



## Population fluctuations and spatial distribution of *Aonidiella orientalis* in the south of Kerman

Somayeh Ranjbar<sup>1</sup> , Peyman Namvar<sup>2</sup> 

1. Corresponding Author, Plant Protection Research Department, South Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Jiroft, Iran. E-mail: [s.ranjbar@areeo.ac.ir](mailto:s.ranjbar@areeo.ac.ir)
2. Plant Protection Research Department, South Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Jiroft, Iran. E-mail: [p.namvar@areeo.ac.ir](mailto:p.namvar@areeo.ac.ir)

Article Info	ABSTRACT
<b>Article type:</b> Research Article	<i>Aonidiella orientalis</i> is one of the most important citrus pests in the south of Kerman. Population fluctuations and spatial distribution of <i>A. orientalis</i> were studied in the south of Kerman. Sampling was done from stages of nymphs (1 <sup>st</sup> instar) and adults on leaves, fruits, and branches during 2020-2022. The parameters of Taylor's, Iwao, Morista, and Id power law, RV, and number of optimum samples (at two precision levels of 0.1 and 0.25) were calculated. Results showed that the pest activity started in mid-March and increased gradually, depending on weather conditions. The peak of population happened in mid-April, mid-May, and late September. The spatial distribution of 1 <sup>st</sup> instar nymphs on leaves and fruits was random based on the Taylor and Iwao index, (b= 0.918 and 0.989 respectively) and it was Aggregative for adults (b= 1.8, 1.5 respectively). Moreover, both nymphs (1 <sup>st</sup> instar) and adults had uniform and random distribution in the sampling of branches (b= 0.56-0.71) respectively according to the Taylor and Iwao index. As R <sup>2</sup> values of the Iwao index were higher than Taylor's therefore, Iwao index was used for estimating the spatial distribution and appropriate samples. The number of optimum samples for nymphs (1 <sup>st</sup> instar) on leaf, fruit, and branch sampling methods were estimated as 24.61, 24.29, and 19.2, respectively with 0.25 accuracy. In three sampling methods, RV was close to 25 and 10 for nymphs (1 <sup>st</sup> instar) and adults respectively. Overall, in pest management programs sampling can be done on nymphs and for ecological studies on adults.
<b>Article history:</b> Received: 15 January 2024 Revised: 10 March 2024 Accepted: 10 March 2024 Published online: 5 March 2024	
<b>Keywords:</b> <i>Citrus pest,</i> <i>Population changes,</i> <i>Sampling method,</i> <i>Distribution.</i>	

**Cite this article:** Ranjbar, S. & Namvar, P. (2024). Population fluctuations and spatial distribution of *Aonidiella orientalis* in the south of Kerman. *Iranian Journal of Plant Protection Science*, 54 (2), 373-389. DOI: <https://doi.org/10.22059/IJPPS.2024.370950.1007047>



© The Author(s).

**Publisher:** The University of Tehran Press.

DOI: <https://doi.org/10.22059/IJPPS.2024.370950.1007047>

### Extended Abstract

#### Introduction

*Aonidiella orientalis* is one of the most important citrus pests in the south of Kerman, which causes damage to different citrus cultivars. This pest feeds on the sap of leaves and fruits. Its most active is in September and October. The proper control of this pest depends on the determination of the peak time of 1<sup>st</sup> nymph appearance and the use of insecticides at that time. Determining the optimum time requires regular sampling of the pest population. Knowing the peak periods of the pest population and determining the most appropriate unit and size of sample provides its population density. This research was carried out with the objectives of 1) investigating the periods of population fluctuations of *A. orientalis* 2) determination of its spatial distribution and the optimal number of samples.

#### Materials and Methods

This study was conducted in a citrus orchard of grapefruit variety. Sampling was done from two growth stages, 1<sup>st</sup> nymph and adult of *A. orientalis*. Sampling methods were fruit, leaves, and branches. Spatial distribution of 1<sup>st</sup> nymph and adult stages of *A. orientalis* was determined using Morista's, Taylor's, and Iwao

distribution indices in the 2020-2022 years. The optimal number of samples was determined by the relevant equations using two precision values 0.25% and 0.1%.

### **Results and Discussion**

Based on the results the pest activity started in mid-March and increased gradually, depending on weather conditions. The peak of *A. orientalis* population happened in mid-April, mid-May, and late September. The spatial distribution of 1<sup>st</sup> nymphs on leaves and fruits was random based on the Taylor and Iwao index and it was Aggregative for adults. Both nymphs (1<sup>st</sup> instar) and adult stages had a uniform and random distribution in the sampling of branches respectively according to the Taylor and Iwao index. The  $r^2$  value obtained from the Iwao index was greater than Taylor's, therefore, the Iwao statistics were used to determine the spatial distribution. The number of optimum samples for 1<sup>st</sup> nymphs on leaf, fruit, and branch sampling method was calculated at 24.61, 24.29, and 19.2, respectively with 0.25 accuracy. In three sampling methods, RV was close to 25 for nymphs (1<sup>st</sup> instar) which is favorable for pest management programs, and 10 for adults which is proper for ecological studies.

## فراز و نشیب جمعیت و الگوی پراکنش فضایی سپردار زرد شرقی مرکبات *Aonidiella orientalis* در جنوب کرمان

سمیه رنجبر<sup>۱</sup> | ایمان نامور<sup>۲</sup>

۱. نویسنده مسئول، بخش تحقیقات گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، جیرفت، ایران. رایانامه: [s.ranjbar@areeo.ac.ir](mailto:s.ranjbar@areeo.ac.ir)

۲. بخش تحقیقات گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، جیرفت، ایران. رایانامه: [p.namvar@areeo.ac.ir](mailto:p.namvar@areeo.ac.ir)

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله:	سپردار زرد شرقی مرکبات <i>Aonidiella orientalis</i> یکی از مهم‌ترین آفات مرکبات در جنوب کرمان است. پژوهش حاضر در زمینه نوسانات جمعیت و پراکنش فضایی این آفت در جنوب کرمان انجام شد. نمونه‌برداری از برگ، میوه و شاخه و روی پوره سن یک و حشرات کامل انجام گردید و شاخص‌های پراکنش تیلور، آیواتو، مورستا و Id، تغییرات نسبی RV و تعداد نمونه مطلوب محاسبه شدند. طبق نتایج، فعالیت این آفت از اواخر اسفند آغاز شده است. اوج جمعیت آفت در اواسط فروردین، اواسط اردیبهشت و اواخر شهریور ماه ثبت شد. پراکنش فضایی پوره سن یک بر اساس شاخص‌های تیلور و آیواتو در روش نمونه‌برداری از برگ و میوه، تصادفی تعیین شد. برای حشرات کامل طبق شاخص تیلور و آیواتو در نمونه برداری از برگ و میوه تجمعی بود. همچنین پراکنش براساس شاخص تیلور و آیواتو برای پوره سن یک و حشره کامل روی شاخه یکنواخت و تصادفی به ترتیب بود. مقادیر R2 در شاخص آیواتو نسبت به تیلور بالاتر بود و لذا از ضرایب شاخص آیواتو برای تعیین نوع توزیع فضایی و تعداد نمونه مناسب استفاده شد. تعداد نمونه مناسب برای پوره سن یک در روش‌های نمونه‌برداری از برگ، میوه و شاخه با دقت ۰/۲۵ به ترتیب ۲۴/۶۱، ۲۴/۲۹ و ۱۹/۲ محاسبه گردید. در هر سه روش نمونه‌برداری مقدار تغییرات نسبی RV برای پوره سن یک نزدیک ۲۵ و برای حشره کامل نزدیک ۱۰ محاسبه شد. براساس نتایج کلی در برنامه‌های مدیریت آفت می‌توان نمونه‌برداری را روی مرحله پوره سن یک و برای مطالعات اکولوژیک روی حشره کامل انجام داد.
مقاله پژوهشی	
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۲۵	
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۱۲/۲۰	
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۲۰	
تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۱۲/۱۵	
کلیدواژه‌ها:	
آفات مرکبات، نوسانات جمعیت، روش‌های نمونه‌برداری، پراکنش.	

استناد: رنجبر، سمیه و نامور، ایمان (۱۴۰۲). فراز و نشیب جمعیت و الگوی پراکنش فضایی سپردار زرد شرقی مرکبات *Aonidiella orientalis* در جنوب کرمان. نشریه دانش گیاهپزشکی ایران، ۵۴ (۲)، ۳۷۳-۳۸۹. DOI: <https://doi.org/10.22059/IJPPS.2024.370950.1007047>

© نویسندگان.

DOI: <https://doi.org/10.22059/IJPPS.2024.370950.1007047>

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.



## مقدمه

سپردار زرد شرقی مرکبات (*Aonidiella orientalis* Newstead) یکی از مهم‌ترین گونه‌های خسارت‌زای خانواده سپردارها است که برای اولین بار در سال ۱۳۴۰ از جیرفت، بندرعباس و بندرلنگه گزارش شد (Farid, 1993). در جنوب استان کرمان این آفت روی ارقام مختلف مرکبات (گریپ فروت، لیموترش، لیموشیرین، پرتقال و نارنگی) و گیاهان دیگر گزارش شده است (Farid, 1993). خسارت آفت، تغذیه از شیره گیاهی برگ و میوه است که موجب تغییر رنگ و خشکیدگی آن‌ها و نهایتاً ریزش میوه‌های کوچک می‌شود (Safavi, 1987; Badawi & AL-Ahmed, 1990; Astridge & Elder, 2005). پژوهش در زمینه نوسانات فصلی سپردار زرد شرقی مرکبات نشان داده است که فعالیت آفت روی مرکبات در منطقه جیرفت از اواخر اسفند (Farid, 1993) و در فارس از فروردین شروع می‌شود (Khalaf & Sokhansanj, 1992). بیشترین فعالیت آن در ماه‌های اردیبهشت و شهریور است و تا دهه دوم آذرماه ادامه دارد (Farid, 1993). این سپردار در ماه‌های سرد بصورت حشره ماده بالغ در زیر سپر روی برگ زمستان‌گذرانی می‌کند (AL-Ahmed & Badawi, 1991; Ranjbar & Namvar, 2018). پراکنش سپردار زرد شرقی مرکبات توسط مرحله پوره سن یک انجام می‌شود. پوره‌ها پس از یافتن محل مناسب روی گیاه با ترشح سپر ثابت می‌شوند (Astridge & Elder, 2005).

