Archive of SID

Iranian Journal of Horticultural Science
Vol 50, No 3, Autumn 2019 (609-620)
DOI: 10.22059/ijhs.2018.258386.1448

علوم باغبانی ایران
دورهٔ ۵۰، شمارهٔ ۳، پاییز ۱۳۹۸ (ص ۶۲۰-۶۰۹)

مطالعه اثر کاربرد برگی پتاسیم، روی و بور بر پروفیل اسیدهای‌چرب سه رقم زیتون

رضا غلامی[۱]، نوراله معلمی[۲*]، اسمعیل خالقی[۳] و سید منصور سیدنژاد[۴]
۱، ۲ و ۳. دانشجوی دکتری، استاد و استادیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز
۴. استاد، دانشکده علوم پایه، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۳/۱ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۴/۱۹)

چکیده

بررسی تأثیر محلول‌پاشی برگی پتاسیم، روی و بور بر پروفیل اسیدهای چرب میوه سه رقم زیتون کرونایکی، کایلت و میشن در قالب آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۵ 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 ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر (T_1) و ترکیب ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر از هر کدام آنها (T_2) محلول‌پاشی شدند. بین تیمارهای محلول‌پاشی از نظر میزان اسید اولئیک، اسید پالمیتیک، اسید لینولئیک و نسبت اسید اولئیک به 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 به بهبود کیفیت روغن میوه زیتون گردد.

واژه‌های کلیدی: اسید اولئیک، اسید پالمیتیک، عناصر غذایی، محلول‌پاشی.

Study Effect of Potassium, Zinc and Boron foliar application on fatty acid compositions of three Olive cultivar

Gholami Reza[1], Moallemi Norollah[2*], Khaleghi Esmaeil[3] and Seyyednejad Seyyed Mansour[4]
1, 2, 3. Ph. D. Candidate, Professor and Assistant Professor, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran
4. Professor, Faculty of Sciences, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran
(Received: May 22, 2018- Accepted: Jul. 10, 2018)

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 in 2016. 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), T_1 (1000 mg/l potassium sulfate + 1000 mg/l boric acid + 1000 mg/l zinc sulfate) and T_2 (2000 mg/l potassium sulfate + 2000 mg/l boric acid +2000 mg/l zinc sulfate). The results showed that there was a significant difference between the foliar treatments in terms of oleic acid, palmitic acid, linoleic acid and oleic acid to linoleic acid ratio. 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: Food elements, oleic acid, palmitic acid, spraying.

* Corresponding author E-mail: moalleminoor@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

اگرچه خاستگاه اصلی زیتون حوزه مدیترانه می‌باشد، ولی در سال‌های اخیر پرورش آن به‌دلیل ارزش غذایی بالای میوه و روغن، در بعضی مناطق جهان به‌خصوص ایران، توسعه‌یافته است (Abbasi *et al*., 2012). 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 (Monounsaturate fatty acid)، ارزش تغذیه‌ای و اقتصادی روغن زیتون را بالا می‌برد و نقش بسیار تعیین‌کننده‌ای در کیفیت آن دارد (Thanaa *et al*., 2017). ترکیب اسید چرب روغن زیتون در ارقام مختلف و در شرایط محیطی مختلف کاشت، به‌طور قابل‌توجهی متفاوت می‌باشد (Ahangar *et al*., 2011). دما مهم‌ترین عامل محیطی است که در سنتز و ترکیب اسیدهای چرب در میوه مؤثر می‌باشد و 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 (Zeinanloo *et al*., 2015). نتایج برخی پژوهش‌ها نشان داد که وجود تابستان‌های طولانی و بسیار گرم و خشک در شرایط اقلیمی سبب کاهش اسیدهای چرب غیراشباع و در نتیجه موجب کاهش کیفیت روغن میوه می‌شود (Saadati *et al*., 2013). علاوه بر شرایط اقلیمی، وضعیت عناصر غذایی موجود در درخت زیتون، نقش اساسی در تولید میوه و روغن بازی می‌کند (Tekaya *et al*., 2013; Ben Mimoun *et al*., 2004). در این راستا مشخص شده‌است که پتاسیم و عناصر غذایی 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 (Pettigrew, 2008). نتایج برخی از مطالعات حاکی از آن است که قندها از ترکیبات اصلی محلول در بافت‌های زیتون می‌باشند و نقش مهمی در تولید انرژی برای تغییرات متابولیکی ایفا می‌کنند (Desouky *et al*., 2009; Ben Mimoun *et al*., 2004)، به‌گونه‌ای که در فرآیند سوختن قندها استیل کوآنزیم A تولیدشده، می‌تواند پیش‌ساز برای تشکیل اسیدهای چرب باشد (Mechri *et al*., 2009)، بنابراین تغییر در کربوهیدرات‌های میوه زیتون از طریق تغذیه برگی با عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف می‌توانند با تأثیر بر منابع پیش‌ساز روغن در تشکیل روغن در میوه زیتون به‌عنوان یک عامل مؤثر در بیوسنتز روغن باشند (Mechri *et al*., 2009)، در حقیقت 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 تغییر دهند و تأثیر معنی‌داری در بهبود تولید میوه و کیفیت و میزان روغن زیتون داشته‌باشند (Desouky *et al*., 2009; Ben Mimoun *et al*., 2004). 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 اسید پالمیتیک (C16:00) و اسید استئاریک (C18:00) کاهش و از طرفی باعث افزایش ۱ تا ۳ درصدی اسید اولئیک (C18:01) در درختان تیمارشده با سولفات‌پتاسیم گردید (Thanaa *et al*., 2017).

