نامه‌ی انجمن حشره‌شناسی ایران
۱۳۸۶ – ۲۷(۲): ۶۱-۷۸

پراکنش فضایی جمعیت دشمنان طبیعی شته‌ی سبز پنبه و مقایسه‌ی روش‌های مختلف برآورد آن در مزارع پنبه‌ی منطقه‌ی گرگان

علی افشاری[۱و*]، ابراهیم سلیمان‌نژادیان[۲] و پرویز شیشه‌بر[۲]

۱- گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده‌ی علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۲- گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده‌ی کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز.

*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: ahvazuniv@yahoo.com

Spatial distribution of the natural enemies of the cotton aphid, and the comparison of its estimating procedures in cotton fields of Gorgan, Iran

A. Afshari[1&*], E. Soleymannejadian[2] and P. Shishehbor[2]

1. Department of Plant Protection, College of Crop Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran, 2. Department of Plant Protection, University of Shahid Chamran, Ahvaz, Iran.

*Corresponding author, E-mail: ahvazuniv@yahoo.com

چکیده

در طول دو سال زراعی ۱۳۸۱ و۱۳۸۲، پراکنش فضایی جمعیت دشمنان طبیعی شته‌ی سبز پنبه، *Aphis gossypii* Glover، با استفاده از شاخص‌های پراکنش و مدل‌های توزیع، در مزارع پنبه‌ی منطقه‌ی گرگان بررسی شد. پراکنش فضایی اغلب دشمنان طبیعی در طول فصل زراعی، تجمعی و درصد برازش آنها با توزیع دوجمله‌ای منفی بیشتر از توزیع پویسون بود. بر اساس مقادیر R^2 و p به‌دست آمده از ارتباط رگرسیونی، برای توصیف ارتباط بین میانگین و واریانس جمعیت، مدل تیلور مناسب‌تر از مدل ایواو بود. پارازیتوییدها، لارو پشه‌های خانواده‌ی Cecidomyiidae و تخم کفشدوزک‌ها، بزرگترین ضریب تیلور و بیشترین درصد برازش را با توزیع دوجمله‌ای منفی از خود نشان دادند. از سوی دیگر، لارو و حشرات کامل بالتوری، حشرات کامل کفشدوزک هفت‌نقطه‌ای و کفشدوزک‌های جنس *Scymnus* Kug. و عنکبوت‌ها تمایل آشکاری به برازش با توزیع پویسون داشته و کوچکترین ضریب تیلور را به خود اختصاص دادند. در بسیاری از دشمنان طبیعی، ارتباط معنی‌داری بین تغییرات میانگین جمعیت و مقادیر k (شاخص تجمع در توزیع دوجمله‌ای منفی) مشاهده نشد، لذا امکان برآورد یک k عمومی برای اغلب دشمنان طبیعی وجود داشت. اطلاعات این تحقیق می‌تواند در طراحی برنامه‌های مناسب نمونه‌برداری و نیز در برآورد پارامترهای جمعیت یا تعیین سطوح تصمیم‌گیری مفید باشد.

واژگان کلیدی: شته‌ی سبز پنبه، دشمن طبیعی، جمعیت، پراکنش فضایی، مزارع پنبه، گرگان

Abstract

Spatial distribution of different natural enemies of the cotton aphid, *Aphis gossypii* Glover, was determined by fitting data to either Poisson (random) or negative binomial (aggregated) distributions and calculating dispersion indices, during 2002 and 2003 growing seasons in cotton fields of Gorgan, northern Iran. Based on R^2 and *p-values* of regression analysis, for most of the natural enemy groups, Taylor's power law generally provided a more adequate description of variance/mean relationships than Iwao's patchiness regression model. Natural enemy populations, especially parasitoids, cecidomyiid species and coccinellid eggs, were aggregated during most of the growing season, and negative binomial models

دریافت: ۱۳۸۵/۴/۱۸، پذیرش: ۱۳۸۶/۴/۱۲.

Archive of SID

www.SID.ir

generally fitted the data sets better than the Poisson series in cotton fields. Percentage fit for some species such as larva and adult stages of chrysopids, adult stages of *Coccinella septempunctata* L. and *Scymnus* spp., and spider species, showed a distinct tendency to the Poisson distribution and low values of Taylor's *b* index. There were no significant relationships between *k* (a measure of the amount of clumping in negative binomial distribution) and mean values, indicating the existence of a common *k* for the most of the natural enemy groups. These results can provide a reliable basis to develop proper sampling plans for estimating or classifying natural enemy populations in cotton fields of Gorgan.
Key words: *Aphis gossypii*, natural enemies, population, spatial distribution, cotton fields, Gorgan

مقدمه

شته‌ی سبز پنبه، *Aphis gossypii* Glover، یکی از آفات مهم پنبه (*Gossypium hirsutum* L.) در نقاط مختلف جهان، نظیر آمریکا (Slosser *et al*., 1998)، چین (Xia *et al*., 1999)، مصر (Abou-El-Hagag, 1998)، استرالیا (Wool & Hales, 1997) و یونان (Kapatos *et al*., 1998) می‌باشد. در سال‌های اخیر، عواملی از قبیل بروز مقاومت به سموم در اثر سم‌پاشی‌های بی‌رویه (Kerns & Gaylor, 1992; Hollingsworth *et al*., 1994; Mioannidis, 1998) و از بین رفتن دشمنان طبیعی (Cisnerson&Godfrey, 2001)، باعث افزایش جمعیت این آفت و تبدیل آن به یک آفت کلیدی و درجه‌ی یک شده است. جمعیت این آفت در چند سال اخیر در مزارع پنبه‌ی شمال ایران (گرگان) نیز افزایش قابل‌ملاحظه‌ای یافته و خسارت کمی و کیفی زیادی به محصول پنبه در این منطقه وارد نموده است (Darvish-Mojeni & Rezvani, 1997; Afshari, 2004).

