تحقیقات آب و خاک ایران، دوره ۴۹، شماره ۵، آذر و دی ۱۳۹۷ (ص ۱۰۰۱-۹۹۱) DOI: 10.22059/ijswr.2017.236002.667707

Palm Response to the Implementation of Surface and Subsurface Drip Irrigation System

HOSSEIN DEHGHANISANIJ[1*], NADER SALAMATI[2]

1. Scientific Broad Member, Agricultural Engineering Research Institute (AERI), Agricultural Research Education, and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
2. Scientific Broad Member, Agricultural Engineering Research Department, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ahvaz, Iran

(Received: July. 15, 2017- Revised: Sep. 20, 2017- Accepted: Oct. 2, 2017)

ABSTRACT

Water restriction is one of the most important factors inhibiting the crop production. Accordingly, application of pressurized irrigation systems to optimize utilization of water resources is inevitable. This study was conducted in Behbahan Agricultural Research Station during three cropping seasons (2013-2016) and based on a randomized complete block design with a split plot and three replications. The main plots were consisted of Subsurface Drip Irrigation (SDI) system that applied irrigation water at three levels of 75, 100 and 125% of water requirement and a surface Drip Irrigation (DI) system with application of 100% water requirement. The sub-plots were consisted of two varieties of date palm; Khasi and Zahedi. The crop water requirement was estimated based on Penman-Montheith method and using a daily weather information data collected from Behbahan weather station. Analysis of variance showed a significant difference (5%) between water use efficiency of different levels of irrigation water. As, the SDI system with 75% irrigation level showed the highest water use efficiency to be 0.698 kg/m^3. The comparison of interaction effects showed that the water use efficiency of Zahedi dates in 75% SDI system with 0.744 kg/m3 is higher than that of Khasi dates. In the other hand, the 75% SDI system saved 2509.6, 5019.2 and 2630.3 m3/ha irrigation water as compared with 100% and 125% SDI and 100% DI systems, respectively. According to the results, the interaction impact of irrigation levels and varieties on water use efficiency was significant but the interaction of irrigation systems and varieties were not significant. The stiffness of fruits was measured to be 11.3 lb per square meter in 75% SDI system which was the highest as compared to those for other treatments. The results of this study showed that the SDI system could be used for palms trees without restriction while use less water without significant impact on yield.

Keywords: Water requirements, Water levels, Water use efficiency

Archive of SID

*Corresponding Author's Email: dehghanisanij@yahoo.com

www.SID.ir

واکنش نخل خرما به اجرای سیستم آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی

حسین دهقانی سانیج[1*]، نادر سلامتی[2]

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

۲. 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

(تاریخ دریافت: ۱۴/ ۴/ ۱۳۹۶- تاریخ بازنگری: ۲۹/ ۶/ ۱۳۹۶- تاریخ تصویب: ۱۰/ ۷/ ۱۳۹۶)

چکیده

محدودیت آب یکی از مهم‌ترین عوامل بازدارنده تولید محصولات زراعی به شمار می‌رود، لذا استفاده از روش‌های آبیاری تحت‌فشار با هدف بهره‌برداری بهینه از منابع آب امری اجتناب‌ناپذیر است. این آزمایش در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بهبهان طی سه سال زراعی (۱۳۹۲-۱۳۹۵) در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی به صورت کرت‌های یک‌بار خردشده با سه تکرار اجرا گردید. مقدار آب مصرفی در روش آبیاری قطره‌ای زیرسطحی در سه سطح ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیاز آبی و یک سطح در آبیاری قطره‌ای سطحی با ۱۰۰ درصد نیاز آبی در کرت‌های اصلی و دو رقم نخل خرمای خاصی و زاهدی در کرت‌های فرعی مقایسه گردید. با استفاده از آمار روزانه‌ی ایستگاه هواشناسی بهبهان، تبخیر- تعرق گیاه به‌صورت روزانه بر اساس مدل پنمن – مانتیث محاسبه شد. نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد بین سطوح مختلف آبیاری از نظر شاخص کارایی مصرف آب اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد وجود داشت. به‌طوری‌که مقایسه میانگین‌ها نشان داد تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی با تولید ۰/۶۹۸ کیلوگرم خرما به ازای مصرف یک مترمکعب آب، بیش‌ترین کارایی مصرف آب را به خود اختصاص داد و به‌تنهایی در رده‌ی نخست قرار گرفت. مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی در رقم زاهدی با تولید ۰/۷۴۴ کیلوگرم در ازای مصرف یک مترمکعب آب برتر بود. تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی موجب صرفه‌جویی در مصرف آب شده است. به‌طوری که استفاده از تیمار آبیاری قطره‌ای زیرسطحی موجب کاهش مصرف آبی معادل ۲۵۰۹/۶، ۵۰۱۹/۲ و ۲۶۳۰/۳ مترمکعب در هکتار به‌ترتیب در مقایسه با تیمارهای ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیاز آبی در قطره‌ای زیرسطحی و تیمار قطره‌ای سطحی شده است. نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که در صفت حجم، اثرات سطوح آبیاری و رقم در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد ولی اثرات متقابل آبیاری و رقم معنی‌دار نشد. در صفت سفتی بافت، تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی با سفتی ۱۱/۳ نیوتن بر مترمربع در جایگاه نخست قرار گرفت. نتایج نشان داد کاربرد روش آبیاری قطره‌ای زیرسطحی بر روی نخیلات محدودیت نداشته و موجب کاهش آب کاربردی بدون تأثیر معنی‌دار بر عملکرد شده است.

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

مقدمه

خرما یکی از محصولات مهم باغی است که نقش مهمی در امنیت غذایی، حفظ و پایداری محیط‌زیست و اقتصاد ملی ایفا می‌کند. ایران با بیش از ۴۰۰ رقم خرما دارای غنی‌ترین ژرم پلاسم در جهان بوده که حدود ۵۰ رقم از این مجموعه دارای ارزش تجاری و صادراتی می‌باشند (Pezhman, 2002). بررسی‌های به‌عمل آمده اسناد منتشره از دفتر آمار و فناوری اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی نشان داد میزان تولید خرما در استان خوزستان در سطح ۲۴۸۰۰ هکتار بارور، ۱۴۴۲۰۰ تن و عملکرد معادل ۵۸۱۴ کیلوگرم در هکتار می‌باشد (Agricultural statistics, 2013-2014). همچنین بررسی این سند نشان داد که 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 ۵ درصد از کل تولید خرما در کشور از اراضی زیر کشت 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 (Agricultural statistics, 2013-2014).

* نویسنده مسئول: dehghanisanij@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

نتایج پژوهش Liebenberg and Zaid (2002) و Al-Zaidi, *et al.* (2013) نشان داد که روش‌های آبیاری کرتی سازگار با سیستم‌های تولید سنتی است. آبیاری کرتی در میان تولیدکنندگان خرما محبوب است. زیرا که هزینه‌های اولیه در این نوع آبیاری در سطوح نسبتاً مسطح کم بوده و برای بهره-برداران انجام این نوع آبیاری ساده‌تر است. با این حال، برخی از کشاورزان با توجه به معایب آبیاری سطحی از آن استفاده می-کنند. از جمله معایب آبیاری سطحی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: راندمان پایین، کار فشرده و مداوم و عدم تناسب آبیاری در زمین‌های شنی.

