بررسی اثرات کاربرد تغذیه برگی بر وضعیت اسیدهای‌چرب روغن زیتون

رضا غلامی[۱*]، نوراله معلمی[۲]، اسمعیل خالقی[۲] و سید منصور سیدنژاد[۳]

[۱] دانشجوی سابق دکترای علوم باغبانی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز

[۲] به ترتیب استاد و استاد یارگروه علوم باغبانی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز

[۳] استاد گروه زیست شناسی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز

*نویسنده مسئول: rezagtk@yahoo.com

چکیده

بررسی تأثیر محلول‌پاشی برگی پتاسیم، روی و بور بر ترکیب اسیدهای چرب میوه سه رقم زیتون کرونایکی، کایلت و میشن در قالب آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در باغ زیتون دانشگاه شهید چمران صورت گرفت. درختان چهار مرحله، یک هفته قبل از تمام گل، دو هفته بعد از تمام گل، مرحله سخت‌شدن هسته و مرحله تجمع و سنتز روغن، با آب مقطر (شاهد) (T_0)، ترکیب سولفات‌پتاسیم، سولفات‌روی و اسید بوریک از هر کدام ۱ گرم در لیتر (T_1) و ترکیب ۲ گرم در لیتر از هر کدام آنها (T_2) محلول‌پاشی شدند. بین تیمارهای محلول‌پاشی از نظر میزان اسید اولئیک، اسید پالمیتیک و اسید لینولئیک اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید، همچنین ترکیب اسیدهای چرب در ارقام مختلف، متفاوت بود و شرایط محل رشد به‌ویژه، تغذیه طی رشد میوه در ترکیب اسیدهای چرب تأثیر داشت و تیمار T_2 بیشترین تأثیر مثبت در بهبود کیفیت روغن نسبت به‌سایر تیمارها به‌خصوص در رقم کایلت داشت؛ بنابراین در شرایط اهواز با ارتفاع پایین و دمای زیاد، محلول‌پاشی برگی در طی رشد میوه می‌تواند با تغییر در میزان اسیدهای چرب با افزایش اسید اولئیک و کاهش اسید پالمیتیک منجر به‌بهبود کیفیت روغن میوه زیتون گردد.

واژه‌های کلیدی: اسید اولئیک، اسید پالمیتیک، تغذیه، محلول‌پاشی

مقدمه

مهم‌ترین ترکیب تجمع‌یافته در میوه زیتون، روغن است، که غنی از منبع اسیدهای چرب غیراشباع می‌باشد و در تغذیه سالم انسان نقش محوری دارد (Jasrotia *et al.*, 2014). وجود مقدار بالای اسید اولئیک (C18:01) از اسیدهای چرب تک غیراشباع، ارزش تغذیه‌ای و اقتصادی روغن زیتون را بالا می‌برد و نقش بسیار تعیین‌کننده‌ای در کیفیت آن دارد (Thanaa *et al.*, 2017). برخی پژوهشگران معتقدند که میزان اسیداولئیک (C18:01) و اسید پالمیتیک (C16:00) روغن در مناطق گرم نسبت به مناطق معتدله به‌ترتیب کمتر و بیشتر می‌گردد (زینانلو و همکاران، ۱۳۹۴)، علاوه بر شرایط اقلیمی، وضعیت عناصر غذایی موجود در درخت زیتون، نقش اساسی در تولید میوه و روغن بازی می‌کند (Jasrotia *et al.*, 2014). در این راستا مشخص شده‌است که پتاسیم و عناصرغذایی کم‌مصرف بور و روی از طریق تأثیر بر ساخت و متابولیسم کربوهیدرات‌ها به‌عنوان پیش‌ماده سنتز روغن و نیز تنظیم فعالیت‌های آنزیمی مؤثر در سنتز اسیدهای چرب، ساختار موادآلی و بهبود فتوسنتز، نقش کلیدی در کیفیت و ترکیب روغن زیتون دارند (Thanaa *et al.*, 2017). در بعضی مطالعات گزارش نموده‌اند که تغذیه برگی به‌خصوص با عناصر غذایی پتاسیم، بور و روی به‌تنهایی یا توام با هم می‌توانند کیفیت روغن زیتون را از طریق تغییر در ترکیب اسیدهای چرب تغییر دهند و تأثیر معنی‌داری در کیفیت و میزان روغن زیتون داشته‌باشند (Desouky *et al.*, 2009). نتایج مطالعاتی نشان داده است که ترکیب اسیدهای چرب در درختان زیتون محلول‌پاشی‌شده با سولفات‌پتاسیم در مقایسه با درختان شاهد تغییر می‌یابد و در درختان محلول‌پاشی‌شده با سولفات‌پتاسیم نسبت به درختان تیمارنشده میزان اسیدهای چرب اشباع کاهش و اسیدهای

