تحقیقات آفات گیاهی

علمی پژوهشی ۱۴۰۴ -۱۵(۴): ۲۵-۳۹	https://doi.org/10.22124/iprj.2026.32510.1670	pISSN:2322-2409 eISSN: 2538-6123

OPEN ACCESS

اثر ترکیبی اسید جاسمونیک و اسید سالیسیلیک روی مقاومت ارقام مختلف زیتون به مگس میوه زیتون (*Bactrocera oleae*)

هاله فرد مسعود [۱]
https://orcid.org/0009-0006-4081-0675

جبرائیل رزمجو [۲*]
https://orcid.org/0000-0003-0948-8279

بهرام ناصری [۳]
https://orcid.org/0000-0001-5821-0957

۱، ۲ و ۳- گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

محمدرضا عباسی مژدهی [۴]
https://orcid.org/0000-0001-5310-0214

۴- مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گیلان، بخش گیاه‌پزشکی، رشت، ایران

چکیده: در این مطالعه، تاثیرات محلول‌پاشی هم‌زمان اسید سالیسیلیک (SA) و اسید جاسمونیک (JA) بر ترکیبات فنلی، کلروفیل، کاروتنوئید و میزان آلودگی به مراحل مختلف رشدی مگس میوه زیتون (*Bactrocera oleae*) در سه رقم زیتون «آمیگدالیفولیا»، «فیشمی» و «کالاماتا» در باغ ایستگاه تحقیقات زیتون رودبار استان گیلان طی دو سال آزمایشی (۱۴۰۰–۱۴۰۱) بررسی شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل براساس رقم × تیمار × سال اجرا شد. تیمارها شامل اسید جاسمونیک با غلظت‌های ۱ و ۲ میلی‌گرم بر لیتر در ترکیب با اسید سالیسیلیک ۱ و ۲ میلی‌مولار به‌همراه شاهد بودند. نمونه‌برداری میوه در مراحل مختلف رشد انجام شد و میزان آلودگی در تخم، سنین مختلف لاروی و شفیره ثبت شد. ترکیب با دز بالاتر دو اسید بیشترین افزایش فنل کل، کلروفیل و کاروتنوئید را در میوه‌های سالم ایجاد کرد. در میوه‌های آلوده نیز این تیمار موجب کاهش معنی‌دار آلودگی در مراحل نابالغ آفت شد. در بین ارقام، رقم «آمیگدالیفولیا» بیشترین پاسخ به تیمارها را نشان داد. افزایش ترکیبات فنلی و آنتی‌اکسیدانی با کاهش آلودگی مگس میوه رابطه معکوس داشت که نشان می‌دهد ارتقای این ویژگی‌های بیوشیمیایی می‌تواند در مقاومت میوه نقش داشته باشد. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که کاربرد هم‌زمان اسید سالیسیلیک و اسید جاسمونیک به‌عنوان رویکردی زیست‌سازگار برای ارتقای مقاومت میزبان و مدیریت مگس میوه زیتون در باغ‌های زیتون موثر است.

تاریخ دریافت:
۱۴۰۴/۹/۱۹
تاریخ پذیرش:
۱۴۰۴/۱۲/۲

واژه‌های کلیدی: فنل، کاروتنوئید، کلروفیل، هورمون

***Citation*:** Fardmasoud, H., Razmjou, J., Naseri, B. & Abbasi Mojdehi, M. (2026). Combined effect of jasmonic and salicylic acids on resistance of different olive cultivars to the olive fruit fly (*Bactrocera oleae*). *Plant Pest Research*, *15*(4), 25-39.
DOI: https://doi.org/10.22124/iprj.2026.32510.1670

*Corresponding author: razmjou@uma.ac.ir

Journal of Plant Pest Research is published by University of Guilan
This journal is an open access journal licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 International license (CC BY 4.0)

مقدمه

مگس میوه زیتون *Bactrocera oleae* (Rossi) (Diptera: Tephritidae) یکی از مهم‌ترین آفات در باغ‌های زیتون است که ضمن کاهش کمّی محصول، کیفیت میوه و روغن را نیز به طور چشم‌گیر کاهش می‌دهد و باعث زیان اقتصادی وسیع می‌شود (Daane & Johnson, 2010; Papadopoulos *et al.*, 2014). بررسی‌های گیاهی نشان داده‌اند که حمله آفات موجب تغییرات پیچیده‌ای در سطح هورمون‌های گیاهی (از جمله اتیلن، اسید سالیسیلیک و اسید جاسمونیک)، تولید ترکیبات فرّار و متابولیت‌های دفاعی ثانویه در گیاه می‌شود که نقش کلیدی در پاسخ‌های دفاعی گیاه و تعامل میزبان–آفت دارند. این پاسخ‌های هورمونی و شیمیایی پایه مکانیسم‌های دفاع مستقیم (مثل آنتی‌بیوز) و دفاع غیرمستقیم (مثل جذب دشمنان طبیعی آفت) محسوب می‌شوند (Simmonds, 2003; Tian *et al.*, 2025). اسید سالیسیلیک در بدن انسان خواص ضدالتهابی و ضد درد مشابه آسپرین داشته و مصرف طبیعی این ترکیب از طریق میوه‌ها و سبزی‌ها با کاهش خطر برخی بیماری‌های مزمن مانند بیماری‌های قلبی و التهاب مزمن ارتباط دارد (Yeasmin & Choi, 2020). پژوهش‌های انجام‌شده روی موش‌ها نشان داد که اسید جاسمونیک در تست‌های رفتاری اضطراب‌زدایی در موش‌ها اثر دارد و این اثر احتمالاً از مسیرهای گیرنده‌های سروتونین و دوپامین واسطه می‌شود (Kanzaki *et al.*, 2025).

ترکیبات فنلی و آنتی‌اکسیدان‌ها می‌توانند در افزایش مقاومت گیاهان به آفات نقش مؤثری داشته و علاوه بر ایفای نقش در جذب یا دفع موجودات مختلف، در تنظیم مسیرهای متابولیکی مرتبط با مقاومت گیاه، از جمله بیوسنتز فیتوالکسین‌ها و تولید گونه‌های فعال اکسیژن، مؤثر هستند (Pratyusha, 2022). هم‌چنین رنگدانه‌های فتوسنتزی شامل کلروفیل و کاروتنوئید علاوه بر نقش در فتوسنتز، می‌توانند در پاسخ‌های دفاعی گیاه به آفات موثر باشند (Singh *et al.*, 2021; Sun *et al.*, 2022). افزایش محتوای کاروتنوئیدها در گیاهان می‌تواند به تامین ریزمغذی‌ها در جوامع با تامین غذایی محدود کمک کند و اثرات مثبتی بر سلامت انسان، از جمله کاهش پیشرفت برخی بیماری‌های سرطانی و عصبی داشته باشد (Simkin, 2021).

در برخی از بررسی‌ها نشان داده شده است که ۲۴ ساعت پس از محلول‌پاشی با اسید جاسمونیک، جمعیت شته‌ها را روی گیاهانی مانند *Triticum aestivum* Linnaeus (Poales: Poaceae) کاهش ۶۰ تا ۷۳ درصدی داشته است (Aslam *et al.*, 2022). اسید سالیسیلیک هم‌چنین اثربخشی حشره‌کش‌ها را در برابر شته‌ها و مگس‌های سفید (شته جالیز *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) و عسلک پنبه *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae)) در گیاه پنبه افزایش می‌دهد (El-Sherbeni *et al.*, 2019). استفاده از محرک‌های شیمیایی طبیعی مانند اسید جاسمونیک و اسید سالیسیلیک می‌تواند توانایی دفاعی گیاهان را در برابر مگس میوه زیتون افزایش دهد (Zhang *et al.*, 2025).

پژوهش‌های متعددی نشان داده‌اند که تحریک مسیرهای دفاعی گیاه از طریق کاربرد برگی JA و SA می‌تواند میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی، ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی را افزایش دهد و با تقویت دیواره سلولی و تولید ترکیبات ضدتغذیه‌ای، زمینه مقاومت القایی در گیاه را فراهم کند که به‌طور مستقیم با سلامت انسان در ارتباط هستند (Akbar *et al.*, 2012; Brito *et al.*, 2018; Wasternack *et al.*, 2019; Decsi *et al.*, 2025).

با این حال، اثرات هم‌زمان SA و JA پیچیده است: در برخی موارد هم‌افزایی (synergy) و در برخی موارد تداخل متقابل مشاهده شده که به غلظت، زمان کاربرد، رقم زیتون و شرایط محیطی بستگی دارد. از این‌رو، پژوهش‌های میدانی و دوساله که تأثیر گزینه‌های دزی و ترکیبی را بر فراسنجه‌های جمعیتی آفت و ویژگی‌های کیفی میوه بررسی می‌کنند، برای ارزیابی قابلیت عملی این روش ضروری هستند. علاوه بر کاهش مستقیم آفت، اثرات مثبت بر ویژگی‌های روغن (کیفیت و ترکیبات مفید) می‌تواند انگیزه اقتصادی برای پذیرش این روش‌ها فراهم کند. با این حال، اثر کاربرد هم‌زمان JA و SA هم‌چنان موضوع بحث است؛ زیرا این دو مسیر می‌توانند بسته به غلظت، رقم، و شرایط محیطی، به صورت رقابتی یا هم‌افزا عمل کنند (Pieterse *et al.*, 2012; Thaler *et al.*, 2012; Costarelli *et al.*, 2020; Long *et al.*, 2022). این مطالعه با هدف ارزیابی اثر استفاده هم‌زمان تیمارهای اسید

جاسمونیک (JA) و اسید سالیسیلیک (SA) بر مقاومت ارقام مختلف زیتون به مگس میوه زیتون و ارتباط آن با فنل کل، کلروفیل و کاروتنوئید می‌باشد.

