

## توزیع فضایی و نمونه‌برداری دنباله‌ای شمارشی از جمعیت کرم پیله‌خوار (*Heliothis virescens* (Lep.: Noctuidae) در مزارع نخود دیم استان لرستان

امیر محسنی امین<sup>۱</sup>، میررضا جمشیدی<sup>۲</sup>، مریم فروزان<sup>۳</sup>، محمد تقی توحیدی<sup>۴</sup>، عباس خانیزاد<sup>۵</sup>، عسگر جوزیان<sup>۶</sup>

<sup>۱</sup> - دانشیار پژوهش، موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران (نویسنده مسئول) (a.mohseni@areeo.ac.ir) <sup>۲</sup>، محقق، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی لرستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، خرم‌آباد، ایران <sup>۳</sup>، استادیار پژوهش، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران <sup>۴</sup>، مربی پژوهش، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران <sup>۵</sup> - مربی پژوهش، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کردستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، سنندج، ایران <sup>۶</sup>، استادیار پژوهش، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان ایلام، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایلام، ایران.

### چکیده

کرم پیله‌خوار نخود *Heliothis virescens* از مهمترین آفات مزارع نخود دیم در اغلب نواحی ایران می‌باشد. طی سال‌های ۱۳۹۵-۱۳۹۶، توزیع فضایی و مدل‌های نمونه‌گیری دنباله‌ای برای تخمین جمعیت کرم پیله‌خوار در مزارع نخود دیم استان لرستان بررسی شد. داده‌ها با دو مدل تایلور و آیواو برازش داده شدند و پارامترهای این دو مدل مشخص و برای ساخت مدل‌های نمونه‌برداری دنباله‌ای گرین و کنو مورد استفاده قرار گرفتند. نتایج نشان داد آماره  $b$  تایلور و آیواو به شکل معنی‌داری از ۱ بزرگ‌تر بود که نشان دهنده توزیع تجمعی لارو کرم پیله‌خوار نخود *H. virescens* می‌باشد. نمودار اندازه نمونه با سطوح دقت ۱۰، ۱۵ و ۲۵ درصد ترسیم شد. اعتبارسنجی مدل گرین و کنو با استفاده از ۷ سری از داده‌های مجزا انجام گرفت. نتایج اعتبارسنجی نشان داد که برای دستیابی به سطح دقت ۰/۲۵، که معمولاً در مدیریت تلفیقی آفات قابل قبول می‌باشد، متوسط تعداد نمونه مورد نیاز ۵۸ نمونه در مدل گرین و ۶۶ نمونه در مدل کنو می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: توزیع فضایی، نخود، کرم پیله‌خوار نخود، نمونه‌برداری دنباله‌ای

## Spatial distribution and enumerative sequential sampling plans of the pod borer, *Heliothis virescens* (Lep.: Noctuidae) in rain-fed chickpea (*Cicer arietinum* L.) fields in Lorestan province

Amir Mohseni Amin<sup>1</sup>, Mirreza Jamshidi<sup>2</sup>, Maryam Foruzan<sup>3</sup>, Mahammad Taghi Tohidi<sup>4</sup>, Abbas Khanizad<sup>5</sup>, Asgar Juzeyan<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Associate Professor, Iranian Research Institute of Plant Protection, Education and Extension Organization, Tehran, Iran

(Email: a.mohseni@areeo.ac.ir) <sup>2</sup> Researcher, Lorestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Education and Extension Organization, Khoramabad, Iran <sup>3</sup> Assistant Professor, West Azerbaijan, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Education and Extension Organization, Urmia, Iran <sup>4</sup> Instructor, Kermanshah, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Education and Extension Organization, Kermanshah, Iran <sup>5</sup> Instructor, Kurdistan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Education and Extension Organization, Sanandaj, Iran <sup>6</sup> Assistant Professor, Ilam, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Ilam, Iran.

### Abstract

Chickpea pod borer, *Heliothis virescens*, is an important pest of rain-fed chickpea (*Cicer arietinum* L.) fields in most regions of Iran. During 2017-2018, spatial distribution and fixed precision sequential sampling plans of, *H. virescens* population were investigated in rain-fed chickpea fields in Lorestan provinces, Noorabad-Aleshtar and Kuhdasht. Regarding to the fitting of data with Taylor's power law and Iwao's patchiness, parameters of these methods were used to develop of enumerative sequential sampling plans for each region. Results showed that, Taylor's  $b$  and Iwao's  $\beta$  were significantly  $>1$ , indicating that *H. virescens* populations were aggregated in Lorestan provinces. Sample size curves were calculated and compared at 10%, 15% and 25% levels of precision. Also, for each model, Green's or Kuno's fixed precision sequential sampling plans or both models were validated using 7 independent data sets. Validation results of these models showed that, to achieve a precision of 0.25, which is generally accepted in IPM programs, it is necessary to take samples with an average sample number (ASN) of 58 and 66 samples for green's and kuno's models, respectively.

**Key words:** chickpea, Sequential sampling, Spatial distribution, Chickpea pod borer

برآورد جمعیت یک بندپا در یک زیست‌گاه باید دارای دقت بالا و متناسب با مقدار نیرو و هزینه صرف شده باشد (Southwood and Henderson, 2000). نمونه‌برداری به عنوان پایه‌ای برای به دست آوردن داده‌هایی درباره تراکم، پراکنش، ساختار سنی، تولید مثل و مهاجرت می‌باشد و از این اطلاعات می‌توان در پویایی جمعیت استفاده کرد (Pedigo & Buntin, 1993). در ضمن، مطالعات اکولوژیک بدون یک برنامه نمونه‌برداری اصولی، قابل اطمینان نیست و منجر به شکست می‌شود. نمونه‌برداری در مدیریت آفات نیز، پایه اولیه برنامه‌های مدیریت است، زیرا مدیریت تلفیقی رویکردی اکولوژیک است و بر اساس اطلاعات مربوط به شرایط آفات و محصول اقدام به تصمیم‌گیری می‌کند (Pedigo and Buntin, 1993).

در مناطق غربی ایران نخود بعد از غلات در سطح وسیعی کشت می‌گردد و میزان عملکرد محصول آن علاوه بر شرایط جوی و میزان بارندگی سالیانه، به دو عامل مهم بیماری برق زدگی نخود و کرم‌های پیله‌خوار ارتباط دارد (Juzeyan et al., 2007). در سال زراعی ۱۳۹۹-۱۴۰۰ سطح زیر کشت نخود در ایران ۲۷۸۰۰۰ هکتار گزارش شده است. استان‌های کرمانشاه، لرستان، آذربایجان غربی، کردستان و آذربایجان شرقی به ترتیب با سطح زیر کشت ۸۸۷۷۱، ۶۸۲۳۲، ۳۸۷۵۳، ۲۶۵۲۴ و ۱۷۹۹۵ هکتار مقام‌های اول تا پنجم سطح زیر کشت و به ترتیب با تولید سالانه ۴۲۴۶۵، ۲۷۱۶۹، ۱۹۳۰۰، ۱۰۹۱۵ و ۸۱۳۸ تن مقام‌های اول تا پنجم تولید نخود در کشور را به خود اختصاص داده‌اند. این محصول از لحاظ اهمیت در بین حبوبات، پس از لوبیا و نخود فرنگی در رتبه سوم قرار دارد. میانگین عملکرد نخود ایران حدود ۴۴۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد. این در حالیست که میانگین عملکرد جهانی نخود حدود ۱۲۰۰ کیلوگرم در هر هکتار است (Anonymus, 2021). در استان لرستان شهرستان‌های دلفان، سلسله و کوهدشت، گندم و نخود دیم به عنوان کشت غالب می‌باشد.

