

علمی پژوهشی

بررسی روش‌های مختلف نمونه‌برداری زنجرک خرما *Ommatissus lybicus* (Hem.: Tropicuchidae)

مجید محمودی^{۱*}، مهدی غیبی^۲ و مهدی خشنود^۲

۱- بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، داراب، ایران، ۲- گروه حشره‌شناسی، دانشکده علوم کشاورزی، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۵/۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۷/۱۵)

چکیده

زنجرک خرما *Ommatissus lybicus* Bergevin یکی از آفات کلیدی خرما در ایران است. این پژوهش به منظور بررسی روش‌های مختلف نمونه‌برداری و نوسان‌های جمعیت پوره‌های نسل اول زنجرک خرما در یک نخلستان واقع در شهرستان فراشبند (استان فارس) انجام شد. نتایج نشان داد پوره‌های نسل اول زنجرک خرما در اواسط فروردین ظاهر شدند، تراکم جمعیت آن‌ها در اواسط اردیبهشت به اوج خود رسید و در نهایت، در اواخر خرداد کاهش یافت. نتایج نشان داد که بین روش‌های مختلف نمونه‌برداری زنجرک خرما ارتباط معنی‌داری وجود دارد. با استفاده از روش تجزیه و تحلیل همبستگی مشخص شد که بین تراکم پوره‌ها روی نخل و تراکم پوره‌ها روی پاجوش‌ها همبستگی بالا و معنی‌داری وجود دارد ($R^2 = 0.96$). نتایج نشان داد که کارت‌های زرد چسبنده می‌توانند روش به‌نسبت مناسبی برای برآورد تراکم جمعیت زنجرک خرما روی نخل باشند. همچنین، بر اساس نتایج، ترشح عسلک تقریباً سه هفته بعد از ظهور پوره‌های زنجرک خرما شروع می‌شود، ولی اوج میزان عسلک ترشح شده روی نخل‌ها به فاصله یک هفته بعد از اوج ظهور جمعیت پوره‌های نمونه‌برداری شده اتفاق افتاد. تجزیه رگرسیون مدل تی‌لور نشان داد رابطه رگرسیونی به استثناء یک روش برای بقیه روش‌های نمونه‌برداری معنی‌دار است. بر اساس مقادیر R^2 و P به دست آمده از ارتباط رگرسیونی، نتایج نشان داد که برای توصیف داده‌های مربوط به تولید عسلک توسط پوره‌های زنجرک خرما مدل آیوانو مناسب‌تر از مدل تی‌لور بود. به منظور تعیین اندازه نمونه مطلوب از روش‌های گرین و کونو با دقت ثابت ۰/۲ استفاده شد. بر اساس مدل گرین، هرگاه میانگین تراکم جمعیت زنجرک خرما در هر برگچه نخل بالغ و در هر برگچه پاجوش ۱۰ عدد باشد، تعداد نمونه مورد نیاز به ترتیب ۳۸ و ۴۷ برگچه خواهد بود و هرگاه میانگین تراکم این آفت روی هر کارت زرد ۲۰۰ عدد باشد، تعداد نمونه مورد نیاز ۱۹ کارت خواهد بود.

واژه‌های کلیدی: نخل، آفت کلیدی، نمونه‌برداری، کارت زرد چسبنده

مقدمه

زنجریک خرما یکی از آفات کلیدی خرما در ایران است (Gharib, 1966). مهم‌ترین خسارت زنجریک خرما ترشح عسلک روی اندام‌های گیاهی است. پوره‌ها و حشرات بالغ زنجریک خرما با تجمع روی برگ و خوشه درختان خرما، ضمن تغذیه از شیره گیاهی مقادیر زیادی عسلک از خود دفع می‌کنند. آلوده شدن برگ‌ها و خوشه‌های خرما به این مواد باعث می‌شود تا محیط مناسبی برای رشد قارچ‌های دوده به وجود آید و درختان ظاهری کثیف و آلوده پیدا کنند و فعالیت‌های فتوسنتزی کاهش یابند (Wilson, 1988; Elwan and Al-Tamimi, 1999; Mokhtar and Al-Mjeini, 1999). میوه نخل‌های آلوده دیررس و کوچک بوده و شیرینی کم‌تری دارند که این موارد روی قیمت آن‌ها تأثیر زیادی می‌گذارد. تکرار آلودگی‌های سنگین باعث ضعف (Carpenter and Elmer, 1978) و مرگ بعضی نخل‌های خرما می‌شود (Dowson, 1936; Hussain, 1963).

روش‌های برآورد تراکم جمعیت بندپایان اساس تحقیقات در اکوسیستم‌های کشاورزی و ابزار اصلی در کاربرد برنامه‌های مدیریت آفت هستند (Kogan and Herzog, 2012). در برآورد جمعیت باید یک برنامه نمونه‌برداری قابل اعتماد همراه با تکنیک‌های مناسب را پذیرفت (Pedigo and Buntin, 1993). یک برنامه نمونه‌برداری قابل اعتماد شامل شناسایی واحد نمونه‌برداری مناسب و تعیین تعداد مناسب نمونه است (Pedigo and Buntin, 1993; Southwood and Henderson, 2009). برنامه‌های نمونه‌برداری را می‌توان در ارزیابی کاهش محصولات (Hughes, 1996)، مطالعه پویایی جمعیت (Jarosik et al., 2003) و تعیین سطوح تراکم آفات (Arnaldo and Torres, 2005) استفاده کرد.

نمونه‌برداری دقیق و روشن زنجریک خرما اغلب به دلیل جنبه‌های رفتاری بسیار پیچیده است. پراکنش زنجریک خرما روی درخت نخل طی گذر زمان تغییر می‌کند (Hussain, 1963). حسین (Hussain, 1963) بیان کرد که پوره‌های حاصل از نسل زمستان‌گذران زنجریک خرما برای فرار از

گرمای تابستان به سمت پایه برگ‌های جوان (تاج نخل) مهاجرت می‌کنند و این مهاجرت تا آخرین هفته ماه ژوئن (اوایل تیرماه) کامل می‌شود.

روش مرسوم در نمونه‌برداری زنجریک خرما به صورت شمارش مستقیم تعداد پوره در برگچه نخل خرما است (Hussain, 1963; Payandeh et al., 2010)، از طرفی با گذر زمان پوره‌ها از برگچه‌ها به سمت قلب نخل مهاجرت می‌کنند و این روش نمونه‌برداری ناکارآمد می‌شود (Mahmoudi et al., 2014). بلندی نخل‌ها نیز باعث سخت و پرهزینه شدن نمونه‌برداری می‌شود، بنابراین، بررسی روش‌های جایگزین مثل نمونه‌برداری از پاجوش‌ها می‌تواند مفید واقع شود. نخل خرما گیاهی است که پاجوش تولید می‌کند و نخل‌داران به طور معمول تعداد چهار پاجوش پای درخت نگاه‌داری و بقیه را حذف می‌کنند.

مهم‌ترین خسارت زنجریک خرما مربوط به تولید عسلک توسط پوره‌ها است، بنابراین، بررسی میزان تولید عسلک نیز می‌تواند در تعیین خسارت آفت مفید واقع شود. از طرفی چون میزان عسلک تولید شده به عنوان شاخص آلودگی و خسارت این آفت است، می‌توان ارتباط بین تراکم‌های مراحل مختلف زنجریک خرما (به ویژه تخم و پوره) و میزان تولید عسلک را با استفاده از روش‌های رگرسیونی بررسی کرد. چنین پژوهش‌هایی برای آفات مهم، مانند پسیل گلابی (Adams and Los, 1989) و پسیل (Horton, 1994; Horton and Lewis, 1997) پسته (Hadian and Seyedoleslami, 2002) و پسیل (Seyedoleslami et al., 2003) انجام شده است.

در ارتباط با بررسی روش‌های مختلف نمونه‌برداری زنجریک خرما اطلاعاتی در منابع وجود ندارد، ولی پژوهش‌های مشابه در مورد برخی آفات مکنده انجام شده است. در مورد جمعیت سن *Lygus lineolaris* (Palisot de Beauvois) روی پنبه، فلیشر و همکاران (Fleischer et al., 1985) کارایی روش تور زدن، کندن تمام بوته و شمارش حشرات روی آن و شمارش مستقیم در مزرعه را با هم مقایسه کردند. هال (Hall, 2009) از کارت‌های زرد

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

این پژوهش در یک نخلستان واقع در شهرستان فراهین، استان فارس، ایران (28°54'33" N, 52°03'41" E) انجام شد. نمونه‌برداری پوره‌های زنجربک خرما از اول فروردین ۱۳۹۳ آغاز و تا آخر خرداد ادامه داشت. این باغ سمپاشی نشد و تحت مراقبت‌های معمول منطقه بود. درختان نخل این باغ ۱۰ ساله، ارتفاع تقریبی ۶ متر و نوع رقم آن‌ها زاهدی بود. فاصله بین نخل‌ها ۸ متر بود.

نمونه‌برداری

به منظور بررسی اثر جهت‌های مختلف جغرافیایی، پنج نخل به صورت تصادفی انتخاب و روی هر نخل چهار کارت چسبنده زرد رنگ در هر یک از جهت‌های جغرافیایی آویزان شد. هر هفته تعداد پوره‌های زنجربک خرما شمارش و ثبت شدند. کارت‌ها هر هفته بعد از نمونه‌برداری تعویض شدند.

