

## الگوی توزیع فضایی و مدل نمونه‌گیری دنباله‌ای با دقت ثابت جهت تخمین جمعیت سن مادر *Eurygaster integriceps* Put. (Het.: Scutelleridae) در مزارع گندم دیم استان اردبیل

نکیسا بخشی زاده<sup>۱</sup>، عبدالامیر محیسنی<sup>۲</sup> و سید علی اصغر فتحی<sup>۳\*</sup>

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل

۲- استادیار پژوهش، عضو هیئت علمی ایستگاه تحقیقات کشاورزی بروجرد

۳- نویسنده مسؤل: استادیار گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل (saafathi@gmail.com)\*

تاریخ پذیرش: ۸۹/۸/۱۲

تاریخ دریافت: ۸۸/۱۱/۲۰

### چکیده

سن گندم، *Eurygaster integriceps* Put. از آفات مهم گندم در منطقه فیروزآباد استان اردبیل می‌باشد. در این تحقیق، پراکنش فضایی جمعیت سن مادر در مزارع گندم دیم با استفاده از کادر یک متر مربعی بررسی شد و جهت تخمین جمعیت آفت مدل نمونه‌گیری دنباله‌ای با دقت ثابت ارائه شد. مدل رگرسیونی ایوانو با  $R^2=0/96$  نسبت به مدل تیلور با  $R^2=0/81$  برازش بهتری با داده‌ها نشان داد. شاخص تجمع ایوانو ( $\beta=1/12$ ) به شکل معنی داری از ۱ بزرگتر بود که نشان دهنده تجمع بودن پراکنش جمعیت سن مادر می‌باشد. جهت تخمین میانگین تراکم جمعیت سن مادر، از روش کنو استفاده شد. اعتبار مدل ارایه شده با استفاده از  $10^+$  سری از داده‌های جداگانه با نرم‌افزار RVSP ارزیابی گردید. متوسط تعداد نمونه لازم در سطح دقت ۰/۱ و ۰/۲۵ به ترتیب، ۱۰۱ و ۱۴ عدد کادر بود. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که روش نمونه‌گیری دنباله‌ای با دقت ثابت با کاهش تعداد نمونه و تخمین سریع جمعیت سن مادر، می‌تواند روش تصمیم‌گیری مناسبی جهت مدیریت این آفت باشد.

کلید واژه‌ها: سن گندم، توزیع فضایی، نمونه‌گیری دنباله‌ای با دقت ثابت، اردبیل

### مقدمه

جو در ایران محسوب می‌شود (۷). این آفت با تغذیه از گندم و جو در مراحل مختلف رویشی، موجب کاهش عملکرد و کیفیت نانواپی آرد گندم‌های خسارت دیده می‌گردد (۲ و ۵). استفاده از سموم شیمیایی در حال حاضر تنها روش مؤثر کنترل سن گندم در ایران است (۸). علاوه بر این، در بسیاری از مناطق ایران از جمله استان اردبیل سم‌پاشی مزارع گندم مطابق با اصول صحیح مدیریت سن گندم انجام نمی‌شود. سم‌پاشی‌های بی‌رویه علیه این آفت علاوه بر هزینه بالای مصرف سموم، آلودگی‌های

در حال حاضر، غلات ۷۰ درصد سطح زیر کشت گیاهان زراعی را تشکیل داده و ۵۰ درصد پروتئین مورد نیاز انسان‌ها را تأمین می‌کند. گندم از نظر میزان تولید، سطح زیرکشت و تأمین غذای انسان مهم‌ترین محصول کشاورزی ایران است (۶). در سال‌های زراعی ۱۳۸۶ و ۱۳۸۷ در استان اردبیل سطح زیرکشت گندم (آبی و دیم) به ترتیب ۳۴۸۵۶۶ و ۲۳۴۹۲۳ هکتار بود (۴). سن گندم با نام علمی *Eurygaster integriceps* Put. (Het.: Scutelleridae) مهم‌ترین آفت گندم و

گزارش عبدالهی (۸) در صورتی که واحد نمونه-گیری ۱۰ بار تور زدن در نظر گرفته شود، معادلات خطوط تصمیم‌گیری در طرح نمونه‌گیری دنباله‌ای برای سن مادر  $y=1/44n \pm 9/59$  خواهد بود. در مزارع گندم دیم شهرستان بروجرد معادلات خطوط تصمیم‌گیری برای کادریهای ۰/۲۵ و ۰/۵ متر مربع به ترتیب  $y=0/32n \pm 7/62$  و  $y=0/63n \pm 7/44$  گزارش شده است (۱۰). همچنین به منظور تخمین جمعیت سن مادر در مزارع گندم دیم بروجرد، مدل-های نمونه‌گیری دنباله‌ای با دقت ثابت به روش گرین برای کادر کوچک و کتو برای کادر بزرگ، با سه سطح دقت ۰/۱، ۰/۱۵ و ۰/۲۵ طراحی شد (۱۲). در مدل نمونه‌گیری دنباله‌ای گرین، برای تخمین جمعیت سن مادر در سطوح دقت ۰/۲۵ و ۰/۱ به ترتیب ۲۶ و ۱۵۷ عدد کادر کوچک و در مدل نمونه‌گیری دنباله‌ای کتو به ترتیب ۱۶ و ۹۰ کادر بزرگ نیاز است (۱۲). تعیین الگوی پراکنش فضایی جمعیت آفات نیز از ویژگی‌های اکولوژیکی مهم یک جمعیت می‌باشد و از ارکان مهم در طراحی برنامه‌های نمونه‌برداری دنباله‌ای، محسوب می‌شود (۱ و ۷).

در این تحقیق، ابتدا الگوی توزیع فضایی جمعیت سن‌های مادر پس از ریزش در مزارع گندم دیم منطقه فیروزآباد با استفاده از کادریهای ۱ متر مربعی مورد بررسی قرار گرفت. سپس، به منظور تخمین جمعیت سن‌های مادر در مزارع گندم دیم مدل نمونه‌گیری دنباله‌ای با دقت ثابت طراحی و ارزیابی شد.

