Iranian Journal of Horticultural Science
Vol 48, No 3, Autumn 2017 (645-653)
DOI: 10.22059/ijhs.2017.203028.976

علوم باغبانی ایران
دورهٔ ۴۸، شمارهٔ ۳، پاییز ۱۳۹۶ (ص ۶۵۳-۶۴۵)

تأثیر کمپوست پسماند جامد کارخانهٔ روغن‌کشی زیتون بر درصد و کیفیت روغن‌زیتون رقم‌های زرد' و روغنی در منطقهٔ منجیل

اعظم سیدی[1]، محمود قاسم‌نژاد[2*] و یوسف حمید اوغلی[2]
۱ و ۲. دانشجوی سابق دکتری و دانشیار، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
(تاریخ دریافت: ۱۳۹٤/۱۲/۲۵ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/٤/۱)

چکیده

پسماند کارخانه‌های روغن‌کشی زیتون غنی از مواد آلی و عنصرهای غذایی است، که می‌توان از آن برای بهبود حاصل‌خیزی خاک پس از کمپوست‌سازی استفاده و مشکل بازیافت آن را نیز حل کرد. بدین منظور، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در سال‌های ۱۳۹۲ تا ۱۳۹٤ در منطقهٔ منجیل انجام گرفت. تیمارها شامل سطوح مختلف کمپوست تفالهٔ زیتون (۱۲، ۲٤ و ۳٦ کیلوگرم به ازای هر درخت به همراه ۱۵ کیلوگرم کود دامی به‌عنوان شاهد) که روی دو رقم زیتون 'زرد' و 'روغنی' بررسی شد. نتایج نشان داد، بین سطوح مختلف کمپوست و شاهد از نظر درصد روغن اختلاف معنی‌داری در سال اول وجود نداشت، اما در سال دوم درختانی که با ۳٦ کیلوگرم کمپوست تیمار شدند، با افزایش ۵/۷۱ درصد روغن، اختلاف معنی‌داری نسبت به شاهد نشان دادند. بین سطوح مختلف کمپوست و شاهد تفاوت معنی‌داری از نظر اسیدهای چرب آزاد و جذب در طول‌موج‌های فرابنفش (K_{232} و K_{270}) روغن در هر دو سال وجود نداشت. در سال دوم، درختانی که با ۲٤ و ۳٦ کیلوگرم کمپوست تیمار شدند از نظر ارزش پراکسید کیفیت بهتری (میزان کمتری) نسبت به دیگر تیمارها داشتند. در سال دوم کیفیت روغن از نظر میزان فلاونوئید، درختانی که با کمپوست تیمار شدند با اختلاف معنی‌دار بهتر از شاهد بود. هرچند، در این سال میزان سبزینه (کلروفیل) و کاروتنوئید کل روغن در شاهد بالاتر بود، اما نسبت سبزینه به کاروتنوئید روغن در درختان تیمارشده با کمپوست و شاهد اختلاف معنی‌داری نداشتند. دو رقم زرد و روغنی اختلاف‌های معنی‌داری از نظر اسید چرب آزاد، ارزش پراکسید روغن، K_{232}و K_{270}، فنل، فلاونوئید، سبزینه و کاروتنوئید کل روغن نشان دادند. به‌طورکلی، کیفیت روغن هر دو رقم زیتون که با کود دامی و یا کمپوست تفالهٔ زیتون تیمار شدند در طی دو سال بر پایهٔ استانداردهای شورای بین‌المللی روغن‌زیتون در محدودهٔ روغن‌زیتون طبیعی فوق ممتاز بود.

واژه‌های کلیدی: درصد روغن، فنل کل، فلاونوئید کل و ظرفیت پاداکسندگی.

Effect of composted olive mill solid waste on oil percentage and quality of olive oil cvs 'Zarad' and 'Roughany' on Manjil region

Azam Seyedi[1], Mahmood Ghasemnezhad[2*] and Yousef Hamidoghli [2]
1, 2. Former Ph.D. Student and Associate Professor, Faculty of Agriculture, University of Guilan, Rasht, Iran
(Received: Mar. 15, 2016 - Accepted: Jun. 21, 2016)

ABSTRACT

Olive mill solid waste is enriched from organic matter and mineral nutrient elements, which can be used after compostation for inproving soil fertility and solve its disposal problem. For this purpose, a factorial experiment was carried out during 2013 to 2015 in Manjil region. The treaments were different levels of composted olive mill solid (12, 24 and 36 kg per tree and followed by 15 kg per tree rotted sheep manure as a control) which used on two oilve cvs Zard and Roughany. The results showed that there was no significant difference for oil percent between control and different level of compost after first year, but on the second year, olive tree treated with 36 kg compost showed significantly 5.71 oil percent more than other treatments. There was no significant difference between different leveles of compost and control for oil free fatty acids and absorption in the ultraviolet wavelengths (K_{232} and K_{270}) over two years. In the second year, the trees that had been treated by 24 and 36 kg of compost, had a better oil quality form which peroxide value was less as compered to other treatmentes. On the second year, oil quality from which flavonoid content in olive tree treated with compost was significantly better than control. However, on this year, oil chlorophyll and carotenoid content of coltrol was higher than compost treated tree, but no significant differenec was found between compost treated trees and control for the ratio of oil chlorophyll to carotenoids content. There was a significant difference between two olive cultivars, Roughani and Zard for oil free fatty acid, peroxide value, K_{232} and K_{270}, phenols, flavonoids, chlorophyll carotenoids. Overall, the oil quality of both olive cultivars which treated with manure and compost was in the range of extra virgin olive oil, based on standards of the International Council of Olive Oil at two years.

Keywords: Antioxidant capacity, oil percent, total phenol, total felavonoiedes.

