

تراکم جمعیت پسیل معمولی پسته (*Agonoscena pistaciae* (Hemiptera: Psyllidae) و الگوی توزیع فضایی پوره‌ها روی رقم‌های مختلف پسته در استان خراسان رضوی

سمانه غلامی مقدم^۱، ناصر معینی نقده^{۲*} و لیلا ندرلو^۳

۱ و ۲. دانشجوی دکتری و استادیار، گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

۳. استادیار، گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۲/۱۷ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۳/۱۹)

چکیده

پسیل معمولی پسته (*Agonoscena pistaciae*)، یکی از آفات کلیدی پسته‌کاری‌های ایران است. نمونه‌برداری از سه باغ شامل رقم‌های سفید، اکبری و کله قوچی صورت گرفت. واحد نمونه‌برداری پوره‌ها برگ پسته و حشرات کامل یک کارت چسبنده زردرنگ انتخاب شد. تعداد پوره‌ها و حشرات کامل به صورت هفتگی شمارش و ثبت شد. تفاوت تراکم پوره‌ها و حشرات کامل روی سه رقم (سفید، اکبری و کله قوچی) معنی‌دار بود. الگوی توزیع فضایی پوره‌ها با استفاده از روش واریانس به میانگین و مدل‌های رگرسیونی تیلور و آیواتو مشخص شد. در روش واریانس به میانگین، توزیع فضایی پوره‌ها در سال ۱۳۹۴ روی هر سه رقم از نوع تصادفی و در سال ۱۳۹۵ روی رقم سفید تصادفی و روی رقم‌های اکبری و کله قوچی تجمعی تعیین شد. شیب‌خط رگرسیون در هر دو مدل رگرسیونی روی هر سه رقم و در هر دو سال به طور معنی‌دار بزرگ‌تر از یک بود. در مدل تیلور توزیع فضایی پوره‌ها روی رقم سفید در سال ۱۳۹۴ تصادفی و روی دیگر رقم‌ها تجمعی بود. در مدل آیواتو توزیع فضایی روی رقم سفید در دو سال ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ تصادفی و در سایر موارد تجمعی تعیین شد. بیشتر بودن مقدار R^2 در مدل Iwao نشان‌دهنده کارایی بهتر این مدل در توجیه رابطه میان واریانس و میانگین انبوهی حشره بود. نتایج حاصل از این پژوهش در تدوین برنامه‌های نمونه‌برداری برای مدیریت تلفیقی پسیل پسته اهمیت زیادی دارد.

واژه‌های کلیدی: پسیل معمولی پسته، تراکم جمعیت، قانون نمایی تیلور، مدل رگرسیونی آیواتو.

Population density of *Agonoscena pistaciae* (Hemiptera: Psyllidae) and spatial distribution pattern of its nymphs on three pistachio varieties in Khorasan Razavi province

Samaneh Gholam Moghaddam¹, Naser Moeini-Naghadeh^{2*} and Leila Naderloo³

1, 2. Ph.D. Candidate and Assistant Professor, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Razi University, Kermanshah, Iran

3. Assistant Professor, Department of Biosystem Mechanization Engineering, Faculty of Agriculture, Razi University, Kermanshah, Iran

(Received: Mar. 7, 2017 - Accepted: Jun. 9, 2018)

ABSTRACT

Common pistachio psylla, *Agonoscena pistaciae*, is a key pest of pistachio trees in Iran. Sampling was done from three pistachio orchards including Sefid, Akbari and Kale-Ghochi varieties. Sample units for nymphs and adults were leaf and a yellow sticky trap, respectively. The number of nymphs on leaf and adult the number captured by traps was recorded weekly. The densities of nymphs and adults were significantly affected by pistachio varieties. The spatial distribution pattern of *A. pistaciae* nymphs was determined by indices of variance to mean ratio and regression methods of Taylor and Iwao. Indices of variance to mean ratio showed that spatial distribution of common pistachio psyllid in 2015 on three pistachio varieties was a random distribution. In 2016 and pooled two years, on Sefid variety random distribution and on Akbari and Kalle-Ghuchi varieties aggregated distributions were indicated. The aggregation indices in Taylor's model and Iwao's patchiness regression on the three pistachio varieties and during two years were both significantly greater than one. The spatial distribution of nymphs at Taylor's model on Sefid pistachio and aggregated on other varieties in 2015. In Iwao's patchiness regression, spatial distribution in 2015 and 2016 was random on Sefid variety and aggregate in other cases. However, the data obtained showed that Iwao's patchiness regression gave a better fitness with all data in comparison with Taylor's power law. The results can be used to improve the sampling program and implementation of pest management programs of this important pest.

Keywords: Common pistachio psylla, Iwao's patchiness regression, Population density, Taylor's model.

* Corresponding author E-mail: moeeny@razi.ac.ir

مقدمه

پسته یکی از مهم‌ترین محصولات صادراتی غیرنفتی ایران است. تولید بیش از نیمی از پسته دنیا متعلق به ایران است و بقیه بیشتر توسط کشورهای آمریکا، ترکیه و چین تولید می‌شود. بر اساس گزارش سازمان خواربار و کشاورزی (فائو)^۱، در سال ۲۰۱۶ ایران مقام اول را از نظر میزان تولید پسته در جهان به خود اختصاص داد (FAO, 2016).

شش گونه پسیل متعلق به دو جنس *Agonosca* و *Megagonosca* روی پسته فعالیت دارند که از بین آن‌ها پسیل معمولی پسته با نام علمی *Agonosca pistaciae* Burckhardt & Lauterer, 1989 (Hemiptera: Psyllidae) از مهم‌ترین آفات پسته است (Mehrnejad, 2002). پسیل معمولی پسته حشره کوچکی است که به صورت حشره بالغ زمستان‌گذرانی می‌کند. از اواخر اسفند یا اوایل بهار همزمان با باز شدن جوانه‌ها، ماده‌ها شروع به فعالیت و تخم‌ریزی می‌کنند. تغذیه پوره‌های جوان از شیره گیاهی باعث ضعف گیاه، پوکی، ریزش جوانه‌ها و برگ‌ها شده، خسارت کمی و کیفی محصول را سبب می‌شود. علاوه بر آن تولید عسلک فراوان می‌کنند که در مجاورت هوا به سرعت خشک و موجب اختلال در فیزیولوژی گیاه و سوختگی برگ‌ها می‌شود (Samih et al., 2005).

