فصلنامه گیاه پزشکی
۱۳۸۹-۲ (۱) : ۱۳-۲۴

تعیین نیاز گرمایی مراحل نابالغ پسیل پسته *Agonoscena pistaciae* (Hemiptera: Psyllidae) در شرایط طبیعی رفسنجان

محمدرضا حسنی*
گروه گیاه‌پزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد رفسنجان، رفسنجان، ایران
قدیر نوری قنبلانی
گروه گیاه‌پزشکی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
حمزه ایزدی
گروه گیاه‌پزشکی، دانشگاه ولیعصر، رفسنجان، ایران
مهدی بصیرت
موسسه تحقیقات پسته کشور، رفسنجان، ایران

چکیده

پسیل پسته (*Agonoscena pistaciae* Burckhardt & Lauterer) یکی از مهم ترین آفات درختان پسته ایران است. امروزه از مدل‌های روز- درجه به عنوان یکی از ابزارهای مهم در مدیریت آفات در پیش بینی وضعیت آفات استفاده می شود. مجموع گرمای مؤثر بالاتر از آستانه پایین رشد (۹/۹۶°C) و آستانه بالای رشد (۳۲/۵°C) برای درصدهای مختلف پورگی پسیل پسته طی سال های ۱۳۸۶ و ۱۳۸۷ محاسبه شد. مجموع گرمای مؤثر از اول بهمن سال های ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶ به عنوان نقطه بیولوژیک ثابت تا ۷۵ درصد پورگی نسل اول، ۵۱۰ روز- درجه محاسبه شد. برای سایر نسل ها ۷۵ درصد پورگی نسل قبل به عنوان نقطه بیولوژیک ثابت انتخاب و مجموع گرمای مؤثر برای درصدهای مختلف پورگی نسل‌های بعد محاسبه شد. مجموع گرمای مؤثر لازم برای ۷۵ درصد پورگی نسل دوم، سوم، چهارم، پنجم و ششم از ۷۵ درصد پورگی نسل قبل به ترتیب ۳۳۹، ۳۳۳، ۳۱۳، ۳۸۹ و ۳۳۷ روز- درجه محاسبه شد. متوسط مجموع گرمای مؤثر از زمان ۷۵ درصد پورگی هر نسل تا ۷۵

* مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: mreza.hassani@yahoo.com
تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۵/۱۸، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۳/۱۱

درصد پورگی نسل بعدی ۲۸/۱۳±۳۴۲ روز- درجه محاسبه شد. با استفاده از مجموع گرمای مـؤثر بـه دست آمده می توان زمان مناسب مبارزه با هریک از نسل های پسیل پسته را تعیین نمود.

واژه های کلیدی: پسیل پسته، روز- درجه، مجموع گرمای مؤثر، نیاز گرمایی

مقدمه

پسته، *Pistacia vera* L. یکی از مهم ترین محصولات باغی کشور است و ارزش اقتصـادی بسیار بالایی دارد. این محصول سهم بزرگی از صادرات غیر نفتی کشـور را بـه خـود اختصـاص داده است (Sheibani *et al.*, 1995). پسـیل پسـته *Agonoscena pistaciae* Burckhardt & Lauterer یکی از مهم ترین آفات درختان پسته ایران است و در تمام مناطق پسته کاری کشور گسترش دارد. پوره و حشرات کامل این حشره از زمان فعال شدن درختان در اوایل فروردین تا زمان ریزش برگ آنها در پاییز از شیره برگ‌های درختـان پسـته تغذیـه کـرده و خسـارت وارد می‌کنند. تغذیه این آفت با ترشح مقدار زیادی عسلک همراه است. ایـن حشـره در تمـام فصـل رشد گیاه فعالیت داشته و تغذیه آن در درجه اول موجب ضعف عمومی گیاه می‌شود. همچنین بسته به زمان و مرحله‌ی رشد گیاه، جمعیت بالای آفت می تواند باعث پوکی یا نیم مغز شـدن دانه ها شود؛ متعاقباً ریزش جوانه‌های سال آینده و در نهایت ریـزش بـرگ‌هـا اتفـاق مـی‌افتـد (Hassani, 2009).

