تعیین آستانه زیان اقتصادی دو گونه از سوسک‌های کرگدنی جنس *Oryctes spp.* در نخلستان‌های استان خوزستان

Determination of the economic injury level of rhinoceros beetles *Oryctes spp.* in date palm plantation of Khuzestan province

نوشین زندی سوهانی[۱] و مسعود لطیفیان[۲*]

دریافت: ۱۳۹۷/۷/۱ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۲/۲۰

چکیده

سوسک‌های کرگدنی خرما *Oryctes elegans* Prell و *Oryctes agamemnon* Burmeister از آفات مهم نخل خرما می‌باشند. در این پژوهش به منظور تعیین سطح زیان اقتصادی این آفات از طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با ۵ تیمار و ۳ تکرار استفاده گردید. برای ایجاد تراکم‌های مختلف آفت، چهار غلظت مختلف ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ میلی‌لیتر در لیتر ایمیداکلوپراید به روش تزریق در تنه و شاهد بدون آفت‌کش استفاده شد. نمونه‌برداری‌ها به صورت دو هفته یک‌بار انجام گردید. برای برآورد خسارت از روش تعیین رابطه موجود بین صدمه آفت (سوراخ‌های موجود در تنه) و کاهش محصول استفاده شد. سطح زیان اقتصادی (EIL) آفت با استفاده از روش نورتون محاسبه گردید. رابطه رگرسیونی بین صدمه و کاهش عملکرد محاسبه و هزینه‌های کنترل زراعی در سه ارتفاع متفاوت محاسبه شد. قیمت محصول نیز براساس قیمت خرمای سایر درجه یک، دوم و سوم تقسیم بندی شد. براساس نتایج، کمترین میزان EIL برای تلفیق روش‌های کنترل زراعی (برای نخل‌های کوتاه‌تر) و شیمیایی و خرمای درجه یک، ۱۲/۴۱ عدد سوراخ در قاعده دمبرگ‌ها در هر درخت محاسبه گردید. این مقدار برای خرمای درجه یک در نخل‌های کوتاه ۱۸/۰۷ عدد سوراخ در هر درخت و با افزایش ارتفاع و کاهش قیمت محصول به میزان EIL افزایش یافت. بیش‌ترین EIL محاسبه شده برای تلفیق روش بیولوژیکی و زراعی و در خرمای درجه ۳ بود.

واژگان کلیدی: آستانه اقتصادی، قیمت محصول، صدمه، سوسک کرگدنی خرما

۱- دانشیار، گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین، خوزستان، ایران

۲- دانشیار، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری، اهواز، ایران

نویسنده مسئول مکاتبات: masoud_latifian@yahoo.com

مقدمه

از جمله آفات مهم و اقتصادی نخل خرما سوسک‌های چوبخوار خرما به‌خصوص جنس *Oryctes spp.* (Col: Scarabaeidae) می‌باشند که در مناطق خرماخیز آسیا فعال هستند (تبریزیان و همکاران، ۱۳۸۸؛ Khalaf and Alrubeai, 2016; Payandeh and Dehghan, 2010). در ایران سوسک‌های کرگدنی خرما در استان‌های فارس، بوشهر، خوزستان، ایلام، کرمان (به‌خصوص در منطقه بم)، هرمزگان، سیستان و بلوچستان، بعضی مناطق استان اصفهان و کرمانشاه خسارت وارد می‌کند (آوند فقیه و محمد پور، ۱۳۸۶).

حشرات کامل سوسک کرگدنی خرما از قاعده خوشه‌های گل تغذیه کرده و از تشکیل میوه جلوگیری می‌کنند یا باعث چروکیدگی میوه و کاهش ارزش اقتصادی میوه‌ها می‌گردند. لاروهای آفت نیز با تغذیه از دمبرگ‌های پایین تاج و یا جوانه‌های انتهایی به نخل‌های خرما آسیب می‌زنند (Fasihi, 2011). نگرانی در مورد عواقب مربوط به استفاده از حشره کش‌های غیر انتخابی باعث افزایش تمایل به توسعه روش‌های جایگزینی برای کنترل آفات شده است که تأثیر کمی بر روی انسان‌ها، موجودات رنده مفید و اکوسیستم‌های حساس دارند (Damos and Savopoulou-Sultani, 2008). اخیراً، هشت اصل اساسی مدیریت تلفیقی آفات توسط اتحادیه اروپا تصویب و ابلاغ شده است (Damos and Savopoulou-Soultani, 2012; European Commission, 2009a,b). هدف اصلی IPM ریشه‌کن کردن جمعیت آفات نیست بلکه پذیرفتن وجود تراکم قابل تحمل آفات، حفظ کیفیت محیط زیست و بهبود سود کشاورزان است (Boller *et al*., 2004). این رویکرد به توسعه کاربرد آستانه زیان اقتصادی (EIL) متکی است (Damos and Savopoulou-Soultani, 2008, 2009, 2010).

براساس تعریف Stern و همکاران (۱۹۵۹) سطح زیان اقتصادی EIL پایین‌ترین سطح تراکم جمعیت آفت است که ایجاد خسارت اقتصادی می‌نماید (Stern *et al*., 1959) اولین بار Stone و Pedigo (۱۹۷۲) به اهمیت سطح زیان اقتصادی (EIL) در برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات به منظور کاربرد منطقی آفت‌کش‌ها اشاره کردند. همچنین Peterson و Higley (۲۰۰۲) نیز بر ضرورت تعیین EIL برای مدیریت آفات مهم محصولات زراعی تأکید کردند.

آستانه اقتصادی (ET) شناخته شده‌ترین واژه و معمول‌ترین شاخصی است که در تصمیم‌گیری‌های مدیریت آفات مورد استفاده قرار می‌گیرد. آستانه اقتصادی نشان‌دهنده تعداد (تراکم یا شدت) حشراتی است که باید کنترل شود. اگرچه آستانه اقتصادی با تعداد حشرات نشان داده می‌شود، ولی در واقع یک پارامتر مربوط به زمان است و از تعداد حشرات به عنوان شاخصی برای مشخص کردن زمان مناسب اجرای روش‌های مدیریت آفات استفاده می‌شود. هدف از مطرح کردن سطوح اقتصادی، استفاده منطقی از آفت‌کش‌ها و افزایش سود تولید کننده همراه با حفظ کیفیت محیط زیست می‌باشد و امروزه به عنوان یکی از ستون‌های اصلی برنامه‌های مدیریت آفات به شمار می‌روند (Damos, 2014). سطوح زیان اقتصادی بسیار پویا هستند و با تغییراتی که در هزینه‌ها، قیمت محصول و محیط تولید به وجود می آید، تغییر می‌کنند. سطح زیان اقتصادی (EIL) یک آفت که در زمان خاصی روی یک گیاه تغذیه می‌کند، می‌تواند با EIL آن آفت در روی گیاه دیگری در همان فصل و یا در روی همان گیاه در یک فصل دیگر متفاوت باشد (Abrol, 2013).

