تعیین بهره‌وری آب و بهره‌وری اقتصادی آبیاری درختان انجیر دیم استهبان

محمدعلی شاهرخ‌نیا[1] و حمید زارع

دانشیار پژوهشی، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران. ***mashahrokh@yahoo.com***

استادیار پژوهشی، ایستگاه تحقیقات انجیر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، استهبان، ایران. ***hamidzare777@gmail.com***

دریافت: بهمن ۱۳۹۷ و پذیرش: مهر ۱۳۹۹

چکیـــده

سطح وسیعی از باغ‌های استهبان فارس اختصاص به انجیر دیم دارد. به‌دلیل خشکی سال‌های اخیر،باغ‌داران به آبیاری کـه اغلـب بی‌رویه بودهاقدام نموده‌اند. در تحقیق حاضر با اندازه‌گیری دمای پوشش سبز گیاه، در تنش‌های آبی مختلـف اقـدام بـه آبیـاری گردید.تیمارهای مورد نظر در این تحقیق عبارت بودند از انجام آبیاری در مقادیر مختلف شاخص تنش آبی ۰، ۰/۲، ۰/۴، ۰/۶ ، ۰/۸. یک تیمار بدون آبیاری (دیم) نیز به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. آبیاری به‌صورت دستی با تانکرانجـام گردیـد. تعـداد دفعات آبیاری، میزان محصول و بهره وری مصرف آب تیمارهای مختلف اندازه‌گیری گردید. طرح آزمایشی در قالب بلوک‌هـای کامل تصادفی با چهار تکرار انجام و مقایسه میانگین داده‌های بدست آمده با به کارگیری آزمون دانکـن انجـام شـد. تجزیـه و تحلیل‌های اقتصادی نیز بر اساس تفاوت و نسبت درآمد به هزینه در دو سال ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ انجام گردید. نتایج آزمایش نشان داد که شاخص تنش آبی گیاه از۰/۶ بیشتر نگردید. با افزایش تعداد دفعات آبیاری تا آبیاری کامل، میزان محصـول از ۳/۱ بـه ۹/۸ کیلوگرم درهر درخت افزایش نشان داد ولی بهره‌وری مصرف آب آبیاری کاهش و از مقدار نامعلوم زیاد در تیمار دیم، بـه ۰/۶۵ کیلوگرم بر متر مکعب در تیمار بدون تنش رسید.در سال‌های مورد بررسی با انجام یک مرتبه آبیاری میزان محصول و در نتیجه میزان سود خالص نسبت به تیمار دیم به‌شدت افـزایش داشـت کـه در دو سـال بـه‌ترتیـب بـه‌حـدود ۷۴۰۰۰۰ ریـال و ۱۱۹۰۰۰۰ ریال به‌ازای هر درخت رسید. میزان سود به‌دست آمده با انجام یک مرتبه آبیاری در دو سال مورد بررسی به‌ترتیب حدود ۵۳۰۰۰۰ و ۹۹۰۰۰۰ ریال به‌ازای هر مترمکعب آب بود که با افزایش تعداد دفعـات آبیـاری ایـن سـود کـاهش یافـت. نسبت درآمد به هزینه نیز در سال‌های مورد بررسی از ۱/۱۰ و ۱/۴۶ در شرایط دیم به ۲/۲۱ و ۲/۸۹ در شـرایط اعمـال یـک مرتبه آبیاری رسید. بنابراین با انجام یک نوبت آبیاری در اوایل مرداد ماه می‌توان علاوه بر حفظ درختان انجیر دیـم اسـتهبان از خطر خشکیدگی، به سود اقتصادی قابل توجهی دست یافت و از آبیاری بی‌رویه نیز جلوگیری نمود.

واژه‌های کلیدی : نسبت درآمد به هزینه، تنش آبی، دمای پوشش گیاه

۱- آدرس نویسنده مسئول: شیراز، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس.

مقدمه

مهمترین مشکل کشاورزی در مناطق خشک و نیمه خشک جهان، کمبود آب می‌باشد. کشور ایران جزء مناطق خشک و نیمه خشک دنیا بوده و از تولید کننده‌ها و صادر کننده‌های مهم انجیر می‌باشد. جایگاه پنجم تولید و دوم سطح زیر کشت متعلق به ایران می‌باشد. میزان تولید سالانه انجیر در ایران و دنیا بترتیب حدود ۸۷۰۰۰ و ۱۱۵۰۰۰ تن می‌باشد. سطح زیر کشت انجیر آبی در ایران و دنیا بترتیب ۸۲۰۰ ۲۰۰۵۰۰ هکتار و سطح زیر کشت دیم بترتیب ۵۱۰۰۰ و ۱۱۵۰۰۰ هکتار می‌باشد. بیش‌تر درختان انجیر ایران در شهرستان استهبان کشت گردیده‌اند. استهبان یکی از شهرستان‌های استان فارس بوده که در آن ۲۳۰۰۰ هکتار باغ انجیر دیم وجود دارد. میانگین بارندگی سالانه استهبان طبق آمار سال ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۵ ایستگاه هواشناسی منطقه، ۲۷۲ میلی‌متر می‌باشد که در سال‌های اخیر بارندگی سالانه منطقه کمتر از میانگین کل بوده است. نیاز آبی درختان انجیر آبی در منطقه بر اساس روش پنمن مانتیث حدود ۱۴۵۰۰ مترمکعب در سال می‌باشد. متاسفانه به‌دلیل کاهش ریزش‌های جوی در سال‌های اخیر و افزایش نسبی دما، نیاز آبی باغ‌های منطقه تامین نگشته و انجام آبیاری این باغ‌ها، امری ضروری به نظر می‌رسد. در سال ۱۳۸۹، به‌علت خشکی شدید، بیش از ۱۰٪ درختان منطقه از بین رفته و تولید محصول حدود ۸۰ درصد کاهش یافت (جعفری و همکاران، ۲۰۱۲). علاوه بر این تجربه باغداران نشان داده که آبیاری کردن این درختان می‌تواند باعث افزایش عملکرد و درآمد گردد؛ بنابراین به‌طور معمول باغداران منطقه سعی می‌کنند به‌هروسیله ممکن آب بیش‌تری را به درختان انجیر خود برسانند. بررسی‌ها نشان می‌دهد که آبیاری درختان انجیر دیم استهبان باعث مصرف بی‌رویه آب‌های زیرزمینی در منطقه گردیده است. برآوردها نشان می‌دهد که بعضی از درختان انجیر تا حدود ۱۷۰۰۰ لیتر به‌ازای هر درخت آبیاری شده‌اند. با توجه به اینکه فاصله درختان انجیر در منطقه از هم حدود ۱۰ متر می‌باشد، در هر هکتار ۱۰۰ اصله درخت وجود داشته که حدود ۱۷۰۰ متر مکعب در هکتار آب مصرف شده است؛ بنابراین بررسی میزان افزایش محصول و بهره‌وری مصرف آب انجیر با و بدون اعمال آبیاری موضوع مهمی است که باید به آن پرداخته شود. آبیاری عبارتست از به‌کار بردن میزان محدودی از آب برای گیاهان دیم، زمانی که بارندگی نتواند نیاز آبی گیاه برای رشد، توسعه معمول گیاه و پایداری محصول را تامین نماید (اویس، ۱۹۹۷). تحقیقات گذشته نشان داده است که آبیاری درختان انجیر تاثیری مثبت بر رشد و محصول درختان انجیر داشته است (الدسوکی و همکاران، ۲۰۰۹، کامگار حقیقی و سپاسخواه، ۲۰۱۵، هنر و سپاسخواه، ۲۰۱۵). عبداللهی‌پور و همکاران (۲۰۱۸) کاربرد دو مقدار آبیاری ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ لیتر به‌ازای هر درخت در زمان‌های مختلف را مورد بررسی قرار دادند و مقدار ۲۰۰۰ لیتر به‌ازای هر درخت و در ابتدای بهار را توصیه نمودند. یکی از راه‌های تعیین زمان آبیاری گیاهان یا به‌طور کلی برنامه ریزی آبیاری، اندازه‌گیری دمای پوشش سبز گیاه می‌باشد.

تحقیقات جامعی در زمینه استفاده از پوشش سبز گیاه در برنامه ریزی آبیاری توسط ایدسو (۱۹۸۲) و ایدسو و همکاران (۱۹۸۱) انجام شده است که مرجع تحقیقات بعدی قرار گرفته است. ایشان شاخص تنش آبی گیاه[2] *(CWSI)* را بر اساس خط مبنای پایینی (خط بی‌تنش) و بالایی (خط بیش‌ترین تنش) معرفی نمودند. این خطوط رابطه تفاوت مقادیر دمای پوشش سبز گیاه و دمای هوا را به کمبود فشار بخار هوا نشان می‌دهند. سپاسخواه و کاشفی‌پور (۱۹۹۴ و ۱۹۹۵) با استفاده از دماسنج مادون قرمز برنامه‌ریزی آبیاری درختان لیموشیرین را در جهرم انجام دادند و برنامه ریزی آبیاری با استفاده از دمای پوشش سبز گیاه را روش مناسبی دانستند. لوبو و همکاران (۲۰۰۴) به کمک دماسنج مادون قرمز بهترین زمان آبیاری لوبیا را تعیین نمودند. نتایج آن‌ها

[2] *Crop Water Stress Index (CWSI)*

نشان داد؛ که بهترین زمان آبیاری وقتی است که تفاوت دمای پوشش سبز گیاه نسبت به دمایی که در آن گیاه در بهترین وضعیت قرار دارد، سه درجه سانتی‌گراد باشد. با این کار ۳۸ درصد در مصرف آب صرفه جویی گردید. با توجه به این‌که روش اول زمان آبیاری را نشان می‌دهد، برای تعیین مقدار آبیاری می‌توان آن را به صورت ترکیبی با روش‌های دیگر به‌کار برد. اردم و همکاران (۲۰۰۵) برنامه‌ریزی آبیاری را بر اساس مقادیر مختلف شاخص تنش آبی برای هندوانه با استفاده از دماسنج مادون قرمز انجام دادند. نتایج نشان داد بیش‌ترین میزان بهره‌وری مصرف آب وقتی به‌دست می‌آید که آبیاری زمانی انجام شود که شاخص تنش آبی ۰/۶ باشد. در حالی که از مقدار ۰/۲ به بالای این شاخص، کاهش محصول مشاهده شد.