چرب غیر اشباع افزایش می یابد (Thanaa *et al.*, 2017). در شرایط بروز تنش‌ها و استرس‌های محیطی همچون سرمازدگی، دمای بالا، شوری، خشکی، هرس، مصرف آفت‌کش‌ها و غیره به‌دلیل کاهش فعالیت ریشه، گیاه قابلیت جذب عناصر غذایی را از طریق ریشه از دست می‌دهد و موثرترین شیوه، تغذیه برگی می‌باشد (زیودار، ۱۳۹۴). با تغذیه برگی می‌توان عناصر غذایی را مستقیماً و در اسرع وقت در اختیار شاخه و برگ یا میوه قرار داد. بنابراین با توجه به شرایط نامساعد آب و هوایی بخصوص دمای بالای محیط در اهواز و تاثیر سوء آن بر کیفیت و ترکیب اسیدهای چرب روغن زیتون، هدف از مطالعه حاضر بررسی تأثیر تغذیه برگی ترکیبی از عناصر غذایی پتاسیم، روی و بور بر بهبود کیفیت و تغییر ترکیب اسیدهای چرب روغن میوه سه رقم زیتون کرونایکی، کایلت و میشن در شرایط آب و هوایی اهواز بود.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش اثر محلول‌پاشی برگی پتاسیم، روی و بور بر پروفیل اسیدهای چرب روغن سه رقم زیتون کرونایکی، کایلت و میشن به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در باغ زیتون ۱/۵ هکتاری گروه باغبانی دانشگاه شهید چمران اهواز، واقع در حاشیه غربی رودخانه کارون موردمطالعه قرارگرفت. درختان مورد آزمایش ۱۳ ساله و در فواصل ۶×۵ متر کاشته شده بودند. تغذیه خاکی سالیانه باغ که شامل مصرف کود حیوانی (۴۰ کیلوگرم) و کودهای شیمیایی پرمصرف شامل کود نیتروژن (۵۰۰ گرم اوره) و فسفر(۲۵۰ گرم سوپرفسفات تریپل) به هر اصله درخت بر اساس آزمون خاک به‌طور یکسان برای هر سه رقم کرونایکی، میشن و کایلت انجام گرفت. تیمارهای مورد استفاده در این پژوهش به‌همراه توئین ۲۰ (Tween 20) به عنوان مویان به شرح زیر بودند:

T_0 = محلول‌پاشی با آب مقطر (شاهد).

T_1= محلول‌پاشی با ترکیبی از ۱ گرم در لیتر سولفات‌پتاسیم، ۱ گرم در لیتر سولفات‌روی و ۱ گرم در لیتر اسید بوریک.

T_2= محلول‌پاشی با ترکیبی از ۲ گرم در لیتر سولفات‌پتاسیم، ۲ گرم در لیتر سولفات‌روی و ۲ گرم در لیتر اسید بوریک.

در این تحقیق محلول‌پاشی طی چهار نوبت شامل یک هفته قبل از بازشدن کامل گل‌ها (نیمه‌دوم اسفندماه)، دو هفته بعد از بازشدن کامل گل‌ها (نیمه‌اول فروردین‌ماه)، در مرحله سخت‌شدن هسته‌ها (نیمه‌اول خردادماه) و در مرحله سنتز و تجمع روغن (نیمه‌اول تیرماه) با یک سم‌پاش پشت تراکتوری انجام‌گرفت. به‌منظور اندازه‌گیری اثر تیمارهای محلول‌پاشی بر ترکیب اسیدهای چرب روغن میوه، برداشت میوه در اواسط مهرماه، هم‌زمان با تغییر رنگ میوه از سبز به ارغوانی صورت گرفت و پس از انتقال به آزمایشگاه بیوشیمی دانشگاه خوارزمی تهران برای استخراج روغن میوه از روش سوکسله و با استفاده از حلال هگزان و دستگاه روتاری استفاده گردید (Aocs, 1993). جهت تعیین میزان و پروفیل اسیدهای چرب روغن از روش کروماتوگرافی گازی استفاده شد. ابتدا به‌منظور تهیه متیل استراسیدهای چرب از روش (Bannon *et al.*, 2007) استفاده شد و برای تعیین پروفیل اسیدهای چرب از روش (Gonzales *et al.*, 2003) استفاده‌گردید. ابتدا ۱ میکرولیتر از نمونه استخراجی به‌ستون کروماتوگرافی به‌طول ۱۰۰ متر و قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر از نوع (CP-Sil88, Chrompeck ساخت Midleburg-Netherland) متصل به دستگاه گاز کروماتوگرافی تزریق گردید. از Split ۸۰ به ۱ قسمت برای تزریق ۰/۵ میکرولیتر هگزان حاوی متیل‌استر اسید چرب استفاده گردید. آشکارساز FID مدل Loor-2001، گاز حامل از نوع هیدروژن ، درجه‌حرارت محل تزریق ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد و حرارت اولیه آون معادل ۷۰ درجه سانتی‌گراد بود .پیک‌های خروجی بر اساس مقایسه زمان بازداری با پیک‌های استاندارد تعیین هویت شدند که سطح زیر منحنی هر اسیدچرب معیار تعیین مقدار اسیدچرب در نظر گرفته شد. به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار آماری SAS و جهت مقایسه میانگین‌ها از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

