

ارزیابی و مقایسه‌ی ویژگی‌های شیمیایی روغن زیتون در ارقام زرد، روغنی، شنگه، کنسروالیا و ماری

زهره فرهنگ دوست^{۱*}، سیمین اسداللهی^۲، علی اصغر زینانلو^۳

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مهندسی کشاورزی - علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ورامین، ورامین، ایران

^۲ استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ورامین، ورامین، ایران

^۳ دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ورامین، ورامین، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۳/۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۱/۲

چکیده

در این پژوهش خصوصیات شیمیایی روغن ۵ رقم مختلف میوه‌ی زیتون منطقه طارم (شنگه، ماری، کنسروالیا، زرد، روغنی) مورد بررسی قرار گرفت و بهترین نوع زیتون از نظر کمیت و کیفیت روغن استحصال شده تعیین گردید. روغن به روش پرس و سانتریفیوژ استخراج گردید. آزمایشات شامل پروفیل اسیدهای چرب با استفاده از کروماتوگرافی گازی، مقادیر اندیس یدی، توکوفرول‌ها و پلی فنل‌ها با استفاده از کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا انجام شد. نتایج حاصل نشان داد اسید اولئیک در اسیدهای چرب، آلفا توکوفرول در توکوفرول‌ها و اسید سیرینجیک در پلی فنل‌ها درصد غالب را به خود اختصاص می دهند. در ارتباط با اکثر ویژگی‌های شیمیایی (اسیدهای چرب، اندیس یدی، توکوفرول‌ها و پلی فنل‌ها) ارقام زیتون مورد بررسی نیز تفاوت معنی دار در سطح ۰/۰۵ مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: روغن زیتون، اندیس یدی، پروفیل اسید چرب، ترکیبات فنلی، توکوفرول‌ها.

۱- مقدمه

که روغن زیتون دارای اسید اولئیک بالا و نیز ترکیبات فنلی زیادی است این روغن نسبت به اتواکسیداسیون بسیار مقاوم است (۲). موکوویچ و همکاران (۲۰۰۴) با تحقیق بر روی اجزای روغن زیتون، در شش نمونه مورد آزمون مشخص کردند که میزان تیروزول (۴ و ۲) هیدروکسی فنیل اتانول) از همه فراوانتر بوده و به مقدار ۲۹-۱/۴ میلی گرم بر کیلوگرم، گزارش گردید، مقادیر سایر عناصر شامل اسید وانیلیک^۳ (۴- هیدروکسی ۳- متوکسی بنزوئیک اسید) ۴- ۰/۶۷ میلی گرم بر کیلوگرم، لوتسولین ۷-۰/۲۲ میلی گرم در کیلوگرم و آپیجین ۱/۶- ۰/۶۸ میلی گرم بر کیلوگرم اعلام شد (۹). اولئوروپتین و تیروزول قویترین ترکیبات فنولیک موجود در روغن زیتون و به عنوان آنتی اکسیدان‌های قوی و ربانندگان رادیکال‌های آزاد شناخته شده‌اند. هیدروکسی تیروزول، آنتی اکسیدان اصلی روغن زیتون است که آسیب سلول را در اثر اشعه ماورا بنفش کاهش می‌دهد. هدف از این تحقیق ارزیابی ارقام مختلف زیتون از نظر بازدهی روغن و کیفیت آن و تعیین درصد و ترکیب اسیدهای چرب و شناسایی کمی و کیفی ترکیبات آن است. همچنین بررسی همبستگی ساده بین صفات مورد آزمون و انتخاب رقم یا ارقام برتر از نظر کیفیت و کمیت روغن از دیگر اهداف این تحقیق است.

۲- مواد و روش‌ها

برای انجام تحقیق حاضر، از میوه‌های حاصل از ارقام مورد نظر زیتون در سال زراعی ۸۹-۸۸ از موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر طارم استفاده گردید. روغن به روش پرس و سانتریفیوژ استخراج گردید. ۵ نمونه میوه‌ی زیتون شامل ارقام (زرد زیتون، روغنی محلی، کنسروالیا، شنگه و ماری) از ایستگاه تحقیقات زیتون طارم در اواخر آبان دریافت گردید.

