

مقاله علمی-پژوهشی

## اثر روش‌های مختلف آبیاری تکمیلی بر خصوصیات زایشی و بهره‌وری آب انجیر دیم

امیر اسلامی<sup>۱\*</sup>، مسلم جعفری<sup>۲</sup> و مریم خزاعی<sup>۳</sup>

### چکیده

با توجه به خشک‌سالی‌های اخیر و در نتیجه کاهش کمی و کیفی منابع آب در استان فارس تغییر الگوی کشت از محصولات با مصرف آب زیاد به محصولات با نیاز آبی کم و توسعه باغات دیم اجتناب‌ناپذیر شده است. به‌طوری‌که علاوه بر شهرستان استهبان، در بسیاری از شهرستان‌های استان مانند فسا، جهرم، خفر و خرامه نیز کشت درختان انجیر رقم سبز در حال توسعه است. این تحقیق در راستای بررسی تأثیر روش‌های مختلف آبیاری تکمیلی بر بهره‌وری آب و ویژگی‌های زایشی محصول انجیر در شهرستان خرامه طی سال‌های ۹۶-۹۷ و ۹۷-۹۸ در قالب یک طرح آزمایشی با بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تیمار روش آبیاری و در ۵ تکرار اجرا شد. تیمارهای طرح شامل آبیاری تکمیلی به میزان ۱۵۰۰ لیتر در ماه‌های اسفند، اردیبهشت و مرداد به روش‌های غرقابی، قطره‌ای زیرسطحی، میکروجت و بدون آبیاری تکمیلی به‌عنوان شاهد در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد تعداد میوه زرد روشن به میزان ۲۴۷ درصد در تیمار میکروجت نسبت به شاهد افزایش داشت. همچنین تعداد میوه‌های گرید AA و صدیک که مرغوب‌ترین کیفیت میوه در انجیر می‌باشند در آبیاری به روش میکروجت نسبت به سایر روش‌های آبیاری به‌طور معناداری بیشتر بود. همچنین وزن میوه‌های زرد روشن و AA در درختان آبیاری تکمیلی شده به روش میکروجت بیشترین مقدار را داشت و تفاوت آن با دیگر تیمارها و تیمار شاهد معنی‌دار بود. شاخص بهره‌وری فیزیکی آب در سال اول آزمایش در تیمارهای غرقابی و میکروجت به میزان ۰/۱۱ کیلوگرم بر مترمکعب برآورد شد که بیشترین مقدار در بین سایر تیمارها و نسبت به سال دوم بود.

واژه‌های کلیدی: آبیاری قطره‌ای زیرسطحی، آبیاری میکروجت، انجیر رقم سبز، خرامه

### مقدمه

شیوه دیم گردیده است؛ بنابراین انجام آبیاری تکمیلی جهت غلبه بر این مشکل ضروری به نظر می‌رسد (Frone and Frone, 2015). تحقیقات اخیر نشان می‌دهد که در پی افزایش نیازهای غذایی، آبیاری تکمیلی می‌تواند به‌عنوان یک راهکار مناسب جهت افزایش محصول در آبیاری اراضی کشاورزی دیم به کار گرفته شود. در شهرستان خرامه استان فارس اخیراً با تشدید مخاطرات بحران کمی و کیفی منابع آبی در منطقه، رویکرد توسعه باغات با نیاز آبی کم مانند انجیر شکل گرفته است، به‌طوری‌که در حال حاضر مساحت این باغات به بیش از ۷۰۰ هکتار رسیده و همچنان در حال گسترش است. در حال حاضر در این منطقه از یک‌سو به علت کاهش کمی و کیفی منابع آب و در نتیجه تغییر اجتناب‌ناپذیر الگوی کشت و از سوی

خشک‌سالی‌های اخیر و کاهش منابع آبی در مناطق خشک و نیمه‌خشک باعث ایجاد مشکلاتی در کشاورزی به

<sup>۱</sup> استادیار پژوهشی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران (\* نویسنده مسئول: amireslami.50@gmail.com)

<sup>۲</sup> استادیار پژوهشی، ایستگاه تحقیقات انجیر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، استهبان، ایران

<sup>۳</sup> دکتری مهندسی آب، دانشگاه شیراز، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۲/۲۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۳/۳

آبیاری قطره‌ای در بافت‌های متفاوت خاک نشان داد نوع آبیاری اثر معنی‌داری بر تعداد میان‌گره در انجیر دارد و عملکرد و تعداد میوه نیز با توجه به نوع آبیاری قطره‌ای تغییر معنی‌داری داشت. درختان آبیاری شده نسبت به درختان شاهد بدون آبیاری ۲۷ تا ۴۷ درصد میوه بیشتری تولید کردند (Andrade et al., 2014). روش‌های مختلف آبیاری از آنجایی که اثرهای شگرفی بر رشد ریشه و فعالیت آنزیمی خاک در طول فرایند درشت شدن میوه دارند، کارایی مصرف کودها و عناصر غذایی را نیز افزایش داده و منجر به افزایش عملکرد و کیفیت میوه می‌گردند (Wang et al., 2017). یکی از دلایلی که ممکن است منجر به ایجاد تفاوت‌های معنی‌دار در عملکرد و خصوصیات کیفی میوه‌ها در تیمارهای مختلف آبیاری نگردد، وجود مکانیسم‌های تنظیم اسمزی است که موجب می‌شود درختان تحت تنش خشکی، با کمبود آبیاری در طول دوره رشد سریع میوه بدون اثر گذاشتن روی عملکرد کنار بیایند (Hernández et al., 2017).

نتایج حاصل از پژوهش خزاعی و سپاسخواه بر روی آبیاری تکمیلی انجیر دیم استهبان در شرایط محدودیت زمین و با دو فرض احداث آبگیر جهت استفاده از رواناب حاصل از بارندگی و یا عدم احداث آن نشان داد که در شرایط احداث آبگیر نسبت به شرایط بدون احداث آن، مقدار بهینه آب کاربردی کمتر و میزان عملکرد انجیر و همچنین سود خالص حاصله بیشتر است. با احتساب قیمت آب ۲۰۰۰۰ ریال به ازای هر مترمکعب در شرایط محدودیت زمین در بارش‌های ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌متر مقدار آبیاری تکمیلی موردنیاز به ترتیب ۳۵۹، ۲۵۹ و ۱۵۹ میلی‌متر و در بارش‌های بیشتر از ۳۰۰ میلی‌متر در سال، نیاز به آبیاری تکمیلی درختان انجیر نیست. همچنین با توجه به نیاز کمتر به آبیاری تکمیلی درختان انجیر و کسب سود خالص بیشتر در شرایط احداث آبگیر نسبت به شرایط عدم احداث آن، احداث آبگیر جهت استفاده از رواناب حاصل از بارندگی علیرغم هزینه‌های احداث آن توصیه می‌گردد (Khozaei and Sepaskhah, 2018).