به‌منظور مدیریت جمعیت شته‌ی سبز پنبه و کاهش میزان مصرف سموم در مزارع پنبه، تحقیقات زیادی پیرامون زیست‌شناسی و اکولوژی این شته و نقش عوامل زنده و غیر زنده در کنترل جمعیت آن انجام گرفته است. دشمنان طبیعی به عنوان مهمترین عوامل زنده، نقش مهمی در دینامیسم جمعیت این شته ایفا می‌نمایند. فعالیت گروه‌های متعددی از دشمنان طبیعی روی جمعیت شته‌ی سبز پنبه در مناطق مهم کاشت پنبه نظیر آمریکا (Slosser *et al*., 1989; Wells *et al*., 1999)، چین (Fang *et al*., 1984; Shi, 1985)، استرالیا (Wilson *et al*., 1999) و ترکیه (Atakan & Ozgur, 1996) گزارش شده‌است. در مزارع پنبه‌ی ایران نیز گونه‌های مختلفی از دشمنان طبیعی شته‌ی سبز پنبه از مزارع پنبه‌ی دشت مغان (Razmjou *et al*., 2002; Lotfalizadeh, 2002) و شمال ایران (Heydari *et al*., 1997; Afshari, 2004) گزارش شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

الگوی پراکنش فضایی افراد یک جمعیت در محیط، از مهمترین ویژگی‌های اکولوژیکی آن جمعیت محسوب می‌شود و می‌تواند به عنوان شاخصی در تمایز بین گونه‌ها مورد استفاده قرار گیرد (Taylor, 1984). در طراحی برنامه‌های نمونه‌برداری، به‌ویژه نمونه‌برداری دنباله‌ای، که به منظور کنترل یا مدیریت جمعیت آفات صورت می‌گیرند، تحلیل پراکنش فضایی از ارکان بسیار مهم تلقی می‌شود (Kuno, 1991; Southwood, 1995; Young & Young, 1998).

پراکنش تجمعی جمعیت شته‌ی سبز پنبه و تبعیت آن از توزیع دوجمله‌ای منفی، در تحقیقات متعددی گزارش شده است (Denechere, 1981; Celini & Vaillant, 2004). همچنین، مطالعاتی (Zhang *et al*., 1993; Zhang & Chen, 1993) برای تعیین پراکنش فضایی برخی از دشمنان طبیعی این شته از قبیل کنه‌ی شکارگر *Allothrombium pulvinum* Ewing (Acari: Trombidiidae) انجام گردیده است. با این‌حال، تعداد این تحقیقات بسیار کم بوده و می‌توان ادعا نمود که پراکنش فضایی بسیاری از دشمنان طبیعی شته‌ی سبز پنبه هم‌چنان ناشناخته باقی مانده است.

هدف از انجام این تحقیق، بررسی الگوی پراکنش فضایی گروه‌های مهم دشمنان طبیعی شته‌ی سبز پنبه در مزارع پنبه‌ی منطقه‌ی گرگان و مقایسه‌ی کارآیی شاخص‌ها و مدل‌های مختلف در برآورد پراکنش جمعیت آنها می‌باشد.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری از دشمنان طبیعی

در سال‌های زراعی ۱۳۸۱ و ۱۳۸۲ دو مزرعه‌ی پنبه (رقم ساحل) به وسعت تقریبی یک و یک و نیم هکتار در ایستگاه تحقیقات هاشم‌آباد وابسته به موسسه‌ی تحقیقات پنبه‌ی کشور، واقع در یازده کیلومتری شمال غرب گرگان و با مختصات جغرافیایی ۳۶ درجه و ۵۵ دقیقه‌ی شرقی و ۵۴ درجه و ۲۰ دقیقه‌ی شمالی، برای انجام نمونه‌برداری در نظرگرفته شد. در این دو مزرعه هیچ‌گونه عملیات سم‌پاشی علیه آفات پنبه انجام نشد. نمونه‌برداری به روش شمارش مستقیم جمعیت دشمنان طبیعی روی بوته‌های پنبه در شرایط مزرعه انجام گرفت (Wilson & Gutierrez, 1980; Wilson & Room, 1982). در هر نوبت نمونه‌برداری، با حرکت

Archive of SID

www.SID.ir

زیگزاگ در مزرعه تعدادی بوته به صورت تصادفی انتخاب شد و با بررسی دقیق تمام برگ‌های آنها، جمعیت دشمنان طبیعی به تفکیک گروه تاکسونومیکی، شمارش و ثبت گردید. تعداد بوته‌های انتخاب شده در طول فصل بر اساس میانگین و واریانس جمعیت کل دشمنان طبیعی (Southwood, 1995) متغیر بود و از ۵۰ بوته در اوایل فصل تا ۵ بوته در اواخر فصل نوسان داشت. در مجموع دو سال، ۵۳ نوبت از مزارع پنبه نمونه‌برداری به عمل آمد (۲٤ نوبت در سال زراعی ۱۳۸۱ و ۲۹ نوبت در سال زراعی ۱۳۸۲). به استثنای حشرات بالغ کفشدوزک که شناسایی گونه‌ی آنها از طریق شکل ظاهری امکان‌پذیر بود، در مورد سایر دشمنان طبیعی، برآورد ضرایب یا مدل‌های پراکنش بدون تفکیک گونه و صرفاً بر اساس راسته یا خانواده‌ی دشمن طبیعی انجام گرفت. همچنین، از آنجایی که در طول این تحقیق از پرورش آزمایشگاهی شته‌های مومیایی شده فقط زنبور پارازیتویید *Lysiphlebus fabarum* (Marshal) به دست آمد، لذا داده‌های مربوط به شته‌های مومیایی شده در شرایط مزرعه صرفاً به این گونه نسبت داده شد.

برآورد پراکنش فضایی

الف- شاخص‌های پراکنش

پنج شاخص تیلور (Taylor, 1984; Southwood, 1995)، ایواو (Southwood, 1995)، موریسیتا (Poole, 1974; Reich & Davis, 2000)، نسبت واریانس به میانگین (Poole, 1974) و شاخص تجمع (*k*) (Poole, 1974; Southwood, 1995) برای برآورد پراکنش جمعیت دشمنان طبیعی مورد استفاده قرار گرفت. برای آزمودن معنی‌دار بودن اختلاف ضرایب *b* تیلور و β ایواو با صفر، از مقادیر *F* و *P-value* به دست آمده از ارتباط‌های رگرسیونی استفاده شد. همچنین، برای آزمودن اختلاف ضرایب *b* تیلور و β ایواو با یک، آماره‌ی *t* (رابطه‌ی ۱) با درجه‌ی آزادی *N -1* مورد استفاده قرار گرفت (Tsai *et al.*, 2000):

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

در رابطه‌ی فوق، *Slope* و SE_{slope} به‌ترتیب معادل با ضرایب تیلور یا ایواو و خطای استاندارد آنها در معادلات رگرسیونی می‌باشند. از آنجایی که برآورد ضرایب تیلور و ایواو بر اساس

Archive of SID

www.SID.ir

مجموع داده‌های دو سال انجام گرفت، لذا وجود یا عدم وجود اختلاف بین ضرایب پراکنش دو سال از طریق آماره‌ی t (رابطه‌ی ۲) و با درجه‌ی آزادی (N_1+N_2)-2 بررسی شد (Feng & Nowierski, 1992a,b). تلفیق داده‌های دو سال و برآورد یک ضریب پراکنش کلی، تنها در صورت معنی‌دار نبودن اختلاف بین ضرایب دو سال انجام گرفت.

