اثرعمق و روش آبیاری بر میزان بهره‌وری، عملکرد و صفات رویشی نخل پیارم

عبدالحمید محبی[۱] * و مجید علی‌حوری

مربی پژوهشی مؤسسه تحقیقات خرما و میوه‌های گرمسیری کشور، hamidmohebi@hotmail.com

مربی پژوهشی مؤسسه تحقیقات خرما و میوه‌های گرمسیری کشور، alihouri_m@hotmail.com

چکیده

بحران کم آبی در مناطق مختلف کشور و کاهش کیفیت و شور شدن منابع خاک و آب موجب شده است تا سطح وسیعی از اراضی کشاورزی در معرض نابودی قرار گیرد. با توجه به این محدودیت‌ها، افزایش تولید محصول به ازای واحد حجم آب مصرفی نیازمند برنامه‌ریزی دقیق‌تر برای انتخاب روش مناسب آبیاری جهت استفاده بهینه از منابع آب موجود در بخش کشاورزی است. بدین منظور این آزمایش طی چهار سال در ایستگاه تحقیقات کشاورزی حاجی آباد هرمزگان در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی 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 سه تکرار انجام شد. نتایج نشان داد به رغم مصرف مقادیر متفاوت آب در تیمارهای آبیاری، اختلاف معنی‌داری در عملکرد میوه و صفات رویشی شامل تعداد برگ، تعداد برگ‌چه، محیط تنه و سطح سایه‌انداز وجود نداشت. علت احتمالی این موضوع می‌تواند برآورد بیشتر نیاز آبی نخل در روش تشت تبخیر از نیاز واقعی آن باشد. اما بین مقدار بهره‌وری آب در تیمارهای آبیاری اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت. بیش‌ترین و کمترین مقدار بهره‌وری آب به ترتیب از تیمار آبیاری قطره‌ای با میزان آب معادل ۷۵٪ و تیمار آبیاری سطحی با میزان آب معادل ۱۰۰٪ تبخیر تجمعی از تشت تبخیر کلاس A به دست آمد. بنابراین آبیاری با روش قطره‌ای و به عمق معادل ۷۵٪ تبخیر تجمعی از تشت کلاس A برای آبیاری نخلستان‌ها توصیه گردید.

واژه های کلیدی: آبیاری قطره‌ای، آبیاری سطحی، کم آبیاری

مقدمه

افزایش جمعیت توأم با رشد صنعت، بالا رفتن سطح بهداشت و رفاه عمومی و توجه به امنیت غذایی افزایش مصرف آب را در پی داشته است. به‌گونه‌ای که نیاز جوامع به آب هر روز بیشتر می‌شود.

یکی از دغدغه‌های اساسی در دنیا به خصوص مناطق خشک و نیمه خشک، کافی نبودن آب برای مصارف گوناگون از جمله کشاورزی است.

براساس گزارش مؤسسه بین‌المللی مدیریت آب[۲]،

---

[۱]. آدرس نویسنده مسئول: اهواز- موسسه تحقیقات مؤسسه تحقیقات خرما و میوه‌های گرمسیری کشور- صندوق پستی ۱۶-۶۱۳۵

* دریافت:تیر ۱۳۹۱و پذیرش: آبان ۱۳۹۲

1. International Water Management Institute

بخش کشاورزی به عنوان پر مصرف ترین بخش، حدود ۷۴ درصد از منابع آب شیرین جهان را مصرف می‌کند (بی‌نام، ۲۰۰۶). در حال حاضر حجم کل منابع آب تجدید شونده کشور ۱۳۰ میلیارد متر مکعب است که از حدود ۹۰ میلیارد متر مکعب آب استحصال شده، ۸۵ میلیارد متر مکعب در بخش کشاورزی و ۵ میلیارد متر مکعب در صنعت و شرب مصرف می‌شود (هوشمند و همکاران، ۱۳۸۹). بر اساس گزارش دفتر آمار و فناوری اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی، ۵۶/۱ درصد اراضی کشاورزی (باغی و زراعی) کشور زیر کشت آبی است که ۸۷/۷ درصد تولیدات غذایی از این اراضی حاصل می‌شود (بی‌نام، ۱۳۸۹). بنابراین می‌توان گفت بدون انجام آبیاری تقریباً امکان تولید محصولات کشاورزی در کشور وجود ندارد، زیرا که سهم تولید از اراضی دیم اندک بوده و از طرف دیگر تولید محصولات دیم تابع شرایط اقلیمی است که در سال‌های اخیر بسیار متغیر و ناپایدار بوده است. لذا آب اولین و مهم‌ترین عامل محدودیت در افزایش تولیدات کشاورزی محسوب می‌شود. بنا به محدودیت‌های فوق، افزایش تولید محصول به ازای واحد حجم آب مصرفی و نیاز به برنامه‌ریزی دقیق‌تر برای استفاده بهینه از منابع آب موجود بویژه در بخش کشاورزی ضروری به نظر می‌رسد. بی‌شک لازمه بهره‌گیری مؤثر از آب در کشاورزی انتخاب روش مناسب و بهبود مدیریت آبیاری است.

