فصلنامه گیاه‌پزشکی
دانشگاه آزاد اسلامی شیراز
۱۳۹۷ - ۹ (۳) : ۲۴۷-۲۶۱

تعیین مناسب‌ترین زمان کنترل شیمیایی کرم سیب *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae) با استفاده از تله‌های فرمونی و درجه حرارت مؤثر روزانه در منطقه‌ی مهاباد

لیمو خاتمی، اکبر قاسمی کهریزه*، عباس حسین‌زاده

(*) گروه گیاه‌پزشکی، واحد مهاباد، دانشگاه آزاد اسلامی، مهاباد، ایران.

ghassemikahrizeh@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۷/۳۰ **تاریخ پذیرش:** ۱۳۹۸/۰۸/۱۲

چکیده

کرم سیب، *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae)، یکی از آفات کلیدی درختان سیب در آذربایجان‌غربی و شهرستان مهاباد می‌باشد. به منظور تعیین بهترین زمان سم‌پاشی، زمان ظهور حشرات کامل آفت در شهرستان مهاباد در سال ۱۳۹۵ مطالعه شد. از سه نوع تله‌ی فرمونی دلتا، استوانه‌ای و قیفی‌شکل در باغ آزمایشی پنج هکتاری در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی استفاده و کارایی سه نوع تله با همدیگر مقایسه شد. با توجه به داده‌های هواشناسی ایستگاه منطقه‌ای و بازدید زمان خروج لاروها، مدل روز-درجه تهیه شد. بر اساس یافته‌ها، ظهور شب‌پره‌ها در اواخر فروردین بوده و در طول فصل، چهار نقطه‌ی اوج مشاهده شد. نتایج نشان داد که میزان جلب حشرات کامل نر توسط تله‌های مختلف اختلاف معنی‌دار داشت ($P\leq$۰/۰۵). بر اساس نتایج حاصل از تله‌های قیفی‌شکل، برای ظهور لاروهای نسل اول (نسل زمستانه)، دوم و سوم به ترتیب ۱۶۸/۳، ۷۲۲ و ۱۳۰۱/۹ روز-درجه و بر اساس نتایج حاصل از تله‌های دلتا و استوانه‌ای‌شکل به ترتیب ۱۵۴/۲، ۵۳۸/۱ و ۱۱۹۸ روز-درجه نیاز بود. نتایج حاصل از تله‌های قیفی‌شکل نشان داد که زمان مناسب کنترل لاروهای نسل اول در فاصله‌ی ۲۵-۲۱ اردیبهشت، نسل دوم ۱۱ تا ۱۵ تیر و نسل سوم ۱۹ تا ۲۴ مرداد بود. در حالی که بر اساس نتایج حاصل از تله‌های دلتا و استوانه‌ای‌شکل زمان کنترل لاروهای نسل اول در فاصله‌ی ۱۸-۲۲ اردیبهشت، نسل دوم ۱ تیرماه و نسل سوم ۱۲ تا ۱۶ مردادماه تعیین شد. مقایسه میانگین تیمارها نشان داد تله‌های قیفی با میانگین ۴۱/۰۰±۸/۶۴، ۲۶/۳۴±۳/۱۸، ۸۵/۱۹±۶۷/۳۷ و ۷۳/۶۷±۳/۸۹ عدد حشره‌ی کامل نر، به ترتیب در نسل‌های زمستانه، اول، دوم و سوم بیش‌ترین شکار و تله‌های استوانه‌ای با میانگین ۱۱/۳۴±۱/۲۰، ۵/۶۷±۱/۷۶، ۱۳/۶۷±۲/۷۳ و ۵۳/۶۷±۳/۱۶ عدد حشره‌ی کامل نر، به ترتیب در نسل‌های زمستانه، اول، دوم و سوم کم‌ترین شکار را داشتند.

واژه‌های کلیدی: کرم سیب، تله‌ی فرمونی، درجه-روز، سم‌پاشی.

مقدمه

سیب در زمره‌ی اولین میوه‌هایی می‌باشد که به دلیل اهمیت غذایی آن، از دوران ما قبل تاریخ مورد استفاده‌ی بشر قرار گرفته است. در حال حاضر نیز به عنوان یک محصول عمده‌ی اقتصادی در دنیا مطرح می‌باشد (Spuler *et al*., 1930; Hazem *et al*., 2010). کرم

سیب، *Cydia pomonella* L. (Lep.: Tortricidae)، یکی از مخرب‌ترین آفات درختان میوه محسوب می‌شود که در ابتدا در منطقه‌ی اوراسیا وجود داشت ولی طی دو قرن گذشته در سراسر جهان پراکنده شده است (Franck *et al*., 2007; Thaler *et al*., 2008). این آفت از آفات بسیار مهم و کلیدی باغات سیب محسوب می‌شود که به طور مرتب به سطح زیان اقتصادی می‌رسد و مبارزه علیه آن الزامی است (Voudouriu *et al*., 2011; Tyson *et al*., 2007). کرم سیب علاوه بر سیب، از گلابی، به و گاهی زردآلو، گردو و انار هم تغذیه می‌کند (Judd *et al*., 2005). لاروهای آفت پس از ورود به داخل میوه‌ی سیب از دانه‌ها تغذیه کرده و موجب ریزش میوه‌ها و کاهش ارزش اقتصادی و بازارپسندی میوه‌ها می شوند (Hicher *et al*., 2009; Hansen *et al*., 2004). کرم سیب در اکثر مناطقی که سیب کشت می‌شود دارای سه نسل در سال است ولی در مناطق کوهستانی دو نسل در سال دارد. نسل اول کرم سیب قادر به ایجاد خسارت به میوه نیست. اما لاروهای نسل دوم و سوم آن خسارت قابل‌توجهی به میوه وارد می‌کند (Radjabi *et al*., 2007). در مناطق مختلف جهان در اثر استفاده دراز مدت از حشره‌کش‌ها، افزایش مقاومت کرم سیب به حشره‌کش‌های شیمیایی مختلف گزارش‌شده است (Charmillot *et al*., 2005; Reyes *et al*., 2007; Stara & kocourek, 2007). وجود این مشکل و سایر مسائل مهم ناشی از کنترل شیمیایی از قبیل انهدام دشمنان طبیعی و اثرات سوء زیست محیطی، استفاده از روش‌های کنترل غیرشیمیایی این آفات و به ویژه تدوین یک برنامه مدیریت تلفیقی برای کنترل آن را امری اجتناب‌ناپذیر می‌کند. ردیابی آفات، مؤلفه‌ی اساسی در برنامه‌ی مدیریت آفات می‌باشد که می‌تواند اطلاعات قابل اعتماد و با ارزش برای پیش‌بینی زمان و میزان خسارت آفات ارائه دهد. برای برنامه‌ی پایش راهکارهایی ازجمله کاربرد تله‌ی فرمونی و روش روز-درجه وجود دارد (Durant *et al*., 1986; Knodel & Angello, 1990; Vincent *et al*., 1990; Delisle, 1992). تغییرات جمعیت کرم سیب را به منظور تعیین بهترین زمان مبارزه شیمیایی، با نصب تله‌های فرمونی، همچنین نمونه‌برداری از مراحل زمستان‌گذرانی آفت و با استفاده از تغییرات درجه حرارت می‌توان تحت بررسی قرارداد (Alston *et al*., 2010). بررسی بیواکولوژیک حشرات بالغ نشان داده است که شب‌پره‌های نر کرم سیب به طرف تله‌های حاوی فرمون جنسی ماده‌های باکره جلب می‌شوند (Hill *et al*., 2002). از سالیان قبل، تله‌های فرمونی جنسی به عنوان یک روش عمومی برای تعیین زمان مبارزه‌ی شیمیایی علیه کرم سیب در ایران مورد استفاده قرار گرفته اند (Radjabi *et al*., 2007). دما یک عامل غیرزنده تأثیرگذار روی پویایی جمعیت کنه‌ها، حشرات آفت و دشمنان طبیعی آن‌ها است (Huffaker *et al*., 1999). نرخ رشد و نمو کرم سیب به وسیله‌ی دمای محیطی کنترل می‌شود (Rock & Shaffer, 1983; Ranjbar Aghadam *et al*., 2009). روز-درجه مقدار دمای به دست آمده در بالاتر از دمای آستانه‌ی پایین رشد در طول یک شبانه روز می‌باشد. برای محاسبه‌ی روز-درجه چهار پارامتر شامل کمینه‌ی آستانه حرارتی، بیشینه‌ی آستانه حرارتی، کمینه و بیشینه‌ی دما در ۲۴ ساعت مورد نیاز است. رشد و نمو را می‌توان با جمع زدن روز-درجه بین دو آستانه دمایی در طول فصل برآورد کرد. تاریخ شروع جمع‌آوری درجه-روز به‌عنوان نقطه ثابت بیولوژیک یا Biofix (در واقع زمان وقوع یک پدیده‌ی بیولوژیک مانند اولین شکار در تله‌های فرمونی و تداوم آن) برای گونه‌های مختلف آفات متفاوت است (Amiri *et al*., 2014). باغداران منطقه به طور سنتی در سه مرحله بعد از ریزش گل‌ها، زمان فندقی شدن میوه‌ها و مرحله‌ی رنگ گرفتن میوه اقدام به سم‌پاشی علیه این آفت میکنند. همچنین هر ساله از طرف سازمان جهاد کشاورزی زمان مبارزه شیمیایی علیه کرم سیب در نسل‌های مختلف آن تعیین و از طریق آگهی‌های پیش‌آگاهی اعلام می‌شود. اجرای موفقیت‌آمیز راهبرد مدیریت تلفیقی این آفت نیازمند پیش‌بینی دقیق فنولوژی این حشره از طریق تعیین درجه-روز امکان‌پذیر است. همچنین تله‌های فرمونی با نشان دادن زمان اوج جمعیت حشرات کامل نر در هر نسل، بهترین زمان مبارزه‌ی شیمیایی را نشان می‌دهند.