## پیشینه پژوهش

تحقیقات در زمینه تعیین بهترین واحد و اندازه مطلوب نمونه‌گیری از سپردار *Aonidiella aurantii* نشان داده که تجمع آفت روی میوه مرکبات بیشتر از شاخه بوده است. واحدهای نمونه شامل میوه و شاخه ۱۵ سانتی‌متری (دارای دو برگ و یک میوه) به ترتیب مطلوب‌تر از واحد برگ بودند. همچنین اندازه نمونه مطلوب در روش نمونه‌گیری شاخه و میوه در دامنه ۳۴-۱۵ بدست آمد (Song & Meats, 2011). در مطالعه‌ای دیگر مشخص شد تراکم جمعیت *A. orientalis* روی فیکوس (*Ficus nitida*) در بخش‌های بالایی درخت ۱۰ برابر کمتر از سطوح پایینی بوده است. تعداد حشرات بالغ سپردار در فصول بهار، تابستان و زمستان به ترتیب بطور متوسط ۷/۱۵، ۲/۵۹ و ۶/۳۸ سپر روی یک برگ شمارش شده است (AL-Ahmed & Badawi, 1991). مطالعه نوسانات جمعیت *A. orientalis* در عربستان سعودی نشان داد، این آفت دارای چهار نقطه اوج مشخص و چهار نسل (دو نسل بهاره و دو نسل زمستانه) است. اوج جمعیت در ابتدای فصول بهار و پاییز اتفاق افتاد. در فصل تابستان به دلیل درجه حرارت‌های بالا، سطح جمعیت پایین‌تر بود (Badawi & AL-Ahmed, 1990). بررسی فراز و نشیب جمعیت سپردار *A. aurantii* در باغات مرکبات اسپانیا نشان داد حشرات نر این آفت ۴ دوره پرواز در ماه‌های می (اردیبهشت)، اواسط ژوئن تا اواسط جولای (خرداد-تیر)، آگوست (شهریور) و اکتبر (مهر) دارند. بیشترین فراوانی نرهای شکار شده در ماه آگوست (شهریور) اتفاق افتاد. سه دوره اوج از مرحله حساس آفت (پوره سن یک) در اوایل ژوئن (خرداد)، آخر جولای تا اوایل آگوست (تیر-شهریور) و آخر سپتامبر (مهر) مشاهده شد. زمان خروج اولین پوره‌های سن یک آفت در ۲۷ می (اردیبهشت) و ۲۴ روز بعد از اولین پرواز نرها ثبت گردید (Campos-Rivela et al., 2012). نتایج یک تحقیق نشان داد که بیشترین تراکم *A. aurantii* روی میوه و شاخه‌های بالایی و کمترین جمعیت روی شاخه‌های کوچک و برگ‌های مرکبات بوده است (Zhang & Dexiang, 1996). در مطالعه‌ای دیگر مشخص شد جهت تخمین جمعیت سپردار قرمز مرکبات *A. aurantii*، نمونه‌برداری از میوه و شاخه مرکبات به ترتیب بهتر از برگ بوده است. اندازه نمونه مطلوب از شاخه (۱۵ سانتی متری حاوی دو برگ) و میوه (چهار میوه روی یک درخت) در دو جهت جنوبی و غربی درخت بدست آمد (Song et al., 2006). در تحقیقی مشخص شد سپردار زرد شرقی مرکبات *A. orientalis* در مصر دارای سه نسل است. اولین آن در فاصله آوریل-می (فروردین-اردیبهشت)، دومین در جولای-آگوست (تیر-مرداد) و سومین نسل در سپتامبر (شهریور) اتفاق می‌افتد (Mohammad et al., 1999). در مطالعه‌ای نتیجه‌گیری شد که *A. orientalis* در شهر بنگلور هند در تمام طول سال فعال است. پیک جمعیت آن

از نوامبر (آبان) تا ژانویه (دی) بود. نقاط اوج جمعیت این آفت در چهار دسامبر (۱۳ آذر)، پنج فوریه (۱۶ بهمن)، پنج آگوست (۱۵ مرداد) و پنج دسامبر (۱۵ آذر) رخ داد (Sundararaj & Muthukrishnan, 2011).

سپردار زرد شرقی مرکبات یکی از آفات مهم مرکبات در جنوب استان کرمان است و بیشترین خسارت را روی ارقام مختلف مرکبات از جمله انواع پرتقال و گریپ فروت وارد می‌کند. کنترل مناسب این آفت منوط به تعیین زمان اوج خروج پوره‌های سن یک و کاربرد آفت‌کش‌ها در آن زمان است. تعیین زمان مذکور مستلزم نمونه‌برداری‌های منظم هفتگی و حتی روزانه از درختان و بررسی روند جمعیت آن می‌باشد. در این شرایط شناخت دوره‌های اوج جمعیت آفت و تعیین مناسب‌ترین واحد و اندازه نمونه‌برداری که با بیشترین میزان دقت امکان برآورد تراکم جمعیت آفت را فراهم نماید، نقش بسیار مهمی در اخذ تصمیمات مدیریتی برای این آفت دارد. لذا این پژوهش با اهداف بررسی دوره‌های فراز و نشیب جمعیت سپردار زرد شرقی مرکبات، تعیین نوع پراکنش فضائی آن و تعداد نمونه مناسب به منظور تعیین زمان مناسب کنترل آفت به مدت دو سال انجام شد.

## روش‌شناسی پژوهش

### محل و زمان اجرای تحقیق

این مطالعه در یک باغ مرکبات رقم گریپ فروت مارش واقع در شهرستان عنبرآباد با موقعیت جغرافیایی ۲۸,۴۴۳۶ و ۵۸۳۸۹۵,۸۷۹ و ارتفاع ۵۹۸/۶۷ متر از سطح دریا انجام شد. بیشینه و کمینه دمای این منطقه به ترتیب ۴۶ و ۵ درجه سلسیوس ثبت شده است. سن درختان این باغ ۱۰ سال است که به فواصل ۷×۷ مترکشت شده‌اند. سیستم آبیاری قطره‌ای و فاصله این باغ از باغات ارقام دیگر مرکبات یک کیلومتر است.

### برنامه نمونه برداری

در این برنامه دو مرحله رشدی پوره سن یک و حشرات بالغ زیر سپر مورد بررسی قرار گرفتند که نمونه برداری از آن‌ها به صورت مشاهده برگ، میوه و شاخه و به صورت زیر انجام شد.

### شیوه نمونه برداری از مراحل پوره سن یک و حشرات بالغ زیر سپر

در نمونه‌گیری از برگ‌ها به منظور شمارش پوره سن یک، ابتدا تعداد ۵۰ برگ متوسط از بخش داخلی ۱۰ درخت از ارتفاع یک متری از سطح زمین و در همه جهات به صورت کاملاً تصادفی جمع‌آوری شد. سپس میانگین و انحراف معیار نمونه را بدست آورده و بر اساس آن اندازه نمونه با استفاده از رابطه (۱) تعیین شد.

در نمونه‌گیری از میوه‌ها نیز برای شمارش پوره سن یک، ۵۰ میوه متوسط از بخش داخلی و بیرونی ۱۰ درخت از ارتفاع یک متری از سطح زمین و در همه جهات به صورت تصادفی جمع‌آوری و میانگین و انحراف معیار نمونه محاسبه گردید سپس طبق آن اندازه نمونه توسط رابطه (۱) تعیین شد (Southwood & Henderson, 2000).

$$N = \left( \frac{ts}{dm} \right)^2 \quad \text{رابطه (۱)}$$

در این رابطه  $m$  برابر با میانگین نمونه،  $s$  انحراف معیار نمونه و  $d$  دقت مورد نظر برابر ۰/۱ در نظر گرفته شد. در نمونه‌گیری از شاخه تعداد ۵۰ شاخه ۱۵ سانتی متری دارای دو برگ و یک میوه از بخش داخلی و بیرونی ۱۰ درخت از ارتفاع یک متری از سطح زمین و در همه جهات به طور کاملاً تصادفی انتخاب گردید و مانند دو روش قبل ابتدا میانگین و انحراف معیار نمونه محاسبه گردید سپس بر اساس آن اندازه نمونه با رابطه (۱) تعیین شد (Southwood & Henderson, 2000).