کاربرد مواد شیمیایی علیه این آفت پیشینه‌ای درازمدت دارد. چند نسلی بودن، زادآوری بالای آفت و استفاده بی‌رویه از سم منجر به بروز مشکلاتی از قبیل مقاوم شدن آفت نسبت به سموم، طغیان مجدد آفت، نابودی دشمنان طبیعی و باقی ماندن بقایای سم در محصول شده است (Mehrnejad, 2001). استفاده از حشره‌کش‌های سازگار با دشمنان طبیعی (Amirzade et al., 2014) و بیماری‌گرهای حشرات (Alizadeh et al., 2007)، کاربرد کائولین فرآوری شده (Hassanzadeh et al., 2014) و کوددهی گیاه (Rouhani et al., 2012) در برنامه‌های مدیریت تلفیقی پسیل پسته مورد توجه قرار گرفته است.

کاربرد هر یک از روش‌های شیمیایی، زیستی و غیره

برای مهار آفت، مستلزم اطلاع از انبوهی آفت برای تصمیم‌گیری در یک آستانه مورد نظر است (Seyedoleslami et al., 2003). از طرف دیگر، جمعیت حشرات در بوم نظام‌های کشاورزی بسیار زیاد بوده و در بررسی جمعیت آنان امکان سرشماری وجود ندارد. از این‌رو برای بررسی جمعیت حشرات نیاز به نمونه‌برداری است (Moeini-Naghadeh, 2007). یک برنامه‌ی مناسب نمونه‌برداری شامل انتخاب زمان دقیق برای نمونه‌برداری، انتخاب واحد نمونه‌برداری، تعیین تعداد مناسب نمونه و تعیین توزیع مکانی نمونه‌برداری است که در این میان تعیین الگوی توزیع فضایی نقش مهمی در طراحی یک برنامه مناسب نمونه‌برداری دارد (Boeve & Weiss, 1998). نحوه قرار گرفتن افراد جمعیت در محیط که به آن توزیع فضایی گفته می‌شود، از مهم‌ترین خصوصیات بوم‌شناختی (اکولوژیک) جمعیت جانوران محسوب می‌شود. توزیع فضایی به‌عنوان یک شاخص اکولوژیک برای ایجاد تمایز بین گونه‌ها استفاده می‌شود (Taylor, 1984). از آنجایی که این عامل نتیجه برهمکنش بین افراد گونه و محیط‌زیست آن است، اطلاعات مهمی را در زمینه زیست‌شناسی رفتاری حشرات فراهم می‌سازد (Tsai et al., 2000). عوامل متعددی در شکل‌گیری الگوی توزیع فضایی حشرات مؤثر هستند که از جمله می‌توان به الگوی تخم‌گذاری، فرومون‌های تجمعی، کایرومون‌های میزبان، کارایی دشمنان طبیعی و عوامل غیرزنده و کیفیت گیاه میزبان اشاره نمود (Pedigo & Buntin, 1993). پراکنش فضایی یک جمعیت معمولاً تحت تأثیر فراسنجه (پارامتر)های جمعیت از جمله تراکم حشره قرار می‌گیرد (Haddadi et al., 2016). رقم (واریته)های مختلف گیاه میزبان نیز می‌تواند تأثیر مستقیمی روی توزیع فضایی حشره داشته باشد (Sedaratian et al., 2010).

در سال‌های اخیر مطالعات متعددی برای ارزیابی الگوی پراکنش فضایی حشرات مختلف از جمله سرخرطومی یونجه (Arbab, 2006)، گونه‌های مختلف شته (Winder et al., 1999; Tomanovic et al., 2008)، کنه تارتن (Mohiseni & Kushki, 2016)، سن گندم (Bakhshizadeh et al., 2011) و سنک غوزه پنبه (Jafari et al., 2005) صورت گرفته است.

انجام شد. بدین ترتیب که پنج برگ (هر برگ شامل سه برگچه) از جهات مختلف درخت جمع‌آوری و میانگین تعداد پوره روی پنج برگ (واحد نمونه‌برداری) محاسبه شد. جهت جمع‌آوری و شمارش حشرات کامل، از تله چسبنده زرد در ابعاد ۱۵×۱۰×۰/۱۵ سانتی‌متر استفاده شد. این تله‌ها در ارتفاع میانی درخت در سمت جنوبی نصب شد.

اندازه نمونه

به منظور تعیین تعداد مناسب نمونه، ابتدا یک نمونه‌برداری اولیه با تعداد ۲۰ واحد نمونه انجام شد. پس از آن با استفاده از داده‌های به دست آمده مقدار خطای نسبی (Relative Variance) تعیین شد. مقدار خطای نسبی از طریق معادله زیر محاسبه شد:

در این معادله \bar{x} میانگین داده‌های نمونه‌برداری اولیه و SE خطای استاندارد است. مقدار خطای نسبی قابل پذیرش در تعیین الگوی توزیع فضایی ۲۰ درصد در نظر گرفته شد. پس از آن تعداد نمونه مورد نیاز با استفاده از معادله زیر محاسبه شد:

$$N = \left[\frac{t \times SD}{D \times \bar{X}} \right]^2 \quad (2)$$

N برابر تعداد نمونه مورد نیاز، t مقدار جدول t-student برحسب درجه آزادی تعداد نمونه، SD، انحراف معیار داده‌های نمونه‌برداری اولیه و D میزان خطای قابل قبول (۰/۲) است.

زمان نمونه‌برداری

نمونه‌برداری از جمعیت پسیل معمولی پسته از اوایل فروردین و همزمان با فعال شدن پسیل‌های زمستان‌گذران آغاز و تا آبان و زمان ریزش برگ‌ها به صورت منظم و هفتگی ادامه داشت. نمونه‌برداری در طول روز و بین ساعت‌های ۹ تا ۱۱ صبح انجام شد.

تعیین تراکم جمعیت پوره و حشرات بالغ روی رقم‌های مختلف

تراکم جمعیت پسیل معمولی پسته (پوره و حشره بالغ)، روی رقم‌های سفید، اکبری و کله قوچی، در دو

الگوی پراکنش فضایی پسیل آسیایی مرکبات، *Diaphorina citri* Kuwayama (Hem.: Liviidae) با استفاده از شاخص‌های پراکنش و همچنین مدل‌های رگرسیونی تیلور و آیوانو بررسی شد. نتایج حاکی از تجمع بودن توزیع فضایی پسیل آسیایی مرکبات بود (Lashkari & Shahbazvar, 2016).