به منظور تعیین میزان همبستگی بین تعداد پوره‌ها روی برگچه‌های نخل با تعداد پوره روی برگچه‌های پاجوش‌ها، تعداد پنج اصله نخل به صورت تصادفی در هر باغ انتخاب و از چهار طرف نمونه‌برداری شدند. در مجموع، ۲۴ برگچه از چهار برگ آلوده در جهت‌های مختلف نخل و پاجوش‌ها انتخاب و به صورت مستقیم (Visually) تعداد پوره شمارش و ثبت شد (۱۲۰ برگچه در هر تاریخ نمونه‌برداری).

به منظور تعیین میزان همبستگی بین تعداد پوره‌ها روی برگچه‌های نخل با میزان تولید عسلک توسط پوره‌ها علاوه بر نمونه‌برداری از برگچه‌های موجود روی نخل، میزان عسلک تولید شده نیز نمونه‌برداری شد. برای نمونه‌برداری میزان تولید عسلک، مقیاسی از صفر تا چهار انتخاب شد (Puterka et al., 2005; Awamleh et al., 2010; Mahmoudi et al., 2014)، به طوری که امتیاز صفر، یعنی هیچ عسلکی مشاهده نشد؛ امتیاز یک، یعنی آلودگی به عسلک کم است (فقط روی برگچه‌ها)؛ امتیاز دو، یعنی قطرات پراکنده روی ساقه میوه و خوشه‌ها؛ امتیاز سه، یعنی بیش از ۵۰٪ خوشه‌ها پوشیده از عسلک هستند و امتیاز

چسبنده به عنوان شاخص برای تعیین تراکم جمعیت پسیل مرکبات *Diaphorina citri* Kuwayama استفاده کرد و نتیجه گرفت که همبستگی معنی‌دار بین تعداد حشره شکارشده روی این کارت‌ها و روی برگ‌های مرکبات وجود دارد. در مطالعه‌های دیگر، فراوانی نسبی جمعیت پسیل مرکبات با استفاده از کارت‌های چسبنده زرد رنگ و روش نمونه‌برداری ضربه‌ای (tap-sampling) برآورد و مقایسه شده است (Hall et al., 2007). هورتون و لویز (Horton and Lewis, 1997) رابطه کمی بین تعداد پسیل گلابی *Cacopsylla pyricola* (Foerster) شکار شده روی کارت‌های چسبنده و تعداد پسیل در روش نمونه‌برداری سینی (Beat Tray) را ارزیابی کردند. سیدالاسلامی و همکاران (Seyedoleslami et al., 2002) اثر جهت جغرافیایی در شکار حشرات کامل پسیل پسته *Agonoscena pistaciae* Burckhardt and Lauterer با استفاده از کارت‌های زرد رنگ چسب‌دار و تخمین جمعیت تخم و پوره آن را بررسی کردند. نتایج آنها نشان داد جهت‌های مختلف جغرافیایی اثر معنی‌داری بر میزان شکار حشرات کامل و تراکم تخم پسیل پسته دارد. علاوه بر این آنها نشان دادند بین تعداد حشرات کامل شکار شده و تراکم تخم و پوره پسیل پسته همبستگی معنی‌داری وجود دارد.

اطلاع از تراکم آفت در هر یک از روش‌های کنترل شیمیایی، بیولوژیک و غیره برای تصمیم‌گیری در یک آستانه مورد نظر ضرورت دارد (Cullen et al., 2000). در مدیریت حشرات آفت، تعیین تراکم آفت با استفاده از روش‌های دقیق، سریع، آسان و ارزان نمونه‌برداری و همچنین تخمین جمعیت حشرات در مراحل بعدی رشد حشره و تخمین میزان خسارت توسط آن‌ها دارای اهمیت زیادی است. با وجود اهمیت زیاد این آفت، تا کنون مطالعه‌ای در زمینه روش‌های نمونه‌برداری آن انجام نشده است؛ بنابراین نتایج این تحقیق می‌تواند در طراحی روش‌های سریع و دقیق نمونه‌برداری این آفت کلیدی خرما مفید واقع شود.

بیشتر از یک باشد، نوع پراکنش فضایی حشره تجمعی در نظر گرفته می‌شود و اگر مساوی یا کمتر از یک باشد، به ترتیب پراکنش تصادفی و یکنواخت به حساب می‌آید.

روش رگرسیونی آیواتو (Iwao, 1968) که رابطه بین میانگین تجمعی للوید (Lloyd, 1967) با میانگین داده‌ها را توصیف می‌کند به صورت زیر می‌باشد (رابطه ۳):

$$m^* = \alpha + \beta m \quad \text{رابطه ۳:}$$

در این رابطه، m = میانگین داده‌ها در هر تاریخ نمونه‌برداری، m^* = میانگین تجمعی للوید در هر تاریخ نمونه‌برداری، α و β نیز پارامترهای مدل رگرسیونی می‌باشند. در این روش اگر β بزرگ‌تر از یک باشد، توزیع تجمعی و اگر β کوچک‌تر از یک باشد، توزیع یکنواخت است. اگر β مساوی یک باشد، توزیع از نوع تصادفی می‌باشد.

به منظور آزمون معنی‌دار بودن تفاوت b در قانون نمایی تیلور و روش رگرسیونی آیواتو با عدد ۱، مقدار t با استفاده از رابطه ۴ محاسبه و با مقدار t جدول با سطح اطمینان ۰/۰۵ و درجه آزادی $n-2$ مقایسه شد.

$$t = (b-1)/SE_b \quad \text{رابطه ۴:}$$

در این رابطه، b = شاخص تجمع و SE_b = خطای استاندارد شاخص تجمع است. اگر t محاسبه شده کوچک‌تر از t جدول بود، شاخص تجمع نسبت به عدد ۱ اختلاف معنی‌دار نداشت و پراکنش فضایی آفت از نوع تصادفی بود و اگر t محاسبه شده بیشتر از t جدول بود، با توجه به اینکه مقدار b بزرگ‌تر یا کوچک‌تر از یک باشد، به ترتیب پراکنش تجمعی و یکنواخت به حساب آمد.

به منظور تعیین اندازه نمونه مطلوب از طرح نمونه‌برداری دنباله‌ای با دقت ثابت ۰/۲ و با دو روش گرین (Green, 1970) و کونو (Kuno, 1969) استفاده شد.

اندازه نمونه مطلوب برای روش گرین با استفاده از رابطه ۵ محاسبه شد (Karandinos, 1976).

$$N = 1/D^2 am^{(b-2)} \quad \text{رابطه ۵:}$$

چهار، یعنی خوشه‌ها و میوه‌ها به صورت کامل با عسلک پوشیده شده‌اند.

به منظور تعیین میزان همبستگی بین تعداد پوره‌ها روی برگچه‌های نخل با تعداد پوره‌های شکار شده روی کارت-های چسبنده زرد رنگ نیز هم تعداد پوره‌ها روی برگچه‌های نخل و هم تعداد پوره‌های شکار شده توسط کارت‌ها شمارش و ثبت شد.

نمونه‌برداری‌ها به صورت هفتگی انجام شد. کارت‌های زرد رنگ به تعداد چهار عدد و در محل قلب نخل (مرکز تاج) نصب شدند. این کارت‌ها هر هفته یک بار تعویض شدند. کارت‌های چسبی مورد استفاده از نوع استاندارد و ساخت کمپانی راشل انگلیس و به ابعاد 40×25 سانتی‌متر بودند.

تعیین پراکنش فضایی و تعداد نمونه مورد نیاز

به منظور تعیین تعداد نمونه لازم، در ابتدا پراکنش فضایی داده‌های مربوط به تراکم جمعیت در واحدهای نمونه‌برداری مختلف و داده‌های مربوط به میزان عسلک تولید شده زنجرک خرما تعیین شد. برای تعیین پراکنش فضایی زنجرک خرما از قانون نمایی تیلور (Taylor, 1961) استفاده شد و هرگاه این روش رگرسیونی معنی‌دار نشد از روش رگرسیونی آیواتو (Iwao, 1968) استفاده شد.

قانون نمایی تیلور رابطه‌ی بین میانگین و واریانس را توصیف می‌کند (رابطه ۱). در ابتدا، میانگین و واریانس فراوانی زنجرک خرما یا میزان تولید عسلک توسط این آفت در هر واحد نمونه‌برداری و در هر تاریخ تعیین شد و سپس پارامترهای رابطه رگرسیونی بین لگاریتم میانگین‌ها و لگاریتم واریانس‌ها (رابطه ۲) محاسبه شد.

$$S^2 = am^b \quad \text{رابطه ۱:}$$

$$\text{Log}(S^2) = \text{Log}(a) + b\text{Log}(m) \quad \text{رابطه ۲:}$$

در این رابطه‌ها، S^2 = واریانس در هر تاریخ نمونه‌برداری، a = پارامتر نمونه‌برداری، m = میانگین در هر تاریخ نمونه‌برداری و b = شاخص تجمع است. اگر مقدار b که در واقع شیب خط رگرسیون است به طور معنی‌داری

تعیین میزان همبستگی بین متغیرهای مختلف از آزمون همبستگی استفاده شد.

برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel و برای محاسبات آماری از نرم افزار SPSS استفاده شد.

نتایج

اثر جهت جغرافیایی بر میزان شکار کارت‌های چسبنده

نتایج نشان داد جهت‌های مختلف جغرافیایی اثر معنی داری بر شکار پوره‌های زنجریک خرما ندارد ($F_{3, 236} = 0.98$). بیشترین و کمترین میانگین تعداد پوره شکار شده به ترتیب در جهت‌های شرق ($363/26$) و شمال ($335/25$) ثبت شد. بیشترین تعداد پوره‌ای که توسط یک کارت چسبنده شکار شد، 1728 پوره بود.

شکل ۲ تغییرات تراکم پوره‌های زنجریک خرما را در ماه‌های فروردین، اردیبهشت و خرداد (نسل اول) نشان می‌دهد. شکار پوره‌ها به وسیله‌ی کارت‌ها از ۱۸ فروردین آغاز و به سرعت تعداد پوره‌های شکار شده افزایش یافت. اوج شکار پوره‌ها در نمونه‌برداری مورخ ۱۰ اردیبهشت ثبت شد و پس از آن، میزان شکار کارت‌ها به سرعت کاهش یافت. در خرداد نیز پوره‌ها توسط کارت‌های چسبنده شکار شدند، ولی تعداد آن‌ها به مراتب کم‌تر از اردیبهشت بود.

به نظر می‌رسد اندازه پوره‌ها تأثیر زیادی در میزان شکار آن‌ها دارد، به طوری که هرچه اندازه آن‌ها کوچکتر باشد به تعداد بیشتری شکار می‌شوند. از طرفی ممکن است علت شکار بیشتر پوره‌ها در ابتدای فصل مربوط به تراکم بیشتر، تحرک بیشتر و یا نحوه پراکنش آن‌ها در آن زمان باشد.

در این رابطه، $N =$ تعداد نمونه مورد نیاز، $D =$ سطح دقت ($0/2$)، a و $b =$ ضرایب حاصل از قانون نمایی تیلور و $m =$ میانگین تراکم آفت در هر واحد نمونه‌برداری است. اندازه نمونه مطلوب برای روش کونو با استفاده از رابطه ۶ محاسبه شد.

$$N = 1/D^2 [(\alpha + 1)/m + (\beta - 1)] \quad \text{رابطه ۶}$$

در این رابطه، $N =$ تعداد نمونه مورد نیاز، $D =$ سطح دقت ($0/2$)، α و $\beta =$ ضرایب حاصل روش رگرسیونی آیواتو و $m =$ میانگین عسلک تولید شده توسط زنجریک خرما در هر نخل است.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

داده‌های مربوط به اثر جهت‌های جغرافیایی بر میزان شکار کارت‌های چسبنده تجزیه واریانس شد و در صورت معنی دار شدن تجزیه واریانس میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه شدند.

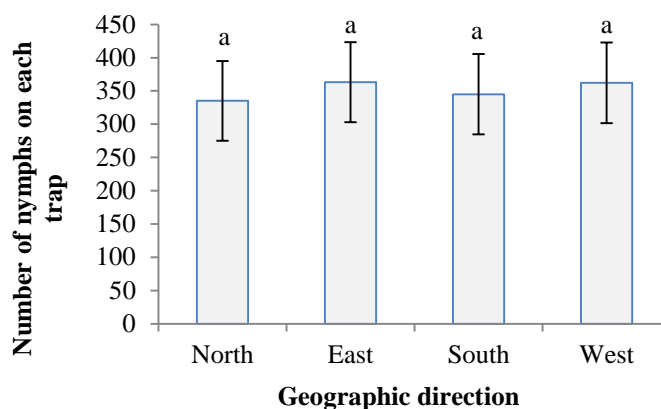
برای اندازه‌گیری دقت نمونه‌برداری‌ها در برآورد میانگین تعداد پوره در هر برگچه از فاکتور تغییر نسبی یا RV (Relative variation) استفاده شد (Hall, 2009):

$$RV = (SEM/M) * 100 \quad \text{رابطه ۷}$$

در این رابطه، $M =$ میانگین داده‌ها و $SEM =$ خطای استاندارد میانگین (Standard error of mean) است که از تقسیم انحراف معیار (SD) به جذر تعداد نمونه ($SEM = SD/\sqrt{n}$) محاسبه می‌شود.

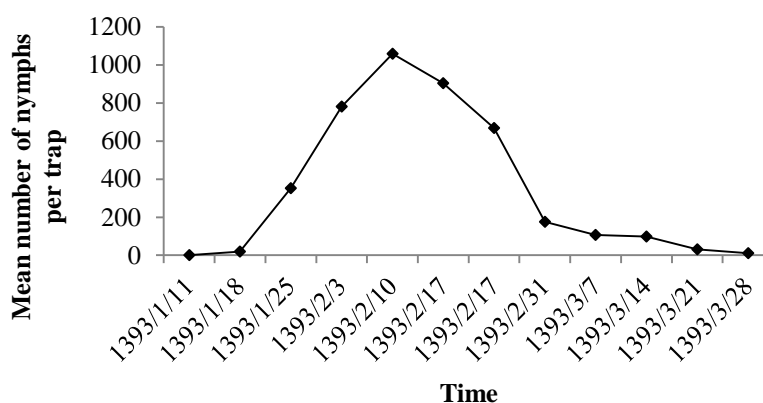
مقدار RV قابل قبول در بررسی‌های مربوط به پویایی جمعیت و جدول زندگی که نیاز به دقت بالایی است کمتر از ۱۰ درصد و در پژوهش‌های مربوط به مدیریت آفات و تعیین الگوی فضایی حشرات، نزدیک به ۲۵ درصد نیز قابل قبول است (Southwood, 1978).

روابط کمی بین تعداد پوره‌های نمونه‌برداری شده روی نخل‌های بالغ، پاجوش‌ها و کارت‌های چسبنده زردرنگ توسط رگرسیون ساده خطی تجزیه و تحلیل شدند. برای



شکل ۱- میانگین شکار تعداد پوره‌های زنجریک خرما (*Ommatissus lybicus* Bergevin) توسط یک کارت چسبنده زرد رنگ در جهت‌های مختلف جغرافیایی

Figure 1. Mean captures of dubas bug (*Ommatissus lybicus* Bergevin) nymphs per yellow sticky trap at different geographical direction



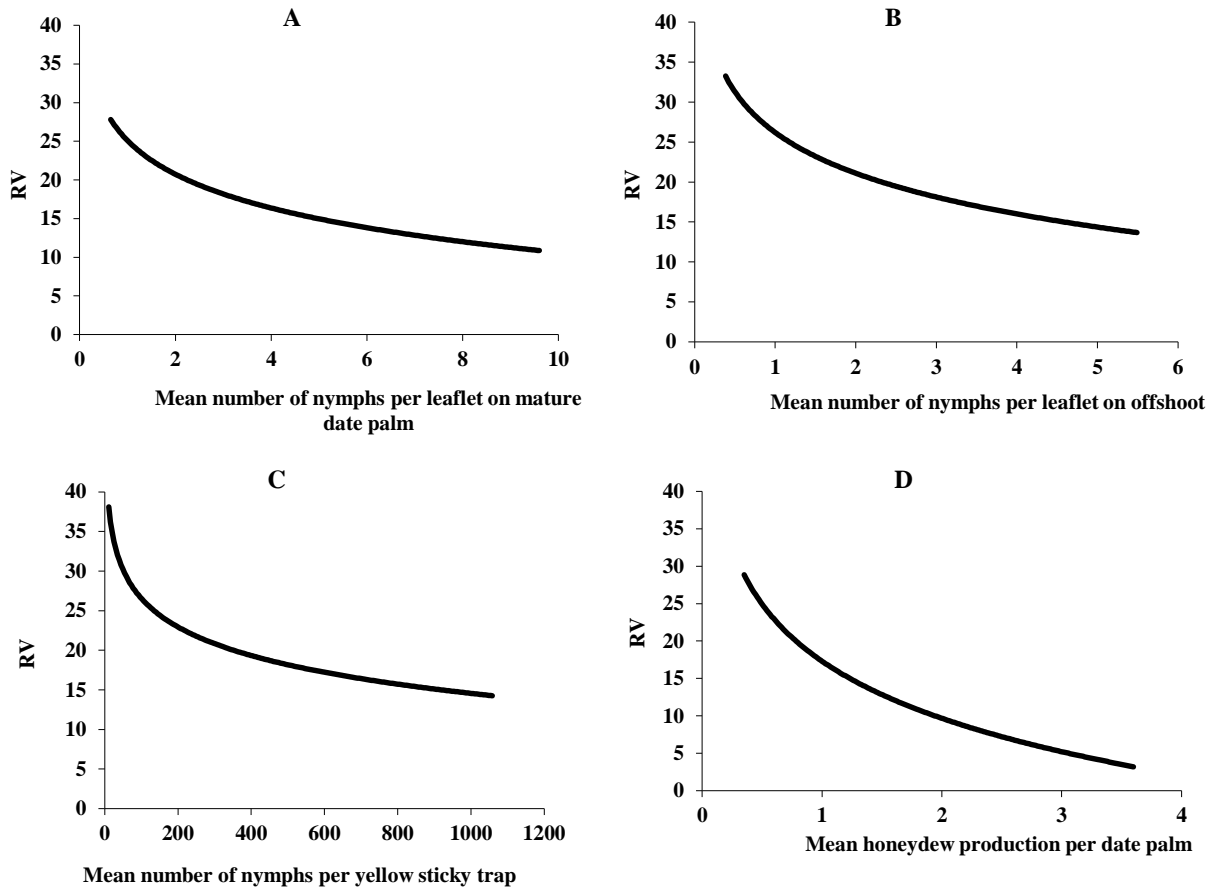
شکل ۲- میانگین شکار هفتگی پوره‌های نسل اول زنجریک خرما (*Ommatissus lybicus* Bergevin) توسط کارت‌های چسبنده زرد رنگ در ماه‌های فروردین، اردیبهشت و خرداد