* Corresponding author E-mail: Ghasemnezhad@Guilan.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

استخراج روغن‌زیتون صنعت رایج در مناطق پرورش زیتون در کشور است، که سالانه میزان زیادی پسماند زیتون در دورهٔ کوتاه استخراج روغن (پاییز) تولید می شود. بازدهٔ کارخانه‌های روغن‌کشی زیتون سه مرحله‌ای که در ایران بیشتر استفاده شده‌اند شامل (۲۰٪) روغن، (۳۰٪) پسماند جامد و (۵۰٪) پساب است (Piotrowska *et al*., 2006). این پسماندها سبب ایجاد چالش‌های جدی زیست‌محیطی در مناطق تولید روغن‌زیتون می‌شوند (Roig, 2006). اگرچه چندین روش مدیریتی ثبت‌شده برای دفع این پسماندها وجود دارد، اما این روش‌ها اغلب برای بسیاری از تولیدکنندگان روغن‌زیتون بیش‌ازحد پرهزینه هستند (Niaounakis, 2006 & Halvadakis). پسماندهای جامد کارخانهٔ روغن‌کشی زیتون (OMSW)[1] حاوی میزان زیادی مواد آلی و مواد کانی به‌طور عمده نیتروژن، فسفر، پتاسیم و منیزیم است. بخش آلی OMSW حاوی مواد فنلی، ترکیب‌های نیتروژنی، اسیدهای آلی، قند، تانن، پکتین، کاروتنوئیدها و نزدیک به همهٔ مواد تشکیل‌دهندهٔ محلول در آب‌میوهٔ زیتون است که می‌توان از آن در زمینه‌های مختلف از جمله جاذب فلزهای سنگین (El-Sheikh *et al*., 2009; Pagnanelli *et al*., 2010)، تصفیهٔ آب آشامیدنی (Gharaibeh *et al*., 1998; Abu-El-Shar *et al*., 1998)، تهیهٔ کربن فعال (Mameri, 2000)، تغذیهٔ دام‌ها، سوخت و صنعت ذغال‌سنگ (Dally & Mullinger, 2002 & Yaman *et al*., 2000) استفاده کرد. همچنین OMSW به‌عنوان کود آلی در خاک‌های کشاورزی پس از تبدیل شدن به کمپوست و یا به‌عنوان سوخت در یک نظام تولید همزمان استفاده می‌شود. استفاده از OMSW درزمینهٔ کشاورزی نشان‌دهندهٔ موضوع بسیار جالب و مهم مناطق پرورش زیتون است (Brunetti *et al*., 2005; Cayuela *et al*., 2004; López-Piñeiro *et al*., 2008; El-Darier *et al*., 2015; Proietti *et al*., 2015). تبدیل OMSW به کمپوست غنی از مواد مغذی ضروری مورد نیاز گیاه، تأثیر مثبتی بر رشد گیاهان داشته و تیماری کم‌هزینه است که تولیدکنندگان می‌توانند به‌آسانی از آن استفاده کنند (El-Darier *et al*., 2015). تأثیر مثبت کاربرد کوتاه‌مدت و بلندمدت کمپوست OMSW بر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیوشیمیایی خاک باغ‌های زیتون به دلیل میزان بالای مواد آلی آن بوده بایستی از این اصلاح‌کنندهٔ آلی به‌عنوان یک گزینهٔ قابل‌دوام برای دفع ایمن پسماند اصلی صنعت روغن‌زیتون در باغ‌های زیتون و احیای مکرر خاک باغ‌های زیتون تخریب‌شده استفاده کرد (García-Ruiz *et al*., 2012).

مدیریت پسماند به‌ویژه در خاک‌های تحت کشت کشور ما که مادهٔ آلی (کربن آلی) آن‌ها زیر ۱ درصد است، اهمیت خاصی دارد و سبب افزایش کارایی کودهای شیمیایی می‌شود. برداشت بقایای محصول به‌منظور استفاده در دیگر امور سبب کاهش تأمین مادهٔ آلی خاک می‌شود. بزرگ‌ترین و در دسترس‌ترین منبع مادهٔ آلی خاک، افزودن بقایای برگشتی به خاک است (Bazargan & Myrzashahy, 2015). کمپوست کردن موجب کاهش مواد سمی و تبدیل ترکیب‌های فنلی به مواد هیومیکی شده و از این راه سبب کاهش آسیب‌های زیست‌محیطی می‌شود (Project CFC/ IOOC, 2004; Muktadirul Bari Chowdhury *et al*., 2013). پلی فنل‌ها، مهم‌ترین پیش مادهٔ ساخت (سنتز) اسید هیومیک در هستند (Pal *et al*., 1994; Huang, 2000). مواد هیومیکی تأثیر متفاوتی روی گیاهان دارند به‌طوری‌که سبب تحریک رشد گیاه و در نتیجه افزایش عملکرد می‌شوند (Vaughan & Malcolm, 1985; Chen *et al*., 2004).

میزان توصیه‌شدهٔ کمپوست OMSW برابر Project CFC/ IOOC (2004)، ۰/۵ کیلوگرم به ازای هر مترمربع یا ۵ تن در هکتار در هر سه سال است و بهترین دورهٔ کاربرد آن از بهمن تا اسفند گزارش شده است. در گزارشی کاربرد کمپوست پسماند کارخانهٔ روغن‌کشی زیتون دو مرحله‌ای در باغ‌های زیتون ضمن بهبود حاصل‌خیزی خاک سبب افزایش درصد روغن و حفظ ترکیب و کیفیت روغن‌زیتون نیز شده است (Fernández-Hernández *et al*., 2014). همچنین کاربرد کمپوست پسماندهای کارخانهٔ زیتون در خاک عملکرد

1. Olive-mill solid wastes

Archive of SID

www.SID.ir

میوهٔ زیتون و میزان روغن را افزایش داد (Toscano *et al*., 2013). افزون بر، درختان تیمارشده با OMSW و کمپوست آن کیفیت روغن‌زیتون را با افزایش میزان فنل روغن بهبود بخشیده است (Proeitti *et al*., 2015). بنابراین، پسماندهای صنعتی غنی از کربن، مانند OMSW، ممکن است راه‌حل جالبی برای جلوگیری از تخریب خاک، حفظ و یا بهبود حاصلخیزی خاک و افزایش محصول باشند (Brunetti *et al*., 2005; Roig *et al*., 2006; Alburquerque *et al*., 2006) و نقش اساسی در حفظ بوم‌نظام (اکوسیستم) درخت زیتون بازی کنند. همچنین کاربرد این مواد آلی در نظام‌های کشاورزی خاکی نشان‌دهندهٔ بسته شدن چرخهٔ منابع پسماند است (Roig *et al*., 2006).