الشازلی و همکاران در طی دو فصل رشد اثر تیمارهای مختلف آبیاری (۱۰۰ درصد  $ET_c$ ، ۷۵ درصد  $ET_c$  و ۵۰ درصد

دیگر پایین بودن میانگین بارندگی و خشک‌سالی‌های اخیر، متأسفانه بهره‌برداران با انجام آبیاری‌های بی‌رویه با مشکلات و معضلات زیادی روبرو شده‌اند که قطعاً مدیریت صحیح آبیاری تکمیلی بر کاهش این مشکلات تأثیر بسیار زیادی خواهد داشت (بذرافکن، ۱۳۹۴). به‌عنوان یک اصل مهم در بهره‌وری آب کشاورزی، زمانی تنش آبی به‌تنهایی به بهبود بهره‌وری آب کمک خواهد کرد که دیگر تنش‌ها (کمبود مواد مغذی، علف‌های هرز و بیماری) کاهش و یا حذف‌شده باشند (Bouman, 2007). به‌عنوان مثال مدیریت آب باید همراه با مدیریت تغذیه، مدیریت خاک و مدیریت آفات صورت پذیرد (Rockström and Barron, Bindraban et al., 2000). (2007)

تحقیقات نشان داده است که عوامل مختلفی شامل: آبیاری تکمیلی، آبیاری و زهکشی مناسب، مدیریت حاصلخیزی خاک، کاهش عملیات خاک‌ورزی، حفظ رطوبت خاک و استفاده از انواع ارقام مقاوم به خشک‌سالی و بیماری در بهبود بهره‌وری آب کشاورزی تأثیرگذار می‌باشند. همچنین نتایج تحقیقات اخیر نشان می‌دهد که کاربرد روش‌های جدید آبیاری از جمله آبیاری بارانی و قطره‌ای، با توجه به بهبود مدیریت آبیاری در مزرعه، بهره‌وری مصرف آب (WP) را به میزان قابل‌توجهی افزایش داده است (Gunduz et al., 2011). سیستم‌های آبیاری اثرات تنظیم‌کننده‌ای بر شرایط محیطی، مانند آب، کودها، سوخت و گرما دارد و پراکنش رطوبت و حرارت خاک اثر معنی‌داری بر رشد محصول و عملکرد کمی و کیفی دارد. با افزایش درجه حرارت محیط قطعاً میزان تبخیر-تعرق افزایش خواهد یافت از طرفی رسیدن و برداشت میوه در این زمان نیز نیاز درخت به رطوبت بیشتر در خاک را افزایش خواهد داد، پس تأمین مقادیر بالاتری از رطوبت در مردادماه (شروع فصل رسیدن میوه انجیر) کمک شایانی به کمیت و کیفیت میوه خواهد نمود. همان‌طور که میزان رطوبت در فروردین و اردیبهشت بر رشد رویشی کمک می‌نماید. انجیر Blackmission در آمریکا برای تولید میوه‌های درشت نیاز به آبیاری بیشتری در فصل تابستان و رسیدن میوه دارد (Goldhamer, 1999). روش‌های مختلف

دو بخش مرکزی و کربال تشکیل شده است. شهرستان خرامه با وسعت ۱۵۹۳ کیلومترمربع و در شرق استان فارس در طول ۵۳ درجه و ۱۹ دقیقه شرقی و عرض ۲۹ درجه و ۳۲ دقیقه و با ارتفاع ۱۶۰۰ متر از سطح دریا قرار گرفته است. این شهرستان از شمال به شهرستان ارسنجان، از شمال غرب به شهرستان مرودشت، از شرق به شهرستان نیریز، از غرب به شهرستان شیراز و از جنوب شرق به شهرستان‌های فسا و استهبان محدود شده است. جمعیت شهرستان در حال حاضر در حدود ۷۰۰۰۰ نفر است. بر اساس آمار ایستگاه باران‌سنجی خرامه متوسط بارش ۱۴ ساله (از سال ۱۳۸۴ الی ۱۳۹۷) ۱۸۰ میلی‌متر گزارش شده است. اقلیم منطقه نیز بر اساس روش آمبرژه در بیشتر وسعت منطقه (۶۳ درصد) خشک و مابقی نیمه‌خشک خفیف می‌باشد. میزان تبخیر نیز از ۲۳۰۰ تا ۲۷۰۰ میلی‌متر در سال متغیر است. درجه حرارت متوسط سالانه نیز معادل ۲۰ درجه سانتی‌گراد برآورد شده است (بذرافکن، ۱۳۹۴).

### مواد و روش‌ها

این تحقیق در راستای افزایش کمی و کیفی و بهره‌وری آب محصول انجیر از طریق انجام آبیاری تکمیلی، در قطعه زمینی به مساحت ۳۲۰۰ مترمربع در شهرستان خرامه با آب‌وهوای گرم و خشک با متوسط بارش ۱۸۰ میلی‌متر در سال و متوسط دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد در سال‌های ۹۶-۹۷ (بارندگی ۱۵۴٫۷ میلی‌متر) و ۹۷-۹۸ (بارندگی ۱۱۵٫۵ میلی‌متر) اجرا گردید. سن درختان انجیر با رقم سبز در زمان شروع تحقیق حدود ۳ سال و فاصله کاشت درختان ۸ × ۸ متر بود. در این باغ علاوه بر ایجاد آبگیر برای درختان که در بارندگی‌ها به حفظ رطوبت کمک می‌نماید، لوله‌کشی پلی‌اتیلن نیز برای آبیاری تکمیلی از چاه به سر قطعات انجام شده بود که در زمان‌های خشک‌سالی امکان آبیاری تکمیلی وجود داشته باشد. طرح آزمایشی در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تیمار روش آبیاری و در ۵ تکرار (هر درخت یک تکرار) اجرا شد. تیمارهای طرح شامل: تیمار اول (T1) آبیاری تکمیلی به روش غرقابی که از طریق تانکر آب به درختان داده می‌شد؛ تیمار دوم

(ETc) روی برخی پارامترهای رشد سبزینه‌ای چهار رقم انجیر (سلطانی، ادیسی سفید، کنادریا و کادوتا) را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که پارامترهای رشد سبزینه‌ای مانند نرخ رشد، ارتفاع گیاه، قطر ساقه و جوانه، سبزی برگ و وزن خشک و مقدار سطح برگ در رقم سلطانی بیشترین اختلاف معنی‌دار را در مقایسه با سایر ارقام با سه تیمار آبیاری در هر دو فصل داشت. درصد آب آزاد برگ رقم سلطانی به‌طور معنی‌داری بالاتر از سه رقم دیگر بود، درحالی‌که رقم کادوتا کمترین میزان درصد آب نسبی برگ را در مقایسه با سایر ارقام در هر دو فصل داشت. علاوه بر این، بالاترین درصد کلروفیل کل برگ در ارقام ادیسی سفید و کنادریا بود (El-shazly et. al., 2014). شاهرخ نیا و زارع (۱۳۹۹) میزان آب آبیاری درختان ۵۰ ساله انجیر را با توجه به عمق ریشه ۲ متر، جرم مخصوص ظاهری خاک ۱/۵۴ گرم بر سانتی‌مترمکعب، رطوبت ظرفیت مزرعه ۲۱/۳ درصد وزنی، رطوبت نقطه پژمردگی دائم ۱۱/۹ درصد وزنی، تخلیه مجاز رطوبت ۷۵ درصد و قطر سایه‌انداز ۳/۳۶ متر، معادل ۱۵۰۰ لیتر در هر نوبت به ازای هر درخت تعیین نمودند.

