

تعیین الگوی توزیع فضایی شته مومی کلم *Brevicoryne brassicae* و زنبور پارازیتوئید *Diaeretiella rapae* و ایجاد یک برنامه نمونه برداری با سطح دقت ثابت

بهاره امینی^۱ و حسین مددی^{۲*}

۱ و ۲. به ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی و استادیار گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا، همدان

(تاریخ دریافت: ۹۲/۵/۷ تاریخ پذیرش: ۹۲/۹/۲۸)

چکیده

آگاهی از الگوی توزیع فضایی اطلاعات مهمی را برای درک رفتار اساسی یک گونه فراهم می‌کند. از منظر تحقیقاتی، اطلاعات در مورد الگوی پراکنش، برای مشخص کردن الگوی نمونه‌برداری، تعیین بهینه اندازه نمونه و ساخت برنامه‌های نمونه برداری دنباله‌ای می‌تواند به کار رود. در هر برنامه مدیریت تلفیقی کنترل آفات نمونه‌برداری از جمعیت آفت و دشمنان طبیعی‌اش یک جزء کلیدی به شمار می‌رود. به همین منظور طی فصل زراعی ۱۳۸۹-۱۳۹۰ برای تخمین جمعیت شته مومی کلم *Brevicoryne brassicae* (L.) و زنبور پارازیتوئید اصلی آن *Diaeretiella rapae* Mc'Intosh اقدام به نمونه‌برداری از جمعیت آن‌ها در دو مزرعه کلزا با روش‌های آبیاری بارانی و غرقابی در منطقه دستجرد استان همدان شد. نمونه برداری به صورت هفتگی انجام و الگوی پراکنش فضایی با استفاده از روشهای قانون نمایی تایلور و شاخص ایوانو تعیین گردید. با استفاده از قانون تایلور، مقدار ضریب b برای شته مومی کلم در مزارع آبیاری بارانی و غرقابی به ترتیب $1/770 \pm 0/211$ و $1/759 \pm 0/122$ و برای زنبور پارازیتوئید *D. rapae* $1/493 \pm 0/0667$ و $1/527 \pm 0/125$ برآورد شد که نشان‌دهنده تجمع بودن الگوی پراکنش هر دو گونه در هر دو روش آبیاری است. با توجه به برازش بهتر مدل تایلور با داده‌ها ضرایب برآورد شده α و β با استفاده از این مدل در معادله گرین برای ایجاد برنامه نمونه‌برداری با دقت ثابت برای تعیین انبوهی شته مومی کلم مورد استفاده قرار گرفت. نتایج به‌دست آمده می‌تواند در مدیریت جمعیت شته مومی کلم در مزارع کلزا مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: پراکنش، شته مومی کلم، دشمنان طبیعی، قانون نمایی تایلور، نمونه برداری

مقدمه

یک برنامه نمونه برداری دنباله‌ای داشتن اطلاعاتی در مورد الگوی پراکنش فضایی حشره مورد نظر، سطح زیان اقتصادی و خطای پذیرفته شده ارزیابی مورد نیاز است (Radjabi, 2008). درک الگوی پراکنش آفت همچنین در تجزیه و تحلیل روابط شکارگر-شکار و میزبان-پارازیتوئید از اهمیت زیادی برخوردار است (Southwood and Henderson, 2000). در واقع پراکنش یک پارازیتوئید نسبت به جمعیت میزبان یکی از صفات کلیدی است که روی پایداری مدل-های میزبان-پارازیتوئید تاثیر می‌گذارد (Jervis and Kidd, 1996). در بررسی‌های به عمل آمده در منطقه سیستم مشخص شد که زنبور *D. rapae* با متوسط تراکم ۹۱/۲ درصد از کل جمعیت زنبورها گونه غالب زنبورهای پارازیتوئید شته مومی کلم را در منطقه سیستم تشکیل می‌دهد (Modarres Najafabadi et al., 2005). همچنین، در استان همدان براساس بررسی‌های موجود زنبور *D. rapae* پارازیتوئید غالب محسوب شده و در مزارع با آبیاری بارانی و غرقابی کلزا به ترتیب حداکثر ۱۹/۵ و ۱۱/۹ درصد پارازیتسیم دارد (Amini et al., 2012). بنابراین می‌توان زنبور *D. rapae* را به عنوان مهم‌ترین پارازیتوئید این آفت در ایران قلمداد نمود.

