Archive of SID

تحقیقات آفات گیاهی
۲۳- ۱۱ :(۳) ۶-۱۳۹۵

نمونه‌گیری دنباله‌ای با دقت ثابت از جمعیت کنه تارتن دولکه‌ای *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) در مزارع لوبیا

عبدالامیر محیسنی*[۱] و محمدحسن کوشکی[۱]
۱ - مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی لرستان، پردیس بروجرد

(تاریخ دریافت: ۹۵/۲/۲۱ تاریخ پذیرش: ۹۵/۸/۲۶)

چکیده

کنه تارتن دولکه‌ای *Tetranychus urticae* Koch یکی از مهم‌ترین آفات لوبیا در اغلب نواحی ایران می‌باشد. به منظور استقرار یک برنامه مدیریتی مناسب برای این آفت در مزارع لوبیا، به ساخت یک مدل نمونه‌برداری نیازمندیم که شرایط را برای تخمین تراکم جمعیت آفت با سرعت و دقت بالا فراهم نماید. طی سال‌های ۱۳۹۱-۱۳۹۰، توزیع فضایی و طرح‌های نمونه‌گیری دنباله‌ای جهت تخمین جمعیت کنه تارتن دولکه‌ای *T. urticae* در مزارع لوبیا معمولی شمال استان لرستان (بروجرد، دورود و ازنا) با استفاده از واحدهای مختلف نمونه‌برداری مورد بررسی قرار گرفت. در این پژوهش با توجه به برازش بهتر داده‌ها با قانون نمایی تایلور، آماره‌های این مدل برای هر واحد نمونه، جهت ارایه طرح‌های نمونه‌برداری دنباله‌ای شمارشی مورد استفاده قرار گرفتند. نتایج نشان داد که مقدار آماره b تایلور برای همه مراحل زندگی کنه تارتن به شکل معنی‌داری بزرگ‌تر از ۱ بود که نشان‌دهنده تجمعی بودن توزیع فضایی جمعیت کنه تارتن دولکه‌ای *T.urticae* می‌باشد. مقایسه آماره b تایلور مربوط به مراحل لارو، پوره و بالغ نشان داد که از نظر آماری اختلاف معنای‌داری بین آن‌ها وجود نداشت. بنابراین بدون نیاز به تفکیک مراحل زندگی کنه تارتن، آماره‌های b و α برای مجموع مراحل لارو+ پوره + بالغ به صورت مجدد محاسبه شد. نمودار اندازه نمونه در سه سطح خطای ۱۰، ۱۵ و ۲۵ درصد محاسبه و مورد مقایسه قرار گرفت. همچنین اعتبارسنجی مدل نمونه‌برداری با دقت ثابت گرین برای هر واحد نمونه‌برداری، با استفاده از ۱۲ سری از داده‌های مجزا (که برای محاسبه آماره‌های تایلور استفاده نشده باشند) انجام گرفت. نتایج اعتبارسنجی مدل‌ها نشان داد که به منظور دستیابی به سطح دقت ۰/۲۵، که به طور معمول در مدیریت تلفیقی آفات قابل قبول است، متوسط تعداد نمونه مورد نیاز برای واحدهای نمونه ۲، ۴ و ۶ برگ به‌ترتیب ۱۴۶، ۱۰۲ و ۸۶ نمونه بود. به عنوان یک نتیجه‌گیری، مدل نمونه‌برداری دنباله‌ای شمارشی با دقت ۰/۲۵ برای پایش این آفت در مزارع لوبیای آبی توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: توزیع فضایی، واحد نمونه‌برداری، کنه تارتن دولکه‌ای، لوبیا، نمونه‌برداری

* نویسنده مسئول: mohiseni@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

کنه تارتن دولکه‌ای *Tetranychus urticae* Koch یکی از مهم‌ترین آفات لوبیا در کشور و به ویژه استان لرستان می‌باشد. در بسیاری از مناطق، کشاورزان لوبیا کار همه ساله ناچار به استفاده از سموم شیمیایی علیه این آفت هستند.

دو عامل دقت و هزینه از مهم‌ترین عوامل در مدیریت تلفیقی آفات می‌باشند که باید در تمام برنامه‌های نمونه‌برداری به آن توجه شود (Pedigo & Zeiss,1996). در مدل‌های نمونه‌برداری دنباله‌ای، به منظور تصمیم‌گیری در خصوص کنترل یک آفت، نمونه‌برداری از آفت تا زمان تصمیم‌گیری برای کنترل یا عدم کنترل ادامه می‌یابد. این روش در مقایسه با روش‌های دیگر، مانند نمونه‌گیری ثابت و معمولی، تعداد نمونه مورد نیاز را ۳۵-۵۰ درصد کاهش می‌دهد (Binns, 1994). در نمونه‌گیری دنباله‌ای با دقت ثابت، اساس کار تعیین تعداد نمونه مورد نیاز جهت رسیدن به یک برآورد به نسبت دقیق از جمعیت آفت با یک دقت ثابت است (Opit *et al*., 2003).

بیش‌تر پژوهش‌های انجام شده در زمینه نمونه‌برداری دنباله‌ای از آفات، برای به دست آوردن تخمین‌هایی از تراکم با سطحی از دقت است که از نظر مدیریت کنترل سودمند باشد، در نتیجه، با رسیدن به سطح مطلوب و مورد نظر، نمونه‌برداری متوقف می‌شود. این روش‌ها کاربرد زیادی جهت تخمین جمعیت آفت در یک زیستگاه دارند (Pedigo and Buntin, 1993). استفاده از مدل‌های نمونه‌برداری دنباله‌ای جهت تخمین سریع تراکم مراحل مختلف زیستی کنه‌های تارتن، در کارهای پژوهشی و یا در سطح وسیع، بسیار سودمند می‌باشد (O'Rourke and Hutchison, 2003). کاربرد این روش‌ها باعث کاهش هزینه نمونه‌برداری و به خصوص کاهش زمان نمونه‌برداری می‌شود (Elliott, 1979; Pedigo and Buntin, 1993; Young and Young, 1998) در بررسی توزیع فضایی و مدل نمونه‌برداری دنباله‌ای شمارشی به روش گرین از جمعیت شب‌پره *Plutella xylostella* (L.) روی کلم بروکلی *Brassica oleracea* L. شیب خط رگرسیون مدل تایلور ۱/۳۹ برآورد شد (Hamilton and Hepworth, 2004). نمونه‌برداری دنباله‌ای از جمعیت میوه‌های خسارت‌دیده توسط کرم جوانه‌خوار شرقی تنباکو *Helicoverpa assulta* (Guenee) روی فلفل قرمز نشان داد که وقتی تعداد میوه‌های آسیب‌دیده روی هر گیاه ۲ عدد بود، تعداد نمونه لازم در سطوح دقت ۰/۲، ۰/۲۵ و ۰/۳ به‌ترتیب ۲۶، ۱۷ و ۱۱ گیاه بود. همچنین آماره b تایلور در مناطق مختلف از ۱/۰۱ تا ۱/۲۸ متغیر بود (Baek *et al*., 2009).

