

تغییرات فصلی جمعیت و برنامه‌ی نمونه‌برداری دنباله‌ای با دقت ثابت شته‌ی سبز انار (Homoptera: Aphididae) *Aphis punicae* در شهرستان سیروان (استان ایلام)

سعید یعقوبی^۱، علی رجب‌پور^{۲*} و نوشین زندی سوهانی^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد حشره‌شناسی، گروه گیاه‌پزشکی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاتانی، اهواز، ایران

۲- دانشیاران گروه گیاه‌پزشکی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاتانی، اهواز، ایران

*مسئول مکاتبه: rajabpour@asnrukh.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۹۸/۵/۹

تاریخ دریافت: ۹۷/۹/۱۰

چکیده

شته سبز انار (*Aphis punicae* (Hom., Aphididae)) از آفات مهم انار در ایران می‌باشد. در این مطالعه، تغییرات فصلی جمعیت این آفت در شهرستان سیروان استان ایلام مورد مطالعه قرار گرفت. برای این هدف، نمونه‌برداری به صورت هر دو هفته یکبار از یک باغ آزمایشی به مساحت یک هکتار و در طول دو سال (۱۳۹۵-۱۳۹۶) صورت گرفت. همچنین از شاخص تایلور و ایواو به منظور تعیین توزیع فضایی این شته روی درختچه‌های انار استفاده شد. مدل گرین نیز برای تکوین یک برنامه‌ی نمونه‌برداری دنباله‌ای با دقت ثابت برای تخمین تراکم جمعیت این آفت در درختچه‌ی انار به کار برده شد. نتایج نشان داد که شته‌ی سبز انار در استان ایلام و در طول بهار (اردیبهشت تا خرداد) روی درختچه‌های انار فعال می‌باشد. اوج جمعیت این شته در اوایل خرداد مشاهده شد. توزیع فضایی این آفت از نوع تجمع‌ی بود. تعداد بهینه‌ی نمونه‌ی مورد نیاز براساس تراکم آفت از ۴۸۸ تا ۳۷۵ سرشاخه در سطح خطای ۱۰ درصد و از ۱۷۵ تا ۱۳۵ سرشاخه در سطح خطای ۲۵ درصد متفاوت بود.

واژه‌های کلیدی: شته‌ی انار، نوسانات جمعیت، توزیع فضایی، نمونه‌برداری.

مقدمه

حاصل از این درختان بسیار کوچک‌تر از درختان غیر

آلوده است (رضوانی و همکاران، ۱۳۷۳).

برای توسعه‌ی یک برنامه‌ی مدیریت تلفیقی آفات موفق نیاز به اطلاعات دقیق در زمینه اکولوژی آفت از جمله تغییرات فصلی جمعیت آن، وجود دارد (Pedigo, 2002). در زمینه‌ی تغییرات فصلی جمعیت شته‌ی سبز انار مطالعات محدودی در برخی نقاط ایران از جمله اصفهان (Ahmadi and Pour Javad, 2016) صورت گرفته است ولی در استان ایلام و جنوب غرب کشور مطالعه‌ی منتشر شده‌ای در این زمینه وجود ندارد.

توزیع فضایی یکی از ویژگی‌های هر گونه می‌باشد که اهمیت زیادی در مطالعات اکولوژیکی آفات و به ویژه تعیین برنامه‌ی نمونه‌برداری آن آفت دارد (Taylor, 1984, Rajabpour and Yarahmadi, 2012). نمونه-برداری از تراکم آفت نیز از ضروریات توسعه برنامه‌ی مدیریت تلفیقی آفات می‌باشد (Pedigo, 2002). برنامه

خاستگاه انار و یکی از بزرگترین تولیدکنندگان این محصول در جهان می‌باشد (Azqandi et al., 2015). آفات مختلفی به این درختچه حمله کرده و موجب خسارت می‌گردند که یکی از مهم‌ترین آنها شته‌ی سبز انار (*Aphis punicae* (Homoptera: Aphididae)) Passerini می‌باشد. پوره‌ها و حشرات کامل این حشره به کلیه‌ی قسمت‌های سرشاخه، سطح زیرین برگ‌ها، جوانه‌ها و گل‌های انار حمله نموده و با تغذیه از شیردهی گیاهی موجب تضعیف درخت می‌شوند. همچنین این آفت مقدار زیادی عسلک تولید می‌نماید که به نوبه‌ی خود موجب رشد قارچ فوماژین و ایجاد اختلالات فیزیولوژیکی در گیاه می‌گردد. رشد سرشاخه‌های درختان آلوده معمولاً متوقف شده و ریزش گل‌ها و میوه‌های جوان به شدت دیده می‌شود. همچنین میوه‌های

ترتیب سرشاخه‌های جوان دارای ۸ برگ به صورت کاملاً تصادفی از قسمت خارجی تاج درخت و در مجموع از ۴ جهت هر درخت ۱۲ سرشاخه جدا گردید و در پاکت‌های پلاستیکی جداگانه گذاشته شد. پاکت‌های پلاستیکی حاوی سرشاخه و برگ‌ها به آزمایشگاه منتقل و در زیر استریومیکروسکوپ تعداد شته‌ی سبز انار شمارش و ثبت شد.

بررسی تغییرات فصلی جمعیت

برای رسم گراف‌های تغییرات فصلی جمعیت در طول زمان از برنامه Excel نسخه ۲۰۰۳ استفاده گردید.

توزیع فضایی

برای تعیین الگوی توزیع فضایی جمعیت شته‌ی سبز انار از روش رگرسیونی قانون نمایی تایلور^۱ و روش آیواو^۲ استفاده شد.