### مواد و روش‌ها

#### منطقه مورد مطالعه و روش نمونه‌برداری

طی سال‌های ۱۳۸۶ و ۱۳۸۷ منطقه آلوده به سن گندم در شهرستان فیروزآباد با ارتفاع از سطح دریا ۱۶۵۰ تا ۱۸۰۰ متر، عرض جغرافیایی  $35' N$  و  $37^\circ$  و طول جغرافیایی  $15' E$   $48^\circ$  جهت نمونه برداری انتخاب شد. با توجه به اینکه در منطقه مورد

زیست محیطی و نیز بر هم زدن تعادل اکولوژیکی را به دنبال دارد. در صورت عدم کنترل شیمیایی این آفت، خسارت آن به محصول گندم همه ساله اقتصادی خواهد بود. طی ۲۵ سال اخیر، سطح کنترل شیمیایی این آفت در ایران از ۷۵۰۰۰ هکتار در سال ۱۳۵۵ به بیش از ۱۷۰۰۰۰۰ هکتار در سال ۱۳۸۳ افزایش، ولی، از سال ۱۳۸۴ به بعد کاهش یافته است (۳ و ۷). در سال‌های ۱۳۸۴ تا ۱۳۸۷، خسارت سن گندم در مناطق کورائیم، گیوی و فیروزآباد در استان اردبیل به شدت افزایش یافت. خسارت آفت در این مناطق در برخی از سال‌ها به حدی رسید که تقریباً هیچ محصولی برداشت نشد. بنابراین کشاورزان در برخی از مناطق به منظور کنترل این آفت به جای گندم، اقدام به کشت جو کردند (۱۴). اما آنچه مسلم است کاربرد سموم باید بر اساس تعیین آستانه زیان اقتصادی آفت صورت گیرد. بنابراین، روش نمونه‌گیری مناسب برای تخمین جمعیت آفت بسیار مهم می‌باشد.

نمونه‌گیری از جمعیت حشرات به منظور مطالعه دینامیسم جمعیت‌ها، تعیین سطح زیان اقتصادی، تعیین زمان مناسب کنترل شیمیایی، شناسایی و تخمین تعداد گونه‌های آفت و دشمنان طبیعی آن‌ها انجام می‌شود (۹ و ۱۵). با توجه به اینکه نمونه-برداری، پایه اولیه برنامه‌های مدیریت آفات به شمار می‌رود، بنابراین تعیین تعداد نمونه مناسب برای تخمین جمعیت آفات بسیار مهم می‌باشد. نمونه-گیری دنباله‌ای، روشی است که رتبه‌بندی مناسبی از جمعیت آفات را بر پایه میانگین تراکم جمعیت نشان می‌دهد. همچنین، این روش با کاهش تعداد نمونه و زمان لازم برای نمونه‌برداری و افزایش میزان دقت، می‌تواند تخمین سریع و در عین حال مطمئن را از جمعیت آفات ارائه دهد (۷، ۱۷، ۲۳ و ۳۶). معین نمینی و همکاران (۱۳) در منطقه ورامین با استفاده از تور حشره‌گیری، نمونه‌برداری دنباله‌ای به روش والد را جهت پیش‌آگاهی سن گندم ارائه دادند. به

$$\text{Log}(s^2) = \text{Log}(a) + b\text{Log}(\bar{x}) \quad (2)$$

در این رابطه:  $a$  عرض از مبدا می‌باشد که به اندازه نمونه بستگی دارد و  $b$  (شیب خط) شاخصی برای نشان دادن نوع پراکنش جمعیت است و مقادیر کوچکتر، مساوی و بزرگتر از ۱ آن به ترتیب نشان دهنده پراکنش‌های یکنواخت، تصادفی و تجمعی می‌باشد (۱۵ و ۳۲).

#### ب- شاخص $\beta$ ایوانو

شاخص ایوانو<sup>۳</sup> در حقیقت شیب رابطه رگرسیونی بین  $x^*$  (شاخص متوسط ازدحام لوید<sup>۴</sup>) و میانگین جمعیت ( $\bar{x}$ ) طبق فرمول‌های زیر می‌باشد:

$$x^* = \alpha + \beta\bar{x} \quad (3)$$

$$x^* = \bar{x} + (s^2 / \bar{x}) - 1 \quad (4)$$

در این معادلات:  $\alpha$  نشان دهنده تمایل افراد جمعیت به تجمع (در صورت مثبت بودن) یا دافعه بین افراد (در صورت منفی بودن) است و  $\beta$  همانند  $b$  شاخص تیلور، منعکس کننده نوع پراکنش جمعیت می‌باشد (۳۸).

آزمون معنی‌دار بودن اختلاف شیب خطوط رگرسیون محاسبه شده (شاخص  $b$  تیلور و  $\beta$  ایوانو) با عدد ۱ به کمک آماره  $t$  بررسی گردید:

$$t = (\text{slope} - 1) / SE_{\text{slope}} \quad (5)$$

مقدار  $t$  محاسبه شده با  $t$  جدول با درجه آزادی  $N-1$  مقایسه شد. اگر قدرمطلق مقدار  $t$  محاسبه شده از  $t$  جدول بزرگتر باشد، اختلاف شاخص‌های  $b$  تیلور یا  $\beta$  ایوانو با عدد ۱ معنی‌دار و پراکنش فضایی آفت تجمعی خواهد بود (۲۰ و ۳۵). به منظور مقایسه شیب خطوط رگرسیون داده‌های دو سال نمونه‌برداری، از رابطه زیر استفاده شد:

$$t = (b_1 - b_2) / \sqrt{SE_{b_1}^2 + SE_{b_2}^2} \quad (6)$$

مطالعه مزرعه بزرگ با مساحت مناسب برای انجام نمونه‌برداری جهت تخمین جمعیت سن گندم وجود نداشت، لذا در این منطقه تعداد ۱۰ مزرعه گندم مجاور هم هر کدام به مساحت ۲۰۰۰ متر مربع (که رقم سرداری در آن‌ها کشت شده بود) به عنوان یک مزرعه واحد آزمایشی برای انجام نمونه‌برداری‌ها انتخاب شدند. نمونه‌برداری‌ها از زمان مهاجرت حشرات کامل سن گندم از پناهگاه‌های زمستانی به سوی مزارع گندم از مرحله به ساقه رفتن آغاز شد و هر سه روز یک بار نمونه‌گیری انجام شد. در این تحقیق از کادر مربع چوبی به مساحت یک متر مربع استفاده شد. تعداد نمونه لازم با استفاده از فرمول هسو و همکاران<sup>۱</sup> (۲۲) محاسبه گردید:

$$N = \left(\frac{Z_{\alpha/2}}{D}\right)^2 \left(\frac{S}{\bar{x}}\right)^2 \quad (1)$$

در این رابطه  $N$  تعداد نمونه مناسب،  $S$  انحراف معیار داده‌های نمونه‌برداری اولیه،  $\bar{x}$  میانگین داده‌های نمونه‌برداری اولیه و  $Z_{\alpha/2}$  عدد جدول مربوطه می‌باشد که با در نظر گرفتن ۰/۱ برای  $\alpha$ ، مقدار آن برابر ۱/۹۶ می‌گردد؛  $D$  نیز سطح دقت آزمایش می‌باشد. به این ترتیب در هر بار نمونه‌گیری تعداد ۱۰۰ کادر چوبی به طور تصادفی در قسمت‌های مختلف مزرعه واحد آزمایشی (شامل ۱۰ مزرعه مجاور هم) به استثنای ۵ متر از حاشیه مزرعه انداخته شد، سپس تعداد حشرات کامل موجود در هر کادر به تفکیک نر و ماده شمارش و یادداشت شدند.