با توجه به نتایج تحقیقات ارائه شده، مشخص می‌شود که آبیاری تکمیلی انجیر، از طریق احداث آبگیر و یا چند نوبت آبیاری درخت، سبب افزایش بهره‌وری آب محصول انجیر شده است. چنانچه مدیریت آبیاری تکمیلی همراه با مدیریت سایر عوامل به‌طور صحیح انجام شود به‌طور قابل‌توجهی می‌تواند در افزایش بهره‌وری نقش داشته باشد؛ اما در خصوص امکان استفاده از روش‌های مختلف آبیاری به‌ویژه آبیاری زیرسطحی و نقش آن‌ها در رشد زایشی درختان انجیر تاکنون تحقیقی صورت نپذیرفته است؛ بنابراین این تحقیق باهدف انتخاب مناسب‌ترین روش آبیاری تکمیلی در ارتقاء خصوصیات زایشی و بهره‌وری آب محصول انجیر انجام شده است.

### شرایط اکولوژیکی منطقه اجرای پروژه

شهرستان خرامه یکی از شهرستان‌های استان فارس در جنوب غربی ایران است. این شهرستان از شهرستان‌های جدید استان فارس محسوب می‌شود که از یک شهر به نام خرامه و

درختان داده شد (هنر و همکاران، ۱۳۹۴). خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول ۱ آمده است. مقدار محتوای نسبی آب برگ (RWC) در دو زمان اردیبهشت و مرداد هر سال محاسبه گردید. برای این کار ۸ برگ از هر درخت در جهات مختلف و در ارتفاع ثابت چیده و از هر برگ حدود ۵ عدد دیسک پلیت تهیه شد. وزن تر تمامی دیسک‌ها (FW) بلافاصله اندازه‌گیری و برای مدت ۲۴ ساعت در حجم مشخصی از آب مقطر قرار داده شد. سپس نمونه‌ها از آب بیرون آورده شده و پس از خشک‌کردن رطوبت سطحی روی دیسک‌ها، وزن آن‌ها که برابر با وزن غوطه‌وری (TW) بود، اندازه‌گیری گردید. بعد از آن نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در ۷۰ درجه سلسیوس گذاشته شده و وزن خشک (DW) آن‌ها به دست می‌آید. RWC از رابطه زیر به دست آمد.

$$\%RWC = \frac{(FW - DW)}{(TW - DW)} \times 100 \quad (1)$$

(T2) آبیاری تکمیلی به روش قطره‌ای زیرسطحی به طوری که لوله قطره‌چکان دار به صورت لوپ با فاصله ۱ متری از تنه درخت در عمق ۴۰ سانتی‌متر قرار گرفت؛ تیمار سوم (T3) آبیاری تکمیلی به روش میکروجت با شعاع پاشش ۱/۵ متر، دبی ۵۳۰ لیتر در ساعت و یک عدد برای هر درخت؛ تیمار چهارم (T4) بدون آبیاری تکمیلی یا در واقع به صورت کاملاً دیم که به‌عنوان شاهد نیز در نظر گرفته شد. برای کنترل حجم آب ورودی ۳ عدد کنتور و شیرفلکه ۱ اینچ در ابتدای لوله‌های نیمه‌اصلی و لوله خروجی تانکر نصب گردید. از بین ۱۰ درختی که در هر ردیف وجود داشت، ۵ درخت که وضعیت یکسانی داشتند به‌عنوان درختانی که اعمال تیمار می‌شوند انتخاب شده و تمامی اندازه‌گیری‌ها روی آن‌ها انجام گردید. حجم آب آبیاری که برای هر درخت در این سن در نظر گرفته شده است ۱۵۰۰ لیتر بود که در سه نوبت اسفندماه، اردیبهشت‌ماه و مردادماه و هر نوبت ۵۰۰ لیتر، در مجموع ۲۳۴ مترمکعب در هکتار، به

جدول ۱- نتایج آزمون پروفیل خاک مربوط به مزرعه مورد آزمایش

بافت خاک	pH	رس	سیلت	شن	ذرات درشت	کربن آلی	کربنات کلسیم	شوری	عمق سانتی‌متر	افق	خاکرخ
L	۸	۲۱/۲	۲۹/۶	۴۹/۲	۱۵-۳۵	۰/۴۹	۲۱	۱/۱۸	۰-۳۰	A	۱
SCL	۸/۲	۲۱/۲	۲۵/۳	۵۳/۵	۱۵-۳۵	۰/۳۰	۴۱	۰/۶۵	۳۰-۶۵	C1	۲
SCL	۸/۴	۲۱/۲	۲۴/۴	۵۴/۴	۳۵-۷۵	۰/۲۳	۴۱	۰/۵۶	۶۵-۱۰۰	C2	۳

رنگ با چشم انجام گرفت. تقسیم‌بندی میوه‌ها بر اساس گرید به صورت AA قطر میوه بیشتر از ۲۲ میلی‌متر، A دارای قطر بین ۱۷ تا ۲۲ میلی‌متر و B قطر میوه کمتر از ۱۷ میلی‌متر بود. برآورد بهره‌وری فیزیکی آب یک گیاه با اندازه‌گیری میزان عملکرد، مقدار آب آبیاری و مقدار بارش در طول فصل زراعی از رابطه (۲) محاسبه گردید (عباسی و همکاران، ۱۳۹۴).

اندازه‌گیری‌های زایشی درختان شامل تعداد میوه، گرید میوه (A, AA, B)، وزن و رنگ میوه می‌باشند که در فصل برداشت موردسنجش قرار گرفتند. رنگ میوه خشک انجیر به سه گروه زرد روشن، قهوه‌ای و قهوه‌ای تیره تقسیم‌بندی گردید که از نظر بازارپسندی زرد روشن نسبت به دو رنگ دیگر ارجحیت دارد. این تقسیم‌بندی و جداسازی میوه‌ها بر اساس

دانکن در سطح ۵ درصد صورت پذیرفت. همچنین برای آنالیز واریانس داده‌ها از نرم‌افزار SPSS استفاده گردید.