Zivdar *et al*. (2015) گزارش کردند که محلول‌پاشی ارقام زیتون کرونایکی، میشن و دزفولی با سولفات‌پتاسیم در شرایط آب و هوایی اهواز سبب بهبود پروفیل اسیدهای چرب از طریق افزایش میزان اسید اولئیک و نسبت اسید اولئیک به اسید لینولئیک در هر سه رقم مورد مطالعه شد؛ بنابراین با توجه به اهمیت روغن زیتون و نقش ترکیب اسیدهای چرب و به‌خصوص میزان اسید اولئیک (C18:01) در کیفیت آن، هدف از مطالعه حاضر بررسی تأثیر تغذیه برگی ترکیبی از عناصر غذایی پتاسیم، روی و بور بر میزان و ترکیب اسیدهای چرب روغن میوه سه رقم زیتون کرونایکی، کایلت و میشن در شرایط آب و هوایی اهواز بود.

www.SID.ir

Archive of SID

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 سال ۱۳۹۵در باغ زیتون ۱/۵ هکتاری گروه باغبانی دانشگاه شهید چمران اهواز، واقع در حاشیه غربی رودخانه کارون با موقعیت جغرافیایی ۳۱ درجه و ۲۰ دقیقه عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۴۰ دقیقه طول شرقی و ارتفاع از سطح دریای ۲۲/۵ متر موردمطالعه قرارگرفت. درختان مورد آزمایش ۱۳ ساله و در فواصل ۶×۵ متر کاشته شده بودند. قبل از شروع آزمایش، از دو عمق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متری نمونه‌برداری خاک به‌صورت مرکب انجام و مورد بررسی قرارگرفت. سپس 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. شایان ذکراست که خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و وضعیت اقلیمی در جدول‌های ۱ و ۲ آورده شده است. تیمارهای مورد استفاده در این پژوهش به‌همراه توئین۲۰ (Tween 20) به عنوان مویان به شرح زیر بودند:

T_0= محلول‌پاشی با آب مقطر (شاهد)

T_1= محلول‌پاشی با ترکیبی از ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات‌پتاسیم، ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات‌روی و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید بوریک.

T_2= محلول‌پاشی با ترکیبی از ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات‌پتاسیم، ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات‌روی و ۲۰۰۰ میلی‌گرم 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 (نیمه اول فروردین‌ماه)، در مرحله سخت‌شدن هسته‌ها (نیمه اول خردادماه) و در مرحله سنتز و تجمع روغن (نیمه اول تیرماه) با یک سم‌پاش پشت تراکتوری انجام گرفت. 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) استفاده گردید. 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 اسید چرب 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 استفاده‌شد.

جدول ۱. مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1. Physical and chemical properties of experimental soil

Soil depth (cm)	CEC (cmolc/kg)	EC (dSm^{-1})	pH	Soil texture	Organic carbon (%)	Total N	P (AVA)	K (AVA)	Zn (AVA)	B (AVA)
							$mgkg^{-1}$			
0-30 cm	12	2.64	7.86	Loam	0.78	0.39	22.7	167	1.94	0.28
30-60 cm	9	3.98	7.65	Clay loam	0.47	0.21	7.6	188	0.74	0.09

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲. آمار ماهیانه ایستگاه هواشناسی اهواز در دوره آزمایش در سال ۲۰۱۶

Table 2. Monthly statistics of Ahvaz Meteorological Station in the trial period in 2016

Parameters/Month	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov
Temperature average (°C)	8.6	14.3	22.7	31.8	34.4	39	38.6	36.2	29.1	23.6
Precipitation (mm)	4.4	27.4	40.8	0.3	0	0	0	0	0	0
Total evaporate (mm)	84.6	133.1	204.2	316.5	471	457.5	406.5	331.7	237.3	136
Average RHW (%)	59	53	48	36	23	25	30	27	29	44
Total sunny	240.5	202.4	269.4	308.9	353	348	351	319.3	275.5	236.4

نتایج و بحث

با توجه به تجزیه واریانس اسیدهای چرب در جدول ۳ 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)، نسبت اسید اولئیک (C18:01) به اسید لینولئیک (C18:02)، میزان اسیدهای چرب چند غیراشباعی (Polyunsaturated fatty acids) و اسیدهای چرب تک غیراشباع (Monounsaturated fatty acids) و همچنین بر نسبت PUFA/MUFA در سطح یک 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) و همچنین بر مجموع اسیدهای چرب اشباع (Saturated fatty acids)، مجموع اسیدهای چرب غیراشباع (Unsaturated fatty acids) و نسبت بین مجموع اسیدهای چرب غیراشباع به اشباع (USFA/SFA) هیچ تأثیر معنی‌داری نداشت (جدول ۳).

