Archive of SID

نشریه کنترل بیولوژیک آفات و بیماری‌های گیاهی
دوره۲، شماره ۲، پائیز و زمستان۱۳۹۲ (۱۴۸-۱۳۹)

الگوی پراکنش فضایی جمعیت شتهٔ نخود، *Acyrthosiphon pisum* و کفشدوزک‌های شکارگر *Hippodamia variegata* و *Coccinella septempunctata* در مزارع یونجهٔ استان همدان

۱. صفورا سلیمانی؛ ۲. حسین مددی*
۱. ۲. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استادیار، دانشکدهٔ 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 برنامهٔ نمونه‌برداری 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 شتهٔ نخود، *Acyrthosiphon pisum* Harris (Hem., Aphididae)، و دو شکارگر مهم آن در مزارع یونجهٔ استان همدان، *Hippodamia variegata* Goeze (Col.: Coccinellidae) و *Coccinella septempunctata* (Linnaeu,s 1758) (Col.: Coccinellidae) با استفاده از شاخص‌های پراکنش بررسی شد. برای تجزیه و تحلیل نتایج، سه روش قانون نمایی تیلور، آیوائو و نسبت واریانس به میانگین استفاده شد. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد پراکنش شته و مراحل مختلف کفشدوزک‌ها از نوع تجمعی است. براساس مقادیر R^2، مدل آیوائو مناسب‌تر از مدل تیلور برای توصیف رابطهٔ 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 نمونه‌برداری برای تخمین جمعیت شته یا کفشدوزک‌ها و نیز برآورد پارامترهای جمعیت مفید باشد.

کلیدواژگان: توزیع فضایی، قانون نمایی تیلور، مدل رگرسیونی آیوائو.

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, Rassoulian 1985) به‌ویژه در چین‌های دوم و سوم شایان توجه است (Rassoulian 1989). شتهٔ نخود *Acyrthosiphon 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, Rassoulian 1985, Rakhshani *et al.* 2006, Merhrparvar *et al*. 2008). شتهٔ نخودفرنگی با اندازهٔ نسبتاً بزرگ به‌صورت دو ریخت (مورف) سبز و صورتی رنگ دیده می‌شود. اندازهٔ شته‌های بی‌بال ۴/۴ـ۲/۵ میلی‌متر و اندازهٔ افراد بال‌دار ۴/۳ـ۲/۳ میلی‌متر است (Blackman and Eastop 2006) و بیشتر به گیاهان مختلف خانوادهٔ بقولات به‌ویژه یونجه، لوبیا، باقلا و نخود خسارت وارد می‌کنند (Modarres Awal 1997). تغذیهٔ 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

تلفن: ۰۸۱۱۴۴۲۴۱۹۰
Email: madadiho@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

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 رنگدانهٔ کاروتن یونجه‌های آلوده به شتهٔ نخودفرنگی به‌ترتیب 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 *Hippodamia variegata* Goeze گونه‌ای متعلق به منطقهٔ پالئارکتیک است که در حال حاضر، گسترش جهانی دارد (Franzmann 2002). این کفشدوزک به‌عنوان شکارگر فعال گونه‌های مختلف شته‌ها از جمله شتهٔ نخود، شتهٔ سیاه باقلا، شتهٔ جالیز، شتهٔ روسی گندم، شتهٔ سبز سیب، شتهٔ مومی کلم، شتهٔ سبز هلو، شتهٔ گل‌سرخ، شتهٔ سیب‌زمینی، شتهٔ سبز گندم و سایر آفات مکنده گزارش شده است (Vaundell and Storch 1972). در مناطق مختلف ایران نیز تغذیهٔ این شکارگر از گونه‌های بسیاری از شته‌ها گزارش شده است و احتمال می‌رود در تمام نقاط ایران فعال باشد (Modarres Awal 1997, Rajabi 1992). 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 نحوهٔ 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 (Taylor1984, Kuno1991, 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).

