

بررسی ویژگی‌های زمین‌آماری توزیع مکانی غلاف‌های آلوده به کرم پيله‌خوار *Heliothis virescens* Huf. (Lep.: Noctuidae) در مزارع نخود دیم شهرستان دلفان (استان لرستان)

بهزاد شفيعی نسب^۱، جهانشير شاکرمی^۱، عبدالامير محیسنی^{۲*} و شهریار جعفری^۱

۱- گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، ۲- مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی لرستان- پردیس بروجرد

(تاریخ دریافت: ۹۳/۵/۱۱ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۱/۲۹)

چکیده

امروزه روش‌های مختلف زمین‌آمار، کاربردهای گسترده‌ای در پیش‌بینی تغییرات مکانی آفات دارند. کرم پيله‌خوار نخود، *Heliothis virescens* Huf. مهم‌ترین آفت مزارع نخود در مناطق غربی ایران می‌باشد. در این تحقیق به منظور تحقق هدف مدیریت تلفیقی مکان‌ویژه و در نتیجه کاهش مصرف سموم شیمیایی علیه این آفت، ویژگی‌های زمین‌آماری این حشره در شهرستان دلفان (دو روستای گلستانه و ده سفید) مورد بررسی قرار گرفت. به همین منظور دو مزرعه نخود دیم رقم بیونج کرمانشاهی هر یک به مساحت حدود دو هکتار انتخاب شد. در هر مزرعه ۸۸ نقطه (ایستگاه) با مختصات معین، علامت‌گذاری شد و از هر ایستگاه تعداد سه بوته به عنوان واحد نمونه‌برداری انتخاب و تراکم غلاف‌های آلوده به آفت اندازه‌گیری شد. داده‌ها پس از نرمال‌سازی، با استفاده از نرم افزار GS⁺ نسخه ۵/۱ تجزیه و تحلیل شدند. به منظور مدل‌سازی تغییرات وابستگی مکانی با افزایش فاصله بین نمونه‌ها، منحنی‌های نیم‌تغییرنما محاسبه و ارایه شدند. نتایج نشان داد که در بررسی توزیع مکانی غلاف‌های آلوده به *H. virescens* پس از برازش داده‌ها؛ از مجموع هشت مرحله نمونه‌برداری پنج مورد با مدل نمایی، دو مورد با مدل کروی و یک مورد با مدل اثر خالص قطعه‌ای (بدون ساختار مکانی) مطابقت داشت. دامنه وابستگی مکانی از ۳۱۱ تا ۹۳۳ متر و درجه وابستگی مکانی $DD=C/(C_0+C)$ نیز از ۰/۵۰۱ تا ۰/۵۴۷ متغیر بود.

واژه‌های کلیدی: زمین‌آمار، نخود دیم، کرم پيله‌خوار، مدیریت تلفیقی مکان‌ویژه

مقدمه

دلفان یکی از شهرستان‌های استان لرستان است که کشت غالب آن گندم و نخود دیم می‌باشد. بر اساس آمار سازمان جهاد کشاورزی لرستان، هر ساله ۱۲۵۰۰۰ هکتار از زمین‌های زراعی دیم شهرستان دلفان به کشت نخود دیم و حدود ۱۰۰۰ هکتار نیز به کشت نخود آبی اختصاص می‌یابد (Anonymmus, 2013). در مناطق غربی ایران نخود بعد از غلات در سطح وسیعی کشت می‌شود و عملکرد محصول آن علاوه بر شرایط جوی و میزان بارندگی سالیانه، به دو عامل مهم بیماری برقی زدگی نخود و کرم‌های پيله‌خوار ارتباط دارد (Juzeyan et al., 2007). گونه‌های هلیوتیس از آفات غالب مزارع نخود هستند و خسارت آن‌ها مهم و در بعضی از سال‌ها بسیار شدید می‌باشد (Khanjani, 2008). میزان خسارت این آفت در مزارع دیم استان‌های لرستان و کرمانشاه گاهی تا ۹۰ درصد هم می‌رسد (Tohidi and Javanmoghadam, 2002). از بین گونه‌های *Helicoverpa (=Heliothis) armigera* (Hübner) *H. obsolete* Auctorum *H. viroplaca* (Huf.) و *peltigera* Schiff. که به مزارع نخود خسارت می‌زنند، گونه *H. viroplaca* در مناطق غربی ایران خسارت بیش‌تری دارد (Hashemi Aghajeri et al., 1998., Mashhadi Jafarloo, 2005., Juzeyan et al., 2007). در استان ایلام از بین ۳۰۳ عدد شفیره جمع‌آوری شده از خاک، ۲۸۵ عدد یعنی ۹۴ درصد مربوط به گونه *H. viroplaca* و ۱۸ عدد مربوط به سایر گونه‌ها بوده و آستانه اقتصادی این آفت ۳ عدد لارو در متر مربع گزارش شده است (Juzeyan et al., 2007). این حشره در سال یک نسل داشته و به حالت شفیره زمستان‌گذرانی می‌کند و از تمام نقاط ایران گزارش شده است (Behdad, 1997).

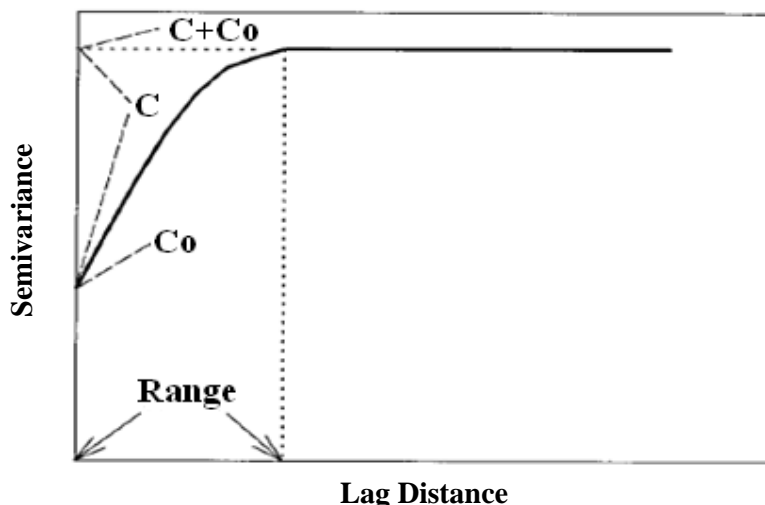
زمین‌آمار مبتنی بر نظریه متغیرهای ناحیه‌ای است و با داده‌ها یا متغیرهای مکانی سر و کار دارد و از این رو مترادف با آمار مکانی است. به عبارت دیگر زمین‌آمار یک روش آماری است که قادر به در نظر گرفتن جزء وابسته به

