

## بررسی پراکنش پهنه‌ای و نمونه‌برداری دنباله‌ای با دقت ثابت از مراحل نابالغ سن گندم (*Eurygaster integriceps* Put. (Hem.: Scutelleridae) در مزارع گندم دیم با استفاده از کادر یک‌دهم مترمربع

عبدالامیر محیسنی<sup>\*</sup>

۱- استادیار پژوهش، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی لرستان- پردیس بروجرد

(تاریخ دریافت: ۹۵/۶/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۵/۹/۲۹)

### چکیده

سن گندم *Eurygaster integriceps* Put. مهم‌ترین حشره خسارت‌زا در ایران می‌باشد که از برگ، ساقه و دانه گندم تغذیه نموده و موجب کاهش محصول از نظر کمی و کیفی می‌شود. استفاده از کادر در نمونه‌برداری‌ها از جمله قدیمی‌ترین روش‌ها در پژوهش‌های زیست‌بوم می‌باشد. طی سال‌های ۱۳۸۳ و ۱۳۸۴ پراکنش پهنه‌ای و مدل‌های نمونه‌گیری دنباله‌ای با دقت ثابت برای مراحل نابالغ این آفت با استفاده از کادر ۰/۱ مترمربع در مزارع گندم دیم شهرستان بروجرد مورد مطالعه قرار گرفت. بر اساس مقادیر ضریب تبیین به دست آمده از محاسبات رگرسیونی، شاخص تایلور نسبت به شاخص آیواو برازش بهتری نشان داد. وجود اختلاف معنی‌دار آماری بین شاخص  $b$  تایلور با عدد یک، نشان‌دهنده‌ی تجمعی بودن پراکنش مراحل نابالغ سن گندم در مزارع گندم دیم است. به منظور تخمین جمعیت این آفت در مزرعه، مدل‌های نمونه‌گیری دنباله‌ای با دقت ثابت به روش گرین (Green) با سه سطح دقت ۰/۱، ۰/۱۵ و ۰/۲۵ ارایه شد. سپس اعتبار این مدل‌ها با استفاده از ۷-۹ سری از داده‌های جداگانه مورد ارزیابی قرار گرفت. در این مدل در سطح دقت ۰/۲۵ (دقت قابل پذیرش در برنامه‌های مدیریت تلفیقی، IPM)، به منظور نمونه‌گیری از جمعیت سنین دو، سه، چهار و مجموع سن پنج و حشره بالدار نسل جدید، به ترتیب به طور متوسط به تعداد ۶۲، ۸۷، ۶۷ و ۲۵ کادر نیاز خواهد بود. با افزایش سطح دقت به ۰/۱، این تعداد به ترتیب به ۳۲۰، ۳۵۸، ۳۲۵ و ۱۴۵ نمونه افزایش یافت. استفاده از این مدل‌ها می‌تواند مدیریت موثر و کارآمدی را برای سن گندم در مزارع گندم دیم فراهم آورده و زمان و هزینه نمونه‌برداری را کاهش دهد.

**واژه‌های کلیدی:** پراکنش، کادر، گندم، سن گندم، نمونه‌برداری

## مقدمه

به نقل از بسیاری از متخصصین، از زمان کشت گندم توسط بشر، سن گندم *Eurygaster integriceps* Put. آفت گندم بوده و این آفت روز به روز نسبت به تغذیه از گندم تخصصی‌تر می‌شود. کشورهای اکراین، روسیه، رومانی، بلغارستان، یونان، ترکیه، سوریه، لبنان، اردن، عراق، ایران، افغانستان و پاکستان از کشورهایی هستند که در حوزه جغرافیایی انتشار سن گندم قرار دارند. با احتساب کشورهای استقلال یافته از شوروی سابق، سالانه حدود ۱۵ میلیون هکتار از اراضی جهان در معرض حمله این آفت قرار می‌گیرند (Javahery, 1995). خسارت این آفت مربوط به هجوم حشرات کامل زمستان‌گذران در بهار و همچنین پوره‌های جوان آفت در طول دوره پر شدن و رسیدن دانه می‌باشد. خسارت سن مادر به طور انحصار کمی است، در صورتی که خسارت پوره‌ها و حشرات بالدار نسل جدید هر دو جنبه کمی و کیفی را در بر دارد (Rajabi, 2000). در ایران سطح آلودگی و سطح کنترل شیمیایی سن گندم به مراتب بیش‌تر از کشورهای دیگر خاورمیانه است، به طوری که در خاورمیانه ۵/۴ میلیون هکتار آلوده به این آفت بوده که سه میلیون هکتار از آن مربوط به ایران است (Miller and Morse, 1996).

در سال ۱۳۹۳، عملیات کنترل سن غلات در بیش از ۴۰۰ هزار هکتار از مزارع گندم اجرا گردید که نسبت به سال قبل ۲۰ تا ۳۰ درصد افزایش داشت. طبق یک برآورد نظری در حدود سه میلیون هکتار از اراضی آلوده کشور، در صورت عدم مهار سن گندم، در اثر خسارت این آفت حدود ۹۰ هزار تن خسارت کمی و ۹۰۰ هزار تن خسارت کیفی ایجاد خواهد شد (Anonymous, 2014a). در استان لرستان از سال ۱۳۵۷ تا قبل از ۱۳۹۳، بیش‌ترین سطح کنترل شیمیایی سن گندم، در سطحی معادل ۱۳۵ هزار هکتار مربوط به سال ۱۳۸۹ بود، اما در سال ۱۳۹۳ به رکورد ۱۵۰ هزار هکتاری رسید که بیش از ۷۶ هزار هکتار از این سمپاشی‌ها علیه سن مادر انجام گرفت (Anonymous, 2014b).

تعداد افراد یک جمعیت با زمان و مکان تغییر می‌کند. الگوی پراکنش<sup>۱</sup> جمعیت (یعنی موقعیت افراد در محیط زندگی) تحت شرایط متفاوت، اطلاعات مهمی از تولد، مرگ و حرکت (جابه‌جایی) جانور را نشان می‌دهد. در جمعیت‌های مزرعه‌ای توصیف دقیق جمعیت مشکل بوده اما گاهی با مشاهده الگوی پراکنش افراد، برخی از نکات مهم مربوط به خصوصیات بیولوژیکی گونه و دلایل نوسان جمعیت آن به دست می‌آید (Poole, 1974). دانستن نحوه پراکنش باعث فهم بهتر روابط حشره و محیط زیست آن شده و اطلاعات پایه را برای تفسیر تغییرات فضایی یا مکانی، طراحی برنامه نمونه‌برداری کارآمد برای تخمین جمعیت، مدیریت آفت و مدل‌های رشد جمعیت فراهم می‌کند (Tsai et al., 2000). بنا به تعریف، نمونه‌گیری دنباله‌ای<sup>۲</sup> روشی است که به دنبال هر مرحله نمونه‌گیری متوالی، بر اساس نتایج حاصل از اطلاعات تجمعی نمونه‌برداری‌های قبل می‌توان در خصوص اجرا یا عدم اجرای عملیات مهار و یا ادامه نمونه‌برداری از آفت تصمیم گرفت (Kogan and Herzog, 1980; Binns, 1994).

در مناطق شمالی سوریه، توزیع فضایی سن مادر *E. integriceps* روی درخت کاج *Pinus brutia* Tenore که میزبان حشرات کامل زمستان‌گذران این آفت است، مورد بررسی قرار گرفت و شاخص تایلور با داده‌ها برازش بهتری نشان داد. در این پژوهش آماره تجمع  $b$  حداقل ۱/۵ و حداکثر ۱/۶۸ بود که نشان‌دهنده تجمعی بودن پراکنش آفت روی میزبان زمستانه آن است (Parker et al., 2002).

استفاده از کادر<sup>۳</sup> در نمونه‌برداری‌ها از جمله قدیمی‌ترین روش‌ها در بررسی‌های اکولوژی جمعیت‌ها بوده و اولین بار در سال ۱۸۹۸ توسط پوند و کلمنت (Pound and Clement, 1898) معرفی شده است. کادر در اصطلاح لغت به یک شکل چهار ضلعی اطلاق می‌گردد. هر چند در عمل به هر واحد نمونه‌ای که به شکل دایره، مثلث، چهار

<sup>۱</sup> . Dispersion

<sup>۲</sup> . Sequential Sampling

<sup>۳</sup> . quadrat

می‌دهد (Kindt and Coe, 2005). انتخاب اندازه کادر علاوه بر موارد فوق به سرعت جابه‌جایی، تراکم جمعیت و اندازه حشره نیز بستگی دارد. بر اساس پژوهش محقق و همکاران (Mohaghegh *et al.*, 2016) در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بروجرد، پراکنش پهنه‌ای<sup>۳</sup> و نمونه-برداری دنباله‌ای از سن بذرخوار کلزا *Nysius cymoides* (Spinola) (Hem.: Lygaeidae) که حشره‌ای با تراکم بالا و سرعت جابه‌جایی زیاد می‌باشد، از کادر مربع بسیار کوچک  $25 \text{ cm}^2 = 5 \text{ cm} \times 5 \text{ cm}$  و لوله مکش استفاده شده است.