نتایج دو سال نمونه‌برداری از جمعیت سرخرطومی بالغ *Sitona humeralis* Steph.، آفت کلیدی یونجه، با استفاده از تور حشره‌گیری، در منطقه قزوین نشان داد که داده‌ها با مدل آیواو در مقایسه با مدل گرین برازش بهتری نشان دادند و شیب خط رگرسیون از نظر آماری بزرگ‌تر از عدد ۱ بود. در سطح دقت ۰/۲۵، حداقل تعداد نمونه لازم (۳ واحد نمونه ۱۵ توری) مربوط به آخر فصل زراعی بود که میانگین تراکم جمعیت سرخرطومی در ۱۵ تور معادل ۹۶ عدد و حداکثر تعداد نمونه (۸ واحد نمونه ۱۵ توری) مربوط به اوایل فصل زراعی بود که میانگین تراکم جمعیت سرخرطومی در ۱۵ تور معادل ۱/۵ عدد سرخرطومی بود (Arbab and McNeill, 2014). بررسی الگوی توزیع فضایی و نمونه‌برداری با سطح دقت ثابت از جمعیت *Brevicoryne brasicae* L. و زنبور پارازیتویید آن *Diaeretiella rapae* (McIntosh) در دو مزرعه کلزا با روش آبیاری بارانی و غرقابی در منطقه دستجرد همدان نشان داد که مقدار ضریب b تایلور در مزارع آبیاری بارانی و غرقابی به‌ترتیب ۱/۷۷±۰/۲۱۱ و ۱/۷۵۹±۰/۱۲۲ و برای زنبور *D. rapae* به‌ترتیب ۱/۴۹۳±۰/۰۶۶۷ و ۱/۵۲۷±۰/۱۲۵ برآورد شده است (Amini and Madadi, 2014).

با توجه به اهمیت نمونه‌برداری و تخمین جمعیت‌ها در مدیریت تلفیقی آفات، پژوهش حاضر به منظور بررسی توزیع فضایی و آماره‌های تایلور و آیواو مربوط به مراحل

www.SID.ir

Archive of SID

مختلف زندگی کنه تارتن دولکه‌ای لوبیا *T. urticae* در مزارع لوبیا و همچنین ارایه مدل‌های نمونه‌برداری دنباله‌ای شمارشی با دقت ثابت برای تخمین جمعیت مراحل زندگی این آفت در مزارع لوبیا انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

طی سال‌های ۱۳۹۰-۱۳۹۱ تعداد حداقل شش مزرعه لوبیا قرمز محلی و گلی که ارقام غالب منطقه می‌باشند، در شهرستان‌های بروجرد، دورود و ازنا انتخاب شد. در این مزارع از زمان حضور آفت در نیمه دوم تیر، نمونه‌گیری از آفت آغاز شد. برای این منظور نمونه‌گیری از دو ارتفاع گیاه و از هر ارتفاع یک برگ انجام گرفت. در هر نوبت نمونه‌گیری، ضمن حرکت در مزرعه، در ۵۰ نقطه توقف نموده و در هر نقطه سه بوته لوبیا به صورت تصادفی انتخاب و از هر بوته دو برگ از دو ارتفاع پایین و بالا قطع و هر ارتفاع (شامل سه برگ از سه بوته) در یک کیسه نایلونی جداگانه قرار گرفته و با قرار دادن برگه مشخصات و گره زدن دو نایلون به هم، نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل و در داخل یخچال معمولی با دمای حدود ۵ درجه سلسیوس نگهداری می‌شدند. سپس به‌تدریج از یخچال خارج و با استفاده از استریومیکروسکوپ (بینوکولار) پشت برگ‌ها مورد بررسی دقیق قرار می‌گرفت و جمعیت آفت به تفکیک تخم، لارو، پوره و کنه بالغ نر و ماده شمارش و یادداشت می‌شد.

در این پژوهش به منظور تعیین پراکنش فضایی[1] کنه تارتن دولکه‌ای در مزارع لوبیا، از دو شاخص تایلور[2] و آیواو[3] به شرح زیر استفاده شد:

ارتباط میانگین و واریانس برای نخستین بار به صورت $s^2 = a\bar{x}^b$ بیان شد. در این رابطه a و b دو آماره ثابت هستند (Taylor, 1961; Southwood, 1978; Yamamura, 2000) . به منظور محاسبه مقادیر α و b، بین لگاریتم واریانس ($Logs^2$) به عنوان متغیر پاسخ (وابسته) و لگاریتم میانگین ($\log \bar{x}$) به عنوان متغیر پیشگو (مستقل)، رابطه رگرسیونی $Log(s^2) = Log(\alpha) + bLog(\bar{x})$ برقرار و شیب خط این معادله رگرسیونی (b) به عنوان شاخصی برای نشان دادن چگونگی پراکنش جمعیت کنه در نظر گرفته شد. در صورتی که b به صورت معنی‌داری بزرگ‌تر، مساوی یا کوچک‌تر از ۱ باشد، توزیع فضایی حشره به ترتیب تجمعی (کپه‌ای)، تصادفی یا یکنواخت خواهد بود. مقدار α یا عرض از مبدا خط رگرسیون نیز به اندازه نمونه بستگی دارد (Southwood, 1978; Tsai *et al.*, 2000; Elliott *et al.*, 2003) مشکل اساسی در استفاده از شاخص b تایلور نیاز به داشتن تعداد قابل توجهی داده (میانگین و واریانس) از جانور مورد بررسی می‌باشد (Pedigo & Zeiss, 1996).