قانون نمایی تایلور

قانون نمایی تایلور به صورت $S^2 = a\bar{X}^b$ بیان می‌شود که در آن S^2 واریانس، \bar{X} میانگین و پارامترهای a و b برخلاف دو متغیر قبلی، ثابت می‌باشند. b را می‌توان شاخص تجمع حشرات محسوب نمود که برای هر حشره با پراکنش ویژه خود، ثابت است و a به عنوان فاکتور نمونه‌گیری می‌باشد. در این روش میانگین و واریانس مربوط به نمونه‌برداری‌های مراحل مختلف آفت محاسبه و سپس بین لگاریتم میانگین‌ها و لگاریتم واریانس‌ها رابطه‌ی رگرسیونی برقرار و معادله‌ی ۱ تشکیل گردید (Snedecor and Cochran, 1980).

$$\log S^2 = \log a + b \log \bar{X} \quad (1)$$

روش آیواو

به منظور محاسبه این شاخص، بین انبوهی (X^*) و میانگین جمعیت حشره (\bar{X}) یک رابطه‌ی رگرسیونی (معادله‌ی ۲) به شرح زیر برقرار شد.

$$X^* = \alpha + \beta \bar{X} \quad (2)$$

نمونه‌برداری مناسب برنامه‌ای است که با کمترین هزینه و وقت، با دقت مناسبی موجب تصمیم‌گیری شده و بیانگر کل جمعیت آفت باشد (Taylor, 1984; Namvar et al., 2011; Dinarvand et al., 2019). در مقایسه با برنامه نمونه‌برداری رایج که در آن تعداد نمونه ثابتی برای تخمین جمعیت در نظر گرفته می‌شود، برنامه‌ی نمونه‌برداری دنباله‌ای موجب کاهش ۳۵ تا ۵۰ درصدی در هزینه و وقت نمونه‌برداری می‌شود (Binns, 1994). در این برنامه نمونه‌برداری، تعداد نمونه بستگی به تراکم جمعیت آفت دارد (Kogan and Herzog, 2012). در زمینه‌ی توزیع فضایی شته‌ی سبز انار هیچ گونه مطالعه‌ای صورت نگرفته و برنامه‌ی نمونه‌برداری دنباله‌ای از این آفت نیز تاکنون در دنیا تعیین نشده است. لذا با توجه به این مهم، تغییرات فصلی جمعیت و توزیع فضایی شته‌ی سبز انار در استان ایلام مورد مطالعه قرار گرفته و یک برنامه‌ی نمونه‌برداری دنباله‌ای با دقت ثابت نیز برای این آفت تعیین شد.

مواد و روش‌ها

مشخصات محل آزمایش

از یک قطعه باغ انار به مساحت یک هکتار در شهرستان سیروان استان ایلام با موقعیت طول جغرافیایی $36^{\circ}49'12''$ و عرض جغرافیایی $52^{\circ}52'33''$ برای انجام تحقیقات استفاده شد. درختان این باغ از رقم ملس شیرین با سن شش سال بود. از این درختان تعداد ۲۰ اصله برای انجام این پژوهش به صورت کاملاً تصادفی انتخاب و شماره گذاری شد. نحوه‌ی آبیاری درختان بصورت غرقابی و به فاصله ۵ روز یکبار انجام شد. در فاصله‌ی نمونه برداری هیچ گونه سم و کودی استفاده نشد.

نمونه برداری

برای جمع‌آوری شته‌ی سبز انار، از روش جمع‌آوری مستقیم سرشاخه‌های آلوده استفاده شد. نمونه‌برداری برای پایش جمعیت این شته‌ها به صورت هر دو هفته یکبار صورت گرفت. در هر تاریخ نمونه‌برداری، از هر سمت (شمال، جنوب، شرق و غرب) از ارتفاع‌های ۱، ۱/۵ و ۲ متری سطح زمین از درختان علامت گذاری شده به

¹Taylor power law

²Iwao patchiness

معادله (۵)

در این رابطه n تعداد نمونه‌ی مورد نیاز برای برآورد جمعیت در سطح خطای D و a و b به ترتیب عرض از مبدأ و شیب خط در رابطه‌ی رگرسیونی تایلور می‌باشد. خطوط توقف نمونه برداری (یا خطوط تصمیم‌گیری) در مدل گرین که بیانگر زمان توقف نمونه برداری می‌باشد، با استفاده از معادله‌ی زیر (۶) ترسیم شد.

$$T_n = (an^{1-b} / D^2)^{1/2-b} \quad \text{معادله (۶)}$$

در این رابطه T_n فراوانی تجمعی آفت در یک نمونه n تایی و بقیه‌ی پارامترها به شرح معادلات پیشین می‌باشند (Binns, 1994).

درستی‌نمایی نمونه برداری دنباله‌ای

برنامه‌ی نمونه برداری توسعه یافته توسط نرم افزار RVSP و به روش (Naranjo and Hutchiso, 1997) درستی‌نمایی شد. این نرم‌افزار نیاز به چند سری از داده‌های مستقل برای درستی‌نمایی دارد (Shahbi and Rajabpour, 2017; Kafeshani et al., 2018). به همین دلیل ۱۰ سری داده مستقل از دامنه‌های تراکمی پایین، متوسط و بالا به صورت تصادفی از ۴۲ سری داده‌ی جمع‌آوری شده در طول دو سال از باغ انار انتخاب و در نرم افزار مورد استفاده قرار گرفت. میانگین داده‌های مستقل مورد استفاده از ۰/۲۵ تا ۵۵/۹ شته در هر سرشاخه متغیر بود. شبیه‌سازی با ۱۰۰۰ نمونه-برداري مجدد با جایگزینی انجام شد.

نتایج

تغییرات فصلی جمعیت شته‌ی سبز انار

تغییرات فصلی جمعیت شته‌ی سبز انار بر روی درخت انار در سال ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ در شکل ۱ قابل مشاهده است. بر اساس نتایج این مطالعه در سال ۱۳۹۵، مرحله اول ظهور شته‌ی (پوره و ماده بدون بال) سبز انار بر روی درخت انار در تاریخ اول اردیبهشت ۱۳۹۵ (با میانگین ۰/۶ ماده‌ی بدون بال و ۱/۱ پوره در هر سرشاخه) در دمای ۱۵/۹ درجه‌ی سانتی‌گراد و با

در این رابطه α نشان‌دهنده‌ی خواص ذاتی گونه و β بیانگر نوع پراکنش جمعیت حشره در زیستگاه خود می‌باشد. برای محاسبه‌ی X^* از معادله‌ی ۳ استفاده شد (Snedecor and Cochran, 1980).