مکان تغییرات بوده و شامل آمار کلاسیک نیز می‌باشد (Madani, 1994). در زمین‌آمار فرض بر این است که نمونه‌های انتخاب شده از جامعه مستقل نبوده بلکه تا فاصله معینی به صورت مکانی نسبت به هم وابستگی دارند. این ارتباط مکانی ممکن است در قالب یک مدل ریاضی قابل بیان باشد که مدل‌های ریاضی ساختار مکانی^۲ گفته می‌شوند (Hasani Pak, 1998). به طور کلی زمین‌آمار دارای دو بخش اصلی واریوگرافی و کریجینگ می‌باشد (Gressie, 1993).

نیم تغییرنما یا سمی واریوگرام^۳ یا به اختصار واریوگرام که نمودار واریانس بر مبنای فاصله بین نمونه‌هاست (شکل ۱)، رکن اصلی و قلب زمین‌آمار می‌باشد که ساختار ارتباط مکانی بین نمونه‌ها را نشان می‌دهد. برای محاسبه و تعیین مدل نیم تغییرنمای تجربی؛ در قدم اول مجذور اختلاف یک کمیت (میزان جمعیت) در دو نقطه (هر زوج نمونه) به فاصله معین h محاسبه می‌شود. سپس میانگین این مجذور اختلاف-ها محاسبه می‌شود. میانگین به دست آمده مجذور اختلاف جمعیت در تمامی نقاط با فاصله افقی h از هم می‌باشد که نیم تغییرنما یا سمی واریوگرام $\gamma(h)$ نامیده می‌شود و از رابطه زیر به دست می‌آید (Madani, 1994).

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [z(xi) - z(xi+h)]^2 \quad (1)$$

کریجینگ، یکی از روش‌های زمین‌آمار است که به منظور تخمین مقدار متغیر ناحیه‌ای (مانند جمعیت آفت) در نقاط مختلف منطقه (مزرعه) به کار می‌رود (Habashi et al., 2007).



شکل ۱- نیم تغییرنمای عمومی نشان دهنده دامنه وابستگی مکانی، اثر ناگت (C_0)، مرتبط بودن تغییرپذیری با وابستگی مکانی (C) و آستانه (C_0+C) (السبری و همکاران، ۱۹۹۸)

Figure 1. Generalized semivariogram showing the range of spatial dependence, nugget effect (C_0); variability associated with spatial dependence (C); and sill ($C+C_0$) (Ellsbury *et al.*, 1998)

دامنه را در گونه غربی ۱۸۰-۵۵۰ متر و در گونه شمالی ۱۷۲-۲۸۱ متر گزارش کردند. برای محاسبه ضرایب کریجینگ که یک تخمین گر زمین آماری است، نیاز به محاسبه مقدار واریوگرام می باشد. بدین منظور از انواع مدل های خطی، کروی، نمایی و گوسی استفاده می شود. روابط مربوط به دو مدل کروی و نمایی که کاربرد بیشتری در مطالعات حشره شناسی دارند به شرح زیر می باشد (Hasani Pak, 1998):

$$(۲) \quad \gamma(h) = C_0 + c \times \left(1 - e^{-\frac{h}{a}}\right) \quad \text{مدل نمایی} \quad ۴$$

$$(۳) \quad \gamma(h) = C_0 + c \left[\frac{3h}{2a} + \frac{h^3}{2a^3} \right] \quad \text{مدل کروی} \quad ۵$$

در رابطه های فوق، h فاصله گام ها، C_0 اثر قطعه ای، $C_0 + C$ آستانه، a دامنه یا شعاع تاثیر و e عدد نپریا پایه لگاریتم طبیعی (۲/۷۱۸۲۸۱۸) می باشند.

به طور کلی تخمین زمین آماری، فرایندی است که طی آن می توان مقدار یک کمیت در نقاطی با مختصات معلوم را با استفاده از همان کمیت، در نقاط دیگری با مختصات معلوم تخمین زد (Madani, 1994; Hasani Pak, 1998). نقشه های کریجینگ در زمین آمار که بر اساس منحنی واریوگرام طراحی می شوند، جمعیت آفت را در نقاط نمونه گیری نشده با دقت بسیار بالایی تخمین زده و قادر به پیشگویی تغییرات جمعیت و امکان رسیدن آن به آستانه اقتصادی در نقاط مختلف مزرعه می باشند. روش زمین آمار در ارزیابی متغیرهای ناحیه ای و تاثیر آنها روی رشد جمعیت آفات کاربرد دارند (Liebhold *et al.*, 1993).

السبری و همکاران (Ellsbury *et al.*, 1998) الگوی ظهور کرم ریشه غربی *Diabrotica virgifera* و کرم ریشه شمالی *D. barberi* Smith & LeConte را در مزرعه بدون تناوب (ذرت-ذرت) و مزرعه با تناوب (سویا-ذرت) مورد بررسی قرار داده و بیان کردند که برآزش داده های گونه غربی با مدل کروی و گونه شمالی با مدل نمایی مطابقت نشان دادند. همچنین مقدار

4. Exponential

5. Spherical

نخست با در نظر گرفتن چهار جهت اصلی شمال، جنوب، مشرق و مغرب مزرعه، در منتهی‌الیه جنوب غربی مزرعه و با کمی فاصله از حاشیه مزرعه، نقطه‌ای به مختصات (۰،۰) به عنوان نقطه شروع در نظر گرفته شد. سپس هر مزرعه به شبکه‌های منظم ۱۵ متری تقسیم شد. در دو مزرعه آزمایشی در مجموع تعداد ۱۷۶ ایستگاه نمونه‌برداری مشخص و با میخ‌های چوبی علامت‌گذاری و روی میخ‌ها موقعیت هر ایستگاه نوشته شد (شکل ۲).

