به زراعی کشاورزی
دوره ۱۶ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۳۹۳
صفحه‌های ۱۸۴-۱۶۹

بررسی اثر پاشش کائولین بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و ترکیب اسیدهای چرب روغن زیتون رقم زرد در شرایط اقلیمی شهرستان فسا

اسمعیل خالقی[۱]، کاظم ارزانی*[۲]، نوراله معلمی[۳] محسن برزگر[۴]

۱. دکتری فیزیولوژی و اصلاح درختان میوه، گروه باغبانی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران: آدرس فعلی: استادیار گروه باغبانی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه شهید چمران، اهواز ، ایران
۲. استاد، فیزیولوژی و اصلاح درختان میوه، گروه باغبانی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران ، ایران
۳. استاد، گروه باغبانی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه شهید چمران، اهواز، ایران
۴. دانشیار، گروه صنایع غذایی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران ، ایران

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۲/۰۳/۲۱ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۰۲/۲۷

چکیده

تأثیر کائولین بر میوه و روغن زیتون رقم زرد در یکی از باغ‌های تجاری شهرستان فسا در استان فارس بررسی شد. غلظت‌های صفر، سه و شش درصد کائولین با دفعات متفاوت در پاشش شامل یک بار پاشش (۶۰ روز بعد از تمام‌گل)، دو بار پاشش (۶۰ و ۹۰ روز بعد از تمام‌گل) و سه بار پاشش (۶۰ و ۹۰ و ۱۲۰ روز بعد از تمام‌گل) بر روی درختان بالغ زیتون رقم زرد محلول‌پاشی شد. نتایج نشان داد که کائولین و دفعات پاشش تأثیر معناداری بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی میوه نداشت، درحالی‌که کائولین و دفعات پاشش بر ترکیب اسید چرب تأثیرگذار بود. کمترین مقدار اسید لینولئیک (۱۴/۴۹ درصد) و اسید لینولنیک (۱/۰۲ درصد) مربوط به تیمار سه بار پاشش بود. مقادیر اسیدهای چرب اولئیک، نسبت تک غیراشباع به چند غیراشباع و نسبت اولئیک به لینولئیک در روغن‌های استخراج‌شده از درختان اسپری‌شده با غلظت‌های سه و شش درصد کائولین نسبت به درختان اسپری‌نشده بیشتر بود. همچنین تیمار کائولین شش درصد همراه با سه بار پاشش، دارای بیشترین مقدار نسبت اسید اولئیک به اسید لینولئیک، اسیدهای چرب تک غیراشباع به چنداشباع بود، درحالی‌که کمترین مقدار اسید لینولنیک، اسید پالمیتیک و اسید لینولئیک را دارا بود. در این پژوهش کائولین سبب بهبود وضعیت ترکیب اسیدهای چرب روغن شد.

کلیدواژه‌ها: اسید اولئیک، اسید پالمیتیک، اسیدهای چرب تک غیراشباع، اسیدهای چرب چند غیراشباع، اسید لینولنیک، اسید لینولئیک.

* نویسنده مسئول Email: arzani_k@modares.ac.ir

۱. مقدمه

زیتون[1] گیاهی است از خانوادهٔ Oleaceae و جزء گیاهان مقاوم به شرایط خشک و نیمه‌خشک به‌شمار می‌آید. این گیاه در صنعت میوه‌کاری جهان و ایران به‌واسطهٔ تولید روغن و نقش ویژه‌ای که روغن در سلامت انسان دارد، از جایگاه و اهمیت خاصی برخوردار است [۱].

منحنی رشد میوهٔ زیتون یک منحنی سیگموئیدی است که سرعت تغییرات و میزان رشد و نمو میوه و احتمالاً ترکیب کیفی آن ممکن است تحت تأثیر عواملی از قبیل مقدار باردهی گیاه، آب در دسترس و شرایط محیطی به‌خصوص دمای محیط قرار گیرد [۱ ، ۱۵]. سرعت رشد میوهٔ زیتون ممکن است از طریق تغییر شرایط آب‌وهوایی در محیط رشد گیاه به‌ویژه مقدار تابش نور و مقدار آب مصرفی تغییر پیدا کند [۱۸]. برخی دیگر از محققان معتقدند که خواص فیزیکوشیمیایی میوهٔ زیتون تحت تأثیر عوامل زیادی از جمله رقم، مرحلهٔ رسیدگی، شرایط آب‌وهوایی غالب در طول سال، عرض جغرافیایی، وضعیت خاک و نحوهٔ سیستم آبیاری قرار دارد که به‌وسیلهٔ ویژگی‌های کمّی از قبیل نسبت گوشت به هسته و درصد روغن، و شاخص‌های کیفی از قبیل ترکیب اسیدهای چرب، عدد یدی و همچنین محتوای فنل کل می‌تواند بیان شود [۲، ۵ ، ۸].

درخصوص ترکیب اسیدهای چرب روغن زیتون نیز مطالعات گسترده‌ای وجود دارد که براساس همگی آنها، شرایط محیطی بر ترکیب اسید چرب روغن در زمان رشد و نمو میوه مؤثر است [۱۴ ، ۲۳]. نتایج تحقیقی دربارهٔ کیفیت روغن زیتون در چین نشان داد که مقدار اسیدهای چرب روغن زیتون در این منطقه در مقایسه با روغن‌های منطقهٔ مدیترانه متفاوت بود، به‌طوری‌که در چین اسیدهای چرب اشباع پالمیتیک و استئاریک بیشتر و اسیدهای چرب غیراشباع کمتر بود [۱۳]. همچنین مشخص شده است که بین دمای هوا و ترکیب اسیدهای چرب ارتباط نزدیکی وجود دارد. به‌طوری‌که مقدار اسید پالمیتیک، استئاریک و لینولئیک در مناطق گرم‌تر، بیشتر؛ و مقدار اسید اولئیک کمتر گزارش شده است. در این راستا تحقیقات دربارهٔ ارقام زیتون نشان داد که مقدار اسید لینولئیک روغن زیتون رقم چملایی در مناطق گرم جنوب تونس نسبت به مناطق خنک شمال تونس بیشتر [۱۳] و نیز مقدار اسید اولئیک روغن زیتون رقم زرد در منطقهٔ رودبار به‌دلیل خنک‌تر بودن نسبت به گرگان بیشتر بود [۲۰].

باتوجه به تأثیرات منفی دمای زیاد بر مراحل رشد رویشی، زایشی و رشد و نمو میوهٔ گیاهان، استفاده از ترکیبات ضد تعرقی و منعکس‌کنندهٔ نور خورشید به‌منظور کاهش اثر سوء دما در برخی از مناطق دنیا مرسوم شده است. مطالعات نشان داده است که کاربرد کائولین به‌عنوان یکی از ترکیبات طبیعی مورد استفاده برای کاهش تأثیرات منفی تنش گرمایی و آبی به‌واسطهٔ قابلیت انعکاس نور خورشید و کاهش دمای برگ و میوه در برخی از محصولات باغی موجب بهبود قابلیت میوه‌دهی و افزایش کیفیت میوه شده است [۷، ۱۹، ۲۱ ، ۲۲].

با توجه به مطالب مطرح‌شده و نیز کمبود اطلاعات علمی مدون درخصوص تأثیر کائولین بر ترکیب اسید چرب روغن زیتون، پژوهش حاضر در یکی از باغ‌های تجاری شهرستان فسا در استان فارس با اقلیم گرم و نیمه‌خشک و به‌منظور بررسی تأثیرات پاشش کائولین بر ترکیب اسید چرب روغن زیتون رقم زرد به اجرا درآمد.