مدل‌های پیش‌آگاهی کرم سیب در ایران از سال ۱۳۴۴ توسط داوچی و اسماعیلی به‌منظور کاستن دفعات سم‌پاشی برای کنترل کرم سیب بر اساس میزان ریزش گلبرگ‌ها و فنولوژی میوهٔ سیب پایه‌گذاری شد (Radjabi, 1986). این مدل‌ها به دلیل تنوع میزبان‌ها، تنوع ارقام هر میزبان و عکس‌العمل خاص هر میزبان و رقم به ویژگی‌های اقلیمی زیستگاه‌های مختلف به‌ویژه ارتفاع محل از سطح دریا،

قابل‌تعمیم به تمام مناطق دیگر نیستند (Ranjbar Aghdam, 2009). پژوهشگران دیگری از انواع تله‌های نوری، طعمه‌ای و فرمونی برای تعیین اوج فعالیت این آفت استفاده کردند و نوارهای چین‌دار مقوایی برای تعیین زمان خروج حشرات کامل از شفیره استفاده شد (Oloumi-Sadeghi & Esmaili 1980, Radjabi, 1986). از طرف دیگر اثبات‌شده است که نرخ رشد کرم سیب به‌طور عمده متأثر از دمای محیط است (Rock & Shaffer, 1983) و مقدار این نرخ برای هر یک از مراحل نابالغ کرم سیب تابعی از دما است (Riedl, 1983). بر این اساس مشخص‌شده است که میزان رشد هر یک از مراحل زیستی کرم سیب نسبت به سن تقویمی (بر اساس روزها) می‌تواند با دقت بیشتری با واحد سن فیزیولوژیک، یعنی روز- درجه یا ساعت - درجه بیان شود (Taylor, 1981; Tauber *et al*., 1986). در سالیان اخیر تحقیقات متعددی در زمینه پیش‌آگاهی کرم سیب انجام گرفته است. تغییرات جمعیت کرم سیب *Cydia pomonella* L. به منظور تعیین بهترین زمان مبارزه با نصب تله‌های فرمونی و همچنین نمونه‌برداری از مراحل زمستان گذرانی آفت، مرحله تخم، لارو و شفیرگی در دو باغ سیب واقع در دشت و کوهپایه در منطقه شیروان طی سال‌های ۱۳۷۸-۱۳۷۷ مورد مطالعه قرار گرفت (Asadi et al., 2002). Radjabi *et al*. (2007) طی دو سال بررسی در مناطق تویسرکان، سمنان، کرج و دونقطه سولقان و میگون در البرز مرکزی با استفاده از تله‌های فرمونی تعداد نسل، روند پرواز و تراکم جمعیت کرم سیب را به‌طور مقایسه‌ای روی سیب و گردو بررسی نمودند. به منظور تعیین مناسب‌ترین زمان کنترل شیمیایی کرم سیب با استفاده از محاسبه ثابت‌های حرارتی تحقیقی در سال زراعی ۱۳۸۹-۱۳۸۸ در باغ‌های سیب شهرستان بروجرد توسط Hatami *et al*. (2011) صورت گرفت. در یک بررسی نوسانات جمعیتی کرم به و کرم سیب در باغ‌های اصفهان با استفاده از تله‌های فرمونی سنتیتک مطالعه و تأثیر عوامل آب و هوایی بر تغییرات فصلی تراکم جمعیت آن‌ها بررسی گردید (Kermani *et al*., 2014). در یک بررسی دوساله بهترین زمان مبارزه شیمیایی بر علیه کرم سیب با استفاده از تله‌های فرمونی توسط Amiri *et al*. (2014) مورد مطالعه قرار گرفت. Ranjbar Aghdam (2015) کارایی دو نوع تله فرمونی بالی شکل و مثلثی شکل برای پیش آگاهی از فنولوژی کرم سیب در مقایسه با مدل پیش آگاهی بر مبنای محاسبه زمانی فیزیولوژیک (ساعت-درجه) را مورد ارزیابی قرار دادند. یک تحقیق دو ساله در استان کردستان در دو منطقه سقز و کامیاران برای تعیین مناسب‌ترین زمان کنترل کرم سیب بر مبنای محاسبه مقدار گرمای موثر ساعتی (GDH) انجام و برای این آفت در مناطق مورد بررسی دو نسل مشاهده گردید (Kamangar *et al*., 2018).

تحقیق حاضر به منظور تعیین مناسب‌ترین زمان کنترل شیمیایی کرم سیب با استفاده از تلفیق دو روش محاسبه‌ی ثابت حرارتی (برحسب درجه-روز) و استفاده از تله‌های فرمونی انجام گرفت. همچنین کارآیی سه نوع تله‌ی فرمونی قیفی، دلتا و استوانه‌ای شکل نیز با همدیگر مقایسه شد تا از کاربرد سم‌پاشی‌های بی‌رویه علیه این آفت کلیدی در منطقه مزبور جلوگیری و بهترین نوع تله برای استفاده در برنامه‌های پیش‌آگاهی این آفت مهم برای استفاده در کشاورزی توصیه شود.

مواد و روش‌ها

* باغ آزمایشی

بررسی مزبور در باغ آزمایشی به مساحت پنج هکتار واقع در روستای قم قلعه واقع در شهرستان مهاباد، استان آذربایجان غربی در سال ۱۳۹۵ انجام گرفت. باغ مورد نظر در طول جغرافیایی ۴۵ درجه و ۴۳ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۶ دقیقه شمالی واقع شده و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۳۲۰ متر می باشد. درختان باغ شامل ارقام گلدن و رد بود.

