تحقیقات آفات گیاهی
۱۴۰۳ -۱۴ (۲): ۱۷ -۳۳

Open access
doi: 10.22124/iprj.2024.27965.1583
pISSN:2322-2409
eISSN: 2538-6123

علمی پژوهشی

تاثیر کاربرد اسید سالیسیلیک بر میزان خسارت مگس میوه زیتون *Bactrocera oleae* (Dip.: Tephritidae) روی رقم زیتون مانزانیلا

هاله فرد مسعود[۱]، جبرائیل رزمجو[۲*]، بهرام ناصری[۳] و محمدرضا عباسی مژدهی[٤]

۱ و ۲ و ۳ - گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران، ۴- مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گیلان، بخش گیاه‌پزشکی، رشت، ایران

1. 0009-0006-4081-0675, 2. 0000-0003-0948-8279, 3. 0000-0001-5821-0957, 4. 0000-0001-5310-0214

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۵/۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۶/۱۰)

چکیده

مگس میوه زیتون *Bactrocera oleae* (Dip.: Tephritidae) از آفات مهم زیتون است که باعث زیان اقتصادی و کاهش کیفیت و کمیت روغن آن می‌شود. طی این پژوهش در سال‌های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ اثر دو غلظت یک و دو میلی‌مولار اسید سالیسیلیک و شاهد بر رقم زیتون مانزانیلا در ایستگاه تحقیقات زیتون رودبار (استان گیلان) بررسی شد. نتایج نشان دادکه هر دو عامل سال و تیمار روی مراحل مختلف رشد مگس زیتون اعم از تخم، لارو سن یک، لارو سن دو، لارو سن سه و شفیره تاثیر معنی‌دار داشتند. اثر تیمارها در همه صفات اندازه‌گیری شده معنی‌دار بود. ارزیابی میزان خسارت نشان داد که اسید سالیسیلیک به دلیل اختلال در چرخه تبدیل تخم به لارو باعث کاهش آلودگی میوه به شفیره و حشرات بالغ شد. نتایج اثر سال، در همه صفات مورفولوژیک میوه اعم از طول، عرض، وزن، حجم، چگالی، وزن گوشت میوه و ابعاد هسته در دو سال آزمایش معنی‌دار بود. اثر تیمار در همه صفات به جز عرض، وزن میوه و وزن گوشت میوه معنی‌دار بود. بررسی اسیدهای چرب روغن زیتون نشان داد که درصد اسید چرب اولییک و لینولییک در نمونه‌های تیمار شده با اسید سالیسیلیک نسبت به نمونه‌های شاهد افزایش یافت. مقدار ماده اسکوالین در تیمارهای سالم اسید سالیسیلیک دو میلی‌مولار در مقایسه با شاهد در سال ۱۴۰۱ افزایش داشت. این یافته‌ها نشان می‌دهد که اسید سالیسیلیک می‌تواند در برنامه‌های مدیریت تلفیقی مگس میوه زیتون مورد توجه قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: اسید سالیسیلیک، رقم مانزانیلا ، مگس زیتون

* نویسنده مسئول: razmjou@uma.ac.ir

CC BY

مقدمه

مگس میوه زیتون یکی از مهم‌ترین آفات زیتون در مناطق زیتون‌کاری دنیا است (Sharaf, 1980) و در باغ‌های منطقه مدیترانه تا ۱۵ ٪ به محصول خسارت وارد می کند. این آفت تاثیر زیادی روی کمیت و کیفیت روغن زیتون داشته و میزان صادرات زیتون در بازار را کاهش می‌دهد (Basilios *et al.*, 2002; Sime *et al.*, 2006). این حشره با نام علمی *Bactrocera oleae* Rossi از خانواده Tephritidae و زیر خانواده Dacinae است. اغلب گونه‌های زیرخانواده Dacinae در مناطق گرمسیری پراکنده بوده و گونه *B. oleae* تنها گونه‌ای است که در مناطق شمالی مدیترانه وجود دارد (Panayotis, 2000). این آفت از سال ۱۳۸۳ وارد ایران شده و در سال اول ورود از ۱۳ استان گزارش شد (Jafari & Rezaei, 2004). لارو مگس زیتون با تغذیه از گوشت میوه، باعث ریزش میوه‌ها قبل از برداشت، کاهش کیفیت روغن زیتون و ورود قارچ‌های بیماری‌زا از محل سوراخ خروجی لاروها شده که باعث کاهش مقدار روغن میوه‌ها و افزایش اسیدیته روغن میوه‌های آلوده به میزان دو تا چهار برابر (۲۰ درصد) می‌شود (Sharaf, 1980; Elson-Harris & White, 1992).

حشرات بالغ مگس زیتون زیر پوست میوه تخم‌گذاشته و لاروها پس از خروج از گوشت میوه تغذیه کرده و به سوی هسته می‌روند. مرحله شفیرگی در طول فصل درون میوه‌های آلوده و طی زمستان در خاک سپری می‌شود که این مرحله در مناطق سردسیر، مرحله زمستان‌گذران آفت را تشکیل می‌دهد (Katsoyannos, 1992). طول دوره نموی این آفت در تمام مراحل تحت تاثیر دماهای مختلف متغیر است (Tsitsipis, 1977; Ordano *et al.*, 2015; Marchi *et al.*, 2016). بالاترین دامنه رشد در دمای بین ۲۲/۵ تا ۲۵ درجه سلسیوس دیده می‌شود (Tsitsipis, 1980). دمای زیر صفر درجه سلسیوس برای مگس‌های بالغ کشنده نبوده، اما اگر حشره چند روز در این شرایط بماند از بین می‌رود. شرایط دمایی زمستان در تعیین میزان آلودگی به *B. oleae* موثر بوده و میزان آلودگی به مگس میوه زیتون پس از زمستان‌های معتدل افزایش می‌یابد (Katsoyannos, 1992; Gonçalves *et al*. 2012; Marchi *et al*. 2016).

زیتون مانزانیلا یکی از مهم‌ترین ارقام اسپانیایی است و جزو گونه‌های با عملکرد بالا در کشورمان محسوب می‌شود. میوه این رقم با کیفیت بالا، کروی شکل و کمی نامتقارن و وزن حدود ۳-۵ گرم، بزرگ، خوش طعم و سبز رنگ است و برای مقاصد اقتصادی مانند تهیه کنسرو و زیتون شور استفاده می‌شود. درختان زیتون مانزانیلا در صورت آبیاری، کوددهی و سمپاشی کافی قادر به تولید ۲۰ تن میوه در هر هکتار هستند (Barranco & Rallo, 2000).

اسید سالیسیلیک یک ترکیب فنلی است که به طور طبیعی توسط گیاهان ساخته شده و در بعضی از فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاهی به عنوان تنظیم‌کننده رشد موثر است. بررسی‌ها نشان داده‌اند که محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک در دوره رویشی سبب افزایش مقاومت به عوامل بیماری‌زا در میوه‌های بالغ گلابی شده و ۹ روز بعد از محلول‌پاشی، میزان آنزیم‌های دفاعی شامل پراکسیداز، فنیل آلانین آمونیلاز (PAL)و کیناز در میوه‌های درختان تیمار شده بیشتر از شاهد بود (Jiankang *et al.*, 2006). کاربرد اسید سالیسیلیک باعث فعال شدن سیستم مقاومت اکتسابی سیستمیک، سنتز متابولیت‌ها و آنزیم‌های ضداکسایشی می‌شود (Zhang *et al.*, 2003). نتایج استفاده از سه غلظت مختلف سیلیکات پتاسیم (۰، ۱ و ۲ سی‌سی در لیتر) و اسید سالیسیلیک (۰، ۰/۲۵ و ۰/۵ میلی‌مولار) به صورت جداگانه و در ترکیب باهم روی برخی شاخص‌های رشد دو رقم پیاز گاردسکو و راه شیری و تراکم جمعیت تریپس پیاز، *Thrips tabaci* Lindeman (Thysanoptera: Thripidae) نشان‌دهنده تاثیر معنی‌دار این ترکیبات بر کاهش جمعیت تریپس *T. tabaci*، وزن تر و خشک و غلظت کلروفیل و همچنین اثر رقم پیاز بر ارتفاع بوته بود (Panahandeh & Pahlavan Yali, 2022). تحقیق حاضر با هدف بررسی اسید سالیسیلیک روی میوه درختان زیتون رقم مانزانیلا انجام شد تا اثر غلظت‌های مختلف این ترکیب روی مراحل رشدی مگس میوه زیتون و میزان خسارت به میوه و کیفیت روغن زیتون مشخص شود.

مواد و روش‌ها

مکان آزمایش و تیمارهای آزمایشی

این تحقیق در ایستگاه تحقیقات زیتون شهرستان رودبار استان گیلان با مختصات جغرافیایی ۳۶ درجه و ۳۲ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۷ دقیقه از خط استوا و ۴۹ درجه و ۱۱ دقیقه تا ۵۰ درجه ۵ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار مبدأ و ارتفاع ۱۰۵۰ متر از سطح دریا و با بررسی تاثیر هورمون اسید سالیسیلیک روی رقم مانزانیلا و رشد مگس میوه زیتون طی دو سال ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ انجام شد.

محلول‌پاشی درختان با سمپاس موتوری (ساخت شرکت KATO چین– مدل OX160) شامل غلظت‌های یک و دو میلی‌مولار اسید سالیسیلیک و درختان شاهد (محلول‌پاشی با آب) روی برگ‌های درختان با فاصله زمانی یک هفته تا ده روز قبل از گلدهی (اردیبهشت ماه هر سال) و قبل از رشد سریع میوه (خرداد ماه هر سال) انجام شد. هر کدام از درختان شاهد و تیمار با چهار تکرار بررسی شدند. به منظور اجرای آزمایش درختان کنار هم و با شرایط آبیاری و مدیریت یکسان، انتخاب شدند. سپس میوه‌ها در مرحله رسیدگی برداشت شده و به‌منظور بررسی ویژگی‌های کیفی و بیوشیمیایی مورد آزمایش قرار گرفتند.

