

نمونه‌برداری دنباله‌دار شته‌های *Schizaphis graminum* و *Rhopalosiphum maidis***(Hem.: Aphididae) در مزارع گندم منطقه باجگاه، استان فارس**وجیهه سلطانی قاسملو^۱، مریم آل عصفور^{۱*} و عبدالامیر محیسنی^۲

۱- دانشگاه شیراز، دانشکده کشاورزی، بخش گیاه پزشکی، ۲- مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی لرستان، خرم‌آباد.

*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: aosfoor@shirazu.ac.ir

Sequential sampling of *Rhopalosiphum maidis* and *Schizaphis graminum* (Hem.: Aphididae) in wheat fields of Badjgah, Fars province, IranV. Soltani Ghasemloo¹, M. Aleosfoor^{1&*} and A. A. Mohiseni²

1. Department of Plant Protection, College of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran, 2. Agricultural and Natural Resource Research Center of Lorestan, Khorramabad, Iran.

*Corresponding author, E-mail: aosfoor@shirazu.ac.ir

چکیده

طی نمونه‌برداری‌هایی که در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ از شته‌های *Rhopalosiphum maidis* F. و *Schizaphis graminum* R. در مزارع گندم منطقه باجگاه، استان فارس، انجام شد، پراکنش فضایی و مدل‌های نمونه‌گیری دنباله‌ای با دقت ثابت مورد مطالعه قرار گرفت. برای این منظور دو مزرعه دو هکتاری انتخاب و به‌صورت هفتگی نمونه‌برداری انجام شد. در هر تاریخ تعداد ۲۰۰ بوته گندم به‌طور تصادفی انتخاب و تعداد شته‌های آن‌ها شمارش شد. براساس مقدار RV، بهترین واحد نمونه چهار ساقه محاسبه شد. این داده‌ها برای تعیین الگوی توزیع فضایی جمعیت شته به دو روش رگرسیونی Taylor و Iwao مورد استفاده قرار گرفت. براساس این دو روش، توزیع شته‌های *R. maidis* و *S. graminum* در مزارع گندم تجمعی بود. همچنین، مقدار ضریب تبیین (R^2)، روش Taylor را مناسب‌تر از روش Iwao نشان داد. باتوجه به معنی‌دار نشدن شیب خط رگرسیون بین دو گونه *R. maidis* و *S. graminum*، مدل Green یکسانی برای این دو گونه ارائه شد. در این مدل، در سطوح دقت ۰/۱۵، ۰/۲۵ و ۰/۳، به‌ترتیب ۱۲، ۹ و ۹ عدد نمونه (چهار ساقه) مورد نیاز بود. مقایسه روش Green با روش متداول نمونه‌برداری نشان داد که در سطوح دقت ۰/۱۵، ۰/۲۵ و ۰/۳، تعداد نمونه مورد نیاز به‌ترتیب ۱/۰۵ ± ۰/۷۷، ۰/۹۱ ± ۰/۷۸ و ۰/۸۱ ± ۰/۸۱ درصد کاهش یافت. بر اساس مدل Wilson و Room، زمانی‌که میانگین جمعیت شته‌های *R. maidis* و *S. graminum* ۱/۶، ۳/۸۶ و ۵/۶۲ عدد در یک واحد نمونه بود، نسبت آلودگی بوته‌های گندم در مزرعه به‌ترتیب ۰/۵۰، ۰/۷۵ و ۰/۸۵ رسید. بنابراین، با افزایش درصد آلودگی نمونه‌ها، تعداد نمونه لازم کاهش خواهد یافت.

واژگان کلیدی: پراکنش فضایی، *Rhopalosiphum maidis*، *Schizaphis graminum*، نمونه‌برداری دنباله‌ای، گندم**Abstract**

Between 2010 and 2011, spatial distribution and fixed precision sequential sampling plans were determined for two aphids, *Rhopalosiphum maidis* F. and *Schizaphis graminum* R., in wheat fields in Badjgah countryside of Iranian Fars province. For this purpose, two fields of two hectares each were selected and sampled on weekly basis. Each sample consisted of 200 randomly selected wheat plants along with the total number of counted aphids. Based on RV, the best sample unit was four stems. This data was used to describe spatial distribution pattern of *R. maidis* and *S. graminum* by Taylor's power law (TPL) and Iwao's patchiness regression methods. The results indicated aggregated spatial distribution of aphids' populations in wheat fields, based on the mentioned methods. The TPL provided a better description of the aphids' spatial distribution. Since regression line slopes were not significantly different for *S. graminum* and *R. maidis*, the same Green model was proposed for both species. In this model, minimum numbers of samples were 20, 12 and 9 for precision levels of 0.15, 0.25 and 0.3, respectively. Comparing Green and conventional methods in 0.15, 0.25 and 0.3 precision levels showed that the number of required samples were reduced 77.8 ± 1.05, 78.3 ± 0.91 and 81.4 ± 0.81 percent, respectively. Based on Wilson and Room's model, when the mean populations of aphids were 1.6, 3.86 and 5.62, the proportion of infestation in the field were 0.5, 0.75 and 0.85, respectively. Therefore, by increasing the infestation percentage of the samples, the number of required samples will be reduced.

Key words: spatial distribution, *Rhopalosiphum maidis*, *Schizaphis graminum*, sequential sampling, wheat**مقدمه**

غذایی مردم دارد. سالانه حدود ۶۳۰۰۰ هکتار گندم

پاییزه در استان فارس کشت می‌شود و میلیون‌ها تن غله

نیز در اثر خسارت انواع آفات از بین می‌رود. این میزان

گندم، *Triticum aestivum* L.، مهم‌ترین محصول

زراعی ایران است و جایگاه ویژه‌ای در تأمین نیاز

مدل‌های نمونه‌گیری دنباله‌ای به دلیل دقت بالا، هزینه پایین‌تر و تصمیم‌گیری سریع‌تر جایگاه ویژه‌ای در مطالعه جمعیت حشرات دارند (Binns, 1994; Bakhshizadeh et al., 2010). مدل‌های نمونه‌برداری دنباله‌ای توسط Green (1970) و Kuno (1969) ارائه گردیده است (نقل از Kuno, 1991). در این مدل‌ها با هر سطح دقت (D)، یک خط توقف نمونه‌گیری دنباله‌ای (T_n) وجود دارد که نشان‌دهنده تعداد نمونه مورد نیاز برای تخمین میانگین جمعیت مورد نظر است و عملیات نمونه‌گیری تا زمانی ادامه می‌یابد که مجموع تعداد حشره در n نمونه از خط توقف عبور نماید.

دو مدل فوق توسط محققین مختلف برای ارزیابی جمعیت آفات استفاده شده است که از آن جمله می‌توان به ارزیابی جمعیت سوسک کلرادو، *Leptinotarsa decemlineata* (Say) توسط Nyrop & Wright (1985)، نمونه‌برداری از جمعیت شته‌های *Rhopalosiphum padi* (L.) و *S. graminum* در مزارع گندم توسط Elliott et al. (2003)، و نمونه‌برداری از جمعیت شته سبز هلو، *Myzus persicae* (Sulzer) در مزارع سیب‌زمینی توسط Hollingsworth & Gatsonis (1990) اشاره کرد. همچنین، Shepard (1976) از طرح نمونه‌برداری دنباله‌ای برای آفات سویا و Foster et al. (1997) برای کرم ریشه ذرت استفاده کرده و کاهش زمان نمونه‌برداری را گزارش داده‌اند.

در ایران، Mohiseni et al. (2009a) در بروجرد و Bakhshizadeh et al. (2010) در اردبیل به منظور تخمین جمعیت سن گندم، *Eurygaster integriceps* Puton، Afshari & Dastranj (2010) در گرگان برای تخمین جمعیت شته‌های خوشه گندم، Afshari (2011) در مزارع گندم گرگان برای تخمین جمعیت شکارگرهای مهم شته، و Shahrokhi & Amir-Maafi (2011a, 2011b) در ورامین از این روش نمونه‌برداری استفاده نموده‌اند.