هدف از این پژوهش، مدیریت بهینهٔ دفع OMSW با کمپوست‌سازی، به‌منظور استفادهٔ سودمند از این کمپوست با به کار بردن در باغ‌های زیتون به‌عنوان یک کود آلی مناسب و بررسی تأثیر کمپوست بر کیفیت و کمیت روغن‌زیتون در مقایسه با کود دامی بود تا در مواردی از هدر رفتن این محصول جانبی با ارزش جلوگیری به‌عمل‌آمده و همچنین با استفاده از آن به‌عنوان یک کود آلی از آلودگی محیط‌زیست جلوگیری شود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در باغ زیتون مجتمع کشت و صنعت گیلان وابسته به اتکا، در منطقهٔ منجیل، استان گیلان اجرا شد. برای این منظور از دو رقم زیتون زرد و روغنی که رقم‌های غالب استان گیلان هستند، استفاده شد. درختان آزمایشی که به فاصلهٔ ۶×۸ کاشته شده بودند، از نظر ارتفاع، سن (ده ساله)، شرایط تغذیه‌ای و میزان آبیاری تا حدودی یکنواخت بودند. وضعیت تغذیه‌ای مناسبی داشتند و هیچ‌گونه نشانه‌ای از آفات و بیماری نداشتند.

آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی اجرا شد. عامل اصلی شامل سه سطح کمپوست OMSW (۱۲، ۲۴ و ۳۶ کیلوگرم به ازای هر درخت) و یک سطح کود دامی (۱۵ کیلوگرم به ازای هر درخت) به‌عنوان شاهد بود و دو رقم زیتون زرد و روغنی به‌عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. تیمارها در سه تکرار (هر تکرار شامل دو درخت به‌عنوان واحد آزمایشی) در طی یک سال اجرا شدند و نتایج آزمایش در طی دو سال بررسی شد. درنهایت داده‌های به‌دست‌آمده توسط نرم‌افزار SAS ارزیابی شدند. تفاوت‌های معنی‌دار بین تیمارها با تجزیهٔ واریانس، با استفاده از آزمون توکی (Tukey) تعیین شد و تفاوت معنی‌دار بین میانگین‌ها در سطح $P<۰/۰۵$ محاسبه شد.

ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و کمپوست

پیش از انجام آزمایش برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک باغ محل انجام آزمایش در عمق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متری بررسی و نتایج در جدول ۱ خلاصه شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود بافت خاک در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر لومی و در عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متری لومی رسی است و خاک از نظر مواد آلی، کربن آلی و نیتروژن بسیار فقیر است. بنابراین کاربرد مادهٔ آلی برای جبران کمبود کربن آلی به‌منظور تأثیر غیرمستقیم بر بهبود عملکرد و کیفیت روغن میوهٔ زیتون انجام شد.

ویژگی‌های شیمیایی کمپوست OMSW (بر پایهٔ وزن خشک) که درختان توسط آن تیمار شدند عبارت بود از: درصد مواد آلی (۴۱/۲۲)، درصد کربن آلی (۲۸/۷۲)، نیتروژن (۱/۳۳)، فسفر (۰/۰۹)، پتاسیم (۱/۰۹)، کلسیم (۰/۸۶)، منیزیم (۰/۱۴)، آهن (۴۴۱)، روی (۴۵/۳)، منگنز (۳۲) و pH (88/6) EC (22/4)، نسبت کربن به نیتروژن (۱۷/۹۶)، مس (۷/۵) و کادمیوم (۱>). یادآوری می‌شود که عنصرهای غذایی پرمصرف و کم‌مصرف به ترتیب برحسب درصد و میلی‌گرم بر کیلوگرم و EC برحسب $ms\ cm^{-1}$ بیان شده‌اند.

جدول ۱. برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در محل انجام آزمایش

Table 1. Some physical and chemical properties of soil in the experimental site

Soil depth	Texture	EC ($ms\ cm^{-1}$)	pH	%O.M	%O.C	%N	P (ppm)	K (ppm)
0-30 cm	Loam	5.76	7.06	0.017	0.01	0.001	3.3	290
30-60 cm	Clay-Loam	4.44	7.12	0	0	0	1.3	180

Archive of SID

www.SID.ir

اعمال تیمارها

در اواخر زمستان ۱۳۹۲، بسته به نوع تیمار، مقادیر متفاوتی کمپوست OMSW (۲/۵، ۵ و ۷/۵ تن در هکتار) یا به عبارتی ۱۲، ۲۴ و ۳۶ کیلوگرم کمپوست به ازای هر درخت، همراه با کود شیمیایی مورد نیاز درختان که بنا بر نتایج تجزیهٔ عنصرهای خاک و گیاه تعیین و برای همهٔ درختان تحت تیمار یکسان بود (۷۵۰ گرم سولفات پتاسیم، ۷۵۰ گرم سوپرفسفات تریپل، ۱۵۰۰ گرم اوره، افزون بر ۷۵۰ گرم اوره را به‌صورت سرک در تیرماه دریافت کرده بودند) درون دو چاله‌ای که در فاصلهٔ ۰/۵ متری از تنهٔ درخت حفر شده بودند (چالکود)، ریخته شد. درختان شاهد ۱۵ کیلوگرم کود دامی همراه با مقادیر یکسان کود شیمیایی به‌صورت چالکود دریافت کردند.

برداشت میوه، استخراج روغن و ارزیابی کمیت و کیفیت روغن

میوه‌ها تا حدودی در نیمهٔ آبان ماه و هنگامی برداشت شدند که درصد روغن در وزن تر چند تودهٔ زیتون در این منطقه به بالاتر از ۱۴ درصد رسیده بود که در این زمان شاخص رسیدگی میوه برای رقم روغنی محلی ۴/۸۵ و ۴/۴۱ و برای رقم زرد ۱/۷۲ و ۱/۹۸ به ترتیب در سال اول و دوم بود. برای تعیین شاخص رسیدگی میوه‌ها، از رابطهٔ ارائه‌شده توسط مؤسسهٔ ملی تحقیقات کشاورزی اسپانیا استفاده شد، برای این منظور یک نمونهٔ صدتایی میوه از نقاط مختلف درختان تحت تیمار به‌طور تصادفی برداشت شد، آنگاه شاخص رسیدگی میوه‌ها بر پایهٔ رابطهٔ ارائه‌شده محاسبه شد. روغن‌کشی میوه‌ها برای بررسی کیفیت روغن، توسط دستگاه روغن‌کشی مکانیکی آزمایشگاهی مدل (France Oliomio GOLD) ساخت کشور فرانسه در آزمایشگاه ایستگاه تحقیقاتی زیتون رودبار انجام شد. روغن‌های استحصالی پس از ته‌نشین شدن آب احتمالی، صاف شده و در بطری‌های تیره نگهداری شدند.