## نتایج و بحث

### محتوای نسبی آب برگ

تأثیر تیمارهای آبیاری تکمیلی بر میزان محتوای نسبی آب برگ درختان انجیر رقم سبز در این آزمایش معنی‌دار نبود و نشان می‌دهد که نوع روش و حتی آبیاری تکمیلی بر این شاخص مؤثر نبوده است (جدول ۲). به احتمال زیاد تغییرات این شاخص با افزایش سال اجرای پروژه مشهود می‌گردد.

جدول ۲- مقایسه میانگین محتوای نسبی آب برگ در تیمارهای مختلف آبیاری تکمیلی

تیمارهای آبیاری تکمیلی	غرقابی	زیرسطحی	میکروجت	شاهد (دیم)
محتوای نسبی آب برگ (درصد)	۷۲/۱۷ <sup>a</sup>	۷۰/۹۷ <sup>a</sup>	۷۲/۲۷ <sup>a</sup>	۷۲/۳۹ <sup>a</sup>

یکی دیگر از مهم‌ترین خصوصیات کیفی در اندازه میوه انجیر رقم سبز، میوه‌های AA می‌باشند. این میوه‌ها دارای قطری بالاتر از ۲۲ میلی‌متر بوده و از بازارپسندی و قیمت بالایی برخوردار هستند. بیشتر بودن تعداد میوه‌های AA نیز منجر به افزایش قیمت انجیر خواهد شد که در این آزمایش نیز تیمار آبیاری تکمیلی میکروجت منجر به افزایش معنی‌داری در تعداد میوه‌های AA گردیده است. بیشترین و کمترین تعداد میوه‌های AA به ترتیب در تیمار آبیاری تکمیلی میکروجت و شاهد مشاهده شدند (جدول ۳). آبیاری زیرسطحی پس از میکروجت بیشترین میوه AA را داشت. تیمارهای آبیاری تکمیلی تعداد میوه‌های A (میوه‌ای با قطر بین ۱۷ تا ۲۲ میلی‌متر) را کاهش دادند و تیمار شاهد بیشترین تعداد میوه A را دارا بود. در میان تیمارهای آبیاری تکمیلی، تیمار آبیاری میکروجت بیشترین تعداد میوه A را داشت که با دیگر تیمارهای آبیاری تکمیلی تفاوت معنی‌داری را نشان داد (جدول ۳). کمتر بودن تعداد میوه‌های سایز B (میوه با قطر کمتر از ۱۷ میلی‌متر) یکی از مزیت‌های محصول انجیر رقم سبز است. تعداد میوه‌های سایز B تیمارهای آبیاری تکمیلی دارای اختلاف

$$WP_p = \frac{Y}{(I + P)} \quad (2)$$

که در آن: WPp: بهره‌وری فیزیکی آب (کیلوگرم بر مترمکعب)، Y: عملکرد (کیلوگرم بر هکتار)، I: عمق آب آبیاری (مترمکعب بر هکتار)، P: مقدار بارش (مترمکعب بر هکتار) می‌باشد.

آنالیز آماری اثر روش‌های مدیریتی مختلف آبیاری تکمیلی بر شاخص‌های زایشی درختان انجیر به‌عنوان معیار اصلی در انتخاب تیمار برتر انجام و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون

### خصوصیات کمی و کیفی میوه انجیر رقم سبز

#### تعداد میوه انجیر رقم سبز

تعداد میوه‌های کرم‌رنگ درختان انجیر رقم سبز تحت تأثیر نوع آبیاری تکمیلی قرار گرفت. تمامی تیمارهای آبیاری تکمیلی اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد در تعداد میوه‌های کرم‌رنگ داشتند. بیشترین و کمترین میزان این صفت به ترتیب در تیمارهای شاهد و آبیاری غرقابی مشاهده شد. بین تیمار غرقابی و میکروجت تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۳). از لحاظ تعداد میوه قهوه‌ای‌رنگ بین تیمارهای آبیاری تکمیلی و تیمار شاهد هیچ تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. یکی از مهم‌ترین خصوصیات کیفی در رنگ میوه انجیر رقم سبز، میوه‌های به رنگ زرد روشن هست. بالاتر بودن تعداد میوه‌های زرد روشن منجر به افزایش قیمت انجیر خواهد شد که در این آزمایش نیز تیمارهای آبیاری تکمیلی منجر به افزایش معنی‌داری در تعداد میوه‌های زردرنگ گردید. بیشترین و کمترین تعداد میوه‌های زردرنگ به ترتیب در تیمار آبیاری تکمیلی میکروجت و شاهد مشاهده شدند. آبیاری زیرسطحی پس از میکروجت بیشترین میوه زردرنگ را داشت (جدول ۳).

معنی‌داری بودند. تیمارهای غرقابی و زیرسطحی با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری را نشان دادند. پس از آبیاری غرقابی، آبیاری میکروجت کمترین تعداد میوه B را در بین تیمارهای آبیاری تکمیلی داشت. بیشترین تعداد میوه B در محصول درختانی که آبیاری تکمیلی زیرسطحی شده بودند مشاهده شد (جدول ۳).  
تعداد میوه صدیک (روزنه میوه به‌طور کامل باز و حداقل دارای یک شکاف طولی به طول یک سانتی‌متر است) یکی دیگر از مهم‌ترین فاکتورهای بازارپسندی و قیمت انجیر در بازار مصرف ایران هست. اهمیت تعداد این میوه، از تعداد میوه AA به‌مراتب بالاتر است هرچند بسیاری از میوه‌های AA ممکن است صدیک نیز باشند. تیمار آبیاری میکروجت منجر به افزایش معنی‌دار تعداد میوه صدیک نسبت به تیمار شاهد و سایر دیگر تیمارهای آبیاری تکمیلی شد. پس از آبیاری میکروجت فقط در آبیاری به روش زیرسطحی میوه صدیک مشاهده شد (جدول ۳).  
تعداد میوه غنچه (باز بودن روزنه میوه با یک تا سه شکاف طولی کوچک) با کاربرد آبیاری تکمیلی میکروجت افزایش

معنی‌داری یافت. تفاوت تعداد میوه‌های غنچه در این تیمار با شاهد و دیگر تیمارهای آبیاری کمکی تفاوت معنی‌داری داشت (جدول ۳). کم بودن تعداد میوه خرمی (روزنه کامل بسته) یکی دیگر از خصوصیت‌های یک محصول بازارپسند انجیر است. درختانی که به روش زیرسطحی آبیاری کمکی شده بودند کمترین تعداد میوه خرمی را داشتند و بیشترین تعداد میوه خرمی در تیمار شاهد مشاهده شد. کم بودن تعداد میوه‌های خرمی در تیمار زیرسطحی اختلاف معنی‌داری با شاهد و سایر روش‌های آبیاری تکمیلی داشت (جدول ۳). جدول (۴) تجزیه واریانس تعداد میوه درختان انجیر را نشان می‌دهد. همان‌طور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود مقادیر ضریب تغییرات در تعداد انواع میوه‌های انجیر زیاد است. به نظر می‌رسد با توجه به اینکه این تحقیق در شرایط واقعی باغ صورت گرفته، وجود عوامل مختلف طبیعی برافزایش واریانس کلی و همچنین واریانس خطا تأثیر گذاشته و موجب افزایش این ضریب شده است.

