فرآیند و کارکرد گیاهی، جلد ۱۳، شماره ۶۲، مهر و آبان‌ماه ۱۴۰۳ صفحه: ۹۳-۱۰۸
https://doi.org/10.22034/13.62.93

مقاله پژوهشی

ارزیابی فنی و اقتصادی تأثیر زمان محلول‌پاشی کائولین بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی، کمی و کیفی انجیر رقم سبز در شرایط دیم

حمید زارع*[۱] و دادگر محمدی[۲]

[۱] مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

[۲] بخش تحقیقات اقتصادی، اجتماعی و ترویجی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۱/۲۹، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۴۰۳/۰۲/۱۱)

چکیده

با کاهش رطوبت خاک باغ‌های انجیر دیم در خشکسالی‌ها، تنش خشکی و حرارتی تشدید و ارائه روشی مناسب جهت افزایش تحمل درختان و کمیت و کیفیت میوه الزامی است. استفاده از کائولین در زمان مناسب راه‌کاری برای نگهداری درختان دیم در شرایط خشکسالی است. به‌منظور بررسی اثر زمان محلول‌پاشی کائولین روی برخی ویژگی‌های انجیر، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با چهار تکرار در ایستگاه تحقیقات انجیر استهبان ارزیابی فنی طی سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۷ و اقتصادی در سال ۱۴۰۲ انجام گرفت. تیمارهای آزمایشی شامل محلول‌پاشی با کائولین (اواخر اردیبهشت یا اواسط تیرماه)، آب‌پاشی (اواخر اردیبهشت‌ماه یا اواسط تیرماه) و شاهد بود. نتایج نشان داد که محلول‌پاشی کائولین ۵٪ در اواخر اردیبهشت اثرات افزایشی بر عرض برگ و تعداد گل‌آذین در شاخه داشت. هم‌چنین پاشش کائولین در اواخر اردیبهشت بسیاری از ویژگی‌های فیزیولوژیکی را در تنش گرمایی بهبود داد به‌طوری‌که با کاربرد این ماده شدت فتوسنتز، محتوای نسبی آب برگ، هدایت روزنه‌ای و دمای برگ انجیر به‌ترتیب تا ۱/۶ میکرومول گازکربنیک بر متر مربع بر ثانیه، ۷۳/۷٪، ۰/۰۸ میلی‌مول بر مترمربع بر ثانیه و ۲۶/۹ درجه سانتی‌گراد تغییر یافت. میزان رنگدانه‌های کارتنوئید، کلروفیل‌های a، b و کل برگ‌های انجیر محلول‌پاشی با کائولین پنج درصد در اواخر اردیبهشت بیشتر از برگ‌های بدون پوشش کائولین بود. هر چند استفاده از کائولین در اواخر اردیبهشت بر کیفیت میوه‌های خشکباری انجیر بی‌تأثیر بود اما باعث افزایش کمیت میوه‌ها و عملکرد تا ۸۲۷ گرم در هر متر مکعب تاج درخت شد. بنابراین محلول‌پاشی کائولین پنج درصد در اواخر اردیبهشت برای کاهش تنش گرمایی و عوارض خشکسالی و افزایش عملکرد انجیر در باغ‌های دیم قابل توصیه است. همچنین بررسی اقتصادی نتایج نشان داد که این تیمار دارای بیشترین درآمد خالص و نرخ بازده سرمایه‌گذاری است.

واژه‌های کلیدی: تنش گرمایی، خشکسالی، زمان محلول‌پاشی، ضدتعرق، فتوسنتز، گل‌آذین

مقدمه

جایگاه کشور ایران در دنیا از نظر سطح کشت انجیر رتبه هفتم بوده که پس از کشورهای مراکش، ترکیه، الجزایر، مصر، اسپانیا و تونس قرار می‌گیرد. متوسط عملکرد انجیر کشور ایران

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: hamidzare777@gmail.com

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-03-19]

[DOI: DOI: 10.22034/13.62.93]

حدود ۴/۵ تن در هکتار بوده که مقام سی‌ام در دنیا دارد (Faostat, 2024).

انجیر یکی از محصولات مهم باغبانی در کشور ما است که به‌طور گسترده‌ای در مناطق مختلف کشور و بیشتر به‌صورت دیم کشت می‌شود. درصد سطح کشت انجیر دیم ایران در سال ۱۴۰۰ حدود ۸۲٪ از سطح کل ۵۷ هزار هکتار گزارش شده است که به‌دلیل بحران کمبود آب و تحمل انجیر به کم آبیاری سطح زیرکشت دیم و تولید آن رو به افزایش است (احمدی و همکاران، ۱۴۰۰). با افزایش گرما و بالارفتن شدت تابش آفتاب کمبود رطوبت خاک دیمزارها تشدید شده و ادامه وضعیت بحرانی آب گیاه، منجر به تحریک بسته شدن روزنه‌ها، تراکم مزوفیل و مهار نوری مربوط به دستگاه فتوسنتزی شده و در نهایت باعث کاهش رشد و عملکرد گیاه می‌شود (Cirillo *et al.*, 2021; Mahmoudian *et al.*, 2021). روش‌های زیادی جهت کاهش تنش‌های غیرزیستی مانند تنش گرما و خشکی وجود دارد (Oyebamiji *et al.*, 2024). دستیابی به روش‌های کاربردی و مناسب مانند راهکارهای کاهش تبخیر و تعرق برای افزایش تحمل درختان انجیر در مقابل تنش گرمایی در شرایط دیم همراه با عملکرد مناسب بسیار ضروری است. کاهش دمای برگ با استفاده از کائولین یکی از راه‌های کاهش تنش گرمایی در خشکسالی در برخی از درختان میوه مانند زیتون می‌باشد (Denaxa *et al.*, 2012). با توجه به غیرسمی‌بودن و عدم وجود اثرات مخرب زیست‌محیطی کائولین به‌عنوان یک ترکیب مناسب و مطمئن برای محافظت درخت سیب در برابر آفتاب‌سوختگی و تنش‌های حرارتی به‌کار می‌رود (Wand *et al.*, 2006). کائولین با تشکیل لایه پوششی سطحی روی شاخ و برگ، باعث اثر محافظتی در برابر دمای بالا و کاهش سرعت تعرق که منجر به کاهش تنش گرمایی میوه‌ها و حفظ آب بیش‌تر در بافت گیاهی می‌شود (Gharaghani *et al.*, 2018). محلول‌پاشی کائولین روی مرکبات باعث کاهش آسیب و ریزش برگ، افزایش کارایی جذب کربن در تنش‌های حرارتی و تشعشعی و کاهش دمای برگ، افزایش بازده فتوسنتز و بهبود کارآیی مصرف آب شد (Jifon and Syvertsen, 2003; Teran *et al.*, 2023). اثرات مفید ضدتعریقی کائولین در کاهش تنش آبی زیتون با افزایش محتوای نسبی آب برگ، افزایش کارایی آب و افزایش میزان کلروفیل همراه بود (خالقی و همکاران، ۱۳۹۳). محلول‌پاشی کائولین روی ارقام زیتون در مناطق گرم و نیمه‌گرم باعث بهبود صفات میوه گردید (غلامی و همکاران، ۱۴۰۳). در شرایط تنش گرمایی برای بهبود کمیت و کیفیت محصول پسته، محلول‌پاشی کائولین به‌عنوان راهکاری مقرون به صرفه پیشنهاد شده است (پناهی و همکاران، ۱۴۰۲). برای کاهش خسارت پیامد تنش‌های گرما و خشکی در شرایط کشت دیم شاید در دسترس‌ترین راهکار آبیاری تکمیلی به نظر برسد، اما استفاده از مواد ضدتعرق در شرایط کشت دیم در تعدیل تنش و در نتیجه بهبود صفات عملکرد و بیوشیمیایی تأثیر مطلوبی دارد (کرمانی پوربقایی و همکاران، ۱۴۰۲). در بین مواد ضدتعرق محلول‌پاشی کائولین در کاهش تعداد دفعات آبیاری تکمیلی در آویشن دیم مؤثر بود (توکلی و همکاران، ۱۴۰۲). هر چند مکانیسم دقیق اثر کائولین هنوز مشخص نشده، اما محلول‌پاشی کائولین ۵٪ با بهبود محتوای کلروفیل، محتوای نسبی آب برگ، تبادل بهینه گاز و کاهش دمای برگ باعث کاهش اثر منفی تنش خشکی در شرایط کم‌آبی شد (Mahmoudian *et al.*, 2021). همچنین کائولین از تخریب کارتنوئید برگ جلوگیری می‌کند (Teran *et al.*, 2023). برای نگهداری درختان انجیر در شرایط دیم در خشکسالی‌ها تعیین زمان مصرف مواد ضدتعریق مثل کائولین ضروری است، به‌همین منظور اثر زمان محلول‌پاشی کائولین بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی، عملکرد و کیفیت میوه انجیر دیم با هدف معرفی زمان مناسب محلول‌پاشی در این آزمایش بررسی شد.

مواد و روش‌ها

محل انجام آزمایش: این آزمایش بر روی مهمترین انجیر خشکباری کشور یعنی رقم سبز در شرایط دیم با سن ۱۷ ساله موجود در ایستگاه تحقیقات انجیر استهبان از سال ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۷ به مدت سه سال ارزیابی فنی و در سال ۱۴۰۲ ارزیابی

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-03-19]

[DOI: DOI: 10.22034/13.62.93]

اقتصادی انجام گرفت. استهبان از دشت‌های شرقی استان فارس با ارتفاع متوسط دشت ازسطح دریا ۱۷۶۰ متر، میانگین بارندگی ۲۷۲ میلی‌متر در سال، حداقل مطلق دمای ۸/۲- و حداکثر مطلق دمای ۴۱ درجه سانتی‌گراد است.