* تله فرمونی

از سه نوع تله‌ی فرمونی دلتا، قیفی و استوانه‌ای شکل برای ردیابی ظهور و اوج پرواز حشرات کامل نر در باغ آزمایشی استفاده شد. در هر تله از یک عدد کپسول پخش کننده فرمون جنسی ماده استفاده گردید. با بررسی محل‌های زمستان گذرانی لارو آفت در زیر پوستک

تنه و خاک پای درختان سیب، به محض مشاهده‌ی شفیره‌های آفت تله‌های فرمونی در سه قسمت باغ تعبیه شد. در هر قسمت از هر نوع تله یک عدد استفاده شد لذا آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام گرفت. تیمارهای مورد بررسی سه نوع تله‌ی فرمونی قیفی، دلتا و استوانه‌ای شکل بودند. در هر قسمت فاصله‌ی تله‌ها از همدیگر ۸۰ متر و ارتفاع آن‌ها ۱/۵ متر از سطح زمین بود. تعویض فرمون و چسب تله‌های مثلثی و استوانه‌ای نیز هر ماه یک بار صورت گرفت. آب تله‌های قیفی نیز هر ۱۵ روز یک بار تعویض شد. پروانه‌های نر شکار شده توسط تله‌ها در بعدازظهر روزهای شنبه و سه‌شنبه هر هفته شمارش و اطلاعات در جداول مربوطه ثبت شد. پس از هربار شمارش سطح چسب‌دار تله‌های مثلثی و استوانه‌ای از آفت پاک شد (در مورد تله‌های قیفی، حشرات نر موجود در آب تله خارج شد) و دوباره تله‌ها در جای خود قرار گرفتند. بدین ترتیب شروع اولین پرواز پروانه‌ها در فصل بهار، تعیین اوج پرواز پروانه‌ها در هر نسل آفت و تعداد نسل آفت در منطقه مورد نظر مورد مطالعه قرار گرفت و تعداد حشرات کامل شکار شده توسط هر نوع تله در هر نسل آفت تعیین شد. در این بررسی از فرمون اختصاصی کرم سیب به نام PH-227-1RR به شماره سریال ساخت 65.4094 تولیدی شرکت Russell استفاده شد. تاریخ تولید آنها سال ۲۰۱۵ و تاریخ انقضای آن ژانویه ۲۰۱۷ بود.

شکل ۱- تله مثلثی مورد استفاده در تحقیق (اصلی)

Figure 1. The delta trap used in the research (original)

* اطلاعات هواشناسی

در زمان بررسی اطلاعات هواشناسی مورد نظر شامل کمینه و بیشینه‌ی دمای روزانه از ایستگاه کشاورزی مکریان غربی شهرستان مهاباد دریافت شد. محاسبه‌ی درجه-روز از نسل اول (آستانه حرارتی ۱۰ درجه سلسیوس) انجام گرفت (Wildbolz, 1962).

* محاسبه‌ی درجه حرارت مؤثر روزانه

درجه‌ی حرارت بیشینه و کمینه‌ی روزانه از ایستگاه هواشناسی بدست آمد. تاریخ اولین شکار حشرات کامل نر به عنوان ثابت زیستی (Biofix) در نظر گرفته شد (Johnson *et al*., 2007; Alston et al., 2010) در این تاریخ مقدار روز-درجه معادل

صفر بوده و از آن تاریخ روز-درجه های روزانه با هم جمع شدند. آستانه حرارتی حداقل برای کرم سیب معادل ۱۰ درجه سلسیوس می باشد. لذا برای محاسبه روز-درجه از فرمول زیر استفاده شد (Mc Master and Wihelm, 1997):

درجه روز = [(درجه حرارت کمینه+ درجه حرارت بیشینه) ÷۲] -۱۰

شکل ۲- تله استوانه‌ای مورد استفاده در تحقیق (اصلی)

Figure 2. The cylindrical trap used in the research (original)

شکل ۳- تله قیفی مورد استفاده در تحقیق (اصلی)

Figure 3. The funnel shaped trap used in the research (original)

با استفاده از شمارش تله‌ها مشخص شد که در درجه حرارت ذکر شده چه تعداد پروانه کرم سیب نر در تله‌ها به دام افتاده است و سپس با استفاده از تعداد حشره شکار شده در هر نوع تله اقدام به تطبیق درجه حرارت شد.

* تجزیه و تحلیل دادها

برای تجزیه‌ی داده‌ها از نرم‌افزار SPSS و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون Tukey's HSD استفاده گردید. رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel- 2010 صورت گرفت.

نتایج و بحث

* روند شکار تله‌های مورد بررسی

نتایج حاصل از شکار تله‌های فرمونی کرم سیب نشان داد که شب‌پره‌های کرم سیب از تاریخ ۲۴ فروردین ماه به تله‌ها جلب شدند. این شب‌پره‌ها در واقع مربوط به لاروهای زمستان‌گذران بودند، به طوری که اولین شب‌پره‌ها به تله‌های دلتا و استوانه‌ای در تاریخ ۲۴ فروردین ماه جلب شدند و اولین شکار تله‌ی قیفی در تاریخ چهارم اردیبهشت ماه اتفاق افتاد (شکل ۴).

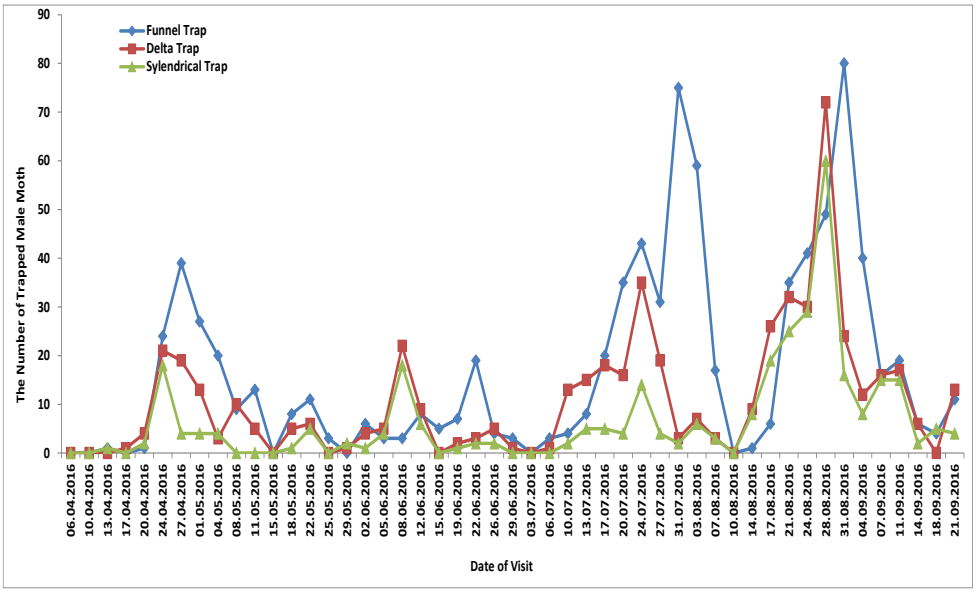
سیمای اکولوژیک دوره‌ی زندگی کرم سیب بازتابی از سازگاری‌های آن به دما، عرض جغرافیایی و کلیمای منطقه‌ای است که در آن دوره‌های گرما و سرمای طبیعت را تجربه می‌کند. دوره زندگی کرم سیب بر اثر سازگاری‌های دمایی مراحل زیستی فعال و در حال دیاپوز آن و واکنش به دوره نوری تنظیم می‌شود (Ranjbar Aghdam, 2015). در شرایط آب و هوایی اصفهان حشرات کامل نسل زمستانه کرم سیب در دوم فروردین ماه ظاهر شدند (Kermani *et al*., 2014). در حالی که Radjabi *et al*. (2007) ظهور اولین شب‌پره‌های کرم سیب به وسیله تله‌های فرمونی را در منطقه اصفهان در تاریخ ۱۵ فروردین گزارش کرده‌اند.