۲. مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌مدت دو سال طی سال‌های ۱۳۹۰-۹۱ و ۱۳۹۱-۹۲ در باغ تجاری زیتون شرکت پیشگامان در شهرستان فسا (عرض جغرافیایی ۲۸ درجه و ۵۸ ثانیهٔ شمالی و ۵۳ درجه و ۴۱ ثانیهٔ شرقی و ارتفاع ۱۲۲۸ متر از سطح دریا) واقع در استان فارس بر روی درختان ۱۵ سالهٔ زیتون رقم زرد با اندازه و شکل تاج یکسان انجام گرفت. اطلاعات شرایط اقلیمی محل آزمایش در جدول ۱ آورده شده است.

1. *Olea europaea* L.

جدول ۱. اطلاعات هواشناسی در طول دورهٔ رشد و نمو میوهٔ زیتون طی دو سال آزمایش

ماه‌های سال	متوسط حداقل دما (^oC)	متوسط حداکثر دما (^oC)	متوسط دما (^oC)	بارندگی (mm)	تبخیر (mm)
		۱۳۹۱-۱۳۹۰			
اردیبهشت	۱۹/۷۰	۳۸/۹۰	۲۹/۳۰	۰	۴۰۰/۸۰
خرداد	۲۱/۶۰	۴۰/۰۰	۳۰/۸۰	۰	۴۱۹/۷۰
تیر	۲۲/۵۰	۳۹/۷۰	۳۱/۱۰	۴/۹۰	۴۱۷/۲۰
مرداد	۱۸/۰۰	۳۶/۹۰	۲۷/۵۰	۰	۳۱۷/۵۰
شهریور	۱۳/۳۰	۳۲/۶۰	۲۳/۰۰	۰	۲۴۱/۳۰
مهر	۶/۶۰	۲۴/۶۰	۱۵/۶۰	۱/۲۰	۱۵۶/۹۰
آبان	۱/۳۰	۱۷/۷۰	۹/۵۰	۳۲/۱۰	۶۰/۸۰
		۱۳۹۲-۱۳۹۱			
اردیبهشت	۱۸/۸۰	۳۷/۶۰	۲۸/۲۰	۰	۳۹۶/۵۰
خرداد	۲۰/۸۰	۳۹/۸۰	۳۲/۲۰	۰/۲۰	۴۲۷/۱۰
تیر	۲۱/۰۰	۳۹/۵۰	۳۰/۲۰	۰	۴۱۴/۸۰
مرداد	۱۹/۰۰	۳۷/۲۰	۲۸/۱۰	۰	۳۳۲/۴۰
شهریور	۱۳/۱۰	۳۱/۸۰	۲۲/۵۰	۰	۱۹۷/۲۰
مهر	۸/۲۰	۲۵/۵۰	۱۶/۹۰	۴/۲۰	۱۲۴/۲۰
آبان	۳/۸۰	۱۶/۹۰	۱۰/۴۰	۴۸/۷۰	۴۰/۶۰

بافت خاک باغ تحت آزمایش از نوع لومی شنی با مادهٔ آلی ۱/۰۲ درصد و pH ۷/۶۲ و مقدار نیتروژن ۰/۱ درصد بود. در این آزمایش، از کائولین فراوری‌شده (کائولین سپیدان Sepidan®WP)، تهیه‌شده از شرکت کیمیا سبزآور تهران استفاده شد. غلظت‌های صفر، سه و شش درصد کائولین با دفعات متفاوت پاشش، شامل یک بار پاشش (۶۰ روز بعد از تمام‌گل)، دو بار پاشش (۶۰ و ۹۰ روز بعد از تمام‌گل) و سه بار پاشش (۶۰ و ۹۰ و ۱۲۰ روز بعد از تمام‌گل) بر روی درختان زیتون رقم زرد محلول‌پاشی شد. زمان تمام‌گل رقم زرد زیتون در سال اول آزمایش ۲۸ اردیبهشت و در سال‌های دوم چهارم خرداد بود. درختان زیتون باغ به‌دلیل کمبود شدید آب در منطقه، با مقدار بسیار کمی آب (حدود یک تا دو لیتر آب به‌ازای هر درخت در ماه) آبیاری شدند. از هر درخت حدود ۲/۵ کیلوگرم میوهٔ سالم از نظر آلودگی و آفات در تاریخ ۲۸ آبان ۱۳۹۰ و ۵ آذر۱۳۹۱ برداشت شد. به‌منظور حذف تأثیر منفی درجهٔ رسیدگی میوه‌ها در اندازه‌گیری ترکیب اسید چرب، شاخص رسیدگی میوه (Maturity Index) با توجه به فرمول زیر [۲۴]، در سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ برای میوه‌های برداشت‌شده ۳/۸ و ۴ بود.

$$MI = \left(\frac{0\times N_1 + 1\times N_2 + 2\times N_3 + 3\times N_4 + 4\times N_5 + 5\times N_6 + 6\times N_7}{100}\right) \qquad (1)$$

در این رابطه، N درجه‌بندی رنگ پوست و گوشت میوه است.

میوه‌ها بلافاصله بعد از برداشت به آزمایشگاه پومولوژی گروه باغبانی دانشگاه تربیت مدرس منتقل شدند

و فاکتورهای فیزیکوشیمیایی نظیر وزن تر میوه، وزن تر گوشت و هسته، وزن خشک گوشت و هسته، نسبت گوشت به هسته، درصد گوشت، درصد هسته، درصد روغن مطابق استاندارد AOCS Aa 4-38 [۳] و ترکیب اسید چرب براساس روش متکالف و همکاران [۱۷] به‌شرح زیر اندازه‌گیری شد:

۲.۱.وزن تر میوه، گوشت و هسته (برحسب گرم)

برای تعیین وزن تر میوه، میانگین وزن ۲۵ عدد زیتون برای هر تیمار با ترازوی دیجیتال (با دقت ۰/۰۰۰۱) محاسبه شد. سپس گوشت و هسته از هم جدا و وزن تر هسته محاسبه شد و از تفاضل وزن تر هسته از وزن تر میوه، وزن تر گوشت به‌دست آمد.

۲.۲.وزن خشک گوشت و هسته (برحسب گرم)

برای محاسبهٔ وزن خشک هسته و گوشت، گوشت و هسته به‌مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجهٔ سانتی‌گراد در آون قرار گرفت و سپس با توزین آنها وزن خشک محاسبه شد.

۲.۳.درصد روغن میوه

برای اندازه‌گیری درصد روغن میوه، ابتدا هسته از گوشت جدا شد و گوشت و هستهٔ میوه به‌مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۰۵ درجهٔ سانتی‌گراد در داخل دستگاه آون قرار گرفت. سپس ۵ گرم از نمونه هر بافت (هسته و گوشت) به‌طور جداگانه در داخل کاغذ صافی گذاشته شد و با استفاده از حلال هگزان و دستگاه سوکسله به‌مدت شش ساعت در سه تکرار، روغن استخراج و سپس حلال توسط دستگاه روتاری در دمای ۴۰ درجهٔ سانتی‌گراد از روغن جدا شد و مقدار روغن میوه بر مبنای وزن خشک تعیین گردید [۳].

