

## الگوی پراکنش فضایی جمعیت شته نخود، *Acyrtosiphon pisum* و کفشدوزک‌های شکارگر *Hippodamia variegata* و *Coccinella septempunctata* در مزارع یونجه استان همدان

۱. صفورا سلیمانی؛ ۲. حسین مددی\*

۱. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استادیار، دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران  
( تاریخ دریافت: ۹۲/۹/۱۴ - تاریخ تصویب: ۹۳/۴/۱۶ )

### چکیده

الگوی پراکنش جمعیت آفات در محیط یکی از عواملی است که نه تنها بر برنامه نمونه برداری و روش تجزیه و تحلیل داده‌ها مؤثر است، بلکه می‌تواند برای اندازه‌گیری تراکم آفت و دشمنان طبیعی آن‌ها نیز استفاده شود. بر همین اساس در طی دو فصل زراعی ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲، پراکنش فضایی جمعیت شته نخود، (*Acyrtosiphon pisum* Harris (Hem., Aphididae) و دو شکارگر مهم آن در مزارع یونجه استان همدان، (*Hippodamia variegata* Goeze (Col.: Coccinellidae) (Linnaeus, 1758) با استفاده از شاخص‌های پراکنش بررسی شد. برای تجزیه و تحلیل نتایج، سه روش قانون نمایی تیلور، آیواتو و نسبت واریانس به میانگین استفاده شد. نتایج به دست آمده نشان داد پراکنش شته و مراحل مختلف کفشدوزک‌ها از نوع تجمعی است. بر اساس مقادیر  $R^2$ ، مدل آیواتو مناسب‌تر از مدل تیلور برای توصیف رابطه بین میانگین و واریانس بود. در بین مراحل و گونه‌های مورد بررسی، شته‌های بالغ و کفشدوزک *H. variegata* بزرگ‌ترین و کفشدوزک هفت نقطه‌ای کوچک‌ترین ضریب تیلور را نشان دادند. اطلاعات این تحقیق می‌تواند در طراحی برنامه‌های مناسب نمونه برداری برای تخمین جمعیت شته یا کفشدوزک‌ها و نیز برآورد پارامترهای جمعیت مفید باشد.

**کلیدواژگان:** توزیع فضایی، قانون نمایی تیلور، مدل رگرسیونی آیواتو.

### مقدمه

یونجه یکی از گیاهان علوفه‌ای مهم است که یکی از فون‌های غنی بندپایان را دارد. در بین آفات و عوامل زیان‌آور، خسارت شته‌ها به‌عنوان یکی از آفات مهم یونجه (Summers 1976, Grigorov 1982, Rassouliau 1985) به‌ویژه در چین‌های دوم و سوم شایان توجه است (Rassouliau 1989). شته نخود (*Acyrtosiphon pisum* Harris (Hem.: Aphididae) به‌عنوان یکی از آفات مهم که کشت‌های یونجه را تهدید می‌کند از قسمت‌های مختلف دنیا گزارش شده است (Summers 1976, Grigorov 1982, Nakashima and Akashi 2005). فعالیت این شته از نواحی مختلف ایران روی یونجه

گزارش شده است (Monajemi and Esmaili 1981, Rassouliau 1985, Rakhshani et al. 2006, Merhrparvar et al. 2008). شته نخود فرنگی با اندازه نسبتاً بزرگ به‌صورت دو ریخت (مورف) سبز و صورتی رنگ دیده می‌شود. اندازه شته‌های بی‌بال ۴/۴-۲/۵ میلی‌متر و اندازه افراد بال‌دار ۳/۳-۲/۳ میلی‌متر است (Blackman and Eastop 2006) و بیشتر به گیاهان مختلف خانواده بقولات به‌ویژه یونجه، لوبیا، باقلا و نخود خسارت وارد می‌کنند (Modarres Awal 1997). تغذیه شته‌ها سبب اختلال در عملیات فتوسنتز گیاه می‌شود و در نتیجه، وزن محصول و میزان پروتئین گیاه را کاهش می‌دهد. این حشره علاوه بر خسارت مستقیم، ناقل

پراکنش فضایی گونه‌های مختلف شته‌ها در محصولات مختلف بررسی شده است. در بسیاری از موارد، بررسی توزیع فضایی جمعیت شته‌های گندم حاکی از تجمع‌ی بودن پراکنش جمعیت آن‌ها دارد. Feng (1993) and Nowierski 1992). پراکنش فضایی شته *Sitobion avenae* (Fabricius, 1775) به‌عنوان یکی از گونه‌های مهم مزارع گندم در انگلستان با استفاده از شاخص تیلور و تحلیل شاخص‌های مسافت ارزیابی شد (Winder et al. 1999). تومانوویچ و همکاران با بررسی پراکنش فضایی شته *S. avenae* در صربستان مقدار شاخص تیلور را بین ۱/۸ تا ۱/۹ برآورد کردند (Tomanovic et al. 2008). در مورد شکارگران شته‌ها نیز آپرتی و همکاران با مطالعه پراکنش فضایی حشرات کامل کفشدوزک هفت نقطه‌ای در مزارع گندم فرانسه برنامه نمونه‌برداری برای آن ارائه کردند (Iperti et al. 1988). متأسفانه، با وجود اهمیت مطالعه الگوی فضایی آفت هدف و دشمنان طبیعی آن در برهم‌کنش‌های بین آن‌ها، چنین اطلاعاتی در مورد شته نخود و کفشدوزک‌های شکارگر آن در مزارع یونجه منطقه مورد بررسی موجود نبود. با توجه به اینکه پراکنش فضایی آفت هدف و گونه‌های دشمنان طبیعی روی توانایی دشمنان طبیعی در مهارکردن جمعیت آفت تأثیرگذار است (Nakashima and Akashi 2005)، بنابراین، مطالعه الگوی پراکنش جمعیت شته‌های یونجه و کفشدوزک‌های شکارگر آن‌ها درک بهتری از روابط متقابلشان در اختیار ما قرار می‌دهد. هدف مهم این تحقیق، بررسی الگوی پراکنش فضایی جمعیت شته نخود و کفشدوزک‌های شکارگر آن و نیز مقایسه کارایی شاخص‌ها و مدل‌های مختلف برای تعیین پراکنش جمعیت آن‌ها است.