اردم و همکاران (۲۰۰۶) به کمک دماسنج مادون قرمز، شاخص تنش آبی گیاه را در مقادیر مختلف آب آبیاری برای لوبیا تعیین نمودند و به میزان محصول تولیدی ربط دادند. آن‌ها استفاده از این روش را راه‌کاری مناسب برای مدیریت آبیاری در مزرعه دانستند. میسرا[3] و همکاران (۲۰۰۶) به مقایسه روش‌های مستقیم و غیر مستقیم تعیین شاخص تنش آبی پرداختند. آن‌ها بیان نمودند که روش‌های غیر مستقیم (دمای پوشش گیاه، قطر میوهیا ساقه) از روش‌های مستقیم (پتانسیل آب برگ و ساقه، مقاومت روزنه‌ای) مناسب‌تر می‌باشند. گونیتا و تیواری (۲۰۰۸)، لبورگیوس و همکاران (۲۰۱۰)، وانگ و گارتونگ (۲۰۱۰)، بیکر و همکاران (۲۰۱۳)، شاهرخ نیا و همکاران (۱۳۹۵)، شاهرخ نیا و کرمی (۱۳۹۶)، کولاک و یازار (۲۰۱۷)، کوسیچ و همکاران (۲۰۱۸)، آندا و همکاران (۲۰۲۰) نیز به‌ترتیب برنامه‌ریزی آبیاری گندم، نیشکر آبی و دیم، هلو، پنبه آبی و دیم، گوجه‌فرنگی، انگور یاقوتی، انگور آبی و دیم، فلفل شیرین و سویای دیم وآبی را با استفاده از دمای پوشش سبز گیاه انجام و روابطی برای برآورد شاخص تنش آبی گیاه ارائه نموده و استفاده از دمای پوشش سبز گیاه برای برنامه‌ریزی آبیاری را مفید دانستند.

درخصوص ارزش آب و بررسی اقتصادی آبیاری محصولات مختلف در کشور نیز در سال‌های اخیر تحقیقاتی انجام گرفته است. زارعی و همکاران (۱۳۹۳) با اندازه‌گیری ارزش اقتصادی آب در تولید سیب زمینی استان‌های کردستان و همدان اظهار داشتند که سیاست‌های قیمتی می‌تواند عامل مهمی در کنترل مصرف آب باشد و پیشنهاد نمودند با حذف تدریجی اختلاف قیمت‌ها، ارزش آب به جایگاه واقعی خود نزدیک‌تر و در مصرف آب صرفه جویی شود. موسی‌وند و غفاری (۱۳۹۴) ارزش اقتصادی آب در تولید پیاز در قزوین را بررسی و پیشنهاد نمودند که قیمت آب بهای دریافتی باید اصلاح شود تا صرفه جویی و بهره‌وری آب بیش‌تر گردد. فلاحی و همکاران (۱۳۹۴) به بررسی اقتصادی آب در تولید محصولات مختلف دشت سیدان- فاروق مرودشت پرداختند و نتیجه گرفتند تقاضای آب با قیمت محصول رابطه مستقیم و با قیمت آب و قیمت سایر نهاده‌ها رابطه معکوس داشت.

ارزش اقتصادی آب در تولید محصولات صیفی به نحو چشم‌گیری بیش‌تر از محصولات شتوی بود و بنابراین افزایش قیمت جهت کنترل مصرف آب در محصولات صیفی موثرتر از محصولات شتوی است. نتایج بررسی گلزاری و همکاران (۱۳۹۵) در تولید گندم در گرگان نشان داد که سیاست‌های قیمتی می‌توانند عامل مهمی در کنترل مصرف غیر بهینه آب باشند. شاهرخ نیا و رحیمی (۱۳۹۵) در رقم‌های مختلف گوجه فرنگی در مرودشت فارس، بررسی اقتصادی کم آبیاری را انجام داده و به‌ازای مقادیر مختلف ارزش آب، نسبت درآمد به هزینه و تفاوت درآمد و هزینه را بررسی نمودند. نتایج نشان داد که تولید گوجه فرنگی در شرایط مورد بررسی اقتصادی نبوده و افزایش قیمت فروش بیش‌تر از افزایش قیمت آب می‌تواند بر تولید محصول اقتصادی تاثیرگذار باشد. اسدی و همکاران (۱۳۹۴)

[3] *Misra*

به بررسی اقتصادی گندم دیم در استان لرستان پرداخته و تک آبیاری در زمان کاشت و تک آبیاری بهاره را بعنوان اولویت‌های اول و دوم معرفی نمودند. علیزاده دیزج و ابراهیمیان (۱۳۹۶) به بررسی اثر آبیاری بر بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی گندم و جو دیم پرداختند و بر این اساس تاریخ بهینه کاشت را توصیه نمودند. عزیزی و همکاران (۱۳۹۶) در محصولات دیم گندم، جو، عدس، نخود، ماشک و ارزن، بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی را مورد بررسی قرار دادند که نخود و عدس بیشترین ارزش اقتصادی به ازای مصرف آب را دارا بودند. پیری و حیدری (۱۳۹۶) ارزش اقتصادی آب در تولید سورگوم علوفه‌ای در منطقه سیستان را ۴۵۰ ریال بر متر مکعب تعیین نمودند که حدودا ۵۰ درصد بیش‌تر از مقدار آب بها بود و اذعان داشتند که با واقعی شدن ارزش آب می‌توان در مصرف آن صرفه‌جویی نمود.

طبق بررسی محمودی و کریمی (۱۳۹۶) در مورد ارزش اقتصادی آب در مزارع طبس، تفاوت بین ارزش واقعی آب و آب بهای پرداختی را به‌عنوان عامل مهم بی-انگیزه‌ای کشاورزان برای سرمایه‌گذاری در مدیریت آبیاری دانستند. پوران و همکاران (۱۳۹۶) ارزش آب را در پنج استان کشور و در محصولات مختلف تعیین و بررسی نموده و نشان دادند که ارزش آب در مناطق مختلف متفاوت است و هرچه استانی وضعیت آبی نامساعدتری داشته باشد، ارزش آب برای تولید محصولات کشاورزی بیش‌تر است. هم‌چنین باید در تعیین قیمت تمام شده و تضمینی محصولات کشاورزی، به ارزش آب نهفته در آن نیز توجه داشت. پرهیزکاری و بدیع برزین (۱۳۹۶) ارزش اقتصادی آب در منطقه تاکستان را ۱۶۹۰ ریال بر متر مکعب برآورد نمودند که خیلی بیش‌تر از نرخ آب بهای پرداختی توسط کشاورزان بود و پیشنهاد گردید که نرخ آب بها با توجه به ارزش آب تعیین شود.

تحقیقات پیشین نشان داد که اندازه‌گیری دمای پوشش سبز گیاه می‌تواند روشی مناسب برای بررسی تنش آبی و برنامه‌ریزی آبیاری گیاهان مختلف باشد و از این روش کمتر برای آبیاری درختان انجیر دیم استفاده شده‌است. با توجه به اهمیت آبیاری باغات انجیر دیم وکم بودن تحقیقات در این زمینه، بررسی تاثیرآبیاری بر تولید محصول، بهره‌وری مصرف آب و بازده اقتصادی این باغات امر مهمی است که در این تحقیق به آن پرداخته شده‌است.

مواد و روش‌ها

این پروژه در ایستگاه تحقیقات انجیر استهبان روی درختان ۵۰ ساله انجیردیم رقم سبز اجرا شد. شهرستان استهبان با عرض شمالی ۲۹ درجه و ۸ دقیقه وطول شرقی ۵۴ درجه و ۳ دقیقه، از دشت‌های شرقی استان فارس با ارتفاع متوسط دشت ازسطح دریا ۱۷۶۰ متر، میانگین بارندگی ۲۷۲ میلی‌متر در سال، میانگین دمای ۱۷/۴، حداقل مطلق دمای ۸/۲- و حداکثر مطلق دمای ۴۱ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. جدول ۱ میانگین عوامل اقلیمی شهرستان استهبان که از ایستگاه هواشناسی سینوپتیک آن گرفته شده است را نشان می‌دهد. به‌منظور تعیین بهترین زمان آبیاری درختان انجیر، از اندازه‌گیری تفاوت دمای پوشش سبز گیاه (به‌کمک دماسنج مادون قرمز دستی) و دمای هوا (با استفاده از دماسنج هوا) و طبق روش ارائه شده توسط ایدسو (۱۹۸۲) استفاده گردید. در برنامه‌ریزی آبیاری توسط ایدسو (۱۹۸۲) و ایدسو و همکاران (۱۹۸۱) شاخص تنش آبی گیاه ***(CWSI)*** را بر اساس خط مبنای پایینی (خط بی‌تنش) و بالایی (خط بیش‌ترین تنش) معرفی نمودند. این خطوط رابطه تفاوت مقادیر دمای پوشش سبز گیاه و دمای هوا را به کمبود فشار بخار هوا نشان می‌دهند (شکل ۳). در این شکل برای "دمای پوشش سبز گیاه"، "دمای هوا"و"کمبود فشار بخار هوا"به‌ترتیباز نمادهای "T_c"، "T_a" و "vpd" استفاده شده است. اندیس های $ul,\ ll$ نشان دهنده خطوط مبنای پایینی و بالایی می‌باشد. بدین ترتیب شاخص تنش آبی را به‌صورت معادله ۱ می‌توان بیان نمود.

$$CWSI = \frac{MN}{LN} = \frac{(T_c - T_a)_m - (T_c - T_a)_{ll}}{(T_c - T_a)_{ul} - (T_c - T_a)_{ll}} \quad (۱)$$

ایدسو خطوط بالایی و پایینی تنش آبی را برای درختان انجیر به صورت روابط ۲ و ۳ ارائه نموده است.

$$(T_c\text{-}T_a)_{ll}=4.22\text{-}1.77(vpd) \quad (۲)$$

$$(T_c\text{-}T_a)_{ul}=5 \quad (۳)$$

با توجه به شکل (۱) مشاهده می‌گردد که در یک روز با یک کمبود فشار بخار *(vpd)* خاص، هر چه میزان تنش آبی بیش‌تر شود، تفاوت دمای گیاه و دمای هوا افزایش یافته، نقطه M به سمت بالا حرکت کرده و مقدار شاخص تنش آبی *(CWSI)* با توجه به معادله فوق افزایش می‌یابد. در این پژوهش، بعد از آبیاری، با اندازه‌گیری دمای پوشش سبز گیاه و دمای هوا، شاخص تنش آبی محاسبه شد. ابتدا مقادیر مختلف شاخص تنش آبی ۰/۰ (بدون تنش)، ۰/۲، ۰/۴، ۰/۶ و ۰/۸ در نظر گرفته شد. با استفاده از روابط تنش ارائه شده پیشین، مقادیر بحرانی تفاوت بین دمای پوشش سبز گیاه و دمای هوا برای هر شاخص محاسبه گردید. سپس با اندازه‌گیری هفتگی دمای پوشش سبز گیاه و دمای هوا و رسیدن اختلاف این دو به حد تعیین شده، زمان آبیاری تعیین و آبیاری به صورت دستی انجام شد. علت انجام آبیاری به صورت دستی (با تانکر)، مطابقت آن با شیوه آبیاری معمول منطقه در شرایط خشکسالی بود. این روش اعمال آبیاری به مدت دو سال انجام و مقادیر آب داده شده، میزان محصول تولیدی و بهره‌وری آب اندازه‌گیری گردید. عوامل هواشناسی روزانه مورد نیاز از ایستگاه هواشناسی منطقه گرفته شد. میزان بارندگی در سال اول و دوم اجرای پروژه بترتیب ۲۳۴ و ۲۰۴ میلیمتر و از ماه آبان تا اردیبهشت سال بعد اتفاق افتاد. برای تعیین میزان حجم آب آبیاری در هر نوبت، از خاک محل آزمایش نمونه‌برداری و خصوصیاتی شامل رطوبت ظرفیت زراعی، رطوبت نقطه پژمردگی خاک، جرم مخصوص ظاهری خاک اندازه‌گیری شد. از معادله (۴) برای محاسبه میزان آب آبیاری با توجه به مقادیر رطوبت ظرفیت مزرعه و نقطه پژمردگی دائم استفاده گردید. در این رابطه به ترتیب I مقدار خالص آب آبیاری بر حسب سانتی‌متر، M میزان تخلیه مجاز مدیریتی بر حسب اعشار، FC مقدار وزنی رطوبت ظرفیت مزرعه بر حسب گرم آب بر گرم خاک، PWP مقدار وزنی رطوبت نقطه پژمردگی دائم بر حسب گرم آب بر گرم خاک، As چگالی ظاهری خاک (از تقسیم جرم مخصوص ظاهری خاک بر جرم مخصوص آب به دست می آید) و D عمق خاک یا ریشه برحسب سانتی‌متر می‌باشد.

$$I = M*(FC\text{-}PWP)* As* D \quad (۴)$$

تیمارهای آزمایش که در چهار تکرار و در قالب بلوک کامل تصادفی روی ۲۴ درخت همسن (۵۰ ساله) اجرا شد عبارت بودند از:

۱-تیمار تعیین زمان آبیاری بر اساس شاخص تنش آبی صفر (بدون تنش).