مشخصات پژوهش: قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با پنج تیمار و چهار تکرار (هر تکرار یک درخت) بود که تیمار اول محلول‌پاشی تاج درخت با کائولین ۵٪ در اواخر اردیبهشت‌ماه (پس از کامل‌شدن رشد برگ‌ها)، تیمار دوم آب‌پاشی در اواخر اردیبهشت‌ماه، تیمار سوم محلول‌پاشی تاج درخت با کائولین ۵٪ در اواسط تیرماه (پس از پایان گرده‌افشانی)، تیمار چهارم آب‌پاشی اواسط تیرماه و تیمار پنجم (شاهد) بدون آب‌پاشی و بدون کائولین بود. محلول‌پاشی کائولین با پوشش کامل سطح برگ ادامه یافت و سعی شد برگ‌ها، شاخه‌ها و تنه‌ها را به‌صورت یکنواختی بپوشاند. برای این منظور با احتساب یک درخت به‌عنوان واحد آزمایشی، از ۲۰ اصله درخت یکنواخت استفاده شده و تمامی عملیات‌های باغبانی به‌طور یکسان برای آنها اجرا شد.

ویژگی‌های رویشی، عرض (پهنای) برگ: عرض برگ با انتخاب ۱۰ برگ سالم در وسط ۱۰ شاخه سال جاری توسط خط‌کش فلزی در اوایل رسیدن میوه (اواخر مردادماه) برای هر درخت اندازه‌گیری و میانگین محاسبه شد (زارع و همکاران، ۱۴۰۲).

ویژگی‌های زایشی: ویژگی‌های زایشی مانند تعداد گل‌آذین باقیمانده و ریزش کرده در شاخه سال جاری تیمارهای مختلف تفاوت مشاهده شد.

تعداد گل‌آذین: تعداد گل‌آذین در شاخه سال جاری در وسط فصل رشد (اوایل مردادماه) برای ده شاخه در هر درخت شمارش شد. تعداد گل‌آذین ریزش کرده در شاخه سال جاری با انتخاب چهار شاخه سال جاری از چهار جهت اصلی تاج و شمارش گل‌آذین زرد شده و یا محل زخم گل‌آذین ریزش‌کرده اواخر تیرماه تعیین شد (زارع و شریف‌زاده، ۱۴۰۲).

ویژگی‌های فیزیولوژیکی، شدت فتوسنتز برگ: شدت فتوسنتزی برگ توسط فتوسنتزمتر مدل IRGA LCi Ultra Compact, ADC BioScientific Ltd,. Herts ساخت کشور انگلیس در ساعت ۱۳-۱۲ روز غیر ابری و بدون وزش باد سنجیده شد. از وسط شاخه‌های سال جاری به طور تصادفی چند برگ سالم را از قسمت‌های مختلف درخت در اوایل رسیدن میوه (اواخر مردادماه) انتخاب و داخل چمبر دستگاه قرار داده و بعد از گذشت سه دقیقه دکمه ثبت را فشار داده تا شدت فتوسنتز (A) تعیین شود.

محتوای نسبی آب برگ (Relative Water Content =RWC): طبق روش استاندارد با تهیه دیسک‌های برگی اندازه‌گیری شد (Ritchie *et al*., 1990). برای این منظور در اوایل فصل برداشت (اواخر مردادماه) دیسک‌های برگی یکسانی از پهنک برگ‌های سالم و به‌طورکامل گسترش‌یافته، موجود درگره سوم شاخه، کنار گل‌آذین (syconium) و تمیز شده (پاک‌کردن پوشش کائولین با برس نرم) تهیه و محتوای نسبی آب برگ (RWC) از رابطه زیر محاسبه شد:

$$\%RWC = \left[\frac{(FW - DW)}{(TW - DW)}\right] \times 100$$

در این رابطه FW، TW و DW به‌ترتیب وزن تازه نمونه‌های برگ، وزن تورژسانس آن‌ها پس از غوطه‌ور شدن در آب مقطر به‌مدت ۲۴ ساعت و وزن خشک آن‌ها پس از قرارگرفتن در ۷۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۴۸ ساعت بود.

هدایت روزنه‌ای برگ: میزان هدایت روزنه‌ای برگ با دستگاه لیف پرومتر (Leaf Porometer) مدل اس‌سی- یک (SC-1) ساخت شرکت دکاگن (Decagon) آمریکا در اوایل فصل برداشت (اواخر مردادماه) اندازه‌گیری شد، برای این سنجش برگ‌های سالم، کنار گل‌آذین و گسترش یافته گره سوم شاخه انتخاب شد (Ramirez- Vallejo and Kelly, 1998).

دمای برگ یا کانوپی: دمای برگ یا کانوپی از چهار طرف درخت توسط دماسنج مادون قرمز کلتی مدل testo 830- T2 ساخت کشور چین به‌صورت هفتگی در بازه زمانی اواخر تیرماه تا اواخر برداشت میوه بین ساعت ۱۲ تا ۱۳ روز غیر ابری و بدون وزش باد در ارتفاع ۱۶۰ سانتی‌متری درخت و در فاصله ۷۰ سانتی‌متری از برگ با تنظیم نشانه قرمز رنگ روی پهنک برگ در معرض نور آفتاب (بدون سایه) از صفحه

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-03-19]
[DOI: DOI: 10.22034/13.62.93]

نمایشگر دستگاه خوانده و میانگین‌گیری شد (زارع و همکاران، ۱۴۰۲).

رنگدانه‌های برگ: برای سنجش رنگدانه‌های برگ، در اوایل رسیدن میوه (اواخر مردادماه) ۵۰ میلی‌گرم از بافت تازه برگ تمیز (در تیمارهای با پوشش کائولین، برگ با برس نرم پاک شد) را داخل لوله آزمایش شیشه‌ای قرار داده و مقدار ۲/۵ میلی‌لیتر از دی متیل سولفوکساید (DMSO) روی آن‌ها ریخته و درب آن‌ها با پارافیلم پوشانده شد. پس از ۲۴ ساعت نگهداری در مکان تاریک با دمای اتاق، جذب (A) آن به‌وسیله دستگاه طیف‌سنج مرئی فرابنفش مدل UV-1601-RayLEIGH ساخت کشور چین در طول‌موج‌های ۴۷۰، ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر خوانده و به‌عنوان A_{470}، A_{645} و A_{663} ثبت شد. جهت سنجش دقیق جذب نمونه‌ها و کسر کردن جذب حلال توسط دستگاه، ظرف محتوی دی‌متیل سولفوکساید در جایگاه شاهد دستگاه همواره قرار داشت. غلظت رنگدانه‌های برگ با استفاده از رابطه‌های زیر محاسبه شد (Arnon, 1967):

$$Chl.a = (19.3 \times A_{663} - 0.86A_{645})\ V/100W$$
$$Chl.b = (19.3 \times A_{645} - 3.6A_{663})\ V/100W$$
$$Chl.T = Chl.a + Chl.b$$
$$Car = (1000A_{470} - 1.8Chl.a - 85.2Chl.b)/198$$

در این رابطه‌ها، Chl.a ، Chl.b، Chl.T، Car، V و W به ترتیب غلظت کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل، کارتنوئید، حجم حلال و وزن برگ بود. غلظت بر حسب عصاره گیاهی مشخص شد. نتایج حاصل از اندازه‌گیری مقدار رنگدانه‌های برگ بر حسب گرم وزن تر محاسبه و گزارش شدند.

ویژگی‌های تجاری میوه خشکباری، روش درجه‌بندی براساس اندازه میوه‌ها: میوه‌های خشکباری هر درخت با شابلن به سه گروه تجاری AA با قطر میوه بالاتر از ۲۳ میلی‌متر (اندازه بزرگ)، A با قطر میوه بین ۱۷ تا ۲۳ میلی‌متر (اندازه متوسط) و B با قطر میوه کمتر از ۱۷ میلی‌متر (اندازه کوچک) پس از پایان برداشت (آبان) درجه‌بندی شدند. سپس وزن میوه‌های با اندازه بزرگ، متوسط و کوچک برای هر متر مکعب تاج درخت تعیین و میانگین آن‌ها برای همه تیمارها مقایسه شد (زارع و شریف‌زاده، ۱۴۰۲).

درجه‌بندی براساس شکفتگی استیول (ostiole) میوه‌ها: میوه‌های خشکباری هر درخت با روش چشمی از نظر درجه شکفتگی استیول (روزنه) میوه انجیر به سه گروه تجاری صدیک (روزنه باز)، غنچه (روزنه نیمه‌باز) و خرمنی (روزنه بسته) پس از پایان برداشت (آبان) تفکیک شدند. سپس وزن میوه‌های صدیک، غنچه و خرمنی برای هر متر مکعب تاج درخت تعیین شد (زارع و شریف‌زاده، ۱۴۰۲).

درجه‌بندی براساس رنگ پوست میوه‌ها: میوه‌های خشکباری هر درخت با روش چشمی و استفاده از کاتولوگ رنگ از نظر رنگ پوست میوه انجیر به سه گروه تجاری زرد، قهوه‌ای و قهوه‌ای تیره پس از پایان برداشت (آبان) جداسازی شدند. سپس وزن میوه‌های زرد، قهوه‌ای و قهوه‌ای تیره برای هر متر مکعب تاج درخت محاسبه شد (زارع و شریف‌زاده، ۱۴۰۲).