بررسی شاخص‌های تیلور و آیواو سن مادر *E. integriceps* در مزارع گندم دیم شهرستان بروجرد، نشان داد که شاخص *b* تیلور برای کادر ربع متر مربع  $1/19$  و شاخص  $\beta$  آیواو برای کادر نیم متر مربع  $1/13$  برآورد گردید که با عدد یک اختلاف معنی‌دار داشته و نشان‌دهنده تجمعی بودن پراکنش پهنه‌ای سن مادر در مزارع گندم دیم می‌باشد. در این گزارش، کادر ربع متر مربعی برتر از کادر نیم متر مربعی ارزیابی گردیده است (Mohiseni *et al.*, 2009a). نمونه‌گیری دنباله‌ای از جمعیت مراحل نابالغ سن گندم در شهرستان بروجرد با استفاده از تور حشره‌گیری نشان داد که شاخص *b* تیلور برای سنین ۲، ۳، ۴، ۵ پورگی و حشره بالدار نسل جدید<sup>۴</sup> به ترتیب  $1/16$ ،  $1/26$ ،  $1/32$ ،  $1/30$  و  $1/40$  ارزیابی شده که همگی با عدد یک اختلاف معنی‌دار داشتند. همچنین بین شاخص *b* مربوط به دو مرحله پوره سن پنج و حشره بالدار نسل جدید اختلاف معنی‌دار وجود نداشت، بنابراین شاخص *b* مربوط به این دو مرحله (تعداد تجمعی و بدون تفکیک پوره سن ۵ و حشره بالدار نسل جدید)  $1/36$  محاسبه و در تهیه مدل نمونه‌گیری دنباله‌ای مورد استفاده قرار گرفته است (Mohiseni *et al.*, 2009b). در بسیاری از مناطق سن‌خیز کشور از جمله استان لرستان، با گرفتن تعداد محدودی نمونه (کادر یا تور) و مقایسه آن با آستانه اقتصادی آفت<sup>۵</sup>، اقدام به سمپاشی علیه

ضلعی (مستطیل یا مربع) و حتی چندضلعی نامنتظم باشد نیز در اصطلاح کادر گفته می‌شود (Muller-Dombois and Ellenberg, 1974). استفاده از ابزار کادر دو شرط اساسی دارد، نخست این که منطقه مورد مطالعه شناخته شده باشد و دوم این که موجود زنده مورد مطالعه در زمان شمارش (بررسی داخل کادر) نسبتاً غیرمتحرک باشد (Krebs, 1999). به همین دلایل، این روش در پژوهش‌های گیاهی استفاده گسترده دارد (Krebs, 1999; Sutherland, 2006). بر اساس بررسی‌های کلیمس و همکاران (Klimes *et al.*, 2001) و برومر و همکاران (Brummer *et al.*, 1994) در کادر دایره‌ای چون نسبت محیط به سطح کوچک‌تر است، در مقایسه با کادرهای مربع یا مستطیل ارجحیت دارد. بنابراین دقت و صحت نتایج شمارش جمعیت‌ها متأثر از شکل کادر مورد استفاده می‌باشد. بر اساس پژوهش‌های وایت (White, 2010) بهترین کادر به سه روش قابل تشخیص می‌باشد: ۱- از نظر آماری: بدین معنی که شکل کادر مورد استفاده بالاترین دقت آماری را داشته باشد. دیکسون و ماسی (Dixon and Massey, 1957) بیان می‌کنند که در صورتی که چند کادر میانگین-های یکسانی را از یک جمعیت در یک زیست‌بوم نشان دهند، کارآیی کادری که واریانس کمتری داشته باشد بیش‌تر است. ۲- از نظر اکولوژیکی: کارآیی کادری بالاست که بسیاری از سوالات اکولوژیکی در ارتباط جمعیت را پاسخ دهد. ۳- از نظر حمل و نقل: کادر از نظر اندازه و شکل طوری باشد که به راحتی جابه‌جا شده و در سطح مزرعه مستقر گردد. در بسیاری از گزارش‌ها، دو مشخصه آماری و اکولوژیکی را یکسان در نظر می‌گیرند. انتخاب مناسب‌ترین اندازه کادر به موجود زنده مورد بررسی بستگی داشته و برای درختان، گیاهان مختلف، پروانه‌ها، پرنده‌ها و دیگر حیوانات بزرگ متفاوت است. بنابراین اندازه استاندارد و ثابتی برای کادر جهت استفاده در مکان‌های مختلف وجود ندارد. همچنین اندازه نمونه (کادر) نتایج بررسی‌های تنوع زیستی<sup>۱</sup> و غنای گونه‌ای<sup>۲</sup> را تحت تاثیر قرار

<sup>3</sup> . spatial distribution

<sup>4</sup> . New winged insect

<sup>5</sup> . Economic Threshold

<sup>1</sup> . species diversity

<sup>2</sup> . species richness

پارامتر  $\alpha$  در مدل تایلور نشان‌دهنده بالا بودن درجه تجمع آفت است (Blank *et al.*, 2000).

برای محاسبه شاخص آیواو، بین شاخص میانگین ازدحام (میانگین انبوهی)  $x^* = \bar{x} + (\frac{S^2}{\bar{x}} - 1)$  و میانگین جمعیت آفت رابطه رگرسیونی  $x^* = \alpha + \beta \bar{x}$  و گردید که در این رابطه  $\alpha$  شاخص تجمع پایه<sup>۳</sup> و  $\beta$  ضریب تجمع تراکم<sup>۴</sup> است.  $\alpha$  نشان‌دهنده خواص ذاتی گونه است و  $\beta$  به پراکنش جانور در هنگام استفاده از محیط زندگی بستگی دارد. ثابت  $\alpha$  نشان‌دهنده تمایل افراد به تجمع می‌باشد. اگر مقدار عددی  $\alpha$  منفی باشد، نشان‌دهنده تمایل افراد به دفع و دور کردن سایر افراد می‌باشد (Southwood, 1978). در صورتی که  $\beta$  بزرگ‌تر یا مساوی یک باشد، توزیع نمونه‌ها به ترتیب تجمع و تصادفی خواهد بود (Southwood, 1987; Tsai *et al.*, 2000; Pearsall and Myers, 2000).

آزمون معنی‌دار بودن اختلاف شیب خط رگرسیون نسبت به عدد یک، به کمک آماره  $t = (slope - 1) / SE_{slope}$  انجام گرفت که پس از محاسبه، با مقدار  $t$  جدول با  $N-2$  درجه آزادی (Chatterjee and Hadi, 2006) مورد مقایسه قرار گرفت. در صورتی که قدر مطلق مقدار  $t$  محاسبه شده نسبت به  $t$  جدول بزرگ‌تر باشد، در آن صورت شاخص  $b$  تایلور نسبت به عدد یک اختلاف معنی‌دار داشته و پراکنش آفت تجمع‌ی و در غیر این صورت تصادفی خواهد بود (Feng and Nowierski, 1992; Tsai *et al.*, 2000).

به منظور بررسی همگنی<sup>۵</sup> دو آماره شیب خط رگرسیون و عرض از مبدا مراحل نابالغ سن گندم و حشره بالدار نسل جدید از از رابطه‌های زیر استفاده شد. در این رابطه‌ها مقادیر  $t$  محاسبه شده با  $t$  جدول با  $N_1 + N_2 - 2$  درجه آزادی مقایسه و چنانچه از آن بزرگ‌تر بود، در آن صورت بین این آماره-ها از نظر آماری اختلاف معنی‌دار وجود دارد (Feng and Nowierski, 1992).

این آفت می‌شود. بنابراین هدف از این پژوهش بررسی نمونه‌گیری دنباله‌ای با دقت ثابت از جمعیت پوره و حشره بالدار نسل جدید سن گندم با استفاده از کادر یک‌دهم متر مربع می‌باشد. نتایج این پژوهش می‌تواند در مدیریت تلفیقی این آفت کاربرد وسیعی داشته باشد.

## مواد و روش‌ها

این پژوهش با هدف ارائه مدل‌های نمونه‌گیری دنباله‌ای با دقت ثابت از جمعیت مراحل نابالغ سن گندم طی دو سال نمونه‌برداری (سال‌های ۸۴-۸۳)، در هشت منطقه (از ارتفاع ۱۴۹۰ تا ۱۹۹۰ متر) از شهرستان بروجرد انجام گرفت. با استفاده از کادر چوبی مربع کامل ( $1000 \text{ cm}^2$ ) به مساحت یک‌دهم متر مربع انجام گرفت. از هر مزرعه دو تا سه روز یک بار نمونه‌برداری انجام گرفت. نمونه‌برداری‌ها از اول صبح آغاز و تا غروب آفتاب ادامه داشت. در هر نوبت نمونه‌برداری تعداد ۸۰ کادر در نظر گرفته شد. در هر کادر تعداد حشرات به تفکیک مراحل مختلف پورگی و حشره بالدار نسل جدید، شمارش و در جدول‌های مربوطه یادداشت شدند. شهرستان بروجرد از نظر شرایط آب و هوایی دارای دو اقلیم سرد و معتدل سرد می‌باشد.

بررسی پارامترهای تایلور<sup>۱</sup> و آیواو<sup>۲</sup> برای محاسبه پارامترهای تایلور ( $\alpha$  و  $b$ )، بین لگاریتم واریانس ( $\log s^2$ ) به عنوان متغیر وابسته و لگاریتم میانگین ( $\log \bar{x}$ ) به عنوان مستقل، رابطه رگرسیونی  $\text{Log}(s^2) = \text{Log}(\alpha) + b \text{Log}(\bar{x})$  برقرار و شیب خط این معادله رگرسیونی ( $b$ ) به عنوان شاخصی برای نشان دادن چگونگی پراکنش جمعیت حشره در نظر گرفته شد. در صورتی که  $b$  بزرگ‌تر یا مساوی یک باشد، پراکنش پهنه‌ای آفت به ترتیب تجمع‌ی و تصادفی خواهد بود. مقدار  $\alpha$  یا عرض از مبدا خط رگرسیون نیز به اندازه نمونه بستگی دارد (Southwood, 1978; Tsai *et al.*, 2000). پارامتر  $\alpha$  با گرفتن آنتی‌لوگ از عرض از مبدا معادله رگرسیون ( $\text{Log}(\alpha)$ ) به دست می‌آید. بزرگ بودن

۳ . Basic contagion index

۴ . Density contagiousness coefficient

۵ . Homogeneity

۱ . Taylor's power law

۲ . Lloyds mean crowding index

واحد نمونه مرتب شدند. سپس متناسب با تعداد داده‌ها، میانگین‌ها به ۷ تا ۹ گروه تقسیم و از هر گروه یک میانگین به صورت تصادفی انتخاب شد و داده‌های مربوط به این میانگین‌ها جهت بررسی اعتبار مدل‌های گرین و کنو مورد استفاده قرار گرفت. داده‌های انتخابی فوق نباید در تخمین پارامترهای تایلور و آیواو مورد استفاده قرار گیرند.