برای محاسبه شاخص آیواو $x^* = a + \beta\bar{x}$ باید بین شاخص میانگین انبوهی[4] (x*) و میانگین نمونه‌ها، ارتباط رگرسیونی برقرار نمود (Iwao, 1968). همچنین شاخص میانگین انبوهی از رابطه $x^* = \bar{x} + (\frac{S^2}{\bar{x}} - 1)$ به دست می‌آید (Iwao, 1968). در این معادلات $\bar{x}$ و s^2 به‌ترتیب میانگین و واریانس نمونه و پارامتر β (ضریب زاویه خط رگرسیون) همان شاخص تجمع است که رفتار آن مانند پارامتر b تایلور می‌باشد. همچنین عرض از مبدأ این معادله (a) نیز به عنوان شاخصی برای تعیین درجه انبوهی به کار می‌رود (Southwood, 1978; Pearsall and Myers, 2000).

به منظور مقایسه دو آماره شیب خط رگرسیون b یا دو آماره عرض از مبدا مربوط به داده‌های دو سال یا دو یا چند مرحله سنی، از رابطه‌های زیر استفاده شد.

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

$$t_{\text{int}ercept} = (a_1 - a_2) / \sqrt{(SE_{a_1}{}^2 + SE_{a_2}{}^2)}$$

مقادیر t که توسط معادلات فوق محاسبه می‌شوند، با مقدار t جدول با درجه آزادی $N_1 + N_2 - 2$ مقایسه و چنان‌چه از آن بزرگ‌تر باشد، بین پارامترهای b یا α دو معادله

1. Spatial distribution
2. Taylor's power law
3. Iwao patchiness regression
4. Mean crowding index

www.SID.ir

Archive of SID

رگرسیونی از نظر آماری اختلاف معنی‌دار وجود دارد (Feng & Nowierski, 1992). در مواردی که اختلاف معنی‌داری بین دو شیب خط رگرسیون نبود، در این موارد آماره‌های تایلور با استفاده از مجموع داده‌های دو مرحله سنی یا دو سال محاسبه می‌شدند.

پس از محاسبه آماره‌های تایلور در منطقه، به منظور پی بردن به چگونگی پراکنش جمعیت آفت در مزرعه، آزمون معنی‌دار بودن اختلاف ضریب رگرسیون (شاخص b) نسبت به مقدار ۱ به کمک آماره $t=(slope-1)/SE_{slope}$ محاسبه و با مقدار t جدول با N-۲ درجه آزادی مقایسه شد. در حالتی که قدر مطلق مقدار t محاسبه شده بزرگ‌تر از t جدول بود، شاخص b تایلور نسبت به عدد ۱ اختلاف معنی‌داری داشت و توزیع فضایی آفت از نوع تجمعی بود. اما در مواردی که مقدار t محاسبه شده اختلاف معنی‌داری با عدد یک نداشت، توزیع فضایی آفت تصادفی خواهد بود (Rosner, 1990; Feng and Nowierski, 1992; Tsai *et al*, 2000) به منظور ساخت مدل، نمونه‌گیری دنباله‌ای با دقت ثابت، با توجه به اینکه مقدار ضریب تبیین (r^2) نشان داد که این داده‌ها با شاخص تایلور برازش بیش‌تری داشتند، بنابراین با استفاده از روش گرین (Green, 1970) می‌توان خطوط تصمیم‌گیری را جهت تعیین تعداد نمونه مورد نیاز به‌دست آورد. در این روش، کمترین تعداد نمونه مورد نیاز و خط توقف در نمونه‌گیری دنباله‌ای با دقت ثابت برای دستیابی به یک سطح دقت ثابت $D_{\exp}$ از رابطه زیر محاسبه شد (Pedigo and Buntin, 1993; Elliott *et al*., 2003):

$$N_{\min}=\frac{a x^{-(b-2)}}{D_{\exp}^{2}}$$

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

در معادله فوق N_{min} حداقل تعداد نمونه مورد نیاز برای تخمین میانگین جمعیت آفت در واحد نمونه با متوسط سطح دقتی معادل Dexp می‌باشد. α و b ضرایب تایلور و T_n تعداد تجمعی آفت در یک نمونه n تایی است که خط توقف نمونه‌گیری دنباله‌ای نامیده می‌شود. مدل فوق برای سطوح دقت ۰/۱، ۰/۱۵ و ۰/۲۵ ارائه شد.

ارزیابی و اعتبارسنجی مدل‌های نمونه‌گیری دنباله‌ای با استفاده از نرم‌افزار RVSP انجام گرفت. برای هر مدل، تعداد ۱۲ گروه از داده‌های جداگانه (داده‌هایی که برای تخمین ضرایب تایلور استفاده نشده باشند) با استفاده از نرم‌افزار فوق با ۵۰۰ بار نمونه‌گیری مجدد با جایگزینی مورد ارزیابی قرار گرفت و اعتبار این مدل‌ها مشخص شد (Naranjo and Hatchison, 1997).

نتایج و بحث

نتایج تجزیه و تحلیل داده‌های سال‌های ۱۳۹۰-۱۳۹۱ نشان داد که توزیع فضایی همه مراحل زندگی کنه تارتن دولکه‌ای روی لوبیا در شرایط زراعی شمال استان لرستان به صورت تجمعی می‌باشد (جدول‌های ۱ و ۲). همانگونه که در جدول ۳ دیده می‌شود، مقایسه شیب خط رگرسیون مربوط به مراحل مختلف زندگی کنه تارتن دولکه‌ای لوبیا نشان داد که هیچ اختلاف آماری بین مراحل فعال زندگی کنه تارتن شامل لارو، پوره و بالغ دیده نمی‌شود.

همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، با بزرگ شدن واحد نمونه، آماره b (شیب خط رگرسیون یا شاخص تجمع) در مراحل تخم، پوره و کنه بالغ تغییر معنی‌دار و مشخصی نداشت. اما با توجه به اینکه مقایسه آماره b بین مراحل بالغ، پوره و لارو از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول ۳)، بنابراین ما مجاز خواهیم بود که در زمان شمارش مراحل سنی آفت، بدون نیاز به تفکیک مراحل لارو، پوره و بالغ، جمعیت مراحل فعال کنه تارتن را روی هم شمارش کرد. به همین دلیل آماره‌های تایلور مربوط به شمارش بدون تفکیک این مراحل نیز برآورد شد و جهت ارائه مدل نمونه‌گیری دنباله‌ای با دقت ثابت مورد استفاده قرار گرفت. با توجه به جدول ۱، زمانی‌که شمارش مراحل بالغ +پوره+لارو بدون تفکیک انجام گرفت، بزرگ شدن واحد نمونه از ۲ برگ به ۴ و ۶ برگ موجب کاهش اندازه آماره b شد، اما این کاهش هر چند مهم اما از نظر آماری معنی‌دار نبود.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۱- آماره‌های رگرسیونی مدل تایلور کنه تارتن دولکه‌ای *Tetranychus urticae* در مزارع لوبیا قرمز شهرستان بروجرد طی سال‌های ۱۳۹۰-۱۳۹۱