مواد و روش‌ها

محل اجرا آزمایش

این تحقیق در باغ ایستگاه تحقیقات زیتون واقع در منطقه خلیل‌آباد شهرستان رودبار، استان گیلان که از آب‌وهوای نیمه‌گرمسیری برخوردار است، در دو سال ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ انجام شد.

معرفی ارقام آزمایش

ارقام پژوهش از سه رقم فیشمی (رقم ایرانی)، آمیگدالیفولیا و کالاماتا (ارقام یونانی) که از سطح زیر کشت مطلوبی در منطقه برخوردارند انتخاب شدند. این ارقام از نظر میزان مقاومت به آفت با یکدیگر متفاوت بوده، به طوری‌که رقم فیشمی نیمه حساس، رقم آمیگدالیفولیا حساس و رقم کالاماتا جزء ارقام مقاوم دسته‌بندی می‌شوند (Abbasi Mojdehi *et al.*, 2019).

تیمارهای آزمایشی

تیمارها شامل ترکیب دو اسید جاسمونیک (Sigma Aldrich, USA)(۱ و ۲ میلی‌گرم بر لیتر) و اسید سالیسیلیک (Merck, Germany) (۱ و ۲ میلی‌مولار) و شاهد (بدون تیمار) بود.با توجه به عدم ارائه دستورالعمل مشخص از سوی شرکت سازنده اسید سالیسیلیک برای کاربردهای کشاورزی، تعیین دز مصرفی این ترکیب بر مبنای مرور جامع منابع علمی و بررسی‌های پیشین انجام شد. بر اساس گزارش‌های منتشرشده، غلظت رایج اسید سالیسیلیک در محلول‌پاشی برگی به‌طور معمول در بازه ۵۰ تا ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر و غلظت مؤثر اسید جاسمونیک برای مصارف کشاورزی در محلول‌پاشی برگی بین ۵۰ تا ۵۰۰ میکرومولار بیان شده است. هم‌چنین، در اغلب پژوهش‌ها، کاربرد این ترکیبات به تعداد ۲ تا ۴ نوبت در طول فصل رشد و در مراحل حساس رشدی گیاه، از جمله پیش از گل‌دهی، مرحله میوه‌بندی و مواجهه با تنش‌های محیطی، توصیه شده است. بر همین اساس دزها و تیمارها در پژوهش حاضر به شرح زیر انتخاب شدند.

اسید جاسمونیک ۱ میلی‌گرم بر لیتر+ اسید سالیسیلیک ۱ میلی‌مولار؛ اسید جاسمونیک ۱ میلی‌گرم بر لیتر+ اسید سالیسیلیک ۲ میلی-مولار؛ اسید جاسمونیک ۲ میلی‌گرم بر لیتر + اسید سالیسیلیک ۱ میلی‌مولار؛ اسید جاسمونیک ۲ میلی‌گرم بر لیتر + اسید سالیسیلیک ۲ میلی‌مولار

آزمایشها طی سال‌های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ و در قالب یک طرح آزمایشی واحد و یکپارچه اجرا شد. تیمار شاهد (بدون محلول‌پاشی با اسیدها) در هر دو سال آزمایش، در تمام بلوک‌ها و به‌طور مستقل اندازه‌گیری شد. تمام تحلیل‌های آماری، شامل اثر سال و برهم‌کنش‌ها، بر اساس داده‌های مستقل هر سال انجام شده‌اند.

محلول‌پاشی و نمونه برداری

محلول‌پاشی روی برگ‌های درختان کنار هم و با شرایط آبیاری و مدیریت یکسان (میانگین سنی درختان ۴۰ سال، فواصل کشت در روی ردیف و بین ردیف چهار متر، سیستم آبیاری به صورت قطره ای و با دور آبیاری ۱۰ روز)، در دو نوبت اردیبهشت ماه (۷ تا ۱۰ روز قبل از گلدهی) و خرداد ماه (قبل از رشد سریع میوه) با سمپاس موتوری ساخت شرکت KATO چین مدل OX160 و با ۴ تکرار از درختان شاهد و تیمارها (مجموع تعداد درختان ۲۰ عدد= به ازای شاهد و هر یک از تیمارها چهار درخت) انجام شد.

نمونه‌برداری‌های هفتگی از اوایل اردیبهشت ماه هر سال به صورت تصادفی از قسمت‌های مختلف درختان انجام شد. روی هر درخت چهار شاخه یک ساله حاوی میوه در جهت‌های مختلف انتخاب و با توری‌های مناسب قبل از شروع فعالیت حشرات کامل مگس و آلودگی میوه‌ها پوشانده شدند تا در صورت افزایش جمعیت آفت و آلودگی میوه، امکان دسترسی به میوه‌های سالم در انتهای فصل به منظور مقایسه ترکیبات روغن تیمارهای سالم و آلوده فراهم شود.

ارزیابی آلودگی

در هر تاریخ بازدید از هر تیمار و تکرار (درخت) ۲۵ نمونه (مجموع ۱۰۰ نمونه) از میوه به طور هفتگی برداشت و سپس میوه‌های سالم و آلوده به آفت در آزمایشگاه جدا شدند. تعداد تخم، لاروهای سنین مختلف (اول تا سوم)، شفیره و سوراخ خروجی موجود در میوه‌های آلوده شمارش و میانگین آن‌ها در تاریخ‌های مختلف برای هر تیمار محاسبه شد.

استخراج روغن

میوه‌ها پس از شست‌وشو با دستگاه خردکن آسیاب شده و به خمیر تبدیل شدند. سپس خمیر به‌دست‌آمده به دستگاه هم‌زن منتقل و به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۲۱ تا ۲۲ درجه سلسیوس ورز داده شد. برای استخراج روغن، خمیر آماده‌شده به مدت ۲ دقیقه با سرعت ۵۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ شد. روغن‌های حاصل در ظروف شیشه‌ای مات و در دمای ۴ درجه سلسیوس تا زمان انجام آنالیزهای شیمیایی نگهداری شدند (Khaleghi *et al.*, 2015).

اندازه‌گیری کلروفیل و کاروتنوئید

برای سنجش میزان کلروفیل و کاروتنوئید کل در روغن، از روش اصلاح‌شده مینگوئز- ماسکوئرا و همکاران (Minguez-Mosquera et al., 1991) استفاده شد. بدین منظور، یک گرم از نمونه روغن زیتون در ۱۰ میلی‌لیتر حلال ایزواکتان حل شد. سپس میزان جذب کلروفیل و کاروتنوئید به‌ترتیب در طول‌موج‌های ۶۷۰ و ۴۷۰ نانومتر با استفاده از روش استاندارد اسپکتروفوتومتری (اسپکتروفتومتر مدل SECOMAM UviLine 9600 ، شرکت مهرگان صنعت آب) و واحد بر حسب میلی‌گرم در کیلوگرم با استفاده از معادله‌های ۱ و ۲ اندازه‌گیری شد (Minguez-Mosquera et al., 1991).

(۱) $$\text{Chlorophyll}\left(\frac{\text{mg}}{\text{kg}}\right)=\frac{\text{A670}\times10^{6}}{613\times100\times\text{d}}$$

(۲) $$\text{Carotenoid}\left(\frac{\text{mg}}{\text{kg}}\right)=\frac{\text{A470}\times10^{6}}{2000\times100\times\text{d}}$$

تعیین محتوای فنل کل

مقدار فنل کل روغن زیتون با روش فولین–سیوکالچو و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد. برای این منظور، به دو گرم روغن زیتون ۱۰ میلی‌لیتر محلول متانول–آب (۸۰:۲۰) و دو قطره توئین ۲۰ افزوده شد. پس از سانتریفوژ با سرعت ۵۰۰۰ دور در دقیقه و به مدت ۱۰ دقیقه، فاز رویی جمع‌آوری و برای استخراج کامل، این مرحله تکرار شد. سپس ۱ میلی‌لیتر از عصاره نهایی با ۰/۵ میلی‌لیتر معرف فولین–سیوکالچو، ۲ میلی‌لیتر کربنات سدیم ۱۵٪ و ۶/۵ میلی‌لیتر آب دوبار تقطیر مخلوط شد. نمونه‌ها به مدت دو ساعت در تاریکی قرار گرفته و جذب آن‌ها در طول‌موج ۷۶۵ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر خوانش شد (Folin & Ciocalteau, 1927; Baiano *et al.*, 2013).

مقدار فنل کل بر حسب میلی‌گرم معادل اسید گالیک در هر کیلوگرم روغن زیتون (mg GAE/kg) محاسبه شد. رابطه خطی حاصل از منحنی استاندارد به صورت زیر به‌دست آمد:

(۳) $$Y = 1.3982X + 0.0059,\ R^2 = 0.9976$$

که در آن X جذب نمونه و Y معادل اسید گالیک بر حسب میلی‌گرم/کیلوگرم ست. آزمایش‌ها سه بار تکرار و میانگین نتایج گزارش شد.