کرم پیله‌خوار نخود (*Heliothis virescens* Huf. (Lep.: Noctuidae) یکی از آفات مهم نخود در مزارع دیم غرب ایران است. لارو این آفت همه ساله با تغذیه از برگ، غنچه، گل و به خصوص سوراخ کردن غلاف‌ها و تغذیه از دانه‌ها سبب کاهش محصول می‌شود به طوری‌که خسارت این آفت گاهی تا ۹۰ درصد گزارش شده است (Hashemi Aghajeri et al., 1998). با توجه به اهمیت اقتصادی این آفت در مزارع نخود دیم، دستیابی به یک روش نمونه‌برداری ساده، کم هزینه و دقیق بسیار ضروری است. در استان‌های غربی کشور طی چند سال اخیر کنترل این آفت در مزارع نخود دیم توسط زنبور (*Habrobracon hebetor* Say (Hym.: Braconidae) انجام می‌گیرد. اما برای تخمین تراکم جمعیت کرم پیله‌خوار در مزارع نخود دیم از روش‌های علمی استفاده نمی‌شود. در مهار زیستی کرم پیله‌خوار نخود، تعداد زنبور *H. hebetor* مورد نیاز در هر هکتار بستگی به تراکم جمعیت کرم پیله‌خوار در مزارع داشته و در صورت عدم رعایت این موضوع، ممکن است رهاسازی‌های انجام شده با نتایج ضعیفی روبه‌رو گردد. بنابراین تهیه مدل‌های نمونه‌برداری دنباله‌ای برای این آفت بسیار مهم و ضروری می‌باشد.

تعداد افراد موجود در یک جمعیت به صورت مداوم در حال تغییر است. همچنین با گذشت زمان از مکانی به مکان دیگر جابه‌جا می‌شوند. پراکنش جمعیت الگوی نظم و ترتیبی است که بر اساس آن افراد یک جمعیت در محیط قرار می‌گیرند. این ویژگی یکی از خصوصیات اساسی اکولوژیکی و زیست‌شناسی است که از هر دو نظر حائز اهمیت می‌باشد (Poole, 1974). پراکنش، نتیجه برهم‌کنش بین افراد گونه و زیستگاه است. اطلاع از نحوه پراکنش باعث فهم بهتر روابط حشره و محیط زیست آن شده و اطلاعات اساسی را برای تفسیر تغییرات فضایی یا مکانی، طراحی برنامه نمونه‌برداری کارآمد برای تخمین جمعیت، مدیریت آفت و مدل‌های رشد جمعیت فراهم می‌کند (Tsai et al., 2000). پراکنش فضایی افراد یک جمعیت در محیط، از مهم‌ترین خصوصیات اکولوژیکی گونه مورد نظر می‌باشد. برخلاف پارامترهایی نظیر نرخ رشد و تولیدمثل که درون افراد یک گونه و از نسلی به نسل دیگر متغیر می‌باشد، ویژگی‌های مربوط به پراکنش فضایی در شرایط مختلف محیطی ثابت بوده و می‌تواند به عنوان شاخصی برای تمایز بین گونه‌ها مورد استفاده قرار گیرد (Taylor, 1984). به طور کلی الگوی پراکنش، برنامه‌های نمونه‌برداری را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Pedigo and Zeiss, 1996). هرچه پراکنش فضایی یک حشره را بهتر بشناسیم، به همان نسبت ابعاد جمعیتی آن حشره را در اکوسیستم‌های طبیعی و یا زراعی بهتر و آسان‌تر می‌توانیم اندازه‌گیری کنیم (Radjabi, 2008).

از مهم‌ترین عوامل در مدیریت تلفیقی آفات، دو عامل دقت و هزینه می‌باشد که بایستی در تمام برنامه‌های نمونه‌برداری به آن توجه شود (Pedigo and Zeiss, 1996). در روش نمونه‌برداری دنباله‌ای، تصمیم‌گیری در خصوص کنترل یک آفت، نمونه‌برداری تا زمان تصمیم‌گیری برای کنترل یا عدم کنترل ادامه می‌یابد. در ضمن در مقایسه با روش‌های دیگر مانند نمونه‌گیری ثابت و معمولی، تعداد نمونه مورد نیاز را ۵۰-۳۵ درصد کاهش می‌دهد (Binns, 1994). در نمونه‌گیری دنباله‌ای با دقت ثابت، اساس کار تعیین تعداد نمونه مورد نیاز برای رسیدن به یک برآورد نسبتاً دقیق از جمعیت آفت با یک دقت ثابت است (Opit et al., 2003).

بیشتر تحقیقاتی که در زمینه نمونه‌برداری دنباله‌ای از آفات انجام می‌شود، برای به دست آوردن تخمین‌هایی از تراکم با سطحی از دقت است که از نظر مدیریت کنترل سودمند باشد، در نتیجه، با رسیدن به سطح مطلوب و مورد نظر، نمونه‌برداری متوقف می‌شود. این روش‌ها کاربرد زیادی برای تخمین جمعیت آفت در یک زیستگاه دارند (Pedigo and Buntin, 1993). کاربرد این روش‌ها باعث کاهش هزینه نمونه‌برداری و به خصوص کاهش زمان نمونه‌برداری می‌شود (Elliott, 1979; Pedigo and Buntin, 1993; Young & Young, 1998). در این مدل‌ها، ابتدا داده‌ها، براساس مدل‌های تایلور و آیواو تجزیه و تحلیل شده و بعد از آن مدل‌های گرین و کنو که مهم‌ترین مدل‌های نمونه‌گیری با دقت ثابت هستند برای آن‌ها طراحی می‌شوند.

در نمونه‌برداری از جمعیت تخم *H. virescens* در مزارع گوجه‌فرنگی، در سطح خطای ۰/۱۵، زمانیکه میانگین جمعیت تخم در مزرعه ۰/۰۲ و ۰/۰۳ عدد روی هر بوته باشد، تعداد نمونه مورد نیاز به ترتیب ۲۷۰۲ و ۱۹۰۴ گیاه خواهد بود (Figueiredo et al., 2021). گونه‌های هلیوتیس از آفات غالب مزارع نخود هستند و خسارت آن‌ها به این محصول مهم و در بعضی از سال‌ها بسیار شدید می‌باشد (Khanjani, 2008). از بین گونه‌های *Helicoverpa (=Heliothis) armigera* (Hübner) *Helicoverpa* (*Huf.*) *Helicoverpa obsoleta* Auctorum و *Helicoverpa peltigera* Schiff که به مزارع نخود خسارت می‌زنند، گونه *H. virescens* در مناطق غربی ایران خسارت بیش‌تری دارد (Hashemi Hashemi et al., 2007). در استان ایلام از بین ۳۰۳ عدد سفیره جمع‌آوری شده از خاک، ۲۸۵ عدد یعنی ۹۴ درصد مربوط به گونه *H. virescens* و ۱۸ عدد مربوط به سایر گونه‌ها بود. همچنین 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 سفیره زمستان‌گذرانی می‌کند و از تمام نقاط ایران گزارش شده است. تغذیه این حشره تاکنون از روی گیاهان ذرت، کتان، سویا، توتون، گوجه‌فرنگی، پنبه، چغندر قند، خشخاش، نخود، باقلا، کنف، بادنجان، گیاهان جالیزی و چلیپائیان مشاهده شده است. نتایج دو پژوهش مشابه در پاکستان نشان می‌دهد که عملکرد یک مزرعه در صورتیکه عاری از *H. armigera* باشد، ۱/۳۸ تن در هکتار بود و در صورت حضور دو عدد لارو سن سه روی هر گیاه عملکرد دانه ۱۸۹ کیلوگرم در هکتار کاهش یافت اما در یک پژوهش دیگر حضور یک عدد لارو سن دو یا سن سه روی هر بوته، عملکرد دانه را ۱/۱۶ تن در هکتار کاهش داده است (Ahmed and Awan, 2013).