حشرات موجوداتی خونسرد هستند و رشد و نمو آنها تابع دمای محیط است. (Pedigo, 2002; Gullan & Cranston, 2005). فکر استفاده از دما برای توصیف رشد و نمو موجودات خونسرد به بیش از ۲۵۰ سال قبل بر می‌گردد. برای اولین بار Reamur در سال ۱۷۳۵ نقش دما را در رشد و نمو گیاهان و حشرات توصیف نموده است (Akers & Nielson, 1984). برای تخمین طول دوره رشد و نمو موجودات خونسرد از روش روز- درجه استفاده می‌شود (Pedigo, 2002; Gullan & Cranston, 2005). استفاده از مدل‌های روز- درجه و بررسی تاثیر دما روی رشد حشرات، گیاهان و دیگر موجودات خونسرد از مدت‌ها پیش مورد توجه بوده است (Fatzinger & Dixon, 1996; Zalom, *et al*., 1983). امروزه مدل‌های روز- درجه یکی از ابزارهای مهم در علوم گیاهی، مدیریت آفات و اکولوژی حشرات هستند و در پیش بینی وضعیت آفات مورد استفاده قرار می‌گیرند (Pruess, 1983). استفاده از مدل‌های پیش آگاهی بر اساس روز- درجه در طراحی یک برنامه برای بهبود کارآیی روش‌های کنترل آفات مؤثر می‌باشد، زیرا دما به طور مستقیم بیولوژی، متابولیسم، تولیدمثل و دوره رشد حشره را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Sharpe & DeMichele, 1977). هدف از پیش آگاهی، تعیین مرحله نشو و نمایی حشره‌ی آفت و به کارگیری روش های کنترل در زمان مناسب است. در این صورت

علاوه بر این که آفت‌کش‌ها بیشترین تأثیر را خواهند داشت، از خسارت اقتصادی آفت نیز جلوگیری خواهد شد (Akers & Nielsen, 1984; Brunner, 1984; Diaz *et al*.; 2007; Graf *et al*., 2006).

کنترل شیمیایی از جمله روش های مؤثری است که در حال حاضر جهت کنترل پسیل پسته مورد استفاده قرار می‌گیرد، لذا انتخاب زمان مناسب سمپاشی بسیار مهم می‌باشد. زیرا سم‌پاشی در زمان مناسب از مصرف بی رویه آفت‌کش‌ها و پیامدهای ناشی از آنها، نظیر صدمه به دشمنان طبیعی و آسیب های زیست محیطی جلوگیری می‌کند (Gurr *et al*., 2004). تاکنون نیاز گرمایی برای سنک *Calocoris norvegicus* (Gmelin) (Purcell & Weeter, 1990)، زنبور سیاه مغزخوار پسته (Basirat & Seyedoleslami, 2001) و پروانه چوبخوار پسته (Basirat, 2008) محاسبه گردیده است اما در رابطه با نیاز گرمایی پسیل پسته تحقیقی انجام نشده است.

هدف از انجام این پژوهش تعیین مجموع گرمای مؤثر لازم برای پوره پسیل پسته در شرایط طبیعی در منطقه رفسنجان می‌باشد. با تعیین نیاز گرمایی آفت و با در دست داشتن اطلاعات دقیق هواشناسی می‌توان زمان مناسب کنترل هر یک از نسل‌های آفت را پیش بینی و به اطلاع کشاورزان رساند.

مواد و روش ها

محاسبه مجموع گرمای مؤثر لازم برای پوره پسیل پسته در شرایط صحرایی

برای محاسبه‌ی مجموع گرمای مؤثر لازم برای نشو و نمای پوره پسیل پسته در شرایط صحرایی، تغییرات فصلی جمعیت پوره پسیل پسته طی سال‌های ۱۳۸۶ و ۱۳۸۷ بررسی شد. ابتدا تاریخ شروع و پایان هر یک از نسل ها تعیین شد، سپس تعداد پوره در هر تاریخ نمونه‌برداری از شروع تا پایان هر نسل، به تعداد تجمعی آن تبدیل شد. برای تبدیل کردن تعداد پوره به تعداد تجمعی آن در هر نسل تعداد پوره در هر تاریخ نمونه‌برداری با تعداد پوره در تاریخ نمونه برداری بعد جمع شد. با توجه به تعداد پوره در هر نوبت نمونه برداری و تعداد تجمعی آن (مجموع تعداد کل پوره در هر نسل از شروع تا پایان آن نسل)، درصد پورگی در هر تاریخ نمونه برداری برای هر یک از نسل‌ها محاسبه شد. مجموع گرمای مؤثر بالاتر از آستانه پایین رشد و پایین تر از آستانه بالای رشد از نقطه بیولوژیک ثابت تا هر یک از تاریخ های نمونه برداری برای هر یک از درصدهای پورگی در دو سال مورد مطالعه در هر نسل محاسبه و یک مجموع گرمای مؤثر به دست آمد. آستانه پایین و بالای رشد برای این حشره از مطالعات Hassani (2009) بدست آمد. محاسبه روز- درجه ها به صورت آنلاین با استفاده از نرم افزار DDU انجام شد (UC IPM Online, 2009). با حذف درصدهای زیر ۵ درصد و بالای ۹۵