بعد از تمیز کردن میوه‌ها آن‌ها را با آسیاب برقی، آسیاب نموده. خمیر به مدت نیم ساعت ورز داده شد. در حین عملیات نایستی دمای خمیر از ۳۰ درجه بالا تر رود. سپس به میزان ۵ برابر، آب گرم ۷ درجه به خمیر اضافه می‌گردد. نمونه حاصل پرس شده و توسط سانتریفیوژ، در دمای محیط، با دور ۶۰۰۰ روغن آن استحصال می‌شود (۸). جهت تعیین ترکیب اسید چرب، آماده‌سازی نمونه به صورت مشتق متیل استر بر اساس استاندارد AOAC با شماره ۹۶۹/۳۳ صورت گرفت و سپس از دستگاه گاز

از سوختن هر گرم چربی در بدن در حدود ۹ کیلوکالری انرژی حاصل می‌شود که این رقم ۲/۲۵ برابر کالری حاصل از کربوهیدراتها (قندها و نشاسته‌ها) و پروتئین‌هاست (۶).

اسیدهای چرب اشباع شده ۱۲،۱۴،۱۶ کربنی سبب افزایش کلسترول LDL در حال گردش در پلاسما می‌شوند که عامل خطر اصلی در بیماری‌های تصلب شرایین است (۱۰). از نظر تغذیه‌ای روغن‌های چند غیراشباع بهتر هستند ولی نگهداری و استفاده از آنها نیاز به دقت زیادی دارد (۱۰) بعضی از اسیدهای چرب ضروری بوده و بدن انسان به دلیل فقدان آنزیم‌های لازم قادر به ساختن آنها نبوده و باید از طریق غذاها تامین شوند. اسید لینولئیک (۱۸:۲) و اسید آلفالینولئیک (۱۸:۳) دو اسید چرب ضروری برای انسان هستند (۶). میوه‌ی زیتون به خاطر دارا بودن خواص غذایی مفید، مصارف بهداشتی، دارویی و صنعتی از دیر باز همواره مورد توجه بشر قرار داشته است (۲). روغن زیتون، یکی از منابع اصلی رژیم غذایی نواحی مدیترانه ای است (۱۲). زیتون از شاخه گیاهان گلدار^۱، از تیره زیتونیان^۲ است (۵).

بنا به گزارش آکار و ارسوی (۱۹۹۶) تأثیر انبارداری میوه بر کیفیت روغن ۲۰٪ می‌باشد (۴). در روغن‌هایی که از زیتون‌های سبز بدست می‌آید میزان بتا کاروتن و آلفا توکوفرول نسبت به زیتون‌های رسیده بیشتر است (۱۱). بهترین زمان برداشت به منظور دسترسی به بیشترین مقدار روغن وقتی است که کاهش رطوبت میوه به حد نهایی خود رسیده باشد. عدم برداشت زیتون در این شرایط موجب کاهش اسید اولئیک، افزایش اسید لینولئیک و کاهش ترکیبات فنلی و مواد معطر میوه شده که طعم و مزه طبیعی میوه را کاهش می‌دهد (۲).

جیمینو و همکاران (۹) نشان دادند که میزان آنتی اکسیدان‌ها، فنل‌ها و بتا کاروتن‌ها با افزایش درجه رسیدن کاهش پیدا می‌کند (۱۵). مارکوویو و همکاران در سال ۲۰۰۴ نشان دادند میزان اسید اولئیک در روغن زیتون ۸۴-۵۶ درصد و فراوانی لینولئیک اسید ۲۱-۳ درصد در روغن زیتون است (۱۵).

اسیدهای چرب غیر اشباع ممکن است در معرض اکسایش خود بخود (اتواکسیداسیون) یا اکسایش آنزیمی قرار گیرند. از آنجایی

1-Phanerogames

2- Oleaceae

3-Vanillic acid

آب و هوایی (به ویژه دما و بارندگی در طول رشد میوه‌ها) بستگی دارد. لذا در این تحقیق مکان کاشت، شرایط آب و هوایی و فصل در تمامی ارقام مورد بررسی یکسان می‌باشد بنابراین موارد ذکر شده اختلاف درصد روغن ارقام زیتون نمی‌باشد. و این اختلاف به علت تفاوت در ژنتیک و اریته‌های مختلف می‌باشد. بهترین زمان برداشت به منظور دسترسی به بیشترین مقدار روغن زمانی است که کاهش رطوبت میوه به حد نهایی خود رسیده باشد و اصولاً تولید محصول زیاد در یک درخت موجب تاخیر در رسیدن میوه‌ها شده و تا حدودی در تجمع روغن و کیفیت آن تاثیر می‌گذارد. در درختان با محصول کم، تجمع روغن سریع‌تر و مقدار نهایی نیز بیشتر می‌باشد (۲).