### نرم‌افزارهای مورد استفاده

در این پژوهش، به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزارهای SAS نسخه ۹/۱، Excel 2010 و RVSP استفاده شد.

### نتایج و بحث

نتایج این پژوهش نشان داد که با توجه به مقدار ضریب تبیین، داده‌های جمع‌آوری شده با مدل تایلور در مقایسه با مدل آیواو مناسب‌تر بودند و در همه موارد شیب خط رگرسیون (آماره  $b$  تایلور یا  $\beta$  آیواو)، به شکل معنی‌داری از عدد یک بزرگ‌تر بود (جدول‌های ۱ و ۲). بنابراین همان‌گونه که پژوهش‌های گذشته نیز نشان داده است، پراکنش پهنه‌ای سن گندم در مزارع گندم دیم به صورت تجمع‌ی است (Moein Namini *et al.*, 1999., Abdollahi, 2004., Mohiseni *et al.*, 2008., Mohiseni *et al.*, 2009a,b). پژوهش‌ها نشان می‌دهند که مقدار  $b$  تایلور برای مرحله معینی از هر گونه جانور ثابت می‌باشد (Pedigo and Zeiss, 1996). اما در صورت تغییر اندازه واحد نمونه (مساحت کادر)، مقدار  $b$  تایلور یا  $\beta$  آیواو تغییر می‌کند (Mohiseni *et al.*, 2009a). به عبارت دیگر زمانی می‌توان شیب خطوط رگرسیونی مربوط به یک حشره (یا مرحله خاصی از زندگی یک حشره) را در دو پژوهش با هم مقایسه نمود که اندازه واحد نمونه در آن‌ها یکسان باشد.

نتایج مقایسه همگنی شیب خط رگرسیون مربوط به مراحل نابالغ سن گندم نشان داد که مقدار آماره  $b$  مربوط به پوره سن یک با سایر مراحل زندگی حشره اختلاف معنی‌دار داشت. همچنین مقدار این آماره در سه سن دو، سه و چهار پورگی و همچنین دو مرحله سن پنج پورگی و

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

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

### نمونه‌گیری دنباله‌ای با دقت ثابت: در این

پژوهش، چون داده‌ها با مدل رگرسیونی تایلور برازش بیش‌تری نشان دادند، مدل‌های نمونه‌گیری دنباله‌ای گرین (Green, 1970) تهیه و ارائه گردید (Wang and Shipp, 2001; Elliott *et al.*, 2003) که در این مدل‌ها حداقل نمونه مورد نیاز ( $N_{min}$ ) برای دستیابی به یک سطح دقت ثابت ( $D_{exp}$ ) و خط توقف نمونه‌گیری دنباله‌ای ( $Tn$ ) از رابطه‌های زیر محاسبه شدند (Elliott *et al.*, 2003). در این معادله‌ها  $\alpha$  و  $b$  ضرایب تایلور هستند و  $n$  تعداد نمونه مورد نیاز برای تخمین میانگین آفت در واحد نمونه با متوسط سطح دقت  $D_{exp}$  و خط توقف نمونه‌گیری دنباله‌ای ( $Tn$ ) نیز تعداد جمع‌ی آفت در یک نمونه  $n$  تایی می‌باشد (Elliott *et al.*, 2003).

$$N_{min} = \frac{\alpha \bar{x}^{b-2}}{D_{exp}^2}$$

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

در پایان با استفاده از نرم‌افزار Excel نسخه ۲۰۱۰ منحنی تعداد جمع‌ی حشره در مقابل اندازه نمونه رسم شد. در این مدل، نمونه‌برداری تا زمانی ادامه پیدا می‌کند که مجموع کل جمعیت آفت در  $n$  نمونه گرفته شده، از مرز بحرانی  $Tn$  (برای سطح دقت ثابت  $D$ ) گذشته و این خط را قطع نماید (Wang and Shipp, 2001; Elliott *et al.*, 2003). **تبارسنجی مدل نمونه‌گیری دنباله‌ای با دقت ثابت**

در این پژوهش به منظور اعتبارسنجی مدل‌ها، از نرم‌افزار RVSP<sup>۲</sup> استفاده شد (Naranjo and Hatchison, 1997). به همین منظور ابتدا کل داده‌های جمع‌آوری شده‌ی مزرعه‌ای بر اساس میانگین حشره در

۱. Sequential Sampling Stop Line

۲. The resampling for validation of sampling plans program

حشره بالدار نسل جدید از نظر آماری اختلاف نشان ندادند. اما مقدار این آماره در پوره سن پنج با مقدار آن در دو سن سه و چهار پورگی اختلاف آماری داشت (جدول ۳). این موضوع نشان می‌دهد که در زمان استفاده از کادر ۰/۱ متر مربع، شمارش یک‌جا و بدون تفکیک مجموع سنین دو، سه و چهار پورگی و یا مجموع پوره سن پنج و حشره بالدار نسل جدید از نظر آماری امکان‌پذیر است و با توجه به این موضوع، استفاده از مدل نمونه‌برداری دنباله‌ای ساده‌تر و کاربردی‌تر خواهد بود.

جدول ۱- آماره‌های رگرسیونی مدل تیلور مراحل نابالغ و حشره بالدار نسل جدید سن گندم *Eurygaster integriceps* در مزارع گندم دیم

Table 1. Taylor's power law regression statistics ( $\pm SE$ ) population densities for immaure stages and new winged insect of *Eurygaster integriceps* in rainfed wheat fields.

Life Stage/Instar	n	b $\pm$ S <sub>E</sub>	t <sub>b</sub>	Log $\alpha \pm$ S <sub>E</sub>	R <sup>2</sup>	Range of Densities (Insect/Quadrate)
First Instar	19	1.54 $\pm$ 0.087	6.21**	0.92 $\pm$ 0.05	0.960	0.0125-1.64
2 <sup>nd</sup> Inatar	38	1.268 $\pm$ 0.034	7.88**	0.40 $\pm$ 0.034	0.975	0.013-6.62
3 <sup>rd</sup> Instar	36	1.17 $\pm$ 0.041	4.15**	0.295 $\pm$ 0.025	0.961	0.025-3.24
4 <sup>th</sup> Instar	39	1.198 $\pm$ 0.029	6.83**	0.29 $\pm$ 0.025	0.978	0.0125-2.64
5 <sup>th</sup> Instar	40	1.28 $\pm$ 0.027	10.37**	0.413 $\pm$ 0.024	0.984	0.02-3.65
New Adult	33	1.241 $\pm$ 0.033	7.30**	0.37 $\pm$ 0.0250	0.979	0.0123-2.28
2 <sup>nd</sup> +3 <sup>rd</sup> +4 <sup>th</sup> Instars	53	1.238 $\pm$ 0.034	7.00**	0.37 $\pm$ 0.021	0.964	0.012-6.824
3 <sup>rd</sup> +4 <sup>th</sup> Instars	50	1.207 $\pm$ 0.026	7.96**	0.334 $\pm$ 0.02	0.978	0.012-3.87
5 <sup>th</sup> Instar +New winged insect	51	1.291 $\pm$ 0.025	11.64**	0.399 $\pm$ 0.02	0.982	0.0125-5.246

\*\*The slope values (*b*) significantly >1, indicating a clumped distribution

جدول ۲- آماره‌های رگرسیونی مدل آیواو مراحل نابالغ و حشره بالدار نسل جدید سن گندم *Eurygaster integriceps* در مزارع گندم دیم

Table 2. Iwao's patchiness regression statistics ( $\pm SE$ ) of population densities for immaure stages and new winged insect of *Eurygaster integriceps* in rainfed wheat fields

Stage/ Instar	n	$\beta \pm S_E$	t <sub><math>\beta</math></sub>	$\alpha \pm S_E$	R <sup>2</sup>	Range of Densities (Insect/Quadrate)
First Instar	19	3.41 $\pm$ 0.77	3.13**	3.8 $\pm$ 0.88	0.544	0.0125-1.64
2 <sup>nd</sup> Inatar	38	1.734 $\pm$ 0.142	5.24**	0.545 $\pm$ 0.24	0.805	0.013-6.62
3 <sup>rd</sup> Instar	36	1.498 $\pm$ 0.14	4.53**	0.438 $\pm$ 0.161	0.779	0.025-3.24
4 <sup>th</sup> Instar	39	1.963 $\pm$ 0.115	8.75**	-0.019 $\pm$ 0.122	0.888	0.0125-2.64
5 <sup>th</sup> Instar	40	2.168 $\pm$ 0.14	8.34**	0.171 $\pm$ 0.19	0.865	0.02-3.65
New winged insect	33	2.13 $\pm$ 0.14	8.07**	0.169 $\pm$ 0.154	0.877	0.0123-2.28
2 <sup>nd</sup> +3 <sup>rd</sup> +4 <sup>th</sup> Instars	55	1.567 $\pm$ 0.116	5.15**	0.596 $\pm$ 0.25	0.804	0.012-6.824
3 <sup>rd</sup> +4 <sup>th</sup> Instars	50	1.698 $\pm$ 0.092	7.76**	0.27 $\pm$ 0.15	0.876	0.012-3.87
5 <sup>th</sup> Instar +New winged insect	51	2.09 $\pm$ 0.097	11.24**	0.108 $\pm$ 0.17	0.905	0.0125-5.25

\*\*The slope values (*b*) significantly >1, indicating a clumped distribution



جدول ۳- مقایسه آماره‌های شیب خط رگرسیون (پارامتر b) مراحل پورگی و حشره بالدار نسل جدید سن گندم *Eurygaster integriceps* در مزارع گندم دیم

Table 3. Comparison of Taylor's regression statistics of *Eurygaster integriceps* nymph instars and new winged insect in rainfed wheat fields

