

الگوی پراکنش فضایی مراحل نابالغ پسیل معمولی پسته *Agonoscena pistaciae* (Hemiptera: Aphalaridae) در منطقه رفسنجان

ابوالقاسم توکلی زاده^۱، محمدرضا حسینی^{۲*} و زهرا شیبانی تذرچی^۲

۱ و ۲. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استادیار، گروه حشره‌شناسی، واحد رفسنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، رفسنجان، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۸/۱۵ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۳/۲۲)

چکیده

پسیل معمولی پسته (*Agonoscena pistaciae* Burckhardt & Lauterer (Hemiptera: Aphalaridae)) یکی از مهم‌ترین آفات درختان پسته در کشور ایران است. به منظور بررسی الگوی پراکنش فضایی تخم و پوره این آفت، نمونه برداری‌های هفتگی و منظم از باغ پسته، رقم کله قوچی انجام شد. برگچه انتهایی درختان به عنوان واحد نمونه برداری انتخاب و تراکم جمعیت تخم و پوره در سه ارتفاع بالا، میانی و پایین درخت شمارش شد. الگوی پراکنش فضایی تخم و پوره پسیل معمولی پسته با استفاده از روش واریانس به میانگین، مدل‌های رگرسیونی تیلور و آیوانو و شاخص لوید تعیین شد. با توجه به نتایج به دست آمده از روش واریانس به میانگین و شاخص لوید الگوی پراکنش فضایی تخم و پوره این آفت در هر سه ارتفاع از نوع تجمعی به دست آمد. شیب خط رگرسیون در هر دو مدل رگرسیونی تیلور و آیوانو برای تخم در ارتفاع میانی به طور معنی داری بزرگ‌تر از یک بود که نشان دهنده تجمعی بودن الگوی پراکنش فضایی، و در ارتفاع بالا و پایین درخت کوچک‌تر از یک بود که نشان دهنده تصادفی بودن الگوی پراکنش فضایی این مرحله رشدی است. شیب خط رگرسیون در هر دو مدل رگرسیونی تیلور و آیوانو برای پوره پسیل معمولی پسته در هر سه ارتفاع به طور معنی داری بزرگ‌تر از ۱ به دست آمد، که نشان دهنده تجمعی بودن پراکنش فضایی پوره در هر سه ارتفاع است. نتایج به دست آمده از این تحقیق در توسعه برنامه‌های نمونه برداری پسیل معمولی پسته اهمیت دارد.

واژه‌های کلیدی: پسیل معمولی پسته، نمونه برداری، اندازه نمونه، *Agonoscena pistaciae*

Spatial distribution of immature stages of *Agonoscena pistaciae* (Hemiptera: Aphalaridae) in Rafsanjan region

Abolghasem Tavakoli Zadeh¹, Mohammad Reza Hassani^{2*} and Zahra Shebani Tezerji²

1, 2. Former M. Sc. Student and Assistant Professor, Department of Entomology, Rafsanjan Branch, Islamic Azad University, Rafsanjan, Iran

(Received: Nov. 6, 2017 - Accepted: Jun. 12, 2018)

ABSTRACT

The common pistachio psyllid, *Agonoscena pistaciae* Burckhardt & Lauterer (Hemiptera: Aphalaridae), is one of the most important pests of pistachio trees in Iran. To investigate the spatial distribution pattern of egg and nymph of this pest, samplings were done weekly in a pistachio orchards cultivar Kalleh-ghochi. The pistachio terminal leaflet was selected as sampling unit and the number of egg and nymph was recorded in three canopies of tree, up, middle and down parts. The spatial distribution pattern of egg and nymph of *A. pistaciae* was determined using mean - variance ratio, Taylor's power law, Iwao's patchiness regression model and Lloyd's mean crowding index. Based on the mean-variance ratio and Lloyd index, the spatial distribution of egg and nymph, at three canopies of tree was estimated, aggregated. The slope of the regression for Taylor's power law and Iwao's patchiness regression model for egg, in middle canopy of tree was significantly more than one, then the spatial distribution was estimated, aggregated and in up and down canopies was estimated, random distribution. In both Taylor's power law and Iwao's patchiness regression model, the slope of the regression model for nymph, at three canopies of tree was significantly more than one, then the spatial distribution was estimated aggregated. The results of present study are usefull for developing sampling programs of the common pistachio psyllid.

Keywords: *Agonoscena pistaciae*, common pistachio psyllid, sample size, sampling.

* Corresponding author E-mail: mhasanim@gmail.com

مقدمه

پسته یکی از مهم‌ترین محصولات کشاورزی کشور است که از جنبه‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی اهمیت بسیار بالایی دارد (Esmailpor et al., 2011)، به طوری که بخش عمده صادرات غیرنفتی کشور را به خود اختصاص داده است (Javadian & Farzane, 2005). پسته به‌عنوان نخستین محصول صادراتی کشاورزی ایران، به دلیل تحمل شوری و کم‌آبی، در بیشتر مناطق کشور قابل کشت است. چالش‌های مربوط به شوری و کم‌آبی از یک سوء و خشک‌سالی‌های اخیر توأم با مسائل عدیده از سوی دیگر باعث شده تا این محصول تنها با تکیه بر تحقیقات و فناوری پیشرفته قادر به ادامه حیات باشد (Esmailpor et al., 2011). موضوع آفات همواره یکی از مهم‌ترین گرفتاری‌های باغداران پسته در سراسر کشور طی سال‌های اخیر بوده است. پسیل معمولی پسته *Agonoscyta pistaciae* Burckhardt & Lauterer (Hemiptera: Aphalaridae) در همه مناطق پسته‌کاری کشور وجود دارد و یکی از مهم‌ترین آفات درختان پسته در کشور ایران است (Mehrnejad, 2014). پوره و حشره کامل این آفت با فروردین خرطوم خود در برگ از شیره گیاه تغذیه کرده و مواد پروتئینی شیره گیاه را جذب و مواد قندی را به صورت عسلک دفع می‌کند. از دست رفتن شیره گیاه باعث ضعف عمومی درختان پسته، ریزش برگ‌ها، جوانه‌ها، افزایش آنس پسته و افزایش درصد پوکی و ناخندانی میوه می‌شود (Mehrnejad, 2010; Hassani et al., 2009a). آسیب پوره‌های پسیل معمولی پسته روی درختان در دو زمان بیش از دیگر مواقع سال است، یکی از اواسط خرداد یا اوایل تیر که باعث تأخیر در آغاز به مغز رفتن دانه‌های پسته می‌شود و دیگری در مرداد که باعث افزایش ناخندانی میوه و ریزش برگ‌ها و جوانه‌های زایشی و رویشی سال بعد می‌شود (Mehrnejad, 2003; Mehrnejad, 2010; Hassani, 2009). این آفت در منطقه رفسنجان شش نسل کامل و یک نسل ناقص در سال دارد (Hassani et al., 2009b). نحوه پراکنش تخم و پوره پسیل معمولی پسته روی تاج درخت، به ارتفاع درخت بستگی دارد،

