

بررسی پراکنش فضایی ساقه خوارهای نیشکر *Sesamia spp.* (Lep.: Noctuidae)

در مزارع نیشکر جنوب استان خوزستان

حسین پریان^{۱*}، علی اصغر سراج^۲، علیرضا عسکریان زاده^۳ و عبدالامیر محیسنی^۴

*- نویسنده مسؤول: دانشجوی سابق کارشناسی ارشد حشره شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز
(Parian_hp.2006@yahoo.com)

۲- دانشیار گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز

۳- استادیار گروه گیاهپزشکی، دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه شاهد تهران

۴- استادیار پژوهش ایستگاه تحقیقات کشاورزی بروجرد

تاریخ پذیرش: ۹۰/۷/۵

تاریخ دریافت: ۸۸/۱۱/۱۸

چکیده

ساقه خوارهای نیشکر *Sesamia spp.* از آفات کلیدی نیشکر در استان خوزستان هستند که همه ساله خسارت سنگینی به محصول نیشکر و شکر حاصله وارد می‌سازند. در این تحقیق، پراکنش فضایی جمعیت ساقه خوارها در سال ۱۳۸۷ در سه مزرعه ۲۵ هکتاری نیشکر، با واریته CP69-1062 واقع در جنوب شهرستان اهواز مورد مطالعه قرار گرفت. نمونه برداری به صورت ماهیانه و طی هفت مرحله انجام گرفت. به منظور نمونه برداری و تخمین نسبی جمعیت آفت، از علائم خارجی خسارت آفت (به عنوان شاخص جمعیت) استفاده شد و تعداد ساقه و میان گره آلوده نیشکر در ایستگاه‌های نمونه برداری مورد نظر شمارش گردید. جهت تعیین نوع الگوی پراکنش فضایی آفت در این سه مزرعه، از شاخص‌های مختلف آمار کلاسیک استفاده شد. در همه مراحل نمونه برداری، مقادیر شاخص نسبت واریانس به میانگین، شاخص ازدحام لکه‌ای و شاخص مورسیتا به طور معنی داری بیشتر از عدد یک و مقادیر شاخص‌های 1/K و شاخص گرین به طور معنی داری بیشتر از عدد صفر بودند. نتایج حاصل از همه شاخص‌ها نشان داد، الگوی پراکنش فضایی این آفت از نوع تجمعی می‌باشد. ضرایب رگرسیون b تیلور و β آیوانو نیز به ترتیب $1/45 \pm 0/065$ و $1/18 \pm 0/031$ تعیین شد، به طوری که اختلاف معنی داری از عدد یک داشتند و هر دو بیانگر تجمعی بودن پراکنش فضایی آفت در تمام طول زندگی بود. بر اساس مقادیر R^2 و P به دست آمده از محاسبات رگرسیونی، شاخص آیوانو داده‌های پراکنش فضایی آفت را بهتر از شاخص تیلور برازش نمود.

کلید واژه‌ها: پراکنش فضایی، ساقه خوارها، *Sesamia spp.*، نیشکر، خوزستان

مقدمه

نیشکر (پاییز و بهار)، در اثر تغذیه لاروها از ساقه‌های جوان، پوسیدگی در نقطه رشد گیاه به وجود می‌آید و علائم خسارت بیشتر به صورت مرگ جوانه مرکزی^۱ نمایان می‌شود. همچنین در مراحل بعدی آلودگی (در طول عملیات داشت تا هنگام برداشت) لاروها، از ساقه‌های قابل آسیاب تغذیه کرده و باعث کاهش کمی و کیفی محصول می‌گردند. در ضمن، سوراخ‌های حاصل

یکی از آفات مهم در مناطق نیشکرکاری استان خوزستان، ساقه خوارهای نیشکر *Sesamia spp.* می‌باشند. ساقه خوارهای نیشکر اولین بار توسط دانیالی در سال ۱۳۵۵ از مزارع نیشکر هفت تپه جمع‌آوری شده و طبق تشخیص پازوکی به دو گونه *S. nonagrioides* Lef. و *S. creticia* Led. (عسکریان زاده، ۱۳۸۳). این دو گونه ساقه خوار در منطقه خوزستان دارای ۴-۵ نسل در سال می‌باشند. در مرحله اولیه رشد