Table 1. Taylor's power law regression statistics (±*SE*) of two spotted spider mite, *Tetranychus urticae* in red common bean fields in Borujerd during 2011-2012

Stages	Sample Unit	$b \pm S_E$	$Log\ a \pm S_E$	t_{slope}	N	R^2
Eggs	2 leaves	1.36±0.04	1.22±0.03	8.78**	100	0.92
	4 leaves	1.33±0.04	1.22±0.037	8.25**	103	0.92
	6 leaves	1.33±0.06	1.20±0.06	5.50**	40	0.93
Nymph	2 leaves	1.46±0.05	0.831±0.029	9.39**	90	0.91
	4 leaves	1.43±0.044	0.80±0.026	9.77**	96	0.92
	6 leaves	1.42±0.07	0.75±0.05	6.00**	40	0.93
Female	2 leaves	1.42±0.044	0.79±0.025	9.59**	95	0.92
	4 leaves	1.42±0.041	0.76±0.026	10.24**	98	0.93
	6 leaves	1.45±0.06	0.70±0.042	7.50**	39	0.94
Female+Male+Nymph+ Larvae	2 leaves	1.41±0.045	0.85±0.024	9.11**	98	0.91
	4 leaves	1.37±0.045	0.84±0.029	8.24**	98	0.91
	6 leaves	1.35±0.06	0.81±0.042	5.83**	38	0.94

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

جدول۲- آماره‌های رگرسیونی مدل آیواو کنه تارتن دولکه‌ای *Tetranychus urticae* در مزارع لوبیا قرمز شهرستان بروجرد طی سال‌های ۱۳۹۰-۱۳۹۱

Table 2. Iwao's patchiness regression statistics (±*SE*) of two spotted spider mite *Tetranychus urticae* in red common bean fields in Borujerd, during 2011-2012

Stages	Sample Unit	$\beta \pm S_E$	$Log\ a \pm S_E$	t_{slope}	N	R^2
Eggs	2 leaves	2.89±0.46	19.42±2.91	4.11**	100	0.29
	4 leaves	1.89±0.25	26.52±3.60	3.56**	103	0.36
	6 leaves	1.74±0.314	28.26±6.11	2.36**	43	0.43
Nymph	2 leaves	3.42±0.43	3.36±0.65	5.62**	90	0.42
	4 leaves	2.36±0.23	4.54±0.75	5.91**	96	0.52
	6 leaves	2.03±0.32	4.71±1.37	3.22**	40	0.51
Female	2 leaves	2.64±0.282	3.75±0.69	5.86**	95	0.50
	4 leaves	1.76±0.21	4.88±1.02	3.62**	100	0.41
	6 leaves	1.77±0.25	4.87±1.64	3.08**	39	0.58
Female+Male+Nymph+ Larvae	2 leaves	2.45±0.32	5.71±1.044	4.53**	98	0.39
	4 leaves	1.83±0.20	7.91±1.48	4.15**	98	0.48
	6 leaves	1.58±0.14	6.68±1.46	4.14**	38	0.78

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

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- مقایسه آماره‌های تایلور و آیواو جمعیت بالغ، پوره، لارو و تخم کنه تارتن دو لکه‌ای لوبیا *Tetranychus urticae* در مزارع لوبیا شمال استان لرستان با استفاده از واحدهای نمونه دو، چهار و شش برگ

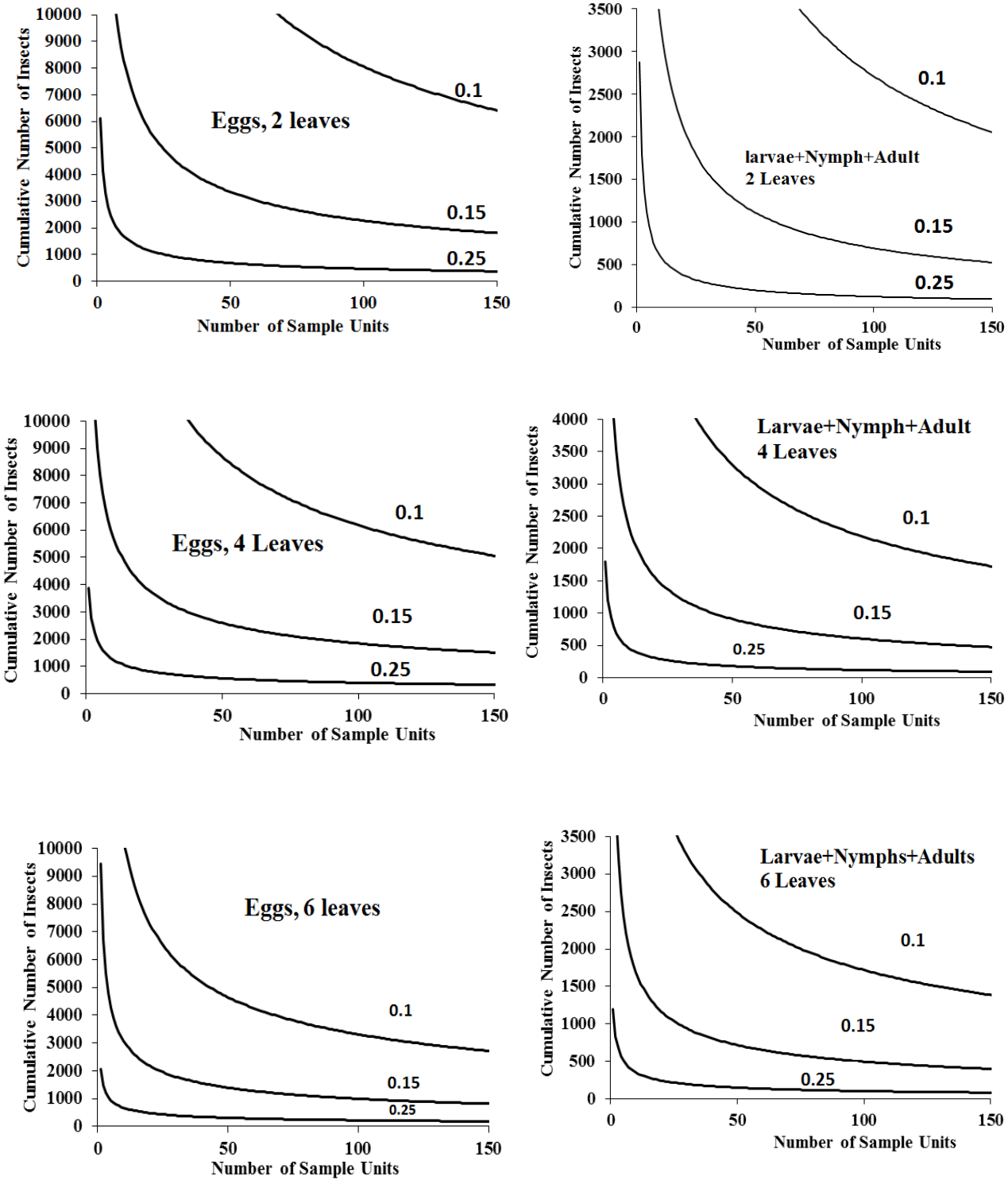
Table 3. Comparisom of Taylor and Iwao regression statistics of *Tetranychus urticae* adults, nymphs, larvae and eggs using 2, 4 and 6 leaves sample units