#### بررسی شاخص‌های پراکنش

##### الف- شاخص $b$ تیلور

طبق قانون تیلور<sup>۲</sup> بین واریانس جمعیت ( $s^2$ ) و میانگین تراکم جمعیت ( $\bar{x}$ ) رابطه  $s^2 = a\bar{x}^b$  برقرار است. برای محاسبه  $a$  و  $b$  (ضرایب تیلور) بین مقادیر  $\text{Log}(\bar{x})$  و  $\text{Log}(s^2)$  رابطه رگرسیونی زیر برقرار شد:

3- Iwao's patchiness regression  
4- Loyd's mean crowding index

1- Hsu et al.  
2- Taylor's power law

اعتبارسنجی مدل با استفاده از مجموعه‌ای از داده‌های مستقل که در محاسبه‌ی پارامترهای تیلور و ایوانو مورد استفاده قرار نگرفته بودند، انجام شد. انتخاب این داده‌ها به صورت تصادفی انجام می‌شود اما باید دامنه میانگین تراکم جمعیت آفت مورد نظر را در بر داشته باشد. برای این منظور، نخست کلیه داده‌ها به صورت صعودی مرتب شدند. سپس میانگین‌ها به ۱۰ گروه تقسیم و از هر گروه یک میانگین به صورت تصادفی انتخاب شد. داده‌های مربوط به این میانگین‌ها جهت اعتبارسنجی مدل کنو استفاده شد (۲۶ و ۲۸).

### تجزیه و تحلیل داده‌ها

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزارهای SAS (۳۱) (جهت محاسبه خطای استاندارد) و RVSP و برای رسم منحنی از نرم افزار Excel 2003 استفاده گردید.

### نتایج و بحث

#### برآورد پارامترهای تیلور و ایوانو

نتایج برآورد ضرایب تیلور و ایوانو برای داده‌های دو سال ۱۳۸۶ و ۱۳۸۷ به طور جداگانه در جدول ۱ ارائه شده‌اند. بر اساس مقدار ضرایب تبیین، داده‌ها با مدل رگرسیونی ایوانو در مقایسه با مدل تیلور، برازش بهتری داشتند. بررسی شیب خطوط رگرسیون مدل تیلور و ایوانو در دو سال نشان داد که اختلاف این پارامتر برای داده‌های دو سال معنی‌دار نیست. بنابراین تخمین پارامترهای مدل تیلور و ایوانو در منطقه مورد مطالعه، با استفاده از رگرسیون مشترک مجموع داده‌های دو سال انجام شد (جدول ۱).

#### تعیین پراکنش جمعیت سن مادر در مزارع

##### گندم دیم با استفاده از کادر ۱ متر مربع

مقایسه شیب خط رگرسیون (ضریب  $\beta$  ایوانو) با عدد ۱ نشان داد که پراکنش سن مادر در مزارع گندم در سال‌های اول و دوم به ترتیب تصادفی و

در رابطه فوق  $b_1$  و  $b_2$  شیب خطوط رگرسیون و  $SE_{b_1}$  و  $SE_{b_2}$  نیز خطاهای استاندارد مربوط به دو خط مورد مقایسه هستند. مقدار  $t$  محاسبه شده با  $t$  جدول با درجه آزادی  $N_1 + N_2 - 2$  مقایسه و چنانچه از آن کوچک‌تر بود، در آن صورت بین پارامترهای  $b$  دو معادله رگرسیونی از نظر آماری اختلاف معنی‌دار وجود نداشته و در نتیجه تجمیع داده‌های دو سال از نظر آماری مجاز خواهد بود (۲۰).

#### مدل نمونه‌گیری دنباله‌ای با دقت ثابت<sup>۱</sup> برای تخمین جمعیت سن‌های زمستان‌گذران

با توجه به این که داده‌های هر دو سال با مدل ایوانو برازش بهتری نشان دادند، بنابراین از پارامترهای این مدل جهت طراحی مدل نمونه‌برداری دنباله‌ای با دقت ثابت به روش کنو استفاده شد. طبق این روش تعداد نمونه مورد نیاز ( $n$ ) و خط توقف نمونه‌گیری دنباله‌ای ( $T_n$ ) برای دستیابی به یک سطح دقت ثابت ( $D$ )، از رابطه‌های زیر محاسبه شدند (۳۷):

$$T_n = \frac{\alpha + 1}{D^2 - \frac{\beta - 1}{n}} \quad (7)$$

$$n = \frac{\beta - 1}{D^2} \quad (8)$$

در این معادلات،  $n$  تعداد نمونه مورد نیاز برای تخمین میانگین تراکم جمعیت،  $D$  سطح دقت ثابت که در این پژوهش معادل ۰/۱۰، ۰/۱۵ و ۰/۲۵ در نظر گرفته شد.  $\alpha$  و  $\beta$  ضرایب رگرسیونی در معادله ایوانو می‌باشند (۳۷).

#### اعتبارسنجی مدل نمونه‌گیری دنباله‌ای با دقت ثابت

به منظور اعتبارسنجی مدل نمونه‌گیری دنباله‌ای با دقت ثابت، از نرم افزار RVSP<sup>۲</sup> استفاده شد (۲۶).

1- Fixed- Precision Sequential Sampling Plans  
2- The Resampling for Validation of Sampling Plans (= RVSP)

جدول ۱- پارامترهای حاصل از تجزیه رگرسیونی دو مدل تیلور و ایوانو مربوط به نمونه برداری از جمعیت سن‌های مادر *E. integriceps* با استفاده از کادرهای ۱ متر مربعی در مزارع گندم دیم منطقه فیروزآباد اردیبه‌ل طی سال‌های ۱۳۸۶ و ۱۳۸۷