1- Dead heart

Sesamia تاکنون مطالعه‌ای نشده است، ولی براساس منابع حاضر، به برخی مطالب موجود در مورد سایر ساقه‌خوارهای ذرت و نیشکر اشاره می‌شود: هال^۲ (۱۹۸۶)، ضمن تحقیقات خود در فلوریدا، در نتایج حاصل از بررسی آلودگی ساقه‌های نیشکر به آفت ساقه‌خوار *Diatraea saccharalis* Fabricius (Lep.: Crambidae) دریافت که پراکنش فضایی لارو آفت در تراکم جمعیتی بالا به صورت تجمعی می‌باشد. میقر و همکاران^۳ (۱۹۹۶)، با نمونه‌برداری و بررسی آلودگی مزارع نیشکر جنوب تگزاس، به ساقه‌خوار مکزیک‌ی برنج (*Eoreuma loftini* Dyar (Lep.: Crambidae)، الگوی پراکنش فضایی لاروهای کوچک آفت را تجمعی و لاروهای متوسط و بزرگ را تصادفی تشخیص دادند. ستامو و همکاران^۴ (۲۰۰۰)، در مزارع ذرت غرب آفریقا مطالعاتی روی آفت *Mussidia nigrivenella* Ragonot (Lep.: Pyralidae) انجام داده و برای تفسیر داده‌ها و بررسی ارتباط بین میانگین واریانس، قانون تیلور و شاخص آیوانو را به کار بردند. نتایج تحقیقات آن‌ها نشان داد شاخص تیلور بهتر از شاخص آیوانو داده‌ها را برازش می‌کند و براساس این شاخص، پراکنش فضایی آفت تجمعی گزارش شد. شکسنایدر و همکاران^۵ (۲۰۰۱)، در پی نمونه‌برداری از مزارع ۰/۶ تا ۲ هکتاری جنوب لوزیانا و بررسی درصد ساقه‌های آلوده به ساقه‌خوار نیشکر *D. saccharalis*، پراکنش فضایی لارو آفت را به صورت تصادفی به دست آوردند. اُوروک و هاجیسون^۶ (۲۰۰۳)، در آمریکا ضمن تخمین تراکم لاروهای ساقه‌خوار اروپایی ذرت *Ostrinia nubilalis* Hübner و کرم بلال‌خوار ذرت *Boddie Helicoverpa zea* در بلال‌های ذرت شیرین نزدیک

از تغذیه لاروها، محیط مناسبی برای فعالیت قارچ‌ها و میکروارگانسیم‌های ساپروفیت بوده که این عوامل باعث اختلال در کیفیت محصول نیشکر گردیده و خسارت را تشدید می‌نمایند. به‌طور کلی، لاروهای ساقه‌خوار در طول سال در اثر تغذیه از ساقه‌های جوان و ساقه‌های قابل آسیاب، محصول نیشکر را به صورت معنی‌داری کاهش می‌دهند (عسکریان زاده، ۱۳۸۳؛ صیاد منصور و همکاران، ۱۳۸۳).

نمونه برداری از جمعیت‌ها به منظور شناسایی و تخمین تعداد گونه‌های موجودات زنده، اساسی‌ترین فعالیت در تحقیقات اکولوژی و مدیریت تلفیقی آفات (IPM) محسوب می‌گردد. در حقیقت، نمونه برداری و تصمیم‌گیری درباره آفت، اساس سیستم کنترل تلفیقی آفات می‌باشد. با نمونه‌برداری و آگاهی از نحوه پراکنش فضایی آفت، می‌توان به اطلاعات جامعی در مورد حضور یا عدم حضور آفت، طغیانی یا غیرطغیانی بودن آن، مهاجرت، تغذیه، تولیدمثل، مرگ و میر، ساختار سنی، الگوی رشد جمعیت، تراکم و نحوه انتشار آفت دست یافت. به عبارت دیگر، هرچه پراکنش فضایی یک حشره را بهتر بشناسیم به همان نسبت، به روش مناسب‌تری خواهیم توانست ابعاد جمعیتی آن را در اکوسیستم اندازه‌گیری کنیم. بررسی نوع پراکنش فضایی آفت و عکس العمل دشمنان طبیعی آن، درک بهتری از روابط متقابل بین آنها فراهم می‌کند و این امر در مدیریت تلفیقی آفت می‌تواند نقش مؤثری داشته باشد (رجبی، ۱۳۸۷؛ پدیگو و بونتین^۱، ۱۹۹۳).

از آنجائی که استقرار و پخش کلنی نسل‌های مختلف ساقه‌خوارها، در سطح گسترده و متراکم مزارع نیشکر متفاوت می‌باشد، بنابراین انجام عملیات نمونه برداری و آگاهی از نحوه پراکنش فضایی آن‌ها می‌تواند دانش ما را در بهبود کنترل طبیعی و کنترل بیولوژیک آفت افزایش دهد. در ارتباط با اجرای برنامه نمونه‌برداری و تعیین نوع الگوی پراکنش فضایی ساقه‌خوارهای نیشکر جنس

2- Hall

3- Meagher et al.

4- Setamou et al.

5- Schexnayder et al.

6- O'Rourke & Hutchison

1- Pedigo & Buntin

در این رابطه N تعداد نمونه، D دقت آزمایش، S انحراف معیار نمونه، m میانگین نمونه و $Z_{\alpha/2}$ از جدول مربوطه به دست می‌آید که با در نظر گرفتن $0/1$ برای α ، مقدار آن برابر $1/96$ می‌گردد (هسو و همکاران^۳، ۲۰۰۱). ضمن انجام بررسی مذکور، با توجه به پراکندگی گسترده آفت در سطح مزارع ۲۵ هکتاری و لزوم افزایش دقت نمونه‌برداری، تعداد نمونه مورد نیاز جهت نمونه‌برداری از سه مزرعه آزمایشی، با در نظر گرفتن $D=0/15$ ، ۱۲۱ نمونه به دست آمد.

موقعیت ۱۲۱ ایستگاه نمونه‌برداری از طریق انتخاب ۱۱ خط کاشت نیشکر ۲۵۰ متری در طول ۱۰۰۰ متری ضلع‌های شمالی و جنوبی هر مزرعه (به فواصل یکسان ۱۰۰ متری) و متعاقباً روی هر یک از این خطوط در عمق مزرعه، تعداد ۱۱ ایستگاه نمونه‌برداری به فواصل مساوی ۲۵ متر از یکدیگر، در نظر گرفته شد.