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 (۶۳/۶۰-۵۱/۹۲ درصد) اسید اولئیک (C18:01)، (۲۰/۸۲-۱۶/۰۷ درصد) اسید پالمیتیک (C16:00)، (۱۴/۶۷-۷/۵۸ درصد) اسید لینولئیک (C18:02)، (۵/۵۶-۴/۲۲ درصد) اسید استئاریک (C18:00)، (۳-۱/۶۴ درصد) اسید پالمیتولئیک (C16:01)، (۱/۶۹-۱/۰۳درصد) اسید لینولنیک (C18:03)، (۰/۷۷-۰/۵۲ درصد) اسید آراشیدیک (C20:00)، (۰/۶۴-۰/۳۹درصد) 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 (Shahat *et al*., 2013; Ahangar *et al*., 2011).

با مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و محلول‌پاشی بر میزان پروفیل اسیدهای چرب روغن میوه زیتون در جدول ۴ 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 محلول‌پاشی‌شده 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 ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر) و کمترین میزان آن (۱/۰۳٪) در رقم کایلت در تیمار T_2 مشاهده گردید.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳. تجزیه واریانس اثر رقم و محلول‌پاشی سولفات پتاسیم، سولفات روی و اسید بوریک بر ترکیب اسیدهای‌چرب روغن میوه
Table 3. ANOVA of the effects cultivar and spraying potassium sulfate, zinc sulfate and boric acid on fatty acids composition on fruit oil

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)	Oleic acid/Linoleic acid ratio	Saturated fatty acids (SFA)	Unsaturated fatty acids (USFA)	Monounsaturated fatty acids (MUFA)	Polyunsaturated fatty acids (PUFA)	MUFA/PUFA ratio
Replication	2	0.0006	0.0529	0.0701	0.0227	0.0058	0.1022	0.0245	0.0125	0.0008	0.0163	0.1292	0.1014	0.098	0.0455	0.0013
Cultivar	2	0.072**	23.429**	2.290**	1.255**	182.263**	69.303**	0.347**	0.056**	0.011*	30.843**	34.286**	37.906**	222.03**	77.489**	24.499**
Spraying	2	0.012^{ns}	3.489**	0.480**	1.089**	20.611**	5.549**	0.073^{ns}	0.039*	0.005^{ns}	2.791**	5.690**	6.809**	26.487**	6.526**	2.330**
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}	0.841**	0.712^{ns}	0.176^{ns}	2.921**	2.158**	0.718**
Erorr	16	0.0098	0.2316	0.0612	0.1135	0.7918	0.3066	0.0355	0.0069	0.0029	0.1533	0.4147	0.2283	0.7177	0.2294	0.0683
CV (%)		20.83	2.58	10.72	6.81	1.54	4.9	14.76	13.36	14.59	7.18	2.6	0.66	1.41	3.81	5.13

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

ns, *, **: Non significant, and significant at 5 and 1% of probability levels, respectively.

جدول ۴. برهمکنش اثر رقم و محلول‌پاشی سولفات پتاسیم، سولفات روی و اسید بوریک در ترکیب اسیدهای‌چرب روغن میوه
Table 4. Interaction effect of cultivar and spraying potassium sulfate, zinc sulfate and boric acid on fatty acid composition on fruit oil

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}
USFA/SFA ratio	2.69^{de}	2.84^{cd}	3.01^{bc}	2.62^{e}	2.75^{de}	2.76^{de}	3.14^{b}	3.47^{a}	3.40^{a}
Oleic acid/Linoleic acid ratio	4.38^{ef}	4.99^{e}	5.78^{d}	3.54^{g}	4.20^{fg}	3.75^{fg}	6.54^{c}	8.42^{a}	7.45^{b}
Saturated fatty acids	26.52^{a}	25.69^{a}	24.31^{b}	26.89^{a}	25.98^{a}	25.79^{a}	23.52^{b}	21.84^{c}	22.26^{c}
Polyunsaturated fatty acids	13.96^{b}	12.70^{c}	11.22^{d}	16.21^{a}	14.35^{b}	15.87^{a}	10.43^{de}	8.71^{f}	9.68^{e}
Monounsaturated fatty acids	57.34^{e}	60.18^{d}	61.77^{c}	54.14^{f}	57.23^{e}	55.40^{f}	63.46^{b}	66.98^{a}	66.01^{a}
MUFA/PUFA ratio	4.11^{f}	4.75^{e}	5.51^{d}	3.34^{g}	4.00^{f}	3.49^{g}	6.09^{c}	7.70^{a}	6.82^{b}
Unsaturated fatty acids	71.29^{d}	72.87^{c}	72.99^{c}	70.34^{e}	71.58^{d}	71.27^{d}	73.89^{b}	75.69^{a}	75.69^{a}

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

* Means with the same letters are not significantly different at the 5% probability level in Duncan"s Multiple Range Test.

