸/۹	۰/۶۶	۰/۰۰۶
ضریب تغییرات	-	۱۱/۸۴	۷/۰۰	۷/۹۷	۱۶/۶۸	۱۶/۳۲	۱۶/۶۹	۱۳/۲۲	۱۴/۳۷

**: اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد * : اختلاف معنی دار در سطح پنج درصد و ns: اختلاف معنی‌داری وجود ندارد.

جدول ۷. مقایسه میانگین برخی صفات کمی و کارایی مصرف آب در تیمارهای آزمایشی سطوح آبیاری

سطوح آبیاری	وزن میوه (گرم)	قطر (میلی‌متر)	طول (سانتی‌متر)	درصد خشکیدگی خوشه	تعداد خوشچه در خوشه	تعداد میوه در خوشه	عملکرد خرما (تن در هکتار)	کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب)
۷۵ درصد نیاز آبی	۹/۰^{a}	۲۰/۶^{a}	۳/۴^{a}	۲۸/۳^{a}	۶۲/۰^{a}	۱۴۹۸/۹^{a}	۷/۰۵۷^{a}	۰/۶۷۴^{a}
۱۰۰ درصد نیاز آبی	۸/۶^{a}	۲۰/۷^{a}	۳/۴^{a}	۲۵/۹^{a}	۶۱/۱^{a}	۱۶۳۹/۶^{a}	۶/۸۴۲^{a}	۰/۵۲۸^{b}
۱۲۵ درصد نیاز آبی	۸/۶^{a}	۲۱/۰^{a}	۳/۴^{a}	۲۶/۴^{a}	۶۱/۴^{a}	۱۵۵۰/۷^{a}	۶/۸۲۳^{a}	۰/۴۴۰^{b}

در هر ستون اعداد با حروف مشترک در سطح احتمال پنج درصد، اختلاف معنی داری با هم ندارند.

جدول ۸. مقایسه میانگین برخی صفات کمی و کارایی مصرف آب در تیمارهای آزمایشی سه رقم خرما

رقم	وزن میوه (گرم)	قطر (میلی‌متر)	طول (سانتی‌متر)	درصد خشکیدگی خوشه	تعداد خوشچه در خوشه	تعداد میوه در خوشه	عملکرد خرما (تن در هکتار)	کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب)
کبکاب	۱۰/۹^{a}	۲۱/۹^{a}	۳/۹^{a}	۳۸/۹^{a}	۴۸/۰^{b}	۹۷۳/۶^{c}	۶/۳۹۹^{a}	۰/۵۰۶^{a}
خاصی	۷/۰^{b}	۱۹/۴^{a}	۳/۰^{b}	۲۳/۹^{b}	۸۳/۹^{a}	۲۲۹۲/۹^{a}	۶/۹۳۲^{a}	۰/۵۴۹^{a}
زاهدی	۸/۳^{b}	۲۰/۹^{a}	۳/۳^{b}	۱۷/۷^{b}	۵۲/۶^{b}	۱۴۲۲/۶^{b}	۷/۳۹۱^{a}	۰/۵۸۸^{a}

در هر ستون اعداد با حروف مشترک در سطح احتمال پنج درصد، اختلاف معنی داری با هم ندارند.

بیشتر بودن وزن میوه رقم کبکاب نسبت به دو رقم دیگر به خصوص رقم خاصی موجب شده تا تعداد کم میوه در هر خوشه را پوشش داده و موجب شود تا عملکرد رقم کبکاب افزایش پیدا کند. هر چند رقم کبکاب، میوه کمتری در هر خوشه دارد ولی وزن بالاتر میوه‌اش اثر مثبت بر عملکرد گذاشته و تعداد کم میوه را نسبت به دو رقم دیگر جبران کرده است و به همین دلیل میانگین عملکردهای سه رقم، اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند. در صفت خشکیدگی خوشه خرما، رقم کبکاب با ۳۸/۹ درصد تیمار برتر بود و بیشترین درصد این صفت نامناسب را به خود اختصاص داد. لازم به ذکر است که ارقام کبکاب و خاصی جزو ارقام مرطوب بوده که یا به‌صورت تازه (رطب) مصرف می‌شوند و یا به‌صورت انبار شده (خرما) قابلیت استفاده دارند. درحالی‌که رقم زاهدی جزو ارقام خشک محسوب شده و معمولاً به‌صورت خشک مصرف می‌شود. سه رقم کبکاب، خاصی و زاهدی به‌ترتیب با تولید ۶/۳۹۹، ۶/۹۳۲ و ۷/۳۹۱ تن خرما در یک هکتار برتری معنی‌داری نسبت به هم نداشته و رتبه‌ای یکسان و مشترک را به خود اختصاص دادند. در صفت کارایی مصرف آب، ارقام کبکاب، خاصی و زاهدی به‌ترتیب با تولید ۰/۵۰۶، ۰/۵۴۹ و ۰/۵۸۸ کیلوگرم خرما در ازای مصرف یک مترمکعب آب رتبه‌ای مشترک را به خود اختصاص دادند (جدول ۸).

