نامه انجمن حشره‌شناسی ایران ۳۲۳-۳۱۱ ,(۳)۳۹ ,۱۳۹۸
JOURNAL OF ENTOMOLOGICAL SOCIETY OF IRAN
2019, 39 (3), 311-323
DOI: 10.22117/JESI.2019.128239.1345

پراکنش پهنه‌ای و مدل نمونه‌برداری دنباله‌ای با دقت ثابت برای شته برگ ذرت، *Rhopalosiphum maidis* (Hemiptera: Aphididae) در مزارع جو

شهرام شاهرخی خانقاه*[۱]، شهلا باقری متین[۲] و مسعود امیرمعافی[۱]

۱- موسسهٔ تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران و ۲- مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران
*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: shahrokhi1349@gmail.com

چکیده

در این پژوهش شته‌های مزارع جو در منطقه ماهی‌دشت کرمانشاه شناسایی شدند. همچنین نوع و آماره‌های پراکنش پهنه‌ای شته برگ ذرت، *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) مطالعه شد و مدل‌های نمونه‌برداری دنباله‌ای برای پایش آن تهیه شد. برای این منظور آماربرداری‌های منظم هفتگی در سال‌های ۱۳۹۵، ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ انجام شد. در هر تاریخ نمونه‌برداری تعداد ۱۰۰ بوته به‌صورت تصادفی بازدید و شته‌ها برای تشخیص و شمارش به آزمایشگاه منتقل شدند. برای تعیین نوع و آماره‌های پراکنش پهنه‌ای از قانون نمایی Taylor (1961) استفاده شد و مدل‌های نمونه‌برداری دنباله‌ای به روش Green (1970) تهیه شدند. نتایج این پژوهش فعالیت تغذیه‌ای پنج گونه از شته‌ها شامل شته گندم- گل سرخ، *Metopolophium dirhodum* (Walker)، شته معمولی گندم، *Schizaphia graminum* (Rondani)، شته یولاف-گندم، *Sitobion avenae* (Fabricius)، شته برگ ذرت، *R. maidis* و شته *R. padi* (L.) را روی جو نشان داد. شته برگ ذرت فراوانی بیشتری در طول فصل داشت و در سال‌های ۱۳۹۵، ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ به ترتیب ۹۳/۸، ۹٤/۲ و ۹۳/۲ درصد شته‌های جمع‌آوری شده را به خود اختصاص داد. در طول سه سال، تراکم جمعیت کمی از ٤ گونه دیگر در طول فصل مشاهده شد. نوع پراکنش پهنه‌ای شته برگ ذرت در مزرعه جو تجمعی (۰/۰۳ ± ۱/٤٥ =b) تعیین شد. اندازه نمونه لازم برای پایش شته برگ ذرت در مدل‌های با سطح دقت ۰/۱ و ۰/۲۵ در دامنه میانگین جمعیت مشاهده شده در مزرعه جو (٤٤/۳۲ – ۱/۰۲ عدد شته در هر ساقه) به‌ترتیب ٥۲٤-۷۰ و ۸٤-۱۱ ساقه جو بود. بنابر این مدل نمونه‌برداری دنباله‌ای در سطح دقت ۰/۱ به دلیل اندازه نمونه بزرگ وقت‌گیر ارزیابی شد، ولی مدل تهیه شده در سطح دقت مدیریت تلفیقی آفات (۰/۲۵) برای ردیابی این شته در مزارع جو توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: شته، پراکنش پهنه‌ای، نمونه‌برداری دنباله‌ای، نوسانات جمعیت، جو

Spatial distribution and fixed precision sequential sampling model of corn leaf aphid, *Rhopalosiphum maidis* (Hemiptera: Aphididae) in barley fields

Shahram Shahrokhi Khanegah[1,*], Shahla Bagheri Matin[2] & Masoud Amir-Maafi[1]

1. Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran & 2. Kermanshah Agricultural and Natural Resources Research Center, AREEO, Kermanshah, Iran
*Corresponding author, E-mail: shahrokhi1349@gmail.com

Abstract

دریافت: ۱۳۹۸/۰۸/۰۵، پذیرش: ۱۳۹۸/۰۹/۲۵.
دبیر تخصصی : جعفر محققنیشابوری

In this research, barley aphids in Mahidasht region of Kermanshah province were identified. Spatial distribution type and statistics for corn leaf aphid, *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) were also studied and sequential sampling models were developed. Regular weekly sampling was carried out in 2015, 2016 and 2017. Each sampling date, 100 tillers were randomly visited and aphids were transferred to the laboratory for counting and identification. Taylor's power law was used to determine spatial distribution type and statistics and sequential sampling models were developed according to Green (1970). Results revealed feeding of five species of aphids on barley including greenbug, *Schizaphia graminum*, rose-grain aphid, *Metopolophium dirhodum*, the English grain aphid, *Sitobion avenae*, corn leaf aphid, *R. maidis* and bird cherry-oat aphid, *R. padi*. Corn leaf aphid was more abundant during the season with 93.8%, 94.2% and 93.2% of aphids collected in 2015, 2016 and 2017, respectively. Low populations density of the other four species was observed every three years. Spatial distribution type of corn leaf aphid in barley field was determined as cumulative (b = 1.45). Sample size required in models with precision levels of 0.1 and 0.25 at mean aphid densities observed in the barley field (1.02 - 44.32 aphids per tiller) was 70 -524 and 11-84 tillers, respectively. In conclusion, sequential sampling model developed at the precision level of 0.1 was evaluated time consuming due to large sample size required, but the model at pest management precision level (0.25) was recommended for monitoring leaf corn aphid in barley fields.

Key words: aphid, spatial distribution, sequential sampling, population fluctuation, barley.
Received: 27 October 2019, *Accepted:* 16 December 2019.

مقدمه

جو پس از گندم با ۱۳/۹ درصد بیشترین سطح زیر کشت محصولات زراعی را در کشور به خود اختصاص داده (Ahmadi *et al*., 2018) و نقش مهمی در تأمین پروتئین مورد نیاز دام و طیور دارد.