خسارت به‌حدی است که با جلوگیری از آن می‌توان میلیون‌ها انسان گرسنه را از فقر و گرسنگی رهایی بخشید (Kherad, 2013). شته‌ها از جمله آفاتی هستند که به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم به گندم خسارت می‌زنند. شته‌های *Rhopalosiphum maidis* Fitch و *Schizaphis graminum* Rondani جزو مهم‌ترین آفات غلات در سطح جهان هستند که به گندم خسارت وارد می‌نمایند (Rajabi & Behroozin, 2003). شته معمولی گندم، *S. graminum*، در اغلب نواحی ایران، به‌ویژه مناطق شمالی و مرکزی، روی گیاهان مختلف، به‌ویژه غلات، خسارت می‌زند (Farahbakhsh, 1961). این گونه بومی اروپا محسوب می‌شود که از آنجا به سایر کشورها گسترش یافته است و امروزه در سراسر قاره آمریکا، آفریقای جنوبی و کشورهای مدیترانه‌ای انتشار دارد (Behdad, 1998). شته برگ ذرت، *R. maidis*، نیز در اکثر مناطق کشور وجود دارد. میزبان آن گندمیان مختلف است و بیش‌تر روی جو فعالیت دارد. جمعیت‌های خسارت‌زایی از آن به همراه شته روسی گندم و یا دیگر شته‌های غلات مشاهده شده است. افراد بال‌دار شته برگ ذرت روی گیلاس و آلبالو از اطراف رشت، و گیاهان تیره گندمیان، به‌ویژه جو، از اکثر مناطق ایران جمع‌آوری شده است (Rezvani, 2001). این دو گونه شته خسارت خود را هم از طریق تغذیه مستقیم و هم انتقال ویروس‌ها اعمال می‌کنند و ناقل تعدادی ویروس، از جمله ویروس کوتولگی زرد جو (BYDV) می‌باشند (Behdad, 1998; Rezvani, 2001).

تعیین زمان کنترل و اجرای موفقیت‌آمیز مدیریت تلفیقی تاحدزیادی به کاربرد روش نمونه‌برداری قابل اعتماد بستگی دارد (Hutchison et al., 1988). در روش نمونه‌برداری دنباله‌ای، به‌منظور تصمیم‌گیری در خصوص کنترل یک آفت، نمونه‌گیری از آفت تا زمان تصمیم‌گیری برای کنترل یا عدم کنترل آن ادامه می‌یابد.

$$N = \left(\frac{Z_{\alpha/2}}{D}\right)^2 \cdot \left(\frac{S}{m}\right)^2 \quad \text{رابطه (۱)}$$

در این رابطه، N تعداد نمونه، D دقت نمونه‌برداری، S انحراف معیار نمونه‌ها و m میانگین نمونه‌ها است. $Z_{\alpha/2}$ از جدول مربوطه به دست می‌آید.

بررسی مناسب‌ترین واحد نمونه‌گیری از شته‌های گندم
بررسی مناسب‌ترین واحد نمونه‌گیری، از طریق دو شاخص RV (واریانس نسبی) و RNP (دقت خالص نسبی) انجام شد. مقدار RV میزان دقت نمونه‌برداری و مقدار RNP کارایی اندازه واحد نمونه را نشان می‌دهد (Ruesink, 1980).

$$RV = \frac{SE}{\bar{x}} \times 100 \quad \text{رابطه (۲)}$$

$$RNP = \frac{100}{(RV \times Cs)} \quad \text{رابطه (۳)}$$

در رابطه‌های فوق SE خطای استاندارد و \bar{x} میانگین جمعیت شته و Cs زمان صرف‌شده برای شناسایی و شمارش شته‌ها در واحد نمونه (۱ تا ۵ ساقه) بر حسب ساعت می‌باشد (Ruesink, 1980).

برآورد پراکنش فضایی شته‌های گندم

شاخص پراکنش

براساس قانون Taylor (1961)، بین میانگین و واریانس جمعیت در یک محیط، رابطه $S^2 = a\bar{x}^b$ برقرار می‌باشد. در این رابطه S^2 واریانس، \bar{x} میانگین، a فاکتور نمونه‌گیری و b شاخص تجمع است که برای هر گونه حشره متفاوت و خاص آن حشره می‌باشد. به‌منظور محاسبه مقادیر a و b از روش رگرسیون خطی استفاده شد. در این روش بین لگاریتم واریانس ($\log S^2$) به‌عنوان متغیر وابسته و لگاریتم میانگین ($\log \bar{x}$) به‌عنوان متغیر مستقل، رابطه رگرسیونی $\log(S^2) = \log(a) + b \log(\bar{x})$ برقرار است. شیب خط

باوجود اینکه استان فارس رتبه اول در تولید گندم ایران را دارد (Kherad, 2013)، تاکنون پژوهشی در زمینه روش نمونه‌برداری دنباله‌ای از جمعیت شته‌های غلات در این استان انجام نگرفته است. در پژوهش حاضر، الگوی توزیع فضایی و نمونه‌برداری دنباله‌ای با دقت ثابت برای کنترل جمعیت شته معمولی گندم و شته برگ ذرت در مزارع گندم آبی منطقه باجگاه، همراه با الگوی نمونه‌برداری دو جمله‌ای (Wilson & Room, 1983) برای این مدل‌ها - جهت سهولت کار - ارائه می‌شود. اطلاعات ارائه‌شده در این پژوهش می‌تواند در مدیریت جمعیت شته‌های گندم مورد استفاده قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری از جمعیت شته‌های خوشه گندم، دو بار در هفته در طول دو فصل زراعی ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ در منطقه باجگاه استان فارس انجام گرفت. به‌منظور نمونه‌برداری از جمعیت شته‌ها، دو مزرعه گندم آبی، هریک به مساحت دو هکتار که زیر کشت دو رقم شیراز و بهار بودند، انتخاب شد. برای از بین بردن آفات در این مزارع هیچ سمی مورد استفاده قرار نگرفت. نمونه‌برداری و ردیابی جمعیت گونه‌های *S. graminum* و *R. maidis* در مزارع مورد نظر از اوایل بهار با ورود شته‌ها آغاز شد و تا زمان حضور آن‌ها در این مزارع ادامه یافت. در این پژوهش از الگوی نمونه‌برداری روی دو قطر استفاده شد، یعنی به‌طور تصادفی صد بوته گندم (تعداد نمونه) از هر قطر مزرعه انتخاب و شته‌های مورد نظر در پنج ساقه گندم شمارش شد.

تعیین تعداد نمونه

ابتدا یک نمونه‌برداری مقدماتی انجام و تعداد نمونه لازم با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد (Hsu et al., 2001):

ارایه شد. در این روش، حداقل تعداد نمونه مورد نیاز برای دستیابی به یک سطح دقت ثابت (D) و خط توقف در نمونه‌گیری دنباله‌ای با دقت ثابت از رابطه‌های زیر محاسبه شد (Barrigossi et al., 2003):

$$n = \frac{\alpha \bar{x}^{b-2}}{D_{\text{exp}}^2} \quad \text{رابطه (۶)}$$

$$T_n = \left(\frac{D_{\text{exp}}}{\alpha}\right)^{1/(b-2)} n^{(b-1)/(b-2)} \quad \text{رابطه (۷)}$$

در معادله فوق n تعداد نمونه مورد نیاز برای تخمین میانگین جمعیت آفت در واحد نمونه با متوسط سطح دقتی معادل D_{exp} می‌باشد. \bar{x} میانگین جمعیت شته در واحد نمونه، α و b ضرایب تایلور و T_n تعداد تجمعی آفت در یک نمونه n عددی است که خط توقف نمونه‌گیری دنباله‌ای نامیده می‌شود. خطوط توقف و تصمیم‌گیری با سطوح دقت ۰/۱، ۰/۲۵ و ۰/۳ محاسبه و رسم گردید (Wang & Shipp, 2001). همچنین، منحنی‌های تعیین‌کننده تعداد نمونه‌های لازم در نمونه‌برداری و خطوط توقف در نمونه‌برداری دنباله‌ای با استفاده از داده‌های به‌دست‌آمده در این تجزیه و تحلیل توسط نرم‌افزار EXCEL رسم شد.