به طوری که با افزایش ارتفاع، میزان تخم‌ریزی نیز افزایش می‌یابد (Hassani et al., 2009 b; Sheibani, 2015). نتایج دیگر پژوهش‌ها نیز نشان می‌دهد، بیشترین و کمترین تراکم پوره پسیل معمولی پسته به ترتیب در قسمت بالا و پایین تاج درخت است اما در مورد تخم بیشترین میزان تخم‌ریزی در قسمت پایین تاج درخت عنوان شده است (Mohammadi et al., 2015). یکی از جنبه‌های مهم اکولوژی (بوم‌شناسی) جانوران از جمله حشرات که کاربرد زیادی در بررسی‌های اکولوژیک (بوم‌شناختی) دارد، نحوه پراکنش و الگوی فضایی آن‌ها در طبیعت است. به طور کلی تعداد نمونه، تجزیه و تحلیل جمعیت و اندازه جمعیت یک گونه، تحت تأثیر الگوی پراکنش فضایی آن قرار می‌گیرد. هرچه پراکنش فضایی یک حشره بیشتر شناخته شود به همان نسبت بهتر، بیشتر و آسان‌تر می‌توان ابعاد جمعیتی آن حشره را در اکوسیستم (بوم‌نظام)‌های طبیعی یا کشاورزی اندازه‌گیری کرد (Radjabi, 2008).

نوع پراکنش جمعیت‌ها افزون بر آنکه نوع برنامه نمونه‌برداری و روش تجزیه و تحلیل داده‌های جمعیتی را تحت تأثیر قرار می‌دهد، ممکن است در برآورد جمعیت نیز کاربرد داشته باشد. از سوی دیگر آگاهی از نوع الگوی پراکنش حشرات برای تجزیه و تحلیل رابطه‌های متقابل آفات و دشمنان طبیعی آن‌ها نیز ضروری است (Southwood, 1978). امروزه تجزیه و تحلیل الگوهای پراکنش فضایی به‌عنوان یکی از روش‌های ضروری بررسی جمعیت حشرات به شمار می‌آید و نتایج این نوع بررسی‌ها اطلاعات اولیه برای تفسیر ساختارهای فضایی و طراحی انواع برنامه‌های نمونه‌برداری برای تخمین جمعیت و مدیریت آن‌ها را فراهم می‌سازد (Iwao, 1970). در برنامه‌های مدیریت آفات، آگاهی از الگوی پراکنش حشرات به‌منظور برآورد درست و دقیق انبوهی آن‌ها ضرورت دارد. تاکنون در زمینه الگوی پراکنش فضایی بسیاری از پسیل‌ها از جمله پسیل گلابی *Cacopsylla pyri* L. Sanchez & Ortin-Angulo, (2011) پسیل آسیایی مرکبات *Diaphorina citri* Kuwayama (Soemargono et al., 2008; Setamou et al., 2008; Costa et al., 2010; Lashkari &

تعداد تخم و پوره به ازای هر برگچه انتهایی شمارش و ثبت شد.

تعیین تعداد نمونه

به منظور تعیین تعداد مناسب نمونه در آغاز یک نوبت نمونه برداری اولیه انجام شد. برای این منظور ده درخت به طور تصادفی انتخاب و از هر ارتفاع هر درخت چهار برگچه انتهایی از جهت های مختلف چیده شد. در مجموع از هر ارتفاع ۴۰ برگچه انتخاب و با استفاده از داده های به دست آمده، عامل خطای نسبی (Relative variance) که نشان دهنده دقت نمونه برداری اولیه است، از رابطه (۱) به دست آمد:

$$RV = \left(\frac{SE}{m}\right) \times 100 \quad (1)$$

در این رابطه RV (خطای نسبی داده های نمونه برداری اولیه)؛ m (میانگین داده های نمونه برداری اولیه)؛ SE (خطای معیار داده های نمونه برداری اولیه) است. مقدار خطای نسبی به دست آمده در این پژوهش برای تخم در سه ارتفاع بالا، میانی و پایین درخت، به ترتیب ۸/۷۴، ۷/۶۶، و ۹/۳۳ و برای پوره به ترتیب ۹/۱۶، ۹/۰۷ و ۹/۳۰ به دست آمد.

بنابراین با یک نمونه برداری اولیه، میانگین و انحراف معیار داده های گردآوری شده محاسبه و به همراه خطای نسبی و t (استخراج شده از جدول t -student) در رابطه اندازه نمونه و با استفاده از رابطه (۲) تعداد نمونه مورد نیاز به دست آمد (Pedigo & Buntin, 1994; Southwood & Henderson, 2000):

$$N = \left[\frac{t \times sd}{D \times m}\right]^2 \quad (2)$$

در این رابطه N (تعداد مناسب نمونه)؛ t (مقدار t -student جدول) بر حسب درجه آزادی (Degree of freedom) تعداد نمونه؛ sd (انحراف معیار داده های نمونه برداری اولیه)؛ D (میزان خطای قابل قبول) و m (میانگین داده های نمونه برداری اولیه) است. در این پژوهش مقدار D برابر با ۰/۲ در نظر گرفته شد.

زمان نمونه برداری

نمونه برداری در فاصله های زمانی هفت روز به طور منظم، از اوایل اردیبهشت تا اوایل شهریور سال ۱۳۹۵ بین ساعت ۴ تا ۶ عصر انجام شد.

(Shahbazvar, 2016)، پسیل سیب زمینی *Bactericer cockerelli* Sul (Prager et al., 2012; Butler & Trumble, 2011) و پسیل *Trioza aguacate* Hollis & Martin (Gonzales-Santarosa et al., 2014) انجام شده است. همچنین پراکنش فضایی پوره پسیل معمولی پسته در شهرستان مهولات خراسان رضوی روی پسته رقم سفید، اکبری و کله قوچی توسط Gholami Moghadam et al. (2016) بررسی شده است.

