تراکم، پراکنش فضایی و نمونه‌برداری دنباله‌ایِ شته‌های خوشه‌ی گندم در منطقه‌ی گرگان

علی افشاری[۱] و مهدی دسترنج[۲]

۱- نویسنده مسئول: استادیار گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
(afshari@gau.ac.ir)

۲- دانشجوی کارشناسی گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۸۸/۴/۹ تاریخ پذیرش: ۸۸/۱۲/۱۵

چکیده

به منظور بررسی تراکم و پراکنش فضایی جمعیت دو شته‌ی *Sitobion avenae* (F.) و *Schizaphis graminum* (Rondani) روی خوشه‌های گندم (*Triticum aestivum* L.) و نیز طراحی یک برنامه‌ی نمونه‌برداری دنباله‌ای با دقت ثابت برای آنها، طی دو فصل زراعی ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶ از پنج مزرعه‌ی گندم پاییزه در اطراف گرگان، نمونه‌برداری هفتگی به عمل آمد. با استفاده از شاخص‌ها و مدل‌های مختلف، پراکنش فضایی مراحل مختلف نشوونمایی شته‌ها برآورد شد و به کمک مدل گرین، تعداد نمونه‌ی لازم و معادلات خطوط تصمیم‌گیری برای برآورد میانگین جمعیت آنها محاسبه گردید. این دو شته از اواسط فروردین روی خوشه‌های گندم ظاهر شدند و تا اوایل خرداد به فعالیت خود ادامه دادند. بیشترین میانگین جمعیت آنها ۱۶/۰۱±۲/۸۶ عدد شته در خوشه و در نیمه‌ی دوم اردیبهشت شمارش شد. بر اساس مقادیر ضرایب تبیین و *F*، مدل تیلور برای برآورد پراکنش فضایی شته‌ها از مدل ایوائو مناسب‌تر بود و مقدار ضریب *b* از ۱/۰۳۴ برای ماده‌های بال‌دار تا ۱/۵۴۵ برای ماده‌های بدون بال نوسان داشت. سایر شاخص‌های پراکنش و مدل‌های توزیع فضایی نیز حاکی از تجمعی بودن پراکنش جمعیت شته‌ها روی خوشه‌ها و برازش آن با توزیع دوجمله‌ای منفی در بسیاری از مقاطع فصل زراعی بود. شته‌های بالغ بال‌دار در مقایسه با سایر مراحل نشوونمایی، برای نشان دادن پراکنش تصادفی تمایل بیشتری داشتند، به طوری که پراکنش جمعیت آنها در ۶۳/۷ درصد از تاریخ‌های نمونه‌برداری با توزیع پویسون برازش یافت. از نظر هزینه (تعداد نمونه‌ها)، کارایی نمونه‌برداری دنباله‌ای طراحی شده جهت برآورد میانگین جمعیت شته‌ها با دقت ۰/۲۵، در حد قابل قبولی قرار داشت. تعداد نمونه‌ی لازم جهت برآورد تراکم جمعیت، تابعی از میانگین جمعیت شته‌ها در خوشه بود و از ۲۵ عدد خوشه در میانگین ۱۶/۰۱ عدد شته در خوشه تا ۲۶۸ عدد خوشه در میانگین ۰/۱۶۸ عدد شته در خوشه متغیر بود. اطلاعات ارایه شده در این پژوهش می‌تواند در مدیریت جمعیت شته‌های خوشه‌ی گندم در منطقه‌ی گرگان مورد استفاده قرار گیرد.

کلید واژه‌ها: S. avenae ، S. graminum ، گندم، جمعیت، پراکنش فضایی، نمونه‌برداری دنباله‌ای

مقدمه

شته‌های *Schizaphis graminum* (Rondani) و *Sitobion avenae* (F.) از آفات مهم مزارع گندم در ایالات متحده‌ی آمریکا (۹، ۲۴)، کشورهای اروپایی (۱۱، ۱۳، ۲۰، ۲۵) و آسیا (۷) می‌باشند.

پراکنش فضایی نتیجه‌ی یک واکنش رفتاری است که نحوه‌ی پراکنش افراد یک گونه را در زیستگاه نشان می‌دهد و می‌تواند به یکی از سه شکل یکنواخت، تصادفی و تجمعی باشد (۲۹، ۳۴). اطلاعات مربوط به پراکنش فضایی می‌توانند در طراحی برنامه‌های نمونه‌برداری به ویژه، نمونه‌برداری دنباله‌ای مورد استفاده قرار گیرند (۱۵، ۱۸).

Archive of SID

www.SID.ir

در بسیاری از موارد، بررسی توزیع فضایی جمعیت شته‌های گندم حاکی از تجمعی بودن پراکنش جمعیت آنها بوده است. همچنین، تحقیقات متعددی نشان داده‌اند که جهت بررسی ارتباط بین میانگین و واریانس جمعیت شته‌های گندم و تعیین پراکنش فضایی آنها، مدل رگرسیونی تیلور از برازش بالایی برخوردار است (۱۶، ۱۷، ۱۸). اِلیوت و کیک‌هیفر[1] (۱۵) با بررسی پراکنش فضایی شته‌های گندم، مقادیر ضرایب تیلور و ایوائو گونه‌ی *S. graminum* را به ترتیب ۱/۳۵ و ۲/۷۷ برآورد نمودند. بورجیو و همکاران[2] (۱۱) با بررسی پراکنش فضایی دو شته‌ی *Rhopalosiphum padi* (L.) و *S. avenae* در شمال ایتالیا، مقادیر ضریب تیلور آنها را به ترتیب ۱/۲۹ و ۱/۵۳ برآورد کردند. ویندر و همکاران[3] (۳۳) شته‌ی *S. avenae* را مهم ترین گونه‌ی مزارع گندم در انگلستان معرفی کردند و پراکنش فضایی آن را با استفاده از شاخص تیلور و تحلیل شاخص‌های مسافت، ارزیابی نمودند. تومانوویچ و همکاران[4] (۳۱) با بررسی پراکنش فضایی شته‌ی *S. avenae* در صربستان، مقدار شاخص تیلور آن را بین ۱/۸ تا ۱/۹ برآورد کردند.

تحقیقات متعددی به منظور استفاده از داده‌های پراکنش فضایی در طراحی برنامه‌های نمونه‌برداری دنباله‌ای شته‌های گندم صورت گرفته‌اند. الیوت و کیک‌هیفر (۱۵) با طراحی مدل‌هایی به منظور نمونه‌برداری دنباله‌ای با دقت ثابت از جمعیت شته‌های گندم، تعداد نمونه‌ی بهینه و نیز خطوط تصمیم‌گیری جمعیت آنها را برآورد کردند. فنگ و نوویرسکی[5] (۱۶) نیز با بررسی پراکنش فضایی چهار گونه از شته‌های مهم گندم، به منظور نمونه‌برداری دنباله‌ای با دقت ثابت از جمعیت آنها، مدل‌هایی را طراحی نمودند. طراحی نمونه‌برداری دنباله‌ای مبتنی بر توزیع دوجمله‌ای[6] نیز برای برخی از شته‌های گندم از جمله *Duraphis noxia* Mord. (۱۸، ۲۸)، *S. graminum* و *S. avenae* (۸، ۱۱) گزارش شده است.

