

## تعیین بهترین زمان برداشت ارقام ماری و شنگه زیتون بر اساس برخی پارامترهای تعیین کننده کیفیت میوه

مهدی کاویانی<sup>۱</sup>، مهدی وریدی<sup>۲\*</sup>، ستار طهماسبی انفرادی<sup>۳</sup>، محمد جواد وریدی<sup>۴</sup>

۱- دانشجوی دکتری، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران

۲- دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران

۳- دانشیار، گروه زیست فناوری و محیط زیست، پژوهشگاه ملی مهندسی ژنتیک و زیست فناوری، تهران، ایران

۴- دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۶/۰۸/۳۰ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۶/۰۵)

### چکیده

مرحله رسیدگی میوه زیتون یکی از عوامل مؤثر بر کیفیت روغن زیتون می‌باشد، بنابراین هدف این مطالعه تعیین اثر رسیدگی زیتون بر برخی پارامترهای کیفی روغن دو رقم مختلف زیتون (ماری با اسید اولئیک بالا و شنگه با اسید اولئیک پایین) برای پیدا کردن بهترین زمان برداشت بود. بدین منظور از هر دو رقم در زمان ۹۰ روز پس از گلدهی تا رسیدگی کامل میوه در چهار مرحله نمونه برداری انجام شد. برخی ویژگی‌ها شامل ترکیبات اسیدهای چرب (%)، میزان فنل کل، اسیدهای فنلی، تلخی و فعالیت جذب رادیکال آزاد DPPH مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد در هر دو رقم، میزان اسید پالمیتیک، اسید لینولئیک، عدد اکسایش پذیری محاسباتی، مجموع اسیدهای چرب اشباع و مجموع اسیدهای چرب غیر اشباعی میوه در زمان ۱۲۰ روز پس از گلدهی در کمترین میزان و میزان اسید اولئیک، ترکیبات فنلی، اسیدهای فنلی، تلخی و جذب رادیکال آزاد DPPH، زمان ۱۲۰ روز پس از گلدهی دارای بالاترین مقدار بود و پس از آن کاهش یافت. طبق نتایج به دست آمده، زمان ۱۲۰ روز پس از گلدهی را می‌توان به عنوان زمان مناسب برای برداشت هر دو رقم انتخاب نمود.

**کلید واژگان:** زیتون، بهترین زمان برداشت، کیفیت، ترکیبات شیمیایی روغن زیتون

\*مسئول مکاتبات: m.varidi@um.ac.ir

## ۱- مقدمه

زیتون با نام علمی *Olea europaea* L. یکی از قدیمی‌ترین درختان میوه و منابع غذایی بشر است که دارای ارزش اقتصادی فراوان است. روغن زیتون به علت ترکیبات منحصر به فردی از قبیل درصد بالای اسیدهای چرب با یک پیوند غیراشباع و وجود انواع ضد اکسایش‌های مهم بسیار مورد توجه قرار گرفته و از ارزش تغذیه‌ای بسیار بالایی برخوردار است [۱]. ترکیب شیمیایی روغن زیتون به دو دسته ترکیبات عمده و جزئی تقسیم می‌شوند. از جمله ترکیبات عمده می‌توان تری‌آسیل‌گلیسرولها (TAG<sup>۱</sup>) را نام برد [۲]. TAG شامل بیش از ۱۲ نوع اسید چرب شناخته شده می‌باشد، که اسید پالمیتیک (C16:0)، اسید استئاریک (C18:0)، اسید اولئیک (C18:1)، اسید لینولئیک (C18:2)، و اسید لینولنیک (C18:3) سهم عمده و اصلی را در ترکیب TAG به عهده دارند [۳]. اسیدهای چربی که از زنجیره‌های کربنی بلند تشکیل شده‌اند نیز برای تعیین کیفیت روغن زیتون موثر می‌باشند؛ بطوریکه بخشی از خواص روغن زیتون بدلیل وجود مقادیر بالای اسید اولئیک در آن است [۴]. همچنین با توجه به بررسی شورای بین‌المللی زیتون (IOC)<sup>۲</sup>، روغن‌های دارای بالاترین مقادیر اسید اولئیک ارزشمندترین محصولات از لحاظ تغذیه‌ای در نظر گرفته می‌شوند [۵]. ترکیبات اسید چرب و تری‌آسیل‌گلیسرول روغن زیتون خالص به‌طور قابل‌توجهی به آب و هوا، عرض جغرافیایی، محل رویش، تنوع ژنتیکی و مرحله بلوغ زیتون‌ها بستگی دارد. نسبت مجموع اسیدهای چرب اشباع به مجموع اسیدهای چرب غیر اشباع  $(\sum USFA/\sum SFA)^3$  نیز می‌تواند به‌عنوان یک شاخص مفید برای تخمین کیفیت روغن زیتون بکار رود [۶]؛ بطوریکه هر چه میزان این نسبت بیشتر باشد برای سلامت انسان مطلوب‌تر است [۷]. عدد اکسایش پذیری محاسباتی (COX)<sup>۴</sup> که بر اساس اسید چرب‌های غیر اشباع موجود در روغن بدست می‌آید نیز فاکتور سودمندی برای بدست آوردن میزان تمایل روغن برای اکسایش می‌باشد [۸،۹]. بنابراین تعیین اسید چرب‌های موجود در زیتون اطلاعات مفیدی را راجع به کیفیت زیتون ارائه می‌دهد [۱۰].

از فاکتورهای دیگری که بر کیفیت روغن زیتون تاثیر می‌گذارد، ترکیبات فنلی موجود در روغن زیتون است. این ترکیبات دارای جذب رادیکال آزاد DPPH بالایی می‌باشند که در مقاومت روغن زیتون به فساد اکسیداتیو نقش مؤثری دارند [۱۱].

اسیدهای فنلی گروهی از ترکیبات فنلی هستند که دارای دو اسکلت کربنی هیدروکسی سینامیک، و هیدروکسی بنزوئیک اسید می‌باشند. مشتقات هیدروکسی سینامیک اسید مانند کافئیک اسید، کلروژنیک اسید، سیناپیک اسید، فرولیک اسید و *p*-کوماریک اسید به دلیل مهار اکسایش لیپیدها و خاصیت ضد اکسایشی<sup>۵</sup> گونه‌های واکنشگر اکسیژن (ROS)<sup>۶</sup>، دارای فعالیت ضد اکسایشی قوی می‌باشند. بخش کوچکی از اسیدهای فنلی به فرم‌های اسیدی آزاد دیده می‌شوند. اما قسمت عمده‌ای از آنها از طریق اتصالات اتری به گلوکز، سلولز، پروتئین‌ها، لیگنان‌ها، فلاونوئیدها، تری‌ن‌ها و غیره متصل می‌شوند. این ترکیبات با عملکردهای متنوعی در گیاهان مانند زیست‌سنجی پروتئین، فعالیت‌های ضد اکسایشی، فتوسنتزی و دگر آسیمی در ارتباط می‌باشند [۱۲].

در بسیاری از مطالعات، ترکیبات فنلی موجود در زیتون بعنوان ضد اکسایش‌های موجود در رژیم غذایی شناخته شده‌اند [۱۳]. با توجه به فوایدی که پلی‌فنل‌ها در سلامتی انسان دارند، تولید روغنی که غنی از پلی‌فنل باشد در افزایش سلامت انسان بسیار تاثیرگذار است. محققین نشان داده‌اند که برای حفظ سلامت، باید روزانه ۵ میلی‌گرم هیدروکسی تیروزول و مشتقاتش که در روغن زیتون وجود دارند مصرف شود. از طرفی باید تعدیل در مصرف خود روغن زیتون رعایت شود. بعلاوه میزان این ترکیبات در برخی از روغن‌ها پایین می‌باشد [۱۴]. بنابراین بالا بودن میزان این ترکیبات در روغن از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد.

چندین مطالعه بر روی اثر مرحله رسیدگی میوه زیتون بر روی کیفیت و ترکیبات شیمیایی روغن زیتون‌های ارقام تونس [۱۵]، ارقام Hojiblanca [۱۶]، ارقام بومی مراکش [۱۷]، ارقام زیتون اسپانیایی [۱۸]، ارقام شیلی [۱۹]، ارقام Oblica و Gemlike [۲۰]، ارقام زیتون ترکیه [۲۱]، ارقام Leccino [۲۲]، ارقام کروناکی [۲۳] انجام شده و بهترین زمان برداشت

1. Triacylglycerol
2. International Olive Council
3.  $\sum$ Unsaturated Fatty Acid/ $\sum$ Saturated Fatty Acid
4. Calculated Oxidizability Value (COX value)

5. Scavengers
6. Reactive Oxygen Species

دستورالعمل COI/T.20/Doc. No 24 شورای بین المللی زیتون [۲۸] با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی ACME 6100 Younglin با ستون موبینه سیلیکاتی (۶۰ متر در ۰/۳۲ میلی متر در ۰/۵ میکرومتر) و با فشار ۲۶ بار و دمای آون ۱۸۵ درجه سانتی گراد و دمای تزریق ۲۶۰ درجه سانتی گراد و دتکتور ۲۴۰ درجه سانتی گراد، اندازه گیری شد.