با توجه به نتایج آزمون‌ها مشخص گردید که بیشترین و کمترین درصد روغن مربوط به نمونه‌های ارقام روغنی (۲۸/۷۵ درصد) و ماری (۱۸/۷۵ درصد) می‌باشد.

شکل ۲ عدد یدنی ارقام مختلف میوه‌ی زیتون را نشان می‌دهد. اندیس یدنی نشان‌دهنده‌ی میزان غیراشباعیت روغن است و به نوعی نشانگر ساختار اسیدهای چرب است (۱). بیشترین و کمترین اندیس یدنی متعلق به نمونه‌های کنسروالیا (۸۸/۰۵ درصد) و زرد (۷۹/۹ درصد) می‌باشد. بنابراین نتایج گویای این مطلب است که روغن رقم کنسروالیا غیر اشباع‌ترین روغن و روغن رقم زرد از نظر درجه غیر اشباعیت سطح پایینی را به خود اختصاص داده است. میزان فاکتور اندیس یدنی حاصل از آزمایش روغن زیتون ایرانی در محدوده (۸۹-۸۴ gr/100gr oil) قرار دارد (۲) که این داده‌ها با نتایج بدست آمده از روغن ارقام مختلف در این تحقیق مطابقت داشت.

بر اساس جدول شماره ۱ بیشترین و کمترین میزان اسید سیرینجیک، مربوط به رقم کنسروالیا (۲۹/۰۶٪) و رقم شنگه (۱۲/۶۲٪) است. بیشترین و کمترین میزان تیروزول مربوط به کنسروالیا (۴/۴۸٪) و رقم زرد (۰/۲۵٪) است. لازم به ذکر است که رقم یونانی کنسروالیا از نظر میزان تیروزول و هیدروکسی تیروزول بر ارقام ایرانی برتری نشان داد. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد طبق شکل ۳ رقم ماری، حاوی بالاترین میزان ترکیبات فنلی می‌باشد.

کروماتوگراف SHIMADZU14A مجهز به آشکار کننده شعله‌ای (FID) و ستون موئین ۳ متری پر شده بادی اتیلن گلیکول سوکسینات (DEGS) مطابق استاندارد AOCS با شماره cele-91 استفاده شد. به طوری که درجه حرارت محل تزریق نمونه ۲۳۰ درجه سانتی‌گراد، درجه حرارت ستون ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد، درجه حرارت آشکار کننده ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد، سرعت جریان گاز حامل (نیترژن) ۱۰ میلی متر بر دقیقه بکار برده شد (۸). اندیس یدنی بر اساس رابطه ریاضی ارائه شده در استاندارد AOCS به شماره 1c-85 cd مستقیماً از روی ترکیب اسید چرب روغن محاسبه شد (۸). شناسایی و تعیین مقادیر توکوفرول‌های روغن و ترکیبات غیر قابل صابونی شدن روغن با استفاده از کروماتوگرافی لایه نازک (TLC) ^۱ باندهای مربوط به توکوفرول‌ها و استرول‌ها به طور جداگانه از روی صفحه TLC جدا گردید و استخراج آنها با دی اتیل اتر صورت گرفت (۷). شناسایی و تعیین مقدار توکوفرول‌های استخراج گشته از روغن به وسیله کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (HPLC) ^۲ مطابق استاندارد AOCS به شماره Ce - 89 انجام گرفت (۷). اندازه گیری پلی فنل‌ها بعد از برداشتن دو گرم نمونه و افزودن ۵ سی سی محلول متانول آب به نسبت ۸۰/۲۰ و اضافه کردن مقداری استاندارد داخلی اسید سیرینجیک (۱mm) از مخلوط ۰/۰۱۵ درصد) در حمام اولتراسونیک به مدت ۲۰ دقیقه قرار داده. سپس از سانتی‌فیوژ با دور ۵۰۰۰ استفاده می‌گردد. فاز بالایی تشکیل شده به دستگاه HPLC تزریق شده، از حلال A (اسید فسفریک دو دهم) و حلال B (استون نیتریل و متانول) به نسبت ۱ به ۱ استفاده می‌گردد (۱۷).