مقایسه میانگین اثرات متقابل سطوح آبیاری و رقم نشان داد که تیمار برتر در وزن میوه وابسته به نوع رقم بوده و به تیمارهای آبیاری بستگی ندارد، به‌طوری که رقم کبکاب در هر سه سطح مختلف آبیاری برتر بود و به‌ترتیب در سطوح ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیاز آبی با مقادیر ۱۱/۳، ۱۰/۴ و ۱۰/۹ گرم، بیشترین وزن میوه را به خود اختصاص دادند. این برتری رقمی در صفات قطر و طول میوه نیز خودنمایی می‌کند. به‌طوری که رقم کبکاب در تیمار ۱۲۵ درصد نیاز آبی با قطر ۲۲/۲ میلی‌متر برتر بود و جایگاه نخست را به خود اختصاص داد. در صفت

جدول ۹. مقایسه میانگین برخی صفات کمی و کارایی مصرف آب (مقایسه اثرات متقابل سطوح آبیاری و سه رقم خرما)

اثرمتقابل تیمارها		وزن میوه	قطر	طول	درصد	تعداد	تعداد میوه	عملکرد خرما	کارایی مصرف آب
سطوح نیاز آبی	رقم	(گرم)	(میلی‌متر)	(سانتی‌متر)	خشکیدگی خوشه	خوشچه در خوشه	در خوشه	(تن در هکتار)	(کیلوگرم بر مترمکعب)
۷۵	کبکاب	۱۱/۳^{a}	۲۱/۵^{abc}	۳/۹^{a}	۴۷/۰^{a}	۵۰/۴^{b}	۹۸۱/۰^{d}	۶/۵۹۴^{a}	۰/۶۲۷^{ab}
درصد	خاصی	۷/۱^{b}	۱۹/۱^{c}	۳/۱^{b}	۲۳/۰^{cd}	۸۳/۱^{a}	۲۰۷۷/۵^{b}	۶/۷۶۹^{a}	۰/۶۵۱^{ab}
نیاز آبی	زاهدی	۸/۵^{b}	۲۱/۱^{abc}	۳/۴^{b}	۱۴/۸^{d}	۵۲/۶^{b}	۱۴۳۸/۱^{cd}	۷/۸۰۸^{a}	۰/۷۴۴^{a}
۱۰۰	کبکاب	۱۰/۴^{a}	۲۱/۹^{ab}	۳/۹^{a}	۳۲/۶^{bc}	۴۴/۰^{b}	۹۳۷/۷^{d}	۶/۱۴۱^{a}	۰/۴۷۳^{c}
درصد	خاصی	۷/۲^{b}	۱۹/۳^{bc}	۳/۱^{b}	۲۴/۳^{bcd}	۹۰/۲^{a}	۲۶۴۴/۳^{a}	۷/۰۹۸^{a}	۰/۵۴۸^{bc}
نیاز آبی	زاهدی	۸/۳^{b}	۲۰/۹^{abc}	۳/۳^{b}	۲۰/۷^{cd}	۴۹/۲^{b}	۱۳۳۶/۸^{cd}	۷/۲۸۷^{a}	۰/۵۶۲^{bc}
۱۲۵	کبکاب	۱۰/۹^{a}	۲۲/۲^{a}	۳/۹^{a}	۳۷/۳^{ab}	۴۹/۷^{b}	۱۰۰۲/۲^{d}	۶/۴۶۳^{a}	۰/۴۱۷^{c}
درصد	خاصی	۶/۷^{b}	۱۹/۹^{abc}	۳/۰^{b}	۲۴/۵^{bcd}	۷۸/۴^{a}	۲۱۵۷/۰^{b}	۶/۹۲۷^{a}	۰/۴۴۷^{c}
نیاز آبی	زاهدی	۸/۱^{b}	۲۰/۸^{abc}	۳/۳^{b}	۱۷/۵^{d}	۵۶/۰^{b}	۱۴۹۲/۸^{c}	۷/۰۷۹^{a}	۰/۴۵۷^{c}

در هر ستون اعداد با حروف مشترک در سطح احتمال پنج درصد، اختلاف معنی داری با هم ندارند.