در ایران شته‌ها پس از سن گندم از آفات مهم مزارع گندم و جو می‌باشند (Behdad, 2002). این آفات از مهمترین ناقلین ویروس‌های گیاهی از جمله ویروس کوتولگی زرد جو (BYDY)، کوتولگی زرد غلات (CYDV) بیماری‌های ویروسی موزائیک جو، نوار زرد گندم و جو، کوتولگی ذرت و موزائیک برنج هستند (Izadpanah, 1982; Blackman & Eastop, 1984). ویروس مقاوم کوتولگی زرد جو (BYDV) مهمترین ویروس غلات است که تمام غلات نسبت به آن حساس هستند، ولی جو و یولاف بیشتر از گندم مورد حمله قرار می‌گیرند (Leather *et al*., 1989). شته‌ها علاوه بر انتقال بیماری‌های ویروسی غلات، با تغذیه از شیره گیاه و آلودگی برگ ها به عسلک نیز خسارت مهمی ایجاد می‌کنند، زیرا قارچ‌های ساپروفیت روی برگ‌ها رشد می‌کنند و توانایی فتوسنتز گیاه کاهش می‌یابد. حداکثر مقدار خسارت شته‌های غلات در مزارع جو از سال ۱۹۷۵ تا ۱۹۶۸ حدود ۳۰ درصد (۹۹۹ کیلوگرم) گزارش شده است (Rautappa & Voti, 1976). خسارت مستقیم شته‌های غلات باعث توقف رشد، ایجاد لکه‌های رنگ پریده یا سرخ، لوله‌شدن لبه برگ‌ها و کم شدن میزان محصول می‌شود.

شته برگ ذرت، *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) یک آفت با پراکنش جهانی است (Blackman & Eastop, 1984). این شته اغلب دارای چرخه زندگی غیر کامل است، ولی کلنی‌های زمستان گذران دارای چرخه زندگی کامل این گونه در پاکستان از روی درخت *Prunus cornuta* (Wall. ex Royle) گزارش شده است (Remauderie & Naumann-Etienne, 1991) میزبان‌های این شته شامل ذرت، جو، سورگوم و بیش از ۳۰ جنس از تیره *Poaceae* است (Blackman & Eastop, 1984). این شته آفتی پلی‌فاژ است که از ذرت، سورگوم، جو، گندم، یولاف و بسیاری از گیاهان تیره‌های Poaceae, Cyperaceae و Typhaceae تغذیه می‌کند که در بین آن‌ها جو را به بقیه ترجیح می‌دهد (Kaur & Deol, 1999).

حشرات کامل و پوره‌های شته برگ ذرت به‌مقدار زیاد از شیرهٔ موجود در برگ، ساقه و خوشه می‌مکند (Bale *et al*., 2008). شته برگ ذرت در ایران مهمترین آفت سورگوم جارویی در منطقه میانه است، به‌طوری که در صورت عدم کنترل، میانگین جمعیت آن به ۱۰۹ عدد در هر ساقه رسیده و بوته‌های آلوده به شته کوتاه مانده و برگ ها در اثر رشد قارچ‌های دوده‌ای روی عسلک نکروزه شده و در نهایت از بین می‌روند (Khodabandeh &

Shahrokhi, 2018). شته برگ ذرت به‌عنوان مهمترین آفت مزارع جو برخی از کشورها مانند هندوستان گزارش شده است (Kumawat & Jheeba, 1999). بیشترین جمعیت این شته در هندوستان اواسط ماه فوریه (مصادف با گلدهی تا پر شدن دانه‌ها) مشاهده می‌شود (Verma *et al*., 2011) و در سال‌های مختلف در صورت عدم کنترل، ۱۰۰-۱۷/۱ درصد به محصول جو خسارت می‌زند (Chhillar & Verma, 1982). شته برگ ذرت در شمال هندوستان حدود ٤٠ درصد به مزارع ذرت خسارت می‌زند و همبستگی مثبت معنی‌داری بین تعداد شته و عملکرد ذرت مشاهده شده است (Everly, 1960). در آلودگی شدید، بوته‌های ذرت خوشه نمی‌دهند و در جمعیت پایین شته، ۱۰ درصد خسارت در اثر کاهش اندازه و وزن خوشه‌ها اتفاق می‌افتد (Everly, 1960).

در برنامه‌های نمونه‌برداری، تعیین نوع پراکنش پهنه‌ای به‌منظور برآورد اندازه نمونه اهمیت زیادی دارد (Southwood & Henderson, 2000). دو روش قانون نمایی تایلور (Taylor, 1961) و روش رگرسیونی ایوائو (Iwao, 1977) برای بررسی پراکنش پهنه‌ای بسیاری از آفات استفاده شده و به‌نظر Hutchison *et al*. (1988) هر دو روش می‌توانند آماره‌های پراکنش پهنه‌ای جمعیت حشرات را در تراکم‌های مختلف تخمین بزنند (Hutchison *et al*., 1988).

در ایران محققین مختلف نوع و آماره‌های پراکنش پهنه‌ای شته‌ها را مورد بررسی قرار داده و و اندازهٔ نمونهٔ لازم را برآورد کرده‌اند (Afshari *et al*., 2009, Afshari & Dastranj, 2010; Shahrokhi & Amir-Maafi, 2011; Soltani Gasemlou *et al*., 2014; Khodabandeh & Shahrokhi, 2018). همچنین در سایر کشورها محققین زیادی پراکنش پهنه‌ای حشرات مختلف و از جمله شته‌های غلات را بررسی کرده و از آن برای تعیین اندازه نمونه ثابت و یا تعیین اندازه نمونه در نمونه‌برداری دنباله‌ای استفاده کرده‌اند که برای مثال می‌توان به تحقیقات Ekbom & Wiktelius (1985)، Kring & Gilstrap (1983)، Elliot & Kieckhefer (1986) و Feng & Nowierski (1992) اشاره کرد. همچنین Ba-Angood & Stewart (1980) یک مدل نمونه‌برداری دنباله‌ای برای پایش و مدیریت تلفیقی شته برگ ذرت در مزارع جو ایالت کبک کانادا ارایه کرده‌اند.

تعیین زمان کنترل در مدیریت تلفیقی آفات نیازمند استفاده از روش مناسب نمونه‌برداری است (Hutchison *et al*., 1988). جمعیت شته‌ها در شرایط مساعد به سرعت افزایش می‌یابد (Dixon, 1989)، بنابراین برای تعیین زمان کنترل آن‌ها ارایه روش‌های نمونه‌برداری سریع و دقیق مانند مدل نمونه‌برداری دنباله‌ای برای پایش جمعیت در مزرعه و مقایسه آن با سطح زیان اقتصادی ضروری است (Ekbom, 1985). استفاده از مدل مناسب نمونه‌برداری به کشاورزان کمک می‌کند تا بتوانند با روشی آسان‌تر و با دقت بیشتر زمان کنترل آفات را با توجه به سطح زیان اقتصادی تعیین کنند. بدیهی است که این امر باعث کاهش هزینه تولید محصول، حفظ دشمنان طبیعی و محیط زیست، کاهش باقیمانده سموم در محصولات کشاورزی و تضمین سلامت مصرف کنندگان و تاخیر در مقاوم شدن آفات نسبت به آفت‌کش‌ها می‌شود (Wright *et al*., 1990). استفاده از مدل‌های نمونه‌برداری دنباله‌ای اندازه نمونه، هزینه نمونه‌برداری و به‌طور متوسط ۵۰ درصد زمان نمونه‌برداری را کاهش می‌دهد (Wald, 1947; Hollingsworth & Gatsonis, 1990).