۲.۴. ترکیب اسید چرب روغن

برای تعیین پروفایل اسید چرب روغن زیتون، ابتدا میوه‌های سالم زیتون به‌وسیلهٔ آسیاب خرد شد و خمیر آماده‌شده به‌مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق نگهداری شد و به‌منظور تسریع در استخراج روغن ۱۰۰ میلی‌لیتر آب ولرم اضافه و با استفاده از همزن مخلوط به‌هم زده شد و سپس به‌مدت ۲۰ دقیقه با سرعت ۵۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. نمونه‌های روغن به‌دست‌آمده در تاریکی و در دمای ۲۰- درجهٔ سانتی‌گراد تا زمان اندازه‌گیری اسید چرب نگهداری شد. سپس به‌مقدار ۰/۰۵ گرم از روغن زیتون استخراج شده توزین و به آن پنج میلی‌لیتر سود متانولی دو درصد اضافه و به‌مدت ۱۰ دقیقه درون بشر حاوی آب در حال جوش حرارت داده شد. سپس ۲/۱۷۵ میلی‌لیتر بور تری‌فلورید متانولی به آن اضافه شد و دوباره سه دقیقه داخل حمام آب جوش قرار گرفت. پس از خارج کردن نمونه‌ها از حمام آب جوش و خنک شدن آنها، یک میلی-لیتر هگزان به نمونه‌ها اضافه و مخلوط حاصل به‌شدت تکان داده شد. سپس حدود یک میلی‌لیتر از فاز رویی جدا شد و به‌همراه ۰/۵ گرم سدیم سولفات به‌وسیلهٔ سانتریفیوژ با ۲۵۰۰ دور در دقیقه به‌مدت پنج دقیقه مخلوط شد. سپس فاز رویی به درون میکروتیوب منتقل گردید. دو میکرولیتر از فاز رویی به دستگاه گاز کروماتوگرافی (Unicam 4600 Gas Chromatograph) با ستون BPX70 و با ابعاد ۳۰ متر و قطر داخلی ۰/۲۲ میلی‌متر و با ضخامت ۰/۲۵ میکرومتر و همچنین گاز حامل هلیوم با سرعت جریان یک میلی‌لیتر در دقیقه با سیستم Split ۱ به ۱۰، نوع آشکارساز FID با دمای آشکارگر ۳۰۰ درجهٔ سانتی‌گراد و دمای محل تزریق ۲۵۰ درجهٔ سانتی‌گراد و دمای ستون ۲۰۰ درجهٔ سانتی‌گراد تزریق شد. مواد شیمیایی استفاده‌شده در این مطالعه از شرکت Merck و Sigma تهیه شد [۱۷].

این پژوهش به‌صورت کرت خردشده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو سال به اجرا در آمد. به‌منظور تجزیه‌وتحلیل داده‌های آماری از تجزیهٔ واریانس مرکب و نرم‌افزار Mstatc استفاده شد و مقایسهٔ

میانگین به‌کمک آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح یک و پنج درصد صورت گرفت.

۳.نتایج و بحث

۱.۳.خصوصیات فیزیکوشیمیایی میوه

نتایج تجزیهٔ واریانس مرکب بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی میوه نشان داد که بین غلظت‌های مختلف کائولین، دفعات اسپری و اثر متقابل بین غلظت‌های مختلف کائولین و دفعات پاشش از نظر وزن تر میوه، گوشت و هسته، وزن خشک میوه، هسته و گوشت و همچنین درصد روغن و نسبت گوشت به هسته و درصد گوشت و هسته تفاوت معنادار آماری در سطح یک و پنج درصد وجود نداشت (جدول ۲). همچنین مشخص شد که اثر سال و تأثیرات متقابل بین سال و تیمارهای آزمایش (سال × کائولین، سال × دفعات اسپری، سال × دفعات اسپری × کائولین) بر شاخص‌های فیزیکوشیمیایی و درصد روغن در سطح معنادار آماری ۱ و ۵ درصد مؤثر نبود.

در زمینهٔ اثر دفعات اسپری و کائولین بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی میوه، نتایج نشان داد که بین سه سطح دفعات پاشش (یک، دو و سه بار پاشش) و سه سطح غلظت کائولین (صفر، سه و شش درصد) از نظر خصوصیات فیزیکوشیمیایی اندازه‌گیری‌شدهٔ میوهٔ رقم زرد زیتون اختلاف معناداری در سطح یک و پنج درصد وجود نداشت (جدول‌های ۳ و ۴) . در واقع یافته‌ها نشان داد که استفاده از کائولین با غلظت‌های سه و شش درصد تأثیری بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی میوهٔ زیتون رقم زرد نداشت و تأثیرات این دو غلظت، مشابه اثر عدم استفاده از کائولین (شاهد) بود (جدول ۴). این یافته‌ها با برخی یافته‌های دیگر محققان که اظهار کردند کائولین سبب افزایش درصد روغن، وزن تر و خشک میوه زیتون شد مطابقت ندارد [۲۱]. اظهار شده است که علت متناقض بودن نتایج، وجود اثر متقابل بین گونهٔ گیاه، اقلیم و عوامل خاکی با تیمار کائولین است [۲۲].

۲.۳.ترکیب اسید چرب روغن میوه

اثر دفعات اسپری

بین دفعات اسپری نیز از نظر اسید لینولئیک (C18:2) در سطح ۵ درصد و اسید لینولنیک (C18:3) و اسیدهای چرب تک غیراشباع (MUFA) در سطح یک درصد تفاوت معنادار وجود داشت (جدول ۵). باتوجه به جدول مقایسهٔ میانگین اثر دفعات اسپری بر ترکیب اسیدهای چرب (جدول ۶)، مشخص شد که با افزایش دفعات اسپری از مقدار اسید لینولئیک (C18:2) و اسید لینولنیک (C18:3) کاسته شد. کمترین مقدار اسید لینولئیک (۱۴/۴۹ درصد) و اسید لینولنیک (۱/۰۲ درصد) مربوط به تیمار سه بار پاشش بود. در واقع مقدار اسید لینولئیک و اسید لینولنیک در تیمار سه بار پاشش در مقایسه با یک بار پاشش به‌ترتیب ۹۴/۴۳ و ۱۳۲/۳۵ درصد کاهش داشت. مجموع اسیدهای چرب تک غیراشباع (MUFA) در سه سطح پاشش متفاوت بود.

کمترین مقدار اسیدهای چرب تک غیراشباع مربوط به تیمار یک بار پاشش (۶۲/۷۶ درصد) و بیشترین مقدار این نوع اسید چرب تک غیراشباع مربوط به سه بار پاشش (۶۴/۱۹ درصد) بود. محققان معتقدند که رشد میوهٔ زیتون شامل پنج مرحله است: مرحلهٔ اول: رشد جنین (صفر تا ۳۰ روز پس از گلدهی)، مرحلهٔ دوم: رشد و نمو آندوکارپ (۳۰ تا ۶۰ روز پس از گلدهی)، مرحلهٔ سوم: سخت شدن هسته[1] (توقف رشد سلولی آندوکارپ) (۶۰ تا ۹۰ روز پس از گلدهی)، مرحلهٔ چهارم: رشد مجدد مزوکارپ و تجمع روغن (۹۰ تا ۱۵۰ روز پس از گلدهی)، و مرحلهٔ پنجم: رسیدن میوه، تغییر رنگ میوه از سبز بسیار تیره به سبز روشن یا ارغوانی (از ۱۵۰ روز پس از گلدهی به بعد) [۴،۶] که این مراحل ممکن است متأثر از عوامل اقلیمی و شرایط زراعی باشد [۱].