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 شده است. 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 عناصر غذایی سولفات‌پتاسیم، سولفات‌روی و اسید بوریک با تیمار T_1 (ترکیب سولفات‌پتاسیم، سولفات‌روی و اسید بوریک از هر کدام ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر) و تیمار T_2 (ترکیب سولفات‌پتاسیم، سولفات‌روی و اسید بوریک از هر کدام ۲۰۰۰ میلی‌گرم 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.

www.SID.ir

Archive of SID

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 ذخیره‌سازی روغن، پایین و کمتر از ۶۳/۶۰ درصد بود. اسید اولئیک (C18:01) مهم‌ترین اسید چرب غیراشباع با یک باند مضاعف (MUFA) 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 (Lukaszewicz *et al.*, 2004). از نظر میزان اسید پالمیتیک (C16:00) و اسید پالمیتولئیک (C16:01) (C16:01) هیچ اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای محلول‌پاشی در رقم کرونایکی وجود نداشت، ولی ارقام میشن و کایلت واکنش‌های متفاوتی از خود نشان دادند (جدول ۴). 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 محلول‌پاشی‌شده 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 عناصر غذایی پتاسیم، روی و بور و تأثیر این عناصر غذایی در آنزیم‌های دخیل در بیوسنتز اسیدهای چرب باعث کاهش این نوع اسید چرب اشباع شده بود.

نسبت اسید اولئیک (C18:01) به اسید لینولئیک (C18:02) به‌صورت یک شاخص برای پایداری اکسیداسیون روغن زیتون می‌باشد و در روغن زیتون هر چه نسبت اسید اولئیک به اسید لینولئیک بالاتر باشد، بیانگر کیفیت بالاتر آن می‌باشد. با مقایسه میانگین اثر

www.SID.ir

Archive of SID

متقابل رقم در محلول‌پاشی مشخص گردید که بالاترین میزان نسبت مجموع اسیدهای چرب غیراشباع (USFA) به مجموع اسیدهای چرب اشباع (SFA)، نسبت اسید اولئیک به اسید لینولئیک، درصد اسیدهای چرب تک غیراشباع (MUFA)، درصد مجموع اسیدهای چرب غیراشباع (USFA) و نسبت MUFA/PUFA در درختان رقم میشن محلول‌پاشی‌شده درتیمار T_1 و کمترین آنها در درختان تیمار نشده (شاهد) رقم کرونایکی مشاهده شد (جدول ۴). همچنین در هر سه رقم، محلول‌پاشی برگی با سولفات‌پتاسیم، اسید بوریک و سولفات‌روی، باعث بهبود نسبت اسیدهای چرب غیراشباع (USFA) به اسیدهای چرب اشباع (SFA) و افزایش نسبت اسید اولئیک به اسید لینولئیک و افزایش میزان اسیدهای چرب تک غیراشباع (MUFA) در مقایسه با درختان تیمارنشده گردید که در رقم کایلت بهترین نتیجه در تیمار T_2 و در ارقام میشن و کرونایکی مطلوب‌ترین نتیجه در درختان محلول‌پاشی‌شده در تیمار T_1 حاصل گردید، از طرفی بالاترین میزان مجموع اسیدهای چرب اشباع (SFU) و مجموع اسیدهای چرب چند غیراشباعی (PUFA) به رقم کروناکی در تیمار شاهد و پایین‌ترین میزان آنها به درختان رقم میشن تیمارشده در تیمار T_1 تعلق داشت و در هر سه رقم موردمطاالعه، محلول‌پاشی برگی باعث کاهش میزان SFU و PUFA گردید که بیشترین کاهش در درختان رقم کایلت محلول‌پاشی‌شده با تیمار T_2 مشاهده گردید. مقاومت در مقابل اکسیداسیون به‌وسیله نسبت اسیدهای چرب تک غیراشباع (MUFA) به اسیدهای چرب چند غیراشباعی (PUFA) تحت تأثیر قرار می‌گیرد (Boukachabine *et al*., 2011) و ترکیب اسید چرب بخصوص میزان MUFA مزیتی مهم برای سلامتی می‌باشد، به‌خاطر اینکه ترکیب‌هایی دارای اسید چرب بالای تک غیراشباع (MUFA) و اسید چرب کمتر چند غیراشباعی (PUFA) روغن زیتون، پایداری قوی‌تری به اکسیداسیون دارند (Kiralan *et al*., 2009). نتایج این آزمایش نشان داد که محلول‌پاشی برگی درختان میوه زیتون با عناصر غذایی 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 شده بود. 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) به‌ترتیب 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 عناصر غذایی مورداستفاده در میزان فعّالیت این آنزیم‌ها دخیل هستند و بنابراین تأمین عناصر غذایی 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، Zivdar *et al*. (2015) گزارش کردند که با محلول‌پاشی درختان زیتون رقم کرونایکی و دزفولی با سولفات‌پتاسیم اسیدهای چرب اشباع به‌ویژه اسید پالمیتیک کاهش یافت، همچنین اعلام نمودند کاربرد برگی سولفات‌پتاسیم به‌میزان ۲ گرم در لیتر سبب افزایش میزان اسید اولئیک و در نهایت باعث بهبود پروفیل