روش نمونه‌برداری: از هر ایستگاه یک بلوک ۲×۲ متر مربع انتخاب

و در هر بلوک تعداد سه بوته تصادفی به عنوان واحد نمونه-برداری انتخاب و در این سه بوته، تعداد کل غلاف‌های آلوده به کرم پيله‌خوار نخود (غلاف‌های سوراخ شده) شمارش و یادداشت شد. اولین و آخرین نمونه‌برداری به ترتیب در تاریخ‌های ۱۳۹۳/۰۳/۱۷ و ۱۳۹۳/۰۴/۱۸ انجام گرفت.

تجزیه و تحلیل آماری: داده‌های مربوط به هشت مرحله نمونه‌برداری، ابتدا وارد نرم‌افزار Excel 2010 شده و سپس به کمک نرم‌افزار SPSS 20 و به کمک آزمون کولموگروف-اسمیرنوف، نرمال بودن آن‌ها مورد بررسی قرار گرفت. داده‌ها قبل از تجزیه و تحلیل، در صورت نیاز به کمک یکی از روش‌های مناسب تبدیل داده (لگاریتمی یا کاکس و باکس^۸)، نرمال شدند. در پایان، داده‌های نرمال شده با استفاده از نرم افزار GS⁺ نسخه ۵/۱ تجزیه و تحلیل شده و منحنی‌های واریوگرام و در صورت لزوم نقشه کریجینگ جمعیت برای آن‌ها ارائه شد.

با استفاده از نقشه‌های کریجینگ جمعیت آفت در تاریخ‌های متوالی یک مزرعه، و مقایسه این نقشه‌ها با هم، مسیرهای ورود آفت به مزرعه شناسایی خواهد شد. در این تحقیق ضمن بررسی مشخصات زمین‌آماري آفت، با ارائه نقشه کریجینگ، امکان دست‌یابی به نقشه پراکندگی آفت در سطح مزرعه فراهم شده و در نتیجه فقط نقاط آلوده مزرعه سم پاشی می‌شوند و علاوه بر کاهش مصرف سموم، هزینه‌های مدیریت آفت نیز کاهش می‌یابد. این همان مدیریت تلفیقی مکان ویژه^۸ می‌باشد (Hojati et al., 2011).

مواد و روش‌ها

موقعیت جغرافیایی محل نمونه‌برداری: این تحقیق در دو مزرعه نخود دیم رقم بیونچ کرمانشاهی در بخش کاکاوند واقع در ۳۵ کیلومتری شمال غربی شهرستان دلفان، بین استان کرمانشاه و شهر خرم‌آباد انجام گرفت. محدوده این شهرستان در موقعیت جغرافیایی ۴۷ درجه و ۲۷ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۱۸ دقیقه طول جغرافیایی شرقی نصف النهار گرینویچ و ۳۳ درجه و ۵۰ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۱۸ دقیقه عرض جغرافیایی شمالی واقع شده به نحوی که در طول ۵۲ دقیقه و در عرض ۲۸ دقیقه گستردگی داشته و در طول جغرافیایی بیشتری کشیده شده است.

انتخاب مزرعه و تهیه نقشه نمونه‌برداری: در بهار ۱۳۹۲ تعداد دو مزرعه، هر یک به مساحت حدود دو هکتار (۱۶۵m×۱۲۰m) در روستای گلستانه و ده سفید واقع در شهرستان نورآباد انتخاب و موقعیت جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا مربوط به هر مزرعه با استفاده از دستگاه GPS مشخص شد. سپس موقعیت مکانی هر ایستگاه نمونه‌برداری بر اساس مختصات X (طول) و Y (عرض) آن‌ها در هر مزرعه مشخص و در طول کل دوره نمونه برداری ثابت در نظر گرفته شد. بدین ترتیب جهت مشخص نمودن موقعیت مکانی ایستگاه‌های نمونه‌برداری در نقشه نمونه‌برداری،

$$- 9 \quad \begin{cases} z = \frac{z_t^\lambda - 1}{\lambda} & \lambda \neq 0 \\ z^{(\lambda)} = L_n(z) & \lambda = 0 \end{cases} \quad \text{که در آن } z_t \text{ مقدار اولیه داده‌ها،}$$

λ پارامتر تبدیل و $Z(t)$ مقدار تبدیل یافته نظیر داده‌هاست.