در همه مناطق که پسته کشت می شود برای حفظ این محصول از حمله آفات به طور مرتب نمونه برداری صورت می گیرد. برای به دست آوردن اطلاعاتی راجع به برآورد آسیب های وارد شده و تراکم جمعیت آفات مختلف، نمونه برداری ضرورت دارد. حال با توجه به اهمیت این موضوع، این پژوهش می کوشد تا الگوی پراکنش فضایی پسیل معمولی پسته، به عنوان آفت کلیدی این محصول را در منطقه رفسنجان روی پسته رقم کله قوچی، به عنوان یکی از رقم های مهم تجاری این محصول برای برآورد جمعیت این حشره، به عنوان معیار مناسبی برای انتخاب نمونه در برنامه های مدیریتی این آفت را تعیین نماید.

مواد و روش ها

ویژگی های باغ مورد بررسی

بررسی های صحرایی از اوایل اردیبهشت تا اوایل شهریور سال ۱۳۹۵ در منطقه اسماعیل آباد نوق در ۴۰ کیلومتری شهرستان رفسنجان در عرض جغرافیایی ۳۰ درجه شمالی و طول جغرافیایی ۵۵ درجه شرقی در باغی به مساحت ۰/۵ هکتار انجام شد. رقم پسته درختان باغ، کله قوچی و سن درختان حدود ۳۰ سال بود.

برنامه نمونه برداری

واحد نمونه برداری

به منظور یکسان بودن نمونه ها، برگچه انتهایی درختان پسته به عنوان واحد نمونه برداری انتخاب شد. نمونه برداری از نوع تصادفی طبقه بندی شده از سه ارتفاع بالا، میانی و پایین درخت انجام شد. برگچه ها به طور انفرادی درون کیسه قرار گرفته و به آزمایشگاه منتقل شدند. در آزمایشگاه با استفاده از استریومیکروسکوپ،

$$t = \frac{(b-1)}{SE_b} \quad (۶)$$

بزرگ‌تر بودن t محاسبه شده از t -جدول نشان‌گر رد فرض ۰ است. به عبارت دیگر $b=1$ نیست، یعنی پراکنش از نوع تصادفی نیست.

روش رگرسیونی آیواتو (Iwao's Patchiness Regression)

برای تعیین الگوی پراکنش فضایی با استفاده از روش رگرسیونی آیواتو از رابطه (۷) به دست آمد:

$$x^* = \alpha + \beta x \quad (۷)$$

مقدار x^* از رابطه (۸) به دست آمد:

$$x^* = \bar{x} + \frac{S^2}{\bar{x}} - 1 \quad (۸)$$

در این رابطه، \bar{x} (میانگین داده‌های هر تاریخ) است. برای هر تاریخ نیز یک x^* محاسبه شده و بین آن‌ها رابطه رگرسیونی به دست آمد. این روش نیز تا حدودی همانند روش پیشین است. در هر دو روش از رگرسیون خطی استفاده شد. $\beta = 1$ بیانگر پراکنش تصادفی، $\beta > 1$ بیانگر پراکنش تجمعی و $\beta < 1$ بیانگر پراکنش یکنواخت خواهد بود. سپس آزمون $\beta = 1$ را انجام داده، که روش آن همانند روش رگرسیونی تیلور است (Iwao, 1968).

شاخص میانگین ازدحام لوید (Lloyd's mean crowding index)

شاخص میانگین ازدحام لوید با استفاده از رابطه (۹) به دست آمد.

$$x^* = \bar{x} + \frac{s^2}{\bar{x}} - 1 \quad (۹)$$

در این رابطه x^* (شاخص میانگین ازدحام لوید)؛ \bar{x} (میانگین) و s^2 (واریانس داده‌ها) است. برای این منظور از نسبت این شاخص به میانگین داده‌ها از رابطه (۱۰) استفاده می‌شود:

$$IP = \frac{x^*}{\bar{x}} \quad (۱۰)$$

چنانچه شاخص میانگین ازدحام لوید (x^*) به ترتیب بزرگ‌تر، برابر و یا کوچک‌تر از ۱ باشد، پراکنش فضایی از نوع تجمعی، تصادفی و یکنواخت خواهد بود (Lloyd, 1967).

تجزیه و تحلیل داده‌ها

داده‌های به دست آمده از نمونه‌برداری در آغاز وارد

تعیین الگوی پراکنش فضایی

روش نسبت واریانس به میانگین (variance to mean ratio method)

نسبت واریانس به میانگین یکی از ساده‌ترین شاخص‌های مورد استفاده برای تعیین الگوی پراکنش فضایی است (Lloyd, 1967). در صورتی که نسبت واریانس به میانگین بزرگ‌تر، برابر و یا کوچک‌تر از ۱ باشد، پراکنش فضایی حشره موردنظر به ترتیب تجمعی، تصادفی و یکنواخت خواهد بود. پس از محاسبه نسبت واریانس به میانگین، شاخص I_D به منظور انجام آزمون وجود اختلاف معنی‌دار نسبت واریانس به میانگین، با عدد ۱، از رابطه (۳) محاسبه شد (Pedigo & Buntin, 1994):

$$I_D = \frac{(n-1)S^2}{m} \quad (۳)$$

در این رابطه S^2 (واریانس نمونه‌ها)؛ n (تعداد نمونه) و m (میانگین داده‌ها) است. پس از محاسبه I_D مقدار عددی Z از رابطه (۴) محاسبه شد:

$$Z = \sqrt{2I_D} - \sqrt{2(v-1)} \quad (۴)$$

در این رابطه v درجه آزادی ($v = n-1$) و n تعداد نمونه است. اگر مقدار $Z \geq 1/96$ باشد، پراکنش از نوع تجمعی، بین $-1/96 < Z < 1/96$ ، پراکنش تصادفی و $Z \leq -1/96$ پراکنش از نوع یکنواخت خواهد بود.