مدل رگرسیون	سال	عرض از مبدا $\pm$	شیب خط رگرسیون $\pm$ خطای استاندارد	ضریب تبیین $(R^2)$	درجه آزادی $(df)$	دامنه میانگین جمعیت	مقدار t محاسبه شده
		$(\alpha \pm SE)$	$(b, \beta \pm SE)$				
تیلور	۱۳۸۶	$۱/۳۷ \pm ۰/۰۷۶$	$۱/۱۷۶ \pm ۰/۱۱۷$	۰/۹۱	۱۱	۰/۵-۹/۱	$۱/۵^{NS}$
تیلور	۱۳۸۷	$۰/۹۸ \pm ۰/۰۸۹$	$۱/۲۴۱ \pm ۰/۱۶۶$	۰/۷۹	۱۶	۰/۳-۸/۹	$۱/۴۵^{NS}$
ایوانو	۱۳۸۶	$۰/۳۴۷ \pm ۰/۳۶$	$۱/۱۰۳ \pm ۰/۰۷$	۰/۹۶	۱۱	۰/۵-۹/۱	$۱/۵۱^{NS}$
ایوانو	۱۳۸۷	$۰/۱۱۴ \pm ۰/۲۳$	$۱/۱۵۵ \pm ۰/۰۵$	۰/۹۷	۱۶	۰/۳-۸/۹	$۲/۹^*$
تیلور	۱۳۸۶-۸۷	$۰/۹۲ \pm ۰/۰۸۹$	$۱/۲۳۵ \pm ۰/۰۸۹$	۰/۸۱	۱۷	۰/۳-۹/۱	$۲/۲۲^*$
ایوانو	۱۳۸۶-۸۷	$-۰/۰۹۸ \pm ۰/۲۵۴$	$۱/۱۲۰ \pm ۰/۰۵۴$	۰/۹۶	۱۷	۰/۳-۹/۱	$۲/۶۴^*$

NS و \* به ترتیب نشان دهنده اختلاف غیر معنی دار و اختلاف معنی دار شیب خط رگرسیون از عدد ۱ در سطح احتمال ۰/۰۵ می‌باشد.

استفاده از مدل تیلور از نوع تجمعی گزارش شده است (۲۷).

#### اعتبارسنجی مدل کنو جهت تخمین جمعیت سن‌های مادر با استفاده از کادرهای ۱ متر مربعی

نتایج اعتبارسنجی مدل کنو به کمک نرم‌افزار RVSP در جدول‌های ۲، ۳ و ۴ ارائه شده است. تعداد نمونه لازم جهت تخمین جمعیت سن‌های مادر در دقت ۰/۱ از ۳۰ تا ۲۸۸، در دقت ۰/۱۵ از ۱۳ تا ۱۲۰ و در دقت ۰/۲۵ از ۴ تا ۳۹ کادر متغیر بود. همچنین، میانگین تعداد نمونه لازم برای تخمین جمعیت سن‌های مادر در این سه سطح دقت به ترتیب ۱۰۱، ۴۲ و ۱۴ عدد کادر محاسبه شد. سطح دقت، بسته به هدف برنامه نمونه‌برداری متفاوت می‌باشد. چنانچه هدف از نمونه‌برداری تخمین جمعیت آفت جهت برنامه‌های تحقیقاتی باشد، تعداد نمونه مورد نیاز باید با دقت ۰/۱ محاسبه شود، اما اگر هدف از نمونه‌برداری تخمین جمعیت آفت جهت پیش‌آگاهی و تصمیم‌گیری در خصوص مدیریت آفت باشد، تعداد نمونه مورد نیاز باید با دقت ۰/۲۵ برآورد گردد (۳۲). محیسنی (۹) با بررسی مدل نمونه‌گیری دنباله‌ای سن‌های مادر در مزارع گندم دیم شهرستان بروجرد گزارش کرد که متوسط تعداد

تجمعی بود. علی‌رغم این اختلاف ضریب  $\beta$  ایوانو مربوط به مجموع داده‌های دو سال به طور معنی داری از ۱ بزرگتر بود (جدول ۱). بنابراین، پراکنش سن‌های مادر در مزارع گندم دیم منطقه فیروزآباد تجمعی بود. تجمعی بودن پراکنش این آفت در مناطق مختلف توسط محققان دیگر و با استفاده از روش‌های مختلف نمونه‌برداری، تأیید شده است (۸، ۱۰، ۱۳ و ۳۰). مدل تیلور و ایوانو برای تعیین نوع پراکنش سایر آفات نیز استفاده می‌شود. برای مثال گزارش شده است که مدل ایوانو در مقایسه با تیلور برازش بهتری با داده‌های پراکنش تریپس *Frankliniella occidentalis* P. داشت و شیب خط رگرسیون با  $\beta=۱/۴۹$  نشان دهنده تجمعی بودن پراکنش این آفت بود (۳۶). همچنین در تحقیق دیگر گزارش شده است که در مزارع گندم زمستانه پارامتر  $b$  تیلور برای دو گونه شته *Schizaphis graminum* R. و *Rhopalosiphum padi* L. به ترتیب با ۱/۷۶ و ۱/۶۱ به طور معنی‌داری بزرگتر از ۱ بود که نشان‌دهنده تجمعی بودن پراکنش هر دو گونه شته بود (۱۹). همچنین پراکنش کنه دو نقطه‌ای، *Tetranychus urticae* Koch روی شمعدانی با

جدول ۲- نتایج شبیه سازی حاصل از ۵۰۰ بار نمونه گیری مجدد جهت اعتبارسنجی مدل کنو برای کادر های ۱ متر مربعی در نمونه گیری از سن مادر *E. integriceps* در مزارع گندم دیم با سطح دقت ۰/۱

میانگین آماره های به دست آمده برای ۵۰۰ بار نمونه گیری متوالی						میانگین جمعیت	میانگین تراکم مشاهده شده	شماره داده
تعداد نمونه مورد نیاز		میزان سطح دقت		میانگین				
حداقل	حداکثر	میانگین	حداقل	حداکثر	میانگین			
۲۰۰	۳۹۶	۲۸۸	۰/۰۹	۰/۱	۰/۱	۰/۵۱	۰/۵	۱
۱۳۷	۲۵۱	۱۹۰	۰/۰۹	۰/۱۱	۰/۱	۰/۷۹	۰/۸	۲
۱۲۷	۱۹۲	۱۵۱	۰/۰۷	۰/۰۹	۰/۰۸	۱/۰۱	۱	۳
۸۲	۱۳۵	۱۰۹	۰/۰۹	۰/۱۱	۰/۱	۱/۴۶	۱/۴	۴
۵۶	۸۶	۶۹	۰/۰۷	۰/۱۱	۰/۰۹	۲/۵۶	۲/۶	۵
۵۰	۷۳	۶۱	۰/۰۷	۰/۱۲	۰/۰۹	۳/۰۴	۳/۲	۶
۳۴	۵۱	۴۲	۰/۰۸	۰/۱۲	۰/۱	۵/۲۴	۵/۲	۷
۳۱	۴۳	۳۶	۰/۰۵	۰/۱۲	۰/۰۹	۶/۷۱	۶/۵	۸
۲۹	۳۹	۳۳	۰/۰۶	۰/۱	۰/۰۹	۷/۵۶	۷/۵	۹
۲۶	۳۵	۳۰	۰/۰۵	۰/۱۴	۰/۱	۹/۵۳	۸/۹	۱۰
۷۷/۲	۱۳۰/۱	۱۰۰/۹	۰/۰۷	۰/۱۱	۰/۰۹۴	۳/۸۴	۳/۷۶	میانگین