با توجه به ارزش اقتصادی محصول پسته و اهمیت آسیب‌زایی پسیل معمولی پسته، پژوهش‌های متعددی در ارتباط با تخمین تراکم این آفت روی رقم‌های مختلف پسته انجام شده است (Seyedoleslami *et al.*, 2003; Hassani *et al.*, 2010; Najafpour *et al.*, 2010).

$$RV = \frac{SE}{\bar{X}} \times 100 \quad (1)$$

دینامیسم (پویایی) جمعیت پسیل معمولی پسته روی شش رقم پسته اهلی توسط Jalaieian & Karimi-Malati (2013) بررسی شد. با وجود این، پژوهش قابل‌بیانی در زمینه نحوه پراکنش فضایی پسیل پسته در ایران انجام نشده است. از این‌رو، بررسی زیر با هدف تعیین تراکم جمعیت پسیل معمولی پسته و ارزیابی الگوی توزیع فضایی پوره‌های پسیل روی سه رقم پسته در قطب پسته استان خراسان رضوی، شهرستان مه‌ولات، انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تراکم جمعیت و توزیع فضایی پسیل معمولی پسته در شهرستان مه‌ولات در استان خراسان رضوی نمونه‌برداری در طول فصل فعالیت پسیل پسته در طبیعت از فروردین تا آبان و در دو سال ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ به صورت هفتگی انجام شد. نمونه‌برداری در سه باغ مختلف انجام شد که شامل رقم‌های سفید، اکبری و کله قوچی بود. داده‌های به دست آمده برای تعیین الگوی توزیع فضایی و تخمین تراکم جمعیت روی رقم‌های مختلف استفاده شد.

برنامه نمونه‌برداری

واحد نمونه‌برداری

شمارش پوره‌ها در هر نوبت نمونه‌برداری روی برگ پسته

۱/۹۶ باشد توزیع از نوع تجمعی و اگر کوچکتر از ۱/۹۶- باشد توزیع از نوع یکنواخت خواهد بود.

روش‌های رگرسیونی تیلور و آیوانو

جهت ارزیابی توزیع فضایی پوره‌های پسیل معمولی پسته به روش رگرسیونی تیلور، با استفاده از معادله ۵، مقادیر عرض از مبدأ (a) و شیب خط رگرسیون (b) محاسبه شد:

$$\text{Log } S^2 = \text{Log } a + b \text{Log } m \quad (5)$$

S^2 واریانس نمونه‌ها و m میانگین نمونه‌ها در هر تاریخ نمونه‌برداری است. مقدار b یک پارامتری است که برای هرگونه خود یک مقدار معین است. اگر مقادیر b بیشتر از یک باشد نشان‌دهنده توزیع تجمعی و اگر مقدار b برابر با یک باشد بیانگر توزیع تصادفی و اگر مقدار b کمتر از یک باشد نشان‌دهنده توزیع یکنواخت است (Taylor, 1961).

بعد از رسم خطوط رگرسیون و اطمینان از معنی‌دار بودن رگرسیون، مقدار b تعیین و برای اثبات آماری، آزمون $b=1$ انجام شد:

$$t = \frac{b - 1}{SE} \quad (6)$$

چنانچه t محاسبه شده از t جدول کوچکتر باشد (سطح معنی‌داری ۰/۵) بیانگر قبول فرض $b=1$ است که در این صورت توزیع فضایی تصادفی است و چنانچه t محاسبه شده بزرگتر از t جدول باشد بیانگر این است که شیب خط با عدد ۱ اختلاف معنی‌دار داشته و در صورتی که $b > 1$ باشد توزیع فضایی تجمعی، و اگر $b < 1$ باشد توزیع یکنواخت است.

در روش رگرسیونی آیوانو از رابطه رگرسیونی بین میانگین ازدحام لوید (m^*) و میانگین داده‌ها (m) استفاده می‌شود (Iwao, 1968).

$$m^* = \alpha + \beta m \quad (7)$$

$$m^* = m + \left[\left(\frac{S^2}{m} \right) - 1 \right] \quad (8)$$

سپس باید آزمون $\beta=1$ را انجام داد، که روش آن مشابه روش تیلور است.

تعداد بهینه نمونه مورد نیاز با استفاده از رابطه‌های

سال ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ طی ماه‌های فروردین تا آبان به صورت منظم و هفتگی ارزیابی شد. در هر نوبت نمونه‌برداری تعداد پوره‌های روی برگ و حشرات بالغ شکار شده توسط کارت‌های چسبنده زرد رنگ شمارش و تجزیه و تحلیل شد. به منظور انجام محاسبات آماری، ابتدا میانگین تعداد پوره پسیل موجود روی پنج برگ هر درخت محاسبه شد. سپس با محاسبه میانگین پوره روی ۱۵ درخت، تراکم پوره در هر نوبت آماربرداری به دست آمد. در رابطه با حشرات کامل نیز میانگین پسیل‌های شکار شده توسط هر تله نصب شده روی هر درخت محاسبه شد و سپس میانگین برای ۱۵ درخت برای هر نوبت نمونه‌برداری به دست آمد. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS و با رویه GLM تجزیه و تحلیل شدند.

تعیین الگوی توزیع فضایی پوره‌های پسیل پسته

در این بررسی، توزیع فضایی پوره پسیل پسته با استفاده از روش واریانس به میانگین^۱ و مدل‌های رگرسیونی تیلور^۲ و آیوانو^۳ بررسی شد. جهت انجام محاسبات آماری از نرم‌افزار SAS 9.1 استفاده شد.

روش واریانس به میانگین

پس از محاسبه مقدار s^2/m بایستی فرضیه مساوی با یک بودن نسبت واریانس به میانگین از لحاظ آماری مورد قبول واقع شده یا رد شود و به همین منظور شاخص پراکندگی (ID) با معادله زیر محاسبه شد (Patil & Stiteler, 1974):

$$ID = (n - 1) S^2 / m \quad (3)$$

در این معادله S^2 واریانس و m میانگین داده‌هاست. در مرحله بعد مقدار عددی Z از معادله ۴ محاسبه شد:

$$Z = \sqrt{2ID} - \sqrt{2U - 1} \quad (4)$$

در این معادله n تعداد نمونه و U معادل $n-1$ است. هرگاه Z به دست آمده بین ۱/۹۶ و -۱/۹۶ باشد توزیع از نوع تصادفی بوده و مقدار S^2/m اختلاف معنی‌دار با یک ندارد. اگر مقدار عددی Z بیشتر از

1. Variance to mean Ratio
2. Taylor's Power Law
3. Iwao's Patchiness Regression

اکبری (۴۲/۶۱±۶/۶۶ و ۵۶/۹۹ ± ۷/۱۵ به ترتیب در سال ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵) و رقم کلهقوچی (۲۸/۷۸±۵/۱۶) و ۴۷/۴۶±۶/۴۵ به ترتیب در سال ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵) تراکم بالاتری از حشرات کامل را داشتند.