## مواد و روش‌ها

### نمونه‌برداری

نمونه‌برداری از جمعیت کفشدوزک‌ها و شته نخود به‌صورت هفتگی در طول دو فصل زراعی، در سال‌های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲، در سطح پنج هکتار از مزرعه یونجه دو ساله واقع در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا در منطقه دستجرد استان همدان

تعداد زیادی از بیماری‌های ویروسی از جمله ویروس موزاییک یونجه، موزاییک زرد لوبیا و موزاییک رگبرگ شبدر قرمز است (Golawska et al. 2010). همچنین، گزارش شده است که مقدار پروتئین و رنگدانه کاروتن یونجه‌های آلوده به شته نخودفرنگی به ترتیب ۲۰ و ۲۷ درصد کاهش می‌یابد (Rassoulian 1989).

در میان دشمنان طبیعی شته‌ها، کفشدوزک‌ها یکی از عوامل مفید در اکوسیستم‌های زراعی محسوب می‌شوند که نقش بسیار مهمی در ایجاد تعادل و تنظیم طبیعی جمعیت آن‌ها برعهده دارند. کفشدوزک منطقه پالئوآرکتیک است که در حال حاضر، گسترش جهانی دارد (Franzmann 2002). این کفشدوزک به‌عنوان شکارگر فعال گونه‌های مختلف شته‌ها از جمله شته نخود، شته سیاه باقلا، شته جالیز، شته روسی گندم، شته سبز سیب، شته مومی کلم، شته سبز هلو، شته گل‌سرخ، شته سیب‌زمینی، شته سبز گندم و سایر آفات مکند گزارش شده است (Vaundell and Storch 1972). در مناطق مختلف ایران نیز تغذیه این شکارگر از گونه‌های بسیاری از شته‌ها گزارش شده است و احتمال می‌رود در تمام نقاط ایران فعال باشد (Modarres 1992, Rajabi 1997, Awal). کفشدوزک هفت نقطه‌ای (*Coccinella septempunctata* (Linnaeus, 1758) نیز یکی از گونه‌های شکارگر مشهور شته‌ها است که در نقاط مختلف دنیا در برنامه‌های کنترل بیولوژیک کاربرد وسیعی دارد.

پراکنش فضایی که به معنی نحوه قرارگرفتن افراد یک جمعیت در محیط است از مهم‌ترین خصوصیات اکولوژیکی جمعیت جانوران محسوب می‌شود و می‌تواند در طراحی برنامه‌های نمونه‌برداری، به‌ویژه نمونه‌برداری دنباله‌ای برای تصمیم‌گرفتن در مورد کنترل یا مدیریت جمعیت آفات استفاده شود (Taylor 1984, Kuno 1991, Young and Young 1998). در طبیعت، الگوی پراکنش به یکی از سه شکل یکنواخت، تصادفی و تجمعی دیده می‌شود (Southwood 1995, Young and Young 1998) و می‌توان از آن به‌عنوان یک شاخص اکولوژیک برای ایجاد تمایز بین گونه‌ها استفاده کرد (Taylor 1984).

انجام شد. مزرعه مورد بررسی، یک مزرعه یونجه استاندارد بود که همه اقدامات زراعی مطابق روش معمول در سطح منطقه در آن انجام می‌شد. واحد نمونه‌برداری با توجه به روش فلیشر و همکاران، در سال ۱۹۸۵، تور جمع‌آوری حشرات انتخاب شد. مزیت تور حشرات در سهولت کاربرد و قابلیت استاندارد کردن و نیز فراوانی داده‌های حاصله است. نمونه‌برداری با استفاده از تور حشرات استاندارد (با قطر دهانه ۳۳ سانتی‌متر و طول دسته ۱ متر) در محدوده زمانی اواسط فروردین تا اواخر مهرماه (فصل زراعی یونجه) انجام شد و برای تعیین تعداد حشرات موجود در واحد نمونه‌برداری از روش شمارش مستقیم در محل استفاده شد. به‌منظور حذف تأثیرات حاشیه‌ای مزرعه، نمونه‌برداری از ۲ تا ۳ متری حاشیه مزرعه آغاز شد و به سمت بخش‌های مرکزی مزرعه ادامه یافت. هر واحد نمونه‌برداری شامل ۲۰ بار حرکت رفت و برگشت تور بود. همچنین، نمونه‌برداری‌ها هفته‌ای یکبار در ساعات ۸-۱۲ روز انجام شد؛ به این ترتیب که ده قدم در راستای قطر زمین حرکت انجام و در هر قدم یکبار به تورزدن اقدام می‌شد. در مجموع حدود چهارصد تور در دو قطر زمین زده شد. پس از برداشتن هر واحد نمونه‌برداری، محتویات درون تور در سینی سفیدرنگی تخلیه و تعداد شکارگرها و شته‌های به‌دام‌افتاده شمارش و ثبت می‌شد. به دلیل دشواری تفکیک و شناسایی لاروهای سنین مختلف دو گونه کفشدوزک براساس ویژگی‌های ظاهری در محل نمونه‌برداری و اندک‌بودن تعداد لاروهای به‌دام‌افتاده در تورها به دلیل حضور بیشتر لاروها در قسمت‌های نزدیک به سطح زمین، محاسبات مربوط به پراکنش فضایی آن‌ها فقط برای حشرات کامل کفشدوزک انجام شد؛ اما پراکنش فضایی شته نخودفرنگی با تفکیک پوره‌ها از حشرات کامل تعیین شد. در مجموع دو سال، چهل و پنج نوبت از مزرعه یونجه نمونه‌برداری شد. تمامی محاسبات با نرم‌افزار Excel 2010 و SAS 9.1 انجام شد.