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

در رابطه‌ی فوق، b_1 و b_2 به‌ترتیب ضرایب تیلور یا ایواو در دو سال زراعی ۱۳۸۱ و ۱۳۸۲ و SE_1 و SE_2 به ترتیب، خطای استاندارد آنها در این دو سال می‌باشد. بر اساس روابطی که بین ضرایب پراکنش از جمله شاخص موریسیتا و شاخص تجمع در توزیع دوجمله ای منفی (k) وجود دارد (Taylor, 1984)، امکان برآورد تقریبی یکی از این ضرایب بر اساس دیگری ارزیابی شد. وجود چنین امکانی می‌تواند در کاهش حجم محاسبات مؤثر باشد.

ب- مدل‌های توزیع فضایی

به کمک شاخص‌های پراکنش صرفاً می‌توان تجمعی یا تصادفی بودن پراکنش را برآورد نمود و تعیین دقیق الگوی توزیع تنها به کمک مدل‌های ریاضی امکان‌پذیر می‌باشد. از بین مدل‌های مختلف توزیع، مطابقت پراکنش جمعیت دشمنان طبیعی با دو توزیع پویسون و دوجمله‌ای منفی به عنوان نمایندگان پراکنش تصادفی و تجمعی، مورد بررسی قرار گرفت. در توزیع پویسون، احتمال وجود تعداد معینی از یک حشره در یک نمونه‌ی برداشته شده از جمعیت (x)، از رابطه‌ی ۳ و در توزیع دوجمله‌ای منفی این احتمال از رابطه‌ی ٤ برآورد گردید (Poole, 1974; Southwood, 1995):

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

$$P_x = \left(\frac{1}{q^k} \right) \left(\frac{(k)(k+1)(k+2).....(k+x-1)}{x!} \right) \left(\frac{p}{q} \right)^x \qquad (٤)$$

در معادله‌ی ۳، a میانگین جمعیت و x و $x_!$ به ترتیب تعداد و فاکتوریل تعداد افراد در واحد نمونه (بوته) می‌باشند. در معادله‌ی ٤، $q = p + 1, p = \overline{x} / k$ و k پارامتری برای نشان دادن میزان تجمع در توزیع دوجمله‌ای منفی می‌باشد. مقدار k که شاخص تجمع در توزیع

Archive of SID

www.SID.ir

دوجمله‌ای منفی نیز نامیده می‌شود، به‌کمک رابطه‌ی ۵ تخمین زده شد (Poole, 1974; Southwood, 1995):

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

در معادله‌ی فوق، N تعداد نمونه، $\bar{x}$ میانگین جمعیت و A_x مجموع فراوانی‌های مشاهده شده‌ای از واحدهای نمونه‌برداری که بیش از x فرد دارند، می‌باشند. مقادیر کوچک $\hat{k}$ (کوچکتر از ۸) نشان‌دهنده‌ی پراکنش تجمعی و مقادیر بزرگ آن (بزرگ‌تر از ۸) نشان‌دهنده‌ی پراکنش تصادفی می‌باشد (Poole, 1974; Southwood, 1995). در توزیع پویسون، برای مقایسه‌ی فراوانی‌های مورد انتظار و مشاهده شده، از آزمون مربع کای با درجه‌ی آزادی *N-2* استفاده گردید، ولی در توزیع دوجمله‌ای منفی، از آزمون مربع کای با درجه‌ی آزادی *N-3* استفاده شد. در توزیع دوجمله‌ای منفی، علاوه بر آزمون مربع کای، از آماره‌ی T و انحراف معیار آن نیز استفاده شد (Poole, 1974; Southwood, 1995) و نتایج به دست آمده از این دو آماره مقایسه گردید.

ج- محاسبه‌ی کای عمومی (k_c)

در صورتی که بین مقادیر k و میانگین جمعیت در تاریخ‌های مختلف نمونه‌برداری ارتباط معنی‌داری وجود نداشته باشد (تغییرات k مستقل از تغییرات میانگین باشد)، ارایه‌ی k عمومی برای آن جمعیت امکان‌پذیر خواهد بود. برای محاسبه‌ی کای عمومی، ابتدا در هر نوبت نمونه‌برداری مقادیر x_1 و y_1 (رابطه‌های ٦ و ٧) برآورد شدند. سپس، بین مقادیر آنها در طول فصل ارتباط رگرسیونی برقرار گردید و ضریب زاویه‌ی خط رگرسیون، معادل با $1/k_c$ در نظر گرفته شد (Southwood, 1995):

$$x_1 = \bar{x}^2 - (S^2 / n) \qquad (٦)$$

$$y_1 = S^2 - \bar{x} \qquad (٧)$$

در معادلات فوق، S^2 برابر با واریانس، $\bar{x}$ برابر با میانگین و n برابر با تعداد نمونه (بوته) می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج و بحث