۲-تیمار تعیین زمان آبیاری بر اساس شاخص تنش آبی ۰/۲۰

۳-تیمار تعیین زمان آبیاری بر اساس شاخص تنش آبی ۰/۴۰

۴-تیمار تعیین زمان آبیاری بر اساس شاخص تنش آبی ۰/۶۰

۵-تیمار تعیین زمان آبیاری بر اساس شاخص تنش آبی ۰/۸۰

۶-تیمار دیم و بدون آبیاری (شاهد)

مقایسه تیمارها از نظر میزان محصول و بهره‌وری آب آبیاری در هر تیمار اندازه‌گیری و با انجام تجزیه و تحلیل لازم نتایج دو ساله، تیمار برتر انتخاب و معرفی شد. بهره‌وری آب آبیاری با تقسیم میزان عملکرد به میزان آب داده شده به هر درخت به دست آمد. با توجه به اهداف این تحقیق، بهترین تیمار آن تیماری است که بتواند با کمترین میزان آب آبیاری، درختان انجیر را از آسیب حفظ نماید و محصول مناسبی داشته باشد. بررسی اقتصادی تیمارهای مختلف نیز می‌تواند نتایج به دست آمده را تکمیل نماید.

جهت مقایسه اقتصادی تیمارهای آبیاری با یکدیگر و با تیمار دیم (بدون آبیاری) از شاخص نسبت درآمد به هزینه، استفاده شد (شاهرخ نیا و رحیمی، ۱۳۹۵). به‌همین منظور میانگین درآمد و هزینه تیمارهای مختلف محاسبه شد. بدین ترتیب میانگین منافع و هزینه در تیمار در دو سال مورد بررسی (۱۳۹۵ و ۱۳۹۶) بدست آمد. با توجه به افزایش قیمت به وجود آمده در سال ۱۳۹۷ به‌دلیل تحریم‌های خارجی کشور و افزایش قیمت ارز، بررسی‌های اقتصادی با توجه به منفعت و هزینه در سال ۱۳۹۷ نیز انجام شد. در بررسی‌های اقتصادی میزان متوسط عملکرد هر دو تیمار سه و چهار به دلیل تفاوت ناچیز برابر با هفت کیلوگرم به ازای هر درخت در نظر گرفته شد.

رابطه رگرسیونی میان نسبت درآمد-هزینه با میزان آب مصرفی نیز درشرایط مختلف برازش داده و بررسی شد. قیمت آب در سال ۹۵-۹۶ و ۹۷ بترتیب ۵۰۰۰۰ و ۷۰۰۰۰ ریال بر مترمکعب بوده که برابر با هزینه حمل آب توسط تانکر تا پای درخت محاسبه گردیده است. هزینه برداشت محصول به ازای هر ۸۵ کیلوگرم محصول برای سال ۹۵-۹۶ و ۹۷ بترتیب ۶۰۰۰۰۰ و ۱۰۰۰۰۰۰ ریال و سایر هزینه‌های داشت شامل گرده‌افشانی، کود و سم و سایر هزینه‌ها برابر با ۵۴۰۰۰۰ و ۶۰۰۰۰۰ ریال برای دو سال مورد بررسی بود. قیمت فروش محصول انجیر بسته به کیفیت میوه در سال ۹۵-۹۶ بین ۲۰۰۰۰۰ تا ۲۵۰۰۰۰ ریال بود که قیمت ۲۰۰۰۰۰ ریال مربوط به تیمار دیم و قیمت ۲۵۰۰۰۰ ریال مربوط به تیماری بود که آبیاری کامل شده بود. در سال ۹۷ قیمت فروش میوه انجیر بسته به کیفیت آنبین ۳۰۰۰۰۰ تا ۴۰۰۰۰۰ ریال در نظر گرفته شد.

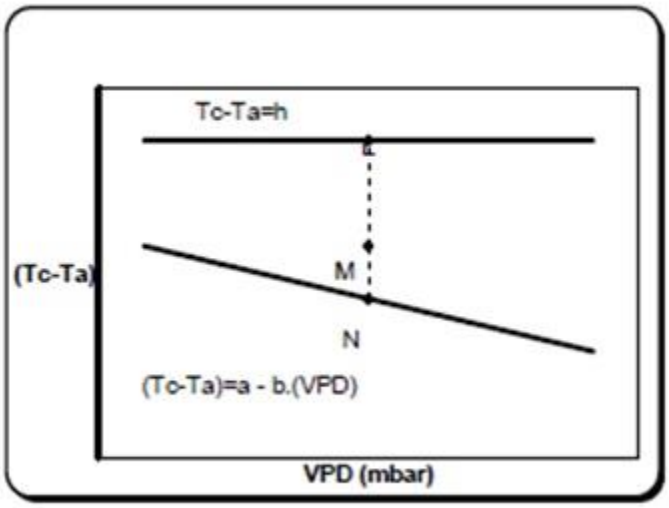
نتایج و بحث

همان‌گونه که در مواد و روش‌ها اشاره شد، با اندازه‌گیری اختلاف دمای پوشش سبز درختان انجیر و دمای هوا بر اساس روش ایدسو، زمان نیاز آبیاری در هر تیمار تعیین و بر اساس آن آبیاری انجام شد. جداول ۲ و ۳ مقادیر حدود بحرانی و مقادیر اندازه‌گیری شده تفاوت دمای پوشش گیاه و دمای هوا را که بر اساس آنها زمان انجام آبیاری‌ها تعیین شده است.

با توجه به این‌که در منطقه آبیاری به‌وسیله تانکر و به‌صورت دستی انجام می‌شود، با افزایش تعداد آبیاری، هزینه‌ها به‌شدت افزایش می‌یابد؛ بنابراین باغداران به طور معمول سعی می‌کنند میزان آب آبیاری هر نوبت را بیش‌تر و تعداد دفعات آبیاری را کمتر کنند. در این تحقیق میزان آب آبیاری بر اساس حداکثر میزان رطوبت قابل نگهداری در خاک تعیین گردید. میزان آب آبیاری با توجه به عمق ریشه دو متر، جرم مخصوص ظاهری خاک ۱/۵۴ گرم بر سانتی مترمکعب، رطوبت ظرفیت مزرعه ۲۱/۳ درصد وزنی، رطوبت نقطه پژمردگی دائم ۱۱/۹ درصد وزنی، تخلیه مجاز رطوبت ۷۵٪ و قطر سایه اندازه ۳/۳۶ متر، معادل ۱۵۰۰ لیتر در هر نوبت به‌ازای هر درخت تعیین گردید. عبداللهی‌پور و همکاران (۲۰۱۸) میزان آب آبیاری برای هر درخت در منطقه استهبان را ۲۰۰۰ لیتر به دست آوردند.

جدول ۱- میانگین ۱۴ ساله پارامترهای اقلیمی ایستگاه سینوپتیک استهبان

	متوسط باد ماکزیمم		تعداد روز	ساعت آفتابی	تبخیر (میلی‌متر)	ارتفاع برف	بارندگی(میلی‌متر)			رطوبت نسبی ماهیانه (٪)					میانگین درجه حرارت			
ماه های سال	سرعت (متر بر ثانیه)	سمت- درجه	یخبندان	جمع ماهانه	جمع ماهانه	تجمعی (cm)	حداکثر روزانه	تعدادروز بارانی	مقدار	متوسط	حداکثر	حداقل	روز	حداکثر مطلق	روز	حداقل مطلق	متوسط دما	حداکثرد ما	حداقل دما
فروردین	۱۵	۲۴۷	۱	۲۵۴/۰	۱۵۰/۱	۰	۴۲/۲	۷	۴۰/۹۴	۴۶	۶۸	۲۳		۲۹/۴		-۲/۸	۱۴/۶	۲۲/۱	۷/۲
اردیبهشت	۱۵	۲۵۹	۰	۳۰۶/۲	۲۲۸/۶	۰	۳۰/۸	۲	۶/۹۰	۳۵	۵۵	۱۵		۳۵/۶		۳/۲	۲۰/۰	۲۸/۶	۱۱/۴
خرداد	۱۳	۲۱۲	۰	۳۵۰/۲	۳۲۵/۷	۰	۰/۲	۰	۰/۰۲	۲۳	۳۷	۱۰		۳۹/۴		۹/۰	۲۵/۱	۳۴/۲	۱۶/۰
تیر	۱۴	۱۶۹	۰	۳۴۱/۵	۳۷۳/۷	۰	۹/۶	۱	۲/۱۷	۲۳	۳۵	۱۱		۴۱/۰		۱۳/۴	۲۸/۴	۳۶/۸	۲۰/۱
مرداد	۱۵	۱۵۴	۰	۳۲۹/۸	۳۶۶/۳	۰	۳۰/۹	۲	۱۰/۳۹	۲۵	۳۷	۱۲		۴۰/۸		۱۴/۲	۲۸/۰	۳۵/۹	۲۰/۱
شهریور	۱۵	۱۸۸	۰	۳۱۷/۲	۲۹۰/۱	۰	۷/۴	۱	۱/۴۸	۲۷	۴۱	۱۲		۳۸/۸		۱۱/۰	۲۴/۹	۳۳/۵	۱۶/۲
مهر	۱۱	۲۱۷	۰	۳۰۸/۱	۱۹۴/۵	۰	۱/۲	۱	۰/۱۲	۳۱	۴۶	۱۵		۳۴/۲		۲/۸	۱۹/۸	۲۹/۱	۱۰/۶
آبان	۱۱	۲۴۸	۲	۲۵۹/۹	۱۱۴/۴	۰	۵۵/۶	۳	۱۵/۲۰	۴۲	۶۰	۲۴		۲۸/۶		-۳/۸	۱۳/۸	۲۲/۰	۵/۶
آذر	۱۱	۲۴۴	۱۳	۲۳۴/۹	۵۵/۹	۰	۱۰۰/۸	۵	۴۵/۵۴	۵۳	۷۴	۳۲		۲۴/۸		-۷/۰	۸/۶	۱۶/۰	۱/۲
دی	۱۳	۱۸۹	۱۸	۲۲۹/۲	۲۳/۸	۲	۸۰/۸	۶	۵۴/۳۵	۵۵	۷۷	۳۳		۲۴/۰		-۸/۲	۶/۴	۱۳/۳	-۰/۴
بهمن	۱۴	۲۰۹	۱۴	۲۳۱/۱	۳۰/۰	۰	۶۶/۳	۷	۶۴/۸۱	۵۳	۷۷	۳۰		۲۳/۰		-۷/۶	۷/۸	۱۴/۲	۱/۳
اسفند	۱۵	۲۰۹	۵	۲۵۱/۷	۹۲/۶	۰	۴۴/۲	۵	۳۰/۰۵	۴۶	۶۸	۲۴		۲۹/۸		-۶/۶	۱۱/۴	۱۸/۷	۴/۰
جمع			۵۳	۳۴۱۳/۸	۲۲۴۵/۶	۲		۳۹	۲۷۲/۰										
معدل	۱۳	۲۱۲	۴	۹/۴	۶/۲			۳		۳۸	۵۶	۲۰					۱۷/۴	۲۵/۴	۹/۴
حداقل مطلق																-۸/۲			
حداکثرمطلق	۲۵						۱۰۰/۸							۴۱/۰					