برای تجزیه و تحلیل کلیه آزمون‌ها از نرم افزار CMSTAT- استفاده شد. بدین منظور و برای آزمون داده‌های آماری بدست آمده از طرح کاملاً تصادفی استفاده شد. مقایسات میانگین به روش دانکن در سطح ۰/۰۵ انجام شد.

۳- نتایج و بحث

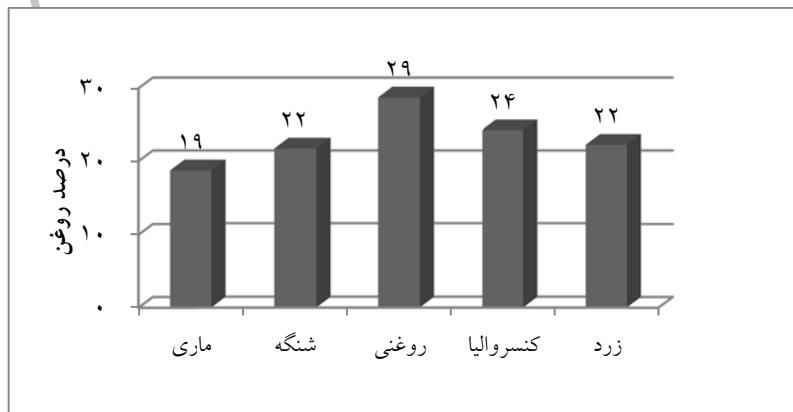
شکل ۱ میزان روغن ارقام مختلف میوه‌ی زیتون را نشان می‌دهد میزان روغن ارقام مختلف میوه‌ی زیتون بررسی شده در این پروژه در محدوده ۱۸/۷۵-۲۸/۷۵ درصد می‌باشد. درصد روغن به فاکتورهایی نظیر زمان برداشت محصول، موقعیت، فصل و شرایط

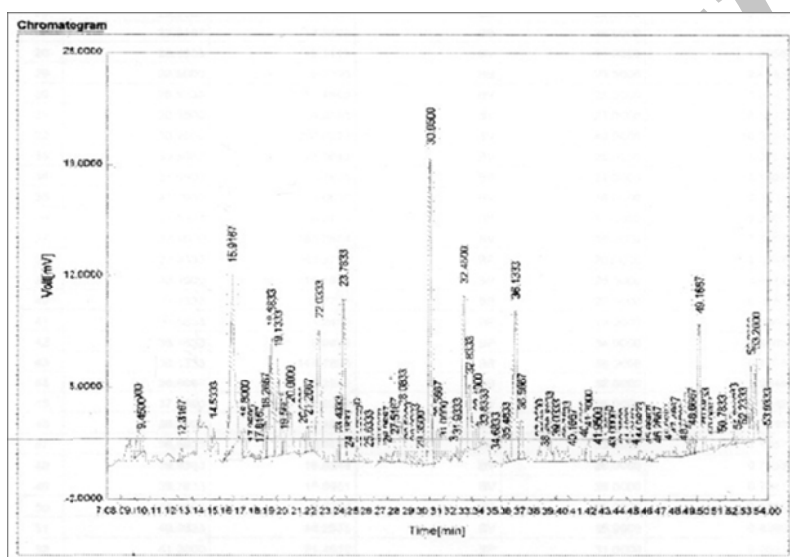
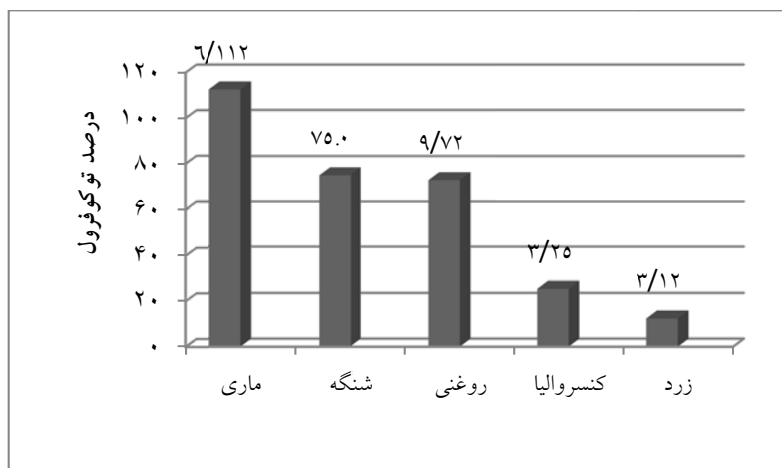
جدول ۱- ترکیب پلی فنل‌های ارقام مختلف میوه‌ی زیتون (درصد)