نمونه‌برداری و برآورد خسارت

نمونه‌برداری و بازدید از ابتدای سال ۱۴۰۰ (اوایل اردیبهشت ماه) به صورت هفتگی و با نصب تله‌های مکفیل، فرومون جنسی و کارت‌های زرد چسبنده به منظور پیش-آگاهی و ردیابی زمان ظهور آفت در باغ مورد مطالعه انجام شد. از هر تله تعداد ۳ عدد در باغ نصب شد و تعداد مگس-های شکار شده هر ۵ روز یک‌بار شمارش شده و نتایج شکار آفت به صورت میانگین شکار در تله‌ها ثبت شد. بر اساس آمار سال‌های گذشته، فعالیت تخم‌گذاری مگس زیتون در این مناطق از اواخر خرداد و اوایل تیر ماه روی میوه‌های زیتون شروع می‌شود. به منظور فراهم بودن میوه‌های سالم در انتهای فصل، روی هر درخت، چهار شاخه یک‌ساله حاوی میوه زیتون در جهت‌های مختلف انتخاب شده و با توری‌های آستین‌مانند با مش مناسب پوشانده شدند. توری‌ها قبل از شروع فعالیت حشرات کامل مگس روی میوه‌ها کشیده شدند تا مقایسه بین ترکیبات روغن تیمارهای سالم و آلوده امکان-پذیر شود. به منظور تعیین میزان خسارت، از هر تیمار و تکرار در مجموع تعداد ۱۰۰ نمونه به طور هفتگی برداشت و تعداد میوه‌های آلوده به تخم، لاروهای سنین مختلف و شفیره موجود در آن‌ها در آزمایشگاه شمارش و سپس درصد خسارت وارد شده در هر تیمار در هر تاریخ بازدید محاسبه شد. محاسبه این عامل به روش زیر انجام شد (Caleca *et al.*, 2006):

آلودگی موثر (Active infestation) = تخم + لاروسن اول + لارو سن دوم

آلودگی مضر (Harmful infestation) = لارو سن سوم + شفیره + سوراخ خروجی

آلودگی کل (Total infestation) = آلودگی موثر + آلودگی مضر

روش اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی

صفات مورفولوژیک زیتون شامل طول میوه، عرض میوه، طول هسته، عرض هسته، وزن میوه، وزن هسته، حجم میوه، وزن گوشت میوه و چگالی واقعی میوه با استفاده از کولیس دیجیتال با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر و ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم و به تعداد ۱۵ نمونه از هر تیمار به صورت تصادفی انتخاب و اندازه‌گیری شد (Mohsenin, 1978).

حجم میوه برای تعیین چگالی آن یا چگالی جامد (p_t)، با استفاده از روش جابه‌جایی مایع (آب) محاسبه شد (Mohsenin, 1978).

$$\rho t = \frac{mt}{vt} \quad (۱)$$

که در آن، m_t = جرم نمونه (گرم) و v_t = حجم جامد معادل آب (مایع) جابه‌جا شده (سانتی‌متر مکعب) است.

استخراج روغن

ابتدا میوه‌ها شسته شده و توسط دستگاه خردکن، آسیاب و به خمیر تبدیل شدند. خمیر حاصل وارد دستگاه هم‌زن شده و به‌مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۲۱ تا ۲۲ درجه سلسیوس ورز داده شد. برای جداسازی روغن، خمیر آماده شده به‌مدت ۲ دقیقه با سرعت ۵۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ شد. روغن‌ها در شیشه‌های مات در دمای ۴ درجه سلسیوس برای بررسی ترکیبات شیمیایی نگه‌داری شدند (Khaleghi *et al.*,

2015 پس از انجام مراحل آماده‌سازی متیل استر اسید چرب به روش ساویج و مک‌نیل (Savage & McNeil, 1998)، روغن‌های استحصالی به‌منظور بررسی پروفایل اسیدهای چرب، به دستگاه GC/Mass (ساخت شرکت اجیلنت آمریکا، مدل GC: 7890B و MS: 5977A) تزریق شدند. توسط آشکارساز مواد بر اساس زمان بازداری و سطح زیر منحنی، پیک‌های خروجی و مطابقت آن‌ها با پیک‌های استاندارد مشخص شدند. آزمایش برای هر تیمار با چهار تکرار انجام شد و نتایج به صورت میانگین گزارش شدند.

تجزیه آماری

این آزمایش به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تیمار و چهار تکرار از هر کدام انجام شد. هر چهار تکرار از هر تیمار در هر تاریخ بازدید به عنوان یک بلوک در نظر گرفته شد. پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS با روش nonparametric test، تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.4 و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی انجام گرفت (SAS Institute Inc, 2002). رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel 2016انجام شد.

نتایج

تعیین میزان آلودگی میوه به مراحل مختلف رشدی آفت

تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در دو سال آزمایش نشان داد که اثر تیمار و اثر سال در همه صفات معنی‌دار بود. نتایج تجزیه واریانس اثر تیمار در سال در همه صفات شامل لارو سن اول ($F_{2,71}$=8.4,710, P=0.0008)، لارو سن دوم ($F_{2,71}$=16.27, P<0.0001)، لارو سن سوم ($F_{2,71}$=8.34, P=0.0008) و شفیره ($F_{2,71}$=9.92, P=0.0003) به جز تخم ($F_{2,71}$=1.20, P=0.312) دارای تفاوت معنی‌دار بود.

نتایج مقایسه میانگین مربوط به اثر سال (۱۴۰۰ و ۱۴۰۱) بر صفات مورد بررسی نشان داد که اثر سال بر تعداد میوه‌های آلوده به به مراحل مختلف مگس میوه زیتون اعم از تخم ($F_{1,71}$=72.68, P<0.0001)، لارو سن یک ($F_{1,71}$=7.22, P=0.0102)، لارو سن دوم ($F_{1,71}$=26.08, P<0.0001)، لارو سن سوم ($F_{1,71}$=21.53, P<0.0001) و شفیره ($F_{1,71}$=23.34, P<0.0001) معنی‌دار بود و میزان آلودگی به همه مراحل آفت در سال ۱۴۰۱ کمتر از سال ۱۴۰۰ بود. در هر دو سال آزمایش، بیش‌ترین میزان آلودگی به مرحله تخم آفت مشاهده شد که مقدار آن در سال ۱۴۰۰ (۶/۵۱ عدد) ($F_{11,35}$=12.18, P<0.0001) در مقایسه با سال ۱۴۰۱ (۳/۱۴ عدد) معنی‌دار بود ($F_{11,35}$=6.69, P<0.0001) (جدول ۱).

نتایج مقایسه میانگین اثر محلول‌پاشی دوزهای مختلف اسید سالیسیلیک در مقایسه با شاهد در دو سال آزمایش نشان داد که اثر تیمار در مورد مولفه‌های زیستی تخم ($F_{2,71}$=9.41, P=0.0004)، لارو سن یک ($F_{2,71}$=24.75, P<0.0001)، لارو سن دوم ($F_{2,71}$=42.54, P<0.0001)، لارو سن سوم ($F_{2,71}$=18.96, P<0.0001) و شفیره ($F_{2,71}$=16.17, P<0.0001) معنی‌دار بود. بیشترین آلودگی به تخم آفت در تیمار اسید سالیسیلیک یک میلی‌مولار به میزان ۵/۷۷ عدد و کمترین مقدار آن در تیمار شاهد برابر ۳/۶۹ عدد شد، اما میزان آلودگی در لاروهای سنین یک، دو، سه و شفیره نسبت به شاهد کمتر و دارای تفاوت معنی‌دار بود. بیشترین میزان آلودگی به شفیره در تیمار شاهد به مقدار ۰/۸۵ و کمترین مقدار آلودگی در تیمار اسید سالیسیلیک دو میلی-مولار و برابر با ۰/۱۴ مشاهده شد. نتایج آلودگی به مراحل نابالغ آفت (تخم تا شفیره) نشان داد که بیشترین میزان آلودگی در تیمار شاهد (۹/۰۳ عدد) و کمترین آن در تیمار اسید سالیسیلیک دو میلی‌مولار (۵/۴۴ عدد) مشاهده شد (جدول ۲).

جدول ۱- میانگین (±خطای معیار) اثر سال در میزان آلودگی میوه‌ها به مراحل مختلف رشدی مگس زیتون در دو سال آزمایشی ۱۴۰۱-۱۴۰۰

Table 1. Mean (±SE) effect of year on the amount of fruit contamination to different growth stages of olive fly in two experimental years 2021-2022

Year	Different growth stages					
	Egg (No)	First-stage larva (No)	Second-stage larva (No)	Third-stage larva (No)	Pupa (No)	Total immature stages (No)
2021	6.51±0.77a	0.76±0.15a	1.32±0.23a	0.99±0.20a	0.67±0.14a	9.60±1.02a
2022	3.14±0.31b	0.42±0.11b	0.54±0.09b	0.24±0.08b	0.12±0.06b	4.12±0.42b

Means within a column followed by the same letter are not significantly different (Tukey's test, $P < 0.05$)

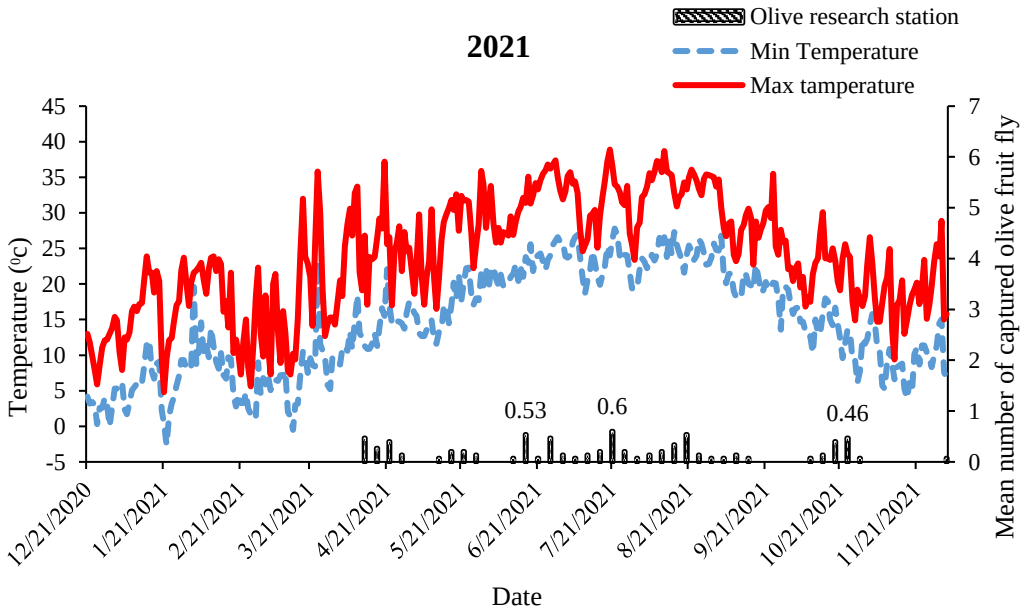
جدول ۲- میانگین (±خطای معیار) اثر محلول‌پاشی دوزهای مختلف اسید سالیسیلیک در میزان آلودگی میوه‌ها به مراحل مختلف رشدی مگس زیتون در دو سال آزمایشی ۱۴۰۱-۱۴۰۰

