نامه انجمن حشره‌شناسی ایران ۳۸۷-۳۷۱ ,(٤) ٤٠ ,۱۳۹۹

JOURNAL OF ENTOMOLOGICAL SOCIETY OF IRAN
2021, 40 (4), 371-387

DOI: 10.22117/JESI.2021.342177.1367

تعیین سطح زیان اقتصادی کرم میوه‌خوار *Batrachedra amydraula* (Lepidoptera: Batrachedridae) روی میوه شش رقم تجاری نخل خرما در ایران

مسعود لطیفیان[۱] و*، عبدالنبی باقری[۲]، مجید امانی[۱]، مهدی ناصری[۳]، ابراهیم سابکی[۱]، رحیم خادمی[۱] و هادی زهدی[۳]

۱- پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران، ۲- بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان هرمزگان، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران و ۳- بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات کشاورزی و آموزش و منابع طبیعی استان کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران.

* مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: masoud_latifian@yahoo.com

چکیده

شب پرهٔ کوچک خرما *Batrachedra amydraula* Meyrick (Lepidoptera: Batrachedridae) و سایر کرم‌های میوه-خوار خرما از مهم‌ترین آفات میوهٔ خرما می‌باشند که موجب خشک شدن و ریزش خرما می‌شوند. در این پژوهش ارتباط بین تراکم جمعیت کرم میوه خوار خرما و میزان آسیب ناشی از آن و کاهش شاخص‌های عملکرد خرما روی شش رقم تجاری نخل خرما در استان‌های خوزستان، بوشهر، هرمزگان، کرمان، و سیستان و بلوچستان طی سال‌های ۱۳۹٦ و ۱۳۹۷ بررسی شد. هزینه مدیریت تولید در دو حالت کاربرد کنترل شیمیایی و بیولوژیک و قیمت محصول در هر منطقه بر اساس پیش بینی میانگین شش ماهه محاسبه شد. نمونه برداری‌ها از انتهای اردیبهشت تا اوایل شهریور به فاصله هر ۱۰ روز یک بار انجام شد. از هر درخت چهار خوشه از چهار جهت مختلف جغرافیایی درخت انتخاب و از هر خوشه، تعداد ۲۵ عدد میوه (از نظر سالم و آلوده بودن) مورد بررسی قرار گرفت. در نهایت از مدل نورتون برای محاسبه EIL در شرایط کنترل بیولوژیک و کنترل شیمیایی استفاده شد. بر اساس نتایج، هزینه کنترل بیولوژیک کمتر از کنترل شیمیایی بود. بالاترین هزینه در هر دو روش مربوط به هزینه خرید مواد کنترل کننده بود. بالاترین میزان آسیب وارده به محصول (علائم تغذیه) در اثر واحد جمعیت آفت مربوط به رقم مضافتی و کمترین آن مربوط به رقم کبکاب بود. همچنین بالاترین میزان خسارت محصول در اثر واحد آسیب (زیان ناشی از تغذیه) آفت مربوط به رقم ربی و کمترین آن در رقم سایر مشاهده شد. در کلیه ارقام مورد مطالعه، سطح زیان اقتصادی در سال ۱۳۹٦ کمتر از سال ۱۳۹۷ در هر دو روش کنترل شیمیایی و بیولوژیک بود. از طرفی هزینه در روش کنترل بیولوژیکی در هر دو سال و در کلیه ارقام مورد مطالعه پایین‌تر از روش کنترل شیمیایی بود. بالاترین سطح زیان اقتصادی در سال ۱۳۹۷ مربوطه به رقم سایر و در روش کنترل بیولوژیک (۱/ ۱٥٤٦ لارو-روز) و کمترین آن مربوط به رقم ربی و در روش کنترل شیمیایی (۱۳/۸۱ لارو-روز) بود.

واژه‌های کلیدی: نخل خرما، کرم میوه خوار، سطح زیان اقتصادی

Determination of economic injury level of date palm lesser moth, *Batrachedra amydraula* (Lepidoptera: Batrachedridae) on six commercial date cultivars in Iran

Masoud Latifian[1,*], Abdolnabi Bagheri[2], Majid Amani[1], Mehdi Naseri[3], Ebrahim Saboki[1], Rahim Khademi[1] & Hadi Zohdi[3]

1. Date Palm and Tropical Fruits Research Center, Horticulture Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ahvaz, Iran, 2. Plant Protection Research

دریافت: ۱۳۹۸/۱۲/۱۱، پذیرش: ۱۳۹۹/۱۱/۰٤.

دبیر تخصصی : یعقوب فتحی‌پور

Department, Hormozgan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Iran & 3. Plant Protection Research Department, Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Kerman, Iran.
* Corresponding author, E-mail: masoud_latifian@yahoo.com

Abstract
The small date moth *Batrachedra amydraula* Meyrick (Lepidoptera: Batrachedridae) and other date palm moths are among the most important date fruit pests, causing the date fruits to dry and fall. This study aimed to investigate the relationship between the density of *B. amydraula* population and the extent of its injury level as well as between the rate of damage and reduction of date yield indices on six commercial date palm cultivars in five provinces of Iran including Khuzestan, Bushehr, Hormozgan, Kerman and Saystan & Baluchestan durying 2018 and 2019. Production management costs in both chemical and biological control approaches were considered. Also, crop prices in each region were calculated based on a six-month average prediction. Sampling were done at 15-days intervals from May to early September. To this end, four clusters were selected from four different geographical directions of each tree and in each cluster, 25 fruits were checked to determine the number of healthy and infested fruits. Finally, the Norton model was used to calculate EIL under biological and chemical control conditions. Based on the results, the cost of biological control was lower than that of chemical control. The highest cost in both methods was the cost of purchasing the controlling materials. The highest rate of injury (symptoms of nutrition) to the crop was observed in Mazafati cultivar and the lowest one was in Kabkab. Also, the highest crop damage (nutrition losses) caused by pest damage unit was observed in Rabi cultivar and the lowest one was in Kabkab cultivar. In all studied cultivars, the economic injury level in 2018 was lower than 2019 in both chemical and biological control methods. On the other hand, in biological control method in both years and on all cultivars, costs were lower than chemical control method. The highest value of economic injury level in 2019 was estimated for cultivar Sayer in biological control method (1546.1 larva-day) and the lowest one was estimated for cultivar Rabi in chemical control method (13.81 larva-day).

Key words: Date palm, the lesser date moth, Economic injury level
Received: 1 March 2020, *Accepted:* 23 January 2021.

مقدمه

پروانه میوه خوار خرمـــا یا شب پره کوچک خرما *Batrachedra amydraula* Meyrick (Lepidoptera: Batrachedridae) و سایر کرم‌های میوه خوار خرما از مهم‌ترین آفات میوه نارس خرما در نخلستان‌ها می‌باشند که با تغـــذیه از جنین، ارتباط بین میوه و پایه آن را قطع می‌نمایند و موجب خشک شدن و ریزش میوه خرما می شوند. خسارت این آفت از نخلستان آغاز می شود و با انتقال میوه به انبار آنها قادرند به چرخه زندگی خود ادامه دهند. در ســال های اخیر با توجه به وقوع بارندگی‌های فصــلی در زمان گرده افشــانی و اثر منفی آنها بر کیفیت گرده افشانی و گیرایی خوشه‌ها، ریزش میوه ناشی از خسارت این آفت قابل تحمل نبوده و در مواردی حتی ضرورت انجام یک کنترل جداگانه علیه آن را توجیه می‌نماید (Khajehzadeh & Latifian, 2013).