شکل ۱- موقعیت خط تنش بالایی و پایینی به روش ایدسو (۱۹۸۲)

جدول ۲- حدود بحرانی تفاوت دمای پوشش گیاه و دمای هوا (درجه سانتی گراد)

سال	تیمار ۱	تیمار ۱	تیمار ۲	تیمار ۳	تیمار ۴	تیمار ۵	تیمار ۶
	میانگین	-۲/۵۴	-۱/۰۳	۰/۴۸	۱/۹۸	۳/۴۹	۵/۰۰
اول	حداکثر	۰/۵۴	۱/۴۳	۲/۳۲	۳/۲۲	۴/۱۱	۵/۰۰
	حداقل	-۴/۵۷	-۲/۶۶	-۰/۷۴	۱/۱۷	۳/۰۹	۵/۰۰
	میانگین	-۳/۱۶	-۱/۵۳	۰/۱۱	۱/۷۴	۳/۳۷	۵/۰۰
دوم	حداکثر	-۰/۶۴	۰/۴۹	۱/۶۱	۲/۷۴	۳/۸۷	۵/۰۰
	حداقل	-۵/۱۷	-۳/۱۳	-۱/۱۰	۰/۹۳	۲/۹۷	۵/۰۰
	میانگین	-۲/۸۶	-۱/۲۹	۰/۲۸	۱/۸۶	۳/۴۳	۵/۰۰
دو سال	حداکثر	۰/۵۴	۱/۴۳	۲/۳۲	۳/۲۲	۴/۱۱	۵/۰۰
	حداقل	-۵/۱۷	-۳/۱۳	-۱/۱۰	۰/۹۳	۲/۹۷	۵/۰۰

جدول ۳- مقادیر اندازه گیری شده تفاوت دمای پوشش گیاه و دمای هوا (درجه سانتی گراد)

سال	تیمار ۱	تیمار ۱	تیمار ۲	تیمار ۳	تیمار ۴	تیمار ۵	تیمار ۶
	میانگین	-۲/۷۸	-۲/۵۴	-۲/۴۴	-۱/۸۱	-۲/۴۲	-۱/۹۲
اول	حداکثر	۰/۱۴	۰/۴۸	۱/۲۱	۲/۳۳	۰/۷۶	۱/۶۳
	حداقل	-۵/۴۴	-۵/۵۸	-۵/۶۳	-۶/۵۰	-۵/۰۴	-۶/۱۶
	میانگین	-۴/۱۹	-۳/۸۸	-۲/۸۰	-۳/۱۰	-۳/۵۴	-۳/۵۲
دوم	حداکثر	-۱/۷۹	۰/۳۵	۳/۳۸	۱/۷۷	۰/۹۴	-۰/۰۲
	حداقل	-۷/۴۵	-۶/۲۹	-۶/۵۴	-۵/۹۸	-۶/۰۶	-۵/۵۸
	میانگین	-۳/۵۲	-۳/۲۴	-۲/۶۳	-۲/۴۸	-۳/۰۰	-۲/۷۶
دو سال	حداکثر	۰/۱۴	۰/۴۸	۳/۳۸	۲/۳۳	۰/۹۴	۱/۶۳
	حداقل	-۷/۴۵	-۶/۲۹	-۶/۵۴	-۶/۵۰	-۶/۰۶	-۶/۱۶

جدول ۲ تعداد و میزان آبیاری در هر تیمار در دو سال آزمایش را نشان می‌دهد. بازه انجام آبیاری خرداد تا مرداد ماه بود. مشاهده می‌گردد که در سال ۹۵ و ۹۶ (سال اول و دوم آزمایش)، درختان تیمار یک که تیمار بدون تنش آبی بوده بترتیب ۸ و ۱۲ مرتبه آبیاری گردیدند. درختان تیمار دو با شاخص تنش آبی ۰/۲۰، بترتیب پنج و شش مرتبه در سال اول و دوم آزمایش آبیاری شدند. تیمار سه با شاخص تنش آبی ۰/۴۰ در سال اول و دوم بترتیب یک و دو مرتبه آبیاری شد. تیمار چهار با شاخص تنش آبی ۰/۶۰ در هر دو سال آزمایش فقط یک مرتبه نیاز به آب داشت. تیمار پنج با شاخص تنش آبی ۰/۸۰ در طول دو سال آزمایش نیاز به آب نداشت و مانند تیمار شش آبیاری نشد. تعداد دفعات بیش‌تر آبیاری در سال دوم نسبت به سال اول به‌دلیل تفاوت وضعیت آب و هوایی منطقه در این دو سال بود. چون اطلاعات هواشناسی نشان دادکه در سال دوم میزان بارندگی و رطوبت نسبی کمتر از سال اول و مقدار عواملی مانند میانگین دما، حداکثر دما، سرعت باد، ساعات آفتابی و تبخیر بیش‌تر از سال اول بود؛ بنابراین به‌طور کلی سال دوم آزمایش سالی گرم‌تر و خشک تر نسبت به سال اول بود (جدول ۴).

جدول ۵ میزان آبیاری دریافتی هر درخت در سال-های آزمایش را نیز نشان می‌دهد. در تیمار بدون تنش به‌طور متوسط ۱۵/۰ مترمکعب آب توسط هر درخت دریافت شده است. در سال دوم آزمایش به‌دلیل خشکی بیش‌تر، حدودا شش مترمکعب آب بیشتر از سال اول مورد نیاز بود.

جدول ۴- مقایسه برخی از پارامترهای هواشناسی در سال اول و دوم تحقیق

پارامتر هواشناسی	سال اول	سال دوم
بارندگی سالیانه (میلی متر)	۲۳۴	۲۰۴
تبخیر سالیانه (میلی متر)	۱۸۳۰	۲۳۹۱
رطوبت نسبی متوسط (٪)	۴۰	۳۸
متوسط دما (درجه)	۱۷/۲	۱۷/۵
میانگین حداکثر دما (درجه)	۲۴/۹	۲۵/۴
جمع ساعات آفتابی در سال	۳۳۶۷	۳۴۹۳
میانگین حداکثر سرعت باد (متر بر ثانیه)	۱۳/۶	۱۴/۶

جدول ۵- میزان آبیاری تیمارهای مختلف در دو سال آزمایش (مترمکعب در هر درخت در سال)

تیمار	سال اول		سال دوم	میانگین دو سال
	تعداد دفعات آبیاری	مقدار آبیاری	تعداد دفعات آبیاری	مقدار آبیاری	مقدار آبیاری
۱-تنش آبی ۰٪	۸	۱۲/۰	۱۲	۱۸/۰	۱۵/۰
۲-تنش آبی ۲۰٪	۵	۷/۵	۶	۹/۰	۸/۳
۳-تنش آبی ۴۰٪	۱	۱/۵	۲	۳/۰	۲/۳
۴-تنش آبی ۶۰٪	۱	۱/۵	۱	۱/۵	۱/۵
۵-تنش آبی ۸۰٪	۰	۰/۰	۰	۰/۰	۰/۰
۶-بدون آبیاری	۰	۰/۰	۰	۰/۰	۰/۰

در جدول ۶ و ۷ نتایج تجزیه واریانس و میزان عملکرد محصول در تیمارهای مختلف آورده شده است. تیمار بدون تنش باعملکرد کل ۹/۸ کیلوگرم میوه خشک انجیردر درخت نسبت به تیمارهای با شاخص تنش ۰/۲۰، ۰/۴۰، ۰/۶۰، ۰/۸۰ و شاهد به‌ترتیب با ۷/۹، ۷/۶،۱/۹، ۳/۱ و ۳/۱ کیلوگرم میوه خشک انجیر در درخت از تفاوت عملکرد

بالاتری برخوردار بود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیماربدون تنش با بیش‌ترین عملکرد در سطح اول، شاخص تنش آبی ۰/۲۰ در سطح دوم، شاخص تنش آبی ۰/۴۰ و ۰/۶۰ در سطح سوم و شاخص تنش آبی ۰/۸۰ و شاهد در سطح چهارم قرار گرفتند. به‌طور کلی می‌توان گفت که با افزایش آب آبیاری، عملکرد محصول نیز افزایش یافت.

جدول ۶- تجزیه واریانس مرکب و سطح معنی‌داری اثر تیمار بر عملکرد انجیر

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات عملکرد
سال	۱	۰/۲۱ *
خطای سال	۶	۰/۰۲۱
تیمار	۵	۵۸/۰۴**
تیمار × سال	۵	۰/۰۲ns
خطای آزمایش	۲۹	۰/۰۲
ضریب تغییرات (درصد)		۲/۲۶

جدول ۷- عملکرد وزنی انجیر خشک در تیمارهای مختلف آبیاری

تیمار	عملکرد وزنی (کیلوگرم در هر درخت)					
	سال اول		سال دوم		میانگین دو ساله	
۱-تنش آبی ۰٪	۹/۷	a	۹/۹	a	۹/۸	a
۲-تنش آبی ۲۰٪	۷/۸	b	۸/۰	b	۷/۹	b
۳-تنش آبی ۴۰٪	۶/۸	c	۶/۹	c	۶/۹	c
۴-تنش آبی ۶۰٪	۷/۰	c	۷/۳	c	۷/۱	c
۵-تنش آبی ۸۰٪	۳/۰	d	۳/۲	d	۳/۱	d
۶-بدون آبیاری	۳/۲	d	۳/۱	d	۳/۱	d

در هر ستون میانگین‌های با حروف مشترک فاقد اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ آزمون چند دامنه‌ای دانکن هستند

جداول ۸ و ۹ نتایج تجزیه واریانس بهره‌وری مصرف آب آبیاری که نسبت عملکرد به آب آبیاری می‌باشد را نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که با انجام آبیاری و افزایش مصرف آب، بهره‌وری مصرف آب به‌طور متوسط در دو سال از ۰/۶۵ کیلوگرم بر مترمکعب در تیمار بدون تنش تا یک مقدار زیاد نامعلوم در تیمار بدون آبیاری متغیر بوده که تفاوت‌ها از نظر آماری معنی‌دار می‌باشد. در تیمارهای پنج و شش، به دلیل عدم انجام آبیاری، عدد صفر در مخرج کسر قرار گرفته و میزان بهره‌وری آب آبیاری یک عدد نامعلوم زیاد را که از سایر تیمارها بیشتر خواهد بود را اختیار خواهد کرد.