برای انجام متیل استر کردن ابتدا به ۲۰ μl از روغن، ۲۰ μl محلول اشباع هیدروکسید پتاسیم در متانول اضافه شده و سپس ۱ ml هگزان اضافه شده و پس از ۲۰ دقیقه انکوبه شدن در دمای آزمایشگاه، ۱ μl از هگزان حاوی اسیدچربها جهت تزریق استفاده شد.

## ۲-۴- سنجش عدد اکسایش پذیری محاسباتی (COX)

میزان COX طبق فرمول پیشنهادی توسط Fatemi و Hammond در سال ۱۹۸۰ محاسبه شد [۸].

معادله ۱-۰

$$\text{Cox} = \frac{[1(18 : 1\%) + 10.3(18 : 2\%) + 21.6(18 : 3\%)]}{100}$$

که در این فرمول درصدهای ۱۸:۱، ۱۸:۲، و ۱۸:۳ به ترتیب نشان دهنده اسید چربهای اولئیک، لینولئیک و لینولنیک می-باشد.

## ۲-۵- سنجش ترکیبات فنلی

### ۲-۵-۱- استخراج ترکیبات فنلی

برای استخراج ترکیبات فنلی و تهیه عصاره فنلی از امواج فراصوت استفاده شد [۲۹]. پس از جدا کردن هسته، بخش گوشتی میوه خشک شده و توسط هاون چینی پودر شد. سپس در متانول ۸۰ درصد حل شده و به مدت ۳۰ دقیقه تحت اثر امواج فراصوت (Elma, Elmasonic H E60, Germany) قرار گرفت. پس از سانتریفیوژ در ۲۰۰۰ دور به مدت ۱۰ دقیقه، رسوب ته نشین شده و محلول رویی بعنوان عصاره جمع آوری شد.

### ۲-۵-۲- سنجش میزان ترکیبات فنلی

با استفاده از معرف Folin-Ciocalteu در طول موج ۷۲۵ نانومتر دستگاه اسپکتروفتومتر (Analytikjena،

آن‌ها مشخص شده است.

از آنجا که یکی از عوامل مؤثر بر میزان این ترکیبات مرحله رسیدگی میوه زیتون می‌باشد [۱۴، ۲۴]، و همچنین انتخاب بهترین زمان برداشت میوه زیتون نیز بر کیفیت تجاری روغن زیتون تاثیر گذار می‌باشد [۲۵]؛ بنابراین برای تولید روغن‌های دارای کیفیت و پایداری بالاتر، بررسی اثر مراحل مختلف رسیدگی میوه بر ترکیبات شیمیایی مؤثر در کیفیت روغن زیتون دارای اهمیت می‌باشد. فرهنگ دوست و همکاران [۲۶] خصوصیات شیمیایی برخی ارقام مختلف میوه زیتون منطقه طارم را از نظر پروفایل اسید چرب مورد بررسی قرار داده و کمترین و بیشترین میزان اسید اولئیک را به ترتیب در ارقام شنگه و ماری گزارش نمودند. اما طبق مطالعات ما تحقیقی در مورد تعیین بهترین زمان برداشت این ارقام از نظر فاکتورهای تعیین کننده کیفیت روغن زیتون انجام نشده و بنابراین هدف این مطالعه بررسی اثر زمان رسیدگی میوه زیتون بر این فاکتورها می‌باشد.

## ۲- مواد و روش‌ها

### ۲-۱- انتخاب مواد گیاهی

رقم‌های زیتون مورد بررسی برای این مطالعه، رقم‌های شنگه (S) و ماری (M) بودند که از بین ارقام واقع در باغ طارم (زنجان) انتخاب شدند. به دلیل تجمع روغن زیتون در فاز دوم نموی [۶]، نمونه گیری‌ها از زمان ۹۰ روز پس از گلدهی (DAF<sup>7</sup>)، در چهار مرحله با فاصله زمانی یک ماه از بخش‌های مختلف پنج درخت (حدود ۵۰ عدد میوه) انجام شد. آزمایش بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا گردید.

### ۲-۲- استخراج روغن

استخراج روغن از بافت خشک با استفاده از حلال هگزان و دستگاه سوکسله و در دمای ۴۰ تا ۶۰ درجه سانتیگراد انجام شد [۲۷].

### ۲-۳- اندازه‌گیری درصد اسیدهای چرب با

#### استفاده از روش کروماتوگرافی گازی (GC)

متیل استر کردن و تعیین درصد اسیدهای چرب آن‌ها مطابق با

رسم نمودارهای مقایسه میانگین از برنامه‌های آماری Xlstat و Excel استفاده شد.

200 (SPECORD، آلمان) طبق روش Lafka و همکاران [۳۰] اندازه‌گیری شد.

۲-۵-۳- سنجش میزان اسیدهای فنلی

به‌منظور تعیین میزان اسیدهای فنلی از روش Falleh و همکاران [۳۱] استفاده شد. جذب نمونه‌ها توسط اسپکتروفتومتر در طول موج 490 نانومتر خوانده شد.

۲-۶- سنجش میزان تلخی

میزان تلخی توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (Analytikjena، Germany، SPECORD200) و در طول موج ۲۲۵ نانومتر، طبق معادله زیر محاسبه شد [۳۲].

معادله ۲-۰

$$IB^8c = 13.33 K225 - 0.837$$

۲-۷- سنجش میزان جذب رادیکال آزاد

DPPH

سنجش میزان جذب رادیکال آزاد، با استفاده از DPPH<sup>9</sup> مطابق با روش Bandoniene و همکاران [۳۳] انجام گرفت. جذب محلول توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۱۷ نانومتر تعیین گردید. درصد مهار رادیکال‌های آزاد DPPH (RSA<sup>10</sup>) با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید.

معادله ۳-۰

$$RSA\% = (A_{blank} - A_{sample} / A_{blank}) \times 100$$

در این فرمول A<sub>blank</sub> نشان دهنده میزان جذب نوری شاهد است که تمامی مواد به استثنای عصاره فنلی را دارد، A<sub>sample</sub> بیانگر جذب نوری غلظت‌های مختلف عصاره‌های فنلی گیاه می‌باشد.

۲-۸- آنالیزهای آماری

تجزیه داده‌ها و مقایسه میانگین آن‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح معنی‌داری پنج درصد با استفاده از نرم افزار آماری SPSS 16.0 انجام شد. جهت انجام گروه‌بندی نمونه‌ها و اسیدهای چرب مورد بررسی بر اساس روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA) و نیز تعیین همبستگی بین آن‌ها و

۳- نتایج

۳-۱- سنجش درصد اسید چرب‌ها و میزان

COX

آنالیز واریانس نتایج نشان داد (جدول ۱) که اثر متقابل ژنوتیپ و زمان برای اسیدهای چرب و شاخص‌های حاصل از آن‌ها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود.

Table 1 Analysis of variance of fatty acid composition (%) related to Shengeh and Mari varieties during maturation

Source	Degrees of Freedom	Mean Square
Factor A	1	C16:0 1.59** C16:1 4.24** C17:0 0.00** C17:1 0.00** C18:0 0.01** C18:1 157.91** C18:2 76.21** C18:3 0.001 <sup>ns</sup> C20:0 0.02** C20:1 0.001 <sup>ns</sup> ΣSFA 7.19** ΣMUFA 8.87** ΣPUFA 76.33** ΣUSFA/ΣSFA 0.37** Cox Value 0.61**
Factor B	3	245.83** 2.61** 0.00** 0.00** 0.62** 1910.53** 77.59** 0.004** 0.005 <sup>ns</sup> 0.064** 224** 221** 754.1** 10.82** 5.68**
AB	3	1.45** 1.10** 0.00** 0.00** 0.01** 53.87** 20.49** 0.004** 0.029** 0.030** 2.18** 2.44** 21.03** 0.14** 0.16**
Error	16	0.224 0.009 0.000 0.000 0.011 0.541 0.246 0.000 0.003 0.001 0.195 0.232 0.248 0.012 0.002

\*: P < 0.05 ; \*\*: P < 0.01; ns : Non significant;  
Factor A: Genotype ; Factor B: Time

تغییرات میزان اسیدچرب‌های مورد بررسی در جدول ۲ نشان داده شده است. اسید چرب‌های اصلی به ترتیب شامل اولئیک، لینولئیک، پالمیتیک و استئاریک اسید می‌باشد. مهم‌ترین اسیدچرب، اسید اولئیک است که میزان آن در رقم ماری بیشتر

8. Intensity of bitterness calculation  
9. 2,2'-diphenyl-1-picryl hydrazyl  
10. Radical Scavenging Activity

اولیه نموی دانه است. از طرف دیگر افزایش میزان اسید لینولئیک در انتهای فاز نموی به دلیل فعالیت *oepFAD2-2* می‌باشد [۳۶]. مقایسه روند تغییرات اسید اولئیک و اسید لینولئیک نشان داد که روند تغییرات این دو اسید در هر دو رقم طی نمو معکوس بود که دلیل آن تبدیل اسید اولئیک به اسید لینولئیک است [۲]. بطور کلی نتایج نشان داد الگوی اسید اولئیک و استئاریک مشابه بوده و با الگوی اسید پالمیتیک و لینولئیک رابطه عکس داشت که با نتایج بررسی محققان دیگر روی فرآورده‌های روغنی مانند کنجد [۳۶]، آفتابگردان [۳۷] و کلزا [۳۸] همخوانی داشت.