موضوع سطح تصمیم‌گیری اقتصادی در مدیریت کنترل آفات یک مسئله بسیار مهم است که امروزه درمدیریت تلفیقی آفات به شکل جدی مورد بحث واقع می‌شود. سئوالات اساسی که در این حوزه مطرح است عبارتند از این که در چه سطحی از تراکم، آسیب آفات باعث خسارت اقتصادی می شود؟ آفت‌شناسان معتقدند که قانون تصمیم‌گیری مشترک و یا سطح اقتصادی باید بتواند با این پرسش‌ها پاسخ دهد. پاسخ به این پرسش‌ها، همان قوانین تصــمیم‌گیری در اجرای برنامه کنترل آفات اســت (Stem *et al*., 1959; Southwood & Norton, 1973; Norgaard, 1976). موضــوع مهم در ارتباط با این پرســش‌ها آن اســت که اجرای چنین قوانینی و تا چه سطحی از آسیب می‌توانند منطقی و قابل اطمینان باشند. در شاخص سطح اقتصادی ارایه شده توسط استرن و همکاران که به صورت گسترده‌ای توسط متخصصین کنترل آفات پذیرفته است (Strickland, 1954)، روش تصمیم‌گیری، بر اساس اصول اساسی ارزیابی خسارت اقتصادی و سطح زیان اقتصادی (ELL) تعریف و توسعه یافته اســت. مزیت اصــلی این قانون ســادگی و عملی بودن آن در بیشــتر مواقع اســت. برخی از نویســندگان به

اهمیت استفاده از مفهوم اصلی سطح زیان اقتصادی در مدیریت تلفیقی آفات اشاره کرده و عنوان کرده‌اند که این شاخص می‌تواند سایر عوامل مـــوجود در سیستم محصول / آفت را تأثیر قرار دهد (Southwood & Norton, 1973). از جمله این عوامل می‌توان به دینامیســـم بین فصلی جمعیت آفت، روابط بیولوژیک آفت با دیگر آفات و شکارگرها، آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از باقیمانده آفت‌کش، مقاومت در برابر آفت کش‌ها، اثرات کنترل در مزارع مجاور و مشکلات بهداشتی مربوط به آفـــت‌کش‌ها اشاره کرد (Stefanou, 1984). مقالات متعددی در ارتباط با اهمیت نسبی این عوامل توسط پژوهشگران مختلف منتشر شده است (Ordish & Dufour, 1969; Stem, 1975; Pedigo *et al*., 1977; Hall & Teetes, 1982). به منظور برآورد رابطه بین آســیب و جمعیت هر آفت، معمولاً فرض می شود که بین آنها یک رابطه خطی وجود دارد. با این حال، در برخی از گونه‌های آفت، به دلیل رقابت بین افراد و یا کمبود مواد غذایی در تراکم‌های بالا، کاهش آســیب به ازای هر لارو مشــاهده شــده است (Shelton *et al*., 1982; Machlitt, 1998; Jaques, 1962; Bardner & Fletcher, 1974). اگر رابطهٔ جمعیت / آسیب برای ما مشخص نیست، بر اساس قرارداد بهتر است که این رابطـه خطی در نظر گرفته شود تا زمانی که خلاف آن ثابت شود. رابطه بین آسیب و عمـلکرد محصول، جزء اساسی محاسبه سطح زیان اقتصادی است. این رابطه بنیادی اقتصادی – بیولوژیکی، محـدودیت‌های اقتصادی و عملی کاربرد سطـح زیان اقتصادی را بر طرف می‌کند. در محاســبه این شــاخص همچنین به ارتباط بین آســیب و کاهش محصــول در نتیجه واکنش گیاهان به آسیب توجه می‌شود (Bardner & Fletcher, 1974; Regev *et al*., 1976).

شرح کلی از پاسخ گیاه در قالب کاهش محصول در نتیجه آسیب آفت توسط Tammes در سال ١٩٦١ ارائه شده است. پس از ارائه مدل Tammes بیشتر متخصصین از ارتباط بین عملکرد و آسیب برای محاسبه پارامـــــتر سـطح زیان اقتصـادی اسـتفاده کردند. نمونه چنین مدل‌هایی را می‌توان در مطالعات Bardner یافت (Bardner & Fletcher, 1974). این نویسندگان به چهار عامل عمده مؤثردر رابطه محصول و شدت آسیب آفت (Tammes, 1961; Southwood & Norton, 1973; Higgins *et al*., 1984; Bardner & Fletcher, 1974) اشاره کرده‌اند که شامل (الف) زمان آسیب با توجه به رشد گیاه، (ب) بخشی از گیاه که آسیب می‌بیند، (ج) شدت آســیب و (ه) اثرات زیســت محیطی. با وجود مطالعات وســیعی که در زمینه‌های مختلف روی آفات نخل خرما انجام شده است، اما تاکنون پژوهشی در خصوص شاخص مهم تعیین سطح زیان اقتصادی به عنوان قانون اصلی در مدیریت تلفیقی آفات مهم خرما انجام نشده است. پژوهش حاضر با هدف پاسخ به پرسش‌های ذیل انجام شد. آیا بین تراکم جمعیت کرم میوه خوار و میزان آسیب ناشی از آن ارتباطی وجود دارد؟ آیا بین میزان آسیب و کاهش شـــاخص‌های عملکرد خرما رابطه‌ای وجود دارد؟ و اینکه آیا با اســـتفاده از مدل عمومی نورتون امکان تعیین سطح زیان اقتصادی کرم میوه خوار خرما وجود دارد؟

مواد و روش‌ها

این تحقیق روی شش رقم تجاری نخل خرما در پنج استان خرما خیز کشور اجرا شد. نام استان‌ها و ارقام مورد مطالعه در جدول ١ ذکر شده است.

جدول ۱- نام استان‌های محل انجام پژوهـــش و ارقـــام مورد مطالعه به منظور تعیین آستـانه زیان اقتصادی کرم میوه‌خوار خرما، *Batrachedra amydraula*

Table 1. List of the provinces and the studied date palm cultivars for determination of economic injury level of date palm lesser moth, *Batrachedra amydraula*

Province	Cultivar
Khuzestan	Sayer & Brehee
Hormozgan	Pyarum
Kerman	Mazafati
Bushehr	Kabkab
Systan & Baluchestan	Rabi

طرح آزمایش

این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تیمار و سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل پنج سطح مختلف از تراکم جمعیت کرم میوه خوار خرما با کاربرد چهار غلظت مختلف لاروکش رلدان (۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ میلی لیتر در لیتر) و تیمار شاهد بدون کاربرد لاروکش رلدان، Reldan % 50 EC بود. برای هر درخت مقدار پنج لیتر از محلول سمی مربوطه استفاده شد. برای جلوگیری از خسارت سایر آفات به ویژه کنه تارتن خرما از کنه کش نیسورن، Nissorun 10% EC با غلظت یک در هزار که دارای حداقل تأثیر روی کرم میوه خوار خرما است، استفاده شد.

مدل مورد استفاده:

در این تحقیق از مدل نورتون برای محاسبه EIL استفاده شد (Southwood & Norton, 1973):

$$EIL = \frac{C}{VID}$$

که در آن ELL = سطح زیان اقتصادی، C = هزینه کنترل در هر واحد تولید (ریال / هکتار)، V = ارزش بازاری هر واحد از محصول (ریال / کیلوگرم)، I = آسیب واحد جمعیت آفات در واحد تولید و D = خسارت هر واحد آسیب می‌باشد.

روش محاسبه پارامترهای مدل

محاسبه هزینه مدیریت کنترل (C)

هزینه مدیریت تولید در دو حالت کاربرد کنترل شیمیایی و بیولوژیک در نظر گرفته شد. هزینه‌های مدیریت شامل هزینه‌های تهیه عامل کنترل، هزینه ماشین آلات و روش کاربرد و هزینه‌های کارگری بود که بر اساس نرخ روز و شرایط عرف هر منطقه به صورت ریال در هکتار برآورد و در محاسبات به کار گرفته شد.

ارزش بازاری هر واحد محصول خرما (V)

ارزش بازاری هر رقم خرما تابع قواعد عرضه و تقاضای محصول است. در تابع تقاضای خرما، متغیرهای عرض از مبداء، قیمت نسبی صادرات خرما، نرخ واقعی ارز، میزان تولید خرما در سایر کشورها و میزان صادرات خرما مؤثر است. در این تابع، متغیرهای عرض از مبدا، مقدار صادرات، مقدار صادرات تاخیری، قیمت عمده فروشی داخلی، تولید داخلی خرما و ارزش صادرات تاخیری جزو متغیرهای تاثیرگذار محسوب می‌شوند. بر این اساس در هر منطقه، قیمت به صورت ریال برای هر کیلوگرم میوه خرما بر اساس پیش بینی میانگین شش ماهه قیمت هر رقم در منطقه تعیین شد.