روش رگرسیونی تیلور (Taylor's Power Law)

برای تعیین الگوی پراکنش فضایی با استفاده از این روش، لگاریتم میانگین و واریانس داده‌های مربوط به هر تاریخ نمونه‌برداری محاسبه شد. آنگاه با استفاده از رابطه (۵) مقدار a و b به دست آمد (Taylor et al., 1998):

$$\log s^2 = (\log a + b \log \bar{x}) \quad (۵)$$

در رابطه بالا، S^2 (واریانس نمونه‌ها)؛ \bar{x} (میانگین نمونه‌ها در هر تاریخ نمونه‌برداری)؛ b شیب خط رگرسیون و a (محل تلاقی خط رگرسیون با محور y ها) است. در صورتی که $b = 1$ باشد پراکنش تصادفی، $b > 1$ بیانگر پراکنش تجمعی و $b < 1$ بیانگر پراکنش یکنواخت است. در مرحله بعد آزمون نیکویی برازش (Goodness of-fit) $b = 1$ انجام شد. بدین منظور در آغاز t -استیودنت جدول با درجه آزادی $n-2$ با t محاسبه شده توسط رابطه (۶) مقایسه شد:

منظور نه اصله درخت پسته رقم کلهقوچی به طور تصادفی انتخاب و از هر درخت چهار برگچه به طور تصادفی چیده شد (جدول ۱).

نرم افزار Excle شد و آنگاه تجزیه رگرسیون آن ها با استفاده از نرم افزار آماری SPSS انجام شد.

نتایج

تعیین الگوی پراکنش فضایی پسپل معمولی پسته با استفاده از روش های مختلف
روش واریانس به میانگین برای تعیین الگوی پراکنش فضایی تخم و پوره پسپل معمولی پسته بنابر نتایج به دست آمده، شاخص نسبت واریانس به میانگین برای تخم و پوره در هر سه ارتفاع بالا، میانی و پایین درخت، در همه تاریخ های نمونه برداری بزرگتر از ۱ به دست آمد. همچنین Z محاسبه شده نیز در همه تاریخ های نمونه برداری بزرگتر از ۱/۹۶ به دست آمد، بنابراین نتایج به دست آمده از این شاخص، نشان داد که پراکنش فضایی تخم و پوره این آفت در هر سه ارتفاع از نوع تجمعی است (جدول های ۲ و ۳).

تعیین تعداد نمونه
مقدار خطای نسبی نمونه برداری اولیه برای هر سه ارتفاع بالا، میانی و پایین درخت برای تخم و پوره پسپل معمولی پسته در هر سه ارتفاع، کمتر از ۱۰ به دست آمد که برای هدف های این تحقیق مناسب بود. بنا بر نتایج به دست آمده از نمونه برداری اولیه، تعداد نمونه مورد نیاز، برای برنامه نمونه برداری با خطای قابل قبول ۲۰ درصد برابر با ۳۶ واحد نمونه برداری به دست آمد. با توجه به نزدیک بودن مقادیر به دست آمده در تعیین تعداد نمونه مورد نیاز، برای هر سه ارتفاع، برابر با بالاترین مقدار به دست آمده یعنی ۳۶ عدد برگچه انتهایی انتخاب شد. برای این

جدول ۱. خطای نسبی و اندازه نمونه مورد نیاز برای تعیین الگوی پراکنش فضایی پسپل معمولی پسته در سه ارتفاع (بالا، میانی و پایین) درخت پسته

Table 1. Relative variation and required sample size for spatial distribution of *A. pistaciae* in three canopies (up, middle and down) of pistachio tree

	Egg			Nymph		
	Up	Middel	Down	Up	Middle	Down
RV	8.74	7.66	9.33	9.16	9.07	9.30
N	31.84	24.45	36.33	34.97	34.30	36.05

جدول ۲. پارامترهای به دست آمده از روش نسبت واریانس به میانگین برای تعیین الگوی پراکنش فضایی تخم پسپل معمولی پسته در سه ارتفاع (بالا، میانی و پایین) درخت پسته

Table 2. Parametres estimated by variance-mean method for spatial distribution of egg of *A. pistaciae* in three canopies (up, middle and down) of pistachio tree

Date	Up			Middle			Down		
	var/mean	Id	z	var/mean	Id	z	var/mean	Id	z
04/05/2016	14.09	493.29	23.16	12.54	438.87	21.38	8.67	303.40	16.39
11/05/2016	31.39	1098.74	38.63	23.33	816.43	32.16	27.56	964.59	35.68
18/05/2016	66.60	2330.84	60.03	60.65	2122.73	56.91	77.95	2728.39	65.62
25/05/2016	19.74	690.82	28.92	23.50	822.64	32.32	52.07	1822.38	52.13
01/06/2016	23.46	820.98	32.27	21.17	741.12	30.25	26.21	917.49	34.59
08/06/2016	10.35	362.24	18.67	26.13	914.69	34.52	30.17	1056.08	37.71
15/06/2016	27.54	963.87	35.66	40.55	1419.29	45.03	50.09	1753.12	50.97
22/06/2016	17.61	15.22	56.21	616.39	532.82	1967.22	26.86	24.40	54.48
29/06/2016	15.78	20.08	12.82	552.27	702.69	448.72	24.99	29.24	21.71
06/07/2016	18.30	12.90	19.19	640.43	451.41	671.60	27.54	21.80	28.40
13/07/2016	6.93	9.17	8.20	242.72	320.85	287.09	13.79	17.09	15.72
20/07/2016	17.77	25.68	29.32	621.78	898.83	1026.20	27.02	34.15	37.06
27/07/2016	11.20	8.76	41.91	391.85	306.44	1466.94	19.75	16.51	45.92
03/08/2016	8.55	5.35	6.64	299.32	187.37	232.34	16.22	11.11	13.31
10/08/2016	3.67	12.27	10.76	128.55	429.30	376.60	7.79	21.06	19.20
17/08/2016	11.63	26.80	10.40	406.95	938.11	363.94	20.28	35.07	18.73
24/08/2016	16.68	5.82	10.81	583.69	203.72	378.51	25.92	11.94	19.27

رگرسیون‌های به‌دست‌آمده از روش رگرسیونی تیلور مربوط به الگوی پراکنش فضایی تخم و پورهٔ پسپل معمولی پسته

نتایج به‌دست‌آمده از روش رگرسیونی تیلور نشان داد، مقادیر F در سطح احتمال $0/05$ معنی‌دار است (جدول ۵). همچنین شیب‌خط رگرسیونی اختلاف معنی‌داری با عدد 0 نشان داد که بیانگر معنی‌دار بودن رگرسیون است. ضریب b به‌دست‌آمده از روش رگرسیونی تیلور برای تخم در ارتفاع میانی درخت، بزرگ‌تر از 1 به‌دست آمد. همچنین مقدار عددی آزمون t محاسبه‌شده برای این ارتفاع بزرگ‌تر از t جدول به‌دست آمد. بنابراین پراکنش فضایی تخم در ارتفاع میانی از نوع تجمع‌ی بود.