Mohebbi and Alihouri (2013) در پژوهشی 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 نشان دادند به‌رغم 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. Ghafarinejad (2001) تأثیر دو روش آبیاری قطره‌ای و سطحی را بر روی رشد رویشی خرمای 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 که با مصرف آب کم‌تر، بیشترین رشد رویشی را موجب گردید.

Al-Amoud, *et al.* (2000) نیز عکس‌العمل درختان خرما را نسبت به سه روش آبیاری کرتی، حبابی (بابلر) و قطره‌ای بررسی نمودند. نتایج این مطالعه نشان داد که بیشترین عملکرد محصول و کارایی مصرف آب به سیستم آبیاری قطره‌ای و سپس آبیاری کرتی اختصاص داشته است. Al-Rumaih and Kassem (2003) در آزمایشی در کشور عربستان سعودی، اثرات دور آبیاری بر عملکرد و کیفیت میوه نخل خرما را بررسی نمودند. بدین ترتیب که 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 Ahmad, *et al.* (2011) نشان داد که روش آبیاری قطره‌ای زیرسطحی پتانسیل بیشتری در غلبه بر کمبود آب به‌خصوص در مناطق خشک دارد. 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 KACST (2012) در تحقیقات متعدد انجام‌شده به این نتیجه رسیدند که این تعادل را می‌توان با اجرای فن‌آوری‌های آبیاری مناسب و کاهش تنش در تخلیه‌ی منابع آب زیرزمینی فعلی با اتخاذ اقدامات بهینه‌سازی مصرف آب بدون کاهش تولید محصولات کشاورزی عملی نمود. Darfaoui, *et al.* (2010) در گزارش تحقیقاتی بیان داشتند که کشاورزی در کشور عربستان سعودی با چالش‌های بسیاری که مخصوص اقلیم نیمه‌خشک می‌باشد مواجه است. از جمله‌ی این چالش‌ها می‌توان به کمبود منابع آب، بارش کم سالانه، درجه حرارت بسیار بالا و فراوانی تبخیر و تعرق اشاره نمود. کشاورزی مصرف‌کننده‌ی تقریباً ۸۸ درصد از کل آب استخراج شده از تمام منابع می‌باشد. برنامه‌های کاربردی از روش‌های آبیاری سنتی موجب استرس بیشتر در مورد منابع آب که در حال حاضر رو به کاهش می‌باشند می-شود.

نتایج تحقیق Mohebbi (2005) در مورد مقایسه‌ی اثرات دو میزان آب معادل ۷۵ و ۱۰۰ درصد تبخیر تجمعی از تشت کلاس A در دو روش قطره‌ای و سطحی بر 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 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؛ در حالی 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. Farzamneya and Ravari (2005) تأثیر کم‌آبیاری بر روی درختان بارور خرمای رقم

Archive of SID

www.SID.ir

مضافتی را با چهار تیمار آبیاری به میزان ۶۰، ۸۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ درصد تبخیر از تشت کلاس A بررسی نمودند. نتایج آنها نشان داد که 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 قند کل میوه به همراه نداشت. بر اساس نتایج، آبیاری به‌میزان ۸۰ درصد تبخیر از تشت کلاس A به‌عنوان یک روش مدیریتی در آبیاری نخلستان‌های بم توصیه گردید. Rastegar and Zargari (2011) با انجام تحقیقی در استان فارس بر روی رقم خرمای شاهانی نشان دادند که بیش‌ترین عملکرد میوه و بهره‌وری مصرف آب با انجام آبیاری به میزان‌های ۵۰ و ۷۵ درصد تبخیر تجمعی از تشت کلاس A به‌ترتیب در فصل بهار و بقیه‌ی ایام سال حاصل شد. در تحقیق انجام شده توسط Alihouri and Tishehzan (2011) مشخص شده که آبیاری درختان خرمای رقم پیارم در مراحل رویشی و زایشی، 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.

با توجه به بروز خشک‌سالی‌های مستمر و بحران آب در مناطق مختلف کشور و با عنایت به این‌که گزارشی از انجام آبیاری زیرسطحی نخیلات در ایران منتشر نشده و همچنین اطلاعات اندکی در مورد تأثیر سیستم‌های آبیاری قطره‌ای زیرسطحی بر نخیلات موجود است، لذا با انجام این پژوهش امکان استفاده از سامانه‌ی قطره‌ای زیرسطحی محک خورده و همچنین مناسب‌ترین میزان مصرف آب جهت مهم‌ترین محصول باغبانی استان مشخص و توصیه خواهد شد، لذا 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 خرماهای رقم خاصی و زاهدی صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی، به‌صورت کرت‌های یک‌بار خردشده با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بهبهان طی سه سال (۱۳۹۵ - ۱۳۹۲) اجرا گردید. مقدار آب در آبیاری قطره‌ای زیرسطحی در سه سطح بر اساس ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیازآبی و قطره‌ای سطحی بر اساس ۱۰۰ درصد نیاز آبی در کرت‌های اصلی و دو رقم نخل خرمای خاصی و زاهدی در کرت‌های فرعی مقایسه گردید. برای هر درخت (در یک ردیف) در تیمار آبیاری زیرسطحی و قطره‌ای سطحی از لوله‌های پلی‌اتیلن با قطر ۱۶ میلی‌متر که فاصله‌ی قطره‌چکان‌های آن ۷۰ سانتی‌متر و آبدهی ۴ لیتر در ساعت داشتند، استفاده شد. نصب لوله‌های قطره‌ای زیرسطحی با فاصله‌ی یک متری از تنه‌ی اصلی درخت خرما و در عمق ۴۰ سانتی‌متری خاک انجام گردید. برای هر ردیف درخت از دو ردیف لوله‌ی زیرسطحی و قطره‌ای سطحی به گونه‌ای استفاده شد که هر لوله با ۶ قطره‌چکان و تولید پیاز رطوبتی محدوده‌ی ریشه‌های مؤثر را مرطوب می‌نمود. به عبارت دیگر با آبیاری زیرسطحی، 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 زیرسطحی و سطحی، توسط کنتورهای حساس با دقت یک‌دهم لیتر که در ابتدای هر خط آبیاری زیرسطحی و قطره‌ای سطحی نصب بود، ثبت شدند.

عملیات باغی نظیر گرده‌افشانی، دفع علف‌های هرز، حذف پاجوش و تعدیل نسبت برگ به خوشه برای کلیه تیمارها یکسان انجام گردید. در زمان برداشت، محصول تمام درختان مورد آزمایش، برداشت و توزین گردید و میزان عملکرد میوه برای هر تیمار برحسب کیلوگرم بر هکتار محاسبه شد. سپس با انتخاب تصادفی حدود یک کیلوگرم از محصول برداشت‌شده از هر تیمار، مشخصات فیزیکی و درصد رطوبت میوه و میزان کل مواد جامد محلول (قند کل) اندازه‌گیری شد. برای هر تیمار آبیاری سه درخت استفاده شد. درختان با فاصله ۷×۸ متری در سال ۱۳۶۹ به صورت پاجوش غرس شده‌اند. 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 گردید.