Figure 2. Mean weekly sticky trap catch for first generation of dubas bug (*Ommatissus lybicus* Bergevin) nymphs in Farvardin (April), Ordibehesht (May) and Khordad (June)

در روش نمونه‌برداری از نخل بالغ وقتی میانگین تعداد پوره در برگچه ۱/۰۱ یا بیشتر باشد، آن‌گاه می‌توان گفت اندازه نمونه ۱۲۰ برگچه از پنج نخل در هر تاریخ نمونه‌برداری منجر به مقدار ۲۵ RV درصد یا کمتر می‌شود. در مورد روش نمونه‌برداری از پاجوش‌ها نیز اگر میانگین تعداد پوره در برگچه ۱/۱۷ یا بیشتر باشد، می‌توان گفت اندازه نمونه ۱۲۰ برگچه از پنج نخل در هر تاریخ نمونه‌برداری منجر به مقدار ۲۵ RV درصد یا کمتر می‌شود.

دقت نمونه‌برداری

مقادیر RV نسبت به میانگین چهار روش نمونه‌برداری در شکل ۳ نشان داده شده است. مقادیر RV در روش‌های نمونه‌برداری تعداد پوره در برگچه نخل بالغ، تعداد پوره در برگچه پاجوش، تعداد پوره در هر کارت زرد و میزان تولید عسلک در هر نخل به ترتیب دارای دامنه ۳۱/۱۲-۱۰/۹۸، ۳۷/۷۹-۴/۱۲ و ۳۴/۴۰-۳/۰۵ بود. در واقع، در همه روش‌های نمونه‌برداری مقادیر RV با افزایش میانگین نمونه‌ها، کاهش یافت.



شکل ۳- دقت در نمونه برداری بر اساس تغییرات نسبی (RV) مربوط به میانگین تعداد پوره‌ها یا میزان تولید عسلک در واحد نمونه برداری زنجریک خرما (*Ommatissus lybicus* Bergevin) با چهار روش نمونه برداری، A: تعداد پوره در برگچه نخل بالغ، B: تعداد پوره در برگچه پاجوش، C: تعداد پوره روی کارت چسبنده زرد رنگ و D: میزان تولید عسلک توسط زنجریک خرما در هر نخل بالغ (مقیاس صفر تا ۴)

Figure 3. Sampling precision based on relative variation (RV) associated with mean number of nymphs or honeydew scores of dubas bug (*Ommatissus lybicus* Bergevin) per sampling unite at four different sampling methods, A: number of nymphs per leaflet on mature date palm, B: number of nymphs per leaflet on offshoot, C: number of nymphs per yellow sticky trap, and D: honeydew score per date palm (scale including 0 to 4)

عسلک، اگر میانگین امتیازها در هر درخت نخل ۰/۴۹ یا بیشتر باشد، می‌توان گفت اندازه نمونه ۵ نخل در هر تاریخ نمونه برداری منجر به مقدار RV ۲۵ درصد یا کمتر می‌شود.

در روش نمونه برداری با استفاده از کارت چسبنده زرد رنگ اگر میانگین تعداد زنجریک خرما در هر کارت زرد ۱۳۴/۶۶ یا بیشتر باشد، می‌توان گفت اندازه نمونه ۲۰ کارت زرد در هر تاریخ نمونه برداری منجر به مقدار RV ۲۵ درصد یا کمتر می‌شود. در روش نمونه برداری میزان ترشح

جدول ۱- پارامترهای حاصل از تجزیه رگرسیونی تیلور در چهار روش مختلف نمونه‌برداری از پوره‌های زنجریک خرما

(*Ommatissus lybicus* Bergevin)

Table 1. Taylor's power law parameters at four different sampling methods for dubas bug (*Ommatissus lybicus* Bergevin)

Sampling method	Log (a) ±SEM	b±SEM	R ²	P-value
Number of nymphs per leaflet (mature date palm)	0.86±0.031	1.32±0.047	0.98	<0.01
Number of nymphs per leaflet (offshoot)	0.76±0.098	1.52±0.209	0.84	<0.01
Number of nymphs per yellow sticky trap	1.21±0.436	1.42±0.189	0.86	<0.01
Honeydew score per date palm	-0.44±0.103	0.17±0.231	0.07	0.47

جدول ۲- پارامترهای حاصل از تجزیه رگرسیونی آیواتو برای روش نمونه‌برداری میزان عسلک تولید شده توسط زنجریک خرما

(*Ommatissus lybicus* Bergevin)

Table 2. Iwao's patchiness regression parameters for sampling method of dubas bug (*Ommatissus lybicus* Bergevin) honeydew production per date palm

Sampling method	α±SEM	β±SEM	R ²	p-value
Honeydew score per date palm	-0.32±0.074	0.83±0.027	0.99	<0.01

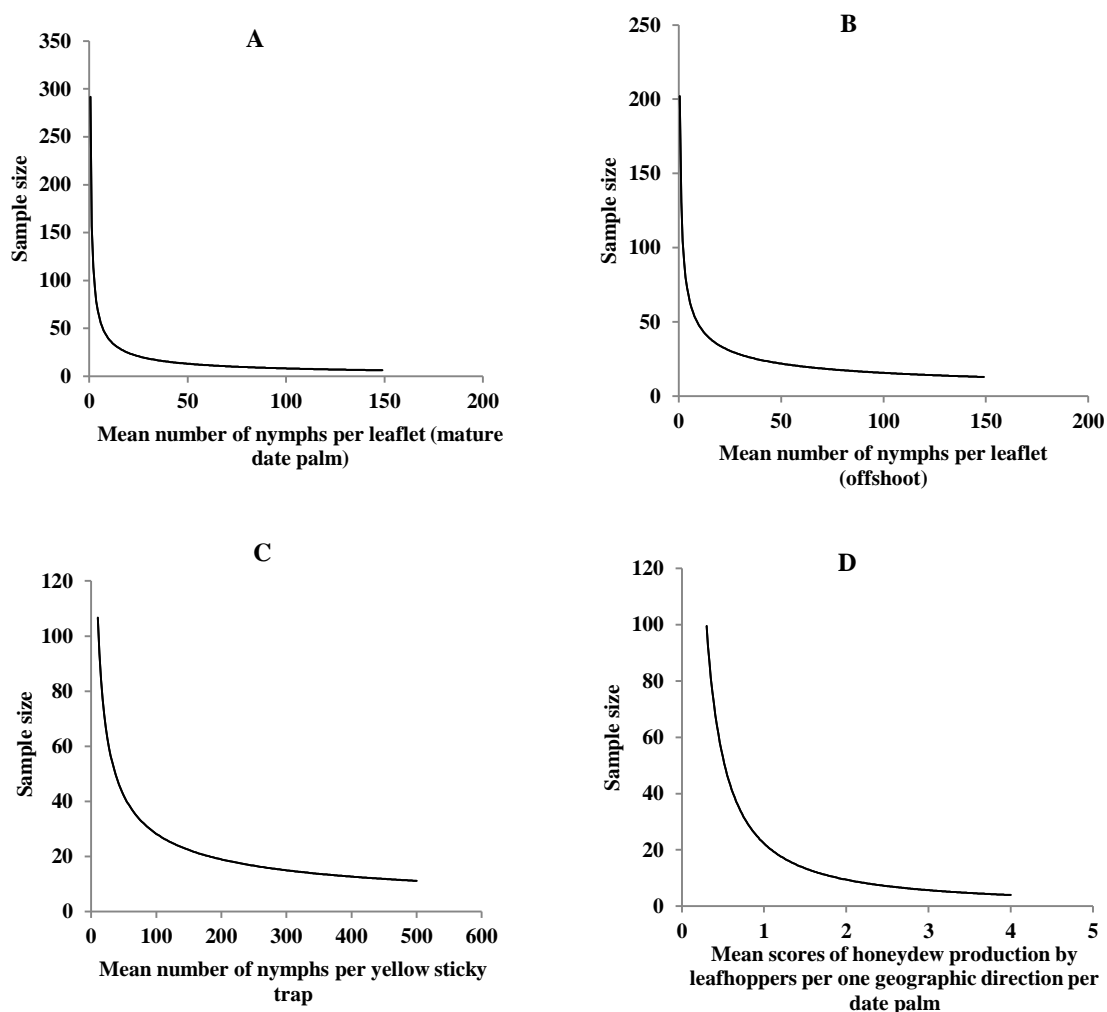
تولید شده توسط زنجریک خرما، شاخص تجمع در روش رگرسیونی آیواتو (پارامتر β) به طور معنی‌داری کمتر از یک است (t-test, P<0.01). بنابراین، پراکنش فضایی زنجریک خرما بر اساس روش نمونه‌برداری میزان عسلک تولید شده توسط این آفت یکنواخت است. نتایج مربوط به تعیین اندازه نمونه مطلوب در شکل ۴ ارائه شده است.