Life Stage/ Instar	2 <sup>nd</sup> Inatar	3 <sup>rd</sup> Instar	4 <sup>th</sup> Instar	5 <sup>th</sup> Instar	New winged Insect
First Instar	3.22**	4.21**	4.13**	3.33**	3.56**
2 <sup>nd</sup> Inatar	-	1.82 <sup>n.s</sup>	1.57 <sup>n.s</sup>	0.2 <sup>n.s</sup>	0.58 <sup>n.s</sup>
3 <sup>rd</sup> Instar	-	-	0.52 <sup>n.s</sup>	2.17*	1.32 <sup>n.s</sup>
4 <sup>th</sup> Instar	-	-	-	2**	0.99 <sup>n.s</sup>
5 <sup>th</sup> Instar	-	-	-	-	0.85 <sup>n.s</sup>

The regression slope (b) of two instars or stages is significantly different at the 0.05\*, 0.01\*\* levels and not significantly

۲۶۱ (حداقل ۱۴۹ و حداکثر ۳۲۵)، ۱۱۷ (حداقل ۸۲ و حداکثر ۱۵۷) و ۴۰ (حداقل ۲۲ و حداکثر ۶۷) نمونه (شکل ۱، جدول ۶)، برای مجموع سنین سه و چهار پورگی به- ترتیب به طور میانگین ۲۳۴ (حداقل ۱۳۱ و حداکثر ۲۸۹)، ۱۰۱ (حداقل ۷۱ و حداکثر ۱۴۱) و ۳۵ (حداقل ۱۸ و حداکثر ۶۰) نمونه (شکل ۱، جدول ۷)، برای مجموع سنین دو، سه و چهار پورگی به ترتیب به طور میانگین ۱۳۷ (حداقل ۱۰۱ و حداکثر ۱۶۸)، ۶۳ (حداقل ۴۲ و حداکثر ۸۶) و ۲۱ (حداقل ۱۲ و حداکثر ۳۵) نمونه (شکل ۱، جدول ۸) و برای مجموع پوره سن پنج و حشره بالدار نسل جدید به ترتیب به طور میانگین ۲۶۵ (حداقل ۱۴۵ و حداکثر ۳۲۵)، ۱۲۳ (حداقل ۸۵ و حداکثر ۱۶۶) و ۴۲ (حداقل ۲۵ و حداکثر ۶۷) نمونه مورد نیاز بود (شکل ۱، جدول ۹).

بر اساس آماره‌های تایلور (جدول ۱)، مدل گرین برای مراحل مختلف زندگی آفت ارایه شد (شکل ۱). اعتبار این مدل‌ها توسط نرم‌افزار RVSP و با شبیه‌سازی شرایط مزرعه‌ای و گرفتن ۵۰۰ بار نمونه‌گیری مجدد از هر داده با جایگزین ارزیابی گردید. نتایج برای پوره سن دو نشان داد که برای رسیدن به سه سطح دقت ۰/۱، ۰/۱۵ و ۰/۲۵، به- ترتیب به طور میانگین ۲۵۱ (حداقل ۱۵۴ و حداکثر ۳۲۰)، ۱۲۳ (حداقل ۸۸ حداکثر ۱۷۰) و ۳۹ (حداقل ۲۸ و حداکثر ۶۲) نمونه (کادر) مورد نیاز بود (شکل ۱، جدول ۴). این تعداد برای پوره سن سه به ترتیب به طور میانگین ۲۷۸ (حداقل ۱۵۶ و حداکثر ۳۵۸)، ۱۴۳ (حداقل ۹۲ و حداکثر ۲۰۱) و ۴۸ (حداقل ۲۳ و حداکثر ۸۷) نمونه (شکل ۱، جدول ۵)، برای پوره سن چهار به ترتیب به طور میانگین

جدول ۴- نتایج شبیه‌سازی حاصل از ۵۰۰ بار نمونه‌گیری مجدد جهت اعتبارسنجی مدل گرین برای پوره سن دو *Eurygaster integriceps* با جایگزین با سه سطح دقت پیش فرض ۰/۱، ۰/۱۵ و ۰/۲۴ (با سطح دقت مطلوب ۰/۱، ۰/۱۵ و ۰/۲۵ و حداقل نمونه

۳۸، ۳۰ و ۲۱)

Table 4. Resampling results for validation of Green's model for 2<sup>nd</sup> instar of *Eurygaster integriceps* with pre-set precision level of 0.1, 0.15 and 0.24 (desireds, 0.1, 0.15, 0.25 and N<sub>min</sub>=48, 30, 21) with replacement

Data Set	Observed Density	Desired Precision			Average stats over 500 Sequential Sampling simulations					
					D-Average			D-min		
		0.1	0.15	0.25	0.1	0.15	0.25	0.1	0.15	0.25
1	0.74	0.75	0.75	0.77	0.1	0.15	0.28	0.09	0.13	0.19
2	1.11	1.13	1.15	1.16	0.1	0.14	0.26	0.08	0.1	0.15
3	2.36	2.43	2.43	2.36	0.12	0.17	0.25	0.09	0.12	0.14
4	0.44	0.45	0.45	0.48	0.13	0.19	0.33	0.09	0.11	0.17
5	6.62	6.61	6.62	6.54	0.1	0.12	0.16	0.07	0.08	0.09
6	1.98	2	2.01	2	0.08	0.11	0.18	0.06	0.08	0.09
7	0.66	0.66	0.66	0.7	0.1	0.14	0.27	0.08	0.11	0.17
Mean	1.987	2.004	2.01	2	0.1043	0.146	0.247	0.08	0.1043	0.14

جدول ۴- (ادامه)

Table 4. (continued)

Data Set	Average stats over 500 Sequential Sampling simulations											
	D-max			N-Average			N-min			N-max		
	0.1	0.15	0.25	0.1	0.15	0.25	0.1	0.15	0.25	0.1	0.15	0.25
1	0.12	0.17	0.37	325	156	44	200	115	28	415	216	77
2	0.11	0.18	0.37	237	113	33	184	80	28	297	152	57
3	0.16	0.23	0.47	132	65	28	95	47	28	171	91	34
4	0.16	0.24	0.50	482	236	67	200	146	28	649	340	130
5	0.13	0.17	0.24	71	47	28	71	47	28	77	47	28
6	0.09	0.15	0.27	152	73	28	125	55	28	182	99	33
7	0.12	0.17	0.38	358	173	48	200	124	28	452	246	78
Mean	0.127	0.187	0.37	251	123.29	39.43	153.57	87.71	28	320.43	170.14	62.43

جدول ۵- نتایج شبیه‌سازی حاصل از ۵۰۰ بار نمونه‌گیری مجدد جهت اعتبارسنجی مدل گرین برای پوره سن سه *Eurygaster integriceps* با جایگزین با سه سطح دقت پیش فرض ۰/۱، ۰/۱۶ و ۰/۲۵ (با سطح دقت مطلوب ۰/۱، ۰/۱۵ و ۰/۲۵ و حداقل نمونه ۳۴، ۲۲ و ۱۷)

Table 5. Resampling results for validation of Green's model for 3<sup>rd</sup> Instar of *Eurygaster integriceps* with pre-set precision level of 0.1, 0.16, 0.25 (desireds, 0.1, 0.15, 0.25 and  $N_{min}=34, 22, 17$ ) with replacement

Data Set	Observed Density	Desired Precision			Average stats over 500 Sequential Sampling simulations						
		Mean			D-Average			D-min			
		0.1	0.15	0.25	0.1	0.15	0.25	0.1	0.15	0.25	
1	0.22	0.23	0.23	0.24	0.09	0.13	0.23	0.09	0.12	0.19	
2	1.87	1.89	1.9	1.96	0.1	0.14	0.23	0.08	0.09	0.13	
3	0.57	0.58	0.59	0.62	0.12	0.16	0.27	0.09	0.11	0.16	
4	0.38	0.38	0.38	0.4	0.11	0.16	0.27	0.1	0.14	0.23	
5	1.14	1.15	1.17	1.22	0.12	0.16	0.28	0.09	0.12	0.16	
6	1.13	1.14	1.16	1.19	0.11	0.15	0.26	0.09	0.11	0.17	
7	0.91	0.92	1.92	0.95	0.1	0.14	0.24	0.09	0.12	0.16	
8	0.67	0.69	0.69	0.7	0.09	0.12	0.21	0.07	0.1	0.15	
9	2.23	2.25	2.27	2.46	0.12	0.16	0.27	0.1	0.12	0.13	
Mean	1.01	1.03	1.03	1.08	0.11	0.15	0.26	0.09	0.11	0.16	

جدول ۵- (ادامه)

Table 5. (continued)

Data Set	Average stats over 500 Sequential Sampling simulations											
	D-max			N-Average			N-min			N-max		
	0.1	0.15	0.25	0.1	0.15	0.25	0.1	0.15	0.25	0.1	0.15	0.25
1	0.1	0.14	0.25	675	346	116	200	200	57	851	482	204
2	0.12	0.17	0.34	118	61	21	89	44	10	142	83	38
3	0.14	0.21	0.38	315	160	54	200	105	19	424	243	95
4	0.12	0.17	0.31	446	230	77	200	153	40	591	327	146
5	0.14	0.19	0.44	179	91	31	134	61	12	224	128	58
6	0.13	0.18	0.35	179	92	31	142	58	15	247	129	64
7	0.11	0.16	0.31	215	111	37	163	75	22	280	158	64
8	0.1	0.15	0.28	271	140	47	200	99	19	328	183	73
9	0.14	0.2	0.39	102	53	18	72	35	9	137	75	37
Mean	0.12	0.17	0.34	278	143	48	156	92.2	22.6	358.2	200.9	86.6



جدول ۶- نتایج شبیه‌سازی حاصل از ۵۰۰ بار نمونه‌گیری مجدد جهت اعتبارسنجی مدل گرین پوره سن چهار *Eurygaster integriceps* با جایگزین با سه سطح دقت پیش فرض ۰/۱، ۰/۱۵ و ۰/۲۴ (با سطح دقت مطلوب ۰/۱، ۰/۱۵ و ۰/۲۵ و حداقل نمونه ۱۰، ۲۳، ۳۲)