بر طبق آمار موجود، سطح زیر کشت خرما در کشور حدود ۲۴۰۰۰۰ هکتار و میزان تولید آن بیش از یک میلیون تن گزارش شده که بر این اساس ایران از نظر سطح زیر کشت و تولید خرما به ترتیب رتبه اول و دوم را در دنیا به خود اختصاص داده است (بی نام، ۱۳۸۹). خرما از نظر سطح زیر کشت سومین محصول مهم باغی کشور بوده و در سیزده استان کشور کشت و مورد بهره برداری قرار می‌گیرد. استان هرمزگان یکی از مناطق عمده خرماخیز کشور بوده که با سهم ۱۴/۱ درصد از تولید خرمای کشور در جایگاه چهارم قرار گرفته است. نخل خرما از جمله گیاهانی است که نیاز آن به آب در حد بالایی می‌باشد، بطوری که میزان آب مورد نیاز برای نخلستان‌های استان هرمزگان در روش آبیاری کرتی بین ۲۷۶۵۰ تا ۳۱۷۳۰ ، روش آبیاری تشتکی بین ۱۵۹۷۰ تا ۱۸۳۲۰ و روش آبیاری قطره‌ای بین ۱۳۳۱۰ تا ۱۵۲۷۰ مترمکعب در هکتار برآورد شده است (وزیری و شریعتی، ۱۳۷۷).

در چند سال اخیر با توجه به بحران کم آبی در مناطق مختلف و کاهش کیفیت و شور شدن منابع خاک و آب و افت شدید سطح آب‌های زیرزمینی، سطح وسیعی از اراضی کشاورزی در معرض نابودی قرار گرفته است. باغ‌های پسته و مرکبات در استان کرمان، باغ‌های مرکبات جهرم در استان فارس، باغ‌های سیب در استان‌های آذربایجان و اصفهان و اراضی زیر کشت موز و میوه‌های گرمسیری در استان‌های سیستان و بلوچستان و هرمزگان مثال‌های بارزی در این زمینه می‌باشد (فرزام نیا و راوری، ۱۳۸۴). (اسدی و همکاران ۱۳۷۵) بازده کاربرد آب در روش‌های آبیاری سطحی تحت مدیریت زارعین را مورد ارزیابی قرار دادند.

نتایج نشان داد که بازده کاربرد آب آبیاری در اکثر مزارع مورد بررسی در حد قابل قبولی نبوده و مقادیر آن در طول فصل زراعی متغیر بوده است. مقدار بهره‌وری مصرف آب در شهرستان جهرم برای روش‌های آبیاری سطحی تنها حدود ۰/۳ کیلوگرم بر متر مکعب گزارش شده است (غفاری نژاد و احسانی، ۱۳۸۰). (دانش نیا ۱۳۷۸) اثرات سطوح مختلف مصرف آب معادل ۴۵، ۶۰ و ۷۵ درصد تبخیر از تشت کلاس A با دو دور آبیاری روزانه و ۲ روز را بر روی نخیلات بارور رقم شاهانی در روش آبیاری قطره‌ای بررسی نمود. نتایج نشان داد که عمق آبیاری بر عملکرد محصول و شاخص‌های رشد نخل نظیر قطر تنه و ارتفاع تنه تأثیر معنی‌داری داشته، بگونه‌ای که تیمار ۷۵ درصد تبخیر از تشت کلاس A با مصرف ۱۰۰۰۰ مترمکعب آب در هکتار نسبت به سایر تیمارها باعث افزایش عملکرد و شاخص‌های رشد شد. اما اثر دور

آبیاری بر ارتفاع نخل، تعداد برگ، محیط تنه، سطح سایه انداز و عملکرد میوه معنی دار نبود. تنش آبی حاصل از آبیاری به میزان ۴۵ درصد تبخیر از تشت، سال آوری را تشدید نمود.

(غفاری نژاد و احسانی ۱۳۸۰) سه عمق آبیاری معادل ۴۰ ، ۶۰ و ۸۰ درصد تبخیر از تشت کلاس A و دو دور آبیاری روزانه و ۲ روز را بر روی خرمای مضافتی به روش قطره‌ای مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد تأثیر مقدار آب مصرفی تنها بر تعداد برگ‌ها معنی‌دار بود و بر سایر شاخص‌ها نظیر طول برگ، قطر تنه و ارتفاع نخل اثر معنی‌داری نداشت. در این پژوهش بیشترین رشد نخل با آبیاری معادل ۸۰ درصد تبخیر از تشت بدست آمد. اثر دور آبیاری نیز بر شاخص‌های رشد رویشی معنی دار نبود.(کرمی و همکاران ۱۳۸۴) در استان هرمزگان دو روش آبیاری سطحی و قطره‌ای با عمق آبیاری معادل ۷۵ و ۱۰۰ درصد تبخیر از تشت کلاس A در مراحل رویشی و زایشی خرمای رقم هلیلی را مقایسه نمودند. براساس نتایج به دست آمده، روش آبیاری تاثیر معنی داری بر عملکرد میوه داشته، ولی اثر تیمارهای عمق آبیاری بر عملکرد معنی‌دار نبوده است. بیش‌ترین وزن میوه، نسبت گوشت میوه به هسته، قند کل و عملکرد میوه با انجام آبیاری سطحی به میزان ۷۵ درصد تبخیر از تشت کلاس A بدست آمد.