درصد، رگرسیون خطی بین پروبیت درصد پوره و لگاریتم مجموع گرمای موثر معادله خطی بدست آمد. با توجه به معادله بدست آمده، نمودار خطی بین درصد پوره و مجموع گرمای مؤثر رسم و مجموع گرمای مؤثر برای ۵ تا ۹۵ درصد پورگی برای هر یک از نسل ها محاسبه شد (Akers & Nielson, 1984).

انتخاب نقطه بیولوژیک ثابت برای شروع جمع کردن روز- درجه ها

برای محاسبه روز- درجه ها برای نسل اول پسیل پسته، اول بهمن به عنوان نقطه بیولوژیک ثابت انتخاب شد. زیرا در این تاریخ این حشره نه گرمایی دریافت کرده و نه گرمایی از دست داده است. از این تاریخ برای سایر آفات پسته مانند زنبور سیاه مغزخوار پسته (Basirat & Seyedoleslami, 2001)، پروانه چوبخوار پسته (Basirat, 2008) و آفاتی مانند کرم سیب (Dastgheyb – Beheshti & Seyedoleslami, 1987) استفاده شده است. Pruess (1983) معتقد است که مدل های روز- درجه‌ای که از یک مرحله رشدی حشره به عنوان نقطه بیولوژیک ثابت برای شروع جمع کردن روز- درجه ها استفاده می کنند مناسب‌تر هستند و هر چه مرحله رشدی به زمان پیش بینی نزدیک تر باشد دارای دقت بالاتری هستند. لذا در این تحقیق از زمان ۷۵ درصد پورگی هر نسل به عنوان نقطه بیولوژیک ثابت، برای محاسبه درصد های مختلف (۵ تا ۹۵ درصد) پورگی نسل بعد استفاده شد.

انتخاب روش محاسبه روز- درجه ها

انتخاب روش محاسبه روز- درجه ها با توجه به کمینه و بیشینه دمای روزانه و آستانه بالا و پایین رشد حشره متفاوت است. برای محاسبه مجموع گرمای مؤثر برای نسل اول پسیل پسته اول بهمن به عنوان نقطه بیولوژیک ثابت برای شروع جمع کردن روز- درجه ها انتخاب شد. در این زمان به دلیل این که کمینه دمای روزانه از آستانه پایین رشد حشره کمتر است از روش منحنی دو سینوسی استفاده شد. Pruess (1983) معتقد است زمانی که کمینه دمای روزانه از آستانه پایین رشد کم تر است، محاسبه روز- درجه ها با روش سینوسی به مقدار واقعی نزدیک تر است. بنابراین استفاده از روش سینوسی برای محاسبه روز- درجه ها در فصل بهار مناسب است.

برای نسل دوم پسیل پسته به دلیل این که در این زمان کمینه و بیشینه دمای روزانه بین آستانه پایین و بالای رشد حشره قرار دارد، نتایج حاصل از انتخاب هر یک از روش ها تقریباً برابر است و تفاوتی در انتخاب روش محاسبه وجود ندارد. اما به دلیل این که در بعضی از سال‌ها بیشینه دمای روزانه از آستانه بالای رشد پسیل پسته بالاتر می‌رود، لذا از روش دو مثلث استفاده شد. برای محاسبه روز- درجه های سایر نسل های پسیل پسته، به دلیل این که در ماه‌های گرم تابستان، بیشینه دمای روزانه از آستانه بالای رشد پسیل پسته بالاتر است از روش دو مثلث استفاده شد. کمینه و بیشینه دماهای روزانه از ایستگاه هواشناسی شهرستان

رفسنجان واقع در فرودگاه و از سایت هواشناسی کشور (http//:www.weather.ir) به دست آمد.