ضریب β در دو ارتفاع بالا و پایین بزرگ‌تر از 1 به‌دست آمد، با توجه به اینکه ضریب β محاسبه‌شده پس از برازش، برابر 1 به‌دست آمد، بنابراین الگوی پراکنش فضایی تخم در ارتفاع بالا و پایین درخت از نوع تصادفی بود. ضریب β به‌دست‌آمده برای پوره در هر سه ارتفاع بزرگ‌تر از 1 و آزمون t محاسبه‌شده نیز برای هر سه ارتفاع بزرگ‌تر از t جدول به‌دست آمد، بنابراین پراکنش فضایی پوره در هر سه ارتفاع از نوع تجمع‌ی بود (جدول ۵).

شاخص میانگین ازدحام لوید برای تعیین الگوی

پراکنش فضایی تخم و پورهٔ پسپل معمولی پسته با توجه به اینکه مقدار IP به‌دست‌آمده در هر سه ارتفاع برای تخم در همهٔ تاریخ‌های نمونه‌برداری بیشتر از 1 به‌دست آمد، بنابراین الگوی پراکنش فضایی برای تخم در هر سه ارتفاع از نوع تجمع‌ی بود (جدول ۶). از آنجایی که مقدار IP به‌دست‌آمده در همهٔ تاریخ‌های نمونه‌برداری شده در هر سه ارتفاع برای پوره بیشتر از 1 به‌دست آمد، بنابراین الگوی پراکنش فضایی برای پوره در هر سه ارتفاع از نوع تجمع‌ی بود (جدول ۷).

پارامترهای به‌دست‌آمده از روش رگرسیونی تیلور مربوط به الگوی پراکنش فضایی تخم و پورهٔ پسپل معمولی پسته

نتایج به‌دست‌آمده از روش رگرسیونی تیلور نشان داد، مقادیر F در سطح احتمال $0/05$ معنی‌دار است (جدول ۵). همچنین شیب‌خط رگرسیونی اختلاف معنی‌داری با عدد 0 نشان داد که بیانگر معنی‌دار بودن رگرسیون است. ضریب b به‌دست‌آمده از روش رگرسیونی تیلور برای تخم در ارتفاع میانی درخت، بزرگ‌تر از 1 به‌دست آمد. همچنین مقدار عددی آزمون t محاسبه‌شده برای این ارتفاع بزرگ‌تر از t جدول به‌دست آمد. بنابراین پراکنش فضایی تخم در ارتفاع میانی از نوع تجمع‌ی بود. ضریب b در دو ارتفاع بالا و پایین درخت بزرگ‌تر از 1 به‌دست آمد، با توجه به اینکه ضریب b به‌دست‌آمده پس از برازش، برابر 1 به‌دست آمد، بنابراین الگوی پراکنش فضایی تخم در ارتفاع بالا و پایین درخت از نوع تصادفی بود. ضریب b به‌دست‌آمده برای پوره در هر سه ارتفاع بزرگ‌تر از 1 و آزمون t محاسبه‌شده نیز برای هر سه ارتفاع بزرگ‌تر از t جدول به‌دست آمد، بنابراین پراکنش فضایی در هر سه ارتفاع برای پوره از نوع تجمع‌ی بود (جدول ۴).

پارامترهای به‌دست‌آمده از روش رگرسیونی آیوانو مربوط به الگوی پراکنش فضایی تخم و پورهٔ پسپل معمولی پسته

بنابر نتایج به‌دست‌آمده در روش آیوانو، مقادیر F در سطح احتمال $0/05$ معنی‌دار بود (جدول ۵) و شیب‌خط

جدول ۳. پارامترهای به‌دست‌آمده از روش نسبت واریانس به میانگین برای تعیین الگوی پراکنش فضایی پورهٔ پسپل معمولی پسته در سه ارتفاع (بالا، میانی و پایین) درخت پسته

Table 3. Parametres estimated by variance-mean method for spatial distribution of nymph of *A. pistaciae* in three canopies (up, middle and down) of pistachio tree

Date	Up			Middle			Down		
	var/mean	Id	z	var/mean	Id	z	var/mean	Id	z
04/05/2016	3.97	138.82	8.42	43.05	1506.91	46.65	5.00	174.96	10.46
11/05/2016	43.93	1537.71	47.21	37.12	1299.14	42.73	35.89	1255.98	41.87
18/05/2016	50.73	1775.38	51.34	61.86	2164.93	57.56	56.62	1981.83	54.71
25/05/2016	29.00	1015.11	36.81	47.46	1661.12	49.39	21.02	735.58	30.11
01/06/2016	64.29	2249.99	58.84	26.37	922.90	34.72	20.43	714.95	29.57
08/06/2016	11.93	417.45	20.65	15.24	533.40	24.42	15.09	528.08	24.25
15/06/2016	32.38	1133.40	39.36	12.34	431.85	21.14	13.59	475.71	22.60
22/06/2016	33.19	1161.72	39.96	56.92	1992.37	54.88	32.82	1148.63	39.68
29/06/2016	50.90	1781.67	51.45	49.65	1737.72	50.71	24.22	847.56	32.93
06/07/2016	12.57	439.94	21.42	7.52	263.07	14.69	11.60	405.84	20.24
13/07/2016	5.33	186.63	11.07	9.06	316.99	16.93	10.95	383.23	19.44
20/07/2016	22.56	789.54	31.49	20.83	728.88	29.93	34.24	1198.49	40.71
27/07/2016	30.26	1059.18	37.78	42.17	1476.05	46.09	34.24	1198.49	40.71
03/08/2016	40.96	1433.48	45.30	35.18	1231.19	41.38	22.62	791.55	31.54
10/08/2016	31.09	1088.26	38.41	12.52	438.11	21.35	10.43	364.96	18.77
17/08/2016	31.71	1109.87	38.87	30.07	1052.36	37.63	32.24	1128.49	39.26
24/08/2016	108.16	3785.67	78.77	31.32	1096.14	38.58	43.24	1513.43	46.77

جدول ۴. پارامترهای به‌دست‌آمده از روش رگرسیونی تیلور مربوط به الگوی پراکنش فضایی تخم و پورهٔ پسپیل معمولی پسته در سه ارتفاع (بالا، میانی و پایین) درخت پسته