نتایج نشان داد تعداد واحد نمونه‌برداری مورد نیاز با افزایش تراکم زنجریک خرما کاهش می‌یابد. هرگاه میانگین تراکم جمعیت زنجریک خرما در هر برگچه نخل بالغ و در هر برگچه پاجوش ۱۰ عدد باشد، تعداد نمونه مورد نیاز با سطح دقت ۰/۲ به ترتیب ۳۸ و ۴۷ برگچه خواهد بود و هرگاه میانگین تراکم این آفت روی هر کارت زرد ۲۰۰ عدد باشد، تعداد نمونه مورد نیاز ۱۹ کارت خواهد بود که روی پنج نخل نصب می‌شوند. هرگاه میانگین ترشح عسلک توسط این آفت (بر اساس امتیاز دهی از صفر تا چهار) در یک جهت نخل عدد یک باشد، تعداد نمونه مورد نیاز ۵ نخل خواهد بود که باید هر چهار جهت جغرافیایی این نخل نمونه‌برداری شود (۲۰ واحد نمونه‌برداری).

تعیین پراکنش فضایی و تعداد نمونه مورد نیاز

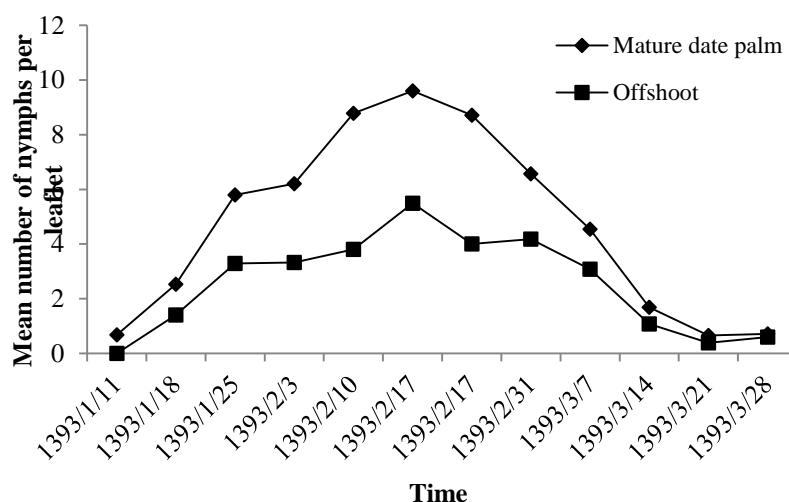
آنالیز رگرسیون قانون نمایی تیلور نشان داد که رابطه‌ی رگرسیونی میانگین به واریانس به استثناء یک روش برای بقیه روش‌های نمونه‌برداری معنی‌دار است (جدول ۱). روش رگرسیون تیلور برای توصیف داده‌های مربوط به تولید عسلک توسط پوره‌های زنجریک خرما معنی‌دار نشد؛ بنابراین از روش رگرسیونی آیواتو استفاده شد. بر اساس مقادیر R² و P به دست آمده از ارتباط رگرسیونی، نتایج نشان داد برای توصیف داده‌های مربوط به تولید عسلک توسط پوره‌های زنجریک خرما مدل آیواتو مناسب‌تر از مدل تیلور بود (جدول ۲).

برآورد شاخص تجمع در قانون نمایی تیلور (پارامتر b) که به منظور توصیف نوع پراکنش گونه استفاده می‌شود، نشان داد این شاخص برای روش‌های نمونه‌برداری پوره در برگچه نخل بالغ، پوره در برگچه پاجوش و پوره در هر کارت زرد به طور معنی‌داری بزرگتر از یک است (t-test, P<0.01)؛ بنابراین، پراکنش فضایی زنجریک خرما بر اساس روش‌های نمونه‌برداری پوره در برگچه نخل بالغ، پوره در برگچه پاجوش و پوره در هر کارت زرد جمعی است. نتایج نشان داد برای روش نمونه‌برداری میزان عسلک



شکل ۴- تعداد نمونه مطلوب مورد نیاز جهت برآورد تراکم جمعیت زنجریک خرما (*Ommatissus lybicus* Bergevin) با سطح دقت ۲۰ درصد با چهار روش نمونه‌برداری، A: تعداد پوره در برگچه نخل بالغ، B: تعداد پوره در برگچه پاجوش، C: تعداد پوره روی کارت چسبنده زرد رنگ و D: میزان تولید عسلک توسط زنجریک خرما در هر نخل بالغ (مقیاس صفر تا ۴). سه روش اول (شکل‌های A، B و C) با مدل گرین و روش آخر (شکل D) با مدل کونو برآورد شده است

Figure 4. Optimum sample size required to obtain population estimates within 20% of the mean at four different sampling methods for dubas bug (*Ommatissus lybicus* Bergevin), A: number of nymphs per leaflet on mature date palm, B: number of nymphs per leaflet on offshoot, C: number of nymphs per yellow sticky trap, and D: honeydew score per date palm (scale including 0 to 4). The first three sampling methods (figures A, B and C) estimated by Green's model and the last one estimated by Kuno's model



شکل ۵- تغییرات تراکم جمعیت پوره‌های زنجریک خرما (*Ommatissus lybicus* Bergevin) روی نخل بالغ و پاجوش‌ها در ماه‌های فروردین، اردیبهشت و خرداد

Figure 5. Population density fluctuation of dubas bug (*Ommatissus lybicus* Bergevin) nymphs on mature date palms and offshoots in Farvardin (April), Ordibehesht (May) and Khordad (June)

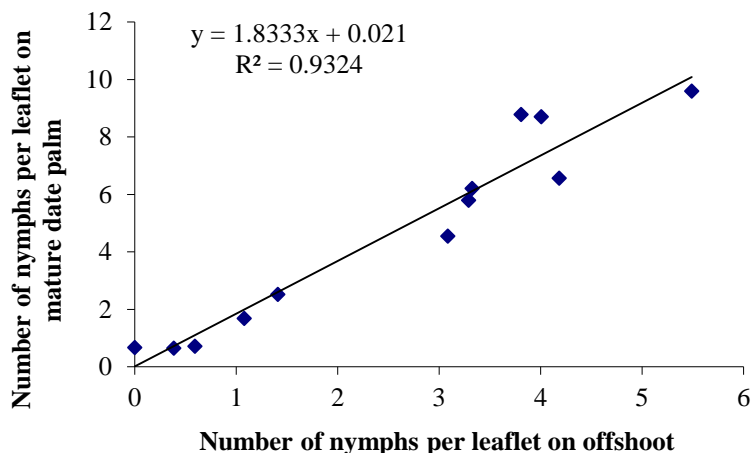
همبستگی تعداد پوره روی نخل با تعداد پوره شکار شده توسط کارت‌های چسبنده

نتایج نشان داد که کارت‌های چسبنده می‌توانند متغیر به‌نسبت مناسبی برای برآورد تراکم جمعیت زنجریک خرما روی نخل باشند. الگوی نوسانات جمعیتی هر دو متغیر در ابتدای نمونه‌برداری‌ها همبستگی بیشتری داشتند، ولی در اواسط نمونه‌برداری‌ها (اواخر اردیبهشت و اوایل خرداد) روند به‌نسبت متفاوتی داشتند، به طوری که روند کاهش شکار توسط کارت‌های چسبنده شیب تندتری نسبت به تعداد پوره‌ها روی برگچه‌ها داشت (شکل ۷).

مدل پیش‌بینی رابطه‌ی رگرسیونی تعداد پوره روی نخل بالغ با تعداد پوره شکار شده توسط کارت‌های چسبنده به صورت معادله $Y = 0.007X + 2.063$ به‌دست آمد که در آن، Y تعداد پوره در برگچه روی نخل بالغ و X تعداد پوره‌ها شکار شده توسط کارت‌های چسبنده است (شکل ۸). نتایج تجزیه واریانس معنی‌دار بودن رگرسیون و رابطه خطی بین این دو متغیر را نشان داد ($P < 0.001$, $F_{1,10} = 32.36$).