الگوی توزیع فضایی و کاربرد آن در تکامل برنامه‌های نمونه برداری برای چندین گونه شته از جمله شته روسی گندم (*Diuraphis noxia* Kurdjumov) و زنبور پارازیتوئید آن *D. rapae* (Fauvergue and Hopper, 1994)، شته موز *Pentalonia nigronervosa* Coquerel (Robson et al., 2006)، سه گونه از شته‌های غلات به نام‌های *Metopolophium dirhodum*، *Sitobion avenae* (F. Walker) و *Ropalosiphum padi* (L.) (Tomanovic et al., 2008) و شته خردل *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach) و زنبور پارازیتوئید آن *D. rapae* (Akhtar et al., 2010) بررسی شده است. همچنین در ایران الگوی پراکنش فضایی شته مومی کلم و زنبور پارازیتوئید *D. rapae* در اطراف تهران (منطقه پیکان‌شهر) با استفاده از دو روش قانون نمایی تایلور و روش آیواتو

شته مومی کلم (*Brevicoryne brassicae* (L.)) یکی از گونه‌های مهم شته‌ها در بیشتر مناطق معتدل کره زمین به شمار می‌رود (Capinera, 2001). در ایران این گونه در اغلب نواحی شمالی و مرکزی گسترده شده است (مدرس نجف آبادی، ۱۳۸۳) و به اغلب گیاهان خانواده چلیپاییان خسارت می‌زند. مهم‌ترین گیاهانی که مورد حمله این آفت قرار می‌گیرند عبارتند از کلم بروکلی، کلم و گل کلم اما به کلم پیچ، کلزا، خردل، شلغم و تربچه نیز خسارت می‌زند (Costello and Altieri, 1995; Capinera, 2001). این شته علاوه بر کاهش ارزش تجاری گیاه باعث بدشکلی و پیچیدگی برگ‌ها، قاشقی شدن لبه آنها و در نتیجه انهدام کامل بوته‌ها می‌شود (Behdad, 1996). خسارت غیر مستقیم آن نیز به صورت اختلال در فتوسنتز در نتیجه رشد قارچ فوماژین روی عسلک مترشحه توسط شته و انتقال تعدادی از ویروس‌های بیماری‌زای گیاهی است که از جمله مهم‌ترین آنها می‌توان به ویروس موزائیک شلغم و ویروس لکه حلقه‌ای سیاه کلم اشاره نمود (Rustamani et al., 1998).

با توجه به اثرات جانبی سموم شیمیایی لزوم استفاده از یک رویکرد تلفیقی برای کنترل این آفت احساس می‌شود. مدیریت کنترل آفات مستلزم داشتن اطلاعاتی در مورد جمعیت آفت و دشمنان طبیعی است. به عبارت دیگر سوال اساسی این است که آیا انبوهی جمعیت آفت به اندازه کافی بالا است که کنترل آفت را از طریق روش‌های مداخله جویانه الزامی و مقرون به صرفه نماید یا خیر. همچنین، آیا جمعیت دشمنان طبیعی قادر به کنترل آفت خواهند بود یا خیر. چون در عمل، برآورد جمعیت آفت به صورت مطلق امکان پذیر نمی‌باشد متخصصان ناگزیر از نمونه برداری از جمعیت آفت برای اطلاع از وضعیت آن هستند (Radcliffe et al., 2009).

یکی از عواملی که نه تنها روی برنامه نمونه برداری و روش تجزیه و تحلیل داده‌ها موثر است بلکه می‌تواند برای اندازه‌گیری تراکم آفت و دشمنان طبیعی‌اش نیز بکار رود، الگوی پراکنش آفت در محیط است. در واقع برای تدوین

لازم به ذکر است که نمونه‌ها در منطقه دستجرد از هر دو مزرعه آبیاری بارانی و غرقابی جمع‌آوری شدند. شته‌ها در آزمایشگاه شمارش و سپس گیاهان حاوی شته برای خروج پارازیتوئیدها درون ظروف آزمایشگاهی تهویه‌دار در شرایط کنترل‌شده (دمای کنترل شده 25 ± 2 درجه سلسیوس و رطوبت نسبی 70 ± 10 درصد) به مدت ۱۴ روز در داخل ژرمیناتور قرار گرفت تا پارازیتوئیدهای بالغ ظاهر شوند. پارازیتوئیدهای خارج شده جمع‌آوری و با استفاده از کلیدهای موجود توسط دکتر لطفعلی‌زاده (عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات آذربایجان شرقی) شناسایی شد.

پراکنش فضایی

روش‌های مختلفی برای تعیین الگوی پراکنش یک موجود زنده وجود دارد که به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود. یکی از معمول‌ترین شاخص‌های مورد استفاده شاخص تایلور است. تایلور (۱۹۶۱) دریافت که برای بسیاری از گونه‌های حشرات و جانوران، یک تابع قانون توانی می‌تواند برای مدلسازی رابطه بین میانگین و واریانس به صورت زیر بکار رود (۲) (Taylor, 1961)

$$S^2 = a\bar{x}^b \quad (2)$$

در این روش می‌توان ضرایب a و b را به کمک رگرسیون خطی در صورتی که یک تبدیل لگاریتمی (در مبنای ۱۰ یا لگاریتم طبیعی) به کار رود بدست آورد که به صورت زیر درمی‌آید (۳)

$$\text{Log} S^2 = \text{Log}(a) + b \text{Log}(\bar{x}) \quad (3)$$

ضریب a به عنوان یک عامل برداری^۱ مرتبط با اندازه نمونه است. شیب خط (b) می‌تواند برای طبقه بندی الگوهای پراکنش به صورت تصادفی ($b=1$)، تجمع‌ی ($b>1$) یا یکنواخت ($b<1$) بکار رود. پس از بدست آوردن ضرایب a و b ، آزمون t نیز برای تشخیص معنی دار بودن انحرافات b از مقدار عددی یک به کار برده شد. برای این منظور مقدار t از