طول میوه رقم کبکاب در سطوح ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیاز آبی به‌ترتیب با ۳/۹، ۳/۹ و ۳/۹ سانتی‌متر به‌صورت مشترک رتبه نخست را به خود اختصاص دادند. در صفت درصد خشکیدگی خوشه، تیمار برتر در این صفت نامناسب رقم کبکاب در سطح ۷۵ درصد نیاز آبی بود، که با ۴۷/۰ درصد خشکیدگی خوشه، عنوان برتر را از آن خود کرد. شاید دریافت کمتر آب در رقمی که به رقم مرطوب معروف است در بروز این صفت نامناسب بی‌تأثیر نبوده باشد. در صفت تعداد خوشچه در خوشه برتری تیمار وابسته به نوع رقم بود به‌طوری که رقم خاصی در سه سطح آبی ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیاز آبی به ترتیب با ۸۳/۱ ، ۹۰/۲ و ۷۸/۴ خوشچه در خوشچه به‌صورت مشترک در رتبه نخست جای گرفتند. تعداد خوشچه بیشتر تعداد میوه بیشتری را به‌همراه خواهد داشت. لذا در صفت میوه در خوشه نیز برتری باز هم به نوع رقم وابسته بود. چنانچه رقم خاصی در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی با ۲۶۴۴/۳ میوه به‌تنهایی جایگاه نخست را به خود اختصاص داد و پس از آن نیز همین رقم در سطوح ۷۵ و ۱۲۵ درصد نیاز آبی به‌ترتیب با ۲۰۷۷/۵ و ۲۱۵۷/۰ میوه به‌صورت مشترک جایگاه دوم را به خود اختصاص دادند. در شاخص عملکرد هیچ تیماری بر دیگر برتری معنی‌داری نداشت و همگی جایگاه یکسانی را به خود اختصاص دادند. در شاخص کارایی مصرف آب رقم زاهدی در سطح آبی ۷۵ درصد با تولید ۰/۷۴۴ کیلوگرم خرما در ازای مصرف یک مترمکعب برتر بود و به‌تنهایی جایگاه نخست را به خود اختصاص داد (جدول ۹).

مدیریت مصرف آب در سامانه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی از طریق اعمال ۲۵ درصد کم آبیاری چنان مؤثر بود که این میزان کاهش مصرف آب نسبت به تیمارهایی که به اندازه مورد نیاز و بیش از نیاز، آب دریافت کرده را پوشش داده است. عملکرد تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی، ۷/۰۵۷ تن در هکتار اندازه‌گیری شد. این در حالی است که عملکرد سطوح ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیاز آبی به‌ترتیب ۶/۸۴۲ و ۶/۸۲۳ تن در هکتار محاسبه شد. توجه به عملکرد تیمارهای ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیاز آبی نسبت به تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی قطره‌ای زیرسطحی مقداری کاهش را نشان می‌دهد این کاهش می‌تواند به بیش‌برآورد مدل‌های برآورد تبخیر و تعرق مرتبط باشد. به عبارت دیگر کاربرد کمتر آب در تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی موجب نشده تا عملکرد آن نسبت به

دو سطح دیگر اختلاف معنی‌داری داشته باشند و کاربرد آب در سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی از طریق اعمال ۲۵ درصد کم آبیاری، معرف استفاده بهره‌ور تر از آب کاربردی است و بیش آبیاری تأثیر منفی بر عملکرد خرما داشته است. از طرفی برتری تیمار ۷۵ درصد نسبت به سایر تیمارهای زیرسطحی را می‌توان به بیش‌برآورد مدل‌های برآورد تبخیر و تعرق ارتباط داد. این موضوع اخیراً توسط پژوهشگران مختلف مطرح شده است و در تلاش هستند روش‌های جدیدتری برای برآورد نیاز آبی و یا تدقیق روش‌های معمول مانند پنمن مانتیث ارائه دهند. مدیریت بهینه مصرف آب و کم کردن آن تا مقدار ۱۰۶۰۶/۴ مترمکعب در هکتار در تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی موجب صرفه‌جویی در مصرف آب شده است. به‌طوری که این تیمار سبب کاهش ۱۹/۱ و ۳۲/۱ درصدی آب به‌ترتیب نسبت به تیمارهای ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیاز آبی قطره‌ای زیرسطحی شده است. استفاده از تیمار آبیاری قطره‌ای زیرسطحی موجب کاهش مصرف آبی معادل ۲۵۰۹/۶ و ۵۰۱۹/۲ مترمکعب در هکتار به‌ترتیب در مقایسه با تیمارهای ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیاز آبی در قطره‌ای زیرسطحی شده است.

صفات کیفی

نتایج تجزیه واریانس صفات کیفی نشان داد که در شاخص pH، کل مواد جامد محلول، حجم و قند اثر سطوح آبیاری معنی‌دار نشد ولی اثر سطوح آبیاری بر صفات سفتی بافت و رطوبت در سطح پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۱۰). اثر رقم در صفات pH و کل مواد جامد محلول معنی‌دار نشد ولی اثر رقم در صفت حجم در سطح یک درصد و در صفات رطوبت، سفتی بافت و قند در سطح پنج درصد معنی‌دار شده است. اثر متقابل آبیاری و رقم در تمام صفات کیفی معنی‌دار نشد. ولی برعکس این حالت اثر متقابل سال و رقم در تمام صفات کیفی در سطح یک درصد معنی‌دار شد. این نشانی قوی از تغییرات صفات کیفی در هر سال انجام آزمایش نسبت به دو سال دیگر بوده است که دلیل معنی‌دار شدن به سال‌آوری محصول خرما برمی‌گردد. چرا که سال‌آوری علاوه بر اینکه هم روی صفات کمی از جمله عملکرد و اجزای عملکرد اثر می‌گذارد بر صفات کیفی نیز چنان مؤثر بوده که در همه صفات کیفی موجب تغییرات معنی‌داری در سطح یک درصد شده است (جدول ۱۰).