Table 2. Mean (±SE) effect of foliar spraying of different doses of salicylic acid on fruit contamination rate to different developmental stages of olive fly in two experimental years 2021-2022

Treatment	Different growth stages					
	Egg (No)	First-stage larva (No)	Second-stage larva (No)	Third-stage larva (No)	Pupa (No)	Total immature stages (No)
Salicylic acid 1 mM	5.77±0.92a	0.26±0.08b	0.42±0.10 b a	0.33±0.10b	0.19±0.05b	6.11±0.96b
Salicylic acid 2 mM	5.02±0.73a	0.28±0.08b	0.51±0.11 b	0.19±0.01b	0.14±0.01b	5.44±0.79b
Control	3.69±0.67b	1.24±0.21a	1.85±0.29a	1.32±0.29a	0.85±0.21a	9.03±1.38a

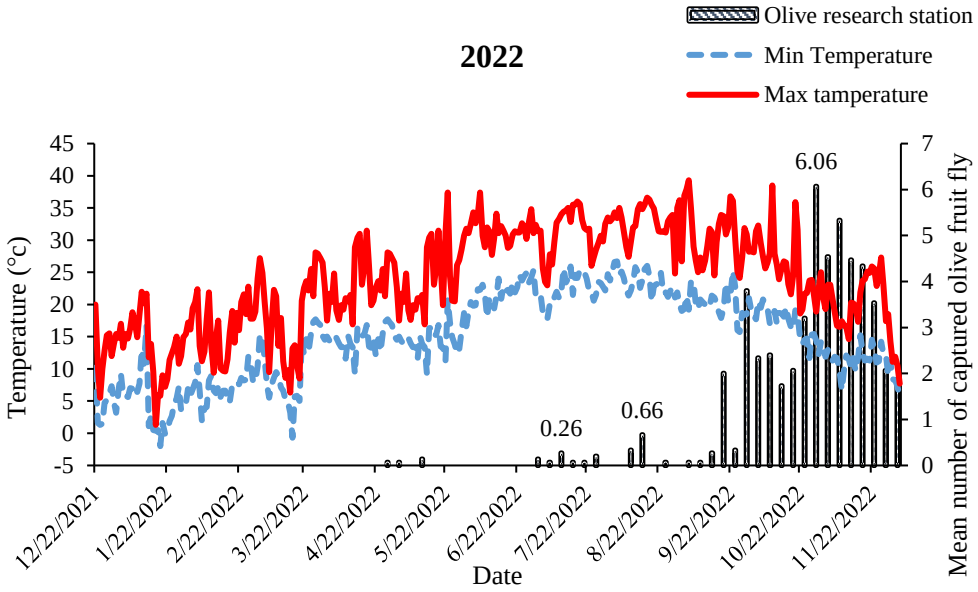
Means within a column followed by the same letter are not significantly different (Tukey's test, $P < 0.05$)

بررسی آمارهای هواشناسی و تله‌های نصب‌شده در ایستگاه تحقیقات زیتون رودبار بر تغییرات فصلی جمعیت حشرات کامل مگس میوه زیتون نشان داد که آلودگی به نسل اول آفت (مجموع تعداد مگس‌های ماده شکار شده در تله-های مختلف) در سال ۱۴۰۰ نسبت به سال ۱۴۰۱ بیشتر و جمعیت نسل دوم آن نسبت به سال ۱۴۰۱ کمتر بود. بیشترین میانگین تعداد شکار مگس ماده در نسل اول برابر با ۰/۵۳ و در تاریخ ۲۶ خرداد ماه سال ۱۴۰۰ و بیشترین میانگین تعداد شکار مگس ماده در سال ۱۴۰۱ برابر با ۰/۲۶ و در تاریخ ۲۰ تیر ماه مشاهده شد که در مقایسه با سال گذشته کمتر و دیرتر مشاهده شد. متوسط تعداد مگس ماده شکار شده در نسل دوم آفت در تاریخ ۳۰ تیر ماه سال ۱۴۰۰ برابر با ۰/۶ و تعداد آن در نسل دوم سال ۱۴۰۱ در تاریخ ۲۴ مرداد برابر با ۰/۶۶ ثبت شد. شکار مگس ماده در نسل سوم آفت در هر دو سال ۱۴۰۰- ۱۴۰۱ با کاهش دما افزایش داشت، به‌طوری‌که بیشترین متوسط شکار مگس ماده در نسل سوم آفت در سال ۱۴۰۰ در تاریخ ۲ آبان ماه برابر با ۰/۴۶ و در سال ۱۴۰۱ در تاریخ ۷ آبان ماه برابر با ۶/۰۶ ثبت شد که در مقایسه با سال قبل افزایش قابل توجهی داشت (شکل‌های ۱ و ۲).



شکل ۱- اثر تغییرات دما بر میانگین تعداد شکار مگس ماده میوه زیتون در تله‌های مختلف در ایستگاه تحقیقات زیتون رودبار در سال ۱۴۰۰

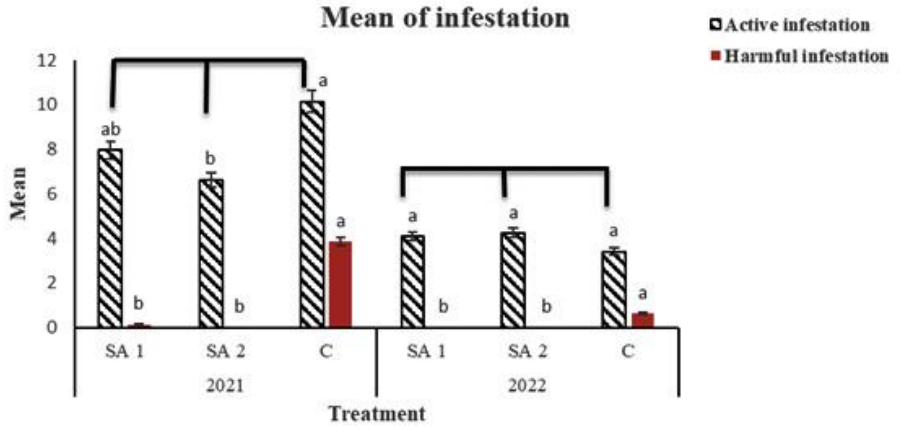
Figure 1. The effect of temperature fluctuations on the average number of female olive fruit fly captured in different traps in Olive Rudbar Research Station in 2021



شکل ۲- اثر تغییرات دما بر میانگین تعداد شکار مگس ماده میوه زیتون در تله‌های مختلف در ایستگاه تحقیقات زیتون رودبار در سال ۱۴۰۱

Figure 2. The effect of temperature changes on the average number of female olive fruit fly captured in different traps in Olive Rudbar Research Station in 2022

نتایج نمونه‌برداری‌ها در سال ۱۴۰۰ نشان داد که میانگین خسارت آفت مگس میوه زیتون شامل آلودگی کل (مجموع آلودگی موثر و مضر)، آلودگی موثر و آلودگی مضر در درختان تیمار شده با اسید سالیسیلیک یک میلی‌مولار و دو میلی‌مولار در مقایسه با درختان شاهد کاهش داشت، به طوری‌که مقدار آلودگی موثر در درختان تیمار شده با اسید سالیسیلیک یک میلی‌مولار برابر با ۷/۹۷، اسید سالیسیلیک دو میلی‌مولار برابر با ۶/۶۴ و در درختان شاهد برابر با ۱۰/۱۶ محاسبه شد. مقدار آلودگی مضر اسید سالیسیلیک یک میلی-مولار برابر با ۰/۱۴، در تیمار اسید سالیسیلیک دو میلی‌مولار برابر با صفر و در درختان شاهد برابر با ۳/۸۷ بود. بررسی نمونه‌برداری‌ها در سال ۱۴۰۱ نشان داد که میزان آلودگی موثر در دو تیمار اسید سالیسیلیک در مقایسه با شاهد افزایش داشت، اما این تفاوت معنی‌دار نبود. میزان آلودگی مضر در تیمارهای اسید سالیسیلیک یک و دو میلی‌مولار برابر با صفر و در درختان شاهد برابر با ۰/۶۴ بود (شکل ۳).



شکل ۳- مقایسه میانگین (±خطای معیار) آلودگی موثر و مضر میوه زیتون به مگس میوه زیتون در دو سال ۱۴۰۰-۱۴۰۱
تیمارها شامل (SA1: اسید سالیسیلیک یک میلی‌مولار؛ SA2: اسید سالیسیلیک دو میلی‌مولار؛ C: شاهد)

Figure 3. Mean (±SE) of active and harmful infestation of olive fruit by olive fruit fly in two years 2021-2022 – treatments including (SA1: salicylic acid 1 mM; SA2: salicylic acid 2 mM; C: control) Means within a column followed by the same letter are not significantly different ($P < 0.05$)

تعیین مقادیر صفات مورفولوژیکی میوه

نتایج تجزیه واریانس اثر سال در همه صفات اندازه‌گیری-شده (طول، عرض، وزن، حجم، چگالی، وزن گوشت میوه و طول، عرض و وزن هسته) دارای تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ بود. تجزیه واریانس اثر تیمار در صفات طول میوه، طول و عرض هسته در سطح احتمال ۵٪، در صفات حجم و چگالی میوه و وزن هسته در سطح احتمال ۱٪ معنی-دار و در سایر صفات عرض، وزن کامل میوه و وزن گوشت میوه معنی‌دار نبود. همچنین تجزیه واریانس اثر تیمار در سال نشان داد که در صفات حجم و چگالی میوه، عرض و وزن هسته در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار و در صفات طول میوه، عرض میوه، وزن میوه، وزن گوشت میوه و طول هسته تفاوت معنی‌داری وجود نداشت.