مطالعات متعددی در زمینه بررسی سطح زیان اقتصادی آفات مختلف در جهان و ایران انجام شده است. به عنوان مثال، مدل سطح زیان اقتصادی زنجرک‌های سیب‌زمینی در یونجه پس از ۳۰ سال برای بار دوم توسط Chasen و همکاران (۲۰۱۵) مورد بررسی قرار گرفت. سطح زیان اقتصادی *Holotrishia fissa* Brenske (Col: Scarabaeidae) روی بادام زمینی تحت شرایط مزرعه و گلخانه طی سال زراعی ۲۰۱۵-۲۰۱۴ در هند مورد ارزیابی قرار گرفت (Shrilakshmi and Patil, 2017). همچنین سطوح زیان اقتصادی شته سویا *Aphis glycines* Matsumura (Hem: Aphididae) روی سویای متحمل به شته رقم KS4202 مورد بررسی قرار گرفت (Marchi-Werle *et al*., 2017). در ایران نیز طی سال‌های گذشته مطالعاتی در زمینه محاسبه سطح زیان اقتصادی آفات مختلف از جمله شته شاخک بلند پنبه *Acyrthosiphon gossypii* Mordv. (Hem: Aphididae) در کاشمر (سیرجانی و رضوانی،

۱۳۸۴)، مینوز برگ غلات *Syringopais temperatella* Led. (Lep: Elachistidae) در خوزستان (جمسی، ۱۳۹۱)، نسل دوم بالشتک مرکبات *Pulvinaria aurantii* (Cockerell) روی پرتقال تامسون ناول در شهرستان ساری (رجب پور و همکاران، ۱۳۸۶)؛ کرم‌های پیله خوار نخود در مزارع نخود دیم استان ایلام (جوزیان و همکاران، ۱۳۸۶)؛ شته خردل *Lypaphis erisimi* (Hem: Aphididae) در مزارع کلزای رقم هایولای ۴۰۱ در خوزستان (خواجه‌زاده و همکاران، ۱۳۸۸)؛ کرم پیله‌خوار نخود *Heliothis viriplaca* (Lep: Noctuidae) در منطقه مراغه (سیدی صاحباری و رجبی، ۱۳۸۸)؛ و کرم قوزه پنبه *Helicoverpa armigera* Hb. (Lep: Noctuidae) روی پنبه در گرگان (علوی و قلی زاده، ۱۳۸۹) انجام شده است. بررسی‌های انجام شده نشان داد که تاکنون هیچ گونه پژوهشی جهت محاسبه سطح زیان اقتصادی سوسک‌های کرگدنی خرما در ایران و در جهان انجام نشده است. این پژوهش با هدف محاسبه سطح زیان اقتصادی سوسک‌های کرگدنی روی نخل خرما در استان خوزستان انجام شد.

مواد و روش‌ها

ارزیابی جمعیت حشرات کامل فعال

آزمایش‌ها در نخلستان کلکسیون ذخایر ژنتیکی پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری واقع در شهر اهواز روی رقم سایر انجام شد. در این نخلستان جمعیت سوسک‌های کرگدنی نمونه برداری شدند. حشرات به وسیله تله فرومونی و روش مستقیم جمع‌آوری و درون ظروف پلاستیکی شماره‌گذاری شده به آزمایشگاه حشره‌شناسی منتقل شدند. در اواخر بهمن ماه تعداد ۳ عدد تله فرمونی برای جلب حشرات کامل سوسک‌های کرگدنی *O. elegans* و *O. agamemnon* به صورت تصادفی در نخلستان قرار داده شد. به این منظور فرمون جلب کننده آفت به همراه مقداری پنیر خرما که برای آفت خاصیت جلب کنندگی دارد، به قسمت بالایی درب سطل‌هایی که به عنوان تله در نظر گرفته شده بودند، متصل گردید. ماده مؤثره فرمون ۴-متیل اکتانوئیک اسید (4-Methyloctanoic acid) و درصد خلوص آن حداقل ۹۸ درصد و میزان ماده مؤثره ۱۸۰ میلی‌گرم بود که از طریق شرکت رهااندیش کاوان تهیه گردید. مناسب‌ترین نوع تله Mini Crosstra بود که در مناسب‌ترین مکان، در ارتفاع بالا زیر تاج درخت خرما نصب گردید و بسته‌های حاوی فرمون به بخش‌های حاشیه‌ای تله‌ها متصل شدند. هر ۱۵ روز یک‌بار تله‌ها از نظر جلب حشرات کامل سوسک کرگدنی خرما مورد بررسی قرار گرفتند. دو گونه بر اساس مورفولوژی پا قابل تفکیک از هم بودند (Al-Deeb, 2012). به این ترتیب که یک دندانه ثابت در قسمت زیرین ساق جلو در *O. elegans* وجود دارد که با این مشخصه از گونه *O. agamemnon* تفکیک می‌گردید (Hurpin and Fresneau, 1969). سپس برای مشخص شدن تراکم حشرات کامل فعال در فواصل نمونه‌برداری در شرایط صحرایی که بیانگر ارتباط متقابل تراکم جمعیت آنها با آسیب وارده به نخل خرما باشد، تعداد روزی که نخل خرما در معرض حشرات کامل سوسک کرگدنی قرار دارند، در نظر گرفته شد. برای برآورد آن از پارامتری تحت عنوان حشره کامل- روز (AD) استفاده شد که به‌صورت زیر محاسبه گردید (Machlitt, 1998):

$$AD = (A_2+A_1) \times (15) /2$$

در این رابطه A_1 و A_2 تراکم حشرات کامل سوسک در نمونه‌برداری فعلی و قبلی بود. مقدار این شاخص برای دو گونه جداگانه محاسبه شد. مجموع برآورد شاخص دو گونه $\sum AD$ بود.

تعیین سطح زیان اقتصادی

طرح آماری مورد استفاده در این پژوهش، بلوک کامل تصادفی با ۵ تیمار و ۳ تکرار بود. برای ایجاد تراکم‌های مختلف از آفت، نخل‌ها مورد آزمایش با DOR 200 SL (ایمیداکلوپراید) در چهار غلظت مختلف ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ میلی‌لیتر در لیتر به ازای هر نخل با سوراخ کردن تنه نخل به روش تزریق در تنه تیمار شدند تا به همراه تیمار شاهد

بدون سم ۵ سطح مختلف از تراکـم جمعیت آفت ایجـاد گردد. در هر نخل مقدار ۳ لیتر از سم ایمیداکلوپراید با غلظت‌های مورد نظر تزریق گردید. برای مشخص کردن زمان مناسب برای تزریق سم در تنه نخل، به محض مشاهده اولین حشره در تله‌های فرومونی، تزریق سم در تنه نخل ها انجام شد.