(فرزام نیا و راوری ۱۳۸۴) به منظور تعیین تأثیر کم آبیاری بر عملکرد و سایر صفات کمّی و کیفی خرمای رقم مضافتی، چهار تیمار آبیاری به روش سطحی معادل ۶۰، ۸۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ درصد تبخیر از تشت کلاس A را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد اثر تیمارهای مورد آزمایش بر روی عملکرد میوه معنی‌دار بوده ولی بر رطوبت، مواد جامد محلول و قند کل میوه معنی‌دار نبوده است. لذا آبیاری به میزان ۸۰ درصد تبخیر از تشت کلاس A به عنوان یک روش مدیریتی در آبیاری نخلستان‌های منطقه بم توصیه شد. در استان بوشهر اثر چهار عمق آبیاری معادل ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد تبخیر از تشت کلاس A به مدت دو سال بر روی خرمای رقم کبکاب بررسی شد شد (نوروزی و پوزش شیرازی، ۲۰۰۶). نتایج نشان داد مصرف آب معادل ۱۰۰ درصد تبخیر از تشت بیش‌ترین عملکرد میوه را با ۲۸/۵ کیلوگرم برای هر اصله نخل موجب شده است. بین تیمارهای مختلف از نظر مقدار pH و مواد جامد قابل حل میوه و همچنین کارآیی مصرف آب تفاوت معنی داری وجود نداشت. در پژوهش دیگری در استان بوشهر، پاسخ درختان خرمای زاهدی نسبت به سطوح مختلف آب با استفاده از روش حبابی یا بابلر شامل ۳۵، ۵۰ و ۶۵ درصد نیاز آبی مورد بررسی قرار گرفت (ایزدی و پوزش شیرازی، ۱۳۸۶). براساس نتایج آزمایش، تیمارهای آبیاری اثر معنی‌داری بر وزن میوه و عملکرد محصول داشتند، بطوری که بیش‌ترین مقدار شاخص‌های مذکور با آبیاری براساس ۶۵ درصد نیاز آبی به دست آمد.

(العمود و همکاران ۲۰۰۰) پاسخ درختان خرما را نسبت به سه روش آبیاری کرتی، حبابی و قطره‌ای بررسی نموده‌اند. نتایج نشان داد که بیش‌ترین عملکرد محصول و کارآیی مصرف آب به سامانه آبیاری قطره‌ای و سپس آبیاری کرتی اختصاص داشته است. پژوهش‌های دو دهه اخیر در کشور قطر حاکی است سامانه آبیاری حبابی (بابلر) برای آبیاری درختان خرما با آبی دارای شوری ۴/۳ تا ۹ دسی زیمنس بر متر نسبت به روش آبیاری قطره‌ای مناسبتر است (هشیم و عبدالمالک، ۲۰۰۱).(الرومیح و کاظم ۲۰۰۳) در آزمایشی در کشور عربستان سعودی، اثرات دور آبیاری را بر عملکرد و کیفیت میوه نخل خرما بررسی کردند.

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 به دست آمد که با تیمارهای دور آبیاری پنج و هفت روز تفاوت معنی‌داری داشت. (رضوی و طایفه رضایی ۱۳۸۲) در آزمایشی سه روش آبیاری میکروجت، قطره‌ای و بابلر را با سطوح مختلف تبخیر تجمعی از

تشت کلاس A بر روی درختان زردآلو بررسی نمودند. براساس نتایج بدست آمده، تیمار آبیاری بابلر دارای بیش‌ترین عملکرد و کارآیی مصرف آب بوده است. درحالی‌که با انجام همین آزمایش بر روی درختان بادام، روش آبیاری قطره‌ای برای باغ‌های بادام در شهرستان ارومیه توصیه شده است. مقایسه چهار مقدار آبیاری معادل ۱۶/۵ ، ۳۳ ، ۶۶ و ۱۰۰ درصد تبخیر از تشت به روش قطره‌ای بر روی درختان نارگیل نیز نشان داد آبیاری با عمقی برابر ۱۰۰ درصد تبخیر از تشت بیشترین تولید برگ، تعداد سنبله‌ها و گل‌های ماده را موجب شده است (ونکیتاسوامی و همکاران، ۱۹۹۷).

در سال‌های اخیر، بروز خشکسالی، کاهش بارندگی از میانگین درازمدت (حدود ۱۸۷ میلی‌متر)، خشک شدن بیش از صد حلقه چاه و دهنه چشمه، کاهش آبدهی ۳۰ تا ۷۰درصدی ۱۳۵ حلقه چاه و کاهش شدید آب سفره‌های زیرزمینی، وضعیت منابع آب استان هرمزگان را دچار بحران جدی نموده است. ولی از آنجایی که این استان دارای یکی از ارقام مهم و تجاری خرما به نام پیارم است، لذا این پژوهش به منظور تعیین روش آبیاری مناسب و میزان آب مورد نیاز این رقم خرما به اجرا در آمد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش طی سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۷۹ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی حاجی آباد واقع در استان هرمزگان در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تیمار آبیاری به شرح زیر در سه تکرار انجام شد:

۱- روش آبیاری قطره‌ای با میزان آب معادل ۷۵٪ تبخیر تجمعی از تشت کلاس A.

۲- روش آبیاری قطره‌ای با میزان آب معادل ۱۰۰٪ تبخیر تجمعی از تشت کلاس A.

۳- روش آبیاری سطحی با میزان آب معادل ۷۵٪ تبخیر تجمعی از تشت کلاس A.

۴- روش آبیاری سطحی با میزان آب معادل ۱۰۰٪ تبخیرتجمعی از تشت کلاس A.