1. Pit hardding

جدول ۲. تجزیهٔ واریانس مرکب خصوصیات فیزیکوشیمیایی میوهٔ زیتون رقم زرد

منبع تغییرات	میانگین مربعات									
	وزن تر میوه	وزن تر گوشت	وزن تر هسته	نسبت گوشت به هسته (تر)	وزن خشک میوه	وزن خشک گوشت	وزن خشک هسته	نسبت گوشت به هسته (خشک)	گوشت (٪)	هسته (٪)	روغن (٪)
سال	۰/۰۰۴	۰/۰۰۶	۰/۰۰۵	۰/۱۲	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۰۰۲	۰/۱۲	۱۵/۵۴	۷/۳۱	۰/۰۰۰۱
بلوک (سال)	۰/۳۶	۰/۳۴	۰/۰۲	۰/۷۹	۰/۰۸	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۱	۳۶/۴۱	۳۶/۴۱	۰/۰۵
دفعات اسپری	۱/۰۳	۱/۱۲	۰/۰۱۰	۱/۹۹	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۱	۰/۲۳	۱۱۴/۶۹	۹۸/۶۳	۰/۸۴
اسپری × سال	۰/۰۹	۰/۰۴	۰/۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۳/۵۳	۶/۶۶	۰/۰۲۷
اشتباه اول	۰/۲۸	۰/۲۸	۰/۰۳	۰/۵۵	۰/۱۱	۰/۱۰	۰/۰۰۳	۰/۱۹	۹۱/۴۸	۸۴/۵۳	۰/۶۷
کائولین	۰/۴۳	۰/۲۵	۰/۰۲	۰/۲۳	۰/۳۴	۰/۱۹	۰/۰۳	۰/۲۹	۸۹/۰۴	۶۹/۲۵	۰/۰۹
سال × کائولین	۰/۲۵	۰/۱۵	۰/۰۴	۰/۰۱	۰/۰۷	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۱	۵/۸۲	۴۰/۶۴	۰/۸۰
دفعات اسپری × کائولین	۰/۱۶	۰/۱۷	۰/۰۴	۰/۵۲	۰/۲۲	۰/۱۴	۰/۰۲	۰/۲۳	۷۷/۱۸	۱۰۳/۴۵	۰/۰۴۶
سال × دفعات اسپری× کائولین	۰/۰۷	۰/۰۶	۰/۰۱	۰/۱۳	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۰۴	۰/۰۶	۱۵/۹۴	۴۳/۶۴	۰/۳۳
اشتباه دوم	۰/۳	۰/۲۴	۰/۰۱	۰/۳۵	۰/۱۶	۰/۱۳	۰/۰۱	۰/۲۹	۱۲۷/۹۷	۱۶۷/۶۴	۰/۳۱
ضریب تغییرات (CV%)	۱۶/۶۴	۱۷/۹۷	۱۴/۳۱	۱۵/۰۹	۱۶/۱۸	۲۴/۲۸	۱۴/۳	۲۴/۸۳	۲۳/۸۴	۲۴/۵۶	۱۰/۲۱

جدول ۳. مقایسهٔ میانگین اثر دفعات اسپری بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی میوهٔ زیتون رقم زرد طی دو سال آزمایش

تعداد دفعات اسپری	وزن تر میوه (گرم)	وزن تر گوشت (گرم)	وزن تر هسته (گرم)	نسبت گوشت به هسته (تر)	وزن خشک میوه (گرم)	وزن خشک گوشت (گرم)	وزن خشک هسته (گرم)	نسبت گوشت به هسته (خشک)	گوشت (٪)	هسته (٪)	روغن (٪)
یک‌بار	۱/۹±۰/۱^{a†}	۱/۱±۰/۲^{a}	۰/۸±۰/۳^{a}	۱/۴±۰/۱^{a}	۱/۱±۰/۱^{a}	۰/۵۴±۰/۸^{a}	۰/۵۳±۰/۲^{a}	۱/۰۷±۰/۳^{a}	۵۰/۲±۰/۷^{a}	۴۹/۷۳±۰/۷^{a}	۵/۵±۰/۱۳^{a}
دو بار	۱/۹±۰/۱^{a}	۱/۱±۰/۲^{a}	۰/۸±۰/۲^{a}	۱/۴±۰/۴^{a}	۱/۱±۰/۱^{a}	۰/۵۴±۰/۱^{a}	۰/۵۳±۰/۲^{a}	۱/۰۵±۰/۶^{a}	۵۰/۳±۰/۹^{a}	۴۹/۵۵±۰/۵^{a}	۵/۲±۰/۱۴^{a}
سه‌بار	۲/۴±۰/۲^{a}	۱/۶±۰/۱^{a}	۰/۷±۰/۲^{a}	۲/۱±۰/۱^{a}	۱/۱۴±۰/۱^{a}	۰/۶±۰/۱^{a}	۰/۵۴±۰/۳^{a}	۱/۱۱±۰/۵^{a}	۴۹/۸±۰/۵^{a}	۵۰/۱±۰/۵۳^{a}	۵/۵±۰/۱۴^{a}

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف یکسان براساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد معنادار نیستند.
†: مقادیر شامل میانگین داده‌ها ± خطای استاندارد است.

جدول ۴. مقایسهٔ میانگین اثر کائولین بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی میوهٔ زیتون رقم زرد طی دو سال آزمایش

غلظت (٪)	وزن تر میوه (گرم)	وزن تر گوشت (گرم)	وزن تر هسته (گرم)	نسبت گوشت به هسته (تر)	وزن خشک میوه (گرم)	وزن خشک گوشت (گرم)	وزن خشک هسته (گرم)	نسبت گوشت به هسته (خشک)	گوشت (٪)	هسته (٪)	روغن (٪)
۰	۲/۱±۰/۱^{a†}	۱/۴±۰/۸^{a}	۰/۸±۰/۲^{a}	۱/۶±۰/۱۲^{a}	۱/۲۰±۰/۱^{a}	۰/۶۲±۰/۱^{a}	۰/۶±۰/۲^{a}	۱/۱±۰/۳۲^{a}	۵۲±۰/۷^{a}	۴۸±۰/۷^{a}	۵/۵±۰/۱۳^{a}
۳	۱/۷±۰/۱^{a}	۱/۱±۰/۱^{a}	۰/۷±۰/۲^{a}	۱/۵±۰/۴^{a}	۱/۱±۰/۱^{a}	۰/۵۳±۰/۳^{a}	۰/۵±۰/۲^{a}	۱±۰/۶^{a}	۵۰/۹±۰/۹^{a}	۴۹±۰/۴۷^{a}	۵/۳±۰/۱۴^{a}
۶	۲/۲±۰/۲^{a}	۱/۴±۰/۲^{a}	۰/۸±۰/۲^{a}	۱/۶±۰/۱^{a}	۱/۱۶±۰/۱^{a}	۰/۶۰±۰/۱^{a}	۰/۶±۰/۳^{a}	۱±۰/۴۷^{a}	۵۰/۵±۰/۴۷^{a}	۵۰±۰/۵۳^{a}	۵/۴±۰/۱۴^{a}

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف یکسان براساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد معنادار نیستند.
†: مقادیر شامل میانگین داده‌ها ± خطای استاندارد است.

جدول ۵. تجزیهٔ واریانس مرکب ترکیب اسیدهای چرب روغن زنتون رقم زرد

منبع تغییرات	میانگین مربعات								
	اسید پالمیتیک	اسید اولئیک	اسید لینولئیک	مجموع اسیدهای چرب اشباع	مجموع اسیدهای چرب تک غیراشباع	مجموع اسیدهای چرب چندغیراشباع	نسبت اسید تک غیر اشباع به چندغیراشباع	نسبت اسید اولئیک به اسید لینولئیک
سال	۰/۰۶	۱/۷۰	۰/۰۷	۱/۸۷	۰/۵۲	۲/۶۵	۰/۱۷	۰/۰۰۱
بلوک (سال)	۰/۳۱	۳/۵۵	۰/۸۲	۰/۰۲	۱/۳۸	۰/۶۷	۰/۰۶	۰/۱۲
دفعات اسپری	۱/۲۷	۷/۲۵	۳/۴۸*	۰/۴۸**	۹/۱۸**	۱/۳۶	۰/۱۶	۰/۲۵
سال × دفعات اسپری	۲/۴۶	۰/۳۶	۰/۱۶	۰/۵۳**	۱/۰۰	۱/۲۸	۰/۰۵	۰/۰۱
اشتباه اول	۰/۸۱	۱/۹۶	۰/۵۹	۰/۰۷	۲/۰۳	۱/۵۰	۰/۰۶	۰/۰۶
کانولین	۳۶/۸۶**	۲۱۸/۶۴**	۱۸/۶۸**	۱/۱۹**	۱۸۰/۶۶**	۲۸/۹**	۴/۱۵*	۴/۴۰**
سال × کانولین	۱/۰۹	۰/۸۲	۱/۴۷*	۰/۰۵	۱/۰۶	۱/۹۶*	۰/۱۵	۰/۱۴
دفعات اسپری × کانولین	۱/۵۸*	۱/۳۵	۱/۶۵*	۰/۴۳**	۱/۱۲	۳/۱۵**	۰/۲۰*	۰/۱۴*
سال× دفعات اسپری× کانولین	۰/۷۰	۱/۶۲۰	۰/۲۸	۰/۵۹	۱/۴۲	۱/۲۸	۰/۰۷	۰/۰۱
اشتباه دوم	۰/۵۰	۰/۹۱	۰/۴۱	۰/۰۴	۱/۱۵	۰/۵۲	۰/۰۵	۰/۰۵
(CV%)	۴/۷۱	۱/۵۳	۴/۲۵	۱۶/۲۸	۱/۶۸	۴/۴۹	۵/۵۷	۵/۳۱

*، **: به‌ترتیب معنادار در سطح ۵ و ۱ درصد.