تحقیقات نشان می‌دهند ۹۲ درصد خسارت آفت مربوط به لاروهای سن ما قبل آخر و آخر می‌باشد. بنابراین، هرگونه عملیات کنترل باید قبل از ورود لاروها به سن چهارم انجام گیرد (Purmira, 1998).

پایش جمعیت آفت یک بخش اساسی و مهم از هر برنامه مدیریت تلفیقی آفت (IPM) می‌باشد (Subramanyam and Hagstrum, 2000). با توجه به اهمیت اقتصادی کرم پيله‌خوار *H. virescens* در مزارع نخود دیم استان لرستان و با توجه به اهمیت نمونه‌برداری و تخمین جمعیت‌ها در مدیریت تلفیقی آفات، پژوهش حاضر به منظور بررسی پراکنش پهنه‌ای و مدل‌های نمونه‌برداری دنباله‌ای از جمعیت مرحله لاروی کرم پيله‌خوار *H. virescens* در مزارع نخود دیم دو منطقه از استان لرستان (نورآباد- الشتر و کوه‌دشت) اجرا گردید.

## مواد و روش‌ها

به منظور نمونه‌برداری از جمعیت کرم پيله‌خوار *H. viriplaca* در مزارع نخود دیم استان لرستان، در هر منطقه (نورآباد- الشتر و کوه‌دشت) حدود ۱۰ مزرعه نخود دیم هر یک به مساحت یک تا دو هکتار با سابقه آلودگی به آفت انتخاب شد. در صورت سمپاشی مزرعه توسط کشاورز، نمونه‌برداری در آن مزرعه متوقف و مزرعه دیگری جایگزین می‌گردید. در این پژوهش از کادر مربع چوبی نسبتاً بزرگ به مساحت نیم متر مربع (به ابعاد داخلی ۷۰/۷۱×۷۰/۷۱ سانتیمتر مربع) به عنوان واحد نمونه‌برداری استفاده شد.

کادراندازی از یکی از گوشه‌های مزرعه شروع و در مسیر زیگزاگ انجام گرفت. بسته به اندازه مزرعه، هر چهار تا ده گام یک کادر مورد بررسی قرار گرفت. پس از استقرار کادر در سطح مزرعه، ضمن بررسی حاشیه‌های کادر، غلاف‌ها با دقت مورد بررسی قرار گرفته و غلاف‌های سوراخ بررسی و تعداد لارو شمارش و یادداشت شد. نمونه‌برداری‌ها تا زمان خشک شدن غلاف‌های نخود ادامه یافت.

نمونه‌برداری‌ها از هفته اول خرداد آغاز و تا قبل از نیمه تیر پایان یافت. فاصله بین نمونه‌برداری‌ها ۳ تا ۵ روز بود. در روزهای اولیه نمونه‌برداری، از هر مزرعه تعدادی نمونه مقدماتی (حدود ۳۰ کادر) گرفته و با استفاده از رابطه  $N=[Z_{\alpha/2}/D]^2[S/m]^2$  تعداد نمونه اولیه مورد نیاز ارزیابی شد. در این رابطه  $n$  تعداد نمونه،  $D$  دقت آزمایش،  $S$  انحراف معیار نمونه،  $m$  میانگین نمونه و  $Z_{\alpha/2}$  با در نظر گرفتن  $\alpha/1$  برای  $\alpha$ ، مقدار آن برابر ۱/۹۶ می‌باشد (Hsu et al., 2001).

در این پژوهش، آماره‌های شیب خط ( $b$ ) و عرض از مبدا ( $\alpha$ ) تایلور محاسبه شدند. در صورت بزرگ‌تر، مساوی یا کوچک‌تر بودن  $b$  از عدد ۱، توزیع فضایی آفت به ترتیب تجمعی، تصادفی یا یکنواخت خواهد بود. مقدار  $\alpha$  نیز به اندازه نمونه بستگی دارد (Soutwood and Henderson, 2000., Tsai et al., 2000).

همچنین شاخص  $\beta$  آیواو نیز با استفاده از روابط مربوطه محاسبه (Soutwood and Henderson 2000., Pearsall and Myers, 2000) و در صورتیکه  $\beta$  بزرگتر، مساوی یا کوچک‌تر از ۱ باشد، نمونه‌ها به ترتیب با توزیع‌های تجمعی، تصادفی و یکنواخت تطابق خواهند داشت (Tsai et al., 2000).

آزمون معنی‌دار بودن اختلاف ضریب رگرسیون (شاخص  $b$  تایلور و  $\beta$  آیواو) نسبت به عدد ۱ به کمک آماره  $t=(\text{slope}-1)/SE_{\text{slope}}$  انجام گرفت. در این رابطه، slope شیب خط رگرسیون و SE خطای معیار آن و مقدار  $t$  محاسبه شده با مقدار  $t$  جدول با  $N-1$  درجه آزادی مورد مقایسه قرار گرفت. بزرگ بودن قدر مطلق مقدار  $t$  محاسبه شده نسبت به  $t$  جدول، نشان دهنده تجمعی بودن توزیع فضایی آفت است (Feng and Nowierski, 1992., Tsai et al., 2000).

پس از محاسبه آماره‌های تایلور و آیواو در دو سال متوالی، آماره‌های شیب خطوط رگرسیون و عرض از مبدا دو سال با استفاده از روابط زیر با هم مقایسه شدند (Feng and Nowierski, 1992). در صورت وجود تفاوت آماری بین این آماره‌ها، امکان تجمیع داده‌های دو سال وجود نخواهد داشت.

$$t_{\text{intercept}} = (\alpha_1 - \alpha_2) / \sqrt{(SE_{\alpha_1}^2 + SE_{\alpha_2}^2)} \quad t_{\text{slope}} = (b_1 - b_2) / \sqrt{(SE_{b_1}^2 + SE_{b_2}^2)}$$

در رابطه‌های بالا  $b$  و  $\alpha$  آماره‌های تایلور یا آیواو دو معادله رگرسیونی هستند. مقادیر  $t$  محاسبه شده با مقدار  $t$  جدول با درجه آزادی  $N_1-2$  و  $N_1+2$  مقایسه و چنانچه از آن بزرگ‌تر بود، در آن صورت بین آماره‌های  $b$  یا  $\alpha$  دو معادله رگرسیونی از نظر آماری اختلاف معنی‌دار وجود دارد.

خطوط تصمیم‌گیری مربوط به داده‌هایی که با توجه به ضریب تبیین ( $r^2$ ) با شاخص تایلور برازش بیشتری داشتند با استفاده از روش پیشنهادی گرین (Green) ارائه گردید. در روش گرین حداقل تعداد نمونه مورد نیاز برای دستیابی به یک سطح دقت ثابت ( $D$ ) و خط توقف در نمونه‌گیری دنباله‌ای با دقت ثابت محاسبه شدند (Barrigossi et al., 2003).