در ایران، فعالیت گونه‌های متعددی از شته‌ها در مزارع گندم گزارش شده است. در مزارع گندم استان‌های تهران و لرستان، دو شته‌ی *S. avenae* و *D. noxia* گونه‌های غالب گزارش شده‌اند، (۴، ۵) در حالی که در کرج، گونه‌ی *Metopolophium dirhodum* (Walker) از فراوانی بیشتری برخوردار بوده است (۱). درویش‌مُجنی و رضوانی (۲) با بررسی فون شته‌های مزارع گندم منطقه‌ی گرگان نشان دادند که گونه‌ی *S. avenae* ۹۷ درصد از فراوانی جمعیت شته‌ها را به خود اختصاص داد و گونه‌های *S. graminum*، *R. padi* و *R. maidis* از فراوانی بسیار پایینی برخوردار بودند. یاراحمدی و همکاران (۶) با بررسی تغییرات فصلی و توزیع فضایی شته‌های مهم گندم در بروجرد، ضریب تیلور دو گونه‌ی *S. avenae* و *S. graminum* را به ترتیب ۱/۱۸ و ۱/۳۵ برآورد نمودند.

با وجود انجام مطالعات فراوان در زمینه‌ی فون و تغییرات جمعیت شته‌های گندم در ایران و نیز استان گلستان، اطلاعات مربوط به پراکنش فضایی و نمونه‌برداری دنباله‌ای آنها بسیار محدود می‌باشد. در این پژوهش، تلاش شد تا فراوانی نسبی و پراکنش فضایی شته‌های فعال روی خوشه‌های گندم در منطقه‌ی گرگان ارزیابی شود و به منظور برآورد سریع و دقیق تراکم جمعیت آنها، یک برنامه‌ی نمونه برداری دنباله‌ای ساده ارایه گردد. اطلاعات ارایه شده در این پژوهش

1- Elliot & Kieckhefer
2- Burgio *et al.*
3-Winder *et al.*
4- Tomanovic *et al.*
5- Feng & Nowierski
6- Binomial sequential sampling

Archive of SID

www.SID.ir

می‌توانند در مدیریت جمعیت شته‌های گندم مورد استفاده قرار گیرند.

مواد و روش‌ها

اطلاعات کلی نمونه‌برداری

نمونه برداری از جمعیت شته‌های خوشه‌ی گندم به صورت هفتگی در طول دو فصل زراعی ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶ و در ۵ منطقه‌ی مختلف در اطراف گرگان انجام گرفت (جدول ۱). نمونه‌برداری از یک گوشه‌ی مزارع آغاز شد و با حرکت رفت و برگشت در بین ردیف‌ها و به فواصل به نسبت معین، تعدادی خوشه به صورت تصادفی از بوته‌ها جدا شدند و پس از قرار گرفتن در درون کیسه‌های نایلونی، به آزمایشگاه انتقال یافتند. در آزمایشگاه، با بررسی خوشه‌های جمع‌آوری شده در زیر استریومیکروسکوپ، جمعیت شته‌های روی آنها به تفکیک پوره‌ها و حشرات کامل بال‌دار و بدون بال، شمارش شد.

به منظور تشخیص گونه‌ی شته‌های فعال روی خوشه‌ها، در طول فصل زراعی از تعدادی از نمونه‌های جمع‌آوری شده، اسلاید میکروسکوپی تهیه شد و با استفاده از کلیدهای شناساییِ معتبر (۳)، مورد شناسایی قرار گرفتند. به دلیل دشوار بودن تفکیک مراحل نارس گونه‌های مختلف، در این پژوهش، آماره‌های جمعیتی به صورت کلی و برای مجموعه‌ی شته‌های فعال روی خوشه‌ها ارایه شدند.

برآورد پراکنش فضایی

الف: شاخص‌های پراکنش

شاخص‌های تیلور[1] (۲۹، ۳۰)، ایوائو[2] (۲۹)، موریسیتا[3] (۲۶، ۲۷)، نسبت واریانس به میانگین (۲۶) و k (۲۶، ۲۹) جهت برآورد نحوه‌ی پراکنش فضایی جمعیت مورد استفاده قرار گرفتند. برای آزمون معنی‌داریِ اختلاف ضرایب b تیلور و β ایوائو با صفر، از مقادیر F و P به دست آمده از معادلات رگرسیونی استفاده شد. همچنین، برای آزمون اختلاف این ضرایب با عدد یک، آماره‌ی t (معادله‌ی ۱) با درجه‌ی آزادی n −۱ مورد استفاده قرار گرفت (۳۲).

$$t = (Slope - 1) / SE_{slope} \qquad (۱)$$

در این معادله: $Slope$ و SE_{slope} به ترتیب ضرایب تیلور یا ایوائو و خطای استاندارد آنها در معادلات رگرسیونی می‌باشند.

از آن جایی که ضرایب تیلور و ایوائو بر اساس مجموع داده‌های دو سال و مناطق مختلف برآورد شدند، لذا وجود یا عدم وجود اختلاف بین ضرایب پراکنش سال‌ها و مناطق مختلف از طریق آماره‌ی t (معادله‌ی ۲) و با درجه‌ی آزادی۲-(n_1+n_2) بررسی شد (۱۶، ۱۷). تلفیق داده‌های دو سال و برآورد یک ضریب پراکنش کلی، تنها در صورت معنی‌دار نبودن اختلاف بین ضرایب سال‌ها و مناطق مختلفِ نمونه‌برداری انجام گرفت.

$$t = (b_1 - b_2) / \sqrt{SE_1^{\,2} + SE_2^{\,2}} \qquad (۲)$$

در این معادله: b_1 و b_2 به ترتیب ضرایب تیلور یا ایوائو در سال‌ها یا مناطق مختلف و SE_1 و SE_2 به ترتیب خطای استاندارد آنها می‌باشند.