جدول ۳- نتایج شبیه سازی حاصل از ۵۰۰ بار نمونه گیری مجدد جهت اعتبارسنجی مدل کنو برای کادر های ۱ متر مربعی در نمونه گیری از سن مادر *E. integriceps* در مزارع گندم دیم با سطح دقت ۰/۱۵

میانگین آماره های به دست آمده برای ۵۰۰ بار نمونه گیری متوالی						میانگین جمعیت	میانگین تراکم مشاهده شده	شماره داده
تعداد نمونه مورد نیاز		میزان سطح دقت		میانگین				
حداقل	حداکثر	میانگین	حداقل	حداکثر	میانگین			
۷۷	۱۷۳	۱۲۰	۰/۱۴	۰/۱۶	۰/۱۵	۰/۵۱	۰/۵	۱
۵۰	۱۱۵	۷۹	۰/۱۲	۰/۱۸	۰/۱۶	۰/۸۰	۰/۸	۲
۴۶	۸۷	۶۳	۰/۰۹	۰/۱۴	۰/۱۳	۱/۰۲	۱	۳
۳۲	۶۶	۴۶	۰/۱۲	۰/۱۹	۰/۱۶	۱/۴۹	۱/۴	۴
۲۱	۴۱	۲۹	۰/۱	۰/۱۹	۰/۱۵	۲/۵۷	۲/۶	۵
۱۹	۳۴	۲۶	۰/۰۹	۰/۲۰	۰/۱۵	۳/۰۴	۳/۲	۶
۱۳	۲۴	۱۸	۰/۰۹	۰/۲۰	۰/۱۵	۵/۲۹	۵/۲	۷
۱۲	۲۰	۱۵	۰/۰۵	۰/۲۰	۰/۱۳	۶/۷۵	۶/۵	۸
۱۲	۱۸	۱۴	۰/۰۸	۰/۱۹	۰/۱۳	۷/۵۸	۷/۵	۹
۱۱	۱۶	۱۳	۰/۰۵	۰/۱۳	۰/۱۱۵	۹/۵۲	۸/۹	۱۰
۲۹/۳	۵۹/۴	۴۲/۳	۰/۰۹	۰/۱۸	۰/۱۴۶	۳/۸۶	۳/۷۶	میانگین

جدول ۴- نتایج شبیه‌سازی حاصل از ۵۰۰ بار نمونه‌گیری مجدد جهت اعتبارسنجی مدل کنو برای کادر های ۱ متر مربعی در نمونه‌گیری از سن مادر *E. integriceps* در مزارع گندم دیم با سطح دقت ۰/۲۵

میانگین آماره‌های به دست آمده برای ۵۰۰ بار نمونه‌گیری متوالی							
شماره داده	میانگین تراکم مشاهده شده	میانگین جمعیت	میزان سطح دقت		تعداد نمونه مورد نیاز		
			حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	
۱	۰/۵	۰/۵۳	۰/۳۱	۰/۲	۳۹	۸۰	۱۸
۲	۰/۸	۰/۸۳	۰/۳۵	۰/۱۸	۲۶	۵۰	۱۴
۳	۱	۱/۰۵	۰/۲۷	۰/۰۹	۲۰	۳۷	۱۲
۴	۱/۴	۱/۵۵	۰/۳۷	۰/۱۷	۱۵	۲۷	۸
۵	۲/۶	۲/۶۷	۰/۳۹	۰/۰۶	۱۰	۱۹	۶
۶	۳/۲	۳/۱۶	۰/۴۱	۰/۰۰	۹	۱۴	۵
۷	۵/۲	۵/۳۷	۰/۴۱	۰/۰۰	۶	۱۰	۴
۸	۶/۵	۶/۸۴	۰/۴۸	۰/۰۰	۵	۹	۴
۹	۷/۵	۷/۷۴	۰/۴۰	۰/۰۰	۵	۷	۴
۱۰	۸/۹	۹/۹۱	۰/۵۲	۰/۰۰	۴	۷	۴
میانگین	۳/۷۶	۳/۹۶	۰/۳۹	۰/۰۷	۱۳/۹	۲۶	۷/۹

نمونه لازم برای تصمیم‌گیری در سطوح دقت ۰/۱ و ۰/۱۵ به ترتیب ۳۰ و ۱۲ عدد کادر ۱ متر مربعی می‌باشد. همچنین، نتایج ایشان نشان داد که با افزایش سطح دقت، تعداد نمونه لازم جهت تصمیم‌گیری افزایش می‌یابد. محیسنی و همکاران (۱۱) در تحقیق دیگر خود با استفاده از مدل گرین گزارش کردند که چنانچه از کادر ۰/۱ مترمربعی برای نمونه‌گیری از جمعیت سن گندم در مزارع گندم دیم استفاده شود، برای تخمین جمعیت پوره‌های سن سه، چهار و پنج و حشره کامل نسل جدید، در سطح دقت ۰/۲۵ به ترتیب ۴۸، ۴۰، ۴۴ و ۴۷ کادر لازم می‌باشد. ایشان گزارش کردند که با افزایش سطح دقت به ۰/۱، تعداد کادر لازم به ۲۷۸، ۲۶۱، ۲۸۴ و ۳۰۶ عدد افزایش می‌یابد. ایشان تعداد کادرهای ۰/۱ متر مربعی را برای تخمین جمعیت پوره‌های سن سه، چهار و پنج و حشرات کامل سن گندم در مزارع گندم دیم با سطح دقت ۰/۲۵، به ترتیب ۳۷

۳۱، ۳۵ و ۳۹ عدد و در سطح دقت ۰/۱ به ترتیب ۲۵۳، ۲۳۸، ۲۲۹ و ۲۵۳ عدد گزارش کردند. نتایج مشابهی در مورد سایر گونه‌های حشرات گزارش شده‌اند. کخ و همکاران<sup>۱</sup> (۲۴) گزارش کردند که در سطح دقت ۰/۲۵، میانگین تعداد نمونه برای تخمین جمعیت کفشدوزک *Harmonia axyridis* (Pallas) ۶۵ بوته ذرت شیرین بود و با افزایش سطح دقت به ۰/۱، تعداد بوته لازم برای تصمیم‌گیری به ۲۰۵ عدد افزایش یافت. بیرز و جونز<sup>۲</sup> (۱۶) گزارش کردند که با کاهش سطح دقت از ۰/۳ به ۰/۴، تعداد نمونه لازم ۲۵ درصد کاهش یافت. ارورک و هاچیسون<sup>۳</sup> (۲۸) جهت تخمین تراکم جمعیت دو گونه کرم ساقه‌خوار اروپایی ذرت، *Ostrinia nubilalis* (Hubner) و کرم بلال‌خوار ذرت، *Helicoverpa zea* (Boddie) یک مدل

1-Koch et al.