برای اندازه‌گیری درصد روغن در وزن خشک خمیر میوه) از روش تغییر داده‌شده Banat *et al.* (2013) توسط دستگاه سوکسله استفاده شد. صفات کیفی روغن از جمله، اسیدهای چرب آزاد (FFA)، ارزش پراکسید (PV)، ضریب خاموشی مخصوص در دو طول‌موج ۲۳۲ و ۲۷۰ نانومتر (K_{232} و K_{270}) بنابر مقررات مشترک جامعهٔ اروپا (EEC/2568/91) انجام گرفت. میزان سبزینه (کلروفیل) و کاروتنوئید کل روغن توسط روش تغییر داده‌شده Minguez-Mosquera *et al.* (1991) انجام شد. استخراج ترکیب‌های فنلی روغن‌زیتون برابر روش تغییر داده‌شده Hashempuor (2010a) انجام شد. میزان فنل کل عصاره-ها با استفاده از روش فولین سیکالچو[1] ارائه‌شده توسط Gutfinger (1981) تعیین شد. فلاونوئید کل عصاره‌ها برابر روش Du *et al.* (2009) با کمی تغییر اندازه‌گیری شد و ظرفیت پاداکسندگی (آنتی‌اکسیدانی) عصاره‌ها از راه فعالیت خنثی‌کنندگی رادیکال آزاد ۲ و ۲ دی‌فنیل۱- پیکریل هیدرازیل (DPPH) توسط روش تغییر داده‌شده Brand Williams *et al.* (1995) تعیین شد.

نتایج و بحث

تأثیر کمپوست و رقم بر درصد روغن و برخی ویژگی‌های کیفی روغن

نتایج مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد، بین درصد روغن سطوح مختلف کمپوست OMSW و تیمار شاهد (کود دامی ۱۵ کیلوگرم به ازای هر درخت) تفاوت معنی‌داری در سال اول وجود نداشت، اما در سال دوم درصد روغن درختانی که ۳۶ کیلوگرم کمپوست OMSW دریافت کردند، بیشتر بود و با شاهد اختلاف معنی‌داری نشان دادند (جدول ۲). درواقع عملکرد روغن T_3 (۳۶ کیلوگرم کمپوست) نسبت به شاهد ۵/۷۱ درصد افزایش یافت. بنابراین، با توجه به آمار اخیر تولید روغن‌زیتون (۶۵۰۰ تن) در ایران (IOC, 2016) و وضعیت ضعیف خاک باغ‌های زیر کشت زیتون کشور از نظر مواد آلی (کمتر از ۱ درصد) که به‌طور مستقیم و غیرمستقیم وضعیت تغذیهٔ گیاه، رشد و تولید محصول را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Bazargan & Myrzashahy, 2015)، کاربرد ۳۶ کیلوگرم کمپوست به ازای هر درخت (کاربرد مادهٔ آلی بیشتر در خاک) می‌تواند تولید بالقوهٔ روغن که بخشی از محصول است را به‌طور شایان‌توجهی (۳۷۱ تن در سال) نسبت به شاهد افزایش دهد.

1. Folin–Ciocalteu

Archive of SID

www.SID.ir

کیفیت روغن‌زیتون متأثر از ترکیب‌های شیمیایی تشکیل‌دهندهٔ آن است که خود تحت تأثیر رقم، مرحلهٔ رسیدگی میوه، اقلیم، موقعیت جغرافیایی، مدیریت آبیاری و تغذیه قرار می‌گیرد (Garica, 1996; Boskou, 1996; Lanteri *et al*., 2002; Hashempur, 2010a). نتایج این پژوهش نشان داد، تفاوت معنی‌داری بین درختان تیمارشده با کمپوست OMSW و شاهد (کود دامی ۱۵ کیلوگرم به ازای هر درخت) از نظر اسیدهای چرب آزاد، K_{232} روغن‌زیتون در سال اول پس از اعمال تیمارها مشاهده نشد، اما کمترین ارزش پراکسید روغن و K_{270} به ترتیب در درختانی که ۲۴ کیلوگرم کمپوست OMSW دریافت کردند و شاهد مشاهده شد. در سال دوم پس از تیمار کمپوست تفاوت معنی‌داری بین تیمارها از نظر K_{232} و K_{270} وجود نداشت، اما ارزش پراکسید درختانی که ۲۴ و ۳۶ کیلوگرم کمپوست دریافت کردند کمترین میزان بود، هرچند با شاهد اختلاف چندانی نداشت اما با تیمار ۱۲ کیلوگرم اختلاف معنی‌داری نشان داد. همین‌طور در سال دوم کمترین اسید چرب آزاد در تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۲).

بنابراین نتایج آزمون کیفیت روغن در طی دو سال پس از اعمال تیمارهای آزمایش نشان داد، کمپوست تفالهٔ زیتون نه تنها تأثیر منفی بر کیفیت روغن‌زیتون نداشته است، بلکه در هر دو سال و در همهٔ تیمارها روغن‌زیتون تولیدی از نظر اسیدهای چرب آزاد، ارزش پراکسید، K_{232} و K_{270} در محدودهٔ استانداردهای روغن‌زیتون طبیعی فوق ممتاز بنا بر استانداردهای کمسیون مشترک جامعهٔ اروپا و شورای بین‌المللی روغن‌زیتون، قرار داشت (EEC, 2003; Codex alimentarius, 2015).

نتایج مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد، بین درصد روغن، اسیدهای چرب آزاد، پراکسید و جذب در منطقهٔ فرابنفش یا ضریب خاموشی (K_{270}) روغن رقم‌های زرد‘ و روغنی‘ تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد وجود داشت (جدول ۳). در سال اول رقم روغنی درصد روغن بیشتری نسبت به رقم زرد داشت، اما در سال دوم رقم زرد ۴/۷۸ درصد نسبت به رقم روغنی از نظر درصد روغن برتری نشان داد. بیشتر بودن درصد روغن در مادهٔ خشک رقم روغنی نسبت به رقم زرد در غرب ایران پیشتر نیز گزارش شد، اما در برخی سال‌ها تفاوت معنی‌داری بین این دو رقم وجود نداشته است (Arji, 2015). در گزارش نتایج بررسی دیگری بین رقم‌های زرد و روغنی با شاخص‌های رسیدگی به نسبت همسان رقم زرد درصد روغن بیشتری نسبت به رقم روغنی داشت (Rostami Ozumachuluei, 2013).

