

کارایی چند نوع تله در جلب و شکار مگس میوه زیتون *Bacterocera oleae* (Diptera: Tephritidae) و حشرات غیرهدف در منطقه رودبار ایران

سارا امینی فتحکوهی^۱، احد صحراگرد^{۱*} و محمدرضا عباسی مژدهی^۲

۱- گروه گیاه پزشکی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان و ۲- مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان

*مسئول مکاتبات، پست الکترونیک: sahragard@guilan.ac.ir

چکیده

مدیریت مگس زیتون با استفاده از روش‌های سازگار با محیط زیست شامل راهبرد جذب، کشتن و شکار انبوه می‌باشد. هدف از این پژوهش، ارزیابی کارایی چند تله و ماده جلب‌کننده به منظور جلب و شکار مگس زیتون بود. آزمایش با ۴ تیمار و ۸ تکرار در یک باغ زیتون در شهرستان رودبار در سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ انجام شد. تیمارها عبارت بودند از: ۱- تله زرد چسبنده ۲- تله زردچسبنده + فرومون جنسی ۳- تله مکفیل + پروتئین هیدرولیزات ۴- تله مکفیل + محلول غذایی دست‌ساز بر پایه وانیل. بازدید تیمارها به صورت هفتگی و تجزیه و تحلیل داده‌ها با نرم‌افزار SAS انجام شد. نتایج سال اول نشان داد: تیمار ۴ با سایر تیمارها از نظر شکار مجموع حشرات نر و ماده و حشرات نر دارای اختلاف معنی‌دار است و تیمار یک با میانگین $38/8 \pm 8/25$ بیشترین جلب حشرات غیرهدف را داشت. در سال دوم، تیمار شماره ۲ در شکار مجموع حشرات نر و ماده و حشرات نر دارای اختلاف معنی‌دار با سایر تیمارها بود. ولی از نظر شکار حشرات غیر هدف با میانگین $68/55 \pm 7/23$ در کنار تیمار شماره ۱ با میانگین $77/58 \pm 9/16$ در یک سطح آماری قرار گرفت. تیمار ۴ با میانگین $0/27 \pm 0/97$ بیشترین جلب حشرات ماده را داشت و روند یکسانی در متوسط جلب هفتگی حشرات در کل تله‌ها نیز مشاهده شد. بر این اساس، به طور کلی، تیمار ۴ با داشتن بالاترین میانگین در جلب حشرات ماده و کمترین جلب حشرات غیرهدف طی دو سال، قیمت پایین و کمترین آسیب به تنوع زیستی باغ‌های زیتون بر سایر تیمارها برتری داشته و می‌تواند در کنار پایش آفت همراه با تله‌های فرومونی در کنترل آفت نیز موثر واقع شود.

واژه‌های کلیدی: مگس میوه زیتون، مواد جلب‌کننده، باغ زیتون، تله‌ها

The efficacy of some traps in attracting and capturing olive fruit fly, *Bacterocera oleae* (Diptera: Tephritidae) and non-target insects in Roudbar region of Iran

Sara Amini Fathkohi¹, Ahad Sahragard^{1*} & Mohammad Reza Abbasi Mojdehi²

1. Department of Plant Protection, College of Agricultural Sciences, Guilan, Rasht, Iran & 2. Plant Protection Research Department, Agricultural Research, Education and Natural Resources Center of Guilan, Iran.

* Corresponding author, E-mail: sahragard@guilan.ac.ir

Abstract

Management of the olive fruit fly using environmentally friendly methods includes strategies based on lure and kill and/or mass trapping to reduce the damage to fruits. The purpose of this study was to evaluate the efficiency of some attractive traps to lure and capture the olive fruit fly. Four treatments and eight replications were conducted in an olive grove in Roudbar, Iran in 2016 and 2017. The treatments were, 1. Yellow sticky trap, 2. Yellow sticky trap + Pheromone, 3. Mcphail + Protein hydrolyzate, 4. Mcphail + Propylene vanilla based solution. Traps were visited weekly and the data were analyzed using SAS software. The results of the first year (2016) showed that treatment 4 had a

significant difference in terms of attracting male and female insects, among all treatments, and treatment 1 had the highest non-target insects attracted with an average of 38.8 ± 8.25 . In the second year, the treatment 2, was significantly different with other treatments in terms of captured total male and females, while it was at the same statistical level with treatment 1 showing an average of 68.55 ± 7.23 in terms of captured non-target insects. Moreover, the treatment 4 with an average of 0.96 ± 0.27 had the highest capture of the female insects. Treatment 4 had the highest mean in attracting the female insects and the lowest numbers of non-target insects within the two years of study. The same trend was observed within two years of study in terms of mean number of insects captured per week in different treatments. Overall, the treatment 4, with the highest captured female, the least adverse effects on biodiversity of the olive groves, and the lowest price was considered the best treatment among all treatments. Thus, this treatment along with pheromone traps can be used in monitoring and control of the pest.