جدول ۳- اثر آبیاری تکمیلی بر میانگین تعداد میوه درختان انجیر رقم سبز (سال‌های ۹۷ و ۹۸)

تیمارهای آبیاری تکمیلی	میوه کرم‌رنگ	میوه قهوه‌ای	میوه زرد روشن	میوه زرد AA	میوه گرید A	میوه گرید B	میوه غنچه	میوه صدیک	میوه خرمی
غرقابی	۴۲/۳ <sup>c</sup>	۲۹/۴ <sup>a</sup>	۲۹/۲ <sup>b</sup>	۱/۸ <sup>b</sup>	۱۵/۴ <sup>c</sup>	۸۴/۴ <sup>c</sup>	۰/۶ <sup>b</sup>	۰ <sup>b</sup>	۳۵/۸ <sup>a</sup>
زیرسطحی	۶۵/۸ <sup>b</sup>	۳۷/۴ <sup>a</sup>	۲۸/۸ <sup>ab</sup>	۲/۴ <sup>b</sup>	۱۶/۶ <sup>c</sup>	۱۲۳ <sup>a</sup>	۱ <sup>b</sup>	۰/۴ <sup>b</sup>	۲۵ <sup>b</sup>
میکروجت	۴۴ <sup>c</sup>	۳۳/۴ <sup>a</sup>	۵۹ <sup>a</sup>	۱۰ <sup>a</sup>	۲۵ <sup>b</sup>	۱۰۰/۸ <sup>b</sup>	۳/۴ <sup>a</sup>	۱/۲ <sup>a</sup>	۴۰/۲ <sup>a</sup>
شاهد (دیپ)	۷۹ <sup>a</sup>	۳۷/۲۵ <sup>a</sup>	۱۷ <sup>c</sup>	۰ <sup>b</sup>	۳۵ <sup>a</sup>	۱۰۰/۷۵ <sup>b</sup>	۲ <sup>ab</sup>	۰ <sup>b</sup>	۴۲/۲۵ <sup>a</sup>

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند در سطح احتمال ۵٪ آزمون چند دامنه‌ای دانکن دارای تفاوت معنی‌دار نمی‌باشند.

جدول ۴- تجزیه واریانس میانگین تعداد میوه‌های انجیر

منابع تغییرات	کرم‌رنگ	قهوه‌ای	زرد روشن	گرید AA	گرید A	گرید B	غنچه	صدیک	خرمی
میانگین جمع مربعات خطا									
تکرار	۴۷۰/۹	۲۵/۴	۱۳۲۲	۸۳/۶	۱۱۲۳/۷	۱۰۸/۱	۱/۴	۰/۲	۹۵
تیمار	۱۲۸۷/۷	۶۱/۸	۱۰۴۶/۳	۷۵/۵	۳۷۴/۶	۳۷۴/۶	۸	۱/۵	۳۱۲/۴
خطا	۱۸۰۱/۳	۶۳۸/۴	۶۱۲/۹	۱۹/۶	۱/۸	۲۰۹/۵	۲/۳	۰/۷	۴۰۸/۴
P-VALUE	۰/۵۶	۰/۹۶	۰/۲۲	۰/۰۴	۰/۲	۰/۷۶	۰/۰۵	۰/۱۳	۰/۵۳
ضریب تغییرات (درصد)	۷۴/۷۳	۷۴	۶۷	۱۱۸/۵۲	۶۴/۷	۵۵/۵	۸۷	۱۹۲	۵۷

### وزن میوه انجیر رقم سبز

انجیر رقم سبز در بیشتر خصوصیات اندازه‌گیری شده از نظر رنگ، اندازه و میزان شکستگی تحت تأثیر تیمارهای آبیاری تکمیلی قرار گرفت (جدول ۵). در این میان فقط وزن میوه‌های قهوه‌ای‌رنگ دستخوش تغییر معنی‌داری بین تیمارها و شاهد نشد. وزن میوه‌های کرم‌رنگ در تیمارهای شاهد (۲۸۴/۲ گرم) و زیرسطحی (۲۶۰/۹۰ گرم) دارای بیشترین مقدار بودند که با مقدار آن در تیمارهای غرقابی (۱۷۱/۳۴ گرم) و میکروجت (۱۸۱/۳۴ گرم) تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد داشتند. همانند تعداد میوه زرد روشن، وزن آن نیز در محصول درختان آبیاری تکمیلی شده به روش میکروجت بیشترین مقدار (۲۵۷/۸ گرم) را داشت و این تفاوت با دیگر تیمارها و شاهد معنی‌دار بود. کمترین وزن میوه زرد روشن در تیمار شاهد (۶۴/۲۵ گرم) وجود داشت (جدول ۴). وزن میوه‌های AA در درختان تیمار آبیاری میکروجت با دارا بودن بالاترین میزان (۵۳/۲۸ گرم) بود که اختلاف معنی‌داری با کلیه تیمارها داشت همچنین در درختان شاهد هیچ میوه گرید AA وجود نداشت.

وزن میوه‌های A به ترتیب در تیمارهای آبیاری میکروجت (۸۳/۸۴ گرم) و شاهد (۷۹/۱ گرم) دارای بیشترین مقدار بودند و با میزان آن در تیمارهای غرقابی (۳۶/۷۸ گرم) و زیرسطحی (۳۹/۲۲ گرم) تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد داشتند. وزن میوه‌های گرید B در تیمارهای زیرسطحی (۴۹۲/۹۴ گرم)، میکروجت (۴۱۱/۶۲ گرم) و شاهد (۳۷۹/۶۷ گرم) بالاترین مقدار بود. کمترین میزان این صفت در درختانی که به صورت غرقابی آبیاری تکمیلی شده بودند (۳۴۱/۲۸ گرم) مشاهده شد. وزن میوه‌های غنچه و صدیک در درختانی که به صورت میکروجت، آبیاری کمکی (تکمیلی) شده بودند نسبت به شاهد و سایر تیمارها دارای بالاترین مقدار بود. در تیمارهای آبیاری غرقابی و شاهد هیچ میوه صدیک مشاهده نشد. کمترین میزان وزنی میوه‌های خرمنی در تیمار آبیاری زیرسطحی مشاهده شد که از لحاظ آماری با سایر تیمارها و شاهد تفاوت معنی‌داری را نشان داد (جدول ۵). جدول ۶ تجزیه واریانس وزن میوه‌های انجیر را نشان می‌دهد.