تحلیل آماری

طراحی آزمایش به صورت فاکتوریل بر اساس رقم × تیمار × سال (۲ سال) در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تیمار و ۴ تکرار از هر کدام به همراه شاهد انجام شد. فاکتور A مربوط به ارقام و فاکتور B مربوط به تیمارها بود. هر چهار تکرار از هر تیمار در هر تاریخ بازدید به عنوان یک بلوک در نظر گرفته شد. نرمال بودن داده‌های مربوط به صفات آفت با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۲ با روش nonparametric test بررسی و داده‌ها با آزمون ANOVA و مقایسه‌های چندگانه Tukey در سطح احتمال ۵ ٪ با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه 9.4 تجزیه و تحلیل شده و میانگین‌ها به همراه خطای معیار گزارش شدند. واحدها بر اساس استاندار SI و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel 2016 انجام شد.

نتایج

تعیین میزان آلودگی میوه به مراحل مختلف رشدی آفت

تجزیه واریانس همه ارقام نشان داد که اثرات جداگانه سال، رقم و تیمار در تمام صفات در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪ (به جز اثر تیمار بر سوراخ خروجی آفت) معنی‌دار بودند. اثر متقابل رقم در تیمار فقط در صفات لاروهای سنین اول و سوم و مجموع مراحل نابالغ، اثر رقم در سال فقط در صفات لارو سن اول، سوراخ خروجی آفت و مجموع مراحل نابالغ، اثر تیمار در سال فقط در صفات لارو سن سوم و شفیره دارای تفاوت معنی‌دار شدند، اما اثرات دو جانبه رقم در تیمار در دو سال آزمایش، در تمام صفات مورد بررسی معنی‌دار نشدند.

نتایج مقایسه میانگین در ارقام مورد مطالعه نشان داد که بیشترین میزان آلودگی به مرحله تخم آفت در رقم آمیگدالیفولیا و در تیمار اسید جاسمونیک ۱ میلی‌گرم/لیتر+ اسید سالیسیلیک میلی‌مولار و به مقدار ۱۵/۹۲ در سال ۱۴۰۰ و کمترین آلودگی به مرحله تخم در رقم کالاماتا و در تیمار اسید جاسمونیک ۱ میلی‌گرم/لیتر+ اسید سالیسیلیک ۲ میلی‌مولار برابر با ۱/۵۴ در سال ۱۴۰۱ ثبت شد ($F_{8,359}$=19.86, P<0.0001). بیشترین آلودگی به مرحله لارو سن اول در شاهد رقم آمیگدالیفولیا و به مقدار ۰/۸۱ در سال ۱۴۰۰ و کمترین آن در رقم کالاماتا و در تیمار اسید جاسمونیک ۲ میلی‌گرم/لیتر+ اسید سالیسیلیک ۲ میلی‌مولار به مقدار ۰/۰۵ در سال ۱۴۰۱ ثبت شد ($F_{8,359}$=3.43, P<0.0001). بیشترین آلودگی در مرحله لارو سن دوم به مقدار ۰/۹۷ در شاهد رقم آمیگدالیفولیا در سال ۱۴۰۰ و کمترین مقدار آن در رقم کاالاماتا برابر با ۰/۰۶ و در تیمارهای اسید جاسمونیک ۱ میلی‌گرم/لیتر+ اسید سالیسیلیک ۱ میلی‌مولار، اسید جاسمونیک ۱ میلی‌گرم/لیتر + اسید سالیسیلیک ۲ میلی‌مولار و اسید جاسمونیک ۲ میلی‌گرم/لیتر+ اسید سالیسیلیک ۲ میلی‌مولار در سال ۱۴۰۱ مشاهده شد ($F_{8,359}$=3.03, P<0.0001). بیشترین مقدار آلودگی به مرحله لارو سن سوم آفت (۰/۹۷) در شاهد رقم فیشمی در سال ۱۴۰۰ و کمترین مقدار آن (۰/۰۳) در رقم کالاماتا در تیمارهای اسید جاسمونیک ۱ میلی‌گرم/لیتر+ اسید سالیسیلیک ۲ میلی‌مولار، اسید جاسمونیک ۲ میلی‌گرم/لیتر+ اسید سالیسیلیک ۲ میلی‌مولار در سال ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱، اسید جاسمونیک ۲ میلی‌گرم/لیتر + اسید سالیسیلیک ۱ میلی‌مولار در سال ۱۴۰۰ و اسید جاسمونیک ۱ میلی‌گرم/لیتر+ اسید سالیسیلیک ۱ میلی‌مولار در سال ۱۴۰۱ ثبت شد ($F_{8,359}$=4.99, P<0.1000). بیشترین آلودگی به مرحله شفیره آفت به ترتیب در شاهد رقم آمیگدالیفولیا (۰/۷۵) و رقم فیشمی (۰/۷۳) در سال ۱۴۰۰ و کمترین آن در همه تیمارهای مورد بررسی در رقم کالاماتا در هر دو سال ثبت شد ($F_{8,359}$=4.07, P<0.0001). بیشترین سوراخ خروجی آفت در رقم آمیگدالیفولیا و به مقدار ۰/۰۲ و در تیمارهای اسید جاسمونیک ۱ و ۲ میلی‌گرم/لیتر + اسید سالیسیلیک ۱ و ۲ میلی‌مولار در سال ۱۴۰۰ مشاهده شد ($F_{8,359}$=4.29, P<0.0001). در ارقام کالاماتا و فیشمی در هر دو سال آزمایش سوراخ خروجی آفت مشاهده نشد. بیشترین میزان آلودگی به مجموع مراحل نابالغ رشدی آفت در رقم آمیگدالیفولیا و در تیمار اسید جاسمونیک ۱ میلی‌گرم/لیتر+ اسید سالیسیلیک ۲ میلی‌مولار و به مقدار ۱۶/۹۱ در سال ۱۴۰۰ و کمترین آلودگی در رقم کالاماتا و در تیمار اسید جاسمونیک ۱ میلی‌گرم/لیتر+ اسید سالیسیلیک ۲ میلی‌مولار برابر با ۱/۶۲ در سال ۱۴۰۱ ثبت شد ($F_{8,359}$=23.44, P<0.0001) (جدول‌های ۱ و۲).

مقادیر ترکیبات فنل، کلروفیل و کاروتنوئید در روغن زیتون

بررسی نتایج تجزیه واریانس اثر سال، اثر تیمار و اثر متقابل تیمار در سال در هر سه رقم آمیگدالیفولیا، کالاماتا و فیشمی در مقادیر فنل، کلروفیل و کاروتنوئید معنی‌دار بود. مقایسه میانگین مقادیر فنل کل در سه رقم مورد آزمایش طی دو سال نشان داد که بیشترین مقدار آن در رقم آمیگدالیفولیا (تیمار اسید جاسمونیک ۲ میلی‌گرم/لیتر+ اسید سالیسیلیک ۲ میلی‌مولار برابر با ۵۱۲ میلی‌گرم/کیلوگرم گالیک اسید) در سال ۱۴۰۱ ثبت شد. کمترین مقدار آن در هر دو سال آزمایش در شاهد رقم فیشمی (برابر با ۱۱۶/۳۳ میلی‌گرم/کیلوگرم گالیک اسید) در سال ۱۴۰۱ مشاهده شد ($F_{8,89}$=610.14, P<0.0001). به طور کلی کمترین مقادیر فنل در هر دو سال آزمایش در هر سه رقم مربوط به شاهد بود (جدول ۳).

جدول ۱- مقایسه میانگین (±خطای معیار) اثرات دو جانبه (رقم در دزهای مختلف اسید سالیسیلیک و جاسمونیک) بر مراحل رشدی مگس میوه زیتون در سال ۱۴۰۰

Table 1. Comparison of the mean (±SE) of the two-way effect (Cultivars at different doses of SA and JA) on pest developmental stages in year 2021

