

تعیین مناسب‌ترین زمان کنترل کرم سیب، *Cydia pomonella* L., 1758 (Lep: Tortricidae)

بر مبنای محاسبه‌ی مقدار گرمای موثر ساعتی (GDH)

صلاح الدین کمانگر^{۱*} و حسین رنجبر اقدم^۲

۱- مربی پژوهش، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کردستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، سنندج، ایران.

۲- دانشیار پژوهش، موسسه‌ی تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

*مسئول مکاتبه: salahkamangar@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۱/۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۲/۶

چکیده

کرم سیب، *Cydia pomonella* L. آفت کلیدی باغات سیب ایران است. به منظور موفقیت در کنترل شیمیایی این آفت و کم کردن دفعات سمپاشی علیه آن، استفاده از روش‌های نوین و دقیق پیش‌آگاهی، از اهمیت زیادی برخوردار است. دقیق‌ترین روش پیش‌آگاهی برای پیش‌بینی رخداد مراحل مختلف فنولوژیک آفات، استفاده از تعیین مجموع گرمای موثر تامین شده از محیط بر اساس روز-درجه (Degree-Days) می‌باشد. در همین راستا، به منظور تهیه‌ی مدل پیش‌آگاهی کرم سیب بر مبنای تعیین مجموع گرمای موثر ساعتی تامین شده از محیط (GDH)، این پژوهش در دو شهرستان کامیاران و سقز انجام شد. تاریخ آغاز ثبت دمای محیط و محاسبه‌ی گرمای موثر، با تعیین زیست پایه‌ی (Biofix) کرم سیب بر اساس شکار تله‌های فرمونی مشخص گردید. از این تاریخ تا زمان برداشت سیب، تغییرات دمای محیط به طور ساعتی در باغ ثبت و گرمای موثر تامین شده از محیط بر مبنای شاخص‌های دمایی نشو و نما و گرمای کرم سیب در هر ساعت محاسبه شد. بر اساس نتایج بدست آمده، در هر دو منطقه‌ی مورد بررسی، سه اوج پرواز دیده شد که بیانگر وجود دو نسل کامل و نسل سوم ناقص کرم سیب در مناطق مورد بررسی بود. با توجه به اینکه بهترین زمان انجام کنترل شیمیایی کرم سیب، در هنگام اوج جمعیت لاروهای سن اول و قبل از ورود آنها به داخل میوه‌ها می‌باشد، نتایج دو ساله‌ی تحقیق در هر دو منطقه‌ی کامیاران و سقز نشان داد که اوج جمعیت لاروهای سن اول نسل اول در 66234 ± 430 ساعت-درجه و نسل تابستانه در 846 ± 23700 ساعت-درجه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: پیش‌آگاهی، کرم سیب، کنترل شیمیایی، گرمای موثر ساعتی.

مقدمه

داخل میوه‌ی سیب از دانه‌ها تغذیه نموده و موجب ریزش میوه‌ها و کاهش ارزش اقتصادی و بازار پسندی میوه‌ها می‌گردند (Hansen et al., 2004). کنترل شیمیایی این آفت به علت زندگی مخفی لاروی آن در داخل میوه‌ها بسیار مشکل است و به همین علت هنوز هم نقاطی در کشور وجود دارند که تا هشت بار سمپاشی بر علیه این آفت صورت می‌گیرد، در حالیکه معمولاً از هزینه‌ی صرف شده، نتیجه‌ی مطلوب نیز به دست نمی‌آید و این شیوه‌ی برخورد با آفت، لطمه‌ی جبران ناپذیری به موجودات مفید باغات وارد آورده و می‌تواند موجب بروز آفات جدید شود. اگرچه سمپاشی به عنوان آخرین گام در مدیریت تلفیقی آفات مطرح می‌باشد، اما پیش‌آگاهی در

کرم سیب، *Cydia pomonella* L. در تمام نقاط ایران که کشت درختان میوه‌ی سردسیری رواج دارد، حضور داشته و به عنوان مهم‌ترین حشره‌ی زیان‌آور درختان میوه‌ی سردسیری کشور ما مطرح است (رجبی، ۱۳۶۵). کرم سیب از نظر میزان اهمیت، جزو آفات درجه یک سالیانه یا کلیدی محسوب می‌گردد. این گروه از آفات مرتباً تراکمشان به سطح زیان اقتصادی می‌رسد و مبارزه علیه آنها الزامی است (Tyson et al., 2007). درختان مورد حمله‌ی کرم سیب عبارتند از سیب، به و گلابی، گاهی این آفت روی زرد آلو، گردو و انار هم دیده می‌شود (Judd et al., 2005). لاروهای آفت پس از ورود به

گرمای موثر مورد نیاز برای هر یک از مراحل زیستی آفت، پیش‌بینی‌ها را در حد یک تا دو روز توانا می‌سازد (Trottier, 1975). بر اساس بررسی‌های انجام شده روی کرم سیب مستقر در منطقه‌ی مراغه (استان آذربایجان شرقی)، آستانه‌ی پایین دمایی رشد و نمو مراحل زیستی تخم، لارو، شفیره و کل مراحل نابالغ کرم سیب به ترتیب ۹/۴۵، ۸/۸۷، ۹/۸ و ۹/۶ درجه‌ی سلسیوس برآورد شد. همینطور نیاز گرمایی مراحل رشدی برای جمعیت مورد مطالعه به ترتیب ۷۶/۹۶، ۳۰۴/۹۱، ۲۲۵/۲۲ و ۵۹۷/۶۹ روز- درجه سلسیوس محاسبه شده بود (رنجبر اقدم و همکاران، ۱۳۸۷). بر اساس بررسی‌های انجام شده در منطقه اوین (شمیرانات)، مجموع حرارتی در زمان شروع اولین آلودگی ۲۳۰ و در زمان انجام اولین مبارزه‌ی شیمیایی حدود ۲۷۰ درجه‌ی سلسیوس برآورد شده است (رجبی، ۱۳۶۵). در مطالعات دزیانیان و نادعلی (۱۳۷۹)، رابطه‌ی مجموع گرمای مؤثر روزانه و زمان شروع اولین آلودگی در مناطق بسطام، مجن و زیراستاق به ترتیب ۲۲۳، ۲۰۰ و ۲۴۱ درجه‌ی سلسیوس برای نسل اول کرم سیب تعیین شده بود. بر اساس مطالعات انجام شده در استان چهارمحال و بختیاری، نیاز گرمایی نسل اول کرم سیب از شروع فعالیت آفت با آستانه‌ی ۱۰ درجه‌ی سلسیوس، در شهرکرد، سامان و آورگان به ترتیب ۱۹۹، ۵۴۹ و ۲۶۶ روز- درجه‌ی سلسیوس و نسل دوم به ترتیب برابر ۸۱۴، ۱۴۳۵ و ۱۱۰۲ روز- درجه‌ی سلسیوس برآورد شده بود (قطره سامانی و همکاران، ۱۳۸۲). بررسی‌ها در دانمارک نشان داده که با آستانه ۱۰ درجه‌ی سلسیوس، اولین پرواز حشرات نسل زمستان‌گذران در ۱۰۰ روز- درجه‌ی سلسیوس حادث شد. ۱۰٪ پرواز وقتی که به ۲۰۰ روز- درجه‌ی سلسیوس رسید و ۵۰٪ پرواز در ۳۰۰ روز- درجه‌ی سلسیوس به وقوع پیوست (Ravn and Madsen, 1995). پایش ظهور و پرواز فصلی *C. pomonella* روی سیب در مرکز عراق در طی سال‌های ۱۹۸۳ الی ۱۹۸۶ و ارتباط آن با مجموع دماهای بالاتر از آستانه‌ی پایین دمایی ۱۰ درجه‌ی سلسیوس و کمتر از آستانه‌ی بالای دمای ۳۰ درجه‌ی سلسیوس، نشان داد که اولین پروانه‌ها از اول تا ۱۹ مارس با مجموع گرمای مؤثر ۱۹۵ روز- درجه‌ی

امر مبارزه‌ی شیمیایی به منظور کم کردن منطقی دفعات سمپاشی علیه آفت به عنوان پایه‌های اساسی مدیریت تلفیقی مطرح می‌گردند یعنی با حداقل دفعات سمپاشی، حداکثر تلفات را به این آفت وارد آوریم و این‌چنین است که تعیین معیارهایی در جهت انجام هر چه درست‌تر پیش‌آگاهی در اولویت قرار می‌گیرد. مبارزه‌ی شیمیایی علیه این آفت باید موقعی صورت گیرد که لاروها از تخم خارج شده ولی هنوز به داخل میوه راه نیافته‌اند (رجبی، ۱۳۶۵).

مهم‌ترین روش پیش‌آگاهی که امروزه در سطح جهان کاربرد دارد، استفاده از شاخص‌های دمایی آفات هدف با تعیین گرمای مؤثر تامین شده از محیط برای نشو و نمای آن در قالب روز- درجه^۱ با هدف کاهش تعداد دفعات سمپاشی و محدود ساختن آنها به حساس-ترین مرحله‌ی زندگی آفت می‌باشد (رنجبر رقدم، ۱۳۸۸). دما مهم‌ترین عامل محیطی است که روی نشو و نمای موجودات خونسردی مثل حشرات اثر می‌گذارد و حشرات برای نشو و نمای خود نیاز به دریافت مقدار مشخصی گرما از محیط بر اساس واحد روز- درجه سلسیوس یا ساعت درجه سلسیوس می‌باشند. این مقدار گرما باید بین آستانه‌های دمایی پایین و بالای نشو و نمای هر یک از مراحل رشدی حشرات محاسبه شود (رنجبر رقدم، ۱۳۸۸). تعیین نیاز گرمایی و دمای صفر رشدی، به منظور پیش‌بینی تغییرات فنولوژیک کرم سیب در باغات میزبان، بسیار مهم است. نیاز گرمایی، مقدار واحدهای دما را بر اساس روز- درجه برای تکمیل رشد هر یک از مراحل رشدی مشخص می‌کند (رنجبر اقدم و همکاران، ۱۳۸۷). بررسی‌ها نشان داده است که دما شاخص‌های جدول زندگی کرم سیب را به شدت متأثر می‌سازد. لذا با تعیین گرمای مؤثر مورد نیاز برای آفت، می‌توان زمان دقیق سمپاشی علیه آفت را مشخص کرد و دفعات سمپاشی را کاهش داد. سمپاشی به موقع موجب کاهش خسارت آفت، صرفه جویی در مصرف سم و پرهیز از آلودگی محیط زیست می‌شود. داده‌های بدست آمده بر اساس آستانه‌ی دمایی نشو و نما و برآورد