6. Lags

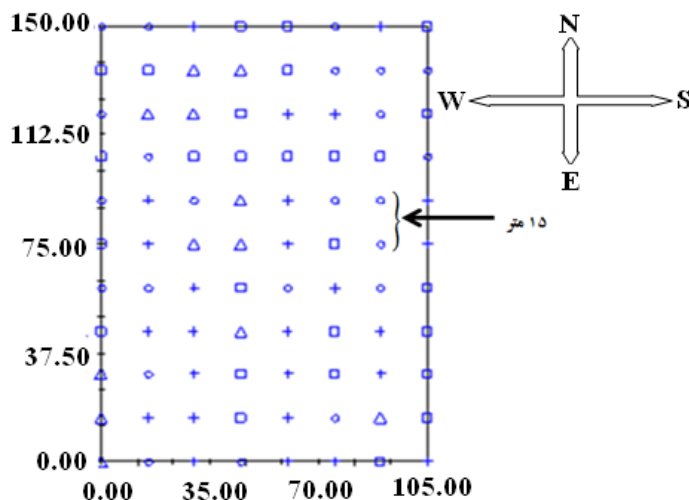
7. Sill

8. Site Specific Integrated Pest Management

نتایج و بحث

خلاصه ویژگی‌های زمین‌آماري داده‌های مربوط به غلاف‌های خسارت دیده توسط لارو هلیوتیس نخود در سال ۱۳۹۲ در دو روستای ده سفید و گلستانه از توابع شهرستان دلفان، به صورت جداگانه در جدول‌های ۱ و ۲ و همچنین نقشه‌های کریجینگ مربوط به این واریوگرام‌ها در شکل-های ۳ و ۴ ارایه شده‌اند. در این تحقیق نتایج برآزش داده‌ها نشان داد که از مجموع هشت تاریخ نمونه‌برداری، دو مورد با مدل کروی، پنج مورد با مدل نمایی و یک مورد با مدل اثر خالص قطعه‌ای (بدون ساختار فضایی) مطابقت داشتند. این موضوع نشان می‌دهد که پراکنش هلیوتیس در مزرعه نخود تا حدودی به صورت تجمع می‌باشد. بر اساس نتایج این تحقیق، دامنه موثر برای این آفت در مدل‌های نمایی به نسبت بالا و در مدل‌های کروی تا ۳۱۰ متر بود. با توجه به خلاصه آماره‌های زمین‌آماري به دست آمده در این تحقیق (دو جدول ۱ و ۲)، مقادیر ضریب تبیین به جز یک مورد، در بقیه مراحل بیش‌تر از ۰/۵۵ بود. همچنین در بیشتر موارد مقدار درجه وابستگی مکانی DD حدود نصف آستانه (سقف واریوگرام) و بین ۰/۵۰ و ۰/۶۰ بود که مقدار درجه وابستگی مکانی به نسبت خوبی است و نشان می‌دهد که

تقریباً حدود ۶۰ درصد از تغییرپذیری (واریانس) بین داده‌ها دارای ساختار مکانی می‌باشند. لیهولد و همکاران (Liebhold *et al.*, 1991) نیز ضمن بررسی پراکنندگی توده‌های تخم شب‌پره ابریشم باف-ناجور (*Lymantria dispar* (L.)) در جنگل‌های آمریکا طی سال‌های متعدد، مقادیر وابستگی مکانی را از سالی به سال دیگر و از منطقه‌ای به منطقه دیگر متفاوت و حدود نصف آستانه و در برخی از سال‌ها و برخی از مناطق، مقدار آن را کمتر از نصف آستانه گزارش کردند. در بررسی کرم میوه خرما *Batrachedra amydraula* Meyrick در استان خوزستان نیز مقادیر ناگت ۰/۴۳ تا ۰/۵۲ بود (Latifian and Soleymannejadian, 2009). رایت و همکاران (Wright *et al.*, 2002) نیز ویژگی‌های زمین-آماري کرم ساقه‌خوار ذرت *Ostrinia nubilalis* (Hubner) را در مزارع چندین بخش از ایالات متحده و در چندین سال بررسی کردند.



شکل ۲- نقاط نمونه‌برداری در مزرعه (متر)

Figure 2. Sampling points in the field (in meters)

جدول ۱- ویژگی‌های زمین‌آماری غلاف‌های نخود آلوده به *Heliotis virescens* در روستای گلستانه در سال ۱۳۹۲

Table1. Geostatistical characteristics of the infestation chickpea pods by *Heliotis virescens* in Delfan-Golestane in 2013

Sampling date	Model	R ²	DD	Effective range	Sill	Nugget
2013.06.07	Exponential	0.866	0.530	932.7	0.115	0.0540
2013.06.15	Spherical	0.690	0.501	310.9	0.092	0.0457
2013.06.22	Spherical	0.751	0.531	310.9	0.078	0.0367
2013.06.29	Exponential	0.588	0.501	932.7	0.065	0.0322

جدول ۲- ویژگی‌های زمین‌آماری غلاف‌های نخود آلوده به هلیوتیس در روستای ده سفید در سال ۱۳۹۲

Table2. Geostatistical characteristics of the infestation chickpea pods by *Heliotis virescens* in Delfan-Dehsefid in 2013

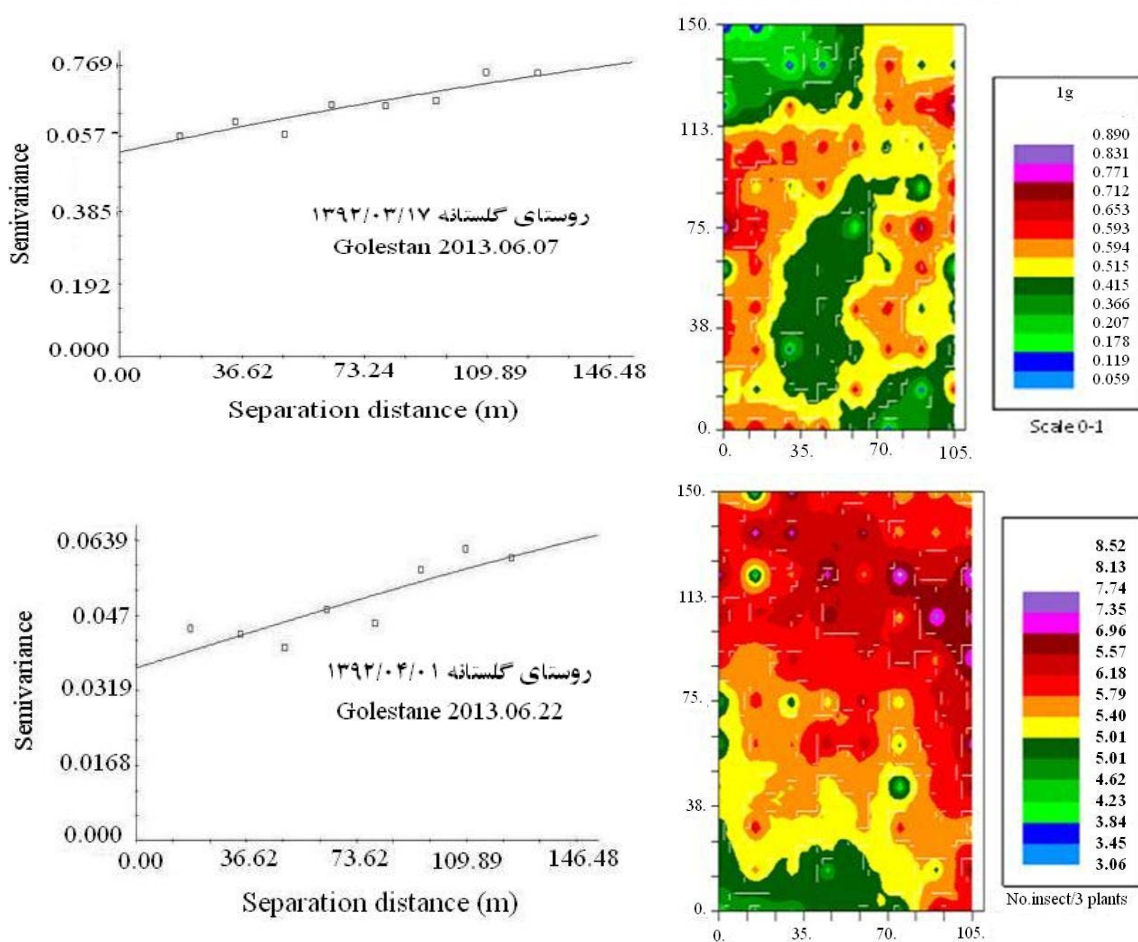
Sampling date	Model	R ²	DD	Effective range	Sill	Nugget
2013.06.15	Pure nugget effect	0.001	0.009	124.93	0.079	0.0786
2013.06.22	Exponential	0.304	0.040	866.10	0.138	0.0635
2013.06.29	Exponential	0.536	0.547	310.90	0.101	0.0456
2013.07.09	Exponential	0.539	0.542	932.70	1.11	0.508