(Haghani et al., 2004)، دشمنان طبیعی شته جالیز *Aphis gossypii* Glover در مزارع پنبه گرگان (Afshari et al., 2008)، شته‌های مزارع گندم (Afshari and Dastranj, 2010) و شکارگرهای شته‌خوار مزارع گندم منطقه گرگان (Afshari, 2011) و به طور مشخص، الگوی پراکنش فضایی آن‌ها مورد بررسی قرار گرفته است (Haghani et al., 2004).

هدف از این بررسی تعیین الگوی توزیع فضایی شته مومی کلم و مهم‌ترین پارازیتوئید آن، زنبور *D. rapae* با استفاده از روش‌های مختلف و تکامل برنامه نمونه‌برداری با سطح دقت ثابت برای تخمین جمعیت آن در مزرعه کلزای تحت دو روش آبیاری بارانی و غرقابی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری‌ها از مزارع کلزای سم‌پاشی‌نشده (رقم اکایی) واقع در ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا در منطقه دستجرد (طول جغرافیایی $31^{\circ}/48^{\circ}$ ، عرض جغرافیایی $1^{\circ}/35^{\circ}$ و ارتفاع ۱۶۹۰ متر از سطح دریا) به مساحت حدود ۱۰۰۰ متر مربع انجام شد. نمونه‌برداری‌ها به صورت هفتگی و یا هفته‌ای دو مرتبه از ۱۴ فروردین ۱۳۸۹ تا ۳۰ خرداد ۱۳۸۹ (زمان برداشت محصول در منطقه) در طول فصل زراعی ۱۳۸۹-۱۳۹۰ انجام گرفت. نمونه‌برداری‌ها به صورت تصادفی و از ساعت ۱۰ الی ۱۴ روز انجام شد. در هر بار نمونه‌برداری از سطح مزرعه با توجه به فنولوژی گیاه به صورت تصادفی ۳۰ بوته انتخاب و از هر بوته ۲۰ سانتیمتر انتهایی حاوی شته مومی کلم جدا و به آزمایشگاه منتقل شدند. این تعداد نمونه براساس تعیین انحراف معیار و میانگین تعداد نمونه در نمونه‌برداری‌های مقدماتی و با سطح دقت (D) ۰/۲۵ از طریق رابطه ۱ تعیین شد (Gutierrez, 1996).

$$n = \left(\frac{S}{D \times \bar{x}} \right)^2 \quad (1)$$

- Scaling factor

و β در معادله تایلور به صورت زیر محاسبه شود (روابط ۷ و ۸)

$$\ln(T_n) = \frac{\ln(d^2 / \alpha)}{\beta - 2} + \frac{\beta - 1}{\beta - 2} \ln(n) \quad (۷)$$

$$n = \frac{a\bar{\chi}^{(b-2)}}{D^2} \quad (۸)$$

در این رابطه T_n تعداد تجمعی افراد نمونه در واحد نمونه برداری و d سطح دقت به کار رفته است که مقدار آن در مطالعات مدیریت کنترل آفات برابر با ۰/۲۵ در نظر گرفته می شود (Green, 1970).

نتایج و بحث

الگوی پراکنش

الگوی توزیع فضایی نتایج به دست آمده نشان داد که الگوی پراکنش شته مومی کلم و زنبور پارازیتوئید آن در هر دو روش آبیاری بارانی و غرقابی از نوع تجمعی است. در جدول های ۱ و ۲ پارامترهای به دست آمده با استفاده از مدل تایلور برآورد شده اند.

مقایسه اختلاف ضریب های رگرسیون به دست آمده با عدد یک نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار و تایید کننده پراکنش تجمعی شته مومی کلم ($P\text{-value} < 0/001$ ، $df = 8$ ، $t = 3/6559$ و $t = 6/222$ ، $df = 8$ ، $P\text{-value} < 0/001$) و زنبور پارازیتوئید آن ($P\text{-value} < 0/001$ ، $df = 8$ ، $t = 7/385$ ، $P\text{-value} < 0/001$) = و $t = 4/232$ ، $df = 8$ ، $P\text{-value} < 0/001$) به ترتیب در دو روش آبیاری بارانی و غرقابی است.