Cultivars (A)	Treatments (B)	Characteristics						
		Egg No.	First-stage larva No.	Second-stage larva No.	Third-stage larva No.	Pupa No.	Pest exit hole No.	Total mature stages No.
A1	B1	1.74±10.46 bcd	0.11±0.32 abc	0.11±0.28 b	0.08 ±0.21 c	0.06±0.14 b	0.01±0.02 a	1.84 ±11.11 bc
	B2	2.33±15.92 a	0.17±0.46 abc	0.12±0.35 b	0.16±0.44 abc	0.12 ±0.31 ab	0.01±0.02 a	2.45 ±16.91 a
	B3	1.90±13.32 ab	0.17±0.56 abc	0.11±0.40 b	0.13±0.40 bc	0.12±0.32 ab	0.01±0.02 a	2.15±14.90 ab
	B4	1.64±11.80 abc	0.17±0.60 ab	0.11±0.39 b	0.13 ±0.40 bc	0.10 ±0.29 ab	0.01±0.02 a	1.83 ±13.29 ab
	B5	1.74±11.56 bc	0.29±0.81 a	0.33±0.97 a	0.75 ±0.83 ab	0.38±0.75 a	5.23±0.01 ab	2.33±15.18 ab
A2	B1	0.68 ±1.89 hi	0.04±0.09 bc	0.07±0.16 b	0.02 ±0.05 c	5.23 ±0.01 b	0.00±0.00 b	0.81 ±2.12 hi
	B2	0.92 ±3.44 f-i	0.14±0.22 bc	0.18±0.28 b	3.14 ±0.03 c	5.23±0.01 b	0.00±0.00 b	1.05 ±3.74 f-i
	B3	0.82 ±4.81 e-i	0.05±0.10 bc	0.08±0.18 b	3.14±0.03 c	5.23±0.01 b	0.00±0.00 b	0.88±5.05 d-i
	B4	0.96 ±4.64 e-i	0.06±0.11 bc	0.08±0.18 b	3.14 ±0.03 c	5.23±0.01 b	0.00±0.00 b	1.04 ±4.93 d-i
	B5	1.03 ±6.42 def	0.08±0.21 bc	0.08±0.25 b	0.04 ±0.10 c	0.12 ±0.15 b	0.00±0.00 b	1.10±7.02 c-f
A3	B1	0.94 ±5.34 e-i	0.09±0.23 bc	0.10±0.19 b	4.18±0.08 c	6.28 ±0.06 b	0.00±0.00 b	1.00±5.66 d-i
	B2	0.74 ±3.97 e-i	0.07±0.19 bc	0.08±0.17 b	4.18 ±0.08 c	6.28 ±0.06 b	0.00±0.00 b	0.77±4.33 e-i
	B3	0.73±3.37 f-i	0.05±0.16 bc	0.08±0.20 b	4.18±0.08 c	6.28±0.06 b	0.00±0.00 b	0.77±3.65 f-i
	B4	0.73±4.01 e-i	0.06±0.14 bc	0.06±0.18 b	0.05±0.13 c	6.28±0.06 b	0.00±0.00 b	0.82±4.33 e-i
	B5	0.74 ±3.64 f-i	0.09±0.41 abc	0.11±0.59 ab	0.27 ±0.97 a	0.28 ±0.73 a	0.00±0.00 b	0.90±6.60 def

بیشترین مقدار کلروفیل به‌ترتیب در رقم فیشمی برابر با ۱۰/۷۴ میلی‌گرم/کیلوگرم در تیمار اسید جاسمونیک ۲ میلی‌گرم/لیتر+ اسید سالیسیلیک ۲ میلی‌مولار و کمترین مقدار آن در شاهد رقم کالاماتا (۲/۹۳ میلی‌گرم/کیلوگرم) در سال ۱۴۰۱ مشاهده شد ($F_{8,89}$=3995.16, P<0.0001). در همه ارقام مورد بررسی کمترین مقدار کلروفیل مربوط به شاهد در هر دو سال بود. به طور کلی مقدار کلروفیل در همه تیمارها و در هر سه رقم افزایش نشان داد و تاثیر آن در تیمارهای دو اسید به‌ویژه در دزهای بالاتر در هر دو سال آزمایش بیشتر بود (جدول ۳). بیشترین مقدار کاروتنوئید در رقم آمیگدالیفولیا برابر با ۷/۰۶ میلی‌گرم/کیلوگرم در تیمار اسید جاسمونیک ۲ میلی‌گرم/لیتر+ اسید سالیسیلیک ۲ میلی‌مولار در سال ۱۴۰۱ ثبت شد. در بیشتر ارقام بیشترین مقدار کاروتنوئید در تیمارهای دو اسید به‌ویژه با دزهای بالاتر مشاهده شد. کمترین مقدار کاروتنوئید در هر سه رقم در شاهد مشاهده شد که پایین‌ترین مقدار آن مربوط به شاهد رقم آمیگدالیفولیا برابر با ۱/۸۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم در سال اول آزمایش ثبت شد ($F_{8,89}$=4176.23,

(P<0.0001. به طور کلی بیشترین مقدار فنل و کاروتنوئید در رقم آمیگدالیفولیا مشاهده شد و ارقام کالاماتا و فیشمی به‌ترتیب مقادیر کمتری را به خود اختصاص دادند، اما بیشترین مقدار کلروفیل به‌ترتیب در رقم فیشمی، آمیگدالیفولیا و کالاماتا ثبت شد (جدول ۳).

جدول ۲- مقایسه میانگین (±خطای معیار) اثرات دو جانبه (رقم در دزهای مختلف اسید سالیسیلیک و جاسمونیک) بر مراحل رشدی مگس میوه زیتون در سال ۱۴۰۱

Table 2. Comparison of the mean (±SE) of the two-way effect (Cultivars at different doses of SA and JA) on pest developmental stages in year 2022

Cultivars (A)	Treatments (B)	Characteristics						
		Egg No.	First-stage larva No.	Second-stage larva No.	Third-stage larva No.	Pupa No.	Pest exit hole No.	Total mature stages No.
A1	B1	1.04 ±5.60 e-i	0.09±0.24 bc	0.14±0.28 b	0.10±0.19 c	0.06 ±0.11 b	0.00±0.01 ab	1.23±6.26 d-h
	B2	0.94 ±8.15 cde	0.13±0.34 abc	0.08 ±0.20 b	0.11±0.26 c	0.05 ±0.10 b	5.23±0.01 ab	1.01 ±8.74 cd
	B3	1.30±6.39 def	0.11±0.26 abc	0.10 ±0.18 b	0.06±0.15 c	0.05±0.10 b	0.00±0.01 ab	1.37±6.95 c-f
	B4	0.64±4.99 e-i	0.12±0.44 abc	0.11 ±0.33 b	0.10±0.19 c	0.07±0.12 b	5.23±0.01 ab	0.75±5.89 d-i
	B5	1.01±6.85 def	0.16±0.58 abc	0.16 ±0.43 ab	0.16±0.33 bc	0.09 ±0.14 b	0.00±0.01 ab	1.17 ±8.23 cde
A2	B1	0.43 ±2.01 ghi	0.03±0.08 bc	6.28±0.06 b	3.14±0.03 c	5.23±0.01 b	0.00±0.00 b	0.47 ±2.11 hi
	B2	0.47±1.56 i	0.03±0.08 bc	6.28 ±0.06 b	3.14±0.03 c	5.23 ±0.01 b	0.00±0.00 b	0.51±1.62 i
	B3	0.56 ±2.95 g-i	0.04±0.09 bc	0.06±0.15 b	0.02±0.05 c	0.02±0.03 b	0.00±0.00 b	0.63±3.29 f-i
	B4	0.72 ±2.16 ghi	2.09±0.05 c	6.28 ±0.06 b	3.14±0.03 c	5.23±0.01 b	0.00±0.00 b	0.74 ±2.19 ghi
	B5	0.82 ±4.61 e-i	0.09±0.22 bc	0.07 ±0.16 b	0.02±0.05 c	5.23 ±0.01 b	0.00±0.00 b	0.89 ±5.09 d-i
A3	B1	1.07 ±5.77 e-h	0.04±0.13 bc	0.08±0.29 b	0.11±0.34 bc	0.07±0.13 b	0.00±0.00 ab	1.25 ±6.51 d-g
	B2	0.80 ±5.75 e-i	0.04±0.10 bc	0.08±0.25 b	0.12±0.31 bc	0.07 ±0.13 b	0.00±0.00 ab	1.02±6.60 def
	B3	0.89 ±5.43 e-i	6.28±0.06 bc	0.09±0.27 b	0.09±0.21 c	0.07 ±0.13 b	0.00±0.00 b	0.95±5.92 d-i
	B4	0.74 ±4.72 e-i	0.06±0.15 bc	0.06 ±0.18 b	0.08±0.20 c	0.07±0.13 b	0.00±0.00 b	0.85±5.16 d-i
	B5	0.75 ±6.16 efg	0.10±0.28 abc	0.20±0.53 ab	0.13±0.32 bc	0.10 ±0.21 b	0.00±0.00 b	0.99±7.55 c-f

* Means within a column followed by the same letter do not differ significantly (Tukey's test, P < 0.05)
A1= Amigdalipholia, A2= Kalamata, A3= Fishomi; B1= JA1+SA1, B2= JA1+SA2, B3= JA2+SA1, B4=JA2+SA2, B5= Control; 1=JA 1 mg/L, SA 1 Mm, 2=JA 2 mg/L, SA 2 Mm

جدول ۳- مقایسه میانگین (±خطای معیار) اثر دو جانبه (رقم در دزهای مختلف اسید سالیسیلیک و جاسمونیک) بر فنل کل،کلروفیل و کاروتنوئید موجود در روغن زیتون بدون آلودگی به آفت در دو سال آزمایشی ۱۴۰۱-۱۴۰۰

Table 3. Comparison of the mean (±SE) of the two-way effect (Cultivars at different doses of SA and JA) on total phenol, chlorophyll, and carotenoid content in olive oil in the two experimental years 2021-2022