Eghtedar (1987) زمان ظهور شب‌پره‌های نسل اول کرم سیب در مناطق سردسیری استان فارس را از اواخر فروردین تا اوایل تیر گزارش کرده است در حالی که براساس نظر نامبرده در مناطق معتدل استان فارس، این ظهور در اواسط فروردین ماه می‌باشد. Asadi *et al*. (2014) زمان ظهور شب‌پره‌های کرم سیب جلب شده به تله‌های فرمونی را در منطقه شیروان ۲۵ فروردین گزارش کردند. Kot (2010) اظهار داشت که زمان ظهور شب‌پره‌های کرم سیب در کشور لهستان اواخر ماه می (اوایل خرداد) اتفاق افتاد، در حالی که براساس گزارش Stamekovic *et al*. (1999) در مناطق سیبری، پرواز شب‌پره‌ها در نیمه اول ماه می (اواسط اردیبهشت) شروع شد. اختلاف در زمان ظهور اولین شب‌پره‌های زمستان‌گذران کرم سیب در منطقه مهاباد با مناطق دیگر با توجه به وجود اختلاف در عرض جغرافیایی، کلیمای منطقه و ارتفاع از سطح دریا در منطقه مهاباد با مناطق دیگر قابل توجیه می‌باشد (Asadi *et al*., 2014).

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که با افزایش دما خروج حشرات کامل نر شکار شده به وسیله تله‌ها افزایش یافت. طبق بررسی‌های صورت گرفته در پژوهش حاضر فعالیت آفت بعد از رسیدن میانگین دمای روزانه به ۱۲ تا ۱۵ درجه‌ی سلسیوس شروع شده و با افزایش میانگین دما تعداد شکار تله‌ها افزایش یافت. Amiri *et al*. (2014) میانگین دمای روزانه‌ی ۱۵-۱۰ درجه سلسیوس را برای شروع فعالیت شب‌پره‌ها ضروری دانستند.

نمودار تغییرات شکار تله‌ها در طول تحقیق نشان دهنده وجود چهار نقطه اوج پرواز در شب‌پره‌ها بود (شکل ۴). اولین شب‌پره‌های کرم سیب در تاریخ ۲۴ فروردین به تله افتادند. به تدریج شکار تله‌ها افزایش یافته و در تاریخ چهارم اردیبهشت ماه در تله‌های دلتا و استوانه‌ای به اولین اوج خود رسید و بعد روند کاهشی مشاهده شد درحالی که در تله‌های قیفی اولین اوج در تاریخ هفتم اردیبهشت ماه مشاهده شد. دومین اوج در تله‌های قیفی، استوانه‌ای و دلتا به ترتیب در تاریخ‌های اول تیر ماه، هیجدهم خرداد ماه و هیجدهم خرداد ماه اتفاق افتاد و بعد تا ۱۵ تیرماه روند کاهش پیدا کرد. از این تاریخ به بعد به تدریج میزان شکار تله‌ها افزایش یافت به‌طوری

که در تله‌های قیفی، استوانه‌ای و دلتا سومین اوج پرواز در تاریخ‌های نهم مرداد ماه، دوم مرداد ماه و دوم مرداد ماه مشاهده شد و در هر سه تله در ۱۹ مرداد ماه به کمترین حد رسید. پس از این تاریخ، به تدریج میزان شکار تله‌ها افزایش یافته و در تله‌های قیفی، استوانه‌ای و دلتا چهارمین اوج پرواز به ترتیب در تاریخ‌های نهم شهریور ماه، ششم شهریور ماه و ششم شهریور ماه اتفاق افتاد و تا آخرین روز بررسی یعنی ۳۱ شهریور شکار تله‌ها ادامه داشت. نتایج این پژوهش نشان داد که در منطقه مورد بررسی (شمال مهاباد) کرم سیب دارای چهار اوج پرواز یا چهار نسل می‌باشد که زمان اوج فعالیت اول مربوط به نسل زمستان گذران (حشرات کامل حاصل از لاروهای زمستان گذران) می باشد که سم‌پاشی علیه لاروهای حاصل از تخم‌های گذاشته شده توسط این حشرات به‌عنوان اولین مبارزه شیمیایی در باغات سیب انجام می‌گیرد. با توجه به زمان لازم برای تخم‌گذاری و تفریخ تخم‌ها، بهترین زمان سم‌پاشی علیه این لاروها قبل از ورود آن‌ها به درون میوه‌ها یعنی حدود دو هفته بعد از اوج پرواز مربوط به شب‌پره‌های نسل زمستانه می‌باشد. سم‌پاشی دوم حدود ده روز بعد از اوج پرواز دوم و سم‌پاشی سوم حدود ده روز بعد از اوج شکار سوم انجام می‌گیرد. لازم به ذکر است با توجه به این که آخرین اوج پرواز در تله‌های فرمونی مورد بررسی در اواسط شهریور ماه اتفاق افتاد و به دلیل برداشت سیب در اواخر شهریور و نیز کاهش دما و طول روز، به نظر می رسد که این نسل خسارت قابل توجهی در روی میوه سیب ایجاد نمی‌کنند و سم‌پاشی علیه این نسل اغلب انجام نمی گیرد ولی در صورت برداشت دیرتر از موعد محصول و مساعد بودن شرایط دمایی محیط، سمپاشی بر علیه این نسل نیز قابل توصیه می باشد.



شکل ۴- روند شکار حشرات نر کرم سیب توسط تله‌های قیفی، دلتا و استوانه‌ای در منطقه‌ی مهاباد در سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۴

Figure 4. The trend of capturing of male codling moth by funnel, delta and cylindrical traps in Mahabad region in 2016.

بررسی نوسانات جمعیت کرم سیب در منطقه مورد آزمایش (شکل ۴) نشان داد که این نوسانات با نتایج حاصل از بررسی‌های Kermani *et al*. (2014) مطابقت داشت. به طوری که در بررسی نامبردگان نیز میزان جلب تله‌های فرمونی در اواخر فصل (شهریور) بیش تر از سایر زمان ها بود که در پژوهش حاضر نیز چنین نتایجی مشاهده شد. پژوهش حاضر نشان داد که کرم سیب در منطقه مورد مطالعه بعد از نسل زمستان گذران، سه نسل داشت که نسل آخر ناقص بوده و لاروهای این نسل فرم زمستان گذران این آفت را

تشکیل دادند. همچنین در سایر مناطق مانند کرج، اصفهان و گرگان نیز نسل سوم ناقص گزارش شده است. در اوین (تهران) نیز دو نسل کامل و نسل سوم ناقص بود، در حالی که در دماوند تهران یک نسل کامل و نسل دوم ناقص گزارش شده است (Radjabi *et al*., 1980). همچنین تعداد نسل کرم سیب در شهرستان بوانات استان فارس سه نسل کامل می‌باشد (Amiri *et al*., 2014). این اختلاف می‌تواند به متفاوت بودن مناطق مورد بررسی از لحاظ کلیما و ارتفاع از سطح دریا مربوط باشد که دمای منطقه را تحت تاثیر قرار می دهند. این آفت در سایر کشورها مانند لهستان و کرواسی نیز دو نسل در سال داشت (Kovacevic, 1952; Maceljski, 1999; Ciglar, 1998). به طور کلی دما از جمله مهم‌ترین عوامل زیست محیطی مؤثر بر رشد و نمو و تولیدمثل در حشرات است (Naranjo *et al*., 1999) که به همراه رطوبت نسبی نقش حیاتی در میزان نوسانات جمعیت آفت دارد (Asif-Zulfiqar *et al*., 2010).

با توجه به وجود زنبوران تریکوگراما در باغات سیب منطقه، اهمیت کاهش دفعات سم‌پاشی و استفاده از مدیریت تلفیقی کرم سیب به نظر می رسد به دلیل تراکم بالای آفت در اواخر تابستان کاهش تعداد دفعات سم‌پاشی در فصل بهار و انجام مبارزه شیمیایی در آخر فصل تابستان تلفات کنترلی مناسبی روی این عوامل ایجاد کرده و در کنترل آفت مؤثرتر عمل کنند. این نکته از آن جا حایز اهمیت است که زنبوران پارازیتوئید تریکوگراما اغلب در طول فصل بهار فعال هستند. ضمن این که سم‌پاشی در اواخر تابستان جمعیت لاروهای زمستان‌گذران آفت را به شدت کاهش داده و از تراکم آفت در سال بعد خواهد کاست، که این سم‌پاشی اغلب نادیده گرفته می‌شود.