پراکنش فضایی گونه‌های مختلف شته‌ها در محصولات مختلف بررسی شده است. در بسیاری از موارد، بررسی توزیع فضایی جمعیت شته‌های گندم حاکی از تجمعی‌بودن پراکنش جمعیت آن‌ها دارد. Feng and Nowierski 1992, Feng *et al.*1993). 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 آیپرتی و همکاران با مطالعهٔ پراکنش فضایی حشرات کامل کفشدوزک هفت نقطه‌ای در مزارع گندم فرانسه برنامهٔ نمونه‌برداری برای آن ارائه کردند (Iperti *et al.* 1988). متأسفانه، با وجود اهمیت مطالعهٔ الگوی فضایی آفت هدف و دشمنان طبیعی آن در برهم‌کنش‌های بین آن‌ها، چنین اطلاعاتی در مورد شتهٔ نخود و کفشدوزک‌های شکارگر آن در مزارع یونجهٔ منطقهٔ 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، مطالعهٔ 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 شتهٔ نخود و کفشدوزک‌های شکارگر آن و نیز مقایسهٔ کارآیی شاخص‌ها و مدل‌های مختلف برای تعیین پراکنش جمعیت آن‌ها است.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری

نمونه‌برداری ازجمعیت کفشدوزک‌ها و شتهٔ نخود به‌صورت هفتگی در طول دو فصل زراعی، در سال‌های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲، در سطح پنج هکتار از مزرعه یونجهٔ دو ساله واقع در مزرعهٔ تحقیقاتی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا در منطقهٔ دستجرد استان همدان

www.SID.ir

Archive of SID

انجام شد. مزرعهٔ مورد بررسی، یک مزرعهٔ یونجهٔ استاندارد بود که همهٔ 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 استانداردکردن و نیز فراوانی داده‌های حاصله است. نمونه‌برداری با استفاده از تور حشرات استاندارد (با قطر دهانهٔ ۳۳ سانتی‌متر و طول دستهٔ ۱ متر) در محدودهٔ 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 حاشیهٔ 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 ۱۲ـ۸ 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 گونهٔ 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 شتهٔ نخودفرنگی با تفکیک پوره‌ها از حشرات کامل تعیین شد. در مجموع دو سال، چهل و پنج نوبت از مزرعهٔ یونجه نمونه‌برداری شد. تمامی محاسبات با نرم‌افزار Excel 2010 و SAS 9.1 انجام شد.

تعیین الگوی پراکنش

برای تعیین نوع الگوی توزیع فضایی جمعیت حشرات مورد مطالعه، از شاخص‌های تیلور (Taylor 1961, Taylor 1984, Southwood 1995) (معادلهٔ ۱) و آیوائو (معادلهٔ ۲) (Iwao1968) و همچنین، نسبت واریانس به میانگین (Pool 1974) استفاده شد.

(معادلهٔ ۱)

$$LogS^2 = Loga + bLog\bar{x}$$

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

(معادلهٔ ۲)

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

در این معادله $\overline{m}$ میانگین جمعیت و α و β ضرایبی هستند که باید محاسبه شوند. m^* یا شاخص میانگین ازدحام لوید نیز از رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود:

(معادلهٔ ۳)

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

شیب معادلهٔ رگرسیونی آیوائو (β) معیاری برای نشان‌دادن نوع توزیع فضایی حشرهٔ مورد نظر است. همانند روش تیلور، شیب بزرگ‌تر از عدد یک، برابر با یک و کوچک‌تر از یک به‌ترتیب نشان‌دهندهٔ تجمعی، تصادفی و یکنواخت‌بودن الگوی پراکنش حشره است.

برای آزمون معنی‌داری اختلاف ضرایب b تیلور و β آیوائو با صفر از مقادیر F و P-value به‌دست‌آمده از معادلهٔ رگرسیون و برای آزمودن انحراف ضرایب b و β با عدد یک از آمارهٔ t (معادلهٔ ۴) با درجهٔ آزادی n-1 استفاده شد (Tsai *et al.* 2000).

(معادلهٔ۴)

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

در این معادله Slope و SE_{slope} به‌ترتیب نشان‌دهندهٔ شیب خط رگرسیون و خطای استاندارد شیب هستند. از

www.SID.ir

Archive of SID

آنجا که ضرایب تیلور و آیوائو براساس مجموع داده‌های دو سال برآورد شدند، وجود یا نبود اختلاف بین ضرایب پراکنش دو سال (b_1 و b_2) از طریق آمارهٔ t (معادلهٔ ۵) و با درجهٔ 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 معنی‌دارنبودن اختلاف بین ضرایب سال‌ها و مناطق مختلف نمونه‌برداری انجام شد.