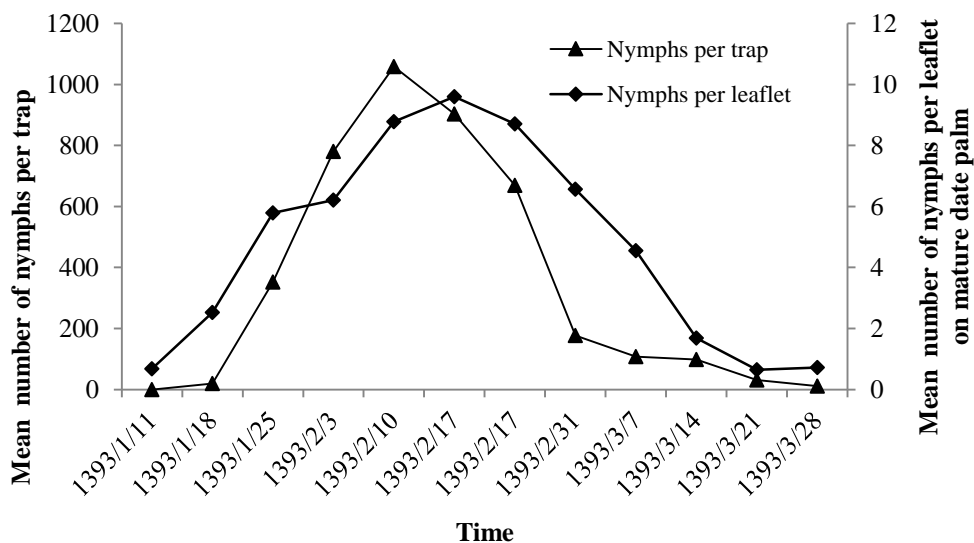
همبستگی تعداد پوره روی نخل با تعداد پوره روی پاجوش

نتایج نشان داد که بین تراکم پوره‌ها روی نخل و تراکم پوره‌ها روی پاجوش‌ها همبستگی بالا و معنی‌داری وجود دارد ($R^2 = 0.96$, $P < 0.001$). نوسان‌های تراکم جمعیت پوره‌های زنجریک خرما روی نخل و پاجوش در شکل ۵ نشان داده شده است. نتایج نشان داد هرچند تراکم این حشره روی پاجوش‌ها خیلی کمتر از تراکم آن‌ها روی نخل‌ها است، ولی به علت بالا بودن میزان همبستگی می‌توان از روش‌های رگرسیونی جهت تخمین تراکم جمعیت این آفت استفاده کرد (شکل ۶). مدل پیش‌بینی استخراج شده از رابطه رگرسیونی معادله $Y = 1.833X + 0.21$ است که در آن، Y تعداد پوره‌ها روی نخل بالغ و X تعداد پوره‌ها روی پاجوش است. نتایج تجزیه واریانس نیز معنی‌دار بودن رگرسیون و رابطه خطی بین این دو متغیر را تأیید کرد ($F_{1,10} = 137.92$, $P < 0.001$).



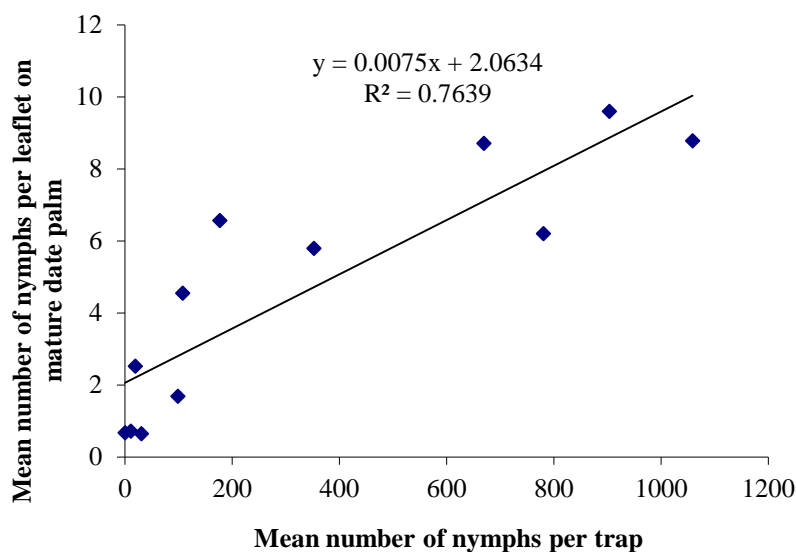
شکل ۶- رابطه رگرسیونی بین تعداد پوره‌های زنجریک خرما (*Ommatissus lybicus* Bergevin) روی پاجوش‌ها با نخل‌های بالغ

Figure 6. Relationship between number of dubas bug (*Ommatissus lybicus* Bergevin) nymphs on mature date palm and offshoots



شکل ۷- تغییرات تراکم جمعیت پوره‌های زنجریک خرما (*Ommatissus lybicus* Bergevin) با استفاده از دو روش نمونه‌برداری (شمارش تعداد پوره شکار شده توسط کارت‌های چسبنده زرد رنگ و شمارش مستقیم تعداد پوره در هر برگچه خرما)

Figure 7. Population density fluctuation of dubas bug (*Ommatissus lybicus* Bergevin) nymphs using two sampling methods (mean weekly sticky trap catch and direct counting of nymphs on leaflets)



شکل ۸- رابطه رگرسیونی بین تعداد پوره‌های زنجریک خرما (*Ommatissus lybicus* Bergevin) روی کارت‌های چسبنده با تعداد پوره در برگچه نخل‌های بالغ

Figure 8. Relationship between number of dubas bug (*Ommatissus lybicus* Bergevin) nymph per yellow sticky trap and number of nymphs per leaflet on mature date palm

برگچه روی نخل بالغ است (شکل ۱۰). نتایج تجزیه واریانس معنی‌دار بودن رگرسیون در سطح ۰/۰۵ و رابطه‌ی خطی بین این دو متغیر را نشان داد ($P = ۰/۰۱۲$ ، $F_{۱,۴} = ۱۸/۶۶$).

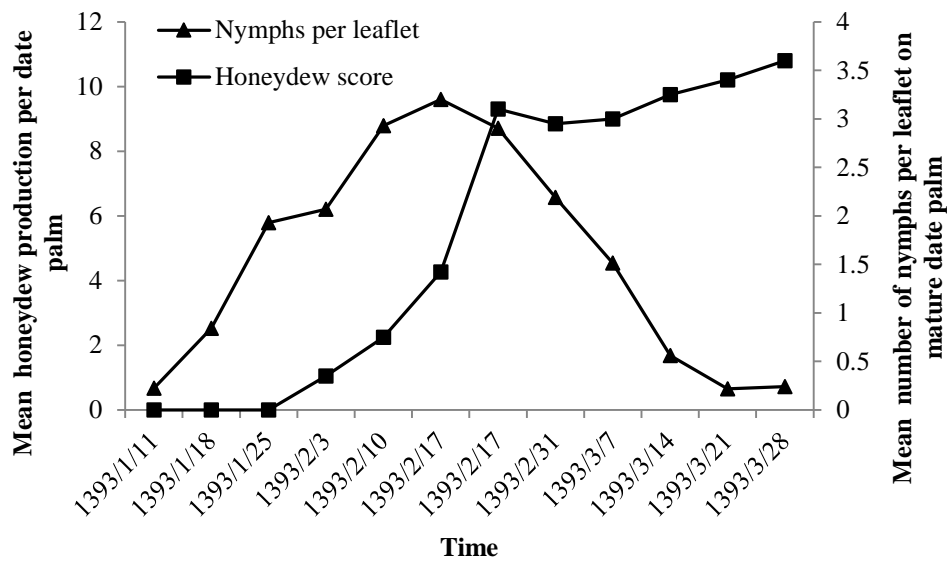
بحث

زنجریک خرما یکی از آفات کلیدی خرما در کشور است و سالانه خسارت زیادی به نخلستان‌ها وارد می‌کند. این حشره در ایران دو نسل در سال دارد (Gharib, 1973) و زمستان‌گذرانی آن به صورت مرحله تخم است (Klein and Venezian, 1985). مطالعه حاضر که فقط روی نسل اول آفت انجام شد نشان داد که پوره‌های زنجریک خرما در اواسط فروردین ظاهر می‌شوند، تراکم جمعیت آن‌ها در اواسط اردیبهشت به اوج خود می‌رسد و سپس کاهش می‌یابد تا اینکه در اواخر خرداد فقط به تعداد بسیار کمی مشاهده می‌شوند.

همبستگی تعداد پوره روی نخل با میزان عسلک تولید شده

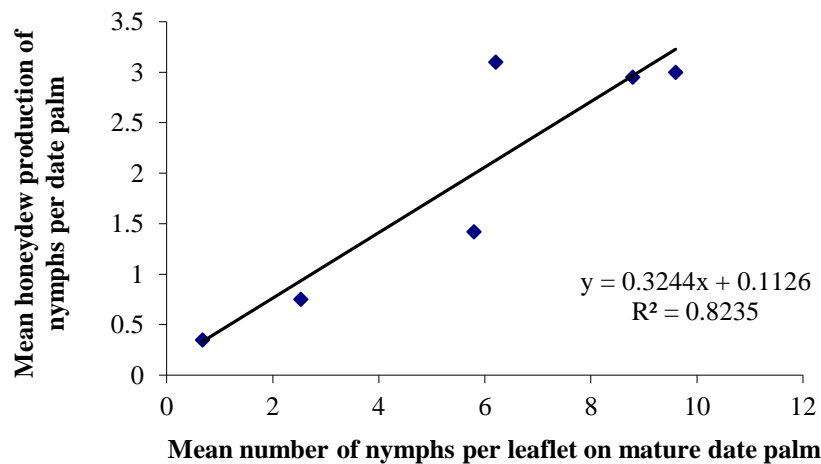
یکی از مهم‌ترین خسارت‌های زنجریک خرما مربوط به ترشح عسلک فراوان این حشره است؛ بنابراین، تخمین و پیش‌بینی این خسارت اهمیت زیادی دارد. در واقع، اگر بتوان قبل از ایجاد این خسارت، برآورد مناسبی از میزان و زمان خسارت انجام داد، کار ارزشمندی است. نتایج نشان می‌دهد که ترشح عسلک تقریباً سه هفته بعد از ظهور پوره‌های زنجریک خرما شروع می‌شود، ولی روند افزایش ترشح عسلک دارای شیب بسیار تندی است، به طوری که اوج میزان عسلک ترشح شده روی نخل‌ها به فاصله یک هفته بعد از اوج جمعیت پوره‌های نمونه‌برداری شده اتفاق افتاد (شکل ۹).