* درجه حرارت مؤثر روزانه

در این پژوهش بر اساس نتایج حاصل از آمار تله‌های فرمونی دلتا، استوانه‌ای و قیفی شکل و ثبت اوج پرواز شب‌پره و نیز تعیین مجموع دمای موردنیاز کرم سیب برای رسیدن به زمان اوج پرواز شب‌پره در نسل‌های مختلف، درجه حرارت مؤثر روزانه به روش (Mc Master & Wihelon, 1997) محاسبه و نتایج آن در جدول (۱) ارائه شده است. بر اساس نظر Ranjbar Aghdam (2009) محاسبه مجموع درجه حرارت روزانه از زمان بیوفیکس به دلیل قرار گرفتن در بازه‌ی زمانی کوتاه‌تر دقیق می‌باشد. نتایج پژوهش حاضر نشان داد زمان اوج پرواز در دو نوع تله‌ی استوانه‌ای و دلتا مشابه هم و با تله‌ی قیفی متفاوت بود. نتایج نشان داد که بر اساس داده‌های تله‌ی قیفی، مجموع کل نیاز گرمایی کرم سیب تا زمان اوج پرواز شب‌پره‌های حاصل از لاروهای زمستان گذران ۸۲/۴ روز-درجه و زمان شروع اولین سم‌پاشی ۱۶۸/۳ روز-درجه بود. بر اساس نتایج داده‌های تله‌های دلتا و استوانه‌ای‌شکل، مجموع کل نیاز گرمایی کرم سیب تا زمان اوج پرواز شب‌پره‌های حاصل از لاروهای زمستان‌گذران ۶۰ درجه روز و زمان شروع اولین سم‌پاشی ۱۵۴/۲ درجه روز بود (جدول ۱). مجموع نیاز گرمایی کرم سیب از تاریخ بیوفیکس تا زمان مبارزه‌ی اول برابر اعلام سازمان جهاد کشاورزی استان آذربایجان غربی، ۲۳۳/۴۰ درجه روز می‌باشد. همچنین Rajdabi (1986) اولین کنترل شیمیایی را ۲۷۰ روز درجه، Hatami *et al*. (2011) ۱۴۴/۳ روز درجه، Daneshnia *et al*. (2012) ۱۷۵ روز درجه و Amiri *et al*. (2014) ۱۵۵ روز درجه گزارش کردند. تفاوت‌های مشاهده شده در گزارش‌های پژوهشگران با یکدیگر و با بررسی حاضر احتمالاً ناشی از روش‌های مختلف محاسبه تعیین مجموع دماهای مؤثر، تفاوت در مقادیر آستانه پایین و بالای دما و نیز تفاوت در روش‌ها و ابزارهای ثبت دما در مناطق مورد بررسی می‌باشد.

براساس داده‌های تله‌های قیفی مجموع کل نیاز گرمایی کرم سیب تا زمان اوج دوم (اوج پرواز نسل اول) و زمان دومین مبارزه‌ی شیمیایی به ترتیب ۵۸۱/۷ و ۷۲۲ روز درجه بود. مجموع کل نیاز گرمایی کرم سیب تا زمان اوج دوم و زمان دومین مبارزه‌ی شیمیایی براساس داده‌های حاصل از تله‌های دلتا و استوانه با همدیگر برابر و به ترتیب برابر ۴۳۵/۵ و ۵۳۸/۱ روز درجه بود (جدول ۱). در حالی که مجموع نیاز گرمایی کرم سیب تا زمان دومین مبارزه‌ی شیمیایی در استان آذربایجان غربی و شهرستان مهاباد براساس اعلام

سازمان جهاد کشاورزی استان برابر ۶۵۹/۵ روز-درجه بود. همچنین Amiri *et al.* (2014) میزان نیاز گرمایی کرم سیب در زمان دومین مبارزه‌ی شیمیایی را ۷۲۰ روز-درجه و Daneshnia *et al.* (2012) در طی دو سال بررسی ۷۷۰ روز-درجه (در سال ۱۳۹۰) و ۷۶۶/۵ روز-درجه (در سال ۱۳۸۸) محاسبه کردند. روش‌های مختلف محاسبه تعیین مجموع دماهای مؤثر روزانه و وجود اختلاف در روش‌ها و ابزارهای ثبت دما اختلافات اشاره شده را توجیه می‌نماید. داده‌های تله‌های فیفی نشان داد که مجموع کل نیاز گرمایی کرم سیب تا زمان سومین اوج پرواز (پیک پرواز نسل دوم) و زمان سومین سم‌پاشی به ترتیب ۱۱۵۴/۱ و ۱۳۰۱/۹ روز-درجه و برای دو تله استوانه‌ای و دلتا با همدیگر برابر و به ترتیب برابر ۱۰۵۴/۴ و ۱۱۹۸ روز-درجه بود (جدول ۱) که بر اساس اعلام سازمان جهاد کشاورزی استان آذربایجان‌غربی، میزان نیاز گرمایی کرم سیب تا زمان سومین مبارزه‌ی شیمیایی در شهرستان مهاباد برابر ۱۱۵۱/۳ روز درجه بود. Amiri *et al.* (2014) میزان نیاز گرمایی کرم سیب در زمان سومین مبارزه‌ی شیمیایی را ۱۳۳۶ روز-درجه اعلام کردند. لازم به ذکر است نیاز گرمایی کرم سیب در زمان سومین اوج پروازی و سومین مبارزه شیمیایی کم‌تر مورد بررسی قرار گرفته است.

جدول ۱ - میزان درجه‌ی حرارت مؤثر روزانه‌ی محاسبه شده در زمان‌های مختلف دوره‌ی فعالیت کرم سیب در منطقه‌ی مهاباد و مقایسه با برخی پژوهش‌های دیگر

Table 1. Effective degree-day calculated during different periods of activity of codling moth in Mahabad region and compared with some other researches

Indices	Funnel Trap (degree-day)	Delta Trap (degree-day)	Sylendrical Trap (degree-day)	Statement by the Ministry of Agriculture (degree-day)	Amiri *et al.* (2014) (degree-day)	Daneshnia *et al.* (2012) (degree-day)	Hatami *et al.* (2011) (degree-day)
First flight peak	27.04.2016 (82.4)	24.04.2016 (60)	24.04.2016 (60)				129.3
Control Time	11.05.2016 (168.3)	08.05.2016 (154.2)	08.05.2016 (154.2)	23.05.2016 (233.4)	155	172	144.3
Second flight peak	22.06.2016 (581.7)	08.06.2016 (435.5)	08.06.2016 (435.5)				
Control Time	02.07.2016 (722)	18.06.2016 (538.1)	18.06.2016 (538.1)	02.07.2016 (659.5)	720	(2011) 770 (2009) 766.5	
Third flight peak	31.07.2016 (1154.1)	28.07.2016 (1054.4)	28.07.2016 (1054.4)				
Control Time	10.08.2016 (1301.9)	03.08.2016 (1198)	03.08.2016 (1198)	05.08.2016 (1151.3)	1336		

* بررسی تأثیر نوع تله‌ی فرمونی در شکار شب‌پره‌ها

نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌های مربوط به تعداد حشرات شکار شده توسط تله‌های مورد بررسی در نسل‌های مختلف کرم سیب در منطقه مورد آزمایش در جدول (۲) ارائه شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود در همه نسل‌ها، اختلاف بین تیمارهای آزمایشی معنی‌دار بود ($P<۰/۰۵$).

بر اساس نتایج حاصل، در نسل زمستانه‌ی کرم سیب تله‌های فیفی با میانگین جلب ۸/۶۳±۴۱/۰۰ عدد حشره کامل جنس نر کرم سیب، بیش‌ترین جلب‌کنندگی را داشتند و تله‌های دلتا و استوانه‌ای به ترتیب با میانگین ۴/۶۷±۲۳/۶۷ و ۱/۲۰±۱۱/۳۴ عدد حشره جلب شده در رتبه‌های بعدی قرار داشتند (جدول ۳).