در مواردی که داده‌ها بر اساس ضریب تبیین ( $r^2$ ) با مدل آیواو برازش بهتری نشان می‌دادند، با استفاده از روش پیشنهادی کنو (Kuno) به نقل از Wang and Shipp (2001) و Elliott et al. (2003)، حداقل تعداد نمونه مورد نیاز ( $N_{min}$ ) و خط توقف برای دستیابی به یک سطح دقت ثابت ( $D_{exp}$ ) برای این داده‌ها ارائه شد.

در پایان برای هر مدل، تعداد ۷ گروه از داده‌های جداگانه (داده‌هایی که برای تخمین ضرایب تایلور و آیواو استفاده نشده‌اند) با استفاده از نرم‌افزار RVSP و با ۵۰۰ بار نمونه‌گیری مجدد (با جایگزین) مورد ارزیابی قرار گرفته و اعتبار این مدل‌ها مشخص شد (Naranjo and Hatchison, 1997). سپس در صورت مشاهده اختلاف بین سطح دقت پیش فرض (Desired precision) با دقت مورد انتظار، مدل‌ها تصحیح شدند. در پایان به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزارهای SAS 9.1، Excel 2010 و RVSP استفاده شد.

## نتایج و بحث

در این پژوهش پس از انجام نمونه‌برداری مقدماتی، تعداد نمونه بطور ثابت ۵۰ کادر در نظر گرفته شد. نتایج تجزیه و تحلیل داده‌ها در سال ۱۳۹۵ یعنی سال اول اجرای آزمایش نشان داد که توزیع فضایی مراحل لاروی کرم پيله‌خوار نخود در مزارع نخود دیم در استان لرستان از نوع تجمعی بود (جدول ۱).

داده‌های جمع آوری شده در سال ۱۳۹۵ در نورآباد و الشتر با ضریب تبیین ۰/۹۷ با مدل تایلور و در کوه‌دشت با ضریب تبیین ۰/۹۰۶ با مدل آیواو و برازش نشان داد (جدول ۱).

نتایج تجزیه و تحلیل داده‌ها در سال ۱۳۹۶ یعنی سال دوم اجرای آزمایش نشان داد که توزیع فضایی مراحل لاروی کرم پيله‌خوار نخود در مزارع نخود دیم در نورآباد و الشتر از نوع تجمعی و در کوه‌دشت از نوع تصادفی بود (جدول ۱). داده‌های جمع آوری شده در سال ۱۳۹۶ در نورآباد و الشتر با هر دو مدل تایلور و آیواو، و کوه‌دشت با مدل آیواو و برازش نشان داد (جدول ۱).

در پاکستان بررسی توزیع فضایی مراحل نابالغ کرم میوه خوار گوجه فرنگی نشان داد که تخم و لارو این شب پره از توزیع دو جمله‌ای منفی تبعیت می‌کند که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. برآورد ضرایب تایلور توسط پژوهشگر فوق طی سالهای ۱۳۸۹ - ۱۳۹۱ به ترتیب ۱/۱۸۲۱، ۱/۵۴۱۴ و ۱/۲۹۶۵ برآورد شده است که این مقادیر در مقایسه با برآوردهای این پژوهش تقریباً مشابه می‌باشد (Imtiaz, 1991). همچنین بررسی توزیع فضایی مراحل لاروی هلیوتیس روی گوجه فرنگی در کردکوی از توابع استان گلستان نشان داد که الگوی توزیع فضایی این آفت با هر دو مدل Taylor و آیواو به صورت تصادفی می‌باشد (Shabanpor et al., 2012) که با نتایج حاصل از این آزمایش متفاوت است. از دلایل بروز این اختلاف می‌توان به مواردی مانند گونه یا گونه‌های آفت، نوع محصول، روش نمونه برداری و بخصوص واحد نمونه برداری (تک بوته در بررسی‌های شعبانی پور و همکاران، ۲۰۱۲ و کادر مربع نیم متر مربعی در پژوهش حاضر) اشاره کرد. بررسی‌های Adldoost (1391) در سال‌های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ نشان داد که شیب خط رگرسیونی تایلور در این دو سال به ترتیب ۱/۴۲۸ و ۱/۱۸ بود که با ارزیابی‌های ما طی دو سال ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ (به ترتیب ۱/۴۶۳ و ۱/۱۳) در شهرستان‌های نورآباد و الشتر مطابقت داشت.

مقایسه مقادیر شیب خط رگرسیون بین شهرستان‌های نورآباد و الشتر با شهرستان کوه‌دشت در سال ۱۳۹۵ برای  $\beta$  آیواو ( $t=3.47, p<0.0001$ ) معنی‌دار و برای  $b$  تایلور ( $t=0.63, p<0.131$ ) معنی‌دار نبود. اما در سال ۱۳۹۶ شیب خط رگرسیون بین این دو منطقه هم برای  $b$  تایلور ( $t=5.12, p<0.0001$ ) و هم برای  $\beta$  آیواو ( $t=6.66, p<0.0001$ ) معنی‌دار بود. مقایسه آماره عرض از مبدا بین شهرستان‌های نورآباد و الشتر با شهرستان

کوهدشت در سال ۱۳۹۵ برای  $\alpha$  تایلور ( $t=5.91, p<0.0001$ ) معنی دار و برای  $\alpha$  آیواو ( $t=1.52, p<0.001$ ) معنی دار نبود. اما در سال ۱۳۹۶ برای  $\alpha$  تایلور ( $t=2.50, p<0.0001$ ) و برای آماره  $\alpha$  آیواو ( $t=3.70, p<0.0001$ ) معنی دار بود.

جدول ۱- آماره‌های رگرسیونی تایلور و آیواو کرم پیله‌خوار نخود *Heliothis virescens* (تعداد کل لارو در یک کادر) در استان لرستان (نورآباد-الشتر و کوهدشت) در سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶

Table 1. Taylor's power law and Iwao's patchiness regression statistics ( $\pm SE$ ) of *Heliothis virescens* (total number of larvae per quadrat) in rainfed chickpea fields in Lorestan province (Noorabad- Aleshtar and Kuhdasht) in 2017 and 2018.

Sample unit	Year	Model	$b \pm S_E$	$Log \alpha \pm S_E$	t	Data series	R <sup>2</sup>
Noorabad- Aleshtar	2017	TPL	1.463±0.07	0.413±0.05	6.58**	21	0.97
		IPR	4.75±0.532	-0.404±0.30	7.05**	21	0.73
	2018	TPL	1.13±0.032	0.12±0.019	4.06**	23	0.98
		IPR	1.40±0.063	-0.046±0.045	6.35**	23	0.96
Kuhdasht	2017	TPL	1.385±0.102	0.065±0.031	3.77**	53	0.784
		IPR	1.192±0.053	0.076±0.10	3.62**	53	0.906
	2018	TPL	0.843±0.046	0.058±0.016	-	45	0.886
		IPR	0.833±0.151	0.407±0.114	-	45	0.390

TPL: Taylor's power law., IPR: Iwao's patchiness regression., \*\*. b has a significant difference with 1, at  $p<0.01$

جدول ۲- مقایسه آماره‌های رگرسیونی تایلور و آیواو کرم پیله‌خوار نخود *Heliothis virescens* (تعداد کل لارو در یک کادر) بین دو سال ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ در مزارع نخود دیم استان لرستان (شهرستان‌های نورآباد-الشتر و کوهدشت)

Table 2. Comparison of Taylor's and Iwao's regression statistics of *Heliothis virescens* (total number of larvae per quadrat) between two years 2017 and 2018, in rainfed chickpea fields in Lorestan province (Noorabad- Aleshtar and Kuhdasht).