برای بررسی تأثیر دزهای مختلف سم ایمیداکلوپراید بر روی سوسک کرگدنی خـرما به‌طور مرتب و هر ۱۵ روز یک‌بار در ساعت ۱۸ عصر نمونه‌برداری انجام شد. نمونه‌برداری‌ها از اوایل اسفند ۱۳۹۶ (یک روز قبل از تزریق سم) تا اواخر آبان ۱۳۹۷ انجام شد. در هر نخل نمونه‌برداری‌ها شـامل شمارش تمام سوراخ‌های درشت موجـود در تاج (سوراخ‌های موجود در قاعده دمبرگ‌ها) به‌عنوان علائم آسیب سوسک‌های کرگدنی خرما بود. پس از رسیدن محصول، عملکرد هر درخت به صورت جداگانه اندازه‌گیری و ثبت شد. درختان تیمار از نظر رقم، سن و ارتفاع یکسان و به صورت تصادفی انتخاب شده بودند. این درختان در باغ مادری نخلستان پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری تحت تیمارهای مدیریتی یکسان براساس نتایج آخرین یافته های تحقیقاتی نگهداری می‌گردیدند. همچنین از هر درخت وزن و طول ۲۰ عدد میوه خرما اندازه‌گیری شد. در این تحقیق از مدل نورتون برای محاسبه سطح زیان اقتصادی (EIL) استفاده شد که به صورت رابطه زیر است (Pedigo *et al.*, 1986):

$$EIL = \frac{C}{V.I.D.K}$$

که در آن EIL سطح زیان اقتصادی، C هزینه فعالیت و مدیریت کنترل در هر واحد تولید، V ارزش بازاری هر واحد از محصول (هزینه/ کیلوگرم)، I آسیب واحد جمعیت آفات در واحد تولید، D خسارت هر واحد آسیب و K راندمان مدیریت آفت می‌باشد.

محاسبه هزینه مدیریت کنترل (C)

هزینه مدیریت آفت در دو حالت مدیریت تلفیقی آفت با کاربرد همزمان کنترل شیمیایی و کنترل زراعی و همچنین کاربرد روش کنترل بیولوژیکی توسط قارچ *Metarhizium anisopliae* به همراه کنترل زراعی در نظر گرفته شد. هزینه‌های مدیریت شامل هزینه‌های تهیه سموم شیمیایی، تهیه قارچ بیماری‌زا و هزینه‌های کارگری جهت کنترل زراعی بود.

ارزش بازاری هر واحد محصول خرما (V)

ارزش بازاری هر رقم خرما تابع عرضه و تقاضای آن است. در تابع تقاضای خرما، متغیرهای عرض از مبدأ، قیمت نسبی صادرات خرما، نرخ واقعی ارز، میزان تولید خرما در سایر کشورها و میزان صادرات خرما مؤثر است. در تابع عرضه خرما نیز متغیرهای عرض از مبدأ، مقدار صادرات، مقدار صادرات تأخیری، قیمت عمده فروشی داخلی، تولید داخلی خرما و ارزش صادرات تأخیری جزو متغیرهای تأثیرگذار محسوب می‌شوند. بنابراین در هر منطقه قیمت بر اساس پیش‌بینی میانگین شش ماهه قیمت محصول هر رقم در منطقه تعیین خواهد شد. در سال جاری قیمت هر کیلوگرم خرمای سایر درجه یک، درجه دو، و درجه سه به ترتیب ۲۹۰۰۰، ۲۶۰۰۰، و ۲۳۰۰۰ ریال بود.

آسیب وارده توسط واحد جمعیت آفت (I)

برای محاسبه صدمه وارد شده توسط سوسک‌های کرگدنی خرما به نخل‌های مورد بررسی (شمارش سوراخ‌های ایجاد شده توسط آفات در قاعده دمبرگ‌ها)، نمونه‌برداری‌ها از اواسط بهمن (یک روز قبل از تزریق سم به تنه نخل‌ها) تا اواخر آبان به صورت دو هفته یک‌بار انجام شد. میزان صدمه بر اساس شمارش تعداد سوراخ‌های جدید ایجاد شده در نخل‌های مورد بررسی محاسبه شد. سپس ارتباط بین جمعیت حشرات کامل آفت و میزان آسیب وارده بر اساس رابطه

رگرسیون محاسبه شد و شیب خط رگرسیون به صورت b=I در نظر گرفته شد و در محاسبه سطح زیان اقتصادی (EIL) در مدل نورتون مورد استفاده قرار گرفت.

خسارت هر واحد آسیب (D)

برای برآورد خسارت آفت میزان عملکرد هر نخل در هر تیمار در پایان برداشت محصول مشخص شد. سپس رابطه رگرسیونی بین آسیب (تعداد سوراخ‌های جدید ایجاد شده در قاعده دمبرگ‌ها) به‌عنوان عامل مستقل و میزان عملکرد در هر تیمار، به‌عنوان عامل وابسته برقرار و شیب خط رگرسیون به صورت b=D در نظر گرفته شده و در محاسبه سطح زیان اقتصادی (EIL) در مدل نورتون مورد استفاده قرار گرفت.

اندازه‌گیری صفات کمی

صفات کمی مختلف شامل طول میوه‌های خرما با استفاده از خط‌کش و وزن میوه‌ها با کمک ترازوی دیجیتالی اندازه‌گیری شدند. به این منظور از محصول هر درخت نخل تعداد ۲۰ میوه خرما به صورت تصادفی انتخاب گردید و پس از انتقال به آزمایشگاه اندازه‌گیری‌ها انجام شد.

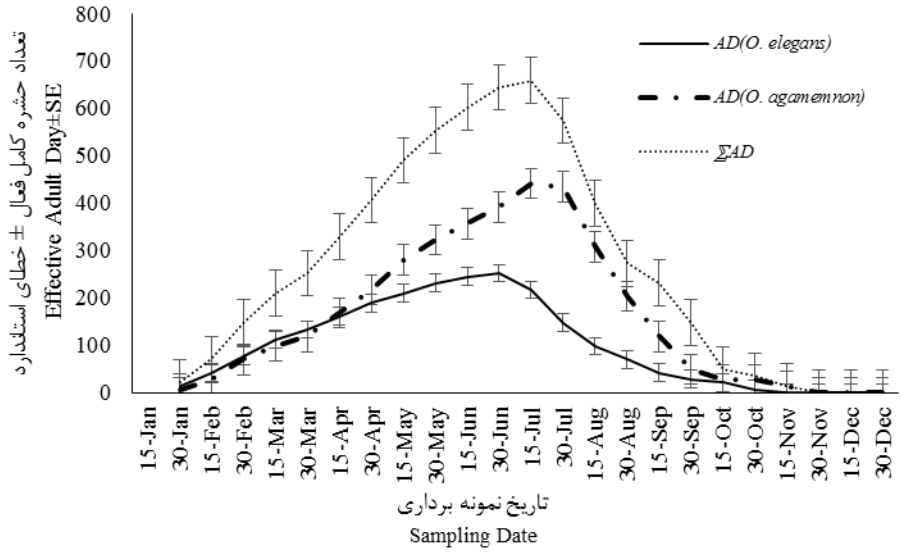
تجزیه تحلیل آماری

برای محاسبه رابطه بین خسارت ایجاد شده توسط آفت (تعداد سوراخ‌های جدید ایجاد شده در دمبرگ‌ها) و عملکرد محصول، طرح آزمایشی بلوک‌های کامل تصادفی در نخلستان در نظر گرفته شد. تجزیه تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۰ انجام شد و میانگین داده‌ها با کمک آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد مقایسه گردید.