با توجه به تجزیه واریانس اسیدهای چرب در جدول(۱) مشخص گردید که بین ارقام از نظر ترکیب اسیدهای چرب روغن در سطح یک درصد تفاوت معنی‌دار آماری وجود داشت، به‌جز در میزان اسید گادولئیک (C20:01) که در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود، از طرفی محلول‌پاشی نیز بر تمام صفات موردمطالعه در سطح یک درصد معنی‌دار بود، به‌جز درصد اسید آراشیدیک (C20:00) که در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد ولی محلول‌پاشی بر میزان اسیدهای چرب اسید مریستیک(C14:00) و اسید گادولئیک (C20:01) تأثیری نداشت، همچنین اثر متقابل رقم × محلول‌پاشی بر میزان اسید لینولئیک (C18:02) در سطح ۱ درصد و بر میزان اسیدهای چرب اسید پالمیتیک (C16:00) و اسید پالمیتولئیک (C16:01) در سطح ۵ درصد مؤثر بود، ولی بر میزان اسیدهای چرب اسید مریستیک (C14:00)، اسید لینولنیک (C18:03)، اسید اولئیک (C18:01)، اسید استئاریک (C18:00)، اسید آراشیدیک (C20:00) و اسید گادولئیک (C20:01) هیچ تأثیر معنی‌داری نداشت (جدول۱).

نتایج نشان دادند که اسید اولئیک (C18:01)، اسید پالمیتیک (C16:00) و اسید لینولئیک (C18:02)، اسیدهای چرب غالب نمونه‌های روغن هستند و در مجموع پروفیل اسیدهای چرب نمونه‌های روغن زیتون شامل (۹۲/۶۰-۵۱/۶۳ درصد) اسید اولئیک (C18:01)، (۷۳/۸۲-۱۶/۲۰ درصد) اسید پالمیتیک (C16:00)، (۷۸/۶۷-۷/۱۴ درصد) اسید لینولئیک (C18:02)، (۲۲/۵۶-۴/۵ درصد) اسید استئاریک (C18:00)، (۶۴-۱/۳ درصد) اسید پالمیتولئیک (C16:01)، (۰۳/۶۹-۱/۱ درصد) اسید لینولنیک (C18:03)، (۵۲/۷۷-۰/۰ درصد) اسید آراشیدیک (C20:00)، (۶۴/-۰ ۰/۳۹ درصد) اسید مریستیک (C14:00) و (۰/۴۳-۰/۲۹ درصد) اسید گادولئیک (C20:01) مشاهده گردید. ترکیب اسید چرب روغن، معیاری از نسبت‌های هر یک از اسیدهای چرب در روغن است و نوع و درصد ترکیبات اسیدهای چرب روغن زیتون از عوامل مهم تعیین‌کننده ارزش کیفی و اقتصادی روغن محسوب می‌شود (آهنگر و همکاران، ۱۳۹۲).

با مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و محلول‌پاشی بر میزان پروفیل اسیدهای چرب روغن میوه زیتون در جدول (۲) مشخص گردید که از نظر میزان اسیدهای چرب اسید مریستیک، اسید استئاریک، اسید لینولنیک و اسید گادولئیک در بین ارقام مختلف و تیمارهای مختلف درختان محلول‌پاشی شده با سولفات‌پتاسیم، سولفات روی و اسید بوریک در مقایسه با درختان شاهد هیچ‌گونه اختلاف آماری معنی‌داری وجود نداشت و بیشترین و کمترین میزان اسیدهای چرب اسید مریستیک، اسید استئاریک و اسید گادولئیک به‌ترتیب در رقم کایلت و میشن مشاهده گردید، ولی از نظر اسید لینولنیک بالاترین میزان (۱/۶۹٪) در رقم کرونایکی در تیمار T_2 (ترکیب سولفات‌پتاسیم، سولفات‌روی و اسید بوریک از هر کدام ۲ گرم در لیتر) و کمترین میزان آن (۱/۰۳٪) در رقم کایلت در تیمار T_2 مشاهده گردید. براساس شورای بین‌المللی روغن زیتون (International olive oil councli) میزان اسید استئاریک در ارقام مختلف زیتون بین ۰/۵ تا ۵ درصد، میزان اسید لینولنیک کمتر از ۱ درصد و میزان اسید گادولئیک کمتر از ۰/۴ درصد گزارش شده است، که در این پژوهش میزان اسید لینولنیک در تمام نمونه‌ها بیش از حد مجاز گزارش گردید که علت آن می‌تواند همبستگی منفی اسید اولئیک با اسید لینولنیک و همچنین به‌دلیل وجود رابطه‌ای مستقیم بین افزایش میانگین دمای منطقه و افزایش مقدار اسید لینولنیک باشد و احتمالاً دمای بالای منطقه به‌خصوص در زمان سنتز روغن سبب افزایش اسید چرب اسید لینولنیک شده‌است. همچنین مشخص گردید که از نظر میزان اسید اولئیک (C18:01) و اسید لینولئیک (C18:02) دربین ارقام موردمطالعه اختلاف معنی‌داری وجود داشت و در هر سه رقم بین درختان محلول‌پاشی شده با عناصرغذایی سولفات‌پتاسیم، سولفات‌روی و اسید بوریک با تیمار T_1 (ترکیب سولفات‌پتاسیم، سولفات‌روی و اسید بوریک از هر کدام ۱ گرم در لیتر) و تیمار T_2 (ترکیب سولفات‌پتاسیم، سولفات‌روی و اسید بوریک از هر کدام ۲ گرم در لیتر) در مقایسه با درختان شاهد اختلاف معنی‌داری وجود داشت، ولی تیمار T_1 در مقایسه با تیمار T_2 در بهبود این دو اسید چرب بیشتر