با بکارگیری اطلاعات پراکنش پهنه‌ای، Green (1970) و Kuno (1969) مدل‌هایی را برای نمونه‌برداری دنباله‌ای ارایه کردند که به‌وسیله پژوهشگران مختلف استفاده شده است. بکارگیری این مدل‌ها به کشاورزان کمک می‌کند تا بتوانند با روشی آسان‌تر و دقیق‌تر، زمان کنترل آفات را با توجه به سطح زیان اقتصادی تعیین کنند. بکارگیری مدل نمونه‌برداری دنباله‌ای به روش Green (1970) برای تخمین تراکم جمعیت شته معمولی گندم (Rondani) *Schizaphis graminum* و شته (L.) *Rhopalosiphum padi* در مزارع گندم ایالت‌های آیداهو و داکوتای آمریکا

باعث صرفه‌جویی در زمان نمونه‌برداری شده است (Elliot *et al*., 2003). از تحقیقات انجام شده در کشور می‌توان به تهیه مدل‌های نمونه‌برداری دنباله‌ای برای پایش جمعیت شته برگ ذرت و شته معمولی گندم در مزارع گندم باجگاه استان فارس (Soltani Gasemlou *et al*., 2014) تهیه مدل‌های نمونه‌برداری دنباله‌ای برای پایش جمعیت شته برگ ذرت در مزارع سورگوم جارویی منطقه میانه (Khodabandeh & Shahrokhi, 2018) و ارایه مدل نمونه‌برداری دنباله‌ای برای ردیابی جمعیت شته‌های خوشه گندم در منطقه گرگان توسط (Afshari & Dastranj, 2010) اشاره کرد. همچنین Shahrokhi & Amir-Maafi (2011) مدل‌های نمونه‌برداری دنباله‌ای را به دو روش Green (1970) و Kuno (1969) برای تعیین تراکم جمعیت شته گندم و گل سرخ در مزارع گندم ورامین ارایه کرده‌اند.

شته برگ ذرت در برخی از سال‌ها به دلایلی طغیان کرده و خسارت اقتصادی وارد می‌کند. برای کنترل این شته، معمولاً از حشره‌کش‌های شیمیایی استفاده می‌شود که اثرات نامطلوب آن‌ها بر دشمنان طبیعی، محیط زیست و سلامتی انسان بر کسی پوشیده نیست. برای کاهش مصرف حشره‌کش‌های شیمیایی و استفاده از روش‌های سازگار با محیط زیست در قالب مدیریت تلفیقی آفات، لازم است اطلاعات ما در مورد نمونه‌برداری از شته برگ ذرت افزایش یابد. بنابراین با توجه به محدود بودن تحقیقات انجام شده در کشور در زمینه شته برگ ذرت، پژوهش حاضر با هدف تعیین نوع و آماره‌های پراکنش پهنه‌ای و ارایه مدل‌هایی برای نمونه‌برداری آسان‌تر و کم‌هزینه‌تر جمعیت شته در مزارع جو انجام شد.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری از شته

یک مزرعه جو به مساحت تقریبی ۲ هکتار در منطقه ماهی‌دشت کرمانشاه انتخاب شد. نمونه‌برداری در سال‌های ۱۳۹۵، ۱۳۹٦ و ۱۳۹۷ از اول فصل بهار تا زمان برداشت محصول انجام شد. نمونه‌برداری به فاصله پنج روز یک بار انجام و در هر نوبت ۱۰ ردیف موازی به فواصل حدود ۱۰ متر از همدیگر انتخاب شدند و در هر ردیف، از ۱۰ ساقه به فاصله حدود ۱۰ متر از همدیگر به‌صورت تصادفی آماربرداری شد. بنابراین در هر نوبت نمونه‌برداری، روی هم رفته تعداد ۱۰۰ ساقه گندم بررسی و قسمت‌های آلوده به شته (برگ ، ساقه و خوشه) هر ساقه با قیچی بریده شده و به‌طور جداگانه در درون لوله‌های آزمایش به آزمایشگاه منتقل شدند. حشرات کامل و مراحل پورگی شته‌ها با استفاده از استریومیکروسکوپ شمارش شده و بر اساس کلیدهای تشخیص Rezvani (2002) و Olsen *et al*. (1993) شناسایی شدند.

تعیین نوع و آماره‌های پراکنش پهنه‌ای

در این تحقیق در مجموع تعداد شته برگ ذرت روی ۵۸۰۰ ساقه جو (۵۸ سری داده) شمارش شد و برای تعیین نوع پراکنش پهنه‌ای از قانون نمایی تیلور، Taylor (1961) (رابطه‌های ۱ و ۲) و معادله رگرسیونی ایوائو، Iwao (1977) استفاده شد (رابطه ۳). در هر بار نمونه‌برداری میانگین ($\overline{x}$) و واریانس (S^2) داده‌ها محاسبه شد.

قانون نمایی تیلور ارتباط بین میانگین و واریانس جمعیت را به شکل یک رابطه توانی (رابطه ۱) نشان می‌دهد و برای تبدیل آن به یک معادله خطی، از دو طرف آن لگاریتم گرفته شد (رابطه ۲).

$$s^2 = a\bar{x}^b \qquad \text{رابطه (۱)}$$

$$\log(S^2) = \log a + b\log(\bar{x}) \qquad \text{رابطه (۲)}$$

در هر بار نمونه‌برداری، میانگین ($\bar{x}$) و واریانس (S^2) داده‌ها محاسبه شد و به کمک معادله (۲) بین لگاریتم آن‌ها یک رابطه رگرسیون خطی برقرار شد. در معادله فوق پراسنجه a (عرض از مبداء) عامل وابسته به اندازهٔ نمونه توصیف شده‌است. تایلور پراسنجه b (شیب خط) را به‌عنوان ثابت وابسته به رفتار گونه یا محیط پیشنهاد نمود (Taylor, 1961). از شیب خط رگرسیون (b) می‌توان برای طبقه‌بندی نوع پراکنش پهنه‌ای استفاده شد. درصورتی‌که b تفاوت معنی‌دار با یک نداشته باشد (مساوی یک)، پراکنش تصادفی خواهد بود و مقادیر $b > 1$ و $b < 1$ به‌ترتیب پراکنش‌های تجمعی و یکنواخت را نشان می‌دهد. از آزمون t به‌صورت $t = (b-1)/s_b$ برای رد تصادفی بودن پراکنش استفاده شد. در این فرمول S_b خطای استاندارد شیب خط رگرسیون است و t محاسبه‌شده با t جدول با درجهٔ آزادی $n-2$ مقایسه شد. همچنین برای اطلاع از معنی‌دار بودن مقدار عرض از مبداء (α) با عدد صفر از آزمون $t = a/s_\alpha$ استفاده شد که در این معادله S_a خطای معیار عرض از مبداء خط رگرسیون است (Buntin, 1994).