$$\text{Log}S^2 = \text{Log}a + b\text{Log}\bar{x}$$

در این معادله  $S^2$  و  $\bar{x}$  به ترتیب واریانس و میانگین نمونه،  $b$  شیب خط رگرسیون و ضریب  $a$  به‌عنوان عامل‌برداری مرتبط با اندازه نمونه است. مقدار شیب خط رگرسیون بزرگ‌تر از یک، مساوی با یک و کوچک‌تر از یک به ترتیب نشان‌دهنده الگوی پراکنش تجمعی، تصادفی و یکنواخت یا منظم است. معادله رگرسیونی آیواتو برای تعیین الگوی پراکنش نیز به‌صورت زیر است:

$$m^* = \alpha + \beta \cdot \bar{m}$$

در این معادله  $\bar{m}$  میانگین جمعیت و  $\alpha$  و  $\beta$  ضرایبی هستند که باید محاسبه شوند.  $m^*$  یا شاخص میانگین ازدحام لوید نیز از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$m^* = \bar{m} + \left[ \left( \frac{S^2}{\bar{m}} \right) - 1 \right]$$

شیب معادله رگرسیونی آیواتو ( $\beta$ ) معیاری برای نشان‌دادن نوع توزیع فضایی حشره مورد نظر است. همانند روش تیلور، شیب بزرگ‌تر از عدد یک، برابر با یک و کوچک‌تر از یک به ترتیب نشان‌دهنده تجمعی، تصادفی و یکنواخت‌بودن الگوی پراکنش حشره است. برای آزمون معنی‌داری اختلاف ضرایب  $b$  تیلور و  $\beta$  آیواتو با صفر از مقادیر  $F$  و  $P$ -value به‌دست‌آمده از معادله رگرسیون و برای آزمون انحراف ضرایب  $b$  و  $\beta$  با عدد یک از آماره  $t$  (معادله ۴) با درجه آزادی  $n-1$  استفاده شد (Tsai et al. 2000).

$$t = \frac{\text{Slope} - 1}{SE_{\text{slope}}}$$

در این معادله  $\text{Slope}$  و  $SE_{\text{slope}}$  به ترتیب نشان‌دهنده شیب خط رگرسیون و خطای استاندارد شیب هستند. از

تعیین الگوی پراکنش برای تعیین نوع الگوی توزیع فضایی جمعیت حشرات مورد مطالعه، از شاخص‌های تیلور (Taylor 1961, )

#### تعیین الگوی پراکنش

مورد مطالعه، از شاخص‌های تیلور ( Taylor 1961, )

پراکندگی ( $I_D$ ) از طریق فرمول زیر محاسبه شد (Pedigo and Buntin 1994).

$$I_D = \frac{(n-1)S^2}{m}$$

که در آن  $S^2$  واریانس،  $n$  تعداد نمونه‌ها و  $m$  میانگین داده‌هاست. در توزیع پواسون، پراکنش شاخص پراکندگی ( $I_D$ ) تقریباً به صورت متغیر کای اسکور  $\chi^2$  با  $n-1$  درجه آزادی است. بنابراین، با مراجعه به جداول کای اسکور می‌توان از این شاخص برای آزمون اختلاف پراکنش مشاهده شده با پراکنش تصادفی استفاده کرد (Southwood and Henderson 2000).

## نتایج و بحث

### شاخص پراکنش تیلور

پارامترهای به دست آمده از معادلات رگرسیونی تیلور در جدول ۱ ارائه شده‌اند؛ براساس نتایج به دست آمده در روش تیلور، مقادیر  $F$  در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود ( $P\text{-value} < 0.0001$ ) بنابراین، شیب خط رگرسیونی اختلاف معنی‌داری با عدد صفر نشان می‌دهد و رگرسیون معنی‌دار است. جدول ۱ نشان می‌دهد با توجه به مقادیر ضریب  $b$  پراکنش حشرات کامل و پوره‌های شته نخود و دو گونه کفشدوزک شکارگر آن‌ها در سال‌های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ از نوع تجمع‌ی است.

آنجا که ضرایب تیلور و آیواتو براساس مجموع داده‌های دو سال برآورد شدند، وجود یا نبود اختلاف بین ضرایب پراکنش دو سال ( $b_1$  و  $b_2$ ) از طریق آماره  $t$  (معادله ۵) و با درجه آزادی  $(n_1 + n_2) - 2$  بررسی شد (Feng and Nowierski 1992). تلفیق داده‌های دو سال و برآورد یک ضریب پراکنش کلی، تنها در صورت معنی‌دار نبودن اختلاف بین ضرایب سال‌ها و مناطق مختلف نمونه‌برداری انجام شد. (معادله ۵)

$$t = \frac{b_1 - b_2}{\sqrt{SE^2_1 + SE^2_2}}$$

### شاخص واریانس به میانگین

یکی از راه‌های به دست آوردن نوع الگوی پراکنش فضایی، رابطه بین میانگین و واریانس‌های تعداد نمونه‌ها در هر نمونه است. نسبت واریانس به میانگین یکی از ساده‌ترین و اساسی‌ترین شاخص‌های مورد استفاده برای تعیین الگوی توزیع فضایی است (Lloyd 1967). بر این اساس، پراکنش یک جمعیت می‌تواند با محاسبه نسبت واریانس به میانگین طبقه‌بندی شود، در صورتی که نسبت  $\frac{S^2}{\bar{x}}$  بزرگ‌تر، مساوی و یا کوچک‌تر از یک باشد، الگوی توزیع فضایی حشره مورد نظر به ترتیب تجمعی، تصادفی و منظم خواهد بود. پس از محاسبه نسبت واریانس به میانگین، باید آزمون وجود اختلاف معنی‌دار با عدد یک از لحاظ آماری انجام شود. به همین منظور شاخص

جدول ۱. پارامترهای رگرسیونی تیلور برای مراحل مختلف رشد و نمو شته نخود و کفشدوزک‌ها در مزارع یونجه منطقه دستجرد به