Keywords: Olive fruit fly, attractant materials, olive groves, traps

Received: 17 March 2018, Accepted: 16 September 2018

مقدمه

درخت زیتون یکی از گونه‌های گیاهی قدیمی در مناطق مدیترانه‌ای است که اهمیت اقتصادی زیادی دارد (Zohary & Hopf, 2000; Loumou & Giourga, 2003). سطح زیر کشت باغ‌های زیتون غیر بارده و بارده در ایران در سال ۲۰۱۵ به ترتیب ۳۱۶۲۳/۹ هزار هکتار غیربارده و ۵۲۳۱۸ هزار هکتار بارده بود و از این مقدار ۱/۱۱۲۱۰/۷۱ هزار تن زیتون برداشت می‌شود که در راستای رسیدن به خود کفایی در بخش روغن خوراکی کشور است (Ahmadi et al., 2015). مگس میوه زیتون مهم‌ترین آفت زیتون در دنیا است (Sharaf, 1980; Rice, 2000; Economopoulos, 2002). این حشره با نام علمی *Bactrocera oleae* (Rossi) از خانواده Tephritidae، زیر خانواده Dacinae می‌باشد. این آفت تک میزبان و چند نسلی است که به انواع زیتون اهلی و وحشی خسارت وارد می‌کند (Robinson et al., 1989). این حشره زمستان را به طور عمده به صورت حشرات کامل در پناهگاه‌های زمستانی و به ندرت به صورت شفیره زیر بقایای گیاهی و خاک‌های نرم باغ‌ها سپری می‌کند. شفیره‌ها با گرم شدن هوا در زمستان و یا بهار به حشرات کامل تبدیل می‌شوند (Kayhanian & Mozdehi, 2009). مگس میوه زیتون در طول سال به جز بعضی ماه‌ها در بهار که میوه در دسترس نیست قادر به تخم‌ریزی می‌باشد (Nestel et al., 2015). رشد و نمو مگس میوه زیتون و طول دوره‌های حیاتی و تعداد نسل آن در سال تحت تاثیر شرایط آب و هوایی، منطقه جغرافیایی و نوع رقم زیتون در مناطق مختلف متفاوت است. مگس میوه زیتون در آب و هوای ساحلی و مرطوب بهتر فعالیت دارد، اگرچه گزارش‌هایی از حملات شدید این آفت در نواحی خشک یونان، ایتالیا و اسپانیا وجود دارد (Rice, 2000). مگس میوه زیتون اولین بار در اکتبر ۱۹۸۹ در جنوب کالیفرنیا شناسایی و گزارش شد (Yokoyama 2015). به تدریج، شمال اروپا و شمال آفریقا آلوده به این آفت شد (Rice et al., 2003). در ایران از گذشته دور این حشره در فهرست آفات قرنطینه‌ای قرار داشت اما برای اولین بار در تاریخ ۱۳۸۵/۵/۳۱ در منطقه رستم‌آباد به وجود این آفت پی برده شد. متعاقب مشاهده آفت در استان گیلان، آلودگی زیتون‌کاری‌های سایر استان‌ها از جمله زنجان، قزوین نیز مشخص شد. با ردیابی این آفت در کل کشور مشخص شد که بیشتر نقاط زیتون کاری شده کشور آلوده هستند (Rezaii & Jafari, 2004). خسارت مگس میوه زیتون مربوط به لاروها است که به دو صورت مستقیم و غیر مستقیم می‌باشد. در خسارت روغن شده مستقیم هر لاروی دوره رشدی خود از ۵۰ تا ۱۵۰ میلی گرم گوشت میوه زیتون مصرف می‌کند و باعث ریزش زودتر از موعد میوه می‌شود در خسارت غیر مستقیم روی کیفیت روغن زیتون تاثیر می‌گذارد. فعالیت لاروها داخل دالان لاروی و خروج حشرات کامل از این دالان باعث نفوذ قارچ‌ها و باکتری‌ها از سوراخ خروجی به داخل میوه شده و زمینه ساز هیدرولیز اسیدهای چرب و سایر فعل و انفعالات در پروتئین و باعث افزایش اسیدیته روغن زیتون به میزان ۲ تا ۴ برابر

می‌شود (White *et al.*, 1992). اکولوژی غذایی مگس‌های بالغ هنوز قابل درک نیست، مگس‌های بالغ از لحاظ رفتار تغذیه فرصت طلب هستند و روی منابع غذایی مختلفی مانند ترشحات روی برگ، سطح میوه و عسلک شته‌ها و فضولات پرندگان و غیره دیده شده‌اند (Tsiropoulos, 1977; Hendrichs *et al.*, 1993; Manrakhan, 2006). اوره و آمونیاک یک منبع ارزشمند برای ماده‌ها هستند که میزان تولید تخم را در ماده‌ها نسبت به وقتی که از عسلک تغذیه می‌کنند افزایش می‌دهد (Ben-Yosef *et al.*, 2014). ترکیبات فنولیک آزاد شده از گیاه زیتون، حشره را به سمت خودش جلب می‌کند و نشان می‌دهد که زیتون مناسب تخم‌گذاری می‌باشد (Girolami *et al.*, 1975). از اواسط تیر تا اوایل مرداد وهم زمان با سخت شدن هسته‌های زیتون، تخم‌ریزی آفت شروع می‌شود. میوه ارقامی نظیر کنسروالیا، ماری و میوه‌های واقع در نقاط آفتاب‌گیر درخت (تاج و سمت جنوب) اولین میوه‌هایی هستند که حشره ماده را برای تخم‌ریزی جلب می‌نمایند (Kayhanian & Mozdehi, 2009). حداکثر آلودگی میوه در طول سال بسته به مقدار میوه، اندازه میوه و آب و هوا ممکن است متفاوت باشد و میوه‌های سبز بزرگ نسبت به میوه‌های کوچک‌تر لاروهای بیشتری را پشتیبانی می‌کند (Yokoyama, 2015).

مگس میوه زیتون به روش‌های متنوع کنترل می‌شود که شامل استفاده از انواع مختلف تله‌های جلب‌کننده نظیر تله‌های غذایی، تله‌های فرومونی و تله‌های زرد چسبنده و یا طعمه‌پاشی با ترکیبات سمی به صورت موضعی، ردیفی و یا پاشش روی بخشی از تاج درخت و سایر روش‌های شیمیایی و غیر شیمیایی است (Basilios *et al.*, 2002). کارت‌های زرد چسبنده روش به نسبت ضعیفی در کنترل جمعیت مگس میوه زیتون نشان داده شده است (Varikou *et al.*, 2013)، ولی برای پایش آفت مناسب هستند. چون تعداد مگس‌های شکار شده با سطح آلودگی میوه‌های زیتون متناسب است (Gonçalves & Torres, 2013)، شکار انبوه یکی از متداول‌ترین روش‌های کنترل مگس‌های میوه است. هم اکنون این روش به طور گسترده در کشورهای حوزه مدیترانه به منظور کنترل مگس میوه زیتون و مگس میوه مدیترانه استفاده می‌شود (Deleirio, 1989; Broumas *et al.*, 2002). مدیریت مگس میوه زیتون با استفاده از روش‌های سازگار با محیط زیست شامل راهبرد جذب، کشتن و شکار انبوه می‌باشد (Yasin *et al.*, 2014). چرخه زندگی مگس میوه زیتون مشخص شده و توزیع و فراوانی بالغین (ردیابی) از طریق برنامه‌های تله‌گذاری تعیین می‌شود (Yokoyama, 2015). استفاده از تله‌ها برای ردیابی و کنترل مگس زیتون اولین بار در حدود بیش از ۴۰ سال پیش توسط Orphanidis & Kalmoukos در سال ۱۹۵۸ شروع شد. با کشف جلب‌کننده‌های بینایی، جنسی و غذایی این روش توسعه بیشتری پیدا نمود. استفاده از جلب‌کننده‌های موثر مانند غذا، فرومون جنسی، رنگ‌ها و شکل‌ها در تله‌ها، کلید کنترل مگس زیتون محسوب می‌شوند (Bateman & Morton, 1981). کارایی تله‌ها برحسب نوع و شکل آن‌ها متفاوت است. رنگ زرد جذاب‌ترین رنگ به منظور جلب افراد نر و ماده مگس‌های میوه به شمار می‌رود. تله‌های مکفیل، اشتینر (Steiner) و جکسون (Jackson) به ترتیب در سال‌های ۱۹۲۹، ۱۹۵۷ و ۱۹۷۱ برای کنترل مگس‌های میوه مورد استفاده قرار گرفتند (Mcphail, 1939; Steiner *et al.*, 1957; Harris *et al.*, 1989). طعمه‌های غذایی از سال ۱۹۱۸ به منظور شکار مگس‌های میوه مورد استفاده قرار گرفت. این ترکیبات در مقایسه با پارافرومون‌ها از کارایی کمتری در جلب مگس‌های میوه در جمعیت‌های پایین برخوردار هستند. در سال‌های اخیر نظر اغلب دانشمندان روی کاربرد ترکیبات جلب‌کننده حشرات ماده مگس‌های میوه متمرکز شده است. فرومون جنسی مگس میوه زیتون سال‌هاست که شناخته شده است. از زمانی که فرومون‌های مگس میوه زیتون شناسایی شدند، تله‌های فرومونی برای ردیابی و کنترل توسعه یافتند (Haniotakis *et al.*, 1991). مزیت نسبی تله‌های مکفیل نسبت به کارت‌های زرد چسبنده شکار کمتر حشرات مفید غیر هدف به وسیله این تله‌ها می‌باشد (Basilios *et al.*, 2002). مگس‌های بالغ شکار