جدول ۸- تجزیه واریانس مرکب و سطح معنی‌داری اثر تیمار بر بهره وری مصرف آب

منابع تغییرات	درجه آزادی	بهره وری مصرف آب (کیلوگرم بر متر مکعب)
سال	۱	۴/۰۷ *
خطای سال	۶	۰/۳۳
تیمار	۵	۳۹۸/۹۰**
تیمار × سال	۵	۶/۸۶**
خطای آزمایش	۲۹	۰/۲۰
ضریب تغییرات (درصد)		۶/۸۴

جدول ۹- مقادیر بهره‌وری مصرف آب آبیاری در تیمارهای مختلف

تیمار	بهره‌وری مصرف آب (کیلوگرم بر متر مکعب)					
	سال اول		سال دوم		میانگین دو ساله	
۱-تنش آبی ۰٪	۰/۸۱	*d*	۰/۵۵	*e*	۰/۶۵	*e*
۲-تنش آبی ۲۰٪	۱/۰۴	*c*	۰/۸۹	*d*	۰/۹۵	*d*
۳-تنش آبی ۴۰٪	۴/۵۳	*b*	۲/۳۰	*c*	۳/۰۰	*c*
۴-تنش آبی ۶۰٪	۴/۶۷	*b*	۴/۸۷	*b*	۴/۷۳	*b*
۵-تنش آبی ۸۰٪	نامعلوم (زیاد)	*a*	نامعلوم (زیاد)	*a*	نامعلوم (زیاد)	*a*
۶-بدون آبیاری	نامعلوم (زیاد)	*a*	نامعلوم (زیاد)	*a*	نامعلوم (زیاد)	*a*

در جدول ۱۰ قیمت فروش میوه خشک انجیر، هزینه آبیاری، سایر هزینه‌های تولید، درآمد فروش انجیر و درآمد ایجاد شده از مصرف هر مترمکعب آب در دو سال مورد بررسی آورده شده است. نتایج نشان می‌دهد که اعمال یک نوبت آبیاری (تیمار ۴) در سال ۹۶ و ۹۷ بترتیب ۹۸۰۰۰۰ ریال و بیش از ۱۵۱۰۰۰۰ ریال به ازای هر مترمکعب آب درآمد ناخالص ایجاد کرده است. افزایش درآمد سال ۹۷ نسبت به سال ۹۶ به دلیل افزایش چشم‌گیر قیمت انجیر در سال ۹۷ بوده است. اگرچه در سال ۹۷ هزینه آبیاری و سایر هزینه‌های تولید نسبت به سال ۹۶ افزایش یافته لیکن میزان افزایش درآمد فروش انجیر از افزایش هزینه‌ها بیش‌تر بوده است. در تیمار یک که آبیاری به صورت کامل انجام گرفته، درآمد از آب در آن دو سال بترتیب ۱۶۳۳۳۰ و ۲۶۱۳۳۰ ریال بود. با افزایش آبیاری کیفیت محصول افزایش یافته که نتیجه آن افزایش قیمت فروش هر کیلوگرم انجیر بوده است.

جدول ۱۰- هزینه و درآمد تولید انجیر در تیمارهای مختلف آبیاری

تیمار	قیمت فروش انجیر (ریال بر کیلوگرم)		هزینه آبیاری (ریال بر درخت)		سایر هزینه های تولید (ریال بر درخت)		درآمد فروش انجیر (ریال بر درخت)		درآمد از آب (ریال بر متر مکعب)	
	سال ۹۵-۹۶	سال ۹۷	سال ۹۵-۹۶	سال ۹۷	سال ۹۵-۹۶	سال ۹۷	سال ۹۵-۹۶	سال ۹۷	سال ۹۵-۹۶	سال ۹۷
۱	۲۵۰۰۰۰	۴۰۰۰۰۰	۷۵۰۰۰۰	۱۰۵۰۰۰۰	۶۰۹۱۸۰	۷۱۵۲۹۰	۲۴۵۰۰۰۰	۳۹۲۰۰۰۰	۱۶۳۳۳۰	۲۶۱۳۳۰
۲	۲۳۷۰۰۰	۳۷۵۰۰۰	۴۱۵۰۰۰	۵۸۱۰۰۰	۵۹۵۷۶۰	۶۹۲۹۴۰	۱۸۷۲۳۰۰	۲۹۶۲۵۰۰	۲۲۵۵۸۰	۳۵۶۹۳۰
۳	۲۲۵۰۰۰	۳۵۰۰۰۰	۱۱۵۰۰۰	۱۶۱۰۰۰	۵۸۹۴۱۰	۶۸۲۳۵۰	۱۵۷۵۰۰۰	۲۴۵۰۰۰۰	۶۸۴۷۸۰	۱۰۶۵۲۲۰
۴	۲۱۰۰۰۰	۳۲۵۰۰۰	۷۵۰۰۰	۱۰۵۰۰۰	۵۸۹۴۱۰	۶۸۲۳۵۰	۱۴۷۰۰۰۰	۲۲۷۵۰۰۰	۹۸۰۰۰۰	۱۵۱۶۶۷۰
۵ و ۶	۲۰۰۰۰۰	۳۰۰۰۰۰	۰	۰	۵۶۱۸۸۰	۶۳۶۴۷۰	۶۲۰۰۰۰	۹۳۰۰۰۰	-	-

جداول ۱۲ و ۱۱ تفاوت و نسبت درآمد به هزینه انجیر را در سال ۹۶ و ۹۷ نشان می‌دهند. نتایج نشان می‌دهد بیش‌ترین تفاوت درآمد و هزینه مربوط به تیمار سه بوده است. در سال ۹۶ تفاوت درآمد و هزینه یا سود خالص به‌دست آمده از هر درخت در درختان دیم ۵۸۱۲۰ ریال و از درختی که آبیاری کامل شده است ۱۰۹۰۸۲۰ ریال بود. با یک بار آبیاری، میزان سود خالص دریافتی از هر درخت به ۸۰۵۵۹۰ ریال رسید. میزان سود خالص به‌دست آمده از هر کیلوگرم میوه انجیر در تیمار دیم ۱۸۷۵۰ و در تیمار آبیاری کامل ۱۱۱۳۱۰ ریال بر کیلوگرم و به‌طور متوسط در تیمارهای آبیاری حدود ۱۱۵۰۰۰ ریال بر کیلوگرم بود. تفاوت درآمد به هزینه یا سود به‌دست آمده از مصرف هر

مترمکعب آب در تیمار آبیاری کامل و تیمار یک مرتبه آبیاری به‌ترتیب ۷۲۷۲۰ و ۵۳۷۰۶۰ ریال بود که تفاوت چشم‌گیری است. تفاوت سود خالص به دست آمده از تیمار آبیاری کامل و تیمار دیم ۱۰۳۲۷۱۰ ریال به‌ازای هر درخت و به‌ازای یک نوبت آبیاری ۷۴۷۴۷۰ ریال به ازای هر درخت به دست آمد. میزان نسبت درآمد به هزینه در تیمار دیم، تیمار یک نوبت آبیاری و تیمار آبیاری کامل به‌ترتیب ۱/۱۰، ۲/۲۱ و ۱/۸۰ برآورد گردید. بیش‌ترین میزان نسبت درآمد به هزینه مربوط به تیمار سه به میزان ۲/۲۴ بوده که تفاوت قابل توجهی با تیمار سه نداشت. نتایج نشان می‌دهد که نسبت درآمد به هزینه در تیمار دیم خیلی کمتر از تیمارهای آبیاری بوده ولی به‌طور کلی با افزایش آبیاری کاهش یافته است.