در این رابطه \bar{X} میانگین و S^2 واریانس می‌باشد.

$$X^* = \bar{X} \left(\frac{S^2}{\bar{X}} - 1 \right) \quad \text{معادله (۳)}$$

با توجه به اینکه اختلاف معنی‌دار b در شاخص تایلور و یا β در شاخص آیواو با عدد یک به عنوان معیاری برای تشخیص نوع پراکنش آفت می‌باشد. از آماره‌ی t و به روش محیسنی و همکاران (۱۳۸۸) و افشاری و دسترنج (۱۳۸۸) به منظور آزمون اختلاف آماری پارامتر b با عدد یک استفاده شد. محاسبه‌ی آماره t بر اساس شیب خط رگرسیون روابط تایلور و آیواو با استفاده از معادله‌ی ۴ صورت گرفت.

$$t = (Slope - 1) / SE_{Slope} \quad \text{معادله (۴)}$$

با مقایسه‌ی ضریب تبیین (R^2) بین روابط رگرسیونی قانون نمایی تایلور و روش آیواو، نوع مدل مناسب‌تر برای بررسی توزیع فضایی، تعیین گردید.

تکوین برنامه‌ی نمونه برداری دنباله‌ای با دقت ثابت:

از نتایج تجزیه و تحلیل رگرسیون الگوی توزیع فضایی برای ارائه‌ی الگوی نمونه برداری دنباله‌ای با دقت ثابت و تعیین خط توقف نمونه برداری استفاده شد. برای این منظور پارامترهای رگرسیونی تایلور برای تهیه‌ی مدل نمونه برداری به روش گرین^۱ در دو سطح ۱۰ و ۲۵ درصد بر مبنای بازه‌ی اطمینان استفاده گردید.

با توجه به نتیجه‌ی مطالعه‌ی توزیع فضایی این شته، از مدل گرین برای توسعه برنامه‌ی نمونه برداری با دقت ثابت شته سبز انار استفاده شد. در این روش حداقل نمونه‌ی لازم برای رسیدن به دقت مورد نظر با استفاده از معادله‌ی زیر (۵) برای دو سطح خطای ۱۰ و ۲۵ درصد استفاده شده است.

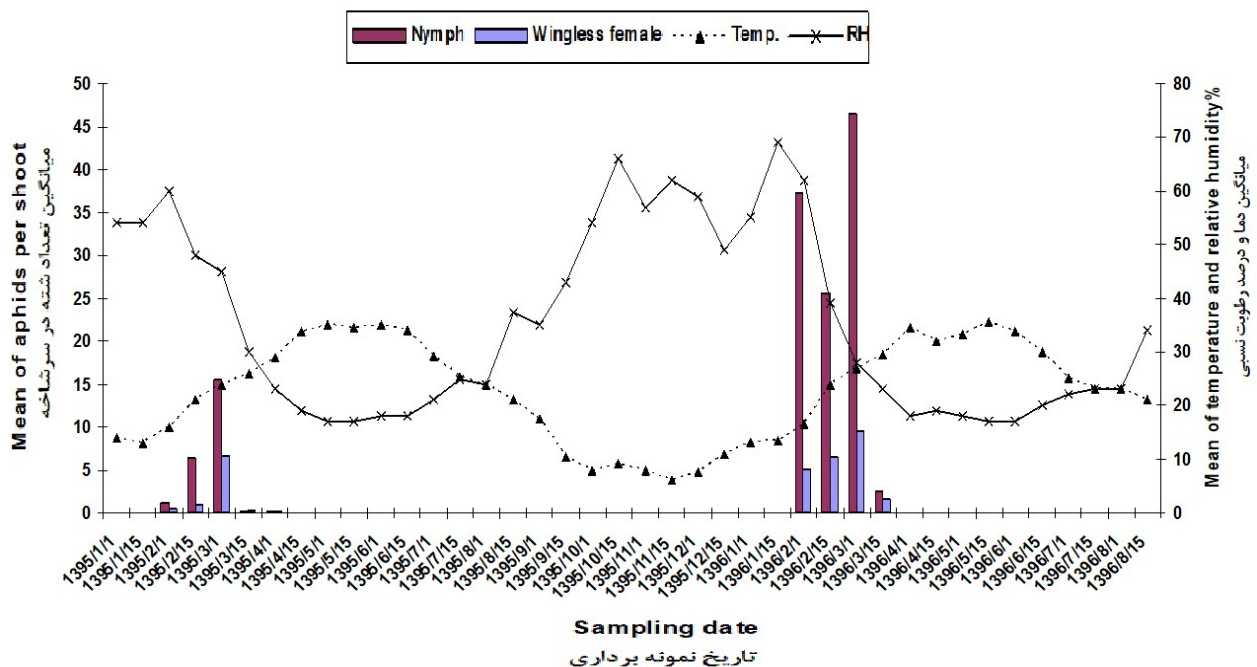
$$n = \frac{a\bar{X}^{b-2}}{D^2}$$

^۱Green

سرشاخه) در دمای ۱۶/۴ درجه سانتی‌گراد و با رطوبت نسبی ۶۲ درصد بود. اوج جمعیت در تاریخ اول خرداد ۱۳۹۶ (با میانگین ۹/۴ ماده‌ی بدون بال و ۴۶/۴ پوره در هر سرشاخه) در دمای ۲۶/۸ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۲۸ درصد بود. سپس به مرور جمعیت شته‌ی سبز انار کاهش یافت و در تاریخ ۱۵ خرداد ۱۳۹۶ در دمای ۳۴/۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۱۸ درصد به صفر رسید.

رطوبت نسبی ۶۰ درصد بود. اوج جمعیت در تاریخ اول خرداد ۱۳۹۵ (با میانگین ۶/۷ ماده‌ی بدون بال و ۱۵/۵ پوره در هر سرشاخه) در دمای ۲۴ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۴۵ درصد بود. سپس به مرور جمعیت شته‌ی سبز انار کاهش یافت بطوریکه در تاریخ ۱۵ خرداد ۱۳۹۵ در دمای ۳۳/۸ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۱۹ درصد به صفر رسید.