Sample Unit	Stages	Model	Female		Nymph	
			β or b	a or Loga	β or b	a or Loga
2 leaves	Eggs	Taylor	1.04^{ns}	11.35^{**}	1.547	9.46^{**}
		Iwao	0.486^{ns}	5.25^{**}	0.85^{ns}	5.4^{**}
	Nymphs	Taylor	0.542^{ns}	1.14	-	-
		Iwao	1.554	0.415^{ns}	-	-
4 leaves	Eggs	Taylor	1.684	10.29^{**}	1.69	9.41^{**}
		Iwao	0.407^{ns}	5.844^{**}	1.382	6.042^{ns}
	Nymphs	Taylor	0.053^{ns}	1.056	-	-
		Iwao	1.905	0.269^{ns}	-	-
6 leaves	Eggs	Taylor	1.46	6.836^{**}	1.008	5.96^{**}
		Iwao	0.70^{ns}	0.72^{ns}	0.645^{ns}	0.702^{ns}
	Nymphs	Taylor	0.360^{ns}	0.841^{ns}	-	-
		Iwao	0.645^{ns}	0.077^{ns}	-	-

در این پژوهش، بر اساس مقدارهای ضریب تبیین و *MSE*، مدل تایلور در مقایسه با مدل ایواو برازش بهتری با داده‌ها نشان داد، بنابراین از روش گرین برای طراحی مدل‌های نمونه‌برداری دنباله‌ای با دقت ثابت استفاده شد. بررسی این مدل‌ها برای تخمین جمعیت مراحل متحرک کنه تارتن دولکه‌ای (لارو +پوره + بالغ) در مزارع لوبیا نشان داد که در واحد نمونه دو برگ، بر اساس مدل گرین در صورتی‌که میانگین تعداد مجموع مراحل متحرک کنه در هر واحد نمونه ۱ عدد باشد (تعداد ۰/۵ عدد روی هر برگ)، تعداد نمونه مورد نیاز با درصد خطاهای ۰/۱۰، ۰/۱۵ و ۰/۲۵ به‌ترتیب ۷۱۰، ۳۱۵ و ۱۱۳ خواهد بود. این تعداد برای واحد نمونه چهار برگ (در مجموع ۲ عدد کنه روی ۴ برگ معادل ۰/۵ عدد روی هر برگ)، به‌ترتیب ۴۵۱، ۳۰۹ و ۱۱۱ نمونه و برای واحد نمونه شش برگ (در مجموع ۳ عدد کنه روی ۶ برگ معادل ۰/۵ عدد روی هر برگ)، به‌ترتیب ۳۱۲، ۱۳۸ و ۵۰ نمونه محاسبه شد. با پنج برابر شدن تراکم جمعیت آفت در مزرعه (یعنی افزایش جمعیت آفت از میانگین ۰/۵ به ۲/۵ عدد روی هر برگ)، تعداد نمونه لازم کاهش می‌یابد، به طوری‌که در این حالت تعداد نمونه برای سطوح دقت فوق به‌ترتیب ۲۷۳، ۱۲۱، ۴۴ در واحد نمونه دو برگی و به‌ترتیب ۱۶۳، ۷۲، ۲۶ برای واحد نمونه چهار برگی (در مجموع ۱۰ عدد کنه روی ۴ برگ معادل ۲/۵ عدد روی هر برگ) و به‌ترتیب ۱۰۹، ۴۸ و ۲۲ نمونه برای واحد نمونه شش برگی (در مجموع ۱۵ عدد کنه روی ۶ برگ معادل ۲/۵ عدد روی هر برگ) ارزیابی شد. بنابراین در یک مزرعه لوبیا با متوسط آلودگی ۱ عدد کنه (مجموع لارو، پوره و بالغ) روی ۲ برگ (روی هر برگ تعداد ۰/۵ عدد)، با افزایش اندازه واحد نمونه از دو برگ به چهار برگ، تعداد نمونه مورد نیاز ۳۶/۵۲ درصد و با افزایش اندازه واحد نمونه از دو برگ به شش برگ تعداد نمونه مورد نیاز ۵۶/۰۶ درصد کاهش می‌یابد (شکل۱).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- خطوط توقف در نمونه‌گیری دنباله‌ای با دقت ثابت به روش گرین در واحدهای نمونه دو، چهار و شش برگ به منظور تخمین تراکم جمعیت کنه تارتن دولکه‌ای *Tetranychus urticae* در مزارع لوبیا قرمز با سه سطح خطای ۰/۱، ۰/۱۵ و ۰/۲۵

Figure 1. Stoplines for constatnt-precision sequential samples by 3 sample units of 2, 4 and 6 leaves to estimate of *Tetranychus urticae* population density in red common bean fields, at precision levels of D=0.1, D=0.15 and D=0.25

www.SID.ir

Archive of SID

در مدل نمونه‌برداری دنباله‌ای با دقت ثابت به روش گرین و کنو، با هر سطح دقت (D) یک خط توقف نمونه‌گیری (T_n) یا خط بحران وجود دارد که نشان‌دهنده تعداد نمونه مورد نیاز برای تخمین میانگین جمعیت مورد نظر است. به عبارت دیگر در این مدل‌ها عملیات نمونه‌گیری تا زمانی ادامه می‌یابد که مجموع تعداد حشره در n نمونه از خط بحران عبور نماید. در آن صورت عملیات نمونه‌گیری متوقف و به منظور تصمیم‌گیری برای اجرا یا عدم اجرای عملیات کنترل، میانگین جمعیت در واحد نمونه با مقدار آستانه اقتصادی آفت مقایسه می‌شود. به عبارت دیگر مدل‌های گرین و کنو فقط مشخص‌کننده تعداد نمونه مورد نیاز بوده و در این مدل‌ها برای هر سطح دقت تنها یک خط توقف (خط بحران) وجود دارد.