هر تکرار شامل چهار اصله نخل خرمای رقم پیارم با سن شش سال و فواصل کاشت ۸ متر بود. تمامی ۴۸ اصله درخت از زمان کاشت با روش سطحی آبیاری شده بودند. نمونه های خاک و آب آبیاری پس از تهیه، برای تعیین مشخصات فیزیکی و شیمیایی به آزمایشگاه ارسال شد (جدول ۱و۲). به منظور جلوگیری از نفوذ آب تیمارها به یکدیگر، یک ردیف درخت (گارد) بین تکرارها و تیمارهای هر تکرار قرار داشت که با روش قطره‌ای آبیاری گردیدند. کلیه عملیات به باغی شامل هرس، تکریب، گرده‌افشانی، مبارزه با علف‌های هرز در کلیه تیمارها بطور یکسان انجام شد. دور آبیاری با توجه به توصیه کارشناسان و عرف منطقه، در روش قطره‌ای یک روز در میان و در روش سطحی یک هفته در نظر گرفته شد. مقدار تبخیر ـ تعرق گیاه (ET_c) براساس روش تشت تبخیر FAO برآورد شد که برابر است با:

$$ETo = Ep. Kp \qquad (۱)$$

$$ETc = ETo. Kc \qquad (۲)$$

که در آن:

ETo: میزان تبخیر ـ تعرق مرجع (میلی‌متر)، Ep: میزان تبخیر از تشت کلاس A (میلی‌متر)، Kp و Kc: به ترتیب ضریب تشت و ضریب گیاهی که مقدار هر یک براساس مقادیر ارائه شده از سوی سازمان جهانی خواربار و کشاورزی (FAO) تعیین شد و در جدول ۳ ارایه گردیده است (آلن و همکاران، ۱۹۹۸).

با توجه به این که آبیاری درختان در تیمار سطحی، به روش تشتکی انجام گرفت که در این روش مشابه روش آبیاری قطره‌ای تنها قسمتی از سطح خاک (سطح سایه انداز نخل) خیس می‌شد، میزان آب مورد نیاز آبیاری برای هر دو روش آبیاری براساس روابط زیر محاسبه شد و از طریق کنتور حجمی در اختیار درختان قرار گرفت (فرشی و همکاران، ۱۳۷۶):

$$Tc = (ETc - Re) [Ps + 0.15(1-Ps)] \qquad (۳)$$

$$Ig = Tc / E \qquad (۴)$$

Tc: نیاز خالص آبیاری یا تعرق گیاه (میلی‌متر)، Re: بارندگی موثر (میلی‌متر) که بر اساس روش سازمان حفاظت خاک امریکا تعیین گردید، Ps: سطح سایه انداز گیاه (اعشار)، Ig: نیاز ناخالص آبیاری (میلی‌متر) و E: بازده آبیاری که در آبیاری قطره‌ای معادل ۹۰٪ و در آبیاری سطحی معادل ۵۰٪ در نظر گرفته شد (علیزاده، ۱۳۸۶؛ وزیری و شریعتی، ۱۳۷۷).

آبیاری درختان در روش آبیاری قطره‌ای، ابتدا با استفاده از ۵ قطره‌چکان داخل خط با دبی ۴ لیتر بر ساعت انجام شد که تعداد آنها به مرور زمان با افزایش سن و نیاز آبی درختان به ۱۰ عدد افزایش یافت. در طول مدت اجرای آزمایش به منظور جلوگیری از اثرات جانبی تیمارها بر یکدیگر، نمونه برداری و داده برداری از دو نخل میانی هر کرت آزمایش انجام شد. تعداد برگ در نخل با شمارش کل برگ‌ها، تعداد برگ‌چه در برگ با انتخاب چهار برگ در جهات مختلف جغرافیایی و شمارش تعداد برگچه هر برگ، محیط تنه در فاصله یک متری زیر تاج درخت، سطح سایه‌انداز و عملکرد محصول در هر درخت اندازه‌گیری شد (محبی و همکاران، ۱۳۹۰) و سپس مقدار بهره‌وری آب با تقسیم میانگین عملکرد محصول در هر کرت بر میزان آب مصرفی محاسبه گردید.

نتایج و بحث

تاثیر تیمارها بر رشد رویشی نخل

نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات رویشی نشان داد تیمارهای آبیاری اثر معنی‌داری بر تعداد برگ، تعداد برگ‌چه، محیط تنه و سطح سایه‌انداز نداشتند (جدول ۴). مقایسه میانگین ها به روش آزمون دانکن نیز نشان داد که کلیه صفات در یک گروه آماری قرار دارند (جدول ۵). با این حال از نظر عددی بیش‌ترین تعداد برگ از آبیاری قطره‌ای با میزان آب معادل ۷۵٪ تبخیر تجمعی، بیش‌ترین تعداد برگ‌چه و سطح سایه انداز گیاه در آبیاری قطره‌ای با میزان آب معادل ۱۰۰٪ تبخیر تجمعی و بیش‌ترین محیط تنه در آبیاری سطحی با میزان آب معادل ۱۰۰٪ تبخیر تجمعی از تشت کلاس A به دست آمد. (غفاری نژاد و احسانی ۱۳۸۰) در بررسی سه عمق آبیاری معادل ۴۰، ۶۰ و ۸۰ درصد تبخیر از تشت کلاس A و دو دور آبیاری روزانه و ۲ روز در روش آبیاری قطره‌ای نشان دادند که عمق آب آبیاری فقط بر تعداد برگ‌ها اثر معنی‌دار داشت ولی بر سایر شاخص‌ها شامل طول برگ، قطر تنه و ارتفاع نخل اثر معنی‌داری به همراه نداشت. نتایج پژوهش مذکور، می‌تواند به علت تخمین زیاد ضرایب مرتبط به برآورد نیاز آبی گیاه نظیر ضریب تشت، زیاد گرفتن مقدار ضریب گیاهی (معادل یک)، برآورد بیشتر نیاز آبی نخل در روش تشت تبخیر از نیاز واقعی آن و یا ترکیبی از این عوامل باشد.