بر اساس نتایج گروه‌بندی اسیدهای چرب و ارقام مورد بررسی با استفاده از PCA با دو مؤلفه اصلی F1 و F2 مشاهده شد که با استفاده از دو مؤلفه، ۸۲/۳۰ درصد از واریانس کل توجیه شده است. این درصد برای اسید چرب‌های اصلی ۹۹/۲۴ است.

از رقم شنگه می‌باشد. همانطور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود روند میزان اسید اولئیک در هر دو رقم ابتدا افزایشی بوده و سپس کاهش یافت؛ بطوریکه بالاترین میزان ( $178 \pm 0.77/87$ ) در رقم ماری و ( $1185 \pm 1.62/98$ ) در رقم شنگه (در زمان ۱۲۰ روز پس از گلدهی مشاهده شد. میزان اسید چرب‌های اولئیک و پالمیتیک در روغن‌های گیاهی، به فعالیت آنزیم‌های تیواستراز بستگی دارد [۳۴]. *Sakouhi* و همکاران [۲] گزارش کردند که فعالترین فاز بیوسنتزی برای اسید اولئیک در فاصله بین ۹۰ تا ۱۷۰ روز پس از گلدهی رخ می‌دهد که این دوره زمانی، در واقع فاز تجمع روغن در مراحل نموی میوه زیتون می‌باشد. میزان اسید لینولئیک بین  $13 \pm 0.3/52$  تا  $22 \pm 0.6/92$  در رقم ماری، و  $868 \pm 0.12/78$  تا  $62 \pm 0.23/58$  در رقم شنگه متغیر بود که در هر دو رقم کمترین میزان مربوط به زمان ۱۲۰ روز و بیشترین مقدار مربوط به زمان ۱۵۰ روز پس از گلدهی بود. *Hernaández* و همکاران [۳۵] گزارش کردند که ژن *oepFAD2-1* مسئول افزایش میزان اسید لینولئیک در فازهای

**Table 2** Fatty acid composition (%) of Mari and Shengeh varieties during different stages of ripening

Fatty acid composition%	Codex	Mari			Shengeh		
		90 DAF	120 DAF	150 DAF	90 DAF	120 DAF	150 DAF
C16:0	7.5-20	16.54±0.05 <sup>b</sup>	14.61±0.53 <sup>b</sup>	14.67±0.48 <sup>b</sup>	23.72±0.37 <sup>a</sup>	21.15±0.42 <sup>a</sup>	23.14±0.61 <sup>a</sup>
C16:1	0.3-3.5	1.27±0.01 <sup>c</sup>	0.53±0.03 <sup>d</sup>	1.35±0.08 <sup>c</sup>	1.87±0.09 <sup>b</sup>	0.53±0.006 <sup>d</sup>	3.04±0.17 <sup>a</sup>
C17:0	0.0-0.3	0.022±0.00 <sup>a</sup>	0.019±0.00 <sup>a</sup>	0.013±0.00 <sup>a</sup>	0.024±0.00 <sup>a</sup>	0.031±0.00 <sup>a</sup>	0.014±0.00 <sup>a</sup>
C17:1	0.0-0.3	0.049±0.01 <sup>ab</sup>	0.040±0.01 <sup>b</sup>	0.049±0.01 <sup>ab</sup>	0.050±0.01 <sup>ab</sup>	0.044±0.00 <sup>b</sup>	0.066±0.00 <sup>a</sup>
C18:0	0.5-5	2.268±0.11 <sup>a</sup>	2.436±0.11 <sup>a</sup>	2.274±0.09 <sup>a</sup>	1.918±0.11 <sup>bc</sup>	1.87±0.11 <sup>c</sup>	2.073±0.04 <sup>b</sup>
C18:1	55-83	72.91±0.43 <sup>b</sup>	77.87±0.17 <sup>a</sup>	74.06±0.68 <sup>b</sup>	52.83±0.64 <sup>d</sup>	62.98±1.18 <sup>c</sup>	47.22±0.73 <sup>c</sup>
C18:2	3.5-21	5.75±0.28 <sup>c</sup>	3.52±0.13 <sup>f</sup>	6.92±0.22 <sup>d</sup>	18.75±0.74 <sup>b</sup>	12.79±0.86 <sup>c</sup>	23.58±0.06 <sup>a</sup>
C18:3 <sup>11</sup>	ND	0.265±0.02 <sup>bc</sup>	0.293±0.01 <sup>a</sup>	0.252±0.01 <sup>c</sup>	0.226±0.01 <sup>d</sup>	0.220±0.02 <sup>d</sup>	0.275±0.01 <sup>b</sup>
C20:0	0.0-0.6	0.555±0.09 <sup>a</sup>	0.597±0.07 <sup>a</sup>	0.357±0.07 <sup>b</sup>	0.554±0.05 <sup>a</sup>	0.513±0.02 <sup>a</sup>	0.546±0.02 <sup>a</sup>
C20:1	0.0-0.4	0.253±0.02 <sup>a</sup>	0.264±0.05 <sup>a</sup>	0.113±0.03 <sup>bc</sup>	0.066±0.01 <sup>cd</sup>	0.051±0.01 <sup>d</sup>	0.155±0.02 <sup>b</sup>
ΣSFA		19.38±0.09 <sup>c</sup>	17.67±0.36 <sup>d</sup>	17.32±0.59 <sup>d</sup>	26.21±0.33 <sup>a</sup>	23.56±0.47 <sup>b</sup>	25.77±0.56 <sup>a</sup>
ΣMUFA		74.48±0.38 <sup>b</sup>	78.70±0.20 <sup>a</sup>	75.56±0.70 <sup>b</sup>	54.81±0.68 <sup>d</sup>	63.60±1.12 <sup>c</sup>	50.48±0.86 <sup>c</sup>
ΣPUFA		6.02±0.31 <sup>e</sup>	3.81±0.14 <sup>f</sup>	7.18±0.26 <sup>d</sup>	18.97±0.72 <sup>b</sup>	13.01±0.87 <sup>c</sup>	23.86±0.05 <sup>a</sup>
ΣUSFA/ΣSFA		4.15±0.02 <sup>b</sup>	4.67±0.11 <sup>a</sup>	4.78±0.20 <sup>a</sup>	2.81±0.04 <sup>d</sup>	3.25±0.08 <sup>c</sup>	2.89±0.09 <sup>d</sup>
Cox Value		1.38±0.03 <sup>e</sup>	1.20±0.01 <sup>f</sup>	1.51±0.02 <sup>d</sup>	2.51±0.07 <sup>b</sup>	1.99±0.08 <sup>c</sup>	2.96±0.00 <sup>a</sup>

<sup>a-d</sup> Means within a same line with different superscripts differ significantly,  $P < 0.05$

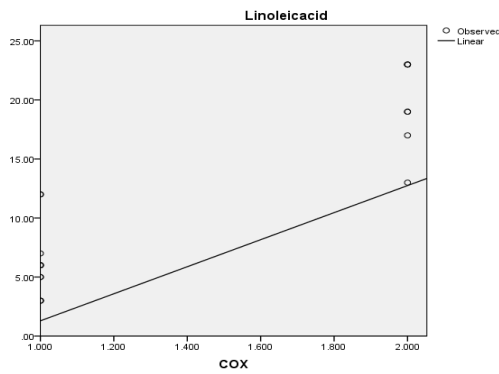
SFA : saturated fatty acid; PUFA : poly unsaturated fatty acid; MUFA : mono unsaturated fatty acid; Cox value : calculated oxidizability value

11. Pending the results of IOOC survey and further consideration by the Committee on Fats and Oils, national limits may remain in place