آسیب وارده توسط واحد جمعیت آفت (I)

برای این منظور نمونه‌برداری‌ها از اواخر اردیبهشت تا اوایل شهریور به فاصله هر ۱۰ روز یک بار تکرار شد. از هر درخت چهار خوشه از چهار جهت جغرافیایی انتخاب و از هر خوشه تعداد ۲۵ عدد میوه (از نظر سالم و آلوده بودن) مورد بررسی قرار گرفت. حداقل مبنای آلوده بودن میوه، وجود سوراخ ورودی لارو آفت روی کالیکس بود. علاوه بر این تعداد ۲۵ عدد میوه از پای درخت جمع آوری و مطابق روش ذکر شده در بالا از نظر تعداد میوه سالم و آلوده بررسی شدند. نمونه‌ها سپس به آزمایشگاه منتقل و تعداد لاروهای فعال درون میوه‌ها به صورت جداگانه ثبت شد.

برای مشخص شدن تراکم کرم میوه خوار خرما در فواصل نمونه‌برداری در شرایط صحرایی که بیانگر ارتباط متقابل تراکم جمعیت آنها با آسیب وارده به میوه خرما می‌باشد، تعداد کرم میوه خوار با تعداد روزی که میوه خرما در معرض کرم میوه خوار بود، مد نظر قرار گرفت. برای برآورد این شاخص از پارامتری تحت عنوان لارو- روز (Ld) استفاده شد که به صورت زیر محاسبه می‌شود (Machlitt, 1998).

$$\text{لارو- روز (Ld)} = (۱۰) \times (L_1+L_2)/۲$$

در این رابطه L_1 و L_2 تراکم لارو در نمونه‌برداری فعلی و قبلی بود. درصد آسیب شامل نسبت میوه‌های آلوده به غیر آلوده بوده که هیچ علائمی مبنی بر نفوذ لارو روی کالیکس آنها مشاهده نشد. در رابطه بالا فواصل بین دو نمونه برداری ۱۰ روز بود. برای به دست آوردن سطح آسیب میوه خرما نسبت به کرم میوه خوار از رابطه رگرسیون بین لارو- روز به عنوان یک عامل مستقل و درصد آسیب وارده به میوه‌ها به عنوان یک عامل وابسته استفاده شد. با استفاده از این روابط مقدار آسیب وارده توسط واحد جمعیت لارو محاسبه شد.

خسارت هر واحد آسیب(D)

برای این منظور از منحنی خسارت، حاصل برازش مدل بین میزان خسارت و آسیب در تیمارهای مختلف، استفاده شد. برای برآورد خسارت، مقدار صفات کمی مختلف شامل وزن میوه، حجم میوه، طول میوه و عرض میوه در هر تیمار محاسبه و درصد آسیب نیز مطابق روش قبل برآورد شد. سپس رابطه رگرسیونی بین آسیب به عنوان عامل مستقل و صفات مختلف کمی به عنوان عامل وابسته برازش و با استفاده از آن مقدار خسارت ناشی از هر واحد آسیب (ناشی از آفت) محاسبه و در مدل نورتون مورد استفاده قرار گرفت. شیب خط رگرسیون معادل مقدار خسارت به ازای هر لارو- روز بود (Shiberu & Getu, 2018a,b).

اندازه گیری صفات کمی

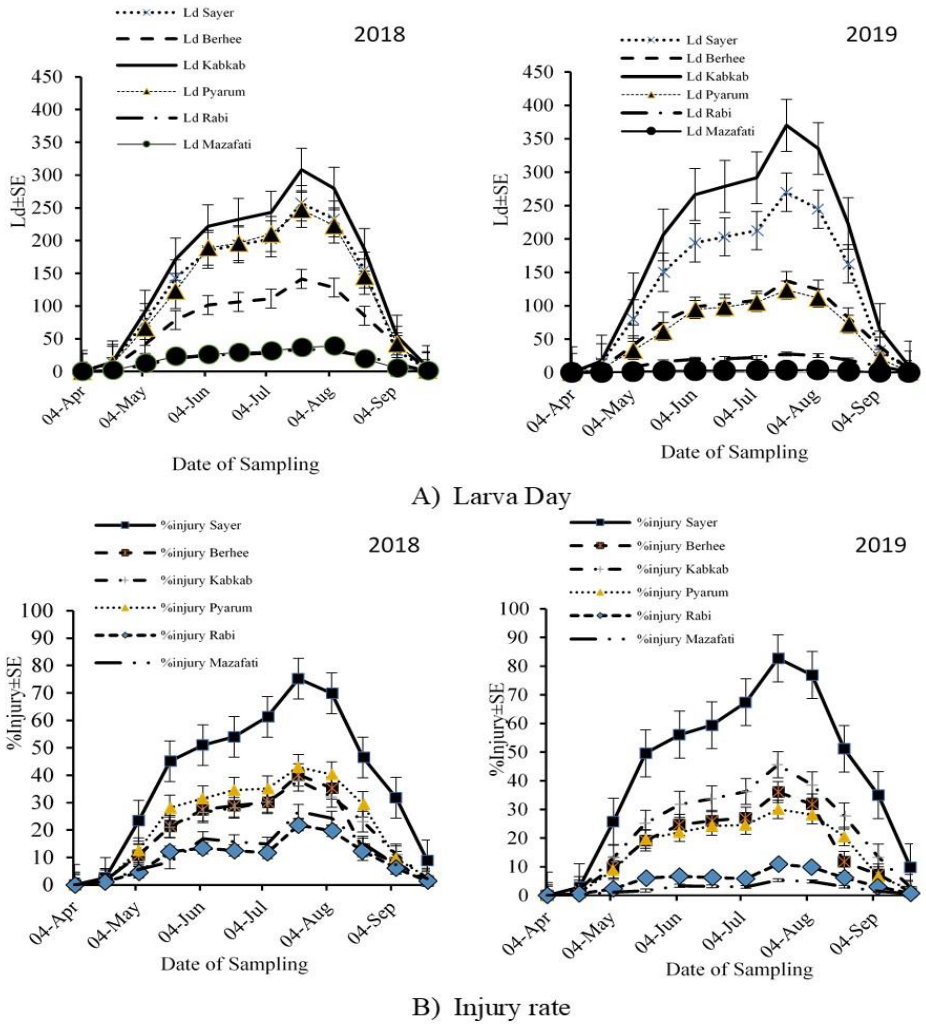
صفات کمی مختلف شامل طول میوه و عرض میوه با استفاده از خط‌کش، وزن میوه و وزن هسته با استفاده از ترازوی دیجیتالی و نسبت گوشت به هسته، از تقسیم وزن هسته به وزن گوشت به دست آمد. تمامی این اندازه گیری‌ها برای هر ۲۵ میوه انجام شد.

نتایج

پراکنش زمانی جمعیت و آسیب کرم میوه خوار خرما

تغییرات فصلی جمعیت فعال لاروهای کرم میوه خوار خرما (به عنوان مرحله رشدی خسارت‌زا) و درصد آسیب آن در مناطق مورد مطالعه و روی شش رقم مهم تجاری در شکل ۱ نشان داده شده است. نتایج به دست آمده از این مطالعات نشـان می‌دهد که جمعیت لارو و آسـیب ناشـی از فعالیت این آفت در هر سـال از حدود

فروردین ماه آغاز شده و به تدریج با گرم شدن هوا و افزایش رطوبت نسبی بر شدت آن افزوده می‌شود. همان طور که در منحنی‌های تغییرات فصلی جمعیت و شدت ملاحظه می شود این آفت دارای یک دوره فعالیتی در طول ماه‌های بهار و تابستان بود. به طوری که در ماه‌های خرداد و تیر جمعیت لارو و آسیب آن به حداکثر مقدار خود رسید و پس از آن به تدریج از شدت خسارت آفت کاسته شد. از حدود شهریور ماه هم‌زمان با شروع زمستانگذرانی لاروهای آفت، آسیب آفت نیز متوقف شد. زمستانگذرانی لارو آفت تا اواخر زمستان سال بعد طول کشید.