در سال ۱۳۹۶، مرحله‌ی اول ظهور شته‌ی سبز انار بر روی درخت انار در تاریخ اول اردیبهشت ۱۳۹۶ (با میانگین ۵/۱ ماده‌ی بدون بال و ۳۷/۲ پوره در هر



شکل ۱- تغییرات فصلی شته‌ی سبز انار روی درخت انار در سال‌های ۱۳۹۵-۱۳۹۶

Figure 1. Seasonal population dynamics of *Aphis punicae* on pomegranate trees during 1395-1396

مورد نیاز بر اساس خطای نمونه‌برداری متفاوت بوده و همواره در خطای ۱۰ درصد به مراتب بیشتر از ۲۵ درصد بود. براساس تراکم آفت تعداد نمونه‌ی مورد نیاز از ۴۸۸ تا ۳۷۵ سرشاخه در سطح خطای ۱۰ درصد و از ۱۷۵ تا ۱۳۵ سرشاخه در سطح دقت ۲۵ درصد متفاوت بود.

منحنی‌های خطوط توقف نمونه‌برداری از شته‌ی سبز انار براساس مدل گرین در دو سطح خطای ۱۰ و ۲۵ درصد در شکل ۳ نشان داده شده است.

توزیع فضایی شته‌ی سبز انار

پارامترهای توزیع فضایی این آفت روی انار در جدول ۱ نشان داده شده است. بر اساس شاخص تیلور و آیواو توزیع فضایی شته‌ی سبز انار از نوع تجمعی بود. و شاخص تیلور در مقایسه با شاخص آیواو نتایج مطلوب‌تری در برآزش داده‌ها نشان داد (جدول ۱).

نمونه‌برداری دنباله‌ای با دقت ثابت

منحنی‌های تعداد بهینه‌ی نمونه‌ی مورد نیاز برای پایش جمعیت شته‌ی سبز انار در دو سطح خطای ۱۰ و ۲۵ درصد در شکل ۲ نشان داده شده است. تعداد نمونه‌ی

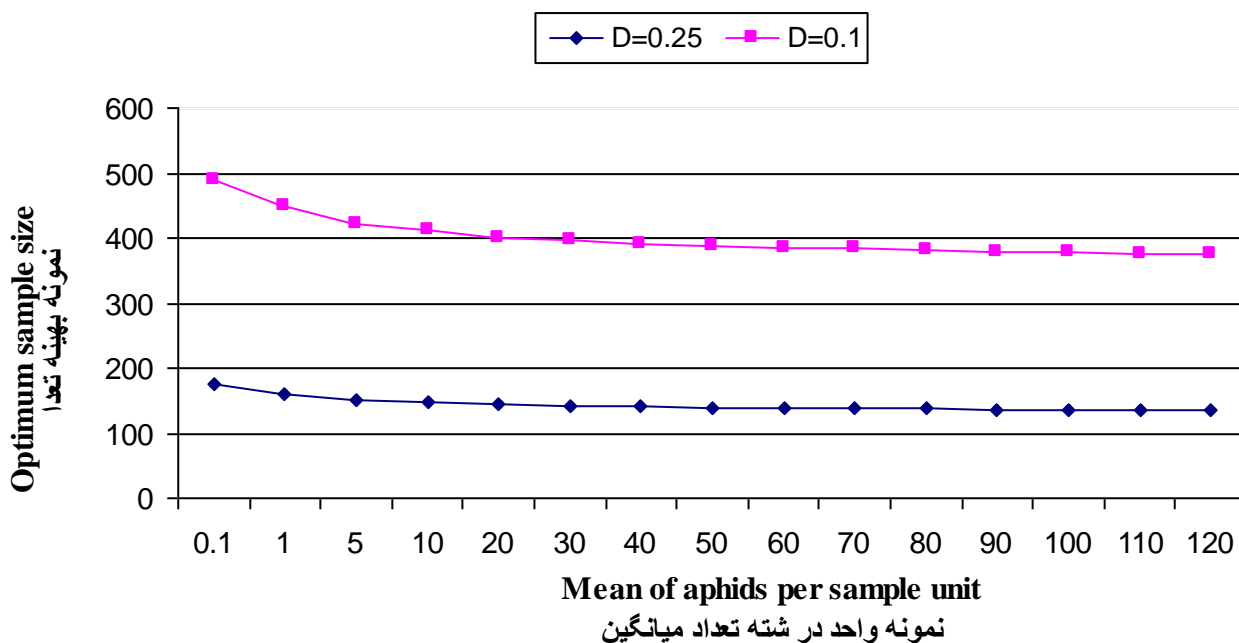
جدول ۱- توزیع فضایی شته‌ی سبز انار با استفاده از شاخص رگرسیون تایلور و آیواو.

Table 1. Spatial distributions of *Aphis punicae* using Taylor's power law and Iwao's patchiness indices.

P-value	F	توزیع فضایی (Spatial) (distribution)	T	R ²	شیب خط±SE (Slop±SE)	عرض از مبدا±SE (Intercept±SE)	تعداد (No.)	شاخص (Index)
<0.0001	106.5	تجمعی (Aggregative)	5.07	0.92	1.96±0.09	1.004±0.18	9	تایلور (Taylor's) (power law)
<0.0001	8.8	تجمعی (Aggregative)	2.62	0.49	9.12±3.08	37.57±29.36	۱۰	ایواو (Iwao's) (Patchiness)