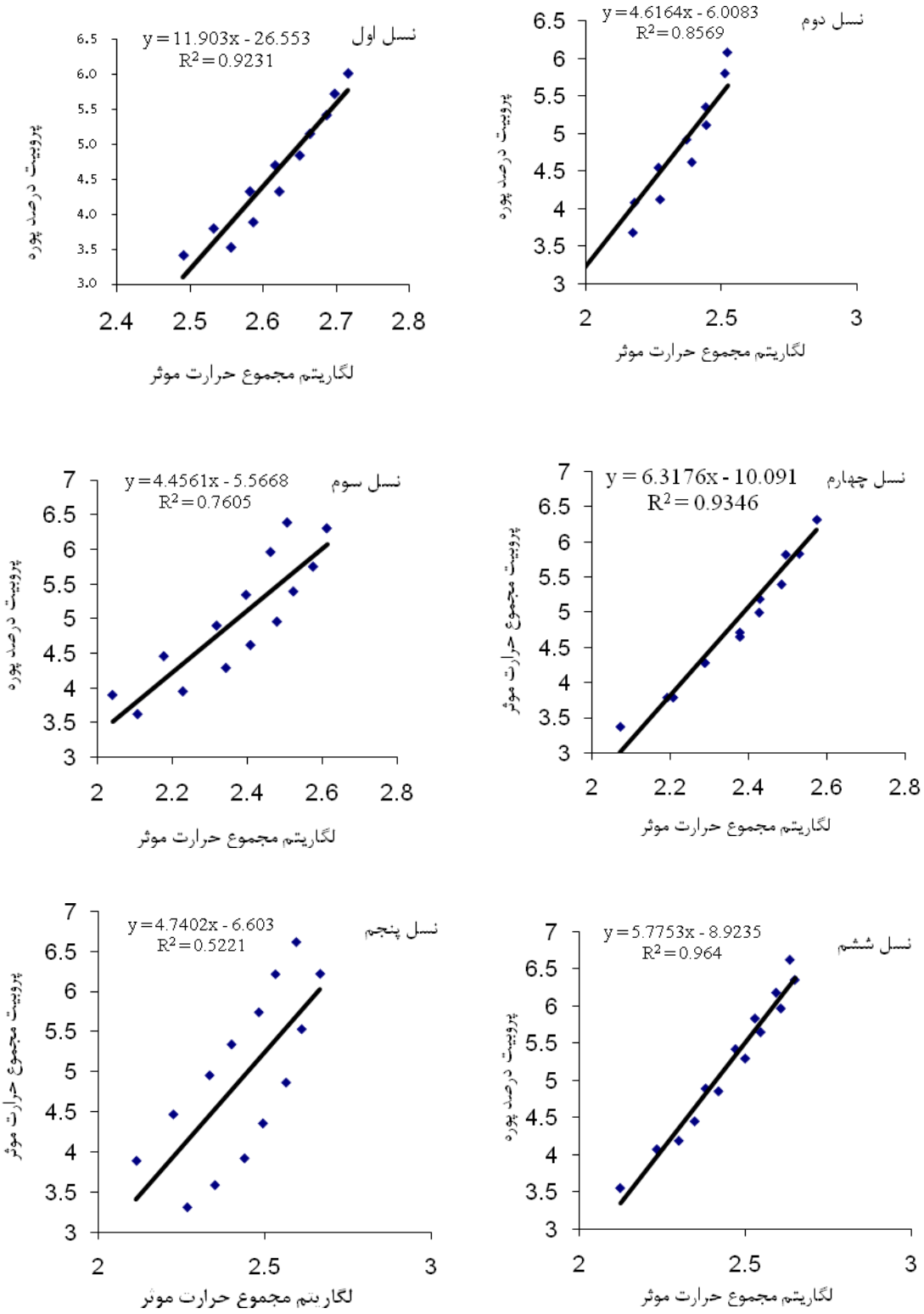
از برش عمودی برای محاسبه روز- درجه ها در روش محاسبه مثلثی و سینوسی استفاده می‌شود. در روش برش عمودی فرض بر این است که در دماهای بالاتر از آستانه بالا، هیچ گونه رشدی صورت نمی‌گیرد (Roltsch *et al*., 1999; Zalom *et al*., 1983).