در روش ایوائو بین میانگین انبوهی لوید ($\overset{*}{x}$) (Lloyd's mean crowding) و میانگین تراکم ($\bar{x}$) یک رابطه رگرسیونی برقرار شد (رابطه ۳). میانگین انبوهی لوید نیز از رابطهٔ ٤ محاسبه گردید.

$$\overset{*}{x} = \alpha + \beta\bar{x} \qquad \text{رابطه (۳)}$$

$$\overset{*}{x} = \bar{x} + [(s^2/\bar{x}) - 1] \qquad \text{رابطه (٤)}$$

در روش ایوائو درصورتی که $\alpha > 0$ و $\beta = 0$ باشد، پراکنش تصادفی و درحالتی‌که $\alpha = 0$ و $\beta > 1$ باشد پراکنش تجمعی است (Lloyd, 1967).

تهیه مدل نمونه‌برداری دنباله‌ای

از آماره‌های قانون نمایی تیلور برای تهیه مدل نمونه‌برداری به روش Green (1970) در سطوح دقت تحقیقاتی (D= 0.1) و مدیریت تلفیقی آفات (D= 0.25) بر مبنای خطای استاندارد میانگین استفاده شد و خطوط توقف نمونه‌برداری به کمک رابطه ۵ ترسیم شدند.

$$\ln(T_n) = \frac{\ln(D^2/a)}{b-2} + \left[\frac{b-1}{b-2}.\ln(n)\right] \qquad \text{رابطه (۵)}$$

در معادله فوق a عرض از مبدا و b شیب خط رگرسیون قانون نمایی تیلور، D سطح دقت معین و ثابت مورد نظر بر مبنای خطای استاندارد میانگین، n تعداد نمونه و T_n فراوانی تجمعی مرحله رشدی مورد شمارش هستند.

تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه رگرسیونی با استفاده از نرم افزار SAS (ver. 9.12) و برازش مدل‌ها و رسم شکل‌ها با استفاده از نرم افزار Microsoft Excel 2007 انجام شد.

نتایج

شته‌های مزارع جو

بررسی حاضر نشان داد که در مزارع جو منطقه ماهی‌دشت کرمانشاه پنج گونه شته گندم–گل سرخ (*M. dirhodum*)، شته معمولی گندم (*S. graminum*)، شته یولاف–گندم (*S. avenae*)، شته برگ ذرت (*R. maidis*) و شته *R. padi* فعالیت می‌کنند. بر اساس نتایج تحقیق حاضر، بسیاری از گونه‌های شته‌های خسارت‌زای مهم غلات

دنیا در مزارع جو کرمانشاه فعالیت می‌کنند. به گزارش Dixon (1987) مهمترین شته‌های خسارت‌زای غلات دنیا عبارتند از شته معمولی گندم، شته گندم–گل سرخ، شته یولاف–گندم، شته *R. padi* و شته روسی گندم. تعدادی از شته‌های دیگر نیز می توانند روی غلات مستقر شوند، ولی به‌ندرت از تراکم زیادی برخوردار هستند (Blackman & Eastop, 1984).

در تحقیق حاضر شته یولاف– گندم پس از ظهور خوشه تقریباً تمام جمعیت خود را به روی آن‌ها منتقل کرد، در حالی که سایر گونه‌ها به تغذیه از برگ‌ها و بخصوص برگ پرچم ادامه دادند. به گزارش Rautapaa & Voti (1976) در غرب اروپا به طور عمده سه گونه شته آفت غلات هستند که در این میان شته یولاف–گندم تغذیه از خوشه‌ها را ترجیح می‌دهد و دو گونه شته گندم–گل سرخ و *R. padi* به طور عمده روی برگ‌ها و ساقه‌ها فعالیت می‌کنند. Shahrokhi (2002) به استثنای شته برگ ذرت، سایر گونه‌ها را از مزارع گندم ورامین گزارش کرده که در این میان، شته روسی گندم فقط اواخر فصل زراعی (نزدیک به برداشت محصول) مشاهده شده است.

پراکنش پهنه‌ای

در این تحقیق دامنه میانگین تراکم جمعیت شته برگ ذرت در مزرعه جو ٤٤/۳۲ – ۱/۰۲ عدد در هر ساقه بود. جدول ۱ آماره‌های پراکنش پهنه‌ای شته برگ ذرت در مزرعه جو را نشان می‌دهد. به‌طوری که ملاحظه می‌شود، مقدار پراسنجه *b* قانون نمایی تیلور به‌طور معنی‌دار بزرگ‌تر از عدد یک (۱/٤٥) برآورد شد که نشان دهنده پراکنش تجمعی این شته در مزارع جو است. همچنین در روش ایوائو مقدار پراسنجه β به‌طور معنی‌دار بزرگتر از عدد یک بود (۱/٤) بود و پراکنش تجمعی شته را ثابت کرد (جدول ۱). پراکنش پهنه‌ای شته برگ ذرت در مزارع سورگوم جارویی (Shahrokhi & Amir-Maafi, 2011) و مزارع گندم (Soltani Gasemlou *et al*., 2014) نیز تجمعی گزارش شده است. Southwood (1978) رفتار تولیدمثلی، رفتار تمایل به تجمع، ناهمگن بودن محیط زندگی ناشی از تاثیر عوامل میکروکلیمایی، ترجیح قسمتی از گیاه میزبان و فعالیت دشمنان طبیعی را از دلایل پراکنش تجمعی حشرات برشمرده است.

مقایسه ضریب تبیین دو روش تیلور و ایوائو نشان داد که داده‌ها با قانون نمایی تیلور برازش بهتری دارند (جدول ۱). بنابر این در تحقیق حاضر برای تهیه مدل‌های نمونه‌برداری دنباله‌ای شته برگ ذرت از آماره‌های قانون نمایی تیلور استفاده شد.