¹ Degree-Days

سال‌های ۱۹۷۶ الی ۱۹۸۳ نشان داد که بین اولین شکار تله فرمونی و ۵، ۳۴، ۵۰ و ۹۵٪ شکار به ترتیب ۲۷، ۱۴۵، ۲۱۴ و ۷۵۸ روز-درجه‌ی سلسیوس بود. مجموع درجه حرارت‌های مؤثر برای ۵، ۵۰ و ۹۵٪ شکار در نسل دوم به ترتیب ۸۰۷، ۹۹۴ و ۱۵۳۸ روز-درجه بود در حالیکه این مقادیر برای نسل سوم به ترتیب ۱۵۸۷، ۱۷۷۴ و ۲۳۱۸ روز-درجه بود. بر اساس نتایج حاصله، استفاده از این اطلاعات موجب انجام سمپاشی‌های بسیار مؤثر گردید بطوریکه انجام سمپاشی در ۱۰۷ تا ۴۷۴ و ۹۲۱ تا ۹۶۷ و ۱۶۸۹ تا ۱۷۶۵ روز-درجه از اولین شکار تله فرمونی موجب کاهش ۹۱/۵ تا ۹۵/۶ درصد در میزان خسارت آفت گردید (Dastgheyb Beheshti et al., 1987).

هدف اصلی پژوهش حاضر این است که با تعیین مناسب‌ترین زمان برای کنترل شیمیایی کرم سیب بر مبنای محاسبه‌ی مقدار گرمای مؤثر ساعتی^۴، بتوان با حداقل دفعات سمپاشی، حداکثر تلفات را به جمعیت آفت وارد کرد.

مواد و روش‌ها

موقعیت جغرافیایی مناطق مورد مطالعه

با توجه به اینکه بیشتر باغات استان کردستان در غرب استان قرار دارد و در نظر گرفتن اینکه قسمت‌های شمالی و جنوبی این مناطق، از لحاظ ارتفاع از سطح دریا و ویژگی‌های اقلیمی با همدیگر متفاوت هستند، بر این اساس، عملیات اجرایی پروژه در باغات سیب مستقر در دو شهرستان کامیاران و سقز انجام شد. هر دو منطقه‌ی کامیاران و سقز دارای اقلیم نیمه‌خشک سرد هستند. در منطقه‌ی کامیاران، بیشینه و کمینه‌ی دمای روزانه در گرم‌ترین و سردترین ماه سال به ترتیب ۴۲ و ۱۷/۴- و میانگین دما ۱۶ درجه‌ی سلسیوس است. میانگین بارش سالانه‌ی آن در حدود ۵۰۶ میلی‌متر است. در منطقه‌ی سقز، بیشینه و کمینه‌ی دمای روزانه در گرم‌ترین و سردترین ماه سال ۴۳ و ۳۶- و میانگین دما ۱۲ درجه‌ی سلسیوس است. میانگین بارش سالانه‌ی آن در حدود ۴۷۴ میلی‌متر است.

سلسیوس در منطقه تارمیا^۱ و ۲۱۵ روز-درجه‌ی سلسیوس در منطقه مادین^۲ شکار شدند (Ahmad, 1988). بررسی طول مدت نسل کرم سیب با استفاده از مجموع دماهای مؤثر روزانه از شروع پرواز یک نسل تا نسل بعدی بر روی سیب، گردو و گلابی و سایر میزبان‌ها در چند منطقه در کالیفرنیا در طی سال‌های ۱۹۷۸ تا ۱۹۸۸ نشان داد که مجموع دماهای مؤثر روزانه در طی نسل اول (۵۹۵/۶۲ روز-درجه‌ی سلسیوس) به طور معنی-داری پایین‌تر از مجموع دماهای مؤثر روزانه نسل دوم و سوم بود (به ترتیب ۶۷۷/۶۸ و ۶۸۵/۰۶ روز-درجه‌ی سلسیوس). بر همین اساس تفاوت معنی‌داری بین میزبان‌ها از نظر پرواز حشرات کامل کرم سیب وجود نداشت اما بین مناطق مختلف، اختلاف معنی‌دار بود (Pitcarin et al., 1992). تحقیقات نشان داد که سمپاشی موفقیت‌آمیز بر علیه کرم سیب به عنوان مهم‌ترین آفت باغات سیب در عراق، بستگی به زمان سمپاشی دارد که بوسیله مدل روز-درجه تعیین می‌شود. بر اساس این تحقیق، سمپاشی بر علیه لاروهای تازه تفریح شده قبل از ورود آنها به داخل میوه‌ها بسیار مؤثر است و این زمان در ۲۰۰ روز-درجه‌ی سلسیوس پس از زیست پایه^۳ تعیین شده است (Ahmad et al., 1995). در مدیریت تلفیقی کرم سیب در ایالت آیووا در آمریکا، تعیین زمان کنترل شیمیایی کرم سیب با استفاده از تله فرمونی و مدل روز-درجه، موجب حذف دو مرحله‌ی سمپاشی در مقایسه با روش سنتی (سمپاشی کرم سیب بر اساس راهنمای سالانه سمپاشی درختان میوه دانشگاه ایالتی آیووا با فواصل زمانی منظم در اواخر بهار و تابستان) شد و نتایج حاصله نشان داد که میزان آلودگی به آفت تفاوت معنی‌داری با زمانی که سمپاشی‌های بیشتری به صورت سنتی انجام می‌شد، نداشت ضمن اینکه هزینه-های کنترل آفت در روش مدیریت تلفیقی آفات پایین‌تر از برنامه‌های سنتی بود (Gleason et al., 1994). بررسی امکان استفاده از مجموع دماهای مؤثر روزانه برای پیش‌آگاهی کرم سیب در باغ‌های غرب اصفهان در طی

¹ Tarmiya

² Madain

³ Biofix

⁴ Growing Degree-Hours

تعیین زیست پایه

به منظور تعیین تاریخ آغاز ثبت دمای محیط و شروع ثبت تغییرات جمعیت کرم سیب در باغات هدف، لازم بود زیست پایه مشخص شود. برای این منظور همزمان با آغاز گلدهی درختان سیب در هر یک از باغ های مورد مطالعه، سه عدد تله ی فرومونی از نوع دلتا با فاصله حدود ۱۰۰ متر از همدیگر و در ارتفاع میانی تاج درخت و در سطح خارجی آنها، با توجه به مسیر بادهای غالب محلی نصب شد. هر ماه یکبار، کپسول های فرومون و سطح چسبنده تله ها تعویض شد (فرومون ها ساخت داخل بوده و در موسسه ی تحقیقات گیاه پزشکی کشور تولید شده بودند). همچنین در هر بازدید حشرات شکار شده حذف شدند. از روز بعد از نصب تله ها تا زمانی که فعالیت پایدار کرم سیب در باغ تأیید شد، تله های فرومونی به صورت روزانه مورد بازدید قرار گرفت. تاریخ حدوث زیست پایه با تأیید شکار پایدار شب پره های کرم سیب، زمانی در نظر گرفته شد که طبق نظر (رنجبر اقدم، ۱۳۸۸) در سه تله ی فرومونی در فاصله ی زمانی ۲۴ ساعت حداقل یک شب پره شکار شده باشد و یا در یک تله فرومونی در سه روز متوالی حداقل یک شب پره شکار شده باشد. این تاریخ، مبدا تقویمی محاسبه ی مجموع واحدهای گرمایی تامین شده از محیط تا رخداد هر مرحله ی فنولوژیکی بود. از این تاریخ تا زمان برداشت سیب تغییرات دمای محیط به طور ساعتی در باغ ثبت شد.

ثبت دما

از آنجا که مدل پیش آگاهی مورد استفاده در این بررسی بر مبنای ساعت - درجه ی سلسیوس بود، در هر یک از باغات مورد بررسی، یک عدد دستگاه دیتالاگر^۱ (دماسنج الکترونیکی) testo مدل 174H در ارتفاع تقریبی میانی تاج درختان سیب (ارتفاع حدود ۱/۳۵ تا ۱/۵ متر از سطح زمین) و در سایه نصب شد و ۲۴ داده ی دمایی در طول هر شبانه روز ثبت شد. محاسبه ی مجموع گرمای موثر تامین شده به صورت ساعتی از تاریخ رخداد

باغات مورد نظر به نحوی انتخاب شد که نماینده ی باغات غالب منطقه از لحاظ ارتفاع از سطح دریا، رقم سیب و سایر ویژگی های جغرافیایی باشند. باغ سیب منطقه ی کامیاران، در جوار روستای کوانه و به مساحت حدود ۱۶ هکتار و با ارتفاع تقریبی ۱۴۵۰ متر از سطح دریا و با مختصات جغرافیایی "۵۸'۰۴" و "۳۴° شمالی و ۰۲'۵۹" و "۴۶° شرقی و عمدتاً شامل ارقام گلدن، رد و دو رنگ فرانسه بود و باغ سیب مورد مطالعه در منطقه ی سقز، در جوار شهر سقز و به مساحت تقریبی ۲ هکتار و ارتفاع ۱۵۸۰ متر سطح دریا و با مختصات جغرافیایی "۵۱'۱۳" و "۳۶° شمالی و "۲۹'۱۴" و "۴۶° شرقی و ارقام سیب آن شامل گلدن، رد، استار کینگ، جونا گلد و رد اسپار بود. زمان برداشت محصول در باغات مذکور، حدوداً از اوایل مهر شروع و تا بیستم مهر ادامه داشت. لازم به توضیح است که باغات مورد بررسی، در سال - های قبل از انجام تحقیق، همانند اغلب باغات میوه استان، به طور متداول برعلیه آفاتی مانند کرم سیب و کنه ی دوتقطه ای سمپاشی می شدند اما با وجود این میزان خسارت کرم سیب به صورت کرم خوردگی و ریزش میوه بسیار قابل توجه بود که به احتمال قریب به یقین می تواند در درجه اول ناشی از ناآگاهی باغداران از زمان مناسب سمپاشی و همچنین نوع سم و ادوات سمپاشی باشد اما در طی دو سال مطالعه در باغات مذکور، برای جلوگیری از اختلال در کار پژوهش و ایجاد تاثیر نامطلوب در داده های بدست آمده، در قطعات آزمایشی اجازه ی سمپاشی داده نشد.