اعتبارسنجی طرح نمونه‌گیری دنباله‌ای با دقت ثابت

به منظور ارزیابی اعتبار مدل‌های نمونه‌گیری دنباله‌ای از نرم افزار RVSP استفاده شد (Naranjo & Hutchison, 1997). برای استفاده از نرم‌افزار RVSP، ابتدا کل داده‌های جمع‌آوری شده از مزارع براساس میانگین جمعیت حشره در واحد نمونه مرتب شدند. سپس میانگین‌ها به ۱۵ گروه تقسیم و از هر گروه یک میانگین به‌طور تصادفی انتخاب شد. داده‌های مربوط به این میانگین‌ها، برای بررسی اعتبار مدل (Green 1970) مورد استفاده قرار گرفت. داده‌های انتخابی فوق از سایر داده‌ها مستقل بودند و این داده‌ها در ارزیابی پارامترهای

این معادله رگرسیونی (b) به‌عنوان شاخصی برای نشان دادن چگونگی پراکنش جمعیت حشره در نظر گرفته شد. همچنین آزمون معنی‌دار بودن اختلاف ضریب رگرسیون (شاخص b) نسبت به مقدار ۱ به کمک آماره $t = (slope - 1) / SE_{slope}$ انجام شد. در این معادله، $slope$ و SE_{slope} به‌ترتیب ضرایب Taylor (b) و خطای استاندارد آن در معادلات رگرسیونی می‌باشند. مقدار t محاسبه‌شده با مقدار t جدول با درجه آزادی $n - 1$ مورد مقایسه قرار گرفت. در صورت بزرگ‌تر بودن مقدار t محاسبه‌شده نسبت به t جدول، توزیع فضایی آفت از نوع تجمعی و در صورت مساوی بودن این دو مقدار، توزیع آفت تصادفی خواهد بود.

مقایسه شیب خطوط رگرسیون و عرض از مبدأ دو شته

در این پژوهش، دو آماره a و b مربوط به هریک از شته‌ها با استفاده از رابطه‌های ۴ و ۵ با هم مقایسه شدند. در مواردی که اختلاف معنی‌داری بین دو شیب خط رگرسیون این دو گونه نبود، به‌منظور طراحی مدل نمونه‌گیری دنباله‌ای، داده‌های مربوط به دو گونه شته تلفیق و یک ضریب پراکنش کلی تعیین شد (Feng & Nowierski, 1992).

$$t_{\text{intercept}} = (\alpha_1 - \alpha_2) / \sqrt{(SE_{\alpha_1}^2 + SE_{\alpha_2}^2)} \quad \text{رابطه (۴)}$$

$$t_{\text{slope}} = (b_1 - b_2) / \sqrt{(SE_{b_1}^2 + SE_{b_2}^2)} \quad \text{رابطه (۵)}$$

در این معادله α_1 ، b_1 ، α_2 و b_2 ضرایب Taylor در دو گونه شته، و SE_{α} و SE_b خطای استاندارد آن‌ها می‌باشد. مقادیر t محاسبه‌شده، با t جدول با درجه آزادی $(n_1 + n_2) - 2$ مقایسه شد.

طراحی مدل نمونه‌برداری دنباله‌ای

با استفاده از روش پیشنهادی (Green 1970)، خطوط تصمیم‌گیری برای تعیین تعداد نمونه مورد نیاز

جدول ۱، واحد چهار ساقه به‌عنوان مناسب‌ترین واحد نمونه‌برداری انتخاب شد، ولی به دلیل استفاده از مدل تک ساقه توسط سایر محققین، این مدل نیز ارایه و از لحاظ تعداد نمونه لازم در نمونه‌برداری با مدل چهار ساقه نیز مقایسه شد.

Taylor (1961) مورد استفاده قرار نگرفتند. همچنین، درصد کاهش تعداد نمونه در مدل Green (1970) در مقایسه با روش متداول نمونه‌برداری (رابطه ۱) محاسبه و ارایه شد.

الگوی نمونه‌برداری باینومیال (وجود-عدم وجود)

برای تهیه الگوی نمونه‌برداری باینومیال و تعیین رابطه بین نسبت واحدهای نمونه‌برداری دارای شته $P(I)$ با میانگین جمعیت \bar{x} ، از معادله Wilson & Room (1983) به شرح زیر استفاده شد:

$$P(I) = 1 - e^{-\bar{x} \ln(\alpha \bar{x}^{b-1} (\alpha \bar{x}^{b-1} - 1)^{-1}} \quad \text{رابطه (۸)}$$

که در آن α عرض از مبدأ و b شیب خط رگرسیون قانون نمایی Taylor (1961) و \bar{x} میانگین جمعیت شته در هر واحد نمونه‌برداری می‌باشد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

در این پژوهش، به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۱)، Excel و RVSP استفاده شد.

نتایج

تعیین تعداد نمونه

در این پژوهش در هر نوبت نمونه‌برداری، تعداد نمونه لازم با استفاده از رابطه ۱ محاسبه شد. در نهایت در طول دوره نمونه‌برداری، به‌طور ثابت، میانگین تعداد نمونه در سطح دقت ۰/۳ برابر ۱۰۰ بود.

بررسی مناسب‌ترین واحد نمونه‌گیری برای شته‌های گندم هریک از واحدهای نمونه‌گیری مورد آزمایش که دارای میزان RV کم‌تر و RNP بیش‌تری بود، به‌عنوان مناسب‌ترین واحد نمونه‌گیری انتخاب شد. باتوجه به اهمیت بیش‌تر RV، براساس نتایج به‌دست‌آمده در

بررسی شاخص‌های Taylor و Iwao

باتوجه به ضرایب تبیین به‌دست‌آمده، شاخص Taylor (1961) نسبت به Iwao (1977) برآزش بهتری با داده‌های مدل چهار ساقه نشان داد (جدول ۲). نتایج برآزش داده‌های مدل تک ساقه با شاخص Taylor (1961) نیز در جدول ۳ نشان داده شده است. در صورتی که مقدار b بزرگ‌تر، مساوی یا کوچک‌تر از یک باشد، توزیع فضایی آفت به‌ترتیب تجمعی، تصادفی یا یکنواخت خواهد بود. مقدار a نیز به اندازه نمونه بستگی دارد (Southwood, 1978; Tsai et al., 2000). باتوجه به نتایج جدول ۴، در آزمون مقایسه شاخص b با عدد یک، توزیع فضایی شته‌ها تجمعی به‌دست آمد.

مقایسه آماری شیب خط رگرسیون بین ارقام گندم و دو شته *S. graminum* و *R. maidis* در واحد چهار ساقه

به‌منظور بررسی وجود اختلاف معنی‌دار بین دو رقم گندم، مقایسه شیب خط رگرسیون انجام گرفت. مقدار t بین دو رقم بهار و شیراز برای دو شته گندم *S. graminum* و *R. maidis* به‌ترتیب ۰/۳۹ و ۱/۹۵ به‌دست آمد که کم‌تر از مقدار t جدول بود. همچنین مقایسه آماری شیب خط رگرسیون بین دو شته نیز انجام گرفت و مقدار t شیب خط برابر با ۰/۵۸ شد که نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین این دو شته می‌باشد. بنابراین می‌توان شاخص‌های Taylor (1961) را برای این دو شته به‌صورت یکجا محاسبه نمود. بر این اساس، $\ln(\alpha) = ۰/۵۸$ و $b = ۱/۳۱$ به‌دست آمد.