جدول ۱– آماره‌های پراکنش پهنه‌ای شته برگ ذرت، *Rhopalosiphum maidis* در مزرعه جو بر اساس قانون نمایی تیلور و روش رگرسیونی ایوائو

Table 1. Spatial distribution statistics (± SE) of corn leaf aphid, *Rhopalosiphum maidis* in barley field based on Taylor's Power law and Iwao's patchiness regression method

n	Taylor's Power law				Iwao's patchiness regression			
	a	*b*	MSE	r^2	α	β	MSE	r^2
58	5.24±0.09	1.45±0.03	0.06	0.97	10.25±1.11	1.40±0.05	21.65	0.92

n: number of data sets

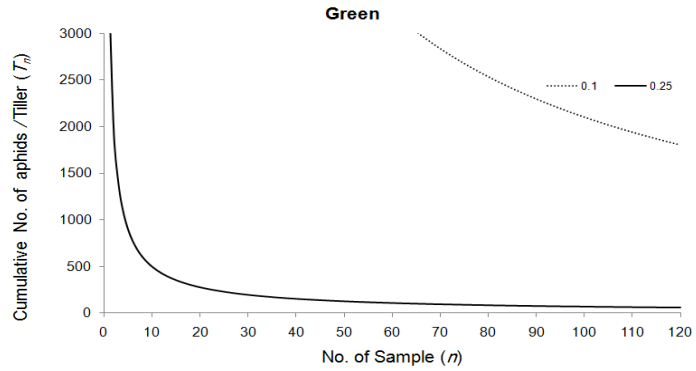
با توجه به مقدار عددی ضریب تبیین بالاتر قانون نمایی تیلور نسبت به روش ایوائو (۰/۹۷ در مقایسه با ۰/۹۲)، در مجموع قانون نمایی Taylor (1961) برای تعیین نوع پراکنش پهنه‌ای شته برگ ذرت مزارع جو مناسب‌تر از روش ایوائو بود که با نتایج Elliot & Kieckhefer (1986) مطابقت داشت. این محققان در بررسی پراکنش پهنه‌ای چهار گونه از شته‌های غلات شامل شته *R. padi*، شته برگ ذرت، شته یولاف– گندم و شته معمولی گندم به این نتیجه رسیدند که قانون نمایی تیلور بهتر از معادله ایوائو رابطه بین میانگین و واریانس جمعیت را نشان می‌دهد.

نتایج سایر محققان در زمینه بررسی پراکنش پهنه‌ای شته‌های غلات در مناطق مختلف نشان داد که ارتباط بین واریانس و میانگین جمعیت به‌خوبی با مدل Taylor (1961) قابل توصیف است (Ekbom, 1985; Kring & Gilstrap, 1983; Elliot *et al*. 2003; Feng & Nowierski, 1992). در یک تحقیق دیگر، Ekbom (1985) هر دو روش را برای بررسی پراکنش پهنه‌ای شته *R. padi* در مزارع غلات سوئد مناسب تشخیص داد، ولی به دلیل تغییرات زیاد پراسنجه α در روش ایوائو در سال‌های مختلف، قانون نمایی Taylor (1961) را برای طراحی مدل نمونه‌برداری دنباله‌ای انتخاب کرد. همچنین نتایج بررسی‌های Khodabandeh & Shahrokhi (2018)، Soltani Gasemlou *et al*. (2014)، Shahrokhi & Amir-Maafi (2011) و Afshari & Dastranj (2010) در برآورد پراسنجه‌های پراکنش پهنه‌ای گونه‌های مختلف شته‌ها نشان داده که قانون نمایی تیلور به‌دلیل برخورداری از ضریب تبیین بالاتر، بهتر از روش رگرسیونی ایوائو است.

مدل‌های نمونه‌برداری دنباله‌ای با دقت ثابت

شکل ۱ خطوط توقف نمونه‌برداری را در مدل‌های نمونه‌برداری دنباله‌ای تهیه شده برای تعیین تراکم جمعیت شته برگ ذرت در مزرعه جو در دو سطح دقت تحقیقاتی (۰/۱) و مدیریت تلفیقی آفات (۰/۲۵) نشان می‌دهد. با استفاده از این خطوط می‌توان تراکم جمعیت این شته را با برداشتن حداقل نمونه ممکن در سطح دقت مورد نظر تعیین کرد. برای استفاده‌ی عملی از این مدل‌ها، لازم است ساقه‌های جو در مزرعه به‌طور تصادفی مورد بازدید قرار گرفته و فراوانی تجمعی شته در برابر اندازه نمونه رسم و نمونه‌برداری تا زمان قطع خط توقف ادامه یابد. بنا به پیشنهاد Wiktelius (1982) در نمونه‌برداری دنباله‌ای شته‌های غلات در صورتی که در ٤٠–٢٠ عدد ساقه شته‌ای مشاهده نشود، بهتر است نمونه‌برداری قطع شود، زیرا جمعیت شته‌ها آنقدر پایین است که به سطح زیان اقتصادی نمی‌رسد. به‌نظر این محقق نمونه‌برداری با استفاده از مدل‌ها در نزدیکی سطح زیان اقتصادی به دلیل پایین بودن اندازه نمونه، آسان است، زیرا برای ردیابی شته‌های غلات در سطح دقت ۰/۱ حداقل ۳۰ ساقه و حداکثر ١٦٨ ساقه و در سطح دقت ۰/۲ حداکثر ۲۵ ساقه لازم است بازدید شود.