urticae Koch در مزارع لوبیا را اوایل هجوم کنه به مزرعه ذکر می‌کنند. آن‌ها عقیده دارند که در اوایل ظهور کنه در مزرعه و قبل از انتشار سراسری آفت در مزرعه، منحنی‌های وارویوگرام و نقشه‌های کریجینگ به خوبی مسیر حرکت و محل‌های اجتماع آفت را نشان داده و ضمن کنترل موضعی آن، می‌توان از انتشار آفت جلوگیری نمود. همان‌گونه که در شکل‌های ۳ و ۴ دیده می‌شود، در نیم‌تغییرنماها خط منحنی در انتها به صورت افقی دیده نمی‌شود. یکی از دلایل این موضوع کوچک بودن مساحت مزارع آزمایشی در این تحقیق می‌باشد. همان‌گونه که عنوان شد، در این تحقیق کوچک‌ترین گام ۱۵ متر و بزرگ‌ترین گام در نظر گرفته شده نیز کمتر از طول قطر مزرعه آزمایشی می‌باشد. بنابراین محاسبه دامنه موثر که حدود ۳۰۰ متر است، توسط نرم‌افزار برآورد شده و به طور مطلق نارایب نیست.

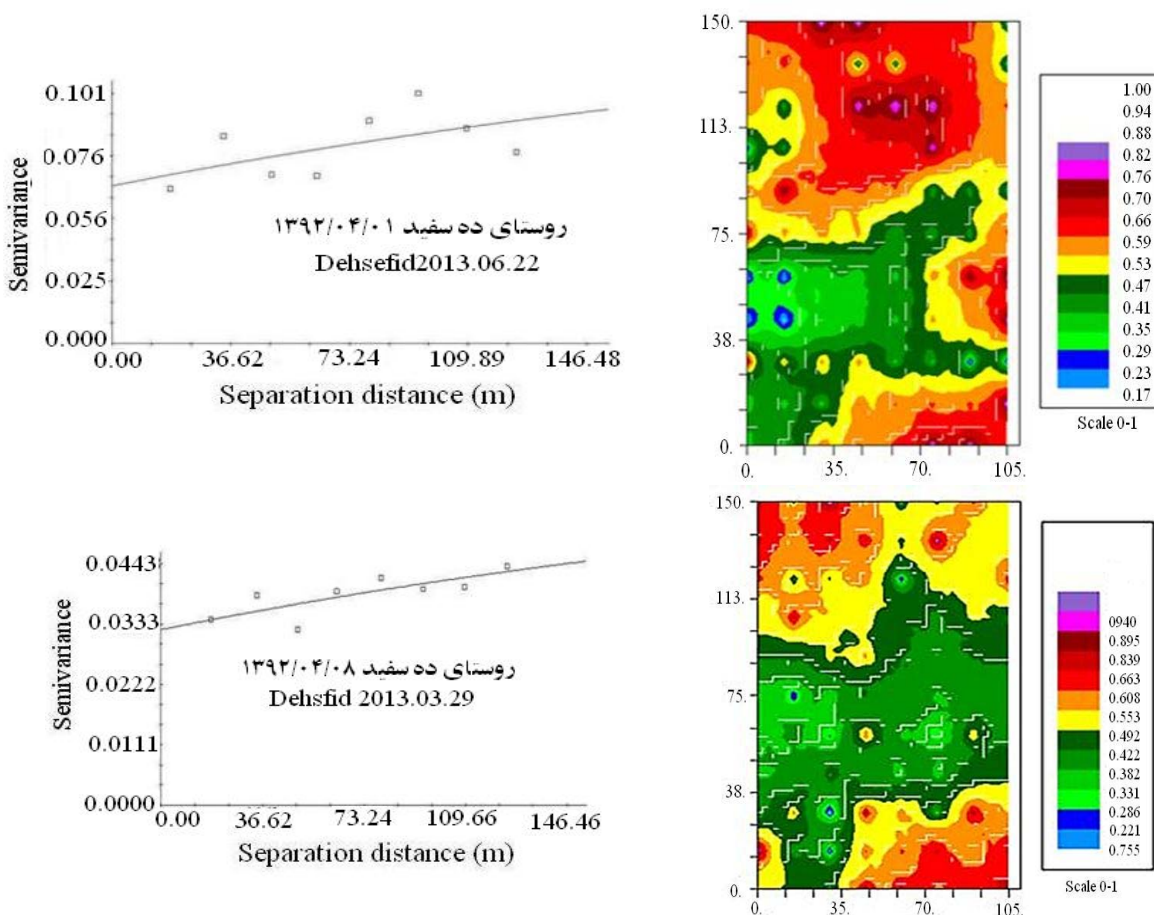
نتایج تحقیقات آن‌ها نشان داد که در چهار مورد از هفت مورد نمونه‌برداری در سال ۱۹۹۷، توزیع خسارت این آفت در این مزرعه با وارویوگرام مدل کروی برازش بهتری نشان داد و دامنه موثر آن بسیار کوچک و از ۰/۵۲ تا ۰/۷۵ متر، اما مقادیر ناگت در بسیاری از موارد کمتر از ۰/۲۰ بود. در برخی از مراحل زندگی یک حشره؛ مقدار درجه وابستگی مکانی ممکن است بنا به دلایلی مانند حرکت افراد به سمت جنس مخالف (Schotzko and O'Keefe, 1989) و یا تجمع لاروها پس از خروج از تخم، افزایش و در نتیجه مقدار ناگت کاهش یابد. بنابراین شناسایی این مراحل از زندگی آفات به منظور دستیابی به نیم‌تغییرنماهای با مقدار ناگت پایین و در نتیجه نقشه‌های کریجینگ نارایب بسیار مهم می‌باشد. حجتی و همکاران (Hojati et al., 2011) مناسب‌ترین زمان برای استفاده از مدل زمین‌آمار در نمونه‌برداری از جمعیت کنه تارتن دولکه‌ای *Tetranychus*