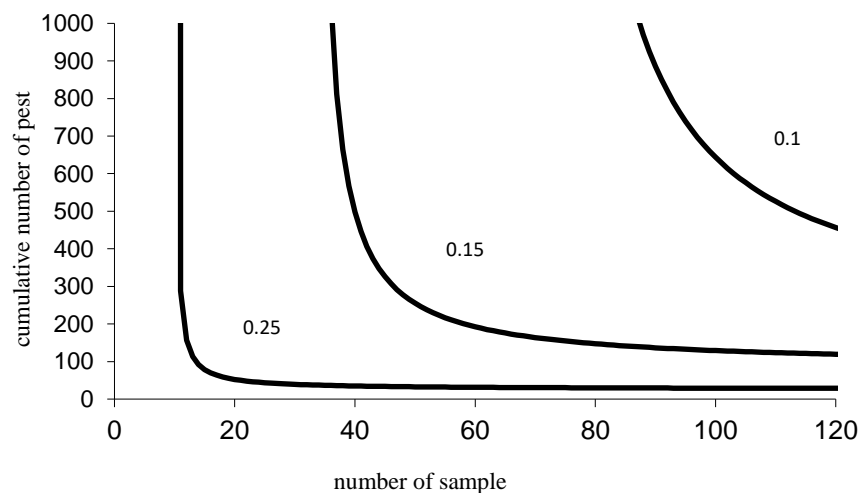
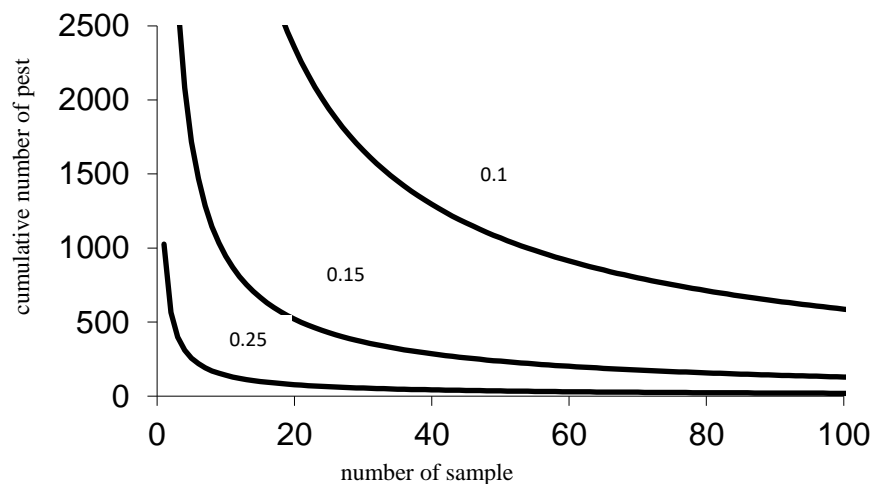
Region	Taylor's power law		Iwao's patchiness regression	
	b	Log $\alpha$	$\beta$	$\alpha$
Noorabad-Aleshtar	4.33**	5.48**	6.26**	1.18 <sup>ns</sup>
Kuhdasht	4.84**	0.20 <sup>ns</sup>	2.24*	2.18*

<sup>ns</sup>, \* and \*\* means b,  $\beta$ , log  $\alpha$  or  $\alpha$  have no significant difference, significant difference at  $p<0.05$  and significant difference at  $p<0.01$  between 2 years, respectively.

مقایسه آماره شیب خط رگرسیون تایلور و آیواو بین داده‌های دو سال ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ در هر دو منطقه آزمایش، نورآباد-الشتر و کوهدشت، همچنین برای هر دو مدل تایلور و آیواو معنی دار بود (جدول ۲). بنابراین برای ساخت مدل‌های نمونه‌برداری دنباله‌ای امکان تجمع داده‌های دو ساله وجود نداشت و بر اساس مقادیر شیب خط و عرض از مبدا و همچنین ضریب تبیین باید از داده‌های یکی از سال‌ها استفاده می‌شد. در این پژوهش از پارامترهای مربوط به داده‌های سال اول برای ساخت مدل‌ها استفاده شد (جدول ۱).

مدل‌های نمونه‌گیری دنباله‌ای با دقت ثابت به روش گرین و کنو از جمعیت لارو کرم پیله‌خوار نخود در مزارع نخود دیم شهرستان‌های نورآباد-الشتر در شکل ۱ نشان داده شده است. در یک مزرعه نخود دیم با متوسط آلودگی ۱ عدد لارو (مجموع سنین مختلف لاروی) در واحد نمونه (کادر نیم متر مربع)، تعداد نمونه مورد نیاز در سطوح خطاهای ۰/۱، ۰/۱۵ و ۰/۲۵ به ترتیب ۲۵۸، ۱۱۵ و ۴۱ بود که با افزایش تراکم لارو به ۲ عدد لارو در واحد کادر، این تعداد به ترتیب ۱۷۸، ۷۹ و ۲۸ کاهش یافت. با توجه به اینکه در این منطقه مدل آیواو نیز از

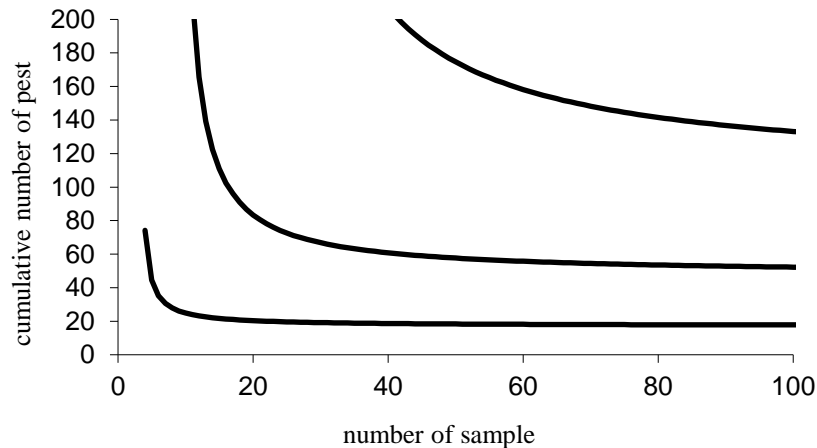
ضریب تبیین نسبتاً خوبی (۰/۹۶) برخوردار بود (جدول ۱)، مقادیر بالا در مدل کنو برای تراکم ۱ و ۲ عدد لارو در واحد کادر به ترتیب ۲۵۷، ۱۱۹، ۳۶ و ۲۳، ۷۶، ۱۶۴ برآورد گردید. بنابراین به خاطر کاهش جزئی تعداد نمونه مورد نیاز در مدل کنو در مقایسه با مدل گرین، ترجیحاً استفاده از مدل کنو در نمونه‌برداری از جمعیت کرم پیله‌خوار نخود در مزارع نخود دیم توصیه می‌گردد.