نمونه/صفت	ماری	شنگه	روغنی	کنسروالیا	زرد
اسید کافئیک + وانیلیک	۰/۸۵	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۹۲	۰/۴۴
اسید سینامیک	۱/۶۳	۰/۹۸۹	۱/۳۶	۲/۷	۰/۹۹
اسید فرولیک	۸/۶۱	۰/۵۱	۰/۵۱	۲/۵۵	۱/۱۶
هیدروکسی تیروزول	۲/۱۳	۰/۹۱	۳/۰۹	۴/۳۴	۱/۷۵
لیگستروسید-زیکلون	۳/۵۷	۱/۷۹	۴/۶۲	۲/۱۳	۰/۴۲
اوپیرین-آگلیکون	۱۲/۴۵	۰/۳۳	۱/۵۴	۴/۱۲	۴/۷۹
اولئوروپین-آگلیکون	۱/۳۳	۱/۰۷	۱/۷۹	۰/۴۹	۳/۵۶
پارا کوماریک اسید	۲/۱۹	۰/۳۲	۰/۵۱	۰/۵۶	۰/۴۱
پینورسینول	۱/۷۴	۰/۲۱	۲/۳۳	۰/۳۴	۱/۳۸
اسید سیرنجیک	۱۵/۸۲	۱۲/۶۲	۲۴/۰۴	۲۹/۰۶	۲۴/۳۰
تیروزول	۰/۷۳	۰/۵۳	۱/۷۸	۴/۴۸	۰/۲۵
وانیلین	۰/۲۵	۱	۱	۳/۱۹	۱/۶۸
آپیجنین	۷/۸۶	۵/۰۶	۷/۹۴	۹/۷۳	۴/۹۶
اولئوروپین	۳/۶۸	۱/۸۳	۴/۲۷	۲/۳	۱۷/۵۴
تیراکتوت	۱۱/۰۴	۰/۵۹	۲/۰۲	۰/۸۱	۰/۳۷

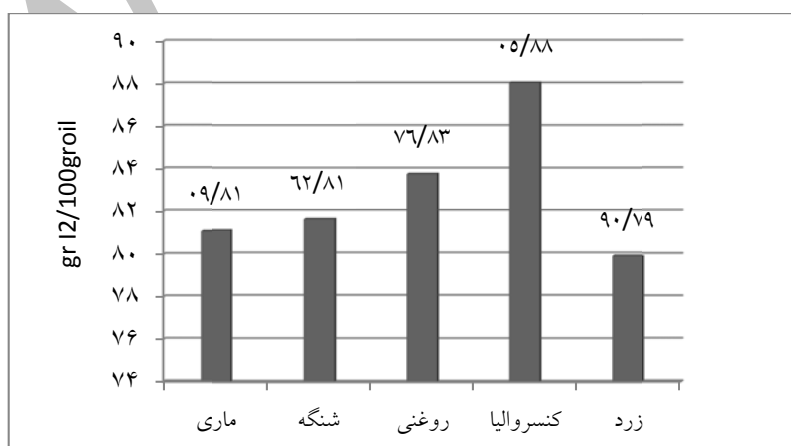
جدول ۲- ترکیب اسیدهای چرب روغن ارقام زیتون مورد آزمون (درصد)

نمونه/صفت	C16:0	C16:1	C17:0	C17:1	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	C20:0	C20:1	C22:0	C24:0
ماری	۱۱/۰۶	۰/۸۹	۰/۰۷	۰/۰۸۷	۲/۹۸	۷۸/۵۳	۴/۷	۰/۴۸	۰/۵۷	۰/۳۶	۰/۱۳۷۰	۰/۰۵
شنگه	۲۱/۵۰	۲/۸۷	۰/۴۲	۰/۰۹۷	۲/۲۱	۴۵/۸۲	۲۵/۵۰	۰/۶۹	۰/۳۴	۰/۱۶	۰/۰۹۷	۰/۱۱۷
روغنی	۱۵/۵۰	۱/۳۵	۰/۰۳	۰/۰۲۷	۳/۵۴	۶۱/۹۶	۱۵/۴۰	۰/۶	۰/۵۷	۰/۳۳	۰/۰۸۷	۰/۰۴۷
کنسروالیا	۱۲/۹۰	۱/۰۷	۰/۵۷	۰/۰۶۲	۲/۳۵	۴۷/۸۹	۹/۵	۰/۸۲	۰/۵۱	۰/۳۹	۰/۱۴	۰/۱۱۷۰
زرد	۱۱/۵۷	۰/۶۷	۰/۰۴	۰/۰۵۲	۲/۷۴	۷۲	۸/۳	۰/۵۵	۰/۴۵	۰/۳۹	۰/۱۱	۰/۱۰۲۰