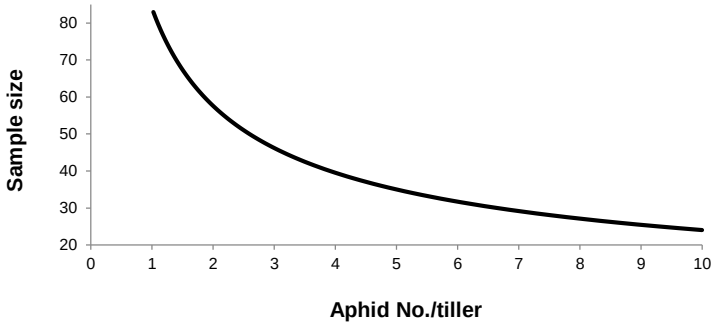
نتایج تحقیق حاضر نشان داد که در مدل‌های نمونه‌برداری دنباله‌ای تهیه شده، اندازه نمونه لازم برای تخمین دقیق میانگین جمعیت، به تراکم جمعیت شته‌ها و سطح دقت مورد انتظار بستگی داشت. با افزایش سطح دقت از ۰/۲۵ (سطح دقت مدیریت تلفیقی) به ۰/۱ (سطح دقت تحقیقاتی)، اندازه نمونه لازم برای تخمین دقیق تراکم جمعیت شته برگ ذرت در مزارع جو بیش از شش برابر افزایش یافت. بنابراین نمونه‌برداری در سطح دقت تحقیقاتی وقت‌گیر و پرهزینه خواهد بود، زیرا برای مثال در میانگین تراکم جمعیت ۱۰ عدد شته در هر ساقه برای تخمین جمعیت در سطح دقت تحقیقاتی لازم است ۱۵۰ ساقه نمونه‌برداری شود، در حالی که با کاهش سطح دقت به ۰/۲۵، اندازه نمونه به ٢٤ ساقه جو کاهش می‌یابد. Ekbom (1985) در بررسی‌های خود در زمینه نمونه-برداری از شته *R. padi* به این نتیجه رسید که در مدل نمونه‌برداری دنباله‌ای با سطح دقت ۰/۱ اندازه نمونه بسیار بزرگ بوده و نمونه‌برداری با این دقت در مزرعه اقتصادی نیست، به‌طوری که در دقت ۰/۲۵ و تراکم یک عدد شته در هر ساقه گندم، اندازه نمونه ۱۵۰ عدد ساقه بود، ولی در دقت ۰/۱۵ این تعداد به ۳۵۰ عدد ساقه افزایش یافت.



شکل ۱- خطوط توقف نمونه‌برداری از شته برگ ذرت، *R. maidis* در مزرعه جو در دو سطح دقت ۰/۲۵ و ۰/۱.

Fig. 1. Stop lines for sampling corn leaf aphid, *R. maidis*, in barley field at precision levels of 0.25 and 0.1

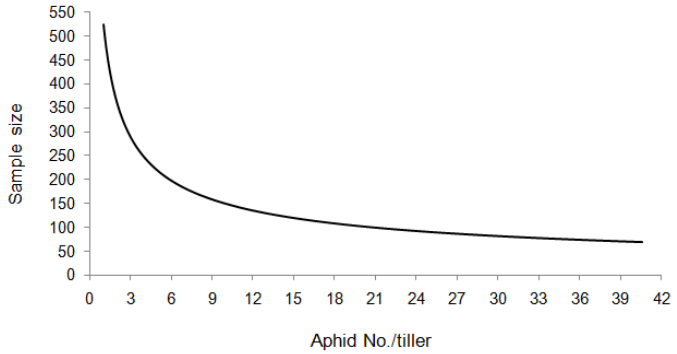
در مدل‌های نمونه‌برداری دنباله‌ای، اندازهٔ نمونه به تراکم جمعیت بستگی دارد (Buntin, 1994). در مطالعهٔ حاضر نیز با افزایش تراکم جمعیت شته برگ ذرت در مزرعه جو اندازه نمونه کاهش یافت. به‌طوری‌که در سطح دقت ۰/۲۵، با افزایش تراکم شته از ۱ به ۱۰ عدد، اندازهٔ نمونه از ۸٤ عدد ساقه جو به ۲٤ عدد ساقه کاهش یافت (شکل ۲). این نتایج با یافته‌های سایر محققان مانند Elliott *et al*. (2003) در نمونه‌برداری دنباله‌ای از جمعیت شته *R. padi* در مزارع گندم مطابقت دارد، به‌طوری که مطابق تحقیق ایشان در تراکم جمعیت یک عدد شته در هر ساقه، اندازه نمونه در سطح دقت مدیریت تلفیقی آفات ۱۳۵ عدد برآورد شد در حالی که با افزایش تراکم شته به ۵۰ عدد در هر ساقه، اندازه نمونه به ۱۹ عدد کاهش یافت.



شکل ۲- رابطه بین تراکم جمعیت شته برگ ذرت، *R. maidis* و اندازه نمونه در سطح دقت ۰/۲۵ در مزرعه جو.

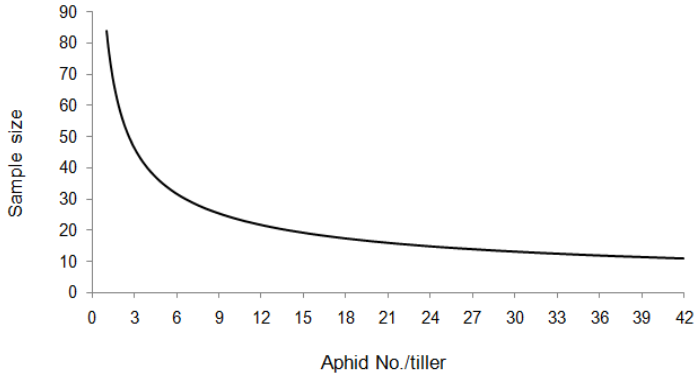
Fig. 2. Relationship between density of corn leaf aphid, *R. maidis* and sample size in barley field at precision level of 0.25.

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که اندازه نمونه لازم برای پایش شته برگ ذرت در مدل‌های با سطح دقت ۰/۱ و ۰/۲۵ با توجه به دامنه میانگین جمعیت مشاهده شده در مزرعه جو (٤٤/۳۲ – ۱/۰۲ عدد شته در هر ساقه) به‌ترتیب ۵۲٤–۷۰ و ۸٤–۱۱ ساقه جو بود (شکل‌های ۳ و ٤). بنابراین، برای ردیابی جمعیت شته برگ ذرت در مزارع جو، مدل نمونه‌برداری دنباله‌ای با سطح دقت ۰/۲۵ توصیه می‌شود، زیرا اندازهٔ نمونه را نسبت به مدل با سطح دقت ۰/۱ بیش از شش برابر کاهش می‌دهد.



شکل ۳- اندازه نمونه در تراکم‌های جمعیت شته برگ ذرت، *R. maidis* مشاهده شده درمزرعه جو در سطح دقت ۰/۱ .

Fig. 3. Sample size at observed densities of corn leaf aphid, *R. maidis* in barley field at precision level of 0.1.



شکل ٤- اندازه نمونه در تراکم‌های جمعیت شته برگ ذرت، *R. maidis* مشاهده شده درمزرعه جو در سطح دقت ۰/۲۵.

Fig. 4. Sample size for observed densities of corn leaf aphid, *R. maidis* in barley field at precision level of 0.25.

