

## تعیین پراکنش مکانی سرخرطومی‌های برگ‌خوار *Hypera postica* و ریشه‌خوار یونجه با استفاده از زمین‌آمار *Sitona* spp. (Coleoptera: Curculionidae)

رقیه کریم‌زاده<sup>۱</sup>، مرضیه ذاکری ایلخچی<sup>۲</sup> و شهزاد ایرانی‌پور<sup>۳</sup>

۱- استادیار؛ ۲- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد حشره‌شناسی؛ ۳- استاد گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

(تاریخ دریافت: فروردین ۱۳۹۳؛ تاریخ پذیرش: دی ۱۳۹۴)

### چکیده

در این پژوهش، الگوی پراکنش مکانی سرخرطومی‌های برگ‌خوار و ریشه‌خوار یونجه با استفاده از زمین‌آمار بررسی شد. برای این منظور، چهار مزرعه‌ی تحقیقاتی به مساحت‌های ۰/۴، ۰/۵، ۳/۱ و ۷/۳ هکتار در دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه تبریز انتخاب و در دو مقیاس شبکه بندی شدند. مزارع ۰/۴ و ۰/۵ هکتار به شبکه‌های ۱۰×۱۰ متر و مزارع ۳/۱ و ۷/۳ هکتار به شبکه‌های ۳۰×۳۰ متر تقسیم شدند. نمونه‌برداری هفتگی از مراحل مختلف زیستی سرخرطومی‌های یونجه، از اواخر زمستان با سبز شدن مزارع یونجه شروع و تا برداشت چین آخر ادامه داشت. انتخاب روش نمونه‌برداری به ارتفاع گیاه یونجه در مزرعه بستگی داشت، یعنی تا ارتفاع حدود ۳۰ سانتی‌متر که امکان استفاده از تور حشره‌گیری وجود نداشت از کادر چوبی و بعد از آن از تور حشره‌گیری استفاده شد. از هر شبکه یک نمونه برداشته شد. تجزیه‌ی زمین‌آماري داده‌ها با نرم‌افزار GS + 5.1.1 انجام گرفت. برای تعیین میزان وابستگی مکانی داده‌ها و نوع پراکنش مکانی جمعیت سرخرطومی‌ها از درجه‌ی وابستگی مکانی (DD) استفاده شد و نقشه‌های پراکنش جمعیت آن‌ها با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS 9.3 ترسیم شدند. مقدار DD محاسبه شده برای ۹۷ سری از ۱۱۶ سری داده بیشتر از ۲۶ درصد بود که نشان می‌دهد حشرات مورد مطالعه دارای توزیع تجمعی بودند و وابستگی مکانی متوسط تا قوی داشتند. در مورد تمام داده‌های دارای وابستگی مکانی قوی، نقشه‌ی پراکنش تهیه شد. این نتایج و نقشه‌ها نه تنها اطلاعات مهمی در زمینه بوم‌شناسی این آفات فراهم می‌کنند بلکه می‌توانند در مدیریت مکان - ویژه آنها نیز مورد استفاده قرار گیرند.

**واژه‌های کلیدی:** تغییرنما، سرخرطومی‌های یونجه، سمی‌واریانس، کریجینگ، مدیریت مکان-ویژه.

## Determining spatial distribution of alfalfa leaf weevil *Hypera postica* and root weevils *Sitona* spp. (Coleoptera: Curculionidae) using geostatistics

R. KARIMZADEH<sup>1</sup>✉, M. ZAKERI ILKHCHI<sup>2</sup> and S. IRANIPOUR<sup>3</sup>

1- Assistant Professor, 2- MSC entomology graduate, 3- Professor of Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran

### Abstract

In this study, spatial distribution pattern of alfalfa leaf and root weevils was determined using geostatistics. This study was conducted in four alfalfa fields (0.4, 0.5, 3.1 and 7.3 ha) located in the experimental farm of Faculty of Agriculture University of Tabriz, Tabriz, Iran. The 0.4 and 0.5 ha fields were divided into 10 × 10 m grids and 3.1 and 7.3 ha fields were divided into 30 × 30 m grids. Weekly samplings were started at the end of winter and continued until the last clipping of the yield. Depending on the height of alfalfa plants, a 1 × 1 m quadrat and a standard sweep net were used for weevils sampling. One sample was taken from each grid. Spatial analyses of data were conducted using GS + 5.1.1. Degree of dependence (DD) was used for determining spatial dependency of data and spatial distribution pattern of alfalfa weevils. Distribution maps were produced using ArcGIS 9.3. DD values were > 26% for 97 out of 116 data series, indicated that weevils are aggregately distributed in the alfalfa fields and has medium to strong spatial dependency. These results provide useful information about ecology of leaf and root weevils in the alfalfa fields and can be used in site-specific management programs.

**Key words:** Alfalfa weevils, Kriging, Semivariance, Site-specific management, Variogram.

## مقدمه

یونجه، *Medicago sativa* L یک گیاه گلدار چند ساله از تیره حبوبات می‌باشد که به عنوان مهم‌ترین گیاه علوفه‌ای در ایران و بیشتر کشورهای جهان کشت می‌شود و به دلیل خوش‌خوراکی، دارا بودن مواد معدنی و پروتئین بالا و انواع ویتامین‌ها، نقش مهمی در تغذیه‌ی دام‌ها دارد (Karimi, 1990). آفات متعددی با تغذیه از بخش‌های مختلف گیاه یونجه موجب کاهش محصول آن می‌شوند. سرخرطومی برگ یونجه، *Hypera postica* (Gyllenhal) (Coleoptera: Curculionidae) مهم‌ترین آفت این محصول می‌باشد. این حشره در مراحل لاروی و حشره‌ی کامل با تغذیه از برگ‌ها و ساقه‌ی گیاه میزبان خسارت می‌زند و در صورت عدم کنترل، در بیشتر مناطق یونجه‌کاری کشور، چین اول را کاملاً از بین می‌برد (Behdad, 2005). سرخرطومی‌های ریشه‌ی یونجه، *Sitona* spp. در مرحله‌ی حشره‌ی کامل منحصرأً از قسمت‌های هوایی به خصوص برگ‌های جوان و در مرحله‌ی لاروی از گره‌های ذخیره‌کننده‌ی ازت و خود ریشه تغذیه می‌کنند و در صورت بالا بودن جمعیت، خسارت قابل توجهی به محصول یونجه وارد می‌کنند (Khanjani, 2005). مدیریت سرخرطومی‌ها در مزارع یونجه از اهمیت بالایی برخوردار بوده و پژوهشگران مختلف همواره تلاش کرده‌اند راه‌های مؤثری برای کنترل این آفات ارائه دهند. استفاده از پراکنش مکانی در مدیریت تلفیقی آفات، مدیریت تلفیقی مکان ویژه‌ی آفات<sup>۱</sup> یا IPM دقیق<sup>۲</sup> گفته می‌شود که به استفاده از نقشه‌های پراکنش آفت و کاربرد مکانمند اقدامات کنترلی تکیه دارد (Park et al., 2007; Sciarretta and Trematerra, 2014). در دهه‌ی ۱۹۶۰ روش‌های متعددی برای تعیین الگوی پراکنش مکانی حشرات توسعه یافتند که معمول‌ترین آنها شاخص‌های توزیع بودند. این شاخص‌ها روی توزیع فراوانی نمونه‌ها تأکید داشتند و موقعیت مکانی نمونه‌ها را مد نظر قرار نمی‌دادند. زمین آمار شاخه‌ای از آمار کاربردی است که مستقل از روابط میانگین

و واریانس بوده و موقعیت مکانی و فاصله‌ی زمانی و مکانی بین نمونه‌ها در آن نقش کلیدی دارند (Liebhold et al., 1993). بنابراین می‌تواند برای تغییر روش‌های سستی تعیین پراکنش مکانی حشرات استفاده شود و نقشه‌های مفیدی از آرایش مکانی حشرات در مزرعه ارائه دهد (Hassani Pak, 2007; Schotzko and Smith, 1991). تجزیه‌ی زمین‌آماری در دو مرحله انجام می‌شود: مرحله‌ی اول تجزیه‌ی سمی واریانس و تشخیص میزان همبستگی مکانی بین داده‌های نمونه‌برداری و مرحله‌ی دوم تخمین مقادیر متغیر در محل‌های نمونه‌برداری نشده با استفاده از نتایج مرحله‌ی اول و به‌وسیله‌ی روش‌های درون‌یابی مثل کریجینگ<sup>۳</sup> می‌باشد. وریوگرام یا تغییرنما معمول‌ترین ابزار زمین‌آماری در تجزیه‌ی مکانی می‌باشد که در آن نمودار سمی واریانس  $\hat{\gamma}(h)$  به عنوان تابعی از فاصله در مقابل  $h$  (فاصله) رسم می‌شود. سمی واریانس با فرمول زیر محاسبه می‌شود (Clark, 2001).