www.SID.ir

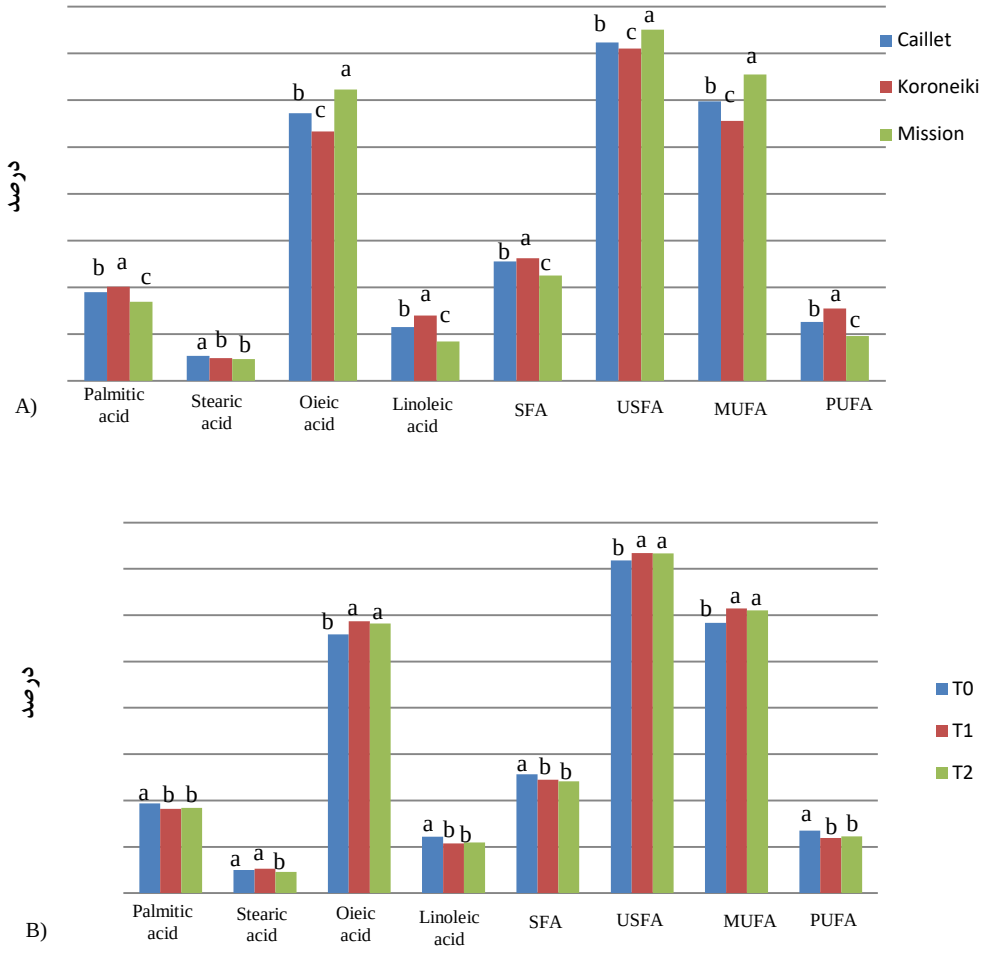
Archive of SID

اسیدهای چرب در هر سه رقم کرونایکی، میشن و دزفولی شد. به‌علاوه، Desouky *et al.* (2009) گزارش کردند که میزان اسید اولئیک (C18:01) و نسبت اسید چرب غیراشباع به اشباع (USFA/SFA) با محلول‌پاشی برگی درختان زیتون با عناصر غذایی 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 و در رقم کایلت درختان محلول‌پاشی‌شده با اسید بوریک، در رقم کرونایکی درختان محلول‌پاشی شده با اسیدبوریک و سولفات‌روی و در رقم میشن درختان محلول‌پاشی شده با سولفات روی باعث افزایش میزان اسید اولئیک (C18:01) و کاهش میزان اسید پالمیتیک در مقایسه با درختان شاهد شد، همچنین بالاترین نسبت اسیدهای چرب غیراشباع به اسیدهای چرب اشباع (USFA/SFA) در درختان زیتون محلول‌پاشی شده با ترکیبی از سولفات روی و اسید بوریک گزارش گردید. علاوه بر این، 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. همچنین میزان اسیدهای چرب تک غیراشباع (MUFA) و نسبت MUFA به PUFA در درختان محلول‌پاشی‌شده با سولفات‌پتاسیم در مقایسه با درختان شاهد افزایش معنی‌داری داشت.