پس از تعیین اندازه نمونه، تعداد ۲۱ درخت هم سن و یکسان از نظر رقم در نظر گرفته و به ۳ دسته ۷ تایی تقسیم شد و در هر دسته یکی از واحدهای نمونه‌برداری اعمال شد. به طوری که در یکی از دسته‌ها واحد نمونه‌برداری برگ بوده و در هر

نوبت از هر درخت تعداد برگ مشخص شده از ۴ جهت جغرافیایی، در دسته دوم واحد نمونه برداری میوه و در هر نوبت از هر درخت تعداد میوه تعیین شده از چهار جهت جغرافیایی و در دسته سوم واحد نمونه برداری شاخه لحاظ شد و هر نوبت از هر درخت تعداد مشخص شده شاخه ۱۵ سانتی متری دارای دو برگ و یک میوه انتخاب گردید. نمونه‌ها با ثبت مشخصات به آزمایشگاه منتقل شد و در هر نوبت تعداد پوره سن یک حشرات بالغ زیر سپر شمارش و ثبت شد. نمونه برداری از پوره سن یک به علت دوره کوتاه فعالیت قبل از استقرار روی اندام گیاه طی دوره‌های سه روزه، پس از ظهور این مرحله از نیمه فروردین تا نیمه شهریور طی دو سال متوالی (۱۳۹۹-۱۴۰۰ و ۱۴۰۱-۱۴۰۰) انجام شد. نمونه‌گیری از مرحله حشره بالغ در طول فعالیت آفت از ۱۵ اسفند تا ۱۵ اسفند سال بعد به صورت هفتگی در دو سال متوالی انجام گردید. نمودارهای نوسانات جمعیت دو مرحله زیستی سپردار زرد شرقی مرکبات توسط نرم‌افزار Excell ترسیم شدند.

### مقایسه روش‌های نمونه‌گیری

در ابتدا به منظور نرمال کردن، در داده‌ها تغییر شکل (Log x+2) انجام شد. سپس پارامترهای مربوط به تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از رابطه‌های ۲-۵ محاسبه شدند (Alison et al., 1992; Todd et al., 1998).

$$RV = \left( \frac{S_E}{m} \right) 100 \quad \text{رابطه ۳} \quad S_E = \frac{S_d}{\sqrt{n}} \quad \text{رابطه ۲}$$

$$RNP_2 = \frac{100}{RV \times C_2} \quad \text{رابطه ۵} \quad RNP_1 = \frac{100}{RV \times C_1} \quad \text{رابطه ۴}$$

در این معادلات  $S_d$  برابر با انحراف معیار نمونه‌ها،  $n$  برابر با تعداد نمونه،  $m$  برابر با میانگین نمونه و  $C_1$  و  $C_2$  برابر با هزینه و زمان نمونه برداری هستند که برای روش‌های نمونه‌گیری برگ، میوه و شاخه به ترتیب ۸۰۰۰، ۸۰۰۰ و ۱۰۰۰۰ ریال هزینه در هر نوبت نمونه برداری و ۰/۵، ۰/۵ و ۱ ساعت زمان در هر نوبت نمونه برداری برآورد شدند.

در برنامه‌های مدیریت آفات، اگر  $RV$  یک روش نمونه برداری برابر با ۲۵ یا نزدیک به آن باشد، رضایت بخش است. همچنین هرچقدر  $RNP$  (دقت خالص نسبی) بزرگ‌تر باشد، مناسب‌تر است (Todd et al., 1998). از سوی دیگر، در مطالعات اکولوژیک اگر  $RV$  یک روش نمونه برداری برابر با ده یا کوچک‌تر از آن باشد، مطلوب است. در حالی که هرچقدر  $RNP$  بزرگ‌تر باشد، مناسب‌تر خواهد بود (Willson, 1991). بر اساس داده‌های حاصل از نمونه برداری، تغییرات جمعیت حشره در مراحل پوره و بالغ مورد بررسی قرار گرفت.

### برآورد پراکنش فضایی

#### الف: شاخص‌های پراکنش

پراکنش فضایی و الگوی پخش مراحل پوره سن یک و حشره بالغ در سال‌های زراعی ۱۳۹۹-۱۴۰۱ و ۱۴۰۲-۱۴۰۱ به طور جداگانه با استفاده از شاخص‌های پراکنش  $I_d$ ، موریتا (Morista index)، Taylor و Iwao تعیین شد (Southwood & Henderson, 2000).

۱- شاخص پراکنش ( $I_d$ ): این شاخص با استفاده از روابط ۸-۶ محاسبه گردید.

$$v = n - 1 \quad \text{رابطه ۸} \quad Z = \sqrt{2I_d} - \sqrt{(2v-1)} \quad \text{رابطه ۷} \quad I_d = (n-1) \frac{S^2}{m} \quad \text{رابطه ۶}$$

در این روابط  $S$  انحراف معیار،  $m$  میانگین و  $n$  تعداد نمونه می باشد. همچنین  $Z$  به صورت زیر برای آزمون شاخص مورد استفاده قرار می گیرد: اگر  $-1.96 \leq Z \leq +1.96$  توزیع تصادفی،  $Z < -1.96$  توزیع یکنواخت و  $Z > 1.96$  توزیع تجمعی خواهد بود.

۲- شاخص Morisita ( $I_\delta$ ): این شاخص با استفاده از روابط ۹-۱۰ محاسبه گردید.

$$I_\delta = \frac{n \sum x_i(x_i - 1)}{N(N-1)} \quad (\text{رابطه ۹}) \quad Z = \frac{I_\delta - 1}{\left(\frac{2}{nm^2}\right)^{1/2}} \quad (\text{رابطه ۱۰})$$

در این روابط  $m$  میانگین تراکم حشره در برگ در هر بار نمونه برداری،  $n$  تعداد واحدهای نمونه و  $N$  تعداد کل افراد موجود در هر واحد نمونه می باشند. از مقدار  $Z$  محاسبه شده برای آزمون شاخص استفاده می شود به طوری که اگر  $|Z| > z(\alpha/2)$  آنگاه توزیع تجمعی و اگر  $|Z| < z(\alpha/2)$  آنگاه توزیع تصادفی خواهد بود (Pedigo & Buntin, 1994).

۳- قانون Taylor

$$S^2 = am^b \quad \text{یا} \quad \log S^2 = \log a + b \log m \quad (\text{رابطه ۱۱})$$

در این رابطه  $S^2$  واریانس،  $a$  فاکتوری است که به اندازه نمونه مربوط می شود و  $b$  شیب خط رگرسیون بین واریانس و میانگین بوده و شاخص تجمع می باشد. اگر  $b=1$  توزیع تصادفی و اگر  $b > 1$  یا  $b < 1$  در این صورت توزیع به ترتیب تجمعی یا یکنواخت خواهد بود.

۴- شاخص Iwao

عبارت است از رابطه بین میانگین شاخص تجمع ( $m^*$ ) و میانگین ( $m$ ) که به صورت معادله  $m^* = a + \beta m$  بیان می شود. پارامتر  $a$  در صورت مثبت بودن تمایل به تجمع و در صورت منفی بودن تمایل به تفرق را نشان می دهد. پارامتر  $\beta$  مشخصه توزیع فضایی حشره بوده و مشابه ضریب  $b$  در قانون تیلور است. برای آزمون معنی داری اختلاف ضرایب  $b$  تیلور و  $\beta$  آیواتو با صفر، از مقادیر  $F$  و  $P$  به دست آمده از معادلات رگرسیونی استفاده شد. همچنین برای آزمون اختلاف این ضرایب با عدد یک، آماره  $t$  (رابطه ۱۲) با درجه آزادی  $n-1$  مورد استفاده قرار گرفت.

$$t = (\text{slope} - 1) / SE_{\text{slope}} \quad (\text{رابطه ۱۲})$$

در این معادله رابطه Slope و  $SE_{\text{slope}}$  به ترتیب ضرایب تیلور یا آیواتو و خطای استاندارد آن ها در معادلات رگرسیونی می باشند (Southwood & Henderson, 2000).

**تعیین تعداد نمونه مطلوب:** برای محاسبه تعداد نمونه برداری مطلوب از رابطه ۱۳ استفاده شد:

$$N = \left(\frac{Z_{\alpha/2}}{d}\right)^2 am^{b-2} \quad (\text{رابطه ۱۳})$$

$b$  شیب خط رگرسیون،  $a$  محل تلاقی خط رگرسیون با محور  $Y$ ،  $m$  میانگین هر مرحله رشدی،  $d$  میزان خطای قابل پذیرش است و  $t$  به عنوان  $t$ -student جدول بر حسب درجه آزادی تعداد نمونه مشخص می شود. تعداد نمونه با میزان دقت ۰/۲۵ و ۰/۱ محاسبه گردید. خطای ۰/۲۵ برای مطالعات مدیریتی و ۰/۱ برای مطالعات اکولوژی مطلوب است. آماره ها توسط نرم افزار SPSS محاسبه شدند.

## نتایج

نوسانات جمعیت پوره سن یک و حشرات کامل سپردار زرد شرقی مرکبات در طی دو سال متوالی ۱۳۹۹-۱۴۰۰ و ۱۴۰۱-۱۴۰۰ روی برگ، میوه و شاخه بررسی و در شکل های ۱ و ۲ نشان داده شده است. بر اساس نتایج آزمایش های مقدماتی و