ارزش پراکسید روغن در رقم زرد نسبت به رقم روغنی بیشتر بود، اما اسیدهای چرب آزاد، K_{232} و K_{270} روغن در رقم زرد کمتر از رقم روغنی بود و این روند در هر دو سال آزمایش مشاهده شد (جدول ۳). نتایج این آزمایش با نتایج تحقیقات پیشین (Rostami-Ozumachuluei, 2013) نیز همخوانی داشت، بدین‌گونه که دریافت بین دو رقم زرد و روغنی با شاخص‌های رسیدگی نزدیک به هم در منطقهٔ رودبار، رقم زرد ارزش پراکسید بیشتر و اسیدهای چرب آزاد کمتری نسبت به رقم روغنی داشت. همچنین کمتر بودن اسیدهای چرب آزاد، K_{232} و K_{270} در روغن رقم زرد در منطقهٔ کازرون نسبت به رقم روغنی با شاخص رسیدگی به نسبت همسان نیز در نتایج بررسی دیگری گزارش شد (Hashempour, 2010b). افزون به میزان بیشتر اسیدهای چرب آزاد رقم روغنی نسبت به رقم زرد با شاخص‌های رسیدگی به نسبت همسان در آزمایش دیگری در منطقهٔ شمال کشور نیز گزارش شد (Turani, 2014). به‌طورکلی، هر دو رقم کیفیت روغن بالایی بر پایهٔ استانداردهای جهانی داشتند.

تأثیر کمپوست و رقم بر ترکیب‌های پاداکسندگی روغن

نتایج مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد، میزان فنل کل روغن در تیمار شاهد کود دامی در سال اول با اختلاف معنی‌داری بیشتر از تیمارهای ۱۲ و ۲۴ کیلوگرم کمپوست بود و در سال دوم با اینکه با افزایش میزان کمپوست میزان فنل کل روغن نیز افزایش یافت، اما تفاوت معنی‌داری با تیمار کود دامی نشان نداد (جدول۴). به‌طورکلی، درختان تیمارشده با کود دامی و سطوح مختلف کمپوست در هر دو سال کیفیت روغن بالایی از نظر فنل کل داشتند و از نظر طبقه‌بندی روغن‌زیتون بر پایهٔ میزان فنل در بالاترین طبقه (≥۴۰۰) قرار گرفتند (Mailer & Beckingham, 2006).

Archive of SID

www.SID.ir

کیفیت روغن درختان تیمارشده با ۲۴ و ۳۶ کیلوگرم کمپوست در سال اول نسبت به درختان تیمارشده با کود دامی از نظر فلاونوئید کل روغن با اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد برتری نشان داشتند، اما در سال دوم تفاوت معنی‌داری بین تیمارها از نظر فلاونوئید کل روغن مشاهده نشد (جدول ۴).

در سال اول و دوم پس از اعمال تیمار، تفاوتی بین کیفیت روغن درختان تیمارشده با کمپوست و کود دامی از نظر نسبت سبزینه به کاروتنوئید مشاهده نشد، با اینکه میزان سبزینه و کاروتنوئید کل درختان تیمار شده با کود دامی در هر دو سال بیشتر از تیمارهای دیگر بود (جدول ۴). نتایج همچنین نشان داد، در سال دوم درختان که ۱۲ و ۲۴ کیلوگرم کمپوست دریافت کرده بودند، به‌طور معنی‌داری فعالیت پاداکسندگی روغن بیشتری نسبت به شاهد داشتند (جدول ۴). به‌طورکلی، سطوح مختلف کاربرد کمپوست نه تنها تأثیر منفی بر میزان و فعالیت پاداکسندگی روغن‌زیتون نداشت، بلکه گاهی باعث بهبود کیفیت پاداکسندگی نیز شده است (Nasini *et al.*, 2013).

نتایج مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد، میزان فنل کل، فلاونوئید کل، سبزینهٔ کل و کاروتنوئید کل روغن در رقم 'روغنی' نسبت به 'رقم زرد' به‌طور معنی‌داری در هر دو سال بیشتر بود، اما نسبت سبزینه به کاروتنوئید کل روغن در رقم روغنی در هر دو سال کمتر از رقم زرد بود و از نظر ظرفیت پاداکسندگی روغن اختلاف معنی‌داری بین دو رقم در سال اول و دوم پس از اعمال تیمار مشاهده نشده است (جدول ۵).

در هماهنگی با یافته‌های این پژوهش گزارش‌های دیگری هم وجود دارد که نشان می‌دهد، رقم روغنی میزان فنل کل روغن بیشتری نسبت به رقم زرد در شاخص‌های رسیدگی به نسبت همسان دارد (Hashempour, 2010b; Rostami- Ozumachuluei, 2013; Turani, 2014). که بالاتر بودن میزان فنل کل این رقم را به ویژگی‌های ژنتیکی رقم نسبت دادند. همچنین میزان فنل کل روغن‌زیتون در این آزمایش با محدودهٔ یادشده توسط محققان پیشین (Fernández-Hernández *et al.*, 2014; Proietti *et al.*, 2015) همخوانی داشت. افزون بر این بر پایهٔ طبقه‌بندی Mailer & Beckingham (2006) میزان فنل کل روغن‌زیتون هر دو رقم بسیار بالا بوده است.

جدول ۲. تأثیر سطوح مختلف کمپوست پسماند کارخانهٔ روغن‌کشی زیتون بر درصد روغن و برخی ویژگی‌های کیفی روغن‌زیتون

Table 2. Effect of olive-mill solid wastes (OMSW) compost on oil percentage and oil quality charaeteresticsof olive oil

Treatments	%Oil (dry mater)	Free fatty acids (% Oleic acid)	Peroxide value (meq O_2/kg Oil)	K_{232}	K_{270}
2014					
T_0	47.52 ^{a}	0.63 ^{a}	10.72 ^{ab}	1.75 ^{a}	0.16 ^{b}
T_1	48.06 ^{a}	0.61 ^{a}	9.47 ^{bc}	1.73 ^{a}	0.20 ^{a}
T_2	50.90 ^{a}	0.65 ^{a}	8.70 ^{c}	1.79 ^{a}	0.18 ^{ab}
T_3	47.12 ^{a}	0.64 ^{a}	11.47 ^{a}	1.80 ^{a}	0.18 ^{ab}
2015					
T_0	48.29 ^{b}	0.34 ^{b}	7.33 ^{ab}	2.13 ^{a}	0.19 ^{a}
T_1	49.65 ^{ab}	0.40 ^{a}	8.07 ^{a}	1.94 ^{a}	0.17 ^{a}
T_2	53.49 ^{ab}	0.39 ^{ab}	6.47 ^{b}	2.05 ^{a}	0.19 ^{a}
T_3	54.00 ^{a}	0.38 ^{ab}	6.47 ^{b}	2.02 ^{a}	0.18 ^{a}
AREVOO	-	≤0.8	≤20	≤2.5	≤0.22
ARVOO	-	≤2	≤20	≤2.6	≤0.25

* در هر سال، میانگین‌های هر ستون با حرف‌های همسان تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد نداشتند.