Year	Cultivars (A)	Treatments (B)	Characteristics		
			Total phenol (mg/kg Galic acid)	Chlorophil (mg/kg)	Carotenoid (mg/kg)
2021	A1	B1	392.00±0.57 h	7.57±0.01 o	4.33±0.00 q
		B2	407.00±1.00 g	9.13±0.00 i	4.58±0.00 p
		B3	439.00±1.00 d	9.77±0.00 g	5.87±0.01 de
		B4	451.33±1.33 c	10.25±0.01 d	5.95±0.01 c
		B5	227.33±0.66 p	6.19±0.00 s	1.85±0.00 w
	A2	B1	277.66±1.45 mn	5.94±0.00 t	5.78±0.00 fg
		B2	289.00±1.00 l	6.35±0.00 r	5.91±0.00 cd
		B3	307.33±0.66 k	7.44±0.00 p	5.12±0.01 l
		B4	324.33±0.66 j	8.53±0.00 l	5.26±0.01 j
		B5	232.00±0.57 p	3.58±0.00 v	3.75±0.00 t
	A3	B1	211.00±0.57 q	8.18±0.00 n	5.03±0.01 mn
		B2	216.00±1.00 q	8.56±0.01 l	4.02±0.01 s
		B3	256.00±1.00 o	9.27±0.01 h	4.32±0.01 q
		B4	274.00±0.57 n	9.88±0.01 f	5.77±0.01 g
		B5	128.33±3.75 s	7.00±0.01 q	2.87±0.01 u
2022	A1	B1	428.33±0.66 e	8.88±0.00 j	4.84±0.00 o
		B2	456.33±1.20 c	9.96±0.01 e	4.98±0.00 n
		B3	483.00±0.57 b	10.22±0.01 d	6.13±0.00 b
		B4	512.00±0.57 a	10.48±0.01 b	7.06±0.00 a
		B5	256.00±1.00 o	6.36±0.00 r	4.20±0.00 r
	A2	B1	281.33±0.66 m	5.66±0.00 u	5.47±0.00 f
		B2	352.00±1.52 i	6.19±0.01 s	5.64±0.01 h
		B3	417.00±1.00 f	9.85±0.01 f	5.05±0.00 m
		B4	456.00±1.00 c	8.81±0.00 k	5.12±0.00 l
		B5	178.66±0.66 r	2.93±0.00 w	2.80±0.00 v
	A3	B1	227.00±1.00 p	9.78±0.00 g	5.21±0.01 k
		B2	254.00±1.15 o	9.89±0.01 f	5.15±0.01 l
		B3	283.00±1.00 m	10.35±0.00 c	5.78±0.01 g
		B4	293.00±1.52 l	10.74±0.01 a	5.83±0.01 ef
		B5	116.33±1.45 t	8.29±0.01 m	2.78±0.01 v

* Means within a column followed by the same letter do not differ significantly (Tukey's test, P<0.05)
A1= Amigdalipholia, A2= Kalamata, A3= Fishomi; B1= JA1+SA1, B2= JA1+SA2, B3= JA2+SA1, B4=JA2+SA2, B5= Control; 1=JA 1 mg/L, SA 1 mM, 2=JA 2 mg/L, SA 2 mM

نتایج بررسی مقایسه میانگین مقادیر فنل، کلروفیل و کاروتنوئید در روغن‌های آلوده به آفت نشان داد که بیشترین مقدار فنل برابر ۴۳۷/۳۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم اسید گالیک در رقم آمیگدالیفولیا و در تیمار اسید جاسمونیک ۲ میلی‌گرم/لیتر + اسید سالیسیلیک ۲ میلی‌مولار در سال ۱۴۰۱ و کمترین مقدار آن در شاهد رقم کالاماتا در سال ۱۴۰۰ و شاهد رقم فیشمی در سال ۱۴۰۱ برابر ۹۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم اسید گالیک ثبت شد ($F_{8,89}$=364.45, P<0.0001). بیشترین مقدار کلروفیل برابر ۱۲/۴۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم در رقم آمیگدالیفولیا و در تیمار اسید جاسمونیک ۲ میلی‌گرم/لیتر + اسید سالیسیلیک ۲ میلی‌مولار در سال ۱۴۰۱ ثبت شد. کمترین مقدار آن برابر با ۳/۹۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم در شاهد رقم کالاماتا در سال ۱۴۰۰ ثبت شد ($F_{8,89}$=1908.67, P<0.0001) (جدول ۴). بیشترین

مقدار کاروتنوئید برابر ۶/۳۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم در رقم آمیگدالیفولیا و در تیمار اسید جاسمونیک ۲ میلی‌گرم/لیتر + اسید سالیسیلیک ۲ میلی‌مولار در سال ۱۴۰۱ و کمترین مقدار آن مربوط به شاهد رقم فیشمی برابر با ۱/۶۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم و در سال ۱۴۰۱ مشاهده شد ($F_{8,89}$=1134.81, P<0.0001) (جدول ۴).

به‌طور کلی این نتایج نشان داد که در هر سه رقم مورد بررسی مقادیر فنل و کاروتنوئید در هر دو نوع روغن‌های بدون آلودگی و آلوده به آفت در سال دوم افزایش و مقدار کلروفیل نیز در بیشتر تیمارها در سال ۱۴۰۱ با افزایش مواجه شد. هم‌چنین در روغن‌های آلوده به آفت در مقایسه با روغن‌های سالم، مقادیر فنل و کاروتنوئید کاهش و مقدار کلروفیل در هر دو سال آزمایش افزایش یافت.

جدول ۴- مقایسه میانگین (±خطای معیار) اثر دو جانبه (رقم در دزهای مختلف اسید سالیسیلیک و جاسمونیک) بر فنل کل،کلروفیل و کاروتنوئید موجود در روغن زیتون استخراج‌شده از میوه‌های آلوده به آفت در دو سال آزمایشی ۱۴۰۱-۱۴۰۰

Table 4. Comparison of the mean (±SE) of the two-way effect (Cultivars at different doses of SA and JA) on total phenol, chlorophyll, and carotenoid content in olive oil extracted from pest-infested fruits in the two experimental years 2021-2022

Year	Cultivars (A)	Treatments (B)	Characteristics		
			Total phenol (mg/kg Galic acid)	Chlorophil (mg/kg)	Carotenoid (mg/kg)
2021	A1	B1	315.00±0.57 g	8.19±0.00 p	3.82±0.00 p
		B2	346.33±0.88 f	9.65±0.00 k	4.11±0.00 n
		B3	389.33±1.20 d	10.23±0.00 h	4.94±0.01 gh
		B4	409.00±0.57 c	10.76±0.00 e	5.08±0.00 f
		B5	168.33±0.33 o	6.68±0.00 t	1.65±0.00 y
	A2	B1	224.33±0.66 l	6.22±0.01 u	5.36±0.01 c
		B2	235.33±0.88 k	6.87±0.00 s	5.47±0.01 b
		B3	255.33±0.88 j	7.92±0.00 q	4.86±0.01 i
		B4	286.66±0.88 i	8.89±0.00 o	4.91±0.00 hi
		B5	90.00±0.57 r	3.91±0.00 x	3.25±0.00 t
	A3	B1	181.00±1.00 n	9.62±0.01 k	4.06±0.01 o
		B2	190.00±1.00 m	9.43±0.01 m	3.60±0.00 r
		B3	231.00±0.57 k	9.75±0.01 j	2.78±0.01 v
		B4	237.00±0.57 k	10.12±0.01 i	4.68±0.00 k
		B5	96.33±1.85 q	7.50±0.01 r	1.76±0.01 x
2022	A1	B1	347.33±1.20 f	10.17±0.00 i	3.86±0.01 p
		B2	361.33±0.66 e	11.32±0.00 c	4.24±0.00 m
		B3	418.00±0.57 b	11.85±0.01 b	5.28±0.00 d
		B4	437.33±0.88 a	12.44±0.01 a	6.33±0.01 a
		B5	169.66±0.33 o	9.29±0.00 n	2.85±0.00 u
	A2	B1	233.33±0.88 k	6.06±0.00 v	4.96±0.00 g
		B2	295.33±0.66 h	6.73±0.01 t	5.23±0.01 e
		B3	356.00±0.57 e	10.14±0.01 i	4.62±0.01 l
		B4	388.00±1.15 d	9.28±0.00 n	4.73±0.00 j
		B5	114.66±0.33 p	4.73±0.00 w	2.53±0.01 w
	A3	B1	189.00±1.00 m	10.54±0.001 g	4.09±0.00 no
		B2	237.00±1.00 k	10.63±0.01 f	3.71±0.01 q
		B3	219.00±1.00 l	11.22±0.01 d	3.55±0.01 s
		B4	231.00±1.15 k	11.26±0.01 d	4.73±0.01 j
		B5	90.00±3.60 r	9.51±0.02 l	1.60±0.00 y

* Means within a column followed by the same letter do not differ significantly (Tukey's test, P<0.05) A1= Amigdalipholia, A2= Kalamata, A3= Fishomi; B1= JA1+SA1, B2= JA1+SA2, B3= JA2+SA1, B4=JA2+SA2, B5= Control; 1=JA 1 mg/L, SA 1 mM, 2=JA 2 mg/L, SA 2 mM

بحث

مقاومت گیاهان در برابر عوامل زیستی مانند حشرات و پاتوژن‌ها یکی از مهم‌ترین جنبه‌های پایداری سیستم‌های زراعی است. گیاهان برای مقابله با تنش‌های زیستی، مجموعه‌ای پیچیده از مکانیسم‌های دفاعی را فعال می‌کنند که شامل پاسخ‌های فیزیولوژیک، بیوشیمیایی و مولکولی است. این پاسخ‌ها به‌طور عمده از طریق مسیرهای هورمونی تنظیم می‌شوند که اسید سالیسیلیک (SA) و اسید جاسمونیک (JA) نقش مهمی در آن دارند (Wasternack & Song, 2017). مسیر SA بیشتر مرتبط با مقاومت علیه برخی عوامل بیماری‌زا و حشرات مکنده و JA به‌طور عمده در پاسخ به گیاه‌خواران و آسیب بافتی فعال می‌شود. علاوه بر نقش‌های مستقل، برخورد بین مسیرهای SA و JA می‌تواند نتایج دفاعی متفاوتی ایجاد کند و این برهم‌کنش سیگنال‌ها برای تنظیم پاسخ به انواع آفات اهمیت دارد، به‌طوری‌که فعال‌سازی یکی می‌تواند پاسخ دیگری را تضعیف یا تعدیل کند، اما این قاعده مطلق نبوده و به گونه میزبان، نوع آفت، غلظت و زمان کاربرد بستگی دارد (Yang *et al.*, 2019; Li *et al.*, 2019; Gilroy & Breen, 2022).