در بررسی میزان مقاومت شش رقم پسته نسبت به پسپیل معمولی پسته کمترین میزان تخم و کمترین تراکم پوره روی رقم سفید مشاهده شد (Jalaeian & Karimi-Malati, 2013). در این بررسی نیز تراکم جمعیت پسپیل معمولی پسته روی رقم سفید کمتر از دو رقم دیگر بود. در بررسی میزان مقاومت ۲۱ رقم پسته نسبت به *A. pistaciae* نیز مشخص شد که رقم کلهقوچی تراکم بالایی از پوره را داشت (Shojaei et al., 2012a). نتایج سایر تحقیقات نشان داد، فعالیت حشرات کامل روی رقم کلهقوچی بیشتر از سایر رقمها بود که در این بررسی نیز این رقم تراکم بالایی از حشرات کامل را داشت (Emami, 2005; Jalaeian & Karimi-Malati, 2013). احتمالاً وجود عوامل فیزیکی و یا شیمیایی در تخم‌گذاری و فعالیت مراحل مختلف زندگی آفت روی این رقمها نقش دارند (Jalaeian & Karimi-Malati, 2013). در نتایج تحقیق دیگری نشان داده شده است، رقمهای مختلف پسته از نظر تراکم تریکوم با یکدیگر متفاوتند (Shojaei et al., 2012b). رقمهای تجاری حساسیت بالاتری نسبت به پسپیل معمولی پسته داشته و بیشترین میزان افزایش جمعیت را روی رقمهای تجاری گزارش شده است (Mehnejad, 2003). در این تحقیق نیز رقمهای تجاری و معروف (اکبری و کلهقوچی) نسبت به رقم بومی سفید، حساسیت بیشتری نسبت به پسپیل داشتند. رقم سفید در استان خراسان رضوی سطح زیر کشت بالایی داشته و جمعیت پایین پسپیل روی آن می‌تواند نشانه‌ای از وجود منابع فیزیکی یا شیمیایی مقاومت باشد (Jalaeian & Karimi-Malati, 2013).

مقایسه تراکم جمعیت پوره‌های پسپیل معمولی پسته در دو سال نمونه‌برداری به‌طور معنی‌دار متفاوت بود ($P < 0.05$). در مورد تمامی رقمها تراکم جمعیت پوره‌ها در سال ۱۳۹۵ بیشتر از سال ۱۳۹۴ بود (شکل ۳). در مورد حشرات کامل تفاوت تراکم تنها روی رقم کلهقوچی معنادار ($P < 0.05$) و در سال ۱۳۹۵ بیش از سال ۱۳۹۴ بود (شکل ۴). بررسی تغییرات تراکم پسپیل معمولی

۹ (بر اساس مدل تیلور) و ۱۰ (بر اساس مدل آیواتو) تعیین می‌شود:

$$N = \frac{a\bar{X}^{b-2}}{D^2} \quad (9)$$

$$N = \frac{1}{D^2} \times \left(\frac{\alpha + 1}{\bar{X}} + \beta - 1 \right) \quad (10)$$

در معادله‌های فوق، N تعداد بهینه نمونه مورد نیاز، X میانگین داده‌ها، D مقدار خطای قابل قبول (۰/۱۵)، a و α مقادیر عرض از مبدأ به ترتیب در مدل‌های تیلور و آیواتو و b و β شیب خط رگرسیون در مدل تیلور و آیواتو است.

نتایج و بحث

اندازه نمونه

بر اساس نتیجه حاصل از اولین نمونه‌برداری، تعداد نمونه مناسب با خطای قابل قبول (۰/۲) برابر ۱۵ واحد تعیین شد. مقدار خطای نسبی (RV) نمونه‌برداری اولیه در محدوده قابل قبول قرار داشت.

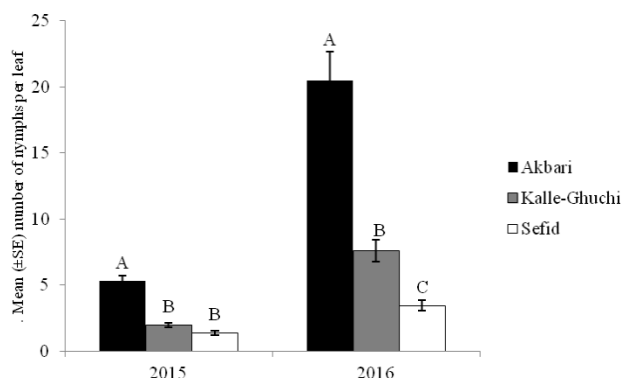
تعیین تراکم جمعیت پوره و حشرات بالغ روی رقم‌های مختلف

وضعیت تراکم پوره‌های پسپیل پسته روی رقم‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد که در طول دوره نمونه‌برداری و در هر دو سال بین رقمها، اختلاف معنی‌دار وجود دارد. در تمام نوبت‌های نمونه‌برداری تراکم پورهی پسپیل روی رقم اکبری (۵/۳۲±۰/۳۷ و ۲۰/۵±۲/۲ به ترتیب برای سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵) به‌طور معنی‌دار بالاتر از رقم‌های کلهقوچی (۱/۹۵±۰/۱۷ و ۷/۶±۰/۸۱ به ترتیب در سال ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵) و سفید (۱/۳۸±۰/۱۶ و ۳/۴۴±۰/۳۸ در سال ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ به ترتیب) بود (شکل ۱).

بررسی فراوانی حشرات کامل پسپیل روی کارت‌های چسبنده در سه رقم و طی دو سال نشان داد، تفاوت تراکم حشرات کامل نیز مانند پوره‌ها روی رقم‌های مورد بررسی معنی‌دار بود (شکل ۲). مطابق آنچه در شکل ۲ نشان داده شده است در بین رقمها، کمترین میانگین حشره کامل روی کارت‌های چسبنده، در رقم سفید (۲۰/۷±۲/۰۱ و ۱۵/۴۴±۲/۱۶ به ترتیب در سال ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵) مشاهده شد. رقم

۱۳۸۶ و ۱۳۸۷ به تفاوت دما طی بهار و تابستان این دو سال مربوط بود (Hassani *et al.*, 2010).