محاسبه شیب خط رگرسیون با استفاده از مدل رگرسیونی آیواتو در جدول ۳ آورده شده است. با توجه به ضریب تبیین بالاتر رگرسیون در مدل تایلور به نظر می رسد این مدل بهتر قادر به پیشگویی نوع الگوی پراکنش شته مومی کلم و زنبور پارازیتوئید *D. rapae* است (جدول ۳).

آزمون شیب خط رگرسیون به دست آمده با استفاده از مدل آیواتو برای تشخیص انحراف از عدد یک نشان داد تنها در روش آبیاری غرقابی الگوی پراکنش تجمعی شته مومی کلم از نوع تجمعی است ($P\text{-value} < 0/001$ ، $df = 8$ ، $t = 4/255$) و برای زنبور پارازیتوئید *D. rapae* در هر دو

رابطه زیر به دست آمد و سپس با درجه آزادی $n-2$ با مقدار t جدول در سطح ۵ درصد مقایسه شد (۴).

$$t = \frac{\beta - 1}{\sqrt{\frac{Mse}{SS_x}}}$$

داده ها همچنین با استفاده از روش رگرسیونی آیواتو (Iwao, 1968) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. این روش بر مبنای وجود رابطه رگرسیون خطی بین شاخص میانگین ازدحام لوید^۱ و میانگین انبوهی (\bar{m}) به صورت زیر است.

$$m^* = \alpha + \beta \cdot \bar{m} \quad (۵)$$

مقدار m^* را نیز می توان از فرمول زیر به دست آورد (۶)

$$m^* = \bar{m} + \left[\left(\frac{s^2}{\bar{m}} \right) - 1 \right] \quad (۶)$$

شیب معادله رگرسیونی آیواتو معیاری برای نشان دادن پراکنش فضایی است. شیب بزرگ تر از عدد یک، برابر با یک و کوچک تر از یک به ترتیب نشان دهنده تجمعی، تصادفی و یکنواخت بودن الگوی پراکنش حشره است. همانند قانون نمایی تایلور آزمون t برای تشخیص معنی دار بودن اختلاف مقدار β با عدد یک به کار رفت.

برنامه نمونه برداری با سطح دقت ثابت

روش نمونه برداری با سطح دقت ثابت^۲ که نخستین بار توسط کونو (Kuno 1969) ابداع شد روشی ساده برای تخمین جمعیت اغلب حشرات است و به علاوه قادر به تخمین دقیق تراکم انبوهی آن ها نیز می باشد (Kuno, 1969). در این روش نیاز به تعیین خطوط توقف نمونه برداری است. خط توقف نمونه برداری خط یا ملاکی است که نمایانگر رابطه بین تعداد نمونه (n) و تعداد تجمعی نمونه است و کمک می کند که آیا نمونه برداری ادامه یابد یا متوقف گردد. خطوط توقف نمونه برداری و تعداد نمونه لازم برای برآورد میانگین جمعیت (n) می تواند با استفاده از معادله گرین (Green, 1970) بر مبنای مقادیر به دست آمده برای α

¹ - Lloyd mean crowding index

² - Fixed precision sampling plan

مورد علت پراکنش جمعی در دنیای پارازیتوئیدها دو دلیل اشاره شده است (Jervis and Kidd, 1996)؛ ۱- اختلاف در احتمال یافت شدن لکه‌های میزبان^۱ توسط زنبورهای پارازیتوئید که به دلیل تراکم‌های مختلف میزبان در هر لکه روی می‌دهد و ۲- مدت زمانی که هر پارازیتوئید در یک لکه پس از کشف آن باقی می‌ماند. مطالعات به نسبت اندکی در مورد تعیین الگوی پراکنش گونه‌های مختلف شته‌ها و دشمنان طبیعی آن‌ها در دست است. برای مثال حقانی و همکاران (Haghani et al., 2004) الگوی پراکنش شته مومی کلم *B. brassicae* و زنبور پارازیتوئید *D. rapae* را با استفاده از هر دو روش تایلور و آیوائو از نوع جمعی به- دست آوردند. مقدار شاخص تایلور برای شته مومی کلم و زنبور پارازیتوئید آن به ترتیب ۲/۲۹۸ و ۱/۸۶۸ تعیین شد. اختر و همکاران (Akhtar et al., 2010) الگوی پراکنش شته خردل (*L. erysimi* (Kaltenbach) و زنبور پارازیتوئید *D. rapae* را روی گیاه خردل سیاه *Brassica juncea* با استفاده از شاخص‌های مختلف از نوع جمعی به دست آوردند که البته همگام با فصل تغییراتی نشان می‌دهد. همچنین جمعی بودن محسوس جمعیت شته روسی گندم *D. noxia* و زنبور پارازیتوئید *D. rapae* در مزارع گندم مورد اشاره قرار گرفته است (Fauvergue and Hopper, 1994). افشاری و دسترنج بیان کرده‌اند که پراکنش فضایی شته‌های خوشه گندم از نوع جمعی است و تطابق بیشتری با مدل تایلور نسبت به مدل آیوائو دارد (Afshari and Dastranj, 2010).