جدول ۱۱- تفاوت و نسبت درآمد به هزینه انجیر در سال ۹۵ و ۹۶

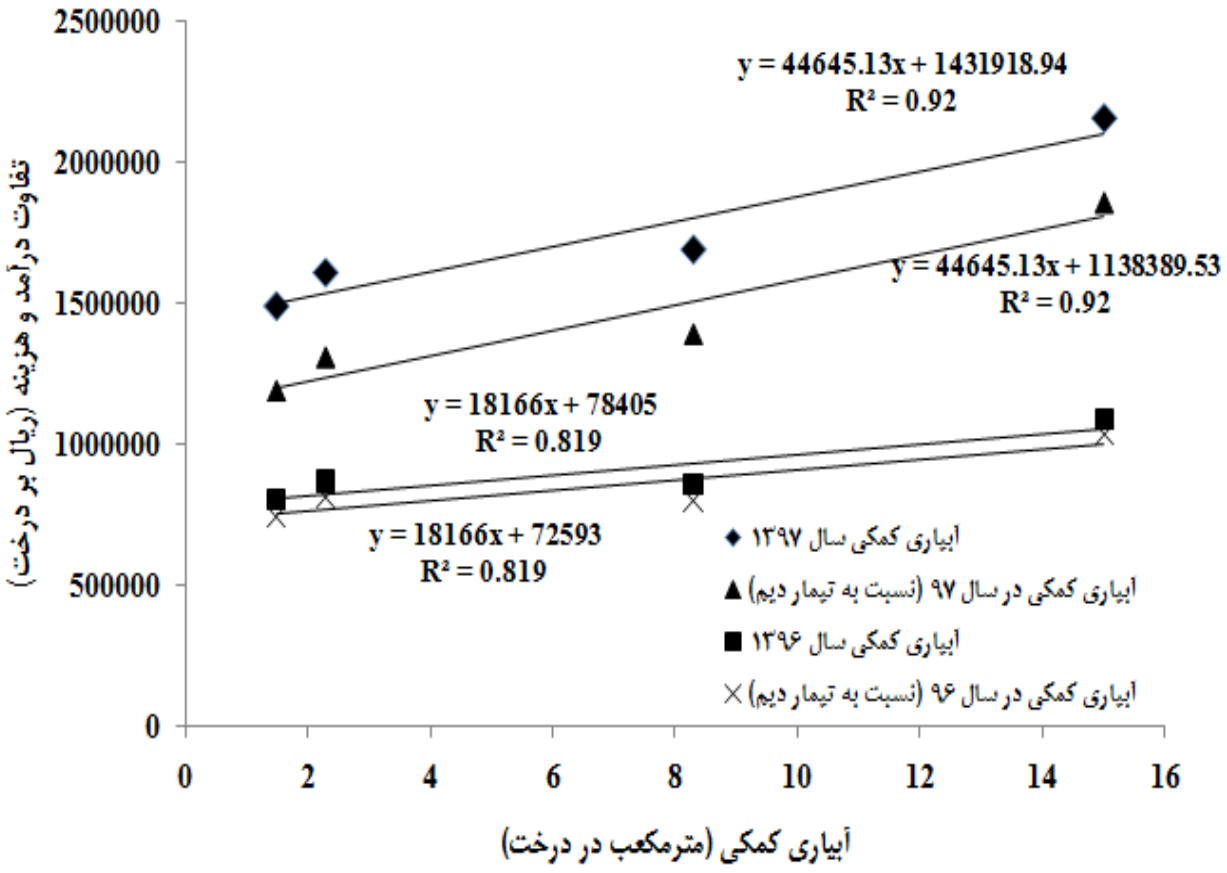
تیمار آبیاری	تفاوت درآمد و هزینه (ریال بر درخت)	تفاوت درآمد و هزینه (ریال بر کیلوگرم)	تفاوت درآمد و هزینه (ریال بر مترمکعب)	تفاوت درآمد و هزینه نسبت به تیمار بدون آب (ریال بر درخت)	نسبت درآمد به هزینه هر درخت
۱	۱۰۹۰۸۲۰	۱۱۱۳۱۰	۷۲۷۲۰	۱۰۳۲۷۱۰	۱.۸۰
۲	۸۶۱۵۴۰	۱۰۹۰۶۰	۱۰۳۸۰۰	۸۰۳۴۲۰	۱.۸۵
۳	۸۷۰۵۹۰	۱۲۴۳۷۰	۳۷۸۵۲۰	۸۱۲۴۷۰	۲.۲۴
۴	۸۰۵۵۹۰	۱۱۵۰۸۰	۵۳۷۰۶۰	۷۴۷۴۷۰	۲.۲۱
۵ و۶	۵۸۱۲۰	۱۸۷۵۰	–	۰	۱.۱۰

بر اساس جدول ۱۲ در سال ۹۷ و پس از افزایش قیمت‌ها، روند و نتایج کلی تفاوت بین تیمار ها مشابه سال ۹۶ و ۹۵ بوده ولی میزان تفاوت درآمد و هزینه و نسبت درآمد به هزینه در سال ۹۷ نسبت به سال ۹۵ و ۹۶ افزایش چشم‌گیری داشته است. سود خالص به دست آمده از هر درخت دیم به ۲۹۳۵۳۰ ریال و در آبیاری کامل به ۲۱۵۴۷۱۰ ریال رسید. با یک‌بار آبیاری میزان سود به ۱۴۸۷۶۵۰ ریال رسید. میزان تفاوت در سود به‌دست آمده از تیمار چهار (یک مرتبه آبیاری) نسبت به تیمار دیم ۱۱۹۴۱۲۰ ریال بود. نسبت درآمد به هزینه نیز افزایش داشت و در تیمارهای مختلف آبیاری بین ۲/۲۲ و ۲/۹۱ متغیر بود. نسبت درآمد به هزینه تیمار دیم نیز برابر با ۱/۴۶ گردید که از مقدار مشابه در سال ۹۵ و ۹۶ (۱/۱۰) بیش‌تر است؛ بنابراین می توان گفت میزان سود خالص سال ۹۷ نسبت به سال ۹۶ و ۹۵، به‌ازای هر درخت حدود ۷۰ درصد، به‌ازای هر مترمکعب آب مصرفی ۸۶ درصد و به‌ازای هر کیلوگرم میوه خشک انجیرحدود ۹۰ درصد افزایش داشت. مهم‌ترین دلیل افزایش سود خالص سال ۹۷ نسبت به سال‌های قبل می‌تواند این باشد که در سال ۹۷ عمده هزینه‌های تولید توسط باغداران به صورت ریالی پرداخت شده ولی قیمت فروش محصول بیش‌تر متاثر از قیمت ارز بوده که جهش شدیدتری داشته است.

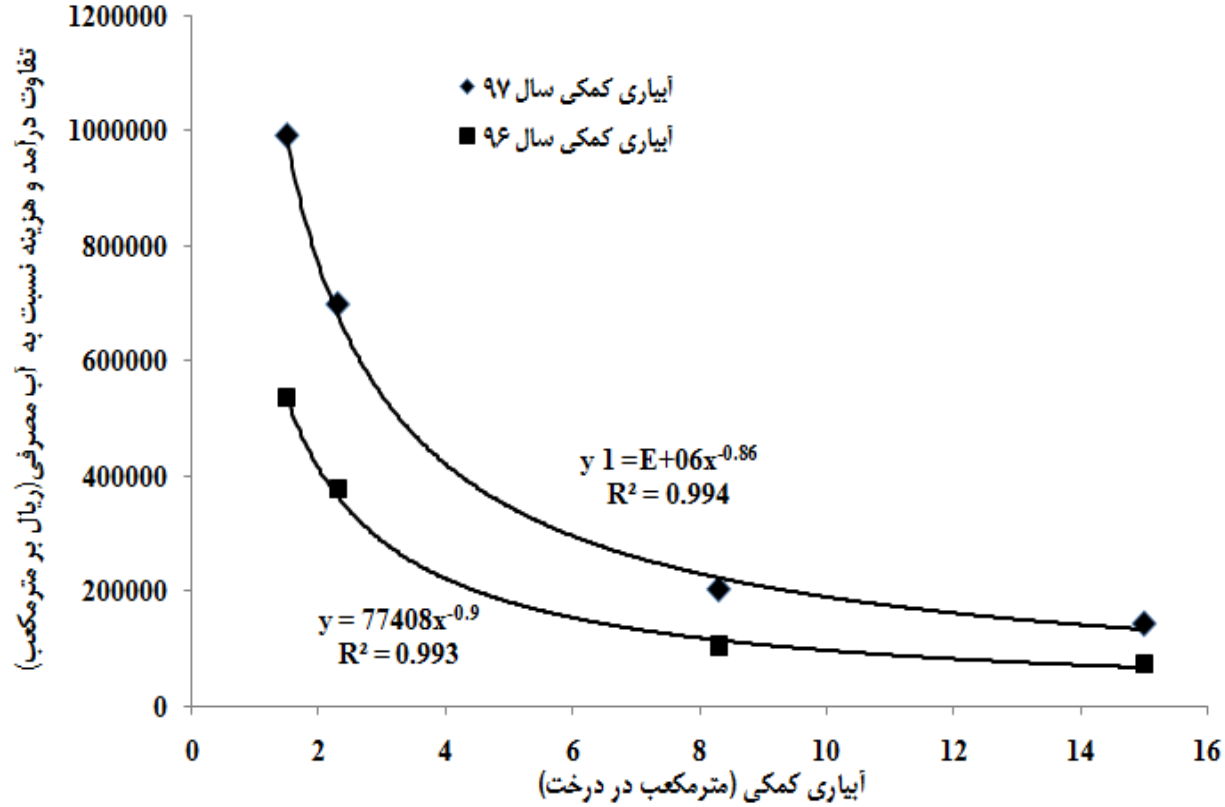
جدول ۱۲-تفاوت و نسبت درآمد به هزینه انجیر در سال ۹۷

تیمار آبیاری	تفاوت درآمد و هزینه (ریال بر درخت)	تفاوت درآمد و هزینه (ریال بر کیلوگرم)	تفاوت درآمد و هزینه (ریال بر مترمکعب)	تفاوت درآمد و هزینه نسبت به تیمار بدون آب (ریال بر درخت)	نسبت درآمد به هزینه هر درخت
۱	۲۱۵۴۷۱۰	۲۱۹۸۷۰	۱۴۳۶۵۰	۱۸۶۱۱۸۰	۲.۲۲
۲	۱۶۸۸۵۶۰	۲۱۳۷۴۰	۲۰۳۴۴۰	۱۳۹۵۰۳۰	۲.۳۳
۳	۱۶۰۶۶۵۰	۲۲۹۵۲۰	۶۹۸۵۴۰	۱۳۱۳۱۲۰	۲.۹۱
۴	۱۴۸۷۶۵۰	۲۱۲۵۲۰	۹۹۱۷۶۰	۱۱۹۴۱۲۰	۲.۸۹
۵ و۶	۲۹۳۵۳۰	۹۴۶۹۰	–	۰	۱.۴۶

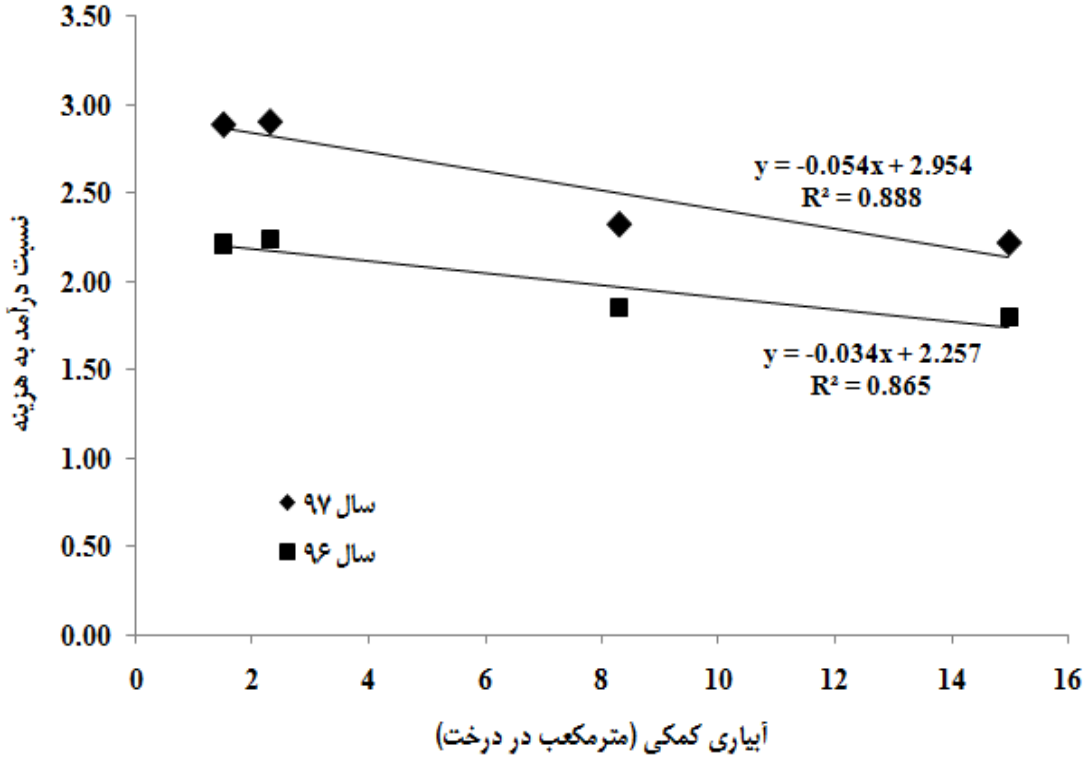
شکل ۲ خطوط برازش شده بر مقادیر تفاوت درآمد و هزینه در هر درخت را نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد تغییرات تفاوت درآمد و هزینه به میزان آبیاری از معادله خط راست پیروی نموده و از معادلات خطوط برازش شده می‌توان به منظور پیش بینی سود خالص به‌ازای مقادیر آبیاری استفاده کرد. این خطوط نیز نشان می‌دهند که میزان و شیب افزایش سود در سال ۹۷ بیش‌تر از سال‌های قبل بوده است. شکل ۳ خطوط برازش شده بر تفاوت درآمد و هزینه به‌ازای آب مصرف شده در دو سال مورد بررسی را نشان می‌دهد. تغییرات این پارامتر در هر دو سال مورد بررسی از منحنی توانی با شیب منفی پیروی کرده که با افزایش دفعات یا میزان آبیاری، میزان سود حاصله به‌شدت کاهش می‌یابد. منحنی مربوط به سال ۹۷ به‌طور کامل در بالای منحنی سال قبل قرار گرفته که نشان دهنده سود چشم-گیر در این سال نسبت به سال قبل به دلیل افزایش قیمت‌ها می‌باشد. طبق شکل ۴ تغییرات نسبت درآمد به هزینه در هر دو سال مورد بررسی به شکل معادله خط راست با شیب منفی بوده که دوباره خط مربوط به سال ۹۷ بالاتر از خط مربوط به سال ۹۶ می‌باشد و به‌طور کلی با افزایش آبیاری نسبت درآمد به هزینه کاهش می‌یابد. شکل ۵ تغییرات تفاوت درآمد و هزینه بر میزان محصول تولیدی را نشان می-دهد. نتایج نشان می‌دهد که آبیاری تغییر چندانی در میزان سود به‌دست آمده از هر کیلوگرم محصول نداشته است و همبستگی آماری بین مقادیر سود وجود نداشته است.