Table 4. Parametres estimated by Taylor's power law for spatial distribution of egg and nymph of *A. pistaciae* in three canopies (up, middle and down) of pistachio tree

Stage	High	Log a	b	SE _b	F	Sig.	R ²	t _t	t _c
Egg	Up	0.89	1.16	0.40	8.31	0.011	0.35	2.13	0.41
	Middle	-0.57	1.98	0.36	29.68	0.000	0.88	2.13	2.69
	Down	0.30	1.58	0.43	13.30	0.002	0.46	2.13	1.33
Nymph	Up	-1.81	2.81	0.24	13.30	0.002	0.89	2.13	7.44
	Middle	-0.91	2.30	0.36	41.11	0.000	0.73	2.13	3.62
	Down	0.66	2.19	0.18	142.80	0.000	0.90	2.13	6.49

جدول ۵. پارامترهای به‌دست‌آمده از روش آیوانو مربوط به الگوی پراکنش فضایی تخم و پورهٔ پسپیل معمولی پسته در سه ارتفاع (بالا، میانی و پایین) درخت پسته

Table 5. Parametres estimated by Iwao's patchiness regression for spatial distribution of egg and nymph of *A. pistaciae* in three canopies (up, middle and down) of pistachio tree

Stage	High	log α	β	SE _β	F	Sig.	R ²	t _t	t _c
Egg	Up	12.62	1.07	0.128	70.32	0.000	0.30	2.13	0.55
	Middle	3.9	1.31	0.12	115.34	0.000	0.88	2.13	2.51
	Down	7.12	1.30	0.17	55.72	0.000	0.78	2.13	1.74
Nymph	Up	22.47	1.86	0.33	67.49	0.000	0.81	2.13	3.79
	Middle	6.19	1.55	0.15	105.47	0.000	0.87	2.13	3.66
	Down	0.833	1.44	0.09	246.83	0.000	0.94	2.13	4.87

جدول ۶. پارامترهای به‌دست‌آمده از شاخص لوید برای تعیین الگوی پراکنش فضایی تخم پسپیل معمولی پسته در سه ارتفاع (بالا، میانی و پایین) درخت پسته

Table 6. Parametres estimated by Lloyd's mean crowding index for spatial distribution of egg of *A. pistaciae* in three canopies (up, middle and down) of pistachio tree

Date	Up		Middle		Down	
	x*	IP	x*	IP	x*	IP
04/05/2016	55.57	1.31	85.48	1.16	56.47	1.16
11/05/2016	120.11	1.34	125.91	1.22	126.00	1.27
18/05/2016	149.15	1.79	150.98	1.65	192.68	1.66
25/05/2016	55.60	1.51	63.00	1.56	88.43	2.37
01/06/2016	89.43	1.34	75.37	1.37	84.60	1.42
08/06/2016	141.91	1.07	131.94	1.24	98.78	1.42
15/06/2016	141.21	1.23	149.00	1.36	172.92	1.40
22/06/2016	129.33	1.15	104.75	1.16	103.12	2.15
29/06/2016	90.53	1.20	99.88	1.24	107.35	1.12
06/07/2016	62.94	1.38	56.87	1.26	59.16	1.44
13/07/2016	67.43	1.10	64.64	1.14	58.95	1.14
20/07/2016	108.52	1.18	106.93	1.30	106.68	1.36
27/07/2016	70.70	1.17	60.73	1.15	95.08	1.76
03/08/2016	80.89	1.10	82.46	1.06	75.42	1.08
10/08/2016	68.67	1.04	82.90	1.16	56.93	1.21
17/08/2016	98.02	1.12	125.72	1.26	72.12	1.15
24/08/2016	45.70	1.52	33.52	1.17	31.90	1.44

جدول ۷. پارامترهای به‌دست‌آمده از شاخص لوید برای تعیین الگوی پراکنش فضایی پورهٔ پسپیل معمولی پسته در سه ارتفاع (بالا، میانی و پایین) درخت پسته

Table 7. Parametres estimated by Lloyd's mean crowding index for spatial distribution of nymph of *A. pistaciae* in three canopies (up, middle and down) of pistachio tree

Date	Up		Middle		Down	
	x*	IP	x*	IP	x*	IP
04/05/2016	20.94	1.17	75.94	2.24	20.67	1.24
11/05/2016	123.30	1.53	125.90	1.40	115.27	1.43
18/05/2016	123.70	1.67	168.94	1.56	159.54	1.54
25/05/2016	100.45	1.39	138.32	1.51	62.93	1.47
01/06/2016	142.34	1.80	91.29	1.38	67.37	1.41
08/06/2016	64.48	1.20	71.21	1.25	52.23	1.37
15/06/2016	79.69	1.65	45.26	1.33	43.29	1.41
22/06/2016	118.11	1.37	128.79	1.77	131.32	1.32
29/06/2016	133.32	1.60	119.37	1.69	90.19	1.35
06/07/2016	53.63	1.28	46.29	1.16	46.35	1.30
13/07/2016	39.58	1.12	50.58	1.19	45.75	1.28
20/07/2016	83.72	1.35	82.08	1.32	88.33	1.60
27/07/2016	99.65	1.42	112.76	1.58	88.33	1.60
03/08/2016	128.65	1.45	112.43	1.44	68.87	1.46
10/08/2016	102.12	1.42	65.96	1.21	41.15	1.30
17/08/2016	110.04	1.39	111.85	1.35	71.91	1.77
24/08/2016	193.44	2.24	106.35	1.40	89.21	1.90