$$\hat{\gamma}(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(X_i) - Z(X_{i+h})]^2 \quad (1)$$

در این فرمول،  $\hat{\gamma}(h)$  مقدار سمی واریانس تخمین زده شده برای فاصله یا گام  $h$  و  $N(h)$  تعداد جفت نقطه‌های با فاصله‌ی  $h$   $Z(X_i)$  تراکم جمعیت در موقعیت  $X_i$  و  $Z(X_{i+h})$  تراکم جمعیت در نقطه‌ی  $X_{i+h}$  با فاصله‌ی  $h$  از نقطه‌ی اول می‌باشد. اثر قطعه‌ای یا ناگت<sup>۴</sup> ( $c_0$ )، دامنه یا شعاع تأثیر<sup>۵</sup> ( $a$ )، سقف<sup>۶</sup> و سقف جزئی<sup>۷</sup> اجزای تغییرنما هستند (شکل ۱) که در تجزیه‌ی مکانی و تعیین نوع توزیع مورد استفاده قرار می‌گیرند. اثر قطعه‌ای به مقدار سمی واریانس در مبدأ ( $h=0$ ) اطلاق می‌شود. دامنه، حداکثر فاصله‌ای است که در آن نمونه‌ها دارای وابستگی مکانی هستند و بیشتر از این فاصله، رابطه‌ای بین مقادیر نمونه‌ها وجود ندارد و نمونه‌ها مستقل از هم تغییر می‌کنند. به مقدار سمی واریانس در دامنه، سقف تغییرنما گفته می‌شود و سقف نسبی، اختلاف سقف

۳- Kriging  
۴- Nugget  
۵- Range  
۶- Sill  
۷- Partial sill

۱- Site-specific integrated pest management  
۲- Precision IPM

نشان داد. دامنه وابستگی مکانی، ۲۷۵-۷۵ متر و میانگین آن ۱۵۰ متر بود. بر اساس اطلاعات به دست آمده، نمونه‌برداری با فواصل ۱۵۰ متر یا شبکه‌های ۱۵۰×۱۵۰ متر برای مطالعات بعدی پیشنهاد شد (Pulakkatu-Thodi *et al.*, 2014).

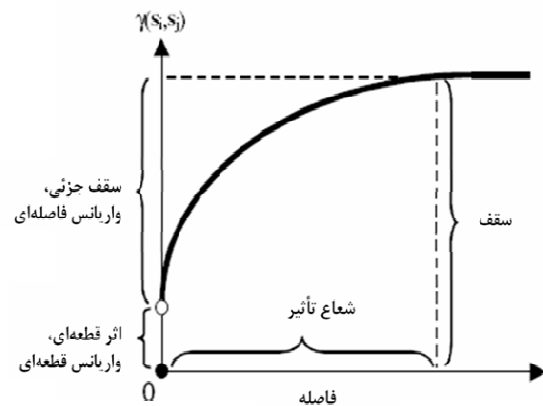
در ایران برای تعیین پراکنش مکانی جمعیت سرخرطومی یونجه اغلب از روش‌های سنتی استفاده شده است. در مطالعه‌ای (Moradi-Vajargah *et al.*, 2011) پراکنش مکانی سرخرطومی برگ‌خوار یونجه را در استان اردبیل با استفاده از شاخص‌های تجمع و مدل‌های تیلور و آیوائو مورد بررسی قرار دادند. در این بررسی، از کادر ۰/۲۵ مترمربعی برای نمونه‌برداری استفاده شد. مدل تیلور پراکنش جمعیت تمامی مراحل زندگی حشره را از نوع تجمعی و مدل آیوائو پراکنش جمعیت لارو و حشره‌ی کامل را از نوع تجمعی و پراکنش جمعیت شفیره را از نوع تصادفی نشان داد.

همچنین (Haddadi *et al.*, 2014) الگوی پراکنش جمعیت سرخرطومی برگ‌خوار یونجه را با استفاده از کادر چوبی ۰/۲۵ مترمربعی و مدل‌های رگرسیونی تیلور و آیوائو بررسی کردند. مدل‌های رگرسیونی تیلور و آیوائو پراکنش جمعیت این آفت را در تمامی تاریخ‌های نمونه‌برداری از نوع تصادفی نشان دادند، در حالی‌که سایر شاخص‌های تجمع و نیز آزمون‌های نکویی برازش دست‌کم در نیمی از نوبت‌های نمونه‌برداری وقوع تجمع ضعیف تا متوسط را نشان دادند.

(Majidi *et al.*, 2010) در مطالعات خود روی الگوی توزیع فضایی سرخرطومی ریشه‌ی یونجه، *Sitona humeralis* (Stephens) با استفاده از شاخص‌های تجمع در مزارع یونجه‌ی باجگاه شیراز دریافتند که الگوی پراکنش این آفت قبل از برداشت محصول تجمعی و پس از برداشت محصول از نوع یکنواخت می‌باشد که دلیل احتمالی آن را کمبود مواد غذایی پس از برداشت محصول بیان کردند.

مطالعه‌ی حاضر با هدف تعیین الگوی پراکنش مکانی سرخرطومی‌های برگ‌خوار و ریشه‌خوار در مزارع یونجه با استفاده از زمین‌آمار و تهیه‌ی نقشه‌ی این الگوها انجام شد.

و اثر قطعه‌ای می‌باشد (Clark, 2001).



شکل ۱- اجزای تغییرنما در زمین‌آمار (Johnston *et al.*, 2003)

**Fig. 1.** The components of a variogram in geostatistics (Johnston *et al.*, 2003)

الگوی پراکنش مکانی حشرات توسط پژوهشگران مختلف و با استفاده از روش‌های متفاوت مطالعه شده است. به عنوان نمونه، زمین‌آمار برای تعیین الگوی پراکنش مکانی کرم‌های ریشه‌خوار ذرت *Diabrotica* spp. کرم قوزه‌ی پنبه *Bactrocera oleae* (Gmelin) و مگس زیتون *Helicoverpa armigera* Hübner. (Park and Tollefson, 2005; ) استفاده شده است (Moral Garcia, 2006; Castrignano *et al.*, 2012).

در مطالعه‌ای پراکنش مکانی کرم ریشه‌ی انگور *Vitacea polistiformis* (Harris) در تاکستان‌های ویرجینیا با استفاده از آمار مکانی و آمار غیر مکانی توصیف شد. برای این منظور، از پوسته‌های شفیرگی این آفت در تاکستان‌ها نمونه‌برداری و بر اساس قانون توان تیلور، زمین‌آمار و تجزیه‌ی مکانی با شاخص‌های فاصله (SADIE) الگوی پراکنش پوسته‌های شفیرگی تعیین شد که تجمعی بود. بر اساس تغییرنماهای رسم شده، میانگین دامنه‌ی وابستگی مکانی پوسته‌های شفیرگی کرم ریشه‌ی مو، ۸/۸ متر بود (Rijal *et al.*, 2014).

در یک مطالعه‌ی دیگر، پراکنش مکانی سن‌های بدبو در پنج مزرعه تجاری پنبه در آمریکا مطالعه شد. در تجزیه زمین‌آماري داده‌ها، مدل نمایی بهترین برازش را برای تغییرنماهای تجربی

## روش بررسی

این مطالعه در سال ۱۳۹۲ در چهار مزرعه‌ی یونجه تحقیقاتی متعلق به دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه تبریز به مساحت‌های ۰/۴، ۰/۵، ۳/۱ و ۷/۳ هکتار انجام گرفت که به ترتیب با حروف A، B، C و D نمایش داده شده‌اند. مزارع انتخاب شده به وسیله‌ی GPS و یک حلقه متر نواری ۱۵ متری در دو مقیاس شبکه‌بندی شدند. به این ترتیب که مزارع ۰/۴ و ۰/۵ هکتار به شبکه‌های ۱۰ × ۱۰ متری و مزارع ۳/۱ و ۷/۳ هکتار به شبکه‌های ۳۰ × ۳۰ متری تقسیم و محل گره‌ها با میخ‌های چوبی به ارتفاع یک متر علامت‌گذاری شدند. مزرعه‌ی ۷/۳ هکتار با روش آبیاری بارانی و بقیه‌ی مزارع به صورت سستی آبیاری می‌شدند. از نظر تراکم ساقه‌ی یونجه، بخش‌های مختلف هر چهار مزرعه وضعیت تقریباً یکنواختی داشتند.