زمان ظهور پوره‌های سن یک سپردار زرد شرقی، روند تغییرات جمعیت این مرحله در هر دو سال از اواسط فروردین آغاز گردید که این زمان به علت شروع فعالیت تخم‌گذاری حشرات کامل زمستان‌گذران این آفت در این دوره می‌باشد. همان گونه که ملاحظه می‌شود، اوج جمعیت پوره سن یک در روش نمونه‌برداری از برگ در اواخر فروردین (۱۸ آوریل) با میانگین‌های ۹ و ۱۱ پوره ۱۰ و ۱۱ پوره روی میوه و ۱۲ و ۱۱ پوره روی شاخه به ترتیب برای سال‌های ۱۳۹۹-۱۴۰۰ و ۱۴۰۱-۱۴۰۰ ثبت شد. پس از آن، به دلیل یافتن محل مناسب استقرار و تثبیت پوره‌ها روی اندام‌های گیاه، پوره‌ای مشاهده نشد. به عبارت دیگر، فعالیت حرکتی پوره‌ها روی گیاه میزبان با ترشح سپر متوقف و ثابت شدند. اوج بعدی جمعیت در اواسط اردیبهشت (محدوده تاریخ ۱۶-۱۷ اردیبهشت) مشاهده گردید. بیشترین جمعیت پوره سن یک در اواسط شهریور (۵ سپتامبر) با میانگین‌های ۱۱ و ۱۲ حشره در نمونه‌برداری از برگ، ۱۲ و ۱۳ پوره در ۱۷ شهریور روی هر میوه و ۱۰ و ۱۴ پوره در نمونه‌برداری از شاخه به ترتیب برای سال‌های ۱۳۹۹-۱۴۰۰ و ۱۴۰۱-۱۴۰۰ مشاهده شد (شکل ۱). طبق نتایج حاصل جمعیت حشرات کامل در انتهای اسفند کم بود. با افزایش درجه حرارت محیط به تدریج افزایش یافت به طوری که اوج جمعیت حشره در اواخر فروردین (۱۸ آوریل) به ترتیب با میانگین‌های ۱۸ و ۲۱ و سپس در انتهای خرداد (۱۹ ژوئن) ۳۳ و ۳۴ حشره در نمونه‌برداری از برگ طی سال‌های ۱۳۹۹-۱۴۰۰ و ۱۴۰۱-۱۴۰۰ مشاهده گردید. در تاریخ ۳۰ شهریور (۲۰ سپتامبر) یک دوره اوج دیگر از حشرات کامل در روش نمونه‌برداری از برگ ثبت گردید. در نمونه‌برداری از میوه بیشترین جمعیت حشره کامل در تاریخ‌های ۱۵ و ۳۱ اردیبهشت (۴ می) با میانگین‌های ۱۸ و ۲۰ حشره کامل به ازای هر میوه، سپس در اواخر خرداد (۱۹ ژوئن) ۳۰ و ۳۱ حشره کامل به ازای هر میوه و اواخر شهریور (۲۰ سپتامبر) به ترتیب ۳۲ و ۳۱ حشره به ازای هر میوه در دو سال متوالی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ و ۱۴۰۱-۱۴۰۰ ثبت شد. در روش نمونه‌برداری از شاخه مشخص شد جمعیت نسبی از حشرات کامل روی شاخه درختان میزبان شامل برگ و میوه بوده است که به تدریج با گرم شدن هوا افزایش یافته است. نقاط اوج جمعیت حشرات کامل در نمونه‌برداری از شاخه در اواخر فروردین (۱۸ آوریل)، با میانگین‌های ۲۲ و ۲۴ حشره کامل بعد از آن اواخر اردیبهشت (۲۰ می) با میانگین‌های ۲۴ و ۲۶ حشره کامل به ازای واحد نمونه برداری برای دو سال متوالی مشاهده شد. سپس نقاط فزونی جمعیت در اواسط تیر (۵ جولای)، اواسط شهریور (۵ سپتامبر) و اواسط آبان (۵ نوامبر) ثبت شد. پس از این تاریخ جمعیت رو به کاهش بود (شکل ۲).

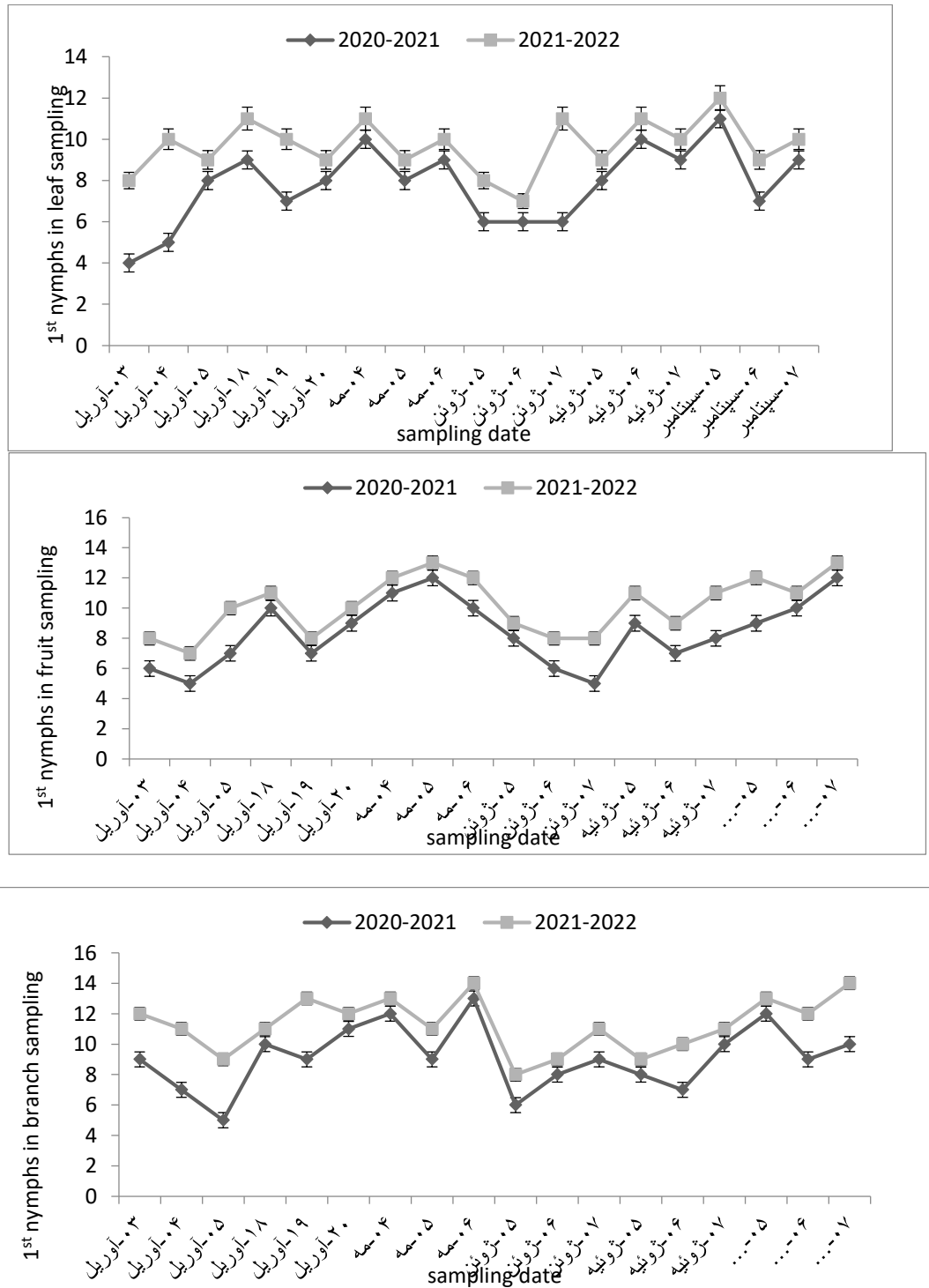
### مقایسه روش‌های نمونه برداری

نتایج به دست آمده از مقایسه سه روش نمونه‌برداری از برگ، میوه و شاخه در جدول ۱ ارائه شده است. طبق نتایج در روش نمونه‌برداری از برگ، برای مرحله پوره سن یک مقدار تغییرات نسبی (RV) و  $RNP_1$  و  $RNP_2$  در سال اول به ترتیب ۲۶/۴۵، ۰/۴ و ۷/۵۶ و در سال دوم ۲۵/۵۶، ۰/۴۹ و ۷/۸۲ بدست آمده است، لذا روش نمونه‌برداری از برگ جهت مدیریت پوره سن یک مطلوب است. در روش نمونه‌برداری از میوه و شاخه برای پوره سن یک مقدار تغییرات نسبی (RV) به ترتیب ۲۴/۷۸ و ۳۰/۷۹ در سال اول و ۲۷/۵ و ۲۹/۳۵ در سال دوم محاسبه شد که برای برنامه‌های مدیریت آفت، این مرحله زیستی مطلوب بود. مقادیر  $RNP_1$  و  $RNP_2$  برای مرحله پوره سن یک در سه روش نمونه برداری از برگ، میوه و شاخه نشان داد نمونه‌برداری از میوه برای پوره سن یک شیوه مناسب‌تری از جنبه‌های بیشترین دقت، کمترین هزینه و کمترین زمان نسبت به دو روش نمونه‌برداری دیگر بوده است. شیوه نمونه برداری از شاخه وقت‌گیرترین روش برای پوره سن یک بود.