تاثیر تیمارها بر عملکرد میوه خرما

نتایج تجزیه واریانس مرکب عملکرد میوه نشان داد که بین تیمارهای آبیاری، اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۴). نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد بین عملکرد نخل در سال‌های مختلف وجود داشت که این مساله به دلیل وجود سال‌آوری در درختان خرما می‌باشد، بدین صورت که در یک سال محصول خوبی تولید می‌نمایند و در سال بعد میزان محصول کاهش چشم‌گیری دارد. مقایسه میانگین عملکرد میوه نیز نشان داد که کلیه میانگین‌ها در یک گروه آماری قرار دارند. بیش‌ترین و کمترین عملکرد میوه معادل ۷۱/۹ و ۶۱/۹ کیلوگرم به ترتیب در تیمارهای آبیاری سطحی با میزان آب معادل ۱۰۰٪ تبخیر تجمعی و آبیاری قطره‌ای با میزان آب معادل ۱۰۰٪ تبخیر تجمعی از تشت کلاس A حاصل شد (جدول ۵). (کرمی و همکاران ۱۳۸۴) نتایج متفاوتی بدست آوردند بطوری که در مقایسه دو روش آبیاری سطحی و قطره‌ای با عمق آبیاری معادل ۷۵ و ۱۰۰ درصد تبخیر از تشت کلاس A روی خرمای رقم هلیلی، روش آبیاری تاثیر معنی‌داری بر عملکرد میوه داشت که می‌تواند به دلیل تامین بهتر رطوبت منطقه توسعه ریشه‌ها در آبیاری قطره‌ای باشد، ولی اثر تیمارهای عمق آبیاری بر عملکرد معنی‌دار نبود.

تاثیر تیمارها بر بهره وری آب[3]

میزان آب مصرفی برای هر تیمار طی سال‌های مختلف در جدول ۶ آمده است. میانگین حجم آب مصرفی در مدت چهار سال برای تیمارهای آبیاری قطره‌ای با میزان آب معادل ۷۵٪ و ۱۰۰٪ تبخیر تجمعی وآبیاری سطحی با میزان آب معادل ۷۵٪ و ۱۰۰٪ تبخیر تجمعی از تشت کلاس A به ترتیب معادل ۳۳/۱، ۴۴، ۵۸/۵ و ۷۹/۱ مترمکعب در سال به ازای هر اصله نخل بود. به عبارت دیگر، مقدار آب آبیاری در تیمارهای آبیاری قطره‌ای بین ۴۱/۸ تا ۵۵/۶ درصد و در آبیاری سطحی ۷۵٪ تبخیر تجمعی، معادل ۷۳/۹ درصد حجم آب آبیاری در تیمار آبیاری سطحی ۱۰۰٪ تبخیر تجمعی از تشت کلاس A بود. اما به رغم مصرف مقادیر متفاوت آب در تیمارهای آبیاری، اختلاف معنی‌داری در عملکرد میوه درختان مشاهده نشد. عدم تاثیر معنی‌دار میزان آب مصرفی بر عملکرد میوه درختان، به نظر می‌رسد که به دلیل برآورد بیشتر نیاز آبی گیاه در روش تشت تبخیر از نیاز واقعی آن باشد. محاسبه بهره‌وری آب با توجه به مقادیر عملکرد میوه و حجم آب مصرفی در تیمارهای آبیاری نشان داد که مقدار بهره وری آب بین ۰/۹۷ و ۲/۱۶ کیلوگرم بر مترمکعب بود. تجزیه واریانس مرکب بهره‌وری آب و مقایسه میانگین ها با آزمون دانکن نشان داد که بین تیمارهای آبیاری اختلاف معنی داری در سطح احتمال یک درصد وجود دارد (شکل ۱).

بطوری که بیش‌ترین مقدار بهره‌وری آب از تیمار آبیاری قطره‌ای با میزان آب معادل ۷۵٪ تبخیر تجمعی از تشت کلاس A و کمترین مقدار بهره‌وری آب از تیمار آبیاری سطحی با میزان آب معادل ۱۰۰٪ تبخیر تجمعی از تشت کلاس A به دست آمد که اختلاف معنی‌داری بین این دو تیمار در سطح احتمال یک درصد وجود داشت. تیمارهای آبیاری قطره‌ای با میزان آب معادل ۱۰۰٪ تبخیر تجمعی، آبیاری سطحی با میزان آب معادل ۷۵٪ تبخیر تجمعی و آبیاری سطحی با میزان آب معادل ۱۰۰٪ تبخیر تجمعی از تشت کلاس A اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. البته معمولاً در هنگام بروز تنش به علت کاهش آب مصرفی، مقدار بهره‌وری آب رو به افزایش است، ولی کاهش عملکرد محصول ممکن است مانع از رخ دادن چنین حالتی شود. به عبارت دیگر بسته به میزان افت عملکرد محصول، بهره‌وری مصرف آب می‌تواند کاهش یا افزایش یابد و یا حتی بدون تغییر باقی بماند. مقایسه مقادیر عملکرد میوه نشان داد که با انجام آبیاری قطره‌ای با میزان آب معادل ۷۵٪ تبخیر تجمعی از تشت کلاس A، عملکرد میوه نسبت به تیمار آبیاری سطحی با میزان آب معادل ۱۰۰٪ تبخیر تجمعی از تشت کلاس A، ۱۰/۸ درصد کاهش داشته که در حد معنی داری نمی‌باشد.