شاخص‌های پراکنش

الف- شاخص‌های تیلور و ایواو

آماره‌های به دست آمده از برقراری ارتباط رگرسیونی بین لگاریتم واریانس و لگاریتم میانگین جمعیت (قانون تیلور) در گروه‌هایی از دشمنان طبیعی که امکان برآورد ضریب b بر اساس مجموع داده‌های دو سال برای آنها وجود داشت، در جدول ۱ ارایه شده است. در این گروه از دشمنان طبیعی، مقدار F در سطح ۵٪ همواره معنی‌دار بود و ضریب تبیین (R^2) معادله‌های رگرسیونی در حد بالایی قرار داشت. بنابراین، می‌توان گفت که قانون تیلور برای برآورد پراکنش جمعیت دشمنان طبیعی شته‌ی سبز پنبه شاخص مناسبی می‌باشد. از سوی دیگر، به استثنای بالتوری‌های بالغ و عنکبوت‌ها که مقدار t برآورد شده برای ضرایب تیلور آنها در سطح ۵٪ معنی‌دار نبود، در سایر دشمنان طبیعی، مقدار t در سطح ۵٪ معنی‌دار بود. به عبارت دیگر، در بالتوری بالغ و عنکبوت‌ها، اختلاف ضریب تیلور با یک معنی‌دار نبود، در حالی که در سایر دشمنان طبیعی ضریب تیلور به صورت معنی‌داری بزرگ‌تر از یک بود. بنابراین، می‌توان گفت که پراکنش جمعیت بالتوری‌های بالغ و عنکبوت‌ها تصادفی بوده و جمعیت سایر دشمنان طبیعی از پراکنش تجمعی برخوردار می‌باشند.

نتایج به دست آمده از آماره‌ی t (معادله‌ی ۲) در برآورد شاخص ایواو نشان داد که در مقایسه با شاخص تیلور، امکان برآورد شاخص ایواو در مجموع دو سال نمونه‌برداری برای تعداد کمتری از دشمنان طبیعی وجود دارد (جدول ۲). از سوی دیگر، در مقایسه با شاخص تیلور، در شاخص ایواو ضرایب تبیین (R^2) به دست آمده بسیار کوچک‌تر و خطای استاندارد ضرایب رگرسیون (SE) بسیار بزرگ‌تر بود (جدول ۲). بنابراین، می‌توان گفت که در برآورد ضرایب پراکنش دشمنان طبیعی شته‌ی سبز پنبه، شاخص تیلور کارآیی بیشتری نسبت به شاخص ایواو دارد.

مناسب‌تر بودن شاخص تیلور نسبت به شاخص ایواو، در مطالعات مربوط به تعیین پراکنش فضایی شته‌ی سبز پنبه (Celini & Vaillant, 2004) و شته‌های غلات (Elliot & Kieckhefer, 1987) گزارش شده است. استفاده از شاخص تیلور به منظور برآورد

Archive of SID

www.SID.ir

پراکنش دشمنان طبیعی شته‌ی سبز پنبه نیز در برخی از تحقیقات گزارش شده است (Zhang & Chen, 1993; Zhang *et al*., 1993; Parajulee, 2002). عدم تغییر در مقابل نوسانات کوچک محیطی (Nestel *et al*., 1995) و عدم تأثیرپذیری از اندازه‌ی نمونه (Croft *et al*., 1976)، از دیگر ویژگی‌های شاخص تیلور می‌باشند که می‌توانند استفاده از آن را توجیه نمایند.

جدول ۱. پارامترهای رگرسیونی تیلور برای گروه‌های مختلف دشمنان طبیعی شته‌ی سبز پنبه در مزارع پنبه‌ی منطقه‌ی گرگان، در طول دو سال زراعی ۱۳۸۱ و ۱۳۸۲.

Table 1. Taylor's regression parameters for different natural enemies of *A. gossypii* in cotton fields of Gorgan, during 2002 and 2003 growing seasons.

Natural enemy groups	b ± SE	R^2 (Adjust)	F	t	df
Chrysopid species (eggs)	1.42 ± 0.073	0.884	382.5*	5.75**	50
Chrysopid species (larvae)	1.20 ± 0.039	0.955	938.5*	5.13**	44
Chrysopid species (adults)	1.06 ± 0.041	0.960	657.5*	1.46	27
Coccinellid species (larvae and pupae)	1.42 ± 0.076	0.913	394.1*	5.52**	35
Coccinella septempunctata (adults)	1.13 ± 0.058	0.915	387.4*	2.24**	36
Orius spp.	1.19 ± 0.090	0.818	176.35*	2.11**	39
Cecidomyiid species (larvae)	1.58 ± 0.106	0.843	221.74*	5.47**	41
Parasitoid (*L. fabarum*)	1.88 ± 0.084	0.954	501.27*	10.48**	24
Spiders	1.32 ± 0.235	0.521	31.53*	1.36	28

* Table entries are significant at the level of P<0.05 for H_0: $b = 0$

** Table entries are significant at the level of P<0.05 for H_0: $b = 1$, $t = (b-1)/SE_b$, DF = N-1

ب- شاخص‌های نسبت واریانس به میانگین، تجمع (*k*) و موریسیتا

درصد مطابقت پراکنش جمعیت گروه‌های مختلف دشمنان طبیعی با پراکنش‌های تجمعی و تصادفی بر اساس این سه شاخص، در جدول ۳ ارایه شده است. اگرچه پراکنش جمعیت کل دشمنان طبیعی به هنگام استفاده از این سه شاخص، به ترتیب در ۹۸، ۹۸/۱ و ۹۰/۶ درصد از تاریخ‌های نمونه‌برداری تجمعی بود، ولی گروه‌های مختلف دشمنان طبیعی از نظر درصد مطابقت با پراکنش تجمعی یا تصادفی، اختلاف زیادی با یکدیگر داشتند. در هر سه شاخص فوق، درصد مطابقت جمعیت لارو و حشرات بالغ بالتوری، کفشدوزک‌های بالغ هفت‌نقطه‌ای، کفشدوزک‌های بالغ جنس *Scymnus* Kug. و عنکبوت‌ها با پراکنش تصادفی بیشتر از پراکنش تجمعی بود. از سوی دیگر، در دو شاخص از شاخص‌های سه گانه‌ی فوق، درصد مطابقت

Archive of SID

www.SID.ir

جمعیت افراد بالغ کفشدوزک‌های *Propylea quatourdecimpunctata* (L.) (کفشدوزک شطرنجی) و *Hippodamia variegata* (Goeze) با پراکنش تصادفی بیشتر از پراکنش تجمعی بود (جدول ۳). این یافته‌ها تا حد زیادی با نتایج به دست آمده از شاخص تیلور مطابقت داشت، به طوری که از بین گروه‌های مختلف دشمنان طبیعی که امکان برآورد شاخص تیلور در مجموع دو سال برای آنها وجود داشت، کوچکترین مقادیر *b* (تصادفی‌ترین پراکنش) به بالتوری‌های بالغ، لارو بالتوری و حشرات بالغ کفشدوزک هفت‌نقطه‌ای متعلق بود (جدول ۱). از سوی دیگر، نتایج به دست آمده برای این سه شاخص (جدول ۳) نشان داد که جمعیت تخم کفشدوزک‌ها، پارازیتوییدها و لارو پشه‌های خانواده‌ی Cecidomyiidae از بیشترین درصد مطابقت با پراکنش تجمعی برخوردار می‌باشند. نتایج حاصل برای شاخص تیلور (جدول ۱) نیز وضعیت مشابهی داشته و زنبورهای پارازیتویید و لارو پشه‌های خانواده‌ی Cecidomyiidae از بزرگترین مقادیر *b* (تجمعی‌ترین پراکنش) برخوردار بودند (امکان برآورد *b* برای تخم کفشدوزک‌ها وجود نداشت).