مدل ارایه شده در سطح دقت ۰/۱ به‌دلیل بزرگ بودن اندازهٔ نمونه درعمل قابل استفاده نبود. بسیاری از پژوهندگان نیز نشان داده‌اند که در سطح دقت ۰/۱ اندازهٔ نمونه بزرگ است و به همین دلیل سطوح دقت پایین‌تری را برای ردیابی جمعیت در مدیریت آفات پیشنهاد داده‌اند (Elliott *et al*., 2003; Vargas, 2007). مقایسه مدل‌های نمونه‌برداری تهیه شده برای ردیابی شته برگ ذرت در مزارع سورگوم جارویی منطقه میانه نیز نشان داد که با کاهش سطح دقت از ۰/۲۵ به ۰/۱۰، اندازه نمونه مورد نیاز برای تخمین جمعیت شته به‌طور قابل توجهی افزایش می‌یابد و به همین دلیل مدل نمونه‌برداری دنباله‌ای در سطح دقت ۰/۲۵ برای استفاده در برنامه مدیریت تلفیقی این شته در مزارع سورگوم جارویی توصیه شده است (Khodabandeh & Shahrokhi, 2017). مدل‌های نمونه-برداری دنباله‌ای برای پایش بسیاری از آفات مناسب هستند، زیرا اندازه نمونه لازم و در نتیجه زمان نمونه‌برداری را در سطح دقت مورد نظر به حداقل می‌رسانند (Bechinski *et al*., 1983; Maiteki & Lamb, 1987). برای مثال استفاده از الگوی نمونه‌برداری دنباله‌ای به روش Green (1970) برای تخمین تراکم جمعیت شته معمولی گندم و *R. padi* در مزارع گندم ایالت‌های آیداهو و داکوتای آمریکا باعث صرفه‌جویی در زمان نمونه‌برداری شده است

(Elliot *et al*., 2003). به گزارش Soltani Gasemlou *et al*. (2014) مدل‌های نمونه‌برداری دنباله‌ای در سطوح دقت ۰/۱۵، ۰/۲۵ و ۰/۳ در مزارع گندم منطقه باجگاه استان فارس، تعداد نمونه مورد نیاز برای پایش جمعیت شته برگ ذرت را به‌ترتیب ۷۷/۸، ۷۸/۳ و ۸۱/٤ درصد نسبت به روش نمونه‌برداری متداول کاهش دادند. همچنین Aleosfoor *et al*. (2018) مدل‌هایی برای ردیابی شته *R. padi* در مزارع گندم استان فارس ارایه کرده‌اند که در آن‌ها اندازه نمونه ۸۰–۷۸ درصد نسبت به اندازه نمونه ثابت کاهش یافته است. مدل نمونه‌برداری دنباله‌ای ارایه شده توسط Ba-Angood & Stewart (1980) برای مدیریت تلفیقی شته برگ ذرت با سطح زیان اقتصادی ١٦ عدد شته در هر ساقه در مزارع جو کانادا نیز باعث صرفه‌جویی قابل ملاحظه در زمان نمونه‌برداری شد.

جو از محصولاتی است که درآمد به نسبت کمی را در واحد سطح عاید کشاورزان می‌کند. بنابر این در مدیریت تلفیقی شته‌های مزارع جو لازم است از روشی ساده و کم‌هزینه استفاده شود. در مجموع نتایج این پژوهش نشان داد که مدل نمونه‌برداری دنباله‌ای تهیه‌شده در سطح دقت توصیه شده در مدیریت تلفیقی آفات (۰/۲۵) برای ردیابی شته برگ ذرت در مزارع جو قابل استفاده است. با این حال، با توجه به این که پراکنش پهنه‌ای حشرات به موقعیت جغرافیایی مناطق انتشار آن‌ها بستگی دارد (Elliott *et al*., 2003)، تهیهٔ مدل‌های نمونه‌برداری دنباله‌ای بر اساس پراسنجه‌های پراکنش پهنه‌ای برای ردیابی جمعیت شته‌های مزارع جو در سایر استان‌های کشور توصیه می‌شود.

References

Afshari, A. & Dastranj, M. (2010) Density, spatial distribution and sequential sampling plans for cereal aphids infesting wheat spike in Gorgan, northern Iran. *Plant Protection* 32(2), 89-102. [In Persian with English summary].

Afshari, A., Soleiman-Nejadian, E. & Shishebor, P. (2009) Population density and spatial distribution of *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae) on cotton in Gorgan, Iran. *Journal of Agricultural Sciences and Technology* 11, 27-38.

Ahmadi, K., Ebadzadeh, H. R., Abdshahi, H., Kazemian, A. & Rafii, M. (2018) *Annual agricultural statistics book*. Ministry of Agriculture-Jahad.

Aleosfoor M., Soltani Ghasemlo V. & Mohseni A. (2018) Fixed precision sequential sampling of *Rhopalosiphum padi* (L.) in wheat fields of Badjgah (Fars province) in Iran. *Entomofauna* 39, 285-300. [In Persian with English summary].

Ba-Angood, S. A. & Stewart, R. K. (1980) Sequential sampling for cereal aphids on barley in southwestern Québec. *Journal of Economic Entomology* 73, 679–681.

Bale J. S., van Lenteren, J. C. & Bigler, F. (2008) Biological control and sustainable food production. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 36,761–776.

Bechinski, E. J., Buntin, G. D., Pedigo, L. P. & Thorvilson, H. G. (1983) Sequential count and decision plans for sampling green cloverworm (Lepidoptera: Noctuidae) larvae in soybean. *Journal of Economic Entomology* 76, 806-812.

Behdad, E. (2002) *Plant pests of Iran*. 800 pp. Yadbood.

Blackman, R. L. & Eastop, V. F. (1984) *Aphids on the world's crops, An identification guide*. 466 pp. John wiley and sons, New york.

Buntin, G. D. (1994) Developing a primary sampling program. pp. 99-115 in Pedigo, L. P. & Buntin, G. D. (Eds) *Handbook of sampling methods for arthropods in agriculture*. CRC Press, Boca Raton, Florida.

Chhillar, B. S. & Verma, A. N. (1982) Yield losses caused by the aphid, *Rhopalosiphum maidis* (Fitch.) in different varieties/strains of barley crop. *Haryana Agricultural University Journal of Research* 12, 298-300.

Dixon, A. F. G. (1987) Cereal aphids as an applied problem. *Agricultural Zoology Review* 2, 1-57.

Dixon, A. F. G. (1989) Parthenogenetic reproduction and the rate of increase in aphids. pp. 269-285 in Minks, A. K. & Harrewijn, P. (Eds) *Aphids , their biology, natural enemies and control*, Vol. 2A. Elsevier, Amesterdam.

Ekbom, B. S. & Wiktelius, S. (1985) Polyphagous arthropod predators in cereal crops in central Sweden. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie* 99, 433-442.

Ekbom, B. S. (1985) Spatial distribution of *Rhopalosiphum padi* (L.) (Hemiptera: Aphididae) in spring cereals in Sweden and its importance for sampling. *Environmental Entomology* 14, 312–316.