تفکیک سال‌های زراعی ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲

df	t	F	R <sup>2</sup> (Adjust)	a±SE	b±SE	گونه و مرحله رشدی
۲۱	۱۶/۸۳**	۲۸۳/۳۹*	۰/۹۳۱	۱/۷۲۷±۰/۰۶	۱/۴۵۱±۰/۰۳۸	شته نخود بالغ #۹۱
۲۲	۱۱/۱۸**	۱۲۴/۹۵*	۰/۸۴۹	۰/۹۸۵±۰/۰۸۵	۱/۷۶۹±۰/۰۴۳	شته نخود بالغ #۹۲
۲۱	۱۲/۱۴**	۱۹۰/۰۱*	۰/۹۰۰	۱/۴۹±۰/۰۶۰	۱/۵۲۳±۰/۰۴۳	پوره شته نخود #۹۱
۲۲	۲۵/۷۶**	۵۵۹/۷۲*	۰/۹۶۲	۱/۸۲۸±۰/۰۵۹۳	۱/۶۴۴±۰/۰۲۵	پوره شته نخود #۹۲
۲۱	۲/۵۰۲**	۳۸/۳۸*	۰/۶۴۰	۱/۷۸۸±۰/۰۶	۱/۲۱۸±۰/۰۸۷۱	#۹۱ <i>C. septempunctata</i>
۲۲	۹/۲**	۱۲۰/۰۸*	۰/۸۴۴	۱/۵۹۳±۰/۰۵۱	۱/۴۲۱±۰/۰۴۶	#۹۲ <i>C. septempunctata</i>
۲۱	۱۸/۹۲**	۲۶۷/۸۷*	۰/۹۲۷	۱/۵۱۱±۰/۰۳۷	۱/۶۵۲±۰/۰۳۴	۹۱ <i>H. variegata</i>
۲۲	۷/۰۲**	۱۵۰/۶۶*	۰/۸۷۲	۱/۶۲۱±۰/۰۵۸	۱/۳۶۷±۰/۰۵۲	۹۲ <i>H. variegata</i>

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

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

برای کفشدوزک‌های *H. variegata* و *C. septempunctata* و نیز شته نخود براساس مجموع داده‌های دو سال

پارامترهای به دست آمده از رگرسیون بین لگاریتم واریانس و لگاریتم میانگین تعداد نمونه (قانون تیلور)

مقدار ضریب پراکنش (b) هم بزرگ تر بود.

۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ در جدول ۲ ارائه شده است. در این حالت نیز مقدار F در سطح ۵ درصد همواره معنی دار و

جدول ۲. پارامترهای رگرسیونی تیلور برای مراحل مختلف رشد و نمو شته‌های نخود و کفشدوزک در مزارع یونجه منطقه دستجرد

براساس مجموع داده‌های دو سال زراعی ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲

df	t	F	R <sup>2</sup> (Adjust)	a±SE	b±SE	گونه و مرحله رشدی
۴۳	۲۱/۷۸**	۳۰۵/۷۷*	۰/۸۷۴	۱/۲۴۴±۰/۰۵۹	۱/۶۵۸±۰/۰۳۰	شته نخود بالغ
۴۳	۳۲/۶۵**	۸۲۷/۸۸*	۰/۹۴۹	۱/۴۸۳±۰/۳۹۴	۱/۶۵۳±۰/۰۲۰	پوره شته نخود
۴۳	۸/۸۶۳**	۱۸۶/۵۱*	۰/۸۰۸	۱/۶۲۱±۰/۰۳۵	۱/۳۸۲±۰/۰۴۳	<i>C. septempunctata</i>
۴۳	۱۳/۸۷۸**	۳۳۱/۴۶*	۰/۸۸۲	۱/۶۳۴±۰/۰۳۷	۱/۴۵۸±۰/۰۳۳	<i>H. variegata</i>

\*معنی دار بودن اختلاف ضرایب با صفر در سطح احتمال ۵ درصد.

\*\*معنی دار بودن اختلاف ضرایب با یک در سطح احتمال ۵ درصد.

یک بود که نشان دهنده تجمعی بودن پراکنش جمعیت کفشدوزک است (Afshari et al. 2007).

سایر منابع نیز به پراکنش تجمعی شته‌های مختلف روی محصولات زراعی اشاره کرده‌اند (Dean and Luuring 1970, Rai and Singh 1993, Devi 1998, Tomanovic et al. 2008). در مورد نوع روش استفاده شده در تعیین الگوی پراکنش، تحقیقات متعدد نشان داده‌اند که مدل رگرسیونی تیلور اهمیت زیادی برای این منظور دارد (Feng and Nowierski 1992, Feng et al. 1993). بورجیو و همکاران با بررسی پراکنش فضایی دو شته *S. avenae* و *Rhopalosiphum padi* (L.) در شمال ایتالیا، مقادیر ضریب تیلور آن‌ها را به ترتیب ۱/۲۹ و ۱/۵۳ برآورد کردند (Burgio et al. 1995). همچنین، کوالیراتوس و همکاران پراکنش شته سبز هلو *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) و زنبور پارازیتوئید آن را از نوع تجمعی گزارش کردند (Kavallieratos et al. 2005).

مطالعات در مورد نوع پراکنش فضایی کفشدوزک‌ها نتایج متفاوتی را نشان می‌دهد. برای مثال، پراکنش کفشدوزک *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) روی درخت *Pittosporum tobira* از نوع تجمعی گزارش شده است (Johki et al. 1988). مقدار b برای چندین گونه از کفشدوزک‌ها در مزرعه گندم در محدوده ۰/۹۶ تا ۱/۲۱ گزارش شده است (Elliot et al. 1997). تعدادی از محققان نیز پراکنش گونه *Leis axyridis* (Pallas) در مزارع توتون را از نوع تصادفی (b=1.019) گزارش کردند (Ren et al. 2000). پارک و اوبریکی، در سال ۲۰۰۴، در مورد کفشدوزک *H. axyridis* در مزرعه ذرت پراکنش