جدول ۶ مقایسهٔ میانگین اثر دفعات اسپری بر ترکیب اسید چرب روغن زیتون رقم زرد طی دو سال آزمایش

تعداد دفعات اسپری	اسید پالمیتیک (٪)	اسید اولئیک (٪)	اسید لینولنیک (٪)	اسید لینولنیک (٪)	مجموع اسیدهای چرب اشباع (٪)	مجموع اسیدهای چرب تک غیراشباع (٪)	مجموع اسیدهای چرب چند غیراشباع (٪)	نسبت اسید تک غیراشباع به چند غیراشباع (٪)	نسبت اسید اولئیک به اسید لینولنیک (٪)
یک بار	۱۵/۲±۰/۴۷[a†]	۶۱/۸۱±۰/۶۷[a]	۱۵/۳۶±۰/۲۵[a]	۱/۳۵±۰/۰۸[a]	۲۰/۸۷±۰/۴۶[a]	۶۲/۷۶±۰/۳[c]	۱۶/۳۸±۰/۳۰[a]	۳/۸۶±۰/۱۱[a]	۴/۰۵±۰/۱[a]
دو بار	۱۴/۷۲±۰/۲۶[a]	۶۱/۸۴±۰/۷۲[a]	۱۵/۰۷±۰/۳[a]	۱/۱۵±۰/۱۴[b]	۲۰/۶۱±۰/۴۹[a]	۶۳/۵۱±۰/۵۹[b]	۱۵/۸۵±۰/۱۹[a]	۴/۰۲±۰/۰۸[a]	۴/۲۷±۰/۰۸[a]
سه بار	۱۴/۹۹±۰/۲۵[a]	۶۲/۹۲±۰/۸۱[a]	۱۴/۴۹±۰/۱۶[b]	۱/۰۲±۰/۰۹[b]	۱۹/۵۷±۰/۳۹[a]	۶۴/۱۹±۰/۷۶[a]	۱۶/۲۲±۰/۴۵[a]	۴/۰۲±۰/۱۴[a]	۴/۲۳±۰/۱۴[a]

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف یکسان براساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد معنادار نیستند.
†: مقادیر شامل میانگین داده‌ها ± خطای استاندارد است.

با توجه به اینکه تجمع روغن زیتون در انتهای مرحلهٔ سخت شدن هسته (۹۰ تا ۱۵۰ روز پس از گلدهی) اتفاق افتاده است، به‌نظر می‌رسد دفعات پاشش یک بار که در ۶۰ روز پس از گلدهی انجام گرفته، زودتر از موعد تولید و تجمع روغن میوه بوده است و از این‌رو در مقایسه با دفعات دو بار پاشش (۶۰ و ۹۰ روز بعد از تمام‌گل) و سه بار پاشش (۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ روز بعد از تمام‌گل)، برخی از ترکیبات اسیدهای چرب را تغییر نداده است. همچنین بنابر برخی گزارش‌ها به‌منظور تأثیر کائولین بر خصوصیات مورفولوژیک و کیفی میوه، محلول‌پاشی بر روی درختان بیش از یک بار باید صورت گیرد [۷ ، ۲۱].

اثر کائولین

با توجه نتایج، غلظت‌های کائولین از نظر اسید پالمیتیک (C16:0)، اسید اولئیک (C18:1)، اسید لینولئیک (C18:2)، اسید لینولنیک (C18:3)، مجموع اسیدهای چرب اشباع (SFA)، مجموع اسیدهای چرب تک غیراشباع (MUFA)، اسیدهای چرب چند غیراشباع (PUFA)، MUFA/PUFA، نسبت اسید اولئیک به اسید لینولنیک (C18:1/C18:2) در سطح ۱ و ۵ درصد تفاوت معناداری داشت (جدول ۵). مقادیر اسیدهای چرب پالمیتیک، لینولئیک، مجموع اسیدهای چرب اشباع و مجموع اسیدهای چرب چند غیراشباع در روغن‌های استخراج‌شده از درختان اسپری‌شده با غلظت‌های سه و شش درصد کائولین نسبت به درختان اسپری‌نشده کمتر بود، درحالی‌که مقادیر اسیدهای چرب اولئیک، نسبت تک غیراشباع به چند غیراشباع و نسبت اولئیک به لینولئیک در روغن‌های استخراج‌شده از درختان اسپری‌شده با غلظت‌های سه و شش درصد کائولین نسبت به درختان اسپری‌نشده بیشتر بود (جدول ۷). مطالعات نشان داده است که کائولین، از طریق کاهش درجهٔ حرارت و بازتاب نور خورشید، تنش‌های محیطی به‌ویژه تنش حرارتی را که بر شرایط رشد و کیفیت میوهٔ مهم تأثیر منفی داشتند کاهش داد [۷، ۱۹،۲۱] و نیز در مناطقی با اقلیم خنک‌تر، درصد اسید اولئیک، بیشتر؛ و درصد اسید لینولئیک، کمتر از مناطق گرم‌تر گزارش شد [۲۰]. نتایج این آزمایش با نتایج دیگر تحقیقات مطابقت داشت [۱۶ ، ۲۰]. علاوه بر این، محققان معتقدند که در گیاه زیتون، در فرایند تبدیل اسید اولئیک به اسید لینولئیک و اسید لینولنیک، ژن‌هایی از خانوادهٔ FAD از قبیل FAD2 و FAD6 با تأثیرگذاری بر افزایش فعالیت آنزیم اولِت دی سچوراز[1] نقش دارند و بیان این ژن‌ها سبب تبدیل اسید اولئیک به اسید لینولئیک می‌شود. همچنین عواملی از قبیل نور و زخمی شدن بافت میوه و دما بر بیان این ژن‌ها تأثیر دارد، به‌طوری‌که در دمای کم، بیان این ژن‌ها کاهش می‌یابد [۹، ۱۰، ۱۱ ، ۱۲]. احتمالاً کائولین با کاهش دما آن هم به‌واسطهٔ کاهش درجهٔ حرارت و بازتاب نور خورشید، به‌طور غیرمستقیم بر بیان ژن‌های FAD2 و FAD6 و فعالیت آنزیم اولِت دی سچوراز تأثیر گذاشته و سبب کاهش تبدیل اسید اولئیک به اسید لینولئیک شده و در نتیجه، افزایش سطح اسید اولئیک و کاهش سطح اسید لینولئیک را موجب شده است.

اثر متقابل سال × کائولین

برهمکنش سال و کائولین (سال × کائولین) بر اسید لینولئیک (C18:2)، مجموع اسیدهای چرب چند غیراشباع (PUFA) در سطح ۵ درصد تأثیر معنادار داشت (جدول ۵).