بحث و نتیجه‌گیری

هرچه پراکنش فضایی یک آفت یا دشمن طبیعی آن بهتر شناخته شود به همان نسبت ابعاد جمعیتی آن حشره در اکوسیستم‌های طبیعی آسان‌تر اندازه‌گیری می‌شود (Radjabi, 2008). همچنین اطلاع از الگوی توزیع فضایی حشرات در توسعه برنامه‌های موفقیت‌آمیز مدیریت تلفیقی آفات نقش مهمی دارد (Setamou *et al.*, 2008). نتایج پژوهش‌های گذشته نشان می‌دهد، تراکم جمعیت تخم و پوره پسیل معمولی پسته در ارتفاعات مختلف درخت متفاوت است. به طوری که بیشترین تراکم جمعیت تخم و پوره به ترتیب در قسمت‌های بالا، میانی و پایین درخت گزارش شده است (Hassani, 2009b; Sheibani, 2009b; Tezerji *et al.*, 2015). در این پژوهش پراکنش فضایی تخم و پوره پسیل معمولی پسته در سه ارتفاع بالا، میانی و پایین درخت روی رقم کله‌قوچی بررسی شد. نتایج به دست آمده توسط روش نسبت واریانس به میانگین نشان داد، الگوی پراکنش فضایی این آفت برای هر دو مرحله تخم و پوره در سه ارتفاع بالا، میانی و پایین درخت از نوع تجمعی است. بنابر نتایج Costa *et al.* (2010) الگوی پراکنش فضایی پوره و حشره کامل پسیل آسیایی مرکبات در دو باغ پرتقال والنسیا با استفاده از شاخص واریانس به میانگین از نوع تجمعی گزارش شده است. نتایج Gholami *et al.* (2016) Moghadam *et al.* (2016) نشان می‌دهد، پراکنش فضایی پوره پسیل معمولی پسته با استفاده از شاخص نسبت واریانس به میانگین روی رقم‌های سفید پسته و اکبری از نوع تجمعی اما روی رقم کله‌قوچی از نوع تصادفی است. استفاده از شاخص میانگین ازدحام لوید نیز نشان داد، الگوی پراکنش فضایی پسیل معمولی پسته برای هر دو مرحله تخم و پوره در هر سه ارتفاع بالا، میانی و پایین درخت از نوع تجمعی است. الگوی پراکنش فضایی پوره و حشره کامل پسیل *T. aguacate* روی گیاه آوآکادوو با استفاده از شاخص لوید از نوع تجمعی گزارش شده است (Gonzales-Santarosa *et al.*, 2014). افزون بر این الگوی پراکنش فضایی توسط روش رگرسیونی تیلور و آیوانو برای مرحله تخم در سه ارتفاع مختلف درخت متفاوت بود. به طوری که در

ارتفاع میانی از نوع تجمعی و در ارتفاع بالا و پایین از نوع تصادفی به دست آمد. در حالی که الگوی پراکنش فضایی برای مرحله پوره در هر سه ارتفاع بالا، میانی و پایین درخت با استفاده از روش رگرسیونی تیلور و آیوانو از نوع تجمعی به دست آمد. باور بر این است که اسکان اولیه یک حشره در آگرواکوسیستم‌ها (بوم‌نظام‌های کشاورزی) با پراکنش تصادفی همراه است. این حالت می‌تواند ویژگی ذاتی آن حشره بوده یا اینکه به علت تراکم اندک آن باشد. برخی از حشرات در مرحله‌های اولیه آلودگی ممکن است پراکنش تصادفی داشته باشند و سپس به پراکنش تجمعی روی آورند (Radjabi, 2008). الگوی پراکنش فضایی پوره و حشرات کامل پسیل گلابی *C. pyri* با استفاده از روش رگرسیونی تیلور و آیوانو از نوع تجمعی گزارش شده است (Sanchez & Ortin-Angulo, 2011). نتایج پژوهش‌های مختلف در رابطه با الگوی پراکنش فضایی پسیل آسیایی مرکبات نشان می‌دهد، پراکنش فضایی پوره و حشره کامل این آفت با استفاده از دو روش رگرسیونی تیلور و آیوانو از نوع تجمعی است (Tsai *et al.*, 2000; Setamou *et al.*, 2008; Parsi & Shahrokhi, 2016). همچنین الگوی پراکنش فضایی پسیل سیب‌زمینی با استفاده از روش گرین، تیلور و آیوانو از نوع تجمعی گزارش شده است (Butler & Trumble, 2011). به طور کلی نتایج پژوهش‌ها در رابطه با دیگر پسیل‌ها نشان می‌دهد، الگوی پراکنش فضایی برای پوره آن‌ها از نوع تجمعی است که با نتایج این پژوهش همخوانی دارد. پراکنش فضایی پوره پسیل معمولی پسته توسط Gholami *et al.* (2016) Moghadam *et al.* (2016) روی رقم‌های سفید پسته، اکبری و کله‌قوچی با استفاده از شاخص تیلور و آیوانو از نوع تجمعی گزارش شده که با نتایج این پژوهش همخوانی دارد.

نتایج به دست آمده از این پژوهش نشان داد، الگوی پراکنش فضایی پوره پسیل معمولی پسته با استفاده از هر یک از روش‌های نسبت واریانس به میانگین، روش رگرسیونی تیلور و آیوانو و شاخص لوید در هر سه ارتفاع بالا، میانی و پایین درخت از نوع تجمعی است. در حالی که الگوی پراکنش فضایی تخم پسیل معمولی

مدیریت تلفیقی این آفت نقش مهمی داشته باشد. همچنین این نتایج در انتخاب تعداد مناسب نمونه در برنامه‌های مدیریت این آفت مفید خواهد بود. به‌طوری‌که پژوهشگران می‌توانند با انتخاب تعداد مناسب نمونه با صرف کمترین وقت و هزینه به هدف‌های مورد نظر خود برسند.

پسته با استفاده از روش نسبت واریانس به میانگین و شاخص لوید از نوع تجمعی و با استفاده از روش رگرسیونی تیلور و آیواتو از نوع تصادفی به‌دست آمد. نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش می‌تواند در برآورد تراکم جمعیت، تعیین آستانه زیان اقتصادی و پیش‌بینی وضعیت پسیل معمولی پسته در برنامه‌های