همچنین، به دلیل معنی دار نبودن اختلاف بین ضرایب پراکنش دو سال، داده‌های دو سال تلفیق شد و یک ضریب پراکنش کلی برای نمونه‌ها برآورد شد. بدین ترتیب ضریب پراکنش برای پوره‌ها و شته‌های بالغ به ترتیب ۱/۶۵۳ و ۱/۶۵۸ با استفاده از قانون نمایی تیلور برآورد شد که دال بر تجمعی بودن پراکنش فضایی است و مقدار t هم در سطح ۱ درصد به ترتیب برای شته‌های بالغ (P-value < 0.0001, df=43, t=21.78) و برای پوره‌ها (P-value < 0.0001, df=43, t=32.65) معنی دار بود (جدول ۲). یاراحمدی و همکاران با بررسی تغییرات فصلی و توزیع فضایی شته‌های مهم گندم در بروجرد، ضریب تیلور دو گونه شته *S. avenae* و *Schizaphis graminum* (Rondani) را به ترتیب ۱/۱۸ و ۱/۳۵ برآورد کردند (Yarahmadi et al. 2008). افشاری و همکاران هم در مورد پراکنش فضایی شته سبز پنبه در گرگان به این نتیجه رسیدند که جمعیت شته در بیشتر تاریخ‌های نمونه برداری در فصل زراعی، پراکنش تجمعی دارد. علاوه بر این، در بررسی پراکنش فضایی جمعیت دشمنان طبیعی شته پنبه که از جمله آن‌ها می‌توان به کفشدوزک هفت نقطه‌ای اشاره کرد به این نتیجه رسیدند که مقدار F (387.4) در سطح ۵ درصد همواره معنی دار بوده است و ضریب تیلور (b=1.13±0.058) به صورت معنی داری بزرگ‌تر از یک است (Afshari et al. 2007). در مطالعه دیگری روی کفشدوزک *Stethorus gilvifrons* Mulsant در هر دو سال زراعی ارتباط معنی داری بین لگاریتم میانگین و واریانس جمعیت کفشدوزک شکارگر وجود داشت و ضرایب تیلور (b=1.44) به دست آمده به صورت معنی داری بزرگ‌تر از

نتایج به‌دست‌آمده از آماره t در محاسبه شاخص آیواو (جدول ۴) برای مجموع داده‌های دو سال نشان داد، که همانند شاخص تیلور، برآورد مقدار t برای داده‌های مجموع دو سال نمونه‌برداری امکان‌پذیر و در سطح ۵ درصد معنی‌دار است. بنابراین، می‌توان گفت که در تمام نمونه‌ها پراکنش از نوع تجمعی است. همان‌طور که جدول ۴ نشان می‌دهد، ضریب تبیین برای مجموع داده‌های دو سال نیز مقدار بالایی دارد. الیوت و کیک هیفر با بررسی پراکنش فضایی شته‌های گندم، مقادیر ضرایب تیلور و آیواو گونه *S. graminum* را به ترتیب ۱/۳۵ و ۲/۷۷ برآورد کردند (Elliott and Kieckhefer 1987).

فضایی تجمعی در نقطه اوج جمعیت را مشاهده کردند، اما برای قبل و بعد از نقطه اوج جمعیت پراکنش تصادفی را برآورد کردند (Park and Obrycki 2004). تجمعی بودن پراکنش کفشدوزک‌های جنس *Stethorus* نیز در برخی منابع گزارش شده است (Chen 1994).

#### شاخص آیواو

براساس پارامترهای به‌دست‌آمده از معادله آیواو (جدول ۳)، مقدار F در تمام موارد نمونه‌برداری در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار و ضرایب  $\beta$  همواره اختلاف معنی‌داری با عدد یک داشت (پراکنش تجمعی). با وجود معنی‌دار بودن مقادیر F ضرایب تبیین آن‌ها در مقایسه با ضرایب تبیین معادله تیلور تقریباً مشابه بود.

جدول ۳. پارامترهای رگرسیونی آیواو برای مراحل مختلف رشد و نمو شته نخود و کفشدوزک در مزارع یونجه منطقه دستجرد به تفکیک دو سال زراعی ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲

df	t	F	R <sup>2</sup> (Adjust)	$\alpha \pm SE$	$\beta \pm SE$	گونه و مرحله رشد و نمو
۲۱	۸/۲۷۱**	۵۴/۴۱*	۰/۹۶۳	۱/۲۳۸±۰/۵۴۸	۱/۲۷۰±۰/۰۲۳	شته نخود بالغ ۹۱
۲۲	۳۴/۸۹۴**	۵۴۱/۸۴*	۰/۹۶۱	-۵/۰۰۴۶±۲/۱۶۴	۱/۸۰۱±۰/۰۲۳	شته نخود بالغ ۹۲
۲۱	۱۱/۰۷۷**	۶۴۳/۰۵*	۰/۹۶۸	۱/۰۳۱۵±۰/۴۷۷	۱/۳۰۲±۰/۰۲۹	پوره شته نخود ۹۱
۲۲	۳۵/۱۵۱**	۱۶۸۵/۷*	۰/۹۸۷	-۰/۰۰۵۶۹±۱/۹۹۲	۱/۵۴۷±۰/۰۱۵	پوره شته نخود ۹۲
۲۱	۲/۹۵۸**	۴۹/۰۵*	۰/۹۶۶	۰/۶۹۹±۰/۳۱۱	۱/۲۴۲±۰/۰۸۲	۹۱C. <i>septempunctata</i>
۲۲	۱۱/۵۹۶**	۱۱۲/۸۱*	۰/۸۳۶	-۰/۱۰۴±۰/۳۰۸	۱/۵۸۲±۰/۰۰۵	۹۲C. <i>septempunctata</i>
۲۱	۲۳/۴۸۷**	۵۷۶/۵۶*	۰/۹۶۵	۰/۳۰۳±۰/۲۲۵	۱/۵۹۳±۰/۰۲۵	H. <i>variegata</i> ۹۱
۲۲	۱۰/۱۰۹**	۱۹۴/۰۵*	۰/۸۹۸	-۰/۰۵۳۳±۰/۳۹۵	۱/۴۵۱±۰/۰۴۵	H. <i>variegata</i> ۹۲

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

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

جدول ۴. پارامترهای رگرسیونی آیواو برای مراحل مختلف رشدی شته نخود و کفشدوزک‌های *C. septempunctata* و *H. variegata* در مزارع یونجه منطقه دستجرد براساس مجموع داده‌های دو سال زراعی ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲

df	t	F	R <sup>2</sup> (Adjust)	$\alpha \pm SE$	$\beta \pm SE$	گونه و مرحله رشد و نمو
۴۳	۴۸/۶۸۷**	۱۱۴۸/۱*	۰/۹۶۳	-۳/۸۸۳±۱/۰۹۳	۱/۷۷۹±۰/۰۱۶	شته نخود بالغ ۹۱-۹۲
۴۳	۴۹/۵۴**	۳۶۳۴/۷*	۰/۹۸۸	-۰/۴۰۹±۰/۷۹۸	۱/۵۴۵±۰/۰۱۱	پوره شته نخود ۹۱-۹۲
۴۳	۱۳/۶۳**	۲۱۰/۳*	۰/۸۲۶	۰/۰۸۹۹±۰/۱۹۳	۱/۵۱۸±۰/۰۳۸	C. <i>septempunctata</i>
۴۳	۱۹/۵۰**	۵۴۷/۸*	۰/۹۲۵	۰/۱۵±۰/۲۳۳	۱/۵۰۷±۰/۰۲۶	H. <i>variegata</i>