برخلاف شاخص‌های تیلور و ایواو 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 کمتری از محاسبات برآورد نمود. از مزیت‌های عمده‌ی دیگر شاخص موریسیتا، عدم تأثیرپذیری این شاخص از اندازه‌ی نمونه (Poole, 1974; Taylor, 1984; Malhado & Petrere, 2004) و قابل محاسبه بودن آن برای هر تاریخ نمونه‌برداری می‌باشند.

ج- ارتباط بین شاخص موریسیتا و *k*

آزمون مربع کای نشان داد که در سطح ۵٪، اختلاف معنی‌داری بین مقادیر واقعی شاخص موریسیتا، که بر اساس داده‌های نمونه‌برداری و معادلات مربوطه به دست آمده بودند (Poole, 1974)، و مقادیر تقریبی آن، که از طریق رابطه‌ی $I_\delta = 1/k + 1$ (Talor, 1984) برآورد شده بودند، وجود ندارد ($\chi^2 = 49.7$, df = 51, P>0.05). بنابراین، در صورت معلوم بودن مقادیر *k*،

Archive of SID

www.SID.ir

شاخص موریسیتا را می‌توان به صورت تقریبی از رابطه‌ی فوق برآورد نمود. استفاده از چنین روابطی می‌تواند حجم محاسبات را به میزان قابل‌توجهی کاهش دهد.

د- کای عمومی (k_c)

نتایج به دست آمده از رگرسیون خطی بین میانگین جمعیت و شاخص k درگروه‌های مختلف دشمنان طبیعی در طول سال‌های زراعی ۱۳۸۱ و ۱۳۸۲ و نیز مجموع دو سال، در جدول ٤ ارایه شده است. به استثنای حشرات بالغ بالتوری و کفشدوزک‌های جنس *Scymnus*، در سایر دشمنان طبیعی تغییرات شاخص k در هر دو سال مستقل از تغییرات میانگین جمعیت بود. لذا، امکان ارایه‌ی یک کای عمومی برای جمعیت آنها وجود داشت (جدول ٤). البته، برای برخی از دشمنان طبیعی مثل عنکبوت‌ها و کفشدوزک شطرنجی که صرفا داده‌های یک سال آنها در اختیار بود، امکان وجود کای عمومی فقط برای همان سال مورد ارزیابی قرار گرفت. کای عمومی یکی از پارامترهای لازم در طراحی برنامه‌های نمونه‌برداری دنباله‌ای می‌باشد (Southwood, 1995; Young &Young, 1998) و امکان برآورد آن برای یک گونه باعث می‌شود تا برنامه‌های نمونه‌برداری طراحی شده برای آن گونه از اعتبار بیشتری برخوردار باشند.

ه- مدل‌های توزیع فضایی

درصد برازش پراکنش جمعیت گروه‌های مختلف دشمنان طبیعی با دو توزیع پویسون و دوجمله‌ای منفی در جدول ۵ ارایه شده است. به هنگام استفاده از آزمون مربع کای و آماره‌ی T، پراکنش جمعیت کل دشمنان طبیعی به ترتیب در ٦٦/٧ و ٨٨/٧ درصد از تاریخ‌های نمونه‌برداری منطبق با توزیع دوجمله‌ای منفی (تجمعی) و در سایر تاریخ‌ها، منطبق با توزیع پویسون (تصادفی) بود. برازش بیشتر جمعیت دشمنان طبیعی با پراکنش‌های تجمعی، به هنگام استفاده از شاخص‌های پراکنش نیز مشاهده گردید، به طوری که به هنگام استفاده از سه شاخص نسبت واریانس به میانگین، k و موریسیتا، جمعیت کل دشمنان طبیعی به ترتیب در ۹۸، ۹۸/۱ و ۹۰/٦ درصد از تاریخ‌های نمونه‌برداری، دارای پراکنش تجمعی بودند (جدول۳).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲. پارامترهای رگرسیونی ایواو برای گروه‌های مختلف دشمنان طبیعی شته‌ی سبز پنبه در مزارع پنبه‌ی منطقه‌ی گرگان، در طول دو سال زراعی ۱۳۸۱ و ۱۳۸۲.

Table 2. Iwao's regression parameters for different natural enemies of *A. gossypii* in cotton fields of Gorgan, during 2002 and 2003 growing seasons.

Natural enemy groups	β ± SE	R^2 (Adjust)	F	t	df
Chrysopid species (adults)	1.72 ± 0.394	0.401	19.05*	1.83**	27
Coccinellid species (larvae and pupae)	1.74 ± 0.461	0.287	14.3*	1.605	35
Orius spp.	-7.09 ± 7.04	0.0003	1.01	1.149	39
Parasitoid (*L. fabarum*)	21.9 ± 9.8	0.308	5.00*	2.13**	24
Spiders	1.16 ± 0.147	0.684	61.53*	1.088	28

* Table entries are significant at the level of P<0.05 for H_0: $\beta = 0$
** Table entries are significant at the level of P<0.05 for H_0: $\beta = 1$, t = (β-1)/SE $_\beta$, DF = N-1

جدول ۳. درصد مطابقت داده‌های جمعیت گروه‌های مختلف دشمنان طبیعی شته‌ی سبز پنبه با پراکنش‌های تجمعی و تصادفی در سه شاخص مختلف برآورد پراکنش، در طول دو فصل زراعی ۱۳۸۱ و ۱۳۸۲، مزارع پنبه‌ی منطقه‌ی گرگان.