شکل ۳ - ترکیب پلی فنل‌های روغن رقم ماری



۴- نتیجه‌گیری

میوه‌ی زیتون به طور متوسط حاوی ۲۸-۱۸ درصد روغن می‌باشد. روغن زیتون حاوی اسید اولئیک بسیار بالا و نیز ترکیبات فنلی زیادی است. این روغن نسبت به اتواکسیداسیون بسیار مقاوم است و در سرخ کردن‌های عمیق این مقاومت را حفظ می‌کند در روغن زیتون حداقل ۴۰ ترکیب علاوه بر آلفا توکوفرول وجود دارد که دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی است. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که رقم روغنی دارای بیشترین درصد روغن و رقم ماری حاوی بیشترین میزان توکوفرول، آلفا توکوفرول و ترکیبات فنلی و اسید اولئیک بود. روغن رقم کنسروالیا حاوی درصد بالایی از تیروزول و نیز هیدروکسی تیروزول و رقم زرد نیز بالاترین مقدار الثوروپین را دارا بود. عدد یدی نمونه‌ها بین ۷۹/۹-۸۸/۰۵ متغیر بود که به ترتیب بیشترین و کمترین مقادیر را کنسروالیا و زرد به خود اختصاص دادند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که روغن رقم کنسروالیا غیر اشباع‌ترین روغن محسوب می‌شود و روغن رقم زرد از نظر درجه غیر اشباعیت سطح پایینی را به خود اختصاص داده است. رقم یونانی کنسروالیا از نظر میزان تیروزول و هیدروکسی تیروزول بر ارقام ایرانی برتری نشان داد.

۵- منابع

۱. پروانه، و. ۱۳۷۷. کنترل کیفی و آزمایش‌های شیمیایی مواد غذایی. چاپ چهارم، انتشارات دانشگاه تهران، صفحات ۲۱۰-۲۰۹، ۱۹۹.
۲. فهیم دانش، م. ۱۳۸۰. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، ارزیابی پارامترهای کیفی روغن زیتون مورد مصرف در ایران صفحات ۲۶-۲۳.
۳. تقوی، ج. ۱۹۹۰-۱۳۱۸. زیتون ایران رساله پایان تحصیلی برای دکتر از دانشگاه تهران، دانشکده داروسازی شماره ۶۳.
۴. حبیبی، م. ۱۳۷۵. بررسی کمیت و کیفیت روغن ارقام زیتون روغنی و زرد منطقه رودبار. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.
۵. میرمنصوری، ا. ۱۳۷۵. اصلاح کشت زیتون، انتشارات وزارت کشاورزی صفحات ۳۲-۴۵.
۶. مالک، ف. ۱۳۷۹، چربی‌ها و روغن‌های خوراکی، ویژگی‌ها و فرآوری، انتشارات فرهنگ و قلم (ترجمه) صفحات ۵۷-۶۸.

