

**نمونه‌برداری دنباله‌ای شته‌ی *Metopolophium dirhodum* (Hemiptera: Aphididae)****در مزارع گندم**شهرام شاه‌روخی<sup>۱\*</sup> و مسعود امیرمعافی<sup>۲</sup>

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد میانه، گروه گیاه‌پزشکی، میانه، ۲- مؤسسه‌ی تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، صندوق پستی ۱۴۵۴ تهران ۱۹۳۹۵.  
\*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: shahrokhi1349@gmail.com

**Sequential sampling plan of *Metopolophium dirhodum* (Hemiptera: Aphididae) in wheat fields**Sh. Shahrokhi<sup>1,\*</sup> and M. Amir-Maafi<sup>2</sup>

1. Department of Plant Protection, Islamic Azad University, Miyaneh Branch, Miyaneh, Iran, 2. Iranian Research Institute of Plant Protection, P.O. Box 1454, Tehran 19395, Iran.

\*Corresponding author, E-mail: shahrokhi1349@gmail.com

**چکیده**

این پژوهش به منظور تهیه‌ی الگوی نمونه‌برداری دنباله‌ای شته‌ی گندم-گل سرخ، *Metopolophium dirhodum* (Walker)، در مزارع گندم آبی منطقه‌ی جلیل‌آباد ورامین انجام شد. برای این منظور نمونه‌برداری‌های هفتگی از جمعیت شته در طول دو فصل زراعی ۱۳۷۹ و ۱۳۸۰ انجام شد. در هر نمونه‌برداری، تعداد ۵۰ ساقه‌ی گندم به طور تصادفی انتخاب و تعداد شته‌های موجود شمارش شد. با داده‌های به‌دست آمده، الگوی توزیع فضایی جمعیت شته به دو روش رگرسیونی Taylor و Iwao تعیین شد. هر دو روش نشان دادند که توزیع شته‌ی گندم-گل سرخ در مزارع گندم تجمعی می‌باشد، اما براساس مقدار ضریب تبیین ( $R^2$ )، روش Taylor مناسب‌تر از روش Iwao بود. از پارامترهای دو روش فوق برای تهیه‌ی مدل‌های نمونه‌برداری دنباله‌ای به روش Green و Kuno با سطوح دقت  $D = 0/30$  و  $D = 0/20$  بر مبنای بازه‌ی اطمینان استفاده شد. در هر دو طرح نمونه‌برداری دنباله‌ای، اندازه‌ی نمونه‌ی لازم برای تخمین دقیق میانگین جمعیت با افزایش سطح دقت از  $0/30$  به  $0/20$ ، افزایش و با افزایش جمعیت، کاهش یافت. در تراکم‌های  $0/8$  و  $8$  شته در هر ساقه، اندازه‌ی نمونه‌ی لازم برای تخمین میانگین جمعیت شته تقریباً در هر دو مدل برابر بود. در تراکم کمتر از  $0/8$  و بیشتر از  $8$  شته در هر ساقه، مدل Green به دلیل اندازه‌ی نمونه‌ی لازم کمتر و صرفه‌جویی در زمان نمونه‌برداری، بهتر از مدل Kuno بود. مدل اخیر در تراکم بین  $0/8$  تا  $8$  شته در هر ساقه به تعداد نمونه‌های کمتری نیاز داشته و مناسب‌تر از مدل Green ارزیابی شد، ولی استفاده از آن در تراکم جمعیت پایین به دلیل نیاز به تعداد نمونه بسیار زیاد قابل توصیه نیست.

واژگان کلیدی: *Metopolophium dirhodum*، توزیع فضایی، نمونه‌برداری دنباله‌ای، گندم**Abstract**

Sequential sampling plans of rose-grain aphid, *Metopolophium dirhodum* (Walker) were developed in wheat fields of Jalilabad region of Varamin, Iran. The aphid population was weekly sampled during 2000-2001. Each sample included 50 wheat stems, which were chosen randomly and the number of aphids was counted. This data was used to describe spatial distribution pattern of *M. dirhodum* by Taylor's power law (TPL) and Iwao's patchiness regression methods. The results indicated aggregated dispersion pattern of rose-grain aphid population in wheat fields, based on both methods. The TPL provided a better description of the aphid's spatial distribution. Estimates of two mentioned models led to

development of sequential sampling plans, using Green and Kuno methods at precision levels of  $D = 0.20$  and  $D = 0.30$  in terms of confidence interval, respectively. In both sequential sampling plans, the higher sample size obtained as population density decreased and it decreased when precision level increased from 0.30 to 0.20. The required sample size for the estimation of mean aphid density was approximately identical at 0.8 and 8 aphids per tiller in both Green's and Kuno's plans. Green's plan was more efficient than Kuno's model for both lower ( $\leq 0.8$  per tiller) and higher ( $\geq 8$  per tiller) aphid densities due to its small sample size required and less time needed for sampling. Kuno's model required fewer samples at the intermediate density range (0.8-8 aphids per tiller) and is considered more effective than Green's plan at this aphids' density range. However, Kuno's model is not recommended when low aphid population density exists because it requires enormous samples of aphids.