شکل ۱. خطوط توقف مدل نمونه‌گیری دنباله‌ای با دقت ثابت به روش گرین (نمودار بالا) و کنو (نمودار پایین) به منظور تخمین جمعیت مجموع مراحل

لاروی کرم پیله‌خوار نخود *Heliiothis viriplaca* در مزارع نخود دیم منطقه نورآباد- الشتر استان لرستان با سه سطح خطا (۰/۱، ۰/۱۵ و ۰/۲۵)

Fig. 1. Stoplines for Green's (above) and Kuno's (below) constant-precision sequential samples to estimate of *Heliiothis viriplaca* population density, in rainfed chickpea fields in Lorestan province (Noorabad- Aleshtar), at 3 precision levels of  $D=0.1$ ,  $D=0.15$  and  $D=0.25$ .



شکل ۲. مدل نمونه‌گیری دنباله‌ای با دقت ثابت به روش کنو به منظور تخمین جمعیت مجموع مراحل لاروی کرم پیله‌خوار نخود *Heliothis virescens* در مزارع نخود دیم منطقه کوه‌دشت استان لرستان با سه سطح خطا (۰/۱، ۰/۱۵ و ۰/۲۵)

Fig. 2. Sequential sampling stop lines for fixed precision levels (D) to estimate the density of *Heliothis virescens* using Green's (above) and Kuno's (below) models in rainfed chickpea fields in Lorestan province (Noorabad- Aleshtar), at 3 precision levels of D=0.1, D=0.15 and D=0.25

نتایج تجزیه و تحلیل مدل کنو در شهرستان کوه‌دشت استان لرستان در شکل ۲ نشان داده شده است. بر اساس این مدل، در یک مزرعه نخود دیم با متوسط آلودگی ۱ عدد لارو (مجموع سنین مختلف لاروی) در واحد کادر (کادر نیم متر مربع) تعداد نمونه مورد نیاز در سطوح خطاهای ۰/۱، ۰/۱۵ و ۰/۲۵ به ترتیب ۱۲۶، ۵۶ و ۲۰ بود که با افزایش تراکم لارو به ۲ این تعداد به ترتیب ۷۳، ۳۲ و ۱۲ کاهش یافت.

جدول ۵- نتایج شبیه‌سازی حاصل از ۱۰۰ بار نمونه‌گیری مجدد به منظور اعتبارسنجی مدل گرین در نمونه‌گیری از مجموع مراحل لاروی کرم پیله‌خوار نخود *Heliothis virescens* در مزارع نخود دیم استان لرستان (شهرستان‌های نورآباد و الشتر) در سال ۱۳۹۵

Table 5. Resampling simulation used to validate Green's fixed-precision sequential sampling plan for *Heliothis virescens* (total number of larvae per quadrat) by using a pre-set precision level of 0.10 (Desired precision=0.10, Antilogintercept= $\alpha=2.59$ ,  $b=1.463$ , MSS=21) with replacement, in rainfed chickpea fields in Lorestan province (Noorabad- Aleshtar) in 2017.

Data set	Observed density**	Average statistics for 100 sequential sampling simulations				Sample size		
		Density Mean	Precision (D)			Mean	Max.	Min.
			Mean	Max.	Min.			
1	0.63	0.66	0.12	0.13	0.11	328	385	200
2	0.98	0.96	0.12	0.13	0.11	267	306	200
3	0.50	0.51	0.14	0.16	0.13	378	450	200
4	0.77	0.80	0.13	0.14	0.11	296	360	200
5	0.17	0.15	0.09	0.10	0.08	711	815	200
6	1.20	1.18	0.05	0.06	0.05	238	253	200
7	0.82	0.84	0.06	0.07	0.06	286	312	200
Mean	0.72	0.73	0.10	0.11	0.09	358	412	200



جدول ۶- نتایج شبیه‌سازی حاصل از ۱۰۰ بار نمونه‌گیری مجدد به منظور اعتبارسنجی مدل گرین در نمونه‌گیری از مجموع مراحل لاروی کرم پيله‌خوار نخود *Heliothis virescens* در مزارع نخود دیم استان لرستان (شهرستان‌های نورآباد و الشتر) در سال ۱۳۹۵

Table 6. Resampling simulation used to validate Green's fixed-precision sequential sampling plan for *Heliothis virescens* (total number of larvae per quadrat) by using a pre-set precision level of 0.15 (D=0.15, Desired precision=0.15, Antilogintercept= $\alpha=2.59$ ,  $b=1.463$ , MSS=14) with replacement, in rainfed chickpea fields in Lorestan province (Noorabad- Aleshtar) in 2017.

Data set	Observed density**	Average statistics for 100 sequential sampling simulations				Sample size		
		Density	Precision (D)			Mean	Max.	Min.
			Mean	Max.	Min.			
1	0.63	0.65	0.18	0.20	0.15	148	187	117
2	0.98	1.00	0.18	0.21	0.16	118	152	96
3	0.50	0.51	0.21	0.24	0.19	169	216	126
4	0.77	0.83	0.19	0.22	0.17	130	168	104
5	0.17	0.16	0.13	0.15	0.12	315	404	200
6	1.20	1.19	0.08	0.09	0.07	105	115	95
7	0.82	0.84	0.09	0.11	0.08	1	143	114
Mean	0.72	0.74	0.15	0.17	0.13	159	198	122

جدول ۷- نتایج شبیه‌سازی حاصل از ۱۰۰ بار نمونه‌گیری مجدد به منظور اعتبارسنجی مدل گرین در نمونه‌گیری از مجموع مراحل لاروی کرم پيله‌خوار نخود *Heliothis virescens* در مزارع نخود دیم استان لرستان (شهرستان‌های نورآباد و الشتر) در سال ۱۳۹۵

Table 7. Resampling simulation used to validate Green's fixed-precision sequential sampling plan for *Heliothis virescens* (total number of larvae per quadrat) by using a pre-set precision level of 0.25 (D=0.25, Desired precision=0.25, Antilogintercept= $\alpha=2.59$ ,  $b=1.463$ , MSS=8) with replacement, in rainfed chickpea fields in Lorestan province (Noorabad- Aleshtar) in 2017.

Data set	Observed density**	Average statistics for 100 sequential sampling simulations				Sample size		
		Density	Precision (D)			Mean	Max.	Min.
			Mean	Max.	Min.			
1	0.63	0.69	0.30	0.39	0.24	53	74	38
2	0.98	0.98	0.30	0.38	0.24	44	65	31
3	0.50	0.53	0.36	0.43	0.29	63	118	37
4	0.77	0.79	0.32	0.39	0.27	50	75	37
5	0.17	0.16	0.22	0.25	0.19	113	146	90
6	1.20	1.18	0.13	0.17	0.10	39	48	33
7	0.82	0.86	0.16	0.20	0.12	46	59	38
Mean	0.72	0.74	0.26	0.32	0.21	58	84	43

جدول ۸- نتایج شبیه‌سازی حاصل از ۱۰۰ بار نمونه‌گیری مجدد به منظور اعتبارسنجی مدل کنو در نمونه‌گیری از مجموع مراحل لاروی کرم پيله‌خوار *Heliothis virescens* در مزارع نخود ديم استان لرستان (شهرستان‌های نورآباد و الشتر) در سال ۱۳۹۵

Table 8. Resampling simulation used to validate Kuno's enumerative fixed-precision sequential sampling plan for *Heliothis virescens* (total number of larvae per quadrat) by using a pre-set precision level of 0.10 (D=0.10, Desired precision=0.10,  $\alpha=0.046$ , b=1.40, MSS=40) with replacement, in rainfed chickpea fields in Lorestan province (Noorabad- Aleshtar) in 2017.