ب: مدل‌های توزیع فضایی

به کمک شاخص‌های پراکنش تنها می‌توان تجمعی یا تصادفی بودن پراکنش را برآورد نمود و تعیین دقیق الگوی توزیع فضایی فقط به کمک مدل‌های ریاضی امکان‌پذیر می‌باشد. از بین مدل‌های مختلف توزیع فضایی، پراکنش جمعیت با دو توزیع پویسون و دوجمله‌ای منفی به عنوان نمایندگان پراکنش‌های تصادفی و تجمعی، مطابقت داده شد. در توزیع پویسون، احتمال وجود تعداد معینی از یک حشره در یک نمونه‌ی برداشته شده از

1- Taylor
2- Iwao
3- Morisita

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- مشخصات مزارع گندم نمونه‌برداری شده در طول سال‌های زراعی ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶

نام منطقه	وسعت مزرعه (هکتار)	رقم گندم	موقعیت و فاصله نسبت به گرگان
عراقی‌محله	۲	تجن	شمالی، ۶ کیلومتر
جنگل قرق	۵	تجن	شرقی، ۲۵ کیلومتر
اسلام‌آباد	۴	کوهدشت	غربی، ۱۵ کیلومتر
کردکوی	۷	کوهدشت	جنوب غربی، ۵ کیلومتر
نودیجه	۴	کوهدشت	غربی، ۶ کیلومتر

جمعیت (x)، از معادله‌ی ۳ و در توزیع دوجمله‌ای منفی، این احتمال از معادله‌ی ۴ برآورد شد (۲۶، ۲۹).

$$P_x = \left(\frac{a^x e^{-a}}{x!} \right) \qquad (۳)$$

$$P_x = \left(\frac{1}{q^k} \right) \left(\frac{(k)(k+1)(k+2).....(k+x-1)}{x!} \right) \left(\frac{p}{q} \right)^x \qquad (۴)$$

در این دو معادله: a : میانگین جمعیت، x و x_i : به ترتیب تعداد و فاکتوریلِ تعداد افراد مورد انتظار در واحد نمونه‌برداری (خوشه)، $p = \bar{x}/k$، $q=p+1$ و k پارامتری برای نشان دادن میزان تجمع در توزیع دوجمله‌ای منفی می‌باشد. مقدار k که شاخص تجمع در توزیع دوجمله‌ای منفی نیز نامیده می‌شود، به کمک معادله‌ی ۵ تخمین زده شد (۲۶، ۲۹).

$$NLn\left(1+\frac{\bar{x}}{\hat{k}}\right) - \Sigma\left(\frac{A_x}{\hat{k}+x}\right) = 0 \qquad (۵)$$

در این معادله: N: تعداد نمونه، $\bar{x}$: میانگین جمعیت و A_x : مجموع فراوانی‌های مشاهده شده‌ای از واحدهای نمونه‌برداری می‌باشند که بیش از x فرد دارند. مقادیر کوچک‌تر از هشت $\hat{k}$ نشان دهنده‌ی پراکنش تجمعی و مقادیر بزرگ‌تر از هشت آن، نشان دهنده‌ی پراکنش تصادفی می‌باشد (۲۶، ۲۹). در توزیع پویسون، برای مقایسه‌ی فراوانی‌های مورد انتظار و مشاهده شده، از آزمون مربع کای[1] با درجه‌ی آزادی n-۲ استفاده شد، ولی در توزیع دوجمله‌ای منفی، آزمون مربع کای با درجه‌ی آزادی n-۳ مورد استفاده قرار گرفت. در توزیع دوجمله‌ای منفی، علاوه بر آزمون مربع کای، از آماره‌ی T و انحراف معیار آن نیز استفاده شد (۲۶، ۲۹) و نتایج به دست آمده از این دو آماره، مقایسه گردید.

طراحی نمونه‌برداری دنباله‌ای

از مدل گرین[2] (۱۹) به منظور طراحی یک برنامه‌ی نمونه‌برداری دنباله‌ای با دقت ۰/۲۵ (دقت قابل قبول در مدیریت آفات) برای جمعیت شته‌های خوشه استفاده شد. تعداد نمونه‌ی لازم برای برآورد میانگین جمعیت از معادله‌ی ۶ و خطوط تصمیم‌گیری از معادله‌ی ۷ برآورد شدند (۱۰، ۱۹).

$$n = \frac{a\bar{x}^{(b-2)}}{D^2} \qquad (۶)$$

$$T_n = \left(\frac{an^{1-b}}{D^2} \right)^{1/(2-b)} \qquad (۷)$$

در این دو معادله: n: تعداد نمونه‌ی لازم برای برآورد میانگین جمعیت شته، $\bar{x}$: میانگین جمعیت شته در خوشه، D: دقت نمونه‌برداری، a و b: ضرایب معادله رگرسیونی تیلور و T_n: فراوانی تجمعی شته در n تعداد خوشه می‌باشند.