مقایسه میانگین صفات کیفی در تیمارهای آزمایشی سطوح آبیاری نشان داد که در صفات pH، کل مواد جامد محلول، حجم و قند، هیچ‌یک از سطوح آبیاری برتری معنی‌داری بر دیگری نداشت ولی در صفت رطوبت تیمار ۱۲۵ درصد نیاز آبی با ۱۱/۱ درصد رطوبت برتر بود و تیمارهای ۱۰۰ و ۷۵ درصد نیاز آبی با ۹/۶ و ۸/۷ درصد رطوبت، رده‌های بعدی را به خود اختصاص دادند. برعکس حالت رطوبت، در صفت سفتی بافت رخ‌نمایی می‌کرد، به‌طوری که بیشترین سفتی بافت در تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی با ۹/۹ نیوتن بر مترمربع اندازه‌گیری شد و تیمارهای ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیاز آبی با سفتی بافتی معادل ۷/۵ و ۶/۳ نیوتن بر مترمربع رده‌های بعدی را به خود اختصاص دادند. سفتی بافت نشان از کمبود رطوبت در بافت میوه دارد. کم شدن مصرف آب موجب کاهش ذخیره آب در لایه‌های بیرونی محصول خرما شده که توأم با آن سفتی بافت محصول را موجب شده است. کاهش مصرف آب در تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی در بروز این صفت مؤثر بوده است. برعکس این حالت، مصرف زیاد آب در زیاد شدن رطوبت محصول مؤثر بود، به‌طوری که تیمار ۱۲۵ درصد نیاز آبی، بیشترین میزان رطوبت را به خود اختصاص داد. رطوبت کمتر میوه در ماندگاری محصول خرما مؤثر است. هرچه میزان رطوبت کمتر باشد، ماندگاری آن افزایش می‌یابد (جدول ۱۱).

مقایسه میانگین صفات کیفی در تیمارهای آزمایش سه رقم خرما نشان داد که در صفات pH و کل مواد جامد محلول، هیچ رقمی بر دیگری برتری نداشت و هر سه رقم کبکاب، خاصی و زاهدی در دو صفت فوق جایگاه یکسانی را به خود اختصاص دادند. به‌طوری که ارقام کبکاب، خاصی و زاهدی به‌ترتیب دارای pH ۵/۷۹، ۵/۷۹ و ۵/۷۰ و TSS معادل ۶۴/۷، ۶۲/۱ و ۵۹/۹ بودند. در صفت حجم، رقم کبکاب با ۱۰/۴ سانتی‌متر

جدول ۱۰. مقایسه میانگین مربعات و سطح معنی‌دار بودن برخی صفات کیفی خرما در تیمارهای آزمایشی

منابع تغییرات	درجه آزادی	pH	TSS	حجم (cm^3)	رطوبت (٪)	سفتی بافت (N/m^2)	قند (mg/ml)
سال	۲	۰/۲۷۶$^{n.s}$	۴۲۶/۸۹$^{n.s}$	۲۳/۶۸$^{n.s}$	۱۷/۱۴$^{n.s}$	۴/۰۷$^{n.s}$	۴۰/۴۸۵$^{n.s}$
تکرار	۶	۰/۰۰۱$^{n.s}$	۵/۲۵$^{n.s}$	۱/۸۰$^{n.s}$	۱/۳۹$^{n.s}$	۲/۵۱*	۱/۱۶۰$^{n.s}$
آبیاری	۲	۰/۱۱۷$^{n.s}$	۱۰/۶۵$^{n.s}$	۱۶/۳۴$^{n.s}$	۴۰/۲۴*	۹۰/۲۳*	۱۲/۴۸۰$^{n.s}$
سال× آبیاری	۴	۰/۰۲۱**	۲/۳۰$^{n.s}$	۸۴/۱۱$^{n.s}$	۶/۸۸*	۱۰/۳۶**	۰/۳۹۵$^{n.s}$
خطا	۱۲	۰/۰۰۳	۸/۰۵	۱/۳۴	۱/۴۳	۱/۸۶	۲/۹۷۰
رقم	۲	۰/۰۹۱$^{n.s}$	۱۵۷/۴۹$^{n.s}$	۹۲/۰۷**	۵۹/۲۲*	۳۲۵/۰۲*	۳۹/۷۳۲*
سال× رقم	۴	۰/۱۸۷**	۸۱/۰۵**	۵/۰۵**	۱۶/۹۵**	۵۱/۶۴**	۷/۱۱۶**
آبیاری×رقم	۴	۰/۰۱۹$^{n.s}$	۱/۹۷$^{n.s}$	۰/۷۲$^{n.s}$	۶/۷۷$^{n.s}$	۴/۰۹$^{n.s}$	۲/۱۹۹$^{n.s}$
سال×آبیاری × رقم	۸	۰/۰۰۸$^{n.s}$	۴/۰۶$^{n.s}$	۱/۰۹$^{n.s}$	۳/۶۰$^{n.s}$	۲۲/۹۹**	۳/۱۲۸**
خطا	۳۶	۰/۰۰۹	۳/۴۷	۰/۹۰	۱/۸۴	۱/۹۹	۰/۸۳۳
ضریب تغییرات	–	۱/۶۵	۴/۵۶	۱۱/۳۷	۱۳/۸۶	۱۷/۸۴	۳/۰۷

**: اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد *: اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد و ns اختلاف معنی‌داری وجود ندارد .