طبق نتایج ترکیب اسید چرب روغن نمونه‌های مختلف زیتون که در جدول ۲ نشان داده شده است، بیشترین و کمترین درصد پالمیتیک اسید مربوط به رقم شنگه (۲۱/۵۰ درصد) و رقم ماری (۱۱/۰۶ درصد). بیشترین و کمترین میزان پالمیتولئیک اسید با یک پیوند مربوط به رقم شنگه (۲/۸۷ درصد) و رقم زرد (۰/۶۷ درصد). بیشترین و کمترین درصد استئاریک اسید مربوط به رقم روغنی (۳/۵۴ درصد) و رقم شنگه (۲/۲۱ درصد). بیشترین و کمترین درصد اولئیک اسید مربوط به رقم ماری (۸۷/۵۳ درصد) و رقم شنگه (۴۵/۸۲ درصد). بیشترین و کمترین درصد لینولئیک اسید با دو پیوند دوگانه مربوط به رقم شنگه (درصد ۲۵/۵۰) و رقم ماری (۴/۷ درصد). در جدول پیوست از لحاظ آماری بین ارقام کنسروالیا و زرد در سطح ۱٪ اختلاف معنی داری وجود ندارد بیشترین و کمترین لینولئیک اسید با ۳ پیوند دوگانه مربوط به کنسروالیا (۰/۸۲ درصد) و رقم ماری (۰/۴۸ درصد). در جدول پیوست از لحاظ آماری بین ارقام روغنی و زرد در سطح ۱٪ اختلاف معنی داری وجود ندارد بیشترین و کمترین درصد آراشیدیک (۲۰:۰) مربوط به رقم‌های ماری و روغنی (۰/۵۷ درصد) و رقم شنگه (۰/۳۴ درصد). بیشترین و کمترین درصد ایکوزونوئیک (۲۰:۱) مربوط به رقم‌های زرد و کنسروالیا (۳۹ درصد) و رقم شنگه (۰/۱۶ درصد). بیشترین و کمترین درصد بهنیک (۲۲:۰) مربوط به رقم کنسروالیا (۰/۱۴ درصد) و رقم روغنی (۰/۰۸۷ درصد). بیشترین و کمترین درصد لیگنوسریک (۲۴:۰) را رقم شنگه (۰/۱۱۷ درصد) و رقم روغنی (۰/۰۴۷ درصد) به خود اختصاص داده است. نتیجه تجزیه واریانس نشان دهنده وجود تفاوت معنی دار با سطح خطای ۱٪ بوده است. بالاترین و پایین‌ترین درصد کل توکوفرول‌ها در ارقام مورد بررسی با توجه به نمودار ۴ به ترتیب به ارقام ماری (۱۱۲/۶ درصد) و رقم زرد (۱۲/۳۲ درصد) تعلق دارد. وجود توکوفرول‌ها در روغن علاوه بر دارا بودن خاصیت تغذیه‌ای (ویتامین E) دارای اثرات آنتی‌اکسیدانی نیز می‌باشد. با توجه به این مطلب رقم ماری بیشترین خاصیت ویتامینی را در بین سایر ارقام به خود اختصاص داده است. بین حداقل ۲ گونه از نمونه‌ها اختلاف آماری در سطح ۱٪ مشاهده می‌شود.

7. Cert, A. and Moreda, M.C. 2000. Chromatographic analysis of minor constituents in vegetable oils. *Journal of Chromatography A*, pp. 881. 131-148.
8. Firestone, D. 1990. Official Methods of Analysis of the Association of official Analytical chemists. 15th edn. Arlington, USA
9. Gimeno, E. castellote, A.J. and Lamuela, R.M. 2001. The effects of harvest and extraction methods on the antioxidant content (phenolics, alfa -tocopherol, and B₀ carotene) in virgin olive oil. PP. 112-120.
10. Hui, Y.H. 1996. Baileys industrial oil fat products, Vol.1, John Wiley and Sons, INC. New York, pp. 30-45.
11. Moria, Z. Georgiou, TA. and Boskou, A. 2005. Loss of stability of "veiled" (cloudy) virgin olive oils in storage. *Food Chemistry*, pp. 93, 377-383
12. Newmark, H.L. 1997. Squalene, olive oil, and cancer risk: a review and hypothesis *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*, pp. 6:1101-1103.
13. Rossel, J.B. 2001. Frying: Improving quality, wood head publishing Ltd, pp. 21-90.
14. Tombesi, A. 1994. Olive fruit growth and metabolism. *Acta Hort*, pp. 356:225-231.
15. Truong jack, G. 2000. A universal, easy to use and direct method for measuring total polar compounds in degraded oils, *BRD International symposium posium on deep fat frying*, PP. 324-350.
16. Wodner, M. and Lavee, S. 1988. Identification and seasonal changes of glucose fructose and manitol in relation to oil accumulation during fruit development in *Olea europaea L.*, *Scientia Horticulturae*, pp. 36:47-54.
17. Woen, R.W. and Mier, W. 2000. Phenolic potential of total phenols, simple phenols, secoiridoids, lignans and squalene. *Food Chem Toxicol*, pp. 38:647-659.