شکل ۱- تغییرات فصلی جمعیت لارو فعال (A) و آسیب (B) کرم میوه خوار خرما، *Batrachedra amydraula* روی شش رقم تجاری خرمای ایران.

Fig.1. Seasonal fluctuation of active larvae of *Batrachedra amydraula* (A) and their injury rate (B) on six commercial Iranian date palm cultivars

محاسبه هزینه مدیریت کنترل (C)

هزینه‌های مدیریت (در دو حالت کنترل شیمیایی و بیولوژیک) که شامل هزینه‌های تهیه عامل کنترل، هزینه ماشین آلات و روش کاربرد و هزینه‌های کارگری (بر اساس نرخ روز و شرایط عرف هر منطقه و بر مبنای واحد ریال) در جدول ۲ درج شده ا ست. کنترل بیولوژیکی شامل هزینه ا ستفاده از باکتری *Bacillus thuringiensis* kurstaki در نظر گرفته شد که براساس نتایج آخرین یافته‌های پژوهشی زمان رهاسازی همزمـــان با ظهور کرم میوه خوار خرما و با غلظتی معادل (CFU/ml) ۲/۱۵×۱۰^۸ رهاسازی محاسبه شد (Latifian, 2018).

جدول ۲- محاسبه هزینه مدیریت کنترل کرم میوه خوار خرما بر اساس نرخ روز و شرایط عرف هر منطقه (ارقام به ریال در هکتار)

Table 2. Estimation of management cost of *Batrachedra amydraula* inferred from day-price and customary conditions of each region (in Rials)

Year	Control Method	Cost			
		Materials	Machinery	Worker	Total
2018	Chemical	800000	600000	500000	1900000
	Biological	600000	500000	600000	1700000
2019	Chemical	1200000	900000	800000	2900000
	Biological	800000	600000	700000	2100000

براساس نتایج جدول ۲ کل هزینه‌های دو روش کنترل شیمیایی و بیولوژیک در سال ۱۳۹۷ نسبت به سال ۱۳۹٦ به ترتیب رشدی معادل ٣٤ و ۲۳ درصد داشته است. از طرفی در هر دو سال انجام مطالعه، هزینه کنترل بیولوژیک به دلیل ارزان‌تر بودن و عدم نیاز به تکرار تیمار، کمتر از کنترل شیمیایی بود. بالاترین هزینه در هر دو روش مربوط به هزینه مواد کنترل کننده بود.

ارزش بازاری هر واحد محصول خرما (V)

نتایج تعیین ارزش بازاری هر واحد محصول خرما (V) در جدول ۳ درج شده است.

جدول ۳- قیمت هر کیلوگرم خرما از ارقام مختلف مورد مطالعه در مناطق پنج‌گانه اجرای پژوهش براساس پیشبینی میانگین شش ماهه

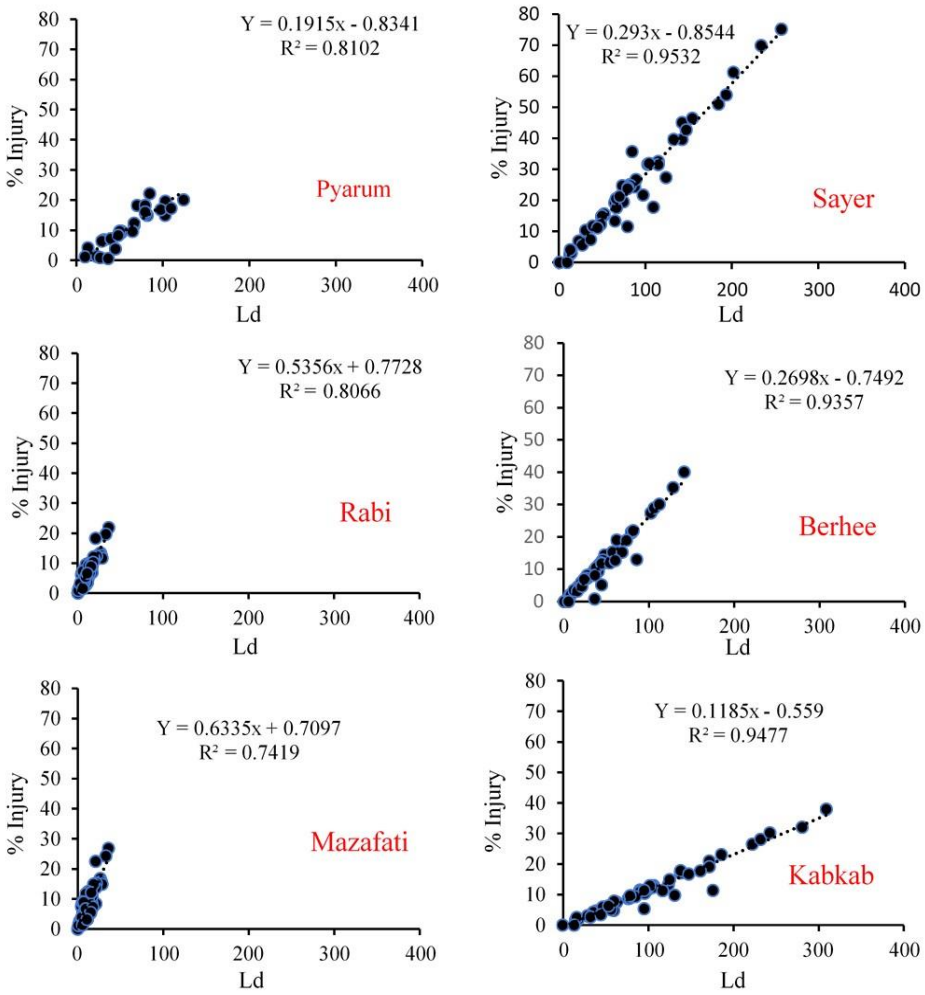
Table 3. Price of each date cultivar in the five regions of the study based on six months average prediction

Cultivar	Price/kg (Rials)	
	2018	2019
Sayer	20500	28000
Brehee	250000	300000
Kabkab	75000	180000
Pyarum	192000	380000
Rabi	76000	160000
Mazafati	85000	120000

نتایج پژوهش نشان داد که قیمت هر کیلوگرم خرما در ارقام تجاری مورد مطالعه در سال ۱۳۹۷ نسبت به سال ۱۳۹٦ رشد داشته است. میزان افزایش قیمت به ترتیب برای ارقام سایر، برحی، کبکاب، پیارم، ربی و مضافتی معادل ٢٦/٧، ١٦/٦، ٥٨/٣، ٤٩/٤، ٥٢/٥ و ٢٩/٢ درصد بود.