1- Chi-square

2- Green

Archive of SID

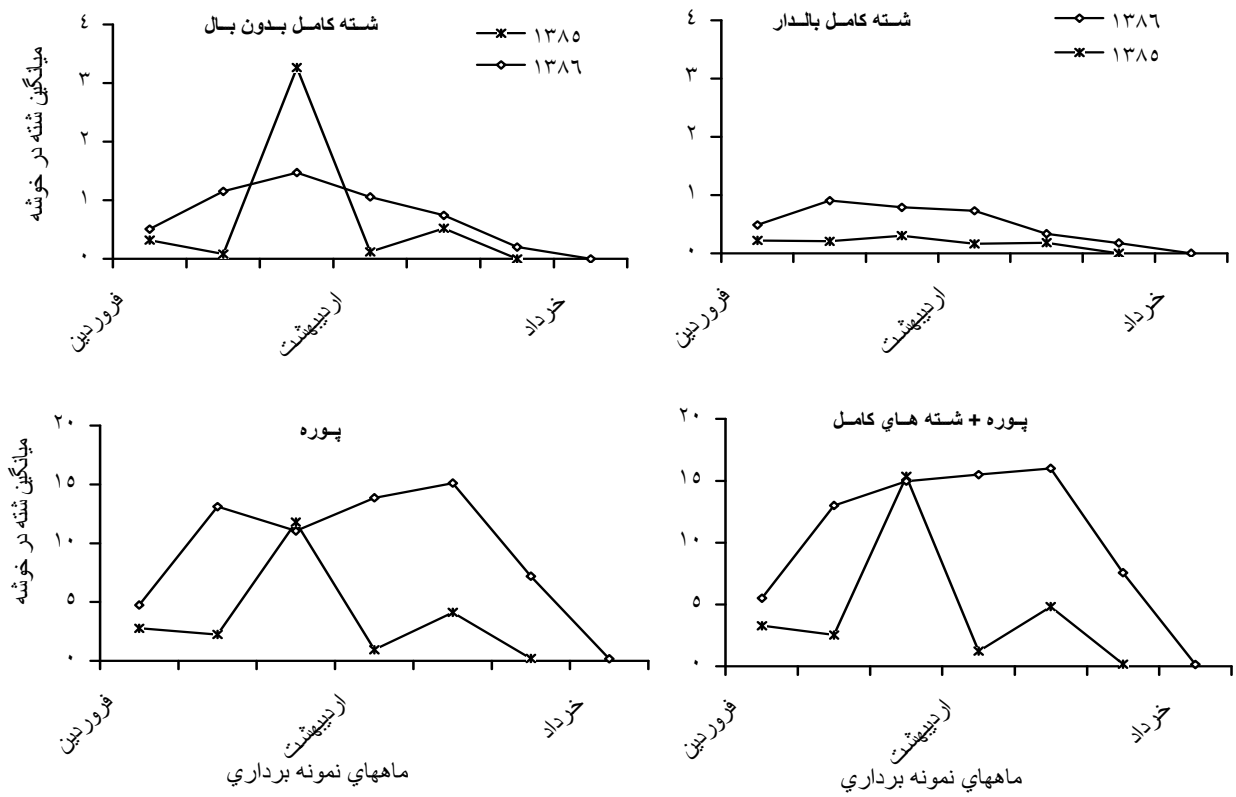
www.SID.ir

تمام محاسبات و نیز رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel 2003 انجام گرفتند.

نتایج و بحث

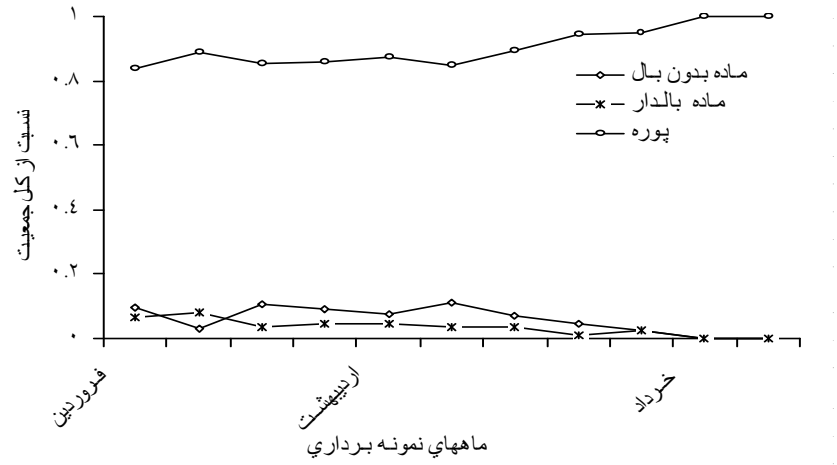
تغییرات جمعیت

دو گونه‌ی *S. avenae* و *S. graminum* مهمترین شته‌های فعال روی خوشه‌های گندم در مزارع گندم منطقه‌ی گرگان بودند. با پیدایش خوشه‌های گندم در اواخر فروردین، جمعیت این دو شته روی آنها مستقر شد و تا اواخر خرداد (شروع سفت شدن دانه‌ها) به فعالیت خود ادامه داد (شکل ۱). میانگین جمعیت این دو گونه در اوایل پیدایش خوشه‌ها (اواسط فروردین)، ۰/۲۷±۳/۶۹ عدد شته در خوشه برآورد شد. به تدریج، میانگین جمعیت شته‌ها افزایش یافت و در دهه‌ی سوم اردیبهشت به حداکثر میزان خود یعنی ۲/۸۲±۱۶/۰۱۱ عدد شته در خوشه رسید. با سفت شدن تدریجی دانه‌ها، میانگین جمعیت شته‌ها به تدریج کاهش یافت و در هفته‌ی اول خرداد ماه به ۰/۰۶۶±۰/۱۶۸ عدد شته در خوشه رسید.



شکل ۱- تغییرات جمعیت مراحل مختلف نشوونمایی شته‌های *S. avenae* و *S. graminum* روی خوشه‌های گندم در طول دو سال زراعی ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶، مزارع گندم منطقه‌ی گرگان

www.SID.ir



شکل ۲- تغییرات نسبت مراحل یا شکل‌های مختلف نشوونمایی به کل جمعیت شته‌های *S. avenae* و *S. graminum* روی خوشه‌های گندم در طول فصل‌های زراعی ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶، مزارع گندم گرگان

تغییرات جمعیت فرم بال‌دار شته‌ها نیز از روند به نسبت مشابهی برخوردار بود (شکل ۱). در اوایل پیدایش خوشه‌ها، میانگین جمعیت ماده‌های بال‌دار ۰/۰۵۹±۰/۲۲ عدد شته در خوشه برآورد شد. با گذشت زمان، میانگین جمعیت افراد بال‌دار افزایش یافت و در دهه‌ی اول اردیبهشت به ۰/۱±۰/۷ عدد شته در خوشه رسید. با سفت شدن دانه‌ها، جمعیت افراد بال‌دار کاهش یافت، به طوری که در اواخر اردیبهشت، میانگین جمعیت آنها ۰/۰۵۲±۰/۱۷۳ عدد شته در خوشه برآورد شد.

بررسی نسبت‌های مراحل مختلف نشوونمایی شته‌ها به جمعیت کل نشان داد که پوره‌ها، ماده‌های بدون بال و ماده‌های بال‌دار به ترتیب ۱/۷±۹۰/۵، ۱/۲±۶ و ۰/۷±۳/۵ درصد از کل جمعیت را به خود اختصاص دادند. این نسبت‌ها، در طول فصل زراعی تقریباً ثابت بودند و نوسان شدیدی نداشتند (شکل ۲). اختر و همکاران[1] (۷) با بررسی تغییرات جمعیت شته‌ی *S. graminum*، سهم پوره‌ها، ماده‌های بدون بال و ماده‌های بال‌دار را از کل جمعیت به ترتیب ۷۲/۸، ۱۶/۷ و ۱۰/۶ درصد ذکر نمودند.

پراکنش فضایی

الف: شاخص‌های پراکنش

آماره‌های به دست آمده از معادلات رگرسیونی تیلور و ایوائو به ترتیب در جدول‌های ۲ و ۳ ارایه شده‌اند. در معادله‌ی تیلور (جدول ۲)، مقادیر F برای تمام مراحل نشوونمایی در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بودند و ضرایب تبیین نیز در حد بالایی قرار داشتند. به استثنای شته‌های بال‌دار، در سایر مراحل نشوونمایی، مقادیر t در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار و ضرایب تیلور (b) به صورت معنی‌داری از یک بزرگ‌تر بودند (پراکنش تجمعی).