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

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

(Square test,  $\chi^2_{0.01}=68.71$ ,  $df=44$ ,  $P\text{-value}<0.01$  (جدول ۵). از نکات مثبت این روش این است که برخلاف شاخص تیلور که برآورد آن‌ها مستلزم محاسبه لگاریتم میانگین و واریانس و انجام رگرسیون بین آن‌هاست یا در روش آیواو نیاز به محاسبه شاخص

#### شاخص واریانس به میانگین

نتایج به‌دست‌آمده از شاخص نسبت واریانس به میانگین نیز با نتایج شاخص‌های تیلور و آیواو مطابقت داشت و پراکنش فضایی محاسبه‌شده براساس این معیار نیز برای همه حشرات نمونه‌برداری‌شده از نوع تجمعی بود (Chi-

میانگین ازدحام لوید دارد، شاخص نسبت واریانس برآورد کرد. به میانگین را می‌توان به‌سادگی و با محاسبات اندک

جدول ۵. شاخص نسبت واریانس به میانگین برای مراحل مختلف نشو و نمای شته نخود و کفشدوزک‌های *C. septempunctata* و *H.*

*variegata* در مزارع یونجه منطقه دستجرد

$I_D$	$S^2/m$	مراحل رشد و نمو
۱۱۶۲۴/۵۴	۱۲/۹۳۰۵۲	شته بالغ
۱۱۶۴۲/۵۰	۱۲/۹۵۰۵۰	پوره شته
۲۱۶۹/۹۶	۲/۴۱۳۷۴	کفشدوزک <i>C. septempunctata</i>
۳۰۱۹/۴۸	۳/۳۵۸۷۱	کفشدوزک <i>H. variegata</i>

می‌توان نتیجه گرفت که بین الگوی طبیعی پراکنش شکارگر و طعمه در طبیعت روابطی حاکم است، به‌طوری که نوع الگوی پراکنندگی طعمه بر پراکنش شکارگر مؤثر است. از سوی دیگر مشخص شده است که حضور دشمنان طبیعی شته‌ها ارتباط مستقیمی در ارتباط با پراکنش فضایی جمعیت شته‌ها دارد (Gowling and van Emden 1994 و ۹۹۴). پراکنش فضایی طعمه یکی از عوامل اصلی است که تأثیر زیادی بر دشمنان طبیعی طعمه دارد و به پراکنش جمعیت آن‌ها منجر می‌شود (Bommarco and Ekblom 2007). اشاره شده است که توزیع فضایی جمعیت کفشدوزک‌ها به‌طور مستقیمی توسط پراکنش فضایی شته جالیز کنترل می‌شود که هر دو، از نوع جمعیت است (Rahman et al. 2010). در تحقیق انجام‌شده، جمعیت بودن پراکنش شته نخودفرنگی بیانگر این مطلب است که حضور یک فرد در یک منطقه از محیط زیست، باعث افزایش حضور سایر افراد در نقاط اطراف آن می‌شود و به‌عبارت دیگر احتمال اشغال هر یک از نقاط زیستگاه توسط افراد آن جامعه با هم برابر نیست. از طرف دیگر وابستگی توزیع این شکارگران به الگوی پراکنش آفت می‌تواند باعث شود کفشدوزک‌های شکارگر نقش فعال‌تری در کاهش جمعیت آفت داشته باشند.

نتایج به‌دست‌آمده نشان داد، میزان کارایی هر دو مدل رگرسیونی (آیوانو و تیلور) در برآورد الگوی پراکنش شته نخود و کفشدوزک‌های شکارگر آن تقریباً یکسان است. تحقیقات فراوانی دال بر کارایی بیشتر شاخص تیلور نسبت به آیوانو در مطالعات مربوط به تعیین پراکنش فضایی شته سبز پنبه (Celini and Valliant 2004) و شته‌های غلات (Elliot and Kieckhefer

در تحقیقات دیگر نیز از این روش برای بررسی پراکنش جمعیت حشرات استفاده کرده‌اند. نسبت واریانس به میانگین در شته خردل *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach) نشان‌دهنده پراکنش تجمعی شته در طبیعت بوده است (Samim Akhtar et al. 2010). افشاری و همکاران نیز در برآورد پراکنش فضایی جمعیت دشمنان طبیعی شته سبز پنبه با استفاده از شاخص نسبت واریانس به میانگین، درصد مطابقت جمعیت کفشدوزک‌های هفت نقطه‌ای و کفشدوزک‌های بالغ جنس *Scymnus* Kug. با پراکنش‌های تجمعی را به‌ترتیب ۸/۱۰ و ۳۴/۸ برآورد کردند که بیانگر تمایل بیشتر آن‌ها به پراکنش تصادفی است (Afshari et al. 2007b).

همچنین، افشاری و همکاران در مورد پراکنش افراد بالغ کفشدوزک‌های *Propylea quatuordecimpunctata* (Linnaeus, 1758) (کفشدوزک شطرنجی) و *H. variegata* درصد مطابقت با پراکنش تصادفی را بیشتر از تجمعی برآورد کردند (Afshari et al. 2007b). با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، مشخص شد که کفشدوزک هفت نقطه‌ای *C. septempunctata* در سال زراعی ۱۳۹۱ کمترین ضریب تجمع را با استفاده از هر دو روش تیلور و آیوانو داشت. محاسبه شاخص تجمع این گونه با استفاده از روش نسبت واریانس به میانگین نیز نتیجه مشابهی را در بر دارد. در سال‌های ۹۱ و ۹۲، ضریب تبیین ( $R^2$ ) محاسبه‌شده برای گونه فوق نیز کمترین مقدار را در میان سایر مقادیر به‌دست‌آمده برای گونه‌ها نشان داد.