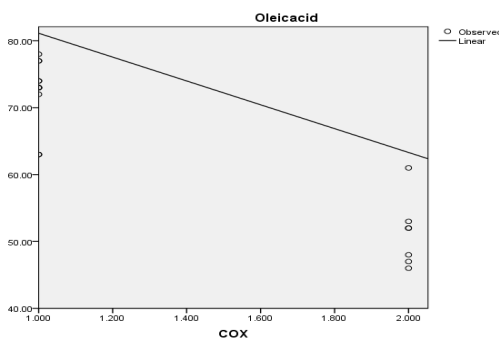
۳-۱-۱- تغییرات  $\Sigma$ USFA/ $\Sigma$ SFA و شاخص اکسایش

همانطور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، روند تغییرات  $\Sigma$ SFA،  $\Sigma$ PUFA و COX Value با روند تغییرات اسید لینولئیک مشابه بوده و در زمان ۱۲۰ روز پس از گلدهی کمترین میزان را داشتند. همچنین روند تغییرات  $\Sigma$ MUFA و  $\Sigma$ USFA/ $\Sigma$ SFA با روند تغییرات اسید اولئیک مشابه بود. علاوه بر این رابطه منفی بین نسبت  $\Sigma$ USFA/ $\Sigma$ SFA و مقادیر COX در هر دو رقم وجود داشت. گزارش شده که نسبت اسیدچرب‌های اشباع به اسیدچرب‌های غیر اشباع ( $\Sigma$ USFA/ $\Sigma$ SFAs) می‌تواند بعنوان یک شاخص مهم برای تعیین کیفیت روغن بکار رود که بالا بودن نسبت آن می‌تواند برای سلامت انسان مطلوب باشد [۷]. علاوه بر این میزان COX نیز فاکتور مناسبی برای نشان دادن میزان تمایل روغن به اکسایش می‌باشد [۸،۹].

شکل ۲ نشان دهنده ارتباط بین میزان COX و میزان اسید اولئیک و اسید لینولئیک است؛ که ارتباط آن با اسید لینولئیک بصورت مستقیم و مثبت بوده ولی با اسید اولئیک ارتباط منفی و معکوس دارد.



A)  
 $Y = 11.454x - 10.162$   
 $R^2 = 1$



B)  
 $Y = -17.839x + 98.997$   
 $R^2 = 0.986$

شکل ۱. A) Error! Reference source not found. و B) نشان می‌دهد که گروه‌بندی و تفرق  $^{13}$  روغن‌های زیتون بر اساس رقم و مرحله رسیدگی بخوبی انجام شده است. شکل C) نشان دهنده آنالیز PCA برای اسید چرب‌های اصلی می‌باشد. همچنین نشان دهنده تأثیر بیشتر اسیدهای چرب اولئیک و استئاریک برای رقم ماری و اسیدهای چرب لینولئیک و پالمیتیک برای رقم شنگه می‌باشد.

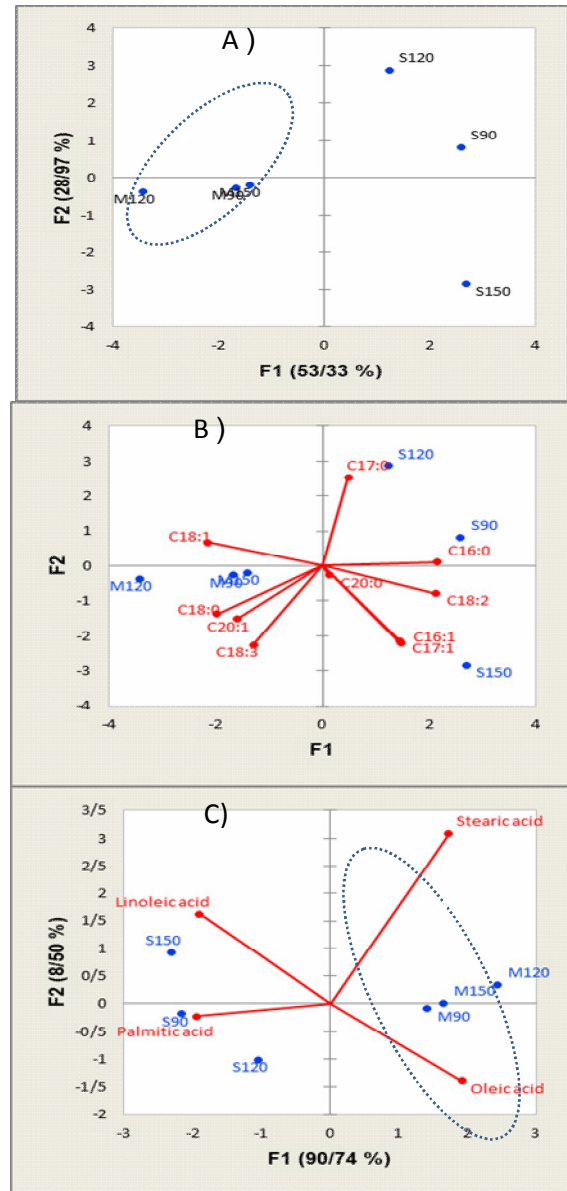


Fig 1 Score and Bioplots with Principal components analysis according to fatty acid profiles of Mari and Shengeh olive oils

12. Discrimination

COX و لینولئیک اسید در رقم شنگه بیشتر از رقم ماری بود.

### ۲-۳- سنجش ترکیبات فنلی

نتایج حاصل از آنالیز واریانس ترکیبات فنلی در جدول ۳ آمده است. همانطور که مشاهده می‌شود اثرات اصلی زمان و ژنوتیپ بر میزان ترکیبات فنلی در سطح یک درصد معنی دار بوده اما اثر متقابل آن‌ها معنی دار نمی‌باشد.

**Table 3** Analysis of variance table of total phenol, phenolic acids, bitterness and scavenging amount of free radical related to Shengeh and Mari varieties during maturation

Source	Degrees of Freedom	Mean Square			
		Scavenging amount of free radical	Bitterness	Phenolic acids	Total phenol
Factor A	1	106.576**	0.024**	0.532**	426.507**
Factor B	3	6.153**	0.009**	36.130**	86.004**
AB	3	0.727 <sup>ns</sup>	0.001 <sup>ns</sup>	2.860**	5.322 <sup>ns</sup>
Error	16	0.700	0.002	0.149	3.639

\*:  $P < 0.05$  ; \*\*:  $P < 0.01$ ; ns : Non significant; Factor A: Genotype; Factor B: Time

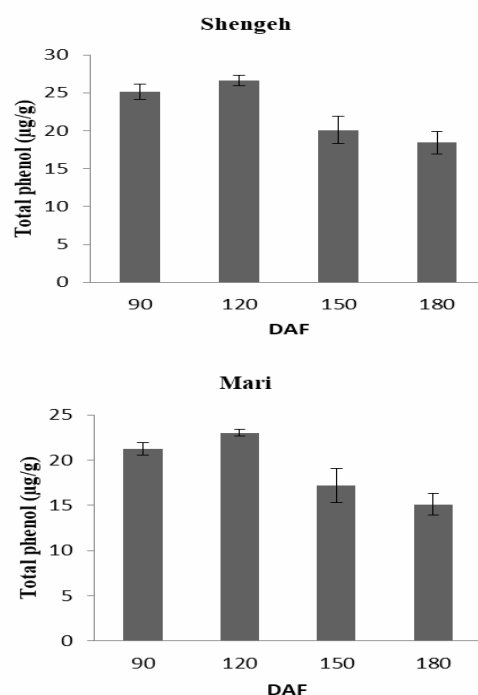
بررسی اختلاف بین ارقام نیز نشان داد که رقم شنگه دارای میزان ترکیبات فنلی بالاتری نسبت به رقم ماری می‌باشد. میزان ترکیبات فنلی کل پارامتر مهمی برای زیتون می‌باشد که بر کیفیت حسی روغن آن تاثیر گذار است و تحت تاثیر عوامل مختلف از جمله رقم و زمان رسیدگی می‌باشد [۳۹]. از ویژگی‌های مهم دارویی و غذایی میوه زیتون وجود ترکیبات فنلی موجود در آن‌ها می‌باشد. زیتون حاوی ترکیبات فنلی شناخته شده‌ای است که خواص بیولوژیکی مهمی از جمله خواص آنتی‌اکسیدانی، ضدالتهابی، ضد میکروبی و ضد سرطانی را نشان می‌دهد [۴۰].