شاخص های دمایی جمعیت کرم سیب

در این پژوهش، شاخص های دمایی مهم رشد و نمو جمعیت کرم سیب مستقر در محل انجام تحقیق، مثل آستانه ی پایین دمای نشو و نما، نیاز گرمایی و آستانه ی بالای دمای نشو و نمای کرم سیب بر اساس یافته های Ranjbar Aghdam, (2009) روی جمعیت های مستقر در مناطق هم ارتفاع و مشابه از نظر اقلیمی مورد استفاده قرار گرفت.

¹ Data logger

فنولوژیک بر مبنای نیاز گرمایی مراحل مختلف زیستی کرم سیب برای نسل های مختلف آفت تهیه شد.

نتایج و بحث

ثبت دما

در منطقه‌ی کامیاران از تاریخ ۹۴/۲/۹ تا ۹۴/۷/۱۵، ۳۸۸۷ و در منطقه‌ی سقز از ۹۴/۲/۲۰ تا ۹۴/۷/۱۴، ۳۵۸۹ داده‌ی دمایی ثبت شد. کمترین دمای ثبت شده به ترتیب ۲/۲ و ۳/۵ درجه‌ی سلسیوس، بیشترین دمای ثبت شده، ۴۲/۲ و ۳۹/۲ درجه‌ی سلسیوس و میانگین دمای محیط ۲۲/۹ و ۲۲/۱ درجه‌ی سلسیوس برای دو منطقه‌ی کامیاران و سقز، در طول دوره‌ی ذکر شده بود (شکل‌های ۱ و ۲). در سال ۱۳۹۵، در منطقه‌ی کامیاران از تاریخ ۹۵/۲/۱۲ تا ۹۵/۷/۱۵، ۳۸۰۶ و در منطقه‌ی سقز از ۹۴/۲/۱۲ تا ۹۴/۷/۱۸، ۳۸۷۸ داده‌ی دمایی ثبت شد. کمترین دمای ثبت شده به ترتیب ۶/۲ و ۲ درجه‌ی سلسیوس، بیشترین دمای ثبت شده، ۳۸ و ۳۸/۱ درجه‌ی سلسیوس و میانگین دمای محیط ۲۳/۱ و ۲۱/۵ درجه‌ی سلسیوس برای دو منطقه‌ی کامیاران و سقز، در طول دوره‌ی ذکر شده بود (شکل‌های ۳ و ۴).

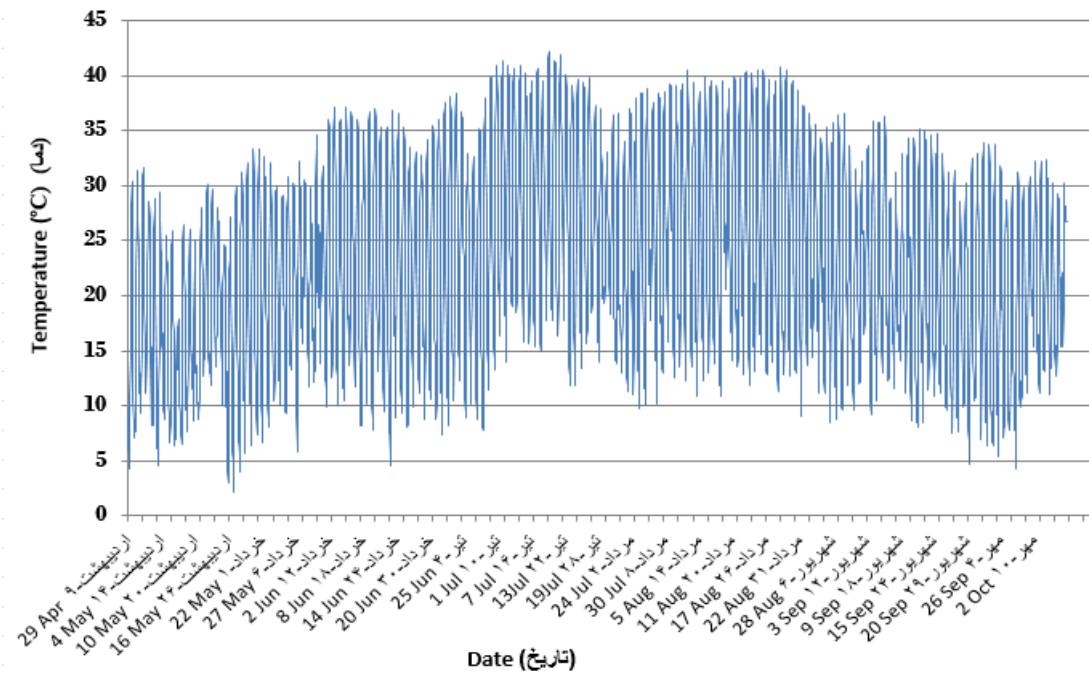
تعیین زیست پایه‌ی آفت

در این مطالعه، فعالیت پروازی کرم سیب از اوایل اردیبهشت تا اواسط مهر ثبت شد. بر مبنای بازدیدهای روزانه‌ی تله‌های فرمونی نصب شده در باغ‌ها و ثبت تعداد حشرات کامل شکار شده در هر تله‌ی فرمونی در سال ۱۳۹۴، تاریخ رخداد زیست پایه در باغ سیب منطقه‌ی کامیاران ۹ اردیبهشت ماه و در باغ سیب منطقه‌ی سقز ۲۰ اردیبهشت تعیین شد. بعد از تاریخ‌های فوق، به منظور بررسی نوسانات جمعیتی حشرات کامل کرم سیب در باغ‌های مورد نظر، بازدید تله‌های فرمونی به صورت هفتگی تا زمان برداشت میوه، ادامه یافت. بر اساس داده‌های به دست آمده از تله‌های فرمونی، در هر دو منطقه‌ی مورد بررسی، دو اوج پرواز مشخص و یک اوج خفیف دیده شد که بیانگر وجود دو نسل کامل و

زیست پایه تا زمان برداشت میوه‌ها، طبق روش (رنجبر اقدم، ۱۳۸۸) با در نظر گرفتن ویژگی‌های دمایی جمعیت‌های مورد بررسی، انجام شد (پس از رخداد زیست پایه، هر ساعت، یک داده دمایی ثبت گردید، پس از برداشت محصول، دماهای پایین‌تر از ۹/۶ و بالاتر از ۳۴ درجه‌ی سلسیوس حذف شد، از هر یک از داده‌های باقیمانده، آستانه‌ی دمایی پایین یعنی ۹/۸ کسر گردید و باقیمانده‌ی آنها با همدیگر جمع و به عنوان درجه حرارت موثر ساعتی محسوب شد).

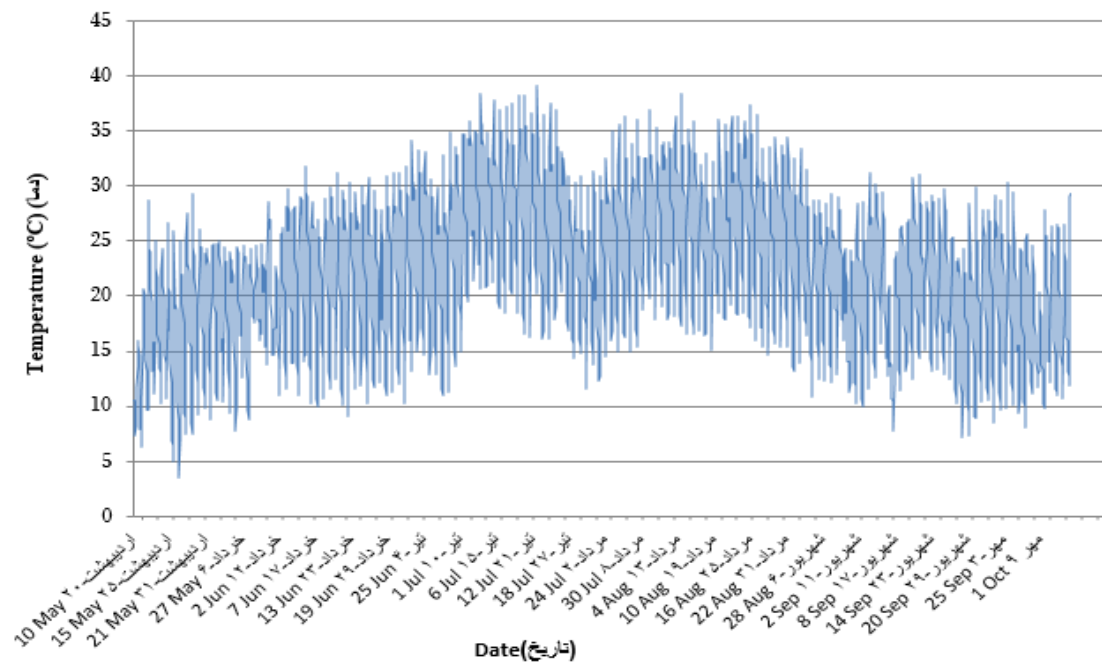
نمونه‌برداری از مراحل مختلف زیستی آفت

پس از رخداد زیست پایه، تغییرات جمعیت مراحل مختلف فنولوژیکی کرم سیب با نمونه‌برداری هفتگی از آنها تا برداشت سیب، در هر دو منطقه بررسی شد. به منظور ثبت تغییرات جمعیت کرم سیب، نمونه‌برداری‌های هفتگی از تخم، لارو، شفیره و حشره‌ی کامل کرم سیب انجام شد. برای نمونه‌برداری از تخم و لارو، ۱۰ اصله درخت بارور و سالم سیب در هر باغ به صورت تصادفی انتخاب و از هر درخت تعداد ۳۰ عدد سیب به طور تصادفی از ارتفاعات و جهات مختلف تاج آن، مورد بررسی قرار گرفت. (با توجه به اینکه تخم‌های نسل اول روی برگ‌های مجاور دستجات گل گذاشته می‌شوند، در این مرحله برای برآورد تعداد تخم‌ها، این برگ‌ها بررسی شدند و در مراحل بعدی، میوه‌ها به آزمایشگاه منتقل و در زیر بینوکلر مورد بررسی قرار گرفتند). برای نمونه‌برداری از شفیره، ۳۰ اصله درخت بارور و سالم به صورت تصادفی انتخاب و همزمان با اوج جمعیت لاروی در هر نسل به دور تنه آنها نوارهای کارتن آج‌دار یک سویه نصب شد و از هفته‌ی بعد به طور تصادفی پنج عدد از کارتن‌های یاد شده باز و تعداد شفیره‌های کرم سیب تشکیل شده و یا در حال تشکیل روی آنها ثبت شد (رنجبر اقدم، ۱۳۸۸). ثبت تغییرات جمعیت حشرات کامل. نیز با بررسی هفتگی شکار تله‌های فرمونی، انجام شد. تله‌های فرمونی مورد استفاده بر اساس بررسی‌های انجام یافته توسط Ranjbar Aghdam (2015) از نوع دلتا بود. بر اساس داده‌های به دست آمده، مدل پیش آگاهی