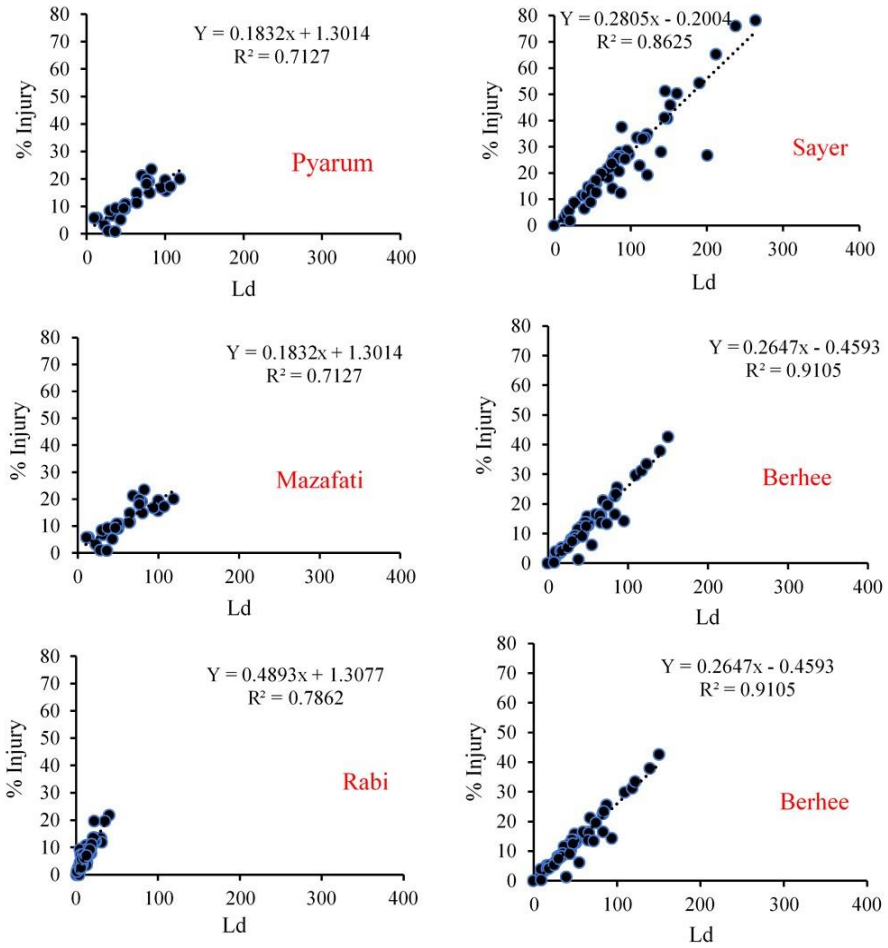
آسیب وارده توسط واحد جمعیت آفت (I)

نتایج آسیب وارده توسط واحد جمعیت آفت (I) در شکل‌های ۲ و ۳ به ترتیب برای سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ مشخص شده است.



شکل ۲- رابطه رگرسیونی بین لارو- روز به عنوان یک عامل مستقل و درصد آسیب وارده به میوه‌ها به عنوان یک عامل وابسته در ارقام مختلف خرمای مورد مطالعه در سال ۱۳۹۶

Fig. 2. Regression relationship between larva-day as an independent factor and rate of fruits injury as a dependent factor in the different date palm cultivars studied in 2018



شکل ٣- رابطه رگرسیونی بین لارو- روز به عنوان یک عامل مستقل و درصد آسیب وارده به میوه‌ها به عنوان یک عامل وابسته در ارقام مختلف خرمای مورد مطالعه در سال ١٣٩٧

Fig. 3. Regression relationship between larva-day as an independent factor and rate of fruits injury as a dependent factor in the different date palm cultivars studied in 2019

با استفاده از این روابط، مقدار آسیب وارده توسط واحد جمعیت لارو محاسبه شد به این ترتیب که در ارقام مختلف براساس مدل رگرسیون خطی، شیب خط رگرسیون معادل آسیب وارده توسط واحد جمعیت آفت (I) بود که نتایج آن در جدول ٤ ذکر شده است.

جدول ٤- آسیب وارده توسط واحد جمعیت آفت (I) در ارقام مختلف خرمای مورد مطالعه

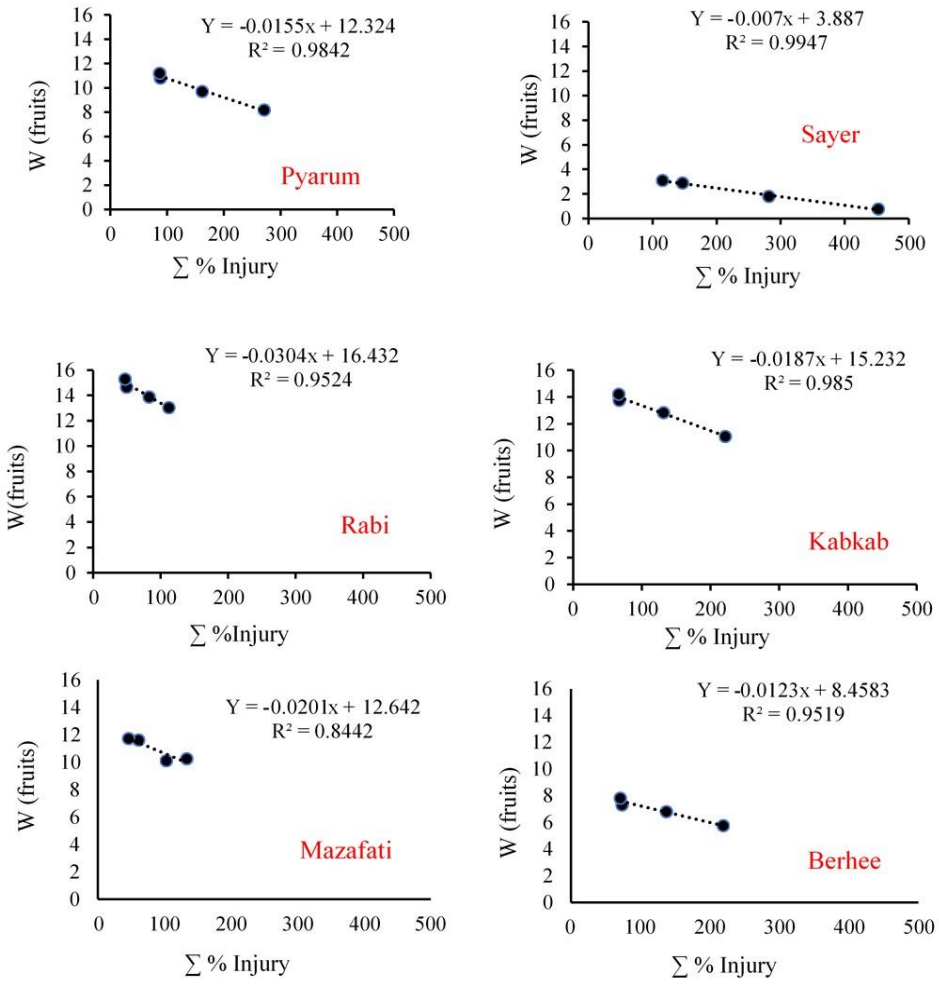
Table 4. Injury produced by unit of pest population (I) of *Batrachedra amydraula* in the different date palm cultivars studied

Cultivar	Injury produced by unit of pest population (I)	
	2018	2019
Sayer	0.29	0.28
Brehee	0.27	0.26
Kabkab	0.12	0.12
Pyarum	0.21	0.18
Rabi	0.54	0.49
Mazafati	0.65	0.53

بالاترین میزان آسیب وارده به محصول در اثر واحد جمعیت آفت روی رقم مضافتی و کمترین آن در رقم کبکاب مشاهده شد. میزان تغییرات ایجاد شده در شدت آسیب وارده توسط واحد جمعیت فعال آفت بسیار ناچیز بوده و در ارقام سایر، برحی، کبکاب در هر دو سال مشابه بود اما در ارقام پیارم، مضافتی و ربی در سال ۱۳۹٦ بیشتر از ۱۳۹۷ بود.