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; Kiralan *et al.*, 2009). 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) و همچنین میزان مجموع اسیدهای چرب اشباع (SFA) و مجموع اسیدهای چرب غیراشباع (USFA)، اسیدهای چرب تک غیراشباع (MUFA) و اسیدهای چرب چند غیراشباعی(PUFA) 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 (شکل A-۱). 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) و همچنین میزان مجموع اسیدهای چرب اشباع (SFA) و مجموع اسیدهای چرب غیراشباع (USFA)، اسیدهای چرب تک غیراشباع (MUFA) و اسیدهای چرب چند غیراشباعی (PUFA) 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 عناصر غذایی سولفات‌پتاسیم، سولفات‌روی و اسید بوریک اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نگردید. بیشترین و کمترین درصد اسید اولئیک (C18:01) به‌ترتیب (۵۸/۷۰٪) در تیمار T_1 و (۵۵/۸۸٪) در تیمار شاهد (T_0) به‌دست آمد. به‌علاوه، نتایج نشان داد که بیشترین درصد اسید لینولئیک (C18:02) (۱۲/۱۹٪) و اسید پالمیتیک (C16:00) (۱۹/۳۶٪) مربوط به تیمار شاهد (T_0) بود (شکلB-۱) 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 اسیدلینولئیک (C18:02) رابطه مستقیمی با دما داشت و تحت شرایط آب‌وهوایی اهواز با دمای بالا و ارتفاع پایین منجر به تولید میوه‌های زیتون با کیفیت روغن پایین گردید (Ahangar *et al.*, 2011).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱. A) مقایسه میانگین اثر رقم در میزان ترکیب اسیدهای چرب روغن؛ B) مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف محلول‌پاشی در میزان ترکیب اسیدهای چرب روغن

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

Figure 1. A) Comparison of the effects of cultivar on fatty acid composition of oil; B) Comparison of the effects of spraying on fatty acid composition of oil

* Means with the same letters are not significantly different at the 5% probability level in Duncan"s Multiple Range Test

در مطابقت با نتایج تحقیق حاضر، Zivdar *et al.* (2015) 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. به‌علاوه، Siham *et al.* (2016) گزارش کردند که در محیط‌های خنک‌تر و با ارتفاع بالاتر میزان اسید اولئیک بالاتری نسبت به محیط‌های گرم با ارتفاع پایین‌تر تولید می‌شود، همچنین Zeinanloo *et al.* (2015) 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، به‌علاوه، Ehtesham-nia & Zahedi (2017) نشان دادند که کمیت و کیفیت اسیدهای چرب در ارقام زیتون تحت تأثیر عوامل محیطی قرارمی‌گیرد و محتوای اسیدهای چرب در دماهای کم ممکن‌است، سبب افزایش چربی غیراشباع غشایی به منظور حفظ سیالیت غشاء شود. بنابراین عناصر غذایی پتاسیم، بور و روی نقش مؤثری در فرآیندهای فیزیولوژیکی و در بعضی فعالیت‌های 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;

www.SID.ir

Archive of SID

Tekaya *et al*., 2013) 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.

ضریب همبستگی

با توجه به‌ضریب همبستگی صفات (جدول ۵) بین اسید اولئیک (C18:01) با اسید پالمیتیک (C16:00) همبستگی منفی و معنی‌داری (R=-۰/۹۸۳) بود و در تأیید این پژوهش Stefanoudaki *et al*. (1999) نیز مقدار همبستگی اسید پالمیتیک با اسید اولئیک (C18:01) را منفی و معنی‌دار (R=-۰/۷۸۸) اعلام کرده بودند. همچنین اسید اولئیک (C18:01) همبستگی منفی و کاملاً معنی‌داری (R=-۰/۹۹۵) با اسید لینولئک (C18:02) نشان داد، که علت آن می‌تواند مربوط به سنتز اسید لینولئیک با عمل آنزیم دلتا ۱۲ دساچوراز FAD2-2، FAD2-1 و سوبسترای لیپیدی و سیستم‌های دهنده‌الکترون از اسید اولئیک (C18:01) باشد (Hernandez *et al*., 2009). وجود همبستگی منفی زیاد بین اسید اولئیک و اسید لینولئیک موجب می‌شود در مناطق گرم با کاهش اسید اولئیک (C18:01) بر مقدار سنتز اسید لینولئیک (C18:02) افزوده شود و در نهایت سبب کاهش کیفیت روغن و کاهش پایداری آن شود (Zeinanloo *et al*., 2015). اسید اولئیک با اسید پالمیتولئیک (C16:01) همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت (R=۰/۹۳۳). همچنین اسید اولئیک (C18:01) با نسبت اسید اولئیک به اسید لینولئک (C18:02) همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت (R=۰/۹۸۴) و از طرفی بیشترین همبستگی منفی این نسبت (R=-۰/۹۸۷) با اسید چرب اشباع اسید پالمیتیک (C16:00) مشاهده شد (جدول ۵) و این نشان‌گر تأثیر منفی شرایط محیطی نامساعد، بخصوص دمای بالا در میزان اسید چرب غیراشباع اسید اولئیک (C18:01) و تأثیر مثبت دمای بالا در افزایش میزان اسیدهای چرب اسید پالمیتیک (C16:00)، اسید آراشیدیک (C20:00)، اسید لینولنیک (C18:03) و اسید لینولئیک (C18:02) می‌باشد که با نتایج (Zeinanloo *et al*., 2015) و (Ahangar *et al*., 2011) مطابقت داشت.