نتایج

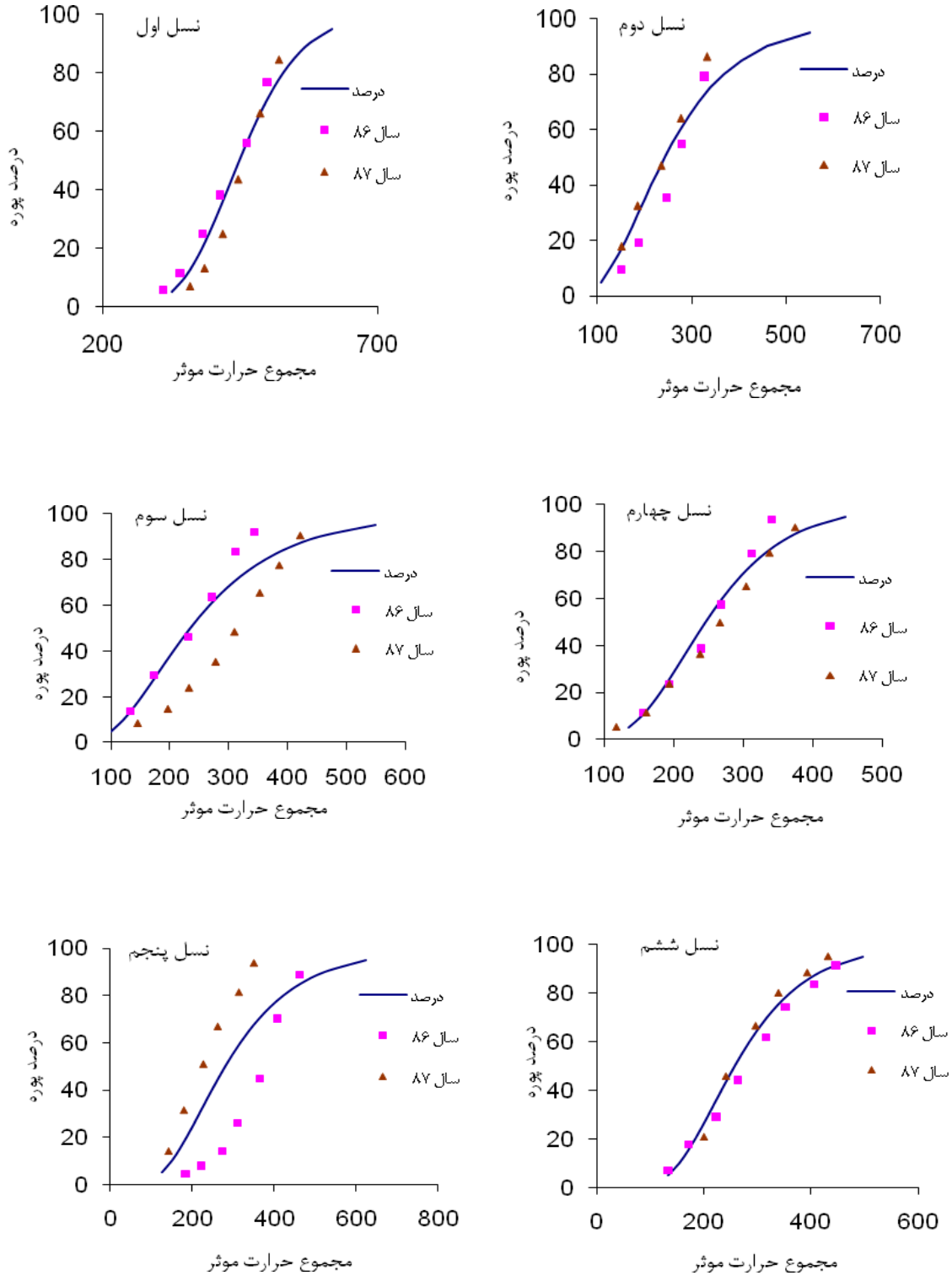
مجموع گرمای مؤثر لازم برای پوره پسیل پسته در شرایط صحرایی

مجموع گرمای مؤثر برای درصدهای مختلف پورگی پسیل پسته طی سال های ۱۳۸۶ و ۱۳۸۷ به طور جداگانه محاسبه شد. با حذف درصدهای زیر ۵ درصد و بالای ۹۵ درصد رگرسیون خطی بین پروبیت درصد پوره و لگاریتم مجموع گرمای مؤثر گرفته شد (شکل ۱). با استفاده از معادله خط رگرسیون، ۵ تا ۹۵ درصد پورگی برای نسل اول از اول بهمن محاسبه شد. سپس با استفاده از معادله فوق، منحنی بین درصدهای مختلف پورگی و مجموع گرمای مؤثر رسم شد (شکل ۲). با توجه به منحنی بدست آمده مجموع گرمای مؤثر مازاد بر آستانه پایین رشد ۹/۹۶ درجه سلسیوس و آستانه بیشینه ۳۲/۵ درجه سلسیوس برای ۵ تا ۹۵ درصد پوره نسل اول، از اول بهمن محاسبه شد.