نتایج بررسی اعتبارسنجی مدل‌های نمونه‌برداری دنباله‌ای از جمعیت کنه تارتن *T. urticae* در مزارع لوبیا با استفاده از ۱۲ سری از داده‌های مستقل (داده‌هایی که در محاسبه آماره‌های تایلور استفاده نشده‌اند) به کمک نرم‌افزار RVSP با ۵۰۰ بار نمونه‌برداری متوالی با جایگزین شبیه-سازی شده نشان داد که نرم‌افزار فوق همان‌طور که پیش‌بینی می‌شد، قادر به تجزیه و تحلیل داده‌ها در سطوح دقت ۰/۱۵ و ۰/۱ نبود. بنابراین اعتبار سنجی مدل‌ها فقط در سطح خطای ۰/۲۵ انجام گرفت (جدول‌های ۴، ۵ و ۶).

جدول ۴- شبیه‌سازی نمونه‌گیری مجدد جهت اعتبارسنجی مدل نمونه‌برداری دنباله‌ای با دقت ثابت به روش گرین برای جمعیت لارو+ پوره+ بالغ کنه تارتن دولکه‌ای *Tetranychus urticae* با جایگزین در واحد نمونه دو برگ با سطح دقت پیش‌فرض ۰/۲۴ (با سطح دقت مطلوب ۰/۲۵ و حداقل نمونه ۲۳)

Table 4. Resampling simulation used to validate Green's fixed-precision sequential sampling plan for *Tetranychus urticae* (total number of larvae+nymph+adult and 2 leaves sample unit) by using a pre-set precision level of 0.24 (desired, 0.25 and N_{min}=23) with replacement *(Taylor's loga=0.85 and b=1.41)*

Data set	Observed density**	Average statistics for 500 sequential sampling simulations				Sample size		
		Density	Precision (D)			Mean	Max.	Min.
		Mean	Mean	Max.	Min.			
1	0.14	0.15	0.30	0.35	0.25	396	633	200
2	0.14	0.27	0.34	0.39	0.28	293	583	139
3	0.40	0.42	0.29	0.34	0.23	217	362	139
4	0.56	0.59	0.26	0.30	0.21	177	286	104
5	0.76	0.84	0.30	0.39	0.19	146	249	82
6	1.04	1.09	0.15	0.19	0.13	120	165	92
7	1.36	1.41	0.22	0.29	0.17	104	143	67
8	1.84	2.07	0.36	0.46	0.14	89	148	47
9	2.54	2.74	0.27	0.33	0.22	72	108	48
10	3.66	3.75	0.18	0.24	0.13	58	79	41
11	6.20	6.05	0.18	0.23	0.14	44	60	33
12	11.08	11.29	0.18	0.26	0.12	31	41	33
Mean	2.49	2.56	0.253	0.314	0.184	145.58	238.1	84.6

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵- شبیه‌سازی نمونه‌گیری مجدد جهت اعتبارسنجی مدل نمونه‌برداری دنباله‌ای با دقت ثابت به روش گرین برای جمعیت لارو+ پوره+ بالغ کنه تارتن دولکه‌ای *Tetranychus urticae* با جایگزین در واحد نمونه چهار برگ با سطح دقت پیش‌فرض ۰/۲۵ (با سطح دقت مطلوب ۰/۲۵ و حداقل نمونه ۲۳)

Table 5. Resampling simulation used to validate Green's fixed-precision sequential sampling plan for *Tetranychus urticae* (total number of larvae+nymph+adult and 4 leaves sample unit) by using a pre-set precision level of 0.23 (desired, 0.25 and N_{min}=23) with replacement (*Taylor's loga=0.84 and b=1.37*)

Data set	Observed density**	Average statistics for 500 sequential sampling simulations				Sample size		
		Density Mean	Precision (D)			Mean	Max.	Min.
			Mean	Max.	Min.			
1	0.18	0.15	0.23	0.35	0.20	321	507	200
2	0.34	0.37	0.27	0.31	0.23	212	335	133
3	0.60	0.61	0.29	0.36	0.13	157	255	90
4	0.98	1.08	0.29	0.37	0.17	109	174	63
5	1.20	1.25	0.19	0.24	0.15	96	157	64
6	1.62	1.64	0.22	0.26	0.18	82	124	56
7	2.14	2.24	0.25	0.34	0.16	68	108	43
8	2.94	3.02	0.24	0.33	0.15	56	87	37
9	4.64	4.90	0.23	0.28	0.17	41	63	28
10	7.86	6.82	0.36	0.82	0.16	39	73	23
11	11.20	11.58	0.22	0.34	0.14	25	35	23
12	22.82	22.82	0.21	0.35	0.13	23	27	23
Mean	4.71	4.71	0.25	0.364	0.164	102.42	162.1	65.25

جدول ۶- شبیه‌سازی نمونه‌گیری مجدد جهت اعتبارسنجی مدل نمونه‌برداری دنباله‌ای با دقت ثابت به روش گرین برای جمعیت لارو+ پوره+ بالغ کنه تارتن دولکه‌ای *Tetranychus urticae* با جایگزین در واحد نمونه شش برگ با سطح دقت پیش‌فرض ۰/۲۳۷ (با سطح دقت مطلوب ۰/۲۵ و حداقل نمونه ۲۱)

Table 6. Resampling simulation used to validate Green's fixed-precision sequential sampling plan for *Tetranychus urticae* (total number of larvae+nymph+adult and 2 leaves sample unit) by using a pre-set precision level of 0.237 (desired, 0.25 and N_{min}=21) with replacement (*Taylor's loga=0.81 and b=1.35*)

Data set	Observed density**	Average statistics for 500 sequential sampling simulations				Sample size		
		Density Mean	Precision (D)			Mean	Max.	Min.
			Mean	Max.	Min.			
1	0.42	0.45	0.25	0.30	0.18	202	308	124
2	0.42	0.47	0.24	0.28	0.20	196	310	113
3	0.58	0.62	0.27	0.31	0.23	165	261	93
4	1.16	1.19	0.25	0.29	0.18	108	174	59
5	1.72	1.78	0.21	0.28	0.16	82	133	50
6	2.82	2.95	0.22	0.31	0.13	59	88	36
7	3.48	3.64	0.25	0.37	0.11	52	80	27
8	4.12	4.31	0.28	0.39	0.15	48	80	26
9	6.08	6.35	0.22	0.28	0.17	36	62	24
10	9.02	8.16	0.32	0.79	0.14	35	57	21
11	15.86	15.06	0.33	0.59	0.20	23	42	21
12	31.66	30.93	0.18	0.27	0.09	21	21	21
Mean	6.45	6.325	0.252	0.372	0.162	85.6	134.67	51.25