Table 6. Resampling results for validation of Green's model for 4<sup>th</sup> instar of *Eurygaster integriceps* with pre-set precision level of 0.115, 0.16, 0.27 (desireds, 0.1, 0.15, 0.25 and  $N_{\min}=32, 23, 10$ ) with replacement

Data Set	Observed Density	Desired Precision			Average stats over 500 Sequential Sampling simulations					
		Mean			D-Average			D-min		
		0.1	0.15	0.25	0.1	0.15	0.25	0.1	0.15	0.25
1	0.81	0.83	0.83	0.87	0.08	0.13	0.21	0.07	0.11	0.14
2	1.01	1.03	1.04	1.05	0.08	0.12	0.2	0.07	0.1	0.15
3	2.3	2.37	2.37	2.46	0.12	0.18	0.29	0.09	0.12	0.14
4	1.55	1.57	1.59	1.68	0.11	0.17	0.28	0.09	0.12	0.14
5	0.23	0.22	0.23	0.24	0.09	0.13	0.22	0.08	0.12	0.18
6	1.16	1.19	1.18	1.21	0.11	0.16	0.27	0.09	0.12	0.18
7	0.25	0.47	0.47	0.49	0.09	0.13	0.22	0.07	0.1	0.15
Mean	1.083	1.1	1.1	1.14	0.097	0.113	0.24	0.08	0.11	0.15

جدول ۶- (ادامه)

Table 6. (continued)

Data Set	Average stats over 500 Sequential Sampling simulations											
	D-max		N-Average			N-min			N-max			
1	0.09	0.15	0.3	227	101	34	183	77	21	273	135	52
2	0.09	0.13	0.26	190	85	29	156	63	19	221	109	46
3	0.15	0.24	0.46	99	45	16	74	29	7	138	60	29
4	0.13	0.23	0.4	137	61	21	98	39	9	184	85	39
5	0.09	0.14	0.26	645	286	96	200	200	50	805	384	176
6	0.12	0.19	0.37	171	78	27	134	49	14	213	111	45
7	0.1	0.17	0.33	355	160	54	200	114	33	441	216	81
Mean	0.11	0.18	0.34	260.84	116.57	40	149.3	81.57	21.9	325	157.4	66.9

جدول ۷- شبیه‌سازی ۵۰۰ بار نمونه‌گیری مجدد جهت اعتبارسنجی مدل گرین برای مجموع سنین ۳ و ۴ پورگی *Eurygaster integriceps* با جایگزین با سه سطح دقت پیش فرض ۰/۱۱، ۰/۱۴ و ۰/۲۵ (سطح دقت مطلوب ۰/۱، ۰/۱۵ و ۰/۲۵ و حداقل نمونه ۷، ۱۲، ۲۰)

Table 7. Resampling results for validation of Green's models for total number of 3<sup>rd</sup> and 4<sup>th</sup> instars of *Eurygaster integriceps* with pre-set precision level of 0.11, 0.15 and 0.25 (desireds, 0.1, 0.15, 0.25 and  $N_{\min}=20, 12, 7$ ) with replacement

Data Set	Observed Density	Desired Precision			Average stats over 500 Sequential Sampling simulations					
		Mean			D-Average			D-max		
		0.1	0.15	0.25	0.1	0.15	0.25	0.1	0.15	0.25
1	0.30	0.31	0.31	0.32	0.09	0.14	0.23	0.10	0.15	0.27
2	0.49	0.49	0.51	0.52	0.09	0.14	0.24	0.11	0.18	0.33
3	1.06	1.06	1.07	1.10	0.08	0.12	0.20	0.10	0.16	0.32
4	1.49	1.50	1.52	1.58	0.10	0.15	0.25	0.12	0.18	0.34
5	2.05	2.10	2.10	2.23	0.11	0.16	0.27	0.13	0.21	0.39
6	2.67	2.68	2.71	2.86	0.11	0.17	0.28	0.12	0.20	0.38
7	2.97	3.06	3.07	3.20	0.11	0.17	0.28	0.14	0.23	0.48
8	3.59	3.64	3.69	3.87	0.10	0.15	0.26	0.12	0.21	0.38
Mean	1.83	1.86	1.87	1.96	0.10	0.15	0.25	0.12	0.19	0.36

جدول ۷- (ادامه)

Table 7. (continued)

Data Set	Average stats over 500 Sequential Sampling simulations											
	D-min			N-Average			N-max			N-min		
	0.1	0.15	0.25	0.1	0.15	0.25	0.1	0.15	0.25	0.1	0.15	0.25
1	0.08	0.11	0.17	611	265	92	741	359	157	200	181	52
2	0.08	0.11	0.15	424	180	63	524	255	105	200	133	26
3	0.06	0.09	0.12	230	99	35	272	139	55	189	72	19
4	0.08	0.11	0.15	176	76	26	229	105	43	138	53	15
5	0.08	0.10	0.15	135	59	21	170	82	36	93	42	10
6	0.09	0.12	0.18	111	48	17	137	71	29	85	32	7
7	0.09	0.12	0.14	100	44	16	125	64	27	78	29	8
8	0.09	0.11	0.14	87	38	13	111	52	26	66	26	7
Mean	0.08	0.11	0.15	234.25	101.13	35.38	288.63	140.88	59.75	131.13	71.00	18.00

جدول ۸- نتایج شبیه‌سازی حاصل از ۵۰۰ بار نمونه‌گیری مجدد جهت اعتبارسنجی مدل گرین برای مجموع سنین ۲، ۳ و ۴ پورگی *Eurygaster integriceps* با جایگزین با سه سطح دقت پیش فرض ۰/۱۱، ۰/۱۷ و ۰/۳ (با سطح دقت مطلوب ۰/۱، ۰/۱۵ و ۰/۲۵ و حداقل نمونه به ترتیب ۲۰، ۱۳ و ۸)

Table 8. Resampling results for validation of Green's models for total number of 2<sup>nd</sup>, 3<sup>rd</sup> and 4<sup>th</sup> instars of *Eurygaster integriceps* with pre-set precision level of 0.11, 0.17 and 0.3 (desireds, 0.1, 0.15, 0.25 and N<sub>min</sub>=20, 13, 8) with replacement

Data Set	Observed Density	Desired Precision			Average stats over 500 Sequential Sampling simulations							
		Mean			D-Average			D-max				
		0.1	0.15	0.25	0.1	0.15	0.25	0.1	0.15	0.25		
1	0.53	0.49	0.49	0.50	0.09	0.13	0.23	0.11	0.17	0.33		
2	0.96	0.94	0.94	0.99	0.10	0.14	0.24	0.11	0.17	0.33		
3	1.24	1.25	1.26	1.31	0.09	0.13	0.22	0.11	0.17	0.34		
4	1.49	1.52	1.54	1.59	0.12	0.17	0.29	0.13	0.21	0.41		
5	1.75	1.78	1.80	1.91	0.11	0.17	0.29	0.14	0.22	0.44		
6	2.83	2.80	2.85	2.90	0.09	0.13	0.21	0.10	0.16	0.35		
7	3.68	3.70	3.71	3.80	0.10	0.14	0.24	0.12	0.20	0.39		
8	5.80	5.89	5.96	5.98	0.13	0.18	0.29	0.16	0.26	0.63		
Mean	2.29	2.30	2.32	2.37	0.10	0.15	0.25	0.12	0.20	0.40		

جدول ۸- (ادامه)

Table 8. (continued)

Data Set	Average stats over 500 Sequential Sampling simulations											
	D-min			N-Average			N-max			N-min		
	0.1	0.15	0.25	0.1	0.15	0.25	0.1	0.15	0.25	0.1	0.15	0.25
1	0.07	0.10	0.12	311	143	47	378	193	73	200	96	25
2	0.08	0.11	0.16	188	87	28	224	114	53	151	61	15
3	0.06	0.09	0.10	152	70	23	176	89	35	119	50	14
4	0.09	0.12	0.16	131	60	20	172	87	34	102	37	8
5	0.09	0.12	0.15	116	54	18	150	77	33	84	32	8
6	0.07	0.09	0.10	82	38	13	97	51	21	67	27	8
7	0.07	0.08	0.08	66	31	11	83	40	19	52	22	8
8	0.09	0.10	0.09	47	22	9	62	35	14	33	14	8
Mean	0.08	0.10	0.12	136.63	63.13	21.13	167.75	85.75	35.25	101.00	42.38	11.75

جدول ۹- نتایج شبیه سازی ۵۰۰ بار نمونه گیری مجدد جهت اعتبارسنجی مدل گرین برای مجموع پوره سن ۵ و حشره بالدار نسل جدید *Eurygaster integriceps* با جایگزین با سه سطح دقت پیش فرض ۰/۱۱، ۰/۱۶ و ۰/۲۸ (با سطح دقت مطلوب ۰/۱، ۰/۱۵، ۰/۲۵ و حداقل نمونه ۲۱، ۱۴ و ۸)