**Key words:** *Metopolophium dirhodum*, spatial distribution, sequential sampling plan, wheat

### مقدمه

گندم مهم‌ترین محصول استراتژیک ایران بوده و از جایگاه ویژه‌ای در تأمین نیاز غذایی مردم برخوردار است. شته‌ها به دلیل انتقال بیماری‌های ویروسی، تغذیه از شیرهی گیاهی و ایجاد اختلال در فیزیولوژی گیاه، ترشح عسلک و رشد قارچ‌های ساپروفیت، کاهش فتوسنتز و سمیت بزاق می‌توانند باعث کاهش محصول در گندم شوند. شته‌ی گندم-گل سرخ، *Metopolophium dirhodum* (Walker) از مهم‌ترین گونه‌هایی است که در همه جای دنیا روی غلات یافت می‌شود (Dixon, 1987). این شته از مزارع غلات آمریکای جنوبی، آمریکای شمالی، آفریقای جنوبی، نیوزیلند و استرالیا، اروپا، آسیای مرکزی و خاورمیانه گزارش شده و ناقل ویروس موزائیک جو است (Blackman & Eastop, 1984). به گزارش Rezwani (2001)، این شته در بیشتر مناطق ایران پراکنده بوده و (Hodjat & Azemayeshfard, 1986) آن را در کرج روی غلات، نسترن و گل سرخ، در تهران روی نسترن و گندم و در ورامین، قم، شهر ری و شیراز روی گندم گزارش کرده‌اند. شته‌ی گندم-گل سرخ در مزارع گندم ورامین و کرج در برخی سال‌ها از فراوانی بیشتری نسبت به سایر گونه‌های شته‌های غلات برخوردار است (Noori & Rezwani, 1994; Amirnazari, 2000; Shahrokhi, 2003).

برای کنترل شته‌ها در ایران معمولاً از روش کنترل شیمیایی استفاده می‌شود. تعیین زمان کنترل و اجرای موفقیت‌آمیز مدیریت تلفیقی آفات تا حد زیادی به کاربرد روش نمونه‌برداری قابل اعتماد بستگی دارد (Hutchison *et al.*, 1988). جمعیت شته‌ها در شرایط مناسب به سرعت افزایش می‌یابد (Dixon, 1989)، بنابراین برای تعیین زمان کنترل آن‌ها توسعه‌ی روش‌های نمونه‌برداری و پایش جمعیت در مزرعه در مقایسه با سطح زیان اقتصادی ضروری است (Ekblom, 1985). استفاده از الگوی مناسب نمونه‌برداری به کشاورزان کمک می‌کند تا بتوانند زمان