مؤثر بود. هرچند در بعضی ارقام بین دو تیمار T_1 و T_2 هیچ اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید. در بررسی مقایسه میانگین‌ها، بیشترین درصد اسید اولئیک (۶۳/۶۰٪) و کمترین میزان اسید لینولئیک (۷/۵۸٪) در درختان رقم میشن محلول‌پاشی‌شده در تیمار T_1 و بیشترین میزان اسید لینولئیک (۱۴/۶۷٪) و کمترین میزان اسید اولئیک (۵۱/۹۲٪) در درختان تیمارنشده (شاهد) رقم کرونایکی به‌دست آمد. در بین اسیدهای چرب روغن زیتون، اسید اولئیک (C18:01) از نظر تجاری برای پرورش‌دهندگان زیتون خیلی اهمیت دارد و نقش بسیارتعیین‌کننده‌ای در کیفیت و نیز ارزش روغن دارد(Boukachabine *et al*,. 2011) و بر اساس نظر شورای بین‌المللی زیتون (IOOC)، میزان مجاز اسید اولئیک بین ۵۵ تا ۸۳ درصد و مقدار اسید لینولئیک بین ۳/۵ تا ۲۱ درصد از کل اسیدهای چرب روغن زیتون تعیین شده است. در این مطالعه، اگرچه میزان اسید اولئیک به‌دلیل تأثیر دمای بالای منطقه پایین بود ولی به‌غیر از رقم کرونایکی، میزان اسید اولئیک در دو رقم کایلت و میشن در حد مجاز به‌دست آمد. هرچند در این مطالعه، کاربرد برگی سولفات‌پتاسیم، سولفات‌روی و اسید بوریک سبب افزایش کیفیت روغن زیتون در هر سه رقم از طریق افزایش میزان اسید اولئیک (C18:01) و کاهش میزان اسید لینولئیک (C18:02) نسبت به درختان شاهد شده بود، ولی در مجموع میزان اسید اولئیک به‌دست‌آمده از نمونه‌ها باتوجه به شرایط محیطی نامساعد منطقه به‌خصوص دمای بالا در زمان تجمع و ذخیره-سازی روغن، پایین و کمتر از ۶۳/۶۰ درصد بود. اسید اولئیک (C18:01) مهم‌ترین اسید چرب غیراشباع با یک باند مضاعف در روغن زیتون است و وجود مقدار زیاد آن سبب پایداری روغن در مقابل اکسیداسیون می‌گردد (Boukachabine *et al.*, 2011). در تحقیقات قبلی نشان‌داده شده است که بین میزان اسید لینولئیک (C18:02) با دمای محیط رابطه مستقیم وجود دارد، همچنین بین میزان این اسید چرب با میزان اسید اولئیک (C18:01) رابطه عکس مشاهده شده است که این موضوع در مطالعه حاضر نیز مشاهده گردید. بالابودن میزان اسید لینولئیک (C18:02) در روغن باعث مستعدتر شدن آن برای فساد اکسیداتیو می‌شود که این امر باعث کاهش کیفیت روغن می‌گردد (Thanaa *et al.*, 2017). از نظر میزان اسید پالمیتیک (C16:00)، و اسید پالمیتولئیک (C16:01) هیچ اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای محلول‌پاشی در رقم کرونایکی وجود نداشت، ولی ارقام میشن و کایلت واکنش‌های متفاوتی از خود نشان دادند (جدول۲). همچنین بیشترین مقدار اسید پالمیتیک (C16:00) (۲۰٫۸۲٪) مربوط به درختان شاهد رقم کرونایکی و کمترین میزان اسید پالمیتولئیک (C16:01) (۱٫۶۴٪) مربوط به درختان شاهد رقم کایلت بود و کمترین میزان اسید پالمیتیک (C16:00) (۱۶٫۰۷٪) و بیشترین میزان اسید پالمیتولئیک (۳٪) مربوط به درختان رقم میشن محلول‌پاشی-شده با تیمار T_1 به‌دست آمد. نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد، در هر سه رقم موردمطالعه، محلول‌پاشی با عناصر-غذایی پتاسیم، روی و بور باعث کاهش میزان اسید پالمیتیک و افزایش میزان اسید پالمیتولئیک (C16:01) گردید که بهترین تأثیر در درختان رقم کایلت محلول‌پاشی‌شده با تیمار T_2 مشاهده شد. اسیدچرب اسید پالمیتیک (C16:00) مهم‌ترین اسید چرب اشباع در انواع روغن زیتون است و طبق دستور شورای بین‌المللی روغن زیتون (IOOC)، میزان آن در روغن زیتون بین ۷/۵ تا ۲۰ درصد و میزان اسید پالمیتولئیک (C16:01) بین ۰/۳ تا ۳/۵ درصد گزارش شده‌است که فقط نمونه به‌دست‌آمده از درختان تیمارنشده (شاهد) رقم کرونایکی بالاتر از حد مجاز و به میزان ۲۰/۸۲ درصد اسید پالمیتیک (C16:00) داشت و این نشانگر تأثیر مثبت دمای بالا در افزایش اسیدهای چرب اشباع روغن می‌باشد که در هر سه رقم، محلول‌پاشی با عناصرغذایی پتاسیم، روی و بور و تأثیر این عناصرغذایی در آنزیم‌های دخیل در بیوسنتز اسیدهای چرب باعث کاهش این نوع اسید چرب اشباع شده‌بود.