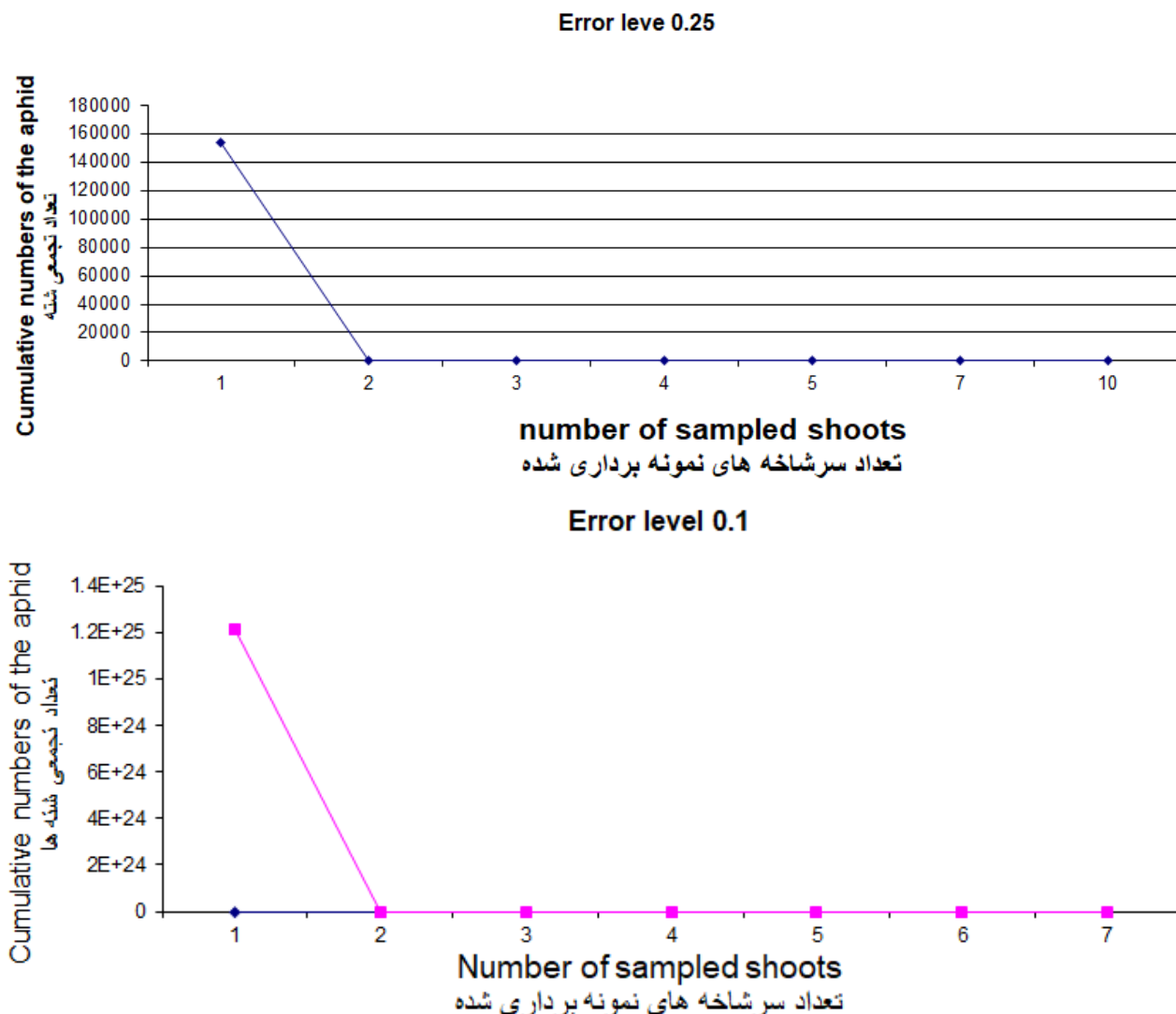
(برحسب تعداد تجمعی) می‌باشند که عمل نمونه‌برداری تا رسیدن به آن تراکم می‌بایست ادامه داشته باشد.

خطوط توقف نمونه‌برداری محاسبه شده براساس مدل گرین از ۱۵۲۲۴۰ تا ۱ و از $1/2 \times 10^{25}$ تا ۱۲ عدد تجمعی (تعداد تجمعی) به ترتیب در سطح خطای ۲۵ و ۱۰ درصد متغیر بود. خطوط توقف نمونه‌برداری تراکمی از آفت



شکل ۲- منحنی‌های تعداد بهینه‌ی نمونه‌برداری مورد نیاز برای پایش جمعیت شته‌ی سبز انار در دو سطح دقت ۲۵ و ۱۰ درصد بر اساس مدل گرین

Figure 2. The curves of the required optimum sample size for monitoring *Aphis punicae* at two precision levels 0.1 and 0.25 according to Green's model