جدول ۱۱. مقایسه میانگین برخی صفات کیفی در تیمارهای آزمایشی سطوح آبیاری

سطوح آبیاری	pH	TSS	حجم (cm^3)	رطوبت (٪)	سفتی بافت (N/m^2)	قند (mg/ml)
۷۵ درصد نیاز آبی	۵/۸۲^{a}	۶۲/۹^{a}	۷/۸^{a}	۸/۷^{b}	۹/۹^{a}	۵۶/۸^{a}
۱۰۰ درصد نیاز آبی	۵/۷۷^{a}	۶۲/۱^{a}	۸/۳^{a}	۹/۶^{ab}	۷/۵^{ab}	۵۶/۰^{a}
۱۲۵درصد نیاز آبی	۵/۶۹^{a}	۶۱/۷^{a}	۹/۲^{a}	۱۱/۱^{a}	۶/۳^{b}	۵۵/۵^{a}

در هر ستون اعداد با حروف مشترک در سطح احتمال پنج درصد، اختلاف معنی داری با هم ندارند

مکعب برتر بود و به‌تنهایی رده نخست را بـه خـود اختصـاص داد. این برتری رقمی کبکاب در صفت رطوبت نیـز خودنمـایی می‌کرد به‌طوری که رقـم کبکـاب بـا ۱۱/۴ درصـد رطوبـت در جایگاه نخسـت بـوده و رده‌هـای بعـدی بـا ۹/۵ و ۸/۵ درصـد رطوبت بـه‌ترتیـب بـه ارقـام زاهـدی و خاصـی تعلـق گرفـت. بیشترین سفتی بافت به رقم زاهدی با ۱۱/۹ نیوتن بـر مترمربـع تعلق گرفت که به‌تنهایی رده نخست را از آن خود کرد. کمترین میزان قند در رقم زاهدی به‌میزان ۵۶/۷ میلی‌گـرم بـر میلـی‌لیتـر اندازه‌گیری شد که به‌تنهایی جایگاه آخر را به خـود اختصـاص داد (جدول ۱۲).

هر چند نتایج تجزیه واریانس اثرات متقابـل آبیـاری و رقـم بر صفت pH معنی‌دار نشد، ولی مقایسه میانگین اثـرات متقابـل نشان داد که دریافت آب کمتر در اسیدی شدن میوه مـؤثر بـوده است هر چند این اثر معنی‌دار نبوده است به‌طوری که صرف‌نظر از نوع رقم، بیشترین مقادیر pH در تیمارهای ۷۵ درصد نیاز آبی و ارقام کبکاب و خاصی به‌ترتیب با ۵/۸۴ و ۵/۸۸ انـدازه‌گیـری شدند. اسیدی شدن در ماندگاری محصـول اثـر معکـوس دارد. توجه به این صفت نشان می‌دهد که کمترین pH به تیمـار ۱۲۵ درصد نیاز آبی و بیشترین آن به سطح ۷۵ درصد نیاز آبی تعلـق گرفت که شاید کاهش مصرف آب در افزایش میزان pH بی‌تأثیر نباشد. به‌عبارت دیگر کاهش مصرف آب موجب افزایش میزان pH محصول می‌شود. در صفت کل مواد جامد محلول (TSS)،

جدول ۱۲. مقایسه میانگین برخی صفات کیفی در تیمارهای آزمایشی سه رقم خرما

رقم	pH	TSS	حجم (cm^3)	رطوبت (٪)	سفتی بافت (N/m^2)	قند (mg/ml)
کبکاب	۵/۷۹^{a}	۶۴/۷^{a}	۱۰/۴^{a}	۱۱/۴^{a}	۵/۷^{b}	۵۷/۰^{a}
خاصی	۵/۷۹^{a}	۶۲/۱^{a}	۶/۸^{b}	۸/۵^{b}	۶/۱^{b}	۵۶/۵^{a}
زاهدی	۵/۷۰^{a}	۵۹/۹^{a}	۷/۹^{b}	۹/۵^{ab}	۱۱/۹^{a}	۵۴/۷^{b}

در هر ستون اعداد با حروف مشترک در سطح احتمال پنج درصد، اختلاف معنی داری با هم ندارند.