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) که در فاصله ۵ کیلومتری از محل اجرای طرح قرار دارد، تبخیر- تعرق گیاه به‌صورت روزانه بر اساس مدل پنمن – مانتیث محاسبه شد (Allen *et al*., 1998) و با پایش اطلاعات بصورت روزانه، مدت زمان آبیاری محاسبه گردید. دور

Archive of SID

www.SID.ir

آبیاری روزانه (هر روز) تعریف شد و برای تعیین ضرایب گیاهی ترجیحاً بر اساس مطالعات انجام‌شده و مدل فائو ۵۶ اقدام گردید (جدول ۱) (Nowroozi and Zolfi Bavareyani, 2010). بر اساس استانداردهای موجود، از آب آبیاری در طول فصل نمونه آب تهیه شد و جهت اندازه‌گیری‌های کیفی به آزمایشگاه ارسال شد. نتایج این آزمایش در جدول (۲) نشان داده شده است.

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	کاتیون‌ها (meq/l)			آنیون‌ها (meq/l)	
				ca^{2+}	mg^{2+}	Na^{+}	Hco^{3-}	cl^{-}
۱	چاه	۳۰۸۰	۷/۰	۱۱/۵	۹/۵	۱۴/۵	۳/۰	۱۲/۰

بافت خاک به روش هیدرومتری تعیین شد. EC با شوری‌سنج و pH با دستگاه pH متر اندازه‌گیری شد. مقدار Cl^{-} با روش یدومتری مشخص شد، کاتیون‌ها (Na^{+}) به روش فلیم-فتومتری و کلسیم و منیزیم به روش تیتراسیون اندازه‌گیری شدند (Marshall *et al*., 1996). نتایج آزمایش‌های تعیین بافت خاک، تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در جدول‌های (۳ و ۴) ارائه شده است. به‌منظور ارزیابی شاخص‌های فوق، عمق نصب، فاصله قطره‌چکان‌ها از یکدیگر و تنه درختان در پروژه بر اساس نتایج بین‌المللی و بافت خاک تعیین گردید. رطوبت نمونه‌های میوه در خشک‌کن خلأ در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد مطابق روش استاندارد AOAC تعیین شد (AOAC;1990). میزان قند کل و قند احیاءکننده به روش فهلینگ در واحد صنایع غذایی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان تعیین شد (Hosseini;1990). 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 ۶ میلی‌متر) به درون بافت خرما اندازه‌گیری گردید (Foakwa *et al*., 2008). مواد جامد محلول (TSS) با استفاده از رفراکتومتر اندازه‌گیری شد (Hosseini, 1990). 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 داشت، نشان داده شده است. کارآیی مصرف آب از تقسیم عملکرد بر مجموع آب مصرف‌شده توسط آبیاری و بارندگی مؤثر محاسبه شد (معادله ۱). بارندگی مؤثر از معادله SCS (معادله ۲) تعیین شد (Sepahvand, 2009).

$$WUE = \frac{Y}{Pe+Ir} \quad \text{(رابطه ۱)}$$

$$Pe = P \times \frac{(125-(0.2\times P))}{125} \quad \text{(رابطه ۲)}$$

که در آن، WUE کارآیی مصرف آب (kg/m^3)، Y عملکرد دانه (kg)، Pe بارندگی مؤثر (mm)، Ir عمق آبیاری (mm) و P بارندگی ماهیانه (mm) می‌باشد. در رابطه (۱) مقادیر مخرج در واحد سطح ضرب شده تا واحد آن به مترمکعب تبدیل شود.

جدول ۳. مشخصات بافت خاک

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

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^{-}		Na^{+}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	
۰-۳۳	۵/۷۴	۸/۵۵	۵۱/۵۵	۵	۸/۷۵	۶۵/۳	۵۴/۳۴	۳۱/۲۵	۱۲/۵	۹۸/۰۹
۳۳-۶۶	۳/۰۱	۷/۸۳	۴۰/۹۸	۶/۲۵	۶/۲۵	۵۳/۴۸	۱۹/۰۲	۳۶/۲۵	۱۱/۲۵	۶۶/۵۲
۶۶-۱۰۰	۳/۸۱	۸/۰۶	۶۰/۶۸	۱۰	۶/۲۵	۷۶/۹۳	۴۰/۷۶	۲۶/۲۵	۱۸/۷۵	۸۵/۷۶

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵. میانگین مصرف آب در تیمارهای آزمایش در دو رقم خاصی و زاهدی در ماهای مختلف سه سال انجام پروژه

ماه	بارندگی (میلی‌متر)	بارندگی مؤثر (میلی‌متر)	بارندگی مؤثر (مترمکعب در هکتار)	تیمار قطره-ای سطحی (مترمکعب در هکتار)	تیمار ۱۲۵٪ نیاز آبی (مترمکعب در هکتار)	تیمار ۱۰۰٪ نیاز آبی (مترمکعب در هکتار)	تیمار ۷۵٪ نیاز آبی (مترمکعب در هکتار)	مجموع تیمار قطره-ای سطحی (مترمکعب در هکتار)	مجموع تیمار ۱۲۵٪ نیاز آبی (مترمکعب در هکتار)	مجموع تیمار ۱۰۰٪ نیاز آبی (مترمکعب در هکتار)	مجموع تیمار ۷۵٪ نیاز آبی (مترمکعب در هکتار)
مهر	۵/۰	۵/۰	۴۹/۶	۰	۰	۰	۰	۴۹/۶	۴۹/۶	۴۹/۶	۴۹/۶
آبان	۶۱/۱	۵۵/۱	۵۵۱/۳	۰	۰	۰	۰	۵۵۱/۳	۵۵۱/۳	۵۵۱/۳	۵۵۱/۳
آذر	۱۰۱/۵	۸۵/۰	۸۵۰/۲	۰	۰	۰	۰	۸۵۰/۲	۸۵۰/۲	۸۵۰/۲	۸۵۰/۲
دی	۱۰۳/۹	۸۶/۶	۸۶۶/۵	۰	۰	۰	۰	۸۶۶/۵	۸۶۶/۵	۸۶۶/۵	۸۶۶/۵
بهمن	۱۲/۲	۱۲/۰	۱۱۹/۶	۰	۰	۰	۰	۱۱۹/۶	۱۱۹/۶	۱۱۹/۶	۱۱۹/۶
اسفند	۳۵/۰	۳۳/۰	۳۳۰/۱	۰	۰	۰	۰	۳۳۰/۱	۳۳۰/۱	۳۳۰/۱	۳۳۰/۱
فروردین	۲۵/۹	۲۴/۸	۲۴۸/۳	۶۴۸/۹	۸۰۰/۶	۶۴۰/۴	۴۸۰/۳	۸۹۷/۲	۱۰۴۸/۸	۸۸۸/۷	۷۲۸/۶
اردیبهشت	۰/۲	۰/۲	۱/۷	۱۵۸۲/۸	۱۹۵۹/۹	۱۵۶۷/۹	۱۱۷۵/۹	۱۵۸۴/۵	۱۹۶۱/۶	۱۵۶۹/۶	۱۱۷۷/۶
خرداد	۰	۰	۰	۲۱۵۶/۹	۲۶۶۳/۴	۲۱۳۰/۷	۱۵۹۸/۰	۲۱۵۶/۹	۲۶۶۳/۴	۲۱۳۰/۷	۱۵۹۸/۰
تیر	۱/۰	۱/۰	۱۰/۰	۲۳۱۲/۴	۲۸۵۵/۱	۲۲۸۴/۱	۱۷۱۳/۱	۲۳۲۲/۴	۲۸۶۵/۱	۲۲۹۴/۱	۱۷۲۳/۰
مرداد	۰/۷	۰/۷	۷/۳	۲۰۴۰/۲	۲۵۱۹/۰	۲۰۱۵/۲	۱۵۱۱/۴	۲۰۴۷/۵	۲۵۲۶/۳	۲۰۲۲/۵	۱۵۱۸/۷
شهریور	۴/۳	۴/۳	۴۳/۰	۱۴۱۷/۹	۱۷۵۰/۱	۱۴۰۰/۱	۱۰۵۰/۱	۱۴۶۰/۹	۱۷۹۳/۲	۱۴۴۳/۱	۱۰۹۳/۱
جمع	۳۵۰/۸	۳۰۷/۸	۳۰۷۷/۶	۱۰۱۵۹/۱	۱۲۶۴۸/۰	۱۰۰۳۸/۸	۷۵۲۸/۸	۱۳۲۳۶/۷	۱۵۶۲۵/۶	۱۳۱۱۶/۰	۱۰۶۰۶/۴