(معادلهٔ ۵)

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

شاخص واریانس به میانگین

یکی از راه‌های به‌دست‌آوردن نوع الگوی پراکنش فضایی، رابطهٔ 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 محاسبهٔ 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 حشرهٔ مورد نظر به‌ترتیب تجمعی، تصادفی و منظم خواهد بود. پس از محاسبهٔ نسبت واریانس به میانگین، باید آزمون وجود اختلاف معنی‌دار با عدد یک از لحاظ آماری انجام شود. به همین منظور شاخص 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) تقریبا به‌صورت متغیر کای اسکور χ^2 با n-1 درجهٔ آزادی است. بنابراین، با مراجعه به جداول کای اسکور می‌توان از این شاخص برای آزمون اختلاف پراکنش مشاهده‌شده با پراکنش تصادفی استفاده کرد (Southwood and Henderson 2000).

نتایج و بحث

شاخص پراکنش تیلور

پارامترهای به‌دست‌آمده از معادلات رگرسیونی تیلور در جدول ۱ ارایه شده‌اند؛ براساس نتایج به‌دست‌آمده در روش تیلور، مقادیر F در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (P-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 شتهٔ نخود و دو گونهٔ کفشدوزک شکارگر آن‌ها در سال‌های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ از نوع تجمعی است.

جدول ۱. پارامترهای رگرسیونی تیلور برای مراحل مختلف رشد و نمو شتهٔ نخود و کفشدوزک‌ها در مزارع یونجهٔ منطقهٔ دستجرد به تفکیک سال‌های زراعی ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲

گونه و مرحلهٔ رشدی	b±SE	a±SE	R^2(Adjust)	F	t	df
شتهٔ نخود بالغ #۹۱	۱/۴۵۱±۰/۰۳۸	۱/۷۲۷±۰/۰۶	۰/۹۳۱	۲۸۳/۳۹*	۱۶/۸۳**	۲۱
شتهٔ نخود بالغ #۹۲	۱/۷۶۹±۰/۰۴۳	۰/۹۸۵±۰/۹۸۵	۰/۸۴۹	۱۲۴/۹۵*	۱۱/۱۸**	۲۲
پوره شتهٔ نخود #۹۱	۱/۵۲۳±۰/۰۴۳	۱/۴۹±۰/۰۶۰	۰/۹۰۰	۱۹۰/۰۱*	۱۲/۱۴**	۲۱
پوره شتهٔ نخود #۹۲	۱/۶۴۴±۰/۰۲۵	۱/۸۲۸±۰/۵۹۳	۰/۹۶۲	۵۵۹/۷۲*	۲۵/۷۶**	۲۲
C. septempunctata #۹۱	۱/۲۱۸±۰/۰۸۷۱	۱/۷۸۸±۰/۰۶	۰/۶۴۰	۳۸/۳۸*	۲/۵۰۲**	۲۱
C. septempunctata #۹۲	۱/۴۲۱±۰/۰۴۶	۱/۵۹۳±۰/۰۵۱	۰/۸۴۴	۱۲۰/۰۸*	۹/۲**	۲۲
H. variegata ۹۱	۱/۶۵۲±۰/۰۳۴	۱/۵۱۱±۰/۰۳۷	۰/۹۲۷	۲۶۷/۸۷*	۱۸/۹۳**	۲۱
H. variegata ۹۲ #	۱/۳۶۷±۰/۰۵۲	۱/۶۲۱±۰/۰۵۸	۰/۸۷۲	۱۵۰/۶۶*	۷/۰۲**	۲۲

*معنی‌داربودن اختلاف ضرایب با صفر در سطح احتمال ۵ درصد.

**معنی‌داربودن اختلاف ضرایب با یک در سطح احتمال ۵ درصد.

پارامترهای به‌دست‌آمده از رگرسیون بین لگاریتم واریانس و لگاریتم میانگین تعداد نمونه (قانون تیلور) برای کفشدوزک‌های *H. vareigata* و *C. septempunctata* و نیز شتهٔ نخود براساس مجموع داده‌های دو سال

www.SID.ir

Archive of SID

۱۳۹۱ و ۱۳۹۲در جدول ۲ ارائه شده است. در این حالت نیز مقدار F در سطح ۵ درصد همواره معنی‌دار و مقدار ضریب پراکنش (b) هم بزرگ‌تر بود.

جدول ۲. پارامترهای رگرسیونی تیلور برای مراحل مختلف رشد و نمو شته‌های نخود و کفشدوزک در مزارع یونجهٔ منطقهٔ دستجرد براساس مجموع داده‌های دو سال زراعی ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲

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

*معنی‌داربودن اختلاف ضرایب با صفر در سطح احتمال ۵ درصد.