2-Beers &amp; Jones

3-O'Rourke &amp; Hutchison

نمونه‌گیری دنباله‌ای را طراحی کردند. در گونه اول که پراکنشی تصادفی داشت، میانگین تعداد نمونه لازم در سطوح دقت ۰/۲۵ و ۰/۱ به ترتیب ۳۸ و ۲۲۷ نمونه (خوشه) بود، در صورتی که در گونه دوم که پراکنشی یکنواخت داشت، تعداد نمونه مورد نیاز در سطوح دقت ۰/۲۵ و ۰/۱ به ترتیب ۲۷ و ۱۶۰ عدد خوشه بود. این نتیجه نشان می‌دهد که علاوه بر سطح دقت، نوع پراکنش آفت نیز در تعداد نمونه مورد نیاز تاثیر دارد. به طوری که در پراکنش تصادفی در مقایسه با پراکنش یکنواخت تعداد نمونه بیشتری مورد نیاز است.

همچنین، تعداد نمونه مورد نیاز برای تخمین جمعیت، با میانگین تراکم جمعیت رابطه معکوس داشت (شکل ۱). در تحقیق حاضر، زمانی که میانگین تراکم سن مادر در واحد نمونه‌گیری ۱/۴ عدد بود، در سطح دقت ۰/۲۵ به طور میانگین با انداختن ۱۵ کادر، در سطح دقت ۰/۱۵ به طور میانگین با انداختن ۴۶ کادر و در سطح دقت ۰/۱ به طور میانگین با انداختن ۱۰۹ کادر خط توقف نمونه‌گیری دنباله‌ای قطع شد (جدول‌های ۲، ۳ و ۴ و شکل ۲). با افزایش میانگین جمعیت به ۵/۲ عدد سن مادر در متر مربع در سطوح دقت ۰/۱، ۰/۱۵ و ۰/۲۵ به ترتیب ۱۸، ۶ و عدد کادر خط توقف نمونه‌برداری را قطع می‌کند (جدول‌های ۲، ۳ و ۴ و شکل ۲). بنابراین، با افزایش میانگین جمعیت آفت تعداد نمونه مورد نیاز کاهش می‌یابد. پارکر و همکاران<sup>۱</sup> (۳۰) در مناطق شمالی سوریه برای تخمین جمعیت سن مادر *E. integriceps* در زیر درختان کاج مدل نمونه‌برداری دنباله‌ای را طراحی و ارائه کردند. ایشان با بررسی جمعیت سن مادر در زیر درختان کاج (پناهگاه حشرات کامل زمستان گذران) تعداد نمونه مورد نیاز را در سطح دقت ۰/۲۵ و میانگین ۶۰ سن مادر در متر مربع، ۱۵ عدد

گزارش کردند که با کاهش میانگین جمعیت به کمتر از ۵ سن مادر در متر مربع، تعداد نمونه لازم به بیش از ۵۰ عدد افزایش یافت. همچنین بر اساس این تحقیق هنگامی که میانگین تعداد نمونه ۱۵ عدد درخت باشد، در سطح دقت ۰/۲۵ توقف نمونه‌برداری زمانی است که فراوانی تجمعی سن مادر ۶۰۰ حشره بالغ به ازای واحد نمونه‌برداری (درخت) باشد، در حالی که در همین سطح دقت و با میانگین ۳۰ عدد نمونه (درخت)، فراوانی تجمعی ۱۳۹ حشره بالغ به ازای واحد نمونه‌برداری معرف پایان نمونه‌برداری خواهد بود. تغییر تعداد نمونه لازم برای تخمین جمعیت آفات در تحقیقات هاجسن و همکاران<sup>۲</sup> (۲۱)، لی و همکاران<sup>۳</sup> (۲۵) و پاراجولی و همکاران<sup>۴</sup> (۲۹) نیز تایید شده است. خطوط توقف نمونه‌گیری دنباله‌ای با دقت ثابت در سطوح دقت ۰/۱، ۰/۱۵ و ۰/۲۵ در شکل ۲ ارائه شده‌اند. کاربرد عملی مدل نمونه‌گیری دنباله‌ای با دقت ثابت به این صورت می‌باشد که نمونه‌برداری باید به طور متوالی انجام شود و بعد از هر نوبت نمونه‌برداری، فراوانی تجمعی آفت به ازای تعداد نمونه گرفته شده با شکل ۲ مقایسه شود. اگر فراوانی تجمعی سن مادر از خط توقف بالاتر قرار بگیرد به معنای پایان نمونه‌برداری می‌باشد. اما اگر فراوانی تجمعی در زیر خط توقف واقع شود، عمل نمونه‌برداری باید تا زمان تصمیم‌گیری قطعی ادامه یابد. بررسی تعداد نمونه مورد نیاز جهت تخمین سن‌های مادر با استفاده از کادرهای ۱ متر مربعی در مزارع گندم شهرستان فیروزآباد نشان داد که در سطح دقت ۰/۲۵ تعداد نمونه لازم نسبت به روش معمولی ۸۶ درصد کاهش یافت. محیسنی (۹) با بررسی تعداد نمونه مورد نیاز در مدل گرین برای نمونه‌گیری از سن مادر با استفاده از کادرهای ۰/۲۵ متر مربعی نشان داد که تعداد نمونه لازم در

2- Hodgson et al.

3- Lee et al.

4- Parajulee et al.

1- Parker et al.



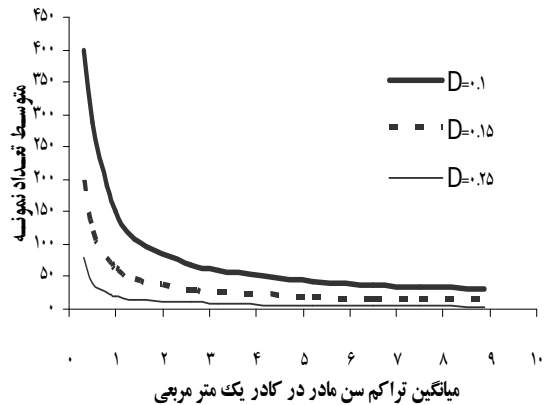
همکاران<sup>۱</sup> (۱۸) نیز گزارش کردند که نمونه برداری دنباله‌ای در مقایسه با نمونه برداری معمولی، تعداد نمونه مورد نیاز جهت نمونه‌گیری را ۷۷ درصد کاهش می‌دهد.