مدل پیش‌بینی رابطه‌ی رگرسیونی تعداد پوره روی نخل بالغ با میزان ترشح عسلک با سه هفته تأخیر نسبت به تاریخ نمونه‌برداری از پوره‌ها به صورت معادله $Y = ۰/۳۲۴X + ۰/۱۱۳$ به دست آمد که در آن، Y مقدار ترشح عسلک توسط پوره‌ها با سه هفته تأخیر و X تعداد پوره در



شکل ۹- تغییرات تراکم جمعیت پوره‌های زنجرک خرما (*Ommatissus lybicus* Bergevin) با استفاده از دو روش نمونه برداری (میانگین تولید عسلک پوره‌ها در هر نخل و شمارش مستقیم تعداد پوره در هر برگچه خرما).

Figure 9. Population density fluctuation of dubas bug nymphs (*Ommatissus lybicus* Bergevin) using two sampling methods (mean weekly honeydew scores and direct counting of nymphs on leaflets).



شکل ۱۰- رابطه رگرسیونی بین تعداد پوره در برگچه روی نخل‌های بالغ با مقدار ترشح عسلک با سه هفته تأخیر توسط پوره‌های زنجرک خرما (*Ommatissus lybicus* Bergevin)

Figure 10. Relationship between mean weekly honeydew scores (with three weeks delay) and mean weekly number of dubas bug (*Ommatissus lybicus* Bergevin) nymphs per leaflet on mature date palm

2010) در بوم (استان کرمان). تقی زاده و همکاران (Taghizadeh *et al.*, 2004) نشان دادند جمعیت پوره‌های حاصل از تخم‌های زمستان‌گذران (نسل اول) از اواخر فروردین شروع می‌شود و تا اواخر تیر ادامه دارد.

تا به حال دو تحقیق در زمینه نوسانات جمعیت این آفت انجام شده است، یکی توسط تقی زاده و همکاران (Taghizadeh *et al.*, 2004) در فرشبند (استان فارس) و دیگری توسط پاینده و همکاران (Payandeh *et al.*,)

رنگ نیز بهره برد. نتایج همچنین نشان داد که بین نمونه‌برداری مرسوم و سه روش نمونه‌برداری دیگر همبستگی بالایی وجود دارد؛ به طوری که می‌توان با استفاده از یکی از این روش‌های نمونه‌برداری و روش‌های رگرسیونی تعداد پوره در برگچه روی نخل بالغ را پیش بینی کرد.

در مطالعه حاضر با استفاده از روش نمونه‌برداری شمارش مستقیم پوره‌ها روی برگچه نشان داده شد که با وجود اینکه در اواخر اردیبهشت هنوز حشرات بالغ ظاهر نشده‌اند، ولی تراکم جمعیت پوره‌های زنجریک خرما به شدت کاهش می‌یابد؛ به عبارت دیگر نتایج نشان داد که پراکنش زنجریک خرما روی درخت نخل طی گذر زمان تغییر می‌کند. بنابراین، برای نشان دادن روند نوسان‌های تراکم جمعیت زنجریک خرما علاوه بر نمونه‌برداری مرسوم، باید از نمونه‌برداری عسلک تولید شده نیز استفاده کرد.

اینکه کدام روش نمونه‌برداری بهتر است، به چندین عامل بستگی دارد که عبارتند از زمان نمونه‌برداری، مرحله رشد و نمو حشره، هزینه نمونه‌برداری، دقت نمونه‌برداری، هدف از نمونه‌برداری و سهولت نمونه‌برداری. برای مثال هرچند نمونه‌برداری از نخل بالغ نسبت به پاجوش دارای دقت بالاتری است، ولی نمونه‌برداری از پاجوش‌ها آسان‌تر و کم هزینه‌تر است. از طرف دیگر، برای تعیین کارایی آفت‌کش‌ها در کاهش خسارت زنجریک خرما باید هم به نمونه‌برداری از پوره‌ها و هم به نمونه‌برداری از عسلک تولید شده توجه کرد (Mahmoudi et al., 2014).

سپاسگزاری

این مقاله مستخرج از پایان‌نامه کارشناسی ارشد نویسنده سوم می‌باشد. بدین وسیله از حمایت‌های معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیراز تشکر می‌شود.

مطالعه آن‌ها بیشترین جمعیت پوره‌ها در اواخر خرداد اتفاق افتاد. پاینده و همکاران (Payandeh et al., 2010) نیز نشان دادند پوره‌های زنجریک خرما در اواسط اردیبهشت ظاهر شدند، بیشترین تراکم آن‌ها در اواسط خرداد بود و تا اواخر خرداد مشاهده شدند. هر چند مطالعه حاضر با مطالعه تقی زاده و همکاران (Taghizadeh et al., 2004) در یک منطقه انجام شده است، ولی نتایج این دو مطالعه مشابه نیست و به طور کلی می‌توان گفت شروع فعالیت‌های زیستی زنجریک خرما در مطالعه‌ی تقی زاده و همکاران (Taghizadeh et al., 2004) (سال ۱۳۹۶) دیرتر اتفاق افتاده است. اگرچه آمار هواشناسی در دسترس نیست، ولی ممکن است یکی از علل این تفاوت، مربوط به دمای متفاوت سال‌هایی باشد که این دو مطالعه انجام شده‌اند. حشرات جانورانی خونسرد هستند و رشد و نمو آن‌ها تابعی از دمای محیط اطرافشان است. مدل‌های روز-درجه بر همین اساس ساخته می‌شوند (Inayatullah et al., 1991; Taghizadeh et al., 2008). همبستگی نوسان‌های جمعیت آفات با عوامل آب و هوایی در محیط صحرائی توسط چندین محقق نشان داده شده است (Sharma et al., 2002; Mendesil and Tesfaye, 2009).

نتایج این تحقیق نشان داد پراکنش پوره‌های زنجریک خرما در جهت‌های مختلف جغرافیایی یک نخل از لحاظ آماری مشابه است. در مورد اثر جهت‌های جغرافیایی بر پراکنش پوره‌های زنجریک خرما تا به حال مطالعه‌ای انجام نشده است، ولی در زمینه اثر جهت‌های جغرافیایی بر پراکنش تخم‌های زنجریک خرما، نتایج مطالعه حسین (Hussain, 1963) نشان داد که جهت‌های مختلف جغرافیایی اثر معنی‌داری بر پراکنش تخم زنجریک خرما ندارد.

نتایج این مطالعه نشان داد که برای نمونه‌برداری پوره‌ها علاوه بر نمونه‌برداری مرسوم، می‌توان از نمونه‌برداری پاجوش‌ها، عسلک تولید شده و کارت‌های چسبنده زرد