عملکرد: میوه‌های خشکباری هر درخت پس از ریزش از روی درخت به روی زمین، به‌طور هفتگی جمع‌آوری و وزن شدند. شروع و پایان ریزش میوه‌ها به‌ترتیب هفته اواخر مردادماه و وسط مهرماه بود، بنابراین یک برداشت در مردادماه، چهار برداشت در شهریورماه و دو برداشت در مهرماه صورت گرفت. وزن میوه‌های خشکباری این هفت برداشت برای هر درخت یادداشت شد و مجموع آن‌ها به‌عنوان عملکرد وزنی هر درخت گزارش شد. یادآوری می‌شود که میوه‌های تیمار کائولین‌پاشی شده در تیرماه دارای پوشش کائولین بودند که برای تعیین وزن دقیق آن‌ها، ابتدا میوه‌های خشکباری هر برداشت شیکر شده و سپس با کمپرسور دمنده شدید هوا، گرد کائولین از روی میوه‌های خشکباری انجیر برداشت شد و سپس وزن شدند.

روش ارزیابی اقتصادی: به‌منظور تجزیه و تحلیل اقتصادی طرح و تصمیم‌گیری جهت انتخاب سودمندترین تیمار از حیث تأثیر زمان و مقدار محلول‌پاشی کائولین بر روی عملکرد و منافع خالص، از روش بودجه‌بندی جزئی نهایی استفاده شد (هاردیکر و دیلون، ۱۳۷۹). در این روش با استفاده از رابطه زیر نرخ سودآوری تیمارهای مختلف نسبت به تیمار شاهد مقایسه و تیماری که بالاترین نرخ سودآوری را داشته معرفی

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-03-19]
[DOI: DOI: 10.22034/13.62.93]

شده است.

$$R = \frac{\Delta Bi - \Delta Ci}{\Delta Ci}$$

در این رابطه ΔBi نشان‌دهنده تفاوت منافع تیمار i ام با تیمار شاهد، ΔCi تفاوت هزینه تیمار i ام با تیمار شاهد و R نرخ سودآوری هر تیمار است. تفاوت در هزینه‌ها ناشی از تفاوت در آب‌پاشی و محلول‌پاشی کائولین و هزینه‌های کارگری در هر تیمار بوده و تفاوت در درآمدها ناشی از تفاوت در عملکرد و کیفیت انجیر تولیدی در هر تیمار است. هزینه‌های غیرمشترک در تیمارهای مختلف در دو حالت دستی (توسط نیروی کار) و ماشینی انجام گرفته است و در هر دو حالت محاسبه شد.

برآورد قیمت هر کیلوگرم انجیر در تیمار های مختلف: محصول حاصل از تیمارهای مختلف یکنواخت نبوده و متأثر از قطر، رنگ و درجه شکفتگی متفاوت بود. بنابراین قیمت‌گذاری مستقیم آنها بر حسب قیمت‌های بازار در عمل ممکن نبود. به همین دلیل با استفاده از نظر کارشناسی و تجار محلی ضریب اهمیت هر یک از صفات در تعیین قیمت انجیر برآورد و با استفاده از روش زیر قیمت هر کیلوگرم انجیر برای میانگین سه ساله هر تیمار در سال ۱۴۰۲ محاسبه شد.

بر حسب نظر تجار و کارشناسان محلی مهمترین عامل در تعیین قیمت به‌ترتیب اندازه، درجه شکفتگی و رنگ انجیر بود. بنا به نظر این خبرگان اگر اهمیت قطر میوه در تعیین قیمت، ۱۰۰ در نظر گرفته شود. نمره درجه شکفتگی و رنگ به‌ترتیب ۷۰ و ۶۰ خواهد شد. بنابراین ضریب اهمیت این شاخص‌ها در تعیین قیمت به‌ترتیب ۰/۴۳۵، ۰/۳۰۴ و ۰/۲۶۱ محاسبه شد.

هر یک از شاخص‌های اشاره شده خود به سه درجه به شرح جدول ۱ تقسیم می‌شود. اعداد مندرج در مقابل هر درجه نشان‌دهنده درصد قیمت آن درجه نسبت به حداکثر قیمت است. به‌عنوان مثال چنانچه انجیر با رنگ زرد روشن دارای حداکثر قیمت باشد، انجیر قهوه‌ای روشن حداکثر با ۷۰ درصد قیمت به فروش خواهد رسید.

در مرحله بعد میانگین درصد وزنی محصول هر تیمار از نظر انواع شاخص‌ها اندازه‌گیری شده و با استفاده از ضرایب فوق، نمره‌گذاری شد. بر اساس این روش محصولی که دارای قطر بیش از ۲۳ میلی‌متر، شکفته و دارای رنگ زرد روشن باشد، نمره ۱۰۰ را به خود اختصاص داد. میانگین نمره محصول هر تیمار کسری از ۱۰۰ بود. ضریب قیمت برای هر تیمار از تقسیم نمره آن تیمار بر ۱۰۰ به‌دست آمده است. در سال ۱۴۰۲ قیمت هر کیلوگرم انجیر با نمره ۱۰۰ در استهبان ۳۰۰۰۰۰۰ ریال فروخته شد. با ضرب ضریب نمره هر تیمار در ۳۰۰۰۰۰۰ ریال میانگین قیمت انجیر تولید شده در هر تیمار برآورد شد.

تجزیه و محاسبه‌های آماری داده‌های سه ساله ویژگی‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای آماری Excel 2007 و SAS 9.13 انجام گرفتند و میانگین‌ها پس از تجزیه مرکب داده‌های سه ساله با آزمون چند دامنه‌ای دانکن (در سطح احتمال یک یا پنج درصد) مقایسه شدند.

نتایج و بحث

ویژگی‌های رویشی، عرض برگ: محلول‌پاشی تاج درخت با کائولین پنج درصد در اواخر اردیبهشت‌ماه (پس از کامل‌شدن رشد برگ‌ها) در سال اول و سوم آزمایش و میانگین سه ساله، عرض برگ را به‌طور معنی‌دار نسبت به سایر تیمارها و حتی محلول‌پاشی در اواسط تیرماه افزایش داد. عرض برای این تیمار کائولین در سال اول ۱۱/۱۷ سانتی‌متر بود در حالی‌که برای شاهد ۱۰/۱۱ سانتی‌متر ثبت شد (شکل ۱). این نتیجه به‌خوبی نشان‌دهنده اهمیت زمان محلول‌پاشی کائولین است. نتایج ما برای اولین بار نشان داد که زمان محلول‌پاشی کائولین برای افزایش اندازه یا عرض برگ بسیار مهم است. شاید بتوان اثرات مفید کائولین بر اندازه برگ را به مکانیسم‌های پیچیده فیزیولوژی گیاه و تغییرات در فعالیت فتوسنتزی برگ انجیر نسبت داد، اما شباهت اثر پاشیدن کائولین در افزایش عرض برگ با تأثیر استفاده از سایبان در اندازه برگ انجیر نکته قابل-تأمل است (زارع و همکاران، ۱۴۰۲).

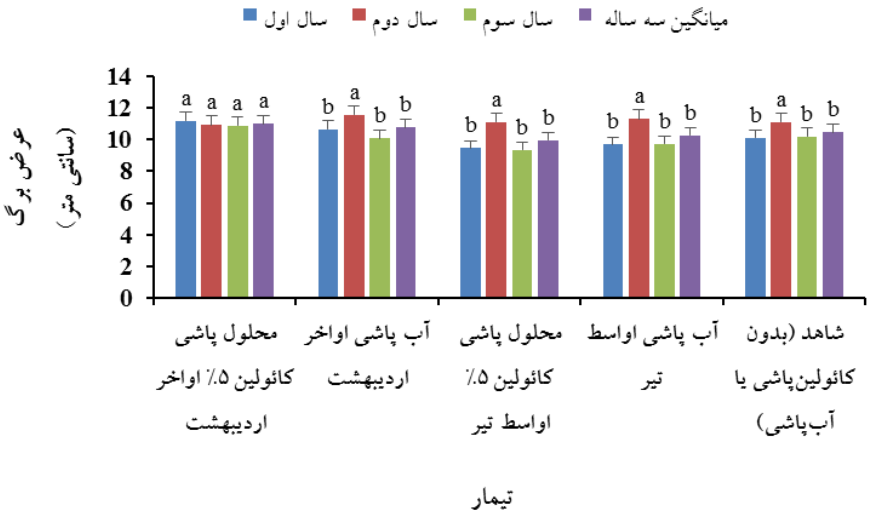
ویژگی‌های زایشی: در این آزمایش ویژگی‌های میانگین تعداد گل‌آذین‌ها در شاخه، میانگین تعداد گل‌آذین‌های تلقیح

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-03-19]

[DOI: DOI: 10.22034/13.62.93]

جدول ۱- نسبت قیمت انجیر به قیمت حداکثر برحسب شاخص‌های مختلف

قطر میوه خشک (میلی‌متر)	قیمت نسبت به حداکثر قیمت (درصد)	رنگ پوست میوه خشک	قیمت نسبت به حداکثر قیمت (درصد)	درجه شکفتگی روزنه میوه	قیمت نسبت به حداکثر قیمت (درصد)
بیش از ۲۳	۱۰۰	زرد روشن	۱۰۰	کامل باز	۱۰۰
۲۳-۱۷	۷۰	قهوه‌ای روشن	۷۰	نیمه باز	۹۰
کمتر از ۱۷	۲۰	قهوه‌ای تیره	۱۰	بسته	۶۰



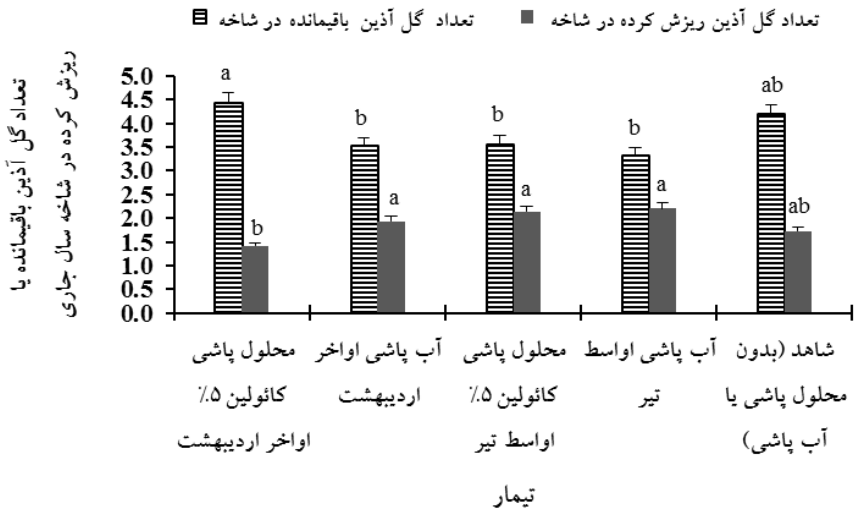
شکل ۱- تأثیر زمان محلول‌پاشی کائولین بر عرض یا پهنای برگ انجیر رقم سبز با شرایط دیم، ستون‌های مشابه که دارای حروف مشترک می‌باشند براساس آزمون دانکن در سطح ۱ درصد معنی‌دار نیستند.