نمونه‌برداری با دقت ثابت

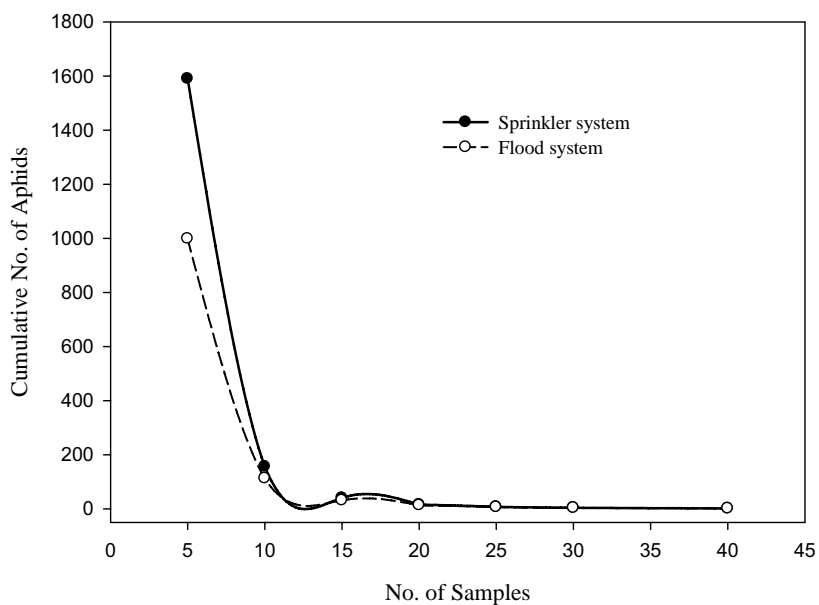
با توجه به برآزش بهتر مدل تایلور با داده‌ها، شاخصه‌های به دست آمده توسط این مدل در معادله گرین قرار داده شد. نمودار ۱ خطوط توقف نمونه‌برداری برای جمعیت شته مومی کلم در دوروش آبیاری بارانی و غرقابی نشان می‌دهد.

روش آبیاری (به ترتیب برای آبیاری بارانی $P\text{-value} = 0/44$ ، $t = 0/15$ ، $df = 8$ ، $P = 0/32$ و برای آبیاری غرقابی $t = 0/47$ ، $df = 8$ ، $P\text{-value} = 0/082$) و شته مومی کلم در روش آبیاری بارانی ($t = 1/53$ ، $df = 8$ ، $P\text{-value} = 0/082$) با عدد یک نداشتند و بنابراین الگوی پراکنش از نوع تصادفی برآورد می‌شود. با توجه به مقادیر به دست آمده ضریب تبیین در دو روش می‌توان اشاره نمود قانون نمایی تایلور بهتر از مدل آیوائو قادر به توجیه رابطه واریانس و میانگین است و از این رو معادله گرین برای برنامه نمونه‌برداری با سطح دقت ثابت با استفاده از مقادیر به دست آمده شاخص‌های α و β در روش تایلور مورد استفاده قرار گرفت. در مورد علت پراکنش جمعی حشرات دلایل متفاوتی مانند رفتارهای خاص، دسترسی به مواد غذایی و میکروکلیمای ویژه ذکر شده است. یکی از این دلایل ترجیح غذایی است برای مثال، حشراتی که ترجیح به تغذیه از قسمت‌های مشخصی از گیاه میزبان مانند قسمت‌های انتهایی دارند به طور معمول این نوع پراکنش را نشان می‌دهند (Davis, 1994). برای مثال نشان داده شده است جمعیت کنه تارتین دولکه‌ای در برگ‌های بالایی به طور کامل باز شده گیاه بامیه به صورت معنی داری بیشتر از برگ‌های میانی و پایینی است (Kumaran, 2011). با توجه به اینکه در این تحقیق بیست سانتی‌متر از قسمت انتهایی بوته‌های انتخاب شده به عنوان واحد نمونه‌برداری انتخاب شده که از لطافت و جریان شیره گیاهی قابل ملاحظه‌ای برخوردار است الگوی پراکنش جمعی برای شته مومی کلم قابل انتظار است. همچنین قرار گرفتن شته در قسمت انتهایی کلزا باعث دستیابی آسان‌تر به ترکیبات نیتروژنی شده و از طرفی برخوردار از نور و گرمای بیشتر را امکان‌پذیر می‌کند. الگوی پراکنش زنبور پارازیتوئید نیز در این بررسی در هر دو نوع روش آبیاری از نوع جمعی محاسبه شد. این نوع الگوی پراکنش با توجه به نحوه پراکنش میزبان آن، شته مومی کلم می‌تواند به افزایش بهره‌برداری از جمعیت میزبان منجر شود. به طور کلی، اشاره شده است که یک جمعیت بسیار پراکنده از شکار می‌تواند باعث ایجاد مشکل برای دشمنان طبیعی در پیدا کردن میزبان شود (Bommarco et al., 2007).