جدول ۱- نتایج آنالیز RV* و RNP** شته های *Rhopalosiphum maidis* و *Schizaphis graminum* در مزارع گندم باجگا.

Table 1. Results of RV* and RNP** analysis for *Rhopalosiphum maidis* and *Schizaphis graminum* aphids in wheat fields of Badjgah.

Analysis	Aphid	Cultivar	1 stems	2 stems	3 stems	4 stems	5 stems
RV*	<i>S. graminum</i>	Shiraz	46.5 a	32.1 b	25.5 c	22 de	19.5 e
		Bahar	41.1 a	29.8 b	23.4 c	20.3 de	18 e
	<i>R. maidis</i>	Shiraz	46.5 a	35.8 b	28.9 c	24.6 d	21.5 d
		Bahar	45.9 a	35.1 b	29.7 c	26.6 d	23.6 e
RNP**	<i>S. graminum</i>	Shiraz	4.9 a	4.8 b	4.6 b	4.2 c	4 c
		Bahar	5 a	4.8 b	4.6 b	4.3 c	4.1 d
	<i>R. maidi</i>	Shiraz	4.9 a	4.7 b	4.4 bc	4.2 cd	4 d
		Bahar	4.7 a	4.3 b	4 c	3.7 d	3.4 d

Means within a row followed by the same letter are not significantly different at the 5% confidence level according to Duncan's studentized range test.

*RV: Relative variation

**RNP: Relative net precision

جدول ۲- آماره های رگرسیون (\pm SE) قانون نمایی Taylor و روش رگرسیونی Iwao جمعیت شته های

Rhopalosiphum maidis و *Schizaphis graminum* در مزارع گندم آبی در واحد نمونه چهار ساقه.

Table 2. Taylor's power law and Iwao's patchiness regression statistics (\pm SE) of *Rhopalosiphum maidis* and *Schizaphis graminum* aphids in wheat fields in four stems sample unit.

N	Taylor's Power law				Iwao's patchiness regression			
	$\ln(\alpha)$	b	MSE	R^2	α	β	MSE	R^2
501	0.59 ± 0.008	1.34 ± 0.024	0.03	0.91	1.81 ± 0.145	2.09 ± 0.082	3.76	0.56

جدول ۳- آماره های (\pm SE) قانون نمایی Taylor جمعیت شته های *Rhopalosiphum maidis* و *Schizaphis graminum* در

مزارع گندم آبی در واحد نمونه تک ساقه.

Table 3. Taylor's power law statistics (\pm SE) of *Rhopalosiphum maidis* and *Schizaphis graminum* aphids in wheat fields in one stem sample unit.

n	Taylor's Power law			
	$\ln(\alpha)$	b	MSE	R^2
158	1.06 ± 0.12	1.05 ± 0.09	0.1	0.62

جدول ۴- آماره های رگرسیونی قانون نمایی Taylor برای تخمین جمعیت شته های *Rhopalosiphum maidis* و

Schizaphis graminum در دو رقم (شیراز و بهار).

Table 4. Taylor's power law regression statistics for estimating *Rhopalosiphum maidis* and *Schizaphis graminum* populations in two cultivars (Shiraz and Bahar).

Aphid	Cultivar	Loga \pm SE	$b \pm$ SE	R^2	N	MSE	t	Range
<i>R. maidis</i>	Shiraz	0.53 ± 0.015	1.29 ± 0.024	0.96	87	0.02	12**	0.03-5.06
	Bahar	0.59 ± 0.023	1.31 ± 0.044	0.90	78	0.04	7.04**	0.04-3.43
	Shiraz & Bahar	0.55 ± 0.013	1.32 ± 0.024	0.94	165	0.02	13.30**	0.03-5.06
<i>S. graminum</i>	Shiraz	0.57 ± 0.01	1.35 ± 0.02	0.93	164	0.02	17.50**	0.04-4.58
	Bahar	0.64 ± 0.015	1.18 ± 0.063	0.92	172	0.33	2.85**	0.3-3.05
	Shiraz & Bahar	0.59 ± 0.008	1.34 ± 0.024	0.89	336	0.28	14.10**	0.04-4.58
<i>R. maidis</i> + <i>S. graminum</i>	Shiraz & Bahar	0.58 ± 0.008	1.31 ± 0.18	0.91	501	0.03	17.2**	0.03-5.06

الگوی نمونه‌گیری دنباله‌ای با دقت ثابت

باتوجه به اینکه داده‌های حاصل از پژوهش حاضر با پارامترهای روش رگرسیونی (Taylor 1961) در مقایسه با روش Iwao (1977) برآزش بهتری نشان دادند، از مدل Green (1970) برای طراحی مدل‌های نمونه‌گیری دنباله‌ای با دقت ثابت برای مجموع دو گونه شته *R. maidis* و *S. graminum* در سه سطح دقت ۰/۱، ۰/۲۵ و ۰/۳ استفاده و مدل‌های مربوطه برای واحد نمونه چهار ساقه و یک ساقه رسم شد (شکل ۱). با استفاده از این خطوط می‌توان تراکم جمعیت شته را با حداقل نمونه ممکن در سطح دقت مورد نظر تعیین کرد. با بررسی خطوط توقف، می‌توان متوجه شد که با افزایش مقدار دقت (کاهش *D*)، تعداد نمونه مورد نیاز افزایش می‌یابد (شکل ۱).

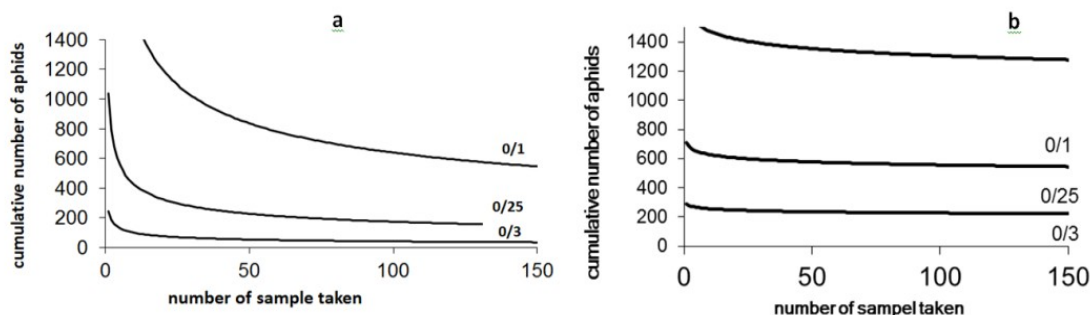
اعتبارسنجی طرح نمونه‌گیری دنباله‌ای با دقت ثابت

اعتبارسنجی مدل Green (1970) در واحد چهار ساقه گندم با استفاده از شبیه‌سازی و تجزیه و تحلیل ۱۵ مجموعه از داده‌ها (با کمک نرم‌افزار RVSP)، با ۵۰۰ بار نمونه‌گیری مجدد (با جایگزینی) از هر مجموعه و با دقت‌های ۰/۱۵، ۰/۲۵ و ۰/۳ انجام گرفت. میانگین تعداد نمونه مورد نیاز برای دست‌یابی به دقت‌های ۰/۱۵، ۰/۲۵ و ۰/۳ برای شته‌های *R. maidis* + *S. graminum* به ترتیب ۱۲۴ (حداقل ۳۴ و حداکثر ۳۷۸)، ۵۸ (حداقل ۱۳ و حداکثر ۲۶۴) و ۳۵ (حداقل ۹ و حداکثر ۱۵۸) بود (جدول ۵). مقدار کاهش تعداد نمونه در مدل Green (1970) در مقایسه با روش متداول نمونه‌گیری در جدول ۶

جدول ۵- نتایج شبیه‌سازی توسط نرم افزار RVSP برای سطوح دقت ۰/۱۵، ۰/۲۵ و ۰/۳ برای شته‌های *Schizaphis graminum* و *Rhopalosiphum maidis* در مزارع گندم باجگاه.