کنترل آفات را با توجه به سطح زیان اقتصادی تعیین کرده و دفعات سم‌پاشی را کاهش دهند. بدیهی است که این امر علاوه بر کاهش هزینه‌ی تولید محصول، باعث حفظ دشمنان طبیعی و محیط زیست، کاهش باقی‌مانده‌ی سموم در محصولات کشاورزی و تضمین سلامت مصرف‌کنندگان و تأخیر در مقاوم شدن آفات نسبت به آفت‌کش‌ها می‌شود (Wright et al., 1990). مزیت اساسی نمونه‌برداری دنباله‌ای این است که به نمونه‌بردار امکان می‌دهد تا به سرعت جمعیت حشره را به تراکم کم و یا زیاد دسته‌بندی کند، بدون اینکه تعداد نمونه لازم ثابت باشد. استفاده از این روش به طور متوسط پنجاه درصد زمان نمونه‌برداری را کاهش می‌دهد (Wald, 1947). با استفاده از روش نمونه‌برداری دنباله‌ای، تعداد نمونه‌های لازم و هزینه‌ی نمونه‌برداری کاهش می‌یابد (Hollingsworth & Gatsonis, 1990). از مزایای دیگر این طرح وارد کردن دقت و سطح زیان اقتصادی در مدل نمونه‌برداری دنباله‌ای است (Onsager, 1976). Green (1970) و Kuno (1969) مدل‌هایی برای نمونه‌برداری دنباله‌ای ارائه کرده‌اند که به وسیله‌ی محققین مختلف استفاده شده است. برای مثال می‌توان به ارزیابی جمعیت سوسک کلرادو توسط Nyrop & Wright (1985)، نمونه‌برداری از جمعیت شته‌ی *Acyrtosiphon pisum* (Harris) در مزارع نخود (Maiteki & Lamb, 1987) و تخمین جمعیت شته‌ی سبز هلو، *Myzus persicae* (Sulzer) در مزارع سیب‌زمینی به وسیله‌ی Hollingsworth & Gatsonis (1990) اشاره کرد. Hutchison et al. (1988) نیز دو الگوی نمونه‌برداری مذکور را در نمونه‌برداری از جمعیت شته‌ی *A. pisum* در مزارع یونجه‌ی آمریکا مورد مقایسه قرار داده‌اند. استفاده از الگوی نمونه‌برداری دنباله‌ای به روش Green (1970) برای تخمین تراکم جمعیت شته‌ی معمولی گندم، *Schizaphis graminum* (Rondani)، و شته‌ی برگ برنج، *Rhopalosiphum padi* (L.) در مزارع گندم ایالت‌های آیداهو و داکوتای آمریکا باعث صرفه‌جویی در زمان نمونه‌برداری شده است (Elliot et al., 2003). همچنین طرح نمونه‌برداری دنباله‌ای به وسیله‌ی Shepard (1976) برای آفات سویا و توسط Foster et al. (1982) برای کرم ریشه‌ی ذرت استفاده و سبب کاهش زمان نمونه‌برداری شد. از تحقیقات انجام‌شده در رابطه با نمونه‌برداری دنباله‌ای در کشور می‌توان به بررسی تراکم، پراکنش فضایی و نمونه‌برداری دنباله‌ای شته‌های خوشه‌ی گندم در منطقه‌ی گرگان

(Afshari & Dastranj, 2010) اشاره کرد. با این حال بیشتر پژوهش‌های انجام‌شده در ایران مربوط به سن گندم می‌باشد. (1997) Amir-Maafi الگوی نمونه برداری دنباله‌ای و (2007) Amir-Maafi et al. الگوهای نمونه برداری دنباله‌ای و بینومیال را برای تعیین تراکم جمعیت حشرات کامل سن گندم در مزارع گندم مناطق مختلف کشور ارائه کرده‌اند. (1999) Moin-Namini الگوی شبکه‌ی مراقبت را برای ردیابی سن گندم بررسی کرده است. همچنین (2009a, 2009b) Mohiseni et al. نمونه‌گیری دنباله‌ای با دقت ثابت را به ترتیب با استفاده از کادر و تور حشره‌گیری برای تخمین جمعیت سن مادر در مزارع گندم دیم بروجرد مورد استفاده قرار داده‌اند.

با توجه به این که تاکنون تحقیق مدونی در زمینه‌ی روش نمونه برداری از جمعیت شته‌ی گندم-گل سرخ در ایران انجام نگرفته است، لذا در این پژوهش الگوی توزیع فضایی و نمونه برداری دنباله‌ای این شته جهت پایش جمعیت آن در مزارع گندم آبی منطقه‌ی ورامین ارائه شده است. همچنین دو روش نمونه برداری دنباله‌ای (Green (1970) و Kuno (1969) برای ردیابی جمعیت شته‌ی *M. dirhodum* مورد مقایسه قرار گرفته‌اند.

### مواد و روش‌ها

به منظور نمونه برداری از جمعیت شته‌ی گندم-گل سرخ، یک مزرعه‌ی گندم آبی رقم مهدوی (رقم متداول منطقه) به مساحت تقریبی سه هکتار در منطقه‌ی جلیل‌آباد ورامین انتخاب شد و طی دو فصل زراعی ۱۳۷۹ و ۱۳۸۰ مورد آماربرداری قرار گرفت. نمونه برداری‌ها با شروع فصل زراعی و استقرار شته‌ها آغاز و تا زمان برداشت محصول ادامه یافت. با توجه به زمان‌بر بودن نمونه برداری و شمارش حشرات ریز مانند شته‌ها، در این تحقیق از نمونه‌ی بزرگ (بیشتر از ۳۰ نمونه) استفاده شد و هر هفته با الگوی حرکت زیگزاک تعداد ۵۰ ساقه‌ی گندم (واحد نمونه برداری) به طور تصادفی انتخاب و قسمت‌های آلوده به شته‌ی هر ساقه در یک لوله‌ی آزمایش قرار داده شدند. تعداد شته‌ها (پوره‌ها و حشرات کامل) با استفاده از استریومیکروسکوپ در آزمایشگاه بخش تحقیقات سن گندم شمارش و نتایج در جدول‌های مربوطه ثبت شد.