نتایج و بحث

صفات کمی

نتایج تجزیه واریانس تیمارهای مختلف آبیاری، رقم و اثر متقابل آن‌ها نشان داد بین سطوح آبیاری، رقم و اثر متقابل سطوح آبیاری و رقم در صفات وزن میوه، نسبت وزن گوشت میوه به هسته و عملکرد اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. نتایج تجزیه واریانس تعداد رشته در خوشه نشان می‌دهد که بین تیمارهای مختلف آبیاری اختلاف معنی‌داری وجود ندارد در حالی‌که بین تیمارهای رقم و اثرات متقابل آبیاری و رقم اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد محاسبه شد (جدول ۶). نتایج تجزیه واریانس تعداد میوه در خوشه نشان داد بین تیمارهای مختلف آبیاری و اثرات متقابل آن‌ها اختلاف معنی‌داری وجود ندارد ولی بین اثرات رقم، اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد مشاهده شد. نتایج تجزیه واریانس کارایی مصرف آب نشان داد بین تیمارهای آبیاری، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد وجود دارد در حالی که بین دو رقم و اثرات متقابل آبیاری و رقم، اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۶).

نتایج تجزیه واریانس متقابل سال و رقم نشان می‌دهد در تمام صفات کمی، اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد وجود دارد. این میزان اختلاف معنی‌دار نشان می‌دهد که در سال‌های مختلف اختلاف میانگین صفات بسیار معنی‌دار بوده است، به‌عبارت دیگر سال آوری محصول خرما که موجب کم شدن کمی و کیفی محصول خرما می‌شود در معنی‌دار شدن این اختلاف میانگین مؤثر بوده است (جدول ۶).

جدول ۶. خلاصه نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات کمی و کارآیی مصرف آب خرما

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن میوه	نسبت وزن گوشت میوه به هسته	تعداد رشته در خوشه	تعداد میوه در خوشه	عملکرد خرما	کارایی مصرف آب
سال	۲	۳۰/۵۷ n.s	۱۳/۸۱ n.s	۱۱۲۱/۴ n.s	۶۸۸۳۵۷۰/۶ n.s	۵۴۱۱۳۵۹۶/۶ n.s	۰/۳۸۰ n.s
تکرار	۶	۰/۸۶ n.s	۱/۶۷ n.s	۱۴۳/۲n.s	۱۳۲۶۵۸/۷n.s	۲۷۷۶۵۰/۶n.s	۰/۰۰۳ n.s
آبیاری	۳	۱/۳۳ n.s	۱/۳۵ n.s	۲۹/۶ n.s	۱۸۳۱۳۲/۲ n.s	۴۰۶۳۵۴۷/۴ n.s	۰/۱۹۳ *
سال* آبیاری	۶	۵/۰۶ **	۱/۸۸*	۱۱۸/۱ n.s	۵۳۷۳۱۲/۹ **	۲۹۹۷۶۰۹/۹ **	۰/۰۲۰**
خطا	۱۸	۱/۲۱	۰/۶۵	۱۳۶/۷	۱۲۵۵۳۲/۷	۴۵۹۳۸۹/۵	۰/۰۰۳
رقم	۱	۳۲/۱۷ n.s	۵۹/۹۳ n.s	۱۳۷۳۶/۵ **	۱۱۷۵۹۲۲۹/۳ **	۶۲۳۸۴۹۱/۵ n.s	۰/۰۴۳ n.s
سال* رقم	۲	۶/۳۴ **	۱۷/۶۹ **	۱۰۰۱/۵ **	۲۲۷۹۵۷۲/۰ **	۲۵۶۷۳۵۰۴/۹ **	۰/۱۵۴ **
آبیاری*رقم	۳	۰/۲۲ n.s	۸/۰۰ n.s	۵۰۴/۸ **	۴۹۹۹۳۴/۸ n.s	۱۰۵۲۷۵۲/۴ n.s	۰/۰۰۸ n.s
سال*آبیاری * رقم	۶	۰/۶۲ n.s	۲/۶۲ n.s	۳۸/۸ n.s	۲۰۵۰۹۱/۰ **	۳۰۲۰۶۱۴/۲ **	۰/۰۱۸ n.s
خطا	۲۴	۰/۸۶	۱/۷۲	۱۰۰/۲	۵۴۴۶۷/۰	۶۷۳۳۳۱/۰	۰/۰۰۷
ضریب تغییرات	-	۱۲/۲۸	۱۶/۵۹	۱۴/۷۴	۱۲/۶۵	۱۱/۱۰	۱۴/۷۹

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

Archive of SID

www.SID.ir

مقایسه میانگین برخی صفات کمی در تیمارهای مختلف آبیاری نشان داد در شاخص‌های وزن میوه، نسبت وزن گوشت میوه به هسته، تعداد رشته در خوشه، تعداد میوه در خوشه و عملکرد هیچ تیماری بر دیگری برتری نداشت و همه تیمارهای آبیاری در صفات فوق جایگاه یکسانی داشتند. در کارایی مصرف آب تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی با تولید ۰/۶۹۸ کیلوگرم خرما در ازای مصرف یک مترمکعب آب برتر بوده در رده‌ی اول جای گرفت (جدول ۷).