**معنی‌داربودن اختلاف ضرایب با یک در سطح احتمال ۵ درصد.

همچنین، به‌دلیل معنی‌دارنبودن 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 به‌ترتیب ۱/۶۵۳ و ۱/۶۵۸ با استفاده از قانون نمایی تیلور برآورد شد که دال بر تجمعی‌بودن پراکنش فضایی است و مقدار t هم در سطح ۱ درصد به‌ترتیب برای شته‌های بالغ (P-value < 0.0001,df=43, t=21.78) و برای پوره‌ها (P-value < 0.0001, df=43, t=32.65) معنی‌دار بود (جدول۲). یاراحمدی و همکاران با بررسی تغییرات فصلی و توزیع فضایی شته‌های مهم گندم در بروجرد، ضریب تیلور دو گونه شتهٔ *S. avenae* و *Schizaphis graminum* (Rondani) را به‌ترتیب ۱/۱۸ و ۱/۳۵ برآورد کردند (Yarahmadi *et al*. 2008). افشاری و همکاران هم در مورد پراکنش فضایی شتهٔ سبز پنبه در گرگان به این نتیجه رسیدند که جمعیت شته در بیشتر تاریخ‌های نمونه‌برداری در فصل زراعی، پراکنش تجمعی دارد. علاوه بر این، در بررسی پراکنش فضایی جمعیت دشمنان طبیعی شتهٔ 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 معنی‌دار بوده است و ضریب تیلور (b=1.13±0.058) به‌صورت معنی‌داری بزرگ‌تر از یک است (Afshari *et al*. 2007). در مطالعهٔ دیگری روی کفشدوزک *Stethorus gilvifrons* Mulsant در هر دو سال زراعی ارتباط معنی‌داری بین لگاریتم میانگین و واریانس جمعیت کفشدوزک شکارگر وجود داشت و ضرایب تیلور (b=1.44) به‌دست‌آمده به‌صورت معنی‌داری بزرگ‌تر از یک بود که نشان‌دهندهٔ تجمعی‌بودن پراکنش جمعیت کفشدوزک است (Afshari *et al*. 2007).

سایر منابع نیز به پراکنش تجمعی شته‌های مختلف روی محصولات زراعی اشاره کرده‌اند (Dean and Luuring1970, Rai and Singh1993, Devi 1998, Tomanovic *et al*. 2008). در مورد نوع روش استفاده‌شده 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 شتهٔ *S. avenae* و *Rhopalosiphum padi* (L.) در شمال ایتالیا، مقادیر ضریب تیلور آن‌ها را به‌ترتیب ۱/۲۹ و ۱/۵۳ برآورد کردند (Burgio *et al*. 1995). همچنین، کاوالیراتوس و همکاران پراکنش شتهٔ 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 مزرعهٔ گندم در محدودهٔ ۰/۹۶ تا ۱/۲۱ گزارش شده است (Elliot *et al*. 1997). تعدادی از محققان نیز پراکنش گونهٔ *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 مزرعهٔ ذرت پراکنش

www.SID.ir

Archive of SID

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

شاخص آیوائو

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

نتایج به‌دست‌آمده از آمارهٔ t در محاسبهٔ شاخص آیوائو (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 آیوائو گونهٔ *S. graminum* را به‌ترتیب ۱/۳۵ و۲/۷۷ برآورد کردند (Elliott and Kieckhefer 1987).

جدول ۳. پارامترهای رگرسیونی آیوائو برای مراحل مختلف رشد و نمو شتهٔ نخود و کفشدوزک در مزارع یونجهٔ منطقهٔ دستجرد به تفکیک دو سال زراعی ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲

گونه و مرحلهٔ رشد و نمو	β±SE	α±SE	R^2 (Adjust)	F	t	df
شتهٔ نخود بالغ ۹۱	۱/۲۷۰±۰/۰۳۳	۱/۲۳۸±۰/۵۴۸	۰/۹۶۳	۵۴/۴۱*	۸/۲۷۱**	۲۱
شتهٔ نخود بالغ ۹۲	۱/۸۰۱±۰/۰۲۳	-۵/۰۰۴۶±۲/۱۶۴	۰/۹۶۱	۵۴۱/۸۴*	۳۴/۸۹۴**	۲۲
پورهٔ شتهٔ نخود ۹۱	۱/۳۰۲±۰/۰۲۹	۱/۰۳۱۵±۰/۴۷۷	۰/۹۶۸	۶۴۳/۰۵*	۱۱/۰۷۷**	۲۱
پورهٔ شتهٔ نخود ۹۲	۱/۵۴۷±۰/۰۱۵	-۰/۰۰۵۶۹±۱/۹۹۲	۰/۹۸۷	۱۶۸۵/۷*	۳۵/۱۵۱**	۲۲
۹۱*C. septempunctata*	۱/۲۴۲±۰/۰۸۲	۰/۶۹۹±۰/۳۱۱	۰/۶۹۶	۴۹/۰۵*	۲/۹۵۸**	۲۱
۹۲*C. septempunctata*	۱/۵۸۲±۰/۰۵	-۰/۱۰۴±۰/۳۰۸	۰/۸۳۶	۱۱۲/۸۱*	۱۱/۵۹۶**	۲۲
H. variegata ۹۱	۱/۵۹۳±۰/۰۲۵	۰/۳۰۳±۰/۲۲۵	۰/۹۶۵	۵۷۶/۵۶*	۲۳/۴۸۷**	۲۱
H. variegata ۹۲	۱/۴۵۱±۰/۰۴۵	-۰/۰۵۳۳±۰/۳۹۵	۰/۸۹۸	۱۹۴/۰۵*	۱۰/۱۰۹**	۲۲

*معنی‌داربودن اختلاف ضرایب با صفر در سطح احتمال ۵ درصد.

** معنی‌داربودن اختلاف ضرایب با یک در سطح احتمال ۵ درصد.

جدول۴. پارامترهای رگرسیونی آیوائو برای مراحل مختلف رشدی شتهٔ نخود و کفشدوزک‌های *C. septempunctata* و *H. variegata* در مزارع یونجهٔ منطقهٔ دستجرد براساس مجموع داده‌های دو سال زراعی ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲

گونه و مرحلهٔ رشد و نمو	β±SE	α±SE	R^2 (Adjust)	F	|t|	df
شتهٔ نخود بالغ ۹۲-۹۱	۱/۷۷۹±۰/۰۱۶	-۳/۸۸۳±۱/۰۹۳	۰/۹۶۳	۱۱۴۸/۱*	۴۸/۶۸۷**	۴۳
پورهٔ شتهٔ نخود ۹۲-۹۱	۱/۵۴۵±۰/۰۱۱	-۰/۴۰۹±۰/۷۹۸	۰/۹۸۸	۳۶۳۴/۷*	۴۹/۵۴**	۴۳
C. septempunctata	۱/۵۱۸±۰/۰۳۸	۰/۰۸۹۹±۰/۱۹۳	۰/۸۲۶	۲۱۰/۳*	۱۳/۶۳**	۴۳
H. variegata	۱/۵۰۷±۰/۰۲۶	۰/۱۵±۰/۲۳۳	۰/۹۲۵	۵۴۷/۸*	۱۹/۵۰**	۴۳

* معنی‌داربودن اختلاف ضرایب با صفر در سطح احتمال ۵ درصد.

** معنی‌داربودن اختلاف ضرایب با یک در سطح احتمال ۵ درصد.

شاخص واریانس به میانگین

نتایج به‌دست‌آمده از شاخص نسبت واریانس به میانگین نیز با نتایج شاخص‌های تیلور و آیوائو مطابقت داشت و پراکنش فضایی محاسبه‌شده براساس این معیار نیز برای همهٔ حشرات نمونه‌برداری‌شده از نوع تجمعی بود (Chi-Square test, $\chi^2_{0.01}=68.71$, df=44, P-value<0.01) (جدول ۵). از نکات مثبت این روش این است که برخلاف شاخص تیلور که برآورد آن‌ها مستلزم محاسبهٔ لگاریتم میانگین و واریانس و انجام رگرسیون بین آن‌هاست یا در روش ایوائو نیاز به محاسبهٔ شاخص

www.SID.ir

Archive of SID

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

جدول ۵. شاخص نسبت واریانس به میانگین برای مراحل مختلف نشو و نمای شتهٔ نخود و کفشدوزک‌های *C. septempunctata* و *H. variegata* در مزارع یونجهٔ منطقهٔ دستجرد