پسته در منطقه رفسنجان نشان داد، تفاوت تراکم مراحل مختلف رشد پسیل معمولی پسته در دو سال

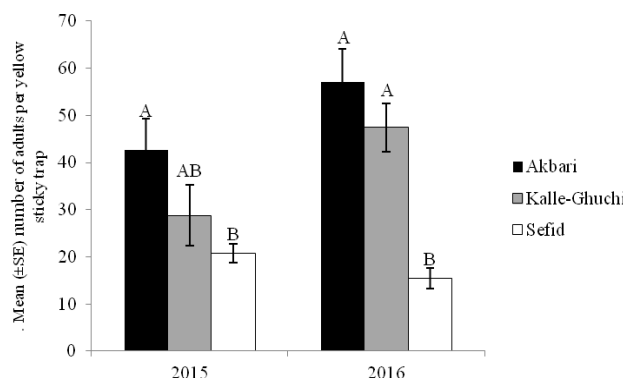


شکل ۱. میانگین (± خطای استاندارد) تراکم پوره‌های پسیل معمولی پسته روی برگ رقم‌های مختلف پسته

* حرف‌های متفاوت نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵

Figure 1. Mean (±SE) number of nymphs per leaf on different pistachio varieties

* Different letters indicate significant differences (P<0.05)

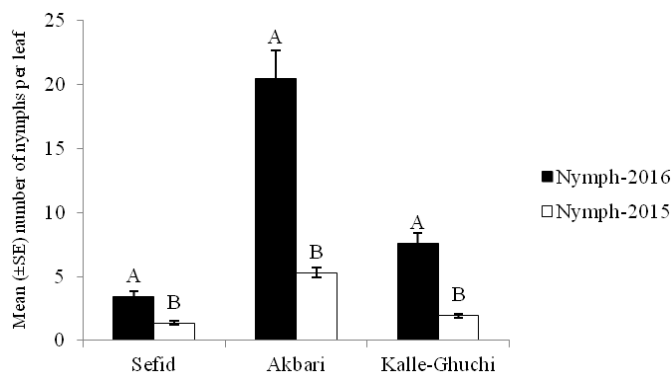


شکل ۲. میانگین (± خطای استاندارد) تراکم حشرات کامل پسیل معمولی پسته روی کارت چسبنده زرد رنگ در رقم‌های مختلف

* حرف‌های متفاوت نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵

Figure 2. Mean (±SE) number of adults per yellow sticky trap on different pistachio varieties

* Different letters indicate significant differences (P < 0.05)

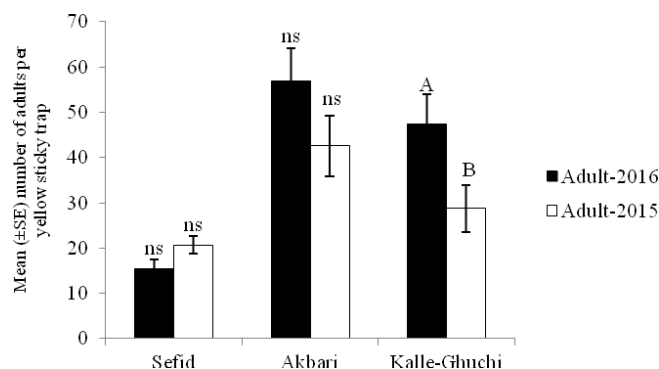


شکل ۳. میانگین (± خطای استاندارد) تراکم پوره‌های پسیل معمولی پسته روی برگ طی دو سال ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵

* حرف‌های متفاوت نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵

Figure 3. Mean (±SE) number of nymphs per leaf during 2015 and 2016

* Different letters indicate significant differences (P<0.05)



شکل ۴. میانگین (± خطای استاندارد) تراکم حشرات کامل پسپیل معمولی پسته روی کارت چسبیده زرد رنگ طی دو سال ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵

* حرف‌های متفاوت نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ و ns نشان‌دهنده عدم معنی‌داری

Figure 4. Mean (±SE) number of adults per yellow sticky trap during 2015 and 2016

* Different letters indicate significant differences ($P < 0.05$)

در سال ۱۳۹۴ مقدار t محاسبه شده از t_c جدول Tt کوچک‌تر بود و بنابراین فرض 0 مبنی بر تصادفی بودن الگوی توزیع فضایی پذیرفته شد، ولی در مورد سایر موارد مقدار t محاسبه شده از t جدول بزرگ‌تر به دست آمد که نشان‌دهنده تجمع بودن الگوی توزیع فضایی پوره پسیل بود.

در روش رگرسیونی آیوائو نیز مقدار ضریب β بزرگ‌تر از یک بود که بعد از محاسبه مقدار t ، توزیع فضایی پوره‌های پسپیل پسته روی رقم سفید در دو سال ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ از نوع تصادفی و روی رقم‌های اکبری و کله‌قوچی در هر دو سال از نوع تجمعی تعیین شد (جدول ۲).

تعیین الگوی توزیع فضایی تخم پسپیل معمولی پسته در شهرستان رفسنجان و بر اساس روش واریانس به میانگین حاکی از تجمع بودن توزیع در هر سه ارتفاع درخت بود. در روش‌های رگرسیونی تیلور و آیوائو توزیع فضایی تخم در ارتفاع میانی درخت از نوع تجمعی و در ارتفاع‌های میانی و بالایی درخت از نوع تصادفی بود. توزیع فضایی پوره پسیل معمولی پسته در هر سه ارتفاع درخت بر اساس روش‌های رگرسیونی تیلور و آیوائو از نوع تجمعی تعیین شد (Tavakoli Zadeh *et al.*, 2017). در بررسی توزیع فضایی پسپیل آسیایی مرکبات، *Diaphorina citri* Kuwayama (Hem.: Liviidae) روی لیموترش و پرتقال مشخص شد که این آفت توزیع تجمعی داشت (Lashkari & Shahbazvar, 2016).

الگوی توزیع فضایی

نسبت واریانس به میانگین (S^2/m)، ضریب پراکندگی (ID) و مقدار عددی Z مربوط به نمونه‌برداری از پوره پسیل معمولی پسته در رقم‌های مورد بررسی در دو سال ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ و مجموع داده‌های دو سال به شرح جدول ۱ به دست آمد. بر اساس این نتایج، توزیع فضایی پوره پسیل معمولی پسته روی هر سه رقم سفید، اکبری و کله‌قوچی در سال ۱۳۹۴ از نوع تصادفی به دست آمد. در سال ۱۳۹۵ و همچنین مجموع دو سال نمونه‌برداری، توزیع فضایی روی رقم سفید از نوع تصادفی (مقدار عددی Z بین $-1/96$ و $+1/96$) و روی دیگر رقم‌ها از نوع تجمعی (مقدار عددی Z بزرگ‌تر از $+1/96$) تعیین شد.

در روش تیلور، رگرسیون بین لگاریتم واریانس و لگاریتم میانگین تعداد پوره‌های روی برگ رقم‌های مختلف پسته در طول دوره نمونه‌برداری و برای داده‌های جمع‌آوری شده در دو سال ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ و مجموع دو سال معنی‌دار بود. در روش رگرسیونی آیوائو نیز بین m و m^* وضعیت مشابهی بود و رگرسیون‌های مربوطه معنی‌دار بودند ($P < 0/05$).