جدول ۵- اثر آبیاری تکمیلی بر میانگین وزن (گرم) میوه درختان انجیر رقم سبز (سال‌های ۹۷ و ۹۸)

تیمارهای آبیاری تکمیلی	میوه کرم‌رنگ	میوه قهوه‌ای	میوه زرد روشن	میوه گرید AA	میوه گرید A	میوه گرید B	میوه غنچه	میوه صدیک	میوه خرمنی
غرقابی	۱۷۱/۳۴ <sup>b</sup>	۹۶/۰۳ <sup>a</sup>	۱۲۲/۳ <sup>b</sup>	۱۱/۵ <sup>b</sup>	۳۶/۷۸ <sup>b</sup>	۳۴۱/۲۸ <sup>b</sup>	۲/۸۸ <sup>b</sup>	. <sup>b</sup>	۱۱۵/۵ <sup>a</sup>
زیرسطحی	۲۶۰/۹۰ <sup>a</sup>	۱۱۷/۸۸ <sup>a</sup>	۱۶۸/۶ <sup>b</sup>	۱۳/۲۶ <sup>b</sup>	۳۹/۲۲ <sup>b</sup>	۴۹۲/۹۴ <sup>a</sup>	۴/۳ <sup>b</sup>	۱/۷۶ <sup>b</sup>	۶۵/۶ <sup>b</sup>
میکروجت	۱۸۱/۳۴ <sup>b</sup>	۱۰۹/۲۶ <sup>a</sup>	۲۵۷/۸ <sup>a</sup>	۵۳/۲۸ <sup>a</sup>	۸۳/۸۴ <sup>a</sup>	۴۱۱/۶۲ <sup>a</sup>	۱۸/۵۸ <sup>a</sup>	۵/۹۳ <sup>a</sup>	۱۲۵/۰۳ <sup>a</sup>
شاهد (دیم)	۲۸۴/۲ <sup>a</sup>	۱۰۹/۹۲ <sup>a</sup>	۶۴/۲۵ <sup>c</sup>	. <sup>b</sup>	۷۹/۱ <sup>a</sup>	۳۷۹/۶۷ <sup>ab</sup>	۹/۱۳ <sup>ab</sup>	. <sup>b</sup>	۱۰۶/۱۵ <sup>a</sup>

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند در سطح احتمال ۵٪ آزمون چند دامنه‌ای دانکن دارای تفاوت معنی‌دار نمی‌باشند.

جدول ۶- تجزیه واریانس میانگین وزن (گرم) میوه‌های انجیر

منابع تغییرات	کرم‌رنگ	قهوه‌ای	زرد روشن	گرید AA	گرید A	گرید B	غنچه	صدیک	خرمنی
میانگین جمع مربعات خطا									
تکرار	۹۰۶۹	۱۰۷۸	۳۱۱۸۸	۲۳۰۲	۱۶۱۰	۱۳۴۱۱	۳۳	۵	۱۰۶۳
تیمار	۱۴۳۷۶	۴۰۴	۲۱۵۲۶	۲۰۵۲	۳۴۵۲	۱۹۴۰۷	۲۵۴	۳۶	۳۵۲۱
خطا	۲۸۱۴۱	۶۲۶۵	۱۰۹۹۷	۴۶۷	۱۵۵۱	۵۰۰۳۴	۵۹	۱۵	۳۸۲۲
P-VALUE	۰/۶۸	۰/۹۷	۰/۱۷	۰/۰۳	۰/۱۴	۰/۷۶	۰/۰۳	۰/۱۲	۰/۴۶
ضریب تغییرات (درصد)	۷۵	۷۳	۶۶	۱۰۵	۶۷	۵۵	۸۸	۱۹۲	۶۰

منطقه تجمع ریشه از سوی دیگر یکی از دیگر دلایل بهتر بودن این تیمار است. چراکه با شستشوی این عناصر از لایه‌های سطحی و انتقال به لایه‌های زیرین توسط این سیستم آبیاری، ایجاد شرایطی برای رشد رویشی بهتر و نگهداری مناسب‌تر آب در زمان موردنیاز (مردادماه) بوده است. شاید برای شستشو و انتقال مواد غذایی از عمق سطحی به سمت عمق زیرین نیز این رویداد مصداق داشته باشد که جمع‌بندی نسبی آن منجر به برتری این تیمار نسبت به سایر تیمارها شده است.

### شاخص بهره‌وری فیزیکی

مطابق با جدول ۷ در سال اول تحقیق حداکثر مقدار بهره‌وری فیزیکی در تیمارهای غرقابی و میکروجت به میزان ۰/۱۱ کیلوگرم در هر مترمکعب و حداقل آن در تیمار زیرسطحی و به میزان ۰/۰۸ کیلوگرم در هر مترمکعب به دست آمد. نتایج حاصل از ارزیابی بهره‌وری فیزیکی در تیمارهای مختلف آبیاری نشان داد که تیمار آبیاری تکمیلی میکروجت به ترتیب بهره‌وری فیزیکی را ۴ و ۴۴ درصد نسبت به تیمار آبیاری غرقابی و زیرسطحی افزایش داده است. در دومین سال پژوهش (۱۳۹۸) انتظار می‌رفت که میزان عملکرد نسبت به سال قبل افزایش چشمگیری داشته باشد، لیکن دو عامل اصلی سبب کاهش عملکرد در این سال گردید. از یک‌سو به دلیل افزایش غیرمعمول رشد رویشی و ریزش میوه‌ها و از سوی دیگر افزایش ناگهانی درجه حرارت در خردادماه (فصل گرده‌افشانی) که منجر به کاهش عملکرد گرده‌افشانی و درنهایت عدم تلقیح مناسب شد، موجب کاهش محسوس عملکرد شد. بدیهی است نقش عدم تلقیح در کاهش عملکرد بسیار بیشتر از عامل رشد غیرمعمول رویشی هست. رشد رویشی بیش‌ازحد و ایجاد رقابت شدید بین رشد رویشی و میوه بر سر مواد غذایی از جمله ترکیبات کربوهیدراتی و نیتروژنی درخت یکی از دلایل مهم و غیرمستقیم ریزش میوه نارس در انجیر است. به‌طورمعمول در شرایطی که رشد رویشی درخت بیش‌ازاندازه و غیرمعمول باشد، تعداد میوه برداشت‌شده کاهش معنی‌داری خواهد یافت (Gaaliche et al., 2011)

با توجه به نقش میزان رطوبت خاک و تنش خشکی در کاهش میزان تقسیم سلولی و نیز کاهش اندازه سلول و اینکه عمده افزایش وزن و حجم میوه انجیر خوراکی در مراحل اول و دوم از رشد و نمو میوه یعنی تقسیم سلولی و طولی شدن سلولی صورت می‌گیرد و اینکه بیش از ۹۰ درصد کل قند میوه در مرحله سوم رشد و نمو میوه هم‌زمان با رشد و نمو سریع شفتک‌ها ذخیره می‌شود که به دنبال آن ۷۰ درصد وزن خشک میوه در این مرحله شکل می‌گیرد. میزان رطوبت در دسترس ریشه در این مراحل از رشد و نمو میوه می‌تواند منجر به تغییرات قابل‌توجهی در سایز، وزن و اندازه میوه شود. حتی میزان رشد سریع شفتچه‌ها در میوه انجیر که وابسته به میزان رطوبت خاک است، منجر به پاره شدن میوه و متفاوت بودن خندانی میوه‌ها می‌شود. پس میزان رطوبت موجود می‌تواند در میزان خندانی میوه اثر بگذارد. رنگ پوست میوه انجیر به‌شدت نور، دما، گرده‌افشانی، تشکیل شفتچه و میزان رطوبت خاک بستگی دارد (Flashman, 2016).