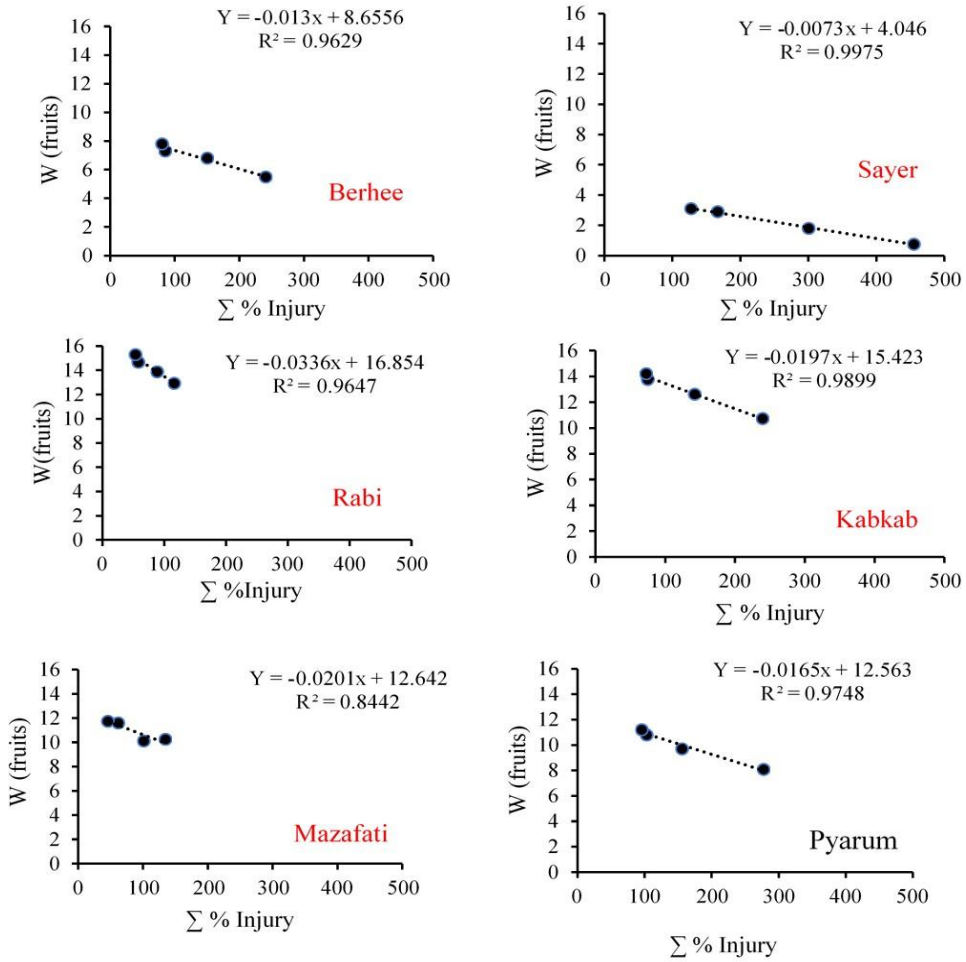
خسارت هر واحد آسیب (D)

برای این منظور از منحنی خسارت، حاصل برازش مدل بین میزان خسارت و آسیب در تیمارهای مختلف، استفاده شد. سپس رابطه رگرسیونی بین آسیب به عنوان عامل مستقل و صفت وزن میوه به عنوان عامل وابسته برازش شد که نتایج آن برای سال‌های ۱۳۹٦ و ۱۳۹۷ به ترتیب در شکل‌های ٤ و ٥ نشان داده شده است.



شکل ٤- رابطه رگرسیونی بین آسیب به عنوان عامل مستقل و صفت وزن میوه به عنوان عامل وابسته در ارقام مختلف خرمای مورد مطالعه در سال ۱۳۹٦

Fig. 4. Regression relationship between injury as an independent factor and fruit weight as a dependent factor in the different date palm cultivars studied in 2018



شکل ۵- رابطه رگرسیونی بین آسیب به عنوان عامل مستقل و صفت وزن میوه به عنوان عامل وابسته در ارقام مختلف خرمای مورد مطالعه در سال ۱۳۹۷

Fig. 5. Regression relationship between injury as an independent factor and fruit weight as a dependent factor in the different date palm cultivars studied in 2019

با استفاده از آن مقدار خسارت ناشی از هر واحد آسیب آفت محاسبه شد که معادل شیب خط رگرسیون بوده و نتایج آن در جدول ۵ درج گردیده است.

جدول ۵- خسارت هر واحد آسیب(D) در ارقام مختلف خرمای مورد مطالعه براساس مدل رگرسیون خطی

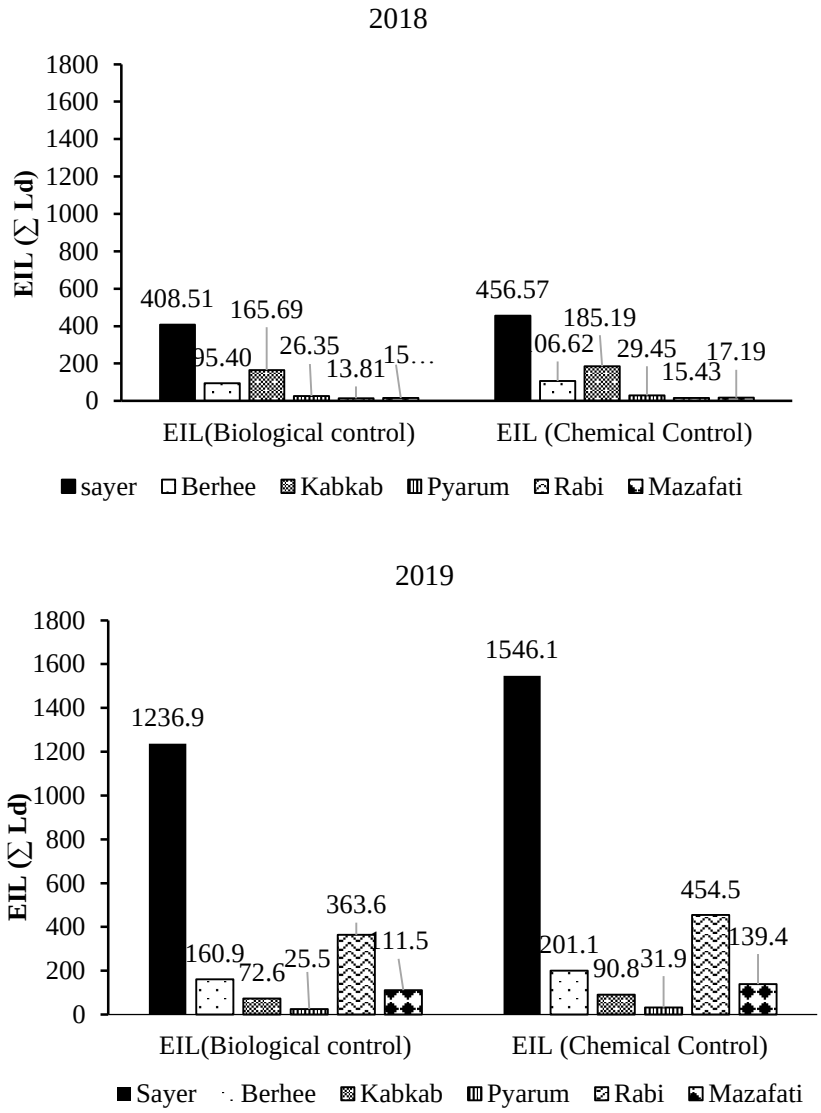
Table 5. Damage per unit injury (D) in the different studied date palm cultivars based on linear regression model

Cultivar	Damage per unit injury (D)	
	2018	2019
Sayer	0.007	0.0073
Brehee	0.012	0.013
Kabkab	0.019	0.02
Pyarum	0.016	0.016
Rabi	0.03	0.034
Mazafati	0.02	0.02

بالاترین میزان خسارت محصول در اثر واحد آسیب آفت در رقم ربی و کمترین آن در رقم سایر بود. میزان تغییرات ایجاد شده در خسارت واحد آسیب آفت در دو سال مطالعه بسیار ناچیز بود.

محاسبه سطح زیان اقتصادی

در نهایت با استفاده از مدل نورتون و سایر محاسبات انجام شده، مقدار سطح زیان اقتصادی در شرایط استفاده از کنترل بیولوژیک و کنترل شیمیایی برآورد شد که نتایج آن برای سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ در شکل ٦ نشان داده شده است.



شکل ٦- سطح زیان اقتصادی کرم میوه خوار خرما در شرایط کنترل شیمیایی و کنترل بیولوژیک در ارقام خرمای مورد مطالعه در سال‌های ۱۳۹٦ و۱۳۹۷

Fig. 6. Economic injury levels of *Batrachedra amydraula* under chemical and biological control conditions in studied date palm cultivars in 2018 and 2019

بر اساس نتایج به دست آمده، سطح زیان اقتصادی آفت مورد مطالعه در سال‌های مختلف و در ارقام متفاوت خرما متغیر بود. در سال ١٣٩٦ سطح زیان اقتصادی در کلیه ارقام و در دو روش کنترل کمتر از سال ١٣٩٧ بود. از طرفی سطح زیان اقتصادی آفت در روش کنترل بیولوژیکی در دو سال و در کلیه ارقام مورد مطالعه بالاتر از روش کنترل شیمیایی بود. بالاترین سطح زیان اقتصادی مربوطه به رقم سایر در سال ١٣٩٧ و در روش کنترل بیولوژیک (١٥٤٦/١ لارو –روز) و کمترین آن مربوط به رقم ربی در روش کنترل شیمیایی (١٣/٨١ لارو –روز) در همین سال بود.