مجموع گرمای مؤثر برای درصدهای مختلف پوره برای سایر نسل‌های پسیل پسته از زمان ۷۵ درصد پورگی نسل قبل طی سال های ۱۳۸۶ و ۱۳۸۷ به طور جداگانه محاسبه شد. با حذف درصدهای زیر ۵ درصد و بالای ۹۵ درصد رگرسیون خطی بین پروبیت درصد پوره و لگاریتم مجموع گرمای مؤثر گرفته شد (شکل ۱). با استفاده از معادله خط رگرسیون، ۵ تا ۹۵ درصد پورگی برای سایر نسل های پسیل پسته از زمان ۷۵ درصد پورگی نسل قبل محاسبه شد. با استفاده از معادله فوق منحنی بین درصدهای مختلف پورگی و مجموع گرمای موثر رسم شد (شکل ۲). با توجه به منحنی بدست آمده مجموع گرمای موثر مازاد بر آستانه پایین رشد ۹/۹۶ درجه سلسیوس و آستانه بالای ۳۲/۵ درجه سلسیوس برای ۵ تا ۹۵ درصد پوره سایر نسل ها پسیل پسته محاسبه شد.



شکل ۱- رابطه خطی بین پروبیت ۵ تا ۹۵ درصد پوره نسل اول تا ششم پسیل پسته بر اساس آستانه پایین رشد ۹/۹۶ و آستانه بالای رشد ۳۲/۵ درجه سلسیوس



شکل ۲- مجموع گرمای موثر لازم برای درصدهای مختلف پوره نسل اول تا ششم پسیل پسته بر اساس آستانه پایین رشد ۹/۹۶ و آستانه بالای رشد ۳۲/۵ درجه سلسیوس

جدول ۱- مجموع گرمای موثر لازم برای درصدهای مختلف پوره نسل اول تا ششم پسیل پسته بـر اساس آستانه پایین رشد ۹/۹۶ و آستانه بالای رشد ۳۲/۵ درجه سلسیوس

	مجموع گرمای موثر*					
درصد پورگی	نسل اول	نسل دوم	نسل سوم	نسل چهارم	نسل پنجم	نسل ششم
۲۵	۳۹۳	۱۷۳	۱۶۶	۱۹۱	۲۰۲	۱۹۷
۵۰	۴۴۸	۲۴۲	۲۳۵	۲۴۵	۲۸۰	۲۵۸
۷۵	۵۱۰	۳۳۹	۳۳۳	۳۱۳	۳۸۹	۳۳۷

*برای نسل اول، ابتدای بهمن و سایر نسل ها ۷۵ درصد پورگی نسل قبل به عنوان نقطه بیولوژیک ثابت انتخاب شد.