نتایج این آزمایش نشان داد که محلول‌پاشی برگی درختان میوه زیتون با عناصرغذایی سولفات‌پتاسیم، سولفات روی و اسید بوریک تأثیر معنی‌داری بر میزان اسیدهای چرب داشت. همچنین ترکیب اسیدهای چرب در ارقام مختلف متفاوت بودند، ولی در هر سه رقم موردمطالعه محلول‌پاشی برگی با افزایش اسیدهای چرب غیراشباع و کاهش اسیدهای

چرب اشباع در ترکیب اسید چرب روغن میوه‌ها منجر به بهبود کیفیت روغن در مقایسه با درختان شاهد شده‌بود. بهترین تأثیر محلول‌پاشی در بهبود کیفیت روغن در درختان رقم کایلت محلول‌پاشی شده در تیمار T_2 رخ داد که میزان اسید اولئیک (C18:01) و اسید پالمیتیک (C16:00) بترتیب از ۵۵/۲۷ درصد و ۱۹/۶۶درصد در درختان شاهد به ۵۸/۷۳ درصد و ۱۸/۰۵ درصد در درختان تیمارشده با تیمار T_2 تغییر یافت. علت این تغییرات می‌تواند ناشی‌از این باشد که بخش اعظم اسیدهای چربی که در اوایل دوره‌ی رسیدن میوه تشکیل می‌گردند، اسیدهای چرب اشباع هستند و در مراحل بعدی اسیدهای چرب اشباع مانند اسید پالمیتیک (C16:00) و اسید استئاریک (C18:00) به‌عنوان پیش‌ماده برای تولید اسیدهای چرب غیراشباع مانند اسید اولئیک (C18:01) می‌باشند و از سوی دیگر غیراشباع شدن اسیدهای چرب اشباع، به‌وسیله آنزیم‌های غیراشباع‌کننده از جمله Stearoyl- ACP desaturase انجام می‌شود و به‌نظر می‌رسد میزان فعّالیت این آنزیم‌ها در بین ارقام مختلف، متفاوت باشد که در نتیجه مقادیر متفاوتی از ترکیب اسیدهای چرب در نمونه‌های روغن تولید می‌شود(Banilas *et al.*, 2005) و عناصرغذایی مورداستفاده در میزان فعّالیت این آنزیم‌ها دخیل هستند و بنابراین تامین عناصرغذایی با محلول‌پاشی برگی سبب کاهش اسیدهای چرب اشباع مثل اسید پالمیتیک (C16:00) و افزایش میزان اسیدهای چرب غیراشباع مثل اسید اولئیک (C18:01) گردیده است (Saadati *et al.*, 2013).

در مطابقت با نتایج تحقیق حاضر، زیودار (۱۳۹۴) گزارش نمود که با محلول‌پاشی درختان زیتون رقم کرونایکی و دزفولی با سولفات‌پتاسیم اسیدهای چرب اشباع به‌ویژه اسید پالمیتیک کاهش یافت، همچنین اعلام کرد کاربرد برگی سولفات‌پتاسیم به‌میزان ۲ گرم در لیتر سبب افزایش میزان اسید اولئیک و در نهایت باعث بهبود پروفیل اسیدهای چرب در هر سه رقم کرونایکی، میشن و دزفولی شد. بعلاوه (Desouky *et al*., 2009) گزارش کردند که میزان اسید اولئیک (C18:01) با محلول‌پاشی برگی درختان زیتون با عناصرغذایی بور و کلسیم نسبت به درختان شاهد افزایش و میزان اسید پالمیتیک کاهش یافت. همچنین(Saadati *et al.*, 2013) نشان دادند که درختان زیتون محلول‌پاشی‌شده با اسید بوریک، سولفات روی و ترکیبی از این دو عنصر غذایی، ترکیب اسیدهای چرب متفاوتی در مقایسه با درختان تیمارنشده داشتند. علاوه براین (Thanaa *et al.*, 2017) گزارش کردند که محلول‌پاشی درختان زیتون با سولفات‌پتاسیم باعث کاهش میزان اسید پالمیتیک (C16:00) و اسید استئاریک (C18:00) و از طرفی باعث افزایش ۱ تا ۳ درصدی اسید اولئیک (C18:01) در درختان تیمارشده با سولفات پتاسیم نسبت به درختان تیمارنشده گردید.