بر اساس آماره‌های به دست آمده از معادله‌ی ایوائو (جدول ۳)، مقدار F برای شته‌های بال‌دار در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نبود. در سایر مراحل نشوونمایی، با وجود معنی‌داری مقادیر F در سطح احتمال ۵ درصد، ضرایب تبیین آنها در مقایسه با ضرایب تبیین معادله‌ی تیلور، بسیار کوچک‌تر بودند. بنابراین، برای برآورد پراکنش فضایی و نیز طراحی

1- Akhtar *et al.*

Archive of SID

www.SID.ir

برنامه‌های نمونه‌برداری دنباله‌ای، استفاده از شاخص تیلور به شاخص ایوائو ترجیح داده می‌شود. مناسب‌تر بودن شاخص تیلور نسبت به شاخص ایوائو، در تعیین پراکنش فضایی گونه‌های مختلفی از شته‌ها مانند شته‌ی سبز پنبه (۱۲) و شته‌های غلات (۱۵) گزارش شده است. عدم تغییر در مقابل نوسانات محیطی (۲۳) و عدم تاثیر پذیری از اندازه‌ی نمونه (۱۴) از دیگر ویژگی‌های شاخص تیلور می‌باشند که می‌توانند استفاده از آن را توجیه نمایند. در بسیاری از تحقیقات مربوط به جمعیت شته‌های غلات، شاخص‌های تیلور و ایوائو به صورت کلی ارایه شده‌اند و مراحل مختلف نشوونمایی از یکدیگر تفکیک نشده‌اند. شاخص تیلور برآورد شده در این پژوهش (۱/۴۷۵) در محدوده‌ی مقادیر گزارش شده برای این دو گونه شته از سایر نقاط دنیا (۱/۲۹ تا ۱/۹) قرار داشت (۱۱، ۱۵، ۳۱).

نتایج به دست آمده از شاخص‌های موریسیتا، k و نسبت واریانس به میانگین (جدول ۴) با نتایج شاخص‌های تیلور و ایوائو مطابقت داشتند و پراکنش فضایی محاسبه شده بر اساس آنها نیز در بسیاری از تاریخ‌های نمونه‌برداری، تجمعی بود. همانند شاخص‌های تیلور و ایوائو، در سه شاخص اخیر نیز شته‌های بال‌دار به نشان دادن پراکنش تصادفی تمایل آشکاری داشتند، به طوری که در ۲۳/۱ (شاخص موریسیتا) و ۲۷/۳ (شاخص‌های k و نسبت واریانس به میانگین) درصد تاریخ‌های نمونه‌برداری، پراکنش جمعیت آنها تصادفی برآورد شد. بر خلاف شاخص‌های تیلور و ایوائو که برآورد آنها مستلزم داشتن میانگین و سایر پارامترهای جمعیت در طول فصل زراعی می‌باشد، شاخص‌های نسبت واریانس به میانگین، k و موریسیتا را می‌توان برای هر تاریخ نمونه‌برداری و با حجم کمی از محاسبات برآورد نمود. عدم تاثیرپذیری از اندازه‌ی نمونه (۲۱، ۳۰) و قابل محاسبه بودن برای هر تاریخ نمونه‌برداری، از دیگر مزیت‌های شاخص موریسیتا گزارش شده‌اند.

جدول ۲- پارامترهای رگرسیونی تیلور برای مراحل مختلف نشوونمایی شته‌های *S. avenae* و *S. graminum* در مزارع گندم منطقه‌ی گرگان، در طول دو سال زراعی ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶

مراحل نشوونمایی	*b±SE*	*a±SE*	R^2	*F*	*t*	*df*
شته‌های بالغ بال‌دار	۱/۰۳۴۰±۰/۳۴۰	۳/۹۷±۰/۰۴۳	۰/۶۲۳	۹/۲۷۰*	۰/۱۰۱۵	۱۰
شته‌های بالغ بدون بال	۱/۵۴۵±۰/۰۸۰۱	۱/۹۹±۰/۱۹۳	۰/۹۷۴	۳۷۲/۳*	۶/۸۱۰**	۱۰
پوره‌ها	۱/۴۶۷±۰/۰۸۲۸	۵/۹۵±۰/۰۶۹	۰/۹۶۳	۳۱۳/۷*	۵/۶۴۰**	۱۰
پوره‌ها+ شته‌های بالغ	۱/۴۷۵±۰/۰۸۹۰	۶/۵۸±۰/۰۷۹	۰/۹۵۷	۲۷۲/۹*	۵/۳۱۹**	۱۰

* معنی‌دار بودن اختلاف ضرایب با صفر در سطح احتمال ۵ درصد.

** معنی‌دار بودن اختلاف ضرایب با یک در سطح احتمال ۵ درصد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- پارامترهای رگرسیونی ایوائو برای مراحل مختلف نشوونمایی شته‌های *S. avenae* و *S. graminum* در مزارع گندم منطقه‌ی گرگان، در طول دو سال زراعی ۱۳۸۵ و ۱۳۸٦

مراحل نشوونمایی	$\beta \pm SE$	R^2	F	t	df
شته‌های بالغ بال‌دار	۲/۷۳۶±۱/۷۳۰	۰/۱۳۱	۲/۵۰	۱/۰۰۳	۱۰
شته‌های بالغ بدون بال	۲/۴۹۶±۰/۴۷۷	۰/۷۲۴	۲۷/۲۸*	۳/۱۳**	۱۰
پوره‌ها	۲/۸۲۸±۰/۳۴۱	۰/۸۵۲	۷۰/۱۶*	۵/۴۵۰**	۱۰
پوره‌ها+ شته‌های بالغ	۲/۶۵۹±۰/۳۹۸	۰/۷۸۴	۴۴/۵۱*	۴/۱۶۳**	۱۰

* معنی‌دار بودن اختلاف ضرایب با صفر در سطح احتمال ۵ درصد.

** معنی‌دار بودن اختلاف ضرایب با یک در سطح احتمال ۵ درصد.

جدول ٤- درصد مطابقت فراوانی جمعیت مراحل مختلف نشوونمایی شته‌های *S. avenae* و *S. graminum* با پراکنش‌های تجمعی و تصادفی در سه شاخص مختلف پراکنش، مزارع گندم منطقه‌ی گرگان، در طول دو سال زراعی ۱۳۸۵ و ۱۳۸٦

مراحل نشوونمایی	شاخص‌های تجمع					
	موریسیتا		k		واریانس/ میانگین	
	تجمعی	تصادفی	تجمعی	تصادفی	تجمعی	تصادفی
شته‌های بالغ بال‌دار	۵۳/۸	۲۳/۱	۷۲/۷	۲۷/۳	۷۲/۷	۲۷/۳
شته‌های بالغ بدون بال	۶۹/۲	۷/۷	۹۰/۹	۹/۱	۸۱/۸۰	۱۸/۲
پوره‌ها	۱۰۰	۰	۱۰۰	۰	۱۰۰	۰
پوره‌ها+ شته‌های بالغ	۱۰۰	۰	۱۰۰	۰	۱۰۰	۰

ب: مدل‌های توزیع فضایی

درصدهای برازش پراکنش جمعیت مراحل مختلف نشوونمایی شته‌های خوشه با دو توزیع پویسون و دوجمله‌ای منفی در جدول ۵ ارایه شده‌اند. به هنگام استفاده از آزمون مربع کای و آماره‌ی T، پراکنش فضایی جمعیت کل به ترتیب در ۸۴/۶ و ۹۲/۳ درصد از تاریخ‌های نمونه‌برداری با توزیع دوجمله‌ای منفی برازش یافت. به هنگام استفاده از مدل‌های توزیع فضایی نیز درصدهایی از پراکنش تصادفی در مراحل مختلف نشوونمایی شته‌ها مشاهده شد که بیشترین آنها با ۶۳/۷ درصد، به شته‌های بالغ بال‌دار اختصاص داشت.