اما مقایسه مقادیر بهره‌وری آب نشان داد که آبیاری قطره‌ای با میزان آب معادل ۷۵٪ تبخیر تجمعی از تشت کلاس A موجب افزایش بهره وری آب به میزان ۱۲۲/۷ درصد نسبت آبیاری سطحی با میزان آب معادل ۱۰۰٪ تبخیر تجمعی از تشت کلاس A می‌شود که از نظر آماری بسیار معنی دار می‌باشد. نتایج بدست آمده در پژوهش (غفاری نژاد و احسانی ۱۳۸۰) با پژوهش حاضر همخوانی نشان می‌دهد. آنها در بررسی اثرات سه عمق آبیاری معادل ۴۰ ، ۶۰ و ۸۰ درصد تبخیر از تشت کلاس A روی خرمای مضافتی به این نتیجه رسیدند که بیشترین رشد رویشی نخل با آبیاری معادل ۸۰ درصد تبخیر از تشت حاصل می‌گردد. در این پژوهش، آبیاری درختان به روش قطره‌ای انجام شد. در استان هرمزگان، بررسی تیمارهای عمق آبیاری معادل ۷۵ و ۱۰۰ درصد تبخیر از تشت کلاس A در مراحل رویشی و زایشی خرمای رقم هلیلی نشان داد که بیش‌ترین وزن میوه، نسبت گوشت میوه به هسته، قند کل و عملکرد میوه با انجام آبیاری به میزان ۷۵ درصد تبخیر از تشت کلاس A به دست آمد (کرمی و همکاران، ۱۳۸۴). همچنین براساس یافته (فرزام نیا و راوری ۱۳۸۴)، آبیاری به میزان ۸۰ درصد تبخیر از تشت کلاس A بیشترین مقدار عملکرد میوه خرمای رقم مضافتی و بهره وری آب را به همراه داشت. مقایسه

1. Water productivity

روش‌های آبیاری کرتی، حبابی و قطره‌ای در کشور عربستان سعودی نشان داد که بیش‌ترین عملکرد محصول و بهره وری آب به آبیاری قطره‌ای اختصاص داشت (العمود و همکاران، ۲۰۰۰). بررسی روند توسعه و گسترش سامانه‌های خرد آبیاری در دنیا نیز نشان می‌دهد که این گونه سامانه‌ها برای درختان میوه نسبت به گیاهان زراعی بیشتر مورد استفاده قرار گرفتند (علیزاده، ۱۳۸۶). یکی از مهم‌ترین علل این مساله، زیاد بودن نیاز آبی گیاهان باغی است. زیرا صرفه‌جویی در مقدار آب مصرفی، کشاورز را قادر می‌سازد که سطح زیر کشت خود را افزایش دهد.

بنابراین با توجه به نتایج به دست آمده از جمله مقادیر عملکرد میوه و بهره‌وری مصرف آب در تیمارهای مورد آزمایش و محدودیت‌های منابع آب در کشور، انجام آبیاری با روش قطره‌ای و با عمق معادل ۷۵٪ تبخیر تجمعی از تشت کلاس A برای نخلستان‌های استان هرمزگان توصیه می‌گردد. البته با توجه به کمبود آب در کشور و زیاد بودن نیاز آبی نخیلات پیشنهاد می‌شود که اثرات کم آبیاری در مراحل مختلف رشد ارقام تجاری نخل خرما برای مناطق خرماخیز کشور به منظور کاهش میزان آب مصرفی مورد بررسی قرار گیرد.

جدول ۱- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک در محل اجرای طرح

شن (٪)	سیلت (٪)	رس (٪)	بافت خاک	فسفر قابل جذب (ppm)	پتاسیم قابل جذب (ppm)	کربن آلی(%)	هدایت الکتریکی (dS/m)	pH
۴۸	۴۰	۱۲	لوم	۱۳/۷	۲۵۶	۰/۸۱	۳/۰	۷/۹

جدول ۲- نتایج تجزیه آب آبیاری

کاتیون‌های محلول (meq/lit)			آنیون‌های محلول (meq/lit)				هدایت الکتریکی (dS/m)	pH
Na^{+}	K^{+}	Ca^{2+}	Cl^{-}	HCO_3^{-}	SO_4^{2-}	CO_3^{2-}		
۸/۸	۳/۳	۳/۶	۶/۴	۳/۲	----	۱/۶	۱/۷	۷/۵

جدول ۳- میانگین آمار هواشناسی، ضریب تشت و ضریب گیاهی در سال‌های مختلف (۷۹- ۱۳۷۵).

ماه	درجه حرارت (سانتی‌گراد)	رطوبت نسبی (درصد)	بارندگی (میلی متر)	تبخیر از تشت (میلی‌متر)	ضریب تشت (K_p)	ضریب گیاهی (K_c)	بارندگی موثر (میلی‌متر)
مهر	۲۹/۲	۸۱	۳/۱	۲۴۱/۰	۰/۵۵	۰/۹۰	۳/۱
آبان	۲۴/۵	۸۰	۱۰/۲	۱۵۲/۲	۰/۶	۰/۹۰	۱۰/۰
آذر	۲۰/۰	۷۷	۴۱/۵	۱۱۸/۹	۰/۷	۰/۹۰	۳۸/۷
دی	۱۸/۰	۸۳	۵۰/۲	۱۱۸/۲	۰/۷	۰/۹۱	۴۶/۲
بهمن	۱۹/۵	۸۸	۴۸/۵	۱۰۲/۸	۰/۷	۰/۹۳	۴۴/۷
اسفند	۲۲/۵	۹۰	۴۱/۴	۱۹۶/۹	۰/۶	۰/۹۴	۳۸/۷
فروردین	۲۷/۰	۸۱	۵/۹	۱۶۲/۴	۰/۷	۰/۹۵	۵/۸
اردیبهشت	۳۱/۵	۶۸	۰/۴	۲۶۰/۹	۰/۵۵	۰/۹۵	۰/۴
خرداد	۳۴/۰	۷۳	۱/۶	۳۲۹/۸	۰/۵۵	۰/۹۵	۱/۶
تیر	۳۴/۸	۷۸	۰/۷	۳۷۶/۸	۰/۵۵	۰/۹۵	۰/۷
مرداد	۳۴/۱	۸۱	۰/۶	۳۹۴/۴	۰/۵۵	۰/۹۵	۰/۶
شهریور	۳۲/۰	۸۳	۰/۳	۳۱۷/۵	۰/۵۵	۰/۹۵	۰/۳

جدول ۴- میانگین مجذورات و سطح معنی دار بودن صفات رویشی و عملکرد میوه.