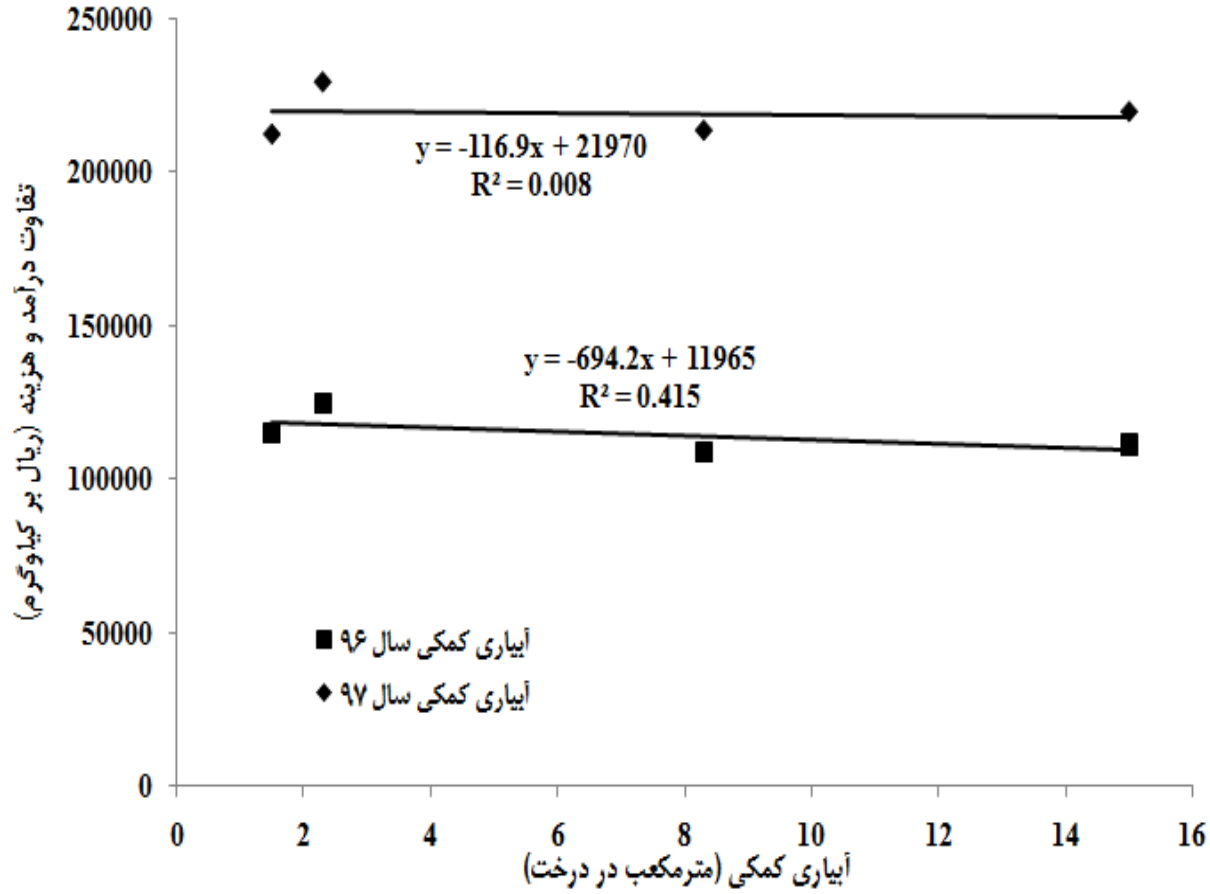
شکل ۲- مقایسه تفاوت درآمد و هزینه در مقادیر مختلف آبیاری به‌ازای هر درخت



شکل ۳– مقایسه تفاوت درآمد و هزینه در مقادیر مختلف آبیاری به‌ازای میزان آب مصرفی



شکل ۴– مقایسه نسبت درآمد به هزینه در مقادیر مختلف آبیاری



شکل ۵- مقایسه تفاوت درآمد و هزینه در میزان محصول به‌ازای میزان آب مصرفی

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

نتایج این تحقیق نشان داد که با اندازه‌گیری دمای پوشش سبز گیاه و استفاده از روابط ارائه شده توسط ایدسو می توان به‌خوبی برنامه ریزی آبیاری درختان انجیر دیم را انجام داد. متوسط میزان آب داده شده به هر درخت در پنج تیمار تنش آبی بین ۱/۵ تا ۱۵ و در تیمار دیم (بدون آبیاری) صفر متر مکعب بود. میزان عملکرد این تیمارها نیز بین ۹/۸ تا ۳/۱ کیلوگرم درهر درخت متغیر بود. متوسط بهره‌وری مصرف آب در تیمار یک (آبیاری کامل) ۰/۶۵، در تیمار چهار (یک مرتبه آبیاری) ۴/۷۳ کیلوگرم بر مترمکعب و در تیمار دیم میزانی زیاد و نامعلوم به‌دست آمد؛ بنابراین مشاهده می‌گردد که با انجام آبیاری، میزان عملکرد محصول تا بیش از سه برابر افزایش یافته و در عوض میزان بهره‌وری مصرف آب کاهش داشته است. بررسی‌های اقتصادی نشان داد که به‌طور کلی تفاوت درآمد و هزینه و نسبت درآمد به هزینه در سال ۹۷ خیلی بیش‌تر از سال ۹۶ و ۹۵ بوده که به‌دلیل افزایش بیش‌تر قیمت فروش میوه انجیر نسبت به افزایش هزینه‌ها بوده است. در سال‌های مورد بررسی با انجام یک مرتبه آبیاری میزان محصول و در نتیجه میزان تفاوت سود خالص نسبت به تیمار دیم به‌شدت افزایش داشته است. در سال ۹۵ و ۹۶ این تفاوت ۷۴۰۰۰۰ ریال و در سال ۹۷ حدود ۱۱۹۰۰۰۰ ریال به‌ازای هر درخت بوده است. میزان سود به‌دست آمده با انجام یک مرتبه آبیاری به‌ترتیب حدود ۵۳۰۰۰۰ و ۹۹۰۰۰۰ ریال به‌ازای هر مترمکعب آب برآورد گردید که با افزایش تعداد دفعات آبیاری این سود کاهش یافته تا در آبیاری کامل به‌ترتیب به حدود

۷۲۰۰۰ و ۱۴۳۰۰۰ ریال بر مترمکعب رسید. نسبت درآمد به هزینه نیز در سال‌های مورد بررسی از ۱/۱۰ و ۱/۴۶ در شرایط دیم به ۲/۲۱ و ۲/۸۹ در شرایط اعمال یک مرتبه آبیاری رسید که افزایش حدود دو برابری را نشان می‌دهد. در سال‌های گذشته به دلیل خشکی های مکرر، درختان انجیر دیم استهبان رو به خشکی رفته و انجام آبیاری به‌منظور نجات این درختان امری ضروری به‌نظر می‌رسید. باغ‌داران منطقه نیز بر اساس تجربه سال‌های گذشته به اهمیت آبیاری در حفظ درختان خود پی برده و به‌دلیل افزایش سود اقتصادی، تمایل زیادی به انجام آبیاری دارند؛ بنابراین باید این موضوع به نحو مطلوب مدیریت شده که علاوه بر حفظ این انجیرستان از خطر خشکی و افزایش سود اقتصادی برای باغداران، با مصرف حداقل آب، به منابع آبی منطقه نیز لطمه‌ای وارد نشود. بررسی فنی و اقتصادی آبیاری درختان انجیر دیم استهبان در این تحقیق نشان داد که با یک نوبت آبیاری به میزان ۱۵۰۰ لیتر به ازای هر درخت و در اوایل مرداد ماه هرسال، علاوه بر نجات درختان از خشکی و مصرف آب کمتر، میزان محصول و سود اقتصادی به‌دست آمده را به شدت افزایش می‌دهد.

فهرست منابع

۱. اسدی، ه.، زمانیان، غ. و توکلی، ع. ۱۳۹۴. بررسی اقتصادی تک آبیاری و تعیین هزینه تمام شده آب آبیاری در مزارع گندم دیم منطقه هنام، استان لرستان. مجله بوم شناسی گیاهان زراعی، جلد ۱۱، شماره ۲، ۱-۱۰.

۲. پرهیزکاری، ا. و بدیع برزین، ح. ۱۳۹۶. تعیین ارزش اقتصادی آب و شبیه سازی رفتار کشاورزان منطقه تاکستان در کاهش منابع آب کشاورزی. نشریه پژوهش آب در کشاورزی، ب، جلد ۳۱، شماره ۱، ۱۰۶-۱۱۸.

۳. پوران،ر.، راغفر، ح.، قاسمی، ع. و بزازان، ف. ۱۳۹۶. محاسبه ارزش اقتصادی آب مجازی با رویکرد حداکثر سازی بهره وری آب آبیاری. فصلنامه مطالعات اقتصادی کاربردی ایران، سال ۶، شماره ۲۱، ۱۸۹-۲۱۲.