Data set	Observed density**	Average statistics for 100 sequential sampling simulations				Sample size		
		Density	Precision (D)			Mean	Max.	Min.
			Mean	Max.	Min.			
1	0.63	0.64	0.15	0.16	0.14	209	266	155
2	0.98	0.98	0.16	0.18	0.14	151	192	116
3	0.50	0.51	0.18	0.19	0.16	252	340	192
4	0.77	0.82	0.7	0.18	0.15	173	279	120
5	0.17	0.16	0.09	0.09	0.08	709	848	200
6	1.20	1.18	0.07	0.08	0.06	130	149	116
7	0.82	0.84	0.08	0.09	0.07	165	193	149
Mean	0.72	0.73	0.13	0.14	0.11	256	324	150

جدول ۹- نتایج شبیه‌سازی حاصل از ۱۰۰ بار نمونه‌گیری مجدد به منظور اعتبارسنجی مدل کنو در نمونه‌گیری از مجموع مراحل لاروی کرم پيله‌خوار *Heliothis virescens* در مزارع نخود ديم استان لرستان (شهرستان‌های نورآباد و الشتر) در سال ۱۳۹۵

Table 9. Resampling simulation used to validate Kuno's enumerative fixed-precision sequential sampling plan for *Heliothis virescens* (total number of larvae per quadrat) by using a pre-set precision level of 0.15 (D=0.15, Desired precision=0.11,  $\alpha=0.046$ , b=1.40, MSS=1) with replacement, in rainfed chickpea fields in Lorestan province (Noorabad- Aleshtar) in 2017.

Data set	Observed density**	Average statistics for 100 sequential sampling simulations				Sample size		
		Density	Precision (D)			Mean	Max.	Min.
			Mean	Max.	Min.			
1	0.63	0.66	0.18	0.19	0.16	157	208	103
2	0.98	1.03	0.18	0.21	0.16	112	166	78
3	0.50	0.54	0.20	0.22	0.18	189	279	116
4	0.77	0.80	0.19	0.21	0.17	135	196	94
5	0.17	0.16	0.10	0.10	0.10	546	658	200
6	0.20	1.18	0.08	0.09	0.06	99	118	85
7	0.82	0.86	0.09	0.11	0.08	124	152	106
Mean	0.58	0.75	0.146	0.16	0.13	195	254	112

جدول ۱۰- نتایج شبیه‌سازی حاصل از ۱۰۰ بار نمونه‌گیری مجدد به منظور اعتبارسنجی مدل کتو در نمونه‌گیری از مجموع مراحل لاروی کرم پیله‌خوار نخود *Heliothis virescens* در مزارع نخود دیم استان لرستان (شهرستان‌های نورآباد و الشتر) در سال ۱۳۹۵

Table 10. Resampling simulation used to validate Kuno's enumerative fixed-precision sequential sampling plan for *Heliothis virescens* (total number of larvae per quadrat) by using a pre-set precision level of 0.25 (D=0.25, Desired precision=0.20,  $\alpha=0.046$ ,  $b=1.40$ , MSS=6) with replacement, in rainfed chickpea fields in Lorestan province (Noorabad- Aleshtar) in 2017.

Data set	Observed density**	Average statistics for 100 sequential sampling simulations				Sample size		
		Density	Precision (D)			Mean	Max.	Min.
			Mean	Max.	Min.			
1	0.63	0.71	0.30	0.34	0.24	53	97	27
2	0.98	1.05	0.31	0.37	0.24	39	64	23
3	0.50	0.55	0.34	0.40	0.25	66	110	33
4	0.77	0.82	0.33	0.38	0.24	47	86	23
5	0.17	0.16	0.17	0.18	0.16	181	274	133
6	0.20	1.20	0.14	0.18	0.10	33	41	26
7	0.82	0.85	0.16	0.20	0.13	42	64	31
Mean	0.58	0.76	0.25	0.29	0.19	66	105	42

اعتبارسنجی مدل‌های نمونه‌برداری دنباله‌ای از جمعیت لارو کرم پیله‌خوار نخود *H. virescens* در مزارع نخود دیم با استفاده از ۷ داده مستقل توسط نرم افزار RVSP در جداول ۵ تا ۱۰ نشان داده شده است.

نتایج اعتبارسنجی مدل‌ها نشان داد که به منظور دستیابی به سطح دقت ۰/۲۵، که معمولاً در مدیریت تلفیقی آفات توصیه می‌شود، متوسط تعداد نمونه مورد نیاز برای منطقه نورآباد- الشتر به ترتیب ۵۸ نمونه در مدل گرین و ۶۶ نمونه در مدل کتو بود. با افزایش سطح دقت نمونه‌برداری به ۰/۱۵، مقادیر بالا به ترتیب ۱۵۹ در مدل گرین و ۱۹۵ در مدل کتو و با افزایش سطح دقت نمونه‌برداری به ۰/۱، میانگین تعداد نمونه لازم به ۳۵۸ در مدل گرین و ۲۵۶ در مدل کتو افزایش یافت.

بر اساس نتایج این پژوهش، توزیع مکانی (فضایی) سنبل لاروی کرم پیله‌خوار نخود در بیش تر مناطق استان به صورت تجمعی بود. بررسی آماره b تایلور نشان می‌دهد که این آماره در مکان‌ها و میزبان‌های مختلف متفاوت گزارش شده است. دلایل مختلفی برای این موضوع عنوان شده است که مهم ترین آن‌ها میزبان گیاهی، اندازه واحد نمونه، اختلاف ترکیب ژنتیکی گونه‌های هلیوتیس در مناطق مختلف و از همه مهم تر دقت نمونه‌برداری شامل ابزار نمونه برداری و شخص نمونه‌بردار می‌باشد. مطالعه بسیاری از ویژگی‌های جمعیتی آفات در شرایط صحرایی مستلزم نمونه‌برداری از جمعیت آن‌ها می‌باشد. در این نمونه‌برداری بایستی برنامه نمونه‌برداری را نیز در کنار انتخاب تکنیک مناسب نمونه- برداری مورد توجه قرار داد (Southwood and Henderson, 2000).

استفاده از مدل‌های نمونه‌برداری دنباله‌ای در بسیاری از آفات از جمله برگ‌خوارهای سویا شامل *Anticarsia gemmatilis* (Hübner), *Chrysodeixis includens* (Walker) and *Spodoptera eridania* (Cramer) کاربرد بسیار وسیعی دارد. نتایج پژوهش Stefanelo et al, (2017) روی لاروهای کوچک و بزرگ برگ‌خوارهای فوق نشان داد که توزیع فضایی لارو این آفات تجمعی و بیشینه تعداد نمونه مورد نیاز به منظور تصمیم گیری برای اعمال مدیریت این آفات تعداد ۳۰ نمونه می‌باشد.

دو منبع مهم تغییرات که ساخت مدل نمونه‌برداری دنباله‌ای را با استفاده از آماره‌های تایلور تحت تاثیر قرار می‌دهند شامل خطای نمونه‌برداری و تغییرات شرایط محیطی می‌باشد (Trumble et al. 1989., Naranjo and Hatchison, 1994). خطای نمونه‌برداری را می‌توان با افزایش تعداد نمونه در هر مزرعه، افزایش تعداد مزارع نمونه‌برداری و یا هر دو این موارد کاهش داد اما خطای مربوط به تغییرات شرایط زیست‌محیطی

در ساخت مدل‌های نمونه‌برداری دنباله‌ای تاثیر قابل توجهی ندارد (Binns and Nyrop, 1992). در این پژوهش به منظور کاهش خطای نمونه‌برداری، سعی گردید که انتخاب محل استقرار کادر کاملا تصادفی باشد.