نقاط و کانون‌های با جمعیت بالای آستانه اقتصادی خواهد نمود. نتیجه این امر کاهش مصرف سموم حشره‌کش، کاهش آلودگی محیط زیست و در نتیجه حمایت از دشمنان طبیعی خواهد بود.

در این تحقیق در مواردی که داده‌ها با واریوگرام‌های مدل کروی یا نمایی برازش داشتند، با استفاده از نقشه کریجینگ موقعیت‌های مکانی و تراکم جمعیت آفت در سطح مزرعه تخمین زده شد. این نقشه‌ها در زمان اجرای عملیات مدیریت آفت، سمپاشی‌ها را تنها معطوف به این



شکل ۳- نیم تغییرنما و نقشه کریجینگ جمعیت غلاف‌های نخود آلوده به هلیوتیس در روستای گلستانه در سال ۱۳۹۲
Figure 3. Semivariogram and counter maps of the infestation chickpea pods by the pod borer in Golestane 2013



شکل ۴- نیم تغییرنما و نقشه کریجینگ غلاف‌های نخود آلوده به هلیوتیس در روستای ده سفید در سال ۱۳۹۲
Figure 4. Semivariogram and contour maps of infestation chickpea pods by the pod borer in Dehsefid, 2013

مزارع ذرت، مقدار ناگت را حدود صفر و مقدار دامنه موثر را بسیار کم و حدود سه متر گزارش نموده‌اند. این موضوع نشان می‌دهد که جمعیت کرم ساقه‌خوار اروپایی حداکثر تا فاصله حدود سه متر دارای وابستگی مکانی هستند. بنابراین نتایج این تحقیق برای انجام عملیات نمونه‌برداری از آفت در مزرعه، بر اساس مدل‌های زمین آماری مناسب نیست زیرا چنانچه بخواهیم از زمین آمار به منظور انجام نمونه‌برداری و ارایه نقشه‌های کریجینگ جمعیت این آفت استفاده کنیم، باید فاصله نمونه‌برداری‌ها را به کمتر از ۳ متر کاهش دهیم. در آن صورت حجم نمونه‌برداری‌ها به قدری افزایش می‌یابد که از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نخواهد بود. در تحقیقات زمین آماری هر قدر مقدار دامنه موثر بیشتر باشد، کاربرد آن در مدیریت آفت بیشتر است زیرا بر اساس گزارش حسنی پاک (Hasani Pak, 1998)، در زمان

همان‌طور که در شکل ۳ دیده می‌شود، بر اساس راهنمای نقشه، نقاط پررنگ (که در نقشه‌های رنگی کریجینگ به رنگ قرمز هستند) آلوده‌ترین نقاط مزرعه به هلیوتیس می‌باشند، در تاریخ ۱۷ خرداد ۱۳۹۲ در روستای گلستانه، نقاط محدودی از مزرعه شامل نقطه‌ای کوچک در محدوده‌ی شمال شرقی، قسمت‌هایی در مغرب و جنوب و تعدادی نقطه پراکنده دیده می‌شود. اما حدود دو هفته بعد یعنی در تاریخ اول تیر ۱۳۹۲، منطقه بسیار وسیعی از مزرعه مورد آزمایش توسط آفت آلوده شده است. شکل ۴ نیز نشان می‌دهد که در روستای ده‌سفید اختلاف آلودگی در دو تاریخ ۱۳۹۲/۰۴/۰۱ و ۱۳۹۲/۰۴/۰۸ آن‌چنان قابل توجه نیست.