جدول ۷. مقایسه میانگین برخی صفات کمی و کارآیی مصرف آب در سطوح مختلف آبیاری (تجزیه مرکب)

سطوح آبیاری	وزن میوه (گرم)	نسبت وزن گوشت میوه به هسته	تعداد رشته در خوشه	تعداد میوه در خوشه	عملکرد خرما (کیلوگرم در هکتار)	کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب)
۷۵٪ نیاز آبی	۷/۸ a	۸/۱ a	۶۷/۸ a	۱۷۵۷/۸ a	۷۲۸۸/۳ a	۰/۶۹۸ a
۱۰۰٪ نیاز آبی	۷/۷ a	۷/۶ a	۶۹/۷ a	۱۹۹۰/۶ a	۷۱۹۲/۷ a	۰/۵۵۵ b
۱۲۵٪ نیاز آبی	۷/۴ a	۸/۲ a	۶۷/۲ a	۱۸۲۴/۹ a	۷۰۰۳/۲ a	۰/۴۵۲ c
قطره‌ای سطحی	۷/۲ a	۷/۷ a	۶۶/۸ a	۱۸۰۸/۵ a	۸۰۸۱/۶ a	۰/۶۱۶ ab

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار ($P<0.05$) نمی‌باشند

مقایسه میانگین اثرات رقم نشان داد که دو رقم آزمایش در صفات وزن میوه، نسبت وزن گوشت میوه به هسته، عملکرد و کارایی مصرف آب برتری معنی‌داری نسبت به هم نداشتند. رقم خاصی با ۸۱/۷ رشته در خوشه برتر بود و در رتبه‌ی اول جای گرفت در حالی که رقم زاهدی با ۵۴/۱ رشته در خوشه در رده‌ی بعدی قرار گرفت. رقم خاصی با تعداد ۲۲۴۹/۶ میوه در خوشه، عنوان برتر و جایگاه نخست را به خود اختصاص داد. در دو صفت مهم عملکرد و کارایی مصرف آب، دو رقم هیچ برتری نسبت به هم نداشته و در رده‌ی مشترکی قرار گرفتند و میانگین عملکرد ارقام خاصی و زاهدی به‌ترتیب ۷۰۹۱/۱ و ۷۶۸۵/۸ کیلوگرم در هکتار به ثبت رسید. میانگین کارایی مصرف آب در ارقام خاصی و زاهدی نیز به ترتیب ۰/۵۵۶ و ۰/۶۰۵ کیلوگرم بر مترمکعب بدست آمد. توجه به ویژگی‌های جالب دو رقم در جدول (۸)، این دو رقم را از هم متمایز می‌کند. میوه‌ی رقم خاصی نسبت به رقم زاهدی کوچک‌تر بوده و وزن کمتری دارد هر چند این کوچک بودن ظاهری موجب نگردید تا این دو رقم در دو گروه جداگانه آماری قرار گیرند. همچنین وزن میوه زاهدی بیش‌تر از خاصی بود. ولی در عوض تعداد رشته در خوشه و میوه در خوشه‌ی رقم خاصی بیش‌تر از رقم زاهدی است و موجب گردیده علی‌رغم کوچکی میوه‌ی رقم خاصی، این دو رقم از نظر میانگین عملکرد اختلاف معنی‌داری با هم نداشته باشند. این صفات باید با هم دیده شوند. تعداد بیش‌تر رشته در خوشه موجب بیش‌تر بودن تعداد میوه در خوشه می‌گردد. بیش‌تر بودن تعداد میوه در یک رقم انتظار عملکرد بیش‌تر آن رقم را نوید می‌دهد. ولی میانگین عملکردهای دو رقم این تحقیق، بیان‌گر چیز دیگری است، به‌طوری‌که میانگین عملکردهای دو رقم اختلاف معنی‌داری با هم ندارند. بیش‌تر بودن وزن میوه‌ی رقم زاهدی که از بزرگ بودن بیش‌تر این رقم نسبت به خاصی نشأت می‌گیرد موجب شده تا تعداد کم میوه در هر خوشه را پوشش داده و عملکرد رقم زاهدی را افزایش دهد. هر چند رقم زاهدی، میوه کم‌تری در هر خوشه دارد ولی وزن بالاتر میوه‌اش اثر مثبت بر عملکرد گذاشته و تعداد کم میوه را نسبت به رقم خاصی جبران نموده است و به همین دلیل میانگین عملکردهای دو رقم، اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند (جدول ۸).

جدول ۸. مقایسه میانگین برخی صفات کمی و کارایی مصرف آب در ارقام مورد بررسی (تجزیه مرکب)

رقم	وزن میوه (گرم)	نسبت وزن گوشت میوه به هسته	تعداد رشته در خوشه	تعداد میوه در خوشه	عملکرد خرما (کیلوگرم در هکتار)	کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب)
خاصی	۶/۹ a	۸/۸ a	۸۱/۷ a	۲۲۴۹/۶ a	۷۰۹۷/۱ a	۰/۵۵۶ a
زاهدی	۸/۲ a	۷/۰ a	۵۴/۱ b	۱۴۴۱/۳ b	۷۶۸۵/۸ a	۰/۶۰۵ a

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار ($P<0.05$) نمی‌باشند

مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای مختلف آبیاری و رقم نشان داد در وزن میوه، رقم زاهدی در تیمارهای آبیاری ۷۵ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی به‌ترتیب با مقادیر ۸/۵ و ۸/۱ گرم به صورت مشترک رده‌ی نخست را به خود اختصاص داده‌اند. تیمار

Archive of SID
www.SID.ir

۱۲۵ درصد نیاز آبی در رقم خاصی با نسبت وزن گوشت ده برابر نسبت به میوه، برتر بود. یکی از عوامل برتر بودن تیمار ۱۲۵ درصد نیاز آبی در نسبت وزن گوشت میوه به هسته می‌تواند به دلیل وجود رطوبت بیشتر در این تیمار باشد. معنی‌دار شدن نتایج تجزیه واریانس میانگین اثرات متقابل تعداد رشته در خوشه متأثر از نوع رقم بود به‌طوری که رقم خاصی در سطوح ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیاز آبی به‌ترتیب با مقادیر ۸۳/۱، ۹۰/۲ و ۷۸/۴ رشته به‌صورت مشترک جایگاه نخست را به خود اختصاص دادند. در شاخص تعداد میوه در خوشه تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی و رقم خاصی با میزان ۲۶۴۴/۳ میوه در خوشه تیمار برتر بود. در شاخص عملکرد تیمار قطره‌ای سطحی و رقم زاهدی با عملکرد ۸۵۶۹/۶ کیلوگرم در هکتار برتر بود. با توجه به مصرف کم‌تر آب در تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی، می‌توان تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی در ارقام خاصی و زاهدی را که به ترتیب دارای عملکرد ۶۷۶۹/۴ و ۷۸۰۷/۲ کیلوگرم در هکتار می‌تواند به عنوان تیمارهای برتر معرفی شوند. در شاخص کارایی مصرف آب، تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی در رقم زاهدی با تولید ۰/۷۴۴ کیلوگرم در ازای مصرف یک مترمکعب آب، عنوان برتر را از آن خود کرد (جدول ۹).