برای تعیین الگوی توزیع فضایی جمعیت شته‌ی گندم-گل سرخ از روش رگرسیون قانون نمایی (Taylor (1961) و روش Iwao (1977) استفاده شد. از نتایج تجزیه و تحلیل رگرسیون الگوی توزیع فضایی برای ارابه‌ی الگوی نمونه‌برداری دنباله‌ای و تعیین خط توقف نمونه‌برداری استفاده شد. برای این منظور پارامترهای رگرسیونی Taylor (1961) و Iwao (1977) به ترتیب برای تهیه‌ی مدل‌های نمونه‌برداری به روش Green (1970) و Kuno (1969) در سطوح دقت قابل قبول  $D = 0/30$  و  $D = 0/20$  بر مبنای بازه‌ی اطمینان (Confidence interval) مورد استفاده قرار گرفتند (Southwood, 1978; Hutchison *et al.*, 1988). تجزیه‌ی رگرسیونی با استفاده از نرم‌افزار SAS و برازش مدل‌ها و رسم شکل‌ها با استفاده از نرم‌افزار Excel انجام شد.

در معادله‌ی Green (1970)،  $\ln(T_n) = \ln(D^2 / \alpha) / (b - 2) + [((b - 1) / (b - 2)) \times \ln(n)]$ ، پارامتر  $\alpha$  عرض از مبدأ و  $b$  شیب خط رگرسیون مدل قانون نمایی Taylor (1961)،  $D_0$  سطح دقت معین و ثابت مورد نظر بر مبنای بازه‌ی اطمینان،  $n$  تعداد نمونه و  $T_n$  فراوانی تجمعی مرحله‌ی رشدی مورد شمارش می‌باشند. در معادله‌ی Kuno (1969)،  $T_n = (\alpha + 1) / [(D^2 - ((\beta - 1) / n))]$ ، پارامتر  $\alpha$  عرض از مبدأ و  $\beta$  شیب خط مدل Iwao (1977)،  $D_0$  سطح دقت معین و ثابت مورد نظر بر مبنای بازه‌ی اطمینان،  $n$  تعداد نمونه و  $T_n$  فراوانی تجمعی مرحله‌ی رشدی مورد شمارش می‌باشند.

## نتایج

### الگوی توزیع فضایی

در این بررسی تراکم جمعیت شته‌ی گندم-گل سرخ دامنه‌ای بین ۰/۰۲ تا ۲۰/۱۸ عدد شته در هر ساقه داشت. جدول ۱ پارامترهای رگرسیون قانون نمایی Taylor (1961) و روش رگرسیونی Iwao (1977) شته‌ی گندم-گل سرخ را در مزارع گندم آبی رقم مهدوی در ورامین نشان می‌دهد. با توجه به عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین شیب خط رگرسیون دو سال، در هر دو روش Taylor (1961)،  $b_1 = -1/580 \pm 0/091$ ،  $b_2 = 1/453 \pm 0/111$ ،  $df = 12$ ،  $t = 0/85$ ،  $p = 0/413$  و Iwao (1977)  $b_1 = 2/328 \pm 0/991$ ،  $b_2 = 3/728 \pm 1/590$ ،  $df = 12$ ،  $t = -1/09$ ،  $p = 0/296$  داده‌های دو سال برای محاسبه‌ی شیب خط واحد استفاده شده است.

**جدول ۱.** آماره‌های رگرسیون ( $\pm$  SE) قانون نمایی Taylor و روش رگرسیونی Iwao جمعیت شته‌ی گندم-گل سرخ در مزارع گندم آبی.

**Table 1.** Taylor's Power law and Iwao's patchiness regression statistics ( $\pm$  SE) of rose-grain aphid in wheat fields.

n	Taylor's Power law				Iwao's patchiness regression			
	Ln ( $\alpha$ )	b	MSE	r <sup>2</sup>	$\alpha$	$\beta$	MSE	r <sup>2</sup>
16	1.734 $\pm$ 0.172	1.454 $\pm$ 0.079*	0.418	0.959	3.087 $\pm$ 1.697	2.305 $\pm$ 0.310*	36.449	0.797