جدول ۲- تجزیه‌ی واریانس داده‌های مربوط به شب‌پره‌های نر کرم سیب جلب شده به هر تله در طی چهار نسل مورد بررسی

Table 2. Analysis of variance of data of attracted male moth of codling moth to each trap during four generations

Source of variance	Degree of freedom	Mean Squares			
		Winter Generation	First Generation	Second Generation	Third Generation
Repeat	2	2.293 ^{ns}	1.560	2.121	1.233
Treatment	2	13.321*	12.204**	45.013*	13.492*
Error	4	1.947	1.052	6.006	2.233
C.V.		14.43%	13.18%	19.06%	8.81%

* and ** are significant at 0.05 and 0.01 levels, respectively.

جدول ۳- مقایسه میانگین ± انحراف معیار تعداد شب‌پره‌های نر کرم سیب جلب شده به هر تله در طی چهار نسل مورد بررسی

Table 3. Mean (±SE) comparison of the number of attracted male moth of codling moth to each trap during four generations.

Kind of Trap	Mean(±SE)			
	Winter Generation	First Generation	Second Generation	Third Generation
Delta Trap	23.67±4.67 ab	18.34±3.76 a	42.34±4.98 ab	63.67±3.72 b
Sylendrical Trap	11.34±1.20 b	5.67±1.76 b	13.67±2.73 b	53.67±3.16 b
Funnel Trap	41.00±8.63 a	26.34±3.18 a	85.67±19.37 a	73.67±3.89 a

Means followed by the same letters in each column are not significantly different (P = 0.05, Tukey's HSD).

در نسل اول نیز تله‌ی قیفی با میانگین۳/۱۸±۲۶/۳۴ عدد، بیشترین تعداد حشره کامل جنس نر کرم سیب را جلب نمود ضمن اینکه تله‌ی دلتا نیز با میانگین ۳/۷۶±۱۸/۳۴ عدد حشره کامل جنس نر جلب شده به آن، با تله‌ی قیفی از لحاظ آماری در یک گروه قرار گرفتند. در این نسل تله‌ی استوانه‌ای با میانگین ۱/۷۶±۵/۶۷ عدد حشره کامل جلب شده به آن، کمترین جلب‌کنندگی را از خود نشان داد (جدول ۳). نتایج حاصل از مقایسه‌ی میانگین تعداد حشرات کامل جنس نر جلب شده به تله‌های آزمایشی در نسل دوم (جدول ۳) نشان داد که تله‌ی قیفی با میانگین ۱۹/۳۷±۸۵/۶۷ عدد حشره‌ی کامل جنس نر جلب شده، بیشترین کارایی و جلب‌کنندگی را داشت و تله‌های دلتا و استوانه‌ای نیز به ترتیب با میانگین ۴/۹۸±۴۲/۳۴ و ۲/۷۳±۱۳/۶۷ عدد حشره کامل جنس نر جلب شده در رتبه های بعدی قرار داشتند.

بر اساس مقایسه‌ی میانگین‌ها در نسل سوم تله‌های قیفی با میانگین ۳/۸۹ ±۱۰۳/۶۷ عدد حشره نر جلب شده بیشترین جلب-کنندگی را داشته و دو تله‌ی دلتا و استوانه‌ای با قرار گرفتن در یک گروه آماری به ترتیب ۳/۷۲±۶۳/۶۷ و ۳/۱۶ ± ۵۳/۶۷ عدد شب‌پره نر کرم سیب را جلب نمودند (جدول ۳). نتایج تحقیق حاضر نشان داد که در هر چهار نسل کرم سیب تله‌های قیفی بیشترین جلب-کنندگی و تله‌های استوانه‌ای کمترین جلب‌کنندگی را از خود نشان دادند همچنین در سه نسل تله‌های دلتا و قیفی با قرار گرفتن در یک گروه آماری از لحاظ عملکرد اختلاف معنی‌داری با همدیگر نشان ندادند ولی در نسل سوم این دو نوع تله در گروه‌های آماری متفاوتی قرار گرفتند.

وجود اختلاف در کارایی تله‌های فرومونی مختلف توسط پژوهشگران دیگر از جمله Salari *et al*. (2011)، Zamani *et al*. (2012) و Ranjbar Aghdam (2015) نیز گزارش شده است. با توجه به این که بر اساس نتایج حاصل از پژوهش حاضر، تعداد شب‌پره‌های شکار شده توسط تله‌های قیفی به طور معنی‌داری بیش‌تر از تله‌ی استوانه‌ای بود بنابراین تله‌ی قیفی در پایش جمعیت کرم سیب مؤثرتر از تله‌ی استوانه‌ای عمل کرد. البته لازم به ذکر است که در نسل سوم تله‌ی استوانه‌ای از لحاظ عملکرد تفاوت معنی‌داری با تله‌ی دلتا نداشت. به نظر می‌رسد شکل و رنگ تله و نیز کاهش عملکرد سطح چسبناک می‌تواند بر عملکرد تله‌های استوانه‌ای و دلتا مؤثر باشد

(Athanassion *et al*., 2007; Reddy *et al*., 2011). کارایی بالاتر تله‌های دلتا در مقایسه با تله‌های بالی‌شکل توسط Ranjbar Aghdam (2015) گزارش شده است. Salari *et al*. (2011) یک بررسی کارایی سه نوع تله‌ی فرومونی دلتا، بالی‌شکل و استوانه‌ای را بررسی کردند و دریافتند که تله‌ی دلتا با بیش‌ترین شکار به عنوان بهترین تله برای شکار پروانه نر کرم آلو می‌باشد. براساس مطالعات Fallahzadeh *et al*. (2000) تله‌ی بالی‌شکل مناسب‌ترین تله برای شکار پروانه تخم‌خوار سیب بود. Ghobari *et al*. (2009) در مورد پروانه جوانه خوار بلوط *Tortrix virdana* L. نشان دادند که تله‌های لوله‌ای، مستطیلی و دلتا نسبت به تله‌های بالی بهتر عمل کرده و در سطح بالاتری از نظر کارایی قرار داشتند. Askary *et al*. (2000) در مورد پروانه جوانه‌خوار بلوط دریافتند که تله‌های دلتا و لوله‌ای بهترین عملکرد را در میزان جلب و شکار این آفت دارا بودند. براساس مطالعات فصلی Vincent *et al*. (1990) تفاوت معنی‌داری بین تعداد کرم‌های به دام افتاده در تله‌های قیفی و استوانه‌ای وجود داشت. به طور کلی سه معیار را برای ارزیابی انواع مختلف تله در شکار کرم سیب بیان شده است که شامل تعداد کل شب‌پره‌های به دام افتاده‌ی فصلی، حداکثر شب‌پره‌های به دام افتاده‌ی فصلی در نسل زمستانه و تاریخ اولین شکار می باشد. نتایج بدست آمده در این مطالعه نشان داد که تعداد کل شب‌پره‌های به دام افتاده‌ی فصلی در تله‌های قیفی به طور معنی‌داری بیش‌تر از تله‌های استوانه‌ای است ولی اختلاف معنی‌داری با تله‌های دلتا نداشت. حداکثر تعداد شب‌پره به دام افتاده فصلی در نسل اول برای تله‌های قیفی ۳۶ عدد به ازای هر تله بود که بیش تر از سایر تله ها بود.

در راستای شاخص سوم تله‌های دلتا و استوانه‌ای زودتر از تله‌های قیفی، شب‌پره‌ها را به خود جلب نمود (به میزان ۰/۳۳ عدد شب‌پره بر تله در تاریخ بیست و چهارم فروردین) که اگر این شکار را نادیده گرفته شود در همه تله‌ها در روز دوم اردیبهشت ماه شکار شروع شد. بنابراین با در نظر گرفتن شاخص‌های سه‌گانه‌ی مزبور برای پایش جمعیت شب‌پره‌های کرم سیب، به نظر می رسد تله‌های قیفی و دلتا مناسب‌تر از تله‌های استوانه‌ای باشند.