بنابر نتایج نشان داده شده در جدول ۲، مقادیر ضریب b روی هر سه رقم و در هر دو سال مورد بررسی بزرگ‌تر از یک بود که نشان‌دهنده تجمع بودن توزیع فضایی پوره پسیل است. برای تأیید توزیع به‌دست‌آمده، مقادیر T محاسبه شد. روی رقم سفید

تیلور بود (جدول ۲). بالاتر بودن مقدار R^2 در مدل آیواثو نشان‌دهنده کارایی بهتر این مدل در توجیه رابطه میان واریانس و میانگین انبوهی پسیل معمولی پسته است. بر اساس مقادیر ضرایب تبیین به‌دست‌آمده در تعیین پراکنش پسیل زبان‌گنجشک، مدل آیواثو ($R^2=0/996$) در مقایسه با مدل تیلور ($R^2=0/992$) همبستگی بیشتری با داده‌ها داشت و بهتر از شاخص تیلور داده‌های این آفت را برازش نمود (Jamshidi et al., 2017). در بررسی الگوی پراکنش فضایی شته نخود، *Acyrtosiphon pisum* (Hom.: Aphididae) و کفشدوزک‌های شکارگر آن، *Hippodamia variegata* (Col.: Coccinellidae) و *Coccinella septempunctata* (Col.: Coccinellidae) مشخص شد، مدل آیواثو مناسب‌تر از مدل تیلور برای توصیف رابطه میانگین و واریانس بود (Soleimani & Madadi, 2013). در بررسی توزیع فضایی سرخرطومی برگ یونجه، *Hypera postica* (Col.: Curculionidae) نیز مشخص شد که مدل آیواثو برازش بهتری با داده‌ها داشت (Haddadi et al., 2016). با وجود این، در بسیاری از مطالعات شاخص تیلور به دلیل عدم تغییر در مقابل نوسان‌های اندک محیط (Nestel et al., 1995) و عدم تأثیرپذیری از اندازه نمونه (Croft et al., 1976) کارایی بیشتری نسبت به شاخص آیواثو داشت (Arbab, 2006; Farrar & Haghani, 2012; Mohiseni & Kushki, 2016).

تراکم، میزان تحرکات و نحوه تخم‌ریزی حشرات از عوامل تأثیرگذار بر نوع پراکنش فضایی می‌باشند (Haddadi et al., 2016). در بررسی توزیع فضایی پوره‌ها و حشرات کامل سنک *Nabis capsiformis* (Het.: Nabidae)، به‌علت پایین بودن تراکم جمعیت این شکارگر، توزیع فضایی از نوع تصادفی تعیین شد (Jafari et al., 2005).

ضریب تجمعی این آفت در مدل رگرسیونی تیلور روی لیموترش برابر ۱/۸۹ و روی پرتقال برابر ۱/۴۵ بود. بررسی شاخص‌های تیلور و آیواثو برای تعیین توزیع فضایی دوره پورگی پسیل زبان‌گنجشک، *Psyllopsis discrepans* Flor (Hem., Psyllidae) در سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ در کرمانشاه نشان داد، شیب‌خط رگرسیون در مدل قانون توان تیلور در هر دو سال به طرز معنی‌داری از یک بزرگ‌تر بود و به عبارت دیگر پراکنش فضایی در هر دو سال از نوع تجمعی بود. در مدل آیواثو شیب‌خط رگرسیون در سال ۱۳۹۳ با یک اختلاف معنی‌دار نداشت و پراکندگی از نوع تصادفی تشخیص داده شد اما در سال ۱۳۹۴ پراکندگی از نوع تجمعی بود (Jamshidi et al., 2017). توزیع فضایی لارو پروانه برگ‌خوار کنار، *Thiacidas postica* (Lep.: Noctuidae) روی درخت کنار با استفاده از مدل‌های رگرسیونی تیلور و آیواثو از نوع تجمعی تعیین شد (Farrar & Haghani, 2012). بررسی توزیع فضایی سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات، *Callosobruchus maculatus* (Col.: Bruchidae)، نیز نشان داد که این آفت روی لوبیا چشم‌بلبلی توزیع تجمعی دارد (Taghizadeh & Fathipour, 2016). الگوی توزیع فضایی کنه تارتن دولک‌های، *Tetranychus urticae*، روی رقم‌های مختلف لوبیا در روش واریانس به میانگین از نوع تجمعی و از روش تیلور از نوع تصادفی تعیین شد (Ahmadi et al., 2005). با بررسی سایر مطالعات انجام‌شده در زمینه توزیع فضایی مشاهده می‌شود که توزیع فضایی در گونه‌های مختلف حشرات، متفاوت است که منجر به کارگیری روش نمونه‌گیری مناسب و به دنبال آن اتخاذ برنامه‌های مدیریتی مناسب خواهد شد.

مقدار R^2 به‌دست‌آمده در روش رگرسیونی آیواثو روی هر سه رقم مورد بررسی در این مطالعه و در هر دو سال بیشتر از مقدار R^2 در روش رگرسیونی

جدول ۱. پارامترهای محاسبه‌شده با استفاده از روش واریانس به میانگین برای پوره پسیل معمولی پسته روی رقم‌های مختلف پسته

Table 1. Parameter estimated from s^2/m for pistachio psyllid nymphs on different varieties

	First year of sampling-2015				Second year of sampling-2016				Pooled years			
	S^2/m	ID	Z	Random	S^2/m	ID	Z	Aggregated	S^2/m	ID	Z	Distribution
Sefid	0.54	7.57	-1.3	Random	1.58	22.25	1.47	Random	1.79	25.07	1.88	Random
Akbari	1.16	16.31	0.51	Random	8.9	124.6	10.59	Aggregated	12.09	169.28	13.2	Aggregated
Ghuchi	1.57	22.9	1.63	Random	3.27	45.83	4.37	Aggregated	4.5	63.02	6.03	Aggregated

جدول ۲. الگوی توزیع فضایی پوره پسیل معمولی پسته روی رقم‌های مختلف با استفاده از قانون نمایی تیلور و مدل آیواتو در دو سال ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵

Table 2. Spatial distribution of pistachio psyllid nymphs on different varieties using Taylor's Power Law and Iwao's Patchiness Regression in 2015 and 2016