با توجه به محل تولید محصول اصلی انجیر روی شاخه سال جاری به‌طور یقین میزان رشد رویشی مناسب در تعداد میوه ایجادشده روی آن شاخه اثر مستقیم خواهد داشت. از طرف دیگر، در شرایط کشت دیم میوه‌های ایجادشده بیشترین نیاز رطوبتی را پس از تکمیل رشد رویشی (اردیبهشت‌ماه) و در زمان رسیدن میوه یعنی مردادماه خواهند داشت. در یک نتیجه‌گیری کلی و نیز جمع‌بندی داده‌های پایش رطوبت در این دو زمان مهم از مراحل انگیزش تا تولید میوه می‌توان دریافت که در تیمار میکروجت میزان رطوبت در عمق مؤثر پراکنش ریشه درخت انجیر (حدود ۴۰ تا ۷۰ سانتی‌متری) بالاترین میزان بوده است. به نظر می‌رسد با توجه به بافت خاک منطقه مورد مطالعه در عمق یادشده رطوبت موردنیاز در زمان‌های یادشده در تیمار آبیاری به روش زیرسطحی کمتر بوده است. می‌توان از نقطه‌نظر میزان مواد آلی و حتی عناصر غذایی نیز این دو تیمار را به‌نوعی باهم مقایسه نمود. افزایش دو برابری میزان ماده آلی در لایه‌های سطحی خاک از یک‌سو و استفاده از روش آبیاری میکروجت و انتقال آب از لایه‌های سطحی به‌سوی



جدول ۷- میزان آبیاری تکمیلی، بارندگی مؤثر، عملکرد و بهره‌وری فیزیکی آب در تیمارهای مختلف

سال ۹۷				
تیمار	میزان آب آبیاری تکمیلی مترمکعب بر هکتار	بارندگی مؤثر مترمکعب بر هکتار	عملکرد کیلوگرم بر هکتار	بهره‌وری آب کیلوگرم بر مترمکعب
غرقابی	۲۳۴	۵۳۶	۸۱/۲۶	۰/۱۱
زیرسطحی	۲۳۴	۵۳۶	۵۸/۵۴	۰/۰۸
میکروجت	۲۳۴	۵۳۶	۸۴/۵	۰/۱۱
شاهد	۰	۵۳۶	۵۱/۸۶	۰/۱۰
سال ۹۸				
غرقابی	۲۳۴	۱۷۳۸	۷۱/۰۶	۰/۰۴
زیرسطحی	۲۳۴	۱۷۳۸	۴۴/۳۳	۰/۰۲
میکروجت	۲۳۴	۱۷۳۸	۴۸/۴۹	۰/۰۲
شاهد	۰	۱۷۳۸	۶۹/۲۸	۰/۰۴

بارندگی بلندمدت شهرستان‌های خرامه و استهبان به ترتیب حدود ۱۸۰ و ۲۸۰ میلی‌متر است). توجه به این نکته نیز ضرورت دارد که با توجه به وضعیت کمی و کیفی منابع آب، هدف اصلی از انجام آبیاری تکمیلی در باغات انجیر که به‌عنوان یک محصول دیم با نیاز آبی کم در میان محصولات باغبانی کشور حائز اهمیت است، حفظ و نگهداری درخت بوده و در مرحله بعدی افزایش محصول خواهد بود. این پژوهش به‌منظور بررسی اثر روش‌های مختلف آبیاری تکمیلی بر درختان انجیر رقم سبز شهرستان خرامه انجام گردید. همان‌طور که از آمار بلندمدت بارندگی در دو شهرستان خرامه و استهبان مشخص است، در شهرستان خرامه نزدیک به ۴۰ درصد بارندگی کمتر از شهرستان استهبان است. این عامل ضرورت آبیاری تکمیلی در این منطقه را تشدید می‌نماید. دلیل توسعه این محصول در شهرستانی مانند خرامه نیز کاهش کمی و کیفی منابع آب و در نتیجه تغییر الگوی کشت بوده است.

نتایج کلی حاصل از این پژوهش نشان داد که آبیاری تکمیلی نسبت به شاهد منجر به افزایش محصول در انجیر دیم

همان‌طور که از جدول ۷ مشخص است علی‌رغم افزایش ۲۲۴ درصدی بارندگی در سال دوم نسبت به سال اول، عملکرد درختان در تمامی تیمارها به‌جز دیم کاهش داشته‌اند. این کاهش عملکرد به ترتیب در تیمارهای میکروجت، زیرسطحی و غرقاب به میزان ۴۲/۶، ۲۴/۳ و ۱۲/۶ درصد بوده است. تنها در تیمار شاهد که درختان آن آبیاری نشده بودند در سال دوم عملکرد به میزان ۳۳/۶ درصد نسبت به سال اول افزایش نشان داد. به نظر می‌رسد به دلیل عدم آبیاری در این درختان رشد رویشی غیرمعمول که یکی از عوامل ریزش میوه بود در این تیمار اتفاق نیفتاده بود، اما عدم تلقیح مناسب روی این درختان نیز تأثیرگذار بوده است.