نتایج

تغییرات فصلی تراکم جمعیت فعال سوسک‌های کرگدنی و آسیب آن‌ها

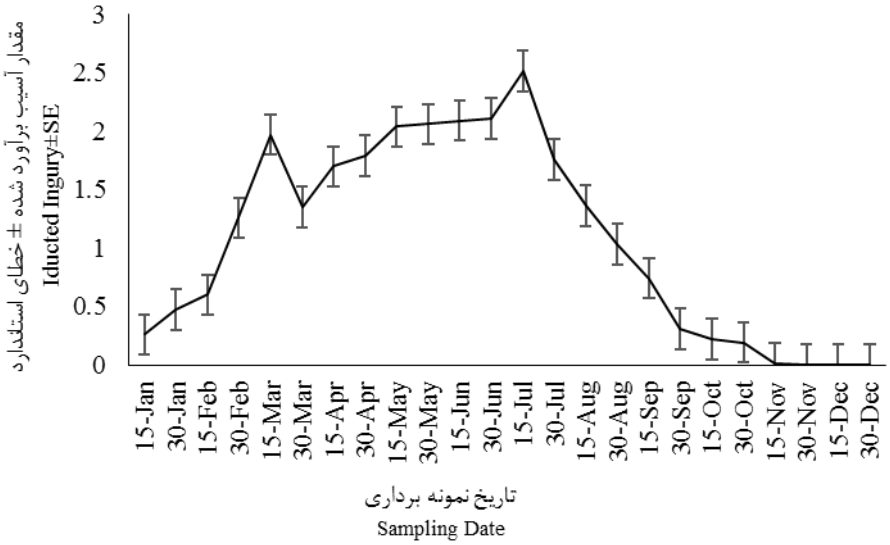
منحنی تغییرات فصلی و جمعیت فعال دو گونه *O. elegans* و *O. agamemnon* در طول فصل و با فواصل زمانی هر دو هفته یک‌بار در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱- منحنی‌های تغییرات فصلی جمعیت فعال دو گونه سوسک کرگدنی *O. elegans* و *O. agamemnon*

Fig. 1. The seasonal active population fluctuation curves of two Rhinoceros beteels *O. elegans* and *O. agamemnon*

نتایج نشان داد که جمعیت دو گونه فعالیت خود را از اواخر بهمن تا اوایل اسفند در منطقه آغاز می‌کنند. روند افزایش جمعیت برای هر دو گونه در ماه‌های بهار و اوایل تابستان ادامه داشت. اوج تراکم جمعیت گونه *O. elegans* و *O. agamemnon* به ترتیب در دهه سوم خرداد و دهه سوم تیر با اختلاف زمانی حدود یک ماهه بود. منحنی تغییرات فصلی شدت آسیب دو گونه *O. elegans* و *O. agamemnon* در طول فصل و با فواصل زمانی هر دو هفته یک‌بار در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲- منحنی تغییرات فصلی آسیب ناشی از دو گونه سوسک کرگدنی روی نخل خرما

Fig. 2. Curve of seasonal injury variation caused by two species of Rhinoceros beetles on date palm

ارزیابی آستانه زیان اقتصادی

نتایج تجزیه واریانس اثر تاریخ نمونه‌برداری (F= 0.31 , α=%1) و تیمارهای مورد استفاده (F=18.49 , α=%1) بر تعداد سوراخ‌ها (صدمه) سوسک کرگدنی خرما نشان دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در آسیب آفت در نخل‌ها در تاریخ‌های مختلف نمونه‌برداری و همچنین تحت تأثیر سموم مختلف معنی‌دار بوده ولی اثر متقابل تاریخ نمونه‌برداری و غلظت‌های مختلف سموم معنی‌دار نبود.

همچنین با گذشت زمان میزان صدمه آفت در همه تیمارها افزایش معنی‌داری داشته است. مقایسه میانگین تعداد سوراخ‌های ایجاد شده توسط سوسک کرگدنی خرما در غلظت‌های مختلف سم نشان داد که میزان صدمه ایجاد شده توسط سوسک کرگدنی خرما در تیمار سم با غلظت ۲ میلی‌لیتر در لیتر در مقایسه با سایر تیمارها به طور معنی‌داری کاهش یافت. همچنین نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای مورد استفاده بر میزان عملکرد (F=51.4, α=%1)، وزن ۲۰ میوه (F=44.12, α=%1) و طول میوه‌های خرما (F=0.182, α=%1) در رقم سایر تفاوت معنی‌دار نشان داد (جدول ۱).

براساس نتایج بررسی‌ها، میانگین عملکرد تیمار شاهد ۴۵ کیلوگرم در هر نخل بود. میانگین عملکرد در تیمارهایی که سم تزریق شده بود از ۴۷/۶ تا ۵۵/۳ کیلوگرم در نخل متغیر بود. رابطه بین آسیب (تعداد سوراخ‌های ایجاد شده توسط آفت) روی درخت و میزان عملکرد محصول نخل‌ها و همچنین ارتباط بین تراکم جمعیت فعال با میزان آسیب به ترتیب در شکل ۳ نشان داده شده است.

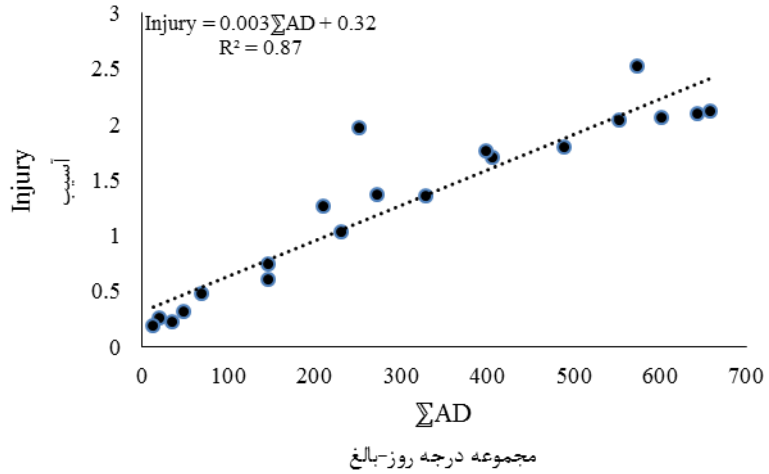
جدول ۱- مقایسه میانگین عملکرد خرما و وزن ۲۰ میوه تحت تاثیر غلظت‌های مختلف سم ایمیداکلوپراید