جدول ۹. مقایسه میانگین برخی صفات کمی و کارایی مصرف آب در اثرات متقابل سطوح آبیاری و رقم (تجزیه مرکب)

اثرمتقابل تیمارها		وزن میوه (گرم)	نسبت وزن گوشت میوه به هسته	تعداد رشته در خوشه	تعداد میوه در خوشه	عملکرد خرما (کیلوگرم در هکتار)	کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب)
سطوح نیاز آبی	رقم						
٪۷۵	خاصی	۷/۱ ab	۸/۲ ab	۸۳/۱ a	۲۰۷۷/۵ b	۶۷۶۹/۴ b	۰/۶۵۱ ab
نیاز آبی	زاهدی	۸/۵ a	۷/۹ ab	۵۲/۶ c	۱۴۳۸/۱ c	۷۸۰۷/۲ ab	.۰/۷۴۴ a
٪۱۰۰	خاصی	۷/۲ ab	۸/۴ ab	۹۰/۲ a	۲۶۴۴/۳ a	۷۰۹۸/۳ ab	۰/۵۴۹ bc
نیاز آبی	زاهدی	۸/۳ a	۶/۸ b	۴۹/۲ c	۱۳۳۶/۸ c	۷۲۸۷/۱ ab	۰/۵۶۲ bc
٪۱۲۵	خاصی	۶/۷ ab	۱۰/۰ a	۷۸/۴ a	۲۱۵۷/۰ b	۶۹۲۷/۰ b	۰/۴۴۷ c
نیاز آبی	زاهدی	۸/۱ ab	۶/۴ b	۵۶/۰ c	۱۴۹۲/۸ c	۷۰۷۹/۴ ab	۰/۴۵۷ c
قطره‌ای	خاصی	۶/۴ b	۸/۶ ab	۷۵/۱ ab	۲۱۱۹/۵ b	۷۵۹۳/۷ ab	۰/۵۷۸ bc
سطحی	زاهدی	۸/۰ ab	۶/۹ b	۵۸/۶ bc	۱۴۹۷/۶ c	۸۵۶۹/۶ a	۰/۶۵۶ ab

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار ($P<0.05$) نمی‌باشند

صفات کیفی

اثر تیمارهای مختلف آبیاری و رقم و اثر متقابل آن‌ها بر صفات pH، کل مواد جامد محلول (TSS)، رطوبت، سفتی بافت میوه و قند در جدول‌های (۱۰، ۱۱، ۱۲ و ۱۳) ارائه شده است. نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که در بین اثرات سطوح آبیاری، رقم و اثرات متقابل سطوح آبیاری و رقم، در صفات pH، کل مواد جامد محلول (TSS) و قند، اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. در شاخص‌های رطوبت و سفتی بافت میوه اثر سطوح آبیاری در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. ولی اثرات رقم و اثرات متقابل آبیاری و رقم معنی‌دار نبود (جدول ۱۰).

جدول ۱۰. خلاصه نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات کیفی خرما

منابع تغییرات	درجه آزادی	pH	کل مواد جامد محلول (TSS)	رطوبت	سفتی بافت	قند
سال	۲	۰/ ۶۹۳۲ n.s	۶۳۳/۵۶ n.s	۱۳/۳۳ n.s	۱۲/۸۳ n.s	۳۱/۵۹۵ n.s
تکرار	۶	۰/۰۰۴۲ n.s	۴/۵۹ n.s	۱/۳۳ n.s	۲/۴۵ n.s	۰/۶۲۷ n.s
آبیاری	۳	۰/۰۸۱۱ n.s	۵/۶۳ n.s	۳۰/۲۴*	۵۵/۲۴ *	۳/۰۱۵ n.s
سال* آبیاری	۶	۰/۰۳۹۳ **	۳/۲۸ n.s	۵/۶۵ *	۸/۴۱ **	۰/۹۱۷ n.s
خطا	۱۸	۰/۰۰۴۰	۴/۴۹	۱/۴۹	۱/۶۸	۰/۹۶۶
رقم	۱	۰/۱۶۲۵ n.s	۱۱۱/۰۹ n.s	۲۹/۲۰ n.s	۴۵۸/۵۴ n.s	۸۲/۰۹۱ n.s
سال* رقم	۲	۰/۳۸۸۴ **	۱۱۴/۸۱ **	۴۹/۶۲ **	۸۰/۴۲ **	۲۶/۱۲۳ **
آبیاری*رقم	۳	۰/۰۲۰۵ n.s	۲/۲۸ n.s	۴/۷۳ n.s	۱۲/۱۱ n.s	۳/۸۶۱ n.s
سال*آبیاری * رقم	۶	۰/۰۰۱۰ **	۳/۰۹ n.s	۳/۲۴ *	۲۷/۰۸ **	۱/۸۳۱*
خطا	۲۴	۰/۰۰۱۵	۴/۷۳	۱/۱۱	۱/۴۹	۰/۶۸۵
ضریب تغییرات	-	۱/۶۸	۳/۵۶	۱۱/۷۹	۱۳/۹۰	۱/۷۷

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

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج مقایسه میانگین تیمارهای آبیاری در صفات pH، کل مواد جامد محلول و قند نشان داد که هیچ تیماری بر دیگری برتری نداشته و همه تیمارهای آبیاری در صفات فوق جایگاه یکسانی داشتند. در صفت رطوبت، تیمار ۱۲۵ درصد نیاز آبی با ۱۰/۷ درصد رطوبت برتر بوده و تیمارهای قطره‌ای سطحی، ۱۰۰ و ۷۵ درصد نیاز آبی به‌ترتیب با مقادیر ۸/۸، ۸/۶ و ۷/۷ درصد رطوبت در رده‌های بعدی قرار گرفتند. در صفت سفتی بافت برعکس صفت قبلی، تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی با سفتی ۱۱/۳ نیوتن بر مترمربع عنوان برتر و جایگاه نخست را از آن خود کرده و رده‌های بعدی به‌ترتیب با مقادیر ۸/۵، ۸/۱ و ۷/۳ نیوتن بر مترمربع به تیمارهای قطره‌ای سطحی، ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیاز آبی تعلق گرفت (جدول ۱۱).

جدول ۱۱. مقایسه میانگین برخی صفات کیفی در سطوح مختلف آبیاری (تجزیه مرکب)

سطوح آبیاری	pH	کل مواد جامد محلول (TSS)	رطوبت (٪)	سفتی بافت (N/m^2)	قند (mg/ml)
٪۷۵ نیاز آبی	۵/۸۲ a	۶۱/۵ a	۷/۷ b	۱۱/۳ a	۵۶/۱ a
٪۱۰۰ نیاز آبی	۵/۷۶ a	۶۰/۸ a	۸/۶ ab	۸/۵ b	۵۵/۶ a
٪۱۲۵ نیاز آبی	۵/۶۶ a	۶۰/۷ a	۱۰/۷ a	۷/۳ b	۵۵/۱ a
قطره‌ای سطحی	۵/۷۰ a	۶۱/۹ a	۸/۸ ab	۸/۱ b	۵۵/۸ a

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار ($P<0.05$) نمی‌باشند

با توجه به این‌که کاهش مصرف آب در تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی سبب نشد تا در نتایج تجزیه واریانس میانگین برخی صفات کیفی از جمله pH، کل مواد جامد محلول و قند اختلاف معنی‌داری مشاهده شود، لذا اعمال تیمارهایی از کم آبیاری به میزان بیش از ۲۵ درصد نیاز آبی، موجب شناسایی مرزی از کم‌آبیاری خواهند شد که اختلاف معنی‌دار میانگین این صفات کیفی را به همراه خواهد داشت. مقایسه نتایج تجزیه واریانس اثرات فرعی نشان داد که در صفات کیفی pH، کل مواد جامد محلول، رطوبت و قند، دو رقم خاصی و زاهدی هیچ برتری نسبت به هم نداشته و در این صفات دو رقم جایگاه یکسانی داشتند ولی در صفت سفتی بافت، رقم زاهدی با سفتی بافت ۱۱/۳ نیوتن بر مترمربع جایگاه نخست را به خود اختصاص داد (جدول ۱۲).