Table 4: Results of validation by the software RVSP at three fixed precision levels of 0.1, 0.25 and 0.30 for *Rhopalosiphum maidis* and *Schizaphis graminum* aphids in wheat field of Badjgah.

Number of data	Means	Mean population		(D) in simulation model									Number of sample									
				Mean			Higher			Lower			Mean			Higher			Lower			
		0.15	0.25	0.3	0.15	0.25	0.3	0.15	0.25	0.3	0.15	0.25	0.3	0.15	0.25	0.3	0.15	0.25	0.3	0.15	0.25	0.3
1	0.28	0.28	0.30	0.32	0.17	0.28	0.35	0.13	0.19	0.24	0.19	0.34	0.48	378	134	79	200	71	27	518	236	148
2	0.58	0.58	0.59	0.61	0.16	0.28	0.35	0.14	0.23	0.27	0.19	0.33	0.45	227	82	50	155	41	23	317	135	103
3	0.79	0.80	0.80	0.85	0.13	0.21	0.27	0.09	0.13	0.15	0.17	0.33	0.46	178	64	38	138	37	19	228	100	61
4	1.03	1.07	1.10	1.15	0.17	0.28	0.36	0.14	0.20	0.23	0.19	0.36	0.49	145	53	32	107	30	14	205	106	72
5	1.02	1.22	1.24	1.24	0.12	0.21	0.26	0.09	0.15	0.16	0.15	0.28	0.43	131	47	29	91	26	13	168	70	59
6	1.40	1.43	1.46	1.47	0.12	0.20	0.26	0.10	0.14	0.16	0.15	0.27	0.39	117	42	25	86	25	14	149	61	41
7	1.52	1.54	1.62	1.68	0.16	0.27	0.34	0.10	0.15	0.17	0.21	0.37	0.56	112	40	24	74	21	11	158	66	43
8	1.56	1.61	1.71	1.78	0.18	0.29	0.37	0.13	0.19	0.19	0.23	0.46	0.62	109	39	24	70	15	9	164	66	48
9	1.73	1.78	1.82	1.89	0.19	0.25	0.31	0.11	0.17	0.19	0.19	0.36	0.46	101	36	22	70	22	10	133	57	42
10	1.90	1.88	1.95	2.03	0.18	0.30	0.38	0.14	0.18	0.21	0.23	0.41	0.60	97	36	22	61	18	9	140	62	51
11	2.31	2.32	2.35	2.41	0.17	0.28	0.36	0.13	0.17	0.18	0.21	0.39	0.53	84	31	19	51	16	9	125	58	39
12	4.10	4.22	4.25	4.44	0.16	0.26	0.32	0.12	0.17	0.15	0.20	0.41	0.55	54	20	12	40	12	9	76	34	24
13	4.58	4.73	4.76	4.89	0.15	0.25	0.30	0.11	0.15	0.13	0.20	0.38	0.61	50	18	11	31	12	9	66	29	19
14	5.20	5.26	5.37	5.29	0.11	0.18	0.22	0.08	0.09	0.11	0.15	0.29	0.42	46	16	10	37	12	9	57	22	18
15	8.14	8.11	8.08	8.14	0.10	0.16	0.19	0.08	0.05	0.06	0.14	0.29	0.37	34	13	9	26	12	9	42	16	10
Mean	2.42	2.45	2.48	2.54	0.14	0.23	0.30	0.11	0.15	0.17	0.18	0.35	0.48	124.2	44.72	27.06	82.46	24.66	12.93	169.73	74.52	51.86



شکل ۱- نمونه برداری دنباله ای با دقت ثابت با استفاده از مدل Green برای تخمین مجموع جمعیت دو گونه *Rhopalosiphum maidis* و *Schizaphis graminum* در مزرعه گندم در سه سطح دقت ۰/۱، ۰/۲۵ و ۰/۳. (a) در مدل چهار ساقه، (b) در مدل یک ساقه.

Fig. 1. Comparison fixed-precision sequential sampling by using Green model for estimating total population of two *Rhopalosiphum maidis* and *Schizaphis graminum* species in wheat field at three fixed precision levels of 0.1, 0.25 and 0.30. (a) in four stems sample unit, (b) in one stem sample unit.

زمانی که میانگین جمعیت شته های *R. maidis* و *S. graminum*، ۱/۶، ۳/۸۶ و ۵/۶۲ عدد در واحد نمونه باشد، به ترتیب ۵۰، ۷۵ و ۸۵ درصد بوته های گندم در مزرعه آلوده خواهند بود. رابطه بین تعداد نمونه مورد نیاز برای مطالعه تراکم جمعیت دو گونه شته و نسبت بوته های آلوده در مزرعه نیز مورد بررسی قرار گرفت (شکل ۳). با افزایش درصد آلودگی گیاهان موجود در مزرعه، تعداد نمونه های مورد نیاز در تخمین تراکم جمعیت شته براساس مدل Wilson & Room (1983) کاهش یافته است. بر اساس این مدل، هنگامی که ۰/۸۵ بوته های گندم به دو گونه *S. graminum* و *R. maidis* آلودگی نشان دهند، تعداد نمونه لازم در سطوح دقت ۰/۱۵، ۰/۲۵ و ۰/۳، به ترتیب ۴۴، ۱۶ و ۹ عدد خواهد بود (شکل ۳).

بحث

از آنجاکه شته ها از جمله آفات مهم گیاه گندم محسوب می شوند، بنابراین، مطالعه و بررسی روش های نمونه گیری، انتخاب مناسب ترین واحد نمونه و ارزیابی

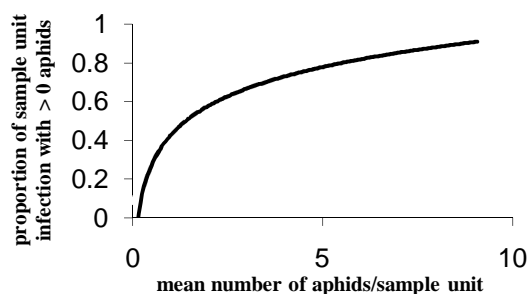
نشان داده شده است. همان طور که مشاهده می شود، درصد کاهش نمونه در مدل Green (1970) برای نمونه گیری از جمعیت مجموع دو شته *R. maidis* و *S. graminum* بیش از ۷۷ درصد برآورد شد.

الگوی نمونه برداری باینومیال (وجود-عدم وجود)

در زمان بالا بودن جمعیت شته ها شمارش آن ها بسیار وقت گیر و طاقت فرسا می باشد، لذا به منظور سادگی کار و کاهش هزینه پژوهش، از نمونه برداری باینومیال استفاده و منحنی های مربوط به داده های گیاه گندم آلوده به شته نسبت به میانگین جمعیت آن در واحد نمونه برداری نیز رسم شد (شکل ۲). همان گونه که مشاهده می شود، نسبت ساقه های آلوده در مزرعه با افزایش تراکم شته، بیشتر می شود اما، بعد از مدتی، این روند افزایشی با سرعت کم تری صورت می گیرد. بنابراین، منحنی مربوطه در مراحل اولیه که آلودگی اتفاق می افتد دارای شیب زیادی است و پس از مدتی با افزایش میزان تراکم جمعیت، شیب منحنی کاهش می یابد و در نهایت افقی می شود. با توجه به شکل ۲،