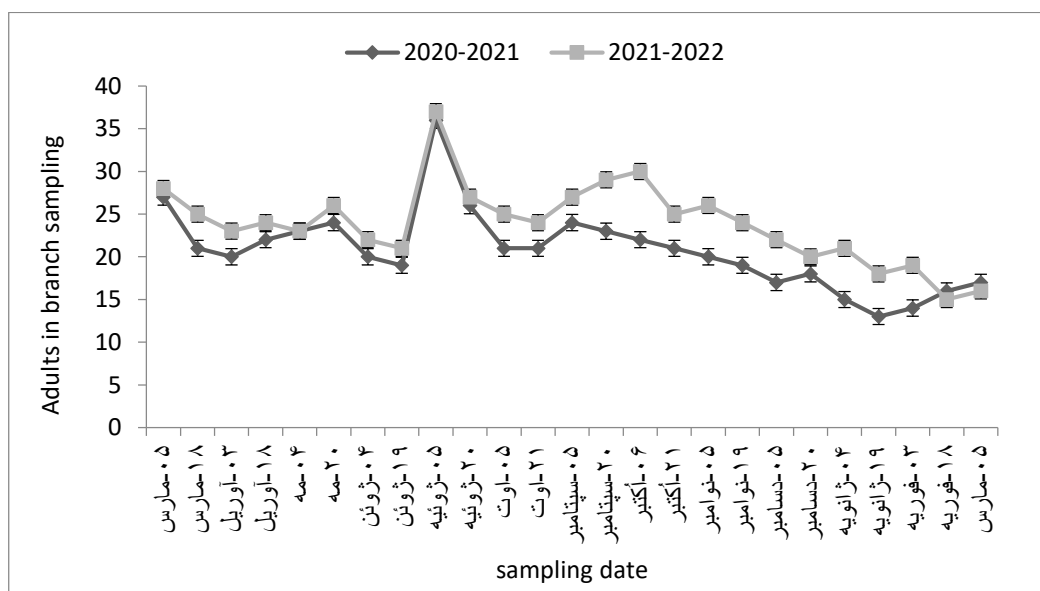
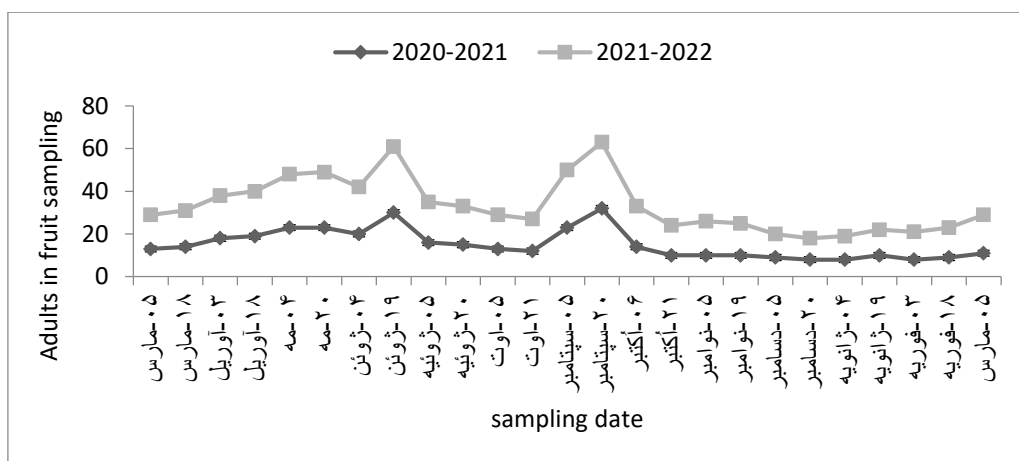
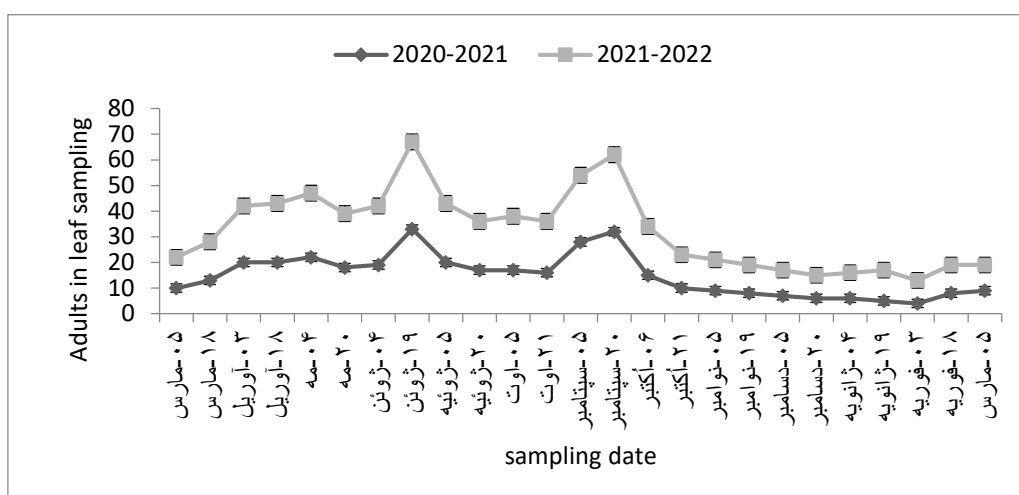
برای مرحله حشره کامل در شیوه‌های نمونه‌گیری از برگ، میوه و شاخه مقدار RV در سال اول به ترتیب ۷/۷۳، ۸/۰۳ و ۷/۶۱ و در سال دوم ۸/۲۴، ۸/۶ و ۹/۳ محاسبه گردید که از نظر مطالعات اکولوژیک روش مناسب‌تری از جنبه بیشترین دقت (۰/۲۵) بود. در روش نمونه‌گیری از برگ برای مرحله حشره کامل مقادیر  $RNP_1$  در سال اول ۱/۶۲ و در سال دوم ۱/۵۱ بدست آمد که از کمترین هزینه مطلوب‌تر از دو روش دیگر بود. علاوه بر آن، مقادیر  $RNP_2$  در روش نمونه‌برداری از برگ در سال اول و دوم به ترتیب ۲۵/۹ و ۲۴/۲۷ محاسبه شد و نشان داد این روش از نظر صرفه جویی در وقت برای نمونه برداری از



مرحله حشره کامل قابل قبول تر از دو روش دیگر بوده است. روش نمونه برداری از شاخه برای حشرات کامل وقت گیرترین روش بود (جدول ۱).



شکل ۱. نوسانات جمعیت پوره سن یک سپردار زرد شرقی مرکبات در روش‌های نمونه‌برداری از برگ، میوه و شاخه در سال‌های ۱۳۹۹-۱۴۰۰ و ۱۴۰۰-۱۴۰۱.



شکل ۲. نوسانات جمعیت حشرات کامل سپردار زرد شرقی مرکبات در روش‌های نمونه‌برداری از برگ، میوه و شاخه در سال‌های ۱۳۹۹-۱۴۰۰ و ۱۴۰۱-۱۴۰۰

### پراکنش فضایی سپردار زرد شرقی مرکبات براساس شاخص‌های پراکنش

آماره‌های حاصل از معادلات رگرسیونی تیلور در جدول ۲ ارائه شده است طبق این نتایج مقادیر  $F$  و  $t$  برای مراحل پوره سن یک و حشره کامل زیر سپر در سه روش نمونه‌برداری (برگ، میوه و شاخه) در سطح احتمال ۱ یا ۵ درصد معنی‌دار بود و ضرایب تبیین نیز در حد بالایی قرار داشتند. ضریب تیلور (b) برای مرحله پوره سن یک در دو روش نمونه‌برداری از برگ و میوه تقریباً عدد یک و لذا پراکنش تصادفی بود. در نمونه‌برداری از شاخه مقدار ضریب b کمتر از عدد یک محاسبه و نوع پراکنش یکنواخت مشخص شد. در مورد حشره کامل در نمونه‌برداری از برگ و میوه ضریب (b) تیلور بیشتر از یک و لذا پراکنش تجمعی تعیین شد. بر اساس ضریب b شاخص تیلور پراکنش حشره کامل در نمونه‌برداری از شاخه یکنواخت بود. مقدار ضریب تبیین  $R^2$  محاسبه شده نشان داد به ترتیب ۹۳ و ۸۶ درصد تغییرات واریانس نمونه‌برداری از مراحل پوره سن یک و حشره کامل به ترتیب از روی تغییرات میانگین تعداد آن‌ها قابل پیش بینی است (جدول ۲).

جدول ۱. مقایسه روش‌های نمونه‌گیری مختلف از نظر دقت، هزینه و سرعت در سال‌های ۱۴۰۱-۱۴۰۰ و ۱۳۹۹-۱۴۰۰

سال	روش نمونه برداری	مرحله زیستی	میانگین $\pm$ Se	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	تغییرات نسبی	RNP <sub>1</sub>	RNP <sub>2</sub>
۱۳۹۹-۱۴۰۰	برگ	پوره سن یک	۲/۰±۵۲/۶۶	۸	۰/۵	۲۶/۴۵	۰/۴۷	۷/۵۶
		حشره کامل	۱۹/۱±۶۴/۵۱	۸	۰/۵	۷/۷۳	۱/۶۲	۲۵/۹۰
	میوه	پوره سن یک	۱/۰±۸۸/۴۶	۸	۰/۵	۲۴/۷۸	۰/۵۰	۸/۰۷
		حشره کامل	۱۹/۱±۰۸/۵۳	۸	۰/۵	۸/۰۳	۱/۵۶	۲۴/۹۳
۱۴۰۰-۱۴۰۱	شاخه	پوره سن یک	۵/۱±۷۱/۹۸	۱۰	۱	۳۰/۷۹	۰/۳۲	۳/۲۴
		حشره کامل	۲۳/۰±۵۴/۹۲	۱۰	۱	۷/۶۱	۱/۳۱	۱۳/۱۴
	برگ	پوره سن یک	۳/۰±۲۶/۷۱	۸	۰/۵	۲۵/۵۶	۰/۴۹	۷/۸۲
		حشره کامل	۲۰/۱±۸۵/۹۸	۸	۰/۵	۸/۲۴	۱/۵۱	۲۴/۲۷
۱۴۰۰-۱۴۰۱	میوه	پوره سن یک	۲/۰±۵۰/۲۵	۸	۰/۵	۲۴/۵	۰/۵۱	۸/۱۶
		حشره کامل	۲۱/۱±۵۰/۰۲	۸	۰/۵	۸/۶	۱/۴۶	۲۳/۲۵
	شاخه	پوره سن یک	۶/۱±۵۵/۵	۱۰	۱	۲۹/۳۵	۰/۳۴	۳/۴۰
		حشره کامل	۲۵/۰±۶۰/۸۵	۱۰	۱	۹/۳	۱/۰۷	۱۰/۷۵

(d) دقت = ۰/۲۵؛ M: میانگین؛ Se: خطای استاندارد؛ C<sub>1</sub>: هزینه نمونه‌برداری (هزار ریال)؛ C<sub>2</sub>: زمان نمونه‌برداری (ساعت)؛ RNP: دقت خالص نسبی