حال با توجه به اینکه پراکنش فضایی نمونه‌های مورد بررسی در هر سه روش از نوع تجمعی برآورد شد

برای تعیین الگوی پراکنش دارد. اطلاعات به‌دست‌آمده در این مطالعه می‌تواند در طراحی برنامه‌های نمونه‌برداری برای کنترل یا مدیریت جمعیت شته‌نخود در مزارع یونجه استفاده شود. همچنین، در روش نمونه‌برداری دنباله‌ای که روشی سریع و دقیق برای برآورد میانگین جمعیت آفت یا تصمیم‌گیری برای کنترل یا عدم کنترل آن است، اطلاعات مربوط به پراکنش فضایی جمعیت در تعیین معادلات و تعداد نمونه لازم برای تصمیم‌گیری ضروری هستند (Southwood 1995, Young and Young 1998). علاوه بر این، تحلیل پراکنش کفشدوزک‌های شکارگر شته‌نخود و همبستگی الگوی پراکنش آن‌ها با توزیع فضایی شته‌نخود به تعیین انبوهی جمعیت این شکارگران در مزارع یونجه و نقش آن‌ها در کنترل جمعیت شته‌نخود کمک خواهد کرد.

1987) گزارش شده است. افشاری و همکاران نیز به این نتیجه رسیدند که شاخص آیوائو برای کفشدوزک هفت نقطه‌ای در مقایسه با تیلور ضرایب تبیین ( $R^2=0.287$ ) بسیار کوچک‌تر و خطای استاندارد بزرگ‌تری دارد که بنابراین، می‌توان گفت شاخص تیلور کارایی بیشتری نسبت به شاخص آیوائو دارد (Afshari et al. 2007b). عدم تغییر در مقابل نوسانات اندک محیطی (Nestel et al. 1995) و عدم تأثیرپذیری از اندازه نمونه (Croft et al. 1976) از دیگر ویژگی‌های شاخص تیلور است که استفاده از آن را توجیه می‌کند. بنابراین، برای برآورد پراکنش فضایی و نیز طراحی برنامه‌های دنباله‌ای، استفاده از شاخص تیلور به شاخص آیوائو ترجیح داده می‌شود. اما نتایج به‌دست‌آمده در این مطالعه نشان داد که ضرایب تبیین در مدل آیوائو اندکی بزرگ‌تر از مدل تیلور است و خطای استاندارد کمتری نیز دارد؛ در نتیجه شاخص آیوائو کارایی بیشتری نسبت به شاخص تیلور

## REFERENCES

- Afshari A, Mossadegh MS, Kamali K (2007a) Seasonal changes and spatial distribution of sugarcane mite, *Oligonychus sacchari* (Prostigmata: Tetranychidae) and predatory ladybird, *Stethorus gilvifrons* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae) in sugarcane fields of Ahvaz. Scientific Journal of Agriculture 30(1):135-147. (In Persian)
- Afshari A, Soleymannejadian E, Shishehbor P (2007b) Spatial distribution of the natural enemies of the cotton aphid, and the comparison of its estimating procedures in cotton fields of Gorgan, Iran. Journal of Entomological Society of Iran 27(2):61-78. (In Persian)
- Blackman RL, Eastop VF (2006) Aphids on the world's herbaceous plants and shrubs. 1<sup>st</sup>. ed. John Wiley & Sons Ltd, Chichester, UK.
- Bommarco R, Ekbom B (2007) Outbreak suppression by predator depends on spatial distribution of prey. Ecological modeling 201:163-170
- Burgio G, Cornale R, Cavaz zuti C, Poz zati 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.
- Celini L, Va illant J (2004) A Model of temporal distribution of *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae) on cotton. Journal of Applied Entomology 128(2): 133-138.
- Chen WL (1994) Preliminary study on the sampling technique for the mixed population of *Stethorus chengi* Sasaji and *Panonychus citri* Mc Gregor population. Journal of Shanghai Agricultural College 12(2):113-118.
- Croft BA, Welch SM, Dover MJ (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.
- Dean GJ, Lurring BB (1970) Distribution of aphids in cereal aphid. Annals of Applied Biology 66:485-496.
- Devi PB (1998) Bio-ecology of *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae) on certain Cole crops in Manipur, Ph.D., Manipur University, India.
- Elliott NC, Kieckhefer RW (1987) Spatial distributions of cereal aphids (Homoptera: Aphididae) in winter wheat and spring oats in South Dakota. Environmental Entomology 16:896-901.
- Elliot NC, Michels GJ, Kieckhefer French BW (1997) Sequential sampling for adult Coccinellids in wheat. Entomologia Experimentalis et Applicata 84:267-273.