۴. پیری، ح. و حیدری، م. ۱۳۹۶. برآورد تابع تقاضا و ارزش اقتصادی آب در تولید سورگوم علوفه ای در منطقه سیستان. تحقیقات اقتصاد کشاورزی، جلد ۱۰، شماره ۲، ۱۲۱-۱۳۴.

۵. زارع، ح. (۱۳۸۶). بررسی اثرهای هرس بر کمیت و کیفیت انجیر خشک رقم سبز در شرایط دیم. علوم و فنون باغبانی ایران ، ۸(۱)، ۱۲-۱.

۶. زارعی، ن.، مهرابی بشرآبادی، ح. و خسروی، م. ۱۳۹۳. برآورد ارزش اقتصادی آب در تولید سیب زمینی؛ مطالعه موردی: روستاهای استان های کردستان و همدان. فصلنامه راهبردهای توسعه روستایی، جلد ۱، شماره ۳، ۱۹-۳۲.

۷. شاهرخ نیا، م.ع.، و کرمی، م.ج. (۱۳۹۶). بررسی اثر مقادیر مختلف آب آبیاری بر عملکرد انگور یاقوتی. مجله مهندسی آبیاری و آب، سال ۷، شماره ۲۸، ۱۰۸-۱۲۲.

۸. شاهرخ نیا، م.ع.، جوکار، ل. و رخشنده رو، م. (۱۳۹۵). بررسی تنش آبی با استفاده از شاخص های دمای برگ و رطوبت خاک بر عملکرد و بهره وری مصرف آب گوجه فرنگی نشایی. مجله مهندسی آبیاری و آب، سال ۷، شماره ۲۶، ۹۷-۱۱۱.

۹. شاهرخ نیا، م.ع. و رحیمی، ه. (۱۳۹۵). بررسی اقتصادی کم آبیاری ارقام گوجه فرنگی در کشت نشایی. نشریه پژوهش آب در کشاورزی، ب، جلد ۳۰، شماره ۴، ۴۸۳-۴۹۵.

۱۰. عزیزی، ش.، توبه، ا.، رزمجو، ا.، همپایی، خ. و یقینی، ف. ۱۳۹۶. ارزیابی بهره وری فیزیکی و اقتصادی آب مصرفی در الگوی کشت محصولات زراعی دیم (مطالعه موردی:دهستان انجیرلو)، سومین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه، موسسه تحقیقات خاک و آب، کرج.

۱۱. علیزاده دیزج، ا. و ابراهیمیان، ح. ۱۳۹۶. بررسی اثر آبیاری تکمیلی و تاریخ کاشت بر بهره وری فیزیکی و اقتصادی آب مصرفی گیاهان گندم و جو در شرایط دیم ارومیه. مجله زراعت دیم ایران، دوره ۶، شماره ۲، ۲۴۷-۲۶۲.

۱۲. فلاحی، ا.، خلیلیان، ص. و احمدیان، م. ۱۳۹۴. استخراج توابع تقاضا و تعیین ارزش اقتصادی آب در تولید محصولات عمده زراعی دشت سیدان-فاروق شهرستان مرودشت. اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال ۲۳، شماره ۹۰، ۱-۲۸.

۱۳. گلزاری، ز.، اشراقی، ف. و کرامت زاده، ع. ۱۳۹۵. برآورد ارزش اقتصادی آب در تولید محصول گندم در شهرستان گرگان. نشریه پژوهش آب در کشاورزی، ب، جلد ۳۰، شماره ۴، ۴۵۷-۴۶۶.

۱۴. محمودی، ا. و کریمی، ه. ۱۳۹۶. ارزش گذاری اقتصادی آب برای مزارع بزرگ و کوچک گندم(مطالعه موردی:شهرستان طبس). اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال ۲۵، شماره ۱۰۰، ۱-۱۹.

۱۵. موسی وند، س. و غفاری، ح. ۱۳۹۴. برآورد ارزش اقتصادی آب در تولید محصول پیاز در حوزه آبریز زنجانرود. نشریه پژوهش آب در کشاورزی، ب، جلد ۲۹، شماره ۴، ۵۴۷-۵۵۷.

16. *Abdolahipour, M., Kamgar-Haghighi, A.A., Sepaskhah, A.R. 2018. Time and amount of supplemental irrigation at different distances from tree trunks influence on soil water distribution, evaporation and evapotranspiration in rainfed fig orchards. Agricultural Water Management, 203, 322-332.*

17. *Al-Desouki, M., Abd El-Rahman, I., Sahar, A. 2009. Effect of some antitranspirants and supplementary irrigation on growth:yield and fruit quality of Sultani fig (Ficus carica) grown in the Egyptian western coastal zone under rainfed conditions. Res. J. Agric. Biol. Sci. 5, 899-908.*

18. *Anda, A., Soos, G., Menyhart, L., Kucserka, T., Simon, B. 2020. Yield features of two soybean varieties under different water supplies and field conditions. Field Crop Research, 245, (published online)*

19. *Baker, J.T., Mahan, J.R., Gitz, D.C., Lascano, R.J., Ephrath, J.E. 2013. Comparison of deficit irrigation scheduling methods that use canopy temperature measurements. Plant Biostems, 147(1), 40-49.*

20. *Colak, Y.B., Yazar, A. 2017. Evaluation of crop water stress index on Royal table grape variety under partial root drying and conventional deficit irrigation regimes in the Mediterranean Region. Scientia Horticulturae, 224, 384-394.*

21. *Cosic, M., Stricevic, R., Djurovic, N., Lipovac, A., Bogdan, I., and Pavlovic, M. 2018. Effect of irrigation regime and application of kaolin on canopy temperatures of sweet pepper and tomato. Scientia Horticulturae, 238, 23-31.*

22. *Erdem, Y., Sehirali, S., Erdem, T. and Kenar, D. 2006. Determination of crop water stress index for irrigation scheduling of Bean (Phaseolus vulgaris L.). Turk J. Agric. For., 30,195-202.*

23. *Erdem, Y., Erdem, T., Orta, H. and Okursoy, H. 2005. Irrigation scheduling for watermelon with crop water stress index (CWSI). J. Cent. Eur.Agr., 6, 449-460.*

24. *Gonita, N.K. and Tiwari, K.N. 2008. Development of crop water stress index of wheat crop for scheduling irrigation using infrared thermometry. Agricultural Water Management, 95, 1144-1152.*

25. *Honar, T., Sepaskhah, A.R. 2015. Effect of using potassium on increasing resistance of fig trees to drought. National Drought Research Institute, Shiraz, Iran, pp.113.*

26. *Idso, S.B. (1982). Non-water stressed base line: A key to measuring and interpreting plant water stress. Agric. Meteorol., 27, 59-70.*

27. *Idso, S.B., Jackson, R.D., Pinter, P.J., Reginato, R.J. and Hatfield, J.L. 1981. Normalizing the stress-degree day parameter for environmental variability, Agric. Meteorol., 24, 45-55.*

28. *Jafari, M., Abdolahipour-Haghighi, J., Zare, H. 2012. Mulching impact on plant growth and production of rainfed fig orchards under drought conditions. Journal of Food, Agriculture and Environmemt, 10 (1), 428-433.*

29. *Kamgar-Haghighi, A.A., Sepaskhah, A.R. 2015. Effects of different levels od supplementary irrigation and pruning times on rainfed fig trees in wet and dry years. National Drought Research Institute, Shiraz, Iran, pp.102.*

30. *Lebourgeois, V., Chopart, J.L., Begue, A., and Le Mezo, L. 2010. Towards using a thermal infrared index combined with water balance modeling to monitor sugarcane irrigation in a tropical environment. Agricultural Water Management, 97, 75-82.*

31. *Lobo, F.A., Oliva, M.A., Resende, M., Lopes, N.F., and Maestri, M. (2004). Infrared thermometry to schedule irrigation of common bean. Pesq. Agropec. Bras., 39, 113-121.*
32. *Misra, R.K., Fuentes, S. and Raine, S.R. (2006). Recent developments and strategies in the use of plant indicators for irrigation scheduling. Cooperative Research Centre for Irrigation Futures, University of Southern Queensland, Toowoomba, QLD 4350.*
33. *Oweis, T. 1997. Supplemental Irrigation: A highly efficient water-use practice. ICARDA.*
34. *Sepaskhah, A.R., and Kashefipour, S.M. (1995). Evapotranspiration and crop coefficient of sweet lime under drip irrigation. Agricultural Water Management, 27, 331-340.*
35. *Sepaskhah, A.R., and Kashefipour, S.M. (1994). Relationship between leaf water potential, CWSI, yield and fruit quality of sweet lime under drip irrigation. Agricultural Water Management, 25, 13-22.*
36. *Wang, D., and Gartung, J. 2010. Infrared canopy temperature of early-ripening peach trees under postharvest deficit irrigation. Agricultural Water Management, 97, 1787-1794.*

Determination of Water Productivity and Economic Productivity of Irrigation in Rain-Fed Fig Orchards in Estahban

M. A. Shahrokhnia[1] and H. Zare

Associate Professor, Agricultural Engineering Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shiraz, Iran.**mashahrokh@yahoo.com**

Assistant Professor, Fig Research Station, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Estahban, Iran.
hamidzare777@gmail.com

Received: February 2019, and Accepted:September 2020

Abstract

Estahban region in Fars province is mostly covered with rainfed fig trees. Gardeners have applied over-irrigation because of drought in recent years. In this study, irrigations were scheduled based on different crop water stress indexes by measuring canopy temperature. The treatments included irrigation at different Crop Water Stress Indexs (CWSI) of 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8. A rain-fed treatment was also added as control. The trees were irrigated by hand using water tankers. During the two years of the research, the number of irrigations, yield, and water productivity were measured. Duncan test was used for statistical analysis of the treatments in a complete block test design with four replicates. Economical analyses were also done based on benefits and costs in 2017 and 2018. Results showed that the maximum observed CWSI was not more than 0.6. Irrigation increased the yield values from 3.1 kg/tree in rain-fed condition to 9.8 kg/tree in the fully irrigated treatment. However, water productivity decreased from a large value in the rainfed treatment to 0.65 kg/m^3 in the fully irrigated treatment. The treatment that was irrigated once had amuch increase in yield and increase about 740000 and 1190000 Rials in net benefit compared to rain-fed treatment in the studied years. The net benefit of one irrigation in the two studied years was about 530000 and 990000 Rials/$m^3$of applied water. These values decreased with increase in the irrigation times. The benefit cost ratio in the two studied years was 1.10 and 1.46 for rain-fed trees while it was 2.21 and 2.89 for single irrigation treatment, respectively. Therefore, by one supplemental irrigation of the rain-fed fig trees,the drought damages could be controlled, a significant economical benefit could be gained, and over-irrigation is avoided.

Keywords: Benefit: cost ratio, Crop cover temperature, Water stress

[1] - Corresponding author, Agricultural Engineering Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Shiraz, Iran.