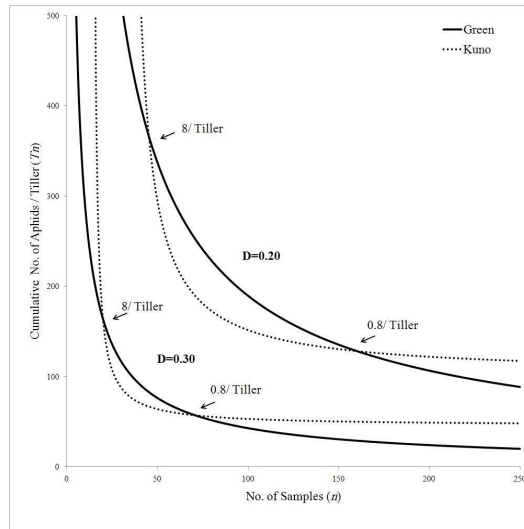
\*: Significantly different from 1 ( $p < 0.05$ ). n: number of data sets.

در روش Taylor (1961) نتایج آزمون t با رد فرض تصادفی بودن پراکنش، توزیع جمعیتی شته را در مزرعه‌ی گندم نشان داد ( $P < 0.05$ ,  $t = 5/71$ ). به عبارت دیگر مقدار پارامترهای  $b$  به‌طور معنی‌دار بزرگ‌تر از ۱ برآورد شد که نشان‌دهنده‌ی توزیع جمعیتی شته‌ی گندم-گل سرخ بود. همچنین در روش رگرسیونی Iwao (1977) مقدار پارامتر  $\beta$  به‌طور معنی‌دار بزرگ‌تر از ۱ بود ( $P < 0.05$ ,  $t = 4/203$ ), ولی  $\alpha$  تفاوت معنی‌داری با صفر نداشت ( $\alpha = 1$ ) که این حالت توزیع جمعیتی را نشان می‌دهد.

#### الگوی نمونه‌برداری دنباله‌ای با دقت ثابت

از نتایج تجزیه و تحلیل رگرسیون الگوی توزیع فضایی برای ارایی‌ی طرح نمونه‌برداری دنباله‌ای و تعیین خط توقف نمونه‌برداری استفاده شد. برای این منظور پارامترهای روش‌های رگرسیونی Taylor (1961) و روش Iwao (1977) به‌ترتیب برای تهیه‌ی مدل‌های Green (1970) و Kuno (1969) مورد استفاده قرار گرفتند. شکل ۱ خطوط توقف نمونه‌برداری و الگوهای نمونه‌برداری دنباله‌ای فوق را در سطوح دقت  $D = 0.30$  و  $D = 0.20$  نشان می‌دهد. با استفاده از این خطوط می‌توان تراکم جمعیت شته را با حداقل نمونه‌ی ممکن در سطح دقت مورد نظر تعیین کرد. برای این منظور ساقه‌های گندم در مزرعه به‌طور تصادفی مورد بازدید قرار گرفت، فراوانی جمعیتی شته در برابر شماره‌ی نمونه رسم گردید و نمونه‌برداری تا قطع خط توقف ادامه یافت. نتایج نشان داد که در هر دو طرح نمونه‌برداری دنباله‌ای، اندازه‌ی نمونه‌ی لازم برای تخمین دقیق میانگین جمعیت، به تراکم جمعیت شته و سطح دقت بستگی دارد. با افزایش

سطح دقت از ۰/۳۰ به ۰/۲۰ اندازه‌ی نمونه‌ی لازم برای تخمین دقیق جمعیت به بیش از دو برابر افزایش یافت.



شکل ۱. مقایسه‌ی دو طرح نمونه‌برداری دنباله‌ای Green و Kuno جهت تخمین جمعیت شته‌ی

گندم-گل سرخ در سطوح دقت  $D = 0/30$  و  $D = 0/20$ .

**Fig. 1.** Comparison of Green's and Kuno's sequential sampling plans to estimate the rose-grain aphid population density at precision levels of  $D = 0.20$  and  $D = 0.30$ .

بنابراین نمونه‌برداری در سطح دقت  $D = 0/20$  پرهزینه خواهد بود، زیرا برای مثال در میانگین تراکم جمعیت یک شته در هر ساقه، برای تخمین جمعیت در دو طرح Green (1970) و Kuno (1969) لازم است به ترتیب ۱۴۲ و ۱۳۵ ساقه نمونه‌برداری شود، درحالی‌که با کاهش سطح دقت ( $D = 0/30$ )، اندازه‌ی نمونه در دو مدل فوق به ترتیب به ۶۰ و ۶۳ ساقه‌ی گندم کاهش می‌یابد.