^۱-Patch

شیوه آبیاری قرار نمی‌گیرد. به علاوه با در دست داشتن روند تغییرات جمعیت شته مومی کلم و درصد پارازیتیسیم زنبور *D. rapae* می‌توان یک برنامه نمونه برداری طراحی نمود که به سادگی و با صرف کمترین میزان هزینه برآورد مناسبی از جمعیت شته و نیز میزان خسارت اقتصادی آن داشت. البته در این راستا نیاز به تدوین سطوح زیان اقتصادی و آستانه اقتصادی برای شته مومی کلم در شرایط یادشده می‌باشد.

همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود چنانچه جمعیت شته مومی کلم بالا باشد تعداد نمونه کمی برای تخمین جمعیت آن لازم است تا هنگامی که جمعیت پایین می‌باشد. به علاوه، شکل ۱ نشان می‌دهد در روش آبیاری بارانی با تعداد مشخصی نمونه برداشته شده، تعداد تجمعی افراد شته مومی کلم بیشتر از روش آبیاری غرقابی است. همچنین با استفاده از روش نمونه برداری با سطح دقت ثابت، چنانچه مجموع تعداد شته‌ها بالاتر از حد بحرانی (T_n) محاسبه شده با استفاده از رابطه ۸ باشد نمونه برداری متوقف و میانگین انبوهی جمعیت (m) از رابطه $m = \frac{T_n}{n}$ محاسبه می‌شود (Green, 1970). برای مثال چنانچه در روش آبیاری بارانی تعداد شته در ۱۰ نمونه گرفته شده بیش از ۱۵۷ شته باشد نمونه برداری متوقف می‌شود. حال چنانچه این انبوهی بالاتر از سطح زیان اقتصادی محاسبه شده برای شته مومی کلم روی کلزا باشد نیاز به اقدامات کنترل کننده برای کاهش جمعیت شته احساس می‌شود و بدین ترتیب می‌توان از برنامه نمونه برداری تدوین شده در امر مدیریت کنترل شته مومی کلم سود جست. در مورد سطوح زیان اقتصادی شته مومی کلم مطالعات زیادی انجام نشده است. در داخل کشور تنها یک بررسی در مورد گونه‌ای نزدیک به شته مومی کلم به نام شته خردل *L. erysimi* انجام شده است. سطح زیان اقتصادی این شته روی گیاه کلزارقم هایولای ۴۰۱ در سال‌های زراعی ۱۳۸۴-۱۳۸۳ و ۱۳۸۵-۱۳۸۴ به ترتیب ۳۹/۵۱ و ۱۳/۰۹ شته به ازای هر بوته گزارش شده (Khajehzadeh, et al., 2009). در مجموع، نتایج به دست آمده نشان می‌دهد نوع روش آبیاری مورد استفاده تاثیری بر الگوی پراکنش شته مومی کلم ندارد و پراکنش شته و زنبور پارازیتوئید آن تحت تاثیر



شکل ۱- نمودار الگوی نمونه برداری با سطح دقت ۰/۲۵ برای جمعیت شته مومی کلم *B. brassicae* در دو روش آبیاری بارانی و غرقابی کلزا

Figure 1. Fixed precision sampling graph for estimating the density of *B. brassicae* in sprinkler and flood irrigated canola fields

جدول ۱- شاخص‌های مدل رگرسیونی تایلور برای شته مومی کلم و زنبور پارازیتوئید آن در روش آبیاری بارانی در مزارع کلزا

Table 1. Parameters of Taylor's regression model for spatial distribution of cabbage aphid and its parasitoid in Sprinkler irrigated canola fields

Species	$b \pm SE$	$a \pm SE$	R^2	F	P-value
<i>B. brassicae</i>	1.77 ± 0.211	1.176 ± 0.525	0.898	70.64*	<0.0001
<i>D. rapae</i>	1.493 ± 0.0667	2.617 ± 0.081	0.984	500.04*	<0.0001

جدول ۲- شاخص های مدل رگرسیونی تایلور برای شته مومی کلم و زنبور پارازیتوئید آن در روش آبیاری غرقابی در مزارع کلزا

Table 2. Parameters of Taylor's regression model for spatial distribution of cabbage aphid and its parasitoid in flood irrigated canola fields

Species	b±SE	a±SE	R ²	F	P-value
<i>B. brassicae</i>	1.759±0.122	1.12±0.31	0.954	*208.02	<0.0001
<i>D. rapae</i>	1.527±0.125	1.505±0.154	0.943	*150.3	<0.0001