نشده در شاخه، میانگین تعداد گل‌آذین ریزش کرده در شاخه سال جاری، میانگین تعداد گل‌آذین‌های تبدیل نشده به میوه، وزن تر، قطر و طول میوه‌های تازه ارزیابی شدند که فقط بین میانگین تعداد گل‌آذین‌ها در شاخه تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری وجود داشت.

تعداد گل‌آذین: در تیمار محلول‌پاشی کائولین پنج درصد در اواخر اردیبهشت، تعداد گل‌آذین ریزش کرده در شاخه سال جاری به‌طور معنی‌داری کاهش اما تعداد گل‌آذین‌های باقیمانده در شاخه سال جاری به‌طور معنی‌داری نسبت به بیشتر تیمارها افزایش یافت (شکل ۲). میانگین تعداد گل‌آذین در شاخه برای تیمار محلول‌پاشی کائولین پنج درصد در اواخر اردیبهشت و شاهد به‌ترتیب ۴/۴۴ و ۴/۱۹ بود که نقش کائولین در حفظ آب گیاه را نشان می‌دهد. کائولین می‌تواند تأثیر مثبتی بر تعداد گل‌آذین‌ها در شاخه سال جاری داشته باشد که می‌تواند از طریق کاهش تنش خشکی و حفظ رطوبت مناسب در طول تشکیل گل‌آذین در شرایط دیم باشد. در راستای مطالعه حاضر، El-Tanany و همکاران (۲۰۱۹) گزارش کردند که ضدتعرق‌ها می‌توانند تنش‌های غیرزنده را کاهش دهند. از آنجایی که چنین تنش‌هایی باعث کاهش طول مدت رشد محصول، جلوگیری از رشد جوانه‌های گل و کاهش تولید و زنده‌مانی گرده می‌شود، استفاده از این مواد منجر به افزایش جذب مواد فتوسنتزی به جوانه‌های گل می‌شود که به نوبه خود، جوانه‌های گل را قادر می‌سازد تا کربوهیدرات‌ها را برای افزایش تعداد گل‌ها مصرف کنند (El-Tanany *et al.*, 2019).

ویژگی‌های فیزیولوژیکی، شدت فتوسنتز برگ: محلول‌پاشی تاج درخت با کائولین پنج درصد در اواخر

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-03-19]
[DOI: DOI: 10.22034/13.62.93]



شکل ۲- تأثیر زمان محلول‌پاشی کائولین بر تعداد گل‌آذین‌های باقیمانده و ریزش کرده در شاخه سال جاری انجیر رقم سبز با شرایط دیم، ستون‌های مشابه که دارای حروف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد معنی‌دار نیستند.

اردیبهشت‌ماه میزان فتوسنتز برگ با میزان ۱/۶ میکرومول گازکربنیک بر متر مربع بر ثانیه را نسبت به تیمارهای دیگر به‌ویژه با شاهد با یک میکرومول گازکربنیک بر متر مربع بر ثانیه به‌طور معنی‌داری افزایش داد (جدول ۲).

در مطالعات قبلی، اثر مثبت محلول‌پاشی کائولین بر بهبود کارایی فتوسنتزی در درخت گریپ فروت گزارش شده است (Jifon and Syvertsen, 2003). در راستای مطالعه حاضر، یک گزارش نشان داد که تیمار کائولین باعث بهبود توزیع نور در تاج درخت، کاهش آسیب نور خورشید و کاهش دمای تاج درخت، تسریع جذب گازکربنیک در ظهر و پیامد همه آن‌ها افزایش فتوسنتز است (Faghih *et al*., 2021). دلیل تفاوت شدت فتوسنتز برگ درختان انجیر کائولین‌پاشی شده در اردیبهشت‌ماه نسبت به تیرماه شاید در زمان سازگاری برگ با پوشش کائولین باشد. هر چند در این آزمایش فتوسنتز برگ اواخر مردادماه اندازه‌گیری شد یعنی به‌ترتیب حدود ۹۰ و ۴۵ روز پس از کائولین‌پاشی اواخر اردیبهشت‌ماه و اواسط تیرماه این سنجش انجام گرفت، اما در پسته مشخص شده است که زمان سازگاری برگ به کائولین حدود ۱۲ روز به بعد است به عبارت دیگر فتوسنتز بعد از ۱۲ روز در برگ کائولین‌پاشی شده افزایش می‌یابد (نورزاده نامقی و همکاران، ۱۳۹۸).

محتوای نسبی آب برگ: محتوای نسبی آب برگ در تیمار محلول‌پاشی تاج درخت با کائولین پنج درصد در اواخر اردیبهشت‌ماه (پس از کامل‌شدن رشد برگ‌ها) با ۷۳/۷٪ نسبت به تیمارهای بدون کائولین به‌ویژه با شاهد با ۷۰/۴٪ به‌طور معنی‌داری بیشتر بود (جدول ۲).

افزایش محتوای نسبی آب برگ انجیر پس از پاشش کائولین همسو با یافته‌های کاربرد کائولین در زیتون بود (غلامی و همکاران، ۱۴۰۳). کائولین با ذخیره آب در شرایط تنش خشکی و فواید فیزیولوژیکی متعددی در فرایندهای وابسته به تورژسانس همچون رشد، فعالیت روزنه‌ها و فتوسنتز باعث افزایش محتوای نسبی آب برگ می‌شود (Mullan and Pietragalla, 2012). یکی دیگر از مکانیسم‌های اثر کائولین در افزایش محتوای نسبی آب برگ و بهبود وضعیت آب گیاه انسداد جزئی روزنه است (Boari *et al*., 2015).

هدایت روزنه‌ای برگ: در تیمار محلول‌پاشی تاج درخت با کائولین پنج درصد در اواخر اردیبهشت‌ماه (پس از کامل‌شدن رشد برگ‌ها) با ۰/۰۸ میلی‌مول بر مترمربع بر ثانیه نسبت به سایر تیمارها به‌ویژه با شاهد با ۰/۰۷ میلی‌مول بر مترمربع بر ثانیه به‌طور معنی‌داری هدایت روزنه‌ای برگ بیشتری داشت (جدول ۲).

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-03-19]
[DOI: DOI: 10.22034/13.62.93]

جدول ۲- تأثیر زمان محلول‌پاشی کائولین بر ویژگی‌های فیزیولوژیکی انجیر رقم سبز در شرایط دیم

تیمار	فتوسنتز ($\mu MCo_2.m^{-2}s^{-1}$)	محتوای نسبی آب برگ (٪)	هدایت روزنه‌ای ($mM.m^{-2}.s^{-1}$)	دمای برگ (^oC)
محلول‌پاشی کائولین ۵٪ اواخر اردیبهشت	۱/۶^{a†}	۷۳/۷^{a}	۰/۰۸^{a}	۲۶/۹^{b}
آب‌پاشی اواخر اردیبهشت	۱/۲^{b}	۷۰/۵^{b}	۰/۰۷^{b}	۳۰/۳^{a}
محلول‌پاشی کائولین ۵٪ اواسط تیر	۱/۴^{b}	۷۱/۳^{ab}	۰/۰۷^{b}	۲۸/۳^{b}
آب‌پاشی اواسط تیر	۱/۱^{b}	۷۰/۹^{b}	۰/۰۷^{b}	۳۰/۴^{a}
شاهد (بدون کائولین‌پاشی یا آب‌پاشی)	۱/۰^{b}	۷۰/۴^{b}	۰/۰۷^{b}	۳۰/۹^{a}

†میانگین‌هایی با حروف مشابه در هر ستون با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ ٪ تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

کاربرد کائولین باعث بهبود هدایت روزنه‌ای مرکبات در اواسط روز شد (Jifon and Syvertsen, 2003). دلیل افزایش هدایت روزنه‌ای برگ پسته بعد از پاشش کائولین ۵٪، کاهش تنش دمای برگ و افزایش انعکاس نور بود (نورزاده نامقی و همکاران، ۱۳۹۸).

دمای برگ: کمترین دمای برگ در تیمارهای محلول‌پاشی تاج درخت با کائولین پنج درصد در اواخر اردیبهشت‌ماه (پس از کامل‌شدن رشد برگ‌ها) و محلول‌پاشی تاج درخت با کائولین پنج درصد در اواسط تیر به‌ترتیب با ۲۶/۹ و ۲۸/۳ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد که نسبت به تیمارهای آب‌پاشی و شاهد بدون کائولین‌پاشی و آب‌پاشی با ۳۰/۹ درجه سانتی‌گراد تفاوت معنی‌دار شد (جدول ۲).