همان‌طور که گفته شد، رایت و همکاران (Wright *et al.*, 2002) برای کرم ساقه‌خوار اروپایی *O. nubilalis* در

(De Alves et al., 2011) مشخصات زمین آماری ساقه-خوار (*Hypothenemus hampei* Ferrari) و مینوز (*Leucoptera coffeella* Guer.) را در مزرعه قهوه مورد بررسی قرار دادند. رییس-داسی و همکاران (Ribes-Dasi et al., 2005) به منظور اجرای سیستم کشاورزی دقیق در مدیریت کرم سبب (*Cydia pomonella* (L.)) زمین آمار و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) را مورد استفاده قرار داد. در این روش با توجه به این که تراکم جمعیت آفت در نقاط مختلف مزرعه مشخص می‌شود (روش کریجینگ)، بنابراین فقط در نقاط آلوده مزرعه، عملیات کنترل آفت انجام می‌گیرد، و ضمن کاهش تعداد نمونه‌برداری‌ها و نیز متمرکز بودن و دقت بالاتر عملیات کنترل، در هزینه‌های کنترل آفت نیز صرفه جویی می‌شود (Liebhold et al., 1993). هرچند، استفاده مفید و کارآمد از نقشه‌های کریجینگ در مدیریت آفت، نیازمند تجهیزات پیشرفته و سمپاش‌های هوشمند می‌باشد، اما با توجه به این که نقشه‌های کریجینگ، موقعیت نقاط آلوده مزرعه را مشخص می‌نمایند، بنابراین حتی با استفاده از سمپاش‌های معمولی نیز می‌توان نسبت به سمپاشی لکه‌ای نقاط آلوده اقدام و از سمپاشی سراسری مزرعه اجتناب نمود. در بسیاری از موارد بررسی‌های زمین آماری معمولاً مسیرهای ورود آفات را به داخل مزارع نشان می‌دهند. در این تحقیق نیز مشخص شد که نخست ضلع‌های غربی و شرقی مزرعه آلوده به آفت می‌شوند (شکل ۳) و با گذشت زمان و در اواخر مرحله خسارت آفت، آلودگی در سراسر مزرعه دیده می‌شود. نتایج به دست آمده در این تحقیق برتری روش‌های زمین آماری را در مقایسه با روش‌های آمار کلاسیک نشان می‌دهد زیرا در راستای سیاست کاهش مصرف سموم و مدیریت تلفیقی مکان ویژه آفات عمل می‌نماید.

سپاسگزاری

بدین وسیله از مدیریت محترم گروه گیاه‌پزشکی و تحصیلات تکمیلی دانشگاه لرستان به خاطر مساعدت در تامین بخشی از امکانات اجرای این تحقیق صمیمانه قدردانی می‌شود.

انجام نمونه‌برداری؛ فاصله بین نمونه‌ها را تا ۷۵ درصد مقدار دامنه موثر می‌توان افزایش داد. بنابراین با افزایش مقدار دامنه موثر، در یک مزرعه با مساحت معین، به منظور تخمین تراکم جمعیت یک آفت، تعداد نمونه کمتری مورد نیاز خواهد بود. همان‌گونه که عنوان گردید، بر اساس جدول-های ۱ و ۲، حداقل مقدار دامنه برای غلاف‌های آلوده به لارو هلیوتیس حدود ۳۰۰ متر ارزیابی شده است. این موضوع نشان می‌دهد که بر اساس نظر حسنی پاک (Hasani Pak, 1998)، فاصله بین نمونه‌ها را می‌توان تا ۲۲۵ متر افزایش داد. البته این در حالی است که مقدار ناگت حدود صفر باشد. در این تحقیق، با توجه به بالا بودن مقدار ناگت (بین ۰/۴۵۳ تا ۰/۴۹۹)، به طور قطع دستیابی به نقشه‌های کریجینگ کاملاً نااریب تا حدودی غیر ممکن خواهد بود، بنابراین به منظور بالا بردن دقت در محاسبه واریوگرام‌ها و در نتیجه نقشه کریجینگ، باید فاصله بین نمونه‌ها را تا حد ممکن کاهش و اندازه نمونه (تعداد بوته-های مورد بررسی) را به بیش از ۳ بوته در هر بلوک ۲×۲ افزایش داد. این موضوع مورد تایید رندو (Rendu, 1981) می‌باشد. نامبرده رابطه $n/N \times C = C_0$ را برای محاسبه اثر قطعه‌ای حاصل از n نمونه پیشنهاد نموده است. با توجه به این رابطه، با افزایش تعداد نمونه، اثر قطعه‌ای کاهش می‌یابد. همچنین در این تحقیق جهت جغرافیایی تأثیری بر نوع واریوگرام‌ها نداشت. بنابراین در محاسبه واریوگرام‌ها، بدون در نظر گرفتن جهت، از واریوگرام‌های همسو استفاده شده است.

کاربرد علم زمین آمار در دو دهه اخیر به عنوان یک روش مهم در نمونه‌گیری از جمعیت بندپایان گسترش قابل توجهی یافته است. استفاده از این روش می‌تواند تعداد نمونه مورد نیاز را به حداقل ممکن کاهش دهد (Liebhold et al., 1993) به عنوان نمونه، سیارتا و همکاران (Sciarretta et al., 2001) با هدف مدیریت بهتر شب‌پره (*Cydia funebrana* (Treitschke)) در باغ‌های آلو، ویژگی‌های زمین آماری جلب این شب‌پره را به طرف تله-های فرمونی مورد بررسی قرار دادند. د آلوز و همکاران