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج اعتبار سنجی مدل گرین با سطح دقت ۰/۲۵ نشان داد که میانگین تعداد نمونه لازم برای رسیدن به این دقت برای واحدهای نمونه دو، چهار و شش برگی (به‌ترتیب با میانگین ۲/۴۹، ۴/۷۱ و ۶/۴۲ کنه در واحد نمونه) به‌ترتیب ۱۴۶، ۱۰۲ و ۱۰۹ نمونه بود. در تراکم حداکثر آفت (۱۱/۲۹ کنه در واحد نمونه کوچک، ۲۲/۸۲ در واحد نمونه متوسط و ۳۱/۶۶ در واحد نمونه بزرگ)، تعداد نمونه لازم به‌ترتیب ۳۱، ۲۳ و ۲۱ نمونه و در تراکم‌های حداقل آفت (۰/۱۴ کنه در واحد نمونه کوچک، ۰/۱۸ کنه در واحد نمونه متوسط و ۰/۱ کنه دو واحد نمونه بزرگ)، میانگین تعداد نمونه لازم به‌ترتیب ۳۶۹، ۳۲۱ و ۴۹۵ نمونه بود. همان‌طور که در جدول‌های ۴، ۵ و ۶ دیده می‌شود، مقدار خطای پیش‌بینی‌شده در نرم‌افزار RVSP برای سه واحد نمونه‌برداری دو، چهار و شش برگ به‌ترتیب ۰/۲۴، ۰/۲۵و ۰/۲۳۷ بود که نشان می‌دهد. مدل ارائه‌شده برای واحد نمونه چهار برگ از اعتبار بالایی برخوردار است. در مدل‌های مربوط به دو واحد نمونه دو و شش برگی نیز مقدار دقت مدل‌ها تصحیح شد.

بر اساس نتایج این پژوهش، توزیع مکانی (فضایی) همه مراحل زندگی کنه تارتن دولکه‌ای در مزارع لوبیا به صورت تجمعی است. این نتیجه مورد تایید بسیاری از محققان است (Jones, 1990; Abolfathi *et al*., 2011; Bidarnamani *et al*., 2015). با توجه به اینکه تفکیک مراحل پورگی و بالغ کنه تارتن دولکه‌ای ممکن است با اشتباه همراه باشد و نیازمند نیروی متخصص و ماهر می‌باشد، بنابراین بر اساس نتایج این پژوهش در زمان استفاده از مدل نمونه‌برداری دنباله‌ای، جمعیت کنه‌های بالغ و پوره بدون نیاز به تفکیک، شمارش و در هر نوبت مراجعه به مزرعه، با استفاده از مدل ارائه شده تعداد نمونه مورد نیاز جهت تخمین جمعیت این آفت در مزرعه مشخص خواهد شد. مدل‌های نمونه‌برداری دنباله‌ای به عنوان یک ابزار لازم و ضروری در مدیریت تلفیقی آفات محسوب می‌شوند. به عبارت دیگر برای هر یک از آفات موجود در اکوسیستم زراعی همانند سایر نهاده‌های ضروری، باید یک مدل نمونه‌برداری در دسترس باشد تا به کمک آن اقدام به ارزیابی جمعیت آفت شود. این مدل‌ها تعداد نمونه لازم را به شکل قابل توجهی کاهش می‌دهند. همان‌طور که در مورد مدل نمونه‌برداری شمارشی عنوان شد، افزایش اندازه واحد نمونه‌برداری، کاهش تعداد نمونه را به دنبال خواهد داشت. بدین‌ترتیب مقدار قابل‌توجهی از هزینه‌های نمونه‌برداری که در اثر افزایش تعداد نمونه تحمیل می‌گردد، جبران خواهد شد. به بیان دیگر، در مدل گرین، همان‌طور که انتظار می‌رود، با بزرگ شدن واحد نمونه، تعداد نمونه مورد نیاز نیز کاهش می‌یابد. این موضوع مورد تایید محیسنی و همکاران (Mohiseni *et al*., 2009) نیز می‌باشد. این محققین گزارش کردند که با افزایش اندازه کادر (واحد نمونه)، تعداد نمونه لازم جهت تخمین جمعیت سن گندم کاهش می‌یابد. البته باید توجه داشت که در زمان بالا بودن تراکم آفت در مزرعه، استفاده از واحد نمونه بزرگ قابل توصیه نیست، زیرا کاهش شدید تعداد نمونه را به دنبال دارد که در نتیجه، علاوه بر افزایش زمان لازم جهت شمارش انبوه جمعیت در هر واحد نمونه، نقاط کمتری از مزرعه مورد بررسی قرار می‌گیرد و نتیجه نمونه‌برداری قابل اعتماد نخواهد بود. اما چنانچه در زمان بالا بودن جمعیت آفت، از واحد نمونه کوچک‌تر استفاده شود، در این صورت نقاط بیش‌تری از مزرعه تحت پوشش عملیات نمونه‌برداری قرار گرفته و نتایج نمونه‌برداری از اطمینان بیش‌تری برخوردار می‌باشند. از طرف دیگر، در زمان پایین بودن جمعیت آفت در مزرعه (به عنوان مثال، حدود ۰/۵ عدد کنه روی هر برگ)، استفاده از واحد نمونه بزرگ‌تر توصیه می‌شود. زیرا در زمان پایین بودن تراکم جمعیت آفت در مزرعه، در مدل‌های بزرگ‌تر نیز تعداد نمونه‌های مورد نیاز افزایش یافته و در نتیجه مساله کاهش تعداد نمونه که در زمان افزایش جمعیت آفت در مدل بزرگ‌تر به آن اشاره گردید، نیز وجود نخواهد داشت. نتایج فوق برای مدل نمونه‌برداری دنباله‌ای شمارشی گرین برای مرحله تخم نیز مشابه مدل مربوط به مراحل متحرک کنه می‌باشد و نتایج اشاره شده برای این مدل نیز قابل استنتاج می‌باشند. بر اساس نتایج این پژوهش، به منظور تخمین تراکم جمعیت کنه تارتن در مزارع لوبیا، مدل نمونه‌برداری شمارشی با سطح دقت ۰/۲۵ قابل توصیه است.

www.SID.ir

Archive of SID

References

Abolfathi, N., Kocheili. F. and Mohiseni, A. 2012. An investigation on appropriate sample unit and sample universe to estimate *Terranychus urticae* Koch population in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) fields in north of Lorestan province. **Iranian Journal of Plant protection** 34(2); 33-45.