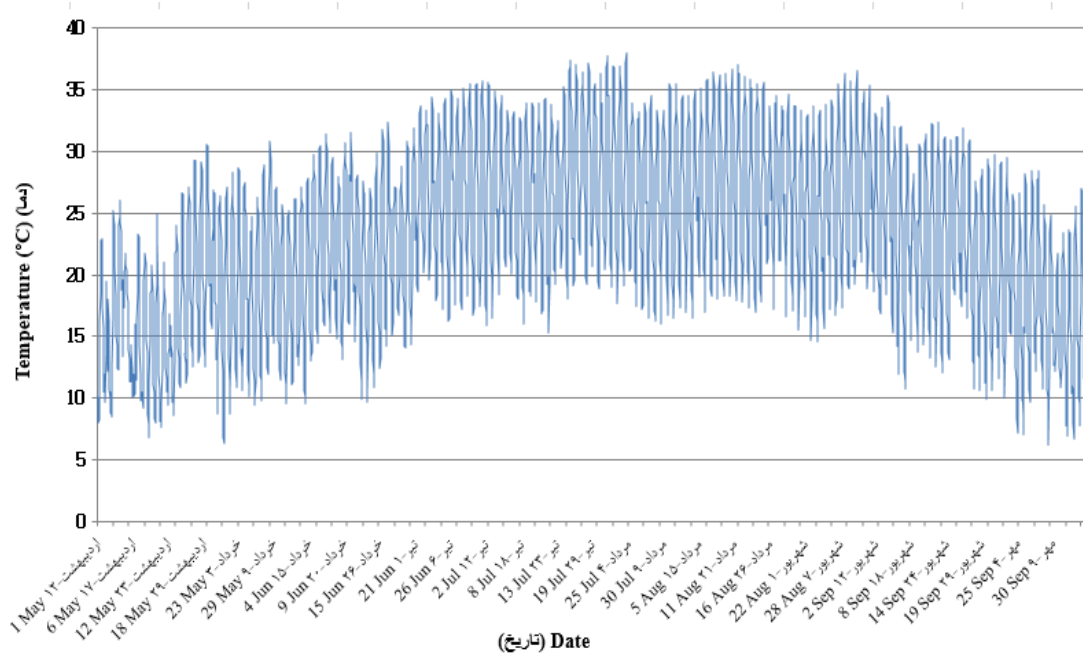
شکل ۱- تغییرات ساعتی دمای باغ در طول دوره‌ی فعالیت کرم سیب در باغ منطقه‌ی کامیاران در سال ۱۳۹۴.

Fig. 1. Hourly changes in the temperature of the orchard during the period of activity of *C. pomonella* in Kamyaran region in 2015.



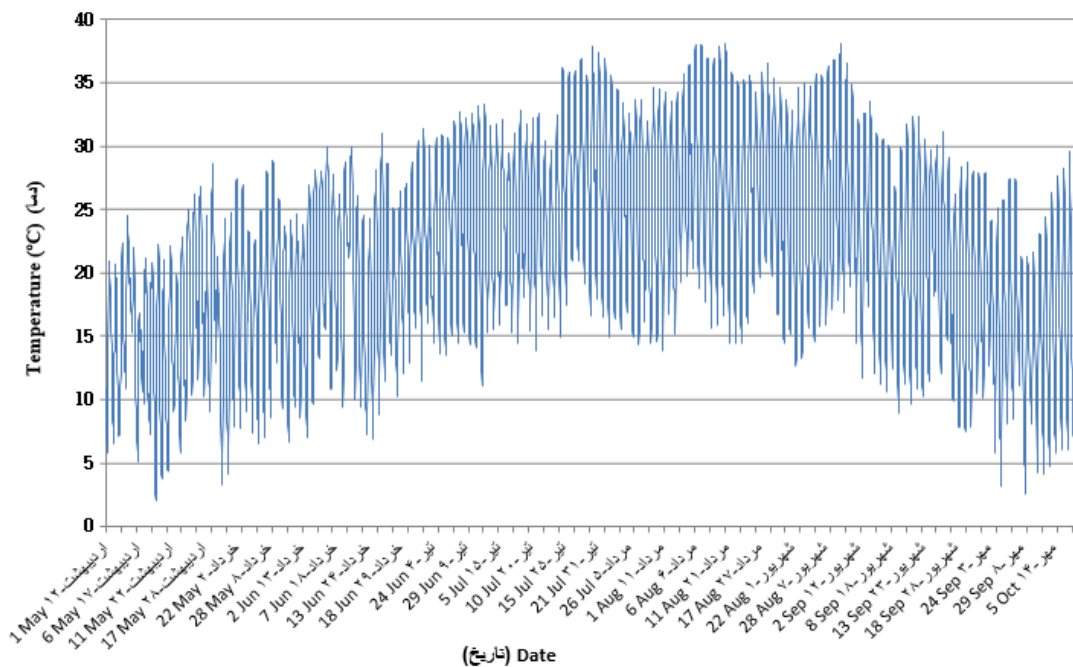
شکل ۲- تغییرات ساعتی دمای باغ در طول دوره‌ی فعالیت کرم سیب در باغ منطقه‌ی سقز در سال ۱۳۹۴.

Fig. 2. Hourly changes in the temperature of the orchard during the period of activity of *C. pomonella* in Saqez region in 2015.



شکل ۳- تغییرات ساعتی دمای باغ در طول دوره‌ی فعالیت کرم سیب در باغ منطقه‌ی کامیاران در سال ۱۳۹۵.

Fig. 3. Hourly changes in the temperature of the orchard during the period of activity of *C. pomonella* in Kamyaran region in 2016.



شکل ۴- تغییرات ساعتی دمای باغ در طول دوره‌ی فعالیت کرم سیب در باغ منطقه‌ی سقز در سال ۱۳۹۵.

Fig. 4. Hourly changes in the temperature of the orchard during the period of activity of *C. pomonella* in Saqez region in 2016.

سن آخر نسل دوم (نسل تابستانه) تبدیل به شفیره و نهایتاً حشره‌ی کامل شدند و یک اوج پرواز سوم خفیف

نسل سوم ناقص برای کرم سیب در استان کردستان می‌باشد بدین صورت که تعداد بسیار کمی از لاروهای

±۳۱۰۰ و ۲۰۰ و ۲۵۰±۱۹۰۰۰ ساعت-درجه بود. اما داده‌های تله‌های فرمونی در سال ۱۳۹۴، یک اوج پرواز دروغین برای نسل زمستان‌گذران در ۲۱ و ۲۹ اردیبهشت ماه به ترتیب در منطقه‌ی کامیاران و سقز نشان دادند. در حالیکه بر اساس مقادیر برآورد شده برای زمان فیزیولوژیک کرم سیب، اوج واقعی پرواز در کامیاران در ۲۸ اردیبهشت و در سقز، پنجم خرداد ماه بود. داده‌های تله‌های فرمونی در سال ۱۳۹۵، یک اوج پرواز دروغین برای نسل زمستان‌گذران در ۲۸ اردیبهشت ماه در منطقه-ی کامیاران نشان دادند در حالیکه بر اساس مقادیر برآورد شده برای زمان فیزیولوژیک کرم سیب، اوج واقعی پرواز در کامیاران در ۳۱ اردیبهشت ماه بود اما در منطقه‌ی سقز، اوج پرواز حشرات کامل نسل اول، بر اساس داده‌های زمان فیزیولوژیک و همچنین داده‌های تله-های فرمونی با همدیگر مطابقت داشت و در چهار خرداد ماه بود. با توجه به اینکه در این پژوهش از شاخص‌های دمایی جمعیت کرم سیب منطقه‌ی مراغه استفاده شده است، یکی از دلایل اختلاف در زمان اوج پرواز بر اساس مقادیر برآورد شده برای زمان فیزیولوژیک با داده‌های تله‌های فرمونی می‌تواند مربوط به استفاده از شاخص‌های دمایی نامناسب برای جمعیت مورد مطالعه باشد.