جدول ۱۲. مقایسه میانگین برخی صفات کیفی در ارقام مورد بررسی (تجزیه مرکب)

رقم	pH	کل مواد جامد محلول (TSS)	حجم (cm^3)	رطوبت (٪)	سفتی بافت (N/m^2)	قند (mg/ml)
خاصی	۵/۷۸ a	۶۲/۴ a	۶/۶ b	۸/۳ a	۶/۳ b	۵۶/۷ a
زاهدی	۵/۶۹ a	۶۰/۰ a	۸/۱ a	۹/۶ a	۱۱/۳ a	۵۴/۶ a

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار ($P<0.05$) نمی‌باشند

مقایسه میانگین اثرات متقابل سطوح آبیاری و رقم نشان داد در شاخص pH، تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی و رقم خاصی با pH، ۵/۸۸ جایگاه اول را به خود اختصاص داد و کمترین میزان در تیمار ۱۲۵ درصد نیاز آبی و رقم زاهدی به میزان اسیدیته ۵/۵۹ اندازه‌گیری شد. خرما از جمله میوه‌هایی است که هم به صورت تازه و هم به صورت انبارشده مصرف می‌شود. کاهش مصرف آب در تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی در اسیدی شدن کمتر میوه مؤثر بوده است. هرچه اسید میوه‌ی خرما بیش‌تر باشد احتمال ترشیدگی بالاتر می‌رود (Karimipourfard, 2001). بررسی اثرات متقابل سطوح آبیاری و رقم در کل مواد جامد محلول نشان داد که همه‌ی تیمارها جایگاه یکسانی را به خود اختصاص دادند. بیش‌تر بودن مواد جامد محلول در ماندگاری محصول مؤثر می‌باشد. مقایسه میانگین اثرات متقابل سطوح آبیاری و رقم در شاخص رطوبت نشان داد که تیمار ۱۲۵ درصد نیاز آبی و ارقام خاصی و زاهدی به‌صورت مشترک برتر بوده و توانستند به‌ترتیب با مقادیر ۱۰/۸ و ۱۰/۷درصد رطوبت، جایگاه مشترک اول را به‌خود اختصاص دهند و پایین‌ترین جایگاه متعلق به تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی و رقم خاصی بود که با ۶/۷ درصد رطوبت در رده‌ی آخر قرار گرفت. رطوبت کم‌تر میوه در ماندگاری میوه مؤثر است و هر چه رطوبت میوه کم‌تر باشد خاصیت انبارمانی میوه بیش‌تر شده و موجبات مصرف میوه را در دیگر فصول سال فراهم می‌نماید. برتر بودن صفت رطوبت در تیمارهای ۱۲۵ درصد نیاز آبی و ارقام خاصی و زاهدی بیان‌کننده مصرف زیاد آب در این دو رقم بوده است. بررسی

Archive of SID
www.SID.ir

اثرات متقابل سطوح آبیاری و رقم در شاخص سفتی بافت نشان داد که تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی و رقم زاهدی با میانگین سفتی ۱۳/۷ نیوتن بر مترمربع برتر می‌باشد و پایین‌ترین رده به تیمارهای ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیاز آبی و قطره‌ای سطحی در رقم خاصی تعلق گرفت که به‌ترتیب دارای سفتی‌های ۵/۱، ۴/۴ و ۶/۶ نیوتن بر مترمربع بودند. افزایش مصرف آب در بیش‌تر شدن میزان رطوبت خرما در تیمارهای ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیاز آبی بی‌تأثیر نبوده است. مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد که تیماری که بیش‌ترین رطوبت را داشته دارای کم‌ترین میزان سفتی بوده که البته عکس این مطلب مطابق جدول ۱۳ نیز صادق می‌باشد. بررسی اثرات متقابل سطوح آبیاری و رقم در صفت قند نشان داد که تیمارهای ۷۵ درصد نیاز آبی و قطره‌ای سطحی در رقم خاصی به‌ترتیب با قندهای ۵۷/۴ و ۵۷/۴ میلی-گرم بر میلی‌لیتر به صورت مشترک جایگاه نخست و عنوان برتر را به خود اختصاص دادند (جدول ۱۳).

جدول ۱۳. مقایسه میانگین برخی صفات کیفی در اثرات متقابل سطوح آبیاری و رقم (تجزیه مرکب)

سطوح نیاز آبی	رقم	pH	کل مواد جامد محلول (TSS)	رطوبت (٪)	سفتی بافت (N/m^2)	قند (mg/ml)
٪۷۵	خاصی	۵/۸۸ a	۶۲/۸ a	۶/۷ d	۸/۹ c	۵۷/۴ a
نیاز آبی	زاهدی	۵/۷۵ b	۶۰/۲ a	۸/۷ bcd	۱۳/۷ a	۵۴/۸ bc
٪۱۰۰	خاصی	۵/۷۶ b	۶۲/۱ a	۸/۰ bcd	۵/۱ d	۵۶/۲ ab
نیاز آبی	زاهدی	۵/۷۶ b	۵۹/۵ a	۹/۱ abc	۱۱/۸ ab	۵۵/۰ bc
٪۱۲۵	خاصی	۵/۷۴ b	۶۱/۴ a	۱۰/۸ a	۴/۴ d	۵۵/۹ b
نیاز آبی	زاهدی	۵/۵۹ d	۵۹/۹ a	۱۰/۷ a	۱۰/۲ bc	۵۴/۴ c
قطره‌ای	خاصی	۵/۷۴ b	۶۳/۵ a	۷/۸ cd	۶/۶ d	۵۷/۴ a
سطحی	زاهدی	۵/۶۶ c	۶۰/۲ a	۹/۹ ab	۹/۶ c	۵۴/۲ c

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار ($P<0.05$) نمی‌باشند

از یک‌سو سفتی و میزان رطوبت میوه‌ی خرما دو رابطه‌ی عکس با هم دارند و از سوی دیگر تیماری که آب بیش‌تری دریافت نموده معمولاً رطوبت میوه‌ی بیش‌تری دارد. کاهش آب دریافتی در تیمارهای آبیاری موجب افزایش قند میوه شده است. همچنین نتایج نشان داد تیماری که آب کمتری دریافت نموده خاصیت اسیدیته‌ی آن کاهش یافته است. لذا با توجه به این‌که هرچه اسید میوه کم‌تر شود میوه دیرتر ترش شده و خاصیت ماندگاری آن افزایش می‌یابد، نتیجه‌گیری می‌شود که دریافت آب کم‌تر در تیمارهای آبیاری موجب رطوبت کم‌تر میوه، سفتی بیش‌تر، اسیدیته‌ی کم‌تر و قند بالاتر میوه خرما شده است.