Table 1. Comparison of mean yield and weight of date fruits under different concentrations of imidacloprid

غلظت آفتکش Pesticide concentrations	محصول Yield	وزن ۲۰ عدد میوه (گرم) Weight of 20 fruits (gr)	طول میوه Fruits length
0 (control)	45 a	86.33 a	2.981 a
0.5	47.67 b	93.67 b	3.158 b
1	49.67 c	97.00 b	3.161 b
1.5	51.67 d	103.0 c	3.357 c
2	53.67 e	103.0 c	3.502 d

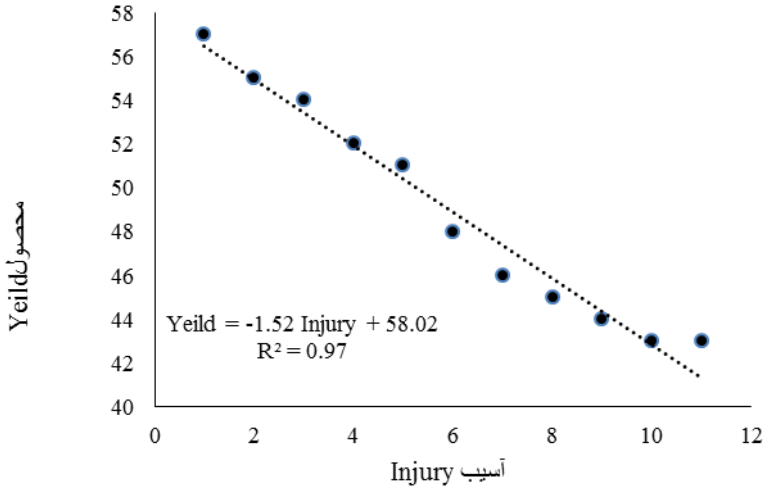
در هر ستون وجود حروف مشابه به منزله عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵٪ است

In each column, similar letters mean no significant difference at the probability level of 5%



شکل ۳- رابطه بین میزان آسیب و جمعیت فعال

Fig. 3. Relationship between Injury rate and Active population



شکل ۴- رابطه بین جمعیت فعال و میزان محصول

Fig. 4. Relationship between active population and yeild

با توجه به رابطه رگرسیونی (۳ و ۴)، مقدارb (شیب خط رگرسیون) در رابطه محاسبه EIL به ترتیب، به جای I و D در نظر گرفته شد. علاوه بر این، محاسبه مقدار EIL نیازمند برآورد هزینه‌های کنترل آفت نیز بود. با توجه به این‌که برای کنترل آفت سوسک کرگدنی خرما، از روش‌های مدیریت تلفیقی استفاده می‌شود، هزینه‌های کنترل بر اساس دو روش متفاوت به صورت زیر محاسبه گردید:

در روش اول که بر اساس تلفیق دو روش کنترل بیولوژیکی با استفاده از محلول‌پاشی قارچ *M. anisopliae* و کنترل زراعی صورت می‌گیرد (Latifian and Rad, 2019)، هزینه‌ها به‌صورت زیر محاسبه شد:

هزینه استفاده از تله طعمه‌ای به روش Lure and Kill شامل استفاده از ۴ تله طعمه‌ای حاوی پنیر خرمای آلوده به قارچ *M. anisopliae* در هر هکتار بود. هزینه هر تله ۴۰۰۰۰۰ ریال و هزینه تله‌گذاری در هر هکتار معادل ۱۶۰۰۰۰۰ ریال در نظر گرفته شد. علاوه بر روش استفاده از تله، قارچ *M. anisopliae* به صورت محلول‌پاشی در سایه‌انداز نخل‌ها نیز توصیه می‌شود. هزینه استفاده از محلول قارچ برای هر درخت ۴۰۰۰۰ ریال بوده و برای یک هکتار با متوسط ۱۵۶ نخل در هر هکتار ۶۲۴۰۰۰۰۰ ریال در هکتار محاسبه شد. مجموع هزینه‌های هر دو روش کنترل بیولوژیکی که به‌صورت هم‌زمان مورد استفاده قرار می‌گیرند، ۷۸۴۰۰۰۰۰ ریال محاسبه شد. هزینه کنترل زراعی نخل شامل هرس نخل و تکریب، برای هر نخل متفاوت بوده و برای هر متر از ارتفاع نخل ۱۰۰ هزار ریال بود. با توجه به تفاوت ارتفاع نخل موجود در نخلستان‌ها هزینه هرس از ۲۰۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ هزار ریال بسته به ارتفاع نخل متغیر بود. برای هر هکتار از نخلستان این مقدار به ترتیب معادل ۳۱۲۰۰۰۰۰، ۴۶۸۰۰۰۰۰ و ۶۲۴۰۰۰۰۰ ریال متغیر بود. مجموع هزینه‌های کنترل زراعی و کنترل بیولوژیکی که با احتساب هزینه‌های کارگری محاسبه گردیده است، برای محاسبه EIL مورد استفاده قرار گرفت (جدول ۲).

روش دوم مدیریت تلفیقی آفت سوسک کرگدنی خرما براساس تلفیق روش کنترل زراعی و روش کنترل شیمیایی استوار است. هزینه‌های کنترل زراعی آفت مشابه موارد ذکر شده در روش اول در نظر گرفته شد. برای کنترل شیمیایی این آفت از تله‌های طعمه‌ای مسموم با سموم شیمیایی استفاده شد که هزینه کنترل برای هر نخل ۱۵۰۰۰۰ ریال بود. بنابراین مجموع هزینه‌های کنترل شیمیایی با طعمه مسموم برای هر هکتار ۲۳۴۰۰۰۰۰ ریال بود (جدول ۳).

جدول ۲- مجموع هزینه‌ها براساس تلفیق روش‌های کنترل بیولوژیکی و زراعی

Table 2. Total Costs Based on Integration of Biological and cultural Control

هزینه کل (ریال در هکتار) Total costs (Rials/Ha)	هزینه کل مبارزه زراعی بر اساس ارتفاع درخت Total cost of cultural control based on tree height	کنترل بیولوژیک با قارچ Sporulation of fungi	مبارزه بیولوژیک (تله طعمه‌ای) Biological control (Food trap)
95200000	31200000		
110800000	46800000	62400000	16000000
126400000	62400000		

جدول ۳- مجموع هزینه‌ها براساس تلفیق روش کنترل شیمیایی و زراعی

Table 3. Total Costs Based on Integration of poisoned food trap and cultural Control

هزینه کل (ریال در هکتار) Total costs (Rials/Ha)	کل هزینه مبارزه زراعی بر اساس ارتفاع درخت Total cost of cultural control based on tree height	هزینه تله‌های طعمه ای مسموم The cost of poisoned food traps
546000000	31200000	
72000000	46800000	23400000
85800000	62400000	

علاوه بر موارد محاسبه شده در بالا، یکی دیگر از عوامل تأثیرگذار در مقدار EIL آفات مختلف، قیمت فروش محصول (Value) می‌باشد. قیمت فروش هر کیلوگرم خرمای رقم سایر بسته به درجه محصول به صورت زیر بود:

محصول درجه یک ۲۹۰۰۰ ریال در هر کیلوگرم، محصول درجه دو ۲۶۰۰۰ ریال در کیلوگرم و محصول درجه سه ۲۳۰۰۰ ریال در کیلوگرم. در این تحقیق مقدار عددی ضریب کنترل آفت K یک در نظر گرفته شد، به این معنی که این روش‌ها می‌توانند آفت را به طور کامل کنتـرل کنند. مقادیر EIL بر اساس رابطه بین صدمه و عملکرد، میزان هزینه‌های انجام شده برای کنترل آفت به دو روش تلفیقی مختلف، و ارزش بازاری محصول به صورت جدول زیر محاسبه شد (جدول ۴).