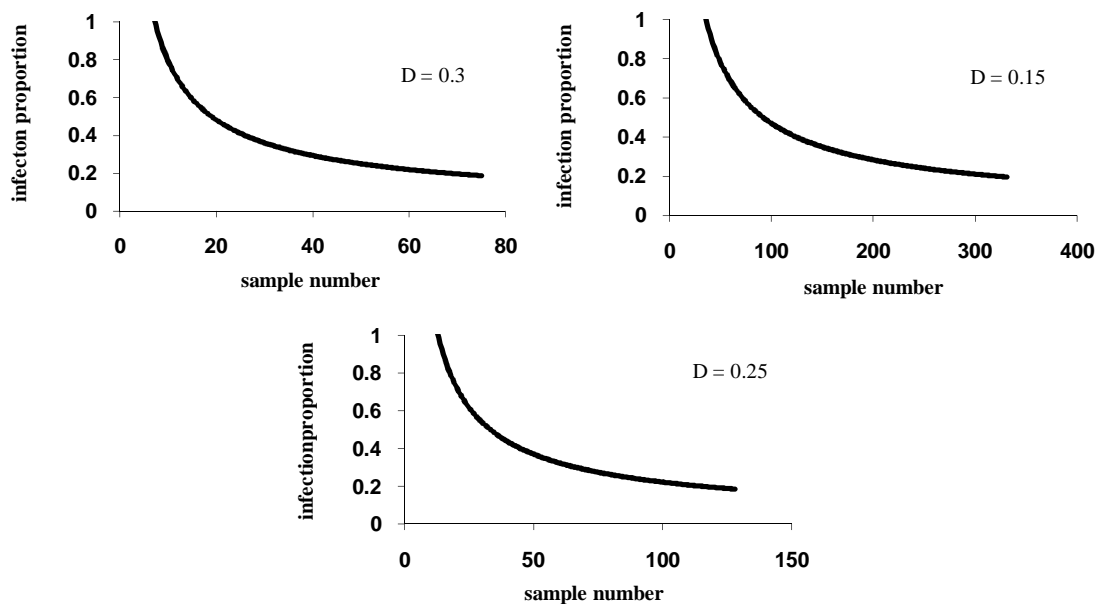
مدل‌های نمونه‌گیری به‌منظور استفاده در برنامه‌های پیش‌آگاهی این آفات امری بسیار ضروری می‌باشد. همچنین، در بیش‌تر برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات (IPM)، نمونه‌برداری‌هایی که با حداقل تعداد نمونه و زمان کم‌تری انجام می‌شوند از اهمیت بیش‌تری برخوردارند (Pedigo & Buntin, 1993).

رابطه بین نسبت بوته‌های گندم آلوده و میانگین شته‌های *Schizaphis graminum* و *Rhopalosiphum maidis* براساس مدل Wilson & Room.



شکل ۲- رابطه بین نسبت بوته‌های گندم آلوده و میانگین شته‌های *Schizaphis graminum* و *Rhopalosiphum maidis* براساس مدل Wilson & Room.

Fig. 2. Relation between the proportion of infected wheat plants and the mean number of *Rhopalosiphum maidis* and *Schizaphis graminum* aphids based on Wilson and Room's model.



شکل ۳- تعداد نمونه مورد نیاز برای تخمین تراکم جمعیت شته‌های *Schizaphis graminum* و *Rhopalosiphum maidis* روی گندم با سطوح دقت ۰/۱۵، ۰/۲۵ و ۰/۳ در مزارع باجگاه براساس مدل Wilson & Room.

Fig. 3. Number of required samples for estimating the population density of *Rhopalosiphum maidis* and *Schizaphis graminum* on wheat at precision levels of 0.15, 0.25 and 0.3 in the fields of Badjgah based on Wilson and Room's model.

جدول ۶- کاهش تعداد نمونه شته های *Rhopalosiphum maidis* و *Schizaphis graminum* در روش Green در مقایسه با روش متداول نمونه برداری در مزارع گندم باجگاه.

Table 6. Reducing the amount of sample number of *Rhopalosiphum maidis* and *Schizaphis graminum* in Green's method comparing to conventional method in wheat fields of Badjgah.

Precision level	Conventional method			Green			Reduction of sample number		
	Lower	Higher	Mean	Lower	Higher	Mean	Lower	Higher	Mean
0.15	83.3	2712.8	604.6 ± 57.3	31	84	53.2 ± 1.9	56.7	88.2	77.8 ± 1.05
0.25	29.9	976.6	217.4 ± 20.6	7	85	42.6 ± 1.8	59.9	95.1	78.3 ± 0.91
0.3	20.8	678.2	151.1 ± 14.3	4	34	24.2 ± 0.8	64.7	96.4	81.4 ± 0.81

مدل Shahrokhi & Amir-Maafi (2011a, 2011b). مدلی که در Green (1970) در تراکم های بالا و پایین جمعیت به تعداد نمونه کمتری نیاز دارد و به دلیل صرفه جویی بیشتر در زمان نمونه برداری، برای ردیابی جمعیت شته ها مؤثرتر است.

باتوجه به نتایج به دست آمده، در صورتی که میانگین شته در هر ساقه نیم عدد باشد، براساس واحد نمونه تک ساقه و چهار ساقه، به ترتیب ۳۳۱ بوته (۳۳۱ ساقه) و ۴۳ بوته (۱۷۲ ساقه) برای نمونه برداری لازم است. در صورتی که میانگین تعداد شته در هر ساقه یک عدد باشد، براساس مدل تک ساقه، ۲۱۷ نمونه (۲۱۷ ساقه) و براساس مدل چهار ساقه، ۲۶ نمونه (۱۰۴ ساقه) برای نمونه برداری لازم است. این امر نشان می دهد که واحد نمونه چهار ساقه از لحاظ مدیریت آفات مقرون به صرفه تر است.

در پژوهش حاضر شیب خط رگرسیون بین دو گونه *S. graminum* و *R. maidis* معنی دار نبود ($t_{slope} = 0/58$)، بنابراین در زمان نمونه گیری، می توان شمارش جمعیت دو گونه فوق را بدون تفکیک انجام داد و شاخص های Taylor (1961) را برای این دو گونه به صورت یکجا به کار برد ($\ln(\alpha) = 0/58$ و $b = 1/31$). استفاده از نمونه برداری دنباله ای در برآورد میانگین جمعیت دو شته *S. graminum* و *R. maidis* در مقایسه با روش متداول نمونه برداری در سطوح دقت ۰/۱۵، ۰/۲۵ و ۰/۳، تعداد نمونه لازم را به ترتیب ۷۷/۸ و ۷۸/۳ و

در مطالعه جمعیت حشرات، مدل های نمونه گیری دنباله ای به دلیل دقت بالا، هزینه پایین تر و تصمیم گیری سریع تر، جایگاه مناسبی دارند (Pedigo & Buntin, 1993; Naranjo & Hutchison, 1997; Tsai *et al.*, 2000; Mohiseni *et al.*, 2009a). روش رگرسیونی Taylor (1961) برای تعیین نوع پراکنش و طراحی روش نمونه برداری بسیاری از حشرات استفاده شده است که می توان به تحقیقات O'Rourke & Hutchison (2003) روی آفات ذرت، Sule *et al.* (2012) روی پسیل مرکبات و Mohiseni *et al.* (2009b) روی سن گندم اشاره نمود. در پژوهش حاضر باتوجه به ضریب تبیین ($r^2 = 0/91$)، در مجموع روش Taylor (1961) برای تعیین الگوی توزیع فضایی شته های گندم *R. maidis* و *S. graminum* مناسب تر از روش Iwao (1977) ($r^2 = 0/56$) بود که با نتایج پژوهشگران مختلف مطابقت داشت (Dean, 1973; Kieckhefer, 1975; Kring & Gilstrap, 1983; Ekbom, 1985; Ward *et al.*, 1986; Elliott & Kieckhefer, 1987; Hutchison *et al.*, 1988; Feng & Nowierski, 1992; Winder *et al.*, 1999; Kavallieratos *et al.*, 2002, 2005; Athanassiou *et al.*, 2003; Fievet *et al.*, 2007; Tomanovic *et al.*, 2008; Afshari & Dastranj, 2010; Shahrokhi & Amir-Maafi, 2011a, 2011b; Sule *et al.*, 2012). همچنین، در این پژوهش، مدل Green (1970) که براساس پارامترهای قانون نمایی Taylor (1961) تبیین شده بود، مورد استفاده قرار گرفت. براساس تحقیقات

آن‌ها بسیار وقت‌گیر می‌باشد، بسیار سودمند است. طبق نتایج به‌دست‌آمده، با افزایش درصد آلودگی گیاهان موجود در مزرعه، تعداد نمونه‌های مورد نیاز در تخمین تراکم جمعیت شته‌های مربوطه براساس مدل Wilson & Room (1983) کاهش یافت. این مدل در واقع رابطه‌ای بین نسبت گیاهان آلوده در مزرعه، $P(I)$ و میانگین تراکم جمعیت شته‌های گندم ایجاد کرد که با نتایج حاصل از تحقیقات Opit et al. (2003) و Athanassiou et al. (2005) منطبق می‌باشد.