نتایج این پژوهش نشان داد که میزان آلودگی به مگس میوه زیتون در تیمارهای ترکیبی دو اسید کاهش چشم‌گیری داشت و اثر تیمارها در کاهش جمعیت مراحل لاروی و شفیره بیشتر از مراحل تخم بود. تیمارهای JA و SA باعث کاهش معنی‌دار آلودگی تمام مراحل رشدی آفت نسبت به شاهد شدند. بیشترین کاهش آلودگی در تیمار ۲ میلی‌گرم/لیتر JA + ۲ میلی‌مولار SA مشاهده شد. در زیتون، بررسی کاربرد جداگانه این اسیدها علاوه بر نقش در افزایش مقاومت به آفات، بر ویژگی‌های کیفی میوه و روغن مانند افزایش فنول کل، اسید اولئیک و اسکوالان نیز اثر مثبت در ارقام بومی (فیشمی) و غیر بومی (مانزانیلا) دارند (Fardmasoud *et al.*, 2024a; Fardmasoud *et al.*, 2024b).

بررسی مقاومت القایی بادام‌زمینی (*Arachis hypogaea* Linnaeus (Fabales: Fabaceae)) در برابر *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) با استفاده از تیمارهای اسید جاسمونیک (JA) و اسید سالیسیلیک (SA) در ژنوتیپ‌هایی با سطوح متفاوت مقاومت نشان داد که ژنوتیپ‌های مقاوم، پس از دریافت این محرک‌ها، افزایش قابل‌توجهی در فعالیت آنزیم‌های دفاعی و میزان متابولیت‌های ثانویه داشتند. این پاسخ‌های فیزیولوژیک موجب کاهش خسارت حشره و همچنین القای آنزیم‌های آنتی‌اکسیداتیو شد که در نهایت به کاهش رشد و نمو *H. armigera* منجر شد (Akbar *et al.*, 2012).

تاثیر غلظت‌های مختلف تیمارهای اسید جاسمونیک (JA) و اتیلن (ET) به تنهایی و هم‌چنین ترکیب آن‌ها باعث رشد، توسعه و افزایش مقاومت گیاه باقلا در برابر تریپس غربی گل *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) شد. غلظت‌های بهینه برای JA و ET به ترتیب ۲ میلی‌مول در لیتر و ۰/۵ میلی‌مول در لیتر تعیین شد. تیمار گیاهان با JA و ET منجر به تغییرات معنی‌دار در فعالیت‌های آنزیم‌های مختلف مانند لیپواکسیژناز، پلی‌فنل اکسیداز شد و به طور معنی‌داری دوره پیش از تخم‌گذاری حشرات کامل را افزایش و هم‌چنین تعداد تخم‌گذاری را کاهش داد (Jia *et al.*, 2022).

مطالعه تاثیر اسید جاسمونیک و اسید سالیسیلیک در دو رقم ذرت روی لاروهای کرم برگ‌خوار پاییزه (*Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)) نشان داد که هر دو اسید موجب تحریک پاسخ دفاعی قوی در گیاه ذرت شده و بر رشد و فیزیولوژی این آفت تأثیر قابل توجهی داشتند. هم‌چنین سرعت زنده‌مانی، افزایش وزن و فعالیت آنزیم‌ها در لاروها با تغذیه از گیاهان تیمارشده، کاهش یافت. اسید جاسمونیک ۱ میلی‌مولار از اسید سالیسیلیک ۱ میلی‌مولار در القای مقاومت مؤثرتر بود و کاربرد اسید جاسمونیک به‌تنهایی باعث افزایش پروتئین‌های ضدهضمی، پروتئین‌های دفاعی و متابولیت‌های تلخ و در نتیجه افزایش مقاومت در برابر آفت شد؛ اما وقتی هر دو اسید با هم و همزمان استفاده شدند اثر حفاظتی اسید جاسمونیک به علت تداخل سیگنالی تضعیف شد (Kanwal *et al.*, 2024). مطالعه برهم‌کنش اسید جاسمونیک و اسید سالیسیلیک روی شته جالیز *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) و سوسک برگخوار لما *Lema decempunctata* Gebler (Coleoptera: Chrysomelidae) در گیاه گوجی بری *Lycium barbarum* Linnaeus (Solanaceae) نشان داد که در بعضی موارد اسید

سالیسیلیک نقش حفاظتی بیشتری بازی کرده و میزان آن پس از آلودگی به شته‌ها افزایش یافت، در حالی که بعد از آلودگی به سوسک میزان اسید جاسمونیک (JA) افزایش چشم‌گیری نشان داد. بنابراین، ترکیب SA+JA گاهی می‌تواند مزیت داشته باشد یا حداقل اثر منفی واضحی نشان ندهد؛ اما نتیجه دقیق بستگی به گونه آفت و میزبان دارد (Liu *et al.*, 2025). نتایج این پژوهشگران با یافته‌های این پژوهش مطابقت دارد.

افزایش فنل کل و آنتی‌اکسیدان‌ها در میوه‌های تیمار شده نشان‌دهنده فعال شدن مکانیسم‌های دفاعی طبیعی گیاه است، که موجب کاهش درصد آلودگی به آفت و افزایش توانایی مقاومت به مگس میوه زیتون می‌شود (Medjkouh *et al.*, 2016). تیمارهای JA و SA می‌توانند مسیرهای دفاعی فتواکسیدانت و سنتز ترکیبات فنلی را تحریک کنند. افزایش کلروفیل و کاروتنوئیدها نیز ممکن است باعث بهبود وضعیت فتوسنتزی گیاه شده و از طریق افزایش ظرفیت فتوسنتزی و تولید رادیکال‌های فعال دفاعی در بافت میوه به کاهش جمعیت آفت و توانایی آن در مقابله با تنش آفت کمک کنند (Koo *et al.*, 2020; Zhang *et al.*, 2025). مطابق با یافته‌ها، تعامل بین مسیرهای SA و JA یک فرایند پویا و وابسته به غلظت و زمان فعال‌سازی است و می‌تواند بسته به شرایط، حالت رقابتی یا هم‌افزایی به خود بگیرد که تعیین‌کننده آن نوع و شدت پاسخ ایمنی گیاه است (Hou & Tsuda, 2022).

نتایج این پژوهش نشان داد که تیمارهای هم‌زمان JA و SA باعث افزایش معنی‌دار میزان فنل کل و رنگدانه‌های فتوسنتزی در میوه‌های ارقام مختلف نسبت به شاهد شدند. بیشترین میزان فنل کل و کاروتنوئید در رقم آمیگدالیفولیا با تیمار ۲ میلی‌گرم/لیتر + JA ۲ میلی‌مولار SA مشاهده شد. میزان فنل کل در میوه‌های تیمار شده به طور معنی‌داری بالاتر از شاهد بود. مقادیر کلروفیل و کاروتنوئیدها نیز در تیمارها افزایش یافت.

هم‌زمان با افزایش میزان فنل کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی، کاهش شدت آلودگی میوه مشاهده شد. با این حال، از آنجا که در این پژوهش آزمون‌های اختصاصی مرتبط با آنتی‌بیوزی، ترجیح تخم‌ریزی یا زنده‌مانی انجام نشده و تحلیل همبستگی مستقیمی بین این فاکتورها صورت نگرفته است، تفسیر این همزمانی به‌عنوان یک رابطه علّی نیازمند بررسی‌ها و آزمایش‌های بیشتر در آینده است.

افزایش مشاهده‌شده کلروفیل در روغن استخراج‌شده از میوه‌های آلوده می‌تواند نشان‌دهنده اختلال در روند طبیعی تجزیه کلروفیل در طی فرآیند رسیدگی میوه باشد. آلودگی به آفت به‌عنوان یک تنش زیستی ممکن است با تأخیر در رسیدگی یا تغییر در مسیرهای متابولیکی مرتبط با تجزیه رنگیزه‌ها همراه باشد و در نتیجه بر میزان انتقال کلروفیل به روغن اثر بگذارد. با این حال، به دلیل محدود بودن شواهد فیزیولوژیک مستقیم در این زمینه، این یافته باید با احتیاط تفسیر شود و تأیید سازوکارهای دقیق آن نیازمند پژوهش‌های فیزیولوژیک و بیوشیمیایی تکمیلی است.