جدول ۲. ضرایب پراکنش فضایی مراحل رشدی سپردار زرد شرقی مرکبات با استفاده از مدل رگرسیونی تیلور

روش نمونه برداری	مرحله زیستی	F	t	b±se	a±se	r <sup>2</sup>	نوع پراکنش
برگ	پوره سن یک	۱۵۶/۹۳**	۱۲/۵۲	۱±۰/۰۷۳	۰/۰۵۷±۰/۰۳۵	۰/۹۲	تصادفی
	حشره کامل	۱۲۰/۸۱*	۱/۶۹	۱/۵۳±۰/۳۱	۰/۲۸±۰/۴۰۱	۰/۸۵	تجمعی
میوه	پوره سن یک	۱۱۳/۱۲**	۱۰/۶۳	۰/۹۹۸±۰/۰۹۳	۰/۰۴۴±۰/۰۱۶	۰/۸۹	تصادفی
	حشره کامل	۷۰/۵۷*	۲/۷۵	۱/۸۱±۰/۲۹	۰/۲۶±۰/۳۷	۰/۸۷	تجمعی
شاخه	پوره سن یک	۹۴/۲۷**	۹/۷۱	۰/۷۱±۰/۰۷۴	۰/۰۸۶±۰/۰۱	۰/۹۳	یکنواخت
	حشره کامل	۴۳۲/۹۹*	۶/۵۸	۰/۵۸±۰/۰۸۸	۰/۲۷±۰/۰۷	۰/۸۷	یکنواخت

\*\* و \* معنی‌داری در سطح احتمال یک و پنج درصد؛ a و b ضرایب مدل تیلور؛ r<sup>2</sup> ضریب تبیین؛ Se خطای استاندارد

بر اساس آماره‌های حاصل از معادلات آیواتو مقدار  $F$  و  $t$  برای مراحل رشدی پوره سن یک و حشره کامل در سه روش نمونه‌برداری در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بوده و ضرایب تبیین نیز در سطح مطلوب قرار داشته است. در نمونه‌برداری از

برگ، میوه و شاخه مقدار ضریب  $\beta$  آیوآئو برای مرحله پوره سن یک و لذا نوع پراکنش تصادفی مشخص شد. در مرحله حشره کامل در شیوه‌های نمونه‌گیری از برگ و میوه ضریب  $\beta$  بیشتر از ۱ بود، بنابراین نوع پراکنش تجمعی تعیین گردید. در روش شاخه پراکنش حشره کامل تصادفی بود. مقدار ضریب تبیین ( $R^2$ ) نشان داد که ۹۹ درصد تغییرات واریانس با میانگین تعداد حشره در هر دو مرحله پوره و بالغ مرتبط می‌باشد (جدول ۳).

نتایج حاصل از شاخص‌های مورستا ( $I_d$ )، شاخص پراکنش ( $I_d$ ) و نسبت واریانس به میانگین ( $S^2/m$ ) در مورد پوره سن یک با نتایج شاخص تیلور و آیوآئو مطابقت داشتند و پراکنش فضایی این مرحله براساس آماره‌های محاسبه شده در سه روش نمونه‌گیری در بیشتر تاریخ‌های نمونه‌برداری تصادفی مشخص شد. در مورد حشرات کامل پراکنش فضایی در زمان‌های نمونه‌برداری، برای سه روش نمونه‌گیری بیشتر تجمعی مشخص شد (جدول ۴).

جدول ۳. ضرایب پراکنش فضایی مراحل رشدی سپردار زرد شرقی مرکبات با استفاده از مدل رگرسیونی آیوآئو

نوع پراکنش	$r^2$	$\alpha \pm se$	$\beta \pm se$	t	F	مرحله زیستی	روش نمونه برداری
تصادفی	۰/۹۹۱	۰/۱۶±۰/۰۹۸	۰/۹۸۹±۰/۰۳	۸/۳۶	۱۴۷/۲**	پوره سن یک	برگ
تجمعی	۰/۹۹۳	۰/۲۰۹±۰/۰۴۵	۱/۹۹±۰/۰۲۲	۵/۸۵	۲۱۰/۳*	حشره کامل	برگ
تصادفی	۰/۹۸۱	۰/۱۱±۰/۰۱	۱/۰۰۱±۰/۰۹۳	۲۷/۱۲	۷۳۵/۳۱**	پوره سن یک	میوه
تجمعی	۱	۰/۶۳±۰/۰۰۹	۱/۹۹±۰/۰۲۹	۹/۴۲	۴۳۸/۶*	حشره کامل	میوه
تصادفی	۰/۹۹۹	۰/۱۸±۰/۰۰۹	۰/۹۹۷±۰/۰۰۹	۱۱/۴۵	۱۲۴/۲**	پوره سن یک	شاخه
تصادفی	۰/۹۹	۰/۸±۰/۰۲	۱±۰/۰۰۹	۱۰/۸	۱۷۵/۵**	حشره کامل	شاخه

\*\* و \* معنی‌داری در سطح احتمال یک و پنج درصد؛  $\alpha$  و  $\beta$  ضرایب مدل تیلور؛  $r^2$  ضریب تبیین؛ Se خطای استاندارد

جدول ۴. درصد مطابقت فراوانی جمعیت مراحل رشدی سپردار زرد شرقی مرکبات با سه نوع پراکنش توسط شاخص‌های مورستا،  $I_d$  و  $S^2/m$  در تاریخ‌های نمونه‌برداری

مرحله زیستی	روش نمونه برداری	شاخص‌های پراکنش					
		$I_d$		$S^2/m$		مورستا	
		تجمعی	یکنواخت	تجمعی	تصادفی	تجمعی	تصادفی
برگ		۰	۰	۳۸/۲۵	۶۱/۷۵	۶/۲۵	۹۳/۷۵
پوره سن یک		۰	۶/۲۵	۴۰/۵	۵۹/۵	۱۲/۵	۸۷/۵
میوه		۱۸/۷۵	۰	۸۱/۲۵	۵۴/۵	۲۵	۷۵
شاخه		۷۵	۰	۲۵	۵۸/۲۵	۴۱/۷۵	۳۱/۲
برگ		۸۱/۲۵	۰	۱۸/۷۵	۶۳/۲	۳۶/۸	۸۷/۵
میوه		۱۲/۵	۰	۸۷/۵	۳۷/۹	۶۲/۱	۶۲/۵
حشره کامل		۳۷/۵	۰	۸۷/۵	۳۷/۹	۶۲/۱	۶۲/۵
شاخه		۳۷/۵	۰	۸۷/۵	۳۷/۹	۶۲/۱	۶۲/۵

$S^2/m$ : واریانس بر میانگین

تعداد نمونه لازم محاسبه شده برای تصمیم‌گیری در برنامه‌های نمونه‌برداری با دو مقدار دقت ۰/۲۵ و ۰/۱ در جدول ۵ نشان داده شده است. تعداد نمونه لازم برای برآورد تراکم جمعیت پوره سن یک و حشرات بالغ سپردار زرد شرقی مرکبات به دقت مورد انتظار و میانگین جمعیت بستگی داشت. مقادیر ضریب تبیین ( $R^2$ ) محاسبه شده توسط شاخص آیوآئو در مقایسه با شاخص تیلور بزرگتر بود و مشخص شد پراکنش این آفت با شاخص آیوآئو مطابقت بیشتری دارد، لذا جهت برآورد تعداد نمونه لازم (N) برای مراحل رشدی سپردار زرد شرقی از ضرایب رگرسیونی آیوآئو با دو میزان دقت ۰/۲۵ و ۰/۱ استفاده شد (جدول ۵).

در میزان دقت ۰/۲۵، تعداد نمونه لازم برای برآورد میانگین جمعیت پوره سن یک از ۵۰ برگ در تراکم ۱۴/۵ پوره در هر برگ تا ۲۴/۶۱ عدد برگ و برای حشرات کامل از ۵۰ برگ در تراکم ۲۵ حشره در هر برگ تعداد ۱۵/۰۵ عدد برگ محاسبه گردید. در روش نمونه برداری از میوه در میزان دقت ۰/۲۵، تعداد نمونه لازم برا تخمین میانگین جمعیت پوره سن یک از ۵۰ میوه در تراکم ۱۰/۴ پوره در هر میوه تا ۲۴/۲۹ میوه و برای حشره کامل از ۵۰ میوه در تراکم ۲۳/۶ حشره در هر میوه تا ۴۵/۴۳ میوه بدست آمد. تعداد نمونه لازم با دقت ۰/۲۵ برای پوره از ۵۰ شاخه (حاوی دو برگ و یک میوه) با تراکم ۱۳/۵ پوره روی هر واحد شاخه تا ۱۹/۲ عدد شاخه و برای حشرات کامل از ۵۰ شاخه با تراکم ۲۹ حشره روی هر واحد شاخه به مقدار ۴۷/۳ حشره تخمین زده شد. تعداد نمونه لازم برای برآورد میانگین جمعیت مرحله پوره سن یک با دقت ۰/۱ در سه روش نمونه برداری برگ، میوه و شاخه به ترتیب ۲۸/۸۳، ۲۶/۸۷ و ۲۳/۲۴ محاسبه گردید. برای مرحله حشره کامل تعداد نمونه لازم با میزان دقت ۰/۱ در روش‌های نمونه برداری از برگ، میوه و شاخه به ترتیب ۹۳/۷۸، ۸۳/۹۵ و ۵۱/۴۹ بدست آمد (جدول ۵).