در تحقیق حاضر تلاش شد تا با توجه به مزایای نمونه‌برداری دنباله‌ای در مدیریت جمعیت آفات، برای اولین بار مدل‌هایی برای این منظور در سطح مزارع گندم منطقه باجگاه طراحی شوند. با در نظر گرفتن اینکه در مدیریت تلفیقی آفات کاهش هزینه‌های مدیریتی از اصول اساسی و توصیه‌شده می‌باشد، بنابراین، استفاده از مدل‌های نمونه‌گیری دنباله‌ای با دقت ثابت به دلیل کاهش معنی‌دار تعداد نمونه و امکان تعیین میزان دقت، نقش مهمی در پیش‌آگاهی جمعیت آفات دارد.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از ریاست محترم دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز به جهت در اختیار قرار دادن مزارع مورد نیاز تشکر و قدردانی می‌شود.

۸۱/۴ درصد کاهش داد. مقایسه نمونه‌برداری دنباله‌ای و نمونه‌برداری متداول در تحقیقات (2005) Afshari نشان داد که تعداد نمونه مورد نیاز به‌منظور نمونه‌گیری از جمعیت شته سبز پنبه، *Aphis gossypii* Glover، ۷۹ تا ۹۳ درصد کاهش یافت. (2009b) Mohiseni et al. درصد کاهش تعداد نمونه را در مدل‌های نمونه‌گیری دنباله‌ای از جمعیت سن مادر *E. integriceps* با کادر یک مترمربع در مقایسه با نمونه‌برداری متداول در نمونه‌گیری در سطوح دقت ۰/۱ و ۰/۱۵، ۰/۲ و ۰/۲۵، به‌ترتیب ۷۶/۸، ۷۶/۴، ۷۷/۹ و ۷۷/۶ درصد گزارش نمودند. همچنین، در نمونه‌برداری دنباله‌ای از جمعیت *Heliothis* sp. در مزارع پنبه، ۴۵-۵۳ درصد (Pieters & Sterling, 1975) و در نمونه‌گیری دنباله‌ای از جمعیت عسلک پنبه، در مزارع گوجه‌فرنگی، *Bemisia tabaci* Gennadius، در مزارع گوجه‌فرنگی، ۵۴/۱۷ درصد (Gusmao et al., 2006) کاهش تعداد نمونه در مقایسه با روش متداول نمونه‌برداری گزارش شد که با نتایج حاصل از پژوهش حاضر مطابقت دارد.

نمونه‌برداری باینومیال این امکان را به‌وجود می‌آورد که با تعیین نسبت واحدهای نمونه‌برداری آلوده به شته و بدون نیاز به شمارش شته‌ها روی ساقه‌ها، در مورد شروع و یا عدم شروع سم‌پاشی تصمیم‌گیری شود. با کاربرد روش نمونه‌برداری (Wilson & Room (1983)، زمان کم‌تری در انجام نمونه‌برداری‌ها صرف می‌شود و این کار برای آفاتی که جمعیت بالایی دارند و شمارش

منابع

- Afshari, A. (2005) Population dynamics of cotton aphid, *Aphis gossypii* Glover and damage assessment in cotton fields of Iran. Ph. D. Thesis. Shahid Chamran University, Iran. 381 pp.
- Afshari, A. (2011) Density dynamics, spatial distribution and sequential sampling of important aphidophagous predators in wheat fields of Gorgan. *Journal of Plant Protection* 25(3), 276-285.
- Afshari, A. & Dastranj, M. (2010) Density, spatial distribution and sequential sampling plans for cereal aphids, infesting wheat spike in Gorgan, northern Iran. *Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture)* 32(2), 89-102.

- Athanassiou, C. G., Kavallieratos, N. G., Ragkou, V. S. & Buchelos, C. T.** (2003) Seasonal abundance and spatial distribution of the predator *Macrolophus costalis* Fieber (Heteroptera: Miridae) and its prey *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphidoidea) on tobacco. *Phytoparasitica* 31, 8-18.
- Athanassiou, C. G., Kavallieratos, N. G., Tomanovi, Z., Tomanovi, S. & Milutinovi, M.** (2005) Development of a sampling plan for *Myzus persicae* (Homoptera: Aphidoidea) and its predator *Macrolophus costalis* (Hemiptera: Miridae) on tobacco. *European Journal of Entomology* 102, 399-405.
- Bakhshizadeh, N., Mohisani, A. & Fathi, A.** (2010) Dispersion pattern and sequential sampling model with fixed-precision for estimating population of *Eurygaster integriceps* Put. (Het.: Scutelleridae) in rainfed wheat fields of Ardabil. *Scientific Journal of Agriculture* 33(2), 63-75.
- Barrigossi, J. A. F., Hein, G. L. & Higley, L. G.** (2003) Economic injury level and sequential sampling plans for Mexican bean beetle (Coleoptera: Coccinellidae) on dry beans. *Journal of Economic Entomology* 96(4), 1160-1167.
- Behdad, A.** (1998) *Crop pests in Iran*. 452 pp. Yadbood Publication.
- Binns, M. R.** (1994) Sequential sampling for classifying pest status. pp. 137-174 in Pedigo, L. P. & Buntin, G. D. (Eds) *Handbook of sampling methods for arthropods in agriculture*. 736 pp. CRC Boca Raton, FL.
- Dean, G. J. W.** (1973) Distribution of aphids in spring cereals. *Journal of Applied Ecology* 10, 447-462.
- Ekbom, S. B.** (1985) Spatial distribution of *Rhopalosiphum padi* (L.) (Homoptera: Aphididae) in spring cereals in Sweden and its importance for sampling. *Environmental Entomology* 14, 312-316.
- Elliott, N. C., Giles, K. L., Royer, T. A., Kindler, S. D., Tao, F. L., Jones, D. B. & Cuperus, G. W.** (2003) Fixed precision sequential sampling plans for the greenbug and bird cherry-oat aphid (Homoptera:Aphididae) in winter wheat. *Journal of Economic Entomology* 96(5), 1585-1593.
- Elliott, N. C. & Kieckhefer, R. W.** (1987) Spatial distributions of cereal aphids (Homoptera:Aphididae) in winter wheat and spring oats in South Dakota. *Environmental Entomology* 16 (4), 896-901.
- Farahbakhsh, G. H.** (1961) *A check list of economically important insects and other enemies of plants and agricultural product in Iran*. 153 pp. Department of Plant Protection, Ministry of Agriculture.
- Feng, M. G. & Nowierski, R. M.** (1992) Variation in spatial patterns of Russian wheat aphid (Homoptera:Aphididae) among small grains in the northwestern United states. *Environmental Entomology* 21(5), 1029-1034
- Fievet, V., Dedryver, C. A., Plantagest, M., Simon, J. C. & Outreman, Y.** (2007) Aphid colony turn-over influences the spatial distribution of the grain aphid *Sitobion avenae* over the wheat growing season. *Agricultural and Forest Entomology* 9, 125-134.
- Foster, R., Grimes, W. H., Knake, E., McCarty, R. H., Mortvedt, J. J. & Butt, E. R.** (1997) *Insect control guide*. Vol. 9, 442 pp. Meister Publishing Company, Ohio.
- Green, R. H.** (1970) On fixed precision level sequential sampling. *Research Population Ecology* 12, 249-251.
- Gusmao, M. R., Picanco, M. C., Guedes, R. N. C., Glavan, T. L. & Pereira, E. J. G.** (2006) Economic injury level and sequential sampling plan for *Bemisia tabaci* in outdoor tomato. *Journal of Economic Entomology* 130(3), 160-166.
- Hollingsworth, C. S. & Gatsonis, C. A.** (1990) Sequential sampling plans for green peach aphid (Homoptera: Aphididae) on potato. *Journal of Economic Entomology* 83(4), 1365-1369.
- Hsu, J. C., Horng, S. B. & Wu, W. J.** (2001) Spatial distribution and sampling of *Aulacaspis yabunikkei* (Homoptera: Diaspididae) in camphor trees. *Plant Protection Bulletin* 43, 69-81.