منابع	درجه آزادی	تعداد برگ	تعداد برگ‌چه	محیط تنه	سطح سایه انداز	عملکرد میوه
سال	۳	۱۹۴۸/۲ **	۱۵۹/۲ *	۵/۶۷ **	۲۹۱/۰ *	۹۰۳۱/۸ **
خطای a	۸	۴۰/۳	۴۶/۸	۰/۰۶	۵۴/۴	۲۴/۴
تیمار آبیاری	۳	۴۶/۰ n.s	۱۳۴/۴ n.s	۰/۰۴ n.s	۲۷۳/۱ n.s	۲۲۱/۴ n.s
سال × تیمار آبیاری	۹	۳۲/۴ n.s	۲۸/۴ n.s	۰/۰۲ n.s	۷۱/۱ n.s	۱۲۲/۸ n.s
خطای b	۲۴	۱۶۱/۱	۹۱/۵	۰/۰۲	۱۰۶/۳	۱۸۰/۹
ضریب تغییرات (٪)	---	۱۶/۳	۶/۴	۵/۳	۲۱/۲	۲۰/۴

** معنی دار در سطح آماری یک درصد. * معنی دار در سطح آماری ۵ درصد.

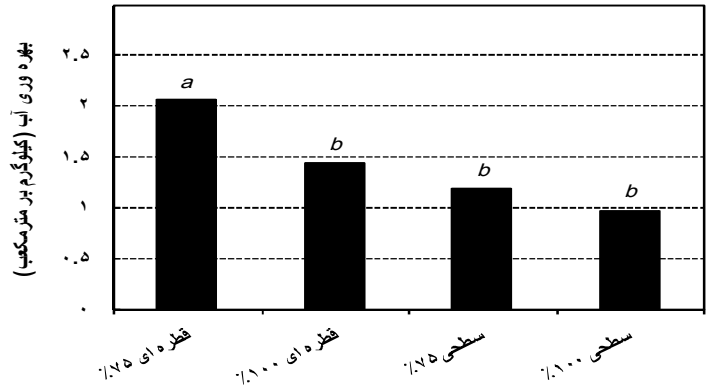
جدول ۵- میانگین صفات رویشی نخل و عملکرد میوه در تیمارهای آبیاری*.

تیمار	تعداد برگ	تعداد برگ‌چه	محیط تنه (متر)	سطح سایه انداز (مترمربع)	عملکرد میوه (کیلوگرم)
آبیاری قطره‌ای ۷۵٪	۸۰ a	۱۴۴ a	۲/۶۹ a	۴۴/۸ a	۶۴/۱ a
آبیاری قطره‌ای ۱۰۰٪	۷۷ a	۱۵۲ a	۲/۶۷ a	۵۴/۶ a	۶۱/۹ a
آبیاری سطحی ۷۵٪	۷۶ a	۱۴۹ a	۲/۶۴ a	۴۴/۷ a	۶۵/۹ a
آبیاری سطحی ۱۰۰٪	۷۷ a	۱۴۹ a	۲/۷۸ a	۵۰/۲ a	۷۱/۹ a

* میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون، در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

جدول ۶- میزان آب مصرفی تیمارهای مورد آزمایش در سال‌های مختلف (متر مکعب)

تیمار	سال								میانگین	
	۱۳۷۵-۷۶		۱۳۷۶-۷۷		۱۳۷۷-۷۸		۱۳۷۸-۷۹		۱۳۷۵-۷۹	
	درخت	هکتار	درخت	هکتار	درخت	هکتار	درخت	هکتار	درخت	هکتار
قطره‌ای ۷۵٪	۲۳/۳	۳۶۳۵	۲۳/۶	۳۶۸۱	۴۰/۱	۶۲۵۶	۴۵/۲	۷۰۵۱	۳۳/۱	۵۱۵۶
قطره‌ای ۱۰۰٪	۳۱/۱	۴۸۵۲	۳۱/۵	۴۹۱۴	۵۳/۴	۸۳۳۰	۶۰/۱	۹۳۷۶	۴۴/۰	۶۸۶۸
سطحی ۷۵٪	۴۱/۳	۶۴۲۷	۴۱/۸	۶۵۲۱	۷۱/۱	۱۱۰۹۲	۷۹/۹	۱۲۴۶۵	۵۸/۵	۹۱۲۶
سطحی ۱۰۰٪	۵۷/۵	۸۹۷۰	۵۷/۸	۹۰۱۷	۹۴/۷	۱۴۷۷۳	۱۰۶/۲	۱۶۵۶۷	۷۹/۱	۱۲۳۳۲



شکل ۱ـ بهره‌وری مصرف آب در تیمارهای مورد آزمایش

فهرست منابع

۱.اسدی، ا. ش. اشرفی، ج. باغانی، ح. ریاحی، ت. سهرابی، ح. طایفه رضایی، ف. عباسی، ع. کشاورز، ع. مامن پوش و ع. میان آبی. ۱۳۷۵. بررسی عملکرد روش‌های آبیاری سطحی تحت مدیریت زارعین. مجموعه مقالات دومین کنگره ملی مسایل آب و خاک کشور. جلد اول. تهران: ۴۰-۳۰.