REFERENCES

- Butler, C. D. & Trumble, J. T. (2011). Spatial dispersion and binomial sequential sampling for the potato psyllid (Hemiptera: Trioziidae) on potato. *Pest Management Science*, 68(6), 865-869.
- Costa, M. G., Barbosa, J. C., Yamamoto, P. T. & Liu, R. M. (2010). Spatial distribution of *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) in citrus orchard. *Scientia Agricola*, 67(5), 546-554.
- Esmailpor, A., Tajabadipor, A. & Hokmabadi, H. (2011). *Diagnosis of environmental and none-environmental damaging factors incoming to pistachio product*. In: H. Hokmabadi (Ed), *Pistachio Phenology*. (pp. 11-30). Agricultural Research, Education and Extension Organization. (in Farsi)
- Hassani, M. R. (2009). *Bioecology and economic injury level of agonoscaena pistaciae (Hem.: Psyllidae) in Rafsanjan region of Iran*. Ph.D. Thesis, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran. (in Farsi)
- Hassani, M. R., Nouri-Ganbalani, G., Izadi, H., Shojai, M., Basirat, M. (2009a). Economic injury level for *Agonoscaena pistaciae* (Hemiptera: Psyllidae) on *Pistacia vera* cv. *Ohadi*. *Journal of Insect Science*, 9(40), 1-4.
- Hassani, M. R., Nouri-Ghanbalani, G., Izadi, H. & Shojaie, M. (2009b). Population fluctuations of pistachio psylla, *Agonoscaena pistaciae* (Hemiptera: Psyllidae), in Rafsanjan region. *Iranian Journal of Plant Protection Science*, 40, 93-98. (in Farsi)
- Iwao, S. (1968). A new regression method for analyzing the aggregation pattern of animal populations. *Researches on Population Ecology*, 10, 1-20.
- Iwao, S. (1970). *Problems in spatial distribution in animal population ecology*, In: G. P. Patil (Ed). *Random counts in models and structures*. (pp. 117- 149). Pennsylvania State University Press, University Park.
- Gholami Moghadam, S., Moeini Naghadeh, N. & Naderloo, L. (2016). Population density of *Agonoscaena pistaciae* (Hemiptera: Psyllidae) and spatial distribution pattern of its nymphs on three pistachio varieties in Mahvelat county, Khorasan Razavi province. In: *Proceedings of 22nd Iranian Plant Protection Congress, 27-30 August*. College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. P. 675. (in Farsi)
- Gonzales-Santarosa, G. M., Bautista-Martinez, N., Romero-Napoles, J. Rebollar-Alvitre, A. Carrillo-Sanchez, J. L. & Hernandez-Fuentes, M. (2014). Population fluctuation and spatial distribution of *Trioza agucata* (Hemiptera: Trioziidae) on avocado (Lauraceae) in Michoacan, Mecxico. *Florida Entomologist*, 97(4), 1783-1793.
- Javadian, A. & Farzane, D. (2005). *Pistachio production, Iran vs. the world*. In: *Proceedings of the 4th international symposium on pistachios and almonds*. 22-25 May, ISHS-Tehran, Iran, p. 209.
- Lashkari, M. R. & Shahbazvar, N. (2016). Spatial distribution pattern of *Diaphorina citri* Kuwayama (Hem: Liviidae) on lime (*Citrus aurantifolia*) and orange (*Citrus sinensis*) in citrus orchards of Iran. *Entomology and Applied Science Letters*, 3(2), 81-87.
- Lloyd, M. (1967). Mean crowding. *Journal of Animal Ecology*, 36, 1-30.
- Mehrnejad, M. R. (2003). *Pistachio psylla and other major psyllids of Iran*. Agricultural Research and Education Organization, Tehran. (in Farsi)
- Mehrnejad, M. R. (2010). Potential biological control agents of the common pistachio psylla, *Agonoscaena pistaciae*, a review. *Entomofauna*, 31, 317-340.
- Mehrnejad, M. (2014). *The pest of pistachio trees in Iran, natural enemies and control*. Sepehr Publication Center, Tehran. (in Farsi)
- Mohammadi, E., Rohani, M., Esfandiarpour I. & Izadi, H. (2015). Spatial mapping of the common pistachio psylla, *Agonoscaena pistaciae*: A case study in the Rafsanjan region, Iran. *Journal of Crop Protection*, 4 (Supplementary), 747-756.
- Parsi, F. & Shahrokhi, SH. (2016). Sequential sampling plans with fixed levels of precision for Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) adults in citrus orchards in southern Iran. *Applied Entomology and Phytopathology*, 84(1), 131-140. (in Farsi)

19. Pedigo, L. P. & Buntin, G. D. (1994). *Handbook of sampling methods for arthropods in agriculture*. CRC Press, Boca Raton. FL.
20. Prager, S. M., Butler, C. D. & Trumble, J. T. (2012). A sequential binomial sampling plan for potato psyllid (Hemiptera: Triozidae) on bell pepper (*Capsicum annum*). *Pest Management Science*, 69(10), 1131-1135.
21. Radjabi, G. (2008). *Insect ecology, applied and considering the conditions of Iran*. (2nd ed.). Agricultural Research, Education, Extension and Organization Press, Tehran, Iran. (in Farsi)
22. Sanchez, J. A. & Ortin-Angulo, M. C. (2011). Sampling of *Cacopsylla pyri* (Hemiptera: Psyllidae) and *Pilophorus gallicus* (Hemiptera: Miridae) in pear orchards. *Journal of Economic Entomology*, 104(5), 1742-1751.
23. Setamou, M., Flores, D., French, J. V. & Hall, D. G. (2008). Dispersion patterns and sampling plans for *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) in citrus. *Journal of Economic Entomology*, 101(4), 1478-1487.
24. Sheibani Tezerji, Z., Shojai, M., Shojaaddini, M., Imani, S. & Hassani, M. R. (2015). Distribution of population of immature stages of common pistachio psyllid, *Agonoscena pistaciae* within the tree and development of sampling strategy. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 3(4), 395-399.
25. Soemargono, A., Ibrahim, Y., Ibrahim, R. & Osman, M. S. (2008). Spatial Distribution of the Asian Citrus Psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psyllidae) on Citrus and Orange Jasmine. *Journal of Bioscience*, 19(2), 9-19.
26. Southwood, T. R. E. (1978). *Ecological methods: with particular reference to the study of insect populations* (2nd ed.). Chapman and Hall, London.
27. Southwood, T. R. E. & Henderson, P. A. (2000). *Ecological methods*. (3rd ed.). Blackwell Science.
28. Taylor, R. A. J., Lindquest, R. K. & Shipp, J. L. (1998). Variation and consistency in spatial distribution of population of immature stages of common pistachio psyllid, *Agonoscena pistaciae* within the tree and development of sampling strategy as measured by Taylor's power law. *Environmental Entomology*, 27, 191-201.
29. Tsai, J. H., Wang, J. & Liu, Y. (2000). Sampling of *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae) on orange jessamine in southern Florida. *Florida Entomologist*, 83, 446-459.
30. Soemargono, A., Ibrahim, Y., Ibrahim, R. & Osman, M. S. (2008). Spatial Distribution of the Asian Citrus Psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psyllidae) on Citrus and Orange Jasmine. *Journal of Bioscience*, 19(2), 9-19.