درصد روغن و ترکیب اسیدهای چرب روغن تحت‌الشعاع عواملی از قبیل واریته، آب و هوا، شرایط اکولوژیکی محل کشت (مثل ارتفاع، میانگین دما، ماکزیمم و مینیمم دما، نور، رطوبت هوا و ساختار خاک) و عملیات زراعی (هرس، آبیاری و روش تغذیه)، مرحله برداشت ، موقعیت میوه بر روی شاخه و ترکیبی از این‌ها می‌توانند قرار گیرند (Jasrotia *et al.*, 2014) .با عنایت به شکل (۱) مشخص گردید که رقم بر میزان اسیدهای چرب روغن تأثیر داشت و درصد اسید پالمیتیک (C16:00)، اسید اولئیک (C18:01) و اسید لینولئیک (C18:02) اختلاف آماری معنی‌داری در بین سه رقم موردمطالعه وجود داشت و بیشترین و کمترین درصد اسید اولئیک به‌ترتیب (۶۲/۲۹٪) مربوط به رقم میشن و (۵۳/۳۱٪) مربوط به رقم کرونایکی بود (شکل۱). همچنین مشخص گردید که محلول‌پاشی بر میزان اسیدهای چرب روغن تأثیر داشت و درصد اسید پالمیتیک (C16:00)، اسید اولئیک (C18:01) و اسید لینولئیک (C18:02) درختان محلول‌پاشی‌شده با تیمارهای T_1 و T_2 در مقایسه با درختان شاهد (T_0) متفاوت بود، هرچند بین دو تیمار(T_1 و T_2) محلول‌پاشی درختان با عناصرغذایی سولفات‌پتاسیم، سولفات‌روی و اسید بوریک اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نگردید. بیشترین و کمترین درصد اسید اولئیک (C18:01) به‌ترتیب (۵۸/۷۰٪) درتیمار T_1 و (۵۵/۸۸٪) در تیمار شاهد (T_0) بدست آمد (شکل ۲). بعلاوه نتایج نشان داد که بیشترین درصد اسید لینولئیک (C18:02) (۱۹/۱۲٪) و اسید پالمیتیک (C16:00) (۳۶/۱۹٪)

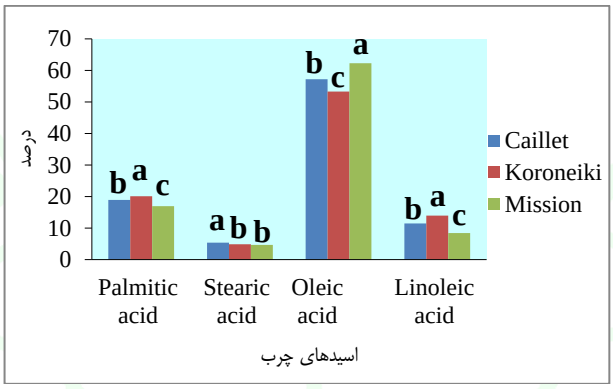
مربوط به تیمار شاهد(T_0) بود(شکل۲) و نتایج حاصل از این پژوهش به‌خوبی اثر رقم و مدیریت باغ در ترکیب اسیدهای چرب روغن زیتون به‌خصوص در درختان شاهد را نشان می‌دهد. وجود دمای بالای ۳۵ درجه سانتی‌گراد در فصل تابستان در شرایط آب و هوایی اهواز، به‌ویژه در اوج دورهٔ سنتز روغن زیتون در ترکیب اسیدهای چرب تأثیر داشت و سبب کاهش مقدار اسید اولئیک (C18:01) و افزایش اسید پالمیتیک (C16:00) و اسید لینولئیک (C18:02) گردید که افزایش میزان اسید پالمیتیک، اسید استئاریک (C18:00) و اسید لینولئیک (C18:02) رابطه مستقیمی با دما داشت و تحت شرایط آب و هوایی اهواز با دمای بالا و ارتفاع پایین منجر به تولید میوه‌های زیتون با کیفیت روغن پایین گردید(آهنگر و همکاران، ۱۳۹۲).

در مطابقت با نتایج تحقیق حاضر، (زیودار ۱۳۹۴) گزارش نمودند که در شرایط گرم، بالارفتن دما سبب کاهش میزان اسید اولئیک می‌گردد و دمای بالای ۴۵ درجه سانتی‌گراد و تأثیر آن بر روی متابولیسم اسیدهای چرب از دلایل کاهش میزان اسید اولئیک در منطقه اهواز می‌باشد. بعلاوه (زینانلو و همکاران، ۱۳۹۴) نشان دادند که رقم و اقلیم در تولید روغن زیتون نقش اساسی دارند و گرم‌بودن محیط رشد سبب افزایش اسید پالمیتیک و کاهش میزان اسید اولئیک می‌گردد و محتوای اسیدهای چرب در دماهای کم ممکن‌است، سبب افزایش چربی غیراشباع غشایی به منظور حفظ سیالیت غشاء شود. بنابراین عناصرغذایی پتاسیم، بور و روی نقش مؤثری در فرآیندهای فیزیولوژیکی و در بعضی فعالیت-های سلولی مثل فعالیت‌های آنزیمی، متابولیسم کربوهیدرات‌ها و نوکلئیک‌اسید، فتوسنتز برگ‌ها، جذب دی‌اکسیدکربن و بهبود نقل و انتقال مواد فتوسنتزی و قندها دارند(Thanaa *et al.*, 2017) و نتایج نشان داد، محلول‌پاشی برگی احتمالاً از طریق تأثیر مثبت در واکنش‌های متابولیکی و فعالیت آنزیم‌های دخیل در بیوسنتز اسیدهای چرب و تبدیل اسیدهای چرب اشباع به غیراشباع و همچنین ممانعت از تأثیر منفی عوامل محیطی نامساعد به‌خصوص دمای بالای منطقه در ترکیب اسیدهای چرب، با افزایش میزان اسید اولئک (C18:01) و کاهش میزان اسید پالمیتیک (C16:00) سبب بهبود کیفیت روغن میوه زیتون می‌گردد.