۲.ایزدی، م. و م. پوزش شیرازی. ۱۳۸۶. بررسی واکنش خرمای رقم زاهدی به روش کم آبیاری در استان بوشهر. پنجمین کنگره علوم باغبانی ایران، شیراز: ۳۲۳

۳. دانش‌نیا، س. ع. ۱۳۷۸. تعیین بهترین دور و عمق آبیاری به روش قطره‌ای بر روی نخل شاهانی. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس: ۲۳.

۴.بی نام. ۱۳۸۹. آمار نامه کشاورزی، جلد اول، محصولات زراعی، سال زراعی ۸۸- ۱۳۸۷. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت امور برنامه‌ریزی و اقتصادی، دفتر آمار و فناوری اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی. تهران: ۱۱۴.

۵. بی نام. ۱۳۸۹. نتایج طرح آمارگیری نمونه‌ای محصولات باغی سال ۱۳۸۷. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت امور برنامه‌ریزی و اقتصادی، دفتر آمار و فناوری اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی. تهران: ۹۵.

۶. رضوی، ر و ح. طایفه رضایی. ۱۳۸۲. بررسی تأثیر روش‌های آبیاری بر عملکرد زردآلو در سه سیستم آبیاری. مجموعه مقالات یازدهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. تهران: ۳۷۴-۳۶۱.

۷.شاهرخ‌نیا، ع.، ع. دانش‌نیا و ح. رستگار. ۱۳۶۷. مطالعه کاربرد روش‌های آبیاری قطره‌ای، بارانی و سطحی بر روی مرکبات. مؤسسه تحقیقات خاک و آب. تهران:۴۳.

۸. علیزاده، ا.۱۳۸۶. طراحی سیستم های آبیاری. جلد دوم. طراحی سیستم های آبیاری تحت فشار. چاپ دوم. دانشگاه امام رضا (ع). مشهد.

۹.غفاری‌نژاد، ع. و ا. احسانی.۱۳۸۰. تعیین بهترین دور و عمق آبیاری نخل مضافتی به روش قطره‌ای. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان: ۱۸.

۱۰.فرزام نیا، م. و ذ. راوری. ۱۳۸۴. تأثیر کم آبیاری بر عملکرد و کارایی مصرف آب خرمای مضافتی در بم. مجله علمی کشاورزی، جلد ۲۸، شماره ۱: ۷۹-۸۶.

۱۱.فرشی، ع.ا.، م.ر. شریعتی، ر. جارالهی، م.ر. قائمی، م. شهابی فر و م.م. تولایی. ۱۳۷۶. برآورد آب مورد نیاز گیاهان عمده زراعی و باغی کشور. جلد دوم. نشر آموزش کشاورزی، کرج: ۶۲۹ صفحه.

۱۲.کرمی، ی.، ا. مقیمی، ج. صالح و ا. مرادی دالینی. ۱۳۸۴. بررسی سیستم آبیاری و مطالعه آب مورد نیاز خرما رقم هلیلی. اولین جشنواره و همایش بین المللی خرما، بندرعباس: ۷۵.

۱۳.محبی، ع.، م. ایزدی، ع. تراهی، ا. راه خدایی، ع. راهنما، ح. زرگری، م. لطیفیان، و ا. مستعان. ۱۳۹۰. تدوین استانداردهای تعیین پتانسیل و ارزیابی خسارت به تفکیک عوامل مدیریتی و قهری در مراحل مختلف رشد در باغ‌های خرما در سطح کشور. موسسه تحقیقات خرما و میوه‌های گرمسیری کشور، اهواز.

۱۴. وزیری، ژ. و م.ر. شریعتی.۱۳۷۷. راهنمای آبیاری باغ‌های میوه. نشریه فنی شماره ۳۷ موسسه تحقیقات خاک وآب. نشر آموزش کشاورزی. کرج: ۲۳.

۱۵.هوشمند، ع.، ب. یوسفی و ف. الماسی. ۱۳۸۹. آب مجازی و افزایش بهره وری آب در کشاورزی. سومین همایش ملی مدیریت شبکه های آبیاری و زهکشی. اهواز: ۷.

16. Allen, R.G., L.S. Pereira, D. Raes, and M. Smith. 1998. Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 56. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations.

17. Al-Amoud, A.I., M.A. Bacha and A.M. Al-Darby. 2000. Seasonal water use of date palms in the central region of Saudi Arabia. International Agricultural Engineering Journal. Vol.9. No.2:51-62.

18. 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: 43-58.

19. Hashim, M.A. and A.H. Abdulmalik. 2001. Guidelines for design and operation of irrigation systems under saline and arid conditions. Fifth Gulf Water Conference. Doha, Qatar.

20. Anonymous. 2006. Water for food, water for life. International Water Management Institute. Stockholm World Water Week.

21. Nuroozi, M. and M. Poozesh shirazi. 2006. Determination of irrigation water requirements of drip irrigation date palm (Kabkab cv.) in bearing stage in southern Iran (Bushehr province). Third International Date Palm Conference. Abu Dhabi, United Arab Emirates:71.

22. Venkitaswamy, R., A.C. Lourduraj, P. Devasenapathy, C.S. Sridharan, N.K. Prabakaran and R. Madhiyazhagan. 1997. Effect of drip irrigation on hybrid coconut. Madras Agricultural Journal. 84(10):591-593.