یافته‌های لانگ و همکاران (Long *et al.*, 2022) نشان داد که فعال‌سازی غیرهم‌زمان مسیرهای JA و SA در چای می‌تواند یک هم‌افزایی مؤثر ایجاد کند که به افزایش چشم‌گیر مقدار و تنوع ترکیبات فرّار منجر می‌شود. این ترکیبات تقویت‌شده، توانایی گیاه را در دفع آفت برگخوار چای *Ectropis grisescens* Warren (Lepidoptera: Geometridae) و جذب زنبور پارازیتوید *Apanteles sp.* (Hymenoptera: Braconidae) به‌طور معنی‌داری افزایش دادند. در مقابل، فعال‌سازی هم‌زمان مسیرها به‌ویژه در غلظت‌های بالای JA موجب آنتاگونیسم و کاهش کارایی پاسخ دفاعی SA شد. به‌طور کلی نتایج، اهمیت زمان‌بندی تحریک مسیرهای دفاعی را در بهینه‌سازی پاسخ‌های زیستی و افزایش مقاومت گیاه تأیید می‌کند.

نتایج مطالعه خسارت مگس میوه زیتون نشان داد که آلودگی شدید می‌تواند منجر به کاهش فراوانی برخی سیکوویریدها (مثل مشتق‌های اولئوروپین) و تغییرات مشخصی در ترکیبات فنلی میوه و تغییر در اسیدهای فنلیک شود که کیفیت و پایداری روغن را تحت تأثیر قرار می‌دهد. بنابراین، نگهداری یا افزایش ترکیبات فنلی در میوه می‌تواند هم کیفیت محصول را حفظ کند و هم شاید به‌عنوان قسمتی از مقاومت گیاه عمل کند (Valenčič *et al.*, 2020). نتایج استفاده از اسید جاسمونیک و اسید سالیسیلیک روی دو واریته انگور (Chardonnay and Pinot Noir) و دفاع القاشده در برابر مگس میوه *Drosophila suzukii* (Matsumura) (Diptera: Drosophilidae) نشان داد که محلول‌پاشی این اسیدها به طور قابل توجهی میزان فنل، فلاونوئید و تانن انگورها را

افزایش داده و منجر به کاهش خسارت در گیاهان تحت تیمار، به ویژه در واریته Chardonnay شد (Barkat *et al.*, 2023). نتایج این پژوهشگران با مشاهده‌های به‌دست‌آمده از این پژوهش مطابقت داشته و نشان داد که تیمارهای ترکیبی اسید جاسمونیک و اسید سالیسیلیک می‌توانند به طور معنی‌داری باعث کاهش جمعیت مگس میوه زیتون شوند و مقاومت به آن را بهبود بخشند که این اثر با افزایش فنل کل، کلروفیل و کاروتنوئیدها مرتبط بود. با این حال، این تغییرات به‌عنوان شاخص‌های مرتبط با پاسخ‌های دفاعی گیاه در نظر گرفته شده و لزوماً نشانگر علت مستقیم تغییرات نیستند. در بین ارقام مورد بررسی، رقم آمیگدالیفولیا بیشترین میزان پاسخ به تیمارها را نشان داد.

سپاسگزاری

از آقای مهندس کمالی، کارشناس آزمایشگاه مرکزی دانشگاه اردبیل، به‌خاطر راهنمایی و همکاری، از خانم دکتر زربافی برای مشاوره‌های آماری در تحلیل داده‌ها، خانم دکتر حیدرنژاد، مسئول آزمایشگاه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گیلان و آقای دکتر جوادی، رئیس ایستگاه تحقیقات زیتون رودبار و همکاران محترمشان به‌خاطر همکاری و تأمین وسایل لازم، تشکر و قدردانی می‌شود.

References

Abbasi Mojdehi, M. R., Hosseini Gharalari, A., Keyhanian, A. A., & Koopi, N. (2019). Study on susceptiblity of several varieties of olive trees to olive fruit fly, *Bactrocera oleae* (Dip.: Tephritidae). *Journal of Plant Pest Research*, *8*(4), 1-13. (in Farsi). **DOI: https://doi.org/10.22124/iprj.2019.3302**

Akbar, S. M. D., Sharma, H. C., Jayalakshmi, S. K., & Sreeramulu, K. (2012). Interaction of plant cell signaling molecules, salicylic acid and jasmonic acid, with the mitochondria of *Helicoverpa armigera*. *Journal of Bioenergetics & Biomembranes*, *44*(1), 233-241. **DOI: http://doi.org/10.1007/s10863-012-9405-8**

Aslam, H., Mushtaq, S., Maalik, S., Bano, N., Eed, E., Bibi, A., Tahir, A., Ijaz, I., Tanwir, S., & Khalifa, A. (2022). Exploring the effect of Jasmonic Acid for Aphids control for improving the yield of *Triticum aestivum* varieties. *Peer Journal*, *10*, e14018. **DOI: https://doi.org/10.7717/peerj.14018**

Baiano, A., Terracone, C., Viggiani, I., & Del Nobile, M. A. (2013). Effect of cultivars and location on quality, phenolic content and antioxidant activity of extra-virgin olive oil. *The Journal of the American Oil Chemists' Society*, *90*, 103-111. **DOI: https://doi.org/10.1007/s11746-012-2141-8**

Barkat, H., War, A. R., & Pfeiffer, D. G. (2023). Jasmonic acid and Salicylic acid induced defensive response in wine grapes against *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae). *Heliyon*, *9*(6), e16505. **DOI: https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e16505**

Brito, C., Dinis, L. T., Meijón, M., Ferreira, H., Pinto, G., Moutinho-Pereira, J., & Correia, C. (2018). Salicylic acid modulates olive tree physiological and growth responses to drought and rewatering events in a dose dependent manner. *Journal of Plant Physiology*, *230*, 21-32. **DOI: https://doi: 10.1016/j.jplph.2018.08.004**

Costarelli, A., Bianchet, C., Ederli, L., Salerno, G., Piersanti, S., Rebora, M., & Pasqualini, S. (2020). Salicylic acid induced by herbivore feeding antagonizes jasmonic acid mediated plant defenses against insect attack. *Plant Signaling & Behavior*, *15*(1) 1704517. **DOI: https://doi.org/10.1080/15592324.2019.1704517**

Daane, K. M., & Johnson, M. W. (2010). Olive fruit fly: Managing an ancient pest in modern times. *Annual Review of Entomology*, *55*, 151-169. **DOI: https://doi.org/10.1146/annurev.ento.54.110807.090553**

Decsi, K., Ahmed, M., Abdul-Hamid, D., & Tóth, Z. (2025). The role of salicylic acid in activating plant stress responses-Results of the past decade and future perspectives. *International Journal of Molecular Sciences*, *26*(9), 4447. **DOI: https://doi.org/10.3390/ijms26094447**

El-Sherbeni, A.E. H., Khaleid, M. S., AbdAllah, S., & Mohammed Ali, O. S. (2019). Effect of some insecticides alone and in combination with salicylic acid against aphid, *Aphis gossypii*, and whitefly *Bemisia tabaci* on the cotton field. *Bulletin of the National Research Centre*, *43*(1), 57. **DOI: https://doi.org/10.1186/s42269-019-0103-0**

Fardmasoud, H., Razmjou, J., Naseri, B., & Abbasi Mojdehi, M. R. (2024a). 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**

Fardmasoud, H., Razmjou, J., Naseri, B., & Abbasi Mojdehi, M. R. (2024b). Effect of salicylic acid application on the damage rate of the olive fruit fly *Bactrocera oleae* (Dip.: Tephritidae) on the olive variety Manzanilla. *Journal of Plant Pest Research*, *14*(2), 17-33. **DOI: https://doi.org/10.22124/ iprj.2024.27965.1583**

Folin, O., & Ciocalteau, V. (1927). Tyrosine and tryptophane in proteins. *Journal of Biological Chemistry*, *73*(2), 627–648. **DOI: https://doi.org/10.1016/S0021-9258(18)84277-6**

Gilroy, E., & Breen, S. (2022). Interplay between phytohormone signalling pathways in plant defence - other than salicylic acid and jasmonic acid. *Essays in Biochemistry*, *66*(5), 657-671. **DOI: http://doi.org/10.1042/EBC20210089**

Hou, S., & Tsuda, K. (2022). Salicylic acid and jasmonic acid crosstalk in plant immunity. *Essays in Biochemistry*, *66*(5), 647-656. **DOI: http://doi.org/10.1042/EBC20210090**

Jia, Y. L., Zhang, T., Zhi, J. R., Tuo, L., Yue, W. B., Li, D.Y., & Liu, L. (2022). Combined Jasmonic Acid and Ethylene Treatment Induces Resistance Effect in Faba Bean Plants Against *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae). *Insects*, *13*(11), 1073. **DOI: https://doi.org/ 10.3390/ insects13111073**

Kanwal, B., Tanwir, S., & Ahmad, F. (2024). Jasmonic Acid and Salicylic Acid improved resistance against *Spodoptera frugiperda* Infestation in maize by modulating growth and regulating redox homeostasis. *Scientific Reports*, *14*, 16823. **DOI: https://doi.org/10.1038/s41598-024-67151-1**

Kanzaki, H., Suzuki, S., Tabata, T., Suzuki, T., Seto, Y., & Kaneko, K. (2025). Plant hormone jasmonic acid reduces anxiety behavior in mice. *Scientific Reports*, *15*(1), 11424. **DOI: https://doi:10.1038/s41598-025-95689-1**