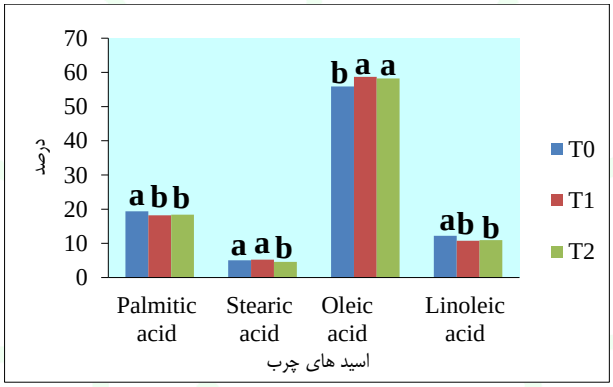
جدول ۱- تجزیه واریانس اثر رقم و محلول‌پاشی پتاسیم، روی و بور بر ترکیب اسیدهای‌چرب روغن میوه زیتون.

Source of variations	df	Myristic acid (14:00)	Palmitic acid (16:00)	Palmitoleic acid(16:01)	Stearic acid (18:00)	Oleic acid (18:01)	Linoleic acid (18:02)	Linolenic acid (18:03)	Arachidic acid (20:00)	Gadoleic acid (20:01)
Replication	2	0.0006	0.0529	0.0701	0.0227	0.0058	0.1022	0.0245	0.0125	0.0008
Cultivar	2	0.072^{**}	23.429^{**}	2.290^{**}	1.255^{**}	182.263^{**}	69.303^{**}	0.347^{**}	0.056^{**}	0.011^{*}
Spraying	2	0.012^{ns}	3.489^{**}	0.480^{**}	1.089^{**}	20.611^{**}	5.549^{**}	0.073^{ns}	0.039^{*}	0.005^{ns}
Cultivar × Spraying	4	0.021^{ns}	0.903^{*}	0.240^{*}	0.079^{ns}	1.736^{ns}	1.581^{**}	0.063^{ns}	0.019^{ns}	0.006^{ns}
Erorr	16	0.0098	0.2316	0.0612	0.1135	0.7918	0.3066	0.0355	0.0069	0.0029
CV (%)		20.83	2.58	10.72	6.81	1.54	4.9	14.76	13.36	14.59

ns، * و **: عدم وجود اختلاف معنی‌دار، اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ و ۱٪.



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر رقم در میزان ترکیب اسیدهای چرب روغن زیتون.



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف محلول‌پاشی در میزان ترکیب اسیدهای چرب روغن.

جدول۲- برهمکنش اثر رقم و محلول‌پاشی سولفات پتاسیم، سولفات روی و اسید بوریک در ترکیب اسیدهای‌چرب روغن میوه

Fatty acid composition (%)	Caillet			Koroneiki			Mission		
	T_0	T_1	T_2	T_0	T_1	T_2	T_0	T_1	T_2
Myristic acid (14:00)	0.64^{ab}	0.48^{bcd}	0.70^{a}	0.54^{abcd}	0.60^{abc}	0.52^{abcd}	0.50^{abcd}	0.39^{d}	0.40^{cd}
Palmitic acid (16:00)	19.66^{bc}	19.11^{c}	18.05^{d}	20.82^{a}	19.44^{bc}	20.06^{ab}	17.62^{de}	16.07^{f}	17.07^{e}
Palmitoleic acid(16:01)	1.64^{c}	2.21^{b}	2.72^{a}	1.82^{bc}	1.96^{bc}	1.84^{bc}	2.68^{a}	3.00^{a}	2.90^{a}
Stearic acid (18:00)	5.48^{ab}	5.56^{a}	5.04^{abcd}	4.77^{cde}	5.34^{abc}	4.44^{de}	4.85^{bcde}	4.84^{bcde}	4.22^{e}
Oleic acid (18:01)	55.27^{d}	57.63^{c}	58.73^{c}	51.92^{e}	54.87^{d}	53.15^{e}	60.45^{b}	63.60^{a}	62.81^{a}
Linoleic acid (18:02)	12.65^{b}	11.58^{c}	10.19^{d}	14.67^{a}	13.07^{b}	14.18^{a}	9.26de	7.58^{f}	8.46^{ef}
Linolenic acid (18:03)	1.31^{bc}	1.11^{c}	1.03^{c}	1.54^{ab}	1.28^{bc}	1.69^{a}	1.18^{c}	1.13^{c}	1.22^{c}
Arachidic acid (20:00)	0.75^{a}	0.54^{b}	0.52^{b}	0.76^{a}	0.60^{b}	0.77^{a}	0.56^{b}	0.54^{b}	0.57^{b}
Gadoleic acid (20:01)	0.43^{a}	0.33^{ab}	0.33^{ab}	0.40^{a}	0.40^{a}	0.41^{a}	0.33^{ab}	0.39^{ab}	0.29^{b}

*میانگین‌های با حروف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد آزمون چنددامنه‌ای دانکن ندارند.