- Feng MG, Nowierski RM** (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.
- Feng MG, Nowierski RM, Zeng Z, Scharen AL** (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* 86:427-435.
- Fleischer SJ, Gaylor MJ & Edelson JV** (1985) Estimating absolute density from relative sampling of *Lygus lineolaris* (Heteroptera: Miridae) and selected predators in early to mid season cotton. *Environmental Entomology* 14: 709-717.
- Franzmann BA** (2002) *Hippodamia variegata*; a predacious ladybird new in Australia. *Australian Journal of Entomology* 41:375-377.
- Golawska S, Krzyzanowski R, Lukasik I** (2010) Relationship between aphid infestation and chlorophyll content in fabacea species. *Acta Biologica Cracoviensia series botanic* 52(2):76-80.
- Gowling GR, van Emden HF** (1994) Falling aphids enhance impact of biology control by parasitoid on partially aphid resistant plant varieties. *Annals of Applied Biology* 125:233-242.
- Grigorov S** (1982) Interrelations between cereal aphids and their natural enemies on lucerne. *Rasteniev dni-nauki* 19(7): 94-105.
- Iperti G, Lapchin L, Ferran A, Rabasse JM, Lyon JP** (1988) Sequential sampling of adult *Coccinella septempunctata* L. in wheat fields. *Canadian Entomologist* 120:773-778.
- Iwao S** (1968) A New regression method for analyzing the aggregation pattern of animal populations. *Researches on Population Ecology* 10: 1-20.
- Johki Y, Obata S, Matsui M** (1988). Distribution and behavior of five species of aphidophagous ladybirds (Coleoptera) around aphid colonies, *In: Niemczyk E, Dixon AFG, (eds.), Ecology and Effectiveness of Aphidophaga*, 1<sup>st</sup> ed. SPB Academic Publishing, The Netherlands. pp.35-38.
- Kavallieratos NG, Athanassiou CG, Tomanovic, Z, Sciarretta A, Trematerra P, Z ikic V** (2005) Seasonal occurrence spatio-temporal distribution and sampling indices for *Myzus persicae* and its parasitoids on tobacco. *European Journal of Entomology* 102:459-468.
- Kuno E** (1991) sampling and analysis of insect population .*Annual Review of Entomology* 36:285-304.
- Lloyd M** (1967) Mean crowding. *Journal of Animal Ecology* 36:1-30.
- Mehrpour M, Madjdzadeh SM, Ebrahimpour E, Esmail Beygi, M** (2008) Morphometric study of the pea aphid, *Acyrtosiphon pisum* (Hem.: Aphididae) populations feeding on alfalfa in Iran. *In: The 18th Iranian Plant Protection Congress, 24-27 Aug., University of Bu-Ali Sina, Hamedan, Iran.* 66.
- Modarres Awal M** (1997) List of agriculture pests and their natural enemies in iran. Ferdowsi University of Mashhad, Iran.(In Persian)
- Monajemi H, Esmaili M** (1981) Population dynamics of Lucerne aphids and their natural controlling factors in karaj. *Journal of Entomological Society of Iran*.6: 41-63.(In Persian)
- Nakashima Y, Akashi M** (2005) Temporal and within-plant distribution of the parasitoid and predator complexes associated whit *Acyrtosiphon pisum* and *A. kondoi* (Homoptera: Aphididae) on alfalfa in Japan. *Journal of Applied Entomology and Zoology* 40(1):137-144.
- 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.
- Park Y, Obrycki JJ** (2004) Spatio-temporal distribution of corn leaf Aphids (Homoptera: Aphididae) and lady beetles (Coleoptera: Coccinellidae) in Iowa cornfields. *Biological Control* 31(2): 210-217.
- Pedigo LP, Buntin GD** (1994) Handbook of sampling methods for Arthropods in agriculture. 1<sup>st</sup> Ed. CRC press, USA.
- Pool RW** (1974) An Introduction to Quantitative Ecology. McGraw-Hill Co. New York.
- Rai S, Singh VS** (1993) Spatial distribution of aphids infesting cabbage and cauliflower. *Indian Journal of Entomology* 55:178-183.
- Rajabi GR** (1992) Insects pests of rosaceous fruit trees in Iran. Ministry of Agriculture, Iran (In Persian).
- Rahman T, Mohd Roff MN, Abd Ghani IB** (2010) Within-field distribution of *Aphis gossypii* and aphidophagous ladybeetles in chili, *Capsicum annum*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 137(3): 211-219.
- Rakhshani E, Talebi AA, Manzari S, Rezvani A, Rakhshani H** (2006) An Investigation on alfalfa aphids and their parasitoids in different parts of Iran, with a key to the parasitoid. *Journal of Entomological Society of Iran* 25(2):1-14.(In Persian)
- Rakhshani E, Ebadi R, Mohammadi AA** (2009) Population dynamics of alfalfa aphids and their natural enemies in Isfahan, Iran. *Journal of Agricultural Science and Technology* 11:505-520.
- Rassoulia GR** (1985) Investigation on the biology and population fluctuation of important alfalfa aphids in Karaj, Iran. Ph.D., University of Tehran. Iran.(In Persian)

- Rassoulia GR** (1989) Effect of two aphid species *Acyrtosiphon pisum* and *Therioaphis trifolii* on protein and yield losses of alfalfa in Karaj, Iran. Iranian Journal of Agricultural Science 20(1,2):21-26.(In Persian)
- Ren GW, Shen WP, Ma JG** (2000) The spatial distribution pattern and sampling method of the larvae of *Leis axyridis* in tobacco fields. Entomological Knowledge 37: 164-165.
- Samim Akhtar, M. Dey D, Usmani MK** (2010) Spatial Distribution of mustard aphid *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach) *Vis-à-vis* its parasitoid, *Diaeretiella rapae* (M'intosh). World Applied Sciences Journal 11 (3): 284-288.
- Southwood TRE** (1995) Ecological methods with particular reference to the study of insect populations. Chapman and Hall, London. UK.
- Southwood TRE, Henderson PA** (2000) Ecological methods. Blackwell Science Ltd. London. UK.
- Summers CG** (1976) Population fluctuations of selected arthropods in alfalfa; Influence of two harvest practices. Environmental Entomology 5(1):103-110.
- Taylor LR** (1961) Aggregation, variance and the mean. Nature 189: 732-735.
- Taylor LR** (1984) Assessing and interpreting the spatial distributions of insect populations. Annual Review of Entomology 29:321-357.
- Tomanovic Z, Kavalleratos NG, Athanassi ous CG** (2008) Spatial distribution of cereal aphids (Hemiptera: Aphidoidea) in Serbia. Acta Entomologica Serbia 13:9-14.
- Tsai JH, Wang JJ, Liu YH** (2000) Sampling of *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae) on orange Jessamine in southern Florida. Florida Entomologists 83(4): 446-459.
- Vaundell WL, Storch RH** (1972) Food lists of *Hippodamia* (Coleoptera: Coccinellidae). Technical Bulletin Life Sciences and Agriculture Experiment Station, University of Maine. 1-20.
- Winder L, Pery JN, Holland JM** (1999) Spatial and temporal distribution of the grain aphid, *Sitobion avenae* in winter wheat. Entomologia Experimentalis et Applicata, 93: 277-290.
- Yarahmadi F, Soleimannejadian E, Mohiseni AA, Rajabpour A** (2008) Seasonal population dynamics, spatial distribution of aphids in wheat fields of the Borojerd,. In: the 18<sup>th</sup> Iranian Plant Protection Congress, 24-27 Aug., University of Bu-Ali Sina, Hamedan, Iran. 341.
- Young LJ, Young LH** (1998) Statistical Ecology. Kluwer Academic Pub. Boston, USA.