مقایسه‌ی دو روش نشان داد که مدل Green (1970) که بر اساس پارامترهای قانون نمایی Taylor (1961) ساخته شده، در تراکم‌های پایین و بالای جمعیت به تعداد نمونه‌های کمتری نیاز

داشته و به دلیل صرفه‌جویی بیشتر در زمان نمونه‌برداری، برای ردیابی جمعیت شته مناسب‌تر بود. با توجه به شکل ۱، اندازه‌ی نمونه‌ی لازم برای تخمین میانگین جمعیت شته در تراکم‌های ۰/۸ و ۸ شته در هر ساقه تقریباً در هر دو مدل برابر بود، ولی در تراکم کمتر از ۰/۸ و بیشتر از ۸ شته در هر ساقه، مدل Green (1970) بهتر از مدل Kuno (1969) بود. البته استفاده از مدل Kuno (1969) در تراکم جمعیت پایین به دلیل نیاز به تعداد نمونه‌ی بسیار زیاد عملاً امکان‌پذیر نمی‌باشد (شکل ۱).

### بحث

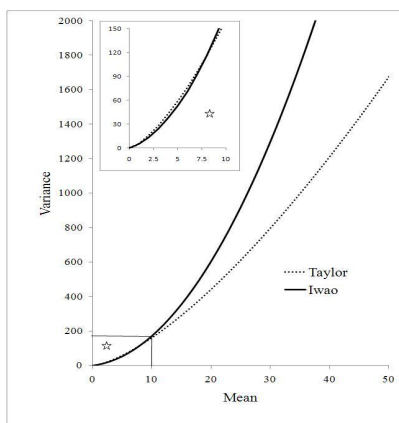
دو روش رگرسیونی Taylor (1961) و Iwao (1977) برای تعیین نوع پراکنش و طراحی روش نمونه‌برداری بسیاری از حشرات استفاده شده‌اند. به نظر Hutchison *et al.* (1988) هر دو روش رگرسیونی فوق می‌توانند پارامترهای پراکنش جمعیت حشرات را در تراکم‌های مختلف جمعیت ارایه دهند. در این تحقیق، با توجه به مقدار عددی ضریب تبیین ( $r^2 = 0.959$ )، در مجموع روش Taylor (1961) برای تعیین الگوی توزیع فضایی شته‌ی گندم-گل سرخ مناسب‌تر از روش Iwao (1977) ( $r^2 = 0.747$ ) بود که با نتایج Elliot & Kieckhefer (1986) مطابقت داشت. این محققین در بررسی توزیع فضایی چهار گونه از شته‌های غلات شامل *Sitobion avenae* (Fabricius)، *R. padi*، *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) و *S. graminum* به این نتیجه رسیدند که قانون نمایی Taylor (1961) بهتر از روش Iwao (1977)، رابطه‌ی بین میانگین و واریانس را نشان می‌دهد. نتایج سایر محققین در زمینه‌ی بررسی توزیع فضایی شته‌های *S. graminum*، *S. avenae*، *M. dirhodum* و *Diuraphis noxia* (Mardvilko) روی غلات در مناطق مختلف نشان می‌دهد که ارتباط واریانس و میانگین جمعیت به خوبی با مدل Taylor (1961) قابل توصیف است (Dean, 1973; Kieckhefer, 1975; Kring & Gilstrap, 1983; Ekbom, 1985; Ward *et al.*, 1986; Elliot & Kieckhefer, 1986, 1987; Feng & Nowierski, 1992). همچنین Ekbom (1985) بررسی توزیع فضایی شته‌ی *R. padi* در مزارع غلات سوئد هر دو روش را مناسب تشخیص داد ولی به دلیل تغییرات زیاد پارامتر  $\alpha$  در سال‌های مختلف، روش Taylor (1961) را برای ساختن الگوی نمونه‌برداری دنباله‌ای انتخاب کرد.



بر اساس نتایج این تحقیق، مدل Green (1970) در تراکم‌های پایین و بالای جمعیت نسبت به مدل Kuno (1969) به تعداد نمونه‌های کمتری نیاز داشت و به دلیل صرفه‌جویی بیشتر در زمان نمونه‌برداری، برای ردیابی جمعیت شته مناسب‌تر بود. Hutchison *et al.* (1988) نیز در نمونه‌برداری از جمعیت شته‌ی *A. pisum* در مزارع یونجه‌ی آمریکا به نتیجه‌ی مشابهی رسیدند. تفاوت در اندازه‌ی نمونه‌ی مورد نیاز برای تخمین میانگین جمعیت در دو مدل Green (1970) و Kuno (1969) ناشی از تفاوت مدل رگرسیونی میانگین-واریانس دو طرح می‌باشد (شکل ۲). Hutchison *et al.* (1988) نشان دادند که حتی تفاوت بسیار کم مدل واریانس- میانگین می‌تواند در تخمین تعداد نمونه‌ی لازم در تراکم‌های پایین جمعیت تأثیر بگذارد.