جدول ۳- شیب خط برآورد شده با استفاده از مدل رگرسیونی آیواتو برای شته مومی کلم و زنبور پارازیتوئید آن در روش های آبیاری غرقابی و بارانی در مزارع کلزا

Table 3. The slope β coefficient estimated by Iwao's Patchiness regression for cabbage aphid and its parasitoid in sprinkler and flood irrigated canola fields

	Flood irrigation		Sprinkler rrigation	
	<i>B. brassicae</i>	<i>D. rapae</i>	<i>B. brassicae</i>	<i>D. rapae</i>
	1.317±0.074	1.097±0.203	1.228±0.143	1.025±0.168
R ²	(0.76)	(0.97)	(0.8)	(0.89)

References

- Afshari, A., Soleymannejadian, E. and Shishebor, P. 2008. 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 (J.E.S.I.)** 27(2): 61-78. (In Farsi)
- Afshari, A. and Dastranj, M. 2010. Density, spatial distribution and sequential sampling plans for cereal aphids infesting wheat spike in Gorgan, Northern Iran. **Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture)** 32(2): 89-102. (In Farsi)
- Afshari, A. 2011. Density, spatial distribution and sequential sampling of main aphidophagous predators in winter wheat fields of Gorgan, Northern Iran. **Journal of Plant Protection** 25(3): 276-285. (In Farsi)
- Akhtar, M. S., Dey, D. and Usmain, M. K. 2010. Spatial distribution of mustard aphid *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach) vis-a vis its parasitoid, *Diaeretiella rapae* (M'intosh). **World Applied Sciences Journal** 11(3): 284-288.
- Amini, B., Madadi, H., Desneux, N. and Lotfalizadeh, H. A. 2012. Impact of irrigation systems on seasonal occurrence of *Brevicoryne brassicae* and its parasitism by *Diaeretiella rapae* on canola. **Journal of Entomological Research Society** 14(2): 15-26.
- Behdad, A. 1996. Iran's encyclopedia of Plant Protection (1st. ed.). Yadboud publishing Company. Esfahan. (In Farsi)
- Bommarco, R., Firle, S. O. and Ekbohm, B. 2007. Outbreak suppression by predators depends on spatial distribution of prey. **Ecological Modeling** 201: 163-170.
- Capinera, J. L. 2001. Handbook of vegetable pests. Academic press.
- Costello, M. J. and Altieri, M. A. 1995. Abundance, growth rate and parasitism of *Brevicoryne brassicae* and *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae) on broccoli grown in living mulches. **Agriculture, Ecosystems and Environment** 52(1): 187-196.
- Davis, P. M. 1994. Statistics for describing populations. In Pedigo, L. P. and Buntin, G. D. (Eds.). Handbook of sampling methods for arthropods in agriculture. (1st ed.). CRC Press, Florida, USA. pp. 34-53.
- Fauvergue, X. and Hopper, K. R. 1994. Spatial distribution of *Diuraphis noxia* and one of its parasitoids, *Diaeretiella rapae*. Proceedings of the Sixth Russian Wheat Aphid Workshop. January 23-25, USA. pp.199-207.