- Hutchison, W. D., Hogg, D. B., Ashraf Poswal, M., Berberet, R. C. & Cuperus, G. C.** (1988) Implications of the stochastic nature of Kuno's and Green's fixed-precision stop lines: sampling plans for the pea aphid (Homoptera: Aphididae) in alfalfa as an example. *Journal of Economic Entomology* 81, 749-758.
- Iwao, S.** (1977) The m^*-m statistics as a comprehensive method for analyzing spatial patterns of biological populations and its application to sampling problems. pp. 21-46 in Morista, M. (Ed.) *Studies on methods of estimating population density, biomass and productivity in terrestrial animals*. Vol. 17, 237 pp. JIBP Synthesis, University of Tokyo Press.
- Kavallieratos, N. G., Athanassiou, C. G., Stathas, G. J. & Tomanovic, Z.**, (2002) Aphid parasitoids (Hymenoptera: Braconidea: Aphidinae) on citrus: seasonal abundance, association with the species of host plant and sampling indices. *Phytoparasitica* 30, 365-377.
- Kavallieratos, N. G., Athanassiou, C. G., Tomanovic, Z., Sciaretta, A., Trematerra, P. & Zink, V.** (2005) Seasonal occurrence, spatio-temporal distribution and sampling indices for *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphidoidea) and its parasitoids (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) on tobacco. *European Journal of Entomology* 102, 459-468.
- Kherad, M.** (2013) Fars has the first rank in wheat production. Available from: <http://www.fars.agri-jahad.ir/portal/Home/ShowPage.aspx> (accessed October 2013).
- Kieckhefer, R. W.** (1975) Field populations of cereal aphids in South Dakota spring grains. *Journal of Economic Entomology* 68, 161-164.
- Kring, T. J. & Gilstrap, F. E.** (1983) Within-field distribution of greenbug (Homoptera: Aphididae) and its parasitoids in winter wheat. *Journal of Economic Entomology* 76, 57-62.
- Kuno, E.** (1991) Sampling and analysis of insect population. *Annual Review of Entomology* 26, 285-304.
- Mohiseni, A. A., Soleimannejadian, M. S. & Rajabi, G.** (2009a) Fixed precision sequential sampling plans to estimate overwintered sunn pest (*Eurygaster integriceps* Put.) population in rainfed wheat fields in Borujerd. *Journal of Plant Protection* 32 (1), 33-47.
- Mohiseni, A. A., Soleimannejadian, M. S., Rajabi, G. & Mosaddegh, M. S.** (2009b) Fixed precision sequential sampling plans to estimate sunn pest, *Eurygaster integriceps* Put. (Hem.: Scutelleridae) population using sweep net in rainfed wheat fields in Borujerd. *Journal of Sustainable Agricultural Knowledge* 19(1), 119-132.
- Naranjo, S. E. & Hutchison, W. D.** (1997) Validation of arthropod sampling plans using a resampling approach: Software and analysis. *American Entomologist* 43, 48-47.
- Nyrop, J. P. & Wright, R. J.** (1985) Use of double sample plans in insect sampling with reference to the Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera: Chrysomelidae). *Environmental Entomology* 14, 644-649.
- Opit, G. P., Margolies, D. C. & Nechols, J. R.** (2003) Within-plant distribution of two spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch. (Acari: Tetranychidae), on Ivy Geranium: development of a presence-absence sampling plan. *Journal of Economic Entomology* 96 (2), 482-488.
- O'Rourke, P. K. & Hutchison, W. D.** (2003) Sequential sampling plans for estimating European corn borer (Lepidoptera: Crambidae) and corn earworm (Lepidoptera: Noctuidae) larval density in sweet corn ears. *Journal of Crop Protection* 22, 903-909.
- Pedigo, L. P. & Buntin, G. B.** (1993) *Handbook of sampling methods for arthropods in agriculture*. 705 pp. CRC Press.
- Pieters, E. P. & Sterling, W. L.** (1975) Sequential sampling cotton squares damaged by boll weevils or *Heliothis* spp. in the cost bend of Texas. *Journal of Economic Entomology* 68, 543-545.
- Rajabi, Gh. R. & Behroozin, M.** (2003) *Pests and diseases of wheat in Iran*. 185 pp. Agricultural Education Publication, Tehran.

- Rezvani, A.** (2001) *Key to the aphids (Homoptera: Aphidinea) in Iran*. 304 pp. Publication of Research, Education and Agricultural Extension, Tehran.
- Ruesink, W. G.** (1980) Introduction to sampling theory. pp. 61-78 in Kogan, M. & Herzog, D. C. (Eds) *Sampling methods in soybean entomology*. 587 pp. Springer-Verlag, New York.
- Shahrokhi, Sh. & Amir-Maafi, M.** (2011a) Binomial sampling plan of *Metopolophium dirhodum* in irrigated wheat fields. *Applied Entomology and Phytopathology* 79, 117-133.
- Shahrokhi, Sh. & Amir-Maafi, M.** (2011b) Sequential sampling plan of *Metopolophium dirhodum* (Hemiptera: Aphididae) in wheat fields. *Journal of Entomological Society of Iran* 31(1), 69-82.
- Shepard, M.** (1976) Distribution of insects in soybean fields. *Canadian Entomologist* 108, 761-771.
- Southwood, T. R. E.** (1978) *Ecological methods, with particular reference to the study of insect populations*. 2nd ed. 524 pp. Chapman & Hall, London.
- Sule, H., Muhamad, R., Omar, D., Hee, A. K. W. & Zazali, C.** (2012) Dispersion pattern and sampling of *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) populations on *Citrus suhuiensis* Hort. Ex Tanaka in Padang Ipoh Terengganu, Malaysia. *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science* 35, 25-36.
- Taylor, L. R.** (1961) Aggregation, variance and the mean. *Nature* 189, 732-735.
- Tomanovic, Z., Kavallieratos, N. G. & Athanassious, C. G.** (2008) Spatial distribution of cereal aphids (Hemiptera: Aphidoidea) in Serbia. *Acta Entomologica Serbica* 13(1, 2), 9-14.
- Tsai, J. H., Wang, J. & Liu, Y. H.** (2000) Sampling of *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae) on orange jassamine in southern Florida. *Florida Entomologist* 83(4), 446-459.
- Wang, K. & Shipp, J. L.** (2001) Sequential sampling plans for western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) on greenhouse cucumbers. *Journal of Economic Entomology* 94(2), 479-585.
- Ward, S. A., Chambers, R. J., Sunderland, K. & Dixon, A. F. G.** (1986) Cereal aphid populations and the relation between mean density and spatial variance. *Netherland Journal of Plant Pathology* 92, 127-132.
- Wilson, L. T. & Room, P. M.** (1983) Clumping patterns of fruit and arthropods in cotton, with implications for binomial sampling. *Environmental Entomology* 12, 50-54.
- Winder, L., Pery, J. N. & Holland, J. M.** (1999) Spatial and temporal distribution of the grain aphid, *Sitobion avenae* in winter wheat. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 93, 277-290.