زیتون حاوی بیش از ۳۰ نوع ترکیب فنلی متفاوت است که شامل دسته‌های مختلفی از ترکیبات نظیر اسیدهای فنلی (مشتقات هیدروکسی سینامیک اسید و هیدروکسی بنزوئیک اسید مانند کافئیک اسید، گالیک اسید، p-کوماریک اسید و وانیلیک اسید)، الکل‌های فنلی (تیروزول و هیدروکسی تیروزول)، فلاونوئیدها (فلاونول‌ها مانند کوئرستین-۳-روتینوزید، فلاونون‌ها مانند کوئرستین-۳-روتینوزید، آنتوسیانین‌ها)، لیگنان‌ها (پینورزینول و هیدروکسی پینورزینول) و سکویتریونیدها (اولئوروپین و مشتقات آن) می‌باشد. اولئوروپین، تیروزول و هیدروکسی تیروزول بعنوان ترکیبات فنلی مهم در زیتون شناخته شده‌اند [۴۱]. ساختارهای شیمیایی و غلظت ترکیبات فنلی موجود در بافت زیتون بسیار متغیر بوده

**Fig 2** Correlation between COX value and linoleic (A) and Oleic acid (B) (Cox value: calculated oxidizability value)

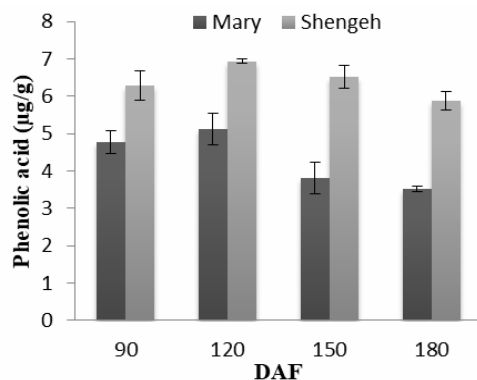
بنابراین هر چه میزان اسید لینولئیک بالاتر باشد میزان اکسایش پذیری روغن نیز بالاتر است که این ویژگی در هر دو رقم طبق جدول ۲ در روز ۱۵۰ بیشترین میزان و در زمان ۱۲۰ روز کمترین میزان خود را دارد. البته در همه مراحل برداشت، میزان

نتایج نشان داد میزان ترکیبات فنلی از زمان ۹۰ تا ۱۲۰ روز پس از گلدهی افزایش، و از این زمان به بعد کاهش یافت. بیشترین میزان ترکیبات فنلی در زمان ۱۲۰ روز پس از گلدهی در رقم شنگه به میزان  $26.76 \pm 0.67$  میکروگرم بر گرم مشاهده شد. البته تفاوت بین زمان‌های ۹۰ و ۱۲۰ روز پس از گلدهی معنی‌دار نبود اما کاهش آن از روز ۱۲۰ به بعد معنی‌دار ارزیابی گردید (شکل ۳).



**Fig 3** Changes of phenolic content of Shengeh and Mari varieties during maturation (DAF: Days After Flowering)

اسیدهای فنلی به دلیل خاصیت ضد اکسایشی بالا مانند ضد سرطان [۴۶] و ضد باکتری [۴۷] بودن در رژیم غذایی انسان بسیار مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. اسیدهای فنلی در واقع جزو گروه ترکیبات فنلی می‌باشند که نتایج حاصل از بررسی آن‌ها نشان داد روند افزایشی و کاهش‌ی هر دو آن‌ها مشابه می‌باشد.



**Fig 4** Total phenolic acid contents of Shengeh and Mari varieties during maturation (DAF: Days After Flowering)

میزان تلخی و جذب رادیکال‌های آزاد نیز ارتباط مستقیم با ترکیبات فنلی دارد. ترکیبات فنلی مسئول تلخی و جذب رادیکال‌های آزاد زیتون می‌باشند [۴۸، ۲۲، ۴۹]؛ که دلیل کاهش میزان آنها در هنگام رسیدگی میوه، افزایش فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز، استراز و بتاگلوکوزیداز است که در رسیدگی میوه نقش دارند [۵۰].

### ۴-۳- سنجش میزان تلخی

نتایج آنالیز واریانس نمونه‌های مورد بررسی (جدول ۳ Error! Reference source not found.) نشان داد که هم ژنوتیپ و هم زمان رسیدگی اثر معنی داری در سطح یک درصد بر میزان تلخی میوه زیتون داشتند، اما اثر متقابل آن‌ها معنی دار نبود.

همانطور که در شکل ۵ مشاهده می‌شود میزان تلخی میوه زیتون طی رسیدگی تا زمان ۱۲۰ روز پس از گلدهی، افزایش و پس از آن روند کاهش را نشان داد. مقایسه بین دو رقم مورد بررسی نیز نشان داد که رقم شنگه ( $1114/33 \pm 61/64$ ) دارای شاخص تلخی بالاتری نسبت به رقم ماری ( $975/80 \pm 13/234$ ) بود.

در تحقیقات انجام شده بر روی زیتون معلوم گردید که مشخصه اصلی تلخی میوه زیتون، اولئوروپین<sup>۱۳</sup> است. اولئوروپین از جمله

و به عوامل ژنتیکی (نوع رقم)، متغیرهای محیطی (مانند میزان آبیاری)، نمو و مرحله رسیدگی میوه زیتون بستگی دارد و این عوامل روی تجمع و تجزیه این ترکیبات تاثیر دارند [۲۴، ۴۱، ۱۴]. رسیدگی میوه زیتون با رخداد یکسری فرآیندهای آنابولیکی و کاتابولیکی همراه است که بر روی ترکیبات شیمیایی میوه زیتون تأثیرگذار بوده و منجر به تجمع روغن و تولید متابولیت‌های ثانویه مانند ترکیبات فنلی در آن می‌شود [۴۲]. در طی نمو میوه زیتون، میزان ترکیبات فنلی ابتدا افزایش و با پیشرفت رسیدگی، میزان این ترکیبات کاهش می‌یابد [۴۲]. بلندنظر و همکاران [۴۳]، تغییرات ترکیبات فنلی و میزان روغن سه رقم زرد، کرونایکی و آربکین در طول رسیدگی میوه را به منظور پیدا کردن بهترین زمان برداشت مورد بررسی قرار دادند. نمونه برداری‌ها را در ۴ ماه متوالی انجام داده و به این نتیجه رسیدند که میزان روغن و ترکیبات فنلی در طول رسیدگی میوه با افزایش درجه رسیدگی میوه افزایش می‌یابد. بهترین زمان برداشت برای رقم زرد و آربکین را دهه سوم آبان ماه، و بهترین زمان برداشت برای کرونایکی را دهه اول آذرماه گزارش نمودند. Papadopoulos و همکاران [۴۴] تغییرات ترکیبات فنلی در میوه زیتون طی رسیدگی میوه را مورد بررسی قرار داده و کاهش آن را گزارش کردند. دلیل کاهش سکویریدوئیدها (اولئوروپین و مشتقات آن) که ترکیبات فنلی مهم در زیتون شناخته شده‌اند افزایش میزان استرازاها می‌باشد که باعث تجزیه اولئوروپین می‌شوند [۴۵].

### ۳-۳- اسیدهای فنلی

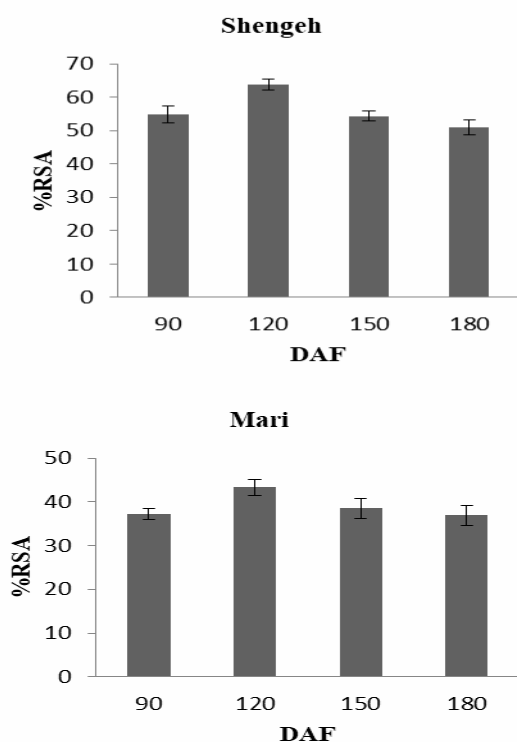
بررسی اسیدهای فنلی نشان داد که در هر دو رقم ابتدا روند افزایشی و سپس کاهش مشاهده شد؛ به طوری که در هر دو رقم در زمان ۱۲۰ روز پس از گلدهی بیشترین میزان اسیدهای فنلی مشاهده شد. مقایسه بین دو رقم نیز نشان داد که در رقم شنگه میزان این اسیدهای فنلی ( $6/937 \pm 0/06$ ) بیشتر از رقم ماری ( $5/121 \pm 0/13$ ) می‌باشد. نتایج حاصل از آنالیز واریانس اسیدهای فنلی در جدول ۳ آمده است.