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**

Koo, Y. M., Heo, A. Y., & Choi, H. W. (2020). Salicylic Acid as a Safe Plant Protector and Growth Regulator. *Journal of Plant Pathology*, *36*(1), 1-10. **DOI: http://doi.org/10.5423/PPJ.RW. 12.2019.0295**

Li, N., Han, X., Feng, D., Yuan, D., & Huang, L. J. (2019). Signaling crosstalk between salicylic acid and ethylene/jasmonate in plant defense: do we understand what they are whispering? *International Journal of Molecular Sciences*, *20*(3), 671. **DOI: http://doi.org/10.3390/ijms20030671**

Liu, Z., Zhu, B., Deng, C., Duan, G., Li, J., & Fan, G. (2025). Jasmonic acid and salicylic acid crosstalk mediates asymmetric interactions between *Aphis gossypii* and *Lema decempunctata* in *Lycium barbarum*. *Insects*, *16*(9), 876. **DOI: http://doi.org/10.3390/insects16090876**

Long, J., Lei, B., Zongxiu, L., Zhaoqun, L., Chunli, X., Nanxia, F., Xiaoming, C., & Zongmao, C. (2022). Enhanced volatile emissions and anti-herbivore functions mediated by the synergism between jasmonic acid and salicylic acid pathways in tea plants. *Horticulture Research*, *9*, uhac144, **DOI: https://doi.org/10.1093/hr/uhac144**

Medjkouh, L., Tamendjari, A., Keciri, S., Santos, J., Nunes, M. A., & Oliveira, M. B. (2016). The effect of the olive fruit fly (*Bactrocera oleae*) on quality parameters, and antioxidant and antibacterial activities of olive oil. *Food & Function*, *7*(6), 2780-8. **DOI: http://doi.org/10.1039/c6fo00295a**

Minguez-Mosquera, M. I., Rejano, L., Gandul, B., Sanchez, A. H., & Garrido, J. (1991). Color pigment correlation in virgin olive oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, *68*, 332-336. **DOI: https://doi.org/10.1007/BF02657688**

Papadopoulos, N. T., Shelly, T., Epsky, N., Jang, E., Reyes-Flores, J., Vargas, R. (2014). Fruit fly invasion: historical, biological, economic aspects and management. trapping and the detection, control, and regulation of Tephritid fruit flies. *Springer, Dordrecht.* **DOI: https://doi.org/10.1007/978-94-017-9193-9_7**

Pieterse, C. M. J., Van der Does, D., Zamioudis, C., Leon-Reyes, A., & Van Wees, S. C. M. (2012). Hormonal modulation of plant immunity. *Annual Review of Cell and Developmental Biology*, *28*, 489–521. **DOI: https://doi.org/10.1146/annurev-cellbio-092910-154055**

Pratyusha, S. (2022). Phenolic Compounds in the plant development and defense. In: Hasanuzzaman, M., Nahar, K. and Brzozowski, T. (Eds.). Plant Stress Physiology: Perspectives in Agriculture. BoD–Books on Demand. p. 125.

An overview. *IntechOpen*, 125. **DOI: http://doi.org/10.5772/intechopen.102873**

Simkin, A. J. (2021). Carotenoids and apocarotenoids in planta: Their role in plant development, contribution to the flavour and aroma of fruits and flowers, and their nutraceutical benefits. *Plants*, *10*(11), 2321. **DOI: https://doi.org/10.3390/plants10112321**

Simmonds, M. S. J. (2003). Flavonoid–insect interactions: Recent advances. *Phytochemistry*, *64*(1), 21–30. **DOI: https://doi.org/10.1016/S0031-9422(03)00293-0**

Singh, S., Kaur, I., & Kariyat, R. (2021). The multifunctional roles of polyphenols in plant-herbivore interactions. *International Journal of Molecular Sciences*, *22*(3), 1442. **DOI: https://doi.org/10.3390/ijms22031442**

Sun, T., Rao, S., Zhou, X., & Li, L. (2022). Plant carotenoids: Recent advances and future perspectives. *Molecular Horticulture*, *2*(3), 1-21. **DOI: https://doi.org/10.1186/s43897-022-00023-2**

Thaler, J. S., Humphrey, P. T., & Whiteman, N. K. (2012). Evolution of jasmonate and salicylate signal crosstalk. *Trends in Plant Science*, *17*(5), 260–270. **DOI: https://doi.org/10.1016/j.tplants.2012.02.010**

Tian, H., Xu, L., Li, X., & Zhang, Y. (2025). Salicylic acid: The roles in plant immunity and crosstalk with other hormones. *Journal of Integrative Plant Biology*, *67*(3), 773-785. **DOI: https://doi.org/10.1111/jipb.13820**

Valenčič, V., Butinar, B., Podgornik, M., & Bučar-Miklavčič, M. (2020). The effect of olive fruit fly *Bactrocera oleae* (Rossi) infestation on certain chemical parameters of produced olive oils. *Molecules*, *26*(1), 95. **DOI: https://doi.org/10.3390/molecules26010095**

Wasternack, C., & Song, S. (2017). Jasmonates: biosynthesis, metabolism, and signaling by proteins activating and repressing transcription. *Journal of Experimental Botany*, *68*(6), 303-1321. **DOI: http://doi.org/10.1093/jxb/erw443**

Wasternack, C., & Strnad, M. (2019). Jasmonates are signals in the biosynthesis of secondary metabolites - Pathways, transcription factors and applied aspects - A brief review. *New Biotechnology*, *48*, 1-11. **DOI: https://doi.org/10.1016/j.nbt.2017.09.007**

Yang, J., Duan, G., Li, C., Liu, L., Han, G., Zhang, Y., & Wang, C. (2019). The crosstalks between jasmonic acid and other plant hormone signaling highlight the involvement of jasmonic acid as a core component in plant response to biotic and abiotic stresses. *Frontiers in Plant Science*, *10*, 1349. **DOI: https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01349**

Yeasmin, F., & Choi, H. W. (2020). Natural salicylates and their roles in human health. *International Journal of Molecular Sciences*, *21*(23), 9049. **DOI: https://doi.org/10.3390/ijms21239049**

Zhang, P., Jackson, E., Li, X., & Zhang, Y. (2025). Salicylic acid and jasmonic acid in plant immunity. *Horticulture Research*, *12*(7), uhaf082. **DOI: https://doi.org/10.1093/hr/uhaf082**

Plant Pest Research

Research paper 2026- 15 (4): 25-39	https://doi.org/10.22124/iprj.2026.32510.1670	pISSN:2322-2409 eISSN: 2538-6123

OPEN ACCESS

Combined effect of jasmonic and salicylic acids on resistance of different olive cultivars to the olive fruit fly (*Bactrocera oleae*)

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

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

✉ fardmasoud.h@gmail.com https://orcid.org/0009-0006-4081-0675
✉ razmjou@uma.ac.ir https://orcid.org/0000-0003-0948-8279
✉ bnaseri@uma.ac.ir https://orcid.org/0000-0001-5821-0957
✉ mozhdehi.185@gmail.com https://orcid.org/0000-0001-5310-0214

Received: 9 December 2025 | *Accepted:* 21 February 2026 |

Abstract

In this study, the impact of the simultaneous foliar application of salicylic acid (SA) and jasmonic acid (JA) was assessed on phenolic compounds, chlorophyll, carotenoids, and infestation rates at various developmental stages of the olive fruit fly (*Bactrocera oleae*). This evaluation were conducted across three olive cultivars, including 'Amigdalipholia', 'Fishomi', and 'Kalamata', at the olive research station orchard loctated in Rudbar, Guilan Province, over two experimental years (2021–2022). The experiment was carried out using a factorial design that incorporated cultivar, treatment, and year. The treatments included jasmonic acid at concentrations of 1 and 2 mg L^{-1}, paired with salicylic acid at 1 and 2 mM, in addition to an untreated control. Fruit samples were collected at various growth stages, and infestation levels were documented at the egg, larval instars, and pupal stages. The application of the higher doses of both acids resulted in the most significant increase in total phenolic content, chlorophyll, and carotenoids in healthy fruits. For the infested fruits, this treatment also caused a notable decrease in infestation during the immature stages of the pest. Among the cultivars examined, 'Amigdalipholia' exhibited the most pronounced response to the treatments applied. A negative correlation was noted between the rise in phenolic and antioxidant compounds and the infestation by the olive fruit fly, indicating that the enhancement of these biochemical traits may aid in fruit resistance. The results of this study suggest that the combined use of SA and JA is an effective environmentally friendly strategy for improving host resistance and managing olive fruit fly populations in olive orchards.

Key words: Carotenoid, chlorophyll, hormone, phenol

Citation: Fardmasoud, H., Razmjou, J., Naseri, B. & Abbasi Mojdehi, M. (2026). Combined effect of jasmonic and salicylic acids on resistance of different olive cultivars to the olive fruit fly (*Bactrocera oleae*). *Plant Pest Research*, *15*(4), 25-39. **DOI: https://doi.org/10.22124/iprj.2026.32510.1670**

*Corresponding author: razmjou@uma.ac.ir

Journal of Plant Pest Research is published by University of Guilan
This journal is an open access journal licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 International license (CC BY 4.0)