First year of sampling-2015						Second year of sampling-2016						Pooled years							
Taylor P<0.001						Taylor P<0.001						Taylor P<0.001							
b	SE	Tc	Tt	R ²	Random	b	SE	Tc	Tt	R ²	Aggregated	b	SE	Tc	Tt	R ²	Aggregated	Optimum sample size	
Sefid	1.03	0.092	0.42	2.08	0.85	Random	1.73	0.16	4.43	2.06	0.8	Aggregated	1.18	0.07	2.46	2	0.82	Aggregated	17
Akbari	2.14	0.24	3.54	2.06	0.68	Aggregated	2.02	0.28	3.58	2.06	0.65	Aggregated	1.96	0.12	7.88	2	0.82	Aggregated	45
Ghuchi	1.72	0.25	2.88	2.06	0.63	Aggregated	1.92	0.29	3.12	2.06	0.61	Aggregated	1.72	0.11	6.02	2	0.79	Aggregated	27
IWAQ P<0.001						IWAQ P<0.001						IWAQ P<0.001							
β	SE	Tc	Tt	R ²	Random	β	SE	Tc	Tt	R ²	Random	β	SE	Tc	Tt	R ²	Aggregated		
Sefid	1.03	0.2	0.19	2.08	0.99	Random	1	0.04	0.099	2.06	0.99	Random	1.04	0.008	4.94	2	0.99	Aggregated	35
Akbari	1.07	0.02	3.33	2.06	0.98	Aggregated	1.1	0.02	3.56	2.06	0.99	Aggregated	1.1	0.01	7.01	2	0.99	Aggregated	12
Ghuchi	1.13	0.02	5.11	2.06	0.98	Aggregated	1.08	0.03	2.42	2.06	0.98	Aggregated	1.09	0.01	5.42	2	0.98	Aggregated	22

نتیجه‌گیری کلی

با مرور نتایج به‌دست‌آمده در این مطالعه می‌توان نتیجه‌گیری نمود که تراکم جمعیت پسیل معمولی پسته روی رقم‌های مختلف پسته با یکدیگر تفاوت دارند به دنبال آن نوع توزیع فضایی تغییر می‌کند. اطلاعات به‌دست‌آمده در این بررسی، می‌تواند در طراحی و توسعه برنامه‌های نمونه‌برداری و به دنبال آن راهبردهای مدیریتی مناسب برای کنترل پسیل معمولی پسته استفاده شود.

سپاسگزاری

این تحقیق بخشی از رساله دکتری نگارنده اول است که با حمایت دانشگاه رازی انجام شده است و بدین‌وسیله از معاونت‌محترم پژوهشی دانشگاه، تشکر و قدردانی می‌گردد.

در این بررسی نیز مشخص شد که توزیع فضایی پوره‌های پسیل معمولی پسته روی رقم سفید که کمترین تراکم پوره را داشت، از نوع تصادفی و روی دیگر رقم‌ها که تراکم بالاتری از پوره‌ها را داشتند، از نوع تجمعی بود. از طرفی حشرات کامل پسیل معمولی پسته معمولاً تخم‌های خود را به‌صورت دایره و یا نیم‌دایره قرار می‌دهند (مشاهده‌های شخصی) که این امر نیز می‌تواند یکی از دلایل تجمعی بودن توزیع فضایی آفت در تراکم‌های بالا باشد. ناهمگنی زیستگاه و محیط و همچنین رفتار و عوامل غیر وابسته به شرایط محیطی از عوامل مهم در تجمعی بودن توزیع فضایی پسیل زبان‌گنجشک عنوان شده است (Jamshidi *et al.*, 2017).

REFERENCES

- Ahmadi, M., Fathipour, Y. & Kamali, K. (2005). Population density and spatial distribution patterns of *Tetranychus urticae* Koch on different bean varieties in Tehran region. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, 36 (5), 1087-1092. (in Farsi)
- Alizadeh, A., Kharrazi pakdel, A., Talebi-Jahromi, K. H. & Samih, M. A. (2007). Effect of some *Beauveria bassiana* (Bals.) Viull. isolates on common pistachio psylla, *Agonoscaena pistaciae* Burck. and Laut. *International Journal of Agriculture and Biology*, 9, 76-79.
- Amirzade, N., Izadi, H., Jalali, M. A. & Zohdi, H. (2014). Evaluation of three neonicotinoid insecticides against the common pistachio psylla, *Agonoscaena pistaciae*, and its natural enemies. *Journal of Insect Science*, 14, 1-8.
- Arbab, A. (2006). Spatial distribution pattern of immature stages of alfalfa seed weevil, *Tychius aureolus* (Keiswetter) (Col.Curculionidae), and alfalfa seed wasp, *Brochophagus roddi* (Gussakovski) (Hym. Eurytomidae) in alfalfa seed fields. *Journal of Agricultural Sciences*, 12, 263-269. (in Farsi)
- Bakhshizadeh, N., Mohisani, A. & Fathi, S. A. A. (2011). Spatial distribution patterns and fixed-precision sequential sampling plans for estimating population overwintered adult sun pest, *Eurygaster integriceps* Put. in rain fed wheat fields in Ardabil province. *Journal of Plant Protection*, 33 (2), 63-75. (in Frsi)
- Boeve, P. J. & Weiss, M. (1998). Spatial distribution and sampling plans with fixed levels of precision for cereal aphid (Homoptera: Aphididae) infesting spring wheat. *The Canadian Entomologist*, 130, 67-77.