مقایسه میانگین اثر سال بر صفات مورفولوژیکی زیتون در دو سال آزمایش نشان داد که ابعاد میوه در همه صفات مورد بررسی دارای تفاوت معنی‌دار بوده و در سال ۱۴۰۱ نسبت به سال ۱۴۰۰ افزایش داشت. میانگین صفات مهم مانند طول میوه (۲۴/۸۹ میلی‌متر) ($F_{1,89}$=437.75, P<0.0001)، عرض میوه (۱۸/۹۳ میلی‌متر) ($F_{1,89}$=507.56, P<0.0001) و وزن میوه (۵/۱۷ گرم) ($F_{1,89}$=2011.70, P<0.0001) در سال ۱۴۰۱ در مقایسه با سال ۱۴۰۰ (طول میوه: ۱۸/۹۹ میلی-متر، عرض میوه: ۱۴/۰۲ میلی‌متر، وزن میوه: ۲/۳۷ گرم) افزایش معنی‌داری داشت (جدول ۳).

مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف بر صفات مورفولوژیکی میوه زیتون طی دو سال آزمایش نشان داد که تیمارهای مختلف اسید سالیسیلیک در برخی صفات مانند عرض میوه ($F_{2,89}$=2.28, P=0.1121)، وزن میوه ($F_{2,89}$=2.97, P=0.0596) و وزن گوشت میوه ($F_{2,89}$=2.11, P=0.1307) تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشتند. بیشترین طول میوه در تیمار اسید سالیسیلیک دو میلی مولار برابر با ۲۲/۳۳ میلی‌متر و کمترین طول میوه در تیمار شاهد برابر با ۲۱/۴۱ میلی‌متر مشاهده شد (جدول ۴).

جدول ۳- میانگین (±خطای معیار) اثر سال بر صفات مورفولوژیکی میوه زیتون طی دو سال آزمایشی ۱۴۰۱- ۱۴۰۰

Table 3. Mean (±SE) effect of year on morphological characteristics of olive fruit during two experimental years 2021-2022

	Characteristics								
Year	fruit length (mm)	fruit width (mm)	fruit weight (gr)	fruit flesh weight (gr)	fruit volume (mm^3)	actual fruit density (kg/mm^3)	kernel length (mm)	kernel width (mm)	kernel weight (gr)
2021	18.99±0.20 b	14.02±0.17 b	2.37±0.04 b	1.90±0.04 b	1954.57±35.32 b	1.219×10^{-9} ±0.01 a	14.99±0.15 b	7.23±0.06 b	0.47±0.01 b
2022	24.89±0.22 a	18.93±0.13 a	5.17±0.10 a	4.57±0.09 a	4547.04±123.9 a	1.156×10^{-9} ±0.02 b	17.12±0.20 a	7.83±0.06 a	0.60±0.01 a

Means within a column followed by the same letter do not differ significantly (Tukey's test, P < 0.05)

جدول ۴- میانگین (±خطای معیار) اثر تیمار بر صفات مورفولوژیکی میوه زیتون طی دو سال آزمایشی ۱۴۰۱- ۱۴۰۰

Table 4. Mean (±SE) of the treatment effect on the morphological characteristics of olive fruit during two experimental years 2021-2022

	Characteristics								
Treatment	fruit length (mm)	fruit width (mm)	fruit weight (gr)	fruit flesh weight (gr)	fruit volume (mm3)	actual fruit density (kg/mm3)	kernel length (mm)	kernel width (mm)	kernel weight (gr)
Salicylic acid 1 mM	22.09±0.64a ab	16.60±0.48 a	3.85±0.26 a	3.29±0.25 a	2915.93±188.7 b	1.312×10^{-9} ±0.01a	16.17±0.27 ab	7.60±0.06 ab	0.55±0.01 a
Salicylic acid 2 mM	22.33±0.56 a	16.68±0.44 a	3.87±0.27 a	3.31±0.25 a	3413.83±288.4 a	1.185×10^{-9} ±0.02 b	16.40±0.28 a	7.63±0.08 a	0.56±0.01 a
Control	21.41±0.60 b	16.15± 0.53 a	3.60±0.29 a	3.10±0.27 a	3422.66±294.9 a	1.065×10^{-9}±0.005c	15.60±0.30 b	7.37±0.12 b	0.50±0.02 b

Means within a column followed by the same letter do not differ significantly (Tukey's test, P < 0.05)

مقادیر ترکیبات موجود در روغن زیتون

بررسی ترکیبات شیمیایی موجود در روغن زیتون توسط دستگاه GC/Mass در دو سال آزمایش نشان داد که در نمونه‌های سالم شاهد و تیمار شده با اسید سالیسیلیک، درصد اسید چرب غیر اشباع اولییک نسبت به تیمار آلوده بیشتر بود. درصد اسید چرب غیر اشباع لینولییک در نمونه‌های سالم تیمار شده با اسید سالیسیلیک نسبت به نمونه‌های شاهد سالم افزایش یافت که این افزایش در سال ۱۴۰۱ تفاوت چشم-گیری داشت. همچنین درصد اسیدهای چرب اشباع (پالمیتیک، پالمیتولئیک، مریستیک، استئاریک، ایکوزنوئیک و آراشیدیک) در نمونه‌های روغن بدون آلودگی و آلوده به مگس زیتون و تیمار شده با اسید سالیسیلیک نسبت به تیمار شاهد کاهش یافت. مقدار ماده آلی اسکوالین در روغن تیمارهای اسید سالیسیلیک دو میلی‌مولار سالم و آلوده به آفت در مقایسه با شاهد افزایش یافت (جدول ۵). بیشترین و کمترین مقدار اسید اولئیک در سال ۱۴۰۰ در تیمار اسید سالیسیلیک دو میلی‌مولار به‌ترتیب در نمونه‌های روغن بدون آلودگی به آفت برابر با ۵۳/۱۵ درصد و در

روغن نمونه‌های آلوده برابر با ۴۶/۵۱ درصد مشاهده شد. بیشترین و کمترین میزان اسید اولئیک در سال ۱۴۰۱ در نمونه‌های روغن غیرآلوده به آفت در تیمار اسید سالیسیلیک دو میلی‌مولار به‌ترتیب برابر با ۵۳/۵۵ و ۴۶/۲۶ درصد مشاهده شد (جدول ۵).

مقادیر اسید لینولئیک در هر دو سال آزمایش نشان داد که مقدار آن در روغن نمونه‌های سالم و آلوده تیمار اسید سالیسیلیک دو میلی‌مولار افزایش داشت که بیشترین مقدار آن در سال ۱۴۰۱ و برابر با ۴/۲۵ درصد ثبت شد (جدول ۵).

نتایج نشان داد که مقدار اسید پالمیتیک در تمام نمونه‌های روغن سالم و آلوده به آفت تیمار شده با اسید سالیسیلیک دو میلی‌مولار نسبت به شاهد کمتر بود. بیشترین مقدار اسید پالمیتیک در سال ۱۴۰۰ در نمونه روغن آلوده تیمارهای شاهد (۲۹/۳۵ درصد) و کمترین آن در نمونه روغن سالم تیمار اسید سالیسیلیک دو میلی‌مولار (۲۴/۸۹ درصد) ثبت شد. بیشترین مقدار اسید پالمیتیک در سال ۱۴۰۱ در نمونه روغن آلوده در تیمار شاهد (۲۳/۸۱ درصد) و کمترین مقدار آن در نمونه روغن تیمار سالم اسید سالیسیلیک دو میلی‌مولار (۲۰/۱۳ درصد) مشاهده شد.

مقادیر سایر اسیدهای چرب اشباع شامل اسید پالمیتولئیک، اسید آراشیدیک، اسید استئاریک، اسید ایکوزنوئیک و اسید مریستیک در تمام نمونه‌های روغن سالم تیمار شده با اسید سالیسیلیک و شاهد نسبت به روغن تیمارهای آلوده به آفت در هر دو سال آزمایش کاهش یافت. بیشترین مقدار اسید پالمیتولئیک در سال ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ در روغن آلوده به مگس نمونه شاهد (به‌ترتیب برابر با ۶/۰۹ و ۵/۷۹ درصد) و کمترین آن در نمونه روغن سالم تیمار اسید سالیسیلیک دو میلی‌مولار (به‌ترتیب برابر ۵/۴۴ و ۵/۶۱ درصد)، بیشترین مقدار اسید آراشیدیک در سال ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ در روغن آلوده به آفت تیمار شاهد (به‌ترتیب برابر با ۲/۱۴ و ۲/۱۸ درصد) و کمترین آن در روغن سالم تیمار اسید سالیسیلیک دو میلی‌مولار (به‌ترتیب برابر با ۱/۹۲ و ۲/۰۵ درصد)، بیشترین مقدار اسید استئاریک در روغن آلوده به آفت تیمار شاهد در سال ۱۴۰۰ برابر با ۳/۹۲ درصد و در سال ۱۴۰۱ برابر با ۳/۹۸ درصد و کمترین مقدار آن در روغن سالم تیمار اسید سالیسیلیک دو میلی‌مولار در سال ۱۴۰۰ برابر با ۲/۹۳ درصد و در سال ۱۴۰۱ برابر با ۳/۱۶ درصد ثبت شد. بیشترین مقادیر اسید ایکوزنوئیک و اسید مریستیک نیز در نمونه‌های روغن آلوده به آفت تیمار شاهد در سال ۱۴۰۰ به‌ترتیب برابر ۱/۴۴ درصد و ۰/۱۶ درصد و در سال ۱۴۰۱ به‌ترتیب برابر با ۱/۴۷ درصد و ۰/۱۱ درصد بود. کمترین مقدار به‌دست آمده از اسید ایکوزنوئیک در نمونه روغن سالم تیمار اسید سالیسیلیک دو میلی‌مولار در سال ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ به‌ترتیب برابر با ۱/۲۱ درصد و ۱/۲۷ درصد و کمترین میزان اسید مریستیک در هر دو سال ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ برابر با ۰/۰۹ درصد ثبت شد (جدول ۵). مقدار ماده شیمیایی اسکوالین در نمونه‌های روغن سالم و آلوده تیمار شده با اسید سالیسیلیک دو میلی‌مولار در مقایسه با شاهد در هر دو سال ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ افزایش داشت. بیشترین میزان آن در سال ۱۴۰۱ و در روغن نمونه‌های سالم تیمار شده با اسید سالیسیلیک دو میلی‌مولار برابر با ۸/۶۶ درصد مشاهده شد. کمترین مقدار آن نیز طی دو سال آزمایش در نمونه‌های روغن آلوده به مگس میوه زیتون و در درختان شاهد برابر با ۷/۰۱ درصد در سال ۱۴۰۰ بود (جدول ۵).