نظر به این‌که گندم از محصولاتی است که درآمد نسبتاً کمی را در واحد سطح عاید کشاورزان می‌کند و در صورت طغیان شته‌ها سود محصول ممکن است به سرعت کاهش یابد، بنابراین در مدیریت تلفیقی شته‌های گندم لازم است از روشی ساده و کم‌هزینه استفاده نمود. الگوهای نمونه‌برداری دنباله‌ای برای پایش بسیاری از آفات مناسب هستند، زیرا اندازه‌ی نمونه‌ی لازم و در نتیجه زمان نمونه‌برداری را در سطح دقت مورد نظر به حداقل می‌رسانند (Bechinski *et al.*, 1983; Maiteki & Lamb, 1987; Mukerji *et al.*, 1988).

با توجه به این‌که در مدیریت تلفیقی آفات، سطح دقت  $D = 0/25$  جهت تخمین جمعیت آفات توصیه می‌گردد (Southwood, 1978)، طرح‌های نمونه‌برداری دنباله‌ای به‌دست‌آمده در این مطالعه در سطح دقت  $D = 0/30$  بر مبنای بازه‌ی اطمینان  $D = 0/15$  بر مبنای خطای معیار میانگین جمعیت)، می‌توانند در برنامه‌های پایش شته‌ی گندم-گل سرخ مورد استفاده قرار گیرند. استفاده از روش نمونه‌برداری دنباله‌ای در برنامه‌های IPM باعث می‌شود که روش‌های کنترل آفت فقط در زمان نیاز مورد استفاده قرار گیرند. برای مثال، عوامل کنترل بیولوژیک به دلیل نیاز به زمان کافی برای کنترل جمعیت آفت در پایین‌تر از سطح زیان اقتصادی، لازم است زمانی استفاده شوند که تراکم آفت زیر سطح زیان اقتصادی باشد. اطلاع از تراکم جمعیت آفت در سریع‌ترین زمان ممکن به منظور تعیین زمان و میزان رهاسازی دشمنان طبیعی، نقش بسیار مهمی در موفقیت دشمن طبیعی و در نتیجه کنترل اقتصادی آفت خواهد داشت.



شکل ۲. مقایسه‌ی مدل رگرسیونی واریانس- میانگین تراکم جمعیت شته‌ی *M. dirhodum* در دو روش Taylor و Iwao.

Fig. 2. Comparison of variance-mean regression model of Taylor and Iwao for *M. dirhodum*.

تبیین طرح‌های نمونه‌برداری دنباله‌ای در غلات به گونه‌ی شته، نوع محصول، رقم و منطقه‌ی جغرافیایی بستگی دارد و لازم است این مدل‌ها در محصولات و مناطق مختلف جغرافیایی مورد بررسی قرار گیرند (Elliot *et al.*, 2003). بنابراین پیشنهاد می‌شود طرح‌های نمونه‌برداری دنباله‌ای برای شته‌های محصولات مهم کشاورزی کشور تهیه و مورد استفاده قرار گیرند.

## References

- 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.
- Amir-Maafi, M. (1997) Sequential sampling of adult Sunn pest, *Eurygaster integriceps* Puton, in wheat fields of different areas of Iran. Research Report of Sunn Pest Comprehensive Project, Iranian Research Institute of Plant Protection, 126 pp. [In Persian with English summary].
- Amir-Maafi, M., Parker, B. L. & El-Bohssini, M. (2007) Binomial and sequential sampling of adult Sunn pest, *Eurygaster integriceps* Puton. pp. 115-121 in Parker, B. L.,