جدول ۵. تعداد نمونه مناسب برای مراحل رشدی سپردار زرد شرقی مرکبات توسط ضرایب آیوانو

روش نمونه برداری	مرحله زیستی	میانگین	$\beta$	$\alpha$	دقت	t	N
برگ	پوره سن یک	۲/۵۲	۰/۹۸	۰/۱۶	۰/۲۵	۲/۱۳	۲۴/۶۱
					۰/۱	۲/۱۳	۲۸/۸۳
میوه	حشره کامل	۱۹/۶۴	۱/۹۹	۰/۲۱	۰/۲۵	۲/۱۳	۱۵/۰۵
					۰/۱	۲/۱۳	۹۳/۷۸
شاخه	پوره سن یک	۱/۸۹	۱/۰۱	۰/۱۱	۰/۲۵	۲/۱۳	۲۴/۲۹
					۰/۱	۲/۱۳	۲۶/۸۷
برگ	حشره کامل	۱۹/۰۹	۱/۹۹	۰/۶۳	۰/۲۵	۲/۱۳	۴۵/۴۳
					۰/۱	۲/۱۳	۸۳/۹۵
میوه	پوره سن یک	۵/۷۱	۰/۹۷	۰/۱۸	۰/۲۵	۲/۱۳	۱۹/۲
					۰/۱	۲/۱۳	۲۳/۲۴
شاخه	حشره کامل	۲۳/۱۴	۱	۰/۸	۰/۲۵	۲/۱۳	۴۷/۳
					۰/۱	۲/۱۳	۵۱/۴۹

$\alpha$  و  $\beta$ : ضرایب آیوانو؛ t: استیودنت جدول؛ N: تعداد نمونه

## بحث

مطالعه نوسانات جمعیت سپردار زرد شرقی مرکبات در دوره نمونه برداری نشان داد که فعالیت آفت از اواخر اسفند شروع می‌شود و به تدریج تا اواسط فروردین افزایش می‌یابد. دوره‌های اوج جمعیت پوره سن یک روی برگ در اواسط فروردین و اواسط اردیبهشت و اواسط شهریور مشاهده گردید. پس از آن انبوهی جمعیت آن در اواسط مرداد و اواخر شهریور رخ داد. بیشترین تراکم جمعیت حشرات کامل سپردار اواخر خرداد و شهریور که پس از استقرار پوره‌های سن یک روی سطح گیاه بوده است. مشاهده چندین دوره اوج جمعیت این حشره نشان داد این حشره دارای نسل‌های متعدد است. این مطلب با نتایج محمد و همکاران (Mohammad *et al.*, 1999) که گزارش کردند دوره‌های اوج جمعیت سپردار زرد شرقی مرکبات در ماه‌های فروردین- اردیبهشت، تیر-مرداد و شهریور اتفاق می‌افتد، مطابقت می‌کند. محققین دیگر نیز بیان کردند فعالیت این حشره از اوایل بهار شروع می‌شود و زمان‌های اوج جمعیت آن اواسط اردیبهشت، مرداد، شهریور و مهر رخ می‌دهد (Badawi & AL-Farid, 1993). (Farid, 1993) سپردار زرد شرقی مرکبات دارای ۶ نسل از اواخر اسفند تا اواخر شهریور است، اوج جمعیت در اواسط فروردین، اردیبهشت، اواسط خرداد و اواخر شهریور بوده است. همچنین کامپوس-ریوا و همکاران (2012) نشان دادند که سه دوره اوج جمعیت این آفت در اواسط اردیبهشت، اواسط خرداد و اواخر شهریور اتفاق می‌افتد (Campos-Rivela *et al.*, 2012).

در پژوهش حاضر مقدار تغییرات نسبی (RV) برای پوره سن یک در سه روش نمونه برداری نزدیک عدد ۲۵ محاسبه شد و به دلیل اینکه انتشار آلودگی سپردار زرد شرقی مرکبات در این مرحله رشدی انجام می‌شود، لذا با هدف مدیریت جمعیت آفت می‌توان نمونه برداری را روی پوره سن یک انجام داد. شیوه نمونه برداری از میوه برای پوره سن یک از نظر کمترین هزینه و کمترین زمان بهتر از دو روش دیگر بود. این موضوع از جهت ارزیابی میزان خسارت اقتصادی آفت مهم است. تغییرات نسبی برای حشره کامل نزدیک به عدد ۱۰ محاسبه شد لذا جهت تحقیق در زمینه‌های اکولوژیکی، نمونه برداری روی حشره کامل آفت مناسب‌تر است، ضمن اینکه روی سطح گیاه میزبان ثابت بوده و قابل بررسی است. روش نمونه برداری از برگ برای حشره کامل از نظر کمترین هزینه و زمان مطلوب‌تر از دو روش دیگر بود که این روش با توجه به انبوهی برگ‌ها روی درخت می‌تواند تخمین مناسبی از جمعیت حشرات کامل ارائه دهد.

نوع پراکنش مرحله پوره سن یک بر اساس شاخص تیلور در دو روش نمونه برداری از برگ و میوه تصادفی مشخص شد که به علت رفتار جستجوگری پوره سن یک برای انتخاب مکان مناسب روی میزبان جهت استقرار است. در روش‌های نمونه برداری از برگ و میوه مرحله حشره کامل بر اساس ضرایب تیلور پراکنش تجمعی بود به علت استقرار متراکم پوره‌ها روی سطح گیاه پس از یافتن محل مناسب است که پس از آن سپر تولید می‌کنند. در این مرحله حشرات کامل تحرک نداشته و به صورت تجمعی روی میزبان قرار می‌گیرند. در تحقیقات نهرنگی و واحدی (۱۳۹۵) مشخص شد پراکنش فضایی مرحله پوره شپشک *Kermes quercus* بر اساس شاخص‌های تیلور و آیوائو تصادفی بوده است. برای مرحله حشره کامل این آفت طبق شاخص‌های ذکر شده توزیع تجمعی مشخص شده است. در روش نمونه برداری از شاخه بر اساس ضریب  $b$  شاخص تیلور پراکنش پوره سن یک و حشره کامل یکنواخت مشخص شد که به این علت بود که شاخه متشکل از برگ و میوه بوده و انتشار مراحل زیستی آفت روی آن یکنواخت بوده است. در نمونه برداری از برگ بر اساس مقدار  $R^2$  محاسبه شده توسط شاخص تیلور برای مرحله پوره سن یک مشخص شد با اطمینان  $91/8$  درصد تغییرات جمعیت پوره‌ها از روی مقدار میانگین آن‌ها قابل تخمین است. طبق ضرائب  $\beta$  و  $\alpha$  شاخص آیوائو پراکنش پوره سن یک در سه روش نمونه برداری تصادفی تعیین شد. که این امر می‌تواند به دلیل ویژگی جستجوگری پوره سن یک برای یافتن محل مناسب روی میزبان باشد. برای مرحله حشره کامل نوع پراکنش در روش نمونه‌گیری از برگ و میوه تجمعی بود. این موضوع به این علت است که برخی مناطق روی درخت میزبان محل مناسب‌تری برای استقرار پوره‌های سن یک است، لذا موجب تجمع پوره‌ها و در مرحله بعدی حشرات کامل سپردار روی گیاه میزبان می‌شود (Farid, 1993; Nahrangi & Vahedi, 2018).

بر اساس شاخص‌های پراکنش موربستا ( $I_d$ ) و ( $I_{\delta}$ ) در بیشتر تاریخ‌های نمونه برداری برای پوره‌های سن یک در سه روش نمونه برداری از برگ، میوه و شاخه مرکبات تصادفی بود و با مدل‌های تیلور و آیوائو مطابقت داشت. همچنین پراکنش حشرات کامل بر اساس شاخص‌های موربستا و  $I_d$  روی برگ و میوه تجمعی مشخص شد که به سبب یافتن محل‌های مناسب استقرار توسط پوره‌ها بوده است. مزیت استفاده از شاخص‌های پراکنش ( $I_d$ )، نسبت واریانس به میانگین و موربستا این است که این مقادیر را می‌توان برای هر تاریخ نمونه برداری و با حجم کمی از محاسبات برآورد نمود، برخلاف شاخص‌های تیلور و آیوائو که برآورد آن‌ها مستلزم داشتن میانگین و سایر پارامترهای جمعیت در طول فصل زراعی می‌باشد. عدم تاثیرپذیری از اندازه نمونه (Taylor, 1984; Malhado & Petrere, 2004) و قابل محاسبه بودن برای هر تاریخ نمونه برداری از دیگر مزایای شاخص موربستا می‌باشد که می‌توان نوع پراکنش فضایی حشره را در هر تاریخ مشخص نمود (Afshari & Dastranj, 2010). متفاوت بودن نوع پراکنش در تاریخ‌های مختلف نمونه برداری به وسیله این شاخص‌ها و شاخص‌های تیلور و آیوائو نشان می‌دهد که رفتار حشره در طول فصل فعالیت متفاوت می‌باشد. این رفتارها برحسب زمان رویش‌های جدید درختان مرکبات و محل‌های مختلف استقرار پوره سن یک روی قسمت‌های مختلف گیاه میزبان متفاوت بوده است. نتایج پژوهشی نشان داد پراکنش پوره سن یک و دو شپشک نخودی *Eulecanium tiliae* بر اساس شاخص موربستا و  $I_d$  از نوع تصادفی بوده است. همچنین طبق شاخص‌های پراکنش تیلور و آیوائو توزیع فضایی این مراحل تجمعی بدست آمده است. تعداد نمونه مناسب برای پوره سن یک،

دو و حشره کامل شپشک بر اساس ضرائب تیلور ۱۶/۳۷، ۲۴/۰۶ و ۲۹/۴۸ به ترتیب بدست آمد (Zareii Ahmad-Abadi). *et al.*, 2022 در تحقیقی دیگر مشخص شد توزیع فضایی مرحله پوره سن یک و حشره کامل سپردار توت *Pseudaulacaspis pentagona* در مرکز و شرق استان گیلان براساس شاخص‌های موربستا و Id از نوع تصادفی بوده است. بیشترین تراکم آفت روی شاخه‌های ۱۰ سانتی‌متری انتهایی بوده است (Abbasi Mojdehi & Ghannad Amooz, 2019).