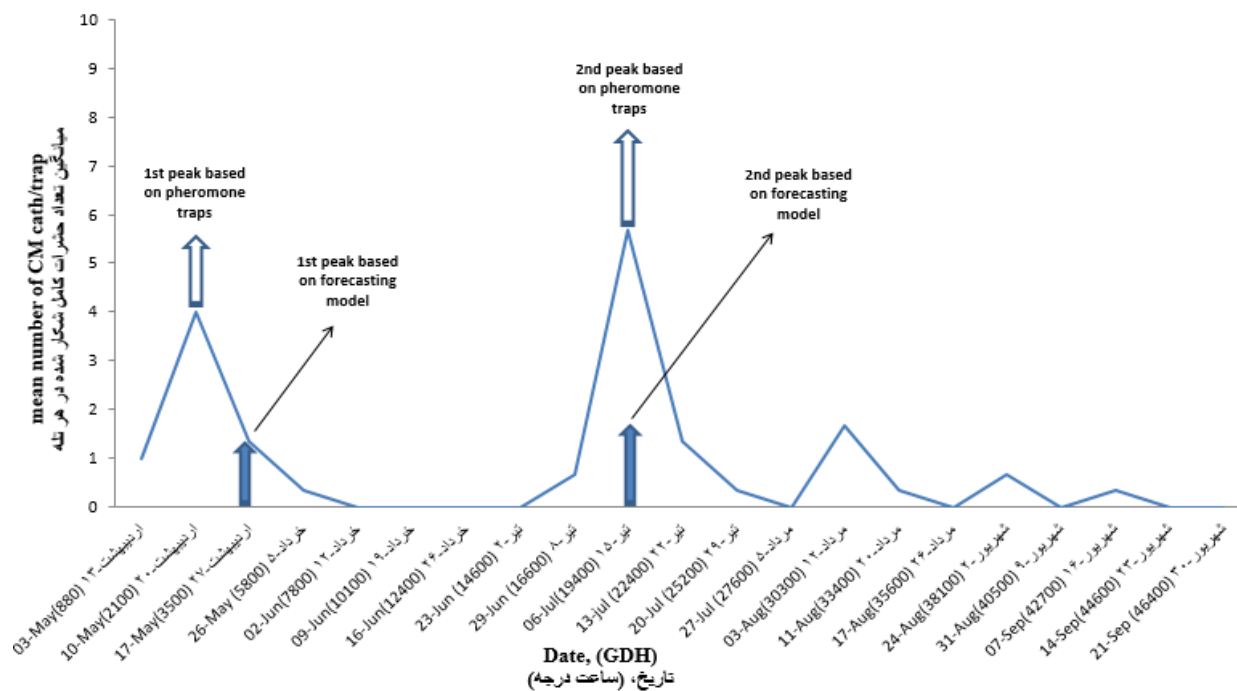
بر اساس داده‌های تله‌های فرمونی، اوج جمعیت نسل تابستانه در کامیاران در سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ در تاریخ ۱۵ تیر ماه بود که با مدل رنجر اقدم، (۱۳۸۸)، مطابقت داشت اما اوج جمعیت نسل تابستانه در سقز در سال ۱۳۹۴، در ۲۳ تیر ماه و در سال ۱۳۹۵ در ۲۲ تیر ماه بود که با مقادیر برآورد شده برای زمان فیزیولوژیک، هماهنگ بود. اطلاعات به دست آمده توسط تله‌های فرمونی همیشه ساده نیست زیرا تعداد شب‌پره‌های نر شکار شده در تله‌ها می‌تواند توسط بعضی فاکتورها از جمله: تراکم شب‌پره‌ها، مهاجرت، دما، نور ماه، سرعت باد، رقابت بین تله‌ها و ماده‌ها و محل و نحوه‌ی نصب تله‌ها، تحت تاثیر قرار گیرد (Ranjbar Aghdam, 2015). Blomefield and Knight, 2000 هر یک از این فاکتورها ممکن است داده‌های ثبت شده توسط تله‌های فرمونی را تحت تاثیر قرار داده و نهایتاً موجب تضاد در تفسیر

در هر دو منطقه مشاهده شد که می‌تواند بیانگر نسل سوم ناقص در این مناطق باشد (شکل‌های ۵ و ۶). فعالیت حشرات کامل نسل زمستان‌گذران در کامیاران از اول و در سقز از ۱۶ اردیبهشت ماه شروع شد و در ادامه میزان شکار در تله‌های فرمونی افزایش یافت و در کامیاران در ۲۱ و در سقز در ۲۹ اردیبهشت ماه به اوج رسید. در سال ۱۳۹۵، تاریخ رخداد زیست پایه در هر دو باغ سیب مناطق کامیاران و سقز، ۱۲ اردیبهشت ماه بود. بر اساس داده‌های به دست آمده از تله‌های فرمونی، همانند سال قبل، در هر دو منطقه‌ی مورد بررسی، دو اوج پرواز مشخص و یک اوج خفیف دیده شد. اما در مقایسه با سال قبل تعداد بیشتری از لاروهای سن آخر نسل دوم (نسل تابستانه) تبدیل به شفیره و نهایتاً حشره‌ی کامل شدند و اوج پرواز سوم در سال ۱۳۹۵ نسبت به سال ۱۳۹۴، مشهودتر بود (شکل‌های ۷ و ۸). فعالیت نسل اول در کامیاران از چهار و در سقز از ۱۰ اردیبهشت ماه شروع شد و در ادامه میزان شکار در تله‌های فرمونی افزایش یافت و در کامیاران در ۲۸ اردیبهشت ماه و در سقز در چهار خرداد ماه به اوج رسید. در بررسی‌های Oloumi Sadeghi and Esmaili (1979)، در باغات اطراف کرج، کرم سیب دارای سه نسل می‌باشد. همچنین بر اساس مطالعات Radjabi et al. (2006) این آفت در توپسیرکان، کرج و سمنان دارای سه نسل اما در دو نقطه‌ی کوهستانی سولقان و میگون با ارتفاع ۱۹۰۰ متر در البرز مرکزی دارای دو نسل بود، در حالی‌که (Daneshnia and Alichy 2012)، تعداد نسل کرم سیب را در منطقه‌ی خان‌زنیان استان فارس، دو نسل کامل و یک نسل ناقص ذکر کرده‌اند.

وقوع رخداد‌های مهم فیزیولوژیک کرم سیب با برآورد زمان فیزیولوژیک کرم سیب برمبنای GDH بین آستانه-های دمایی پایین و بالای رشد، تعیین شد. در این تحقیق شاخص‌های دمایی آستانه‌ی پایین دمای رشد و نمو و آستانه‌ی بالای دمای رشد و نمو طبق مطالعات Ranjbar Aghdam et al. (2009) به ترتیب ۹/۶ و ۳۴ درجه‌ی سلسیوس در نظر گرفته شد. همچنین زمان‌های فیزیولوژیک برای اوج پرواز نسل زمستان‌گذران و نسل تابستانه بر اساس مدل پیش آگاهی، به ترتیب

بهار و همزمان با نسل اول کرم سیب باشد. اما همانطور که از نتایج پیداست، تفسیر داده‌های بدست آمده در نسل تابستانه آفت، ساده‌تر بوده و هماهنگی بیشتری با مدل پیش‌آگاهی ارائه شده داشت.

نتایج شود. در بررسی حاضر نیز وضعیت مشابهی در نتایج تله‌های فرمونی بویژه در نسل اول بدست آمد و احتمالاً این امر به دلیل نوسانات شدیدتر دمایی، بارش-های مکرر باران و وزش بادهای شدید در اوایل فصل

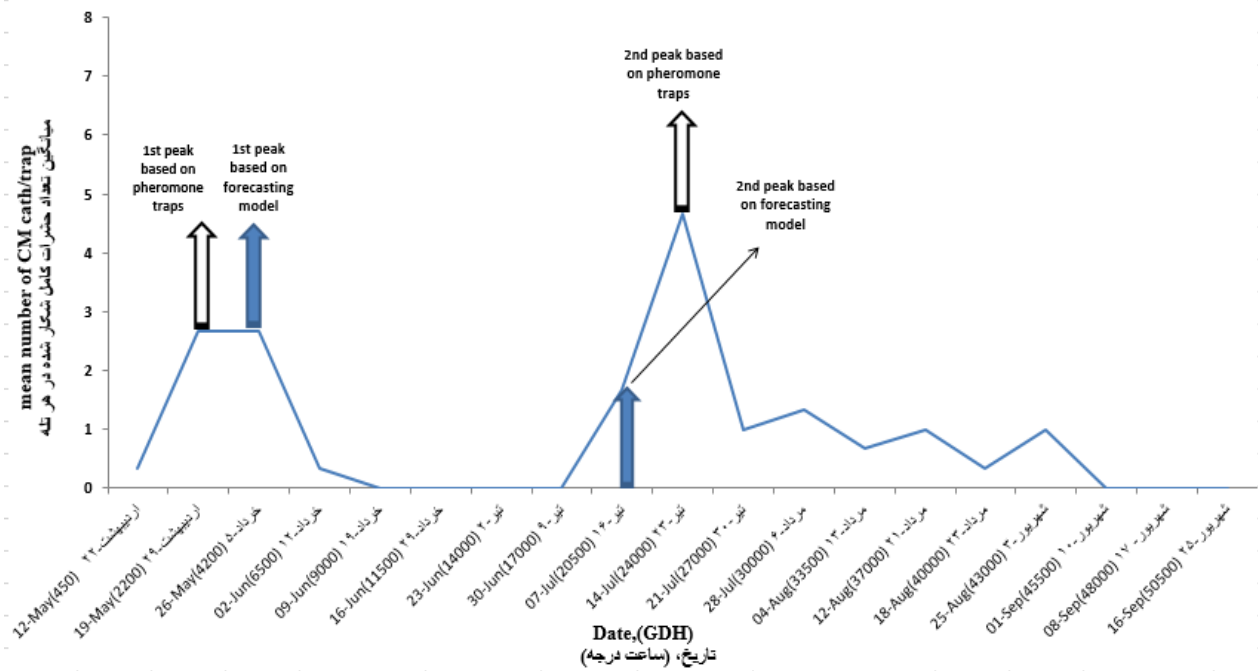


شکل ۵- تغییرات جمعیت حشرات کامل کرم سیب از زمان وقوع زیست پایه تا زمان برداشت، منطقه‌ی کامیاران سال ۱۳۹۴