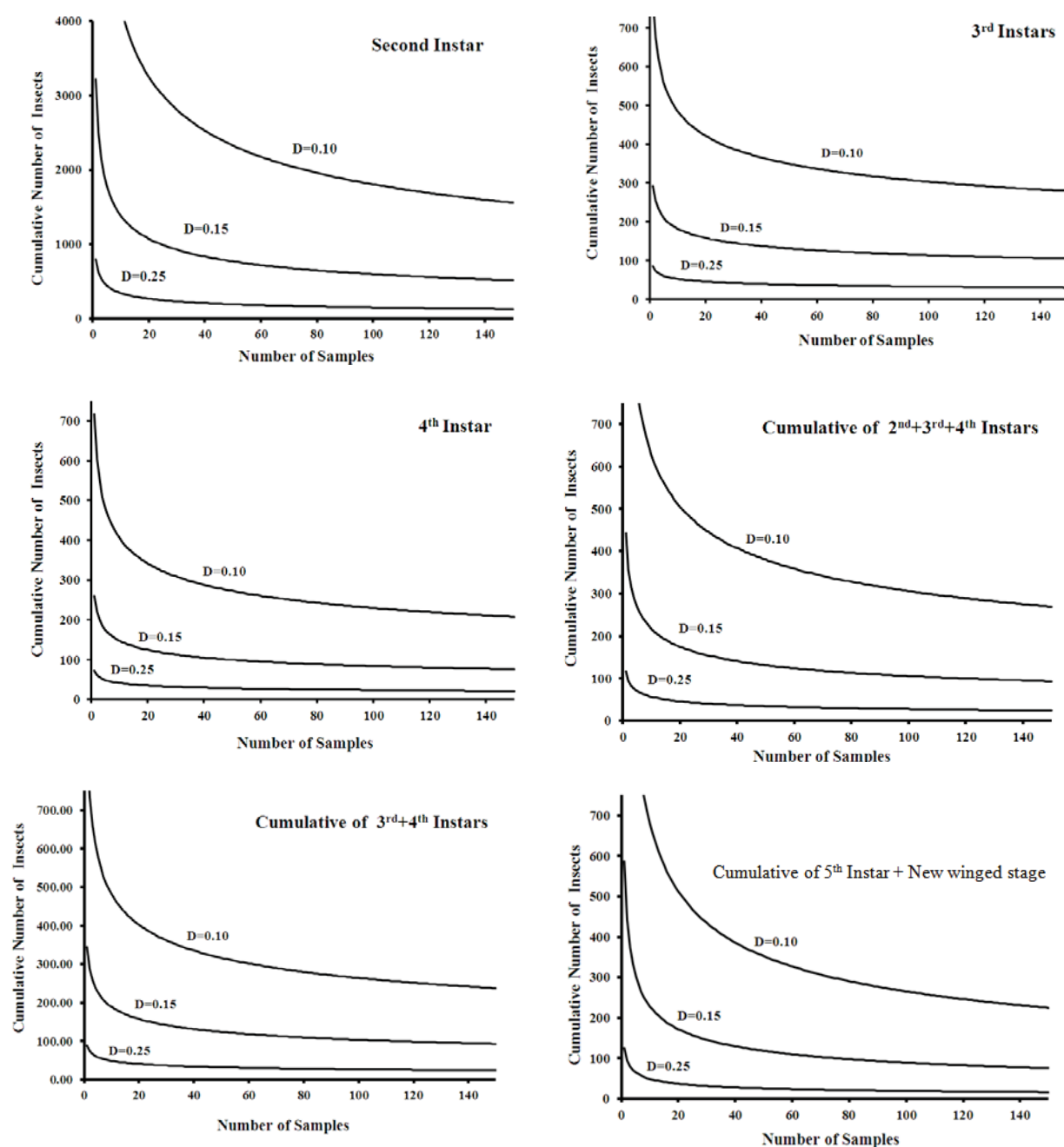
Table 9. Resampling results for validation of Green's models for total number of 5<sup>th</sup> instar and new winged insect of *Eurygaster integriceps* with pre-set precision level of 0.11, 0.16 and 0.28 (desireds, 0.1, 0.15, 0.25 and  $N_{min}=21, 14, 8$ ) with replacement

Data Set	Observed Density	Desired Precision			Average stats over 500 Sequential Sampling simulations					
		Mean			D-Average			D-max		
		0.1	0.15	0.25	0.1	0.15	0.25	0.1	0.15	0.25
1	0.17	0.18	0.18	0.19	0.10	0.14	0.24	0.10	0.15	0.30
2	0.40	0.41	0.42	0.42	0.11	0.17	0.28	0.13	0.19	0.35
3	0.58	0.60	0.61	0.64	0.11	0.16	0.27	0.12	0.18	0.34
4	0.75	0.76	0.76	0.78	0.08	0.12	0.21	0.09	0.14	0.26
5	1.14	1.14	1.14	1.14	0.08	0.11	0.19	0.09	0.14	0.27
6	1.77	1.82	1.83	1.96	0.13	0.19	0.32	0.15	0.23	0.44
7	1.98	2.01	2.02	2.06	0.10	0.15	0.25	0.12	0.19	0.39
8	4.36	4.41	4.44	4.60	0.11	0.17	0.27	0.14	0.22	0.48
Mean	1.40	1.42	1.43	1.47	0.10	0.15	0.25	0.12	0.18	0.36

جدول ۹- (ادامه)

Table 9. (continued)

Data Set	Average stats over 500 Sequential Sampling simulations											
	D-min			N-Average			N-max			N-min		
	0.1	0.15	0.25	0.1	0.15	0.25	0.1	0.15	0.25	0.1	0.15	0.25
1	0.09	0.13	0.20	686	318	108	815	409	171	200	200	64
2	0.10	0.14	0.21	379	177	61	496	262	105	200	120	34
3	0.10	0.13	0.20	290	134	46	373	201	74	200	88	25
4	0.07	0.10	0.15	245	113	39	293	143	55	200	84	25
5	0.06	0.09	0.11	183	85	30	214	107	40	151	68	18
6	0.11	0.15	0.19	133	62	21	168	90	41	103	42	11
7	0.08	0.11	0.12	123	57	20	157	73	30	101	42	12
8	0.08	0.11	0.12	71	33	12	89	48	21	55	22	8
Mean	0.08	0.12	0.16	265.00	122.91	42.18	325.45	165.82	67.36	145.09	85.09	24.91



شکل ۱- خطوط توقف نمونه‌برداری دنباله‌ای برای مراحل مختلف نابالغ و حشره بالدار نسل جدید سن گندم *Eurygaster integriceps* در مزارع گندم دیم

Figure 1. Stoplines for constant-precision sequential samples for different instars of *Eurygaster integriceps* in rainfed wheat fields

سطح دقت ۰/۱۱)، ۱۰۱ و ۳۵ برای مجموع پوره سن پنج و حشره بالدار نسل جدید ذکر می‌نمایند. مقایسه نتایج پژوهش‌های محیسنی و همکاران (Mohiseni et al., 2009b) با پژوهش حاضر نشان می‌دهد که کاربرد تور حشره‌گیری در مقایسه با کادر ۰/۱ متر مربع، تعداد نمونه

محیسنی و همکاران (Mohiseni et al., 2009b) میانگین تعداد نمونه (ضربه تک تور) مورد نیاز جهت تخمین جمعیت سن گندم در سطوح دقت ۰/۱، ۰/۱۵ و ۰/۲۵ را به ترتیب به طور میانگین ۱۶۶، ۶۶ و ۲۳ برای پوره سن سه، ۱۵۵، ۷۵ و ۲۲ برای پوره سن چهار و ۱۹۰ (در

تعداد نمونه مورد نیاز رابطه عکس دارد. محیسنی و همکاران (Mohiseni *et al.*, 2008) در گزارش دیگر خود بیان می‌کنند که در مدل نمونه‌گیری دنباله‌ای به روش والد (Wald) برای تخمین جمعیت سن مادر *E. integriceps* با دو کادر ربع و نیم متر مربع، استفاده از کادر کوچک‌تر، در مقایسه با کادر بزرگ‌تر، تعداد نمونه مورد نیاز افزایش یافته و نقاط بیش‌تری از مزرعه تحت پوشش عملیات نمونه‌برداری قرار می‌گیرد. کیندت و کو (Kindt and Coe, 2005) نیز در تایید این مطلب بیان می‌کنند تعداد زیادی کادر کوچک در مقایسه با تعداد کمی کادر با مساحت بزرگ‌تر، اطلاعات بیش‌تری را در اختیار ما قرار می‌دهند. به عقیده لیلایه و الخطیب (Leilah and Al-Khateeb, 2007) با افزایش مساحت و تعداد کادر (نمونه) مقدار خطای استاندارد<sup>۲</sup> کاهش می‌یابد، اما افزایش تعداد نمونه در مقایسه با افزایش مساحت کادر، در کاهش خطای استاندارد اهمیت بیش‌تری دارد. بنابراین در مدل‌های ارائه شده در این پژوهش، به دلیل افزایش تعداد نمونه یا کادر (در مقایسه با کادرهای بزرگ‌تر) کاهش قابل توجهی را در مقدار خطای استاندارد خواهیم داشت که این موضوع نیز از مزایای استفاده از کادرهای کوچک می‌باشد.

البته استفاده از کادرهای کوچک علی‌رغم کاهش هزینه‌ها، انتقادهایی را نیز به دنبال دارد که در صورت عدم توجه به برخی از اصول آن، تخمین‌های به دست آمده در بسیاری از موارد بیش‌تر از میانگین واقعی<sup>۳</sup> و یا گاهی به ندرت کمتر از میانگین واقعی<sup>۴</sup> خواهند بود. گریگ-اسمیت (Greig-Smith, 1964) بیان می‌کند که یکی از مشکلات مهم استفاده از کادر این است که اندازه‌های مختلف کادر نتایج متفاوتی را از تراکم جمعیت موجود زنده در اکوسیستم ارائه می‌دهند. همچنین پیلو (Pielou, 1957) عقیده دارد که تشخیص درجه غیر تصادفی بودن کادر بستگی به مساحت کادر دارد. در این پژوهش از کادر مربع چوبی ۱۰۰۰ سانتی‌متر مربع با ابعاد یکسان