Amini, B. and Madadi, H. 2014. Spatial distribution of *Brevicoryne brassicae* and *Diaeretiella rapae* and development a fixed precision sampling plan. **Journal of Plant Pest Research** 4(1):1-10.

Arbab, A. and McNeill. M. R. 2014. Spatial distribution and sequential sampling plans for adult *Sitona humeralis* Stephens (Coleoptera: Curculionidae) in alfalfa. **Journal of Asia-Pacific Entomology** doi: 10.1016/j.aspen.2014.04.009.

Baek, S., Cho, K., Song, Y. H. and Lee, J. H. 2009. Sampling plans for estimating pepper fruit damage levels by Oriental tobacco budworm, *Helicoverpa assulta* (Guenee), in hot pepper fields. **Journal of Asia-Pacific Entomology** 12: 175–178.

Bidarnamani, F., Sanatgar, E. and Shabanipoor, M. 2015. Spatial Distribution Pattern of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) on Different Rosa Cultivars in Greenhouse Tehran**. Journal of Ornamental Plants** 5(3): 175-182.

Binns, M. R. 1994. Sequential Sampling for classifying pest status. In: Pedigo, L. P. and Buntin, G. D. (Eds.). Handbook of Sampling Methods for Arthropods in Agriculture. CRC Boca Raton., FL. pp. 137-174.

Elliott, J. M. 1979. Some methods for the statistical analysis of samples of benthic Invertebrates. **Freshwater Biological Associatio, Scientific Publication** 25. 157pp.

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.

Hamilton, A. J. and Hepworth, G. 2004. Accounting for cluster sampling in constructing enumerative sequential sampling plans. **Journal of Economic Entomology** 97(3): 1132-1136.

Iwao, S. 1968. A new regression method for analyzing the aggregation pattern of animal populations. **Researches on Population Ecology** 10: 1-20.

Jones, V. P. 1990. Sampling and dispersion of the two spotted spider mite (Acari: Tetranychidae) and the western orchard predatory mite (Acari: Phytoseiidae) on tart cherry. **Journal of Economic Entomology** 83(4): 1376-1380.

Mohiseni, A., Soleimannejadian, E., Mossadegh, M. S. and Rajabi, Gh. 2009. Fixed Presition Sequential Sampling Plans to estimate of overwintered Sunn Pest *Eurygaster integriceps* Putt. (Hem.: Scutelleridae) in Rainfed Wheat Fields in Borujerd north of lorestan province. **Iranian Journal of Plant Protection** 32(1): 33-47.

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.

Opit, G. P., Margolies, D. C. and Nechols, J. R. 2003. Within-plant distribution of two spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), on *Ivy geranium*: development of a presence-absence sampling plan. **Journal of Economic Entomology** 96(2): 482-488.

O'Rourke, P. K. 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.

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 Buntin , G. B. 1993. Handbook of sampling methods for arthropods in agriculture. CRE Press. 705 p.

www.SID.ir

Archive of SID

Pedigo, L. P. and Zeiss, M. R. 1996. Analyses in Insect Ecology and Management. Iowa State University Press/Ames. 168pp.

Rosner, B. 1990. Fundamentals of Biostatistics. Third Edition. PWS-KENT (translated by Amidi, A. 2002. Vol. 2. Tehran university press, Tehran, Iran).

SAS Institute, 1999. SAS/STAT user's guide, version 8, SAS Institute.Cary, NC.

Southwood, T. R. E. 1978. Ecological methods, with practicular reference to the study of insect populations. 2nd ed. Chapman & Hall, London. 524 pp.

Taylor, L. R. 1961. Aggregation, variance and the mean. **Nature** 189: 732-735.

Tsai, J. H., Wang, J. J. and Liu, Y. H. 2000. Sampling of *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae) on Orange Jassamine in southern Florida. **Florida Entomologist** 83(4): 446-459.

Yamamura, K. 2000. Colony expansion model for describing the spatial distribution of populations. **Population Ecology** 42: 161-169.

Young, J. L. and Young, J. H. 1998. Statistical Ecology. Kluwer Academic Publishers, Bosto 565 pp.

www.SID.ir

Archive of SID

Plant Pest Research
2016- 6(3): 11-23

Fixed precision sequential sampling plans of two spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) in *Phaseolus vulgaris* L. Fields

A. Mohiseni[1*] and M. H. Kushki[1]

1. Lorestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Borujerd campus, AREEO, Broojerd, Iran.

(Received: May 10, 2016- Accepted: November 16, 2016)

Abstract

Two spotted spider mite, *Tetranychas urticae* Koch is one of the most important pests of common bean, *Phaseolus vulgaris* L. fields in most regions of Iran. To deploy the appropriate management of this pest, in common bean fields, we need to construct a sampling plan that allows estimate population density quickly and accurately. During 2011-2012, spatial distribution and fixed precision sequential sampling plans of *T. urticae* population were investigated by the use of different sample unit sizes, in common bean fields in north of Lorestan province (Borujerd, Dorud and Azna). Regarding to the fitting of data with Taylor's power law, parameters of this method were used to develop the enumerative sequential sampling plans for each sample unit. Results showed that Taylor's b was significantly greater than 1, for all the life stages, indicating that *T. urticae* populations were aggregated. Comparison of Taylor's *b* for larvae, nymphs and adults, showed no significant difference among them. Therefore, Taylor's *b* and α re-estimated for total number of larvae+nymphs+adults, without separating them. Sample size curves were calculated and compared at 10%, 15% and 25% levels of precision. Also, for each sample unit, Green's fixed precision sequential sampling plans were validated using 12 independent data sets. Validation results of these models showed that to achieve a precision of 0.25, which is generally accepted in IPM programs, it is necessary to take samples with an average sample number (ASN) of 146, 102 and 86 for sample units of 2, 4 and 6, respectively. In conclusion, the developed enumerative sequential sampling plans at precision level of 25% was recommended for monitoring this pest in irrigated common bean fields.

Key words: Common bean, Sample unit, Sequential sampling, Spatial distribution, *Tetranychus urticae*

*Corresponding author: mohiseni@yahoo.com

www.SID.ir