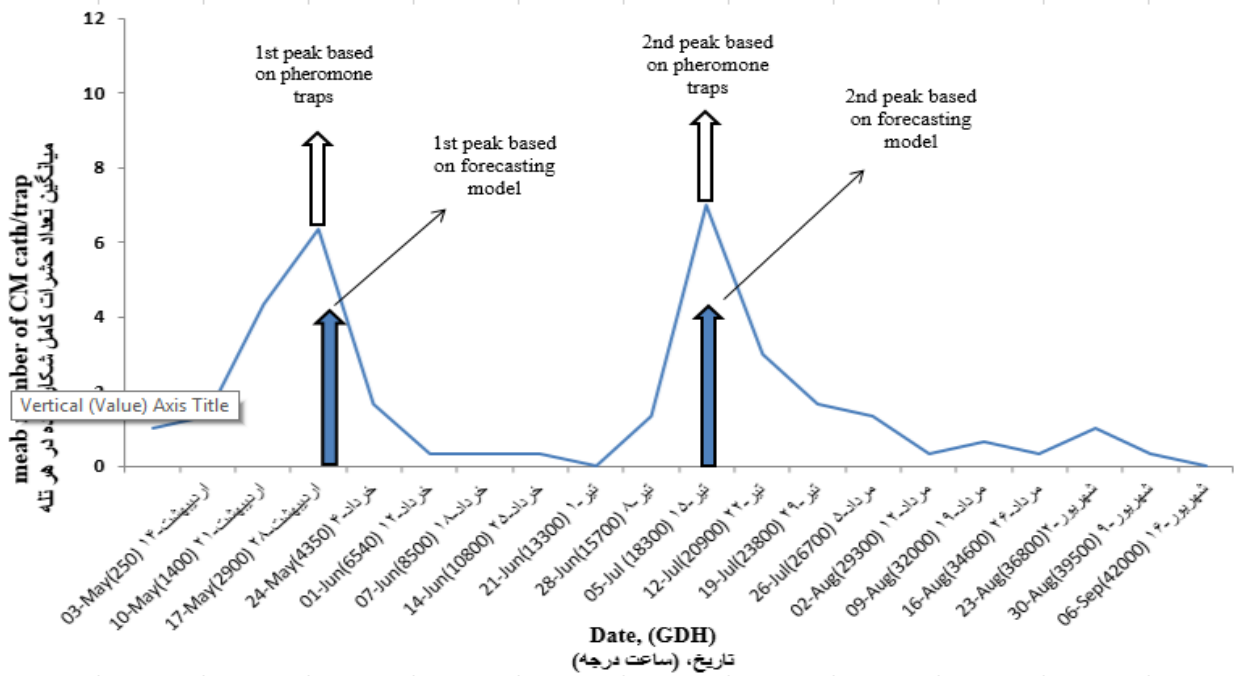
Fig. 5. Population fluctuation of the codling moth (CM) from the date of biofix to harvest in Kamyaran region in 2015.

دوم (پنج عدد) به ترتیب در چهار خرداد ماه و ۱۸ تیر ماه بود. در سال ۱۳۹۵، اوج جمعیت تخم نسل‌های اول (هشت عدد) و دوم (۱۱ عدد) در کامیاران، با داده‌های به دست آمده از نمونه‌برداری‌ها، به ترتیب در سوم خرداد ماه و ۲۱ تیر ماه بود که با مدل پیش‌آگاهی رنجبر اقدم (۱۳۸۸)، همخوانی داشت. در سقز نیز بر اساس مقادیر برآورد شده برای زمان فیزیولوژیک، اوج جمعیت تخم نسل‌های اول و دوم به ترتیب هشت خرداد ماه و یکم مرداد ماه بود در حالیکه با داده‌های به دست آمده از نمونه‌برداری‌ها، اوج تخم در نسل اول (۱۴ عدد) و دوم (۹ عدد) به ترتیب در ۱۲ خرداد ماه و ۲۹ تیر ماه بود. (جدول‌های ۱ و ۲).

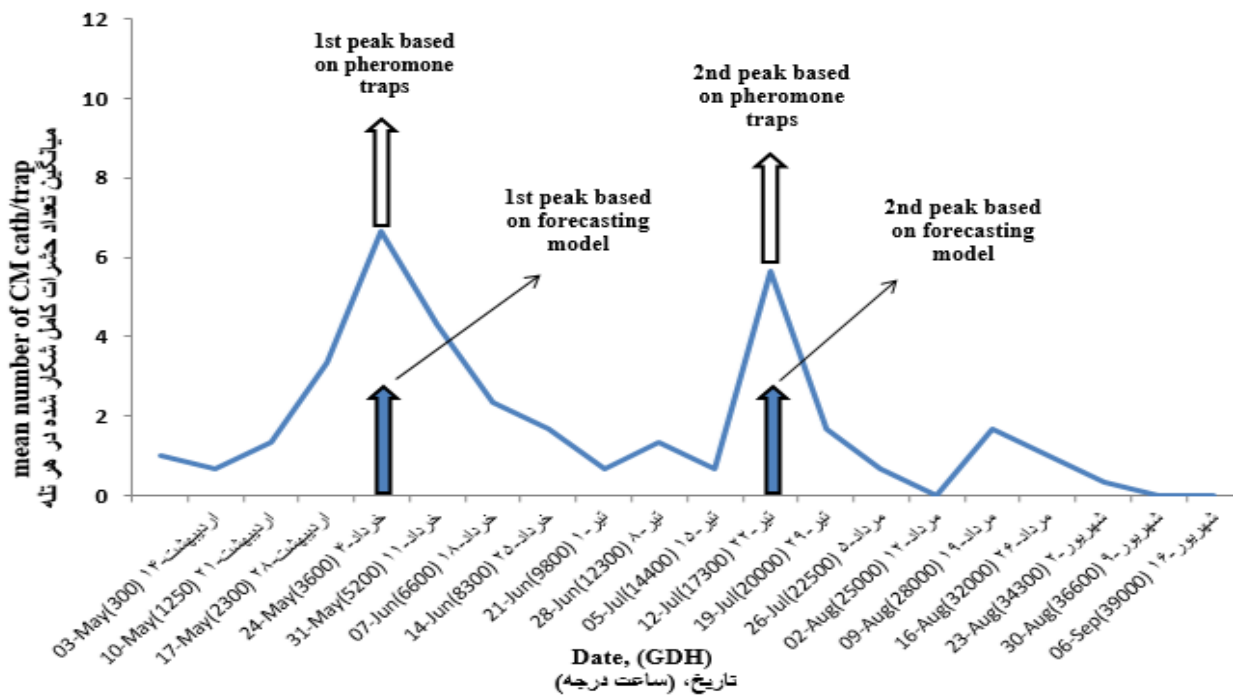
زمان‌های فیزیولوژیک برای اوج جمعیت تخم زمستانگزران و نسل تابستانه بر اساس مدل پیش‌آگاهی رنجبر اقدم (۱۳۸۸)، به ترتیب 230 ± 457.0 و 380 ± 2156.0 ساعت-درجه بود و بر همین مبنا اوج جمعیت تخم نسل-های اول و دوم در کامیاران در سال ۱۳۹۴، به ترتیب در یکم خرداد ماه و ۲۱ تیر ماه می‌باشد در حالیکه با داده-های به دست آمده از نمونه‌برداری‌ها، اوج جمعیت تخم در نسل اول (۱۱ عدد) و دوم (۸ عدد) به ترتیب در ۲۷ اردیبهشت ماه و ۲۱ تیر ماه مشاهده شد. در سقز نیز بر اساس مقادیر برآورد شده برای زمان فیزیولوژیک، اوج جمعیت تخم نسل‌های اول و دوم به ترتیب هفت خرداد ماه و ۲۰ تیر ماه می‌باشد در حالیکه با داده‌های به دست آمده از نمونه‌برداری‌ها، اوج تخم در نسل اول (۹ عدد) و



شکل ۶- تغییرات جمعیت حشرات کامل کرم سب از زمان وقوع زیست پایه تا زمان برداشت، منطقه‌ی سقز سال ۱۳۹۴
 Fig. 6. Population fluctuation of the codling moth (CM) from the date of biofix to harvest in Saez region in 2015.



شکل ۷- تغییرات جمعیت حشرات کامل کرم سب از زمان وقوع زیست پایه تا زمان برداشت، منطقه‌ی کامیاران سال ۱۳۹۵
 Fig. 7. Population fluctuation of the codling moth (CM) from the date of biofix to harvest in Kamyaran region in 2016.



شکل ۸- تغییرات جمعیت حشرات کامل کرم سیب از زمان وقوع زیست پایه تا زمان برداشت، منطقه سقز سال ۱۳۹۵

Fig. 8. Population fluctuation of the codling moth (CM) from the date of biofix to harvest in Saqez region in 2016.

پیش‌آگاهی کرم سیب بر اساس درجه حرارت موثر انجام شده، اما در اغلب آنها برای محاسبه‌ی گرمای موثر تامین شده از محیط، از روش میانگین دمایی یا مستطیلی (میانگین حداقل و حداکثر دما در طول شبانه روز) استفاده شده است (رجبی، ۱۳۶۵؛ دستغیب بهشتی و سید الاسلامی، ۱۳۶۵؛ دزیانیان و نادعلی، ۱۳۷۹؛ قطره سامانی و همکاران، ۱۳۸۲؛ Ahmad, 1988 و Pitcarin *et al*, 1992) و به همین دلیل نتایج این پژوهش‌ها قابل تعمیم به پژوهش حاضر نیست

مقایسه‌ی نتایج بدست آمده از این تحقیق با داده‌های مدل پیش‌آگاهی رنجبر اقدم (۱۳۸۸)، نشان می‌دهد که در بسیاری از موارد نتایج با هم‌دیگر مطابقت داشته و در مواردی که ناهماهنگی دیده می‌شود می‌تواند ناشی از عدم تخمین دقیق شاخص‌های دمایی رشد و نمو (به ویژه آستانه‌ی دمای پایین و بالای رشد و نمو) برای جمعیت‌های مورد مطالعه در این پژوهش باشد. در اغلب منابع علمی موجود آستانه‌ی پایین دما برای نشو و نمای کرم سیب ۱۰ درجه‌ی سلسیوس با استفاده از مدل

زمان‌های فیزیولوژیک برای اوج جمعیت لاروهای زمستانگذران و نسل تابستانه بر اساس مدل پیش‌آگاهی رنجبر اقدم (۱۳۸۸). به ترتیب 390 ± 10290 و ۴۸۰ ساعت درجه بود. اوج جمعیت لاروهای حاصل از نسل‌های اول و دوم بر مبنای داده‌های حاصل از نمونه‌برداری در سال ۱۳۹۴ در کامیاران، به ترتیب ۱۸ خرداد ماه و ۲۶ تیر ماه و در سقز، ۲۲ خرداد ماه و ۲۷ تیر ماه بود در حالیکه بر اساس زمان فیزیولوژیک، اوج جمعیت لاروهای نسل اول و دوم در کامیاران ۲۲ خرداد ماه و ۲۶ تیر ماه و در سقز ۲۴ خرداد ماه و ۲۶ تیر ماه می‌باشد. در سال ۱۳۹۵، اوج جمعیت لاروهای نسل‌های اول و دوم بر مبنای داده‌های حاصل از نمونه‌برداری در کامیاران، به ترتیب ۲۴ خرداد ماه و پنجم مرداد ماه، در حالیکه بر اساس زمان فیزیولوژیک، اوج جمعیت لاروهای نسل اول و دوم در کامیاران ۲۲ خرداد ماه و سوم مرداد ماه می‌باشد. در سقز اوج جمعیت لاروهای نسل‌های اول و دوم بر مبنای داده‌های حاصل از نمونه‌برداری، ۳۱ خرداد ماه و ۱۱ مرداد ماه بود که با مدل پیش‌آگاهی کرم سیب ارائه شده توسط رنجبر اقدم (۱۳۸۸)، مطابقت داشت (جدول‌های ۱ و ۲). مطالعات متعددی در رابطه با

جدول ۱- اوج جمعیت مراحل مختلف رشدی کرم سیب در مناطق کامیاران و سقز در سال ۱۳۹۴.