منابع

آهنگر بناد کوکی، س.، پیراوی ونک، ز.، حداد خداپرست، م.ح.، حسنی بافرانی، ع.ر. و صفافر، ح. ۱۳۹۲. مقایسه ی ترکیب اسیدهای چرب روغن زیتون در مناطق مختلف ایران. مجله نوآوری در علوم و فناوری غذایی/سال پنجم/ش دوم/تابستان ۱۳۹۲. ص:۴۴-۳۹.

زینانلو، ع.ا.، ارجی، ع. ، تسلیم پور،م.ر.، رمضانی ملک رودی، م. و عظیمی، م . ۱۳۹۴ . اثر رقم و شرایط اقلیمی بر ترکیب اسیدهای چرب روغن زیتون. علوم باغبانی ایران. دورهٔ ۴۶ ، شمارهٔ ۲، تابستان ۱۳۹۴. ص ۲۴۳-۲۳۳.

زیودار، ش .۱۳۹۴.بررسی اثر محلول‌پاشی پتاسیم بر برخی شاخص‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی زیتون(*Olea europaea* L.) در شرایط آب و هوایی اهواز.پایان نامه دکترای دانشگاه تربیت مدرس.

Aocs. 1993. Officinal methods and recommended practices of the American oil chemists, Society, 4th. Edn. (ed .Dfirestone), American oil chemists society, champaign., IL.(AOCS Aa 4-38).

Banilas, G., Moressis, A., Nikoloudakis, N., Hatzopoulos, P. 2005. Spatial and temporal expressions of two distinct oleate desaturases from olive (*Olea europaea* L.). Plant Science, 168, 547-555.

Boukachabine, N., Ajana, H & El-Antari, A. 2011. Study of fatty acids and triglycerides oil composition and quality parameters of olive autochthon olive varieties in Morocco. Lebanese Science Journal, 12(2): 45-65.

Desouky, I. M., Laila, F., Haggag, M. M., El-Migeed, M., Kishk, Y.F.M., El-Hady, E.S. 2009. Effect of boron and calcium nutrients sprays on fruit set, oil content and oil quality of some olive oil cultivars. World Journal of Agricultural Sciences, 5 (2): 180-185.

Jasrotia,A., Bakshi, P., Wali,V.K., Bhushan, B., Ji Bhat, D. 2014. Influence of girdling and zinc and boron application on growth, quality and leaf nutrient status of olive cv. Fronotoio. African journal of Agricultural Research, 9(18): 354-1361.

Saadati, S., Moallemi, N., Mortazavi, M.H., Seyed-nejad, S. M. 2013. Effect of zinc and boron foliar application on soluble carbohydrate and oil contents of three olive cultivars during fruit ripening.Scientia Horticulturae, 164, 30-34.

Thanaa Sh.M, M., Enaam Sh.A, M., El-Sharony, T.F. 2017. Influence of foliar application with potassium and magnesium on growth, yield and oil quality of "Koroneiki" olive trees. American Journal of Food Technology, 12(3):209-220.2017.

Evaluation of the effects of leaf nutrition application on the status of fatty acids in *olive* oil

Gholami Reza[1], Moallemi Norollah[2], Khaleghi Esmaeil[2], Seyyednejad Seyyed Mansour[3]
[1*]Former Ph D Stu of Horticultural Science, Shahid Chamran University of Ahvaz-Iran
[2]Professor and Assistant Professor respectively, Dep. of Horticultural Science, Shahid Chamran University of Ahvaz-Iran
[3]Professor, Dep. of Plant Physiology, Shahid Chamran University of Ahvaz-Iran
[*]*Corresponding Author: rezagtk@yahoo.com*

Abstract
This study was carried out to investigate the effect of foliar spraying of Potassium, Boron and Zinc on the fatty acid composition of the fruit of three olive, "*Caillet*", "*Koroneiki*" and "*Mission*" in the *olive* orchard of of Shahid Chamran University of Ahvaz. The research was performed in a factorial experiment based on a randomized complete blocks design with three replications. Spray treatments were included T_0 (Distilled water as control), T1 (1g/l potassium sulfate + 1g/l boric acid + 1g/l zinc sulfate) and T_2 (2g/l potassium sulfate + 2g/l boric acid +2g/l zinc sulfate). The results showed that there was a significant difference between the foliar treatments in terms of oleic acid, palmitic acid and linoleic acid. Also, the fatty acids composition was different in different cultivars, and growth conditions in particular, nutrition during fruit growth had an effect on fatty acids composition, and T2 treatments had the most positive effect on oil quality improvement compared to other treatments, especially in the "Caillet" variety. Therefore, under low altitude and high temperature conditions in Ahvaz, foliar spraying during fruit growth can improve the quality of olive oil by altering the amount of fatty acids by increasing oleic acid and decreasing palmitic acid.

***Keywords*:** Nutrition, Oleic acid, Palmitic acid, spraying.