Table 3. Percentage fit of the data of natural enemies of *A. gossypii* to both aggregated and random dispersions, using three indices of dispersion, during 2002 and 2003 growing seasons in cotton fields of Gorgan.

Natural enemy groups	Dispersion Index					
	S^2/Mean		*k*		Morisita	
	Aggr.	Rand.	Aggr.	Rand.	Aggr.	Rand.
Chrysopid species (eggs)	70.6	29.4	80.4	19.6	34.0	66.0
Chrysopid species (larvae)	8.90	91.1	24.4	75.6	00.0	100
Chrysopid species (adults)	10.7	89.3	25.8	74.2	00.0	100
Coccinellid species (eggs)	96.3	3.70	97.2	2.80	88.5	11.5
Coccinellid species (larvae and pupae)	64.7	35.3	73.5	26.5	46.7	53.3
C. septempunctata (adults)	8.10	91.9	26.3	73.7	9.10	90.9
H. variegata (adults)	40.0	60.0	60.5	39.5	25.9	74.1
Scymnus spp.(adults)	34.8	65.2	40.4	59.6	22.2	69.4
P. quatourdecimpunctata (adults)	40.7	59.3	51.9	48.1	16.0	84.0
Syrphid flies (larvae)	62.8	37.2	65.1	34.9	41.0	59.0
Cecidomyiid species (larvae)	76.2	23.8	83.3	16.7	69.2	31.8
Parasitoid (*L. fabarum*)	74.3	25.7	90.0	10.0	82.6	17.4
Orius spp.	65.0	35.0	67.5	32.5	40.0	60.0
Spiders	27.6	72.4	48.3	51.7	3.40	89.6
Total natural enemies	98.0	2.00	98.1	1.90	90.6	9.40

Aggr. = Aggregated dispersion
Rand. = Random dispersion

Archive of SID

www.SID.ir

اگرچه در برخی از مطالعات در هر دو توزیع پویسون و دوجمله‌ای منفی برای مقایسه‌ی فراوانی‌های مشاهده شده و مورد انتظار از آزمون مربع کای استفاده شده است (Croft *et al*., 1976; Ho, 1993; Mallampalli & Isaacs, 2002)، ولی به دلیل احتمال وقوع پدیده‌ی "بی‌نظمی تصادفی[۱]" به هنگام استفاده از این آزمون، معمولاً استفاده از آن در توزیع دوجمله‌ای منفی توصیه نمی‌شود (Poole, 1974; Wilson *et al*., 1983; Southwood, 1995). به همین دلیل، آماره‌ی T به عنوان یک آماره‌ی جانشین، برای مقایسه‌ی فراوانی مشاهده شده و مورد انتظار در توزیع دوجمله‌ای منفی توصیه شده است (Southwood, 1995).

به هنگام استفاده از آزمون مربع کای برای مقایسه‌ی فراوانی‌های مشاهده شده و مورد انتظار جمعیت دشمنان طبیعی، مشخص گردید که در برخی از تاریخ‌های نمونه‌برداری، پراکنش جمعیت با هر دو مدل پویسون و دوجمله‌ای منفی برازش می‌یابد و در برخی از تاریخ‌ها نیز با هیچ‌کدام از این دو مدل برازش نمی‌یابد. به عبارت دیگر، به هنگام استفاده از آزمون مربع کای، در بسیاری از تاریخ‌های نمونه‌برداری مجموع درصدهای برازش با دو توزیع مورد بررسی، بیشتر یا کمتر از صد به دست آمد، در حالی که به هنگام استفاده از آماره‌ی T چنین حالتی مشاهده نشد (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 (Mallampalli & Isaacs, 2002). از سوی دیگر، ممکن است که تجمعی بودن پراکنش یک جمعیت با استفاده از شاخص‌های تجمع تأیید 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 دشمنان طبیعی با سایر توزیع‌های تجمعی همانند توماس[۲] و نیمن[۳] تیپ A و B، و توزیع لگاریتمی نیز ارزیابی گردد. در این صورت، توصیه‌های ارایه شده در مورد نوع پراکنش دشمنان طبیعی و آزمون‌های مناسب جهت برازش آنها مطمئن‌تر و قابل استنادتر خواهد بود.

۱- Chance irregularity

۲- Thomas

۳- Neyman

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ٤. مقادیر F و P به دست آمده از ارتباط خطی بین میانگین و شاخص تجمع (k) در جمعیت دشمنان طبیعی شته‌ی سبز پنبه و کای عمومی (k_c) برآورد شده در طول دو فصل زراعی ۱۳۸۱ و۱۳۸۲، مزارع پنبه‌ی منطقه‌ی گرگان.

Table 4. *P* and *F* values of regression between aggregation index (*k*) (dependent variable) and the mean density of natural enemies of *A. gossypii* (independent variable), and estimated k_c during 2002 and 2003 growing seasons in cotton fields of Gorgan.

	2002		2003		k_c		
Natural enemy groups	**F**	**P**	**F**	**P**	**2002**	**2003**	**Overall**
Chrysopid species (eggs)	0.295	0.593	2.090	0.161	4.850	0.942	4.76
Chrysopid species (larvae)	1.820	0.191	1.076	0.312	1.396	0.819	1.41
Chrysopid species (adults)	1.230	0.293	8.020	0.013	1.045	-	-
Coccinellid species (eggs)	1.590	0.248	1.060	0.319	0.970	0.349	0.86
Coccinellid species (larvae and pupae)	0.186	0.671	2.720	0.117	3.096	0.599	1.30
C. septempunctata (adults)	3.520	0.830	0.653	0.428	7.141	0.624	7.52
H. variegata (adults)	0.118	0.735	2.107	0.163	8.431	0.315	6.58
P. quatourdecimpunctata (adults)	-	-	0.570	0.457	-	0.921	-
Scymnus spp.(adults)	10.33	0.004	1.830	0.190	-	0.158	-
Syrphid flies (larvae)	0.053	0.820	3.060	0.095	1.155	0.145	13.51
Orius spp.	3.760	0.079	0.048	0.828	1.349	2.652	2.150
Cecidomyiid species (larvae)	0.688	0.419	0.220	0.644	11.93	0.047	0.048
Parasitoid (*L. fabarum*)	1.440	0.264	1.390	0.259	0.247	0.038	0.037
Spiders	-	-	0.121	0.731	-	14.28	-
Total natural enemies	0.151	0.701	10.24	0.003	6.370	-	-