یکی از نکات مهم در برنامه های مدیریت تلفیقی آفات تعیین زمان مناسب کنترل آفت است. مدل های روز- درجه تلفیقی از اطلاعات زیست شناسی و آب و هوایی برای پیش بینی زمان فعالیت آفات هستند (Norris *et al*., 2002). از آنجا که پیش بینی مراحل رشد حشرات با توجه به تخمین آزمایشگاهی و تعمیم آن به شرایط صحرایی دقیق نمی‌باشد (Gullan & Cranston, 2005). در این تحقیق مجموع گرمای مؤثر برای درصدهای مختلف پورگی پسیل پسته بر اساس آستانه پایین رشد ۹/۹۶ و آستانه بالای رشد ۳۲/۵ درجه سلسیوس برای نسل‌های مختلف از زمان ۷۵ درصد پورگی نسل قبل به عنوان نقطه بیولوژیک ثابت (به جزء نسل اول) در شرایط صحرایی محاسبه شد. با توجه به رابطه خطی بین پروبیت درصد پورگی و لگاریتم مجموع گرمای مؤثر برای درصدهای مختلف پورگی از نقاط بیولوژیک ثابت می توان نتیجه گرفت که هرچه نقطه بیولوژیک ثابت انتخاب شده به زمان فعالیت حشره نزدیک‌تر باشد به همان اندازه تعیین زمان کنترل دقیق‌تر خواهد بود (Basirat, 2008; Pruess, 1983). بنابراین زمان ۷۵ درصد تفریخ تخم‌ها در هر نسل به عنوان نقطه بیولوژیک ثابت انتخاب و مجموع گرمای مؤثر برای درصدهای مختلف پورگی نسل بعد محاسبه شد. با استفاده از مجموع گرمای مؤثر بدست آمده در این تحقیق می‌توان زمان کنترل علیه نسل‌های مختلف پسیل پسته را از زمان ۷۵ درصد پورگی نسل قبل تعیین و به اطلاع کشاورزان رساند. درصدهای پایین محاسبه شده (مانند ۵ و ۲۵ درصد) برای رهاسازی دشمنان طبیعی مانند کفشدوزک‌ها و یا استفاده از سمومی که در شروع مرحله پورگی استفاده می‌شوند کاربرد دارد و درصدهای بالا برای استفاده از سموم شیمیایی در زمانی که اکثر جمعیت در مرحله پورگی هستند مفید خواهد بود. متوسط مجموع گرمای مؤثر برای نسل‌های دوم تا ششم ۲۸/۱۳±۳۴۲ روز- درجه بدست آمد که با مقدار محاسبه شده در شرایط آزمایشگاه، ۳۲۶ روز- درجه (Hassani, 2009) نزدیک است. ثابت گرمایی برای پسیل گلابی از مرحله تخم تا ظهور حشرات کامل ۳۳۶ روز- درجه گزارش شده است (Brunner, 1984). نتایج نشان می‌دهد که ثابت گرمایی برای پسیل پسته با پسیل گلابی تقریباً برابر است. در حالی که در مطالعات گذشته توسط

Mehrnejad (1998) ثابت گرمایی برای تخم تا ظهور حشرات کامل نر و ماده پسیل پسته به ترتیب ۲۲۲/۲۷ و ۲۳۸/۱ روز- درجه گزارش شده است. مجموع گرمای مؤثر از اول ژانویه به عنوان نقطه بیولوژیک ثابت تا اوج ظهور حشرات کامل زمستان‌گذران پسیل گلابی *Cacopsylla pyricola* (Forster) ۸۰ روز- درجه محاسبه شده است (Horton *et al*., 1992). درحالی که مجموع گرمای موثر از اول بهمن تا ۵ درصد ظهور پوره نسل اول این آفت (نسل حاصل از حشرات کامل زمستان گذران) ۳۲۶ روز- درجه محاسبه شد. بنابراین به نظر می رسد که شروع فعالیت حشرات کامل زمستان گذران و تخمریزی پسیل پسته نسبت به پسیل گلابی به روز- درجه بیشتری نیاز دارد. از روز- درجه‌ها در انتخاب زمان مناسب رهاسازی دشمنان طبیعی آفات نیز استفاده می‌شود. مجموع گرمای مؤثر برای کفشدوزک *O. conglobata cantaminata* یکی از مهم ترین کفشدوزک‌های شکارگر پسیل پسته ۲۹۶ روز- درجه محاسبه شده است (Mehrnejad & Jalali, 2004). بنابراین مجموع گرمای مؤثر برای تکمیل دوره زندگی این کفشدوزک کمتر از پسیل پسته است که نشان می‌دهد می‌توان از این کفشدوزک به عنوان یک عامل کنترل بیولوژیک مؤثر برای کنترل پسیل پسته استفاده کرد و با استفاده از مجموع گرمای مؤثر زمان رهاسازی این کفشدوزک را در شروع آلودگی (۵ یا ۲۵ درصد پورگی) تعیین نمود.

سپاسگزاری

نویسندگان از خانم‌ها مهندس نازنین وهاب‌زاده و مهندس مهدیه شکرافشان که در انجام این تحقیق همکاری نموده‌اند کمال تشکر را دارند.

منابع

Akers, R.C. & Nielson, D.G. 1984. Predicting *Agrillus anxius* (Col.: Buprestidae) adult emergence by heat unit accumulation. *Journal of Economic Entomology*, 77: 1459-1463.

Basirat, M. 2008. Estimating the heat requirements for pistachio twig moth, *Kermania pistaciella* Amsel in field condition. *Journal of Science and Technology of Agricultural and Natural Resources*, 12: 339-349.