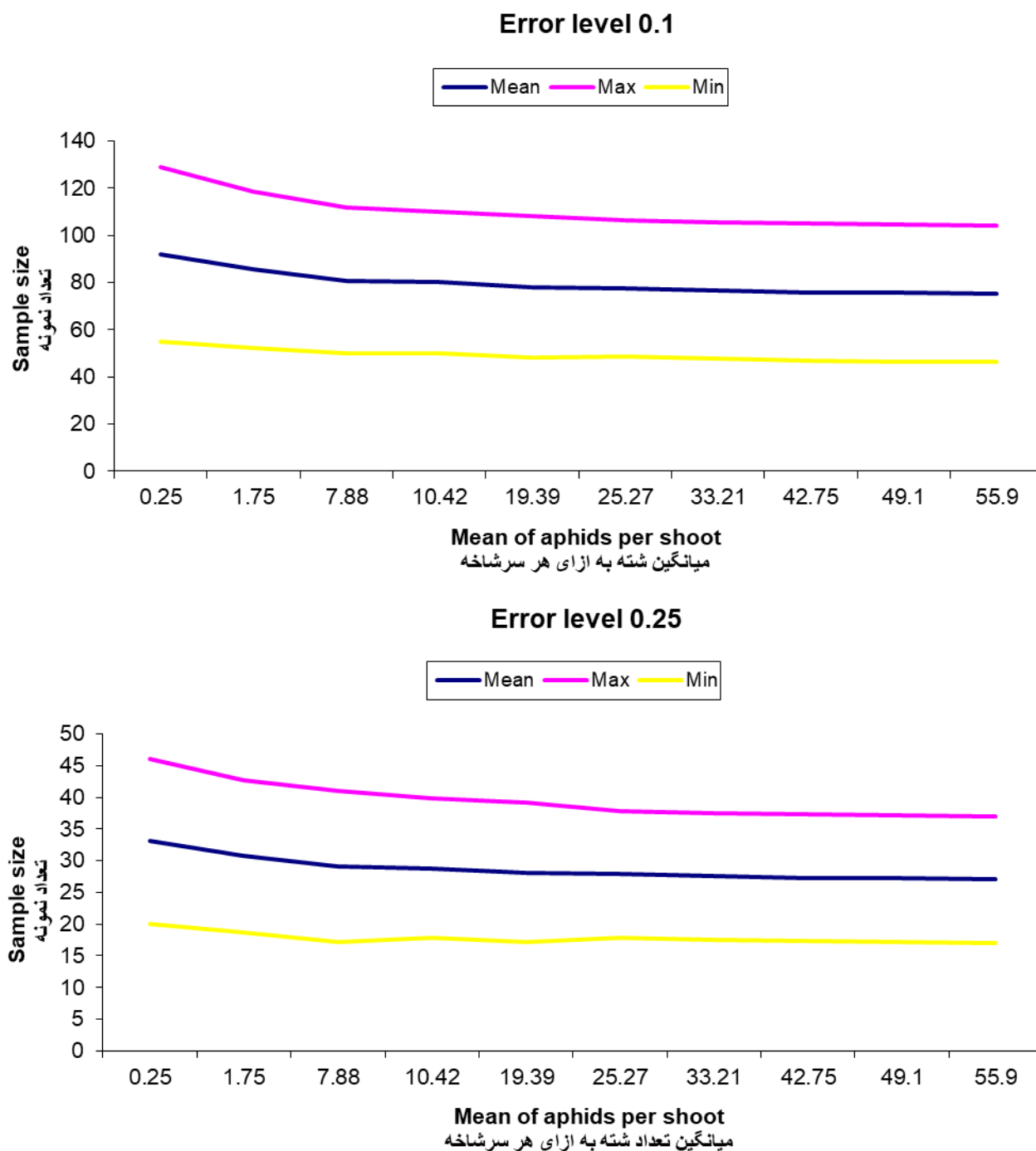


شکل ۳- منحنی‌های خطوط توقف نمونه‌برداری از شته‌ی سبزی انار بر اساس مدل گرین در دو سطح خطای ۱۰ و ۲۵ درصد

Figure 3. Sampling stop lines of *Aphis punicae* according to Green's model at two error levels 10 and 25%

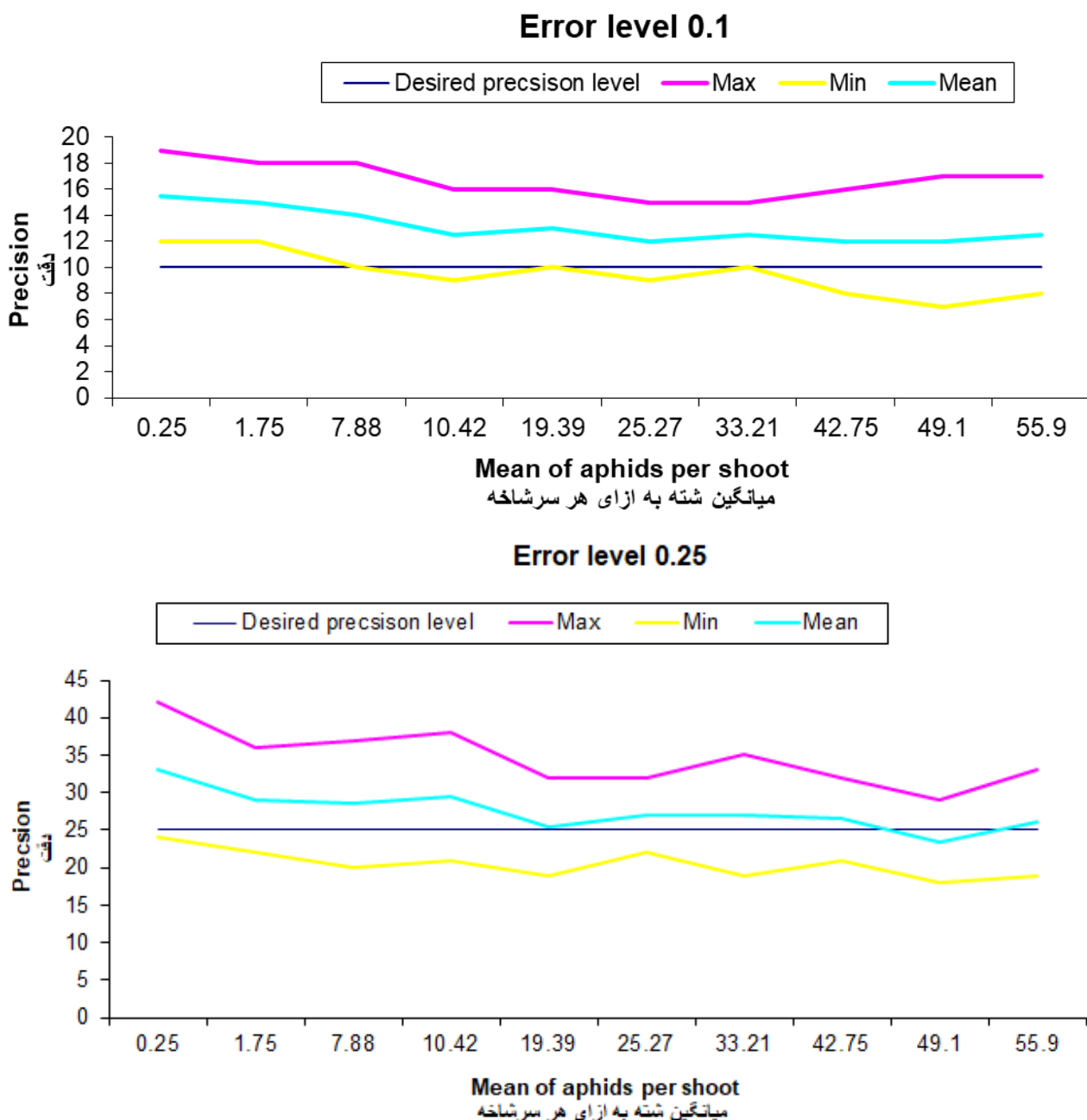
برای ۱۰ سری داده مستقل از تراکم‌های مختلف این شته، میانگین دقت نمونه‌برداری محاسبه شده توسط این نرم افزار به ترتیب در سطح خطای ۲۵ و ۱۰ درصد برابر ۲۵/۸ و ۱۱/۶ درصد بود که نزدیک میزان خطای مطلوب در نظر گرفته شده می‌باشد (شکل ۵).