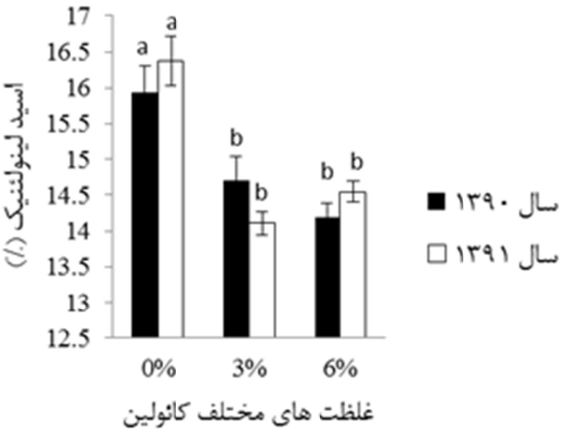
در سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ بیشترین مقدار اسید لینولنیک مربوط به تیمار شاهد (عدم اسپری با کائولین) بود و نیز در این دو سال، مقدار اسید لینولنیک در غلظت‌های سه و شش درصد کائولین متفاوت نبود و کمترین مقدار اسید لینولنیک نیز مربوط به روغن‌های به‌دست‌آمده از درختان اسپری‌شده با کائولین بود (شکل ۱).

1. Oleate desaturase

جدول ۷. مقایسهٔ میانگین اثر کائولین بر ترکیب اسید چرب روغن زیتون رقم زرد طی دو سال آزمایش

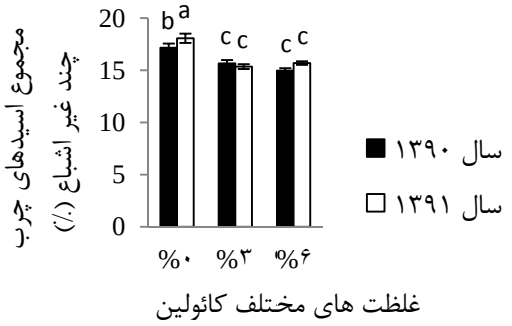
کائولین (٪)	اسید پالمیتیک (٪)	اسید اولئیک (٪)	اسید لینولئیک (٪)	اسید لینولنیک (٪)	مجموع اسیدهای چرب اشباع (٪)	مجموع اسیدهای چرب تک غیراشباع (٪)	مجموع اسیدهای چرب چند غیراشباع (٪)	نسبت اسید تک غیراشباع به چند غیراشباع	نسبت اسید اولئیک به اسید لینولئیک (٪)
۰	۱۶/۶۴±۰/۲۷^{a†}	۵۸/۱۷±۰/۲۵^{b}	۱۶/۱۵±۰/۲۷^{a}	۱/۴۶±۰/۱۲^{a}	۲۲/۵۴±۰/۳۴^{a}	۵۹/۸۱±۰/۳۳^{b}	۱۷/۶۱±۰/۳۱^{a}	۳/۴۱±۰/۰۷^{b}	۳/۶۱±۰/۰۶^{b}
۳	۱۴/۱۲±۰/۱۷^{b}	۶۴±۰/۳۴^{a}	۱۴/۴۱±۰/۱۸^{b}	۱/۱۰±۰/۱^{b}	۱۹/۳۷±۰/۲۶^{b}	۶۵/۱۱±۰/۳۱^{a}	۱۵/۵۱±۰/۱۹^{b}	۴±۰/۰۶^{a}	۴/۴۵±۰/۰۷^{a}
۶	۱۴/۲۰±۰/۲۷^{b}	۶۴/۴±۰/۳۹^{a}	۱۴/۳۷±۰/۱۳^{b}	۰/۹۶±۰/۰۷^{c}	۱۹/۲۱±۰/۲۱^{b}	۶۵/۵۳±۰/۲۵^{a}	۱۵/۳۳±۰/۱۶^{b}	۴/۰۲±۰/۰۶^{a}	۴/۴۹±۰/۰۵^{a}

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف یکسان براساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد معنادار نیستند.
†: مقادیر شامل میانگین داده‌ها ± خطای استاندارد است.



شکل ۱. اثر متقابل سال × کائولین بر اسید لینولنیک

در مورد مجموع اسیدهای چرب چند غیراشباع، نتایج نشان داد که در سال ۱۳۹۰ مقدار اسیدهای چرب چند غیراشباع در روغن به‌دست‌آمده از درختان اسپری‌نشده با کائولین، با سال ۱۳۹۱ فرق داشت (شکل ۲).

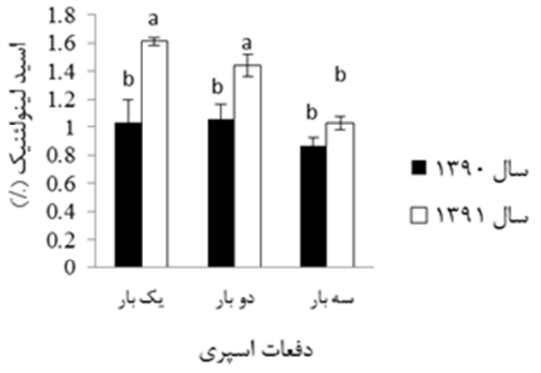


شکل ۲. اثر متقابل سال × کائولین بر مجموع اسیدهای چرب چند غیراشباع

در سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ بیشترین مقدار اسید لینولنیک مربوط به تیمار شاهد (عدم اسپری با کائولین) بود و نیز در این دو سال، مقدار اسید لینولنیک در غلظت‌های سه و شش درصد کائولین متفاوت نبود و کمترین مقدار اسید لینولنیک نیز مربوط به روغن‌های به‌دست‌آمده از درختان اسپری‌شده با کائولین بود (شکل ۱). در مورد مجموع اسیدهای چرب چند غیراشباع، نتایج نشان داد که در سال ۱۳۹۰ مقدار اسیدهای چرب چند غیراشباع در روغن به‌دست‌آمده از درختان اسپری‌نشده با کائولین، با سال ۱۳۹۱ فرق داشت (شکل ۲). در سال ۱۳۹۱ مقدار اسیدهای چرب چند غیراشباع در تیمار شاهد (عدم اسپری کائولین) بیشتر از سال ۱۳۹۰ بود و همچنین در هر دو سال، در پی استفاده از کائولین مقدار اسیدهای چرب چند غیراشباع کاهش پیدا کرد (شکل ۲). در سال ۱۳۹۰ تأثیر کائولین بر اسید لینولنیک و اسیدهای چرب غیراشباع همانند سال ۱۳۹۱ بود. در واقع در هر دو سال با اعمال غلظت‌های سه و شش درصد کائولین از اسید لینولنیک و اسیدهای چرب چند غیراشباع روند کاهشی پیدا کرد (شکل ۲). یکسان بودن نتایج در دو سال را می‌توان به‌دلیل مشابه بودن وضعیت دمایی محیط در دو سال آزمایش دانست.

اثر متقابل سال × دفعات اسپری

برهمکنش سال در دفعات اسپری در سطح ۱ درصد بر اسید لینولئیک (C18:3) تأثیر معناداری داشت (جدول ۵). نتایج نشان داد که در سال ۱۳۹۰ بین همهٔ سطوح پاشش از نظر اسید لینولنیک تفاوتی وجود نداشت، درحالی‌که در سال ۱۳۹۱ بین دفعات پاشش بر روی اسید لینولنیک اختلاف وجود داشت، به‌طوری‌که بیشترین مقدار اسید لینولنیک در سال ۱۳۹۱ در دفعات پاشش یک بار (۱/۶۱ درصد) و دو بار (۱/۴۴ درصد) به‌دست آمد (شکل ۳). همچنین دفعات اسپری در سال دوم تأثیر بیشتری در کاهش اسید لینولنیک در مقایسه با سال اول داشت (شکل ۳).