به هنگام استفاده از آزمون مربع کای برای مقایسه‌ی فراوانی‌های مشاهده شده و مورد انتظار، در برخی از تاریخ‌های نمونه‌برداری، پراکنش جمعیت با هر دو مدل پویسون و دوجمله‌ای منفی برازش یافت و در برخی دیگر از تاریخ‌ها، با هیچکدام از آنها برازش نیافت. به عبارت دیگر، به هنگام استفاده از آزمون مربع کای، در برخی از تاریخ‌های نمونه‌برداری، مجموع درصدهای برازش با دو توزیع

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵- درصد مطابقت پراکنش جمعیت مراحل مختلف نشوونمایی شته‌های مهم خوشه با توزیع‌های دوجمله‌ای منفی و پویسون در دو روش مختلف برازش (مربع کای و آماره‌ی T)، مزارع گندم منطقه‌ی گرگان، در طول دو سال زراعی ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶

مرحله‌ی نشوونمایی	آزمون نیکویی برازش			
	مربع کای (χ^2)		آماره‌ی T	
	دوجمله‌ای منفی	پویسون	دوجمله‌ای منفی	پویسون
شته‌های بالغ بال‌دار	۱۰۰	۶۳/۷	۱۰۰	۰
شته‌های بالغ بدون بال	۹۰/۹	۱۸/۲	۱۰۰	۰
پوره‌ها	۹۲/۳	۰	۷۶/۹	۲۳/۱
پوره‌ها+ شته‌های بالغ	۸۴/۶	۰	۹۲/۳	۷/۷

مورد بررسی، بیشتر یا کمتر از صد درصد به دست آمد (جدول ۵). برازش هم‌زمان پراکنش یک جمعیت با دو توزیع پویسون و دوجمله‌ای منفی به هنگام استفاده از آزمون مربع کای، توسط برخی از محققان گزارش شده است (۲۲). از سوی دیگر، ممکن است تجمعی بودن پراکنش یک جمعیت با استفاده از شاخص‌های تجمع تایید گردد، ولی فراوانی‌های به دست آمده برای آن با توزیع دوجمله‌ای منفی مطابقت نداشته باشد. بنابراین، لازم است که علاوه بر توزیع دوجمله‌ای منفی، برازش پراکنش جمعیت شته با سایر توزیع‌های تجمعی مانند توماس[1]، نیمن[2] تیپ‌های A، B و توزیع لگاریتمی نیز ارزیابی شود. در این صورت، توصیه‌های ارایه شده در مورد نوع پراکنش فضایی و آزمون‌های مناسب جهت برازش آنها، مطمئن‌تر و قابل استنادتر خواهند بود.

نمونه‌برداری دنباله‌ای

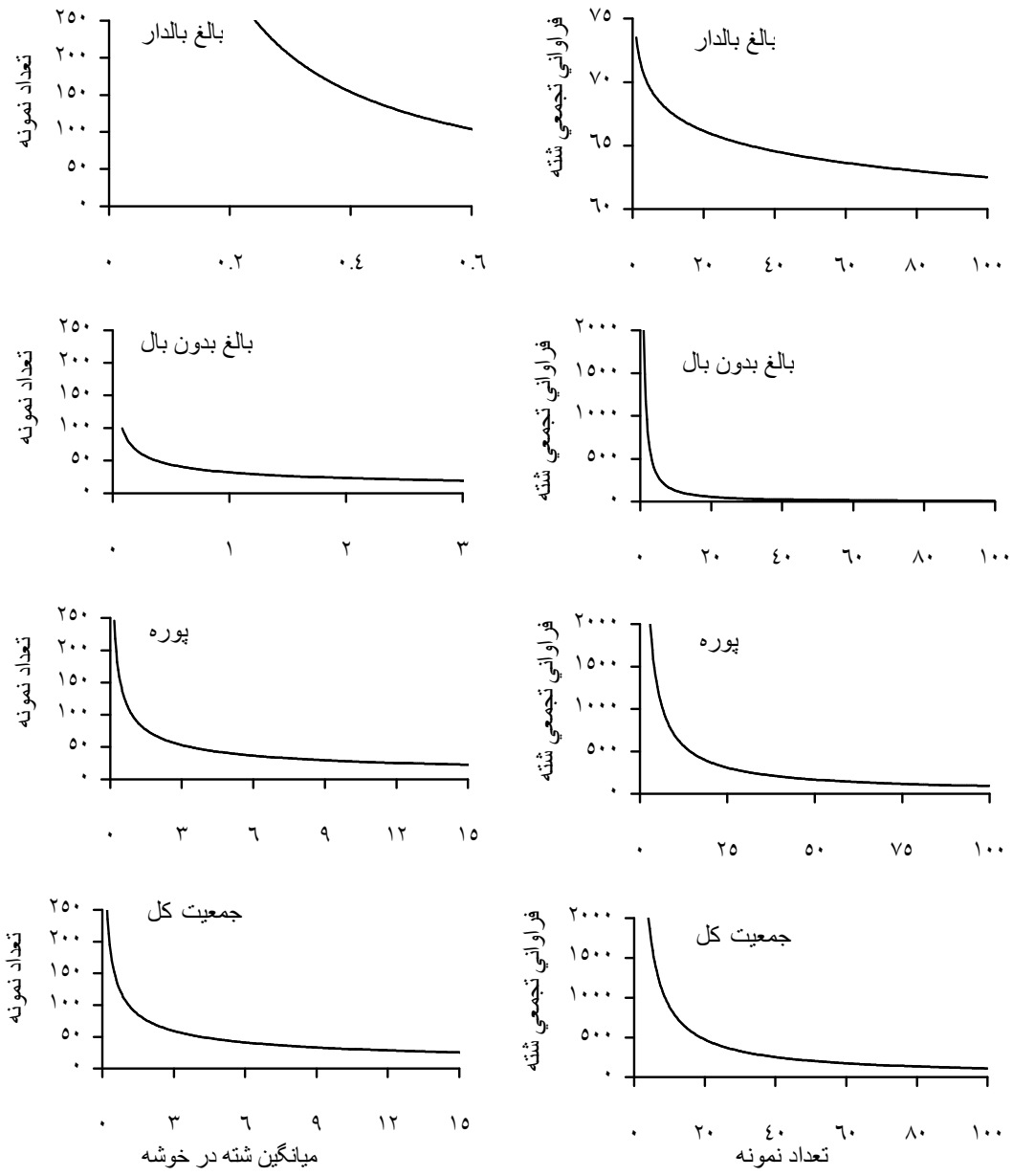
منحنی‌های تعداد نمونه‌ی لازم برای تصمیم‌گیری و نیز خطوط تصمیم‌گیری در برنامه‌های نمونه‌برداری دنباله‌ای با دقت ۰/۲۵ برای مراحل مختلف نشوونمایی شته‌های خوشه در شکل ۳ نشان داده شده‌اند. تعداد نمونه‌ی لازم برای برآورد تراکم جمعیت شته‌های خوشه به عوامل مختلفی از قبیل دقت مورد انتظار، میانگین جمعیت و مرحله‌ی نشوونمایی بستگی داشت. در دقت ۰/۲۵، تعداد نمونه‌ی لازم برای برآورد میانگین جمعیت کل شته‌ها از ۲۵ عدد خوشه در تراکم ۱۶ عدد شته در خوشه تا ۲۶۸ عدد خوشه در تراکم ۰/۱۶۸ عدد شته در خوشه متغیر بود. در مدل‌های طراحی شده به منظور نمونه‌برداری دنباله‌ای از شته‌های بالغ، تعداد نمونه‌ی لازم در محدوده‌ی ۱۹ تا ۱۰۰ عدد خوشه برای ماده‌های بدون بال و ۹۰ تا ۳۷۹ عدد خوشه برای ماده‌های بال‌دار قرار داشت.