Table 1. Population peak of different stages of codling moth growth in Kamyaran and Saez regions in 2015.

Phenological stage (مرحله فنولوژیک)	First generation (نسل اول)		Second generation (نسل دوم)		
	Based on model (بر اساس مدل)	Based on sampling (بر اساس نمونه‌برداری)	Based on model (بر اساس مدل)	Based on sampling (بر اساس نمونه‌برداری)	
Kamyaran (کامیاران)	peak flights of moth (اوج پرواز شب‌پره‌ها)	May 18 3100±200 GDH	May 11 2100 GDH	Jul. 6 19000±250 GDH	Jul. 6 19400 GDH
	Peak of eggs (اوج جمعیت تخم‌ها)	May 22 4570±230 GDH	May 17 3125 GDH	Jul. 13 21560±380 GDH	Jul. 12 20163 GDH
	Peak of 1 st instar larvae (اوج جمعیت لاروهای سن ۱)	-	May 31 5942 GDH	-	Jul. 17 23694 GDH
	Peak of larvae (اوج جمعیت لاروها)	Jun. 12 10290±390 GDH	Jun. 8 8697 GDH	Jul. 20 25120±480 GDH	Jul. 17 24165 GDH
	Peak of pupae (اوج جمعیت شفیره‌ها)	-	Jun. 21 11420 GDH	-	-
Saez (سقز)	peak flights of moth (اوج پرواز شب‌پره‌ها)	May. 26 3100±200 GDH	May. 19 2200 GDH	Jul. 7 19000±250 GDH	Jul. 14 20993 GDH
	Peak of eggs (اوج جمعیت تخم‌ها)	May. 28 4570±230 GDH	May. 25 3610 GDH	Jul. 11 21560±380 GDH	Jul. 9 23564 GDH
	Peak of 1 st instar larvae (اوج جمعیت لاروهای سن ۱)	-	Jun. 2 5994 GDH	-	Jul. 14 24000 GDH
	Peak of larvae (اوج جمعیت لاروها)	Jun. 14 10290±390 GDH	Jun. 12 9592 GDH	Jul. 17 25120±480 GDH	Jul. 18 25451 GDH
	Peak of pupae (اوج جمعیت شفیره‌ها)	-	Jun. 27 13150 GDH	-	-

جدول ۲- اوج جمعیت مراحل مختلف رشدی کرم سیب در مناطق کامیاران و سقز در سال ۱۳۹۵.

Table 2. Population peak of different stages of codling moth growth in Kamyaran and Saqez regions in 2016.

Phenological stage (مرحله فنولوژیک)	(نسل اول)		(نسل دوم)		
	First generation		Second generation		
	Based on model (بر اساس مدل)	Based on sampling (بر اساس نمونه برداری)	Based on model (بر اساس مدل)	Based on sampling (بر اساس نمونه برداری)	
Kamyaran (کامیاران)	peak flights of moth (اوج پرواز شب پرها)	May. 20 3100±200 GDH	May. 17 2900 GDH	Jul. 5 19000±250 GDH	Jul. 5 18300 GDH
	Peak of eggs (اوج جمعیت تخم ها)	May. 23 4570±230 GDH	May. 23 4354 GDH	Jul. 12 21560±380 GDH	Jul. 11 20539 GDH
	Peak of 1 st instar larvae (اوج جمعیت لاروهای سن ۱)	-	May. 31 6542 GDH	-	Jul. 18 24418 GDH
	Peak of larvae (اوج جمعیت لاروها)	Jun. 11 10290±390 GDH	Jun. 13 11434 GDH	Jul. 24 25120±480 GDH	Jul. 26 27298 GDH
	Peak of pupae (اوج جمعیت شفیره ها)	-	Jun. 24 13320 GDH	-	-
Saqez (سقز)	peak flights of moth (اوج پرواز شب پرها)	May. 24 3100±200 GDH	May. 24 3600 GDH	Jul. 12 19000±250 GDH	Jul. 12 17300 GDH
	Peak of eggs (اوج جمعیت تخم ها)	May. 28 4570±230 GDH	Jun. 1 5417 GDH	Jul. 22 21560±380 GDH	Jul. 19 20213 GDH
	Peak of 1 st instar larvae (اوج جمعیت لاروهای سن ۱)	-	Jun. 7 6386 GDH	-	Jul. 25 22720 GDH
	Peak of larvae (اوج جمعیت لاروها)	Jul. 20 10290±390 GDH	Jul. 20 10008 GDH	Aug. 1 25120±480 GDH	Aug. 1 25312 GDH
	Peak of pupae (اوج جمعیت شفیره ها)	-	Jun. 30 12640 GDH	-	-

سیب بین هشت و ۱۱/۱ درجه‌ی سلسیوس گزارش شده است. همینطور بر اساس بررسی‌های Rock and Shaffer (1983) با استفاده از نتایج پنج دمای ثابت، آستانه‌ی پایین دما برای نشو و نمای کرم سیب با استفاده از مدل خطی ۹/۹ درجه‌ی سلسیوس تخمین زده شده بود.

خطی نرخ رشد و نمو تعیین شده است (Riedl, 1978; Ravn and Madsen, Pitcarin *et al.*, 1992; Setyobudi, 1989; Howell and Neven, 2000; Falcon, 1995; همکاران, ۱۳۸۲). در پژوهش انجام شده توسط Falcon *et al.* (1976)، آستانه‌ی پایین دما برای نشو و نمای کرم

۱- استفاده از یک شاخص دمایی (آستانه‌ی پایین دمایی ۱۰ درجه‌ی سلسیوس) برای کرم سیب بر اساس یافته‌های پژوهشگران قدیمی.

۲- استفاده از روش میانگین دمایی یا مستطیلی برای محاسبه‌ی گرمای موثر (GDD) تامین شده از محیط در حالیکه در این تحقیق از دقیق‌ترین روش برای محاسبه و تخمین گرمای موثر تامین شده از محیط (GDH) استفاده شده که برای اولین بار در مورد کرم سیب توسط رنجبر اقدم (۱۳۸۸) ارائه و استفاده شده بود.

۳- عدم توجه به شاخص‌های دمایی جمعیت‌های مختلف کرم سیب مستقر در مناطق، میکروکلیمها و ارتفاعات مختلف.

۴- سال مورد مطالعه، تکامل در طول زمان و تاثیر آن بر شاخص‌های دمایی.

نصب نوارهای کارتن آج‌دار یک سویه، همزمان با اوج جمعیت لاروی در هر نسل به دور تنه‌ی درختان و بررسی هفتگی آنها نشان داد که در نسل اول، بعد از اوج جمعیت شفیره‌ها، همه‌ی آنها تبدیل به حشره کامل شدند در حالیکه در نسل دوم، لاروهای سن آخر پس از تنیدن پیله به همان حالت وارد دیاپوز شده و آماده زمستانگذرانی شدند و فقط درصد بسیار کمی از آنها تبدیل به شفیره و نهایتاً حشره‌ی کامل شدند و جمعیت لاروهای زمستانگذران تا برداشت محصول، مرتباً در حال افزایش بود و این نشان می‌دهد که حشراتی که زودتر و قبل از اوج پرواز ظاهر شده‌اند، مراحل رشدی را زودتر سپری کرده و نهایتاً توانسته‌اند نیاز گرمایی جهت تکمیل مرحله‌ی شفیرگی را کسب کرده و تبدیل به حشرات کامل نسل سوم شوند. بررسی‌های دو ساله نشان داد که جمعیت قابل توجهی از آفت به منظور زمستانگذرانی وارد نوارهای کارتن آج‌دار شدند لذا با بستن این نوارها به دور تنه درختان از اواسط مرداد ماه و باز کردن نوارها و معدوم کردن آنها در آبان ماه و قبل از شروع بارندگی‌های پاییزی، می‌تواند تعداد زیادی از لاروهای زمستانگذران آفت را از بین ببرد و بدین ترتیب جمعیت آفت را در بهار سال آینده به میزان قابل توجهی کاهش دهد.

همانطور که قبلاً ذکر شد به علت در دست نبودن شاخص‌های دمایی مهم نشو و نمای جمعیت کرم سیب مستقر در محل انجام تحقیق، از یافته‌های Rangbar *et al.* (2009) روی جمعیت‌های مستقر در مناطق هم ارتفاع و مشابه از نظر اقلیمی (مراغه) استفاده شد و بدیهی است که وجود تفاوت‌های حتی جزئی در شاخص‌های دمایی جمعیت‌های این دو منطقه می‌تواند یکی از علل بروز این اختلافات باشد.