شده توسط تله Champ و کارت های زرد چسبنده وقتی که دارای آمونیوم بی کربنات و فرمون بودند با هم مقایسه شدند (Yokoyama et al., 2006). کارت های زرد چسبنده وقتی که با ۱۵ تا ۲۰ گرم بی کربنات آمونیوم و یا وقتی که با فرمون به کار برده شده بود، مگس های بالغ بیشتری را نسبت به تله های Champ شکار کرده بودند (Burrack et al., 2008)، اما بعدها مشخص شد که تله های مکفیل (McPhail) حاوی مخمر غذایی تورتولا جذب بیشتری را نسبت به انواع دیگر تله دارند (Yokoyama, 2015). آب یکی از اجزای مواد غذایی به کاررفته در تله های مکفیل می باشد که برای افزایش جذابیت به کار گرفته می شود، اما نگهداری این مایع یک عامل محدودکننده در تله های مکفیل می باشد (Yokoyama, 2015). مطالعات نشان می دهند که مگس های بالغ میوه زیتون اغلب توسط کارت های زرد چسبنده و یا تله های مکفیل مورد پایش قرار می گیرند (Johnson et al., 2006). هدف از این پژوهش، تعیین بهترین ترکیب تله و ماده جلب کننده به منظور جلب و شکار مگس میوه زیتون در باغ های زیتون رودبار، در زمان صحیح و با در نظر گرفتن شاخص هایی مانند کارایی بالا در شکار آفت هدف، عدم شکار یا شکار کم حشرات غیر هدف، اقتصادی بودن از نظر هزینه تامین مواد برای باغداران، سهولت کاربرد و پایداری مناسب در شرایط اقلیمی و آگرو اکوسیستم باغ های زیتون رودبار است.

مواد و روش ها

مشخصات محل اجرای آزمایش

این پژوهش طی سال های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ از شروع گلدهی درختان زیتون تا پایان برداشت در یک باغ سنتی به مساحت تقریبی ۵ هکتار در روستای گلدیان شهرستان رودبار انجام شد. روستای گلدیان با ارتفاع ۵۴۹/۳ متر از سطح دریا و با طول جغرافیایی ۴۵ درجه، ۲۵ دقیقه و ۵۵ ثانیه و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه، ۴۸ دقیقه و ۱۵ ثانیه، متوسط رطوبت نسبی سالانه ۶۳ درصد و متوسط دمای سالانه ۱۷/۷ درجه سلسیوس در شمال ایران واقع شده است. سیستم کاشت باغ از نوع سنتی، که کلیه عملیات کاشت، داشت و برداشت باغ به شیوه کاملاً سنتی انجام می شود. کلیه درختان باغ هم سن (حدود پنجاه سال) و بارور و از ارقام مختلف و بومی منطقه مانند ماری، زرد، شنگه، فیشمی و روغنی بودند.

نوع آزمایش و تیمارها

آزمایش در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با ۴ تیمار و ۸ تکرار انجام شد. تیمارهای مورد استفاده عبارت بودند از:

۱- تله کارت زرد چسبنده (Y)

۲- تله کارت زرد چسبنده + فرمون جنسی آی پی اس (Y+PH)

۳- تله مکفیل + جلب کننده غذایی پروتیین هیدرولیزات با نام تجاری (داکوس ترپ) (M+P)

۴- تله مکفیل + محلول دست ساز بر پایه وانیل (جی ترپ) (M+Gt)

مشخصات تله ها و مواد جلب کننده

تله های زرد چسبنده به صورت پانل های آماده در ابعاد ۱۰×۲۰ سانتی متر ساخت شرکت ایمن پالیز مهار قزوین مورد استفاده قرار گرفت و توسط مفتول روی درختان نصب شد. هر پنج روز یک بار تعداد مگس های میوه زیتون شکار شده و حشرات غیر هدف، شمارش شده و بر اساس نام راسته جدا و ثبت شد. تله های فرمونی شامل تله کارتی زرد چسبنده ساخت شرکت ایمن پالیز مهار به همراه فرمون جنسی مگس میوه زیتون ساخت شرکت آی پی اس انگلستان و وارد کننده شرکت زیست بانی پایا بودند. در هر نمونه برداری، مگس های زیتون

شکار شده روی تله‌ها شمارش و بعد از تعیین جنسیت بر اساس وجود یا عدم وجود تخم ریز ثبت شدند. به منظور شمارش حشرات غیر هدف، در هر بار نمونه برداری تله زرد چسبنده تعویض شد. تعویض فرمون نیز هر ۲۰ روز یک بار براساس توصیه شرکت سازنده صورت گرفت. تله‌های مکفیل ساخت شرکت ایمن پالیز مهار از جنس پلاستیک و متشکل از دو بخش، که قسمت قاعده آن زرد رنگ و قسمت فوقانی آن شفاف بود و در قسمت قاعده تله فروفتگی به سمت داخل و رو به بالا به عنوان منفذ ورودی مگس‌های جلب شده قرار داشت. مخزن زرد رنگ جایگاه ماده غذایی است که محل نصب آن روی درخت می‌باشد. در یک تیمار غذایی از پروتئین هیدرولیزات خالص با نام تجاری داکوس ترب استفاده شد و در تیمار غذایی دیگر از ماده غذایی مایع یک درصد جلب کننده دست ساز بر پایه وانیل استفاده شد. دوز مصرفی جلب کننده‌های غذایی براساس توصیه شرکت سازنده بود. برای شمارش مگس‌های به دام افتاده، در تله‌های غذایی محتویات تله را روی یک صافی خالی و پس از خارج شدن مایع، مگس‌های زیتون شکار شده شمارش، براساس وجود یا عدم وجود تخم‌ریز تعیین جنسیت و ثبت شدند. حشرات غیر هدف شکار شده نیز شمارش و تعداد آنها بر اساس نام راسته ثبت شد. حشرات غیر هدف به طور عمده متعلق به راسته‌های دو بالان، بال غشاییان و سخت بالپوشان بودند و تجدید تله‌های غذایی هر ۱۰ روز یکبار براساس توصیه شرکت سازنده صورت گرفت. هنگام شارژ تله‌ها، محلول موجود داخل تله دور ریخته شد و دوباره با محلول غذایی تجدید شدند. تله‌ها در ارتفاع ۱/۵ تا ۲ متری از سطح زمین در بخش جنوبی تاج درخت نصب شدند (Lopez-Villalta, 1999). پس از جمع‌آوری داده‌ها، ابتدا تجزیه مرکب دو ساله صورت گرفت و بعد از معنی‌دار بودن داده‌ها بین ۲ سال، میانگین داده‌ها محاسبه و با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه شد. کلیه تجزیه و تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم افزار SAS انجام شد. رسم شکل‌ها با استفاده از نرم افزار اکسل صورت گرفت.