جدول ۱۳. مقایسه میانگین برخی صفات کیفی (مقایسه اثرات متقابل سطوح آبیاری و سه رقم خرما)

اثرمتقابل تیمارها		pH	TSS	حجم (cm^3)	رطوبت (٪)	سفتی بافت (N/m^2)	قند (mg/ml)
سطوح نیاز آبی	رقم						
٪۷۵ نیاز آبی	کبکاب	۵/۸۴^{a}	۶۵/۸^{a}	۹/۵^{bc}	۱۰/۷^{ab}	۷/۱^{de}	۵۸/۲^{a}
	خاصی	۵/۸۸^{a}	۶۲/۸^{abc}	۶/۳^{e}	۶/۷^{c}	۸/۹^{cd}	۵۷/۴^{ab}
	زاهدی	۵/۷۵^{ab}	۶۰/۲^{c}	۷/۱^{de}	۸/۷^{bc}	۱۳/۷^{a}	۵۴/۸^{cd}
٪۱۰۰ نیاز آبی	کبکاب	۵/۸۰^{a}	۶۴/۶^{ab}	۱۰/۲^{ab}	۱۱/۸^{a}	۵/۶^{e}	۵۶/۹^{ab}
	خاصی	۵/۷۶^{ab}	۶۲/۱^{bc}	۶/۶^{e}	۸/۰^{c}	۵/۱^{e}	۵۶/۲^{bc}
	زاهدی	۵/۷۶^{ab}	۵۹/۵^{c}	۸/۱^{cde}	۹/۱^{bc}	۱۱/۸^{ab}	۵۵/۰^{cd}
٪۱۲۵ نیاز آبی	کبکاب	۵/۷۶^{ab}	۶۳/۷^{ab}	۱۱/۵^{a}	۱۱/۸^{a}	۴/۳^{e}	۵۶/۱^{bcd}
	خاصی	۵/۷۴^{ab}	۶۱/۴^{bc}	۷/۴^{de}	۱۰/۸^{ab}	۴/۴^{e}	۵۵/۹^{bcd}
	زاهدی	۵/۵۹^{b}	۵۹/۹^{c}	۸/۶^{bcd}	۱۰/۸^{ab}	۱۰/۲^{bc}	۵۴/۴^{d}

در هر ستون اعداد با حروف مشترک در سطح احتمال پنج درصد، اختلاف معنی داری با هم ندارند.

برتری از آن تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی و رقم کبکاب به‌میزان ۶۵/۸ بود که به‌تنهایی جایگاه نخست را به خود اختصاص داد. کاهش مصرف آب در تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی موجب کاهش رطوبت محصول شده و از این طریق در افزایش کل مواد جامد محلول مؤثر بوده است و هرچه مواد جامد محلول بیشتر شوند ماندگاری محصول بالاتر می‌رود. همچنین افزایش مواد جامد محلول در رقم کبکاب بیش از ارقام خاصی و زاهدی است که از این بابت بین رطوبت میوه و کل مواد جامد محلول رابطه معکوسی وجود دارد به این ترتیب که افزایش مقدار رطوبت در رقم کبکاب موجب افزایش بیشتر مواد جامد محلول نسبت به دو رقم خاصی و زاهدی شده است (جدول ۱۳). در مورد حجم، تیمار ۱۲۵ درصد نیاز آبی و رقم کبکاب با میزان ۱۱/۱ سانتی‌مترمکعب تیمار برتر بود. این در حالی است که تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی و رقم خاصی با میزان ۶/۶ سانتی‌مترمکعب کمترین حجم و جایگاه آخر را به خود اختصاص داد (جدول ۱۳). حجم میوه متأثر از اندازه و وزن میوه است به‌طوری که کمترین حجم میوه صرف‌نظر از سطوح مختلف نیازهای آبی به رقم خاصی در سطوح مختلف تعلق گرفته است. در مورد میزان رطوبت، کمترین رطوبت در تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی و رقم خاصی به‌میزان ۶/۷ درصد به‌ثبت رسید. کم بودن رطوبت نقش مهمی در ماندگاری محصول خرما دارد. بیشترین سفتی بافت در تیمار ۷۵ درصد نیازآبی و رقم زاهدی به‌میزان ۱۳/۷ نیوتن بر

مترمربع اندازه‌گیری شد. در صفت قند برتری به تیمارهای ۷۵ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی و رقم کبکاب تعلق گرفت که با ۵۸/۲ میلی گرم بر میلی‌لیتر به‌تنهایی در جایگاه نخست قرار گرفت. افزایش مصرف آب در کاهش میزان قند محصول مؤثر بوده باشد چرا که تیمارهای ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیاز آبی صرف‌نظر از نوع رقم نسبت به تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی، کمترین میزان قند را به خود اختصاص داده‌اند (جدول ۱۳).