For each year, means in each column followed by the same letter are not significantly different at P <0.05.

* T_0 (Control) =15 Kg Sheep manure/Tree, T_1=12 Kg Compost/Tree, T_2=24 Kg Compost/Tree, T_3=36 Kg Compost/Tree, AREVOO =Acceptable Range for Extra Virgin Olive Oil (EEC, 2003) & ARVOO= Acceptable Range for Virgin Olive Oil (EEC, 2003)

جدول ۳. مقایسهٔ درصد روغن و ویژگی‌های کیفی روغن دو رقم زیتون در سال اول و دوم پس از تیمار

Table 3. The comparison of oil percentage and oil quality characterestics of two olive cultivars in first and second year after treatment

	Maturity index	%Oil (dry mater)	Free fatty acids (% Oleic acid)	Peroxide value (meq O_2/kg Oil)	K_{232}	K_{270}
2014						
Zard	1.72	45.09 ^{b}	0.31 ^{b}	11.98 ^{a}	1.68 ^{a}	0.12 ^{b}
Roughani	4.85	51.72 ^{a}	0. 94 ^{a}	8.19 ^{b}	1.86 ^{a}	0.24 ^{a}
2015						
Zard	1.98	53.75 ^{a}	0.22 ^{b}	9.30 ^{a}	1.96 ^{a}	0.16 ^{b}
Roughani	4.41	48.97 ^{b}	0.53 ^{a}	4.87 ^{b}	2.09 ^{a}	0.21 ^{a}
AREVOO	-	-	≤0.8	≤20	≤2.5	≤0.22
ARVOO	-	-	≤2	≤20	≤2.6	≤0.25

* در هر سال میانگین‌ها هر ستون با حرف‌های همسان بدون تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر پایهٔ آزمون توکی را نشان می‌دهد.

For each year, means in each column followed by the same letter are not significantly different at P <0.05 based on Tukey's test.

* AREVOO= Acceptable Range for Extra Virgin Olive Oil (EEC, 2003) & ARVOO= Acceptable Range for Virgin Olive Oil (EEC, 2003)

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴. تأثیر سطوح مختلف کمپوست پسماند زیتون در مقایسه با کود گوسفندی بر فعالیت‌های پاداکسندگی روغن‌زیتون در سال اول و دوم پس از تیمار

Table 4. Effect of different levels of olive waste composted compared to sheep manure on the antioxidant activities of olive oil in the first and second year after the treatment

	Total Phenol (mg /Kg)	Total Flavonoid (mg /Kg)	Chlorophyll (mg/Kg)	Carotenoid (mg/Kg)	Chlorophyll/ Carotenoid	Antioxidant capacity (DPPH Sc %)
2014						
T_0	552.04 [a]	185.89 [b]	1.67 [a]	1.04 [a]	1.62 [a]	27.45 [a]
T_1	519.90 [c]	140.99 [b]	1.53 [a]	1.00 [a]	1.52 [a]	28.78 [a]
T_2	526.75 [bc]	274.75 [a]	1.40 [b]	0.89 [a]	1.59 [a]	22.08 [b]
T_3	544.90 [ab]	200.76 [a]	1.37 [b]	0.88 [a]	1.57 [a]	23.52 [ab]
2015						
T_0	410.51 [a]	452.61 [a]	1.80 [a]	0.92 [a]	1.96 [a]	28.91 [b]
T_1	438.16 [a]	503.31 [a]	1.42 [bc]	0.74 [bc]	1.93 [a]	34.36 [a]
T_3	460.94 [a]	423.03 [a]	1.27 [c]	0.68 [c]	1.89 [a]	32.66 [a]
T_4	475.59 [a]	476.36 [a]	1.54 [b]	0.82 [ab]	1.89 [a]	29.03 [b]

* در هر سال، میانگین‌های هر ستون با حرف‌های همسان تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد نداشتند.

* For each year, means in each column followed by the same letter are not significantly different at P <0.05

* T_0 (Control) =15 Kg Sheep manure/Tree, T_1=12 Kg Compost/Tree, T_2=24 Kg Compost/Tree, T_3=36 Kg Compost/Tree, AREVOO =Acceptable Range for Extra Virgin Olive Oil (EEC, 2003) & ARVOO= Acceptable Range for Virgin Olive Oil (EEC, 2003)

جدول ۵. مقایسهٔ فعالیت پاداکسندگی روغن دو رقم زیتون طی یک و دو سال پس از تیمار

Table 5. The comparison of antioxidant activity of oil of the two olive cultivars during one and two years after treatment

	Maturity index	Total Phenol (mg GAE/Kg oil)	Total Flavonoid (mg CAT/Kg oil)	Antioxidant capacity (DPPH Sc %)	Chlorophyll (mg/Kg oil)	Carotenoid (mg/Kg oil)	Chlorophyll/ Carotenoid
2014							
Zard	1.72	462.03 [b]	143.99 [b]	25.48 [a]	1.23 [b]	0.75 [b]	1.64 [a]
Roughani	4.85	609.76 [a]	190.54 [a]	25.43 [a]	1.75 [a]	1.15 [a]	1.51 [b]
2015							
Zard	1.98	373.08 [b]	425.53 [b]	28.67 [a]	1.43 [a]	0.71 [b]	2.03 [a]
Roughani	4.41	519.52 [a]	502.12 [a]	23.61 [a]	1.58 [a]	0.87 [a]	1.81 [b]

* در هر سال، میانگین‌های هر ستون با حرف‌های همسان تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد نداشتند.

* For each year, means in each column followed by the same letter are not significantly different at P<0.05.