مورد نیاز را کاهش داده است. زیرا میانگین جمعیت حشره در واحد تک تور در مقایسه با میانگین جمعیت حشره در واحد کادر ۰/۱ متر مربع بیش‌تر است. این موضوع مورد تایید بسیاری از پژوهشگران از جمله محیسنی و همکاران (Mohiseni *et al.*, 2009a) می‌باشد. استفاده از روش‌های تخمین مطلق<sup>۱</sup> جمعیت‌ها (مانند کادراندازی) به دلیل دقت بیش‌تر، مورد توصیه بسیاری از پژوهشگران علم اکولوژی جمعیت (Seber, 1973; Poole, 1974; Southwood, 1978) می‌باشد زیرا برخلاف روش‌های تخمین نسبی، جمعیت آفت را به طور مستقیم در واحد سطح خواهیم داشت. بنابراین نیازی به روش‌های معمول تبدیل تخمین نسبی به مطلق نخواهد بود. به عبارت دیگر دقت تخمین‌ها به مراتب بیش‌تر و نتایج قابل قبول‌تر خواهند بود. روزینک (Ruesink, 1980) عقیده دارد که در تخمین‌های مطلق، نیازی به مقایسه‌ی روش‌های نمونه‌گیری نیست و اساس کار هزینه‌های مورد نیاز برای کسب اطلاعات مطلوب است. در این پژوهش از کادر کوچک ۰/۱ متر مربع استفاده شده است. از مزایای کاهش اندازه کادر افزایش تعداد نمونه در کادرهای کوچک‌تر در مقایسه با کادرهای بزرگ‌تر می‌باشد. سبر (Seber, 1973) این موضوع را مورد بحث قرار داده است. بر اساس این گزارش، تخمین تراکم یک جمعیت توسط تعداد بیش‌تری کادر کوچک، در مقایسه با تعداد کمتری کادر بزرگ با کل مساحت برابر، واریانس پایین‌تری خواهد داشت. سبر (Seber, 1973) در بخش دیگری از گزارش خود بیان می‌کند که کوچکی اندازه کادر نباید در حدی باشد که در زمان نمونه‌گیری تعداد نمونه‌های صفر در حد قابل توجهی افزایش یابند. بنابراین، استفاده از کادر ۰/۱ متر مربع به دلیل پوشش سطح بیش‌تری از مزرعه، در مقایسه با کادرهای بزرگ‌تر، ارجحیت دارد. محیسنی و همکاران (Mohiseni *et al.*, 2009a) نیز در تایید این موضوع بیان می‌کنند کاربرد مدل‌های گرین و کنو در نمونه‌گیری از جمعیت سن مادر *E. integriceps* نشان می‌دهد که اندازه‌ی کادر با

<sup>۲</sup>. stansard error

<sup>۳</sup>. Overestimate

<sup>۴</sup>. Underestimate

1. Absolute Estimates

نسبت محیط به سطح را داشته باشند، جمعیت گیاهان را به شکل معنی‌داری بیشتر تخمین می‌زنند. ون داین و همکاران (Van Dyne et al., 1963) نیز در مطالعه گیاهان علفی یک ساله نتایج مشابهی به دست آورده‌اند.

نکته دوم در استفاده از کادرهای کوچک این است که فرد نمونه‌بردار به محض استقرار کادر در سطح مزرعه، باید قبل از مهاجرت حشره از داخل به خارج کادر یا برعکس، در اسرع وقت و بدون درنگ اقدام به شمارش حشرات مستقر در حاشیه‌های کادر نماید. همان‌گونه که به نقل از کربس (Krebs, 1999) عنوان گردید یکی از شرط‌های استفاده از ابزار کادر در تخمین جمعیت یک زیست‌بوم این است که موجود زنده مورد مطالعه باید در زمان شمارش (بررسی داخل کادر) به نسبت غیرمتحرک باشد. به همین منظور فرد نمونه‌بردار در صورت امکان باید زمان نمونه‌برداری را به ساعات خنک صبح که پوره‌های سن گندم تقریباً کم تحرک هستند موقوف نماید. باید توجه داشت که با افزایش اندازه کادر، نسبت محیط به سطح و در نتیجه اثر حاشیه‌ای کاهش یافته و این مشکل نیز تا اندازه‌ای کاهش می‌یابد. نکته سوم در استفاده از کادرهای کوچک این است که در زمان نمونه‌برداری، محل قرار گرفتن کادر در سطح مزرعه بسیار حایز اهمیت است و بر خلاف کادرهای بزرگ‌تر، می‌تواند یکی از عوامل مهم تعیین‌کننده سطح دقت نمونه‌برداری باشد. چنانچه محل قرار گرفتن کادر در سطح مزرعه گندم به صورت کاملاً تصادفی نباشد، در آن صورت نتایج استفاده از کادرهای کوچک (۰/۱ متر مربع در این پژوهش) غیر قابل اعتماد خواهد بود. به عبارت دیگر فرد نمونه‌بردار زمانی که به محل قرار گرفتن کادر نزدیک می‌شود، باید کادر را درست در همان نقطه/محل واقعی خود در سطح مزرعه فرود آورد. این نقطه/محل می‌تواند به تصادف در محلی با تراکم بالای بوته گندم، با تراکم متوسط بوته گندم و یا در نقطه‌ای عاری از پوشش گیاهی باشد. باید توجه داشت که با افزایش مساحت کادر علاوه بر کاهش اثرات حاشیه‌ای، این حساسیت نیز به تدریج کاهش می‌یابد. بر اساس نتایج این پژوهش، زمانی که سنین دو، سه و چهار پورگی و یا سنین سه و چهار پورگی جمعیت غالب

$1000 = 31/623 \times 31/623$  سانتی‌متر استفاده شده است که در مقایسه با کادرهای چهارضلعی با همین مساحت، نسبت محیط به سطح آن کمینه می‌باشد. به عقیده وایت (White, 2010) انتخاب شکل کادر به خاطر کاهش اریب<sup>۱</sup> نیست بلکه به خاطر کاهش فاصله اطمینان<sup>۲</sup> و افزایش دقت تخمین جمعیت می‌باشد. در مقایسه شکل چند کادر با مساحت‌های یکسان، فرض بر این است که همه کادرها از یک منطقه مورد بررسی، میانگین‌های یکسانی را از یک جمعیت ارایه دهند. اما در صورتی که تراکم جمعیت موجود زنده بالا باشد، برای کادرهایی که نسبت محیط به مساحت بزرگ-تری دارند، اثرات حاشیه‌ای<sup>۳</sup> اهمیت پیدا می‌کنند. اثرات حاشیه‌ای به این دلیل حایز اهمیت هستند که احتمال بروز خطا را در زمان شمارش جمعیت داخل کادر افزایش داده و موجب بروز اریب مثبت می‌شوند، زیرا به طور معمول نمونه‌برداران تمایل دارند که افراد جمعیتی را که در مرزهای کادر قرار می‌گیرند به عنوان جمعیت داخل کادر شمارش نمایند (Sutherland, 2006; White, 2010). بنابراین در زمان استفاده از کادرهای کوچک، حشرات موجود در مرزهای داخلی و خارجی کادر باید با دقت بالا شمارش شوند. در این خصوص باید توجه داشت که چنانچه مثلاً نصف یا یک سوم بدن حشره‌ای در مساحت داخلی کادر و نصف یا دو سوم بدن آن در بیرون کادر قرار بگیرد، در آن صورت باید همان نصف یا یک سوم حشره شمارش و یادداشت گردد. مور و چاپمن (Moore and Chapman, 1986) توضیح می‌دهند که در یک کادر با افزایش نسبت طول به عرض اثر حاشیه‌ای افزایش می‌یابد. نتایج پژوهش روبیانسیاه (Robiansyah, 2011) در مقایسه شکل‌های مختلف کادر ۱۰۰ متر مربع در تخمین جمعیت درختان کاج، نشان داد که استفاده از کادر ۵۰×۲ متر بیش‌ترین مقدار اریب مثبت را به همراه داشت. برلیسون (Burlison, 1949) نیز در مطالعه تاثیر شکل کادر در تخمین جمعیت گیاهان یک ساله بیان می‌کند که کادرهایی که بالاترین

1. Bias

2. confidence limit

3. edge effects



تصمیم‌گیری سریع‌تر، جایگاه ویژه‌ای در مطالعه جمعیت حشرات دارند (Binns, 1994; Pedigo and Zeiss, 1996). کاربرد مدل گرین در مزارع گندم دیم، تعداد نمونه مورد نیاز جهت تخمین جمعیت پوره‌های سن سه، چهار، پنج و حشره بالدار نسل جدید سن گندم را با استفاده از روش تورزنی به طور میانگین ۷۴ درصد کاهش داده است. (Mohiseni *et al.*, 2009b). مدل‌های نمونه‌برداری دنباله‌ای که در این پژوهش ارائه شده‌اند به دلیل فراشمولی و عدم نیاز به پارامتر *ET* و سطح ایمن جمعیت، در بسیاری از نقاط کشور که از نظر آب و هوایی شرایط به نسبت مشابهی با شهرستان بروجرد دارند قابل استفاده بوده و برای نمونه‌گیری از مراحل پورگی و حشره بالدار نسل جدید قابل توصیه می‌باشند.