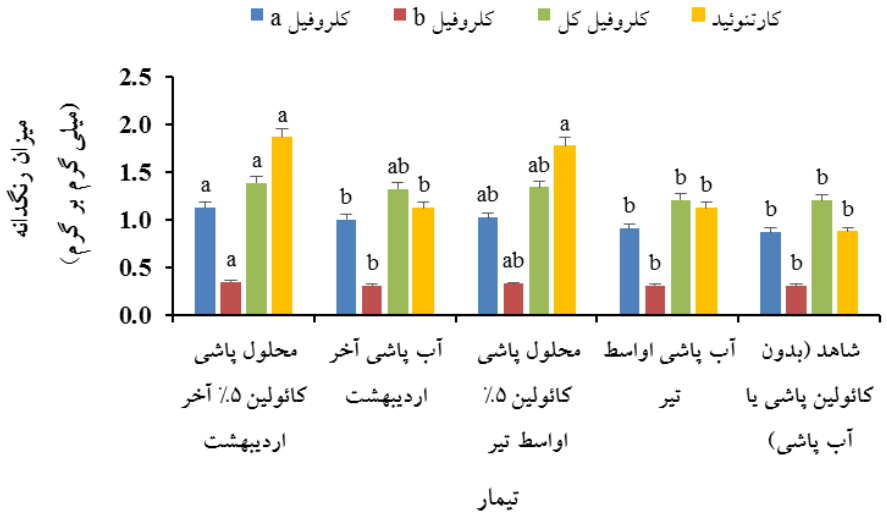
در این مطالعه استفاده از کائولین در اواسط اردیبهشت و اوایل تیر، دمای بهینه برگ را برای افزایش کارایی فتوسنتزی برگ فراهم کرد. کاربرد کائولین دمای برگ انجیر را از حدود ۳۰ درجه سانتی‌گراد به حدود ۲۷ درجه سانتی‌گراد کاهش داد. کاهش دما در مطالعه حاضر همسو با یافته استفاده کائولین در گریپ فروت بود که با کاربرد این ماده دمای برگ تا حدود ۳ درجه سانتی‌گراد کاهش یافت (Jifon and Syvertsen, 2003). دلیل کاهش دمای برگ پوشیده شده با کائولین را افزایش انعکاس انرژی خورشیدی بیان کردند (Glenn *et al*., 2002). افزایش انعکاس طول‌موج‌های بلند و کوتاه پرتو نورانی خورشید توسط کائولین در روزهای گرم (دمای هوا بالاتر از ۳۰ درجه سانتی‌گراد) با آسمان صاف مشهودتر است (Jifon and Syvertsen, 2003).

رنگدانه‌های برگ: میزان کلروفیل‌های a و b در تیمار محلول‌پاشی تاج درخت با کائولین پنج درصد در اواخر اردیبهشت‌ماه به‌ترتیب با ۱/۱۲ و ۰/۳۴ میلی‌گرم بر گرم به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیمارهای بدون کائولین‌پاشی بود. همچنین تیمار محلول‌پاشی تاج درخت با کائولین پنج درصد در اواخر اردیبهشت‌ماه با ۱/۳۸ میلی‌گرم بر گرم به‌طور معنی‌داری کلروفیل کل بیشتری نسبت به تیمار آب‌پاشی اواسط تیر و شاهد بدون کائولین‌پاشی و آب‌پاشی داشت. میزان کارتنوئید برگ در هر دو زمان محلول‌پاشی کائولین به‌ترتیب با ۱/۸۶ و ۱/۷۷ میلی‌گرم بر گرم به‌طور معنی‌داری نسبت به تیمارهای آب‌پاشی و شاهد به‌ترتیب با ۱/۱۲، ۱/۱۲ و ۰/۸۷ میلی‌گرم بر گرم بیشتر بود (شکل ۳). **اثر** محلول‌پاشی سطوح مختلف کائولین روی ارقام مختلف زیتون متفاوت بود. کائولین در افزایش میزان کلروفیل کل در برگ رقم کنسروالیا تأثیر بیش‌تری داشت (غلامی و همکاران، ۱۴۰۰). گزارش شده که کائولین اثرات نامطلوب شدت نور زیاد بر محتوای کلروفیل را که یکی از مهم‌ترین شاخص‌های تنش‌های محیطی بر گیاهان است را به‌طور معنی‌داری کاهش می‌دهد (Gharaghani *et al*., 2018).

درجه‌های تجاری میوه خشکباری: محلول‌پاشی تاج درخت با کائولین پنج درصد در اواخر اردیبهشت، باعث افزایش معنی‌دار وزن میوه‌های خشک انجیر با استیول یا روزنه بسته (با اصطلاح تجاری "خرمنی") با ۷۱۹ گرم در متر مکعب

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-03-19]

[DOI: DOI: 10.22034/13.62.93]



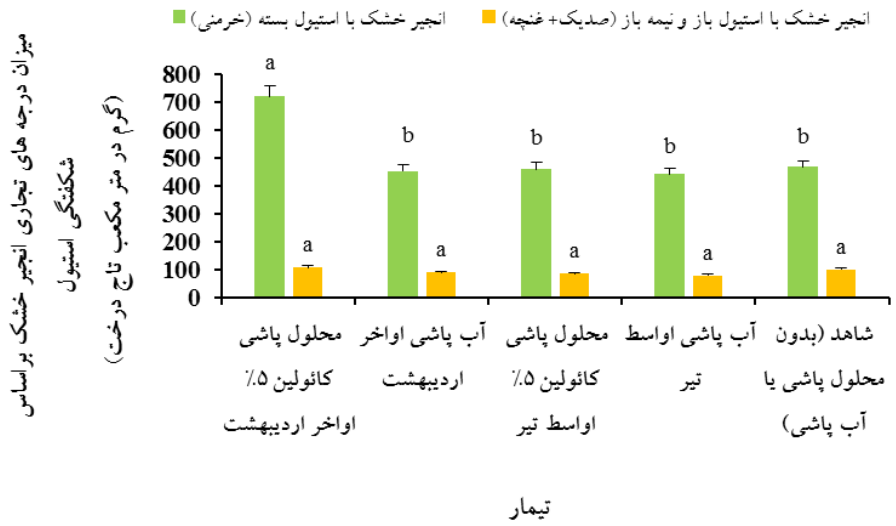
شکل ۳- تأثیر زمان محلول‌پاشی کائولین بر میزان رنگدانه‌های برگ انجیر رقم سبز با شرایط دیم، ستون‌های مشابه که دارای حروف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد معنی‌دار نیستند.

تاج درخت شد، اما تفاوت معنی‌داری بین تیمارها در وزن میوه‌های خشک انجیر با استیول یا روزنه باز و نیمه باز (به‌ترتیب با اصطلاح‌های تجاری "صدیک" و "غنچه") مشاهده نشد (شکل ۴). قابل ذکر است که در درجه‌بندی تجاری انجیر خشک سه درجه تجاری وجود دارد، که برای جداسازی درجه تجاری غنچه (انجیر خشک با روزنه نیمه‌باز) از درجه صدیک سلیقه‌های متفاوتی وجود دارد به‌منظور کاهش خطا در تفکیک این دو درجه با هم ادغام شدند. هر دو درجه صدیک و غنچه از نظر تجاری جزء میوه انجیر خشکباری دارای کیفیت بالا محسوب می‌شوند. همان‌طور که در شکل ۴ مشاهده می‌شود محلول‌پاشی کائولین در افزایش کیفیت تجاری انجیر از نظر شکفتگی استیول تأثیری نداشته است.

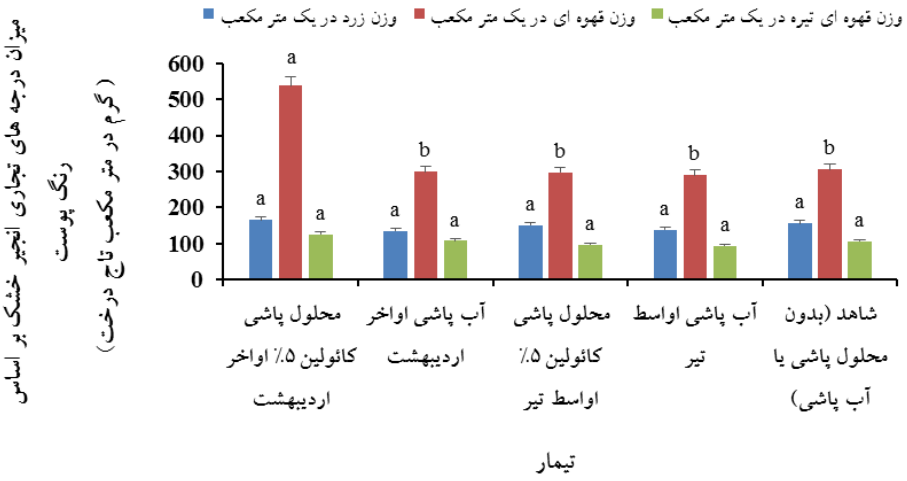
معیار دیگری که در تجارت انجیر خشک مورد ارزیابی قرار می‌گیرد رنگ پوست انجیر خشک است. این صفت به‌طور معمول در سه گروه زرد، قهوه‌ای و قهوه‌ای تیره درجه‌بندی می‌شوند. تیمار محلول‌پاشی تاج درخت با کائولین پنج درصد در اواخر اردیبهشت به‌طور معنی‌داری وزن میوه‌های خشک انجیر با رنگ پوست قهوه‌ای با ۵۳۷ گرم در متر مکعب تاج درخت را نسبت به سایر تیمارها افزایش داد، اما تفاوت معنی‌داری در وزن میوه‌های خشک انجیر با رنگ پوست زرد یا قهوه‌ای تیره در بین تیمارهای مختلف مشاهده نشد (شکل ۵). کیفیت انجیرهای خشک با پوست زرد رنگ از دو گروه دیگر بیشتر است و با قیمت بیشتری به فروش می‌رسند، اما زمان محلول‌پاشی کائولین بر افزایش میزان آن‌ها بی‌تأثیر بود.