به‌طورکلی، نسبت سبزینهٔ کل به کاروتنوئید کل در روغن نشان‌دهندهٔ رنگ سبزتر و یا به عبارتی بازارپسندی روغن‌زیتون است. نسبت سبزینهٔ کل به کاروتنوئید کل روغن در رقم 'زرد' با اختلاف معنی‌داری در هر دو سال بیشتر از رقم 'روغنی' بود، هرچند رقم روغنی در هر دو سال سبزینه و کاروتنوئید کل بیشتری نسبت به رقم 'زرد' داشت. بالاتر بودن سبزینه و کاروتنوئید کل روغن در رقم روغنی نسبت به رقم 'زرد' در شاخص‌های رسیدگی نزدیک به هم در منطقهٔ کازرون (Hashempuor, 2010b) و همچنین در منطقهٔ رودبار (Rostami-Ozumachuluei, 2013) گزارش شده است. بنابراین، رقم زرد از نظر نسبت بین این رنگیزه‌ها بازارپسندی بهتری نسبت به رقم روغنی داشت.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد، رقم 'زرد' افزایش ۸/۶۶ درصدی میزان روغن در مادهٔ خشک در سال دوم پس از کاربرد کمپوست نسبت به سال اول تولید کرده است. در بین تیمارها، کاربرد ۳۶ کیلوگرم کمپوست تفالهٔ زیتون میزان روغن را نسبت به شاهد ۵/۷۱ درصد افزایش داد. کاربرد کمپوست تفالهٔ زیتون نه تنها تأثیر منفی بر کیفیت روغن‌زیتون در مقایسه با تیمار کود دامی (شاهد) در طی هر دو سال آزمایش نداشته است، بلکه در سال دوم از نظر اسیدهای چرب آزاد، ارزش پراکسید، K_{232} و K_{270} در محدودهٔ روغن‌زیتون طبیعی فوق ممتاز قرار گرفت. افزون بر، میزان فلاونوئید کل روغن شاهد در سال اول با اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد کمتر از تیمار کمپوست بود. با توجه به نبود کاهش کیفیت روغن و قرار داشتن آن در حد روغن طبیعی فوق ممتاز، می‌توان کاربرد ۳۶ کیلوگرم کمپوست به ازای هر درخت برای دستیابی به عملکرد بالاتر روغن پیشنهاد کرد. بنابراین، کمپوست کردن پسماندهای جامد کارخانه‌های روغن‌کشی زیتون و افزودن آن به خاک باغ زیتون را می‌تواند یک روش سازگار با محیط‌زیست برای بازیافت این مادهٔ آلی به شمار آورد بدون آنکه تأثیر سویی بر کیفیت و عملکرد روغن‌زیتون داشته باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

REFERENCES

1. Abu-El-Shar, W.Y., Gharaibeh, S.H. & Kofahi, M.M. (1999). Removal of selected heavy metals from aqueous solutions using a solid by-product from the Jordanian oil shale refining. *Environmental Geology*, 39, 113-116.
2. Alburquerque, J. A., Gonzalvez, J., Garcia, D. & Cegarra, J. (2006). Composting of a solid olive-mill by product (‘alperujo’) and potential of the resulting compost for cultivating pepper under commercial conditions. *Waste Management*, 26, 620-626.
3. Arji, I. (2015). Determining of growth and yield performance in some olive cultivars in warm conditions. *Biological Forum – An International Journal*, 7(1), 1865-1870.
4. Banat, F., Pal, P., Jwaied, N. & Al-Rabadi, A. (2013). Extraction of olive oil from olive cake using Soxhlet apparatus. *American Journal of Oil and Chemical Technologies*,1, 2326-6589.
5. Bazargan, K. & Myrzashahy, K. (2015). *Management of soil organic matter.* Soil and Water Research Institute. (in Farsi)
6. Boskou, D. (1996). Olive oil: *Chemistry and technology*. 45-50.
7. Brand-Williams, W., Cuvelier, M. & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Food Science and Technology*, 28, 25-30.
8. Brunetti, G., Plaza, C. & Senesi, N. (2005). Olive pomace amendment in Mediteranean conditions: effect on soil and humic acid properties and wheat (*Triticum turgidum* L.) yield. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 6730-6736.
9. Cayuela, M. L., Bernal, M. P. & Roig, A. (2004). Composting olive mill waste and sheep manure for orchard use.*Compost Science and Utilization*, 12, 130-136.
10. Chen, Y., De Nobili, M. & Aviad, T. (2004). 4 Stimulatory effects of humic substances on plant growth. *Soil Organic Matter In Sustainable Agriculture*, 103, 131-165.
11. Codex alimentarius. (2015). standard for olive oils and olive pomace oils codex standard 33-1981. Formerly CAC/RS 33-1970. Adopted in 1981. Revisions in 1989, 2003 and 2015. Amendment in 2009, 2013. *International Food Standardes*, 4.
12. Dally, B. & Mullinger, P. (2002). Utilization of olive husks for energy generation: A feasability study.final report, SENRAC Grant 9/00. South Australian State Energy Research Advisory Committee. 1-17.
13. Du, G., Li, M., Ma, F. & Liang D. (2009). Antioxidant capacity and the relationship with polyphenol and vitamin C in Actinidia fruits. *Food Chemistry*, 131, 557-562.
14. EEC (European Economic Community). (2003). Characteristics of olive and olive pomace oils and their analytical methods. EEC Regulation 1989/2003. *Official Journal of the European Communities*, 295, 57-66.
15. El-Darier, S. M., Ahmed, H. A., Razik, M. S. A. E.l. & Allam, M. E. S. (2015) .Detoxification of Olive-mill Solid Waste and its Probable Application as Organic Fertilizer. *Journal of Fertilizers and Pesticides*, 6(2), 154-169.
16. El-Sheikh, A. H., Sweileh, J. A. & Saleh, M. I. (2009). Partially pyrolyzed olive pomace sorbent of high permeability for preconcentration of metals from environmental waters. *Journal of Hazardous Materials*, 169, 58-64.
17. Fernández-Hernández, A., Roig, A., Serramiá, N., García-Ortiz Civantos, C. & Sánchez-Monedero, M.A. (2014). Application of compost of two-phase olive mill waste on olive grove: Effects on soil, olive fruit and olive oil quality. *Waste Management*, 34, 1139-1147.
18. García, J. M., Seller, S. & Pérez-Camino, M. C. (1996). Influence of fruit ripening on olive oil quality. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 44* (11), 3516-3520.
19. García-Ruiz, R., Ochoa, M. V., Hinojosa, M. B. & Gómez-Muñoz, B. (2012). Improved soil quality after 16 years of olive mill pomace application in olive oil groves. *Agronomy for Sustainable Development*, 32(3), 803-810.
20. Gharaibeh, S. H., Abu-El-Shar, W. Y. & Kofahi, M. M. (1998). Removal of selected heavy metals from aqueous solutions using processed solid residue of olive mill products. *Water Research*, 32, 498-502.
21. Gutfinger, T. (1981). Polyphenols in olive oils. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 58, 966-968.
22. Hashempuor, A., Fotoohi Qhazvini, R., Bakhsi, D. & Asadi, S. S. (2010a). Effect of Kazeroon climate on quality indexes of olive oil (*Olea europaea* L.) Zard, Roughani and Mary cultivars. *Iranian Journal of Horticultural Sciences*, 41(1), 47-53. (in Frsi)
23. Hashempour, A., Fotouhi Ghazvini, R., Bakhshi, D., Aliakbar, A., Papachatzis, A. & Kalorizou, H. (2010b). Characterization of Virgin Olive Oils (*Olea Europaea L.*) from Three Main Iranian Cultivars, ‘Zard’, ‘Roghani’ and ‘Mari’ in Kazeroon Region. *Biotechnology and Biotechnological Equipment*, 24, 4, 2080-2084.