۲- زمان نمونه برداری

عملیات نمونه برداری از سطح مزارع انتخابی، در هفت مرحله به صورت ماهیانه، در آغاز هر ماه، و در فاصله‌ی زمانی ۱۳۸۷/۲/۱ تا ۱۳۸۷/۸/۱ انجام گرفت.

۳- نحوه انجام عملیات نمونه برداری

با توجه به این که شکل‌شناسی و خسارت دو گونه ساقه خوار (*S. cretica* و *S. nonagrioides*) در مزارع نیشکر، بسیار شبیه به هم بوده و امکان تفکیک آن‌ها به ویژه در شرایط صحرائی میسر نبود، بنابراین در این تحقیق، تراکم جمعیت و پراکنش فضایی آن‌ها به صورت ترکیبی از دو گونه، مورد بررسی قرار گرفت. از طرفی با توجه به محدودیت دسترسی به حشرات کامل ساقه‌خوار و همچنین به علت استقرار و فعالیت سنین مختلف لاروی آن‌ها درون ساقه‌های نیشکر، امکان شمارش مستقیم آفت میسر نبود، بنابراین به منظور تخمین نسبی جمعیت آفت، از علائم خارجی خسارت لاروهای آفت در ساقه‌های آلوده، به عنوان "شاخص

زمان برداشت، پراکنش فضایی هر یک از دو آفت را با استفاده از شاخص تیلور به ترتیب به صورت تصادفی و یکنواخت تعیین نمودند.

هدف از انجام این تحقیق بررسی نحوه پراکنش و الگوی پراکنش فضایی ساقه‌خوارهای *Sesamia spp.* طی یک دوره عملیات داشت در مزارع نیشکر می‌باشد تا اطلاعات به دست آمده از این تحقیق، در برنامه مدیریت تلفیقی آفت مورد استفاده قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

کلیه بررسی‌های مربوط به این تحقیق، کاملاً تحت شرایط صحرائی و در سطح سه مزرعه ۲۵ هکتاری نیشکر (جمعاً ۷۵ هکتار)، مربوط به اراضی شرکت کشت و صنعت دِعبِل خُزاعی (یکی از شرکت‌های هفت‌گانه تابعه شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی)، واقع در ۲۵ کیلومتری جنوب غربی اهواز و در امتداد ساحل شرقی رودخانه کارون انجام گرفت.

سن مزارع نیشکر انتخابی، بازرویی اول^۱ بود. مزارع نیشکر انتخابی، زیر کشت واریته CP69-1062 (که نسبت به سایر ارقام نیشکر به آفت حساس‌تر است) و دارای پوششی نسبتاً یکنواخت با بوته‌هایی به ارتفاع حدود ۲۰ - ۱۵ سانتی متر بودند.

۱- تعیین تعداد واحدهای نمونه‌برداری

به منظور تعیین تعداد نمونه مورد نیاز، متناسب با دقت مورد نظر از لحاظ آماری، هم‌زمان با شروع فعالیت و ظهور علائم خسارت آفت (مشاهده مرگ جوانه مرکزی در بوته‌های جوان نیشکر) در اواخر فروردین، ابتدا چند نمونه‌برداری مقدماتی^۲ در مزارع آزمایشی انجام گرفت و تعداد نمونه لازم با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید:

$$N = \left(\frac{Z_{\alpha/2}}{D} \right)^2 \cdot \left(\frac{S}{m} \right)^2$$

1- Ratoon 1

2- Pilot sampling

3- Hsu et al.

تصادفی می‌باشد. در این راستا، مقدار میانگین و واریانس جمعیت در هر مرحله نمونه برداری محاسبه و در رابطه فوق قرار داده شد. اگر این نسبت به طور معنی‌داری با عدد یک اختلاف نداشته باشد، جمعیت به طور تصادفی پراکنده شده است و چنانچه بیش تر و کمتر از عدد یک باشد پراکنش به ترتیب تجمعی و یکنواخت خواهد بود. سپس جهت آزمون انحراف از عدد یک، مقدار شاخص پراکنندگی^۲ (ID) از طریق رابطه زیر محاسبه شد:

$$ID = \frac{(N-1)S^2}{\bar{X}}$$

که در رابطه فوق S^2 واریانس، \bar{X} میانگین و N تعداد کل واحدهای نمونه برداری است. در مرحله بعد با توجه به این که تعداد واحدهای نمونه برداری در هر مرحله نمونه‌گیری، بیش از ۳۰ عدد بود، مقدار عددی Z از طریق رابطه زیر محاسبه شد:

$$Z = \sqrt{2(ID) - \sqrt{2(N-1) - 1}}$$

برای تعیین نوع پراکنش آفت، چنانچه رقم Z بین $+1/96$ و $-1/96$ باشد، نوع پراکنش تصادفی، اگر بیشتر از $+1/96$ باشد، پراکنش تجمعی و در صورتی که کمتر از $-1/96$ باشد از پراکنش یکنواخت پیروی می‌کند (رجبی، ۱۳۸۷).