مقایسه میزان فنل و اسیدهای فنلی نشان داد که، میزان تغییرات اسیدهای فنلی در میوه زیتون کمتر بوده اما روند تغییرات هر دو طی زمان مشابه می‌باشد. در هر دو رقم میزان این ترکیبات به طوری است که در زمان ۱۲۰ روز پس از گلدهی دارای بیشترین مقدار و با گذر زمان این میزان در هر دو رقم کاهش می‌یابد (شکل ۴).



آزاد از زمان ۹۰ روز پس از گلدهی تا زمان ۱۲۰ روز به طور بسیار معنی داری افزایش یافت؛ به گونه ای که در زمان ۱۲۰ روز بیشترین میزان را به خود اختصاص داد. پس از آن میزان مهار رادیکال‌های آزاد کاهش یافت؛ اما میزان کاهش

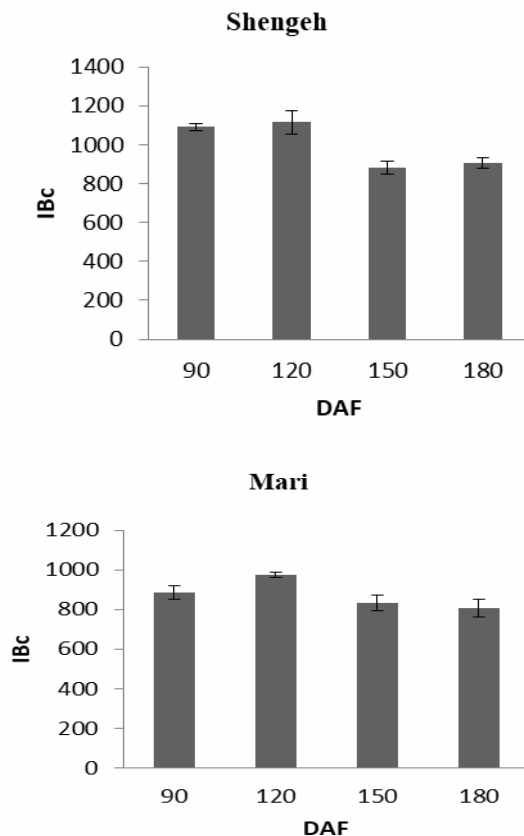
بین زمان‌های ۱۵۰ و ۱۸۰ روز پس از گلدهی معنی دار نبود. بررسی اثر ژنوتیپ نیز نشان داد که درصد مهار رادیکال‌های آزاد در رقم شنگه ( $63/76 \pm 1/63$ ) به طور بسیار معنی داری بیشتر از رقم ماری ( $43/30 \pm 1/87$ ) بود.



**Fig 6** Changes of scavenging amount of free radical related to Shengeh and Mari varieties during maturation (DAF: Days After Flowering; RSA: Radical Scavenging Activity)

مهار رادیکال‌های آزاد زیتون به فاکتورهایی نظیر رقم، مرحله رسیدگی میوه، شرایط اقلیمی بستگی دارد [۱۶]. گزارش شده که جذب رادیکال‌های آزاد توسط زیتون تحت تاثیر فنل کل [۵۱] و میزان توکوفرول [۵۲] می‌باشد. Uylaser در سال ۲۰۱۴ میزان ترکیبات فنلی و مهار رادیکال‌های آزاد میوه زیتون رقم Gemlik را در پنج تاریخ برداشت در چهار منطقه مختلف ترکیه مورد بررسی قرار داده و گزارش نمود که میزان مهار رادیکال‌های آزاد نمونه‌ها با میزان ترکیبات فنلی آنها ارتباط دارد [۲۲]. بررسی ارتباط بین پارامترهای ترکیبات فنلی

از جمله ترکیبات فنلی بسیار عمده، مهم و فراوان در میوه و برگ-های زیتون می‌باشد [۴۹]. Amito و همکاران [۴۸] دریافتند که اولئوروپین در طول نمو و آخرین مراحل بلوغ میوه زیتون کاهش می‌یابد. زیتون‌های با تلخی بیشتر دارای درصد اولئوروپین بالاتری می‌باشند، بنابراین سرشار از ترکیبات فنلی و متابولیت‌های ثانویه مؤثر هستند.



**Fig 5** Changes of olive fruit bitterness of Shengeh and Mari varieties during maturation (DAF: Days After Flowering; IBc: Intensity of bitterness calculation)

### ۳-۵- سنجش میزان جذب رادیکال آزاد

#### DPPH

نتایج بدست آمده از بررسی میزان مهار رادیکال‌های آزاد میوه زیتون نشان داد که اثر ژنوتیپ و زمان رسیدگی در سطح احتمال یک درصد بسیار معنی‌دار بوده اما اثر متقابل آنها معنی دار نمی‌باشد (جدول ۳). همانطور که در شکل ۶ مشاهده می‌شود در مقایسه میانگین بین روزها مشخص شد که میزان مهار رادیکال‌های

(شکل ۷)

کل، اسیدهای فنلی، %RSA و تلخی نشان داد که بین هر چهار پارامتر مورد بررسی، ارتباط مستقیم و مثبت وجود دارد

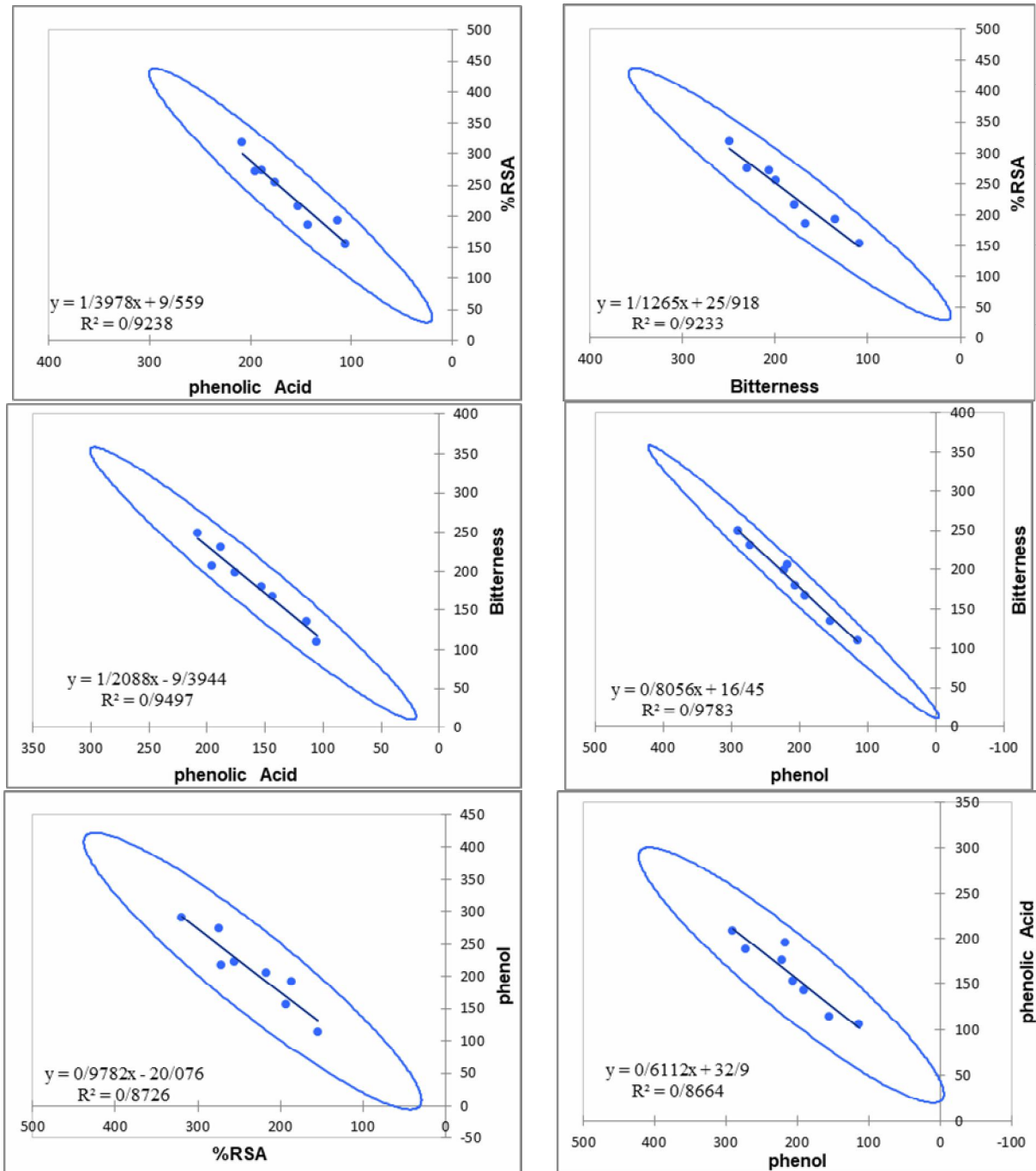


Fig 7 Correlation between some studied parameters (RSA: Radical Scavenging Activity)