صرف نظر از مباحث نظری که به تعیین نوع پراکنش و انتخاب بهترین شاخص‌ها یا مدل‌ها برای برآورد آن بر می‌گردد، از نظر کاربردی، همسانی نوع پراکنش دشمنان طبیعی و آفت در یک منطقه می‌تواند از نکات مثبت در کنترل بیولوژیک آن آفت محسوب گردد. اگرچه پراکنش جمعیت شته‌ی سبز پنبه در منطقه‌ی گرگان بر اساس مرحله‌ی رشدی (پوره و بالغ)، شکل رشدی (بال‌دار و بدون بال)، انجام یا عدم انجام سم‌پاشی و مقطع زمانی فصل زراعی متغیر بود، ولی برآوردهای انجام گرفته براساس شاخص موریسیتا و آماره‌ی T نشان دادند که جمعیت شته‌ی سبز پنبه به طور کلی در ۱۰۰ و ۸۷/۵ درصد از تاریخ‌های نمونه‌برداری دارای پراکنش تجمعی می‌باشد (Afshari, 2004). همچنین، در این تحقیق مشخص شد که بسیاری از دشمنان طبیعی شته‌ی سبز پنبه قادر هستند که در طول فصل زراعی پراکنش فضایی خود را با پراکنش طعمه تطبیق دهند. پراکنش تصادفی در بیشتر موارد به دشمنان طبیعی بالغ و

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵. درصد مطابقت پراکنش جمعیت دشمنان طبیعی شته‌ی سبز پنبه با توزیع‌های دوجمله‌ای منفی و پویسون در دو روش مختلف برازش (مربع کای و آماره‌ی T) در طول دو سال زراعی ۱۳۸۱ و۱۳۸۲، مزارع پنبه‌ی منطقه‌ی گرگان.

Table 5. Percentage fit of the distribution of natural enemies of *A. gossypii* to negative binomial and Poisson frequency distributions, using *chi-square* and *T*-statistics goodness of fit tests, during 2002 and 2003 growing seasons in cotton fields of Gorgan.

	Goodness of fit test			
	Chi-square		***T*-statistics**	
Natural enemy groups	**Negative binomial**	**Poisson**	**Negative binomial**	**Poisson**
Chrysopid species (eggs)	98.1	51.0	96.1	3.90
Chrysopid species (larvae)	100	91.1	71.1	28.9
Chrysopid species (adults)	96.4	100	50.0	50.0
Coccinellid species (eggs)	81.5	18.5	96.3	3.70
Coccinellid species(larvae and pupae)	94.1	47.1	85.3	14.7
C. septempunctata (adults)	100	89.2	59.5	40.5
H. variegata (adults)	100	70.0	62.5	37.5
Scymnus spp.(adults)	97.8	48.8	78.3	21.7
P. quatourdecimpunctata (adults)	100	81.5	88.9	11.1
Syrphid flies (larvae)	95.4	55.8	86.1	13.9
Cecidomyiid species (larvae)	87.8	36.6	90.5	9.50
Parasitoid (*L. fabarum*)	88.0	28.0	92.0	8.00
Orius spp.	90.0	45.0	90.0	10.0
Spiders	98.7	79.3	86.2	13.8
Total natural enemies	66.7	17.6	88.7	11.3

بال‌دار اختصاص داشت که با توجه به رفتار جستجوگری آنها، دور از انتظار نمی‌باشد. با این حال، خوشبختانه مراحل نابالغ، به‌ویژه تخم دشمنان طبیعی، در بسیاری از موارد از پراکنش تجمعی برخوردار بودند که نشان دهنده‌ی واکنش مناسب دشمنان طبیعی به تراکم طعمه می‌باشد. پایین بودن شدت تجمع یا درصد مطابقت با توزیع دوجمله‌ای منفی در برخی از دشمنان طبیعی مثل عنکبوت‌ها و سن‌های جنس *Orius* Wolf، با توجه به چندخوار بودن آنها و عدم وابستگی شدید به شته‌ی سبز پنبه قابل تفسیر می‌باشد. در منطقه‌ی گرگان، علاوه بر الگوی پراکنش شته‌ی سبز پنبه، تغییرات تراکم جمعیت آن نیز از همبستگی بالایی با تراکم بسیاری از دشمنان طبیعی خوردار می‌باشد (Afshari, 2004) که می‌تواند باعث افزایش نقش دشمنان طبیعی در کنترل طبیعی این شته در منطقه‌ی گرگان گردد.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

Abou-El-Hagag, G. H. (1998) Seasonal abundance of certain cotton pests and their associated natural enemies in southern Egypt. *Assiut Journal of Agricultural Sciences* 29(3), 253-267.

Afshari, A. (2004) The study of the population dynamics and yield loss assessment of the cotton aphid, *Aphis gossypii* Glover, in cotton fields of Gorgan, northern Iran. Ph. D. Thesis, Plant Protection Department, College of Agriculture, Chamran University, Ahvaz, Iran, 381 pp. [In Persian with English summary].

Atakan, E. & Ozgur, A. F. (1996) The fluctuation of *Aphis craccivora* Koch, *Aphis gossypii* Glover (Homoptera, Aphididae) populations and their natural enemies in early season in cotton fields. *Turkiye Entomoloji Dergisi* 20(3), 187-197.

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

Cisneros, J. J. & Godfrey, L. D. (2001) Midseason pest status of cotton aphid (Hom: Aphididae) in California cotton: is nitrogen a key factor? *Environmental Entomology* 30(3), 501-510.

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

Darvish-Mojeni, T. & Rezvani, A. (1997) Study on the biology and population dynamics of *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae) on cotton fields in Gorgan region. *Journal of Entomological Society of Iran* 16 & 17, 1-10. [In Persian with English summary].

Denechere, M. (1981) Note on the distribution and evaluation of populations of *Aphis gossypii* (Homoptera: Aphididae) on cotton plants in the Central African Republic. *Cotton et Fibres Tropicales* 36(3), 271-280.

Elliot, N. C. & Kieckhefer, R. W. (1987) Spatial distributions of cereal aphids (Homoptera: Aphididae) in winter wheat and spring oats in South Dakota. *Environmental Entomology* 16, 896-901.

Fang, C. Y., Wen, S. G., Cui, S. Z. & Wang, Y. H. (1984) The role of natural enemies in the integrated control of insect pests on cotton. *China Cotton* 2, 42-43.