نتایج مقایسه میانگین اثر سال نشان داد که مقدار اسید اولئیک در نمونه روغن‌های سالم در سال ۱۴۰۰ به‌طور معنی‌داری بیشتر از ۱۴۰۱ (به‌ترتیب ۵۰/۶۲ درصد و ۴۹/۹۰ درصد) بود ($F_{1,15}$=126.36, P<0.0001). مقدار اسید لینولئیک نیز در نمونه روغن‌های سالم در سال ۱۴۰۰ (۱/۵۹ درصد) به‌طور معنی‌داری کمتر از سال ۱۴۰۱ (۳/۱۶ درصد) بود ($F_{1,15}$=14789.4, P<0.0001). مقدار ماده اسکوالین در نمونه روغن‌های سالم در سال ۱۴۰۰ (۷/۸۹ درصد) نسبت به سال ۱۴۰۱ (۸/۰۸) به‌طور معنی‌داری کمتر بود ($F_{1,15}$=113.50, P<0.0001). مقادیر دو اسید چرب اشباع پالمتولئیک و پالمیتیک در نمونه روغن‌های سالم در سال ۱۴۰۰ (به ترتیب: ۵/۷۱ درصد، ۲۶/۷۲ درصد) نسبت به سال ۱۴۰۱ (به ترتیب: ۵/۶۴ درصد، ۲۱/۱۸ درصد) به‌طور معنی‌داری بیشتر بود ($F_{1,15}$=126.75, P<0.0001)،

($F_{1,15}$=199081, P<0.0001)؛ اما مقادیر اسیدهای چرب آراشیدیک ($F_{1,15}$=10.24, P=0.0186) ، استئاریک ($F_{1,15}$=97.61, P<0.0001) و ایکوزنوئیک ($F_{1,15}$=43.35, P=0.0006) در نمونه‌های روغن‌های سالم در سال ۱۴۰۰ نسبت به سال ۱۴۰۱ کمتر و دارای تفاوت معنی‌دار بود. تنها در اسید مریستیک این تفاوت غیرمعنی‌دار بود ($F_{1,15}$=0.21, P=0.66) (جدول ۶).

جدول ۵- میانگین (±خطای معیار) درصد مقادیر ترکیبات شیمیایی مختلف موجود در روغن زیتون در تیمارهای مختلف طی دو سال ۱۴۰۱-۱۴۰۰

Table 5. Mean (±SE) percentage of different chemical compounds in olive oil in different treatments during two years 2021-2022

Year	Treatment	Palmitoleic acid	Oleic acid	Palmitic acid	Linoleic acid	Arachidic acid	Stearic acid	Eicosanoic acid	Myristic acid	Squalane
2021	Salicylic acid 2 mM (U)	5.44±0.01 b	53.15±0.10 a	24.89±0.03 b	2.33±0.009 a	1.92±0.02 b	2.93±0.01 b	1.21±0.01 b	0.09±0.005 a	8.52±0.02 a
	Control (U)	5.98±0.02 a	48.09±0.07 b	28.55±0.03 a	0.86±0.01 b	2.09±0.02 a	3.26±0.01 a	1.29±0.01 a	0.14±0.01 a	7.26±0.01 b
	Salicylic acid 2 mM (I)	5.75±0.01 b	46.51±0.03 b	26.32±0.01 b	0.94±0.01 a	2.02±0.009 b	3.06±0.01 b	1.42±0.009 a	0.1±0.001 b	8.29±0.01 a
	Control (I)	6.09±0.009 a	50.09±0.01 a	29.35±0.02 a	0.89±0.01 a	2.14±0.01 a	3.92±0.02 a	1.44±0.02 a	0.16±0.01 a	7.01±0.02 b
2022	Salicylic acid 2 mM (U)	5.61±0.01 b	53.55±0.01 a	20.13±0.01 b	4.25±0.01 a	2.05±0.01 b	3.16±0.01 b	1.27±0.01 b	0.09±0.009 a	8.66±0.01 a
	Control (U)	5.68±0.01 a	46.26±0.02 b	22.23±0.01 a	2.08±0.009 b	2.12±0.01 a	3.47±0.02 a	1.4±0.01 a	0.13±0.01 a	7.51±0.01 b
	Salicylic acid 2 mM (I)	5.78±0.01 a	52.84±0.01 a	20.65±0.02 b	3.56±0.01 a	2.14±0.01 a	3.29±0.009 b	1.32±0.009 b	0.11±0.005 a	8.42±0.007 b
	Control (I)	5.79±0.009 a	47.82±0.01 b	23.81±0.01 a	1.33±0.01 b	2.18±0.009 a	3.98±0.009 a	1.47±0.009 a	0.11±0.009 a	7.23±0.01 a

Means within a column followed by the same letter do not differ significantly (Tukey's test, P < 0.05) **(**U=Uninfested & I= Infested)

جدول ۶- میانگین (±خطای معیار) اثر سال بر درصد مقادیر ترکیبات شیمیایی مختلف موجود در روغن میوه زیتون بدون آلودگی و آلوده به آفت در تیمارهای مختلف طی دو سال آزمایشی ۱۴۰۱- ۱۴۰۰

Table 6. Mean (±SE) effect of year on the percentage of different chemical compounds in unpolluted and pest-infested olive fruit oil in different treatments during two experimental years 2021-2022

Year	Characteristics								
	Palmitoleic acid	**Oleic acid**	**Palmitic acid**	**Linoleic acid**	**Arachidic acid**	**Stearic acid**	**Eicosanoic acid**	**Myristic acid**	**Squalane**
2021 (U)	5.71±0.10 a	50.62±0.95 a	26.72±0.69 a	1.59±0.27 b	2.00±0.03 b	3.09±0.06 b	1.25±0.01 b	0.11±0.01 a	7.89±0.23 b
2022 (U)	5.64±0.01 b	49.90±1.37 b	21.18±0.39 b	3.16±0.41 a	2.08±0.01 a	3.31 ±0.06 a	1.33±0.02 a	0.11±0.01 a	8.08±0.21 a
2021 (I)	5.92±0.06 a	48.30±0.67 b	27.83±0.57 a	0.91±0.01 b	2.08±0.02 b	3.49±0.16 b	1.43±0.01 a	0.13±0.01 a	7.65±0.24 b
2022 (I)	5.78±0.00 7 b	50.33±0.94 a	22.23±0.59 b	2.44±0.42 a	2.16±0.01 a	3.63±0.13 a	1.39±0.02 a	0.11±0.005 a	7.82±0.22 a

Means within a column followed by the same letter do not differ significantly (Tukey's test, P < 0.05) **(**U=Uninfested & I= Infested)

جدول ۷- میانگین (±خطای معیار) اثر تیمار بر درصد مقادیر ترکیبات شیمیایی مختلف موجود در روغن زیتون طی دو سال آزمایشی ۱۴۰۱- ۱۴۰۰

Table 7. Mean (±SE) of the treatment effect on the percentage of different chemical compounds in olive oil during two experimental years 2021-2022

Treatment	Characteristics								
	Palmitolic acid	**Oleic acid**	**Palmitic acid**	**Linoleic acid**	**Arachidic acid**	**Stearic acid**	**Eicosanoic acid**	**Myristic acid**	**Squalane**
Salicylic acid 2 mM (U)	5.52±0.03 b	53.35±0.09 a	22.51±0.89 b	3.29±0.36 a	1.98±0.02 b	3.04±0.04 b	1.24±0.01 b	0.09±0.004 b	8.59±0.02 a
Control (U)	5.83±0.05 a	47.17±0.34 b	25.39±1.19 a	1.47±0.99 b	2.10±0.01 a	3.36±0.04 a	1.34±0.02 a	0.13±0.008 a	7.38±0.04 b
Salicylic acid 2 mM (I)	5.76±0.01 b	49.67±1.19 a	23.48±1.07 b	2.25±0.49 a	2.08±0.02 b	3.17±0.04 b	1.37±0.01 b	0.10±0.003 b	8.35±0.02 a
Control (I)	5.94±0.05 a	48.95±0.42b	26.58±1.04 a	1.11±0.08 b	2.16±0.01 a	3.95±0.01 a	1.45±0.01a	0.13±0.01 a	7.12±0.04 b

Means within a column followed by the same letter are not significantly different (Tukey's test, $P < 0.05$)
(U=Uninfested & I= Infested))

بررسی مقایسه میانگین اثر تیمار در دو سال آزمایش نشان داد که بیشترین مقدار اسید اولئیک در نمونه‌های روغن میوه‌های غیرآلوده به مگس زیتون در تیمار اسید سالیسیلیک دو میلی‌مولار (۵۳/۳۵ درصد) و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد (۴۷/۱۷ درصد) و دارای تفاوت معنی‌دار بود ($F_{1,15}$=9424.67, P<0.0001). مقدار اسید لینولئیک نیز در نمونه‌های روغن میوه‌های غیرآلوده به آفت مربوط به تیمار اسید سالیسیلیک دو میلی‌مولار (۳/۲۹ درصد) و کمترین مقدار مربوط به شاهد (۱/۴۷ درصد) و معنی‌دار بود ($F_{1,15}$=19784.4, P<0.0001). همچنین بیشترین مقدار اسکوالین نمونه‌های روغن‌های غیرآلوده، در تیمار اسید سالیسیلیک دو میلی‌مولار (۸/۵۹ درصد) و کمترین میزان آن در تیمار شاهد (۷/۳۸ درصد) به‌دست آمد که این تفاوت معنی‌دار بود (F=4399.49, P<0.0001) (جدول ۷).