#### ۴- نتیجه گیری

با توجه به اینکه کیفیت روغن زیتون تحت تاثیر فرآیندهای متابولیکی که طی نمو میوه رخ می دهد قرار دارد، زمان برداشت میوه زیتون بر روی کیفیت و کمیت روغن زیتون بسیار تاثیرگذار می باشد. لذا در این مطالعه مقایسه دو رقم ماری و

شنگه (به ترتیب به عنوان دو رقم پر روغن و کم روغن، و همچنین با کیفیت و کم کیفیت از نظر اسید اولئیک) طی مراحل نموی از مرحله آغاز تجمع روغن تا مرحله رسیدگی کامل مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از این تحقیق نیز نشان داد که هم رقم و هم زمان رسیدگی میوه بر فاکتورهایی مانند میزان اسیدهای چرب، ترکیبات فنلی، میزان تلخی، میزان مهار

- Determination of fatty acid and tocopherol compositions and the oxidative stability of walnut (*Juglansregia L.*) cultivars grown in Serbia. *Czech Journal of Food Sciences* 5: 74–78.
- [8] Fatemi, S.H., Hammond, E.G. 1980. Analysis of oleat, linoleate and linolenatehydroperoxides in oxidized ester mixtures. *Lipids*. 15: 379–385.
- [9] Sharif, A., Farhoosh, R., Haddad Khodaparast, M.H., TavassoliKafrani, M.H. 2009. Antioxidant activity of bene hull oil compared with sesame and rice brain oils during the frying process of sunflower oil. *Journal of Food Lipids*. 16: 394–406.
- [10] Sakouhi F, Herchi W, Sebei K, Absalon C, Kallel H, Boukhchina S. 2011. Accumulation of total lipids, fatty acids and triacylglycerols in developing fruits of *Olea europaea L.* *Scientia Horticulturae*, 132: 7-11.
- [11] Gutiérrez-Rosales F, Ríos JJ, Gómez-ReyML. 2003. Main polyphenols in the bitter taste of virgen olive oil. Structural confirmation by on-line high performance liquid chromatography electrospray ionization mass spectrometry, *J Agric Food Chem*. 51:6021-6025.
- [12] Nergiz C., Ünal K., 1991. Determination of phenolic acids in virgin olive oil. *Food Chemistry*, 39 (2): 237-240.
- [13] Zheng, A.; Li, H.; Cao, K.; Xu, J.; Zou, X.; Li, Y.; Chen, C.; Liu, J.; Feng, Z. 2015. Maternal hydroxytyrosol administration improves neurogenesis and cognitive function in prenatally stressed offspring. *J. Nutr. Biochem.*, 26, 190–199.
- [14] Bellincontro A., Taticchi A., Servili M., Esposito S., Farinelli D., Mencarelli F. 2012. Feasible Application of a Portable NIR-AOTF Tool for On-Field Prediction of Phenolic Compounds during the Ripening of Olives for Oil Production. *Agricultural Food Chemistry*, 60: 2665–2673.
- [15] Baccouri, O., Guerfel, M., Baccouri, B., Cerretani, L., Bendini, A., Lercker G., Zarrouk, M., & Miled, D. D. B. 2008. Chemical composition and oxidative stability of Tunisian monovarietal virgin olive oils with regard to fruit ripening. *Food Chemistry*, 109, 743-754.
- [16] Beltran, G., Aguilera, M. P., Del Rio, C., Sanchez, S., & Martinez, L. 2005. Influence of fruit ripening process on the natural antioxidant content of Hojiblanca virgin olive
- رادیکال‌های آزاد، و اسیدهای فنلی میوه زیتون تاثیر دارد.
- در مقایسه دو رقم در همه مراحل نموی، میزان اسید پالمیتیک و اسید لینولئیک، COX Value،  $\sum SFA$  و  $\sum PUFA$  در رقم شنگه بیشتر از رقم ماری بوده که در زمان ۱۲۰ روز پس از گلدهی مقدار آن‌ها کمتر بود؛ در حالیکه میزان اسید استئاریک، اسید اولئیک،  $\sum MUFA$  و  $\sum USFA/\sum SFA$  در رقم ماری بیشتر از رقم شنگه بود و در زمان ۱۲۰ روز پس از گلدهی میزان آن‌ها در بیشترین حد خود بود. همچنین نتایج حاصل از بررسی میزان ترکیبات فنلی، میزان تلخی، میزان مهار رادیکال‌های آزاد و اسیدهای فنلی نشان داد که مقادیر آن‌ها در رقم شنگه بیشتر از رقم ماری بوده و در هر دو رقم ابتدا روند افزایشی مشاهده شد که در زمان ۱۲۰ روز پس از گلدهی به ماکزیمم خود رسیده و پس از آن کاهش مشاهده شد. با توجه به اهمیت فاکتورهای مورد بررسی برای کیفیت زیتون، بنابراین بهترین زمان برداشت هر دو رقم ماری و شنگه زمان ۱۲۰ روز پس از گلدهی می‌باشد.

## ۵- منابع

- [1] Colomer, R., Mene'ndez, J. A. 2006. Mediterranean diet, olive oil and cancer. *ClinTranslOncol* 8: 15–21.
- [2] Sakouhi F, Herchi W, Sebei K, Absalon C, Kallel H, Boukhchina S. 2011. Accumulation of total lipids, fatty acids and triacylglycerols in developing fruits of *Olea europaea L.* *ScientiaHorticulturae*, 132: 7-11.
- [3] Bianco, L., Alagna, F., Baldoni, L., Finnie, C., Svensson, B., Perrotta, G. 2013. Proteome Regulation during *Olea europaea* Fruit Development. *PLoS ONE* 8(1): e53563.
- [4] Rabrenovic, B., Dimic, E., Maksimovic, M., Sobajic, S., Gajic-Krstajic, L., 2011. Determination of fatty acid and tocopherol compositions and the oxidative stability of walnut (*Juglansregia L.*) cultivars grown in Serbia. *Czech Journal of Food Sciences* 5: 74–78.
- [5] INTERNATIONAL OLIVE COUNCIL, COI/T.15/NC No 3/Rev. 8, 2015
- [6] Terés S., Barceló-Coblijn G., Benet M., Álvarez R., Bressani R., Halver J. E., Escribá P. V., 2008. Oleic acid content is responsible for the reduction in blood pressure induced by olive oil. *PNAS*, 105:37(13811–13816)
- [7] Rabrenovic, B., Dimic, E., Maksimovic, M., Sobajic, S., Gajic-Krstajic, L., 2011.