در دقت ۰/۱ که برای اهداف تحقیقاتی مناسب می‌باشد، تعداد نمونه‌ی لازم برای برآورد تراکم جمعیت شته افزایش قابل توجهی یافت و از ۱۵۳ عدد خوشه در تراکم ۱۶ عدد شته در خوشه تا ۱۶۷۶ عدد خوشه در تراکم ۰/۱۶۸ عدد شته در خوشه نوسان نمود. در مدل‌های طراحی شده توسط الیوت و کیک‌هیفر (۱۵) برای شته‌ی S. graminum، تعداد نمونه‌ی لازم برای برآورد میانگین جمعیت در

1- Thomas
2- Neyman

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۳- منحنی‌های تعداد نمونه‌ی لازم (چپ) و خطوط تصمیم‌گیری (راست) در برنامه‌های نمونه‌برداری دنباله‌ای با دقت ثابت برای مراحل مختلف نشوونمایی شته‌های *S. avenae* و *S. graminum*، مزارع گندم گرگان

www.SID.ir

دقت ۰/۲۵، در محدوده‌ی ۴۰ تا ۲۵۰ عدد قرار داشت که با محدوده‌ی ۲۵ تا ۲۶۸ عددی این پژوهش انطباق نسبی دارد. البته، این پژوهش‌گران از ردیف‌های ۳۰ سانتی‌متری گندم به عنوان واحد نمونه‌برداری استفاده کرده بودند که در مقایسه با واحد نمونه‌برداریِ "خوشه"، شمارش جمعیت شته‌ها در آنها دشوارتر و وقت‌گیرتر می‌باشد. فنگ و نوویرسکی (۱۶) تعداد نمونه‌ی لازم برای برآورد میانگین جمعیت دو گونه‌ی S. avenae و S. graminum را در دقت ۰/۳ به ترتیب ۵۰ تا ۴۵۰ و ۱۰۰ تا ۸۰۰ پنجه برآورد کردند (۱۶) که از مقادیر به دست آمده در این پژوهش، به مراتب بیشتر بود.

منحنی‌های به دست آمده برای خطوط تصمیم‌گیری (شکل ۳، راست) نیز نشان دادند که با برداشتن تعداد معدودی نمونه (خوشه)، احتمال قطع شدن خطوط تصمیم‌گیری و گرفتن یک تصمیم قطعی در مورد میانگین جمعیت شته وجود داشت. در این پژوهش، حداقل تعداد نمونه‌ی لازم برای تصمیم‌گیری در مورد میانگین جمعیت شته به طور تقریبی کمتر از ۲۰ عدد خوشه برآورد شد. با توجه به این که این دو گونه شته اغلب روی خوشه‌ها فعالیت می‌نمایند، لذا انتخاب خوشه به عنوان واحد نمونه‌برداری منطقی به نظر می‌رسد و به علاوه، برداشتن خوشه‌ها، جابجا کردن و شمارش شته‌ها روی آن‌ها از پنجه‌ها یا کل بوته به مراتب آسان‌تر می‌باشد. به طور کلی، در این پژوهش تلاش شد تا با توجه به مزایای نمونه‌برداری دنباله‌ای در مدیریت جمعیت آفات، برای اولین بار مدل‌هایی برای این منظور در سطح مزارع گندم منطقه‌ی گرگان طراحی شوند. نمونه‌برداری دنباله‌ای این امکان را به مروجان یا پژوهش‌گران خواهد داد تا با صرف کمترین زمان و برداشتن کمترین تعداد نمونه، میانگین و سایر پارامترهای جمعیت شته‌ها را در مزارع گندم براورد نمایند.

سپاسگزاری

این تحقیق با حمایت مالی پژوهشکده‌ی مدیریت منابع محیطی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام پذیرفت. بدینوسیله از زحمات جناب آقای دکتر لطیفی ریاست این پژوهشکده کمال سپاسگزاری به عمل می‌آید.

منابع

۱. امیرنظری، م.، رضوانی، ع.، معین‌نمینی، س. و شجاعی، م. ۱۳۸۱. بررسی فونستیک شته‌های مزارع گندم در منطقه‌ی کرج. خلاصه مقالات پانزدهمین گنگره‌ی گیاهپزشکی ایران (جلد اول: آفات)، ۱۶ تا ۲۰ شهریور، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ۲۲ ص.

۲. درویش‌مجنی، ت. و رضوانی، ع. ۱۳۷۴. بررسی فون شته‌های گندم و درصد فراوانی جمعیت آنها در مزارع گندم گرگان و دشت. خلاصه مقالات دوازدهمین گنگره‌ی گیاهپزشکی ایران (جلد اول: آفات)، ۱۱ تا ۱۶ شهریور، آموزشکده‌ی کشاورزی کرج، ۱۳ ص.

۳. رضوانی، ع. ۱۳۸۰. کلید شناسایی شته‌های ایران. انتشارات سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ۳۰۴ ص.