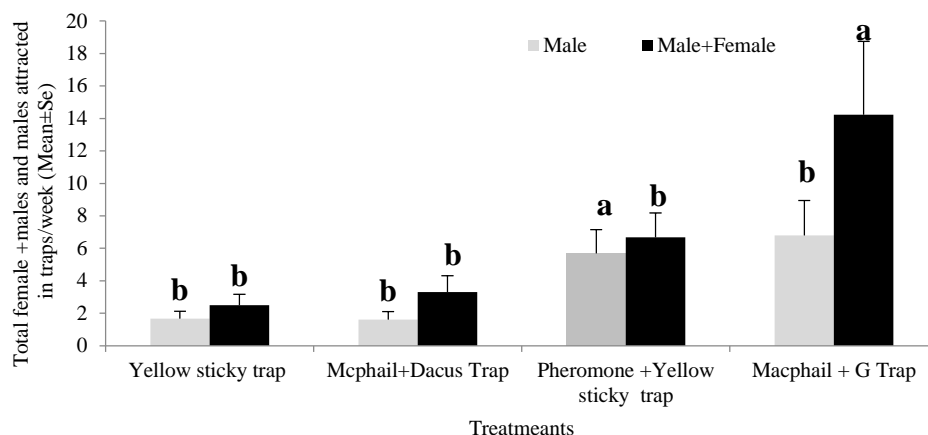
نتایج و بحث

تجزیه مرکب داده‌ها نشان داد، بین دو سال، از نظر تیمارها و اثرات متقابل تیمار \times سال تفاوت معنی‌داری ($p < 0.0001$) وجود داشت. بر این اساس، نتایج به دست آمده در بخش‌های جداگانه شامل شکار حشرات نر، حشرات ماده و مجموع حشرات نر و ماده مگس میوه زیتون، و حشرات غیر هدف طی دو سال به صورت جداگانه ارائه می‌شود. از آنجایی که فعالیت این آفت به شدت وابسته به شرایط آب و هوایی است، بنا بر این، میزان جلب تیمارها با توجه به وضعیت آب و هوایی طی دو سال متفاوت بود. سال ۱۳۹۵، دارای تابستان خنک و زمستان بسیار سرد که ۶۰ نوبت نمونه برداری انجام شد، در حالی که سال ۱۳۹۶ با تابستان بسیار گرم همراه بود و در این سال تا برداشت میوه در باغ ۴۷ نوبت نمونه برداری انجام شد.

میزان شکار تله‌ها در سال ۱۳۹۵

در معرفی بهترین ترکیب تله و ماده جلب کننده، علاوه بر شاخص‌های مهمی چون میزان شکار آفت هدف و میزان شکار حشرات غیر هدف به ویژه دشمنان طبیعی و گرده افشان‌ها، شاخص‌های دیگر مانند میزان جلب مگس‌های ماده، قیمت و سهولت نصب و کاربرد آنها نیز باید لحاظ شود. تله‌های مکفیل با محلول ۲ درصد آب و سولفات آمونیوم و یا پروتئین هیدرولیزات بیش از ۵۰ سال است که در کشورهای مدیترانه و یونان برای پایش مگس میوه زیتون استفاده می‌شود و ثابت شده که پروتئین هیدرولیزات جذب بیشتری را نسبت به نمک‌های آمونیومی دارند (Haniotakis, 2005). در سال ۱۳۹۵، بین تیمار تله مکفیل + محلول دست ساز بر پایه وانیل با تله