نتایج این پژوهش با یافته‌های Mohebbi and Alihouri (2013) و Mohebbi (2005) که در مطالعات آن‌ها، به‌رغم مصرف مقادیر متفاوت آب در تیمارهای آبیاری، اختلاف معنی‌داری در عملکرد میوه مشاهده نشد، مطابقت داشت. همانند پژوهش Farzamneya and Ravari (2005)، تیمارهای سطوح مختلف آبیاری اثر معنی‌داری بر مواد جامد محلول نداشت. همانند نتایج آزمایش‌های Rastegar and Zargari (2011)، Alihouri and Tishehzan (2011) و Mohebbi and Alihouri (2013) بیشترین بهره‌وری مصرف آب به ازای تیمارهایی که در آن‌ها ۲۵ درصد کم‌آبیاری اعمال گردیده، حاصل شده است. از آن‌جایی که تا کنون در کشور پژوهشی در مورد آبیاری قطره‌ای زیرسطحی بر روی نخیلات یا انجام نشده و یا نتایج این تحقیقات تا کنون منتشر نشده است. لذا در این تحقیق نشان داده شد که کاربرد روش آبیاری قطره‌ای زیرسطحی بر روی نخیلات محدودیت نداشته و موجب کاهش آب کاربردی بدون تأثیر معنی‌دار بر عملکرد شده است.

نتیجه‌گیری

مدیریت بهینه‌ی مصرف آب و کم نمودن آن تا مقدار ۱۱۶۳۰/۵ مترمکعب در هکتار در تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی موجب صرفه‌جویی در مصرف آب شده است. به‌طوری‌که این تیمار سبب کاهش ۲۰/۴، ۱۹/۷ و ۳۹/۴ درصدی آب به‌ترتیب نسبت به تیمارهای قطره‌ای سطحی، ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیاز آبی قطره‌ای زیرسطحی شده است. این میزان کاهش مصرف آب موجب نشده تا اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای سطوح آبیاری در صفات کیفی از جمله pH، مواد جامد محلول و قند مشاهده شود. به‌عبارت دیگر اعمال ۲۵ درصد کم آبیاری موجب بروز صفات نامطلوب کیفی نشده است، لذا اعمال تیمارهای بیش از ۲۵ درصد کم‌آبیاری، موجب شناسایی مرزی از کم‌آبیاری خواهد شد که در آن نقطه بین میانگین صفات کیفی اختلاف معنی‌داری مشاهده خواهد شد. شناسایی این مرز کم‌آبیاری از جمله مباحثی است که می‌تواند در تحقیقات آتی مورد توجه پژوهش‌گران قرار گیرد. مدیریت بهینه‌ی مصرف آب در تیمار

Archive of SID

www.SID.ir

۷۵ درصد نیاز آبی از طرفی از هدررفت آب از طریق تبخیر از سطح خاک و نفوذ عمقی جلوگیری نموده و از طرف دیگر موجب افزایش کارایی مصرف آب در این تیمار شده است. پیش‌بینی می‌گردد که اجرای آبیاری قطره‌ای زیرسطحی بتواند باعث صرفه‌جویی در حجم آب مصرفی و افزایش کارایی مصرف آب گردد.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله 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.

REFERENCES

Agricultural statistics (2013-2014). Volume III: Garden products. Crop year 2012-2013 *Ministry of Agriculture-Jahad, Deputy Planning and Economics.* Bureau of Statistics and Information Technology. p132. (in Farsi)

Al-Amoud A. I., Fawzi S., Mohammad S., Al-Hamed A. and Ahmed Alabdulkader M. (2000). reference evapo-transpiration and date palm water use in the Kingdom of Saudi Arabia. *International Research Journal of Agricul- tural Science and Soil Science* (ISSN: 2251-0044), 2(4), 155-169, April 2012. Available online http://www.interes-journals.org/IRJAS

Alihouri M. and Tishehzan, P. (2011). The following watering schedule- Strategic Plan palm sector in the country. Ahvaz. *Kerdegar Press*. (In Farsi)

Allen R.G., Pereira L.S., Raes D. and Smith M. (1998). Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements. *FAO Irrigation and Drainage Paper 56*, Rome, Italy.

Al-Rumaih M. and Kassem M.A. (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.

Al-Zaidi A. A., Baig M. B., Elhag E. A. and Al-Juhani M. A. (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.

AOAC. (1990). Official Methods of Analysis, 15thedn. Washington, D.C.Associationof OfficialAnalyticalChemists.

Darfaoui El-Mostafa. and Al-Assiri A. (2010). Response to climate change in the Kingdom of Saudi Arabia. *A report prepared for FAO-RNE. Available at*: Accessed on March 23, 2013.

Farzamneya M., and Ravari Z. 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)

Foakwa E.O., Paterson A., Fowler M. and Vieira J. (2008). Particle size distribution and compositional effects on textural properties and appearance of dark chocolates. *Journal of Food Engineering* ,87,p 181-190.

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*. (In Farsi)

Hosseini Z. (1990). Conventional methods for food analysis. *Shiraz University Press*. (In Farsi)

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/agricul-turetech.pdf

Karimipourfard, H. 2001. A look at the causes of caries and rancidity of date palm fruit and its control strategies. Dates and Tropical Fruits Research Institute of the Country. *Journal No. 81*.

Liebenberg P.J. and Zaid A. (2002) Date Palm irrigation. *Chapter 7. in. Date palm cultivation. Plant Production* Pa-per 156 rev.1. Food and Agriculture organization of the United Nations (FAO). Rome, Italy.

Marshall, T. J., Holmes, J. W., and Rose, C. W. (1996). *Soil Physics*(3th ed.). Australia.

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 Persian)

Mohebbi A. and Alihouri M. (2013). The effect of depth and irrigation on the productivity, yield and vegetative Palm Piarom. *Journal of agricultural water*, 27(4), 455-464. (in Persian with English abstract)

Nowroozi M. and Zolfi Bavareyani M. (2010). Determination of water required dates drip irrigation system in the Bushehr province. *Journal of Water Research in Agriculture*, 24(1), 21-30. (In Farsi)

Pezhman H. (2002) A view on date palm situation and its research program in IRAN. Proc. of *Date Palm Global Network Establishment Meeting*, UAE University, Al Ain: 71-80.

Rastegar H. and Zargari H. (2011) Effects of water stress on yield and quality of Shahani date. *7 th Congress of Horticultural Sciences. Iran, Isfahan University of Technology*, pp, 1608-1610. (In Farsi)

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)

Archive of SID

www.SID.ir