برای بسیاری از آفات کلیدی از جمله کرم خوشه‌خوار ذرت (*Helicoverpa zea* Boddie)، سفیده کوچک کلم (*Pieris rapae* Linnaeus)، کرم ساقه‌خوار برنج (*Chilo suppressalis*)، سن‌های گل‌خوار (*Lygus* spp.)، سرخرطومی یونجه (*Hypera postica*)، سوسک زنگدار غلات

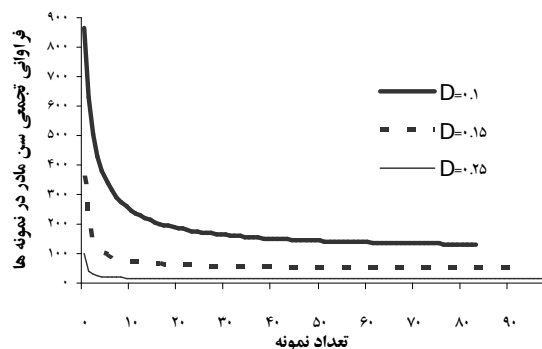
(*Gyllenhal*)، سوسک توتون (*Cryptolestes ferrugineus* Stephens) و سوسک توتون (*Lasioderma serricorne*) (Fab) نمونه‌گیری دنباله‌ای طراحی و ارائه شده است (۱۸، ۲۳ و ۳۳). برنامه‌های نمونه‌برداری دنباله‌ای در مناطق مختلف، زمان‌های مختلف فصل رشدی و گیاهان مختلف از سالی به سال دیگر متغیر می‌باشد. این تغییرپذیری به عوامل مهار زیست‌شناختی، کاربرد آفت‌کش‌ها، نوع پراکنش آفت، کیفیت گیاه میزبان و شرایط محیطی مختلف از جمله دما و بارندگی وابسته است (۳۴). از آن جا که فرایند تصمیم‌گیری و کاهش هزینه، در برنامه‌های مدیریت آفات حیاتی می‌باشند، بنابراین نمونه برداری دنباله‌ای با دقت ثابت با توجه به این که از نظر هزینه (کاهش تعداد نمونه‌ها) از روش‌های معمولی تخمین تراکم جمعیت آفات اقتصادی‌تر می‌باشد و برآورد سریع‌تر و دقیق‌تری را از جمعیت آفت ارائه می‌دهد، لذا در پیش آگاهی جمعیت آفات کاربرد بسیار گسترده‌ای دارد.

### سپاسگزاری

از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه محقق اردبیلی به خاطر حمایت مالی در اجرای این پروژه و



شکل ۱- میانگین تعداد نمونه مورد نیاز برای تصمیم‌گیری در سطوح دقت ۰/۱، ۰/۱۵ و ۰/۲۵ در تراکم‌های مختلف سن گندم مادر، مزارع گندم فیروزآباد، اردبیل



شکل ۲- خطوط توقف نمونه‌گیری در سه سطح دقت ۰/۱، ۰/۱۵ و ۰/۲۵ در نمونه‌گیری دنباله‌ای از سن گندم مادر، مزارع گندم فیروزآباد، اردبیل

مقایسه با روش معمولی در دقت‌های ۰/۱ و ۰/۲۵ به ترتیب ۷۵/۱۲ و ۷۱/۴۲ درصد کاهش یافت. کاهش تعداد نمونه مورد نیاز در مدل کنو و کادر ۰/۵ متر مربعی با دقت‌های ۰/۱ و ۰/۲۵ به ترتیب ۸۲/۷۵ و ۷۹/۸۴ درصد بود. معین نمینی و همکاران (۱۳) نیز کارایی این روش نمونه‌برداری را ۹۰ درصد بیشتر از نمونه‌برداری رایج جهت تخمین جمعیت سن گندم گزارش کردند. همچنین، کاروالهو و

1- Carvalho et al.

نیز خانم مهندس پریسا هنرمند مسئول محترم بخش حفظ نباتات مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان گیوی و فیروزآباد به خاطر همکاری در اجرای این تحقیق تقدیر و تشکر می‌گردد.

### منابع

۱. افشاری، ع.، سلیمان نژادیان، ا. و شیشه‌بر، پ. ۱۳۸۶. پراکنش فضایی جمعیت دشمنان طبیعی شته سبز پنبه و مقایسه روش‌های مختلف برآورد آن در مزارع پنبه منطقه گرگان. نامه انجمن حشره‌شناسی ایران، جلد ۲، شماره ۲، صص ۶۱-۷۸.
۲. بهرامی، ن.، رجبی، غ.، رضاییگی، م. و کمالی، ک. ۱۳۸۱. بررسی سطح زیان اقتصادی سن گندم در مزارع گندم دیم استان کرمانشاه. مجله آفات و بیماری‌های گیاهی، جلد ۷۰، شماره ۲، صص ۲۹-۴۴.
۳. بی‌نام. ۱۳۸۶. وضعیت مبارزه با سن غلات در کشور. گزارش سازمان حفظ نباتات کشور. ۱۵۷ ص.
۴. بی‌نام. ۱۳۸۷. بانک اطلاعات زراعت، انتشارات دفتر آمار و فن‌آوری، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، وزارت جهاد کشاورزی. ۱۳۲ ص
۵. حیدری، م.، غدیری، و.، کاشانی، ا.، بیگی، م. و ایرانی، پ. ۱۳۷۶. بررسی اختلاف آلودگی ارقام گندم و جو به سن معمولی غلات و میزان خسارت وارده به آن‌ها. مجله آفات و بیماری‌های گیاهی، جلد ۶۵، شماره ۱، صص ۲۰-۳۶.
۶. خدابنده، ن. ۱۳۸۷. غلات. انتشارات دانشگاه تهران. ۵۳۷ ص.
۷. رجبی، غ. ۱۳۸۷. اکولوژی حشرات با توجه به شرایط ایران و با تأکید بر نکات کاربردی. انتشارات سازمان ترویج، آموزش و تحقیقات کشاورزی، چاپ دوم، وزارت جهاد کشاورزی، ۶۴۹ ص.
۸. عبدالمهدی، غ. ۱۳۸۳. رهیافتی تحلیلی بر مدیریت سن گندم در ایران. نشر آموزش کشاورزی، ۱۵۷ ص.
۹. محیسنی، ع. ۱۳۸۶. بررسی روش‌های نمونه‌گیری دنباله‌ای و زمین‌آماري جهت کاربرد در شبکه‌های مراقبت از خسارت سن گندم، (*Eurygaster integriceps* Put. (Het.: Scutelleridae)) در مزارع گندم دیم شهرستان بروجرد. پایان نامه دکتری تخصصی (Ph.D.) رشته حشره‌شناسی کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، ۱۹۸ ص.
۱۰. محیسنی، ع.، سلیمان نژادیان، ا.، رجبی، غ.، مصدق، م.س. و پیرهادی، ا. ۱۳۸۶. نمونه‌گیری دنباله‌ای جمعیت سن مادر (*Eurygaster integriceps*) در مزارع گندم دیم شهرستان بروجرد. نامه‌ی انجمن حشره‌شناسی ایران، جلد ۲۷، شماره ۲، صص ۴۳-۵۹.