بحث

یکی از روش‌های کنترل آفات، استفاده از مقاومت القایی در گیاه میزبان است. مقاومت القایی ناشی از مکانیسم ساز و کارهای دفاعی یک گیاه در برابر آفت است که در نتیجه واکنش گیاه به محرک‌های شیمیایی یا فیزیکی ایجاد می‌شود. گیاهان با تحریک مجموعه‌ای از رویدادها از جمله رونویسی ژن‌های دخیل در بیوسنتز هورمون‌های گیاهی درگیر در پاسخ‌های دفاعی به تنش‌ها پاسخ می‌دهند (Kogan & Paxton, 1983; Herron *et al.*, 2000; Bostock *et al.*, 2014). در میان این هورمون‌های گیاهی، سالیسیلات‌ها (SA)، جاسمونات‌ها (JA) و اتیلن (Et) برای تعدیل پاسخ‌های دفاعی گیاه شناخته شده‌اند (Aljbory & Chen, 2017).

القای مقاومت به دو روش مستقیم و غیرمستقیم ایجاد می‌شود. در روش مستقیم، مقاومت القایی توسط پروتئین‌های رهاشده برای محافظت گیاهان در مقابل حشرات ایجاد شده و یا گیاه ممکن است برای کاهش تغذیه، تخم‌ریزی و نشو و نمای گیاه‌خوار مواد شیمیایی دفاعی تولید کند (Senthil-Nathan *et al.*, 2009). تداوم مقاومت القایی در تغییر جمعیت و کاهش نرخ رشد جمعیت حشرات و تولیدمثل آنها مؤثر است (Underwood, 1999). گیاهان در مواجهه با حشرات گیاه‌خوار، اغلب تولید متابولیت‌های شیمیایی ثانویه مضر برای حشرات را افزایش می‌دهند (Baldwin, 1994).

القای مسیر سیگنال‌دهی هورمون‌های گیاهی با توجه به نوع عادت تغذیه بندپایان تحریک می‌شود. مسیرهای SA به‌طور عمده با پاسخ‌های حساسیت زیاد و مقاومت سیستمیک اکتسابی مرتبط هستند (Yan & Dong, 2014). محلول-پاشی سطحی اسید سالیسیلیک در غلظت‌های مناسب، با کاهش تخریب رنگیزه کلروفیل، کارآیی سیستم آنتی-اکسیدانی در گیاهان را افزایش داده و با تغییر فعالیت آنزیم-های آنتی‌اکسیدانی مانند کاتالاز، پراکسیداز و سوپراکسید دیسموتاز و سنتز پروتئین‌های جدید، از دستگاه فتوسنتزی حمایت می‌کند (Popova *et al.*, 2003). این هورمون می-تواند از گیاه در مواجهه با تنش‌های زیستی و غیر زیستی محافظت کرده و با افزایش غلظت، تحمل گیاه را نسبت به تنش‌ها افزایش دهد (Qaiser *et al.*, 2010). بررسی‌ها نشان داده‌اند که اسید سالیسیلیک ممکن است با دفاع در برابر گیاه-خواری نیز مرتبط باشد (Schweiger *et al.*, 2014; Aljbory & Chen, 2017; Favaro *et al.*, 2019).

تغییر شرایط آب و هوایی در هر سال می‌تواند فعالیت مگس میوه زیتون را تحت تاثیر قرار داده و در تغییرات جمعیت آفت موثر باشد. نتایج داده‌های هواشناسی، شکار تله‌های مختلف و میزان آلودگی در درختان تیمار شده با اسید سالیسیلیک و شاهد نشان داد که افزایش دمای هوا در تیر ماه سال ۱۴۰۰ و هم‌زمانی آن با شروع فعالیت نسل زمستان‌گذران و رشد سریع میوه، فعالیت جمعیت نسل اول آفت را کاهش داد. تغییرات دمایی ثبت شده در سال ۱۴۰۱ نیز نشان داد که فعالیت نسل دوم آفت به دلیل هم‌زمانی با گرمای هوا و کم شدن شعاع فعالیت آفت با کاهش مواجه شد. نتایج بررسی-های پژوهشگران نشان داد که کاهش دمای هوا در اوایل پاییز باعث افزایش فعالیت جنسی و تخم‌ریزی آفت شده و با نزدیک شدن به زمان برداشت محصول بر میزان آلودگی میوه‌ها به مگس زیتون افزوده می‌شود (Abbasi Mojdehi *et al.*, 2017). بررسی نتایج آلودگی موثر و مضر آفت در سال ۱۴۰۰ نشان داد که دوزهای مختلف اسید سالیسیلیک باعث کاهش میزان آلودگی موثر و مضر در درختان تیمار شده در مقایسه با شاهد شد. کمترین مقدار آلودگی مضر در تیمار اسید سالیسیلیک دو میلی‌مولار برابر با صفر بود. در سال ۱۴۰۱ میزان آلودگی موثر در درختان تیمار شده با اسید سالیسیلیک یک و دو میلی‌مولار در مقایسه با درختان شاهد اندکی افزایش داشت، اما مقدار آلودگی مضر در هر دو دوز اسید سالیسیلیک برابر با صفر بود که در مقایسه با شاهد کاهش داشت. این نتایج نشان داد که اسید سالیسیلیک می-تواند با تاثیر بر مراحل رشدی آفت و برهم‌زدن روند طبیعی چرخه زندگی آن، منجر به کاهش آلودگی محصول به مگس میوه زیتون شود.

نتایج محلول‌پاشی با دوزهای مختلف اسید سالیسیلیک در دو سال آزمایش نشان داد که در درختان تیمار شده مراحل رشدی آفت (تخم، لارو سن یک، لارو سن دوم، لارو سن سوم و شفیره) نسبت به درختان شاهد با تغییر همراه بود. آلودگی به تخم آفت در تیمار اسید سالیسیلیک یک میلی-مولار نسبت به شاهد افزایش داشت، اما آلودگی به سایر مراحل رشدی آفت (لاروهای سنین یک، دو، سه و شفیره) نسبت به شاهد کاهش داشت. بیشترین و کمترین آلودگی به شفیره آفت به‌ترتیب در درختان شاهد و درختان تیمار شده با اسید سالیسیلیک دو میلی‌مولار ثبت شد. نتایج اثر برخی هورمون‌های گیاهی مانند اسید سالیسیلیک و اسید جاسمونیک بر متابولیت‌های ثانویه میوه زیتون و خسارت مگس میوه زیتون نشان داد که هر دو اسید با ممانعت از تکمیل مراحل رشدی آفت درون میوه، موجب کاهش آلودگی میوه‌ها به آفت می‌شوند (Fardmasoud *et al.*, 2024). بررسی تاثیر تیمارهای سالیسیلیک اسید و بتا آمینوبوتیریک اسید در القای مقاومت به شته سبز هلو، *Myzus persicae* (Sulzer)، در باقلا نشان داد که این دو اسید اثرات ممانعت‌کنندگی روی رشد و تکثیر شته سبز هلو داشته و با افزایش طول چرخه زندگی شته‌ها باعث کاهش جمعیت شته و در نتیجه القای مقاومت شدند (Nayebzadeh *et al.*, 2016). اثر تیمار اسید سالیسیلیک روی مگس میوه شرقی، *Bactrocera dorsalis* (Hendel)، در میوه انبه نشان داد که حشرات ماده برای تخم‌گذاری میوه‌های تیمار نشده را ترجیح داده و تعداد تخم‌ها در میوه‌های تیمار شده با اسید سالیسیلیک به طور قابل‌توجهی کمتر بود. آزمایش نشان داد که مواد فرار

جمع‌آوری‌شده از میوه‌های تیمار شده با اسید سالیسیلیک در مقایسه با مواد فرار از میوه‌های تیمار نشده برای تخم‌ریزی حشرات ماده جذابیت کمتری داشتند. تجزیه و تحلیل GC/Mass از مواد فرار میوه‌های تیمار شده با اسید سالیسیلیک و میوه‌های تیمار نشده تغییرات قابل توجهی را در ترکیبات شیمیایی آنها نشان داد. ترکیبات Cis-ocimene و 3-carene (از مواد جلب‌کننده مگس *B. dorsalis*) در میوه‌های تیمار شده کاهش یافت. علاوه بر این، کاهش تشکیل شفیره و ظهور بالغ در میوه تیمار شده نسبت به شاهد مشاهده شد. افزایش محتوای فنل و فلاونوئید و آنزیم‌های آنتی‌اکسیداتیو یعنی کاتالاز (CAT)، پلی‌فنول-اکسیداز (PPO) و پراکسیداز (POD) در میوه تیمار شده مشاهده شد. نتایج نشان داد که تیمار اسید سالیسیلیک باعث کاهش تخم‌گذاری، رشد لارو و ظهور حشرات بالغ *B. dorsalis* می‌شود و نقش اسید سالیسیلیک را در افزایش تحمل انبه به *B. dorsalis* نشان می‌دهد (Pagadala Damodaram *et al.*, 2015). این یافته‌ها با نتایج به‌دست-آمده از این پژوهش و کاهش درصد خسارت لارو، شفیره و سوراخ خروجی حشرات بالغ در میوه‌های زیتون تیمار شده با اسید سالیسیلیک مطابقت دارد.