سن گندم در مزرعه را تشکیل دهند، نیازی به تفکیک سنین سه و چهار و یا سنین دو، سه و چهار پورگی نخواهد بود. این موضوع عملیات نمونه‌برداری را ساده‌تر و دقت آن را افزایش خواهد داد. زیرا به طور معمول در زمان انجام عملیات نمونه‌برداری از جمعیت سن گندم، تفکیک بین سنین دو و سه پورگی از اشتباه‌های رایج نمونه‌برداران می‌باشد. بر اساس مدل گرین، تعداد نمونه مورد نیاز در سطح دقت ۰/۲۵ برای نمونه‌گیری از مجموع سنین دو، سه و چهار پورگی در مقایسه با روش معمولی به طور میانگین ۸۸/۴۲ درصد کاهش نشان داد. مهم‌ترین ویژگی نمونه‌برداری دنباله‌ای برآورد تراکم جمعیت حشره با دقتی قابل قبول و از پیش تعیین شده و با کم‌ترین هزینه (تعداد نمونه) ممکن می‌باشد. این مدل‌ها به دلیل دقت بالا، هزینه پایین‌تر و

## References

- Abdollahi, G. A.** 2004. Sunn pest management in Iran, an analytical approach. Agriculture Education Publications. (In Farsi).
- Anonymous.** 2014a. Report of sunn pest control in Iran. Plant Protection Organization. (In Farsi).
- Anonymous.** 2014b. Report of sunn pest control in Lorestan province. Plant Protection Office of Lorestan. (In Farsi).
- Binns, M. R.** 1994. Sequential sampling for classifying pest status. Pp. 137-174. In: L. P. Pedigo and G. D. Buntin (eds.), Handbook of sampling methods for Arthropods in agriculture. CRC Boca Raton., FL.
- Blank, R. H., Gili. G. S. C., McKenna, C. E. and Stevens, P. S.** 2000. Enumerative and binomial sampling plans for armored scale (Homoptera: Diaspididae) on kiwifruit leaves. **Journal of Economic Entomology** 93(6):1752-1759.
- Brummer, J. E., Nichols, J. T., Engel, R. K., and Eskridge, K. M.** 1994. Efficiency of different quadrat sizes and shapes for sampling standing crop. **The Journal of Range Management** 47: 84-89.
- Burlison, V. H.** 1949. Relative plot efficiency in sampling Palouse bunchgrass range. M.S. Thesis, University of Idaho, Moscow, Idaho. 41p.
- Chatterjee, S and Hadi, A. S.** 2006. Regression analysis by example. John Wiley and Sons, Inc, Hoboken, New Jersey.
- Dixon, W. J. and Massey, F. J.** 1957. Introduction to statistical analysis, 2<sup>nd</sup> Edition. McGraw-Hill, New York.
- 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(5): 1585-1593.
- Feng, M. G. and 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.
- Green, R. H.** 1970. On fixed precision sequential sampling. **Researches on Population Ecology (Kyoto)** 12: 249-251.
- Greig-Smith, P.** 1964. Quantitative plant ecology. Butterworth and Co., Ltd., London, England. 485 pp.
- Javahery, M.** 1995. A technical review of Sunn pest. FAO. Regional office for the Near East.

- Kindt, R. and Coe, R.** 2005. Tree diversity analysis. A manual and software for common statistical methods for ecological and biodiversity studies. Nairobi: World Agroforestry Centre (ICRAF). 196p.
- Klimeš, L., Dancák, M., Hájek, M., Jongepierová, I. and Kucera, T.** 2001. Scale-dependent biases in species counts in a grassland. **Journal of Vegetation Science** 12: 699–704.
- Kogan, M. and Herzog, D. C.** 1980. Sampling methods in soybean entomology. New York, Springer-Verlag. 587pp.
- Krebs, C. J.** 1999. Ecological methodology. Addison-Wesley Educational Publishers, Inc., Menlo Park, CA.
- Leilah, A. A. and Al-Khateeb, S. A.** 2007. Convenient quadrat size, shape and number in the desert rangeland of Saudi Arabia. **Pakistan J. Agric. Res.** 20 (1-2):62-70.
- Miller, R. H. and Morse, J. G.** 1996. Sunn pest and their control in the Near East. FAO, Plant Production and Protection Paper. No. (138).
- Moein Namini, S., Sahragard, A. and Amir Maafi, M.** 2000. Sequential sampling to estimate of population level of Sunn Pest, *Eurygaster integriceps* Put. in Varamin region. Proceedings of the 14<sup>th</sup> Iranian Plant Protection Congress, 5-8 September, Isfahan, Iran. p. 10. (In Farsi).
- Mohaghegh, J., Amir-Maafi, M., Shahrokhi, S. and Pirhadi, A.** 2016. Spatial distribution of the canola false chinch bug, *Nysius cymoides* (Hemiptera:Lygaeidae). **Plant Pest Research** 5 (4): 13-23.
- Mohiseni, A., Soleymannejadian, E., Mossadegh, M. S. and Rjabi, Gh.** 2009a. Fixed precision sequential sampling plan to estimate Sunn Pest (*Eurygaster integriceps* Put.) population in rainfed fields of Wheat in Borujerd. **Iranian Journal of Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture)** 31(1): 33-48. (In Farsi).
- Mohiseni, A., Soleymannejadian, E., Rjabi, Gh. and Mossadegh, M. S.** 2009b. Fixed precision sequential sampling plan using sweep net to estimate of population density of Sunn Pest (*Eurygaster integriceps* Put.) in rainfed fields of Wheat in Borujerd. **Iranian Journal of Sustainable Agriculture Science (Agriculture Science)** 19(1): 120-133 (In Farsi).
- Mohiseni, A., Soleymannejadian, E., Rajsbi, Gh., Mossadegh, M. S. and Pirhadi, A.** 2008. Sequential sampling of overwintered Sunn Pest (*Eurygaster integriceps* Put.) in rainfed Wheat fields in Borujerd, Iran. **Journal of Entomological Society of Iran** 27(2): 43-59. (In Farsi).
- Moore, P. D. and Chapman, S.** 1986. Methods in plant ecology, 2<sup>nd</sup> ed. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Muller-Dombois, D. and Ellenberg, H.** 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley & Sons, Canada.
- Naranjo, S. E. and Hatchison, W. D.** 1997. Validation of arthropod sampling plans using a resampling approach: software and analysis. **American Entomologist** 43: 48-47.
- Parker, B. L., Costa, S. D., Skinner, M. and Bouhssini, M. E.** 2002. Sampling Sunn Pest (*Eurygaster integriceps* Put.) in overwintering sites in Northern Syria. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry** 26: 109-117.
- Pearsall, I. A. and Myers, J. H.** 2000. Evaluation of sampling methodology for determining the phenology, relative density, and dispersion of Western Flower Thrips (Thysanoptera: Thripidae) in Nectarine Orchards. **Journal of Economic Entomology** 93(2): 494-502.
- Pedigo, L. P. and Zeiss, M. R.** 1996. Analyses in insect ecology and management. Iowa State University Press/Ames.
- Pielou, E. C.** 1957. The effect of quadrat size on the estimation of the parameters of Neyman's and Thomas' distributions. **Journal of Ecology** 45: 31-47.
- Poole, R. W.** 1974. An introduction to Quantitative Ecology. McGraw-Hill Kogakusha, LTD.
- Pound, R. and Clements, F. E.** 1898. A method of determining the abundance of secondary species. **Minnesota Botanical Studies** 2:19.
- Rajabi, G. R.** 2000. Ecology of harmfulness Bugs of Weath and Barley in Iran. Ministry of Agriculture, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO). (In Farsi).
- Robiansyah, I.** 2011. Effect of quadrat shapes on measurement of tree density and basal area: a case study on Scots Pine (*Pinus silvestris* L.). **Buletin Kebun Raya** 14(2): 45-50.
- Ruesink, W. G.** 1980. Introduction to sampling theory. In Kogan, M. and Herzog, D.C. (Eds). Sampling Methods in Soybean Entomology. New Yourk, Springer-Verlag. pp. 61-78.

- SAS Institute.** 1999. SAS/STAT user's guide, version 8, SAS Institute. Cary, NC.
- Seber, G. A. F.** 1973. The Estimation of animal abundance and related parameters. Charles Griffin and Company Limited.
- Southwood, T. R. E.** 1978. Ecological methods, with particular reference to the study of insect populations. 2nd ed. Chapman and Hall, London.
- Sutherland, W. J.** 2006. Ecological census techniques: A handbook. Cambridge University Press. UK.
- Tsai, J. H., Wang, J. J. and Liu, Y. H.** 2000. Sampling of *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae) on orange jessamine in southern Florida. **Florida Entomologist** 83(4): 446-459.
- Van Dyne, G. M., Vogel, W. G. and Fisser, H. G.** 1963. Influence of small plot size and shape on range herbage production estimates. **Ecology** 44: 746-759.
- Wang, K. and Shipp, J. L.** 2001. Sequential sampling plans for western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) on greenhouse cucumbers. **Journal of Economic Entomology** 94(2): 479-585.
- White, D.** 2010. Determining optimum quadrat size and shape: An introduction. handout of population ecology module, Arkansas forest resources centre, University of Arkansas. Available at: <http://www.afrc.uamont.edu/whited/Optimum%20quadrat%20size%20and%20shape.pdf>. [Accessed date 7 January 2011].

---

Plant Pest Research  
2017- 6(4): 31-48

---

## **Spatial distribution and fixed precision sequential sampling plan of sunn pest (*Eurygaster integriceps* Put.) immature stages in rainfed wheat fields using 0.1 m<sup>2</sup> quadrat size**

**A. Mohiseni<sup>1\*</sup>**

1- Lorestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Borujerd Campus.

(Received: September 10, 2016- Accepted: December 19, 2016)

---

### **Abstract**

The sunn Pest, *Eurygaster integriceps* Put. (Heteroptera: Scutelleridae) is the most important harmful insect in Iran, that feed on the leaf, stem and seed of wheat and reduce the quantity and quality of the crop. The method of quadrat sampling is among the oldest techniques in ecology. During 2004 and 2005, spatial distribution and fixed precision sequential sampling plans of Sunn pest immature stages by use of quadrat size 0.1m<sup>2</sup> were investigated in rainfed wheat fields in Borujerd north of Lorestan province, Iran. Based on R<sup>2</sup> of regression, the Taylor's Power Law model provided a more adequate description of variance-mean relationships and Taylor's *b* were significantly >1 for all insect stages, indicating that immature stages of sunn pest were aggregated in rainfed wheat fields. Green's fixed-precision sequential sampling plan was designed for estimating immature stages of pest density at three fixed precision levels (0.1, 0.15 and 0.25), then these models were validated using 7-9 independent data. To achieve a precision of 0.25 in Green's model, which is generally accepted in integrated pest management, IPM programs, it is necessary to take samples for 2<sup>nd</sup>, 3<sup>rd</sup>, 4<sup>th</sup> instars and the total number of 5<sup>th</sup> instar plus new winged insect with an average sample numbers (ASN) of 62, 87, 67 and 25, respectively. As the precision level was increased to 0.10, average sample sizes increased to 320, 358, 325 and 145, respectively. Use of these models can provide an effective management of sunn pest *E. integriceps* in rainfed wheat fields and minimize sampling time and cost.

**Key words:** dispersion, quadrat, sampling, *Eurygaster integriceps*, wheat