نتایج تحقیق نشان داد که زمان ظهور شب‌پره‌های حاصل از لاروهای زمستان‌گذران کرم سیب در منطقه شمال مهاباد در سال زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۵ اواخر فروردین بوده و در طول فصل، چهار نقطه‌ی اوج برای این شب‌پره مشاهده شد. نتایج حاصل از تله‌های فرمونی دلتا و استوانه‌ای با همدیگر مشابه بود همچنین مشخص شد که تله‌های قیفی شکار بیش تری نسبت به تله‌های دلتا و استوانه‌ای داشتند. کرم سیب در منطقه مورد بررسی دارای یک نسل زمستان‌گذران، دو نسل کامل و یک نسل ناقص بود. جمعیت کرم سیب در باغ آزمایشی در نسل‌های اول کم‌تر از نسل زمستانه و نسل دوم و سوم بود و به نظر می‌رسید در این نسل نیازی به مبارزه شیمیایی علیه کرم سیب در باغ مورد نظر نبود. جمعیت کرم سیب در نسل سوم در مقایسه با نسل اول و دوم بسیار زیاد بود.

منابع

Alston, D., Marion, M. & Reding, M. 2010. Codling moth (Cydia pomonella). Published by Utah state university Extension and Utah Plant Pest Diagnostic Laboratory. Available from URL: http://extension .usu.edu/files/pubilcations/factsheet/codling-moths06. (accessed 13 June 2010).

Amiri, R., Shojaaddini, M., Motazedian, N. & Zibayee, K. 2014. Degree-day and pheromone traps in control timing of codling moth, *Cydia pomonella* L. (Lep.: Olethreutidae). *Agricultural Pest Management*, 1: 34-40. (in Persian with English abstract)

Asadi, G.A., Gholami, M. & Lakzian, A. 2002. The study of seasonal flight activity of *Cydia pomonella* L. and determination of spraying time in Shirvan region. *Journal of Agricultural Science and Natural Resources*, 8: 159-170. (in Persian with English abstract)

Askary, H., Zargaran, M., Alemansoor, H., Mansour Ghazi, M., Barimani, M. H., Tabrizian, M., Ajam, J.A.M. & Hassany, M. 2009. Evaluation of trap shape and pheromone dispensers in capturing male *Tortrix viridana* (Lep.: Tortricidae). *Applied Entomology and Phytopathology*, 87: 33-50. (in Persian with English abstract)

Athanassion, C.G., Kavallieratos, N.G., Gakis, S.F., Kyrtsa, L.A., Mazomenos, B.E. & Gravanis, F.T. 2007. Influence of trap type, trap colour, and trapping location on the capture of the pine moth, *Thaumetopoea pityocampa*. *Netherlands Entomological Society*, 122: 117-123.

Charmillot, P.J., Pasquier, D. & Briand, D. 2005. Resistance du carpocapse *Cydia pomonella* aux insecticides. REV. Suisse viticulture *Arboricuture Horticulture*, 37: 123-127.

Ciglar, I. 1998. *Integrirana Zastita Vocnjaka i Vinograda (Integrated Pest Management in Orchards and Vineyards)*. Zrinski, Cakoves, Croatia.

Daneshnia, S.N. & Alichi, M. 2012. Determining the appropriate spray time for *Cydia pomonella* (Lep.: Tortricidae) in apple orchards using sex pheromone and degree day in Khanehzenyan Fars. *Plant Protection Journal*, 4: 37-44. (in Persian with English abstract)

Delisle, J. 1992. Monitoring the seasonal male flight activity of *Choristoneura rosaceana* (Lepidoptera: Tortricidae) in eastern Canada using virgin females and several pheromone blends. *Environmental Entomology*, 21: 1007-1012.

Durant, J.A., Manley, D.G. & Carde, R.T. 1986. Monitoring of the European corn borer (Lepidoptera: Pyralidae) in South Carolina using pheromone traps. *Journal of Economic Entomology*, 79: 1539-1543.

Eghtedar, E. 1987. Some researches on codling moth in Fars province. *Applied Entomology and Phytopathology*, 55: 99-109. (in Persian with English abstract)

Fallahzadeh, M., Shojai, M., Tabrizian, M. & Ostovan, H. 2000. Effect of color and design of the traps, dosage of pheromone component in rubber capsules and trap height on the efficiency of *Cydia pomonella* pheromone traps. *Journal of Agricultural Science*, 6: 77-90. (in Persian with English abstract)

Franck, P., Reyes, M., Olivares, J. & Sauphanor, B. 2007. Genetic architecture in codling moth populations: comparison between microsatellite and insecticide resistance markers. *Molecular Ecology*, 16: 3554-3564.

Ghobari, H., Goldansaz, S.H. & Askari, H. 2009. Investigation of some effective factors in the efficiency of pheromone traps of oak leaf roller moth *Tortrix viridana* L. (Lep.: Tortricidae) in Kurdistan province. *Journal of Sciences and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 13: 263-273. (in Persian with English abstract)

Hansen, J.D., Wang, S. & Tang, J. 2004. Accumulated lethal time model to evaluated efficacy of heat treatments for codling moth *Cydia pomonella* in cherries. *Journal of Postharvest Biology and Technology*, 33: 309-317.

Hatami, N., Radjabi, G. & Goldasteh, S. 2011. The most suitable time for chemical control of *Cydia pomonella* L. by using two-sided thermal equilibrium calculations. *Second National Conference on Pest Management*, Kerman, Iran. 23-24 September. (in Persian with English abstract)

Hazem, D., Sauphanor, B. & Capowize, Y. 2010. Effect of codling moth exclusion nets on the rosy apple aphid, *Dysaphis plantaginer* and it control by natural enemies. *Journal of Crop Protection*, 29: 1502-1513.

Hicher, A., Vandevan, R., Williams, D.G. & Penfold, N. 2009. Monitoting codling moth *Cydia pomonella* (Lep: Tortricidae) in Victorian pomes fruit orchards with pear ester. *Journal of General and Applied Entomology*, 38: 57-64.

Hill, R.L. & Gouraly, A.H. 2002 Host rang testing, introduction and establishment of *Cydia succedana* (Lep: Tortricidae) for biological control of gorse, Ulex europaeus in New Zealand. *Journal of Academic Press Biological Control*, 25: 173-186.

Huffakev, C., Betryman, A. & Turchin, P. 1999. Dynamics and regulation of insect populations, pp 269-305, In Huffakev. C. B. and Gutierrez, A. P. (Eds.) *Ecological Entomology*. Wiley, New York.

Johnson, D., Bessin, R. & Townsend, L. 2007. Predicting insect development usin degree days. Available from URL: http://www.ca.uky.edu/entomology/entfacts/ef123.asp, Entfact123, (accessed 16 February 2008).

Judd, G.J.R. & Gradiner, M.G.T. 2005. Towards eradication of codling moth in British Colombia by complimentary actions of mating disruption, tree banding and sterile insect technique. Five year study in organic orchards. *Journal of Crop Protection*, 24: 718-723.

Kamangar, S., Ranjbar Aghdam, H. & Bahrami Kamangar, S. 2018. Determination of the best times for control the codling moth, *Cydia pomonella*, based on the estimation of thermal units (GDH). *Proceeding of the 23rd Iranian Plant Protection Congress*, 27-30Aug., Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources.

Kermani, P., Farazmand, H., Karimzadeh, J. & Avand-Faghih, A. 2014. The population fluctuations of *Euzophera bigella* (Zeller) and *Cydia pomonella* (L.) at quince orchards. *Journal of Entomological Research*, 6: 161-171. (in Persian with English abstract)

Knodel, J.J. & Agnello, A.M. 1990. Field comparison of nonsticky and sticky pheromone traps for monitoring fruit pests in New York. *Journal of Economic Entomology*, 83: 197-204.