جدول ۴- محاسبه EIL برای دو روش مختلف کنترل تلفیقی سوسک کرگدنی خرما

Table 4. EIL calculation for two different methods of integrated control of date rhinoceros beetle

هزینه کل (ریال در هکتار) Total costs (Rials/Ha)						ارزش محصول (ریال در هر کیلوگرم) Product Value (Rials/ kg)
تلفیق تله طعمه ای مسموم و مبارزه زراعی Integration of poisoned food trap and cultural Control			تلفیق مبارزه بیولوژیک و زراعی Integration of Biological and cultural Control			
85800000	70200000	54600000	136400000	110800000	95200000	
سطح زیان اقتصادی بر اساس تعداد سوراخ‌ها بر روی قاعده دمبرگ ها Economic Injury level based on (number of holes per base of petals)						
19.5	15.96	12.41	28.74	25.19	18.07	29000
21.75	17.8	13.85	32.05	28.09	24.1	26000
24.59	20.12	15.65	35.022	31.76	27.29	23000

براساس نـتایج جدول ۴ کم‌ترین میزان EIL محاسبه شده برای تلفیق روش‌های کنترل زراعی (برای نخل‌های کوتاه‌تر نخلستان) و شیمیایی و برای خرمای درجه یک، ۱۲/۴۱ عدد سوراخ در قاعده دمبرگ‌ها به ازای هر نخل محاسبه شد. با توجه به بالاتر بودن هزینه‌های کنترل بیولوژیکی آفت، میزان EIL محاسبه شده برای تلفیق دو روش بیولوژیکی و زراعی بالاتر بود. این مقدار برای خرمای سایر درجه یک در نخل‌های کوتاه ۱۸/۰۷ عدد سوراخ در هر نخل بود و با افزایش ارتفاع نخل‌ها و همچنین کاهش قیمت محصول (براساس درجه‌بندی میوه) میزان EIL محاسبه شده افزایش یافت. بیش‌ترین میزان EIL محاسبه شده برای تلفیق روش بیولوژیکی و زراعی و در خرمای درجه ۳ محاسبه گردید.

بحث

میانگین عملکرد محصول در غلظت‌های مختلف سم تفاوت معنی‌داری نشان داد و با افزایش غلظت سم مورد استفاده میزان عملکرد محصول افزایش یافت (جدول ۱). همچنین وزن ۲۰ میوه نیز در غلظت ۱/۵ و ۲ میلی‌لیتر بر لیتر، وزن ۲۰ میوه خرما به ۱۰۳ گرم رسید. طول میوه‌های خرما نیز با افزایش غلظت سم افزایش معنی‌داری نشان داد و در بالاترین غلظت سم، طول میوه‌ها تا ۳/۵ سانتی‌متر رسید.

با توجه به این‌که اعداد محاسبه شده در جدول ۴ مربوط به سطح زیان اقتصادی آفت می‌باشند و مبارزه با آفت باید قبل از رسیدن جمعیت به سطح زیان اقتصادی صورت گیرد، در نظر گرفتن آستانه اقتصادی برای مبارزه با آفت ضروری است. به دلیل اینکه کنترل بیولوژیکی با قارچ‌ها معمولاً دیرتر از روش‌های کنترل شیمیایی آفت را از پـا در می‌آورند، برای کنترل آفت به روش بیولوژیکی بهتر است آستانه اقتصادی پایین‌تر از روش کنترل شیمیایی در نظر گرفته شود.

همان طوری‌که در محاسبات سطح زیان اقتصادی مشاهده شد، مقدار محاسبه شده سطح زیان اقتصادی به مقدار زیادی به قیمت محصول و هزینه‌های محافظت از گیاهان بستگی دارد، در نتیجه مقدار EIL از زمانی به زمان دیگر، از محصولی به محصول دیگر و از مکانی به مکان دیگر متفاوت است. سطح زیان اقتصادی با هزینه کنترل رابطه مستقیم و با قیمت محصول رابطه عکس دارد. این موضوع به مدیریت نخلستان‌های خرما و تصمیم گیرندگان در مدیریت آفت

کمک می‌نماید. به عنوان مثال اگر هزینه‌های کنترل آفت بالاتر باشد، مبارزه با آفت در صورتی سودآور است که جمعیت آفت به قدری بالا باشد تا هزینه‌های انجام شده را توجیه کند. از طرف دیگر اگر قیمت محصول بالاتر باشد، روش‌های پرهزینه حتی در جمعیت‌های کم آفت نیز توجیه‌پذیر است. اما اگر قیمت محصول پایین باشد، هیچ نوع کنترلی قابل توصیه نیست مگر آن‌که خسارت آفت به‌حدی بالا باشد که با هزینه کنترل برابری کند.

به‌طور کلی، EIL یک پارامتر پویا و دینامیک است که با تعدادی از عوامل تغییرپذیر است. در یک منطقه جغرافیایی به‌خصوص، سطح زیان اقتصادی با هر تغییر در ارزش بازاری محصول، هزینه‌های کنترل آفت، و محیط اطراف گیاه و آفت تغییر می‌کند. تراکم جمعیت آفات یکی دیگر از عواملی است که می‌تواند در آسیب آفات و از بین رفتن محصول نقش مهمی داشته باشد (Oliveira *et al*., 2014; Shiberu and Getu, 2018a,b). این شاخص دارای رابطه معکوس با آستانه زیان اقتصادی است. به عبارت دیگر هر چه که حساسیت رقم خرما نسبت به آفات بیشتر باشد، آسیب بیشتری از واحد جمعیت آفت دریافت و آستانه زیان اقتصادی بیشتر کاهش می‌یابد. اگرچه سموم دفع آفات از ابزارهای اساسی برای تولید مواد غذایی برای جمعیت در حال رشد جهان هستند، اما هزینه‌های بهداشتی محیطی و انسانی این روش اغلب بالاست (Pimentel, 2009). هنگام محاسبه EIL برای آفات مختلف بر روی گیاهان میزبان (به ویژه حشراتی که به میوه آسیب می‌رسانند) این هزینه نظیر این پژوهش محاسبه نشده است. در اغلب مطالعات نظیر پژوهش حاضر متغیر ترجیحی که برای رگرسیون در برابر تراکم جمعیت آفت استفاده شده، واحد آسیب میوه بوده است (Chung, 2001; Shipp *et al*., 2000). هزینه تولید محصول رابطه مستقیم با سطح زیان اقتصادی دارد. به عبارت دیگر، هر چه هزینه عملیات کنترل افزایش یابد، سطح زیان اقتصادی بالاتر رفته و خسارت بیشتری از آفت قابل تحمل است. هزینه عملیات کنترل به هزینه تاکتیک انتخابی و وضعیت اقتصادی منطقه انجام پژوهش وابسته است. بر اساس نتایج این پژوهش به‌طور کلی هزینه کنترل بیولوژیک پایین‌تر از کنترل شیمیایی در مدیریت تلفیقی بود.