Basirat, M. & Seyedoleslami, H. 2001. Post Overwintering Heat requirement for Pistachio Seed Wasp [*Eurytoma Plotnikovi* Nikolskaya (Hym.: Eurytomidae)]. *Journal of Science and Technology of Agricultural & Natural Resources*, 5: 339-349.

Brunner, J.F. 1984. The development, distribution and sampling for the pear psyllid, *Psylla pyricola*. *Bulletin SROP*, Washington State; USDA, 7: 81-96.

Dastgheyb–Beheshti, N. & Seyedoleslami, H. 1987. Forecasting codling moth phenology based on the degree day summation in the apple orchard in west of Esfahan. *Entomology and Phytopathology Applicata*, 54: 25-43.

Diaz, B. M., Muniz, M., Barrios, L. & Fereres, A. 2007. Temperature thresholds and thermal requirements for development of *Nasonovia ribisnigri* (Hemiptera: Aphididae). *Environmental Entomology*, 36: 681-688.

Fatzinger, C.W. & Dixon, W.N. 1996. Degree-Day models for predicting levels of attack by slash pine flower thrips (Thysanoptera: Phlaeothripidae) and the phenology of female *strobilus* development on slash pine. *Environmental Entomology*, 25: 727-735.

Graf, B., Hohn, H.U., Hohn, H. & Samietz, J. 2006. Temperature effects on egg development of the rosy apple aphid and forecasting of egg hatch. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 119: 207-211.

Gullan, P.J. & Cranston, P.S. 2005. *The Insects: An Outline of Entomology*. (3rd ed.) Blackwell Publishing.

Gurr, G.M., Wratten, S.D. & Altieri, M.A. 2004. *Ecological Engineering for Pest Management*. CSIRO Publishing.

Hassani, M.R. 2009. *Bioecology and economic injury level of Agonoscena pistaciae (Hem.: Psyllidae) in Rafsanjan region of Iran*. Ph. D. dissertation, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran. (in Persian with English abstract).

Horton, D.R., Higbee, B.S., Unruh, T.R. & Westigard, P.H. 1992. Spatial characteristics and effects of fall density and weather on overwintering loss of pear psylla (Homoptera: Psyllidae). *Environmental Entomology*. 21: 1319-1332.

Mehrnejad, M. R., 1998. *Evaluation of the parasitoid Psyllaephagus pistaciae (Hymenoptera: Encyrtidae) as a biocontrol agent of the common pistachio psylla Agonoscena pistaciae (Hemiptera: Psylloidea)*. PhD Thesis, Wye College, University of London, UK.

Mehrnejad, M.R. & Jalali, M.A. 2004. Life history parameters of the coccinellid beetle, *Oenopia conglobata contaminata*, an important predator of the common pistachio psylla, *Agonoscena pistaciae* (Hemiptera: Psyllidae). *Biocontrol Science and Technology*, 14: 701-711.

Norris, R.F., Caswell-Chen E.P. & Kogan, M. 2002. *Concepts in Integrated Pest Management*. Prentice-Hall of India, New Delhi.

Pedigo, L.P. 2002. *Entomology and Pest Management* (4th ed.), Prentice-Hall, India.

Pruess, K.P. 1983. Day-degree methods for pest management. *Environmental Entomology*, 12: 613-619.

Purcell, M. & Weeter, S.C. 1990. Degree-day model for development of *Calocoris norvegicus* (Hemiptera: Miridae) and timing of management strategies. *Environmental Entomology*, 19: 848-853.

Roltsch, W.J., Zalom, F.G., Strawn, A.J., Strand, J.F. & Pitcairn, M.J. 1999. Evaluation of several degree-day estimation methods in California climates. *International Journal of Biometeorology*, 42: 169–176.

Sharpe, J.H. & DeMichele, D.W. 1977. Reaction kinetics of poikilotherm development. *Journal of Theoretical Biology*, 64: 649-670.

Sheibani, A., Farivar-Mahin, H. & Azghandi, A. 1995. *Pistachio production in Iran*. Ministry of Agriculture, Agricultural and Educational Organization, Pistachio Research Institute. (in Persian).

UC IPM Online, 2009. *Statewide Integrated Pest Management Program: How to manage pests-Degree-Days*. Available from URL: http://www.ipm.ucdavis.edu/WEATHER/ddretrieve.html. (Accessed September 2009).

Zalom, F.G., Goodell, P.B., Wilson, L.T., Barnett, W.W. & Bentley, W.J. 1983. *Degree-days: The calculation and use of heat units in pest management*. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources.