

پراکنش فضایی مراحل نابالغ زنجرک مو، *Arboridia kermanshah* (Hemiptera: Cicadellidae) در تاکستان‌های شهرستان کرمانشاه

پذیرش: ۹۹/۹/۱۱

بازنگری: ۹۹/۸/۵

دریافت: ۹۹/۴/۲۰

شبنم ده‌په‌نی، حسنعلی واحدی[✉]، مریم درب‌امامیه

به ترتیب، دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، دانشیار (vnassah@yahoo.com)، استادیار گروه گیاه‌پزشکی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.

چکیده

زنجرک مو (*Arboridia kermanshah* (Hemiptera: Cicadellidae)) یکی از آفات مهم انگور در ایران به شمار می‌رود. در این پژوهش، پراکنش فضایی مراحل نابالغ زنجرک مو در یک باغ انگور شهرستان کرمانشاه طی دو فصل زراعی ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ بررسی شد. برگ انگور به‌عنوان واحد نمونه‌برداری انتخاب شد. پراکنش فضایی تخم و سنین مختلف پورگی آفت، با استفاده از شاخص پراکندگی، شاخص موربیتا، میانگین ازدحام لوید و روش‌های رگرسیونی تیلور و آیوآو بررسی گردید. پراکنش فضایی این حشره با استفاده از اغلب روش‌های یاد شده، تجمعی به‌دست آمد ($b > 1$). اما طبق روش آیوآو در سال اول نمونه‌برداری، رگرسیون برای سنین پورگی چهار و پنج معنی‌دار نشد ($P \text{ value} > 0.05$). براساس روش تیلور در هر دو سال نمونه‌برداری و همچنین روش آیوآو در سال دوم نمونه‌برداری شیب خط رگرسیون برای سنین پورگی چهار و پنج اختلاف معنی‌داری با عدد یک نداشت و پراکنش تصادفی بود ($b = 1$). همچنین در هر دو سال مورد بررسی پراکنش فضایی پوره‌های سنین چهار و پنج با استفاده از شاخص موربیتا در ۱۰ تاریخ نمونه‌برداری به‌صورت تصادفی محاسبه شد. در هر دو فصل نمونه‌برداری مشخص شد که روش تیلور نسبت به روش‌های دیگر از دقت بالاتری برای تعیین پراکنش فضایی این آفت برخوردار است و کم‌ترین اندازه نمونه بهینه هم به‌وسیله روش رگرسیونی تیلور محاسبه شد که نسبت به روش‌های دیگر به‌صرفه‌تر بود. آگاهی داشتن از پراکنش فضایی آفت می‌تواند در طراحی برنامه‌های مناسب نمونه‌برداری مورد استفاده قرار گیرد. محاسبه اندازه نمونه بهینه نیز در کاهش هزینه‌های نمونه‌برداری جهت اهداف پژوهشی و مدیریتی کاربرد دارد.

کلمات کلیدی: نمونه‌برداری، زنجرک مو، قانون توان تیلور، روش رگرسیونی آیوآو

Spatial distribution of grape leafhopper, *Arboridia kermanshah* (Hemiptera: Cicadellidae) immature stages, in vineyards of Kermanshah County

Received: 10 July 2020

Revised: 26 Oct 2020

Accepted: 1 Dec 2020

Shabnam Deh-Pahni, Hassanali Vahedi[✉] ID, Maryam Darbemamieh

Respectively, MSc, Associate Professor ([✉]vnassah@yahoo.com), Assistant Professor, Department of Plant Protection, Campus of Agriculture and Natural Resources, Razi University, Kermanshah, Iran.

Abstract

Grape leafhopper, *Arboridia kermanshah* (Hemiptera: Cicadellidae) is one of the important pests of grapevine in Iran. In this research, the spatial distribution of *A. kermanshah* immature stages was investigated in a vineyard of the Kermanshah region, during 2017 and 2018. Grape leaf selected as sampling unit and sampling process carried out every week. The spatial distribution of eggs and immature stages of this pest calculated using: Index of dispersion, Morisita, Lloyd's mean crowding index, Iwao's patchiness regression and Taylor's power law Indexes. Most used methods revealed an aggregated spatial distribution for the pest ($b > 1$). According to the Iwao's method in first sampling year, regression for 4th and 5th nymphal instars, was not significant ($P\text{-value} > 0.05$). In Taylor method for both sampling years and Iwao's method for second sampling year, distribution calculated random for 4th and 5th nymphal stages. Also, using the Morisita's index in both sampling seasons and most (10) sampling dates, for the 4th and 5th nymphal stages, random distribution calculated. In both sampling seasons, Taylor's power law method found to be more accurate than other methods in determination of the spatial distribution for this pest. Additionally, the lowest optimum sample sizes calculated using Taylor's coefficients that were more affordable in comparison with other methods. Knowledge of the spatial distribution of this pest can be useful in designation of suitable sampling programs. Estimation of optimum sample sizes can also be useful in decreasing of sampling costs in both research and management programs.

Keywords: Sampling, Grape leafhopper, Taylor's power law, Iwao's patchiness regression

How to cite:

Deh-Pahni Sh, Vahedi HA, Darbemamieh M, 2021. Spatial distribution of grape leafhopper, *Arboridia kermanshah* (Hemiptera: Cicadellidae) immature stages, in vineyards of Kermanshah County. *Journal of Applied Research in Plant Protection* 9 (4): 49–60.

مقدمه

انگور، *Vitis vinifera* L.، یکی از مهم‌ترین میوه‌های مصرفی در ایران است که به لحاظ سطح زیر کشت و ارزش اقتصادی جزو محصولات کلیدی کشاورزی کشور است. ارزش این محصول به لحاظ قابلیت مصرف آن به طرق مختلف از جمله تازه خوری و تهیه کشمش، کنسانتره، آب‌میوه، شیر و روغن بذر انگور بسیار بالاست و از این لحاظ نقش مهمی را در اقتصاد کشورهای تولید کننده آن ایفا می‌کند (Tafazzoli et al. 1993). زنجرک مو، *Arboridia kermanshah* Dlabola (Hemiptera: Cicadellidae)، یکی از آفات مهم تاکستان‌های ایران است که با گسترش مصرف آفت‌کش‌ها علیه آفات و بیماری‌های مهم انگور نظیر کرم خوشه‌خوار، زنجره مو و سفیدک حقیقی، بر تراکم و میزان خسارت آن افزوده شده است (Latifian 1996). حشرات کامل و پوره‌های این آفت از شیره گیاهی و محتویات بافت مزوفیل، به‌ویژه سطح زیرین آن‌ها تغذیه می‌کنند و سلول‌ها را پلاسیده و خالی باقی می‌گذارند. در نتیجه، لکه‌های سفید رنگی در سطح بالایی برگ‌ها ظاهر می‌شود که در صورت تغذیه مداوم باعث ریزش زودرس برگ‌ها می‌شود (Latifian 2005). حشرات کامل این آفت در اوایل فصل بهار هم‌زمان با گرم شدن هوا و رشد برگ‌های انگور فعالیت خود را شروع می‌کنند؛ پوره‌ها و حشرات کامل این آفت در شرایط استان اصفهان سه نسل روی درختچه‌های انگور فعال‌اند و در هر نسل پنج مرحله پورگی دارند. هم‌زمان با سرد شدن هوا، حشرات کامل در میان بقایای گیاهی انگور و علف‌های هرز وارد زمستان‌گذرانی می‌شوند و تقریباً از اواسط تا اواخر آبان ماه فعالیت آن‌ها در تاکستان متوقف می‌شود (Latifian 2004).

مطالعه بسیاری از ویژگی‌های جمعیت حشرات در شرایط صحرایی مستلزم نمونه‌برداری از جمعیت است. یک برنامه مناسب نمونه‌برداری شامل انتخاب واحد نمونه‌برداری، تعیین تعداد مناسب نمونه و تعیین توزیع مکانی نمونه‌ها است که در این میان، تعیین پراکنش فضایی جمعیت حشره عامل مهمی در طراحی یک برنامه مناسب نمونه‌برداری و برنامه‌های مدیریت جامع آفات است (Boeve & Weiss 1998). نوع پراکنش فضایی جمعیت هر حشره از ویژگی ذاتی آن است و با عوامل رفتاری و محیطی در ارتباط است (Pedigo & Ziess 1996). آگاهی از الگوی توزیع فضایی جمعیت حشره اطلاعاتی در مورد صفات رفتاری آن و تأثیر عوامل محیطی بر جمعیت ارائه می‌کند. پراکنش جمعیت یک گونه حشره ممکن است به یکی از سه نوع تصادفی، تجمع‌ی یا یکنواخت باشد (Southwood & Henderson 2000). به‌طور کلی، تعداد نمونه مورد نیاز، تجزیه و تحلیل

جمعیت و اندازه جمعیت یک گونه تحت تأثیر پراکنش فضایی جمعیت آن گونه قرار می‌گیرد.

الگوی توزیع فضایی حشرات یکی از مؤلفه‌های اساسی در پژوهش‌های کمی و نمونه‌برداری است که به‌عنوان یکی از ابزارهای تصمیم‌گیری در مدیریت جامع آفات کاربرد دارد (Dent 2000). پراکنش فضایی، (چیدمان افراد در زیستگاه) یکی از ویژگی‌های اکولوژیکی جمعیت است که می‌تواند در طولانی مدت برای مدیریت آفات استفاده شود (Kuno 1991). در نمونه‌برداری پیاپی که یک روش نسبتاً سریع و دقیق برای تخمین جمعیت و تصمیم‌گیری برای زمان کنترل است، داده‌های توزیع فضایی، برای ترسیم معادلات و تعیین اندازه نمونه لازم برای تصمیم‌گیری ضروری هستند (Young & Young 1998). روش‌های مختلفی از جمله: شاخص تجمع، نسبت واریانس به میانگین، شاخص ازدحام لوید، شاخص مورسیتا، شاخص گرین و روش‌های رگرسیونی تیلور و آیوانو برای تعیین نوع الگوی توزیع فضایی وجود دارد (Sedaratian et al. 2010; Darbemamieh et al. 2011). در میان روش‌های متنوع تعیین الگوی توزیع فضایی حشرات، روش رگرسیونی تیلور و آیوانو به‌نسبت محبوب‌تر و دقیق‌تر است (Khodayari et al. 2010; Rahmani et al. 2010). روش‌های رگرسیونی قانون توان تیلور و آیوانو، به‌طور گسترده - ای برای تصمیم‌گیری، محاسبه داده‌ها، نرمال کردن، آنالیزهای آماری و نمونه‌برداری برخی حشرات استفاده می‌شوند (Davis 1994). قانون توان تیلور ابتدا در سال ۱۹۶۱ برای توصیف الگوهای توزیع فضایی موجودات پیشنهاد شد (Taylor 1961). نتایج مطالعات Taghizade & Fathipour (2016) روی الگوی توزیع فضایی تخم و لارو سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات، *Callosobruchus maculatus* Fabricius با استفاده از روش‌های رگرسیونی تیلور و آیوانو نشان داد که شاخص پراکندگی و میانگین ازدحام لوید به صورت تجمعی به‌دست آمد. همچنین Farsi et al. (2015) از دو روش رگرسیونی تیلور و آیوانو، برای تعیین نوع پراکنش فضایی شته کاهو، *Nasonovia Mosely* ribidnigri استفاده کردند و براساس هر دو روش، پراکنش فضایی برای اغلب مراحل، از نوع تجمعی بود. در مطالعه‌ای دیگر، Afshari & Dastranj (2010) تراکم و پراکنش فضایی جمعیت دو شته گندم، *Sitobion avenae* (F.) و *Schizaphis graminum* در منطقه گرگان را به صورت تجمعی به‌دست آوردند و مشاهده کردند که مدل تیلور برای پراکنش فضایی شته‌ها از مدل آیوانو مناسب‌تر بود. در پژوهشی دیگر، Kianpour et al. (2009) الگوی توزیع فضایی زنجرک، *Bemisia tabaci* و *Empoasca decipience* Paoli و سفید بالک،

(با مختصات جغرافیایی $20^{\circ}34'18''N$ ، $47^{\circ}03''E$ و با ارتفاع ۱۳۰۲ متر از سطح دریا و در مساحت ۴۰۰ متر) انجام شد.

واحد نمونه برداری

در این پژوهش، برگ انگور به عنوان واحد نمونه برداری انتخاب شد. برای بررسی جمعیت پوره ها و تخم های زنجرک مو، به صورت هفتگی از درختچه های انگور به صورت تصادفی از چهار جهت جغرافیایی مختلف نمونه برداری شد. سپس نمونه ها به آزمایشگاه حشره شناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه رازی منتقل شدند و در زیر استریومیکروسکوپ تعداد سنین مختلف پورگی و تخم های زنجرک به دقت و به طور جداگانه شمارش و ثبت شد. نمونه برداری در سال اول، از ۱۶ تیر ماه تا ۲۸ مهرماه در ۱۶ تاریخ و در سال دوم، از ۱۸ خرداد ماه تا ۴ آبان ماه در ۲۱ تاریخ و روی ۱۱۰ درختچه انجام شد.

تعیین اندازه نمونه

عامل مهم در تعیین تعداد نمونه های مورد نیاز، اختلاف بین داده های حاصل از نمونه برداری اولیه است (Jafari et al. 2005). برای تعیین تعداد نمونه مورد نیاز، ابتدا یک نمونه برداری اولیه با ۳۰ واحد نمونه (برگ) انجام شد. با توجه به میانگین تراکم جمعیت در نمونه برداری اولیه و دقت مورد نیاز برای تخمین میانگین جمعیت (حداکثر خطای ۰/۲۵)، برای محاسبه درصد خطای نسبی RV از معادله (۱) و تخمین اندازه نمونه در نمونه برداری های بعدی از معادله ۲ استفاده شد.

$$RV = \frac{SE}{m} \quad (1)$$

m : میانگین جمعیت در نمونه برداری اولیه، SE : خطای استاندارد نمونه برداری اولیه.

مقدار خطای نسبی داده های حاصل از نمونه برداری اولیه کمتر از ۲۵ درصد شد، بنابراین تعداد نمونه لازم برای نمونه برداری های بعدی از معادله (۲) تعیین گردید:

$$N = \left(\frac{t \cdot SD}{D \cdot m} \right)^2 \quad (2)$$

N : تعداد نمونه مورد نیاز، t : عدد t در جدول t student معادل ۲ در نظر گرفته می شود، SD : انحراف معیار داده ها در نمونه برداری اولیه، D : حداکثر خطای قابل قبول است که برای کارهای مدیریتی ۲۵ درصد و برای کارهای تحقیقاتی ۱۰ درصد است. m : میانگین داده های حاصل در نمونه برداری اولیه است (Pedigo & Buntin 1994).

Gennadius، روی بادمجان در منطقه ورامین را با استفاده از شاخص تجمع (k)، شاخص پراکندگی (I_d)، میانگین تجمعی لوید (m^*)، نسبت (m^*/m)، شاخص مورسیتا (I_δ) و روش رگرسیونی تیلور و آیوائو مورد بررسی قرار دادند، تمام روش های مورد استفاده مؤید پراکنش تجمعی بودن هم برای سفید بالک و هم برای زنجرک بودند به جز شاخص پراکندگی که توزیع تصادفی را برای سفید بالک نشان داد. در پژوهشی دیگر، در شهرستان ایوان استان ایلام جهت تعیین پراکنش فضایی مراحل بالغ و نابالغ و کل افراد تریپس پیاز، *Thrips tabaci* Lindeman از قانون توان تیلور، شاخص آیوائو و نسبت واریانس به میانگین استفاده شد. براساس نتایج به دست آمده، پراکنش فضایی با روش تیلور برای مراحل بالغ و نابالغ به صورت تصادفی و مجموع آن ها به صورت تجمعی به دست آمد. طبق روش نسبت واریانس به میانگین، پراکنش فضایی در هر سه وضعیت از نوع تجمعی تعیین شد. در مدل آیوائو در مرحله نابالغ رگرسیون معنی دار نبود ($P > 0.05$). اما برای مراحل بالغ به صورت تصادفی و مجموع آن ها به صورت تجمعی به دست آمد (Mirab-balou & Miri 2019). هم چنین Yaghoobi et al. (2019) پراکنش فضایی شته سبز انار، *Aphis punicae* Passerini در شهرستان سیروان استان ایلام را با استفاده از شاخص رگرسیونی تیلور و آیوائو، به صورت تجمعی به دست آوردند. در مطالعه ای دیگر، Delrio et al. (2001) در ایتالیا با استفاده از روش رگرسیونی تیلور الگوی توزیع فضایی زنجرک، *Jacobiasca lybica* (Berg. et Zan) را به صورت تجمعی مشاهده کردند.

اطلاع از نوع پراکنش فضایی مراحل نابالغ زنجرک مو، *A. kermanshah* می تواند در طراحی و اجرای برنامه های کنترلی این آفت مفید واقع شود. هدف از انجام این پژوهش تعیین نوع پراکنش فضایی مراحل نابالغ زنجرک مو، *A. kermanshah* روی درختچه های انگور، *V. vinifera*، در منطقه کرمانشاه است تا با به دست آوردن اطلاعات دقیق مدل توزیع فضایی، از آن در برنامه مدیریت جامع این آفت مورد مطالعه استفاده شود. هم چنین دستیابی به تخمین های مناسب در رابطه با تعیین اندازه نمونه مورد نیاز بر اساس ضرایب به دست آمده از روش های مختلف تعیین الگوی توزیع فضایی در این مطالعه، می تواند تسهیل کننده مطالعات پژوهشی و مدیریتی این آفت گردد.

مواد و روش ها

محل نمونه برداری

این پژوهش، طی دو فصل زراعی ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ در یک باغ انگور سم پاشی نشده واقع در روستای ده پهن شهرستان کرمانشاه

تعیین پراکنش فضایی زنجبرک مو

برای تعیین نوع پراکنش فضایی مراحل نابالغ زنجبرک مو از پنج روش: شاخص تجمع، شاخص مورسیتا، شاخص ازدحام لوید و روش‌های رگرسیونی قانون توان تیلور و آیواثو استفاده شد. شاخص مورسیتا (Morisita's coefficient of dispersion) شاخص مورسیتا به صورت معادله (۳) محاسبه شد (Morisita 1959):

$$I_{\delta} = \frac{n \sum x_i (x_i - 1)}{N(N-1)} \quad (3)$$

n : تعداد نمونه‌های برداشته شده، X_i : تعداد افراد در نمونه شماره i ، N : تعداد کل افراد در همه نمونه‌های برداشته شده. چنانچه شاخص مورسیتا بزرگتر از عدد یک باشد پراکنش از نوع تجمعی است و اگر مساوی یا کوچکتر از عدد یک باشد پراکنش به ترتیب تصادفی و یکنواخت است (Pedigo & Buntin 1994).

برای آگاهی از معنی‌دار بودن اختلاف I_{δ} با عدد یک از معادله (۴) استفاده شد (Pedigo & Buntin 1994):

$$Z = \frac{(I_{\delta} - 1)}{\left(\frac{2}{nm^2}\right)^{\frac{1}{2}}} \quad (4)$$

n : تعداد نمونه‌های برداشت شده، m : میانگین داده‌های جمع‌آوری شده

در این معادله، اگر Z محاسبه شده بزرگتر از $1/96$ باشد پراکنش تجمعی و اگر مقدار Z بین $1/96$ و $-1/96$ باشد تصادفی و اگر کوچکتر از $-1/96$ باشد پراکنش یکنواخت خواهد بود (Morisita 1959).

شاخص پراکندگی (Index of dispersion)

شاخص پراکندگی طبق معادله (۵) محاسبه شد (Pedigo & Buntin 1994)

$$I_D = X^2 = \frac{s^2(n-1)}{m} \quad (5)$$

I_D : شاخص پراکندگی، S^2 : واریانس داده‌ها، m : میانگین داده‌ها در نهایت Z از معادله (۶) محاسبه می‌گردد:

$$Z = \sqrt{2X^2} - \sqrt{2(v-1)} \quad (6)$$

χ^2 : کای اسکویر مشاهده شده، v : درجه آزادی ($n-1$) می‌باشد.

هرگاه Z به دست آمده بین $1/96$ و $-1/96$ باشد در نتیجه فرض صفر یعنی پیروی داده‌ها از توزیع تصادفی تایید می‌گردد، در غیر این صورت اگر Z بزرگتر از $1/96$ یا کوچکتر از $-1/96$ باشد پراکنش به ترتیب تجمعی و یکنواخت خواهد بود (Pedigo & Buntin 1994).

میانگین ازدحام لوید (m^*) (Lloyd's mean crowding index) مقدار m^* با استفاده از معادله (۷) به دست می‌آید (Lloyd 1967):

$$m^* = \bar{x} + \left(\frac{s^2}{m} - 1\right) \quad (7)$$

m^* : شاخص میانگین ازدحام لوید، S^2 : واریانس، m : میانگین داده‌ها

اگر نسبت m^* بر میانگین داده‌ها تقسیم شده و این کسر کوچکتر، مساوی و بزرگتر از عدد یک باشد پراکنش به ترتیب یکنواخت، تصادفی و تجمعی خواهد بود.

روش رگرسیونی آیواثو (Iwao's patchiness regression)

این شاخص در حقیقت شیب رابطه رگرسیونی بین m^* (شاخص متوسط ازدحام لوید) و میانگین جمعیت m است که طبق معادله (۸) محاسبه می‌گردد:

$$m^* = \alpha + \beta m \quad (8)$$

α نشان دهنده تمایل افراد جمعیت به تجمع (در صورت مثبت بودن) یا دافعه بین افراد (در صورت منفی بودن) است و β نشان دهنده نوع پراکنش جمعیت است.

اگر β مساوی، بزرگتر و کوچکتر از عدد یک باشد پراکنش فضایی به ترتیب، تصادفی، تجمعی و تعریف نشده خواهد بود.

روش رگرسیونی تیلور (Taylor's power law)

برای محاسبه ضرایب a و b تیلور، بین مقادیر $\log m$ و $\log S^2$ رابطه رگرسیونی (۹) برقرار است:

$$\log S^2 = \log \alpha + b \log m \quad (9)$$

a : عرض از مبدأ که به اندازه‌ی نمونه بستگی دارد، b : شیب خط رگرسیون و شاخصی برای نشان دادن نوع پراکنش جمعیت است، m : میانگین داده‌ها در هر تاریخ نمونه برداری، S^2 : واریانس نمونه‌ها در هر تاریخ نمونه برداری

اگر b کوچکتر، مساوی و بزرگتر از عدد یک باشد پراکنش فضایی به ترتیب، یکنواخت، تصادفی و تجمعی است (Arnaldo et al. 2005).

پس از تعیین β و b به منظور آزمون اختلاف این ضرایب با عدد یک از معادله (۱۰) استفاده شد:

$$t = \frac{\text{slope} - 1}{SE_{\text{slope}}} \quad (10)$$

در این معادله: Slope و SE_{slope} به ترتیب شیب خط تیلور یا آیواثو و خطای استاندارد آن‌ها در معادلات رگرسیونی است. t محاسبه شده با t جدول با درجه آزادی $n-2$ و سطح اطمینان 5% مقایسه می‌گردد. اگر t جدول بزرگتر از t محاسبه شده باشد، فرض صفر مبنی بر اینکه $\beta = 1$ پذیرفته شده و پراکنش فضایی

نتایج به دست آمده در سال ۱۳۹۷ طبق روش تیلور مقدار رگرسیون برای همه‌ی مراحل معنی دار بود ($P_{\text{value}} < 0.05$) و مقدار شیب خط برای مراحل تخم و سنین پورگی یک، دو و سه با عدد یک اختلاف معنی دار داشت ($b > 1$) و پراکنش فضایی جمعیت این مراحل از نوع تجمعی بود. اما در مدل تیلور در سال دوم نمونه برداری، شیب خط رگرسیون برای سنین پورگی چهار و پنج اختلاف معنی داری با عدد یک نداشت و پراکنش فضایی از نوع تصادفی بود ($b = 1$) (جدول ۲). هم چنین برای تعیین نوع پراکنش فضایی، شاخص‌های پراکندگی نیز محاسبه شدند. براساس این محاسبات، پراکنش جمعیت مراحل نابالغ زنجرک مو در اغلب تاریخ‌های نمونه برداری به صورت تجمعی بود. این در حالیکه براساس نتایج روش مورسیتا، در هر دو سال نمونه برداری (برای پوره سن چهار در تاریخ‌های ۲۳ و ۲۹ تیر و ۲۰ مرداد در سال اول نمونه برداری و در تاریخ‌های ۲۹ تیر، ۲۶ مرداد در سال دوم نمونه برداری و برای پوره سن پنج در تاریخ‌های ۲۲ تیر، ۲۷ مرداد و ۱۴ مهر ماه در سال اول نمونه برداری و در تاریخ‌های ۲۹ تیر، ۲۰ شهریور و ۲۰ مهر ماه در سال دوم نمونه برداری) حالت تصادفی را نشان دادند. در این چند نوبت نمونه برداری مقدار Z بین ۱/۹۶ تا ۱/۹۶- شد. در شاخص مورسیتا در واقع زمانی که میانگین جمعیت زنجرک افزایش یافت، پراکنش حالت تجمعی به خود گرفت و با کاهش جمعیت به حالت تصادفی درآمد. شاخص I_D نشان داد که پراکنش فضایی برای همه‌ی مراحل از نوع تجمعی شد و مقدار I_D برای همه مراحل نابالغ جمعیت بزرگ‌تر از عدد یک به دست آمد که نشان دهنده رفتار تجمعی آن‌ها را در زیستگاه است (جدول ۳). اندازه نمونه بهینه هر یک از مراحل نشوونمایی نابالغ زنجرک مو، در دو سطح دقت ۱۵ و ۲۵ درصد با استفاده از ضرایب رگرسیونی تیلور و آیوآو در شکل‌های ۱ و ۲ ارایه شده است. در هر دو سال نمونه برداری، در روش تیلور تعداد نمونه کم‌تری برای مراحل مختلف زیستی آفت مورد نیاز بود. زمانی که میانگین ۱/۴ عدد پوره در برگ بود، اندازه نمونه بهینه در سطوح دقت ۱۵ و ۲۵ درصد در روش تیلور برای پوره سن یک به ترتیب ۹۳/۸۲ و ۳۳/۷۷، برای پوره سن دو به ترتیب ۱۰۸/۸۲ و ۳۹/۵۳، برای پوره سن سه به ترتیب ۷۱۹/۷۱ و ۲۵۹/۰۹، برای پوره سن چهار به ترتیب ۵۲/۴۴ و ۱۸/۸۷ و برای پوره سن پنج به ترتیب ۶۷/۵۵ و ۲۱/۲۵ خواهد بود. براساس روش آیوآو تعداد اندازه نمونه بهینه در سطوح دقت ۱۵ و ۲۵ درصد به ترتیب برای پوره سن یک ۱۹۶/۳۳ و ۷۱/۷۷، برای پوره سن دو ۱۷۹/۴۶ و ۶۶/۳۳، برای پوره سن سه ۶۷/۸۷ و ۲۸/۰۷ خواهد بود.

تصادفی خواهد بود در غیر این صورت چنان‌که β بزرگ‌تر از عدد یک باشد پراکنش فضایی تجمعی خواهد بود و اگر β کوچک‌تر از عدد یک باشد در روش آیوآو پراکنش تعریف نشده و در روش تیلور یکنواخت خواهد بود (Feng & Nowierski 1992).

محاسبه اندازه بهینه نمونه

برای برآورد اندازه بهینه نمونه از ضرایب رگرسیونی آیوآو (معادله ۱۱) و تیلور (معادله ۱۲) استفاده شد (Young & Young 1998):

$$N_{\text{opt}} = \left(\frac{t_{a/2}}{D} \right)^2 \left(\frac{a+1}{\mu} + (\beta-1) \right) \quad (11)$$

$$N_{\text{opt}} = \alpha \left(\frac{t_{a/2}}{D} \right)^2 (\mu^{b-2}) \quad (12)$$

در این معادلات D حداکثر خطای قابل قبول در دو سطح دقت ۱۵ و ۲۵ درصد، $t_{a/2}$: مقدار t جدول، μ : میانگین جمعیت، a و b : به ترتیب عرض از مبدأ و مقدار شیب خط در روش تیلور، α و β : عرض از مبدأ و مقدار شیب خط در روش آیوآو است.

تجزیه داده‌ها

تجزیه داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از نرم‌افزار آماری Minitab16 و نمودارهای مربوطه با استفاده از برنامه Office Excel 2013 رسم گردید.

نتایج

نتایج سال ۱۳۹۶ نشان داد که مقدار ضریب آیوآو، برای مراحل تخم و پوره‌های سن یک، دو و سه با عدد یک اختلاف معنی دار داشت ($\beta > 1$) و پراکنش فضایی جمعیت این مراحل نشوونمایی، از نوع تجمعی بود (جدول ۱). اما رگرسیون برای پوره‌های سن چهار و پنج معنی دار نبود (جدول ۱). در سال ۱۳۹۷ مقدار ضریب آیوآو برای جمعیت پوره‌های سنین چهار و پنج با عدد یک اختلاف معنی دار نداشت و پراکنش فضایی از نوع تصادفی محاسبه گردید ($\beta = 1$). برای مراحل تخم و سنین پورگی یک، دو و سه مقدار ضریب آیوآو با عدد یک اختلاف معنی دار داشت و پراکنش فضایی از نوع تجمعی محاسبه شد ($\beta > 1$) (جدول ۲). براساس روش تیلور رگرسیون بین Logm و LogS^2 در سال ۱۳۹۶ برای همه مراحل معنی دار بود ($P_{\text{value}} < 0.05$) و مقدار شیب خط برای مراحل تخم و سنین پورگی یک، دو و سه با عدد یک اختلاف معنی دار داشت ($b > 1$) و پراکنش فضایی از نوع تجمعی شد (جدول ۱). اما برای سنین پورگی چهار و پنج مقدار شیب خط با عدد یک اختلاف معنی دار نداشت و پراکنش فضایی از نوع تصادفی شد ($b = 1$) (جدول ۱). براساس

بحث

پراکنش فضایی افراد جمعیت در اکوسیستم می‌تواند نتیجه ژنتیک، رفتار یا محیط زیست باشد. بر خلاف فراسنجه‌هایی مانند نرخ رشد جمعیت و تولید مثل که ممکن است از یک نسل به نسل دیگر تغییر کند، پراکنش فضایی یک ویژگی نسبتاً ثابت است (Taylor 1984). تحمل یک گونه به فاکتورهای محیطی مثل دما، رطوبت نسبی و تراکم کم مواد غذایی نیز می‌تواند الگوی توزیع فضایی را تعیین کند. تغییر الگوی پراکنش فضایی پوره‌ها در تاریخ‌های مختلف نمونه‌برداری از جمعیتی به تصادفی می‌تواند به دلیل کاهش جمعیت آفت در نتیجه تغییرات دما، رطوبت، فعال شدن شکارگرها و یا پارازیتوئیدهای آن‌ها، باشد. به عنوان مثال، در این پژوهش سه پارازیتوئید تخم شناسایی شدند که می‌تواند یکی از دلایل کاهش میانگین جمعیت و تغییر نوع پراکنش فضایی از جمعیتی به تصادفی باشد (Deh-pahni et al. 2019). پراکنش جمعیتی، برای همه مراحل نابالغ این آفت با شاخص تجمع لوید دلالت بر این دارد که حضور یک فرد در یک نقطه باعث افزایش احتمال حضور فرد دیگر در نزدیکی آن می‌شود.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که برای محاسبه نوع پراکنش فضایی جمعیت زنجرک مو، روش تیلور نسبت به روش آیوائو مناسب‌تر است، زیرا ضرایب تبیین این روش (۰/۶۳۶ تا ۰/۹۰۹) به طور قابل توجهی از روش آیوائو (صفر تا ۰/۵۰۳) بزرگ‌تر بود (جدول‌های ۱ و ۲). نتایج این بررسی با نتایج پژوهشگران دیگر نیز هم‌خوانی دارد. براساس پژوهش‌های (Naseri et al. 2009) در تهران، تراکم جمعیت و پراکنش فضایی زنجرک چغندر قند، *E. decipiens* روی چهار رقم لوبیا، مدل تیلور در مقایسه با مدل آیوائو برازش بهتری روی لوبیا چیتی ($r^2 = 0.879$) و لوبیا قرمز ($r^2 = 0.967$) داشت. هم‌چنین براساس نتایج Yaghoubi et al. (2019) شاخص تیلور با ضریب تبیین ($r^2 = 0.92$) نسبت به مدل آیوائو با ضریب تبیین ($r^2 = 0.49$) نتایج مطلوب‌تری در برازش داده‌ها نشان داد. هم‌چنین در پژوهشی، (Lin et al. 2006) استفاده از ضرایب رگرسیونی تیلور را در ارتقا برنامه نمونه‌برداری مناسب ذکر کرده‌اند. در پژوهش‌های دیگر، از جمله Lessio & Albert (2006) با استفاده از روش تیلور، مشاهده شد که الگوی توزیع فضایی پوره‌های زنجرک مو *Scaphoideus titanus* Ball به صورت تجمعی ($r^2 = 0.98$, $b = 1.49$) به دست آمد. هم‌چنین Heyer & Dammer (1996) مشاهده کردند که الگوی توزیع فضایی زنجرک سبز *E. kraemeri* Ross & Moore به صورت تصادفی و تجمعی به دست آمد که با نتایج ما در این پژوهش مشابه است. هم‌چنین Decant & Heldor (2006) نشان دادند

که الگوی توزیع فضایی زنجرک *E. vitis* Gothe در تاکستان‌ها به صورت تجمعی شد. تفاوت در نتیجه به دست آمده از دو روش رگرسیونی، برای سنن پورگی چهار و پنج با شاخص پراکنندگی و میانگین ازدحام لوید می‌تواند به دلیل تفاوت در آماره‌های مورد استفاده روش‌ها و هم‌چنین تفاوت احتمالی در میزان دقت این روش‌ها باشد. در این پژوهش کم‌ترین اندازه بهینه نمونه، با استفاده از روش رگرسیونی تیلور به دست آمد. براساس نتایج Kianpour et al. (2009) تعداد نمونه مناسب هم با استفاده از فرمول عمومی آن، به ترتیب ۳۸ و ۲۰ واحد نمونه‌برداری با درصد خطای ۲۰ درصد برای سفید بالک و زنجرک بود که ارتقا برنامه نمونه‌برداری، براساس ضرایب تیلور ۱۴/۹۸ و ۰/۸۸ و براساس ضرایب آیوائو ۱۴۹/۳۹ و ۶۳/۳۵ واحد نمونه‌برداری به ترتیب برای سفیدبالک و زنجرک به دست آمد. بنابراین روش تیلور نسبت به روش آیوائو با دقت بهتری می‌تواند اندازه نمونه مناسب برای نمونه‌برداری را مشخص کند.

به نظر می‌رسد که پراکنش فضایی مشاهده شده در بیش‌تر تاریخ‌های نمونه‌برداری می‌تواند برای تصمیم‌گیری‌های مدیریتی در زمان‌های مناسب استفاده شود. نمودار تخمین تعداد نمونه‌ی بهینه در مطالعات کاربردی و به خصوص در مدیریت آفات بسیار می‌تواند مفید باشد و هزینه‌های ناشی از نمونه‌برداری‌های اولیه را کاهش دهد. این تخمین‌ها در سطوح مختلف دقت می‌توانند برای مصارف مختلف پژوهشی و مدیریتی کارآمد باشند. در مطالعات مربوط به مدیریت تلفیقی آفات معمولاً سطح خطای ۲۵ درصد کافی است، ولی در مطالعات دقیقی مانند جدول زندگی باید تعداد نمونه‌ی بهینه را با سطح خطای حداکثر ۱۵ درصد به دست آورد. توصیه می‌گردد که از مدل اندازه نمونه‌ی تخمین زده شده با روش تیلور که با کم‌ترین تعداد نمونه برآورد مناسبی از جمعیت ایجاد می‌کند، استفاده شود.

قبل از هر نوع اقدام کنترلی لازم است نمونه برداری دقیق و صحیحی از جمعیت آفت صورت پذیرد. از عواملی که در موقع نمونه برداری باید مد نظر قرار گیرد، نوع پراکنش فضایی جمعیت آفت روی میزبان و تعداد نمونه لازم جهت برآورد مطلوب جمعیت است (Seraj 2009). بر این اساس، مشخص شدن نوع پراکنش فضایی مراحل نابالغ و تعیین اندازه نمونه بهینه جهت نمونه برداری از زنجرک مو، *A. kermanshah*، در تراکم‌ها و دقت‌های مختلف، موجب تسهیل در برنامه‌های مدیریت این آفت خواهد شد.

جدول ۱- تخمین آماره‌های رگرسیونی قانون توان تیلور و روش رگرسیونی آیوانو برای مراحل مختلف پورگی *Arboridia kermanshah* در سال ۱۳۹۶.

Table 1. Estimated regression values of Taylor's power law and Iwao's patchiness for different nymphal stages of *Arboridia kermanshah* in 2017.

Taylor's power law							Iwao's patchiness regression					Life stages
S ²	m	P _{value}	t _b (df = 13)	r ²	b ± SE CI ¹	a ± SE CI	P _{value}	t _β (df = 13)	r ²	β ± SE CI	α ± SE CI	
0.748	0.286	0.000**	11.42	0.909	1.37 ± 0.12 (1.11 - 1.63)	0.52 ± 0.08 (0.33 - 0.71)	0.003**	3.61	0.501	3.22 ± 0.89 (1.29 - 5.15)	0.54 ± 0.33 (-0.176 - 1.25)	Egg
0.815	0.335	0.000**	9.24	0.868	1.53 ± 0.16 (1.17 - 1.89)	0.53 ± 0.09 (0.331 - 0.728)	0.004**	3.44	0.477	2.71 ± 0.78 (1.009 - 4.403)	0.37 ± 0.35 (-0.388 - 1.138)	1 st instar
0.793	0.301	0.000**	11.23	0.907	1.58 ± 0.14 (1.284 - 1.89)	0.61 ± 0.08 (0.445 - 0.792)	0.003**	3.62	0.503	3.79 ± 1.04 (1.534 - 6.06)	0.25 ± 0.41 (-0.623 - 1.123)	2 nd instar
0.349	0.152	0.000**	5.15	0.671	3.7 ± 0.63 (1.901 - 4.64)	1.81 ± 0.46 (0.814 - 2.81)	0.014*	2.83	0.382	6.68 ± 2.36 (1.58 - 11.78)	-0.56 ± 0.45 (-1.028 - 0.916)	3 rd instar
0.237	0.111	0.000**	7.06	0.793	1.06 ± 0.15 (0.738 - 1.389)	0.347 ± 0.16 (-0.013 - 0.708)	0.958 ^{ns}	0.053	0.000	0.18 ± 3.46 (-7.29 - 7.66)	1.15 ± 0.43 (0.223 - 2.087)	4 th instar
0.191	0.094	0.000**	7.93	0.829	1.105 ± 0.13 (0.804 - 1.41)	0.39 ± 0.16 (0.029 - 0.755)	0.603 ^{ns}	0.533	0.021	1.96 ± 3.68 (-5.11 - 9.91)	-0.99 ± 0.49 (-0.086 - 2.07)	5 th instar

^{ns}: No significant difference * : significant difference at the level of 0.05 ** : significant difference at the level of 0.01, t_{table}: 2.16, CI¹: Confidence Interval

جدول ۲. تخمین آماره‌های رگرسیونی قانون توان تیلور و روش رگرسیونی آیوانو برای مراحل مختلف پورگی *Arboridia kermanshah* در سال ۱۳۹۷.

Table 2. Estimated regression values of Taylor's power law and Iwao's patchiness for different nymphal stages of *Arboridia kermanshah* in 2018.

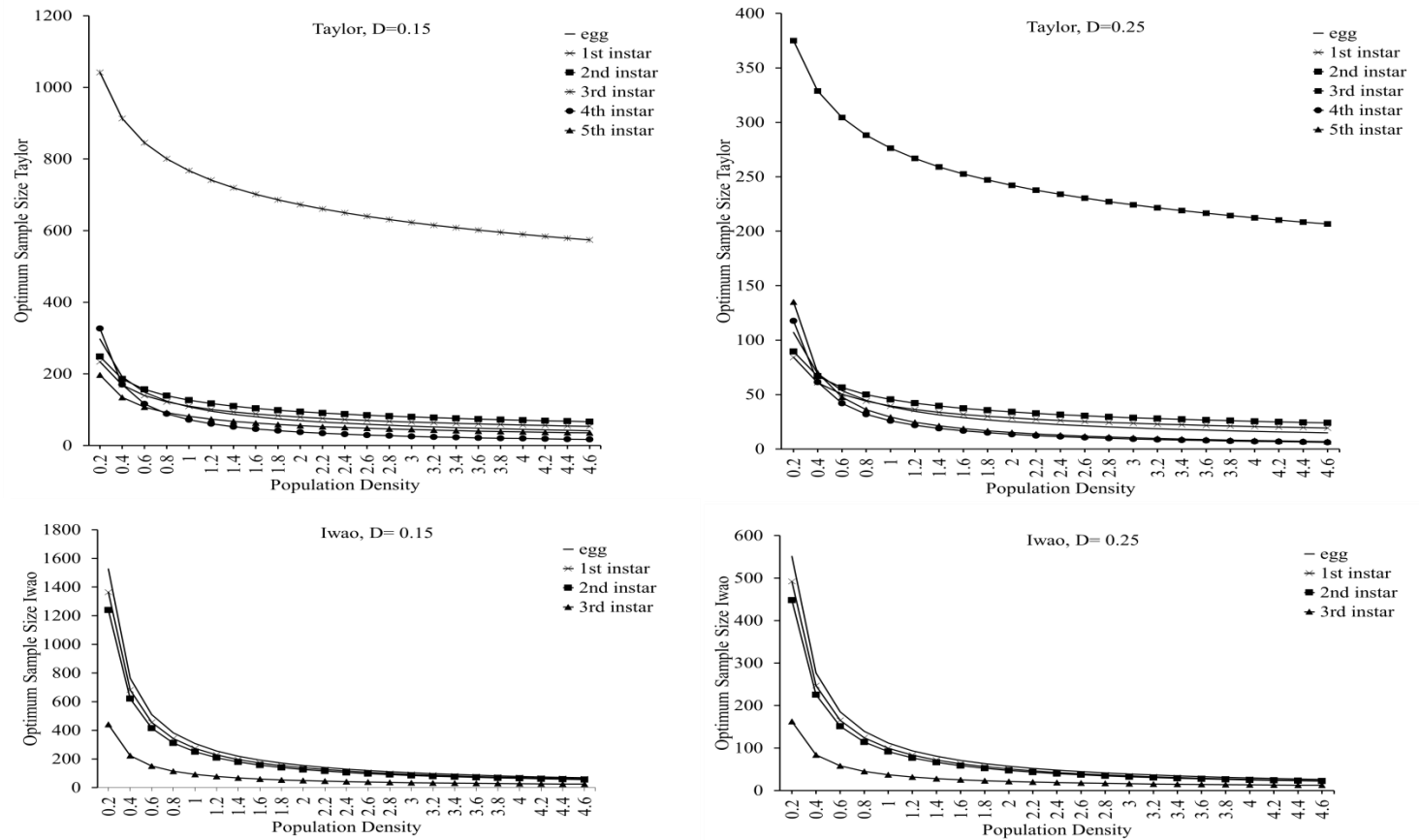
Taylor's power law							Iwao's patchiness regression					Life stages
S ²	m	P _{value}	t _b (df = 16,17)	r ²	b ± SE CI ¹	a ± SE CI	P _{value}	t _β (df = 16, 17)	r ²	β ± SE CI	α ± SE CI	
0.979	0.301	0.000**	8.92	0.816	1.69 ± 0.18 (1.29 - 2.08)	0.81 ± 0.13 (0.519 - 1.084)	0.000**	4.27	0.503	2.77 ± 0.64 (1.409 - 4.138)	1.33 ± 0.26 (0.783 - 1.887)	Egg
1.24	0.383	0.000**	11.64	0.882	1.6 ± 0.13 (1.32 - 1.95)	0.71 ± 0.07 (0.559 - 0.868)	0.004**	3.28	0.375	2.89 ± 0.88 (1.044 - 4.764)	1.17 ± 0.41 (0.292 - 2.05)	1 st instar
1.14	0.347	0.000**	12.31	0.899	1.3 ± 0.16 (1.07 - 1.52)	0.62 ± 0.05 (0.505 - 0.741)	0.002**	3.57	0.429	2.67 ± 0.74 (1.094 - 4.252)	1.47 ± 0.32 (0.787 - 2.164)	2 nd instar
0.519	0.185	0.000**	5.44	0.636	1.72 ± 0.31 (1.058 - 2.395)	0.83 ± 0.22 (0.373 - 1.303)	0.015*	27	0.3	5.19 ± 1.92 (1.126 - 9.258)	0.79 ± 0.42 (-0.104 - 1.7)	3 rd instar
0.383	0.147	0.000**	7.05	0.775	1.32 ± 0.18 (0.926 - 1.72)	0.61 ± 0.16 (0.255 - 0.963)	0.032*	2.34	0.256	6.51 ± 2.77 (0.632 - 12.378)	0.51 ± 0.52 (-0.588 - 1.618)	4 th instar
0.246	0.114	0.000**	5.74	0.673	1.52 ± 0.26 (0.96 - 2.084)	0.685 ± 0.28 (0.074 - 1.296)	0.031*	2.39	0.259	6.7 ± 2.83 (0.692 - 12.707)	0.21 ± 0.44 (-0.719 - 1.148)	5 th instar

^{ns}: No significant difference * : significant difference at the level of 0.05 ** : significant difference at the level of 0.01, t_{table}: 2.11 for the egg, 1st, 2nd, 3rd and 2.12 for the 4th and 5th nymphal stages, CI¹: Confidence Interval

جدول ۳. تخمین پارامترهای میانگین ازدحام لوید، شاخص تجمع و ضریب K برای *Arboridia kermanshah* در سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷.

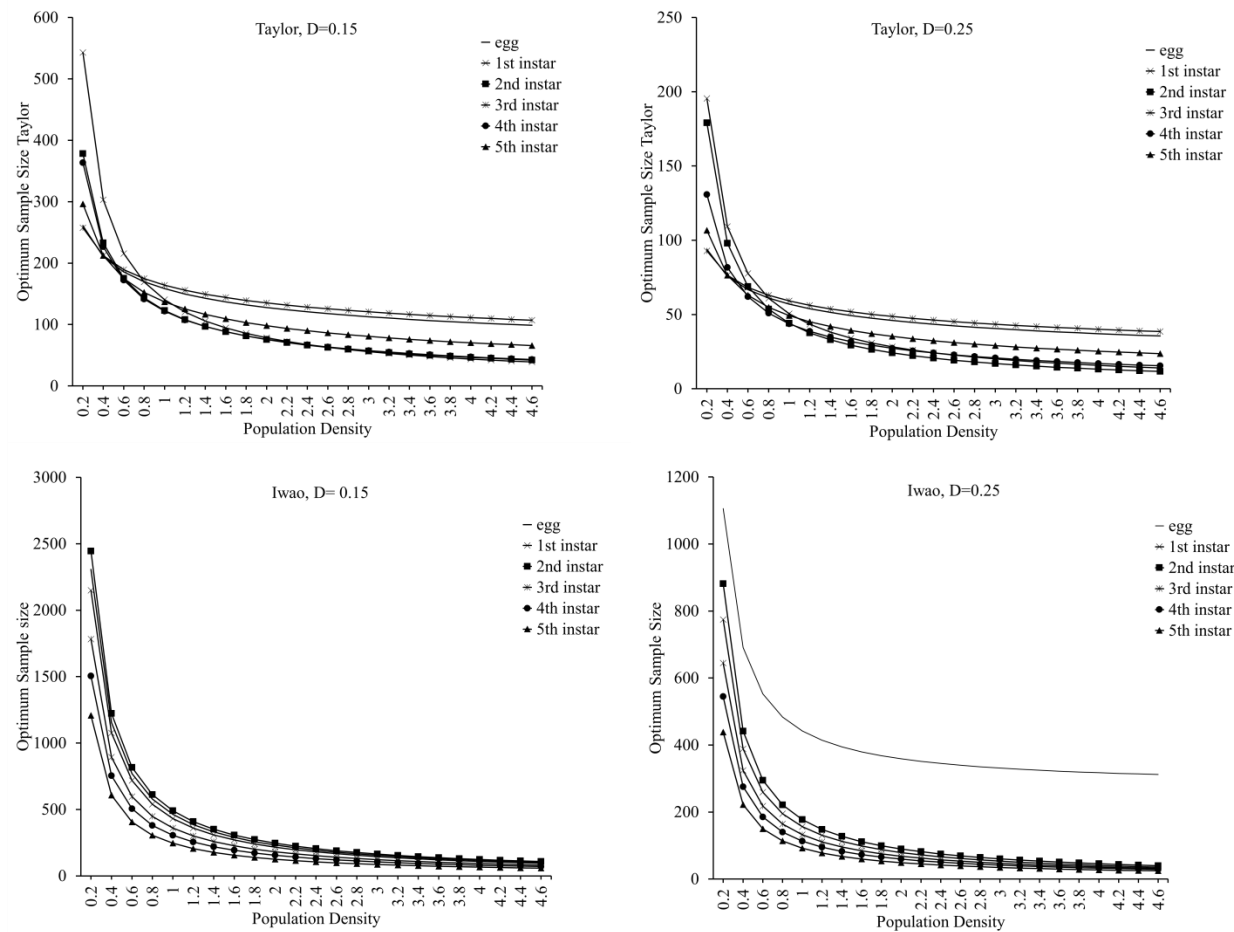
Table 3. Estimated parameters by Lloyd mean crowding, index of dispersion, Lloyd mean crowding to mean and common k for *Arboridia kermanshah* in 2017 and 2018.

1/k	m*/m	Z	I _D	S ² /m	m*	S ²	m	Life stages	Sampling year
12.99	13.99	64.98	1189.67	3	2.13	0.45	0.15	Egg	2017
12.31	13.31	61.68	1138.86	2.86	2.01	0.43	0.15	1 st instar	
14.14	15.14	65.21	1192.9	3	2.13	0.42	0.14	2 nd instar	
21.50	22.50	53.84	1023.24	2.57	1.64	0.18	0.07	3 rd instar	
29.70	30.70	53.08	1012.36	2.6	1.59	0.13	0.05	4 th instar	
33.72	34.72	46.71	924.192	3	1.35	0.09	0.03	5 th instar	
14.05	15.05	90.06	1759.83	3.73	2.89	0.71	0.19	Egg	2018
10.80	11.80	86.83	1699.54	3.69	2.81	0.85	0.23	1 st instar	
12.65	13.65	88.78	1735	3.61	2.85	0.76	0.21	2 nd instar	
19.94	20.94	75.94	1504.77	3.09	2.27	0.34	0.11	3 rd instar	
27.17	28.17	75.19	1491.62	3.42	2.21	0.24	0.07	4 th instar	
28.18	29.18	68.09	1371.72	3.16	1.95	0.19	0.06	5 th instar	



شکل ۱. تخمین اندازه نمونه بهینه با استفاده از ضرایب قانون توان تیلور و روش رگرسیونی آیواتو برای میانگین‌های متفاوت جمعیت مراحل تخم و مراحل نابالغ *A. kermanshah* در دو سطح دقت ۱۵ و ۲۵ درصد طی سال ۱۳۹۶.

Figure 1. Estimation of optimum sample size for different population densities of eggs and immature stages of *Arboridia kermanshah*, using Taylor's power Low and Iwao's regression coefficients in two accuracy levels of 15 and 25% in 2017.



شکل ۲. تخمین اندازه نمونه بهینه با استفاده از ضرایب قانون توان تیلور و روش رگرسیونی آیواتو برای میانگین‌های متفاوت جمعیت مراحل تخم و مراحل نابالغ *Arboridia kermanshah* در دو سطح دقت ۱۵ و ۲۵ درصد طی سال ۱۳۹۷.

Figure 2. Estimation of optimum sample size for different population densities of eggs and immature stages of *Arboridia kermanshah*, using Taylor's power Low and Iwao's regression coefficients in two accuracy levels of 15 and 25% in 2018.

References

- Afshari A, Dastranj M, 2009. Density, spatial distribution and sequential sampling of wheat aphids in Gorgan region. *Journal of Agricultural Science* 32(2): 90–102 (In Persian with English abstract).
- Arnaldo PS, Torres LM, 2005. Spatial distribution and sampling of *Thaumetopoea pityocampa* (Den. & Schiff.) (Lep: Thaumetopoeidae) populations on *Pinus pinaster* Ait. in Montesinho, N. Portugal. *Forest Ecology and Management* 210: 1–7.
- Boeve PJ, Weiss M, 1998. Spatial distribution and sampling plans with fixed levels of precision for cereal aphids (Homoptera: Aphididae) infesting spring wheat. *The Canadian Entomologist* 130: 67–77.
- Darbemamieh M, Fathipour Y, Kamali K, 2011. Population abundance and seasonal activity of *Zetzellia pourmirzai* (Acari: Stigmaeidae) and its preys *Cenopalpus irani* and *Bryobia rubrioculus* (Acari: Tetranychidae) in sprayed apple orchards of Kermanshah, Iran. *Journal Agricultural Science Technology* 13: 143–154.
- Davis PM, 1994. Statistics for describing populations. In: Pedigo, LP, Buntin, GD (eds). *Handbook of Sampling Methods for Arthropods in Agriculture*. CRC, Boca Raton, Florida, USA. Pp. 35–54.
- Decante D, van Helden M, 2006. Population ecology of *Empoasca vitis* (Goethe) and *Scaphoideus titanus* (Ball) in Bordeaux vineyards: Influence of migration and landscape. *Crop Protection* 25: 696–704.
- Deh-pahni Sh, Vahedi H, Darbemamieh M, Lotfalizadeh H, 2019. Natural enemies of *Arboridia kermanshah* Dlabola (Hemiptera: Cicadellidae), in vineyards of Kermanshah region. *Proceeding of 3rd Iranian International Congress of Entomology*, 17-18 August, Tabriz. P. 138.
- Delrio G, Lentini A, Serra G, 2001. Spatial distribution and sampling of *Jacobiasca lybica* on grapevine. *Integrated Control in Viticulture IOBC wprs Bulletin* 24 (7): 211–216.
- Dent D, 2000. *Integrated Pest Management*. Chapman & Hall. London. 356 pp.
- Farsi A, Kocheili F, Mossadegh MS, Rasekh A, Tavoosi M, 2015. Seasonal dynamics and spatial distribution of the lettuce aphid, *Nasonovia ribidnigri* Mosely (Hem.: Aphididae) in Ahvaz. *Plant Pests Research* 4(4): 1–12. (In Persian with English Abstract).
- Feng MG, Nowierski RM, 1992. Spatial distribution and sampling plans for four species cereal aphid (Hom.: Aphididae) infesting spring wheat in southwestern Idaho. *Journal of Economic Entomology* 85(3): 830–837.
- Heyer W, Dammer KD, 1996. The horizontal and vertical Distribution of *Empoasca kraemeri* (Ross and Moore) in bean Fields (*Phaseolus vulgaris* L.), the population dynamics and recommendations for the monitoring in the field under tropical conditions. *Journal of Plant Diseases and Protection* 103: 383–396.
- Jafari A, Fathipour Y, Hosseini SM, 2005. Sampling program and spatial distribution of *Creontiades pallidus* (Het., Miridae) and its predators *Chrysoperla carnea* (Neu., Chrysopidae) and *Nabis capsiformis* (Het., Nabidae). *Iranian Journal of Agricultural Science* 36(2): 295–303 (In Persian with English abstract).
- Khodayari S, Fathipour Y, Kamali K, Naseri B, 2010. Seasonal activity of *Zetzellia mali* (Stigmaeidae) and Its preys *Eotetranychus frosti* (Tetranychidae) and *Tydeu longisetosus* (Tydeidae) in unsprayed apple orchards of Maragheh, Northwestern of Iran. *Journal Agricultural Science Technology* 12: 549–558.
- Kianpour R, Fathipour Y, Kamali K, 2009. Population fluctuation and spatial distribution Patterns of *Bemisia tabaci* and *Bemisia argentifolli* and *Empoasca decipience* on eggplants in Varamin. *Entomology and Phytopatology*, 77(2): 71–94. (In Persian with English abstract).
- Kuno E, 1991. Sampling and analysis of insect population. *Annual Review of Entomology* 36: 285–304.
- Latifian M, 1996. Bioecology and distribution areas of dominant species of grape leafhopper, *Arboridia Kermanshah* Dlabola (Hom.: Cicadellidae) in Isfahan Province. MSc thesis, Isfahan University, Iran.
- Latifian M, Seyedolslami H, Khajeali J, 2004. Morphology of immature stages, biology and seasonal population fluctuation of *Arboridia kermanshah* Dlabola (Hom.: Cicadellidae) in Isfahan province. *Journal of Science and Technology of Agricultural and Natural Resources*, 8: 229–240 (In Persian with English abstract).
- Latifian M, Seyedolslami H, Khajeali J, 2005. Within plant distribution, daily activity and geographical distribution of grape leafhopper, *Arboridia kermanshah* Dlabola, in Isfahan province. *Journal of Science and Technology of Agricultural and Natural Resources* 9: 205–216 (In Persian with English abstract).

- Lessio F, Alberto A, 2006. Spatial Distribution of Nymphs of *Scaphoideus titanus* (Homoptera: Cicadellidae) in Grapes, and Evaluation of Sequential Sampling Plans. *Journal of Economic Entomology* 99(2): 578–582.
- Lin FCH, Wang CHL, Chen CHN, 2006. Spatial pattern and optimal sample size estimation and adult *Bemisia argentifolii* (Hem.: Aleyrodidae) on Cantaloupe in a Nethouse. *Formosan Entomology* 26: 343–356.
- Lloyd, M, 1967. Mean crowding. *Journal of Animal Ecology* 36: 1–30.
- Mirab-balou M, Miri B, 2019. Population fluctuations and spatial distribution of onion Thrips (Thrips tabaci Lindeman, 1889) in different cuttingd of Alfalfa (*Medicago sativa* L.). *Journal of Applied Researches in plant Protection* 8(2): 101–110.
- Morisita M, 1959. Measuring of the dispersion of individuals and analysis of the dispersal patterns. Mem oirs of the Faculty of Science, Kyushu University, Series E, 2: 215–235.
- Naseri B, Fathipour Y, Talebi AA, 2009. Population density and spatial distribution pattern of *Empoasca decipiens* (Hemiptera: Cicadellidae) on different bean species. *Journal Agricultural Science Technology* 11: 239–248.
- Pedigo LP, Buntin GD, 1994. Handbook of Sampling Methods for Arthropods in Agriculture, CRC Press, Florida. USA. 714 pp.
- Pedigo LP, Ziess MR, 1996. Analyses in Insect Ecology and Management. Iowa State University Press, Ames, Iowa.
- Rahmani H, Fathipour Y, Kamali K, 2010. Spatial distribution and seasonal activity of *Panonychus ulmi* (Acari: Tetranychidae) and its predator *Zetzellia mali* (Acari: Stigmaeidae) in apple orchards of Zanjan, Iran. *Journal of Agricultural Science and Technology* 12: 155– 65.
- Sedaratian A, Fathipour Y, Talebi AA, Farahani S, 2010. Population density and spatial distribution pattern of *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae) on different soybean varieties. *Journal Agricultural Science Technology* 12: 275–288.
- Seraj AA, 2009. Principal of Pest Control. Shahid Chamran University of Ahvaz Press. 540 pp.
- Southwood TRE, Henderson PA, 2000. Ecological Methods. Third edition. Blackwell Science, UK. 557 pp.
- Tafazzoli A, Hekmati J, Firouzeh M, (1993). Grape. Second edition, Shiraz University press, Shiraz, Iran. 343 pp.
- 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 Persian with English abstract).
- Taylor LR 1961, Aggregation, variance to the mean. *Nature* 189: 732–735.
- Taylor LR, 1984. Assessing and interpreting the spatial distribution of insect populations. *Annual Review of Entomology* 29: 321–357.
- Yaghobi S, Rajabpour A, Zandi Sohani N, 2019. Seasonal Population dynamics and fixed-precision sequential sampling plans for *Aphis punicae* (Homoptera: Aphididae) in Sirvan City (Ilam province). *Journal of Applied Researches in plant Protection* 8(3): 1–11.
- Young LJ, Young LH, 1998. Statistical Ecology. Kluwer Academic Pub. Boston, USA. 565 pp.



This is an open access article under the CC BY NC license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/>)