مقادیر ضریب تبیین ( $R^2$ ) محاسبه شده در مدل آیوائو بزرگتر از مقدار  $R^2$  در شاخص تیلور بود. به عبارت دیگر مدل آیوائو همبستگی بیشتری با داده‌های تحقیق داشته و بهتر از شاخص تیلور داده‌های جمعیت این آفت را برازش نموده است. برای مرحله پوره سن یک در سه روش نمونه‌برداری تعداد نمونه مناسب با میزان دقت ۰/۲۵ در دامنه ۱۹-۲۴ و با دقت ۰/۱ دامنه ۲۳-۲۸ تخمین زده شد. که جهت نمونه‌برداری از مرحله پوره سن یک تعداد مناسبی است. برای مرحله حشره کامل با دقت ۰/۲۵ در دامنه ۱۵-۴۷ و دقت ۰/۱ در دامنه ۵۱-۹۳ محاسبه گردید. میزان خطای ۰/۲۵ جهت مطالعات مدیریتی و خطای ۰/۱ برای مطالعات اکولوژیکی استفاده می‌شود. طبق نتایج این تحقیق با تغییر خطا از ۰/۲۵ به ۰/۱ تعداد نمونه مناسب افزایش یافته است، لذا در تحقیقات اکولوژیکی که داده بیشتری نیاز است تعداد نمونه نیز بیشتر است. در مطالعات مربوط به مدیریت آفت که نیاز به تصمیم‌گیری و کنترل سریع آفت می‌باشد، تعداد نمونه کمتر مطلوب است. با توجه به اینکه حشرات کامل سپردار زرد شرقی در زیر سپر زندگی می‌کنند و در مواردی روغن‌ها و حشره‌کش‌ها کارایی لازم را در کنترل این آفت ندارند، لذا داشتن اطلاعات کافی در زمینه نوسانات جمعیت و تعیین الگوی توزیع فضایی آن می‌تواند کمک به سزایی در مدیریت آفت در زمان مناسب داشته باشد و هزینه‌های کنترل را کاهش دهد.

### نتیجه‌گیری

دوره‌های اوج جمعیت سپردار زرد شرقی مرکبات نشان داد که این حشره در جنوب کرمان دارای چند نسل است. بیشترین تراکم جمعیت حشرات کامل سپردار اواخر خرداد و شهریور، پس از استقرار پوره‌های سن یک روی سطح میزبان بوده است. مقدار تغییرات نسبی برای مرحله پوره سن یک مشخص نمود که در برنامه‌های مدیریت آفت، می‌توان نمونه‌برداری را روی مرحله پوره سن یک با روش نمونه‌گیری برگ انجام داد. برای مرحله حشره کامل مقدار تغییرات نسبی نشان داد با هدف مطالعات اکولوژیکی نمونه‌برداری از مرحله حشره کامل روی میوه انجام شود. بر اساس شاخص‌های پراکنش مورد مطالعه نوع پراکنش مرحله پوره سن یک از نوع تصادفی مشخص شد که بیشتر به علت رفتار جستجوگری پوره سن یک جهت یافتن مکان مناسب استقرار است. برای مرحله حشره کامل طبق شاخص‌های بررسی شده پراکنش تجمعی تعیین شد که می‌تواند به سبب استقرار پوره‌ها روی سطح گیاه پس از انتخاب محل مطلوب باشد.

### سپاسگزاری

پژوهش حاضر در قالب پروژه تحقیقاتی انجام شده در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب کرمان می‌باشد. بدین وسیله از دست اندرکاران این تحقیق تشکر و قدردانی می‌شود.

### REFERENCES

- Abbasi Mojdehi, M & Ghannad Amooz, S. 2019. Population Fluctuation of *Pseudaulacaspis pentagona* and its parasitism rate in kiwi orchards in Gilan province. *Plant Pest Research*, 9(3), 59-71. (In Persian)
- Afshari, A. & Dastranj, M. (2010). Density, spatial distribution and sequential sampling plans for cereal aphids infesting wheat spike in Gorgan, northern Iran. *Plant Protection Journal*, 32, 89-102. (In Persian)

- AL-Ahmed, A. M. & Badawi, A. I. (1991). The within-tree distribution of the oriental scale insect *Aonidiella orientalis* on *ficus nitida* thumb trees. *Journal of King Saud University Agricultural Sciences*, 3(2), 279-286.
- Alison, G., Rodriguez, P. C. M. & Gamez, R. (1992). Evaluation of two leafhopper sampling methods for predicting the incidence of a leafhopper-transmitted virus of Maize. *Journal of Economic Entomology*, 85, 411-415. <https://doi.org/10.1093/jee/85.2.41>
- Astridge, D. & Elder, R. (2005). Oriental Scale in papayas. *Australian Journal of Entomology*, 41, 25-27.
- Badawi, A. I. & AL-Ahmed, M. (1990). The Population dynamics of the oriental scale insect, *Aonidiella orientalis* and factors affecting its seasonal abundance. *Journal of King Saud University Agricultural Sciences*, 3(1), 254-259.
- Campos-Rivela, J. M., Martinez, M. T. & Fibla-Queralt, J. M. (2012). Population dynamics and seasonal trend of califonia red scale *Aonidiella aurantii* in citrus in Northern Spain. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 10(1), 198-208. <https://doi.org/10.5424/sjar/2012101-105-11>
- Farid, A. (1993). Study on bio-ecology and control of *Aonidiella orientalis* in Jiroft and Hormozgan. *Applied Entomology and Phytopathology*, 61, 96-105. (In Persian)
- Khalaf, J. & Sokhansanj, M. (1992). Bioecological studies on orientalis yellow scale (*Aonidiella orientalis*) and its control by integrated methods in Fars Province. *Applied Entomology and Phytopathology*, 60 (1), 53-59. (In Persian)
- Malhado, A. C. M. & Petrere, J. M. (2004). Behavior of dispersion of indices in pattern detection of a population of Angico, *Anandnanthera peregrine* (Leguminose). *Brazilian Journal of Biology*, 64, 243- 249. <https://doi.org/10.1590/s1519-69842004000200009>
- Mohammad, Z. K., Ghabbour, M. W. & Tawfik, M. H. (1999). Pupolation dynamics of *Aonidiella orientalis* (Coccoidea: Diaspididae) and its parasitoid *Habrolepis aspidioti* (Hymenoptera: Encyrtidae). *Entomologica Bari*, 33, 413-418. <https://doi.org/10.15162/0425-1016/867>
- Nahrangi, H. & Vahedi, H. A. (2018). Population fluctuations and the spatial distribution pattern of the scale insect *Kermes quercus* (L.) (Hem: Kermesidae) in *Quercus* spp. Oak forests of Gilan-e-Gharb. *Iranian Journal of Forest and Range Protection Research*, 16 (1), 13-34. <https://doi.org/10.22092/IJFRPR.2018.117130>. (In Persian)
- Pedigo, L. P., & Buntin, G. D. (1994). *Handbook of Sampling Methods for Arthropods in Agriculture*. 736 p, CRC Press.
- Ranjbar, S. & Namvar, P. (2018). Study on population fluctuations & spatial distribution *Aonidiella orientalis* and evaluation of the effect of Volk oil on it. Final report of Southern Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education, 46pp. (In Persian)
- Safavi, M. (1987). Preliminary study of the insects of citrus in southern Iran. *Applied Entomology and Phytopathology*, 37 (2), 81-84. (In Persian)
- Song, J. H. & Meats, A. W. (2011). Optimum sample size and spatial dispersion of red scale, *Aonidiella aurantii* on an orange orchard in Australia. *Journal of Forestry Research*, 22(2), 259-262. [https://doi.org/10.1016/S1226-8615\(08\)60275-7](https://doi.org/10.1016/S1226-8615(08)60275-7)
- Southwood, T.R.E., & Henderson, P.A. (2000). *Ecological Methods*. 575p, 3rd Edition: Blackwell Science, USA.
- Sundararaj, R. & Muthukrishnan, R. (2011). Population dynamics of some coccids infesting sandal in Bangalore, India. *Journal of Forestry Research*, 22(2), 259-262. <https://doi.org/10.1007/s11676-011-0159-7>
- Taylor, L. R. (1984). Assessing and interpreting the spatial distributions of insect populations. *Annual Review of Entomology*, 29, 321- 357. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.29.010184.001541>
- Todd, A. D., Pedigo, L. P. & Rice, M. R. (1998). Evaluation of growers oriented sampling techniques and proposal of a management program for potato leafhopper (Hom: Cicadellidae) in alfalfa. *Journal of Economic Entomology*, 91, 143-149. <https://doi.org/10.1093/jee/91.1.143>
- Willson, H. R. (1991). Variability among field personnel in sampling potato leafhopper (Hom: Cicadellidae) populations in alfalfa. *Journal of Agricultural Entomology*, 8, 71-76.
- Zareii Ahmad-Abadi, Z., Darbemamieh, M. & Vahedi, H. A. 2022. Population Fluctuation and



- Spatial Distribution Pattern of the Nut Scale, *Eulecanium tiliae* (L.) (Hem: Coccidae) on Cherries of the West of Iran. *Journal of Agricultural Science*, 24 (3), 649-663.
- Zhang, X. & Dexiang, G. U. (1996). The spatial distribution and life table of natural population for *Aonidiella aurantii*. *Entomological Knowledge Journal*, 33(1), 25-28.