شکل ۳. اثر متقابل سال × دفعات اسپری بر اسید لینولنیک

اثر متقابل دفعات اسپری × کائولین

اثر متقابل دفعات اسپری × کائولین نیز بر اسید پالمیتیک (C16:0)، اسید لینولئیک (C18:2)، نسبت اسید چرب تک غیراشباع به اسید چرب چند غیراشباع (MUFA/PUFA) و نسبت اسید اولئیک به اسید لینولئیک در سطح پنج درصد و بر اسید لینولنیک (C18:3) و مجموع اسیدهای چرب چند غیراشباع (PUFA) در سطح ۱ درصد مؤثر بود، درحالی‌که اثر متقابل دفعات اسپری × کائولین بر اسید اولئیک و مجموع اسیدهای چرب اشباع و اسیدهای چرب تک غیراشباع معنادار نبود (جدول ۵). باتوجه به جدول مقایسهٔ میانگین برهمکنش دفعات اسپری × کائولین مشخص شد که در تیمار یک بار پاشش و عدم اسپری کائولین، اسید پالمیتیک بیشترین مقدار (۱۷/۵۵ درصد) بود، ولی اسید پالمیتیک در تمامی سطوح پاشش در غلظت‌های سه و شش درصد اسپری با کائولین حداقل بود (جدول ۸).

بیشترین مقدار اسید لینولئیک مربوط به همهٔ سطوح پاشش (یک، دو و سه بار) همراه با عدم استفاده از کائولین بود. علاوه بر این، نتایج نشان داد که استفاده از کائولین به کاهش اسید لینولئیک منجر شد. نسبت اسید اولئیک به اسید لینولئیک (C18:1/C18:2) و همچنین نسبت اسیدهای چرب تک غیراشباع به چند غیراشباع (MUFA/PUFA) در دفعات اسپری دو و سه بار پاشش به‌همراه غلظت‌های سه و شش درصد کائولین بیشترین مقدار بود و کمترین مقدار مربوط به عدم اسپری با کائولین بود. نتایج این آزمایش نشان داد که اسیدچرب چند غیراشباع درصورتی‌که درختان زیتون با کائولین اسپری نشود، از مقادیر زیاد برخوردار بود و کمترین مقدار اسید چرب چند غیراشباع مربوط به تیمار سه بار پاشش توأم با غلظت شش درصد کائولین به مقدار ۱۵/۷۰ درصد بود. روند تغییرات اسید لینولنیک نیز مشابه اسیدهای چرب چند غیراشباع بود (جدول ۸). بنابراین نتایج تأثیرات متقابل دفعات اسپری × کائولین نشان داد که استفاده از کائولین در هر دو سطح سه و شش درصد و همراه با دفعات پاشش دو و سه بار (تیمارهای دو بار پاشش × سه درصد کائولین، دو بار پاشش × شش درصد کائولین، سه بار پاشش × سه درصد کائولین، سه بار پاشش × شش درصد کائولین) سبب کاهش اسید لینولئیک (C18:2)، اسید لینولنیک (C18:3)، اسید پالمیتیک (C16:0)، اسیدهای چرب چند غیراشباع (PUFA) و افزایش نسبت اسیدهای چرب تک اشباع به چند غیراشباع (MUFA/PUFA)، نسبت اولئیک به لینولئیک (C18:1/C18:2) در مقایسه با تیمار عدم استفاده همراه با یک بار پاشش (تیمار شاهد) شد. این نتایج با یافته‌های محققانی که اشاره کردند در مناطق خنک‌تر نسبت به مناطق گرم‌تر، مقدار اسید لینولئیک، اسید لینولنیک و اسید پالمیتیک و نسبت اسید اولئیک به اسید لینولئیک کمتر بود مطابقت دارد [۱۴، ۱۶، ۲۰]. این تغییرات در ترکیب اسیدهای چرب در تیمارهای دو بار پاشش (۶۰ + ۹۰ روز بعد از تمام‌گل) و سه بار پاشش (۶۰ + ۹۰ + ۱۲۰ روز بعد از تمام‌گل) همراه با استفاده از کائولین نسبت به تیمار یک بار پاشش (۶۰ روز پس از تمام گل) احتمالاً به‌علت تأثیر غیرمستقیمی است که کائولین از طریق انعکاس نور و درجهٔ حرارت سطح میوه، در زمان تشکیل روغن (۹۰ تا ۱۵۰ روز پس از تمام‌گل) بر بیان ژن‌ها (نظیر ژن‌های خانواده FAD) و آنزیم‌های (مثل β-ketoacyl-ACP synthates I,II,III, Stearoyl-ACPΔ9-desaturase) درگیر در فرایند تولید اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع داشته است.

جدول ۸ مقایسهٔ میانگین اثر متقابل دفعات اسپری و کائولین بر ترکیب اسید چرب روغن زیتون رقم زرد طی دو سال آزمایش

دفعات اسپری	تعداد دفعات اسپری	اسید پالمیتیک (٪)	اسید اولئیک (٪)	اسید لینولئیک (٪)	اسیدلینولنیک (٪)	مجموع اسیدهای چرب اشباع (٪)	مجموع اسیدهای چرب تک غیراشباع (٪)	مجموع اسیدهای چرب چند غیراشباع (٪)	نسبت اسید تک غیر اشباع به چند غیراشباع (٪)	نسبت اسید اولئیک به اسید لینولئیک (٪)
	۰	۱۷/۵۵±۰/۵[af]	۵۸/۱۰±۰/۴۷[a]	۱۶/۶۱±۰/۲۵[a]	۱/۲۹±۰/۱۰[cd]	۲۲/۹۳±۰/۶۴[a]	۵۹/۱۶±۰/۶۸[a]	۱۷/۹۸±۰/۳۰[a]	۳/۳۱±۰/۰۸[d]	۳/۵۵±۰/۰۸[b]
یکبار	۳	۱۴/۱۸±۰/۴۷[c]	۶۳/۱۸±۰/۳۵[a]	۱۴/۸±۰/۳۴[b]	۰/۹۹±۰/۰۷[ef]	۱۹/۹۴±۰/۵۳[a]	۶۴/۲۶±۰/۵۳[a]	۱۵/۷۹±۰/۳[bc]	۴/۰۸±۰/۰۹[b]	۴/۲۸±۰/۱۱[ab]
	۶	۱۴/۰۳±۰/۳۳[c]	۶۴/۱۴±۰/۳[a]	۱۴/۶۹±۰/۱[b]	۰/۷۹±۰/۱۴[f]	۱۹/۴۷±۰/۳[a]	۶۴/۸۷±۰/۳۴[a]	۱۵/۴۷±۰/۲۹[c]	۴/۲±۰/۰۹[ab]	۴/۶۵±۰/۰۶[ab]
دوبار	۰	۱۶/۰۱±۰/۲[b]	۵۸/۰۱±۰/۶۰[a]	۱۵/۹۵±۰/۲۶[a]	۱/۴±۰/۱۱[bc]	۲۲/۲±۰/۳۲[a]	۶۰/۳۳±۰/۵۶[a]	۱۶/۴۵±۰/۵۶[b]	۳/۶۸±۰/۱۱[c]	۳/۸۶±۰/۱[ab]
	۳	۱۳/۳۱±۰/۲۷[c]	۶۳/۸۴±۰/۵[a]	۱۴/۸±۰/۲۸[b]	۱/۵۴±۰/۲[ab]	۱۹/۳۶±۰/۴[a]	۶۴/۹۷±۰/۴[a]	۱۵/۶۵±۰/۲[bc]	۴/۱۶±۰/۰۸[ab]	۴/۵۳±۰/۰۸[a]
	۶	۱۴/۳۱±۰/۲۵[c]	۶۳/۶۷±۰/۵۵[a]	۱۴/۳۳±۰/۱[b]	۱/۱۱±۰/۱۳[de]	۱۹/۲۹±۰/۴[a]	۶۵/۲۶±۰/۲۶[a]	۱۵/۴۴±۰/۲۹[c]	۴/۲۳±۰/۰۸[ab]	۴/۴۴±۰/۰۴[a]
	۰	۱۶/۳۶±۰/۲[b]	۵۸/۴۰±۰/۲۳[a]	۱۶/۸۱±۰/۳۵[a]	۱/۶۹±۰/۳۴[a]	۲۱/۴۸±۰/۶۰[a]	۶۰/۰۲±۰/۴۵[a]	۱۸/۴۹±۰/۵۸[a]	۳/۲۶±۰/۱۱[d]	۳/۴۸±۰/۰۷۶[b]
سه‌بار	۳	۱۴/۳۴±۰/۰۶[c]	۶۴/۹۸±۰/۵[a]	۱۴/۳۳±۰/۳[b]	۰/۷۷±۰/۰۳[f]	۱۸/۷۹±۰/۳[a]	۶۶/۱±۰/۵۹[a]	۱۵/۹۵±۰/۳۷[c]	۴/۳۹±۰/۱۴[a]	۴/۵۶±۰/۱۵[a]
	۶	۱۴/۲۷±۰/۱۴[c]	۶۵/۳۹±۰/۴۶[a]	۱۴/۲۹±۰/۲۹[b]	۰/۹۹±۰/۰۶[ef]	۱۸/۴۶±۰/۲[a]	۶۴/۴۵±۰/۴۵[a]	۱۵/۰۷±۰/۲۹[c]	۴/۲±۰/۱۱[a]	۴/۶۵±۰/۱۳[a]