Elliott, N. C. & Kieckhefer, R. W. (1986) Cereal aphid populations in winter wheat: Spatial distributions and sampling with fixed levels of precision. *Environmental Entomology* 15, 945-958.

Elliott, N. C., Giles, K. L., Royer, T. A., Kindler, S. D., Tao, F. L., Jones, D. B. & Cuperus, G. W. (2003) Fixed precision sequential sampling plans for the greenbug and bird cherry-oat aphid (Hemiptera: Aphididae) in winter wheat. *Journal of Economic Entomology* 96, 1585-1593.

Everly, R. T. (1960) Loss in corn yield associated with the abundance of the corn leaf aphid, *Rhopalosiphum maidis*, in Indiana. *Journal of Economic Entomology* 53, 924–932.

Feng, M. G. & Nowierski, R. M. (1992) Spatial distribution and sampling plans for four species of cereal aphids (Homoptera: Aphididae) infesting spring wheat in southwestern Idaho. *Journal of Economic Entomology* 85, 830-837.

Green, R. H. (1970) On fixed level precision sequential sampling. *Research in Population Ecology* 12, 249-251.

Hollingsworth, C. S. & Gatsonis, C. A. (1990) Sequential sampling plans for green peach aphid (Homoptera: Aphididae) on potato. *Journal of Economic Entomology* 83, 1365-1369.

Hutchison, W. D., Hogg, D. B., Poswal, M. A., Berberet, R. C. & Cuperus, G. W. (1988) Implications of the stochastic nature of Kuno's and Green's fixed- precision stop lines:

sampling plans for the pea aphid (Homoptera: Aphididae) in alfalfa as an example. *Journal of Economic Entomology* 81, 749-758.

Iwao, S. (1977) The m*-m statistics as a comprehensive method for analyzing spatial patterns of biological populations and its application to sampling problems, pp. 21-46 in Morisita, M. (Ed.) *Studies on methods of estimating population density*. Tokyo Press, Japan.

Izadpanah, K. (1982) *Detailed list of viral and parasitic diseases in Fars province*. 188 pp. Shiraz University Publication. [In Persian with English summary].

Kaur, H. & Deol, G. S. (1999) Population buildup and comparative biology of corn leaf aphid, *Rhopalosiphum maidis* on wheat and barley. *Journal of Insect Science* 12, 41–45.

Khodabandeh, H. & Shahrokhi Khangah, S. (2018) Sequence sampling model for monitoring corn leaf aphid, *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) in broom corn fields of Miyaneh region, Iran. Agroecology Journal 14, 1-10. [In Persian with English summary].

Kring, T. J. & Gilstrap, F. E. (1983) Within-field distribution of greenbug (Homoptera: Aphididae) and it's parasitoids in winter wheat. *Journal of Economic Entomology* 76, 57-62.

Kumawat, K.C. & Jheeba, S.S. (1999) Varietal screening of barley, *Hordeum vulgare* L. against aphid, *Rhopalosiphum maidis* (Fitch*). International Journal of Tropical Agriculture* 17, 203- 207.

Kuno, E. (1969) A new method of sequential sampling to obtain the population estimates with a fixed level of precision. *Research in Population Ecology* 11, 127-136.

Leather, S. R., Walters, K. F. A. & Dixon, A. F. G. (1989) Factors determining the pest status of the bird cherry-oat aphid, *Rhopalosiphum padi* (L.) (Hem.: Aphididae) in Europe: a study and review. *Bulletin of Entomological Research* 79, 345-360.

Lloyd, M. (1967). Mean crowding. *Journal of Animal Ecology* 36, 1-30.

Maiteki, G. A. & Lamb, R. J. (1987) Sequential decision plan for control of pea aphid, *Acyrthosiphon pisum* (Homoptera: Aphididae) on field peas in Manitoba. *Journal of Economic Entomology* 80, 605-607.

Olsen, C. E., Pike, K. S., Boydston, L. & Allison, D. (1993) Keys for identification of apterous viviparae and immatures of six Small grain aphids (Hom., Aphididae) . *Journal of Economic Entomology* 86, 137-148.

Rautapaa, J. & Voti, J. (1976) Control of *Rhopalosiphum padi* on cereals. *Annales Agriculturae Fenniae* 15, 101-110.

Remauderie, G. & Naumann-Etienne, K. (1991) Decouverte au Pakistan de l'hote primaire de *Rhopalosiphum maidis* (Fitch). *Comptes Rendus de l'Academie d'Agriculture de France* 77, 58-59. [In French with English summary].

Rezvani, A. (2002) *Key to the identification of aphids in Iran*. 305 pp. Agricultural Research, Education and Extension Publication. [In Persian with English summary].

SAS Institute. (1999) *SAS/STAT user's guide*, version 6.1. SAS Institute. Cary, NC.

Shahrokhi Khanegah, S. & Amirafi, M. (2011) Sequence sampling of rose-grain aphid, *Metopolophium dirhudum* (Hemiptera: Aphididae) in wheat fields. *Journal of Entomological Society of Iran* 31, 82-69. [In Persian with English summary].

Shahrokhi Khanegah, S. (2002) Aphids of wheat fields and factors affecting their population dynamics in Varamin Varamin, Iran. Islamic Azad University of Tehran, 180 pp. [In Persian with English summary].

Soltani Ghasemloo, V., Aleosfoor, M. & Mohiseni A.A. (2014) sequential sampling of *Rhopalosiphum maidis* and *Schizaphis graminum* (Hem.: aphididae) in wheat fields of Badjgah, Fars province, Iran. *Journal of Entomological Society of Iran* 34, 15-20. [In Persian with English summary].

Southwood, T. R. E. & Henderson, P. A. (2000) *Ecological methods*. 3rd ed. 575 pp. Blackwell Science.

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

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

Vargas, L. E. (2007) Damage assessment and sampling of the rice stink bug, *Oebalus pugnax* (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae), in rice, *Oryza sativa* L., in Texas. Ph.D. Thesis. Texas A & M University.

Verma, R. P. S., Malik, R., Kumar, R. & Singh, S. S. (2011) Genetics of corn leaf aphid (*Rhopalosiphum maidis*) resistance in barley. *Cereal Research Communications*, 39, 130-136.

Wald, A. (1947) *Sequential analysis*. 212 pp. John Wiley and sons, NewYork.

Wiktelius, S. (1982) Flight phenology of cereal aphids and possibilities of using suction trap catches as an aid in forecasting outbreaks. *Sweden Journal of Agricultural Research* 12, 9-16.

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