درستی‌نمایی نمونه‌برداری دنباله‌ای بادقت ثابت تعداد نمونه‌ی محاسبه شده *A. punicae* توسط نرم افزار RVSP در دو سطح خطای ۲۵ و ۱۰ درصد در شکل ۴ نشان داده شده است. میانگین تعداد نمونه‌ی این آفت روی انار به ترتیب در سطح ۲۵ و ۱۰ درصد برابر ۲۹ و ۸۰ سرشاخه بود (شکل ۴).



شکل ۴- منحنی‌های خلاصه‌ی درستی نمایی نمونه‌برداری مجدد با استفاده از ۱۰ سری داده‌ی مستقل از شته‌ی *Aphis punicae* روی انار که بیانگر میانگین \pm خطای معیار تعداد نمونه‌ی محاسبه شده با استفاده از مدل گرین در دو سطح ۲۵ و ۱۰ درصد است

Figure 4. Summary of re-sampling validation analysis using 10 independent data sets of *Aphis punicae* on pomegranate showing the calculated sample size means (\pm SE) for Green's sequential sampling plan at levels of 0.25 and 0.1



شکل ۵- منحنی‌های خلاصه‌ی درستی‌نمایی نمونه‌برداری مجدد با استفاده از ۱۰ سری داده‌ی مستقل از شته‌ی *Aphis punicae* روی انار که بیانگر میانگین \pm خطای نمونه‌برداری محاسبه شده با استفاده از مدل گرین در دو سطح ۲۵ و ۱۰ درصد است

Figure 5. Summary of re-sampling validation analysis using 10 independent data sets of *Aphis punicae* on pomegranate showing the calculated precision level means (\pm SE) for Green's sequential sampling plan at levels of 0.25 and 0.1.

انار تا پایان خرداد بوده و با گرم شدن تدریجی هوا به تدریج ناپدید می‌شود. نتایج این پژوهش با نتایج مطالعه‌ی صورت گرفته در استان اصفهان مطابقت داشت (Ahmadi and Pour Javad, 2016). در این مطالعه نشان داده شد که اولین پوره‌ها در دهی دوم فروردین و اولین ماده‌های بالدار در دهی

بحث

این پژوهش نشان داد که شته‌ی سبز انار در اوایل اردیبهشت فعالیت خود را روی درختان انار باغات منطقه شروع نموده و با افزایش تدریجی جمعیت، در اوایل خرداد به اوج خود می‌رسد. دوره‌ی فعالیت این شته روی

نوع جمعیتی گزارش شده است (Kafeshani et al., 2018).

همچنین با توجه به اینکه تاکنون هیچ مطالعه‌ای در زمینه‌ی تعیین نمونه برداری دنباله‌ای این آفت و یا آفات مشابه روی انار صورت نگرفته است، مقایسه نتایج مطالعه‌ی جاری با نتایج سایر مطالعات امکان‌پذیر نیست. ولی در مطالعه‌ی صورت گرفته روی برخی گونه‌های شته مرکبات نشان داده شده است که تعداد نمونه‌ی مورد نیاز برحسب تراکم آفت از ۱ تا ۲۰۶۱ شته متغیر بود. همچنین خطوط توقف نمونه برداری نیز برحسب گونه و میزبان گیاهی متفاوت بود (Kafeshani et al., 2018).

نتیجه‌گیری

شته‌ی سبز انار در استان ایلام در طول بهار (اردیبهشت تا خرداد) روی درختان انار فعال است. اوج جمعیت این شته در اوایل خرداد بود. توزیع فضایی این آفت از نوع تجمعی بود. تعداد بهینه‌ی نمونه مورد نیاز براساس تراکم آفت از ۴۸۸ تا ۳۷۵ سرشاخه در سطح خطای ۱۰ درصد و از ۱۷۵ تا ۱۳۵ سرشاخه در سطح خطای ۲۵ درصد متفاوت بود. از نتایج این پژوهش برای تکوین برنامه‌ی مدیریت تلفیقی آفت مذکور در باغات انار می‌توان استفاده نمود.

سپاسگزاری

از معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان برای تامین هزینه‌های مالی این مطالعه سپاسگزاری می‌گردد.

اول اردیبهشت روی درختان انار ظاهر شدند. جمعیت شته‌های بالغ در اوایل اردیبهشت سریعاً افزایش یافته و در خرداد روند نزولی را طی کردند. همچنین از اواسط پاییز ماده‌های جنسی بی بال و نرهای بالدار ظاهر شدند. مطالعات آزمایشگاهی نشان داد که بهترین دما برای رشد این شته روی انار حدود ۲۵-۲۲ درجه‌ی سانتی‌گراد است (Bayhan et al., 2005).

مطالعه‌ی صورت گرفته روی تغییرات فصلی جمعیت شته‌ی سبز انار در هند نشان داد که این آفت در دسامبر (آذر) تا مارس (اسفند) ظاهر شده و اوج جمعیت آن در ژانویه (دی) و فوریه (بهمن) بود. بعد از مارس (اسفند) و با گرم شدن هوا، جمعیت آفت به شدت کاهش یافته و بعد از مدتی از درختچه‌های انار ناپدید شدند (Sreedevi and Verghese, 2007). نتایج پژوهش ما کاملاً متفاوت با مطالعه‌ی آنها بود. تفاوت در شرایط اقلیمی گرم و مرطوب محل انجام مطالعه‌ی مذکور (بنگلور هندستان) با پژوهش جاری دلیل اصلی این نتایج متفاوت است. در تونس نیز تراکم جمعیت شته در ژانویه (دی) حداکثر بود که متفاوت از نتایج به دست آمده در مطالعه‌ی جاری بود (مدلل و همکاران، ۲۰۱۵). تفاوت اقلیمی دلیل اصلی نتایج متفاوت به دست آمده می‌تواند باشد. در تاملیل، بیشترین تراکم شته‌ها روی انار در اواسط فوریه (بهمن) دیده شد. نتایج نشان داد که توزیع فضایی این شته روی انار از نوع تجمعی بود. به صورت مشابه، توزیع فضایی گزارش شده سایر شته‌ها نظیر *Aphis spiraeicola* Patch و *Aphis gossypii* Glover روی مرکبات نیز از