- [26] Farhang Dost Z., Asadollahi S., Zeinanloo A., 2013. Evaluation and comparison of the chemical properties of olive in Yellow, Shengeh, Conservia, and Mari. *Journal of Innovation Science and Technology of Food*, Year 5th, Number 3 (In Persian).
- [27] Rukunudin I.H., White P.J., Bern C.J., and Bailey T.B., 1989. A Modified Method for Determining Free Fatty Acids from Small Soybean Oil Sample Sizes, *JAOCS*, 75: 5.
- [28] INTERNATIONAL OLIVE COUNCIL, 2001. Method of Analysis, Preparation of the fatty acid methyl esters from olive oil and olive-pomace oil. COI/T.20/Doc.no.24.
- [29] Lujan, R and Castro, M. D. 2006. Superheated liquid extraction of oleuropein and related biophenols from olive leaves. *Journal of Chromatography A*, 1136: 185–191.
- [30] Lafka, T.-I.; Sinanoglou, V.; Lazos, E.S. 2007. On the extraction and antioxidant activity of phenolic compounds from winery wastes. *Food Chem.*, 104, 1206–1214.
- [31] Falleh H, Ksouri R, Chaieb K, Karray-Bouraoui N, Trabelsi N, Boulaaba M, Abdelly C. 2008. Phenolic composition of *Cynara cardunculus* L. organs, and their biological activities. *C R Biol* 331:372-379.
- [32] Gutierrez F., Perdiguero, S. Gutierrez R., Olias J. M. 1992. Evaluation of bitter taste in virgin olive oil. *J Am Oil Chem Soc.*, 69, 394–395.
- [33] Bandonienè, D.; Murkovic, M.; Pfannhauser, W.; Venskutonis, P.R.; Gruzdienè, D. 2002. Detection and activity evaluation of radical scavenging compounds by using DPPH free radical and on-line HPLC-DPPH methods. *Eur. Food Res. Technol.*, 214, 143–147.
- [34] Harwood, J.L. 1996. Recent advances in the biosynthesis of plant fatty acids. *Biochim. Biophys. Acta* 130, 17–56.
- [35] Hernandez, M.L., Mancha, M., Martinez-Riva, J.M. 2005. Molecular cloning and characterization of genes encoding two microsomal oleate desaturases (FAD2) from olive, *Phytochemistry*. 66:1417-1426.
- [36] Brar, G.S. 1982. Variations and correlations in oil content and fatty acid composition of sesame. *Indian J. Agric. Sci.* 52, 434–439.
- [37] Flagella, Z., Rotunno, T., Tarantino, E., Di Caterina, A., De Caro, A. 2002. Changes in seed yield and oil fatty acid composition of high oleat sunflower (*Helianthus annuus* oils. *Food Chemistry*, 89, 207-215.
- [17] Boukachabine, N., Ajana, H., & El Antari, A. 2011. A study of fatty acids 375 and triglycerides oil composition and quality parameters of five autochthon olive varieties in Morocco. *Lebanese Science Journal*, 12(2), 45-65.
- [18] Gómez-Rico, A., Fregapane, G., & Salvador, M. D. 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.
- [19] Romero, N., Saavedra, J., Tapia, F., Sepúlveda, B., & Aparicio, R. 2016. Influence of agroclimatic parameters on phenolic and volatile compounds of Chilean virgin olive oils and characterization based on geographical origin, cultivar and ripening stage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(2), 583-592.
- [20] Spika, M. J., Kraljic, K., Koprivnjak, O., Škevin, D., Žanetic M., & Katalinic, M. 2015. Effect of agronomical factors and storage conditions on the tocopherol content of Oblica and Leccino virgin olive oils. *Journal of American Oil Chemistry Society*, 92, 1293-1301.
- [21] Köseoğlu, O., Sevim, D., Kadiroğlu, P. 2016. Quality Characteristics and Antioxidant Properties of Turkish Monovarietal Olive Oils Regarding Stages of Olive Ripening. *Food Chemistry*, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.06.027>
- [22] Uylaşer V. 2014. Changes in phenolic compounds during ripening in Gemlik variety olive fruits obtained from different locations. *CyTA - Journal of Food*, DOI:10.1080/19476337.2014.931331
- [23] Salvador, M.D., Aranda, F., and Fregapane, G. 2001. Influence of fruit ripening on Cornicabra virgin olive oil quality. A study of four successive crop seasons. *Food Chemistry* 73: 45-53.
- [24] Inglese, P.; Famiani, F.; Galvano, F.; Servili, M.; Esposto, S.; Urbani, S. 2011. Factors affecting extra-virgin olive oil composition. *Hortic. Rev.*, 38, 83–147.
- [25] Ciafardini G, Zullo BA. 2014. Improvement of Commercial Olive Oil Quality through an Evaluation of the Polyphenol Content of the Oily Fraction of the Olive Fruit during its Period of Maturation. *J Food Process Technol* 5: 397.

- acids and their synthesized methylated and glucuronate derivatives. *Food Research International*, 55, 170–175.
- [47] Alves, M. J., Ferreira, I. C. F. R., Froufe, H. J. C., Abreu, R. M. V., Martins, A., & Pintado, M. 2013. Antimicrobial activity of phenolic compounds identified in wild mushrooms, SAR analysis and docking studies. *Journal of Applied Microbiology*, 115, 346–357.
- [48] Amiot M.J., Fleuriet A. and Macheix J.J. 1989. Accumulation of oleuropein derivatives during olive maturation. *phytochemistry*, 28:67-69.
- [49]. Andrewes, P., Busch, J.L.H.C., de Joode, T., Groenewegen, A. and Alexandre, H., 2003. Sensory properties of virgin olive oil polyphenols: identification of deacetoxy-ligstroside aglycon as a key contributor to pungency. *Journal of Agriculture Food Chemistry*, 51(5): 1415-1420.
- [50] Hbaieb R. H., Kotti F., Vichi S. and Gargouri M. 2016. Evolution of endogenous enzyme activities and virgin olive oil characteristics during Ch\_etoui and Chemlali olive ripening. *Eur. J. Lipid Sci. Technol*, 118, 0000–0000.
- [51] Galvano, F., Fauj, L. L., Graziana, G., Ferracane, R., Masella, R., Giacomo, C., Scacco, A., D'Archivio, M., Vanella, L., and Galvano, G. 2007. Phenolic compounds and antioxidant activity of Italian extra virgin olive oil Montilblei. *Journal of Medicinal Food*, 10, 650-656.
- [52] Gorinstein, S., Martin-Belloso, O., Katrich, E., Lojek, A., Ciz, M., Gligelmo-Miguel, N., Haruenkit, R., Park, Y.S., Jung, S.T., & Traktenberg, S. 2003. Comparison of the contents of the main biochemical compounds and the antioxidant activity of some Spanish olive oils as determined by four different radical scavenging tests. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 14, 154-159.
- L.) hybrids in relation to the sowing date and water regime. *Eur. J. Agron.* 17: 221–230.
- [38] Möllers, C., Schierholt, A. 2002. Genetic variation of palmitate and oil content in a winter oilseed rape doubled haploid population segregating for oleate content. *Crop Science*, 42: 379–84.
- [39] Servili, M., & Montedoro, G. F. 2002. Contribution of phenolic compounds to virgin olive oil quality. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 104, 602–613
- [40] Obied, H.K., Karuso, P., Prenzler, P.D. and Robards, K., 2007. Novel secoiridoids with antioxidant activity from Australian olive mill waste. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(8): 2848-2853.
- [41] Goulas V., Charisiadis P., Gerothanassis I. P. and Manganaris G. A. 2012. Classification, Biotransformation and Antioxidant Activity of Olive Fruit Biophenols: A Review. *Current Bioactive Compounds*, 8: 232-239.
- [42] Conde C, Delrot S, Gero H. 2008. Physiological, biochemical and molecular changes occurring during olive development and ripening, *J Plant Physiol.* 165:1545–1562.
- [43] Boland Nazar S. Z., Ghavami M., Servili, M., Houshmand D., Satatar H., 2013. Changes in oil percentage and total polyphenol in three olive cultivars during ripening stages. *Journal of Food Science and Technology*, 39:10.
- [44] Papadopoulos, G., and Boskou, D. 1991. Antioxidant effect of natural phenol on olive oil, *J. Am Oil Chem. Soc.*, 68,669-671.
- [45] Nsir H., Taamalli A., Valli E., Bendini A., Toschi T.G., Zarrouk M. 2017. Chemical Composition and Sensory Quality of Tunisian 'Sayali' Virgin Olive Oils as Affected by Fruit Ripening: Toward an Appropriate Harvesting Time. *J Am Oil Chem Soc*, 94:913–922
- [46] Heleno, S. A., Ferreira, I. C. F. R., Calhella, R. C., Esteves, A. P., & Queiroz, M. J. R. P. 2014. Cytotoxicity of Coprinopsis atramentaria extract, organic

## Determination of best harvesting time for Mari and Shengeh varieties based on some critical qualities of olive

Kaviani, M. <sup>1</sup>, Varidi, M. <sup>2\*</sup>, Tahmasebi Enferadi, S. <sup>3</sup>, Varidi, M. J. <sup>4</sup>

1. PHD student, Department of Food Science and Engineering, Faculty of Agriculture, Ferdowsi university, Mashhad, Iran.
2. Associate professor, Department of Food Science and Engineering, Faculty of Agriculture, Ferdowsi university, Mashhad, Iran.
3. Associate Professor, , Department of Biotechnology and Environment, National Institute of Genetic Engineering and Biotechnology (NIGEB), Tehran, Iran.
4. Associate professor, Department of Food Science and Engineering, Faculty of Agriculture, Ferdowsi university, Mashhad, Iran.

(Received: 2017/11/21 Accepted:2018/08/27)

Stage of ripening is one of the olive oil quality affecting parameters, thus the aim of this study was to determine the effect of olive ripening stage on some quality parameters of olive oils obtained from two different olive cultivars (Mari and Shengeh with high and low oleic acid respectively) for find the best harvesting time. Therefore both varieties were harvested at three stages of ripening from 90 days after flowering (DAF) up to complete ripening. Some properties such as fatty acids composition (%), total phenol, phenolic acid, bitterness and antioxidant activity (DPPH radical scavenging activity) were analyzed. Obtained results revealed that in both of two cultivars, the least contents of palmitic acid, linoleic acid, COX value,  $\sum$ SFA and  $\sum$ PUFA evaluated at 120<sup>th</sup> DAF; but the most contents of oleic acid, total phenol, phenolic acid, bitterness and antioxidant activity were obtained at 120<sup>th</sup> DAF. According to these result, 120<sup>th</sup> DAF can be offered as the best harvesting time of both varieties.

**Keywords:** Olive, The best harvesting time, Quality, Chemical composition of olive oil

---

\* Corresponding Author E-Mail Address: m.varidi@um.ac.ir