نتایج مطالعه فیزیولوژیکی محلول‌پاشی اثر غلظت‌های مختلف سالیسیلیک اسید (۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ پی‌پی‌ام) و تعداد دفعات محلول‌پاشی (یک، دو یا سه بار) بر میزان باردهی درختان انبه Sukkary نشان داد که یک بار استفاده از غلظت ۵۰ تا ۲۰۰ پی‌پی‌ام، ۲ یا ۳ برابر طول ساقه، سطح برگ، کل کلروفیل‌ها، نیتروژن، فسفر و پتاسیم در برگ‌ها، عملکرد و کیفیت میوه را در مقایسه با عدم استفاده از اسید سالیسیلیک به‌طور چشم‌گیری افزایش داد. اما افزایش غلظت سالیسیلیک از ۱۰۰ به ۲۰۰ پی‌پی‌ام و با دو و سه نوبت محلول‌پاشی بر همه صفات مورد بررسی دارای اثر معنی‌دار نبود. بهترین عملکرد و کیفیت میوه در دو نوبت محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک با غلظت ۱۰۰ پی‌پی‌ام درست بعد از ظهور و شروع رشد میوه حاصل شد (Ahmed *et al.*, 2015). بررسی تأثیر اسید سالیسیلیک بر خصوصیات رشدی و فیتوشیمیایی گیاه آویشن دنایی (*Thymus daenensis* Celak) در شرایط کم آبیاری نشان داد که محلول‌پاشی با اسید سالیسیلیک موجب کاهش اثرات منفی شرایط کم آبیاری و افزایش شاخص‌های رشدی در گیاهان تحت تنش تیمارشده با اسید سالیسیلیک شد (Abdi *et al.*, 2022). نتایج این پژوهش با یافته‌های تحقیق حاضر در مورد اثر تیمار اسید سالیسیلیک بر صفات مورفولوژیک زیتون از جمله افزایش وزن میوه، وزن گوشت میوه، طول و عرض میوه و طول، عرض و وزن هسته نسبت به درختان شاهد به‌ویژه در سال دوم پژوهش مطابقت داشت.

روغن زیتون دارای اسیدهای چرب غیر اشباعی مانند اولییک اسید، لینولییک اسید و به مقدار اندکی لینولنیک اسید می‌باشد که بالا بودن مقدار اسید اولییک و پایین بودن اسید لینولنیک یکی از مزایای آن است. اسیدهای چرب اشباع پالمتیک و استاریک اسید، پیش‌ماده برای تولید اسیدهای چرب غیراشباع مانند اسید اولییک می‌باشند. روغن زیتون دارای مقادیر متفاوتی از انواع ترکیبات استرولی و مقادیر کمتری از فیتوسترول و کلسترول و مقدار زیادی ترپنویید می‌باشد. مقادیر موجود در روغن زیتون تا حد زیادی تحت تأثیر برهمکنش رقم-محیط می‌باشد (Dabbou *et al.*, 2010; Homapour *et al.*, 2014). ترپنوییدها شامل هورمون‌ها، اجزای سیستم‌های انتقال الکترون، عوامل اصلاح کننده پروتئین، تعیین‌کننده‌های سیالیت غشاء و آنتی-اکسیدان‌ها بوده و در برهمکنش‌های اکولوژیکی گیاهان با عوامل زنده و غیر زنده محیطی، نقش‌هایی شامل دفاع در برابر گیاه‌خواران و عوامل بیماری‌زا و ارسال سیگنال‌ها به ارگانیسم‌های مفید مانند گرده‌افشان‌ها و میکوریزا ایفا می-کنند (Xu *et al.*, 2012; Orsavova *et al.*, 2015; Kycyk *et al.*, 2016). بررسی مشخصات اسیدهای چرب موجود در روغن زیتون رقم مانزانیلا در آزمایش‌ها با توجه به رقم، زمان برداشت و شرایط اقلیمی منطقه که در میزان درصد اسیدهای چرب روغن موثر می‌باشد، نشان داد که میزان دو اسید چرب غیر اشباع اولییک و لینولئیک در درختان تیمار شده با اسید سالیسیلیک نسبت به درختان شاهد افزایش و درصد سایر اسیدهای چرب اشباع مانند اسید پالمیتیک، اسید پالمیتولئیک، اسید آراشیدیک، اسید استئاریک، اسید ایکوزنوئیک و اسید مریستیک نسبت به شاهد کاهش یافت.

مقدار ترپنوئید اسکوالین نیز در درختان تیمار شده با اسید سالیسیلیک نسبت به شاهد افزایش داشت. در مطالعه‌ای دیگر، بررسی اثر دوزهای مختلف اسید سالیسیلیک (صفر،۰/۱ و ۰/۲ گرم در لیتر) در سه نوبت محلول‌پاشی (دوبار قبل از گلدهی و یک‌بار بعد از گلدهی) بر کیفیت روغن خوراکی و ترکیب اسیدهای چرب دانه‌های حاصل از نواحی مختلف طبق آفتابگردان (منطقه مرکزی، میانی و بیرونی) نشان داد که اسید سالیسیلیک موجب افزایش مقدار اسیدهای چرب غیراشباع و کاهش اسیدهای چرب اشباع شد و در نتیجه بهبود کیفیت دانه‌های حاصل از گیاه مادری شد (Khani Basiri *et al.*, 2017). به‌طورکلی، نتایج این پژوهش با ترکیب اسیدهای چرب یافت شده در تحقیقات مشابه مطابقت دارد.

بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق می‌توان گفت اسید سالیسیک قادر است با تاثیر بر متابولیت‌های ثانویه گیاه، موجب کاهش رشد جمعیت آفت شده و میزان تخم‌ریزی مگس زیتون و چرخه زندگی آفت را تحت تاثیر قرار دهد. داده‌های به‌دست‌آمده از میانگین درصد خسارت آفت و نسبت آلودگی موثر و مضر در دو سال مورد بررسی (که از نظر جمعیت آفت در منطقه با هم متفاوت بودند) نشان داد که غلظت‌های مختلف اسید سالیسیک می‌توانند با تغییر در برخی ترکیبات شیمیایی و صفات موفولوژیک گیاه در ایجاد مقاومت القایی نسبت به مگس زیتون نقش موثری ایفا کنند.

References

Abbasi Mojdehi, M. R., Ghannad Amooz, S., & Mojib Haghghadam, Z. (2017). Evaluation "Lure and Kill" technique with attractant traps for olive fruit fly, *Bactrocera oleae* Rossi (Dip.: Tephritidae) control. *Plant Pest Research, 6*(*4*), 49-59. (in Farsi).

Abdi, L., Asghari, H. R., Tolyat Abolhassani, M., Amerian, M. R., & Naghdi Bodi, H. (2022). Effect of salicylic acid on growth and phytochemical characteristics of *Thymus daenensis* under drought irrigation. *Journal of Plant Process and Function*, *11*(48), 195-210. (in Farsi)

Ahmed, F. F., Mansour, A. E. M., & Merwad, M. A. (2015). Physiological studies on the effect of spraying salicylic acid on fruiting of sukkary mango trees. *International Journal of ChemTech Research*, *8*, 2142-2149.

Aljbory, Z., & Chen, M. S. (2017). Indirect plant defense against insect herbivores: A review. *Insect Science*, *1*, 1-22. **DOI: https://doi.org/10.1111/1744-7917.12436**

Baldwin, I. T., Schmetz, E. A., & Ohnmeriss, T. E. (1994). Wound induced changes in root and shoot jasmonic acid pools correlate with induced nicotine synthesis in Nicotiana sylvestris. *Journal of Chemical Ecology*, *20*, 2139–2158. **DOI: https://doi.org/10.1007/bf02066250**

Barranco, D., & Rallo, L. (2000). Olive Cultivars in Spain. *HortTechnology*, *10*(1), 107-110. **DOI: https://doi.org/10.21273/HORTTECH.10.1.107**

Basilios, E. M., Mazomenos, A. P., & Stefanou, D. (2002). Attract and kill of the olive fruit fly *Bactrocera oleae* in Greece as a part of an integrated control system. *International Organization for Biological and Integrated Control West Palaearctic Regional Section Bulletin*, *25*, 1-11.

Bostock, R. M., Pye, M. F., & Roubtsova, T. V. (2014). Predisposition in plant disease: Exploiting the nexus in abiotic and biotic stress perception and response. *Annual Review of Phytopathology*, *52*, 517-549. **DOI: https://doi.org/10.1146/annurev-phyto-081211-172902**

Caleca, V. & Rizzo, R. (2006). Effectiveness of c lays and copper products in the control of *Bactrocera oleae* (Gmelin). In Proceedings of Olivebioteq, *Second International Seminar Biotechnology and quality of olive tree products around the Mediterranean Basin*, 5-10 November, Italy, pp. 275-282.

Dabbou, S., Rjiba, I., Nakbi, A., Gazzah, N., Issaoui, M., & Hammami, M. (2010). Compositional quality of virgin olive oils from cultivars introduced in Tunisian arid zones in comparison to Chemlali cultivars. *Science Horticulutre*, *124*, 122-127. **DOI: http://dx.doi.org/10.5897/AJAR11.1335**

Elson-Harris, M. & White, I. (1992). Fruit flies of economic significance: Their identification and bionomics. *Centre for Agriculture and Bioscience International*, 601 pp. **DOI: https://doi.org/ 10.1079/9780851987903.0000**

Fardmasoud, H., Razmjou, J., Naseri, B., & Abbasi Mojdehi, M. R. (2024). The effect of some plant hormones on the secondary metabolites of olive fruit and olive fruit fly damage, *Bactrocera oleae* (Diptera:Tephritidae). *Journal of Entomological Society of Iran*, *44*(1), 55–73. **DOI: https:// doi.org.10.61186/jesi.44.1.5**

Favaro, R., Resende, J. T. V,. Gabriel, A., Zeist, A. R., Cordeiro, E. C. N., & Favaro Junior, J. L. (2019). Salicylic acid: resistance inducer to two-spotted spider mite in strawberry crop. *Horticultura Brasileira, 37*, 60-64. **DOI: http://dx.doi.org/10.1590/s0102-053620190109**

Gonçalves, F. M., Rodrigues, M. C., Pereira, J. A., Thistlewood, H., & Torres, L. M. (2012). Natural mortality of immature stages of *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae) in traditional olive groves from north-eastern Portugal. *Biocontrol Science and Technology, 22*, 837–854. **DOI: https:// doi.org/ 10.1080/09583157.2012.691959**

Herron, G., Powis, K., & Rophail, J. (2000). Baseline studies and preliminary resistance survey of Australian populations of the cotton aphid, *Aphis gossypii* Glover (Hom.: Aphidiae). *Australian Journal of Entomology, 39*, 33-38. **DOI: https://doi.org/10.1046/j.1440-6055.2000.00134.x**

Homapour, M., Hamedi M., Moslehishad M., & Safafar H. (2014). Physical and chemical properties of olive oil extracted from olive cultivars grown in Shiraz and Kazeroon. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*, *9*(1), 111-120. (in Farsi)

Jafari, Y., & Rezaei, V. (2004). The first report of olive fruit fly importation to Iran. *News Entomological Society of Iran*, 22, 1. (in Farsi)