سومین معیار تجاری، میوه‌های خشک انجیر قطر میوه (اندازه میوه) است. میوه‌های خشک‌شده انجیر بر اساس قطر در سه گروه درجه‌بندی می‌شوند. این گروه‌ها عبارتند از میوه‌های خشک انجیر با قطر بیش از ۲۳ میلی‌متر یا درجه تجاری AA، میوه‌های خشک انجیر با قطر بین ۱۷ تا ۲۳ میلی‌متر یا درجه تجاری A و میوه‌های خشک انجیر با قطر کمتر از ۱۷ میلی‌متر یا درجه تجاری B. تیمار محلول‌پاشی تاج درخت با کائولین پنج درصد در اواخر اردیبهشت با وزن ۴۹۲ گرم میوه‌های خشک انجیر با قطر بین ۱۷ تا ۲۳ میلی‌متر در یک متر مکعب تاج درخت را به‌طور معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها افزایش داد. این در حالی است که تفاوت معنی‌داری در وزن میوه‌های خشک با قطر بیش از ۲۳ میلی‌متر در بین تیمارها مشاهده نشد. همچنین تفاوت معنی‌داری در وزن میوه‌های خشک انجیر با قطر کمتر از ۱۷ میلی‌متریا درجه تجاری B در بین تیمارها وجود نداشت (شکل ۶). تفاوت معنی‌داری بین درختان کائولین پاشی شده و تیمارهای بدون

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-03-19]
[DOI: DOI: 10.22034/13.62.93]



شکل ۴- تأثیر زمان محلول‌پاشی کائولین بر شکفتگی استیول (روزنه) انجیر، ستون‌های مشابه که دارای حروف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد معنی‌دار نیستند.

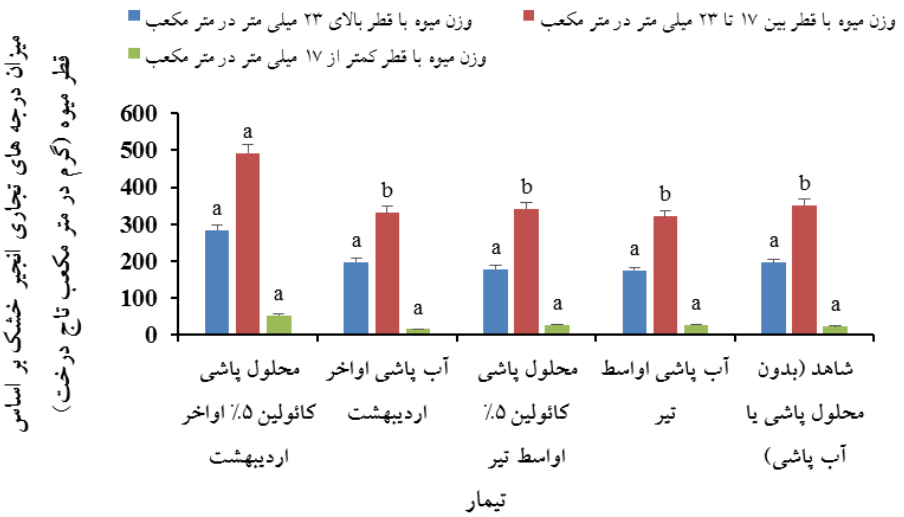


شکل ۵- تأثیر زمان محلول‌پاشی کائولین بر رنگ پوست انجیر خشک، ستون‌های مشابه که دارای حروف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد معنی‌دار نیستند.

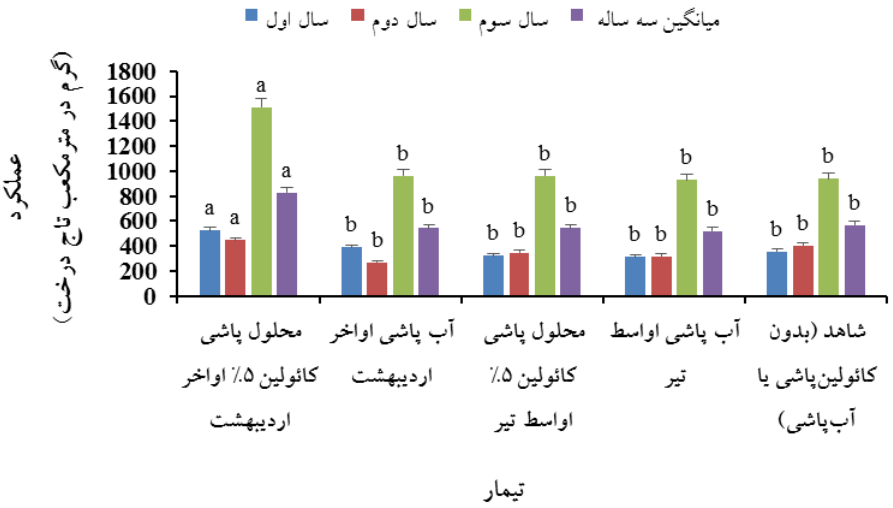
پوشش در وزن انجیر خشک با قطر بیش از ۲۳ میلی‌متر وجود نداشت، در حالی‌که این میوه‌های بزرگ در بین تاجرین به قیمت بالاتری خریداری می‌شود و انجیر با کیفیت بالا محسوب می‌شوند. اثر محلول‌پاشی کائولین در افزایش اندازه میوه به‌دلیل تخریب کمتر اکسین در میوه و در نتیجه منجر به رشد بیشتر میوه گزارش شده است (Faghih *et al.*, 2021). همچنین افزایش اندازه میوه در انجیر خشک را می توان به این دلیل نسبت داد که کائولین نقش مهمی در بهبود تبادل گاز روزنه‌ای برگ ها، سرعت جذب گازکربنیک و کارایی مصرف آب دارد (El-Tanany *et al.*, 2019).

عملکرد: محلول‌پاشی تاج درخت با کائولین پنج درصد در اواخر اردیبهشت‌ماه نسبت به سایر تیمارها باعث افزایش عملکرد وزنی درخت به‌صورت معنی‌دار شد. عملکرد این تیمار در سال اول، دوم، سوم و میانگین سه ساله به‌ترتیب حدود ۵۲۶، ۴۴۷، ۱۵۱۰ و ۸۲۷ گرم در هر متر مکعب تاج درخت بود در حالی‌که عملکرد شاهد در سال اول، دوم، سوم

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-03-19]
[DOI: DOI: 10.22034/13.62.93]



شکل ۶- تأثیر زمان محلول‌پاشی کائولین بر قطر میوه، ستون‌های مشابه که دارای حروف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد معنی‌دار نیستند.



شکل ۷- تأثیر زمان محلول‌پاشی کائولین بر عملکرد، ستون‌های مشابه که دارای حروف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد معنی‌دار نیستند.

و میانگین سه ساله به‌ترتیب حدود ۳۵۸، ۴۰۵، ۹۳۸ و ۵۶۷ گرم در هر متر مکعب تاج درخت بدست آمد (شکل ۷). اثر مفید تیمار کائولین بر عملکرد میوه را می‌توان به تشکیل لایه پوششی روی شاخ و برگ سطحی و اثر محافظتی آن در برابر افزایش دما که در نهایت منجر به کاهش تنش گرمایی بر میوه‌ها می‌شود، نسبت داد.

نتایج ارزیابی اقتصادی: بر اساس بررسی‌های به‌عمل آمده قطر، رنگ و درجه شکفتگی انجیر در تعیین قیمت انجیر نقش دارند هر یک از شاخص‌های یادشده خود به چند درجه به شرح جدول ۲ تقسیم می‌شود. اعداد مندرج در مقابل هر درجه نشان‌دهنده درصد قیمت آن درجه از انجیر نسبت به قیمت ۳۰۰۰۰۰۰ ریال برای هر کیلوگرم در سال ۱۴۰۲ است به‌عنوان مثال چنان‌چه انجیر با رنگ زرد روشن دارای حداکثر قیمت باشد انجیر قهوه‌ای روشن با ۷۰ درصد قیمت حداکثر به فروش خواهد رسید.