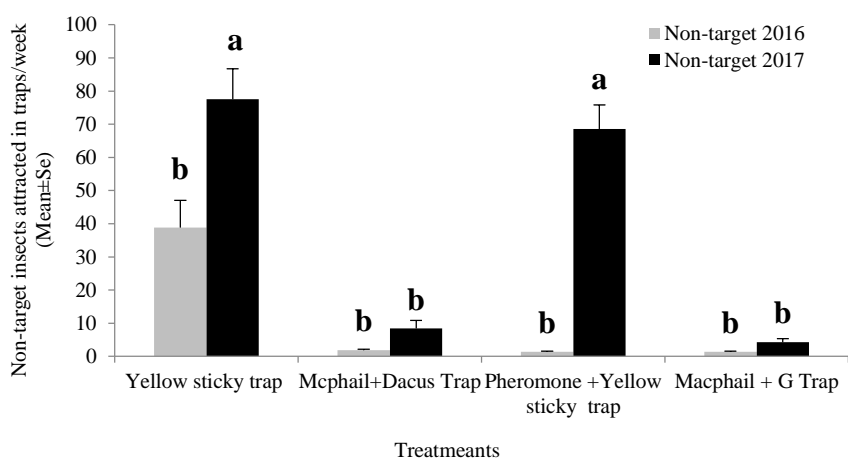
زرد چسبنده، تله زرد چسبنده + فرومون، تله مکفیل + پروتئین هیدرولیزات در شکار مجموع حشرات نر و ماده اختلاف معنی دار وجود داشت ($F = 4/42$; $df = 3,233$; $P = 0/0048$). از لحاظ شکار حشرات ماده نیز تیمار تله مکفیل + محلول دست ساز بر پایه وانیل دارای اختلاف معنی دار با سایر تیمارها ($df = 3,235$; $P = 0/0021$) بود و تیمارهای تله مکفیل + پروتئین هیدرولیزات، تله زرد چسبنده + فرومون و تله زرد چسبنده در سطح آماری پایین تری قرار گرفتند. از نظر شکار حشرات نر تیمار تله مکفیل + محلول دست ساز بر پایه وانیل به همراه تیمار تله زرد چسبنده + فرومون بدون اختلاف معنی دار در یک سطح آماری قرار گرفتند و تیمارهای کارت زرد چسبنده و تله مکفیل + پروتئین هیدرولیزات در سطح آماری پایین تری قرار گرفتند (شکل ۱). امکان جذب حشرات نر به نسبت بیشتر در تله مکفیل + محلول دست ساز بر پایه وانیل نیاز به بررسی بیشتری دارد. در شکار حشرات غیر هدف تیمار تله زرد چسبنده با داشتن بالاترین میانگین دارای اختلاف معنی دار با سایر تیمارها بود ($F = 20/34$; $df = 3,176$; $P = 0/0001$) و تیمارهای تله مکفیل + پروتئین هیدرولیزات، تله زرد چسبنده + فرومون و تله مکفیل + محلول دست ساز در سطح آماری پایین تری قرار گرفتند (شکل ۲). حساسیت میوه زیتون به حمله مگس زیتون به عوامل متعددی مانند اندازه میوه، رقم زیتون، مقدار میوه درخت، آبیاری باغ بستگی دارد که همه این عوامل روی کارایی تله های مکفیل تاثیر می گذارند (Neuenschwander & Michelakis, 1979). علاوه بر این میزان جلب واقعی مگس زیتون نتیجه عکس العمل بوی رها شده یا آزاد شده از تله می باشد (Kennedy, 1977). شکار مگس میوه زیتون در تله های زرد چسبنده به طور قابل توجهی نسبت به تله های مکفیل کمتر می باشد. بر این اساس، استفاده از تله های زرد چسبنده برای پایش مگس میوه زیتون روش به نسبت معتبری نیست (Varikou *et al.*, 2013). در مگس میوه زیتون یک دوره کمون تولید مثلی در طول بهار دیده می شود که به نظر می رسد راهی برای جبران عدم دسترسی به میوه از موقع شکوفه دهی درختان تا سخت شدن هسته باشد. این قضیه از طریق عدم جذب نرها به فرومون و عدم حضور تخم های بالغ در ماده های جلب شده در تله ها در شرایط مزرعه ای مشخص شده است (Nestel *et al.*, 2015). شروع کار در سال اول مصادف با گلدهی درختان زیتون در تاریخ ۹۵/۲/۱ بود. تا موقع سخت شدن هسته و حساس شدن میوه، میانگین شکار تیمارها پایین بود که تاییدکننده دوره کمون تولید مثلی در مگس میوه زیتون می باشد. با فراهم شدن شرایط برای آلودگی (اواسط تیرماه) یعنی حساس شدن میوه، خنک شدن هوا، وجود خود آفت، فعالیت های آفت و شکار تیمارها شروع شده و میانگین جلب تیمارها افزایش یافته بود. به طوری که تیمار تله مکفیل + محلول دست ساز بر پایه وانیل بالاترین میزان جلب را در بین تیمارها از نظر شکار مجموع حشرات نر و ماده تا موقع برداشت محصول دارا بود. متوسط شکار هفتگی مجموع حشرات نر و ماده مگس میوه در سال ۱۳۹۵ در تیمار ۴ (تله مکفیل + محلول دست ساز بر پایه وانیل) نیز در بالاترین سطح خود قرار داشت (شکل ۱). متوسط شکار هفتگی حشرات غیر هدف در تله های زرد چسبنده در بالاترین حد و تیمار ۴ (تله مکفیل + محلول دست ساز بر پایه وانیل) در پایین ترین سطح خود قرار داشت (شکل ۲).



شکل ۱- مقایسه میانگین (\pm SE) شکار هفتگی مجموع حشرات نر و ماده و نر مگس میوه زیتون با بکارگیری تله های جلب کننده در یک باغ زیتون در رودبار طی سال ۱۳۹۵

Fig. 1. Comparison of the mean (\pm SE) weekly captures of the total male + female and males of olive fruit fly by attracting traps in an olive grove in Roudbar during the year 2016

با برداشت محصول و کاهش دمای هوا در اواسط پاییز میانگین جلب تیمارها کاهش یافته و با تداوم سرمای شدید در طول زمستان این کاهش در مقدار میانگین تیمارها ادامه داشت. جمعیت و فعالیت‌های مگس میوه زیتون در مناطقی که دارای تابستان‌های خنک با میانگین دمای روزانه در تیر، مرداد و شهریور به ترتیب ۲۶، ۲۴، ۲۲ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی در حدود ۶۴ تا ۷۶ درصد باشد افزایش می‌یابد (Varikou *et al.*, 2013) که این مسئله مشابه شرایط باغ آزمایشی در سال ۱۳۹۵ بود و باعث افزایش جمعیت و فعالیت آفت شد.

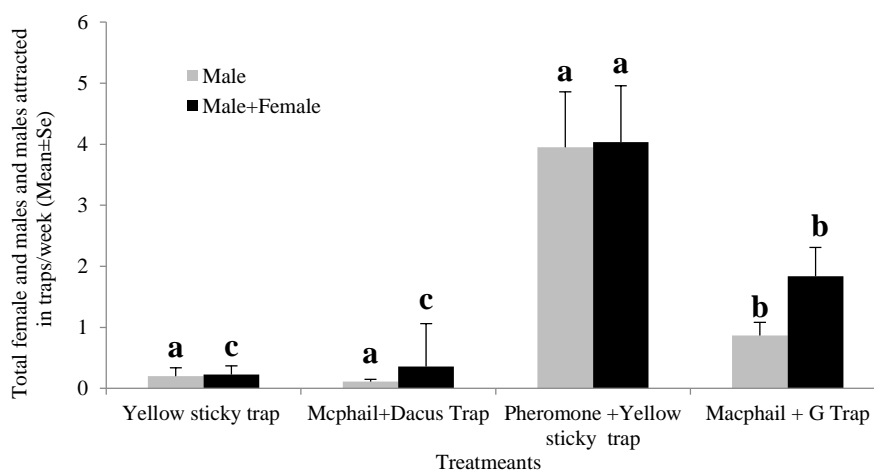


شکل ۲- مقایسه میانگین شکار هفتگی حشره های غیر هدف (\pm SE) در دریک باغ زیتون در سال های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶

Fig. 2. Comparison of the average weekly captures of non-target insects (\pm SE) in an olive grove during the years 2016 and 2017