۱۱. محیسنی، ع.، سلیمان نژادیان، ا.، مصدق، م.س.، رجیبی، غ. و پیرهادی، ا. ۱۳۸۷. نمونه‌گیری دنباله‌ای با دقت ثابت جهت تخمین جمعیت پوره و سن بالغ نسل جدید *Eurygaster integriceps* Put. با استفاده از کادر در مزارع گندم دیم بروجرد. خلاصه مقالات هجدهمین کنگره گیاه‌پزشکی ایران (جلد اول: آفات)، ص ۴۲۲.
۱۲. محیسنی، ع.، سلیمان نژادیان، ا.، مصدق، م.س.، رجیبی، غ. و پیرهادی، ا. ۱۳۸۸. نمونه‌گیری دنباله‌ای با دقت ثابت برای تخمین جمعیت سن مادر *Eurygaster integriceps* Put. در مزارع گندم دیم بروجرد. مجله علمی کشاورزی، جلد ۳۲، شماره ۱، صص ۳۳-۴۷.
۱۳. معین‌نمینی، س.، صحراگرد، ا. و امیرمعافی، م. ۱۳۷۹. نمونه‌برداری دنباله‌ای برای تعیین سطح جمعیت سن گندم در منطقه ورامین. خلاصه مقالات چهاردهمین کنگره گیاه‌پزشکی ایران (جلد اول: آفات)، ص ۷.
۱۴. هنرمند، پ. ۱۳۸۷. مطالعه بیواکولوژی و دشمنان طبیعی سن گندم، *Eurygaster integriceps* در منطقه کورائیم شهرستان نیر. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته حشره‌شناسی کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی، ۸۱ ص.
15. Arnaldo, P.S., and Torres, L.M. 2005. Spatial distribution and sampling of *Thaumetopoea pityocampa* (Den. & Schiff.) (Lep.: Thaumetopoeidae) populations on *Pinus pinaster* Ait. in Montesinho, N. Portugal. Forest Ecology and Management, 210: 1-7.
16. Beers, E.H., and Jones, V.P. 2004. Fixed precision sampling plans for white apple leafhopper (Homoptera: Cicadellidae) on apple. Journal of Economic Entomology, 97: 1752-1755.
17. Burkness, E.C., and Hutchison, W.D. 1998. Development and validation of a fixed-precision sampling plan for estimating striped cucumber beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) density in cucurbits. Environmental Entomology, 27: 178-183.
18. Carvalho, M.O., Passos de Carvalho, J., Torres, L.M., and Mexia, A. 2006. Developing sequential sampling plans for classifying *Lasioderma serricorne* (F.) (Coleoptera: Anobiidae) status in a cigarette factory. Journal of Stored Products Research, 42: 42-50.
19. Elliott, N.C., Gilles, K.L., Royer, T.A., Kindler, S.D., Tao, F.L., Jones, D.B., and Cuperus, G.W. 2003. Fixed precision sequential sampling plans for greenbug and bird cherry-oat aphid (Homoptera: Aphididae) in winter wheat. Journal of Economic Entomology, 96: 1585-1593.
20. Feng, M.G., and Nowierski, R.M. 1992. Spatial distribution and sampling plans for four species of cereal aphids (Hom.:Aphididae) infesting spring wheat in southwestern Idaho. Journal of Economic Entomology, 85 (3): 830-837.
21. Hodgson, E.W., Burness, E.C., Hutchison, W.D., and Ragsdale, D.W. 2004. Enumerative and binomial sequential sampling plans for soybean aphid (Homoptera: Aphididae) in soybean. Journal of Economic Entomology, 97: 2127-2136.

22. 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.
23. Kao, S.S. 1984. Sequential sampling plans for insect pest. Phytopathologist and Entomologist. Entomology Division, Plant Protection Center. Taiwan, pp: 111-122.
24. Koch, R.L., Burkness, E.C., and Hutchison, W.D. 2006. Spatial distribution and fixed precision sampling plans for the ladybird *Harmonia axyridis* in sweet corn. Biocontrol, 51: 741-751.
25. Lee, D.H., Park, J., Park, H., and Cho, K. 2005. Estimation of leafmine density of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) in cherry tomato greenhouse using fixed precision sequential sampling plans. Journal of Asia-Pacific Entomology, 8: 81-86.
26. Naranjo, S.E., and Hutchison, W.D. 1997. Validation of arthropod sampling plans using a resampling approach: Software and analysis. American Entomologist, 43: 48-57.
27. Opit, G.P., Margolies, D.C., and Nechols, J.R. 2003. Within-plant distribution of two spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch on Ivy geranium. Journal of Economic Entomology, 96(2): 482-488.
28. O'Rourke, P.K., and 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. Crop Protection, 22: 903-909.
29. Parajulee, M.N., Shrestha, R.B., and Leser, J.F. 2006. Sampling methods, dispersion patterns, and fixed precision sequential sampling plans for western flower thrips (Thysanoptera : Thripidae) and cotton fleahoppers (Hemiptera : Miridae) in cotton. Journal of Economic Entomology, 99: 568-577.
30. Parker, B.L., Costa, S.D., Skinner, M., and Bouhssini, M.EI. 2002. Sampling sunn pest (*Eurygaster integriceps* Put.) in overwintering sites in Northern Syria. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 26: 109-117.
31. SAS Institute.1999. SAS/STAT user's guide, version 8, SAS Institute. Cary, NC.
32. Southwood, T.R.E. 1978. Ecological Methods, with particular reference to the study of insect populations. 2nd ed .Chapman & Hall. London, 524 p.
33. Subramanyam, B., Hagstrum, D.W., Meagher, R.L., Burkness, E.C., Hutchison, W.D., and Naranjo, S.E. 1997. Developing and evaluation of sequential sampling plans for *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) (Coleoptera: Cucujidae) infesting farm-stored wheat. Journal of Stored Products Research, 33: 321-329.
34. Trumble, J.T., Brewer, M.J., Shelton, M.A., and Nyrop, J.P. 1989. Transportability of fixed-precision level sampling plans. Researches on Population Ecology, 31: 325-342.

35. Tsai, J.H., Wang, J.J., and Liu, Y.H. 2000. Sampling of *Diaphorina citri* (Hom.: Psyllidae) on orange Jassamine in southern Florida. Florida Entomologist, 83(4): 446-459.
36. Wang, K., and Shipp, J.L. 2001. Sequential sampling plans for western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) on green house cucumbers. Journal of Economic Entomology, 94: 579-585.
37. Young, J.L., and Young, J.H. 1998. Statistical Ecology. Kluwer Academic Publishers Boston, 565 p.
38. Zehnderi, G.W., and Trumble, J.T. 1985. Sequential sampling plans with fixed levels of precision for *Liriomyza* species (Diptera: Agromyzidae) in fresh market tomatoes. Journal of Economic Entomology, 78: 138-142.

Archive of SID