بحث

در مدیریت کنترل تلفیقی آفات، تعیین سطح زیان اقتصادی خسارت نقش بسیار مهم و تعیین کننده‌ای دارد. پیشتر پرداختن به این مساله بسیار مشکل بود، زیرا تعیین جمعیت آفت و تشخیص دقیق زمان آلودگی کار بسیار دشواری بود و مستلزم صرف زمان و هزینه‌های زیادی است و بر این اساس این پرسش مطرح شد که آیا برای تعیین سطح زیان اقتصادی خسارت می‌توان از علائم خسارت وارد شده استفاده کرد؟ به هر حال، پس از تعیین سطح زیان اقتصادی خسارت، اتخاذ تصمیم برای شروع کنترل به عوامل بیولوژیک، اکولوژیک و شرایط اقتصادی بستگی دارد.

از آنجایی که در فرایند تولید، هدف به حداکثر رساندن درآمد است، برای بازگرداندن هزینه‌هایی که برای کنترل و یا مدیریت آفت مصرف شده، باغداران باید همان طور که اقتصادی بودن تولید را در نظر دارند، به تبعات اقدامات خود نیز فکر کنند. به عنوان مثال، برای یک نخل‌دار ممکن است تحمل مقداری از خسارت آفت در زمان معینی نسبت به تسریع مقاومت در آفات و یا ظهور آفات جدید مقرون به صرفه‌تر باشد. سودمند بودن کنترل آفات و درک خطر آینده دو عامل مهمی هستند که هر نخل‌دار باید در تمام برنامه‌های مدیریتی آفات نخلستان به صورت توام مدنظر داشته باشد. زیرا، گرچه سموم دفع آفات از ابزارهای اساسی برای تولید بیشتر مواد غذایی برای جمعیت در حال رشد جهان هستند، اما هزینه‌های بهداشتی محیطی و انسانی این روش اغلب بالاست (Pimentel, 2009). به طور کلی چهار عامل مختلف روی سطح زیان اقتصادی مؤثرند که همگی در این پژوهش مد نظر قرار گرفته‌اند.

هزینه عملیات کنترل

هزینه دارای رابطه مستقیم با سطح زیان اقتصادی است. 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 راهبرد انتخابی و وضعیت اقتصادی منطقه انجام پژوهش وابسته است. بر اساس نتایج این پژوهش به طور کلی هزینه تاکتیک کنترل بیولوژیک پایین‌تر از کنترل شیمیایی در مدیریت تلفیقی کرم میوه‌خوار خرما بود. در دو سال انجام پژوهش (١٣٩٦ و ١٣٩٧) به دلیل نوسانات قیمتی مشاهده شد که هزینه عملیات کنترل بیولوژیک و شیمیایی افزایش یافته است. به طوری که در هر دو روش، هزینه تاکتیک انتخابی در سال ١٣٩٧ بالاتر بوده است (البته نرخ این نوسانات قیمتی در تاکتیک کنترل شیمیایی بالاتر از کنترل بیولوژیک بوده است). بر اساس نتایج سطح زیان اقتصادی با افزایش این شاخص به خصوص در ارقام با ارزش اقتصادی پایین‌تر، کاهش سطح زیان اقتصادی نسبت به سال ١٣٩٦ مشاهده می‌شود.

در این پژوهش در هنگام محاسبه EIL مانند سایر آفات دیگر (به ویژه حشراتی که به میوه آسیب می‌رسانند) هزینه آسیب ناشی از کاربرد آفت‌کش‌ها به سلامت و محیط زیست 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).

ارزش تجاری محصول

ارزش تجاری محصول دارای رابطه معکوس با سطح زیان اقتصادی می‌باشد. به طوری که هر چقدر قیمت ارقام خرما افزایش یابد، سطح زیان اقتصادی کاهش یافته و در نتیجه خسارت کمتری از کرم میوه خوار خرما قابل تحمل می‌باشد. ارزش تجاری رقم وابسته به میزان تولید و قیمت واحد محصول است. همان طور که در نتایج این پژوهش مشاهده می‌شود سه رقم پیارم، ربی و مضافتی با داشتن بیشترین برآیند عملکرد و قیمت محصول، دارای کمترین سطح زیان اقتصادی بودند. رقم سایر نیز که در آن بردار حاصل از حاصل ضرب قیمت محصول در میزان تولید از بقیه ارقام کمتر بوده است، دارای بالاترین سطح زیان اقتصادی بوده و برای آن سطح خسارت و تراکم بیشتری از آفت قابل تحمل است. قیمت محصول تابع وضعیت بازار و نوسان اقتصادی سالانه می‌باشد. مشاهده می‌شود که با افزایش قیمت محصول در سال ۱۳۹۷ نسبت به سال ۱۳۹٦ به خصوص در ارقامی که این نوسانات در آنها شدیدتر بوده، نوساناتی در شاخص سطح زیان اقتصادی وجود دارد.

میزان آسیب وارده توسط واحد جمعیت

تراکم جمعیت آفات یکی دیگر از عواملی است که می‌تواند در بالا بردن آسیب آفات و از بین رفتن محصول نقش مهمی داشته باشد (Cocco *et al.*, 2015; Martins *et al.*, 2017). این شاخص دارای رابطه معکوس با سطح زیان اقتصادی است. به عبارت دیگر هر چقدر حساسیت رقم خرما نسبت به آفات بیشتر باشد، آسیب بیشتری از واحد جمعیت آفت دریافت و سطح زیان اقتصادی بیشتر کاهش می‌یابد. مطالعات مختلفی در ارتباط با میزان حساسیت ارقام مختلف خرما نسبت به کرم میوه خوار خرما انجام شده است. به عنوان مثال جامعه ارقام بومی خرمای استان خوزستان بر اساس درجه آسیب دیدگی ناشی از کرم میوه خوار خرما به چهار گروه تفکیک شده‌اند شامل ارقام به شدت آلوده (دگل سرخ، بنت السبع، دیری، ریم، جهرمی، استعمران، گنطار، دگل زرد و برحی)، ارقام آلوده (هداک، چیبچاب، اسحاق، حمراوی، بوبکی، سویدانی، بریم، حلاوی، بلیانی، زاهدی، خضراوی، فرسی، هدل)، ارقام کمی آلوده (اشکر، جوزی، خصاب و عموبحری) و ارقام سالم (حساوی، لیلوئی و مشتوم). وجود تفاوت‌های مرفولوژیکی در میان ارقام مختلف خرما باعث ایجاد اختلاف در بروز آسیب دیدگی ناشی از تغذیه و فعالیت کرم میوه خوار خرما می‌شود (Latifian *et al.*, 2005). در پژوهشی دیگر درصد و شدت آلودگی نه رقم نخل خرما به این آفت در بهبهان بررسی شده است. بر اساس این مطالعه ارقام خاصی، کبکاب و مضافتی حساس و ارقام شاهانی، زاهدی، پیارم، خضراوی، گنتار و حاج محمدی غیر حساس بوده‌اند (Khajehzadeh & Latifian, 2013). همچنین مقاومت ارقام سامانی، حیانی و حلاوی نسبت به این آفت بررسی و نتایج نشان داد که رقم سامانی از دو رقم دیگر مقاوم‌تر بود. این مقاومت به دلیل تفاوت در محتوای موم و استحکام بافت میوه‌ها در ارقام مورد مطالعه بود. به عنوان مثال، رقم سامانی دارای محتوای موم بالاتری نسبت به دو رقم حلاوی و حیانی بود. علاوه بر این، لایه اپیدرمی میوه خرمای رقم سامانی مقاوم‌تر بوده و به عنوان مانع طبیعی در برابر نفوذ لارو آفت باعث کاهش آسیب آن می‌شود (Harhash *et al.*, 2003). در مطالعه دیگری نشان داده شده است که رقم قصب نسبت به کرم میوه خوار مقاوم بوده و آلودگی کمتری نسبت به دو رقم زاهدی و دیری دارد (Shayesteh *et al.*, 2010). براساس نتایج این پژوهش نیز رقم کبکاب کمترین و رقم مضافتی بیشترین آسیب را از واحد جمعیت آفت دریافت کرد که در کنار سایر شاخص‌ها در تعیین پارامتر سطح زیان اقتصادی آفت مؤثر بوده است. میزان این شاخص در دو سال مطالعه، نوسانات اندکی نشان داد و در اکثر ارقام در سال ۱۳۹۷ نسبت به سال