میزان شکار تله‌ها در سال ۱۳۹۶

در سال دوم بین تیمار تله زرد چسبنده + فرومون با تله زرد چسبنده، تله مکفیل + پروتئین هیدرولیزات و تله مکفیل + محلول دست ساز بر پایه وانیل اختلاف معنی دار وجود داشت و تیمارهای آزمایشی از جهت مجموع شکار نر و ماده در سه سطح آماری قرار گرفتند به طوری که تیمار تله زرد چسبنده + فرومون با بیشترین میانگین در بالاترین سطح و تیمار تله مکفیل + محلول دست ساز در سطح دوم، تله مکفیل + پروتئین هیدرولیزات به همراه تله زرد چسبنده در سطح آماری پایین تری قرار گرفتند ($F=11/49$; $df=3, 183$; $P=0/0001$). در بررسی شکار حشرات ماده نیز چهار تیمار آزمایشی در دو سطح آماری قرار گرفتند و تیمار تله مکفیل + محلول دست ساز بر پایه وانیل دارای اختلاف معنی دار با سایر تیمارها بود ($F=8/62$; $df=3, 181$; $P=0/0001$)، به طوری که میزان شکار حشرات ماده در این تله با بیشترین میانگین در یک سطح و تیمار تله مکفیل + پروتئین هیدرولیزات، تله زرد چسبنده و تله زرد چسبنده + فرومون در سطح آماری بعدی قرار گرفتند. در جلب حشرات نر نیز تله زرد چسبنده + فرومون با بالاترین میانگین در یک سطح آماری و تیمارهای تله مکفیل + محلول دست ساز بر پایه وانیل، کارت زرد چسبنده، تله مکفیل + پروتئین هیدرولیزات در سطح آماری پایین تری قرار گرفتند ($F=15/54$; $df=3, 184$; $P=0/0001$) (شکل ۳). در جلب حشرات غیر هدف نیز تیمارها در دو سطح متفاوت آماری ($F=41/77$; $df=3, 184$; $p=0/0001$) قرار گرفتند به طوری که تله زرد چسبنده در کنار تله زرد چسبنده + فرومون بدون اختلاف معنی دار در یک سطح آماری قرار گرفتند و تله مکفیل + پروتئین هیدرولیزات همراه با تله مکفیل + محلول دست ساز در سطح آماری پایین تری قرار گرفتند (شکل ۲). در سال ۱۳۹۶ متوسط مجموع شکار هفتگی حشرات نر و ماده در تیمار ۴ (تله مکفیل + محلول دست ساز بر پایه وانیل) در ردیف دوم پس از تله زرد چسبنده + فرومون قرار داشت (شکل ۳). در عین حال، متوسط شکار هفتگی حشرات غیر هدف در تیمار ۴ نیز در پایین ترین سطح خود قرار داشت (شکل ۲). این نتایج نشان دهنده کم ترین تاثیر منفی تیمار ۴ بر تنوع زیستی باغ‌های زیتون است.



شکل ۳- مقایسه میانگین ($\pm SE$) شکار هفتگی مجموع حشرات نر و ماده و نر مگس میوه زیتون توسط تله‌های جلب کننده در یک باغ زیتون در رودبار، طی سال ۱۳۹۶

Fig 3. Comparison of the mean ($\pm SE$) weekly captures of the total male + female and males of olive fruit fly by attracting traps in an olive grove in Roudbar during the year 2017

در دمای بالای ۲۸ درجه سلسیوس مگس‌های بالغ دچار آشفته‌گی و بی‌تابی شده و تخم‌گذاری متوقف می‌شود و در دمای بالای ۳۵ درجه سلسیوس بی‌حرکت می‌شوند (Marshall *et al.*, 2011). تعداد مگس‌های میوه بالغ شکار شده در کالیفرنیا در طول دوره‌های گرم در طول ماه‌های تیر و مرداد کاهش می‌یابد و با کاهش دما در طول شهریورماه افزایش پیدا می‌کند (Rice *et al.*, 2003; Yokoyama *et al.*, 2006). به طور کلی، فراوانی مگس‌های بالغ میوه زیتون در ماه‌های شهریور، مهر و آبان بیشتر است (Yokoyama, 2015). تمام فعالیت‌های حیاتی حشره مانند، تخم‌گذاری، پروازکردن در دمای بین ۲۲ تا ۲۸ درجه سلسیوس اتفاق می‌افتد (Marshall *et al.*, 2011). دمای زیر صفر درجه سلسیوس نیز می‌تواند برای مگس‌های بالغ کشنده باشد و اگر حشره چند روز در این شرایط بماند از بین می‌رود (Katsoyannos, 1992). اثر بخشی تله‌ها و طول عمر تله بسته به منطقه جغرافیایی متفاوت است (Burrack *et al.*, 2008). در ابتدای سال با گرم‌شدن هوا در فروردین‌ماه و شروع فعالیت حشرات کاملی که زنده مانده‌اند و زمستان‌گذرانی کرده‌اند، شکار تیمارهای مختلف شروع شده و تعدادی از حشرات کامل به ثبت رسید. با شروع گلدهی درختان زیتون میزان جلب توسط جلب‌کننده‌ها همانند سال قبل ناچیز و یا به صفر رسیده و میانگین شکار تیمارها تا موقع سخت‌شدن هسته و حساس‌شدن میوه از الگوی به نسبت یکسانی پیروی می‌کند که مقدارش در بین تیمارها ناچیز و تقریباً صفر بود. با سخت‌شدن هسته، حساس‌شدن میوه و شروع فعالیت‌های حشره (اواسط تیمارها) شکار آفت توسط تیمارها شروع شده و میانگین‌هایی از شکار آفت هدف ثبت شد. ولی مقدار این میانگین‌ها نسبت به سال قبل بسیار پایین بود که به نظر می‌رسد با توجه به دیابوز اختیاری آفت هدف، ارتفاع بالای منطقه و سرمای شدید در طول زمستان و کمی میوه‌های باقی مانده روی درخت توانسته بودند روی جمعیت حشرات زمستان‌گذران اثر گذاشته و آن را کاهش دهند و این جمعیت کم به علت برخورد با دمای بالای هوا در طول تابستان قادر به فعالیت و زیاد نسل نبوده است. بر این اساس، میزان شکار توسط تیمارها بسیار پایین بود که آلودگی بسیار کم در میوه و مقادیر کم میانگین‌ها نسبت به سال قبل، خود تاییدکننده این امر می‌باشد. در اوایل تابستان و پاییز میزان جلب مگس زیتون نسبت به دوره‌های گرم و خشک تابستان (مرداد) بیشتر است (Varikou *et al.*, 2013). در آخر فصل باخنک‌شدن هوا و نزدیک شدن به برداشت محصول روغنی، فعالیت‌های حشره افزایش یافته و میانگین جلب تیمارها افزایش می‌یابد. با برداشت محصول و کاهش دما میانگین شکار تیمارها مجدد کاهش می‌یابد. اگرچه تله زرد چسبنده به همراه فرومون در سال ۱۳۹۶ جذب بالاتری از نظر شکار مجموع نرو ماده داشته ولی واقعیت این است که این تیمار یک جلب‌کننده جنسی می‌باشد. با نزدیک شدن به آخر فصل که با برداشت محصول و خنک شدن هوا (مهر و آبان) همراه است فعالیت‌های جنسی حشره افزایش می‌یابد. با کاهش دما و تشدید فعالیت جنسی و تخم‌ریزی آفت از میزان شکار تله‌های غذایی کاسته شده و بر میزان شکار تله‌های جلب‌کننده جنسی افزوده می‌شود (Neuenschwander & Michelakis, 1979). با خنک شدن هوا در آخر فصل این مسئله در باغ آزمایشی رخ داد. ولی تیمار تله زرد چسبنده + فرومون از نظر شکار حشرات غیر هدف و بحث کنترل آفت با توجه به شکار کم ماده‌ها و مسئله اقتصادی بودن (قیمت ۱۲ هزار تومان به ازای هر تله زرد چسبنده + فرومون) و مسائل زیست محیطی و باقی‌ماندن تله زرد چسبنده بیش از یک سال در محیط و جذب حشرات غیر هدف، برای کنترل آفت مناسب نیستند ولی برای پایش آفت می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند. نکته حائز اهمیت این است که تیمار کارت زرد چسبنده و تله مکفیل + پروتئین هیدرولیزات که عموماً برای کنترل آفت در کشور استفاده می‌شوند کمترین میانگین جذب را در بین این تیمارها در طول دو سال داشتند. در این سال، بیشترین میانگین ۲۶/۵ عدد بود که توسط کارت زرد چسبنده + فرومون ثبت شد و نشان دهنده پایین بودن جمعیت نسبت به سال قبل می‌باشد. تیمار تله مکفیل + محلول دست ساز بر پایه وانیل به علت جلب بالای