References

- Anonymus**. 2013. Annual Report of Jihade-Agricultural Organization of Lorestan. 18 pp. (in Farsi)
- Behdad, A.** 1997. Important Plant Pests in Iran. Yad Press. 824 pp. (in Farsi)
- De Alves, M. C., Da Silva, F. M., Moraes, J. C., Pozza, E. A., De Oliveira, M. S., Souza, J. C. S. and Alves, L. S.** 2011. Geostatistical analysis of the spatial variation of the berry borer and leaf miner in a coffee agroecosystem. **Precision Agriculture** 12:18–31.
- Ellsbury, M. M., Woodeson, W. D., Clay, S. A., Malo, D., Schumacher, J., Clay, D. E. and Carlson, C.G.** 1998. Geostatistical characterization of the spatial distribution of adult corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) emergence. **Environmental Entomology** 27(4): 910-917.
- Gressie, N.** 1993. Statistics for spatial data. Wiley, New York.
- Habashi, H., Hosseini, M., Mohammadi, J. and Rahmani, R.** 2007. Geostatistic applied in forest soil studing process. **Journal of Agricultural Science and natural Resources** 14(1): 1-10. (in Farsi)
- Hasani Pak, A.** 1998. Geostatistics. Tehran University press. 314 pp. (in Farsi)
- Hashemi Aghajeri, M., Shayesteh, N. and Purmirza, A.** 1998. The biology of pod borer (*Heliothis virescens*) on rain-fed chickpea, in Urmia, Maragheh and Hashtrood under fields and laboratories conditions. Proceedings of 13th Iranian Plant protection Congress. 23-27 August Karaj, Iran. (in Farsi)
- Hojati, M., Mohisani, A., Vafaei, R. and Termechi, H.** 2011. Application of geostatistics to management of two spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch in Borujerd common bean fields. **Journal of Entomological Research of Iran** 3(4): 295-303 (in Farsi).
- Juzeyan, A., Rajabi, G.H. and Gharali, B.** 2007. Estimation of economic injury level of chickpea pod borer, *Heliothis virescens* (Lep.: Noctuidae) in Maragheh, Northwestern Iran. **Journal of Entomological Society of Iran**. 27(1): 27-34. (in Farsi)
- Khanjani, M.** 2008. Cereal Pests of Iran. Bualisina University Press. 719 pp (in Farsi).
- Latifian, M. and Soleymannejadian, E.** 2009. Study of the Lesser moth *Batrachedra amydraula* (Lep.: Batrachedridae) distribution based on geostatistical models in Khuzestan province. **Journal of Entomological Research- Iran** 1(1): 43-55 (in Farsi).
- Liebholt, A. M., Elkinton, J. S., Zhang, X.U., Hohn, M. E., Ticehurst, M., Benzon, G. L. and Campbell, R. W.** 1991. Geostatistical analysis of gypsy moth (Lepidoptera: Lymantriidae) egg mass populations. **Environmental Entomology** 20(5): 1407-1417.
- Liebholt, A.M., Rossi, R. E. and Kemp, P.** 1993. Geostatistic and Geographic information System in Applied insect Ecology. **Annual Review of Entomology** 38: 303-327.
- Madani, H.** 1994. Fundamental of Geostatistics. Amirkabir University press. 659 pp. (in Farsi)
- Mashhadi Jafarloo, M.** 2005. Investigation of the effects of *Bacillus thuringiensis* on Chickpea pod borer, *Heliothis virescens* Huf. (Lep.: Noctuidae). Proceedings of the first Iranian Pulse Crops Symposium. 20 – 21. November, Ferdosi University of Mashhad. 426-428. (in Farsi)
- Rendu, J. M.** 1981. An Introduction to Geostatistical Methods of Mineral Evaluation. South African Institute of Mining and Metallurgy, Johannesburg. 84 pp.
- Ribes-Dasi, M., Almacellas, J., Sió, J., Torà, R., Planas, S. and Avilla, J.** 2005. The use of Geostatistics and GIS to optimise pest control practices in precision farming systems. **Information and Technology for Sustainable Fruit and Vegetable Production** 583-590.
- Schotzko, D. J. and O’Keeffe, L. E.** 1989. Geostatistical description of the spatial distribution of *Lygus hesperus* (Heteroptera: Miridae) in lentils. **Journal of Economic Entomology** 82:1277-1288.
- Sciarretta, A., Trematerra, P. and Baumgärtner, J.** 2001. Geostatistical analysis of *Cydia funebrana* (Lepidoptera: Tortricidae) pheromone trap catches at two spatial scales. **American Entomologist** 47(3): 174-184.
- Tohidi, M. and Javanmoghadam, H.** 2002. The effect of Bt-H (Made in Iran) against pod borer *Heliothis virescens* in Kermanshah dry lands. Proceedings of 15th Iranian Plant protection Congress. 7-11 September, Razi University, Kermanshah, Iran, P. 92-93 (in Farsi).
- Wright, R. J., Devries, T. A., Young, L. J., Jarvik, J. and Seymour, R. C.** 2002. Geostatistical analysis of the small-scale distribution of European corn borer (Lepidoptera: Crambidae) larvae and damage in whorl stage corn. **Environmental Entomology** 31(1): 160-167.

Geostatistical characteristics of the spatial distribution of the infestation pods by the pod borer, *Heliothis virescens* Huf. (Lep.: Noctuidae) in rain-fed chickpea (*Cicer arietinum* L.) fields in Delfan (Lorestan province)

B. Shafiee Nasab¹, J. Shakarami¹, A. Mohiseni*² and Sh. Jafari¹

1. Department of Plant Protection, College of Agriculture, Lorestan University, Khorramabad- Iran, 2. Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Lorestan, Borujerd Pardis, Borujerd- Iran

(Received: August 2, 2014- Accepted: February 18, 2015)

Abstract

Today different geostatistical techniques being widely used to predict the spatial variations of the pests. The pod borer, *Heliothis virescens* Huf. is the most important pest of chickpea, *Cicer arietinum* L. in the west areas of Iran. In this study in order to achieve the goal of Site Specific Integrated Pest Management (SSIPM) to reduce the application of chemical insecticides, geostatistical characteristics of the infestation pods by pest were studied in Delfan (Golestane & Dehsefid villages). For this, two chickpea fields (variety Bunij of Kermanshah) each about 2 hectares, were chosen. In each field, 88 points or stations with the certain coordination were marked, and in each station, 3 plants were chosen as sample unit, then the number of infested pods was determined. After data normalization, they were analyzed using Gs⁺ version 5.1. Semivariograms were calculated to model the change in spatial correlation with increasing distance between samples. Results showed that the spatial distribution of the pods infestation by *H. virescens* was described by an exponential model for five out of eight data sets, a spherical model for two out of eight data sets. One data set was fitted to any model due to pure nugget effect. The range of spatial dependence varied from 311 to 933 m, and the degree of spatial dependence ($DD = C/(C_0 + C)$) varied from 0.501 to 0.547.

Key words: Geostatistics, chickpea, the pod borer, Site Specific IPM

*Corresponding author: mohiseni@yahoo.com