Kot, I. (2010). Monitoring of codling moth (*Cydia pomonella*) in apple orchards using two methods. *Journal of Plant Protection Research*, 50: 220-223.

Kovacevic, Z. 1952. *Applied Entomology*. 2nd ed. University of Zagreb, Zagreb, Croatia.

Maceljski, M. 1999. *Poljoprivredna Entomologija (Agricultural entomology)*. Zrinski, Cakovec, Croatia.

Mcmaster, G.S. & Wilhelm, W.W. 1997. Growin degree-days: one equation, two interpretations. *Agricultural and Forest Meteorology*, 87: 291-300.

Naranjo, S.E., Gibson, R.L. & Walgenbach, D.D. 1990. Development, Survival, and Reproduction of *Scymnus frontalis* (Coleopteran: Coccinellidae), an Imported Predator of Russian Wheat Aphid, at Four Fluctuating Temperatures. *Annals of the Entomological Society of America*, 83: 527-532.

Negri, R.M. & Bernik, D.L. 2008. Tracking the sex pheromone of codling moth against a black ground of host volatiles with an electronic nose. *Journal of Crop Protection*, 27: 1295-1302.

Oloumi-Sadeghi, H. & Esmaili, M. 1980. Population fluctuation study of the codling moth, *Laspeyresia pomonella* (L.) to determine the best time of control. *Iranian Journal of Agricultural Science*, 3(1-4): 83-112. (in Persian with English abstract)

Radjabi, G., Dastgheyb Beheshti, N., Akrami, F. & Bayat Asadi, H. 1980. Investigating the possibility of controlling the population of codling moth using chemical control with the first generation in different parts of the country. *Applied Entomology and Phytopathology*, 48: 28-37. (in Persian with English abstract)

Radjabi, G. 1986. *Insects attacking rosaceous fruit trees in Iran*. Irannian Research Institute of Pest and Disease of Plant, Tehran, Iran.

Radjabi, G.H., Maalmir, A. & Naaderian, H. 2007. Comparative study of the number of generations, flight span and population density of codling moth in walnut and apple orchards in vatious altitudes of Iran. *Applied Entomology and Phytopathology*, 74: 113-125. (in Persian with English abstract)

Ranjbar Aghdam, H. 2009. *Using temperature–dependent phenology in providing forecasting model of codling moth (Lepidiotera: Tortricidae).* Ph.D. thesis, Tarbiat Modares University, Tehran. (in Persian with English abstract)

Ranjbar Aghdam, H. 2015. Are pheromone traps applicable to forecast an insect pest phenology? A case study on codling moth. *Journal of crop Protection*, 4: 121-130. (in Persian with English abstract)

Reddy, G.V.P., Balakrishnan, S., Remolona, J.E., Kikuchi, R. & Bamba, J.P. 2011. Influence of trap type, size, color, and trapping location on capture of *Rhabdoscelus obscurus* (Coleopteran: Curculinidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 104: 294-603.

Reyes, M., Franck, P., Charmillot, P.J., Ioriatti, C., Olivares, J., Pasqualini, E. & Sauphanor, B. 2007. Diversity of insecticide resistance mechanisms and spectrum in European populations of codling moth, *Cydia pomonella*. *Pest Management Science*, 63: 890-902.

Rock, G.C. & Shaffer, P.L. 1983. Development rates of codling moth (Lepidoptera: Olethreutidae) reared on apple at four constant temperatures. *Environmental Entomology*, 12: 831-834.

Salari, A., Fallahzadeh, M. & Tabrizian, M. 2011. The effects of some factors on the efficiency of pheromone traps of *Grapholita funebrana* (Lep.: Tortricidae) in Fars province, Iran. *Plant Protection Journal*, 3: 99-109. (in Persian with English abstract)

Simon, S., Defrance, H. & Sauphanor, B. 2007. Effect of codling moth management on orchard arthropods. *Journal of Agriculture Ecosystems and Environment*, 122: 340-348.

Spuler, A. 1930. Codling moth activity in the Wenatchee Valley as shown by trap records. *Journal of Economic Entomology*, 23: 803-809.

Stamenkovic, S., Milenkovic, S. & Stamenkovic, T. 1999. Population dynamics of summer fruit tortix moth *Adoxophyes orana* F.V.R (Lepidoptera, Tortricidae) in western Serbia. *Bulletin OILB SROP*, 2: 177-181.

Stara, J. & Kocourek, F. 2007. Insecticidal resistance and cross-resistance in population of *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae) in central Europe. *Journal of Economic Entomology*, 100: 1587-595.

Tyson, R., Thistlewod, H. & Judd, G.J.R. 2007. Modling dispersal of sterile male codling moths *Cydia pomonella*, across orchards boundaries. *Journal of Ecological Modeling*, 205: 1-12.

Vincent, C., Mailloux, M., Hagley, E. A. C., Reissig, W. H., Coli, W. M. & Hosmer, T. A. 1990. Monitoring of the codling moth (Lepidoptera: Olethreutidae) and oblique banded leafroller (lepidoptera: Totricidae) with sticky and nonsticky traps. *Journal of Economic Entomology*, 83: 434-440.

Voudouris, C.C.H., Sauohanor, B., Franck, P., Reyes, M., Mamuris, Z., Tsitsipis, J.A., Vontas, J., & Margaritopoulos, J. 2011. Insecticide resistance status of the codling moth *Cydia pomonella* from Greece. *Journal of Pesticide Biochemistry and Physiology*, 100: 229-238.

Zamani, Z., Khajehali, J. & Sabzalian, M.R. 2012. Influence of trap type, trapping location and cardinal direction on the capture of the pistachio twig borer moth, *Kermania pistaciella* Amsel. (Lep.: Tineidae) in Isfahan. *Plant Pest Research*, 2: 53-62. (in Persian with English abstract)

Plant Protection Journal
(Islamic Azad University, Shiraz Branch)
2018 – **9** (**3**) : 247-261

Determining the most appropriate chemical control time for codling moth, *Cydia pomonella* (Lepoptera: Tortricidae), using pheromone traps and day-degree in Mahabad region

Limo Khatami, Akbar Ghasemi-Kahrizeh*, Abbas Hosseinzadeh
(*) Department of Plant Protection, Mahabad Branch, Islamic Azad University, Mahabad, Iran., ghassemikahrizeh@gmail.com

Abstract
Codling moth, *Cydia pomonella* L. (Lepoptera: Tortricidae), is the key pest of apple orchards in Mahabad and West Azarbaijan province. To determine the best spraying time, male adults' emergence was studied in Mahabad during 2016. Three types of delta, cylindrical and funnel-shaped traps were used in an apple orchard (5 hectare) in a randomized complete block design. The efficiency of three style pheromone traps was compared. According to the data obtained from regional weather station and larval activity, degree-day model was prepared. It was found that adults appeared in late spring and was showing four populations peaks during growth season. The results showed that there was a significant difference between the traps In terms of trapping male adults ($P \leq 0.05$). On the basis of the data available by funnel-shape traps, the results showed that 168.3, 722 and 1301.9 degree-days were required for egg eclosion at first (winter), second and third generation, respectively. Also, on the basis of the data available by delta and cylindrical-shape traps, the results showed that 154.2, 538.1 and 1198 degree-days were required for egg eclosion at first, second and third generation, respectively. On the basis of the data available by funnel traps the chemical control time was determined to be 10-14 May, 1-5 July and 9-14 August 2016 for three generation. Also, on the basis of the data available by delta and cylindrical traps, the chemical control time was determined to be 7-11 May, 17-21 June and 2-6 August for three generation. The comparison of means showed that the funnel traps had the most capture with means values of 41.00±8.64, 26.34±3.18, 85.67±19.37 and 73.67±3.89 number of male adults for wintering, first, second and third generation, respectively. Also, the cylindrical traps had the least capture with means values of 11.34±1.20, 5.67±1.76, 13.67±2.73 and 53.67±3.16 number of male adults for wintering, first, second and third generation, respectively.

Keywords: Codling moth, degree-day, pheromone trap, spraying.