از یک سو سفتی و میزان رطوبت میوه خرما دو رابطه عکس با هم دارند و از سوی دیگر تیماری که آب بیشتری دریافت کرده است، معمولاً رطوبت میوه بیشتری دارد. کاهش آب دریافتی در تیمارهای آبیاری موجب افزایش قند میوه شده است. همچنین نتایج نشان داد تیماری که آب کمتری دریافت کرده، خاصیت اسیدیته آن کاهش یافته است. لذا با توجه به اینکه هر چه اسید میوه کمتر شود میوه دیرتر ترش شده و خاصیت ماندگاری آن افزایش می‌یابد و باز تیماری که آب کمتری دریافت کرده، مواد جامد آن افزایش یافته است، پس افزایش مواد جامد همانند اسیدیته کمتر میوه، در ماندگاری خرما و دیر ترش شدن آن مؤثر است. پس بنابراین نتیجه‌گیری می‌شود که دریافت آب کمتر در تیمارهای آبیاری موجب رطوبت کمتر میوه، سفتی بیشتر، اسیدیته کمتر، قند بالاتر میوه و افزایش مواد جامد محلول خرما شده است.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد مدیریت بهینه مصرف آب و کم کرد ن آن تا مقدار ۱۰۶۰۶/۴ مترمکعب در هکتار در تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی موجب صرفه‌جویی در مصرف آب شده است. به‌طوری که این تیمار سبب کاهش ۱۹/۱ و ۳۲/۱ درصدی آب به‌ترتیب نسبت به تیمارهای ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیاز آبی قطره‌ای زیرسطحی شده است. اگر مبنای مقایسه میزان آب دریافتی در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی درنظر گرفته شود، استفاده از تیمار آبیاری قطره‌ای زیرسطحی موجب کاهش مصرف آبی معادل ۲۵۰۹/۶ و ۵۰۱۹/۲ مترمکعب در هکتار به‌ترتیب در مقایسه با تیمارهای ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیاز آبی در قطره‌ای زیرسطحی شده است. توجه به عملکرد تیمارهای ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیاز آبی نسبت به تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی قطره‌ای زیرسطحی، مقداری کاهش را نشان می‌دهد. این کاهش می‌تواند به‌دلیل مصرف زیاد آب باشد، به‌طوری که اثر معکوس و کاهشی بر عملکرد گذاشته است. ممکن است آبیاری زیاد موجب پرشدن مجاری و خلل و فرج خاک از آب شده و این امر کم شدن تنفس ریشه را در پی داشته باشد و کاهش اکسیژن خاک اثر کاهشی بر عملکرد گذاشته است. مدیریت بهینه مصرف آب در تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی از طرفی از هدر رفت آب از طریق تبخیر از سطح خاک و نفوذ عمقی جلوگیری کرده و از طرف دیگر موجب افزایش کارایی مصرف آب در این تیمار شده است. با توجه به عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین سطوح آبیاری مورد بررسی، پیشنهاد می‌شود از تیمارهای کم‌آبیاری مثل ۵۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی در تحقیقات آتی آبیاری قطره‌ای زیرسطحی استفاده شود.

منابع مورد استفاده

1. Agricultural Statistics. 2014. Volume I: Garden Products. *Crop year Ministry of Agriculture-Jahad, Deputy Planning and Economics*. Bureau of Statistics and Information Technology. Iran. (In Farsi).
2. Alihouri, M. and P. Tishehzan. 2011. The Following Watering Schedule- Strategic Plan Palm Sector in the Country. Kerdegar Press, Ahvaz. (In Farsi).
3. Allen, R. G., L. Pereira, D. Raes and M. Smith. 1998. Crop evapotranspiration: Guidelines for computing cropwater requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 56, Rome, Italy.
4. Al-Rumaih, M. and M. A. Kassem. 2003. The effect of irrigation interval on the yield and quality of palms dates. The Canadian Society for Engineering in Agricultural, Food and Biological Systems Meeting. Montreal, Conada. PP: 43-58.
5. Ahmed, T. F., H. N. Hashmi and A. R. Ghumman. 2011. Performance assessment of subsurface drip irrigation

system using pipes of varying flexibility. *Mehran University Research Journal of Engineering and Technology* 30(3): 361-370.