Archive of SID

www.SID.ir

24. Huang, P. M. (2000). *Abiotic catalysis.* In: Sumner, M.E. (Ed.), Handbook of Soil Science. CRC Press, Boca Raton, Florida, 303-332.
25. IOC (International Olive Council). (2016). Olive growing in Iran. No, 103.
26. Lanteri, S., Armanno, C., Perri, E. & Paloplo, A. (2002). Study of oils from calabrian olive cultivars by chemometric method. *Food Chemistry*, 76, 501-507.
27. Linares, A., Caba, J. M., Ligero, F., de la Rubia, T. & Martı´nez, J. (2003). Detoxification of semisolid olive-mill wastes and pine-chip mixtures using Phanerochaete flavido-alba. *Chemosphere*, 51, 887-891.
28. López-Piñeiro, A. Albarrán, A. Nunes, J. M. & Barreto C. (2008). Short and medium-term effects of two-phase olive mill waste application on olive grove production and soil properties under semiarid mediterranean conditions. *Bioresource Technology*, 99(17), 7982-7987.
29. Mailer, R. & Beckingham, C. (2006). Testing olive oil quality: chemical and sensory methods. Published by NSW Department of Primary Industries. State of New South Wales. From www.dpi.nsw.gov.au/primefacts
30. Mameri, N., Aiouechi, F., Bethocine, D., Grib, H., Lounici H., Piron, D.L. & Yahiat, Y. (2000). Preparation of activated carbon from olive mill solid residue. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 75, 625-631.
31. Minguez-Mosquera, M. L., Rejano, L. Gandul, B., Sanchez, A. H. & Garrido, J. (1991). Colour pigment correlation in virgin olive oil. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 68, 322-337.
32. Muktadirul Bari Chowdhury, A. K. Md., Akratos, Ch. S., Vayenas, D. V. & Pavlou, S. (2013). Olive mill waste composting: A review. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 85, 108-119.
33. Nasini, L., Gigliotti, G., Balduccini, M. A., Federici, E., Cenci, G. & Proietti, P. (2013). Effect of solid olive-mill waste amendment on soil fertility and olive (*Olea europaea* L.) tree activity. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 164, 292-297.
34. Niaounakis, M. & Halvadakis, C. P. (2006). *Olive processing waste management literature review and patent survey*, 2nd ed. Elsevier Ltd., Kidlington, Oxford.
35. Pagnanelli, F., Viggi, C., & Toro, L. (2010). Development of new composite biosorbents from olive pomace wastes. *Applied Surface Science*, 256, 5492-5497.
36. Pal, S., Bollag, J.-M. & Huang, P. M. (1994). Role of abiotic and biotic catalysts in the transformation of phenolic compounds through oxidative coupling reactions. Soil Biology and Biochemistry, 26, 813-820.
37. Pe´rez, J., De La Rubia, T., Moreno, J. & Martı´nez, J. (1992). Phenolic content and antibacterial activity of olive oil waste waters. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 11, 489-495.
38. Piotrowska, A., Iamarino, G., Rao, M. A. & Gianfreda, L. (2006). Short-term effects of olive mill waste water (OMW) on chemical and biochemical properties of a semiarid Mediterranean soil. *Soil Biology and Biochemistry*, 38, 600-610.
39. Proietti, P., Federici, E., Fidati, L., Scargetta, S., Massaccesi, L., Nasini, L., Regni, L., Ricci, A., Cenci, G. & Gigliotti, G. (2015). Effects of amendment with oil mill waste and its derived-compost on soil chemical and microbiological characteristics and olive (*Olea europaea L.*) productivity. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 207, 51-60.
40. Project CFC/IOOC/04 on the "*Recycling of vegetable water and olive pomace on agricultural land*" was set up by the Common Fund for Commodities (CFC) and the International Olive Council (IOC) for the benefit of four South and East Mediterranean olive growing countries: Algeria, Morocco, Tunisia and Syria.
41. Roig, A., Cayuela, M. L. & Sánchez-Monedero, M. A. (2006). An overview on olive mill wastes and their valorisation methods. *Waste Management*, 26(9), 960-969.
42. Rostami- Ozumachuluei, S. (2013). *Determination of the optimal stage for harvesting in some olive (Olea europea* L.*) cultivars based on oil quality and quantity*. M.Sc. thesis. Faculty of Agriculture Guilan University, Iran. (in Farsi)
43. Toscano, P., Casacchia, T., Diacono, M. & Montemurro, F. (2013). Composted olive mill by-products: Compost characterization and application on olive orchards. Journal of Agricultural Science and Technology, 15(3), 627-638.
44. Turani, Z. (2014). *Influence of mechanical damage at harvesting time and fruit maintenance period on olive oil quality of Zard and Roughani cultivars.* M.Sc. thesis. Faculty of Agriculture Guilan University, Iran. (in Farsi)
45. Vaughan, D., Malcom, R. E. & Ord, B. G. (1985). Influence of humic substances on biochemical processes in plants. In: Vaughan, D., Malcom, R. E. (Eds.), Soil Organic Matter and Biological Activit, Martinus Nijhoff/Junk W, Dordrecht, The Netherlands, 77-108.
46. Yaman, S., Sahan, M., Haykiri-acma, H., Seven, K. & Kücükbayrek, S. (2000). Production of fuel briquettes from olive refuse and paper mill waste. *Fuel Processing Technology*, 68, 23-31.

Archive of SID

www.SID.ir