ارزش تجاری محصول دارای رابطه معکوس با آستانه زیان اقتصادی می‌باشد. به‌طوری‌که هر چقدر قیمت ارقام خرما افزایش یابد، آستانه زیان اقتصادی کاهش یافته و در نتیجه خسارت کمتری از آفت قابل تحمل بود. قیمت محصول تابع وضعیت بازار و نوسان اقتصادی سالانه می‌باشد.

سطح عمومی جمعیت آفت توسط عوامل کنترل کننده طبیعی و در طی چند سال روی جمعیت آن ایجاد می‌شود و سبب تعادل بیولوژیک در اکوسیستم می‌شود. این سطح از تراکم نه تنها مضر نیست، بلکه مفید می‌باشد زیرا در آن غذا برای حشرات شکارگر و یا پارازیتوئید فراهم می‌باشد و در واقع جمعیت آفت به وسیله عوامل بیولوژیک به حد تعادل رسیده است.

کاهش محصول خرما در اثر واحد خسارت آفت دارای رابطه عکس با آستانه زیان اقتصادی است. به عبارت دیگر با افزایش میزان کاهش محصول در اثر واحد خسارت، سطح آستانه زیان اقتصادی کاهش می‌یابد. هرچه کاهش محصول بیشتری در اثر واحد خسارت اتفاق بیفتد، آستانه زیان اقتصادی کاهش یافته و نخـلدار در جمعیت‌هـای پایین‌تری از سوسک کرگدنی اقدام به اجرای عملیات کنترل آفت می‌نماید. هرگاه جمعیت سوسک کرگدنی خرما از حد تحمل نخل خرما بیشتر شود، در آمد خالص سریعاً کاهش می‌یابد. زمانی‌که جمعیت آفت بیشتر بوده و کنترل آن به هزینه کمتری نیاز دارد، انتظار می‌رود هزینه‌ها به‌طور سریعی کاهش یافته و در نتیجه کل هزینه‌های نخلداری کاهش یابد. در نقطه آستانه اقتصادی خسارت، مقداری از درآمد نخلستان از بین خواهد رفت. در ماورای آستانه اقتصادی، نخلدار قادر نخواهد بود به همان نسبتی که برای کنترل سوسک کرگدنی خرما هزینه نموده، درآمد خود را افزایش دهد (هزینه کنترل بیش‌تر از مقدار درآمد خواهد بود). اگر کنترل در نقطه تحمل یا آستانه خسارت با موفقیت شروع شود مقدار خسارت صفر خواهد شد.

این واقعیت که میزان آسیب وارده به محصول خرما بسته به زمان وقوع حداکثر تراکم جمعیت سوسک کرگدنی در مراحل مختلف فنولوژیکی درخت خرما است، نشانگر تغییر در حساسیت نخل خرما در مراحل مختلف فنولوژی است.

بنابراین بر اساس این یافته‌ها می‌توان این واقعیت را تأیید کرد که تراکم دو گونه سوسک کرگدنی باعث کاهش بهره‌وری نخل خرما شده است. بنابراین اگرچه بیشترین اثرات خسارت‌زایی مربوط به شروع فصل و در زمان تشکیل میوه است اما این اثرات در دوره طولانی‌تر و در زمان برداشت محصول اثرات اقتصادی خود را نشان داده است. به عبارت دیگر، در صورت رسیدن آفت به آستانه زیان اقتصادی در مرحله ابتدای فصل و تشکیل میوه ممکن است به کنترل مکرر سوسک‌های کرگدنی نیاز داشته باشد.

سپاسگزاری

از معاونت پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان به خاطر حمایت های مالی در انجام این طرح پژوهشی قدردانی می‌گردد. همچنین از همکاری پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری استان خوزستان برای اجرای این طرح پژوهشی سپاسگزاری می‌گردد.

منابع **References**

آوند فقیه، آ. و محمدپور، ک. ۱۳۸۶. بررسی امکان تلفیق شکار انبوه سوسک سرخرطومی حنایی خرما و سوسک کرگدنی خرما با استفاده از تله‌های فرومونی. آفات و بیماری‌های گیاهی ۷۵(۲): ۵۳- ۳۹.

تبریزیان، م.، محمدپور، ک. و نظری تابک، س. ۱۳۸۸. سنتز و بررسی کارایی فرمون تجمعی سوسک کرگدنی خرما (*Oryctes elegance*) و مقایسه آن با ترکیب خارجی. آفات و بیماری‌های گیاهی ۷۵(۲): ۶۶-۵۱.

جوزیان، ع.، رجبی، غ. و قرالی، ب. ۱۳۸۶. بررسی سطح زیان اقتصادی کرم های پیله‌خوار نخود در مزارع دیم استان ایلام. نامه انجمن حشره‌شناسی ایران ۲۷(۱): ۳۴-۲۷.

جمسی، غ. ۱۳۹۱. تعیین سطح زیان اقتصادی مینوز برگ غلات *Syringopais temperatella* Led. (Lep: Elachistidae) در خوزستان. آفات و بیماری‌های گیاهی ۷۴ (۱): ۳۱-۱۹.

خواجه‌زاده، ی.، حسنی مقدم، م.، باقری، س. و کیهانیان، ع. ا. ۱۳۸۸. محاسبه سطح زیان اقتصادی شته خردل *Lypaphis erisimi* (Hemiptera: Aphididae) در مزارع کلزای رقم هایولای ۴۰۱ در خوزستان. نامه انجمن حشره‌شناسی ایران ۲۹ (۱): ۳۶-۲۳.

رجب‌پور، ع.، سراج، ع. ا.، دماوندیان، م. ر. و شیشه‌بر، پ. ۱۳۸۶. تعیین سطح زیان اقتصادی (EIL) نسل دوم بالشتک مرکبات *Pulvinaria aurantii* (Cockerell) روی پرتقال تامسون ناول در شهرستان ساری. مجله علمی کشاورزی ۳۰ (۴): ۴۹-۶۰.

سیدی صاحباری، ف. و رجبی، غ. ۱۳۸۸. برآورد سطح زیان اقتصادی کرم پیله خوار نخود *Heliothis viriplaca* (Lep: Noctuidae) در منطقه مراغه. آفات و بیماری‌های گیاهی ۷۷(۲): ۱۹-۳۲.