7. Croft, B. A., Welch, S. M. & Dover, M. J. (1976). Dispersion statistics and sample size estimates for populations of the mite's species *Panonychus ulmi* and *Amblyseius fallacis* on apple. *Environmental Entomology*, 5(2), 227-233.
8. Emami, S. Y. (2005). *The study of three types of yellow sticky traps on the common pistachio psyllid population and evaluation of their efficiency in pistachio orchards*. Final report of a research projects. Pistachio Research Institute, Rafsanjan, Iran. (in Farsi)
9. Farrar, N. & Haghani, M. (2012). Spatial distribution of *Thiacidas postica* Walker (Lepidoptera: Noctuidae) larvae on *Ziziphus spina-christi* in Bushehr region. *Plant Pest Research*, 2(1), 22-28. (in Farsi)
10. Food and Agriculture Organization. (2016). FAO statistical databases. From <http://www.fao.org>.
11. Haddi, A., Iranipour, Sh., Kazemi, M. H. & Alizadeh, E. (2016). Spatial distribution of alfalfa leaf weevil, *Hypera postica* (Col.: Curculionidae) in Urmia. *Journal of Field Crop Entomology*, 6(1), 35-51. (in Farsi)
12. Hassani, M. R., Nouri-Ghanbalani, Gh., Eizadi, H. & Shojaei, M. (2010). Population fluctuations of pistachio psyllid, *Agonoscena pistaciae* (Hemiptera: Psyllidae), in Rafsanjan region. *Iranian Journal of Plant Protection Science*, 40(2), 93-98. (in Farsi)
13. Hassanzadeh, H., Farazmand, H., Oliaei-Torshiz, A. & Sirjani, M. (2014). Effect of kaolin clay (WP 95%) on oviposition deterrence of pistachio psylla (*Agonoscena pistaciae* Burckharat & Lauterer). *Pesticides in Plant Protection Sciences*, 1(2), 76-85. (in Farsi)
14. Iwao, S. (1968). A new regression method for analyzing the aggregation pattern of animal populations. *Researches on Population Ecology*, 10, 1-20.
15. Jafari, A., Fathipour, Y. & Hosseini, S. M. (2005). Sampling programme and spatial distribution of *Creontiades pallidus* (Het., Miridae) and its predators *Chrysoperla carnea* (Neu., Chrysopidae) and *Nabis capsiformis* (Het., Nabidae), *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, 36, 295-303. (in Farsi)
16. Jalaeian, M. & Karimi Malati, A. (2013). Comparison of common pistachio psyllid (*Agonoscena pistaciae*) population on main native and non-native pistachio varieties in Khorasan Razavi Province. *Plant Pest Research*, 2 (4), 45-54. (in Farsi)
17. Jamshidi, A., Vahedi, H. A. & Zamani, A. A. (2017). Population dynamic, spatial distribution pattern and management of *Psyllopsis discrepans* Flor (Hem., Psyllidae) In the Kermanshah. *Journal of Plant Protection*, 30(4), 727-743. (in Farsi)
18. 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*, 2, 81-87.
19. Mehrnejad, M. R. (2001). The current status of pistachio pests in Iran. *Cahiers Options Méditerranéennes*, 56, 315-322.
20. Mehrnejad, M. R. (2002). Bionomics of the common pistachio psylla, *Agonoscena pistaciae*, in Iran. *Acta Horticulturae*, 591, 535-539.
21. Mehrnejad, M. R. (2003). *Pistachio psylla and other major psyllids of Iran*. Publication of the Agricultural Research and Education Organization, Tehran, Iran, (in Persian with English abstract).
22. Naghadeh Moeini, N. (2007). *Ecological approach on insect pest management*. Razi University Press. PP.251. (in Farsi)
23. Mohiseni, A. & Kushki, M. H. (2016). Fixed precision sequential sampling plans of two spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) in *Phaseolus vulgaris* L. Fields. *Plant Pest Research*, 6(3), 11-23.
24. Najafpour, F., Mehrnejad, M. R. & Fallahzadeh, M. (2010). Population dynamics and density of the common pistachio psylla, *Agonoscena pistaciae* (Hemiptera: Psyllidae) on two pistachio cultivars, Badami-riz Zarand and Momtaz. *Plant Protection Journal*, 2(3), 209-222. (in Farsi)
25. Nestel, D., Cohen, H., Saphir, N., Klein, M. & Mendel, Z. (1995). Spatial distribution of scale insects: Comparative study using Taylor's power law. *Environmental Entomology*, 24(3), 506-512.
26. Patil, G. P. & Stiteler, W. M. (1974). Concepts of aggregation and their quantification: A Critical Review with Some New Results and Applications. *Researches on Population Ecology*, 15, 238-254.
27. Pedigo, L. P. & Buntin, G. D. (1993). *Hand book of sampling methods for arthropods in agriculture*. CRC Press, 714 pp.
28. Rouhani, M., Samih, M. A. & Esmailizadeh, M. (2012). Evaluation of effects of two spring applications of micronutrients on the population density of common pistachio psylla (*Agonoscena pistaciae*) in pistachio orchards. *Journal of Plant Protection Research*, 52, 314-318.
29. Samih, M. A., Alizadeh, A. & Saberi Riseh, R. (2005). *Pistachio pests and diseases in Iran and their IPM*. Organization of Jihad-e-University, Tehran.
30. Sedaratian, A., Fathipour, Y., Talebi, A. A. & Farahani, S. (2010). Population density and spatial distribution pattern of *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae) on different soybean varieties. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 12, 275-288.

31. Seyedoleslami, A., Hadian, A. R. & 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 (Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources)*, 7 (1), 223-232. (in Farsi)
32. Shojaei, F., Shojaaddini, M. & Basirat, M. (2012a). Comparison of the resistance level in native Iranian pistachio cultivars to common pistachio psylla. In: *Proceeding of 20th Iranian Plant Protection Congress*, 25-28 August, Shiraz, p.695. (in Farsi)
33. Shojaei, F., Shojaaddini, M. & Basirat, M. (2012 b). The study of relationship between leaf trichome densities with common psylla population density in native pistachio cultivars. In: *Proceeding of 20th Iranian plant protection congress*, 25-28 August, Shiraz, p.696. (in Farsi)
34. Soleimani, S. & Madadi, H. (2013). Spatial distribution pattern of pea aphid, *Acyrtosiphon pisum* and predatory ladybirds *Coccinella septempunctata* and *Hippodamia variegata* in alfalfa fields of Hamedan. *Biological Control of Pest and Plant Diseases*, 2(2), 139-148. (in Farsi)
35. Taghizadeh, R. & Fathipour, Y. (2016). Population density and spatial distribution of immature stages of *Callosobruchus maculatus* (Col.: Bruchidae) on cowpea in Tehran region. *Plant Pest Research*, 6(2), 1-13. (in Farsi)
36. Tavakoli Zadeh, A., Hassani, M. R. & Sheibani, Z. (2017). Spatial distribution of *Agonoscena pistaciae* (Hemiptera: Aphalaridae) in Rafsanjan region. In: *Proceeding of 2nd Iranian International Congress of Entomology*, 2-4 September, Tehran, p.15.
37. Taylor, L. R. (1961). Aggregation, variance and the mean. *Nature*, 189, 732-735.
38. Taylor, L. R. (1984) Assessing and interpreting the spatial distribution of insect populations. *Annual Review of Entomology*, 29, 321-327.
39. Tomanovic, Z., Kavallieratos, N. G. & Athanassious, C. G. (2008). Spatial distribution of cereal aphids (Hemiptera: Aphidoidea) in Serbia. *Acta Entomologica Serbia*, 13, 9-14.
40. Tsai, J. H., Wang, J. J. & Liu, Y. H. (2000). Sampling of *Diaphorina citri* (Hom. Psyllidae) on orange in southern Florida. *Journal of Florida Entomologist*, 83, 446-458.
41. Winder, L., Pery, J. N. & Holland, J. M. (1999). Spatial and temporal distribution of the grain aphid, *Sitobion avenae* in winter wheat. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 93, 277-290.
42. Young, L. J. & Young, J. H. (1995). *Statistical Ecology*. Kluwer Academic Publication.