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

در تحقیقات دیگر نیز از این روش برای بررسی پراکنش جمعیت حشرات استفاده کرده‌اند. نسبت واریانس به میانگین در شتهٔ خردل *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach) نشان‌دهندهٔ پراکنش تجمعی شته در طبیعت بوده است (Samim Akhtar *et al*. 2010). افشاری و همکاران نیز در برآورد پراکنش فضایی جمعیت دشمنان طبیعی شتهٔ 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 quatourdecimpunctata* (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 هفت‌نقطه‌ای *C. septempunctata* در سال زراعی ۱۳۹۱ کمترین ضریب تجمع را با استفاده از هر دو روش تیلور و آیوائو داشت. محاسبهٔ شاخص تجمع این گونه با استفاده از روش نسبت واریانس به میانگین نیز نتیجهٔ مشابهی را در بر دارد. در سال‌های ۹۱ و ۹۲، ضریب تبیین (R^2) محاسبه‌شده برای گونهٔ 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 می‌توان نتیجه گرفت که بین الگوی طبیعی پراکنش شکارگر و طعمه در طبیعت روابطی حاکم است، به‌طوری که نوع الگوی پراکندگی طعمه بر پراکنش شکارگر مؤثر است. از سوی دیگر مشخص شده است که حضور دشمنان طبیعی شته‌ها ارتباط مستقیمی در ارتباط با پراکنش فضایی تجمعی شته‌ها دارد (Gowling and van Emden 1994 و و۹۹۴). پراکنش فضایی طعمه یکی از عوامل اصلی است که تأثیر زیادی بر دشمنان طبیعی طعمه دارد و به پراکنش تجمعی آن‌ها منجر می‌شود (Bommarco and Ekbom 2007). اشاره شده است که توزیع فضایی جمعیت کفشدوزک‌ها به‌طور مستقیمی توسط پراکنش فضایی شتهٔ جالیز کنترل می‌شود که هر دو، از نوع تجمعی است (Rahman *et al*. 2010). در تحقیق انجام‌شده، تجمعی‌بودن پراکنش شتهٔ 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 هریک 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 (آیوائو و تیلور) در برآورد الگوی پراکنش شتهٔ نخود و کفشدوزک‌های شکارگر آن تقریباً یکسان است. تحقیقات فراوانی دال بر کارایی بیشتر شاخص تیلور نسبت به آیوائو در مطالعات مربوط به تعیین پراکنش فضایی شتهٔ سبز پنبه (Celini and Valliant 2004) و شته‌های غلات (Elliot and Kieckhefer

www.SID.ir

Archive of SID

(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 اندازهٔ 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 برای تعیین الگوی پراکنش دارد. اطلاعات به‌دست‌آمده در این مطالعه می‌تواند در طراحی برنامه‌های نمونه‌برداری برای کنترل یا مدیریت جمعیت شتهٔ نخود 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 نمونهٔ لازم برای تصمیم‌گیری ضروری هستند (Southwood 1995, Young and Young 1998). علاوه بر این، تحلیل پراکنش کفشدوزک‌های شکارگر شتهٔ نخود و همبستگی الگوی پراکنش آن‌ها با توزیع فضایی شتهٔ نخود به تعیین انبوهی جمعیت این شکارگران در مزارع یونجه و نقش آن‌ها در کنترل جمعیت شتهٔ نخود کمک خواهد کرد.

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. 1st. 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.

www.SID.ir

Archive of SID

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, Z eng 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 varigata;* 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, 1st 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 *M*yzus *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.

Mehrparvar M, Madjdzadeh SM, Ebrahimpour E, Esmaeil Beygi, M (2008) Morphometric study of the pea aphid, *Acyrthosiphon 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 *Acyrthosiphon 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. 1st 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 annuum*. Entomologia Experimentalis et Applicata 137(3): 211–219.

Rakhshani E, Talebi AA, Manz ari 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.

Rassoulian GR (1985) Investigation on the biology and population fluctuation of important alfalfa aphids in Karaj, Iran. Ph.D., University of Tehran. Iran.(In Persian)

www.SID.ir

Archive of SID

Rassoulian GR (1989) Effect of two aphid species *Acyrthosiphon 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. Champan 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, Kavallieratos NG, Athanassi ous CG (2008) Spatial distribution of cereal aphids (Hemiptera: Aphidoidea) in Serbia. Acta Entomologica Serbia 13:9-14.

Tsai JH, Wang JJ, L iu 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 18th 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.

www.SID.ir