حشرات ماده طی دو سال، جلب حشرات غیر هدف کمتر، و بحث اقتصادی بودن (هر لیتر ۱۰ هزار ریال) و عدم اثرات سو در محیط مناسب ارزیابی شد. بنابراین علاوه بر استفاده از این تیمار همراه با تله‌های فرومونی برای پایش و ردیابی آفت هدف، می‌تواند در کنترل نیز مورد استفاده قرارگیرد. بیشترین حشرات غیر هدفی که توسط تیمارها شکار شده بودند به ترتیب مربوط به راسته‌های *Coloptera*, *Diptera*, *Hymenoptera* بودند. از مهمترین حشرات مفیدی که توسط تله‌های کارت زرد چسبنده و کارت زرد چسبنده + فرومون شکار می‌شدند، می‌توان زنبوهای پارازیتوئید (Hym.: *Pteromalidae*) (*Moranilla californica* (Howard) را نام برد که از عوامل کنترل کننده شپشک سیاه زیتون (*Saissetia oleae* (Olivier, 1791) (Hem.: *Coccidae*) در منطقه هست و همچنین شکار مگس‌های شکارگرسفید بالک‌ها (*Acletoxenus formosus* (Loew, 1864) (Dip.: *Drosophilidae*) بودند که توسط این تیمارها جلب می‌شدند.

در اسپانیا ترکیبی از سیستم‌های جذب سستی مانند تله مکفیل و فرومون جنسی بهترین اطلاعات را از جمعیت آفت برای پایش و مدیریت آفت فراهم می‌کنند (Montiel & Jones, 2002). از مطالعه حاضر می‌توان نتیجه گرفت که تله مکفیل + محلول دست ساز برپایه وانیل (جی ترپ، تیمار ۴) با داشتن بالاترین میانگین جلب حشرات ماده و کمترین جلب حشرات غیرهدف طی دو سال و قیمت پایین و در نهایت با کمترین آسیب به تنوع زیستی باغ‌های زیتون نسبت به سایر تیمارها برتری داشته و می‌تواند در کنار پایش آفت همراه با تله‌های فرومونی، در کنترل آفت نیز نقش موثری داشته باشد.

سپاس‌گزاری

بدین وسیله از سرکارخانم مهندس فهیمه بهادیوند چگینی ناظر شبکه مراقبت مدیریت حفظ نباتات سازمان جهاد کشاورزی استان گیلان که در ساخت ترکیب جلب‌کننده دست ساز برپایه وانیل مشارکت داشت، تشکرو قدردانی می‌شود. همچنین مراتب سپاس خود را از مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان رودبار به جهت در اختیار نهادن نهاده‌ها (کارت زرد، فرومون، تله مکفیل، پروتئین‌هیدرولیزات) اعلام می‌داریم.

References

- Ahmadi, K., Gholizadeh, H., Ebadzadeh, H. R., Hatami, F., Hosseinpour, R., Kazemi-fard, R. & Abdosha, H. (2015) *Agricultural statistics, Horticultural crops*. 3. pp, 253. Ministry of Jihade-Agriculture, Iran [In Persian].
- Bateman, M. & Morton, A. (1981) The importance of ammonia in proteinaceous attractants for fruit flies. *Australian Journal Agricultural Research* 32, 883-903.
- Ben-Yosef, M. Pasternak, Z., Jurkevitch, E. & Yuval, B. (2014) Symbiotic bacteria enable olive flies (*Bactrocera oleae*) to exploit intractable sources of nitrogen. *Journal of Evolutionary Biology* 27(12), 2695-2705.
- Basilios, E. M, Anastasia, P. M. & Stefanou, D. (2002) Attract and kill of the olive fruit fly *Bactrocera oleae* in Greece as a part of a control system. *IOBC/WPRS Bulletin* 1, 11-70.
- Broumas, T., Hantitak, G., Liaropoulos, C., Tomazon, T. & Ragoussis, N. (2002) The efficacy of an improved form of the mass-trapping method for the control of the olive fruit, *Bactrocera oleae* (Gmelin) (Diptera: Tephritidae) pilot-scale feasibility studies. *Journal of Applied Entomology* 126, 217-223.
- Burrack, H. J., Connell, J. H. & Zalom, F. G. (2008) Comparison of olive fruit fly (*Bactrocera oleae* (Gmelin) (Diptera: Tephritidae) captures in several commercial traps in California. *International Journal of Pest Management* 54, 227-23.