۲-۴ شاخص K در توزیع دو جمله ای منفی

این شاخص، وارون پارامتر K در توزیع دو جمله‌ای منفی بوده و به عنوان شاخصی برای تعیین نوع پراکنش فضایی مورد استفاده قرار می‌گیرد و مقدار آن از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$\frac{1}{K} = \frac{S^2 - \bar{X}}{\bar{X}^2}$$

در این رابطه: S^2 واریانس نمونه و \bar{X} میانگین حسابی می‌باشد. چنانچه مقدار $\frac{1}{K}$ برابر صفر گردد، پراکنش

جمعیت^۱ استفاده گردید. در این راستا، اولین نمونه برداری از ۳۶۳ ایستگاه انتخابی در سه مزرعه آزمایشی، پس از ظهور علائم مرگ جوانه انتهایی در بوته‌های کوتاه و علفی نیشکر، در ابتدای اردیبهشت ماه ۱۳۸۷ صورت گرفت. در این مرحله، ضمن حرکت در مسیر خطوط کاشت نیشکر و یافتن موقعیت ایستگاه‌های نمونه برداری، با قراردادن کادر فلزی U شکل به ابعاد ۱ در ۰/۵ متر روی خطوط کاشت نیشکر (به عنوان واحد نمونه برداری)، تعداد ساقه‌های آلوده در محدوده کادر شمارش گردید. با توجه به شباهت علائم خسارت آفت در ابتدای خرداد ماه، نمونه برداری دوم نیز به همین طریق صورت گرفت.

با گذشت زمان و متناسب با رشد و تغییرات فنولوژیکی بوته‌های نیشکر (ساقه‌دهی)، علائم خسارت لاروهای آفت، نسبت به حالت قبل تغییر یافت و به صورت ایجاد سوراخ‌های متعدد در سطح میان‌گره‌های ساقه‌های آلوده نمایان شد. بنابراین، برای تخمین نسبی جمعیت آفت در ایستگاه‌های انتخابی، شیوه نمونه برداری در مراحل بعدی، در مقایسه با دو نمونه برداری ابتدایی، تغییر نمود. در این زمان، در هر ایستگاه تعداد ۱۰ ساقه نیشکر (به عنوان واحد نمونه برداری) به صورت تصادفی از بین بوته‌های مجاور هر ایستگاه، انتخاب و توسط قمه نی‌بری از سطح خاک قطع گردید. سپس ضمن جدا نمودن کلیه برگ‌ها و غلاف‌های روی ساقه، اقدام به بررسی ساقه‌ها و شمارش تعداد میان‌گره‌های سالم (فاقد سوراخ) و آلوده (دارای یک یا چند سوراخ) گردید.

۴- تعیین الگوی پراکنش فضایی آفت با استفاده از

شاخص‌های آمار کلاسیک

۱-۴ شاخص نسبت واریانس به میانگین

ساده‌ترین شاخص پراکنش، نسبت واریانس به میانگین (S^2/\bar{X}) بوده که آزمون مناسبی برای پراکنش

$$I_{\delta} = n \frac{\sum Xi(Xi - 1)}{N(N - 1)}$$

در این رابطه: N تعداد کل افراد حشره مورد بررسی است که در n واحد نمونه برداری دیده می شوند و X_i تعداد حشره موجود در واحد نمونه برداری (i ام) است. براساس این شاخص، چنانچه I_{δ} برابر با یک گردد، الگوی پراکنشی تصادفی و در صورتی که بیشتر و کمتر از یک محاسبه گردد، نوع پراکنش به ترتیب، تجمعی و یکنواخت معرفی می شود (رجبی، ۱۳۸۷). همچنین، به منظور تأیید نتایج حاصل از بررسی شاخص مورسیتا، مقدار عددی فرمول $I_{\delta} (N-1) + n - N$ محاسبه شد. در این فرمول اگر رقم حاصله، از رقم جدول مربع کای با درجه آزادی $n-1$ کوچک تر بود، پراکنش تصادفی و در صورت بزرگتر بودن، نوع پراکنش آفت تجمعی در نظر گرفته شد (مورسیتا^۴، ۱۹۵۴).

۴-۶ روش های رگرسیونی تیلور^۵ و آیوانو^۶

در این تحقیق، برای تکمیل اطلاعات، علاوه بر کاربرد شاخص های پراکنش آمار کلاسیک برای هر یک از دوره های نمونه برداری، به منظور بررسی الگوی کلی پراکنش جمعیت ساقه خوارهای نیشکر *Sesamia spp.* در سال ۱۳۸۷، با به دست آوردن ۲۱ جفت میانگین و واریانس از جمعیت آفت (طی هفت مرحله نمونه برداری در سه مزرعه آزمایشی)، از دو مدل ریاضی تیلور و آیوانو استفاده و ضرایب مربوطه محاسبه شدند. در این راستا، به منظور انتخاب مدل مناسب، پارامتر ضریب تبیین مورد استفاده قرار گرفت.

الف- شاخص b در قانون تیلور

بر اساس قانون تیلور، بین میانگین و واریانس جمعیت در یک محیط، رابطه زیر برقرار می باشد:

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

تصادفی و چنانچه بیشتر و کمتر از صفر شود به ترتیب پراکنش تجمعی و یکنواخت می باشد (رجبی، ۱۳۸۷).

۴-۳ شاخص ازدحام لکه ای^۱

شاخص ازدحام لکه ای که به صورت IP بیان می شود، علاوه بر تعیین نوع پراکنش، بیان گر میزان تجمع جمعیت نیز می باشد که با افزایش تجمع، میزان IP که از رابطه زیر محاسبه می گردد، افزایش خواهد یافت:

$$IP = 1 + \frac{S^2}{\bar{X}^2} - \frac{1}{\bar{X}}$$

در این رابطه: S^2 واریانس نمونه و \bar{X} میانگین حسابی می باشد. چنانچه میزان شاخص IP برابر یک گردد، نوع پراکنش تصادفی و چنانچه بیش تر و کمتر از یک باشد، پراکنش به ترتیب تجمعی و یکنواخت خواهد بود (رجبی، ۱۳۸۷).

۴-۴ شاخص گرین^۲

شاخص گرین با علامت اختصاری C_x ، که شاخص دیگری برای تعیین نوع پراکنش فضایی آفت بود، از رابطه زیر محاسبه گردید:

$$C_x = \frac{\left(\frac{S^2}{\bar{X}}\right) - 1}{N - 1}$$

که در این رابطه: S^2 واریانس نمونه، \bar{X} میانگین حسابی و N تعداد کل واحدهای نمونه برداری است. چنانچه مقدار این شاخص برابر با صفر باشد، الگوی پراکنش، تصادفی و چنانچه بیشتر و کمتر از صفر به دست آید، پراکنش آفت مورد نظر به ترتیب، تجمعی و یکنواخت می باشد (رجبی، ۱۳۸۷).

۴-۵ شاخص پراکنش مورسیتا^۳

شاخص مورسیتا (I_{δ}) که بر اساس تنوع تعداد حشره در واحد نمونه برداری ارائه شده است، از رابطه زیر محاسبه گردید:

4- Morisita

5- Taylor's power law

6- Iwao index

1- Index of Patchiness

2- Green's Index

3- Morisita's Index of Dispersion

همانند شاخص b تیلور، مقادیر بزرگتر، مساوی و کوچکتر از عدد یک برای β به ترتیب نشان‌دهنده پراکنش‌های تجمعی، تصادفی و یکنواخت می‌باشد (تسای و همکاران^۴، ۲۰۰۰).

برای آزمون معنی‌دار بودن اختلاف ضرایب b تیلور و β آیوائو با عدد یک، از آماره t در رابطه زیر استفاده شد:

$$t = (\text{slope} - 1) / SE_{\text{slope}}$$

مقدار t محاسبه شده با مقدار t جدول با درجه آزادی $n-1$ مورد مقایسه قرار گرفت. چنانچه قدر مطلق مقدار t محاسبه شده از t جدول بزرگتر باشد، در آن صورت اختلاف ضرایب با عدد یک معنی‌دار خواهد بود (تسای و همکاران، ۲۰۰۰).

نتایج و بحث

نتایج بررسی داده‌های حاصل از هفت مرحله نمونه‌برداری ماهیانه از جمعیت ساقه‌خوارهای نیشکر در سه مزرعه آزمایشی و محاسبه مقادیر شاخص‌های مختلف پراکنش جمعیت، در جدول‌های ۱، ۲ و ۳ نشان داده شده است.

مقادیر کلیه شاخص‌های مورد نظر بیش از عدد معیار هر شاخص بوده که این بیان‌گر تجمعی بودن پراکنش فضایی ساقه‌خوارهای نیشکر طی هر یک از مراحل نمونه‌برداری بود.

بررسی شاخص‌های تیلور و آیوائو برای کل دوره زندگی آفت نشان داد شیب خط رگرسیون در هر دو مدل به‌طور معنی‌داری از عدد یک بزرگتر است (جدول ۴). بنابراین همانند نتایج حاصل از مطالعه سایر شاخص‌های مختلف پراکنش در آمارکلاسیک، مشخص گردید الگوی پراکنش فضایی ساقه‌خوارها در مزارع نیشکر ۲۵ هکتاری به‌صورت تجمعی می‌باشد. همچنین براساس مقادیر ضرایب تبیین به‌دست آمده، مدل آیوائو ($R^2 = 0/9863$) در مقایسه با مدل تیلور ($R^2 = 0/9634$) همبستگی بیشتری با داده‌ها داشته و بهتر از شاخص تیلور، داده‌های

که در این رابطه s^2 واریانس، \bar{X} میانگین، a و b بر خلاف دو مؤلفه قبلی معادله که متغیر می‌باشند، ثابت هستند (دماوندیان و اصغری جعفر آبادی، ۱۳۸۶). به‌منظور محاسبه مقادیر a و b ، بین لگاریتم واریانس‌ها به‌عنوان متغیر وابسته و لگاریتم میانگین‌ها به‌عنوان متغیر مستقل، رابطه رگرسیونی به‌شرح زیر برقرار گردید:

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

در رابطه فوق: پارامتر b یا شیب خط رگرسیون، به‌عنوان شاخص پراکنش تیلور معرفی می‌گردد. در صورتی که b بزرگتر، مساوی یا کوچکتر از یک باشد، توزیع فضایی آفت به ترتیب تجمعی، تصادفی یا یکنواخت خواهد بود (یامامورا^۱، ۲۰۰۸). پارامتر a با گرفتن آنتی‌لوگ از عرض از مبدأ معادله رگرسیون خطی ($\text{Log}(a)$) به دست می‌آید. بزرگ بودن پارامتر a در مدل تیلور نشان‌دهنده بالا بودن درجه تجمعی آفت است (بلانک^۲ و همکاران، ۲۰۰۰).

ب- شاخص آیوائو

بر اساس قانون آیوائو، بین شاخص میانگین انبوهی^۳ (x^*) و میانگین جمعیت آفت (\bar{X})، رابطه رگرسیونی زیر برقرار می‌باشد:

$$x^* = \alpha + \beta \bar{X}$$

شاخص میانگین انبوهی با استفاده از رابطه زیر به دست می‌آید (۱۲):

$$x^* = \bar{X} + \left(\frac{S^2}{\bar{X}} - 1 \right)$$

در معادله رگرسیونی آیوائو پارامتر β (ضرب زاویه خط رگرسیون) همان شاخص تجمع است که رفتار آن مانند پارامتر b تیلور می‌باشد. همچنین عرض از مبدأ این معادله (α) نیز به‌عنوان شاخصی برای تعیین درجه انبوهی جاندار به کار می‌رود، به‌طوری‌که مقدار منفی آن بیان‌گر وجود نیروی دافعه بین موجودات زنده می‌باشد (سات وود، ۱۹۷۸).

1- Yamamura

2- Blank *et al.*

3- Lloyds mean crowding index

4- Tsai *et al.*

این آفت را برازش نمود. بنابراین برای برآورد نوع پراکنش جمعیت آفت مناسب تر به نظر می‌رسد.

جدول ۱- مقادیر شاخص‌های مختلف پراکنش ساقه‌خوارهای نیشکر طی مراحل مختلف نمونه‌برداری در مزرعه شماره یک

مرحله نمونه برداری	Z	1/k	IP	C _X	I _δ	نوع پراکنش
اول	۹/۹۴	۰/۴۸	۱/۵۵	۰/۰۱۴	۱/۵۵	تجمعی
دوم	۴/۵۲	۰/۳۴	۱/۳۴	۰/۰۰۶	۱/۴۲	تجمعی
سوم	۶/۱۴	۲/۰۸	۲/۰۸	۰/۰۰۸	۲/۱۰	تجمعی
چهارم	۱۶/۵۹	۰/۶۷	۱/۶۷	۰/۰۲۷	۱/۵۴	تجمعی
پنجم	۲۹/۸۹	۰/۵۳	۱/۴۲	۰/۰۶۳	۱/۴۲	تجمعی
ششم	۳۵/۳۳	۰/۳۱	۱/۲۷	۰/۰۸۱	۱/۲۷	تجمعی
هفتم	۳۹/۲۲	۰/۲۳	۱/۲۳	۰/۰۹۵	۱/۱۸	تجمعی

جدول ۲- مقادیر شاخص‌های مختلف پراکنش ساقه‌خوارهای نیشکر طی مراحل مختلف نمونه‌برداری در مزرعه شماره دو

مرحله نمونه برداری	Z	1/k	IP	C _X	I _δ	نوع پراکنش
اول	۱۳/۴۲	۰/۵۴	۱/۶۶	۰/۰۲۱	۱/۶۶	تجمعی
دوم	۲/۹۱	۰/۰۶	۱/۰۶	۰/۰۰۱	۱/۱۱	تجمعی
سوم	۵/۲۵	۱/۹۱	۲/۹۱	۰/۰۰۴	۲/۹۲	تجمعی
چهارم	۱۷/۸۳	۱/۴۱	۲/۴۱	۰/۰۵۷	۲/۳۸	تجمعی
پنجم	۳۰/۹۵	۰/۴۱	۱/۵۵	۰/۰۶۰	۱/۵۵	تجمعی
ششم	۳۳/۰۸	۰/۲۹	۱/۲۵	۰/۰۶۴	۱/۲۵	تجمعی
هفتم	۳۶/۵۹	۰/۱۶	۱/۱۸	۰/۰۶۵	۱/۲۱	تجمعی

جدول ۳- مقادیر شاخص‌های مختلف پراکنش ساقه‌خوارهای نیشکر طی مراحل مختلف نمونه‌برداری در مزرعه شماره سه

مرحله نمونه برداری	Z	1/k	IP	C _X	I _δ	نوع پراکنش
اول	۸/۱۴	۰/۳۷	۱/۳۵	۰/۰۱۱	۱/۳۵	تجمعی
دوم	۳/۵۲	۰/۲۷	۱/۲۷	۰/۰۰۴	۱/۳۰	تجمعی
سوم	۷/۲۶	۲/۲۳	۲/۲۳	۰/۰۲۲	۳/۲۷	تجمعی
چهارم	۱۹/۴۶	۱/۵۴	۲/۵۴	۰/۰۶۲	۲/۶۲	تجمعی
پنجم	۳۴/۲۲	۰/۴۹	۱/۶۷	۰/۰۶۷	۱/۶۷	تجمعی
ششم	۳۱/۷۴	۰/۳۶	۱/۳۰	۰/۰۶۹	۱/۳۰	تجمعی
هفتم	۳۹/۲۰	۰/۱۹	۱/۱۸	۰/۰۷۱	۱/۱۶	تجمعی

جدول ۴- آماره‌های رگرسیونی مدل‌های تیلور و آیوانو برای بررسی الگوی کلی پراکنش فضایی جمعیت ساقه‌خوارها در مزارع نیشکر کشت و صنعت دِیبل خُزاعی در سال ۱۳۸۷

مدل پرازش شده	شیب خط رگرسیون $b \pm SE$	عرض از مبدا $a \pm SE$	مقدار t محاسبه شده	تعداد سری داده‌ها	ضریب تبیین R^2
تیلور	$1/45 \pm 0/065$	$0/31 \pm 0/066$	۶/۹۴ **	۲۱	۰/۹۶۳۴
آیوانو	$1/18 \pm 0/031$	$2/36 \pm 0/692$	۵/۶۹ **	۲۱	۰/۹۸۶۳

** نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین شیب خط رگرسیون با عدد یک در سطح احتمال ۱٪ می‌باشد

(۱۹۸۶)، لاروهای کوچک ساقه‌خوار برنج مکزیکی *Eoreuma loftini* Dyar در مزارع نیشکر جنوب تگزاس (میقر و هماران، ۱۹۹۶) و ساقه‌خوار *Mussidia nigrivenella* Ragonot در مزارع ذرت غرب آفریقا به صورت تجمعی گزارش شده‌اند (ستامو و همکاران، ۲۰۰۰). همچنین نتایج برخی از محققین، مغایر با نتایج فوق به دست آمده است که علت آن عمدتاً به وجود اختلاف در شرایط اکولوژیکی، گیاه میزبان، نوع و ویژگی‌های رفتاری آفت و ... برمی‌گردد. برای مثال: پراکنش فضایی لارو آفت ساقه‌خوار نیشکر *D. saccharalis* در مزارع جنوب لوزیانا به صورت تصادفی (شکسنایدر و همکاران، ۲۰۰۱)، لاروهای ساقه‌خوار اروپایی ذرت *Ostrinia nubilalis* Hübner و کرم بلال‌خوار ذرت *Helicoverpa zea* Boddie در مزارع ذرت شیرین آمریکا به ترتیب به صورت تصادفی و یکنواخت گزارش شده‌اند (اروک و هاچیسون، ۲۰۰۳).

به‌طور کلی عوامل متعددی در شکل‌گیری الگوی پراکنش فضایی حشرات آفت موثر است که می‌توان به شرایط تولیدمثل، الگوی تخم‌گذاری، خروج نوزادان از یک دسته تخم یا جمع شدن نوزادان در اطراف والدین، خصوصیات اجتماعی شدن (از جفت شدن جنسی گرفته تا حالات اجتماعی پیشرفته)، تغذیه (واکنش به مواد غذایی)، خصوصیات رفتاری مراحل نابالغ، فرمون‌های تجمعی، کایرومون‌های میزبان، انبوهی گونه میزبان،

با توجه به نتایج به دست آمده در این بررسی می‌توان به این نتیجه کلی رسید که محاسبه‌ی شاخص‌های پراکنش، روش ساده‌ای برای برآورد نوع پراکنش فضایی جمعیت ساقه‌خوارها بوده و داده‌ها و محاسبات لازم برای برآورد آن‌ها معمولاً زیاد نمی‌باشد. همچنین شاخص‌های b تیلور و β آیوانو پراکنش جمعیت آفت را به صورت کلی و در طول فصل زراعی نشان داده و قادر به تعیین پراکنش جمعیت آفت در یک تاریخ معین نمونه‌برداری و همچنین روشن نمودن روند تغییرات آن در طول فصل زراعی نمی‌باشند. در صورتی که به کمک سایر شاخص‌های آمار کلاسیک می‌توان در هر تاریخ نمونه‌برداری چگونگی پراکنش جمعیت را تخمین زده و روند تغییرات پراکنش آفت در طول یک فصل را نشان داد. بنابراین اگر هدف نمایش الگوی تغییر و پراکنش جمعیت در طول زمان باشد، شاخص‌های پراکنش بر دو شاخص تیلور و آیوانو ترجیح داده می‌شوند.

همان‌گونه که عنوان گردید، در ارتباط با تعیین الگوی پراکنش فضایی گونه‌های ساقه‌خوار نیشکر (*Sesamia spp.*) گزارشی در دسترس نیست. اما در این راستا، مطالعات معدودی در ارتباط با بررسی نحوه پراکنش سایر ساقه‌خواران نیشکر و ذرت از نقاط مختلف دنیا گزارش شده است که نتایج برخی از آن‌ها با نتایج به دست آمده در این تحقیق مطابقت دارد. برای مثال: پراکنش فضایی لارو ساقه‌خوار نیشکر *Diatraea saccharalis* در تراکم جمعیتی بالا در فلوریدا (هال،

توزیع آفت، دستجات تخم می باشد. و چون تخم‌ها به صورت توده گذاشته می‌شوند طبیعتاً حالت تجمعی هم خواهند داشت. همچنین لاروهایی که از آن‌ها خارج می‌شوند، تغذیه خود را به صورت گروهی و دسته‌جمعی آغاز و خسارت آن‌ها در سطح مزرعه به صورت تجمعی مشاهده می‌گردد. بنابراین تجمعی بودن الگوی پراکنش ساقه‌خواران نیشکر به نحوه تخم‌گذاری و خصوصیت رفتاری مراحل بالغ و نابالغ آفت که عمدتاً تحت تأثیر تغییرات عوامل غیر زنده، میزان یکنواختی و کیفیت گیاه میزبان در قسمت‌های مختلف مزارع نیشکر می‌باشند، برمی‌گردد.

نتایج حاصل از این تحقیق که پراکنش فضایی ساقه‌خوارهای نیشکر را برای اولین بار در ایران مشخص نموده است، زمینه طراحی مدل‌های نمونه‌برداری برای پیش‌آگاهی سریع، کم هزینه و دقیق جمعیت ساقه‌خوارهای *Sesamia spp.* در مزارع نیشکر را فراهم خواهد نمود.

کارآیی دشمنان طبیعی، عوامل غیرزنده (مانند نور، حرارت، رطوبت و ...)، میزان یکنواختی و کیفیت گیاه میزبان اشاره نمود (پدیگو و بوتین، ۱۹۹۳).

در تئوری تجمع، تجمع تخم‌ها یکی از شرایط مهم با هم زیستن افراد یک گونه، محسوب می‌شود که در این میان نقش حشرات ماده دارای اهمیت بالایی است. در همین مورد دیده می‌شود که توده‌های تخم بعضی از حشرات به شکل تصادفی گذاشته می‌شوند در حالی که چون به صورت توده گذاشته می‌شوند، لاروهایی که از آن‌ها خارج می‌شوند به صورت تجمعی در سطح مزرعه مشاهده می‌شوند. در همین راستا گهگاه دیده می‌شود که لاروهای حاصل از این تخم‌های کپه‌ای، به تدریج پراکنده شده و پراکنشی تصادفی را به وجود می‌آورند (دماوندیان و اصغری جعفرآبادی، ۱۳۸۶).

در حشراتی مانند ساقه‌خوارهای نیشکر جنس *Sesamia* که تخم‌گذاری آن‌ها به صورت دسته‌ای صورت می‌گیرد، پدیده با هم زیستن تقویت می‌گردد. به عبارتی عامل اولیه برای شکل‌گیری نوع

منابع

۱. دماوندیان، م. ر. و اصغری جعفرآبادی، م. ۱۳۸۶. آمار کاربردی برای مدیریت آفات. انتشارات دانشگاه مازندران. ۴۰۰ ص.
۲. رجیبی، غ. ۱۳۸۷. اکولوژی حشرات با توجه به شرایط ایران و با تاکید بر نکات کاربردی. وزارت جهاد کشاورزی. سازمان ترویج، آموزش و تحقیقات کشاورزی. چاپ دوم: ۶۴۸ ص.
۳. صیاد منصور، ع.، شیرالی، ع.، سرادارزاده، ن. و علیقلی کهبیش، ا. ۱۳۸۳. بررسی میزان خسارت حشرات ساقه‌خوار *Sesamia spp.* در واریته‌های تجاری نیشکر. خلاصه مقالات شانزدهمین کنگره گیاهپزشکی ایران، دانشگاه تبریز. جلد اول. ص ۳۹۲.
۴. عسکریان زاده، ع. ۱۳۸۳. ارزیابی مکانیسم‌های مقاومت ارقام نیشکر به ساقه‌خواران (*Sesamia spp.* (Lep.: Noctuidae). رساله دوره دکتری. حشره‌شناسی کشاورزی، گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس. ۱۲۸ ص.

5. Blank, R.H., Gili, G.S.C., McKenna, C.E., and Stevens, P.S. 2000. Enumerative and binomial sampling plans for armored scale (Homoptera: Diaspididae) on kiwifruit leaves.

- Journal of Economic Entomology, 93(6):1752-1759.
6. Feng, M.G., and Nowierski, R.M. 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(3): 830-837.
 7. Hall, D.G. 1986. Sampling for the sugarcane borer (Lepidoptera: Pyralidae) in sugarcane. Journal of Economic Entomology, 79: 813-816.
 8. Hsu, J.C., Horng, S.B., and Wu, W.J. 2001. Spatial distribution and sampling of *Aulacaspis yabunikkei* (Homoptera: Diaspididae) in camphor trees. FAO Plant Protection Bulletin, 43: 69-81.
 9. Meagher, R.L., Wilson, L.T., and Pfannenstiel, R.S. 1996. Sampling *Eoreuma loftini* (Lepidoptera: Crambidae) on Texas sugarcane. Environmental Entomology, 25: 7-16.
 10. Morisita, M. 1954. Estimation of population density by spacing method. Memoirs of Faculty of Science, Kyushu University, 1: 187-197.
 11. O'Rourke, P.K., and Hutchison, W.D. 2003. Sequential sampling plans for estimating European corn borer (Lepidoptera: Crambidae) and corn earworm (Lepidoptera: Noctuidae) larval density in sweet corn ears. Crop Protection, 22 : 903-909.
 12. Pearsall, I., A., and Myers, J.H. 2000. Evaluation of sampling methodology for determining the phenology, relative density, and dispersion of western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) in Nectarine Orchards. Journal of Economic Entomology, 93(2):494-502.
 13. Pedigo, L.P., and Buntin, G.B. 1993. Handbook of Sampling Methods for Arthropods in Agriculture. CRE PRESS, 705 p.
 14. Schexnayder, H.P., Reagan, T.E., and Ring, D.R. 2001. Sampling for the sugarcane borer (Lepidoptera : Crambidae) on sugarcane in Louisiana. Journal of Economic Entomology, 94: 766-771.
 15. Setamou, M., Schulthess, F., Poehling, H.M., and Borgemeister, C. 2000. Spatial distribution of and sampling plans for *Mussidia nigrivenella* (Lepidoptre: Pyralidae) on cultivated and wild host plants in Benin. Environmental Entomology, 29: 1216- 1225.
 16. Southwood, T.R.E. 1978. Ecological Methods, with Practicular Reference to the Study of Insect Populations. 2nd ed, Chapman & Hall, London, 524 p.
 17. Tsai, J.H., Wang, J.J., and Liu, Y.H. 2000. Sampling of *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae) on orange jassamine in southern Florida. Florida Entomologist, 83(4): 446-459.
 18. Yamamura, K. 2000. Colony expansion model for describing the spatial distribution of populations. Population Ecology, 42: 161-169.