- Skinner, M., El-Bouhssini, M. & Kumari, S. G. (Eds) *Sunn pest management: a decade of progress 1994-2004*. Published by Arab Society for Plant Protection, Beirut, Lebanon.
- Amirnazari, M.** (2000) Fauna of wheat aphids and their natural enemies in Karaj, Iran. M. Sc. Thesis. Islamic Azad University of Tehran, Research and Science Branch. 71 pp. [In Persian with English summary].
- Bechinski, E. J., Buntin, G. D., Pedigo, L. P. & Thorvilson, H. G.** (1983) Sequential count and decision plans for sampling green cloverworm (Lepidoptera: Noctuidae) larvae in soybean. *Journal of Economic Entomology* 76, 806-812.
- Blackman, R. L. & Eastop, V. F.** (1984) *Aphids on the world's crops: an identification guide*. 466 PP. New York, John Wiley and Sons.
- Dean, G. J. W.** (1973) Distribution of aphids in spring cereals. *Journal of Applied Ecology* 10, 447-462.
- Dixon, A. F. G.** (1987) Cereal aphids as an applied problem. *Agricultural Zoology Review* 2, 1-57.
- Dixon, A. F. G.** (1989) Parthenogenetic reproduction and the rate of increase in aphids. pp. 269-285 in Minks, A. K. & Harrewijn, P. (Eds) *Aphids: their biology, natural enemies and control*. Vol. 2A, 450 pp. Amsterdam, Elsevier.
- Ekblom, 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.** (1986) Cereal aphid populations in winter wheat: spatial distributions and sampling with fixed levels of precision. *Environmental Entomology* 15, 945-958.
- Feng, M. G. & Nowierski, R. M.** (1992) Spatial distribution and sampling plans for four species of cereal aphids (Homoptera: Aphididae) infesting spring wheat in southwestern Idaho. *Journal of Economic Entomology* 85 (3), 830-837.

- Foster, R. E., Tollefson, J. J. & Steffey, K. L.** (1982) Sequential sampling plans for adult corn root worms (Col.: Chrysomellidae). *Journal of Economic Entomology* 75, 791-793.
- Green, R. H.** (1970) On fixed level precision sequential sampling. *Research in Population Ecology* 12, 249-251.
- Hodjat S. H. & Azemayeshfard, P.** (1986) Aphids of wheat and other Graminae in Iran. *Iranian Journal of Applied Entomology and Phytopathology* 54(1 & 2), 83-109. [In Persian with English summary].
- 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.
- Hutchison, W. D., Hogg, D. B., Poswal, M. A., Berberet, R. C. & Cuperus, G. W.** (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(3), 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 Morisita, M. (Ed.) *Studies on methods of estimating population density*. 237 pp. Tokyo Press, Japan.
- 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.** (1969) A new method of sequential sampling to obtain the population estimates with a fixed level of precision. *Research in Population Ecology* 11, 127-136.
- Maiteki, G. A. & Lamb, R. J.** (1987) Sequential decision plan for control of pea aphid, *Acyrtosiphon pisum* (Homoptera: Aphididae) on field peas in Manitoba. *Journal of Economic Entomology* 80(3), 605-607.
- 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. [In Persian with English summary].

- 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. [In Persian with English summary].
- Moin-Namini, S.** (1999) Biology and forecasting network pattern for monitoring Sunn pest, *Eurygaster integriceps* Puton in Varamin region, Iran. M. Sc. Thesis. Faculty of Agriculture, University of Guilan. 68 pp. [In Persian with English summary].
- Mukerji, M. K., Olfert, O. O. & Doane, J. F.** (1988) Development of sampling designs for egg and larval populations of the wheat midge, *Sitodiplosis mosellana* (Gehin) (Diptera: Cecidomyiidae) in wheat. *The Canadian Entomologist* 120, 497-505.
- Noori, P. & Rezwani, A.** (1994) Wheat aphids and their population fluctuations in wheat fields of Tehran province, Iran. *Journal of Entomological Society of Iran* 14, 35-44. [In Persian with English summary].
- 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, 644-49.
- Onsager, J. A.** (1976) The rationale of sequential sampling with emphasis on its use in pest management. *United States Department of Agriculture (USDA) Technology Bulletin*, No. 1526, 1-19.
- Rezwani, A.** (2001) *Key to the aphids (Homoptera: Aphidinea) in Iran*. 304 pp. Ministry of Jihad-e Agriculture, Agricultural Research, Education and Extension Organization.
- SAS Institute** (1999) *SAS / STAT user's guide, version 6.1*. SAS Institute. Cary, NC.
- Shahrokhi, S.** (2003) Study of wheat aphids and their population dynamics in wheat fields of Varamin region, Iran. Ph. D. Thesis. Islamic Azad University of Tehran, Research and Science Branch. 181 pp. [In Persian with English summary].
- 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*. 2<sup>nd</sup> ed. 524 pp. Chapman & Hall.
- Taylor, L. R.** (1961) Aggregation, variance and the mean. *Nature* 189, 732-735.
- Wald, A.** (1947) *Sequential analysis*. 212 pp. John Wiley and sons, New York.

- 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.
- Wright, L. C., Cone, W. W., Menzeis, G. W. & Wild Maw, A. E.** (1990) Numerical and binomial sequential sampling plans for the hop aphid (Homoptera: Aphididae) on hop leaves. *Journal of Economic Entomology* 83(4), 1388-1394.