جدول ۵. ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه در ترکیب اسیدهای چرب روغن میوه زیتون

Table 5. Correlation coefficients between studied traits on fatty acid composition on Olive fruit oil

Fatty acid composition (%)	Gadoleic acid (20:01)	Arachidic acid (20:00)	Linolenic acid (18:03)	Linoleic acid (18:02)	Oleic acid (18:01)	Stearic acid (18:00)	Palmitoleic acid (16:01)	Palmitic acid (16:00)	Myristic acid (C14:00)	Oleic acid /Linoleic acid ratio	Saturated fatty acids (SFA)	Monounsaturated fatty acids (MUFA)	Polyunsaturated fatty acids (PUFA)	MUFA/PUFA ratio	Unsaturated fatty acids (USFA)
Gaduloec acid (20:01)	1	0.728*	0.591^{ns}	0.629^{ns}	-0.643^{ns}	0.284^{ns}	-0.722*	0.550^{ns}	0.315^{ns}	-0.553^{ns}	0.586^{ns}	-0.651^{ns}	0.637^{ns}	0.570^{ns}	-0.654^{ns}
Arachidic acid (20:00)		1	0.901**	0.791*	-0.786*	-0.123^{ns}	-0.820**	0.771*	0.222^{ns}	-0.719*	0.680*	-0.793**	0.814**	-0.744*	-0.745*
Linolenic acid (18:03)			1	0.749*	-0.729*	-0.381^{ns}	-0.677*	0.693*	-0.002^{ns}	-0.650^{ns}	0.535^{ns}	-0.727*	0.782*	-0.680*	-0.631^{ns}
Linoleic acid (18:02)				1	-0.995**	0.225^{ns}	-0.942**	0.987^{ns}	0.485^{ns}	-0.984**	0.949**	-0.996**	0.999**	-0.989**	-0.968**
Oleic acid (18:01)					1	-0.241^{ns}	0.933**	-0.983**	-0.544^{ns}	0.984**	-0.953**	0.999**	-0.992**	0.988**	0.985**
Stearic acid (18:00)						1	-0.385^{ns}	0.266^{ns}	0.495^{ns}	-0.318^{ns}	0.487^{ns}	-0.257^{ns}	0.182^{ns}	-0.292^{ns}	-0.358^{ns}
Palmitoleic acid (16:01)							1	-0.941**	-0.482^{ns}	0.937**	-0.951**	0.945**	-0.939**	0.944**	0.933**
Palmitic acid (16:00)								1	0.504^{ns}	-0.987**	0.970**	-0.986**	0.982**	-0.990**	-0.968**
Myristic acid (14:00)									1	-0.587^{ns}	0.609^{ns}	-0.542^{ns}	0.455^{ns}	-0.563^{ns}	-0.650^{ns}
Oleic/ Linoleic										1	-0.974**	0.986**	-0.976**	0.999**	0.977**
SFA											1	-0.960**	0.934**	-0.967**	-0.972**
MUFA												1	-0.993**	0.990**	0.986**
PUFA													1	-0.983**	-0.959**
MUFA/ PUFA														1	0.976**
USFA															1

**، * وns به‌ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۱ و ۵درصد و نبود اختلاف معنی‌دار.

**, *, ns: Significant at the 1% and 5% of probability levels, and non-significant, respectively.

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این تحقیق نشان‌داد که محلول‌پاشی برگی درختان میوه زیتون با سولفات‌پتاسیم، سولفات‌روی و اسید بوریک، با افزایش درصد اسیدهای چرب غیراشباع و کاهش درصد اسیدهای چرب اشباع، باعث بهبود کیفیت روغن گردید. همچنین ترکیب اسیدهای چرب در ارقام مختلف، متفاوت و تحت شرایط محل رشد بخصوص تغذیه درختان بود. به‌علاوه مشاهده شد که محلول‌پاشی برگی با تیمار T2 در ترکیب اسیدهای چرب درختان زیتون رقم کایلت بسیار مؤثر بود و سبب افزایش اسید اولئیک (C18:01) و اسید پالمیتولئیک (C16:01) و بهبود مجموع اسیدهای چرب غیر اشباع (USFA) و کاهش اسیدهای چرب اسید پالمیتیک و اسید لینولئیک و نیز کاهش مجموع اسیدهای چرب اشباع (SFA) گردید. میزان اسید اولئیک (C18:01) بالا و اسید لینولئیک (C18:02) پایین و همچنین نسبت بالای اسید اولئیک به اسید لینولئیک از شاخص‌های مهم کیفی روغن به‌شمار می‌روند و براساس نتایج حاصل از این پژوهش، محلول‌پاشی برگی با سولفات پتاسیم، سولفات روی و اسید بوریک سبب افزایش این شاخص‌ها شد، که نشان‌گر تأثیر مثبت محلول‌پاشی برگی در بهبود کیفیت روغن می‌باشد. بنابراین در مناطقی مثل اهواز با دمای بالا و ارتفاع پایین، محلول‌پاشی برگی با سولفات پتاسیم، سولفات روی و اسید بوریک در طول دوره رشد و نمو میوه به‌خصوص در رقم کایلت می‌تواند با تغییر اسیدهای‌چرب روغن منجربه بهبود کیفیت روغن میوه زیتون گردد.