- Delerio, G.** (1989) Mass trapping experiments to control the olive fruit fly in Sardinia, *Proceedings of the CEC/IOBC International Symposium, fruit flies of economic importance*, 87, 7-10 April 1987, Rome, Italy.
- Economopoulos, A. P.** (2002) Report to International Atomic Energy Agency (IAEA), Vienna, Austria, pp, 44.
- Gonçalves, F., & Torres, L.** (2013) The use of trap captures to forecast infestation by the olive fly, *Bactrocera oleae* (Rossi) (Diptera: Tephritidae), in traditional olive groves in north-eastern Portugal. *International Journal of Pest Management* 59, 279–286.
- Girolami, V., Pellizzari, G., Ragazzi, E. & Veronese, G.** (1975) Sterility Principle for Insect Control, 1974, in Proceedings of the IAEA Symposium. Vienna, pp, 209-217.
- Harris, E. J., Ford-Livvne, C. & Lee, Y. L.** (1989) Population monitoring of tephritids fruit flies by stratified sampling on the island Oahu, Hawaii, in: Vijysegaram, S. and Ibrahim, A. G. (eds.), *Proceedings of the Symposium: Fruit flies in the tropics*. First International Symposium, 14-16 March 1988, Kuala Lumpur, Malaysian Agricultural Research and Development Institute, Kuala Lumpur, Malaysia. pp, 342-352.
- Haniotakis, G., Kozyrakis, M., Fitsakis, T. & Antonidaki, A.** (1991) An effective mass trapping method for the control of *Dacus oleae*. *Journal of Economic Entomology* 84(2), 564-569.
- Haniotakis, G. E.** (2005) Olive pest control: present status and prospects. in: *Proceedings of the International Symposium of IOBC/WPRS* 28, 1–9.
- Hendrichs, J., Lauzon, C. R., Cooley, S. S., & Prokopy, R. J.** (1993) Contribution of natural food sources on adult longevity and fecundity of *Rhagoletis pomonella* (Diptera: Tephritidae). *Annals of the Entomological Society of America* 86, 250-264.
- Johnson, M. W., Zalom, F. G., van Steenwyk, R. P., Vossen, A. K., Devarenne, K. M., Daane, B., Krueger, J. H., Connell, V., & Yokoyama. B.** (2006) Olive fruit fly management guidelines for 2006. University of California, *Cooperative Extension UC Plant Protection Quarterly* 16, 1–9.
- Katsoyannos, P.** (1992) *Olive pests and their control in the Near East*. Benaki Phytopathological Institute, Athens, Greece.
- Kayhanian, A. & Mozhdehi, M. R.** (2009) An investigation on biology of Olive fruit fly, *Bactrocera oleae* Gmelin in field conditions of Qazvin, Zanjan, Guilan and Khouzestan provinces. Final report of research project, IRIPP, AREEO, 56 pp (In Persian with English Summary).
- Kennedy, J. S.** (1977) Olfactory responses to distant plants and other odor sources. in Shorey, H. H. & McKlevey, J. J. (Eds.), *Chemical control of insect behavior: theory and application*. pp. 67–91. New York, Wiley.
- Lopez-Villalta, M. C.** (1999) *Olive pest and disease management*. International Olive Oil Council. Madrid: Collection of Practical Handbooks.
- Loumou, A. & Giourga, C.** (2003) Olive groves: The life and identity of the Mediterranean. *Agriculture and Human Values* 20(1), 87-95.
- Marshall, W. J., Wang, X-G., Nadel, H., Opp, S. B., Kris, L-P., Stewart-Leslie, J. & Daane, K. M.** (2011) High temperature affects olive fruit fly populations in California's Central Valley. *California Agriculture* 65(1), 29-33.
- Manrakhian, A.** (2006) Contribution of natural food sources to reproductive behavior, fecundity and longevity of *Ceratitis cosyra*, *C. capitata* (Diptera: Tephritidae). *Bulletin of Entomological Research* 96, 259-268.
- McPhail, M.** (1939) Protein lures for fruit flies. *Journal of Economic Entomology* 32, 758-761.

- Montiel, B. A., & Jones, O.** (2002) Alternative methods for controlling the olive fly, *Bactrocera oleae*, involving semiochemicals. In: Proceedings of 2nd European Meeting of the IOBS/WPRS 25, pp, 11.
- Nestel, D., 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. *PLoS ONE* 10(5), e0127798 doi: 10.1371/journal.
- Neuenschwander, P. & Michelakis, S.** (1979) McPhail trap captures of *Dacus oleae* (Gmel.)(Diptera, Tephritidae) in comparison to the fly density and population composition as assessed by sondage technique in Crete, Greece. *Bulletin Société Entomologique Suisse* 52, 343-357.
- Orphanidis, P. S. & Kalmoukos, P. K.** (1958) Insecticides mixtures as a mean for improving protein hydrolysate baits used against the olive fly *Dacus oleae*. *Zeitschrift für Angewandte Zoologie* 66(1), 75-86.
- Rice, R. E.** (2000) Bionomics of the olive fruit fly *Bactrocera (Dacus) oleae*. *U.C. Plant Protection Quarterly* 10(3), 1-5.
- Rice, R. E., Phillips, P. A., Stewart-Leslie, J. & Sibbett, G. S.** (2003) Olive fruit fly populations measured in central and southern California. *California Agriculture* 57, 122-127.
- Robinson, A. S., Wandenberg, C. A., Rieger, E. E., Villamizar, C. A., Moran Portillo, C. H., Tewari, R. & Kurihara, J. S.** (1989) Fruit flies, their biology, natural enemies and control (No. H10 23). University of Amsterdam, Amsterdam (Holanda).
- Rezaii, V. & Jafari, Y.** (2004) The first record of *Bactrocera oleae* in Iran. *Bulletin of Entomological Society of Iran* No. 22 (in Persian).
- Sharaf, N. S.** (1980) Life history of the olive fruit fly, *Dacus oleae* Gmel. (Diptera: Tephritidae) and its damage to olive fruits in Tripolitania. *Zoology and Entomology* 89, 390-400.
- Steiner, F., Miyashita, D. H., & Chrisrenson, D.** (1957) Angelica oils as med fly lures. *Journal of Economic Entomology* 50(4), 505-511.
- Tsiropoulos, G. P.** (1977) Reproduction and survival of the adult *Dacus oleae* feeding on pollens and honeydews. *Environmental Entomology* 6, 390-392.
- Varikou, K., Alexandrakis, V., Gika, V., Birouraki, A., Marnelakis, C. H. & Sergeantani, C. H. R.** (2013) Estimation of fly population density of *Bactrocera oleae* in olive groves of Cert. *Phytoparasitica* 41, 105-111.
- White, I., Elson, M. & Harris, M.** (1992) Fruit flies of economic significance: their identification and bionomics. Oxon, U. K. CAB International.
- Yasin, S. Rempoulakis, P., Nemny-Lavy, E., Levi-Zada, A., Tsukada, M., Papadopoulos, N. T. & Nestel, D.** (2014) Assessment of lure and kill and mass-trapping methods against the olive fly, *Bactrocera oleae* (Rossi), in desert-like environments in the Eastern Mediterranean. *Crop Protection* 57, 63-70.
- Yokoyama, V. Y., Miller, G. T., Stewart-Leslie, J., Rice, R. E., & Phillips, P. A.** (2006) Olive fruit fly (Diptera: Tephritidae) populations in relation to region, trap type, season, and availability of fruit. *Journal of Economic Entomology* 99, 2072-2079.
- Yokoyama, V. Y.** (2015) Olive fruit fly (Diptera: Tephritidae) in California table olives, USA: Invasion, distribution, and management implications. *Journal of Integrated Pest Management* 6(1), doi:10.1093/jipm/pmv014.
- Zohary, D, Hopf, M.** (2000) *Domestication of plants in the Old World*. 3rd ed.316pp. New York: Oxford University Press.