Archive of SID

www.SID.ir

Feng, M. G. & Nowierski, R. M. (1992a) 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.

Feng, M. G. & R. M. Nowierski (1992b) Variation in spatial pattern of the Russian wheat aphid (Homoptera:Aphididae) among small grains in the northwestern united states. *Environmental Entomol*ogy 21(5), 1029-1034.

Heydari, H., Attaran, M. R. & Daniali, M. (1997) Use of *Chrysoperla carnea* Steph. against cotton pests in the northern part of Iran. *Arab and Near-East Plant Protection Newsletter* 25-28.

Ho, C. C. (1993) Dispersion statistics and sample size estimates for *Tetranychus kanzawai* (Acari: Tetranychidae) on mulberry. *Environmental Entomology* 22(1), 21-25.

Hollingsworth, R. G., Tabashnik, B. E., Ullman, D. E., Johnson, M. W. & Messing, R. (1994) Resistance of *Aphis gossypii* (Hom: Aphididae) to insecticides in Hawaii: spatial patterns and relation to insecticide use. *Journal of Economic entomology* 87(2), 293-300.

Kapatos, E. T., Sahinoglou, A. & Stratopoulou, E. T. (1998) The population dynamics of *Aphis gossypii* Glover (Hom: Aphididae) on cotton in Greece. *Proceeding of 2nd World Cotton Research Conferences, Sept. 6-12, Athens, Greece.*

Kerns, D. L. & Gaylor, M. J. (1992) Insecticide resistance in field populations of the cotton aphid (Hom: Aphididae). *Journal of Economic entomology* 85(1), 1-8.

Kuno, E. (1991) Sampling and analysis of insect population. *Annual Review of Entomology* 36, 285-304.

Lotfalizadeh, H. (2002) Natural enemies of cotton aphids in Moghan region, northwest of Iran. *Proceedings of the 15th Iranian Plant Protection Congress, Vol. I, Pests*, p. 36.

Malhado, A. C. M. & 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.

Mallampalli, N. & R. Isaacs (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.

Mioannidis, P. (1998) Resistance of *Aphis gossypii* (Hom: Aphididae) to insecticide. *Proceeding of 2nd World Cotton Research Conferences, Sept. 6-12, Athens, Greece.*

Archive of SID

www.SID.ir

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

Parajulee, M. N. (2002) Quantifying the natural enemy profile and developing a decision rule system for predators in cotton agro ecosystems. Annual Report, Project No.: IPM 02-026. Texas Department of Agriculture. 14 pp.

Poole, R. W. (1974) *An introduction to quantitative ecology*. 531 pp. McGraw-Hill Book Company.

Razmjou, J., Hajizade, J. & Asadi, A. (2002) Some of important natural enemies of cotton aphid in Moghan. *Proceedings of the 15th Iranian Plant Protection Congress, Vol. I, Pests*, p. 36.

Reich, R. M. & Davis, R. (2000) *Quantitative spatial analysis* (*Course Notes for NR/ST 523*). 540 pp. Colorado State University, Fort Collins, Colorado.

Shi, D. S. (1985) Studies on the parasitoids of cotton aphid, II. Population suppression by two primary parasitoids on cotton aphid. *Contributions from Shanghai Institute of Entomology* 5, 95-103.

Slosser, J. E., Pinchak, W. E. & Rummel, D. R. (1989) A review of known and potential factors affecting the population dynamics of the cotton aphid. *Southwestern Entomologist* 14(3), 302-315.

Slosser, J. E., Pinchak, W. E. & Rummel, D. R. (1998) Abiotic and biotic regulation of *Aphis gossypii* Glover in Texas dry land cotton. *Southwestern Entomologist* 23(1), 31-65.

Southwood, T. R. E. (1995) *Ecological methods with particular reference to the study of insect populations*. 524 pp. Chapman & Hall.

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

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

Wells, L., Ruberson, N. J. R., McPherson, R. M., Herzog, G. A., Dagger, P. & Richter, D. (1999) Biotic suppression of the cotton aphid (Homoptera: Aphididae) in the Georgia coastal plain. *Proceedings Beltwide Cotton Conferences, Orlando, Florida, USA, 3-7 January*, 2, 1011-1014.

Archive of SID

www.SID.ir

Wilson, L. J., Bauer, L. R. & Lally, D. A. (1999) Insecticide-induced increases in aphid abundance in cotton. *Australian Journal of Entomology* 38(3), 242-243.

Wilson, L. T. & Gutierrez, A. P. (1980) Within-plant distribution of predators on cotton: comments on sampling and predator efficiencies. *Hilgardia* 48(2), 3-11.

Wilson, L. T. & Room, P. M. (1982) The relative efficiency and reliability of the three methods for sampling arthropod in Australian cotton fields. *Journal of Australian Entomological Society* 21, 175-181.

Wilson, L. T.; Room, P. M. & Bourne, A. S. (1983) Dispersion of arthropods, flower buds and fruit in cotton fields: effects of population density and season on the fit of probability distribution. *Journal of Australian Entomological Society* 22, 129-134.

Wool, D. & Hales, D. F. (1997) Phenotypic plasticity in Australian cotton aphid (Homoptera: Aphididae): host plant effects on morphological variation. *Annuals Entomological Society of America* 90(3), 316-328.

Xia, J. Y., van der Werf, W. & Rabbing, R. (1999) Influence of temperature on bionomics of cotton aphid Aphis *gossypii* on cotton. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 90, 25-35.

Young, L. J. & Young, L. H. (1998) *Statistical Ecology*. 565 pp .Kluwer Academic Publishers, Boston.

Zhang, Z. Q., Chen, P. R., Wang, K. & Wang, X. Y. (1993) Overdispersion of *Allothrombium pulvinum* larvae (Acari: Trombididae) parasitic on *Aphis gossypii* (Homoptera: Aphididae) in cotton fields. *Ecological Entomology* 18(4), 379-384.

Zhang, Z. Q. & Chen, P. (1993) Parasitism of *Aphis gossypii* (Homoptera: Aphididae) by *Allothrombium pulvinum* larvae (Acari: Trombididae) in cotton fields: spatial dispersion and density dependence. *Experimental and Applied Acarology* 17(12), 905-912.

Archive of SID

www.SID.ir