Jiankang, C., Kaifang, Z., & Weibo, J. (2006). Enhancement of postharvest disease resistance in Ya Li pear (*Pyrus bretschneideri*) fruit by salicylic acid sprays on the trees during fruit growth. *Plant Pathology, 114*, 363-378. **DOI: http://dx.doi.org/10.1007/s10658-005-5401-8**

Katsoyannos, P. (1992). Olive pests and their control in the Near East. FAO Plant Production and Protection, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy. Paper No. 115

Khaleghi, E., Arzani, K., Moallemi, N., & Barzegar, M. (2015). The efficacy of kaolin particle film on oil quality indices of olive trees (*Olea europaea* L.) cv. 'Zard' grown under warm and semi-arid region of Iran. *Food Chemistry, 166*, 35-41. **DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.06.006**

Khani Basiri, H., Sedghi, H. M. & Seyed Sharifi, R. (2017). Effect of salicylic acid on the quality of edible oil and fatty acids composition in different regions of sunflower (*Helianthus annuus* L.) heads. *Iranian Journal of Plant Physiology*, *8* (1), 2285-2292. **DOI: http://dx.doi.org/10.22034/ ijpp.2017.539072**

Kogan, M., & Paxton, J. (1983). Natural inducers of plant resistance to insects. In: Hedin, P. A. (Ed) Plant resistance to insects. American Chemical Society Symposium. *American Chemical Society, Washington, D. C. Series, 208*, 153-171. **DOI: http://dx.doi.org/10.1021/bk-1983-0208.ch009**

Kyçyk, O., Aguilera, M. P., Gaforio, J. J., Jiménez, A., & Beltrán, G. (2016). Sterol composition of virgin olive oil of forty-three olive cultivars from the world collection olive germplasm bank of Cordoba. *Journal of the Science of Food and Agriculture 96*(12), 4143-4150. **DOI: https://doi.org/ 10.1002/ jsfa.7616**

Marchi, S., Guidotti, D., & Ricciolini, M. (2016). Towards understanding temporal and spatial dynamics of *Bactrocera oleae* (Rossi) infestations using decade-long agrometeorological time series. *International Journal Biometeorol, 60*, 1681–1694. **DOI: https://doi.org/10.1007/s00484-016-1159-2**

Mohsenin, N. N. (1978). Physical properties of plant and animal materials. New York: Gordon & Breach. **DOI: https://doi.org/10.4324/9781003062325**

Nayebzadeh, A., Sharifi-Sirchi, G. R. & Ahmadi, K. (2016). Resistance induction to green peach aphid (*Myzus persicae*) in broad been by salicylic acid and β-aminobutyric acid. *Journal of Applied Entomology and Phytopathology,* 84(1), 13-20. (in Farsi) **DOI: http://dx.doi.org/10.22092/jaep.2016.106534**

Ordano, M., Engelhard, I., Rempoulakis, P., Nemny-Lavy, E., Blum, M., & Yasin, S. (2015). Olive fruit fly (*Bactrocera oleae*) population dynamics in the Eastern Mediterranean: Influence of exogenous uncertainty on a monophagous frugivorous insect. *Public of Science ONE, 10*, 1–18. **DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0127798**

Orsavova, J., Misurcova, L., Ambrozova, J. V., Vicha, R., & Mlcek, J. (2015). Fatty acids composition of vegetable oils and its contributionto dietary energy intake and dependence of cardiovascular mortality on dietary intake of fatty acids. *International Journal of Molecular Sciences 16*, 12871-12890. **DOI: https://doi.org/10.3390/ijms160612871**

Pagadala Damodaram, K. J., Mahadappa Aurade, R., Kempraj, V., Kumar Roy, T., Seetharamaiah Shivashankara, K., & Verghese, A. (2015). Salicylic acid induces changes in mango fruit that affect

oviposition behavior and development of the oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis*. *Public Library of Science ONE,* 10(9), e0139124. **DOI: https://doi:10.1371/journal.pone.0139124**

Panahandeh S., & Pahlavan Yali, M. (2022). Potassium silicate and salicylic acid effects on onion thrips population density and some growth indices of onion cultivars. *Agriculture, Environment & Society 2,* 25-30. **DOI: http://dx.doi.org/10.22034/aes.2022.336201.1030**

Panayotis, K. (2000). Olive pests and their control in Near East. (3rd ed.) Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy. pp. 23-36.

Popova, L., Ananieva, V., Hristova, V., Christov, K., Geovgieva, K., Alexieva, V., & Stoinova, Z. (2003). Salicylic acid and methyl jasmonate-induced protection on photosynthesis to paraquat oxidative stress. *Bulgarian Journal of Plant Physiology*, *29*, 133-152.

Qaiser, H., Shamsul, H., Mohd, I., & Aqil, A. (2010). Effect of exogenous salicylic acid under changing environment. *Environmental and Experimental Botany*, *68*, 14-25. **DOI: https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2009.08.005**

SAS Institute Inc. 2002. SAS/STAT user's guide. Version 9.4. SAS Institute Inc., Cary, North Carolina. **DOI: https://doi.org/10.1017/cbo9780511804786.002**

Savage, G. P., & McNeil, D. L. (1998). Chemical composition of Hazelnuts (*Corylus avellana* L.) grown in New Zealand. *Food Science and Technology*, *49*, 199-203. **DOI: https://doi.org/10.3109/09637489809086412**

Schweiger, R., Heise, A. M., Persicke, M. & Muller, C. (2014). Interactions between the jasmonic and salicylic acid pathway modulate the plant metabolome and affect herbivores of different feeding types. *Plant, Cell and Environment*, *37*, 1574-1585. **DOI: https://doi.org/10.1111/pce.12257**

Senthil-Nathan, S., Kalaivani, K., Choi, M. Y., & Paik, C. H. (2009). Effects of jasmonic acid induced resistance in rice on the plant brownhopper, *Nilaparvata lugens* Stal (Homoptera: Delphacidae). *Pesticide Biochemistry and Physiology*, *95*, 77-84. **DOI: https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2009.07.001**

Sharaf, N. S. (1980). Life history of the olive fruit fly, *Dacus oleae* Gmel. (Diptera: Tephritidae), and its damage to olive fruits in Tripolitania. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, *89*, 390-400. **DOI: https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.1980.tb03480.x**

Sime, K. R., Daane, K. M., Messing, R. H. & Johnson, M. W. (2006). Comparison of two laboratory cultures of *Psyttalia concolor* (Hymenoptera: Braconidae), as a parasitoid of the olive fruit fly. *Biological Control*, *39*, 248-255. **DOI: https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2006.06.007**

Tsitsipis, J. A. (1977). An improved method for the mass rearing of the olive fruit fly, *Dacus oleae* (Gmel.) (Diptera: Tephritidae). *Journal of Applied Entomology*, *83*, 419-426. **DOI: https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.1977.tb02419.x**

Tsitsipis, J. A. (1980). Effect of constant temperatures on larval and pupal development of olive fruit flies reared on artificial diet. *Environmental Entomology*, *9*, 764–768. **DOI: https://doi.org/10.1093/ee/9.6.764**

Underwood, N. (1999). The influence of plant and herbivore characteristics on the interactions between induced resistance and herbivore population dynamics. *American Naturalist, 153*, 282-294. **DOI: https://doi.org/10.1086/303174**

Xu, Z., Harvey, K. A., Pavlina, T., Dutot, G., Hise, M., Zaloga, G. P., & Siddiqui, R. A. (2012). Steroidal compounds in commercial parenteral lipid emulsions. *Nutrients*, *4*, 904-921. **DOI: https://doi.org/10.3390/nu4080904**

Yan, S., & Dong, X. 2014. Perception of the plant immune signal salicylic acid. *Current Opinion in Plant Biology, 20*, 64-68. **DOI: https://doi.org/10.1016/j.pbi.2014.04.006**

Zhang, Y., Chen, K., Zhang, S., & Ferguson, I. (2003). The role of salicylic acid in postharvest ripening of kiwifruit. *Postharvest Biology and Technology*, *28*, 67-74. **DOI: https://doi.org/10.1016/s09255214(02)00172-2**

Plant Pest Research
2024- 14 (2): 17-33

Open access
doi: 10.22124/iprj.2024.27965.1583
pISSN: 2322-2409
eISSN: 2538-6123

Research paper

Effect of salicylic acid application on the damage rate of the olive fruit fly *Bactrocera oleae* (Dip.: Tephritidae) on the olive variety Manzanilla

H. Fardmasoud[1], J. Razmjou[2*], B. Naseri[3] and M. Abbasi Mojdehi[4]

1 & 2 & 3. Department of Plant Protection, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran, 4. Plant Protection Research Department, Guilan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Rasht, Iran

1. 0009-0006-4081-0675, 2. 0000-0003-0948-8279, 3. 0000-0001-5821-0957, 4. 0000-0001-5310-0214

(Received: July 22, 2024- Accepted: August 24, 2024)

Abstract

The olive fruit fly, *Bactrocera oleae* (Dip.: Tephritidae), is an important pest affecting olive crops, leading to substantial economic losses and diminishing both the quality and quantity of olive oil production. This study investigated the effects of salicylic acid (SA) treatments at concentrations of 1 mM and 2 mM, with a control, on the Manzanilla olive variety in Rudbar Olive Research Station, Guilan Province during 2021 and 2022. The results indicated that both the year and treatment factors had a significant effect on different developmental stages of olive fruit fly including egg, first, second, and third instar larvae and pupae. The treatment effects were significant across all measured traits. Damage assessments revealed that salicylic acid reduced the contamination of fruit to pupae and adult insects due to disruption in egg to larval formation**.** The year-related effects on various fruit morphological traits, including length, width, weight, volume, density, fruit flesh weight, and kernel dimensions were significant during the two years survey. The treatment effect was significant for all traits except for the width, fruit weight, and flesh weight of the fruit. Analysis of olive oil fatty acid composition demonstrated an increase in oleic and linoleic acids amount in treatments versus control. The concentration of squalene in healthy samples treated with 2 mM salicylic acid was significantly higher than control in 2022. These findings show that salicylic acid can be considered in olive fruit fly integrated management programs

Key words: Manzanilla variety, olive fly, salicylic acid

*Corresponding author: razmjou@uma.ac.ir