Archive of SID

www.SID.ir

۴. شکاریان، ب. و رضوانی، ع. ۱۳۸۱. شته‌های غلات، درصد جمعیت و دشمنان طبیعی آنها در مـزارع گنـدم و جوی استان لرستان. خلاصه مقالات پانزدهمین گنگره‌ی گیاهپزشکی ایـران (جلـد اول: آفـات)، ۱۶ تـا ۲۰ شهریور، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ۲۳ ص.

۵. نوری، پ. و رضوانی، ع. ۱۳۷۴. بررسی تغییرات جمعیت شته‌های غلات در استان تهـران. خلاصـه مقـالات دوازدهمین گنگره‌ی گیاهپزشکی ایران (جلد اول: آفات)، ۱۱ تا ۱۶ شهریور، آموزشکده‌ی کشاورزی کرج، ص ۹.

۶. یاراحمدی، ف.، سلیمان‌نژادیان، ا.، محیسنی، ع. و رجب‌پور، ع. ۱۳۸۷. بررسی تغییرات فصلی جمعیت و توزیع فضایی شته‌های مهم گندم در مزارع دیم بروجرد. خلاصه مقالات هجدهمین گنگـره‌ی گیاهپزشـکی ایـران (جلد اول: آفات)، ۳ تا ۶ شهریور، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ص ۳۴۱.

7. Akhtar, I.H., Javed, H., and Shakoor, A. 2004. Microclimatic morphs and plant distribution analysis of cereal aphids on wheat. Asian Journal of Plant Science, 3(5): 539-543.

8. Boeve, P.J., and Weiss, M.J. 1997. Binomial sequential sampling plans for cereal aphids (Homoptera: Aphididae) in spring wheat. Journal of Economic Entomology, 90(4): 967-975.

9. Brewer, M.J., and Elliot, N.C. 2004. Biological control of cereal aphids in north America and mediating effect of host plant and habitat manipulatios. Annual Review of Entomology, 42: 219-242.

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

11. Burgio, G., Cornale, R., Cavazzuti, C., and Pozzati, M. 1995. Spatial distribution and binomial sampling of *Sitobion avenae* and *Rhopalosiphum padi* L. (Homoptera: Aphididae) infesting wheat in northern Italy. Bollettino dell'Istituto di Entomologia della Università di Bologna, 50: 15-27.

12. Celini, L., and Vaillant, J. 2004. A model of temporal distribution of *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae) on cotton. Journal of Applied Entomology, 128 (2): 133-138.

13. Chambers, R.J., Sunderland, K.D., Stacey, D.L., and Wyatt, I.J. 1986. Control of cereal aphids in winter wheat by natural enemies: aphid-specific predators, parasitoids and pathogenic fungi. Annals of Applied Biology, 108(2): 219-223.

14. Croft, B.A., Welch, S.M., and Dover, M.J. 1976. Dispersion statistics and sample size estimates for populations of the mite's species *Panonychus ulmi* and *Amblyseius fallacis* on apple. Environmental Entomology, 5(2): 227-233.

Archive of SID

www.SID.ir

15. Elliott, N.C., and Kieckhefer, R.W. 1986. Spatial distributions of cereal aphids (Homoptera: Aphididae) in winter wheat and spring oats in South Dakota. Environmental Entomology, 16: 896-901.

16. 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.

17. Feng, M.G., and Nowierski, R.M. 1992. Variation in spatial patterns of the Russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae) among small grain in the northwestern United States. Environmental Entomology, 21(5): 1029-1034.

18. Feng, M.G., Nowierski, R.M., Zeng, Z., and Scharen, A.L. 1993. Estimation of population density of the Russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae) from the proportion of grain tillers with different tally threshold of aphids. Journal of Economic Entomology, 86 (2): 427-435.

19. Green, R.H. 1970. On fixed precision level sequential sampling. Research Population Ecology, 12:249-251.

20. Langer, A., Stilmant, D., Verbois, D., and Hance, T. 1997. Seasonal activity and distribution of cereal aphid parasitoids in Belgium. Entomophaga, 42(1-2): 185-191.

21. Malhado, A. C. M. and Petrere, Jr. M. 2004 Behavior of dispersion indices in pattern detection of a population of Angico, *Anadenanthera peregrine* (Leguminosae). Brazilian Journal of Biology, 64(2): 243-249.

22. Mallampalli, N., and Isaacs, R. 2002 Distribution of egg and larval populations of cranberry fruitworm (Lepidoptera: Pyralidae) and cherry fruitworm (Lepidoptera: Tortricidae) in highbush blueberries. Environmental Entomology, 31(5): 852-858.

23. Nestel, D., Cohen, H., Saphir, N., Klein, M., and Mendel, Z. 1995. Spatial distribution of scale insects: comparative study using Taylor's power law. Environmental Entomology, 24(3): 506-512.

24. Pike, K.S., and Schaffner, R.L. 1985. Development of autumn populations of cereal aphids, *Rhopalosiphum padi* (L.) and *Schizaphis graminum* (Rondani) (Homoptera: Aphididae) and their effects on winter wheat in Washington State. Journal of Economic Entomology, 78(3): 676-680.

25. Poehling, H.M., Tenhumberg, B., and Groeger, U. 1991. Different pattern of cereal aphid population dynamics in northern (Hannover-Gottingen) and southern areas of West Germany. Bulletin-SROP, 14(4): 1-12.

26. Pool, R.W. 1974. An Introduction to Quantitative Ecology. Mc Graw-Hill Pub., 531 P.

27. Reich, R.M., and Davis, R. 2000. Quantitative Spatial Analysis (Course Notes for NR/ST 523). Colorado State University, Fort Collins, Colorado, 80523, 540 P.

Archive of SID

www.SID.ir

28. Schaalje, G.B., and Butts, R.A. 1992. Binomial sampling for predicting density of Russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae) on winter wheat in the fall using a measurement error model. Journal of Economic Entomology, 85(4): 1167-1175.

29. Southwood, T.R.E. 1995. Ecological methods with particular reference to the study of insect populations. Chapman and Hall, London, 524 P.

30. Taylor, L.R. 1984. Assessing and interpreting the spatial distributions of insect populations. Annual Review of Entomology, 29: 321-357.

31. Tomanovic, Z., Kavallieratos, N.G., and Athanassious, C.G. 2008. Spatial distribution of cereal aphids (Hemiptera: Aphidoidea) in Serbia. Acta Entomogica Serbia, 13(1,2): 9-14.

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

33. Winder, L., Pery, J.N., and Holland, J.M. 1999. Spatial and temporal distribution of the grain aphid, *Sitobion avenae* in winter wheat. Entomologia Experimentalis et Apllicata, 93: 277-290.

34. Young, L.J., and Young, L.H. 1998. Statistical Ecology. Kluwer Academic Pub., Boston, 565 P.

Archive of SID

www.SID.ir