- Green, R. H.** 1970. On fixed precision level sequential sampling. **Researches on Population Ecology** 12: 249- 251.
- Gutierrez, A. P.** 1996. Applied population ecology: A supply-demand approach (1st ed.). John Wiley & Sons.
- Haghani, M., Fathipour, Y., Hosseini, A., Talebi, A. A., Moharramipour, S. and Bahrami, F.** 2004. Spatial distribution pattern of *Brevicoryne brassicae* (Hom.: Aphididae) and its parasitoid *Diaeretiella rapae* (Hym.: Aphidiidae). Proceeding of the 16th Iranian Plant Protection Congress, 28 August - 1 September, Iran. pp.11.
- Iwao, S.** 1968. A new regression method for analyzing the aggregation pattern of animal populations. **Researches on Population Ecology** 10: 1-20.
- Jervis, M. and Kidd, N.** 1996. Insect natural enemies (1st ed.). Chapman & Hall.
- Khajehzadeh, Y., Hasany Moghadam, M., Baghery, S. and Keyhanian, A. A.** 2009. Determination of economic injury level of *Lipaphis erysimi* (Hemiptera: Aphididae) on canola var. Hayola 401 in Khuzestan. **Journal of Entomological Society of Iran (J.E.S.I.)** 29(1): 23-36. (In Farsi)
- Kumaran, N.** 2011. Within-plant and within-leaf dispersion pattern of two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) on okra. **Archives of Phytopathology and Plant Protection** 44 (20): 1949-1957.
- Kuno, E.** 1969. A new method of sequential sampling to obtain the population estimates with a fixed level of precision. **Researches on Population Ecology** 11: 127-136.
- Modarres Najafabadi, S. S., Akbari Moghadam, H. and Gholamian, G.** 2005. Population fluctuations of cabbage aphid (*Brevicoryne brassicae*) and identification of its natural enemies in Sistan region. **Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, Water and Soil Science** 8(4): 175-185. (In Farsi)
- Moon, R. D. and Wilson, L.T.** 2009. Sampling for detection, estimation and IPM decision making. In Radcliffe, E. B., Hutchinson, W. D., and Cancelado, R. E. (Eds.). Integrated pest management, concepts, tactics, strategies and case studies. Cambridge University Press, UK. pp. 75-89.
- Radjabi, Gh.** 2008. Insect Ecology, Applied and considering the conditions of Iran. (2nd ed.). Ministry of Jihad-e-Agriculture, Agricultural Extension, Education and Research Organization. (In Farsi)
- Robson, J. D., Wright, M. G. and Almeida, R. P. P.** 2006. Within-plant distribution and sampling of *Pentalonia nigronervosa* (Hemiptera: Aphididae) on banana. **Journal of Economic Entomology** 99 (6): 2185-2190.
- Rustamani, M. A., Qaimbkhani, U. F. and Munshi, G. H.** 1998. Efficacy of different insecticides against mustard aphid. **Sarhad Journal of Agriculture** 4: 659-664.
- Southwood, T. R. E. and Henderson, P. A.** 2000. Ecological Methods. (3rd ed.). Blackwell Science.
- Schmale, I., Wackers, F. L., Cardona, C. and Dorn, S.** 2001. Control potential of three hymenopteran parasitoid species against the bean weevil in stored beans: The effect of adult parasitoid nutrition on longevity and progeny production. **Biological Control** 21: 134-139.
- Siekman, G., Tenhumberg, B. and Keller, M. A.** 2001. Feeding and survival in parasitic wasps: sugar concentration and timing matter. **Oikos** 95: 425-430.
- Spafford Jacob, H. and Evans, E. W.** 2004. Influence of different sugars on the longevity of *Bathyplectes curculionis* (Hym.: Ichneumonidae). **Journal of Entomology and Nematology** 128(4): 316-320.
- Tomanovic, Z., Kavallieratos, N. G. and Athanassiou, C. G.** 2008. Spatial distribution of cereal aphids (Hemiptera: Aphidoidea) in Serbia. **Acta Entomologica Serbica** 13 (1/2): 9-14.
- Uckan, F. and Ergin, E.** 2003. Temperature and food source effects on adult longevity of *Apanteles galleriae* Wilkinson (Hym.: Braconidae). **Environmental Entomology** 32(3): 441-446.
- Wäckers, F. L.** 2001. A comparison of nectar- and honeydew sugars with respect to their utilization by the hymenopteran parasitoid *Cotesia glomerata*. **Journal of Insect Physiology** 47: 1007-1014.
- Wyckhuys, K. A. G., Strange-George, J. E., Kulhanek, Ch. A., Wacker, F. L. and Heimpel, G. E.** 2007. Sugar feeding by the aphid parasitoid *Binodoxys communis*: How does honeydew compare with other sugar sources? **Journal of Insect Physiology** 54: 481-491.
- Yazdani, M., Haddad Irani Nejad, K. and Mashhadi Jafarloo, M.** 2005. Determining the number of larval instars of the Mediterranean flour moth, *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera, Phycitidae) in laboratory conditions. **Agricultural Science** 15: 45-54. (in Farsi).

Spatial distribution of *Brevicoryne brassicae* and *Diaeretiella rapae* and development a fixed precision sampling plan

B. Amini¹ and H. Madadi^{2*}

1 and 2. Former Msc. student of Agricultural Entomology and Assistant professor, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.

(Received: July 29, 2013- Accepted: December 19, 2013)

Abstract

Knowledge of spatial distribution pattern provides useful information about the main behavior of a species. From research point of view, dispersion pattern data could be useful for determining sampling pattern, optimal sample size and organizing sequential sampling plan. Sampling of pest and natural enemies populations is a key component in each integrated pest management program. From April to June 2010, cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* (L.) and its parasitoid *Diaeretiella rapae* Mc'Intosh populations were sampled in two canola fields irrigated with two different methods (flooding and sprinkler irrigations) weekly. Taylor's power law and Iwao's patchiness regression methods were applied for determining spatial distribution pattern. Using Taylor's power law the b coefficient for cabbage aphid population in sprinkler and flood-irrigated canola were 1.77 ± 0.211 and 1.759 ± 0.122 and for *D. rapae* were 1.493 ± 0.0667 and 1.527 ± 0.125 respectively. These parameters showed the clumped dispersion pattern for both species at both irrigation systems. Since Taylor's power law described variance - mean relationship better, estimated α and β were used for developing a fixed-precision sampling plan for cabbage aphid. The obtained results could be useful for management of *B. brassicae* in canola fields.

Key words: Dispersion, cabbage aphid, natural enemies, Taylor's power law, sampling

*Corresponding author: madadiho@gmail.com