نمونه‌برداری هفتگی از جمعیت مراحل مختلف زیستی سرخرطومی‌های یونجه، بسته به شرایط آب و هوایی منطقه از اواخر زمستان با سبز شدن مزارع یونجه شروع و تا برداشت چین آخر ادامه داشت. برای نمونه‌برداری از دو روش مطلق و نسبی استفاده شد. انتخاب روش نمونه‌برداری به ارتفاع گیاه یونجه در مزرعه بستگی داشت، یعنی تا ارتفاع حدود ۳۰ سانتی‌متر که امکان استفاده از تور حشره‌گیری وجود نداشت از کادر چوبی و بعد از آن از تور حشره‌گیری استفاده شد. در روش مطلق از کادر چوبی ۱ × ۱ متر و در روش نسبی از تور حشره‌گیری استاندارد (قطر ۳۸ سانتی‌متر و طول دسته یک متر) استفاده شد. در چین اول، دو چرخش ۱۸۰ درجه‌ای تور و در بقیه‌ی چین‌ها به دلیل کاهش تراکم جمعیت، شش چرخش ۱۸۰ درجه‌ای به عنوان یک واحد نمونه‌برداری در نظر گرفته شد و در هر بار نمونه‌برداری، از هر شبکه یک عدد نمونه برداشته شد. تعداد لاروها، شفیره‌ها و حشرات کامل سرخرطومی برگ‌خوار و حشرات کامل سرخرطومی‌های ریشه‌خوار یونجه در هر نمونه شمارش و ثبت شد. در روش استفاده از تور حشره‌گیری، بعد از شمارش حشرات، محتویات تور به همان شبکه برگردانده شد.

برای تجزیه‌ی مکانی داده‌ها، تعداد حشرات شمارش شده در هر شبکه به مرکز شبکه که مختصاتش در GPS ذخیره شده بود نسبت داده شد. تجزیه‌های زمین‌آماری با نرم‌افزار GS+ 5.1.1 انجام شدند. هدف از این تجزیه‌ها پیدا کردن همبستگی مکانی بین تعداد حشرات شمارش شده در نمونه‌ها بود. قبل از مطالعه‌ی همبستگی مکانی، توزیع فراوانی و سایر فراسنجه‌های آماری داده‌ها از قبیل واریانس، میانگین، چولگی و کشیدگی در پنجره‌ی Data summary نرم‌افزار GS+ بررسی شدند. برای نزدیک‌تر نمودن توزیع فراوانی داده‌ها به حالت نرمال، تبدیل لگاریتمی انجام داده شد. به دلیل وجود مقادیر صفر در نمونه‌ها به جای  $\log x$  از  $\log(x+1)$  استفاده شد. در تاریخ‌هایی که جمعیت یک گونه حشره یا یک مرحله زیستی در تمام شبکه‌ها بسیار پایین و در حد صفر بود، آن داده از فهرست داده‌ها حذف می‌شد. تغییرنماها برای تعیین درجه وابستگی مکانی و نوع توزیع استفاده شدند و برای تجزیه سمی واریانس، ۸۰-۷۰٪ حداکثر فاصله‌ی بین دو نمونه به عنوان گام فعال<sup>۲</sup> انتخاب شد. چون نمونه‌برداری به صورت شبکه‌بندی منظم انجام شده بود فواصل بین کلاس‌ها<sup>۳</sup> به صورت هم اندازه و برای مزارع و تاریخ‌های متفاوت بین ۱۳-۶/۹ متر تنظیم شد. این مقادیر قابل قبول بودند چون در هر کلاس گام تغییرنماهای محاسبه شده، حداقل ۳۰ جفت نقطه وجود داشت.

برای تغییرنماهای تجربی، مدل‌های نظری برازش شدند. برای انتخاب بهترین مدل، از مجموع مربعات باقی‌مانده‌ها (RSS)<sup>۴</sup> و ضریب تبیین  $R^2$  استفاده شد و مدل‌های با  $RSS$  حداقل و  $R^2$  حداکثر انتخاب شدند (Karimzadeh et al., 2011). سقف، سقف جزئی، اثر قطعه‌ای و دامنه‌ی مدل‌ها برای تعیین و تشریح روابط مکانی استفاده شدند. درجه‌ی وابستگی مکانی (DD<sup>۵</sup>) بین نمونه‌ها با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد.

$$DD = \left( \frac{c}{c_0 + c} \right) 100$$

۱-Gamma Design Software, Plainwell, MI

۲- Active lag distance

۳- Lag class distance intervals

۴- Residual sums of squares

۵-Degree of dependence

قطعه‌ای تام به حالتی گفته می‌شود که هیچ‌گونه ساختار مکانی در داده‌ها وجود نداشته باشد و واریانس تصادفی کل مؤلفه‌ی واریانس را تشکیل دهد (Liebhold et al., 1993).

در مورد داده‌های مربوط به جمعیت لاروهای سنین ۳ و ۴ مقدار DD در هشت مورد بیشتر از ۷۵ درصد و در ۲۳ مورد بین ۲۶ - ۷۵ درصد بود. بنابراین جمعیت لاروهای سنین ۳ و ۴ که خسارت‌زاترین و طولانی‌ترین مرحله‌ی زیستی سرخرطومی برگ‌خوار یونجه می‌باشند، دارای توزیع تجمعی و همبستگی مکانی قوی می‌باشد. مدل گوسی برای ۱۲ مورد، مدل نمایی برای ۱۱ مورد و مدل کروی برای هشت مورد از داده‌ها بهترین برازش را نشان دادند و شش مورد از داده‌ها دارای اثر قطعه‌ای تام بودند (جدول ۲).

جدول ۳ مشخصات زمین‌آماری حشرات کامل سرخرطومی برگ‌خوار یونجه را نشان می‌دهد. مقادیر DD جمعیت حشرات کامل در ۱۱ سری از داده‌ها بین ۲۶ - ۷۵ درصد و در چهار سری بیشتر از ۷۵ درصد بود. بنابراین پراکنش جمعیت حشرات کامل نیز از نوع تجمعی بود. مدل گوسی و کروی برای بیشتر تاریخ‌ها بهترین برازش را نشان داد و در سه مورد، اثر قطعه‌ای تام مشاهده شد.

مقادیر DD سفیره‌ی سرخرطومی برگ‌خوار یونجه در ۱۳ مورد بین ۲۶-۷۵ درصد و در پنج مورد بیشتر از ۷۵ درصد بود. بنابراین پراکنش مکانی جمعیت سفیره‌ها نیز از نوع تجمعی بود و در بیشتر تاریخ‌ها مدل‌های گوسی و نمایی بهترین برازش را نشان دادند (جدول ۴).

پراکنش جمعیت حشرات کامل سرخرطومی ریشه‌خوار یونجه نیز به حالت تجمعی نزدیک بود. مقدار DD در ۱۶ مورد بین ۲۶-۷۵ درصد و برای سه مورد بیشتر از ۷۶ درصد بود. مدل‌های کروی، گوسی و نمایی به ترتیب برای نه، پنج و پنج سری از داده‌های جمعیت این گروه از سرخرطومی‌ها بهترین برازش را نشان دادند و ۱۱ سری داده اثر قطعه‌ای تام نشان دادند (جدول ۵).

در این فرمول  $c$ ، سقف نسبی و  $c_0$ ، اثر قطعه‌ای می‌باشد. مقادیر  $DD \leq 25\%$  نشان دهنده‌ی وابستگی مکانی ضعیف، مقادیر  $DD = 26-75\%$  بیانگر وابستگی مکانی متوسط و مقادیر  $DD \geq 76\%$  نشان دهنده‌ی وابستگی مکانی قوی می‌باشند (Grego et al., 2006).

بعد از تعیین میزان وابستگی مکانی داده‌ها، نتایج حاصل برای تهیه‌ی نقشه پراکنش آفت در مزارع مورد استفاده قرار گرفتند. از روش درونیابی کریجینگ برای تخمین مقادیر متغیر در محل‌های نمونه‌برداری نشده استفاده شد. نقشه‌ها در نرم افزار ArcGIS 9.3 ترسیم شدند.

## نتیجه و بحث

در این مطالعه در مرحله‌ی اول تجزیه‌ی زمین‌آماري، مقادیر معیارهای چولگی و کشیدگی و زنگوله‌ای شکل نبودن هیستوگرام رسم شده نشان داد که توزیع فراوانی داده‌ها در بیشتر موارد نرمال نبوده بنابراین، برای نرمال کردن توزیع آنها تبدیل لگاریتمی انجام شد و داده‌های نرمال شده در تجزیه‌های مکانی استفاده شدند. بر اساس مقادیر  $R^2$  و  $RSS$ ، مدل‌های کروی، گوسی و نمایی بهترین برازش را برای داده‌های دارای وابستگی مکانی نشان دادند. داده‌های فاقد وابستگی مکانی با مدل خطی برازش داده شدند.

جدول ۱ نتایج تجزیه زمین‌آماري لاروهای سنین ۱ و ۲ سرخرطومی برگ‌خوار یونجه را نشان می‌دهد. مقادیر DD برای لاروهای سنین ۱ و ۲ سرخرطومی برگ‌خوار یونجه در سه مورد بین ۲۶-۷۵ درصد و در یک مورد بیشتر از ۷۵ درصد بود که نشان می‌دهد پراکنش جمعیت لاروهای سنین ۱ و ۲ تجمعی بوده و همبستگی مکانی جمعیت آنها نسبتاً قوی می‌باشد. مدل‌های کروی و گوسی به ترتیب برای سه و یک مورد از داده‌ها بهترین برازش را نشان دادند. همچنین یک مورد از داده‌ها اثر قطعه‌ای تام<sup>۱</sup> نشان داد و فاقد هرگونه ساختار مکانی بود. اثر

۱-Pure nugget effect

جدول ۱- توصیف زمین‌آماري جمعیت لاروهای سنين ۱ و ۲ سرخرطومی برگ‌خوار یونجه در مزارع مورد مطالعه

Table 1. Geostatistical description of 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> instar larvae of alfalfa leaf weevil in the fields studied

Sampling date	Fields	Variogram model	Nugget	Partial sill	Range	DD%	RSS	R <sup>2</sup>
Apr. 7	A	Ga	39	349.9	310.90	90	7686	0.84
Apr. 6	B	Sp	4.10	6.196	170.40	60.7	1.24	0.87
Apr. 18	B	Sp	0.75	1.373	210.90	64.8	0.06	0.80
Apr. 10	D	Sp	11.66	11.67	810.90	50	59.50	0.47
Apr. 28	D	Li	0.13	0	365.26	0	0.03	0.24

DD: درجه‌ی وابستگی مکانی، RSS: مجموع مربعات باقیمانده‌ها، Ga: مدل گوسی، Sp: مدل کروی، Li: مدل خطی

حروف A, B و D به ترتیب نشان دهنده مزارع ۰/۴، ۰/۵ و ۷/۳ می‌باشند.

DD: Degree of dependence, RSS: Residual sums of squares, Ga: Gaussian model, Sp: Spherical model, Li: Linear model.

جدول ۲- توصیف زمین‌آماري جمعیت لاروهای سنين ۳ و ۴ سرخرطومی برگ‌خوار یونجه در مزارع مورد مطالعه

Table 2. Geostatistical description of 3<sup>rd</sup> and 4<sup>th</sup> instar larvae of alfalfa leaf weevil in the fields studied

Sampling date	Field	Variogram model	Nugget	Partial sill	Range	DD%	RSS	R <sup>2</sup>
Apr. 8	A	Ga	16.90	77.90	130.30	82.2	240	0.93
Apr. 19	A	Ga	314.00	824.90	185.30	72.4	51515	0.70
Apr. 26	A	Ga	97.00	507.90	124.10	83.4	5204	0.96
May 2	A	Sp	322.00	545.30	264.10	62.9	27517	0.83
May 9	A	Ga	139.00	649.90	139.10	82.4	12013	0.94
May 16	A	Ga	187.00	417.80	103.40	69.0	8712	0.94
May 22	A	Ga	120.00	330.90	216.10	73.4	6549	0.64
May 29	A	Ga	13.10	44.10	140.40	77.0	25.20	0.97
Jun. 5	A	Ex	2.36	2.36	310.90	50.0	0.72	0.36
Jun. 16	A	Ga	2.14	4.14	248.30	65.9	1.71	0.42
Apr. 7	B	Ga	7.80	38.80	97.90	83.2	36.30	0.86
Apr. 18	B	Sp	158.80	158.90	210.90	50.0	2980	0.50
Apr. 26	B	Sp	280.00	338.60	169.40	54.7	2177	0.91
May 3	B	Ga	141.00	351.90	148.80	71.4	407	0.91
May 9	B	Sp	124.80	125.00	203.90	50.0	433	0.84
May 15	B	Sp	37.70	60.74	210.90	61.7	157	0.77
May 22	B	Ga	14.00	35.00	110.40	71.4	29	0.81
May 29	B	Ga	4.25	6.25	121.40	59.5	0.09	0.97
Jun. 5	B	Li	0.83	0.00	71.33	0.0	0.12	0.06
Jun. 16	B	Li	0.76	0.00	71.33	0.0	0.09	0.17
Apr. 12	C	Ex	1.00	0.46	22.60	99.9	971477	0.57
Apr. 19	C	Ex	610.00	6.10	510.90	50.0	507983	0.02
Apr. 26	C	Ex	178.00	395.50	30.40	68.9	136462	0.37
May 3	C	Li	886.05	0.00	199.72	0.0	587964	0.21
May 10	C	Li	116.39	29.08	201.77	20.0	4157	0.15
May 17	C	Ex	0.10	47.24	23.20	99.8	938	0.59
May 24	C	Ex	0.01	17.20	47.60	99.9	87.20	0.69
May 31	C	Ex	3.61	6.49	409.40	64.3	6.06	0.49
Apr. 15	D	Sp	433.00	657.00	248.60	60.3	29945	0.93
Apr. 21	D	Ex	972.00	1574.00	70.30	61.8	265093	0.83
Apr. 28	D	Ex	1435.00	1439.00	810.90	50.0	909991	0.03
May 5	D	Ex	495.00	4951.00	810.90	50.0	35557	0.32
May 12	D	Sp	271.00	751.60	810.90	73.5	15607	0.94
May 19	D	Ex	179.60	179.70	810.90	50.0	6880	0.32
May 26	D	Sp	21.86	21.87	810.90	50.0	424	0.11
Jun. 2	D	Li	6.98	0.00	365.26	0.0	40.45	0.02
Jun. 9	D	Li	0.40	0.00	365.26	0.0	0.06	0.29
Jun. 16	D	Li	0.07	0.00	365.26	0.0	0.00	0.02

DD: درجه‌ی وابستگی مکانی، RSS: مجموع مربعات باقیمانده‌ها، Ga: مدل گوسی، Sp: مدل کروی، Ex: مدل نمایی، Li: مدل خطی

حروف A, B, C و D به ترتیب نشان دهنده مزارع ۰/۴، ۰/۵، ۳/۱ و ۷/۳ می‌باشند.

DD: Degree of dependence, RSS: Residual sums of squares, Ga: Gaussian model, Ex: Exponential model, Sp: Spherical model, Li: Linear model.

جدول ۳- توصیف زمین‌آماري جمعیت حشره‌ی کامل سرخرطومی برگ یونجه در مزارع مورد مطالعه

Table 3. Geostatistical description of alfalfa leaf weevil adults in the fields studied

Sampling date	Field	Variogram model	Nugget	Partial sill	Range	DD%	RSS	R <sup>2</sup>
May 22	A	Ga	0.10	0.12	271.90	53.7	0.00	0.17
May 29	A	Sp	0.14	0.18	261.50	56.1	0.01	0.45
Jun. 5	A	Li	0.17	0.12	126.96	41.5	0.07	0.62
Jun. 16	A	Li	0.84	0.00	126.96	0.0	0.14	0.09
Oct. 26	A	Sp	0.12	0.14	13.60	53.4	0.04	0.00
May 9	B	Sp	0.01	0.16	210.90	89.8	0.00	0.76
May 15	B	Li	0.29	0.01	71.33	52.1	0.00	0.07
May 29	B	Ga	0.61	0.79	210.90	56.2	0.02	0.26
Jun. 5	B	Ex	0.77	2.21	178.90	74.0	0.00	0.97
Jun. 16	B	Li	0.29	0.00	71.33	0.0	0.08	0.16
Oct. 26	B	Ga	0.44	2.20	210.90	83.2	0.02	0.70
May 26	D	Sp	20.05	9.08	211.60	81.6	9.64	0.89
Jun. 2	D	Sp	2.17	7.06	212.10	76.5	2.43	0.95
Jun. 9	D	Ga	7.00	7.00	810.90	50.0	53.90	0.09
Jun. 16	D	Ex	4.09	4.09	367.30	50.0	2.04	0.73
July 9	D	Sp	0.01	0.04	51.80	68.3	0.00	0.07
Oct. 18	D	Li	10.77	0.45	345.11	4.0	14.40	0.01
Oct. 24	D	Sp	6.43	6.43	810.90	50.0	11.60	0.42

DD: درجه‌ی وابستگی مکانی، RSS: مجموع مربعات باقیمانده‌ها، Ga: مدل گوسی، Sp: مدل کروی، Ex: مدل نمایی، Li: مدل خطی

حروف A، B و D به ترتیب نشان دهنده مزارع ۰/۴، ۰/۵ و ۷/۳ می‌باشند.

DD: Degree of dependence, RSS: Residual sums of squares, Ga: Gaussian model, Ex: Exponential model, Sp: Spherical model, Li: Linear model.

جدول ۴- توصیف زمین‌آماري جمعیت شفیره‌ی سرخرطومی برگ یونجه در مزارع مورد مطالعه

Table 4. Geostatistical description of alfalfa leaf weevil pupae in the fields studied

Sampling date	Field	Variogram model	Nugget	Partial sill	Range	DD%	Rss	R <sup>2</sup>
May 9	A	Sp	0.12	0.25	310.90	67.0	0.01	0.59
May 22	A	Li	0.37	0.00	126.96	0.0	0.09	0.46
May 29	A	Sp	0.15	0.19	261.50	56.1	0.02	0.45
Jun. 5	A	Ga	1.04	1.27	310.90	54.8	0.08	0.36
Jun. 16	A	Ga	9.28	29.34	261.80	76.0	13.70	0.77
July 7	A	Ga	3.46	7.47	209.00	68.3	5.40	0.57
July 14	A	Li	5.65	0.24	126.96	68.3	6.88	0.00
July 21	A	Ga	0.37	1.61	310.90	81.1	0.03	0.72
July 28	A	Sp	0.35	0.38	92.60	52.0	0.02	0.87
Aug. 7	A	Sp	0.40	0.40	310.90	50.0	0.02	0.73
Aug. 18	A	Ga	0.09	0.35	310.90	79.0	3.71	0.49
Jun. 16	B	Li	0.45	0.00	71.33	0.0	0.02	0.19
May 3	C	Ex	0.38	0.38	246.80	50.0	0.28	0.09
May 10	C	Ex	0.59	0.59	510.90	50.0	0.26	0.02
May 17	C	Ex	0.10	47.24	23.20	99.8	938	0.59
May 24	C	Ex	0.01	3.84	37.70	99.7	5.39	0.65
May 31	C	Ex	9.99	10.00	510.90	50.0	46.5	0.08
Jun. 2	D	Ga	0.77	0.77	810.90	50.0	0.08	0.02
Jun. 9	D	Ex	3.10	3.11	810.90	50.0	10.70	0.04
Jun. 16	D	Ex	1.91	1.92	733.70	50.0	1.05	0.30

DD: درجه‌ی وابستگی مکانی، RSS: مجموع مربعات باقیمانده‌ها، Ga: مدل گوسی، Sp: مدل کروی، Ex: مدل نمایی، Li: مدل خطی

حروف A، B، C و D به ترتیب نشان دهنده مزارع ۰/۴، ۰/۵، ۳/۱ و ۷/۳ می‌باشند.

DD: Degree of dependence, RSS: Residual sums of squares, Ga: Gaussian model, Ex: Exponential model, Sp: Spherical model, Li: Linear model

جدول ۵- توصیف زمین‌آماري جمعیت حشره‌ی کامل سرخرطومی ریشه‌خوار یونجه در مزارع مورد مطالعه

Table 5. Geostatistical description of alfalfa root weevil adults in the fields studied

Sampling date	Field	Variogram model	Nugget	Partial sill	Range	DD%	RSS	R <sup>2</sup>
May 9	A	Li	0.24	0.00	126.96	0.0	0.07	0.25
May 16	A	Li	0.19	0.00	126.97	0.0	0.02	0.02
May 22	A	Li	0.49	0.00	126.96	0.0	0.28	0.67
May 29	A	Sp	0.19	0.42	24.5	68.7	0.87	0.02
Jun. 5	A	Li	0.60	0.00	126.96	0.0	0.12	0.09
Jun. 16	A	Sp	0.60	0.61	310.90	50.0	0.15	0.34
Oct. 26	A	Li	0.80	0.00	126.96	0.0	0.08	0.17
May 3	B	Li	0.33	0.00	71.33	0.0	0.02	0.64
May 9	B	Li	0.36	0.00	71.33	0.0	0.03	0.09
Jul. 14	B	Ex	0.57	0.57	86.10	50.0	0.06	0.42
Jul. 21	B	Ex	0.94	0.94	210.90	50.0	0.22	0.08
Jul. 28	B	Li	0.71	0.00	71.33	0.0	0.09	0.27
Aug. 7	B	Li	0.83	0.04	71.33	4.7	0.05	0.02
Oct. 26	B	Ga	0.74	1.34	173.00	64.2	0.01	0.72
May 15	B	Sp	1.16	1.17	210.90	50.0	0.15	0.34
May 22	B	Sp	0.38	0.80	210.90	67.9	0.02	0.79
May 29	B	Sp	1.27	1.28	210.90	50.0	0.14	0.41
Jun. 5	B	Li	0.36	0.00	71.33	0.0	0.02	0.30
Jun. 16	B	Li	0.39	0.00	71.33	0.0	0.02	0.48
Jun. 2	D	Ga	1.02	1.84	810.90	64.3	0.06	0.70
Jun. 9	D	Ga	3.21	8.22	483.70	71.9	0.67	0.91
Jun. 16	D	Sp	1.24	7.25	717.10	85.4	5.06	0.86
May 26	D	Sp	0.09	0.14	810.90	59.2	0.00	0.74
July 9	D	Ga	7.56	10.09	777.40	57.1	3.71	0.58
July 16	D	Ex	5.81	5.81	492.30	50.0	6.48	0.55
July 23	D	Ex	3.27	3.27	810.90	50.0	1.51	0.24
July 30	D	Sp	0.35	0.35	810.90	50.0	0.04	0.45
Aug. 6	D	Ga	0.57	2.58	588.30	81.8	0.12	0.88
Oct. 18	D	Ex	0.01	15.5	38.70	99.9	20.1	0.76
Oct. 24	D	Sp	5.23	10.49	283.30	66.7	13.5	0.89

DD: درجه‌ی وابستگی مکانی، RSS: مجموع مربعات باقیمانده‌ها، Ga: مدل گوسی، Sp: مدل کروی، Ex: مدل نمایی، Li: مدل خطی

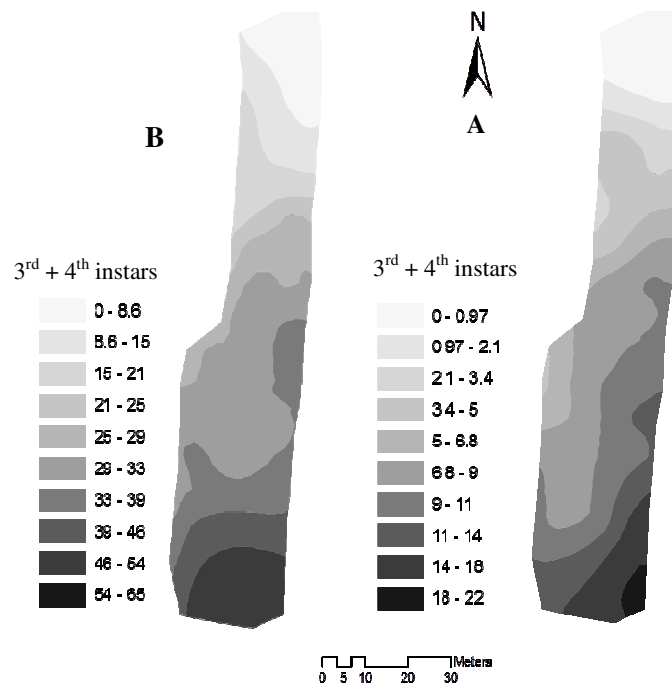
حروف A، B و D به ترتیب نشان دهنده مزارع ۰/۴، ۰/۵ و ۷/۳ می‌باشند.

DD: Degree of dependence, RSS: Residual sums of squares, Ga: Gaussian model, Ex: Exponential model, Sp: Spherical model, Li: Linear model.

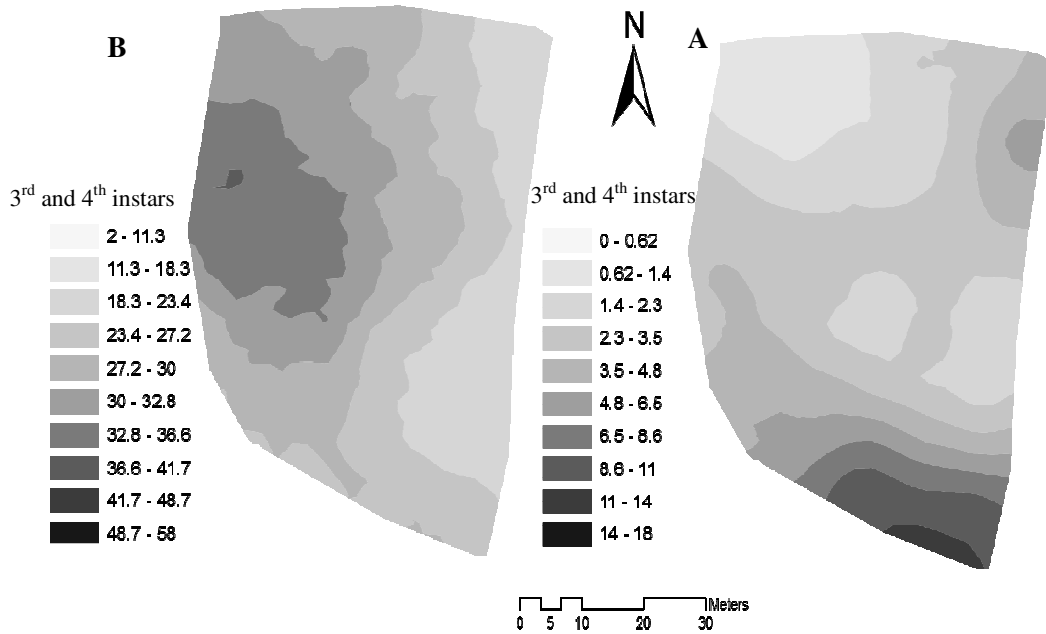
نشان دهنده تراکم بالای آفت و مناطق با رنگ روش نشان دهنده‌ی تراکم پایین می‌باشند. براساس این نقشه‌ها، ظهور جمعیت یا ورود آن به مزارع از حاشیه جنوب شرقی بوده و در تاریخ‌های نمونه‌برداری بعدی، جمعیت به تدریج در مزرعه پخش شده است.

نتایج حاصل از تجزیه وابستگی مکانی، برای تهیه‌ی نقشه‌ی پراکنش آفت در مزارع و تاریخ‌های مختلف استفاده شدند. شکل‌های ۲ تا ۵ نمونه‌هایی از نقشه‌های تهیه شده برای جمعیت لاروهای سنین ۳ و ۴ با روش کریجینگ معمولی<sup>۱</sup> را نشان می‌دهند. مناطق با رنگ تیره‌تر روی نقشه‌ها

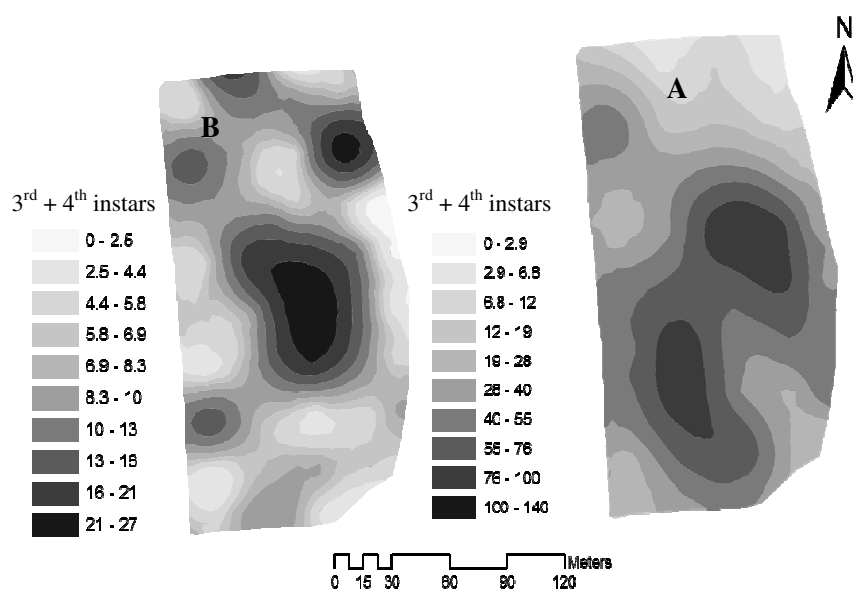




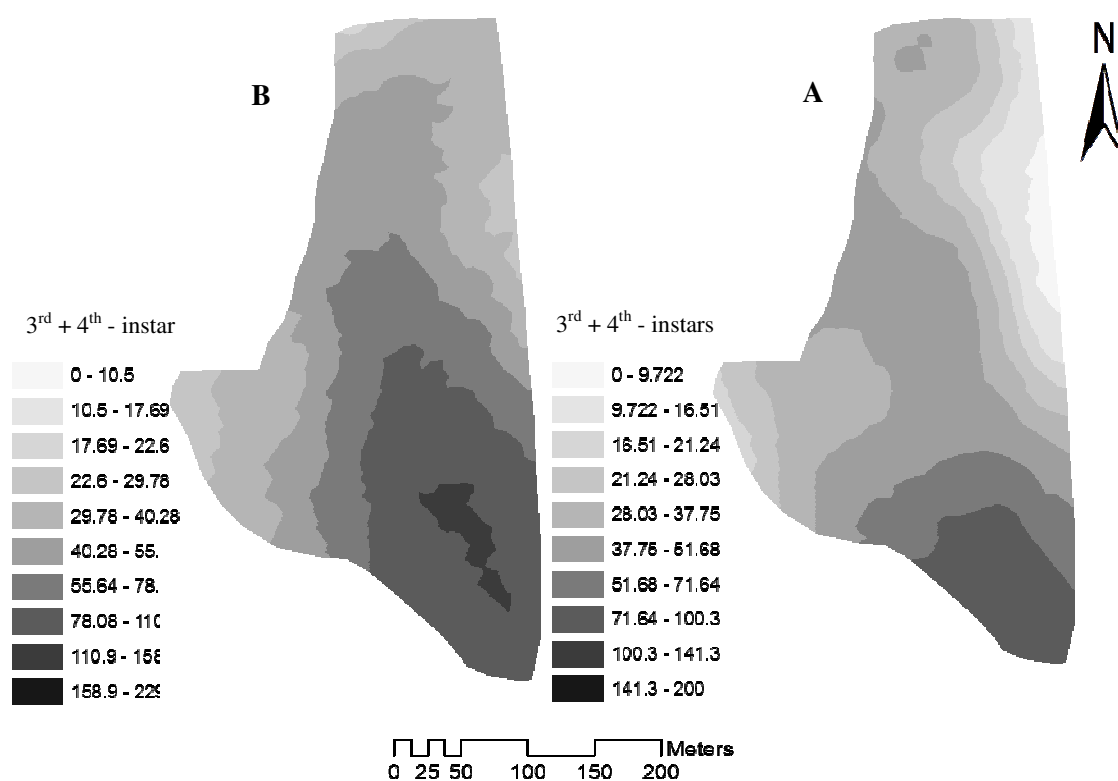
شکل ۲- نقشه‌های پراکنش جمعیت لاروهای سنین ۳ و ۴ سرخرطومی برگ‌خوار یونجه در مزرعه A تاریخ‌های ۹۲/۱/۱۸ (A) و ۹۲/۲/۶ (B)  
**Fig. 2.** Distribution maps of 3<sup>rd</sup> and 4<sup>th</sup> instar larvae of alfalfa leaf weevil in field A, 7-April-2013 (A) and 26-April-2013 (B)



شکل ۳- نقشه‌های پراکنش لاروهای سنین ۳ و ۴ سرخرطومی برگ یونجه در مزرعه B تاریخ‌های ۹۲/۱/۱۷ (A) و ۹۲/۲/۱۹ (B)  
**Fig. 3.** Distribution maps of 3<sup>rd</sup> and 4<sup>th</sup> instar larvae of alfalfa leaf weevil in field B, 6-April-2013 (A) and 9-May-2013 (B)



شکل ۴- نقشه‌های پراکنش لاروهای سنین ۳ و ۴ سرخرطومی برگ یونجه در مزرعه C در تاریخ‌های ۹۲/۱/۲۳ (A) و ۹۲/۲/۲۷ (B)  
**Fig. 4.** Distribution maps of 3<sup>rd</sup> and 4<sup>th</sup> instar larvae of alfalfa leaf weevil in field C, 12-April-2013 (A) and 17-May-2013 (B)



شکل ۵- نقشه‌های پراکنش لاروهای سنین ۳ و ۴ سرخرطومی برگ یونجه در مزرعه‌ی D، تاریخ‌های ۹۲/۱/۲۱ (A) و ۹۲/۲/۱ (B)  
**Fig. 5.** Distribution maps of 3<sup>rd</sup> and 4<sup>th</sup> -instar larvae of alfalfa leaf weevil in field D, 10- April- 2013 (A) and 21-April-2013 (B)

مزرعه یونجه بوده و تمام سطح پراکنش آفت را در برنگرفته است. بررسی منابع مختلف نشان می‌دهد که پراکنش جمعی در عالم جانوری به‌ویژه حشرات غالب می‌باشد و در اغلب مطالعات این نوع پراکنش در تمام مراحل یا حداقل در یک مرحله‌ی زیستی حشره مشاهده شده است (Moral & Rijal *et al.*, 2014; Garcia, 2006; Castrignano *et al.*, 2012).

تخمگذاری گروهی یکی از شرایط مهم با هم زیستن افراد یک گونه محسوب می‌شود و رفتار تخم‌ریزی و میزان تحرک مراحل زیستی می‌توانند در نحوه‌ی پراکنش حشره تعیین کننده باشند (Mitsui *et al.*, 2006). تخم‌ریزی دسته‌ای حشرات ماده‌ی سرخرطومی برگ‌خوار یونجه (Khanjani, 2005) و کم‌تحرک بودن لاروهای این حشره می‌توانند در تجمع‌ی بودن الگوی پراکنش آن نقش داشته باشند.

Majidi *et al.*, (2010) الگوی پراکنش جمعیت حشرات کامل سرخرطومی ریشه را قبل از برداشت، جمع‌ی و بعد از برداشت، یکنواخت و علت این امر را کمبود مواد غذایی بعد از برداشت محصول بیان کردند. در مطالعه‌ی حاضر، پراکنش جمعیت حشرات کامل سرخرطومی ریشه در اغلب تاریخ‌ها جمع‌ی بود و پس از برداشت چین اول نیز از حالت جمع‌ی فاصله نگرفت. احتمالاً علت این امر آبیاری مزارع بلافاصله بعد از برداشت بود که موجب سبز شدن سریع مزارع و تأمین غذا برای حشرات کامل سرخرطومی ریشه‌خوار شد.

در این بررسی در برخی از تاریخ‌های نمونه‌برداری، ساختار مکانی در داده‌ها مشاهده نشد و مقدار اثر قطعه‌ای یا ناگت خیلی بزرگ بود. همانطور که از تعریف سمی واریانس و تغییرنا استنباط می‌شود به‌طور نظری مقدار اثر قطعه‌ای باید به سمت صفر میل کند زیرا بین نمونه و خودش واریانس وجود ندارد ولی در عمل، مقادیر غیر صفر ناگت در داده‌ها به فراوانی یافت می‌شوند که می‌تواند ناشی از عوامل متعددی مثل رفتار حشره، غیر یکنواختی مزرعه، بزرگ بودن شبکه نمونه‌برداری انتخاب شده یا خطای نمونه‌برداری باشد (Liebhold *et al.*, 1993). احتمال داده

آگاهی از رفتار مکانی حشرات در درجه‌ی اول برای طراحی الگوی صحیح نمونه‌برداری مهم است. در صورت نداشتن هیچ اطلاعی از ساختار مکانی جمعیت در منطقه‌ی مورد مطالعه، بهترین الگو از نظر کاهش واریانس، روش شبکه‌بندی می‌باشد چون از تمام قسمت‌های مزرعه نمونه برداشته می‌شود و بیشترین اطلاعات از نمونه‌برداری به دست می‌آید (McBratney *et al.*, 1981). در این بررسی، اطلاعی از مقیاس وابستگی مکانی آفات موردنظر در مزارع انتخاب شده وجود نداشت. بنابراین مزارع با مساحت کمتر از یک هکتار، به شبکه‌های  $10 \times 10$  متری و مزارع بیشتر از سه هکتار به شبکه‌های  $30 \times 30$  متری تقسیم شدند تا وابستگی مکانی پراکنش حشره در دو مقیاس سنجیده شود. دامنه‌ی تغییرنا، نقش تعیین کننده‌ای در انتخاب فاصله‌ی مکانی نمونه‌ها دارد. در این مطالعه، دامنه‌های به‌دست آمده از تجزیه‌های زمین‌آمار نشان دادند که وابستگی مکانی سرخرطومی‌های یونجه به منطقه‌ی وسیع‌تری مربوط می‌شود و می‌توان با انتخاب شبکه‌های بزرگتر، هزینه‌ی نمونه‌برداری‌ها را کاهش داد.

عوامل تعیین کننده‌ی الگوی پراکنش آفات بسته به سطح مورد مطالعه می‌تواند متفاوت باشد به‌عنوان مثال در مطالعه ساختار مکانی یک آفت در مقیاس مزرعه، پویایی محلی جمعیت، نیروی غالب در تعیین نوع پراکنش خواهد بود. در مقیاس بزرگتر و در سطح منطقه‌ای، عواملی مثل اقلیم، ارتفاع منطقه، دریفت ژنتیکی و غیره تعیین کننده خواهند بود (Sciarretta and Trematera 2014). در این پژوهش، الگوی پراکنش مراحل زیستی سرخرطومی برگ‌خوار یونجه اغلب از نوع جمع‌ی به‌دست آمد. این نتیجه با نتایج Moradi-Vajargah *et al.*, (2011) و Muker and Guppy, (1972) همخوانی دارد ولی با نتایج Haddadi *et al.*, (2014) که پراکنش جمعیت این آفت را تصادفی گزارش کرده‌اند، متفاوت می‌باشد. دلیل این تفاوت، می‌تواند به اختلاف در سطح مورد مطالعه مربوط باشد که در مطالعه‌ی Haddadi *et al.*  $500$  مترمربع و بسیار کمتر از پژوهش حاضر می‌باشد. این سطح احتمالاً بخشی از یک

## References

- BEHDAD, E. 2005. Introductory entomology and important plant pests in Iran. 823 pp. Yadbood Publication. Isfahan, Iran (In Persian).
- BLOM, P. E. and FLEISCHER, S. J. 2001. Dynamics in the spatial structure of *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera: Chrysomelidae). *Environmental Entomology*, 30: 350-364.
- BRESSAN, A., MORAL GARCIA, F. J., SEMETHEY, O., and BOUBON-PADIEU, E. 2010. Spatio-temporal pattern of *Pentastiridius leporinus* migration in an ephemeral cropping system. *Agricultural and Forest Entomology*, 12: 59-68
- CASTRIGNANO, A., BOCCACCIO, L., COHEN, Y., NESTEL, D., KOUNATIDIS, I., PAPADOPOULOS, N. T., DE BENEDETTO, D. and MAVRAGANITSIPIDOU, P. 2012. Spatio-temporal population dynamics and area-wide delineation of *Bactrocera oleae* monitoring zones using multi-variate geostatistics. *Precision Agriculture*, 13: 421-441.
- CLARK, I. 2001. Practical Geostatistics. On-line book: ISBN: 0-97033-17-03. WWW. Uni-tuebingen.de /egpinfo/Pedometrie/PracticalGeostatistics1979. pdf.
- GREGO, C. R., VIEIRA, S. R., and LOURENCAO, A. L. 2006. Spatial distribution of *Pseudaletia sequax* Franclemont in triticale under no-till management. *Scientific Agriculture*, 63: 321-327.
- HADDADI, A., IRANIPOUR, S., KAZEMI, M. H. and ALIZADEH, A. 2014. Spatial distribution of alfalfa leaf weevil, *Hypera postica* (Col.: Curculionidae) in Urmia. *Field Crop Entomology*, (In Press). (in Persian with English summary).
- HASSANI-PAK, A. A. 2007. Geostatistics. 314pp. University of Tehran Press. Tehran, Iran. (In Persian).
- JOHNSTON, K., J. M. VER HOEF, K. KRIVORUCHKO, and N. LUCAS. 2003. Using ArcGIS Geostatistical Analyst. ESRI Press, Redlands, CA.
- KARIMI, H. 1990. Alfalfa. 371 pp. Iran University Press. Tehran, Iran. (In Persian).
- می‌شود اگر شبکه‌های نمونه‌برداری کوچکتر انتخاب می‌شدند مقادیر ناگت کاهش پیدا می‌کرد. اما با توجه به وسعت منطقه‌ی نمونه‌برداری امکان انتخاب شبکه‌های کوچکتر وجود نداشت چون تعداد نمونه و به دنبال آن هزینه‌ی نمونه‌برداری به میزان قابل توجهی افزایش می‌یافت. با توجه به متحرک بودن حشرات و اثر عوامل مختلف، مقادیر غیر صفر و حتی مقادیر بالای ناگت در مطالعات زمین‌آماری مربوط به حشرات توسط پژوهشگران دیگر نیز گزارش شده است (Blom and Fleischer, 2001; Rong *et al.*, 2006; Grego *et al.*, 2006; Bressan *et al.*, 2010).
- یونجه در بین گیاهان علوفه‌ای از اهمیت خاصی برخوردار است و سرخرطومی‌های برگ‌خوار و ریشه‌خوار از آفات مهم این گیاه می‌باشند. هر سال مقادیر زیادی حشره-کش برای کنترل این آفات در مزارع یونجه‌ی کشور استفاده می‌شود که علاوه بر هزینه‌های سمپاشی و آلودگی محیط زیست، از بین رفتن موجودات غیر هدف را نیز به دنبال دارد (Pedigo, 2004). بنابراین کاهش مصرف آفتکش‌های شیمیایی و در عین حال کنترل موثر این آفات، منافع اقتصادی و زیست‌محیطی زیادی را به دنبال خواهد داشت. مدیریت مکان-ویژه‌ی آفات راهکاری برای رسیدن به این اهداف می‌باشد. نتایج حاصل از این پژوهش نه تنها اطلاعات مهمی در زمینه بوم‌شناسی سرخرطومی‌های یونجه فراهم می‌کنند بلکه می‌توانند در مدیریت مکان-ویژه این آفات نیز مورد استفاده قرار گیرند.

## سپاسگزاری

از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه تبریز به خاطر تأمین بودجه این پژوهش سپاسگزاری می‌شود.

- KARIMZADEH, R., HEJAZI, M. J., HELALI, H., IRANIPOUR, S. and MOHAMMADI, S. A. 2011. Analysis of the spatio-temporal distribution of *Eurygaster integriceps* (Hemiptera: Scutelleridae) by using spatial analysis by distance indices and geostatistics. *Environmental Entomology*, 40 (5): 1253-1265.
- KHANJANI, M. 2005. Field crop pests (insects and mites) in Iran. 719 pp. Abu-Ali Sina University Press, Hamadan, Iran. (In Persian).
- LIEBHOLD, A. M., ROSSI, R. E. and KEMP, W. P. 1993. Geostatistics and geographic information systems in applied insect ecology. *Annual Review of Entomology*, 38: 303-327.
- MAJIDI, M., ALICHI, M. and EHTESHAMI, F. 2010. Spatial distribution of alfalfa root weevil (*Sitona humeralis*) in alfalfa farms of Badjgah region. Proceedings of the 19<sup>th</sup> Iranian Plant Protection Congress. Volume I, Pests. 31 July - 3 August 2010, Iranian Research Institute of Plant Protection, Tehran Iran.
- McBRATNEY, A. B., WEBSTER, R. and BURGESS T. M. 1981. The design of optimal sampling schemes for local estimation and mapping of regionalized variables-I: theory and method. *Computer and Geoscience*, 7: 331-334.
- MITSUI, H., TAKAHASHI, K. H. and KIMURA, M. T. 2006. Spatial distributions and clutch sizes of *Drosophila* species ovipositing on cherry fruits of different stages. *Population Ecology*, Vol. 48: 233-237.
- MORADI-VAJARGAH, M., GOLIZADEH, A., RAFIEE-DASTJERDI, H., HASSANPOUR, M., NASERI, B., 2011. Population density and spatial distribution pattern of *Hypera postica* in Ardabil-Iran. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 39 (2): 42-48.
- MORAL GARCIA, F. J. 2006. Analysis of the spatio-temporal distribution of *Helicoverpa armigera* Hb. in a tomato field using a stochastic approach. *Biosystems Engineering*, 93: 253-259.
- MUKER, M. K. and GUPPY, J. C. 1972. Notes on the spatial pattern of *Hypera postica* (Coleoptera: Curculionidae) on alfalfa. *The Canadian Entomologist*, 104: 1995-1999.
- PARK, Y. L. and TOLLEFSON, J. J. 2005. Spatial prediction of corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) adult emergence in Iowa cornfields. *Journal of Economic Entomology*, 98: 121-128.
- PARK, Y. L., KRELL, R. K. and CARROLL. M. 2007. Theory, technology, and practice of site-specific insect pest management. *Journal of Asia Pacific Entomology*, 10:89-101.
- PEDIGO, L. P. 2004. *Entomology and Pest Management* (4<sup>th</sup> Ed). Prentice-Hall of India Pvt. Ltd, New Delhi, India. 742 pp.
- PULAKKATU-THODI, I., REISIG, D. D., GREENE, J. K., REAY-JONES, F. P. F. and TOEWS, M. D. 2014. Within-field spatial distribution of stink bug (Hemiptera: Pentatomidae)-induced boll injury in commercial cotton fields of the Southeastern United States. *Environmental Entomology*, 43 (3): 744-752.
- RIJAL, J. P., BREWSTER, C. C. and BERGH, J. C. 2014. Spatial distribution of grape root borer (Lepidoptera: Sesiidae) infestations in Virginia vineyards and implications for sampling. *Environmental Entomology*, 43: 716-728.
- RONG, J., DIAN-MO, L., BAO-YU, X., ZHE, L. and DONG-LI, M. 2006. Spatial distribution of oriental migratory locust (Orthoptera: Acrididae) egg pod populations: implications for site-specific pest management. *Environmental Entomology*, 35: 1244-1248.
- SCHOTZKO, D. J. and SMITH, C. M. 1991. Effects of host plant on the between-plant spatial distribution of the Russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae). *Journal of Economic Entomology*, 84: 1725-1734.
- SCIARRETTA, A. and TREMATERRA, P. 2014. Geostatistical tools for the study of insect spatial distribution: practical implications in the integrated management of orchard and vineyard pests. *Plant Protection Science*, 50: 97-111.

کریم‌زاده و همکاران: تعیین پراکنش مکانی سرخرطومی‌های برگ‌خوار *Hypera postica* و ریشه‌خوار یونجه ...