References

- Adams, R. G. and Los, L. M. 1989. Use of sticky traps and limb jarring to and in pest management decisions for summer populations of the pear psylla (Homoptera: Psyllidae) in connecticut. **Journal of Economic Entomology** 82(5): 1448-1454.
- Arnaldo, P. S. and Torres, L. M. 2005. Spatial distribution and sampling of *Thaumetopoea pityocampa* (Den. and Schiff.) (Lep. Thaumetopoeidea) populations on *Pinus pinaster* Ait. in Montesinho, N. Portugal. **Forest Ecology and Management** 210(1): 1-7.
- Awamleh, R. A., Bilal, H. M. and Al-Antary, T. M. 2010. Evaluation of the efficacy of conventional and non-conventional insecticides on fig wax scale *Ceroplastes rusci* L. (Homoptera: Coccidae) and its parasitoid, *Scutellista cyanea* Motsch (Hymenoptera: Pteromalidae). **Jordan Journal of Agricultural Sciences** 5(2): 178-191.
- Carpenter, J. B. and Elmer, H. S. 1978. Pests and diseases of the date palm. *Pests and diseases of the date palm*. United States Department of Agriculture Washington DC, no. 527.
- Cullen, E. M., Zalom, F. G., Flint, M. L. and Zilbert, E. E. 2000. Quantifying trade-offs between pest sampling time and precision in commercial IPM sampling programs. **Agricultural Systems** 66(2): 99-113.
- Dowson, V. H. W. 1936. A serious pest of date palms, *Ommatissus binotatus* Fieb. (Homoptera: Tropiduchidae). **Trop Agric (Trinidad)** 13: 180-181.
- Elwan, A. A. and Al-Tamimi, S. S. 1999. Life cycle of Dubas bug *Ommatissus binotatus lybicus* De Berg. (Homoptera: Tropiduchidae) in Sultanate of Oman. **Egyptian Journal of Agricultural Research** 77(4): 1547-1553.
- Fleischer, S. J., Gaylor, M. J., and Edelson, J. V. 1985. Estimating absolute density from relative sampling of *Lygus lineolaris* (Heteroptera: Miridae) and selected predators in early to mid-season cotton. **Environmental Entomology** 14(6): 709-717.
- Gharib, A. 1966. Palm leafhopper *Ommatissus binotatus* Fieb. var. *lybicus* Berg. (Homoptera: Tropiduchidae). **Applied Entomology and Phytopathology** 24: 37-47.
- Gharib, A. 1973. Pests of economic importance of date palms. Plant Pests and Disease Research Institute, Tehran, Iran, 17 pp.
- Green, R. H. 1970. On fixed precision level sequential sampling. **Research on Population Ecology** 12: 249-241.
- Hadian, A. R. and Seyedoleslami, H. 2002. Efficiency of yellow sticky board traps and limb jarring in the capture of adult pistachio psylla *Agonosceana pistaciae* Burkhardt and Lauterer (Hom.: Psyllidae). **Journal of Water and Soil Science -Isfahan University of Technology** 6(2): 159-168.
- Hall, D. G. 2009. An assessment of yellow sticky card traps as indicators of the abundance of adult *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) in citrus. **Journal of Economic Entomology** 102(1): 446-452.
- Hall, D. G., Hentz, M. G. and Ciomperlik, M. A. 2007. A comparison of traps and stem tap sampling for monitoring adult Asian citrus psyllid (Hemiptera: Psyllidae) in citrus. **Florida Entomologist** 90(2): 327-334.
- Horton, D. R. 1994. Relationship among sampling methods in density estimates of pear psylla (Homoptera: Psyllidae): implications of sex, reproductive maturity, and sampling location. **Annals of the Entomological Society of America** 87(5): 583-591.
- Horton, D. R. and Lewis, T. M. 1997. Quantitative relationship between sticky trap catch and beat tray counts of pear psylla (Homoptera: Psyllidae): seasonal, sex, and morphotypic effects. **Journal of Economic Entomology** 90(1): 170-177.
- Hughes, G. 1996. Incorporating spatial pattern of harmful organisms into crop loss models. **Crop Protection** 15(5): 407-421.
- Hussain, Ali A. 1963. Biology and control of the dubas bug, *Ommatissus binotatus lybicus* De Berg. (Homoptera, Tropiduchidae), infesting date palms in Iraq. **Bulletin of Entomological Research** 53(04): 737-745.
- Inayatullah, C., Khan, L., Ul - Haq, M. and Ul - Mohsin, A. 1991. Weather based models to predict the population densities of melon fruit fly, *Dacus cucurbitae* Coq. **International Journal of Pest Management** 37(3): 211-215.

- Iwao, S. A. 1968. New regression method for analyzing the aggregation pattern of animal populations. **Research Population Ecology** 10: 1–20.
- Jarosik, V., Honek, A. and Dixon, A. F. G. 2003. Natural enemy ravine revisited: the importance of sample size for determining population growth. **Ecological Entomology** 28(1): 85-91.
- Klein, M. and Venezian, A. 1985. The dubas date Tropicuchid, *Ommatissus binotatus lybicus*, a threat to date palms in Israel. **Phytoparasitica** 13(2): 95-101.
- Kogan, M. and Herzog, D. C. 2012. Sampling methods in soybean entomology: Springer Science and Business Media. 587 pages.
- Kuno, E. 1969. A new method of sequential sampling to obtain the population estimates with a fixed level of precision. **Research Population Ecology** 11: 127–136.
- Lloyd, M. 1967. Mean crowding. **Journal of Animal Ecology** 36: 1–30.
- Mahmoudi, M., Sahragard, A., Pezhman, H. and Ghadamyari, M. 2014. Efficacy of biorational insecticides against Dubas bug, *Ommatissus lybicus* (Hem.: Tropicuchidae) in a date palm orchard and evaluation of kaolin and mineral oil in the laboratory. **Journal of Entomological Society of Iran** 33(4): 1-10.
- Mendesil, E. and Tesfaye, A. 2009. The influence of weather on the seasonal incidence of coffee berry moth, *Prophantis smaragdina* (Butler). **Journal of Asia-Pacific Entomology** 12(3): 203-205.
- Mokhtar, A. M. and Al-Mjeini, A. M. 1999. A novel approach to determine the efficacy control measures against Dubas bug *Ommatissus lybicus* de Berg on date palm. **Agriculture Science** 4: 1-4.
- Payandeh, A., Kamali, K. and Fathipour, Y. 2010. Population structure and seasonal activity of *Ommatissus lybicus* in Bam Region of Iran (Homoptera: Tropicuchidae). **Munis Entomology and Zoology** 5: 726-733.
- Pedigo, L. P. and Buntin, G. D. 1993. Handbook of sampling methods for arthropods in agriculture: CRC Press. 714 p.
- Puterka, G. J., Glenn, D. M. and Pluta, R. C. 2005. Action of particle films on the biology and behavior of *Pear psylla* (Homoptera: Psyllidae). **Journal of Economic Entomology** 98(6): 2079-2088.
- Service, M. W. 1971. Studies on sampling larval populations of the *Anopheles gambiae* complex. **Bulletin of the World Health Organization** 45(2): 169.
- Seyedoleslami, H., Hadian, A. R. and Rezai, A. 2002. Effect of height and geographical direction for placement of yellow sticky board traps to capture adult pistachio psylla *Agonoscena pistaciae* Burckhardt and Lauterer (Hom., Psyllidae) and egg and nymphal density estimations. **Journal of Water and Soil Science -Isfahan University of Technology** 6(3): 221-228.
- Seyedoleslami, H., Hadian, A. R. and Rezai, A. 2003. Estimation of population density of first and second instar nymphs of pistachio psylla, *Agonoscena pistaciae* (Hom Psyllidae) from adult psylla capture on yellow sticky traps. **Journal of Water and Soil Science -Isfahan University of Technology** 7(1): 223-232.
- Sharma, H. C., Sullivan, D. J. and Bhatnagar, V. S. 2002. Population dynamics and natural mortality factors of the Oriental armyworm, *Mythimna separata* (Lepidoptera: Noctuidae), in South-Central India. **Crop Protection** 21(9): 721-732.
- Southwood, T. R. E. and Henderson, P. A. 1978. Ecological methods, with particular reference to the study of insect populations. Chapman and Hall, London, 524 p.
- Southwood, T. R. E. and Henderson, P. A. 2009. Ecological methods: John Wiley and Sons. 592 p.
- Taghizadeh, M., Naderpoor, B. and Babakhani, A. 2004. A study on population fluctuations and natural egg parasitism of Dubas bug, *Ommatissus binotatus* de Berg. in Farashband date groves in Fars Province, Iran. Ministry of Jihad-e-Agriculture, Fars Agricultural and Natural Resources and Education Center, Code No.: 113-11-76-89, 16 p.
- Taghizadeh, R., Fathipour, Y. and Kamali, K. 2008. Temperature-dependent development of acarophagous ladybird, *Stethorus gilvifrons* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae). **Journal of Asia-Pacific Entomology** 11(3): 145-148.
- Taylor, L. R. 1961. Aggregation, variance and the mean. **Nature** 189: 732–735.
- Wilson, M. R. 1988. Records of Homoptera Auchenorrhyncha from palms and associations with disease in coconuts. **Oleagineux** 43(6): 247-253.

Research paper

A study on different sampling techniques for dubas bug, *Ommatissus lybicus* (Hem.: Tropiduchidae)

M. Mahmoudi^{1*}, M. Gheybi² and M. Khoshnoud²

1. Plant Protection Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Darab, Iran, 2. Department of Entomology, College of Agriculture, Shiraz Branch, Islamic Azad University, Shiraz, Iran

(Received: July 24, 2020- Accepted: October 6, 2020)

Abstract

The dubas bug, *Ommatissus lybicus* Bergevin, is a key pest of date palm, *Phoenix dactylifera* L. in Iran. This study was conducted in a date palm orchard in Farashband (Fars Province) to investigate the different sampling methods and population fluctuations of dubas bug nymphs in first generation. The results showed that the nymphs emerged at early April, their population density reached to peak at 30 April, and finally declined to a few numbers at early June. Results showed that there was a significant correlation between different sampling methods. Using correlation analysis, it was shown a high and significant correlation between nymph densities on mature date palm and on offshoots ($R^2=0.96$). Results showed that yellow sticky traps could be a relatively appropriate variable to estimate population densities on date palms. Also, results showed that the honeydew secretion begun approximately three weeks after nymphal emergence, however its peak was happened one week after the peak of nymph densities. Regression analysis of Taylor model showed that in exception of one sampling method, all other three sampling methods were significant. Based on R^2 and P of regression analysis, Iwao's model was more appropriate than Taylor model for sampling of dubas bug honeydew. In order to determine the optimal sample size, the Green's and Kuno's method with constant accuracy of 0.2 were used. Based on Green's method, whenever the average density of dubas bug on mature and offshoot date palm leaflet is 10, the number of required samples with a precision level of 0.2 would be 38 and 47 leaflets, respectively. Whenever the average density of this pest in each yellow card is 200, the number of required samples would be 19 cards.

Key words: Date palm, Key pest, Sampling, Yellow sticky trap

* Corresponding author: m.mahmudi@areeo.ac.ir