تحقیقات آفات گیاهی
۱۴۰۰ -۱۱(۴): ۱ -۱۳

علمی پژوهشی

ارزیابی روند تغییرات کیفیت روغن زیتون در سطوح مختلف آلودگی به مگس میوه زیتون (*Bactrocera oleae* (Dip.: Tephritidae)

احمدرضا دادرس*، عارف معروف، مهدی طاهری، محمود عظیمی و عزیزاله عبدالهی

مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان زنجان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، زنجان، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۸/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۱/۲۴)

چکیده

مگس میوه زیتون یکی از مهم‌ترین آفات محصول زیتون در کشور است. نظر به اینکه میزان آسیب‌پذیری کیفیت روغن در ارقام مختلف متاثر از میزان آلودگی و زمان روغن‌کشی است، تحقیق حاضر با هدف بررسی تاثیر خسارت مگس زیتون روی کیفیت روغن زیتون رقم "Zard" در دوره ماندگاری آن، طی دو سال (۱۳۹۷ -۱۳۹۹) اجرا شد. تیمارهای مربوط به شاهد و ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ درصد آلودگی به مگس میوه زیتون به‌طور دستی تهیه شدند. سپس، شاخص‌های کیفی مهم روغن، از جمله ارزش پراکسید، اسیدیته و ضریب خاموشی K_{232} و K_{270} در نه مرحله زمانی به فاصله سه ماه اندازه‌گیری شد. آزمایش با استفاده از طرح آماری اندازه‌گیری‌های تکراری (Repeated Measures) با سه تکرار به انجام رسید. نتایج نشان داد اختلاف بین نمونه‌های با درصد آلودگی‌های مختلف، از لحاظ شاخص‌های پراکسید و اسیدیته معنی‌دار بود. همچنین، بین مراحل زمانی نمونه‌برداری در هر کدام از تیمارهای شاهد، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ درصد آلودگی به مگس زیتون اختلاف معنی‌دار مشاهده شد، اما در مقابل اختلاف بین نمونه‌ها برای ضرایب خاموشی طول موج‌های ۲۳۲ و ۲۷۰ معنی‌دار نبود. بر اساس نتایج به‌دست آمده، میزان اسیدیته پس از ۲۴ ماه، در نمونه با ۵۰ درصد آلودگی به مگس زیتون ۵۷/۵۸ درصد افزایش نشان داد و از لحاظ ارزش پراکسید، با افزایش قابل توجهی (افزایش بیش از ۱۳ برابر) همراه بود. لازم به ذکر است که مقدار شاخص پراکسید برای درصدهای آلودگی ۳۰، ۴۰ و ۵۰ درصد در مرداد ۹۹ و آبان ۹۹ بیش از حد مجاز استاندارد به دست آمد. نتایج این پژوهش بیانگر اختلاف‌های قابل توجه شاخص پراکسید بین نمونه‌های شاهد با نمونه‌های آلوده به مگس زیتون و همچنین، زمان‌های مختلف انبارداری می‌باشد، بنابراین هرچه آلودگی و مدت زمان انبارداری افزایش می‌یابد از کیفیت روغن زیتون کاسته می‌شود.

واژه‌های کلیدی: اسیدیته، زیتون، دوره ماندگاری، شاخص کیفی

* نویسنده مسئول: a.dadras@yahoo.com; a.dadras@areeo.ac.ir

مقدمه

زیتون با نام علمی (*Olea europaea* L.) متعلق به خانواده (*Oleaceae*) یک گیاه ویژه مناطق نیمه گرمسیری است. این درخت با پیشینه هزارساله در ایران یکی از مهم‌ترین محصولات کشاورزی بوده و همواره نقش مهمی در اقتصاد دارد. درخت زیتون در اقلیم مدیترانه‌ای با آب و هوای معتدل و زمستان‌های ملایم رشد و نمو می‌کند (Mohammadi and Vakili, 2007). سطح زیر کشت باغ‌های بارده و غیربارده در ایران تا سال ۱۳۹۸ (آبی و دیم) حدود ۷۷۳۸۲ هکتار بوده که ۵۷۳۵۳ هکتار بارده و ۱۹۸۴۹ هکتار غیربارده بوده و از این مقدار، ۱۵۸۳۷۸ تن میوه زیتون برداشت شد (Agricultural Statistics, 2019). مهم‌ترین فرآورده زیتون، روغن آن می‌باشد که تقریباً ۹۳ درصد تولید جهانی میوه فقط برای تهیه روغن زیتون به‌کار می‌رود (Darvishyian, 1997). عوامل متعدد مهمی نظیر ژنوتیپ، اقلیم منطقه، مرحله رسیدگی میوه و روش‌های استخراج روغن در میزان کیفیت روغن زیتون تاثیرگذار هستند (Banilas *et al*., 2005). دو عامل زمان برداشت و نگه‌داری مناسب میوه پس از برداشت در تعیین مقدار و کیفیت آن اهمیت به‌سزایی دارد. تعیین زمان مناسب برداشت زیتون از منطقه‌ای به منطقه دیگر با توجه به شرایط اقلیمی، زراعی و باردهی متفاوت می‌باشد (Hamedi *et al*., 2004). مگس میوه زیتون *Bactrocera oleae* (Rossi) یکی از مهم‌ترین آفات محصول زیتون در دنیا می‌باشد (Sharaf, 1980; Rice, 2000; Economopoulos, 2002)، که در سال ۱۳۸۳ از ایران گزارش شده است (Jafari and Rezaee, 2004) و هم‌اکنون در نقاط مختلف کشور بر حسب شرایط آب وهوایی، به محصول زیتون خسارت قابل توجهی وارد می‌نماید (Taghaddosi *et al*., 2015). این آفت تک‌میزبانه و چند نسلی است که به انواع اهلی و وحشی زیتون خسارت وارد می‌کند (Robinson *et al*., 1998). بررسی‌ها نشان داده است که ارقام روغنی و دو منظوره زیتون به دلیل برداشت دیر هنگام در همه نقاط استان‌های آلوده در معرض خسارت آفت می‌باشند. این دسته از ارقام زیتون به دلیل درصد روغن بالا بسیار مورد توجه مسئولین اجرایی در سطوح ملی و بین المللی بوده و روند اصلی در توسعه‌ی سطح زیر کشت متوجه این ارقام می‌باشد (Taghaddosi *et al*., 2015). آفت مگس میوه زیتون، همواره خسارت قابل‌توجهی در باغ‌های زیتون منطقه رودبار و طارم وارد می‌نماید. ارقامی که به‌منظور استخراج روغن، دیرهنگام برداشت می‌شوند، بیشتر در معرض خسارت آفت قرار گرفته و کیفیت روغن آنها می‌تواند دستخوش خسارت آفت قرار گیرد. در مطالعه حاضر دو عامل طول دوره انبارداری و میزان آلودگی به مگس میوه زیتون به عنوان دو عامل بالقوه در تاثیرگذاری در شاخص‌های کیفی روغن زیتون طی ۲۴ ماه مورد بررسی قرار گرفت.

ایانوتا (Iannota, 1990) طی بررسی رابطه بین زمان رسیدگی زیتون، رفتار مگس زیتون و کیفیت روغن در رقم "Carolea"، پنج شاخص کیفی روغن استحصالی از دو تیمار نمونه‌های میوه با آلودگی ۴۰ و ۳ درصد (برداشت‌شده از تاج درخت) و دو تیمار با آلودگی ۳۰ و ۸ درصد (برداشت‌شده از پای درخت) را ارزیابی نمود. نتایج نشان داد که پایان اکتبر (اوایل آبان) مناسب‌ترین زمانِ قابل‌توصیه برای برداشت زیتون است و تاخیر در آن سبب کاهش کیفی روغن می‌شود، به‌طوری‌که میزان کاهش کیفیت آن بسیار بالاتر از خسارت کیفی مگس زیتون است. این پژوهشگر دو نقطه اوج آلودگی میوه‌های زیتون روی درخت را به میزان‌های ۵۰ و ۳۰ درصد به‌ترتیب در اواخر اکتبر (اوایل آبان) و پایان نوامبر (اوایل آذر) بیان نمود، در حالی که برای میوه‌های پای درخت این مقادیر به‌ترتیب ۸۰ و ۶۰ درصد و در اکتبر (آبان) و نیمه‌ی دوم نوامبر (اوایل آذر) اتفاق می‌افتد.

پارلاتی و همکاران (Parlati *et al*., 1990) اثر سطوح مختلف آلودگی به مگس زیتون (۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد) را روی کیفیت روغن چهار رقم زیتون "Coratina"، "Leccino"، "Frantoio" و "Canino" در کنار یک شاهد برای هر رقم مطالعه و گزارش نمودند که در آلودگی ۸۰ تا ۱۰۰ درصد مقادیر پراکسید و اسیدیته به میزان ۵۰ تا ۶۰ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش داشت و تاثیر این مقدار افزایش‌ها، بین ارقام زیتون با یکدیگر متفاوت بود. در این تحقیق اگر چه میزان و ترکیب اسیدهای چرب

اشباع‌شده و ترکیبات پلی‌فنلی با افزایش درجه‌ی آلودگی افزایش یافت، ولی تفاوتی میان ارقام مشاهده نشد. جمع‌بندی این پژوهشگران نشان می‌دهد که آلودگی‌های بیش از ۲۰ درصد در ارقام مورد مطالعه، تغییر در میزان کیفیت روغن را به‌دنبال خواهد داشت.

در همین راستا، کیریاکیدیس و دورو (Kyriakidis and Dourou, 2002) تأثیر شرایط انبارداری و آلودگی به مگس زیتون را روی کیفیت روغن زیتون بررسی و نتیجه گرفتند که بیشترین دوره‌ی انبارداری (با شرایط ۲±۱۵ درجه سلسیوس) برای میوه‌های سالم قبل از استخراج روغن ۱۶ روز، و برای میوه‌های آلوده ۱۰ روز می‌باشد. در این تحقیق، رقم "Koroneiki" مورد استفاده قرار گرفت. پریرا و همکاران (Pereira *et al*., 2004) تاثیر پنج سطح آلودگی سه رقم زیتون به مگس زیتون (۰، ۱۲/۵، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ درصد) را روی کیفیت روغن تولیدی بررسی کرده و گزارش نمودند که در رقم "Verdeal Transmontana" بین مقادیر مربوط به شش شاخص، در رقم "Madural"چهار شاخص و در رقم "Cobrancosa" در سه شاخص از ۱۰ شاخص مورد بررسی اختلاف معنی‌دار مشاهده شد. این پژوهشگران رقم اخیر را از نظر پایداری نسبی شاخص‌های مورد بررسی نسبت به ارقام دیگر، رقم برتر معرفی نمودند.

گومز-کاراواکا و همکاران (Gómez-Caravaca *et al*., 2008) تاثیر حمله مگس میوه زیتون را روی خصوصیات کیفی روغن زیتون شامل اسیدیته، پراکسید، ترکیب اسیدهای چرب، درصد رطوبت، ترکیبات فنلی و پایداری در مقابل اکسید شدن بررسی کردند. این تحقیق روی روغن‌های بکر به‌دست آمده از زیتون‌هایی با میزان آلودگی متفاوت از کارخانه‌های صنعتی منطقه در ایتالیا انجام شد و نتایج نشان داد بین میزان آلودگی با اسیدیته و پراکسید رابطه مستقیم و با میزان ترکیبات فنلی و پایداری در مقابل اکسید شدن رابطه معکوس وجود دارد، ولی بین درصد آلودگی با میزان شکست ترکیبات فنلی رابطه معنی‌داری پیدا نشد. نوری و شیرازی (Nouri and Shirazi, 2010) در پژوهش خود اثر شش تاریخ نمونه‌برداری را در کیفیت و کمیت روغن زیتون رقم" Zard" در دو گروه آلوده به مگس زیتون و غیر آلوده مورد بررسی قرار دادند. این پژوهشگران گزارش کردند که بین نمونه‌های آلوده به مگس زیتون و شاهد تفاوت معنی‌داری از نظر میزان اسید اولئیک، اسیدیته و پراکسید مشاهده شده است؛ بدین ترتیب که در روغن زیتون نمونه‌های آلوده به آفت، میزان اسیدیته و پراکسید بالاتر از روغن زیتون حاصل از نمونه‌های سالم بود. همچنین، گوچی و همکاران (Gucci *et al*., 2012) اثر خسارت مگس زیتون بر کیفیت روغن زیتون رقم "Frantoio"را در مقادیر مختلف آلودگی به آفت مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد در نمونه‌های با ۱۰ درصد آلودگی و بدون آلودگی، میزان اسیدیته بدون اختلاف معنی‌دار بود و در نمونه‌های با آلودگی ۳۰ درصد میزان اسیدیته به‌شدت افزایش یافته بود. هم‌چنین، میزان پراکسید در نمونه‌های با ۱۰ و ۳۰ درصد آلودگی به‌طور معنی‌داری بیشتر از میزان آن در نمونه‌های فاقد آلودگی بود. همچنین، نمونه‌های استحصال شده روغن زیتون با درصدهای مختلف آلودگی به مگس میوه زیتون در شرایط مختلف انبارداری از نظر دما و روشنایی تا شش ماه پس از استحصال روغن مورد ارزیابی قرار گرفتند و نتایج نشان داد که اسیدهای آزاد در شرایط مختلف انبارداری و در مدت شش ماه انبارداری تغییر معنی داری پیدا نمی‌کند، ولی تغییرات در عدد پراکسید در طول دوره انبارداری و شرایط مختلف نوری و دمایی انبار معنی‌دار بود. در بررسی‌های انجام شده توسط معروف و همکاران (Marouf *et al*., 2017) مشخص شد که در ارقامی از زیتون مانند رقم "Zard" و "Mari" می‌توان آلودگی تا حدود ۲۰ درصد را تحمل نمود، بدون اینکه اثر نامطلوبی روی شاخص‌های کیفی روغن مشاهده کرد. نظر به اینکه با وجود پژوهش‌های فراوان صورت‌گرفته در این زمینه، تاکنون مطالعه‌ای در ارتباط با میزان اثرگذاری آفت مگس زیتون بر کیفیت روغن زیتون در طول دو سال ماندگاری روغن زیتون اجرا نشده است، در این راستا تحقیق حاضر با این هدف طراحی شد.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه، میوه زیتون از باغ زیتون سازمان اتکا در منجیل از رقم زرد جمع‌آوری شد. فاصله درختان شش در

شش متر مربع بود و آبیاری تحت فشار و به صورت قطره‌ای و تغذیه درختان در این باغ به صورت چال‌کود در پاییز و در فصول دیگر به صورت کودآبیاری و همچنین، محلول‌پاشی انجام شد.

میوه‌ها پس از برداشت در آبان ماه به آزمایشگاه منتقل شده و نخست در دو گروه سالم و آلوده دسته بندی شدند. سپس، تیمارهای مربوط به درصدهای مختلف آلودگی (شاهد بدون آلودگی، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ درصدآلودگی) به‌طور دستی تهیه شد. برای مثال، برای تهیه شش کیلوگرم نمونه با ۵۰ درصد آلودگی، از سه کیلوگرم میوه سالم در ترکیب با سه کیلوگرم میوه آلوده استفاده شد. ملاک آلودگی در میوه‌های آلوده داشتن سوراخ تخمریزی و سوراخ خروجی حشره بود. آزمایش با استفاده از طرح آماری اندازه‌گیری‌های تکراری (Repeated Measures) به انجام رسید، به طوری‌که تیمارهای آزمایشی شامل درصد آلودگی در شش سطح و زمان انبارداری در نه سطح و در سه تکرار بود که از آبان ۱۳۹۷ آغاز و تا آبان ۱۳۹۹ در نه مرحله با فاصله زمانی هر سه ماه یک‌بار [شامل مرحله اول بلافاصله پس از استخراج روغن (آبان ۹۷)، سه ماه (بهمن ۹۷)، شش ماه (اردیبهشت ۹۸)، نه ماه (مرداد ۹۸)، ۱۲ ماه (آبان ۹۸)، ۱۵ ماه (بهمن ۹۸)، ۱۸ ماه (اردیبهشت ۹۹)، ۲۱ ماه (مرداد ۹۹) و ۲۴ ماه (آبان ۹۹) پس از روغن‌گیری] انجام شد. برای بررسی کیفیت روغن زیتون‌های استخراج شده، آزمایش‌های کیفی روی صفات اسیدیته، ارزش پراکسید و ضریب خاموشی در طول موج‌های K_{232} و K_{270} انجام شد. برای هر یک از درصدهای آلودگی مورد نظر، سه تکرار مجزا تهیه شد و سپس، هر کدام از نمونه‌ها به‌طور جداگانه روغن‌گیری شد. روش روغن‌گیری، روش مکانیکی سرد بود. روغن حاصل از هر یک از شش تیمار به‌طور جداگانه به ظروف شیشه‌ای تیره رنگ منتقل و شماره‌گذاری شد. محل نگهداری شیشه‌های حاوی روغن در شرایط معمولی دمای اتاق (داخل آزمایشگاه) و داخل کابینت (به دور از دسترسی به نور) در نظر گرفته شد.

اندازه‌گیری عدد پراکسید طبق استاندارد ملی ایران (۱۳۸۷) به شماره ۴۱۷۹ انجام شد (Iran National Standardization Organization, 2008). بر این اساس، نمونه روغن زیتون در محلول ایزواکتان و اسید استیک گلاسیال حل شده و یدور پتاسیم به آن اضافه شد. ید آزاد شده به‌وسیله پراکسیدها، به روش یدومتری در حضور معرف نشاسته و محلول تیوسولفات سدیم اندازه‌گیری شد. در پایان تیتراسیون به روش یدومتری و از طریق چشمی اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری اسیدیته طبق استاندارد ملی ایران (۱۳۹۰) به شماره ۴۱۷۸ انجام شد (Iran national standardization organization, 1998) (جدول ۱). به این منظور، نمونه روغن زیتون با یک حلال مناسب (الکل اتیلیک) مخلوط و عیار سنجی آن با محلول اتانولی هیدروکسید سدیم صورت گرفت. اندازه‌گیری ضریب خاموشی طبق استاندارد ملی ایران (۱۳۹۵) به شماره ۱۰۵۰۳ انجام شد (Iran National Standardization Organization, 2016). بر این اساس، نمونه روغن ابتدا در حلال مناسب (سیکلو هگزان) حل و جذب محلول در طول موج‌های معین با توجه به حلال خالص به عنوان مرجع یا شاهد اندازه‌گیری شد. خاموشی‌های معین در ۲۳۲ و ۲۷۰ نانومتر در سیکلوهگزان برای غلظت‌های یک درصد وزنی/حجمی در یک سل ۱۰ میلی‌لیتری محاسبه شد. پس از ثبت داده‌ها، تجزیه واریانس و مقایسه میانگین با استفاده از آزمون توکی[1] در سطح احتمال پنج درصد برای صفات مورد مطالعه با استفاده از نرم‌افزار SAS ver. 9.1 انجام شد.

[1]. Tukey

جدول ۱- استاندارد میزان اسیدیته و عدد پراکسید در انواع روغن زیتون خوراکی (استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۴۶، ۱۳۹۰)

Table 1. Standard of acidity and peroxide value in various types of edible olive oil (Iran national standardization organization, 1446, 2011)

Oil type	Peroxide value	Free acidity in terms of oleic acid
Extra virgin olive oil	Less than or equal to 20	Less than 0.8 grams per 100 grams
First-class virgin olive oil	Less than or equal to 20	Between 0.8 to 2 grams per 100 grams
Ordinary virgin olive oil	Less than or equal to 20	Between 2 to 3.3 grams per 100 grams

نتایج و بحث

تجزیه واریانس داده‌های میزان اسیدیته و پراکسید نشان داد که اختلاف بین تیمارها و اختلاف بین مراحل زمانی معنی‌دار است، اما در بررسی صفت ضریب خاموشی در طول موج‌های K_{232} و K_{270} نانومتر، هیچ اختلاف معنی‌داری بین تیمارها و زمان‌ها مشاهده نشد (جدول ۲).

با توجه به معنی‌دار بودن اثر متقابل تیمار آلودگی در مراحل زمانی برای دو صفت میزان اسیدیته و پراکسید، به منظور بررسی دقیق‌تر، برش‌دهی اثر متقابل به دو صورت انجام شد. بدین صورت که یک‌بار مقایسه میانگین با آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد بین سطوح مختلف آلودگی در هر مقطع زمانی انجام شد (شکل‌های ۱ و ۳) و بار دیگر، مقایسه میانگین به همان روش بین مراحل زمانی در هر سطح از آلودگی به مگس زیتون (شکل‌های ۲ و ۴) صورت گرفت.

جدول ۲- تجزیه واریانس سطوح مختلف خسارت مگس زیتون در طول دوره ماندگاری

Table 2. Analysis of variance different levels of olive fly infection during storage

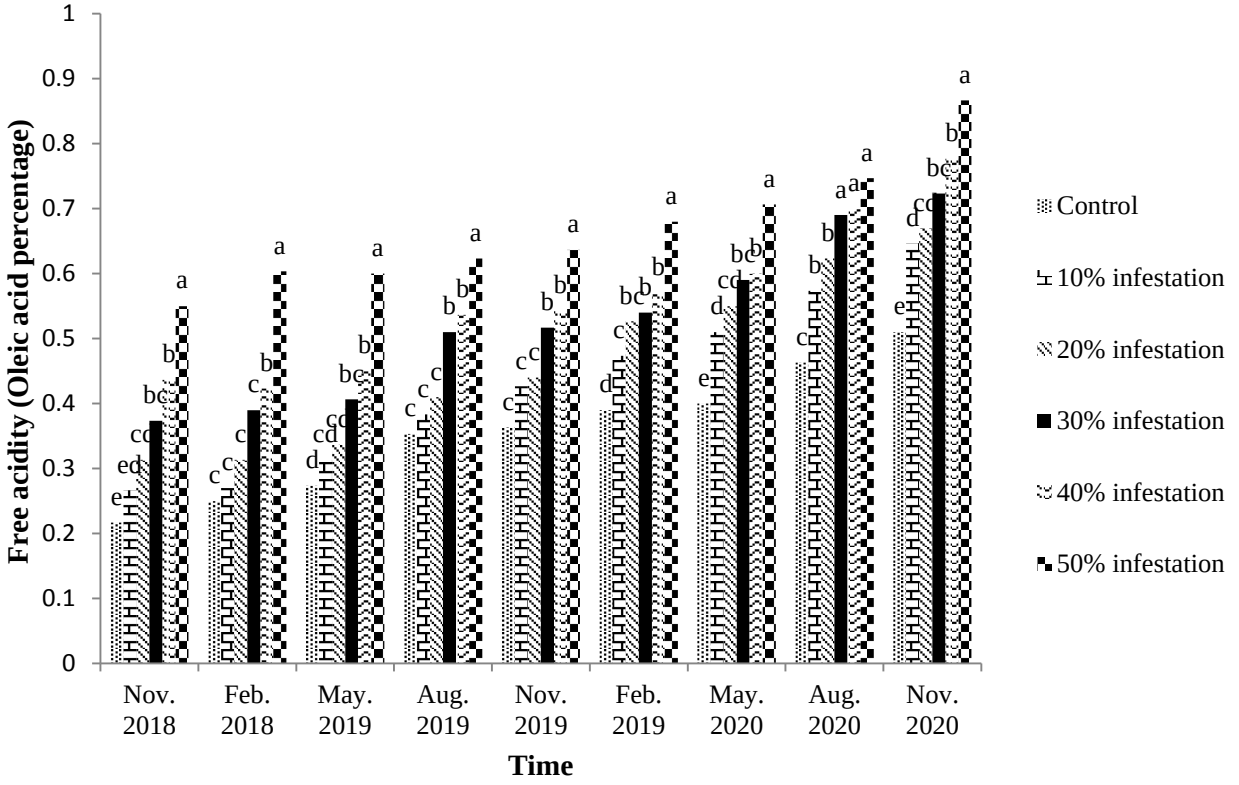
		Mean of Squares			
S.V	**df**	**K_{270}**	**K_{232}**	**Peroxide value**	**Free acidity**
Treatment of infection (T)	5	0.00009 ns	0.00007 ns	193.8847**	0.3186**
Error A (Replication/T)	12	0.00007	0.00005	0.3702	0.00098
Time	8	0.00009 ns	0.00001 ns	1046.6108**	0.2437**
Treat*Time	40	0.00008 ns	0.00005 ns	7.5058 **	0.0021**
Error B	96	0.00007	0.00004	0.1314	0.0005
Coefficient of variation (%)	-	21.76	23.62	3.99	4.66

ns and **: Not significant and significant at 1% level of probability, respectively.

مقایسه میانگین میزان اسیدیته روغن زیتون بین سطوح مختلف آلودگی به مگس زیتون در نه مرحله زمانی

بررسی میانگین‌های میزان اسیدیته در آبان ماه ۹۷ (یعنی بلافاصله بعد از استخراج) نشان داد که با افزایش درصد آلودگی از شاهد به سمت ۵۰ درصد آلودگی، میزان اسیدیته افزایش می‌یابد (شکل ۱). میزان اسیدیته به طور متوسط در شاهد (آلودگی صفر درصد) ۰/۲۲ بر حسب درصد اسید اولئیک و در ۵۰ درصد آلودگی به میزان ۰/۵۵ بر حسب درصد اسید اولئیک بود که این افزایش اسیدیته به میزان ۱/۵ برابر (۱۵۰ درصد) بود. در مرحله دوم آزمایش (بهمن ماه، یعنی سه ماه بعد از استخراج) نیز اختلاف بین سطوح مختلف آلودگی معنی‌دار بود. میزان افزایش اسیدیته در این مرحله از تیمار شاهد نسبت به تیمار ۵۰ درصد آلودگی، تقریباً نزدیک به ۱/۵ برابر بود. در مرحله سوم آزمایش (اردیبهشت ماه ۹۸، شش ماه بعد از استخراج) همانند نمونه‌برداری‌های قبلی با افزایش درصد آلودگی از شاهد به سمت ۵۰ درصد آلودگی، میزان اسیدیته روند صعودی و کاملاً معنی‌دار داشت، میزان افزایش اسیدیته در این مرحله از شاهد تا ۵۰ درصد آلودگی، برابر با ۱۱۹/۵۴ درصد (تقریبا ۱/۲ برابر) بود. در مرحله چهارم (مردادماه ۹۸، نه ماه پس از استخراج)، که میانگین اسیدیته به ترتیب برای نمونه شاهد و تیمار با ۵۰ درصد آلودگی به ۰/۳۵ و ۰/۶۲ بر حسب درصد اسید اولئیک رسید. در بررسی نمونه-ها در مرحله پنجم و ششم (۱۲ و ۱۵ ماه پس از استخراج)،

همچنان اختلاف معنی‌دار بین تیمارها از لحاظ میزان اسیدیته مشاهده شد. میزان افزایش اسیدیته در مرحله هفتم، هشتم و نهم (اردیبهشت، مرداد و آبان ۹۹) به‌ترتیب برای نمونه شاهد ۰/۴، ۰/۴۶ و ۰/۵۱ بر حسب درصد اسید اولئیک و برای نمونه با ۵۰ درصد آلودگی ۰/۷۱، ۰/۷۵ و ۰/۸۷ بر حسب درصد اسید اولئیک به دست آمد.



شکل ۱- مقایسه میانگین میزان اسیدیته آزاد (درصد اسید اولئیک) روغن زیتون بین سطوح مختلف آلودگی مگس زیتون در نه مرحله زمانی

Figure 1. Mean comparison of free acidity of olive oil (Oleic acid percentage) between different levels of infestation with olive fruit fly in nine times stage

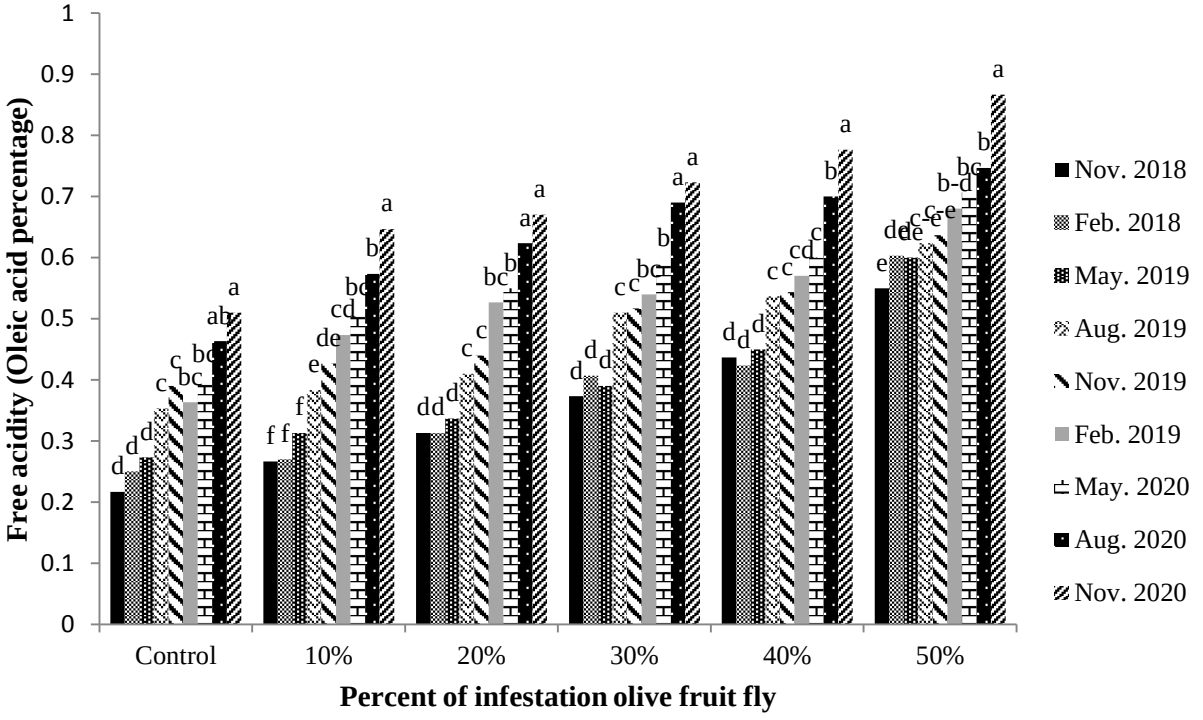
The same letters related to each time level indicating a non-significant difference between the different treatments of infection with olive fruit fly using the Tukey test ($P<0.05$).

مقایسه میانگین اسیدیته روغن زیتون بین زمان‌های مختلف ماندگاری در هر یک از سطوح آلودگی به مگس زیتون

بررسی دقیق‌تر میزان اسیدیته بین زمان‌های مختلف در هر کدام از نمونه‌های آلوده به مگس زیتون، می‌تواند اطلاعات ارزشمندی در اختیار ما قرار دهد؛ بنابراین، این بررسی در هر یک از نمونه‌ها به تفکیک انجام شد و داده‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

مقایسه میانگین نشان داد که در تیمار شاهد، میزان اسیدیته نمونه بلافاصله پس از استخراج روغن با نمونه سه ماه و همچنین، شش ماه پس از استخراج روغن اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل ۲). از طرفی، در تیمار شاهد، درصد افزایش اسیدیته تیمار بلافاصله بعد از استخراج روغن تا تیمار ۲۴ ماه بعد از استخراج روغن، برابر با ۱۳۵/۳۸ درصد (۱/۳۵ برابر) به دست آمد. نمونه با ۱۰ درصد آلودگی نیز نتایج تقریباً مشابهی دربرداشت، به‌طوری‌که تا شش ماه نگهداری، اختلاف معنی-داری بین میزان اسیدیته دیده نشد. درصد افزایش اسیدیته هم در این سطح تیمار یعنی آلودگی از زمان بلافاصله بعد از استخراج روغن تا تیمار ۲۴ ماه بعد از استخراج روغن، ۱۴۲/۸۵ درصد (۱/۴۲ برابر) برآورد شد. در نمونه‌های با ۲۰ درصد آلودگی نیز اختلاف معنی‌دار میزان اسیدیته در شش ماهه اول برداشت مشاهده نشد و درصد تغییرات اسیدیته در

تیمار بلافاصله بعد از استخراج روغن نسبت به تیمار ۲۴ ماه بعد استخراج روغن برابر با ۱۱۳/۸۵ درصد (۱/۱۴ برابر) به دست آمد. روند مشابهی در نمونه‌های با ۳۰، ۴۰ و ۵۰ درصد آلودگی مشاهده شد و میزان افزایش اسیدیته در این سه سطح تیماری روند افزایشی را نشان داد. نتایج کلی بیانگر این مطلب است که زمان باعث افزایش مقدار اسیدیته در همه سطوح آلودگی، از جمله شاهد تا ۵۰ درصد آلودگی به مگس زیتون می‌شود. بیشینه مقدار اسیدیته در کل آزمایش مربوط به تیمار ۵۰ درصد آلودگی ۲۴ ماه پس از آغاز آزمایش بود.



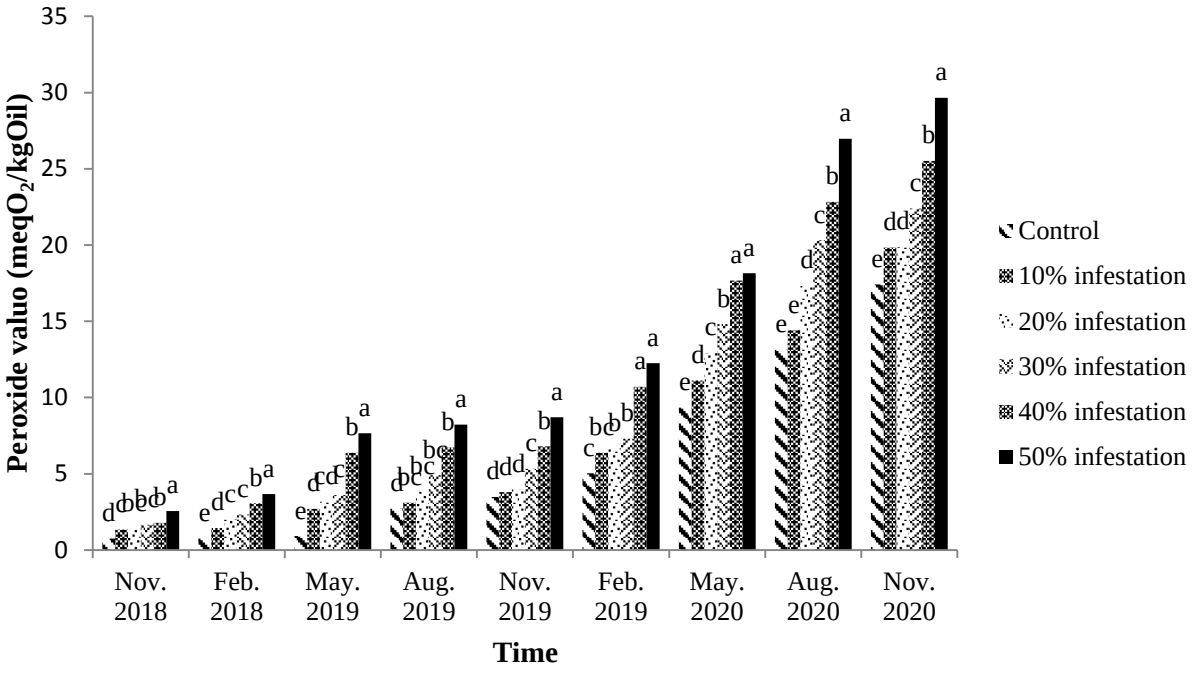
شکل ۲- مقایسه میانگین میزان اسیدیته آزاد (درصد اسید اولئیک) روغن زیتون بین زمان‌های مختلف ماندگاری در هر یک از سطوح آلودگی به مگس میوه زیتون

Figure 2. Mean comparison of free acidity of olive oil (Oleic acid percentage) between different times of storage duration in each treatment of infestation with olive fruit fly
The same letters related to each infection treatment level indicating a non-significant difference between the times levels using the Tukey test (P<0.05).

مقایسه میانگین میزان پراکسید روغن زیتون بین سطوح مختلف آلودگی به مگس زیتون در نه مرحله زمانی

بررسی میانگین‌های میزان پراکسید در آبان ماه ۹۷ (بلافاصله بعد از استخراج روغن) نشان داد که با افزایش درصد آلودگی از شاهد به ۵۰ درصد آلودگی، میزان پراکسید افزایش یافت (شکل ۳)؛ به‌طوری که میانگین پراکسید نمونه‌های شاهد ۰/۷۶ میلی‌اکی‌والان اکسیژن بر کیلوگرم روغن به‌دست آمد و در آلودگی ۵۰ درصد، این شاخص به میزان ۲/۵۶ میلی‌اکی‌والان اکسیژن بر کیلوگرم روغن رسید. این میزان افزایش و تغییرات عدد پراکسید از تیمار شاهد نسبت به تیمار ۵۰ درصد آلودگی، بیش از دو برابر بود. روند افزایش میزان پراکسید در مدت مشابه برای مرحله دوم آزمایش (بهمن ماه ۹۷)، بیش از ۳/۵ برابر و برای مرحله سوم آزمایش (اردیبهشت ماه ۹۸)،که شش ماه از آغاز آزمایش گذشته بود، بیش از هفت برابر بود که عدد بسیار قابل توجهی است. در مرحله چهارم تا نهم نمونه‌برداری مانند مراحل قبلی افزایش میزان پراکسید مشاهده شد. بیشینه مقدار پراکسید در تیمار ۵۰ درصد آلودگی در آبان ۹۹ یعنی ۲۴ ماه

پس از استخراج روغن بود که به میزان ۲۹/۶۵ میلی‌اکی‌والان اکسیژن بر کیلوگرم روغن رسید. در همین مدت زمان، مقدار پراکسید در نمونه‌های شاهد به ۱۷/۴۱ میلی‌اکی‌والان اکسیژن بر کیلوگرم روغن رسید.



شکل ۳- مقایسه میانگین میزان پراکسید (میلی‌اکی‌والان اکسیژن بر کیلوگرم روغن) روغن زیتون بین سطوح مختلف آلودگی مگس زیتون در نه مرحله زمانی

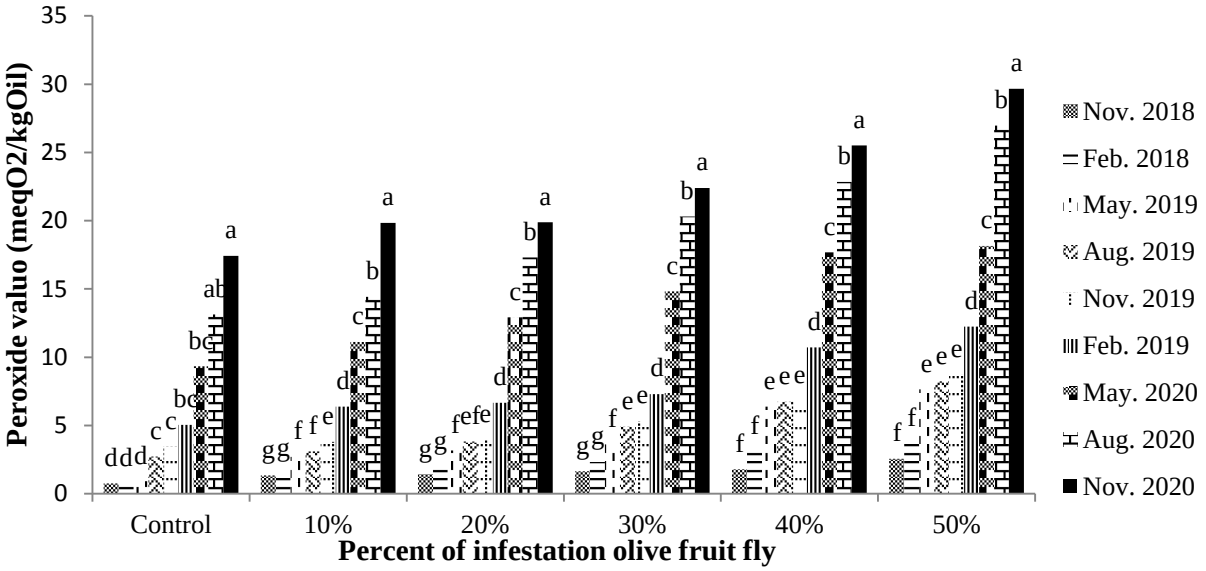
Figure 3. Mean comparison of peroxide of olive oil ($meqO_2$/kgOil) between different levels of infestation with olive fruit fly in nine times stage

The same letters related to each time level indicating a non-significant difference between the different treatments of infection with olive fruit fly using the Tukey test ($P<0.05$).

نکته حائز اهمیت در این مطالعه این است که عدد پراکسید در مرداد و آبان‌ماه ۱۳۹۹ در تیمار ۳۰، ۴۰ و ۵۰ درصد آلودگی، از محدوده استاندارد خارج شده (جدول ۱) و از حد مجاز و مصرف برای انسان بیشتر شده است.

مقایسه میانگین میزان پراکسید روغن زیتون بین زمان‌های مختلف ماندگاری در هر یک از سطوح آلودگی به مگس زیتون

بر اساس مقایسه میانگین داده‌ها، در نمونه شاهد تا شش ماه پس از استخراج روغن، اختلاف نمونه‌ها از لحاظ عدد پراکسید معنی‌دار نبود (شکل ۴). میزان پراکسید از ۰/۷۶ میلی‌اکی‌والان اکسیژن بر کیلوگرم روغن در آبان‌ماه ۹۷ (بلافاصله بعد از استخراج روغن) به ۱۷/۴۱ میلی‌اکی‌والان اکسیژن بر کیلوگرم روغن در آبان ماه ۹۹ افزایش یافت. در نمونه با ۱۰ درصد آلودگی میزان افزایش با محاسبه درصد تغییرات عدد پراکسید از آغاز آزمایش نسبت به تیمار ۲۴ ماه بعد از استخراج، نزدیک ۱۴ برابر (۱۳/۶۹) به دست آمد.



شکل ۴- مقایسه میانگین مقدار پراکسید (میلی‌اکی‌والان اکسیژن بر کیلوگرم روغن) روغن زیتون بین زمان‌های مختلف ماندگاری در هر یک از سطوح آلودگی به مگس میوه زیتون

Figure 4. Mean comparison of peroxide of olive oil ($meqO_2$/kgOil) between different times of storage duration in each treatment of infestation with olive fruit fly
The same letters related to each infection treatment level indicating a non-significant difference between the times levels using the Tukey test ($P<0.05$).

مقایسه میانگین در نمونه‌های با ۲۰ درصد آلودگی نشان داد که اختلاف از لحاظ عدد پراکسید در دو مرحله اول معنی‌دار نیست و میزان افزایش با محاسبه درصد تغییرات در عدد پراکسید در ابتدا و انتهای آزمایش نزدیک به ۱۳ برابر (۱۲/۶۹) برآورد شد. در مدت زمان مشابه، این میزان تغییرات برای نمونه‌های با ۳۰، ۴۰ و ۵۰ درصد آلودگی به‌ترتیب ۱۲/۵۴، ۱۳/۳۳ و ۱۳/۳۳ برابر بود. همان‌گونه که پیش از این اشاره شد و در جدول ۶ مشاهده می‌شود، در نمونه‌های روغن با آلودگی ۳۰، ۴۰ و ۵۰ درصد به مگس میوه زیتون در زمان-های مورد بررسی (مرداد ۹۹ و آبان ۹۹) میزان به‌دست‌آمده از حد مجاز استاندارد بیشتر است.

در مراحل اولیه آزمایش، عدد پراکسید در سطوح آلودگی مختلف اختلاف معنی‌دار نداشتند، اما پس از گذشت زمان، اختلاف با نمونه‌های شاهد بسیار قابل توجه بود. به‌عبارت دیگر، به منظور استفاده بهینه و بهره‌برداری از روغن با کیفیت نباید بین زمان مصرف و زمان استخراج روغن فاصله زیادی باشد. این موضوع در نمونه‌های آلوده مهم‌تر می‌باشد.

اسیدیته یکی از معیارهای مهم اندازه‌گیری کیفی در روغن زیتون است (Hashempour *et al.*, 2010; Zeinanloo *et al.*, 2015). معروف و همکاران (Marouf *et al.*, 2017) تاثیر آلودگی مگس میوه زیتون بر کمیت و کیفیت روغن پنج رقم زیتون را بلافاصله بعد از استخراج روغن مورد بررسی قرار داده وگزارش نمودند که میزان اسیدیته در نمونه‌های با ۱۰ درصد آلودگی در ارقام آربیکن، روغنی، زرد، ماری و کرونیکی به‌ترتیب برابر با ۱/۷۱، ۱/۵۳، ۱/۶۹، ۱/۵۲ و ۱/۷۹ به دست آمد که بیشتر از میزان استاندارد قابل قبول برای روغن زیتون فرابکر است. هم‌چنین در آن پژوهش، میزان عدد پراکسید در بالاترین مقدار آلودگی در تمام ارقام در محدوده استاندارد قرار گرفت. در پژوهش حاضر، مقادیر به‌دست‌آمده برای اسیدیته و پراکسید در محدوده فرابکر قرار گرفت. هاشم‌پور و فتوحی‌قزوینی (Hashempour and Fotouhi Ghazvini, 2009) در بررسی ویژگی‌های کیفی روغن چند رقم رایج زیتون در منطقه رودبار، میزان اسیدیته آزاد ارقام مورد بررسی را بین ۰/۳۲ تا ۰/۵ برحسب درصد اولئیک اسید به‌ترتیب برای ارقام

ماری و کنسروالیا گزارش نمودند. در مطالعه حاضر، میزان اسیدیته بلافاصله بعد از استخراج در درصدهای مختلف بین ۰/۲۲ تا ۰/۵۵ برحسب درصد اولئیک اسید به دست آمد. در مطالعه‌ای که روی کیفیت و کمیت روغن زیتون رقم زرد در شش تاریخ نمونه‌برداری مختلف، در دو گروه آلوده به مگس زیتون و غیرآلوده توسط نوری و شیرازی (Nouri and Shirazi, 2010) انجام شد، نتایج نشان داد که بین نمونه‌های آلوده و غیرآلوده به مگس زیتون تفاوت معنی‌داری از نظر میزان اسید اولئیک، اسیدیته و پراکسید وجود داشت و میزان اسیدیته و پراکسید در روغن نمونه‌های آلوده به مگس زیتون بالاتر از روغن زیتون‌های به‌دست‌آمده از نمونه‌های سالم بود که نتایج پژوهش حاضر نیز بر این مطلب تاکید دارد که با افزایش میزان درصد آلودگی، مقادیر به‌دست‌آمده اسیدیته و پراکسید افزایش نشان داد.

تاثیر خسارت مگس میوه زیتون روی خصوصیات کیفی روغن زیتون شامل اسیدیته، پراکسید، ترکیبات اسید چرب، درصد رطوبت، ترکیبات فنلی و پایداری در مقابل اکسید شدن توسط گومز-کاراواکا و همکاران (Gómez-Caravaca *et al.*, 2008) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که رابطه مستقیمی بین اسیدیته و پراکسید با میزان خسارت مگس زیتون وجود دارد و افزایش میزان اسیدیته و ارزش پراکسید به‌دست‌آمده در پژوهش مذکور نیز با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد.

مطالعه‌ای توسط مجکو و همکاران (Medjkouh *et al.*, 2016) روی دو رقم الجزایری با دو نرخ آلودگی صفر و ۱۰۰ درصد به مگس میوه زیتون انجام شد. پارامترهای کیفیت روغن زیتون شامل اسید چرب آزاد، مقدار پراکسید، K_{232}، K_{270} و پایداری اکسیداسیون و تعدادی صفات دیگر در روغن‌های به‌دست‌آمده از خسارت صفر و ۱۰۰ درصد آلودگی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد روغن‌های حاصل از زیتون‌های با خسارت ۱۰۰ درصد آلودگی به مگس میوه زیتون، از گروه فرابکر به گروه بکر تقلیل یافتند. در مطالعه‌ای که پریرا و همکاران (Pereira *et al.*, 2004) انجام دادند، گزارش شد که با افزایش درصد خسارت مگس میوه زیتون در روغن دو رقم "Cobrancosa" و "Verdal Transmontana" شاخص پراکسید افزایش نشان داد، ولی در آلودگی‌های مختلف به مگس میوه زیتون در صفات K_{232} و K_{270} تغییرات معنی‌داری مشاهده نشد که نتایج صفات K_{232} و K_{270} با پژوهش حاضر مطابقت داشت.

کیفیت روغن زیتون بکر رقم "Rosinjola" با بررسی صفات اسید چرب آزاد، مقدار اسیدیته، ضریب خاموشی در ۲۳۲ و ۲۷۰ نانومتر و ارزیابی حسی با درصدهای صفر، ۵۰ و ۱۰۰ درصد آلودگی به مگس میوه زیتون مورد ارزیابی قرار گرفت. آلودگی میوه‌ها به مگس میوه زیتون در سطح ۵۰ و ۱۰۰ درصد به طور قابل توجهی کیفیت روغن زیتون را کاهش داد. نمره ارزیابی حسی و خصوصیات حسی مثبت روغن‌ها نیز با افزایش شدت آلودگی به مگس زیتون کاهش یافت. نتایج این پژوهش، اهمیت میوه سالم را برای رسیدن به روغن زیتون با کیفیت بالا تایید می‌کند، اما نکته بسیار مهمی که باید مورد توجه قرار گیرد این است‌که با وجود خسارت مگس میوه زیتون، روغن رقم "Rosinjola"، هم‌چنان در گروه فرابکر قرار داشت (Brkić Bubola *et al.*, 2018) که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت داشت. در پژوهش حاضر مگس زیتون باعث ایجاد اختلاف معنی‌دار در نمونه‌های شاهد با نمونه‌های آلوده طی زمان‌های مختلف انبارداری شد. از نتایج پژوهش حاضر در زمینه تعیین میزان تاثیر مگس میوه زیتون در پارامترهای کیفی روغن در طول دوره انبارداری می‌توان در برنامه‌ریزی در راستای کنترل اقتصادی آفت استفاده نمود.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج پژوهش حاضر نشان داد از لحاظ آماری بین شاخص‌های اندازه‌گیری‌شده در نمونه‌های با درصد آلودگی‌های مختلف مگس میوه زیتون، اختلاف معنی‌داری وجود داشت. همچنین، اختلاف معنی‌داری بین مراحل زمانی نمونه‌برداری در هر کدام از تیمارهای شاهد، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ درصد آلودگی مشاهده شد. نکته مهمی که باید به آن تاکید نمود، معنی‌دار بودن اختلاف بین تیمارهای مختلف بر اساس آزمون توکی به عنوان آزمون با اختلاف‌های واقعاً معنی‌دار است. این نتایج بیانگر اختلاف‌های قابل توجه بین

نمونه‌های شاهد با نمونه‌های آلوده به مگس میوه زیتون و همچنین، زمان‌های مختلف ماندگاری می‌باشد. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده درصد افزایش میزان اسیدیته و عدد پراکسید در مراحل مختلف در نمونه‌های با ۵۰ درصد آلودگی به مگس میوه زیتون تا ۵۷/۵۸ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش نشان داد. عدد پراکسید نیز با افزایش بیش از ۱۳ برابر (۱۳/۳۳) همراه بود که میزان بسیار قابل‌توجهی است که برای درصدهای آلودگی ۳۰، ۴۰ و ۵۰ درصد در مرداد و آبان ۹۹ بیش از حد مجاز استاندارد به دست آمد. شایان ذکر است اندازه‌گیری شاخص‌های کیفی در بررسی حاضر در شرایط بهینه با استفاده از دستگاه روغن‌کشی با پرس سرد و در دمای استاندارد یعنی دمای محیط انجام گرفت و هیچ‌گونه افزایش حرارتی وجود نداشت، بنابراین، بدیهی است در استحصال روغن در شرایط عمومی برای نمونه‌های بزرگ‌تر، این مقادیر افزایش خواهند یافت که این موضوع یکی از مسایل کلیدی در بحث نگه‌داری روغن در طول زمان می‌باشد که هرچه این مقادیر کمتر باشد، مدت زمان بیشتری می‌توان روغن را در انبار نگه‌داری نمود. بنابراین، پیشنهاد می‌شود برای استحصال روغن زیتون مطلوب‌تر و با کیفیت بهتر برای انبارداری، تمام شرایط استخراج به روش بهینه رعایت شود؛ از جمله اینکه دمای دستگاه روغن‌کشی در زمان استحصال روغن بیش از دمای محیط نباشد. هم‌چنین، زمان مناسب برداشت میوه به درستی انتخاب شده و مدت زمان پس از برداشت تا روغن-کشی به کمترین زمان ممکن تقلیل یابد تا بتوان به روغن استحصالی با پراکسید و اسیدیته مناسب دست یافت. هرچه مقدار اولیه این شاخص‌ها کمتر باشد، مدت زمان ماندگاری و نگهداری روغن افزایش خواهد یافت.

سپاسگزاری

این پژوهش با کد مصوب ۹۷۱۴۰۰-۱۱۸-۳۳-۴۷-۲۴ و حمایت علمی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی و حمایت مالی شرکت مزارع نوین ایرانیان (کشت و صنعت گیلان) انجام شد. نویسندگان مراتب قدردانی خود را از جناب آقایان مهندس محمدصالحی (کارشناس جهاد کشاورزی گیلان)، مهندس نیری و مهندس رضایی از کارشناسان شرکت کشت و صنعت گیلان که در این پروژه همکاری داشتند، ابراز می‌دارند.

References

Agricultural Statistics. 2019. The third volume of horticultural products. Ministry of Jihad-e-Agriculture of Iran, Deputy for Planning and Economy, Information and Communication Technology Center. (in Farsi)

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

Brkić Bubola, K., Krapac, M. and Sladonja, B. 2018. Influence of olive fruit fly attack on quality and composition of 'Rosinjola' virgin olive oil. **Acta Horticulturae** 1199: 489-496.

Darvishiyan, M. 1997. Olive. Agricultural Education Press, Tehran, Iran. 250 pp. (in Farsi)

Economopoulos, A. P. 2002. Report to International Atomic Energy Agency (IAEA). Vienna, Austria, pp, 44.

Gómez-Caravaca, A. M., Cerretani, L., Bendini, A., Segura-Carretero, A., Fernández-Gutiérrez, A., Del Carlo, M., Compagnone, D. and Cichelli, A. 2008. Effects of fly attack (*Bactrocera oleae*) on the phenolic profile and selected chemical parameters of olive oil. **Journal of Agricultural and Food Chemistry** 56(12): 4577-4583.

Gucci, R., Caruso, G., Canale, A., Loni, A., Raspi, A., Urbani, S., Taticchi, A., Esposto, S. and Servili, M. 2012. Qualitative changes of olive oils obtained from fruits damaged by *Bactrocera oleae* (Rossi). **Horticultural Science** 47(2): 301-306.

Hamedi, M. M., Damirchi, S. A. and Safafar, H. 2004. Effects of heat stabilization on the quality and extraction of olive oil. **Journal of Food Science and Technology** 1(1): 25-30. (in Farsi)

Hashempour, A. and Fotouhi Ghazvini, R. 2009. Investigation on characteristics of olive oil quality (*Olea europaea* L.) of certain cultivars in Roudbar region of Guilan province. **Iranian Journal of Horticultural Science and Technology** 10(2): 141-150. (in Farsi)

Hashempour, A., Fotouhi Ghazvini, R., Bakhshi, D. and Asadi Sanam, S. 2010. Fatty acids composition and pigments changing of virgin olive oil *(Olea europea* L.) in five cultivars grown in Iran. **Australian Journal of Crop Science** 4(4): 258-263.

Iannota, N. 1990. Integrated control of *Dacus oleae*: relationship among time of olive ripening, dipteral ethology and oil quality. **Acta Horticulturae** 286: 363-365.

Iran National Standardization Organization. 1998. Animal and vegetable fats and oils-Determination of acid value and acidity- Test method, INSO 4178. (in Farsi)

Iran National Standardization Organization. 2008. Animal and vegetable fats and oils-Determination of peroxide value –Iodometric (visual) endpoint determination, INSO 4179. (in Farsi).

Iran National Standardization Organization. 2011. Olive oil: specifications and test methods, INSO 1446. (in Farsi)

Iran National Standardization Organization. 2016. Olive oil-spectrophotomtric investigation in the ultraviolet (determination of extinction coefficient-test method, INSO 10503. (in Farsi)

Jafari, Y. and Rezaee, V. 2004. First report of occurrence of olive fly in Iran. **Newsletter of Entomological Society of Iran** 6 (22): 1. (in Farsi)

Kyriakidis, N. B., and Dourou, E. F. I. 2002. Effect of storage and *Dacus* infection of olive fruits on the quality of the produced virgin olive oil. **Journal of Food Lipids** 9 (1): 47-55.

Marouf, A., Abbasi Mozhdehi, M. R., Taghaddosi, M. V. and Keyhanian, A. A. 2019. The effect of olive fruit fly infection on the quantity and quality of oil of different olive cultivars. **Journal of Olive Production and Processing** 1(1): 21-31. (in Farsi)

Marouf, A., Abbasi Mozhdehi, M. R., Taghaddosi, M. V., Keyhanian, A. A. and Mostafavi, K. 2017. Survey on the damage of olive fruit fly *Bactrocera oleae* Gmelin (Diptera: Tephritidae) on oil of some olive verities under different levels of infection. Final Report of the Research Project, Iranian Plant Research Institute, Registration Number 52368, 26 pp. (in Farsi)

Medjkouh, L., Tamendjari, A., Keciri, S., Santos, J., Nunes, M. A. and Oliveira, M. B. P. P. 2016. The effect of the olive fruit fly (*Bactrocera oleae*) on quality parameters, and antioxidant and antibacterial activities of olive oil. **Food and Function** 7(6): 2780-2788.

Mohammadi, H. and Vakili, D. 2007. Olive (Planting, Harvesting and Processing). Nedaye Sabze Shomal Publications. Rasht, Iran, 214 pp. (in Farsi)

Nouri, H. and Shirazi, J. 2010. Study on the effect of olive fruit fly infestation on some qualitative and quantitative characteristics of olive oil in different storage duration. **IOBC** 59: 21-27.

Parlati, M. V., Petruccioli, G. and Pandolfi, S. 1990. Effects of the *Dacus* infestation on the oil quality. **Acta Horticulturae** 286: 387-390.

Pereira, J. A., Alves, M. R., Casal, S. and Oliviera. B. 2004. Effect of olive fruit fly infestation on the quality of the olive oil from cultivars Cobrancosa, Madural and Verdeal Transmontana. **Italian Journal of Food Science** 16 (3): 355-365.

Rice, R. E. 2000. Bionomics of the olive fruit fly *Bactrocera* (*Dacus*) *oleae*. U.C. **Plant Protection Quarterly** 10 (3): 1-5.

Robinson, A. S., Wandemberg, C. A., Rieger, E. E., Villamizar, C. A., Moran Portillo, C. H., Tewari, R. and Kurihara, J. S. 1989. Fruit flies, their biology, natural enemies and control (No. H10 23). University of Amsterdam, Amsterdam (Holanda).

Sharaf, N. S. 1980. Life history of the olive fruit fly, *Dacus oleae* Gmel. (Diptera: Tephritidae) and its damage to olive fruits in Tripolitania. **Zoology and Entomology** 89: 390-400.

Taghaddosi, M. V., Azimi, M. and Keyhanian, A. A. 2015. Infestation rates of *Bactrocera oleae* (Dip.: Tephritidae) in 22 olive cultivars at Tarom Olive Research Station of Zanjan province. **Journal of Entomological Society of Iran** 34 (4): 69-81. (in Farsi)

Zeinanloo, A. A., Arji, I., Taslimpour, M., Ramazani Malak Roodi, M. and Azimi, M. 2015. Effect of cultivar and climatic conditions on olive (*Olea europaea* L.) oil fatty acid composition. **Iranian Journal of Horticultural Science** 46 (2): 232-242. (in Farsi)

Plant Pest Research
2022- 11 (4): 1-13

Research paper

Evaluation of the trend of changes in olive oil quality at different levels of olive fruit fly *Bactrocera oleae* (Dip.: Tephritidae) infestation

A. R. Dadras*, A. Marouf, M. Taheri, M. Azimi and A. Abdollahi
Agricultural and Horticultural Research Department, Zanjan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Zanjan, Iran

(Received: November 19, 2021- Accepted: February 13, 2022)

Abstract

The olive fruit fly (*Bactrocera oleae*) is one of the country's most important pests of olive products. The present study was designed to investigate the effect of olive fly damage on the quality of olive oil "Zard" cultivar across two years of storage from 2018 until 2020. Treatment levels including control and 10, 20, 30, 40, and 50% of olive fruit fly infestation were prepared manually. Then important quality indices of oil, including peroxide value, free acidity, and K232 and K270 extinction coefficients, were measured during nine stages at intervals of three months. The experiment was performed using a statistical design of repeated measures with three replications. The results showed that the differences between samples with different infestation percentages were significant in terms of peroxide and free acidity indices. Also, significant differences were observed between sampling time stages in each treatment level (control, 10, 20, 30, 40, and 50% of olive fly infestation). However, in contrast, the difference between the samples was not significant for the extinction coefficients of 232 and 270 wavelengths. Based on the results, after 24 months, the acidity level in the sample with 50% of olive fly infestation increased by 57.58% and, in terms of peroxide value, was associated with a significant increase (more than 13 times increase). It should be noted that the value of peroxide for infestation percentages of 30, 40, and 50 percent in August 2020 and November 2020 exceeded the standard allowable. The results of this study indicate significant differences in peroxide value between control samples and samples infested with olive fly and different storage times. Hence, as infestation and storage time increases, the quality of olive oil decreases.

Key words: Acidity, Duration of storage, Olive, Qualitative index

* Corresponding author: a.dadras@yahoo.com; a.dadras@areeo.ac.ir