سیرجانی، م. و رضوانی، ع. ۱۳۸۴. تعیین سطح زیان اقتصادی شته شاخک بلند پنبه *Acyrthosiphon gossypii* Mordv. (Hemipterap: Aphididae) در کاشمر. آفات و بیماری‌های گیاهی ۷۳ (۱): ۲۳-۱۳.

علوی، ج. و قلی‌زاده، م. ۱۳۸۹. برآورد سطح زیان اقتصادی (EIL) کرم قوزه پنبه *Heliothis armigera* Hb. (Lep., Noctuidae) روی پنبه. فصلنامه تخصصی تحقیقات حشره‌شناسی ۲(۳): ۲۱۴-۲۰۵.

Abrol, D. P. 2013. Integrated pest management. Elsevier, 576 pp.

Al-Deeb, M. A. 2012. Date palm insect and mite pests and their management. Pp. 113–128. In: Manickavasagan, A., Mohamed Essa, M.and Sukumar, E. (eds.), Dates production, processing, food, and medicinal values. Boca Raton: Taylor and Francis Group.

Boller, E. F., Avilla, J., Joerg, E., Malavolta, C., Wijnands, F. G. and Esbjerg, P. 2004. Integrated production: principles and technical guidelines. IOBC wprs bulletin, 3rd ed. Vol. 27(2): 49pp.

Chasen, E. M., Undersander, D. J. and Cullen, E.M. 2015. Revisiting the economic injury level and economic treshold model for potato leaf hopper (Hemiptera: Cicadellidae) in alfalfa. Journal of Economic Entomology 108(4): 1748-1756.

Chung, B. K. 2001. Analysis of damage by *Frankliniella occidentalis* economic thresholds of western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) in eggplants. Journal of Asia Pacific Entomology 4: 149–155.

Damos, P. and Savopoulou-Soultani, M. 2008. Development and validation of models in forecasting the seasonal emergency and population dynamics of the peach twig borer *Anarsia lineatella* (Lepidoptera: Gelechiidae) in northern Greece. Proceedings of XXIII International Congress of Entomology, South Africa, Abstract No. 414.

Damos, P. and Savopoulou-Soultani, M. 2009. Population dynamics of *Anarsia lineatella* (Lep: Gelechiidae) in relation to crop damage and development of Economic Injury Levels. Journal of Applied Entomology 134: 105– 115.

Damos, P. and Savopoulou-Soultani, M. 2010. Development and statistical evaluation of models in forecasting major lepidopterous peach pest complex for integrated pest management programs. Crop Protection 29: 1190– 1199.

Damos, P. and Savopoulou-Soultani M. 2012. Microlepidoptera of Economic Significance in Fruit Production: Challenges, Constrains and Future Perspectives of Integrated Pest Management. In: Cauterruccia L. (ed.). Moths: Types, Ecological Significance and Control. Nova Science Publications.

Damos, P. 2014. Stochastic modeling of economic injury levels with respect to yearly trends in price commodity. Journal of Insect Science 14(59): 1-13.

European Commission. 2009a. Directive of 21 October 2009 concerning the sustainable use of pesticides (2009/128/EC). European Commission.

European Commission. 2009b. Final Report Development of guidance for establishing Integrated pest management (IPM) principles. European Commission.

Fasihi, M. T. 2011. A study on the population dynamism of sympatric species of *Oryctes agamemnon* and *O. elegans*. Annual report of project, Bushehr: Agricultural and Natural Resources Center. 11 pp.

Hurpin, B. and Fresneau, M. 1969. Contribution a l'étude de *Oryctes elegans* (Col. Dynastidae). Annales de la Societé Entomologique de France (N.S.) 5: 595–612.

Machlitt, D. 1998. Persea mite on avocados: quick field counting method. Subtropical Fruit 6: 1–4.

Khalaf, M. Z. and Alrubeai, H. F. 2016. Chemical control of date palm tree borers, *Oryctes* species (Coleoptera: Scarabaeidae: Dynastinae). Pakistan Entomologist 38: 1-5.

Latifian, M. and Rad, B. 2019. Efficacy evaluation of *Metarhizium anisopliae* inoculative release for biological control of date palm horned beetle *Oryctes elegans* in garden. Journal Entomology Society of Iran 39: 33-45.

Marchi-Werle, L., Baldin, E. L. L., Fischer, H. D., Heng-Mos, S. T. M. and Hunt, T. E. 2017. Economic Injury Levels for *Aphis glycines* Matsumura (Hemiptera: Aphididae) on the soybean aphid tolerant KS4202 soybean. Journal of Economic Entomology 110(5): 2100-2108.

Oliveira, C. M., Auad, A. M., Mendes, S. M. and Frizzas, M. R. 2014. Crop losses and the economic impact of insect pests on Brazilian agriculture, Crop Protection 56: 50–54.

Payandeh, A. and Dehghan, A. 2010. Demography of date palm fruit stalk borer, *Oryctes elegans* (Col: Scarabeaidae) on date palm under laboratory conditions. Plant Protection Journal 2(3): 255-263.

Pedigo, L. P., Hutchins, S. H. and Higley, L. G. 1986. Economic injury levels in theory and practice. Annual Review of Entomology 31: 341-368

Peterson, R. K. D. and Higley, L. G. 2002. Economic Injury levels. Pp. 228-230. In: Pimentel, D. (ed.) Encyclopedia of pest management. Marcel Dekker, New York, USA.

Pimentel, D. 2009. Environmental and economic costs of the application of pesticides primarily in the United States. Pp. 89–111. In: Peshin, R. and Dhawan, A. K. (eds.) Integrated pest management: Innovation-development. Dordrecht: Springer.

Shiberu, T. and Getu, E. 2018a. Experimental analysis of economic action level of tomato leaf miner, *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae) on tomato plant under open field. Advances in Crop Science and Technology 6: 1–5.

Shiberu, T. and Getu, E. 2018b. Determination of the economic threshold level of tomato leaf miner, *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae) on tomato plant under glasshouse conditions. Journal of Horticulture and Forestry 10: 9–16.

Shipp, J. L., Wang, K. and Binns, M. R. 2000. Economic injury levels for western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) on greenhouse cucumber. Journal of Economic Entomology 93: 1732–1740.

Shrilakshmi, R. G. and Patil, R. R. 2017. Bio Efficacy of Chlorphyriphos 20 EC as seed treatment and yield loss estimation and economics against *Holotrichia fissa* Brenske in groundnut under rainfed condition. International Journal of Current Microbiology and Applied Science 6(7): 957-966.

Stern, V. M., Smith, R. F., Vanden Bosch, R. and Hagen, K. S. 1959. The integrated control concept. Hilgarda 29(2): 81-101.

Stone, J. D. and Pedigo, L. P. 1972. Devevelopment and economic injury level of the green clover worm on soybean in Iowa. Journal of Economic Entomology 65: 197-202.