منابع مورد استفاده

- افشاری ع و دسترنج م. ۱۳۸۸. تراکم، پراکنش فضایی و نمونه برداری دنباله‌ای شته‌های خوشه‌ی گندم در منطقه‌ی گرگان. گیاه‌پزشکی ۳۲: ۱۰۲-۸۹.
- رضوانی الف، ترمه ف و موسوی م. ۱۳۷۳. شته‌های ایران و میزبان‌های آنها. انتشارات سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. ۶۷ ص.
- محیسنی ع، سلیمان نژادیان ا، مصدق م ص و رجبی غ ر. ۱۳۸۸. نمونه‌گیری دنباله‌ای با دقت ثابت برای تخمین جمعیت سن مادر *Eurygaster integriceps* Put. (Het.:Scutelleridae) در مزارع گندم دیم بروجرد. گیاه-پزشکی ۳۲: ۴۸-۳۳.

- Ahmadi M and Poor Javad N, 2016. Biology and seasonal fluctuations of pomegranate aphid, *Aphis punicae* (Hem., Aphididae) in Isfahan. Journal of Entomological Society of Iran 83(2): 181-188.
- Azqandi SR, Kazazi M and Abdul Ahadi F, 2015. *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lep., Pyralidae) and its control procedures in Iran. Journal of Applied, Environmental and Biological Science 5: 743-747.
- Bayhan E, Ölmez-Bayhan S, Ulusoy M R and Brown J K, 2005. Effect of temperature on the biology of *Aphis punicae* (Passerini)(Homoptera: Aphididae) on pomegranate. Environmental Entomology 34(1): 22-26.
- Binns MR, 1994. Sequential sampling for classifying pest status. In: Pedigo LP and Buntin GD (Eds). Handbook of sampling methods for arthropods in agriculture. CRC, Boca Raton, Florida. 137-174.
- Dinarvand N, Rajabpour A, Sohani NZ and Farkhari M, 2019. Effect of weedy culture on population densities, spatial distributions and sampling procedures of *Spodoptera exigua* and *Sesamia cretica* (Lep., Noctuidae) in corn fields. Bulletin of Entomological Research 13: 1-12.
- Kafeshani FA, Rajabpour A, Aghajanzadeh S, Gholamian E and Farkhari M, 2018. Spatial distribution and sampling plans with fixed level of precision for citrus aphids (Hom., Aphididae) on two orange species. Journal of Economic Entomology 111(2): 931-941.
- Kogan M and Herzog DC, 2012. Sampling methods in soybean entomology. Springer, NY.
- Mdellel L, Halima Kamel MB and Assadi B, 2015. Impact of winter pruning of pomegranate trees on *Aphis punicae* (Homoptera, Aphididae) and its natural enemies in Tunisia. Annales de la Société entomologique de France 51: 266-271.
- Namvar P, Safaralizadeh MH, Baniameri V, Pourmirza AA and Karimzadeh Isfahani J, 2011. Spatial distribution and fixed-precision sequential sampling of *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) on cucumber greenhouse. Middle East Journal of Scientific Research 10(2): 157-163.
- Naranjo SE and Hutchison WD, 1997. Validation of arthropod sampling plans using a resampling approach: software and analysis. American Entomologist 43: 48-57.
- Pedigo LP, 2002. Entomology and pest management. Iowa University press.
- Rajabpour A and Yarahmadi F, 2012. Seasonal population dynamics, spatial distribution and parasitism of *Aphis gossypii* on *Hibiscus rosa-chinensis* in Khuzestan. Journal of Entomology 9(3): 163-170.
- Shahabi M and Rajabpour A. (2017) A Fixed-precision sequential sampling plan for the potato tuberworm moth, *Phthorimaea operculella* Zeller (Lepidoptera: Gelechiidae), on potato cultivars. Neotropical Entomology 46(4): 388-395.
- Snedecor GW and Cochran WG, 1980. Statistical methods. Iowa State University Press, Ames.
- Sreedevi K and Verghese A, 2007. Seasonal incidence of aphid, *Aphis punicae* Passerini (Homoptera: Aphididae) and its relationship with abiotic factors. Pest Management In Horticultural Ecosystems 13(2): 4-10.
- Taylor LR, 1984. Assessing and interpreting the spatial distributions of insect populations. Annual Review of Entomology 29(1): 321-357.

Seasonal Population Dynamics and Fixed-Precision Sequential Sampling Plans for *Aphis punicae* (Homoptera: Aphididae) in Sirvan City (Ilam Province)

S Yaghobi¹, A Rajabpour^{2*} and N Zandi Sohani²

¹M.Sc. Student of Entomology, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Ahwaz, Iran.

²Associate Professor of Entomology, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Ahwaz, Iran.

*Corresponding author: rajabpour@asnruk.ac.ir

Received: 1 December 2018

Accepted: 31 July 2019

Abstract

Pomegranate aphid, *Aphis punicae* (Hom., Aphididae) is one of the most important pests of pomegranate in Iran. In this study, seasonal population dynamics of this aphid was studied in Sirvan city, Ilam province. For this purpose, sampling was performed bi-weekly in an experimental orchard, 1 hectare area, during two years (2016-2017). Also, Taylor power law and Iwao's patchiness were used to determine spatial distribution of the pest on pomegranate shrub. Green's model was used to develop a fixed-precision sequential sampling plan of the pest on pomegranate shrub. Results showed that pomegranate aphid has one generation and the pest occurred during spring (May to June) on pomegranate shrub in Sirvan city. Population peak of the aphid was observed in end of May. Spatial distribution of the pest was aggregative. Optimum sample sizes varied from 375-488 and 135-175 shoots according to the pest density at precision levels of 0.1 and 0.25, respectively.

Keywords: Pomegranate aphid, Population fluctuation, Spatial Distribution, Sampling