در مرحله بعد میانگین درصد وزنی محصول ۳ ساله حاصل

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-03-19]
[DOI: DOI: 10.22034/13.62.93]

جدول ۳- برآورد میانگین قیمت هر کیلوگرم انجیر در تیمارهای مختلف

تیمار	میانگین ۳ ساله نمره شکفتگی	میانگین ۳ ساله نمره قطر	میانگین ۳ ساله نمره رنگ	نمره کل	ضریب قیمت	قیمت هر کیلوگرم انجیر (ریال)
محلول‌پاشی کائولین ۵٪ اواخر اردیبهشت	۶۵/۵۸	۸۰/۱۸	۷۰/۱۹	۷۳/۱۳	۰/۷۳۱	۲۱۹۳۸۹۹/۸
آب‌پاشی اواخر اردیبهشت	۶۶/۰۷	۸۰/۵۲	۷۳/۸۳	۷۴/۳۷	۰/۷۴۴	۲۲۳۱۲۴۱/۱
محلول‌پاشی کائولین ۵٪ اواسط تیر	۶۵/۶۴	۷۹/۳۳	۷۲/۵۵	۷۳/۳۹	۰/۷۳۴	۲۲۰۱۷۷۱/۰
آب‌پاشی اواسط تیر	۶۵/۵۳	۸۰/۲۲	۷۵/۴۳	۷۴/۵۰	۰/۷۴۵	۲۲۳۴۹۹۲/۰
شاهد (بدون کائولین‌پاشی یا آب‌پاشی)	۶۵/۶۴	۷۹/۷۶	۷۶/۹۲	۶۴/۷۲	۰/۷۴۷	۲۲۴۱۶۲۱/۲

جدول ۴- برآورد نرخ بازده نهایی هزینه اعمال تیمارهای آزمایش (استفاده از نیروی کار)

تیمار	درآمد (ریال)	تفاوت در آمد با تیمار شاهد	هزینه اعمال تیمار	درآمد خالص تیمار نسبت به شاهد	نرخ بازده
محلول‌پاشی کائولین ۵٪ اواخر اردیبهشت	۶۸۴۴۹۶۷/۵	۲۶۳۴۰۸۲/۱	۵۶۵۵۰۰	۲۰۶۸۵۸۲/۱	۳/۶۶
آب‌پاشی اواخر اردیبهشت	۵۰۱۳۰۴۰/۹	۸۰۲۱۵۵/۵	۳۰۴۵۰۰	۴۹۷۶۵۵/۵	۱/۶۳
محلول‌پاشی کائولین ۵٪ اواسط تیر	۵۹۴۸۰۸۴/۳	۱۷۳۷۱۹۸/۹	۵۶۵۵۰۰	۱۱۷۱۶۹۸/۹	۲/۰۷
آب‌پاشی اواسط تیر	۵۰۸۴۰۴۸/۰	۸۷۳۱۶۲/۶	۳۰۴۵۰۰	۵۶۸۶۶۲/۶	۱/۸۷
شاهد (بدون کائولین‌پاشی یا آب‌پاشی)	۴۲۱۰۸۸۵/۴	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰

جدول ۵- برآورد نرخ بازده نهایی هزینه اعمال تیمارهای آزمایش (استفاده از تراکتور)

تیمار	درآمد (ریال)	تفاوت درآمد با تیمار شاهد	هزینه اعمال تیمار (ریال)	سود ناخالص تیمار نسبت به شاهد	نرخ بازده
محلول‌پاشی کائولین ۵٪ اواخر اردیبهشت	۶۸۴۴۹۶۷/۵	۲۶۳۴۰۸۲/۱	۷۸۳۰۰۰	۴۲۵۸۳۸/۸۹	۲/۳۷
آب‌پاشی اواخر اردیبهشت	۵۰۱۳۰۴۰/۹	۸۰۲۱۵۵/۵	۵۵۲۰۰۰	۶۴۴۹۵/۷۷	۰/۵۴
محلول‌پاشی کائولین ۵٪ اواسط تیر	۵۹۴۸۰۸۴/۳	۱۷۳۷۱۹۸/۹	۷۸۳۰۰۰	۲۱۹۵۵۵/۷۵	۱/۲۲
آب‌پاشی اواسط تیر	۵۰۸۴۰۴۸/۰	۸۷۳۱۶۲/۶	۵۲۲۰۰۰	۸۰۸۲۷/۴۰	۰/۶۷
شاهد (بدون کائولین‌پاشی یا آب‌پاشی)	۴۲۱۰۸۸۵/۴	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰

از هر تیمار از نظر انواع شاخص‌ها اندازه‌گیری و با استفاده از ضرایب فوق نمره‌گذاری شد. در سال ۱۴۰۲ قیمت سر باغ هر کیلوگرم انجیر با نمره ۱۰۰ در استهبان ۳۰۰۰۰۰۰ ریال بود. با ضرب ضریب نمره هر تیمار در ۳۰۰۰۰۰۰ ریال میانگین قیمت انجیر تولید شده در آن تیمار برآورد شد (جدول ۳).

به منظور برآورد در آمد هر تیمار عملکرد حاصل از آن در قیمت مربوطه ضرب شده و تفاوت آن با تیمار شاهد محاسبه شده است. در سمت هزینه‌ها ارزش مقدار کائولین مصرفی و دستمزد پرداخت شده برای اعمال تیمارها محاسبه شده است. هزینه‌های پاشیدن محلول کائولین و آب به دو صورت مرسوم در منطقه (استفاده از نیروی کار و ماشین) محاسبه شده است. در نهایت با استفاده از روش بودجه‌بندی جزیی، تیمارها از نظر

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-03-19]

[DOI: DOI: 10.22034/13.62.93]

اقتصادی با هم مقایسه شدند (جداول ۴ و ۵).

بر اساس نتایج به دست آمده اعمال تیمارهای آزمایش به‌طور متوسط ۱۲۰۹۳۲۰ ریال ارزش محصول درختان هر تیمار را افزایش می‌دهد. این رقم در تیمار محلول‌پاشی کائولین ۵٪ اواخر اردیبهشت بیشینه و برابر با ۲۶۳۴۰۸۲ ریال و در تیمار آب‌پاشی اواخر اردیبهشت کمینه و برابر با ۸۰۲۱۵۵ ریال بود. بیشترین هزینه مربوط به تیمارهای محلول‌پاشی کائولین ۵٪ اواخر اردیبهشت و محلول‌پاشی کائولین ۵٪ اواسط تیر که در حالت اول (استفاده از سمپاش کوله‌ای) به مبلغ ۵۶۵۵۰۰ ریال و در حالت دوم (استفاده از سمپاش تراکتوری) به مبلغ ۷۸۳۰۰۰ ریال و کمترین هزینه در حالت اول ۳۰۴۵۰۰ ریال و در حالت دوم ۵۲۲۰۰۰ ریال مربوط به تیمارهای آب‌پاشی اواخر اردیبهشت و آب‌پاشی اواسط تیر محاسبه شد. درآمد خالص نسبت به تیمار شاهد در تمامی تیمارها مثبت شد. بیشترین درآمد خالص در هر دو حالت از تیمار محلول‌پاشی کائولین ۵٪ اواخر اردیبهشت به‌دست آمد. نرخ بازده سرمایه‌گذاری در تمامی تیمارها مثبت برآورد شد و نشان داد که افزایش هزینه در هر کدام از تیمارها منجر به افزایش منفعت بیش از هزینه انجام‌شده می‌گردد. بالاترین نرخ بازده سرمایه‌گذاری در هر دو حالت (به میزان ۳/۶۶ و ۲/۳۶) مربوط به تیمار محلول‌پاشی کائولین ۵٪ اواخر اردیبهشت ثبت شد. در این تیمار باغدار به ازاء یک ریال هزینه در حالت اول ۳/۶۶ ریال و در حالت دوم ۲/۳۶ ریال منفعت داشت.

بنا به نتایج فوق در شرایط محدودیت اعتباری و هدف باغدار برای حداکثر کردن نرخ بازده سرمایه خود، محلول پاشی کائولین ۵٪ اواخر اردیبهشت برترین تیمار بوده و تیمارهای محلول‌پاشی کائولین ۵٪ اواسط تیر، آب‌پاشی اواسط تیر و آب‌پاشی اواخر اردیبهشت به‌ترتیب در اولویت‌های بعدی قرار گرفتند.

نتیجه‌گیری

در شرایط دیم، کاربرد کائولین روی انجیر رقم سبز به‌طور مؤثری اثرات نامطلوب تنش خشکی را کاهش داد و منجر به کاهش قابل‌توجه دما روی میوه و برگ درختان انجیر شد. مصرف کائولین باعث افزایش محتویات رنگدانه‌های برگ، بهبود ویژگی‌های فیزیولوژیکی و عملکرد میوه در شرایط دیم شد. نتایج حاکی از آن است که استفاده از کائولین ۵ درصد در اواسط اردیبهشت با کاهش دمای برگ، آماده‌سازی شرایط بهینه فتوسنتز و جلوگیری از تخریب رنگدانه‌ها در کاهش تنش‌های خشکی و گرمایی نقش داشت. این زمان محلول‌پاشی کائولین پس از کامل‌شدن رشد برگ و در مرحله اولیه تشکیل گل‌آذین است. بررسی اقتصادی، تأیید کرد که پاشش کائولین در این زمان، بیشترین درآمد خالص و بازده سرمایه را به همراه دارد.

منابع

احمدی، کریم، عبادزاده، حمیدرضا، حاتمی، فرشاد، محمدنیا افروزی، شهریار، عباس طاقانی، رضا، یاری شهین، و السادات کلانتری، ملیحه (۱۴۰۰). آمارنامه کشاورزی سال ۱۳۹۹، جلد سوم محصولات باغبانی. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات. تهران، ایران.

پناهی، بهمن، زهدی، هادی، و سلیمانی، نجمه (۱۴۰۲). بررسی اثر پاشش برگی کائولین بر خسارت آفتاب‌سوختگی و خصوصیات کمی، کیفی و فیزیولوژیکی پسته رقم کله‌قوچی. *علوم و فناوری پسته*، *۸* (۱۴)، ۱۷-۲۸.

توکلی، افشین، اسدی صنم، سمانه، و روزبهانی، آرش (۱۴۰۲). تأثیر محلول‌پاشی سدیم نیتروپروساید، کائولین و پتاسیم بر عملکرد و برخی ویژگی‌های بیوشیمیایی آویشن دنایی (*Thymus daenensis* Celak) در شرایط دیم و آبیاری تکمیلی. *تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران*، ۳۹ (۴)، ۶۷۳-۶۹۰. https://doi.org/10.22092/ijmapr.2023.363867.3388

هاردیکر، جان‌برایان، و دیلون، جان (۱۳۷۹). تحقیق در مدیریت مزرعه (برای پیشرفت کشاورزان خرده پا) ترجمه چیذری،

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-03-19]

[DOI: DOI: 10.22034/13.62.93]

امیرحسین. انتشارات آییژ، گرمسار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرمسار.