با توجه به اینکه بهترین زمان انجام کنترل شیمیایی کرم سیب، در هنگام اوج جمعیت لاروهای سن اول و قبل از ورود آنها به داخل میوه‌ها می‌باشد، نتایج دو ساله تحقیق در هر دو منطقه‌ی کامیاران و سقز نشان داد که اوج جمعیت لاروهای سن اول نسل زمستانگذران در ۶۶۳۴±۴۳۰ و در نسل تابستانه ۸۴۶±۲۳۷۰۰ ساعت-درجه می‌باشد البته تفاوت‌هایی در یافته‌های این پژوهش با کارهای دیگر محققان وجود دارد. در بررسی‌های انجام شده در منطقه اوین (شمیرانات)، مجموع حرارتی در زمان شروع اولین آلودگی ۲۳۰ و در زمان انجام اولین مبارزه شیمیایی حدود ۲۷۰ درجه‌ی سلسیوس برآورد شده است (رجبی، ۱۳۶۵). در مطالعات دزینیان و ندعلی (۱۳۷۹)، رابطه‌ی مجموع گرمای مؤثر روزانه و زمان شروع اولین آلودگی در مناطق بسطام، مجن و زیراستاق به ترتیب ۲۲۳، ۲۰۰ و ۲۴۱ درجه‌ی سلسیوس برای نسل اول کرم سیب تعیین شده بود. بر اساس تحقیق Ahmad *et al.* (1995)، سمپاشی برعلیه لاروهای تازه تفریخ شده قبل از ورود آنها به داخل میوه‌ها بسیار مؤثر است و این زمان در ۲۰۰ روز-درجه‌ی سلسیوس پس از زیست پایه تعیین شده است. بر اساس بررسی‌های Dastgheyb Beheshti *et al.* (1987)، انجام سمپاشی در ۱۰۷ تا ۴۷۴ و ۹۲۱ تا ۹۶۷ و ۱۶۸۹ تا ۱۷۶۵ روز-درجه‌ی سلسیوس از اولین شکار تله‌ی فرمونی موجب کاهش ۹۱/۵ تا ۹۵/۶ درصد در میزان خسارت آفت گردید. برخی از دلایل این تفاوت‌ها به شرح زیر است:

منابع

- دستغیب بهشتی ن و سید الاسلامی ح. ۱۳۶۵. پیش‌آگاهی از فنولوژی کرم سیب *Laspeyresia pomonella* L. در باغات سیب اصفهان بر اساس محاسبه درجه حرارت موثر. نشریه آفات و بیماری‌های گیاهی، جلد ۵۴ شماره‌های ۱ و ۲ صفحه‌های ۲۵ تا ۴۳.
- دزیانیان ا و نادعلی ف، ۱۳۷۹. بررسی تعداد نسل و تعیین زمان مبارزه با نسل اول کرم سیب *Cydia pomonella* و امکان کنترل همزمان آن با شپشک واوی و کنه‌ها در غالب IPM در سه منطقه شاهرود. صفحه ۲۵۷ چهاردهمین کنگره گیاهپزشکی ایران. اصفهان. ایران.
- رجبی غ ر، ۱۳۶۵. حشرات زیان‌آور درختان میوه سردسیری ایران، (جلد دوم) پروانه‌ها. سازمان تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی، مؤسسه تحقیقات آفات و بیماری‌های گیاهی.
- رنجبر اقدم ح، ۱۳۸۸. استفاده از فنولوژی وابسته به دما در تهیه مدل پیش‌آگاهی کرم سیب. رساله دکتری، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۶۸ صفحه.
- رنجبر اقدم ح، فتحی‌پور ی، رجبی غ ر و رضایپناه م ر، ۱۳۸۷. تعیین آستانه‌های دمایی و نرخ رشد کرم سیب (Lepidoptera: Tortricidae) با استفاده از ۱۳ مدل غیر خطی. صفحه ۳۹۰. هجدهمین کنگره گیاهپزشکی ایران. همدان. ایران.
- قطره سامانی، س، برجیان، بروجنی ب و روشندل، س، ۱۳۸۲. پیش‌آگاهی زمان مبارزه با کرم سیب *Laspeyresia pomonella* بر اساس داده‌های هواشناسی (روز-درجه) در استان چهارمحل و بختیاری. صفحه ۷۳۴. سومین همایش ملی توسعه‌ی کاربرد مواد بیولوژیک و استفاده‌ی بهینه از کود و سم در کشاورزی. کرج. ایران.
- Ahmad TR, 1988. Degree-day requirements for predicting emergence and flight of the codling moth *Cydia pomonella* (L.) (Lep., Olethreutidae). Journal of Applied Entomology. 106 (4): 345-349.
- Ahmad TR, Ali MA and Hamad BS, 1995. Using degree-days model to determine the optimum spray timing for the codling moth *Cydia pomonella* (L.) (Lep., Olethreutidae). Journal of Applied Entomology. 119 (2): 143-144.
- Blomefield TL and Knight AL, 2000. Codling moth management: Monitoring methods, control guidelines and predictive models. p. 644. XXI-International Congress of Entomology, Brazil.
- Daneshnia SN and Alichy 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 (2): 37-44.
- Dastgheyb Beheshti N, Seyedoleslami H and Beheshti ND, 1987. Forecasting codling moth phenology (*Laspeyresia pomonella* L.) based on degree day summation in apple orchards in the west of Esfahan. Entomologie et Phytopathologie Appliquees. 54 (1-2): 25-143.
- Falcon LA, Pickel C and White JB, 1976. Computerizing codling moth. Fruit Grower 96: 8-14.
- Gleason ML, Ali MK, Domoto PA, Lewis DR and Duffy MD, 1994. Comparing integrated pest management and protectant strategies for control of apple scab and codling moth in an Iowa apple orchard. Hort Technology. 4 (2): 136-141.
- Hansen JD, Wang S and 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.
- Howell JF and Neven LG, 2000. Physiological development time and zero development temperature of the codling moth (Lepidoptera: Tortricidae). Environmental Entomology, 29: 766-772.

- Judd GJR and Gradiner MGT, 2005. Towards eradication of codling moth in British Columbia by complimentary actions of mating disruption, tree banding and sterile insect technique. Five-year study in organic orchards. *Journal of Crop Production*, 718 – 723.
- Oloumi Sadeghi H and Esmaili M, 1979. Investigation on the population fluctuation of codling moth *Laspeyresia pomonella* (L.) to determine the suitable time for control. *Iranian Journal of Agriculture Science*. 3(1-4): 83-112.
- Pitcarin MJ, Zalom FG and Rice RE, 1992. Degree-day forecasting of generation time of *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae) populations in California. *Environmental Entomology*. 21 (3): 441-446.
- Radjabi G, Malmir A and Naderian H, 2006. Comparative study of the number of generations, flight span and population density of codling moth in walnut and apple orchards in various altitudes of Iran. *Entomology and phytopathology*. 74(2): 113-126.
- Rangbar Aghdam H, 2015. Are pheromone traps applicable to forecast an insect pest phenology. A case study on codling moth, *Journal of Crop Protection*, 4 (1): 121-130.
- Rangbar Aghdam H, Fathipour Y, Radjabi G, and Rezapanah M, 2009. Temperature-dependent development and thermal threshold of codling moth (Lepidoptera:Tortricidae) in Iran. *Environmental Entomology*. 38: 885-895.
- Ravn, HP and Madsen HB, 1995. Codling moth and pheromone traps. 12th Danish Plant Protection Conference, Pests and Diseases. SP-Rapport Statens Planteavlfsforsog. 4: 199-207
- Riedl H and Croft BA, 1978. The effects of photoperiodic and effective temperatures on the seasonal phenology of the codling moth (Lepidoptera: Tortricidae). *Canadian Entomologists*, 110: 455–470.
- Rock GC and Shaffer PL, 1983. Development rates of codling moth (Lepidoptera: Olethreutidae) reared on apple at four constant temperatures. *Environmental Entomology*, 12: 831-834.
- Setyobudi L, 1989. Seasonality of codling moth, *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Olethreutidae) in the Willamette valley of Oregon: role of photoperiod and temperature. PhD dissertation, OregonStateUniversity,
- Trottier R, 1975. A warning system for pests in apple orchards. *Canada Agriculture*. 20 (1): 30-31.
- Tyson R, Thistlewod H and Judd GJR, 2007. Modeling dispersal of sterile male codling moths *Cydia pomonella*, across orchards boundaries. *Journal of Ecological Modeling*, 205: 1 – 12.

Determination of the Best Time to Control the Codling moth, *Cydia pomonella* L., 1758 (Lep: Tortricidae) , Based on the Estimation of Thermal Units (GDH)

S Kamangar^{*1} and H Ranjbar Aghdam²

¹Research instructor, Kurdistan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Sanandaj, Iran.

²Associate Professor, Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.

*Corresponding author: salahkamangar@yahoo.com

Received: 30 January 2019 Accepted: 6 February 2020

Abstract

Codling moth, *Cydia pomonella* L. is the key pest of apple orchards in Iran. In order to succeed in chemical control of this pest and reduce the number of spraying, application of modern and accurate methods is very important. Nowadays, the total environmental efficient temperature based on Degree-Days is the most accurate forecasting method to forecast the development of different phenological stages of the pests. In this regard, this study was conducted to prepare a predictive model of Codling moth phenology based on the estimation of total efficient environmental temperature in two locations of Kamyaran and Saqez. In order to determine the start of recording environmental temperature and the calculation of efficient temperature, the biofix was determined based on the hunting of pheromone traps. From this date to the harvesting time, fluctuation of environment temperature was recorded in the garden hourly and the efficient temperature from the environment was calculated based on the hourly temperature indices of the growth and development of Codling moth. In the following to the apple harvesting, the population fluctuations of the different biological stages of the Codling moth were recorded in both regions weekly. Based on the results, in both of the studied areas, there were three flying peaks indicating two complete and one partial or incomplete generation of Codling moth in Kurdistan province. Considering that the best time to perform chemical control of Codling moth is at the peak of the larvae population of the first instar and before entering them into fruits, the results of two years of research in both Kamyaran and Saqez showed that the peak population of the first-generation larvae of the winter-generations is 6634 ± 430 GDH, and in the summer generation is 23700 ± 846 GDH.

Keywords: Codling moth, *Cydia pomonella*, Forecasting, Chemical control, GDH.