REFERENCES

1. Abbasi, Y., Bakhshi, D., Forghani, A., Sabouri, A. & Porghauomy, M. (2012). Effect of macro and micro nutrients sprays on fruit quality and quantity of zard and rowghani olive (*Olea europaea* L.) cultivars in Northern Iran. *American-Eurasian Journal of Agriculture and Environmental Science*, 12(12), 1548-1552.
2. Ahangar Benad kouki, S., Piravi Vanak, Z., Haddad Khodaparest, M. H., Hasani Bafranani, A. & Safafar, H. (2011).Comparison of fatty acid composition of olive oil in different regions of Iran. *Journal of Food Science and Technology, Fifth Year, Second Issue, Summer*, 2011, 39-49.(in Farsi)
3. Aocs. (1993). *Officinal 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. 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.
5. Bannon, C. D., Craske, N. T. & Hai, N. L. (2007). Analysis of fatty acid methyl esters with high accuracy and reliability: Methylation of fats and oils. *Journal of Chromatography*, A, 247, 63-69.
6. Ben Mimoun, M., Loumi, O., Ghrab, M., Latiri, K. & Hellali, R. (2004).Foliar potassium application on olive tree. In of the *IPI regional workshop on potassium and fertigation development in West Asia and North Africa;* Rabat, Morocco, 24-28 November.
7. 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.
8. 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.
9. Ehtesham-nia, A. & Zahedi, B. (2017). Study the effect of region on fruit fatty acids of four Olive cultivars in the Lorestan Province. *Journal of Plant Production Research* (JOPPR), 24(2), 93-108. (in Farsi)
10. Gonzales, S., Duncan, S. E., Okeefe, S. F., Sumner, S. S. & Herbein, J. H. (2003). Oxidation and textural characteristics of butter and ice cream with modified fatty acid profiles. *Journal of Dairy Science*, 86(1), 70-77.
11. Hernandez, M. L., Padilla, M. N., Mancha, M. & Martinez Rivas, J. M. (2009). Expression analysis identifies FAD2-2 as the olive oleate desaturase gene mainly responsible for the linoleic acid content in virgin olive oil. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 52, 3434-3440.
12. 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), 1354-1361.

www.SID.ir

Archive of SID

13. Kiralan, M., Bayrak, A. & Ozkaya, M. T. (2009). Oxidation stability of virgin olive oils from some important cultivars in East Mediterranean area in Turkey. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 86, 247-252.
14. Loor, J. (2001). *Alterations in mammary gland synthesis and secretion of fatty acids in response to trans isomers of octadecenoic acid or conjugated linoleic acid isomers*. Ph.D. dissertation, Virginia Tech, Blacksburg, Virginia.
15. Lukaszewicz, M., Szopa, J. & Krasowska, A. (2004). Susceptibility of lipids from different flax cultivars to peroxidation and its lowering by added antioxidants. *Food Chemistry*, 88, 225-231.
16. Mechri, B., Issaoui, M., Echbili, A., Chahab, H., Mariem, F. B., Braham, M. & Hammami, M. (2009). Olive orchard amended with olive mill wastewater: Effects on olive fruit and olive oil quality. *Journal of Hazardous Materials*, 172, 1544-1550.
17. Pettigrew, W. T. (2008). Potassium influences on yield and quality production for maize, wheat, soybean and cotton. *Physiolgy Plant*, 133, 670-681.
18. 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.
19. Sanchez-Bel, P., Egca, I., Romojaro, F. & Martinez-Madrid, M. (2008). Sensorial and chemical quality of electron beam irradiated almonds (*Prunus amygdalus*). *LWT-Food Science and Technology*, 41, 442-449.
20. Siham, R., Rahmani, M., El-Antari, A. & Iahoussaine, B. (2016). Effect of geographical conditions (altitude and pedology) and age of olive plantations on the typicality of olive oil in Moulay Driss Zarhoun. *Mediterranean Journal of Biosciences*, 1(3), 128-137.
21. Stefanoudaki, E., Kotsifaki, F. & Koutsaftakis, A. (1999).Classification of virgin oils of the two major creatn cultivars based in their fatty acid composition. *Journal of the American oil chemists Society*, 76 (5), 623-626.
22. Tekaya, M., Mechri, B., Bchir, A., Attia, F., Cheheb, H. & Daassa, M. (2013). Effect of nutrient based fertilizers of olive trees on olive oil quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93, 2045-2052.
23. 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.
24. Zeinanloo, A. A., Arji, I., Taslimpour, M.R., Ramazani malakroodi, M. & azimi, M. (2015). Effect of cultivar and climatic conditions on olive (*Olea europaea* L.) oil fatty acid composition. *Irnian Journal of Horticultural Science*, 46(2), 233-242. (in Farsi)
25. Zivdar, S., Arzani, K., Souri, M. K., Moallemi, N. & Seyed-Nejad, S. M. (2015). Effect of foliar potassium application on quantitative and qualitative characteristics and fruit oil of olive (*Olea europaea* L.) cultivars under Ahvaz environmental conditions.*The plant production, Scientific Journal of Agriculture*, 38(3), 13-26. (in Farsi)

www.SID.ir