خالقی، اسماعیل، ارزانی، کاظم، معلمی، نوراله، و برزگر، محسن (۱۳۹۳). مطالعه اثر کاربرد برگی کائولین بر فلئورسانس و میزان کلروفیل برگ نهال‌های زیتون (*Olea europaea* L.) رقم دزفول تحت تنش کم آبی. *تولیدات گیاهی (مجله علمی کشاورزی)، ۳۷* (۲)، ۱۲۸-۱۴۱.

زارع، حمید، و شریف‌زاده، حمیدرضا (۱۴۰۲). اثر آبیاری تکمیلی با آب شور بر ویژگی‌های انجیر رقم سبز. *مجله علوم و فنون باغبانی ایران*، ۲۴ (۲)، ۲۴۷-۲۶۰.

زارع، حمید، شیروانیان، عبدالرسول، و شریف‌زاده، حمیدرضا (۱۴۰۲). اثر زمان نصب و رنگ پوشش تورهای سایبانی بر برخی از ویژگی‌های برگ و میوه در دو رقم تجاری انجیر تحت شرایط دیم. *فرآیند و کارکرد گیاهی، ۱۲* (۵۶)، ۴۳-۵۸.

غلامی، رحمت‌اله، هاشم‌پور، ابوذر، ارجی، عیسی، و حاجی‌امیری، ابوالحسن (۱۴۰۰). واکنش رشدی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی شش رقم تجاری زیتون به محلول‌پاشی کائولین در شرایط گرم. *فرآیند و کارکرد گیاهی، ۱۰* (۴۵)، ۱۵-۲۶.

غلامی، رحمت‌اله، هاشم‌پور، ابوذر، ارجی، عیسی، و حاجی‌امیری، ابوالحسن (۱۴۰۳). بررسی ویژگی‌های گل و تشکیل میوه شش رقم تجاری زیتون به محلول‌پاشی کائولین در شرایط گرم. *دانش کشاورزی وتولید پایدار*. https://doi.org/10.22034/SAPS.2023.56257.3027

کرمانی‌پور بقایی، سعیده سادات، پوریوسف‌پور، مجید، یوسفی، علیرضا، و رفیعی، مسعود (۱۴۰۲). ارزیابی صفات بیوشیمیایی و عملکرد توده‌های بالنگوی شهری با کاربرد برخی مواد ضدتعرق در شرایط دیم. *به‌زراعی کشاورزی، ۲۵* (۱)، ۱۷۷-۱۹۵. https://doi.org/10.22059/jci.2022.337815.2666

نورزاده نامقی، مینا، داوری‌نژاد، غلامحسین، شور، محمود، فارسی، محمد، و مؤمن، علی (۱۳۹۸). تغییرات دما و تبادلات گازی برگ دانهال‌های پسته در پاسخ به کاربرد کائولین. *فنآوری تولیدات گیاهی، ۱۹* (۲)، ۱۴۵-۱۵۵.

Arnon, A. N. (1967). Method of extraction of chlorophyll in the plants. *Agronomy Journal*, *23*(1), 112-121.

Boari, F., Donadio, A., Schiattone, M. I., & Cantore, V. (2015). Particle film technology: A supplemental tool to save water. *Agricultural Water Management*, *147*, 154-162. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2014.07.014

Cirillo, A., Conti, S., Graziani, G., El-Nakhel, C., Rouphael, Y., Ritieni, A., & Di Vaio, C. (2021). Mitigation of high-temperature damage by application of kaolin and pinolene on young olive trees (*Olea europaea* L.): A preliminary experiment to assess biometric, eco-physiological and nutraceutical parameters. *Agronomy*, *11*(9), 1884. https://doi.org/10.3390/agronomy11091884

Denaxa, N. K., Roussos, P. A., Damvakaris, T., & Stournaras, V. (2012). Comparative effects of exogenous glycine betaine, kaolin clay particles and Ambiol on photosynthesis, leaf sclerophylly indexes and heat load of olive cv. Chondrolia Chalkidikis under drought. *Scientia Horticulturae*, *137*, 87-94. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2012.01.012

El-Tanany, M. M., Kheder, A. M. A., & Abdallah, H. R. (2019). Effect of some treatments on reducing sunburn in Balady Mandarin fruit trees (*Citrus reticulata*, Blanco). *Middle East Journal of Agriculture Research*, *8*(3), 889-897.

Faghih, S., Zamani, Z., Fatahi, R., & Omidi, M. (2021). Influence of kaolin application on most important fruit and leaf characteristics of two apple cultivars under sustained deficit irrigation. *Biological Research*, *54*. http://dx.doi.org/10.1186/s40659-020-00325-z

Faostat. (2024). https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL

Gharaghani, A., Javarzari, A. M., & Vahdati, K. (2018). Kaolin particle film alleviates adverse effects of light and heat stresses and improves nut and kernel quality in Persian walnut. *Scientia Horticulturae*, *239*, 35-40. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.05.024

Glenn, D. M., Prado, E., Erez, A., McFerson, J., & Puterka, G. J. (2002). A reflective, processed-kaolin particle film affects fruit temperature, radiation reflection, and solar injury in apple. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, *127*(2), 188-193. https://doi.org/10.21273/JASHS.127.2.188

Jifon, J. L. & Syvertsen, J. P. (2003). Kaolin particle film applications can increase photosynthesis and water use efficiency of Ruby Red 'grapefruit leaves. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, *128*(1), 107-112. https://doi.org/10.21273/JASHS.128.1.0107

Mahmoudian, M., Rahemi, M., Karimi, S., Yazdani, N., Tajdini, Z., Sarikhani, S., & Vahdati, K. (2021). Role of kaolin on drought tolerance and nut quality of Persian walnut. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, *20*(6),

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-03-19]

[DOI: DOI: 10.22034/13.62.93]

409-416. https://doi.org/10.1016/j.jssas.2021.05.002

Mullan, D. & Pietragalla, J. (2012). Leaf relative water content. *Physiological Breeding II: A Field Guide to Wheat Phenotyping*, 25-27.

Oyebamiji, Y. O., Adigun, B. A., Shamsudin, N. A. A., Ikmal, A. M., Salisu, M. A., Malike, F. A., & Lateef, A. A. (2024). Recent advancements in mitigating abiotic stresses in crops. *Horticulturae*, *10*(2), 156. https://doi.org/10.3390/horticulturae10020156

Ramirez-Vallejo, P. & Kelly, J. D. (1998). Traits related to drought resistance in common bean. *Euphytica*, *99*(2), 127-136. https://doi.org/10.1023/A:1018353200015

Ritchie, S. W., Nguyen, H. T., & Holaday, A. S. (1990). Leaf water content and gas-exchange parameters of two wheat genotypes differing in drought resistance. *Crop Science*, *30*(1), 105-111. https://doi.org/10.2135/cropsci1990.0011183X003000010025x

Teran, F., Vives-Peris, V., Lopez-Climent, M. F., Gomez-Cadenas, A., & Perez-Clemente, R. M. (2023). Palliative effects of kaolin on citrus plants under controlled stress conditions of high temperature and high light intensity. *Journal of Plant Growth Regulation*, 1-14. https://doi.org/10.1007/s00344-023-11103-y

Wand, S. J., Theron, K. I., Ackerman, J., & Marais, S. J. (2006). Harvest and post-harvest apple fruit quality following applications of kaolin particle film in South African orchards. *Scientia Horticulturae*, *107*(3), 271-276. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2005.11.002

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-03-19]

[DOI: DOI: 10.22034/13.62.93]

Technical and economic evaluation of the effect of kaolin foliar application time on some physiological, quantitative and qualitative characteristics of figs (*Ficus carica* cv. Sabz) in rainfed conditions

Hamid Zare[*1], Dadgar Mohamadi[2]

[1] Horticultural Sciences Research Institute (HSRI), Agricultural Research, Education, and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
[2] Department of Economic, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Centre, AREEO, Shiraz, Iran
(Received: 2024/02/18, Accepted: 2024/04/30)

Abstract

Drought and heat stress are intensified by the decrease in soil moisture in rainfed fig orchards during droughts, and it is necessary to provide a suitable method to increase the tolerance of trees and the quantity and quality of fruit. Using kaolin at the right time is a way to maintain rainfed trees in drought conditions. In order to investigate the effect of kaolin application time on some characteristics of figs, an experiment was conducted in the form of a randomized complete block design with four replications at the Estahban fig research station for technical evaluation during 2016–2018 and economic evaluation in 2024. Experimental treatments included foliar spraying with kaolin (late May or mid-July), water spraying (late May or mid-July), and control. The results showed that 5% kaolin foliar spraying at the end of May had increasing effects on the leaf width and the number of syconia in the shoot. Also, spraying kaolin at the end of May improved many physiological characteristics in heat stress, so that with the use of this substance, the intensity of photosynthesis, relative water content of leaves, stomatal conductance and temperature of fig leaves improved to 6. 1 $\mu Mco_2.m^{-2}. S^{-1}$, 73.7%, 0.08 mM. $m^{-2}. S^{-1}$ and 26.9 ^oC changed, respectively. The amount of carotenoid pigments, chlorophylls a, b and the total of fig leaves with 5% kaolin at the end of May were higher than leaves without kaolin coating. Although the use of kaolin at the end of May had no effect on the quality of dried fig fruits, it increased the quantity of fruits and yielded up to 827 $g.m^{-3}$ of tree crown. Therefore, a 5% kaolin foliar application in late May is recommended to reduce heat stress and drought effects and increase fig yield in rainfed orchards. Also, the economic analysis of the results showed that this treatment has the highest net income and investment return rate.

Keywords: Anti-transpirants, Drought, Heat stress, photosynthesis, Spraying time, Syconium

Corresponding author, Email: hamidzare777@gmail.com

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-03-19]

[DOI: DOI: 10.22034/13.62.93]