6. Al-Amoud, A. I., S. Fawzi, A. Mohammad Saad. A. Al-Hamed and M. Ahmed. 2000. Reference evapo-transpiration and date palm water use in the Kingdom of Saudi Arabia. *International Research Agricultural Science and Soil Science* 2(4): 155-169.
7. Al-Zaidi, A. A., M. B. Baig, E. A. Elhag and M. A. Al-Juhani. 2013. Farmers Attitude Towards the Traditional and Modern Irrigation Methods in Tabuk Region - King-Dom of Saudi Arabia. Chapter 8. In Science, Policy and Politics of Modern Agricultural System: Global Context to local Dynamics of Sustainable Agriculture. Springer Science+Business. US.
8. AOAC. 1990. Official Methods of Analysis, 15thedn. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D. C.
9. Darfaoui, C., A. El-Mostafa and A. Al-Assiri. 2010. Response to climate change in the Kingdom of Saudi Arabia. A Report Prepared for FAO-RNE. Available online at: http://www.fao.org/forestry/29157-0d03d7abbb7f341972e8c6ebd2b25a181.pdf
10. FAO. 2002. Date palm cultivation. FAO Plant production and protection paper 156 rev. 1. Food and Agriculture organization of the United Nations, Rome, Italy.
11. 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 online at: http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries/saudi_arabia/index.stm; Accessed on March 28, 2013.
12. Farzamneya, M. and Z. Ravari. 2005. The effects of deficit irrigation on yield and water use efficiency Mazafati date in Bam city. *Scientific Journal of Agriculture* 28(1): 79-86. (In Farsi).
13. Foakwa, E. O., A. Paterson, M. Fowler and J. Vieira. 2008. Particle size distribution and compositional effects on textural properties and appearance of dark chocolates. *Food Engineering* 87: 181-190.
14. Ghafarinejad, A. 2001. Research Project to Determine the Best Speed and Depth of Drip Irrigation Method Mazafati Palm. City of Bam: Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center. Kerman. (In Farsi).
15. Hosseini, Z. 1990. Conventional Methods for Food Analysis. Shiraz University Press. Shiraz. (In Farsi).
16. KACST. 2012. Strategic Priorities for agricultural research. King Abdulaziz City for Science and Technology. Ministry of conomy and Planning, Doc. No. 40P0001-PLN-0001-er01. Kingdom of Saudi Arabia. Available online at: http://nstip.kacst.edu.sa/cs/groups/public/documents/document/edisp/agricul-turetech.pdf
17. Karami, E. 2006. Appropriateness of farmers' adoption of irrigation methods: The application of AHP model. *Agricul-Tural Systems* 87: 101-119.
18. Liebenberg, P. J. and A. Zaid. 2002. Date Palm irrigation. Chapter 7. In. Date palm cultivation. Plant Production Paper 156 rev.1. Food and Agriculture organization of the United Nations (FAO). Rome, Italy.
19. Oron, G., J. Demalach, Z. Hoffman and R. Cibotaru. 1991. Subsurface microirrigationwith effluent. *Irrigation and Drainage Engineering -ASCE* 117: 25–36.
20. PHene, C. J. 1995. Sustainability and potential of subsurface drip irrigation. *In:* Proceedings of the Fifth International Micro Irrigation Congress, Orlando, Florida, pp. 359-367.
21. Rastegar, H. and H. Zargari. 2011. Effects of water stress on yield and quality of Shahani date. *In*: Proceeding of the 7th Congress of Horticultural Sciences. Iran, Isfahan University of Technology. Isfahan. PP: 1608-1610. (In Farsi).
22. Sepahvand, M. 2009. Comparing water requirements, water productivity and economic productivity of wheat and canola in the West of the country in wet years. *Journal of Iran Water Research* 3(4): 63-68. (In Farsi).
23. Sivanappan, R. K. 1998. Low cost micro irrigation system for all crops and all farmers. *In:* Proceedings of the Workshop Micro irrigation and Sprinkler irrigation Systems, New Delhi.
24. Mohebbi, A. 2005. The effects of water on the surface and drip techniques on yield and quality traits Piarom date. *Journal of Soil and Water Sciences* 19:1. 124-130. (In Farsi).
25. Mohebi, A. and M. Alihouri. 2013. The effect of depth and irrigation on the productivity, yield and vegetative Palm Piarom. *Journal of Agricultural Water* 27(4): 455-464. (In Farsi).

Journal of Water and Soil Science (Science and Technology of Agriculture and Natural Resources)
Vol. 23, No. 1, Spring 2019, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

Irrigation Management of Subsurface Drip Irrigation of Palm Trees under Arid and Semiarid Regions

N. Salamati[1*], H. Dehghanisanij[2] and L. Behbahani[3]

(Received: February 4-2017 ; Accepted: April 18-2018)

Abstract

In order to investigate the effect of water quantity in subsurface drip irrigation on water use efficiency of palm yield and yield components, and determining suitable irrigation treatments for three different date cultivars, a split plot experiment design in a randomized complete block design with three replications were applied for three cropping years (2013-2016), at Behbahan Agricultural Research Station. The applied irrigation water in three levels based on 75, 100 and 125 percent of water requirement in the main plots and three cultivars of Kabkab, Khasi and Zahidi dates were compared in sub plots. The irrigation level of 75% with 0.646 kg of dates per 1 cubic meter of water in terms of water use efficiency as compared to the other two levels of irrigation showed a significant superiority. The Khasi cultivar with 83.9 pips and 29.2929 fruits in the cluster ranked first. The irrigation level of 125% with 11.1% were higher in fruit moisture, and 100% and 75% irrigation levels with 9.6% and 7.8% moisture content were the next. The irrigation level of 125% for Kabkab cultivar with a volume of 11.1 cubic centimeters were ranked first. Optimizing water use and reducing it to 10606 cubic meters per hectare in irrigation level of 75% water treatment will save water consumption. If the basis for comparing the amount of water used in 100% water treatment is considered, then the use of subtropical drip irrigation reduces water consumption by 2509.6 and 5019.2 cubic meters per hectare, respectively, compared to 100 and 125% water requirements.

Keywords: Yield, Water use efficiency, Palm

1. Research Assistant Professor of Agricultural Engineering Research Department, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ahvaz, Iran.
2. Associate Professor, Agricultural Engineering Research Institute (AERI), Agricultural Research Education, and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.
3. Researcher of Food Industry, Agricultural Engineering Research Department, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ahvaz, Iran.

*: Corresponding Author, Email: nadersalamati@yahoo.com