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف یکسان براساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد معنادار نیستند.

†: مقادیر شامل میانگین داده‌ها ± خطای استاندارد است.

۳.۳. نتیجه‌گیری

نتایج این آزمایش نشان داد که کائولین و دفعات پاشش بر پروفایل اسید چرب تأثیرگذار بود. تیمار کائولین شش درصد همراه با سه بار پاشش بیشترین مقدار نسبت اسید اولئیک به اسید لینولئیک و اسیدهای چرب تک غیراشباع به چند اشباع را داشت، درحالی‌که کمترین مقدار اسید لینولنیک، اسید پالمیتیک و اسید لینولئیک را داشت. بنابراین احتمالاً کائولین با کاهش دمای سطح میوه در زمان تشکیل روغن در میوه با تغییر بیان ژن و آنزیم‌های درگیر در فرایند بیوسنتز چربی‌ها و اسیدهای چرب، بر تغییر مقدار اسیدهای چرب تأثیر می‌گذارد. بنابراین می‌توان انتظار داشت استفاده از کائولین در این آزمایش، سبب بهبود وضعیت پروفایل اسید چرب روغن از طریق افزایش اسیدهای چرب تک غیراشباع به‌ویژه اسید اولئیک و کاهش اسیدهای چرب چند غیراشباع به‌ویژه اسید لینولئیک و اسید لینولنیک شد.

منابع

۱. ارزانی ک، ارجی ع و جوادی ت (۱۳۸۷) سیستم‌های هرس و تربیت برای زیتون‌کاری‌های جدید (ترجمه). نشر آموزش کشاورزی. ۲۳۲ صفحه.

۲. روشنی م، سحری م ع امیرکاویانی ش گوهری ا صفافر ا. و بلند نظر س (۱۳۹۰) برخی از خواص فیزیکوشیمیایی زیتون رقم روغنی در دو شاخص رسیدگی و دو منطقه کشت. همایش ملی زیتون (زیتون و سلامت جامعه). ۲۰۷-۲۱۱.

3. AOCS (1993) Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society, 4th. Edn. (ed. D. Firestone), American Oil Chemists' Society, Champaign, IL. (AOCS Aa 4-38).

4. Conde C, Delrot S and Gero´s H (2008) Physiological, biochemical and molecular changes occurring during olive development and ripening. Plant Physiology. 165: 1545–1562.

5. Dag A, Kerem Z, Yogev N, Zipori I, Lavee S and Ben-David E (2011) Influence of time of harvest and maturity index on olive oil yield and quality. Scientia Horticulturae. 127(3): 358-366.

6. Galla G, Barcaccia G, Ramina A, Collani S, Alagna F, Baldoni L, Cultrera NGM, Martinelli F, Sebastiani L and Tonutti P (2009) Computational annotation of genes differentially expressed along olive fruit development. Plant Biology. 9:128:1-17.

7. Glenn DM, Erez A, Puterka GJ and Gundrum P (2003) Particle films affect carbon assimilation and yield in 'Empire' apple. American Society for Horticultural Science. 128: 356–362.

8. Gómez-Rico A, Fregapane G and Salvador MD (2008) Effect of Cultivar and Ripening on Minor Components in Spanish Olive Fruits and their corresponding Virgin Olive Oils. Food Research International. 41: 433-440.

9. Hernández ML, Guschina IA, Martínez-Rivas JM, Mancha M and Harwood JL (2008) The utilization and desaturation of oleate and linoleate during glycerolipid biosynthesis in olive (*Olea europaea* L.) callus cultures. Experimental Botany. 59: 2425–2435.

10. Hernández ML, Mancha M and Martínez-Rivas JM (2005) Molecular cloning andcharacterization of genes encoding two microsomal oleate desaturases (FAD2) from olive. Phytochemistry. 66: 1417–1426.

11. Hernández ML, Padilla MN, Mancha M and Martínez-Rivas JM (2009) Expression analysis identifies FAD2-2 as the olive oleate desaturase gene mainly responsible for the linoleic acid content in virgin olive oil. Agricultural and Food Chemistry. 57: 6199–6206.

12. Hernández ML, Padilla MN, Sicardo MD, Mancha M and Martínez-Rivas JM (2011) Effect of different environmental stresses on the expression of oleate desaturase genes and fatty acid composition in olive fruit. Phytochemistry. 72: 178-187.

13. Hui-chan B and Heshan O (1984) Changes in fatty acids composition of olive oil in various ecological environments, cultivars and stages of fruit developments. Olive Acclimation and Breeding. 84 (76): 245-246.

14. Issaoui M, Flamini G, Brahmi F, Dabbou S; Hassine KB, Taamali A, Chehab H, Ellouz M, Zarrouk M and Hammami M (2010) Effect of the growing area conditions on differentiation between Chemlali and Chétoui olive oils. Food Chemistry. 119: 220–225.

15. Lavee S (1996) Biology and physiology of the olive. In: World Olive Encyclopaedia. Blazquez, J.M. (Ed.). pp. 71 – 105.

16. Manaï H, Haddada F M, Trigui A, Daoud D and Zarrouk M (2007) Compositional quality of virgin olive oil from two new Tunisian cultivars obtained through controlled crossing. The Science of Food and Agriculture. 87: 600–606.

17. Metcalfe LD, Schmirz AA and Pelka JR (1966) Rapid preparation of methyl esters from lipid for gas chromatography. Analytical Chemistry. 38: 514-515.

18. Pandolfi S, Tombesi A, Pilli M and Preziosi P (1994) Fruit characteristics of olive cultivars of different origin grown in Umbria. II International Symposium on Olive Growing. Acta Horticulturae. 356: 362-366.(3)

19. Saavedra Del RG, Escaff MG and Hernandéz JV (2006) Kaolin effects in processing tomato production in Chile. Acta Horticulturae. 724: 191–198.

20. Sadeghi H and Talaii AR (2002) Impact of environmental conditions on fatty acids combination of olive oil in an Iranian olive, cv. Zard. Acta Horticulturae. 586: 579-582.

21. Saour G and Makee H (2003) Effects of kaolin particle film on olive fruit yield, oil content and quality. Advances in Horticultural Science. 17 (4): 204-206.

22. Shellie K and Glenn DM (2008) Wine grape response to foliar particle film under differing levels of preveraison water stress. HortScience. 43(5):1392-1397.

23. Tognetti R, d'Andria R, Sacchi R, Lavini A, Morelli G and Alvino A (2007) Deficit irrigation affects seasonal changes in leaf physiology and oil quality of *Olea europaea* (cultivars Frantoio and Leccino). Annals of Applied Biology. 150: 169–186.

24. UC Cooperative Extension, Sonoma County (2006) Olive Maturity Index. University of California, Berkeley, California.