### نتیجه‌گیری

با توجه به محدودیت منابع آب و افزایش بی‌رویه توسعه کشت انجیر در استان فارس و سایر نقاط کشور، آبیاری تکمیلی باغات مثمر انجیر بایستی زمانی انجام گیرد که میزان بارندگی بر اساس نظر کارشناس فنی از نرمال کمتر باشد (میزان متوسط

- Engenharia Agrícola. 34(1):17-27.
- Bindraban, P. S., Stoorvogel, J. J., Jansen, D. M., Vlaming, J. and Groot, J. J. R. 2000. Land quality indicators for sustainable land management: proposed method for yield gap and soil nutrient balance. *Agricultural, Ecosystems and Environment*. 81: 103-112.
- Bouman, B. 2007. A conceptual framework for the improvement of crop water productivity at different spatial scales. *Agricultural Systems*. 93: 43-60.
- El-Shazly, S. M., Mustafa N. S., and El-Berry I. M. 2014. Evaluation of some fig cultivars grown under water stress conditions in newly reclaimed soils. *Middle-East Journal of Scientific Research*. 21 (8): 1167-1179.
- Flashman, E. 2016. Catalytic strategies of the non-heme iron dependent oxygenases and their roles in plant biology. *Current Opinion in Chemical Biology*. 31:126-135.
- Frone, D. F., Frone, S. 2015. The importance of water security for sustainable development in the Romanian agrifood sector. *Agricultural Science Procedia*. 6: 674-681.
- Gaaliche, B., Lauri, P. E., Trad, M., Costes, E., and Mars, M. 2011. Interactions between vegetative and generative growth and between crop generations in fig tree (*Ficus carica* L). *Scientia Horticulturae*. 131: 22-28.
- Goldhamer, D. and Salinas, M. 1999. Black Mission fig production improved by heavier irrigation. *California Agriculture*. 53(6): 30-34.
- Gunduz, M., Korkmaz, N., Asik, S., Unal, H. B. and Avci, M. 2011. Effects of various irrigation regimes on soil water balance, yield, and fruit quality of drip-irrigated peach trees. *Journal of irrigation and drainage engineering*. 137(7): 426-434.
- Khozaei, M., Sepaskhah, A. R. 2018. Economic analysis of the optimal level of supplemental irrigation for rain-fed figs. *Iran Agricultural Research*. 37 (2): 17-26.
- Hernández, A. C., Vélez-Sánchez, J. E., and Intrigliolo, D. S. 2017. Effect of deficit irrigation on yield and quality of pear (*Pyrus communis* cv. Triumph of Vienna). *Agronomía Colombiana*. 35(3): 350-356.
- خواهد شد. همچنین آبیاری تکمیلی به روش میکروجت و به دنبال آن آبیاری تکمیلی به روش زیرسطحی منجر به افزایش خصوصیات کمی و کیفی میوه و در نهایت درآمد باغدار شده است. با توجه به قیمت بالای انجیر مرغوب در بازار، افزایش کمی و کیفی محصول می‌تواند درآمد باغداران را به میزان چشم‌گیری افزایش دهد. نکته قابل توجه این است که استفاده از سامانه‌های آبیاری تحت فشار نیاز به ملزوماتی از قبیل وجود آب دائم و برق دارد که در بسیاری از مناطق انجیر کاری دیم ممکن است این شرایط مهیا نباشد، لذا بایستی آبیاری تکمیلی از طریق همان روش رایج تانکر انجام پذیرد. لیکن، در شهرستان خرامه که اکثر باغات انجیر در پایاب چاه‌های کشاورزی توسعه پیدا کرده است، این شرایط فراهم است.
- ### منابع
- بذرافکن، ع. ا. ۱۳۹۴. گزارش مرحله فنی طرح آمایش کشت شهرستان خرامه. مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان خرامه، ۲۹۱ صفحه.
- شاهرخ‌نیا، م. ع. و زارع، ح. ۱۳۹۹. تعیین بهره‌وری آب و بهره‌وری اقتصادی آبیاری درختان انجیر دیم استهبان. نشریه پژوهش آب در کشاورزی ۳۴ (۳): ۳۳۵-۳۱۷.
- عباسی، ف.، ناصری، ا.، سهراب، ف.، باغانی، ج.، عباسی، ن. و اکبری، م. ۱۳۹۴. ارتقای بهره‌وری مصرف آب. دستاورد پژوهشی، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، ناشر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.
- هنر، ت.، سپاسخواه، ع. ر.، کامگار حقیقی، ع. ا.، عبداللهی‌پور حقیقی، ج.، دلیر، ن.، جعفری، م.، شعبانی، ع. و گلکار، غ. ۱۳۹۴. تعیین بهره‌وری آب و بهره‌وری اقتصادی آبیاری درختان انجیر دیم استهبان. مجموعه چکیده مقالات کارگاه آموزشی مدیریت آبیاری تکمیلی باغات دیم (انجیر و مو)، دانشگاه شیراز، دانشکده کشاورزی، بخش مهندسی آب.
- Andrade, I. P. D. S., Carvalho, D. F. D., Almeida, W. S. D., Silva, J. B. G. and da Silva, L. D. 2014. Water requirement and yield of fig trees under different drip irrigation management.

Rockström, J. and Barron, J. 2007. Water productivity in rainfed systems: overview of challenges and analysis of opportunities in water scarcity prone savannahs. *Irrigation Science*. 25: 299–311.

Wang, J., Niu, W., Zhang, M. and Li, Y. 2017. Effect of alternate partial root-zone drip irrigation on soil bacterial communities and tomato yield. *Applied Soil Ecology*, 119, 250-259.

## The Effects of Different Supplemental Irrigation Method on Reproductive Characteristics and Water Productivity of Rain Fed Fig

A. Eslami <sup>\*1</sup>, M. Jafari<sup>2</sup> and M. khozaei<sup>3</sup>

### Abstract

Due to successive droughts and as a result of quantitative and qualitative reduction of water resources in Fars province, changing the cultivation pattern from High-water crops to low-water crops and the development of rain fed orchards has become inevitable. As in many cities of the province such as Fasa, Jahrom, Khafr and Kharameh, cultivation of green fig trees in addition to Estahban city is developing. This study was conducted to investigate the effect of supplementary irrigation on reproductive characteristics of fig crop in Kharameh city during the years 2016-2017 and 2017-2018 by using completely randomize block with 4 treatments of irrigation method and in 5 replications. The treatments included the 1500 liter supplemental irrigation in March, May, August by flooding method (T1), subsurface drip irrigation method (T2), microjet irrigation method (T3) and control treatment (no supplemental irrigation) (T4). The results showed that the number of bright yellow fruits increased by 247% in the micro jet treatment compared to the control. The number of AA grade and hundred - one fruits, which are the best quality fruits in figs, were significantly higher in micro jet irrigation method than other irrigation methods. Also, The weight of bright yellow and AA fruits was highest in micro jet irrigated trees and the difference with other treatments and control treatment was significant. The physical productivity index of water in flood and micro jet treatments in the initial year of the project was  $0.11 \text{ kg} / \text{m}^3$ , which was the highest value among the treatments.

**Keywords:** Kharameh, Micro Jet Irrigation, Rain Fed Fig, Subsurface Drip Irrigation

---

<sup>1</sup>Research Assistant of Agricultural Engineering Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Fars, Iran (\* Corresponding Author Email: amireslami.50@gmail.com)

<sup>2</sup>Fig Research station, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Estahban, Iran

<sup>3</sup>PhD of water engineering, Shiraz University, Iran

Received: 13 Mar 2022

Accepted: 24 May 2022