١٣٩٦ اندکی کاهش نشان داده است که منجر به افزایش سطح زیان اقتصادی و تحمل خسارت بیشتر در این سال نسبت به سال قبل شده است. نکته لازم به ذکر آن است که 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 کرم میوه خوار خرما به وسیله عوامل بیولوژیک به حد تعادل رسیده است.

کاهش محصول خرما در اثر واحد خسارت

این شاخص نیز دارای رابطه عکس با سطح زیان اقتصادی است. به عبارت دیگر با افزایش میزان کاهش محصول در اثر واحد خسارت، سطح زیان اقتصادی کاهش نشان می‌دهد. هرچه کاهش محصول بیشتری در اثر واحد خسارت اتفاق بیفتد، سطح زیان اقتصادی کاهش یافته و نخل‌دار در جمعیت‌های پایین‌تری از کرم میوه خوار خرما اقدام به اجرای عملیات کنترل آفت می‌نماید. هرگاه جمعیت کرم میوه خوار خرما از حد تحمل نخل خرما بیشتر شود، در آمد خالص به سرعت کاهش می‌یابد. زمانی که جمعیت آفت بیشتر بوده و کنترل آن به هزینه کمتری نیاز دارد، انتظار می‌رود هزینه‌ها به طور سریعی کاهش یافته و در نتیجه کل هزینه‌های نخل‌داری کاهش یابد. در نقطه سطح اقتصادی خسارت، مقداری از درآمد نخلستان از بین خواهد رفت. در ماورای سطح اقتصادی خسارت نخل‌دار قادر نخواهد بود به همان نسبتی که برای کنترل کرم میوه خوار هزینه نموده درآمد خود را افزایش دهد (هزینه کنترل بیشتر از مقدار درآمد خواهد بود). اگر کنترل در نقطه تحمل یا سطح خسارت با موفقیت شروع شود مقدار خسارت صفر خواهد شد. برای شروع عملیات کنترل برای این که جمعیت آفت به سطح زیان اقتصادی نرسد. آستانه زیان اقتصادی (آستانه عمل) می‌تواند ٨٠ درصد سطح زیان اقتصادی منظور شود. به عنوان مثال بالاترین آستانه عمل مربوطه به رقم سایر در سال ١٣٩٧ و در روش کنترل بیولوژیک (١٢٣٦/٩ لارو –روز) و کمترین آن مربوط به رقم ربی در روش کنترل شیمیایی (١١/٠٤ لارو –روز) در همین سال بود.

References

Bardner, R. & Fletcher, K. E. (1974) Insect infestations and their effects on the growth and yield of field crops: A review. *Bulletin of Entomology Research* 64, 141-60.

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.

Cocco, A., Serra, G., Lentini, A., Deliperi, S. & Delrio, G. (2015) Spatial distribution and sequential sampling plans for *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) in greenhouse tomato crops. *Pest Management Science* 71, 1311–1323.

Harhash, M., Mourad, A. K. & Hammad, S. M. (2003) Integrated crop management of the lesser date moth *Batrachedra amydraula* Meyr. (Lepidoptera: Cosmopteridae) infesting some date palm varieties in Egypt. *Communications in Agriculture and Applied Biological Sciences* 68, 209-221.

Hall IV, D. G. & Teetes, G. L. (1982) Yield loss-density relationships of four species of panicle-feeding bugs in sorghum. *Environment Entomology* 1 (1), 738-41.

Higgins, R. A., Pedigo, L. P. & Staniforth, D. W. (1984) Effect of velvetleaf competition and defoliation simulating a green clover worm (Lepidoptera: Noctuidae) outbreak in Iowa on indeterminate soybean yield, yield components, and economic decision levels. *Environmental entomology* 13 (4), 917-925.

Jaques, R. P. (1962) Stress and nuclear polyhedrosis in crowded populations of *Trichoplusia ni* (Hubner). *Journal of Insect Pathology* 4, 1-22.

Khajehzadeh, Y. & Latifian, M. (2013) Response of different date palm cultivars to lesser date moth (*Batrachedra amydraula* Meyr.) under natural infestation in Behbahan. *Seed and Plant Improvement Journal* 29, 311–330.

Latifian, M., Ahmadizadeh, S. & Nikbakht, P. (2005) Host preference of date lesser moth (*Batrachedra amydraula* Meyr) to Khuzestan native cultivars of date palm. *Seed and Plant Improvement Journal* 20, 215-223.

Latifian, M. (2018) Efficiency of *Bacillus thuringiensis* for biological control of date lesser moth (*Batrachedra amydraula*) in field conditions. *Plant Pests Research* 7 (4), 1-11.

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

Martins, J. C., Picanço, M. C. & Silva, R. S. (2017) Assessing the spa- tial distribution of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) eggs in open-field tomato cultivation through geostatistical analysis. *Pest Management Science* 74 (1), 30-36.

Norgaard, R. B. (1976) The economics of improving pesticide use. *Annual Review of Entomology* 21, 45-60.

Ordish, G. & Dufour, D. (1969) Economic bases for protection against plant diseases. *Annual Review of Phytopathology* 7 (1), 31-50.

Pedigo, L. P., Hammond, R. B. & Poston, F. L. (1977) Effects of green cloverworm larval intensity on consumption of soybean leaf tissue. *Economic Entomology* 70(2), 159-162.

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

Regev, U., Gutierrez, A. P. & Feder, G. (1976) Pests as a common property resource: A case study of alfalfa weevil control. *American Journal of Agricultural Economics* 58 (2), 186-99.

Shelton, A. M., Andaloro, J. T. & Barnard, J. (1982) Effects of cabbage looper, imported cabbageworm, and diamondback moth on fresh market and processing cabbage. *Journal of Economic Entomology* 75 (4), 742-745.

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

Shiberu, T. & 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 (2), 9–16.

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

Southwood, T. R. E. & Norton, G. A. (1973) Economic aspects of pest management strategies and decisions. pp. 1: 84-168, in Geier, P. L., Clark, L. R., Anderson, D. J. & Nix, H. A. (Eds). *Insects: Studies in Population Management.* Canberrian: Eco1ogical Society of Australia.

Shayesteh, N., Marouf, A. & Amir-Maafi, M. (2010). Some biological characteristics of the *Batrachedra amydraula* Meyrick (Lepidoptera: Batrachedridae) on main varieties of dry and semi-dry date palm of Iran. pp. 151–154 in 10th international working conference on stored product protection Julius-Kühn-Archive.

Stefanou, S. E. (1984) Pest management concepts-past, present, and future. Farm Economics July/Aug. 4 pp.

Stem, V. M. (1975) The bioeconomics of pest control. *Iowa State Journal Research* 49, 467-472.

Stem, V. M., Smith, R. F., van den Bosch, R. & Hagen, K. S. (1959) The integrated control concept. *Hilgardia* 29, 81 -101.

Strickland, A. H. (1954) Assessment of cabbage aphid damage in commercial brussels sprout crops. *Plant Pathology* 3, 107-117.

Tammes, P. M. L. (1961) Studies of yield losses. II. Injury as a limiting factor of yield. ijdsehr. *Plantenziekten* 67, 257- 63.