با توجه به اینکه تفکیک مراحل لاروی کرم پيله‌خوار نخود در شرایط صحرایی تقریبا ممکن نیست، در این پژوهش در زمان استفاده از مدل نمونه‌برداری دنباله‌ای، جمعیت لاروهای کرم پيله‌خوار نخود بدون تفکیک مرحله رشدی، شمارش و با استفاده از مدل مربوطه، تعداد نمونه مورد نیاز به منظور تخمین جمعیت این آفت در مزرعه مشخص شد. بنابراین بر اساس مدل ارائه شده در این پژوهش، تخمین جمعیت کرم پيله‌خوار نخود در مزرعه با حداقل هزینه میسر خواهد بود. به علاوه اطلاعات دقیق ما از تراکم جمعیت کرم پيله‌خوار در مزارع نخود اساس تصمیم‌گیری‌ها در برنامه‌های IPM کرم پيله‌خوار نخود می‌باشد.

بررسی نمونه برداری دنباله‌ای از جمعیت *Helicoverpa armigera* (Hübner) در مزارع گوجه فرنگی در بورکینافاسو نشان داد که وقتی جمعیت آفت نزدیک به آستانه اقتصادی (یعنی ۳٪ آلودگی میوه‌ها) باشد، برای تخمین واقعی جمعیت آفت باید از تعداد ۲۱ بوته نمونه برداری انجام شود (Bouchard et al., 2008). در این پژوهش، چنانچه بر اساس گزارش جوزیان و همکاران (۱۳۸۶) آستانه اقتصادی کرم‌های پيله خوار نخود را ۳/۹ عدد در متر مربع در نظر بگیریم، در مدل حاضر که با استفاده از کادر ۰/۵ متر مربعی بررسی و ارائه شده است، چنانچه میانگین ۲ عدد لارو در هر کادر نیم متر مربعی (تقریبا معادل ۳/۹ عدد در متر مربع) را تقریبا معادل سطح زیان اقتصادی در نظر بگیریم، در آن صورت برای تخمین دقیق جمعیت زمانیکه آلودگی تقریبا معادل سطح زیان اقتصادی است، باید تعداد ۲۳ عدد کادر به صورت تصادفی مورد بررسی قرار بگیرد. در شمال شرقی تایلند توزیع فضایی و نمونه برداری از جمعیت *H. armigera* در مزارع پنبه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که در بیشینه و کمینه تراکم جمعیت لارو آفت، تعداد نمونه مورد نیاز برای تخمین جمعیت آفت بین ۱۵ تا ۳۰ بوته در هر کرت ۱۴۰ متر مربعی برآورد شده است (Khaing et al., 2002). مدل‌های نمونه‌برداری دنباله‌ای به عنوان یک ابزار لازم و ضروری در مدیریت تلفیقی آفات محسوب می‌گردند. به عبارت دیگر برای هر یک از آفات موجود در اکوسیستم زراعی همانند سایر نهاده‌های ضروری، باید یک مدل نمونه‌برداری در دسترس باشد تا به کمک آن اقدام به ارزیابی جمعیت آفت شود. این مدل‌ها تعداد نمونه لازم را به شکل قابل توجهی کاهش می‌دهند. هرچند ساخت این مدل‌ها نیازمند دقت بسیار بالا می‌باشد، به طوری که یک برنامه نمونه‌برداری معمولا با استفاده از تعداد نسبتا زیادی از داده‌ها طراحی شده سپس در مزارع و مناطق وسیع و متنوع قابل اجرا می‌باشند (Naranjo and Hatchison, 1991 ; Nyrop and Binns, 1997 and Binns et al., 2000). چنانچه هدف از تخمین تراکم جمعیت لارو کرم پيله خوار نخود، اجرای برنامه مدیریت آفات باشد، به خصوص زمانیکه تراکم لارو آفت نسبتا بالا باشد، تعداد نمونه مورد نیاز برای تخمین نسبتا دقیق جمعیت آفت کمتر از ۳۰ نمونه خواهد بود که هزینه زیادی را بر مدیریت این آفت در مزارع دیم نخود تحمیل نخواهد کرد. بنابراین با توجه به اینکه در حال حاضر به منظور کنترل این آفت در مزارع نخود دیم استان‌های غربی کشور از زنبور براکن *Habrobracon hebetor* SAY استفاده می‌شود، چنانچه قبل از رهاسازی زنبور، با استفاده از مدل‌های نمونه برداری دنباله‌ای، اقدام به ارزیابی جمعیت آفت شود، در آن صورت تعداد زنبور ماده رهاسازی شده در هکتار متناسب با تراکم جمعیت آفت در نظر گرفته خواهد شد.

## سپاسگزاری

از مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان لرستان- پردیس بروجرد بخاطر فراهم نمودن امکانات اجرای این پروژه و همچنین از آقای الحاقی بخاطر همکاری در انجام نمونه‌برداری قدردانی می‌گردد.

## References

ADIDOOST, H, 2012. Study on the spatial distribution pattern of *Heliiothis viriplaca* Huf larva and sequential sampling plan in rain-fed chickpea. Final Report of Project, Iranian Research Institute of plant protection. 17 pp.

**AHMED, KH. and M. S. AWAN, 2013.** Integrated Management of Insect Pests of Chickpea *Cicer arietinum* (L. Walp) in South Asian Countries: Present Status and Future Strategies – A Review. *Pakistan J. Zool.* 45(4):1125-1145.

**ANONYMMUS, 2021.** Annual Report of Jihade-Agricultural Organization of Lorestan. 18 pp.

**BARRIGOSI, J. A. F. ., G. L. HEIN and L. G. HIGLEY, 2003.** Economic Injury Level and Sequential Sampling Plans for Mexican Bean Beetle (Coleoptera: Coccinellidae) on Dry Beans. *J. Econ. Entomol.* 96(4):1160-1167. DOI: [10.1093/jee/96.4.1160](https://doi.org/10.1093/jee/96.4.1160)

**BINNS, M. R, 1994.** Sequential Sampling for classifying pest status. Pp. 137-174. In: L. P. Pedigo and G. D. Buntin (eds.), *Handbook of Sampling Methods for Arthropods in Agriculture.* CRC Boca Raton., FL. 689pp.

**BINNS, M. R., and J. P. NYROP, 1992.** Sampling insect populations for the purpose of IPM decision making. *Annu. Rev. Entomol.* 37: 427-453.

**BINNS, M.R., J.P. NYROP and W. VANDERWERF, 2000.** Sampling and Monitoring in Crop Protection: The Theoretical Basis for Developing Practical Decision Guides. CABI Publishing, Wallingford, Oxon, UK.

**BOUCHARD, D., A. OUEDRAOGO and G. BOIVIN, 2008.** Agriculture CVertical distribution, spatial dispersion and sequential sampling plan for fruit damage by *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) on tomato crop in Burkina Faso. *Food Science and thecnology journal.* Pages 250-253. Doi: [10.1080/09670879209371702](https://doi.org/10.1080/09670879209371702)

**ELLIOTT, J.M. 1979.** Some methods for the statistical analysis of samples of benthic Invertebrates. *Freshwater Biological Associatio, Scientific Publication.* 25. 157pp.

**ELLIOTT, N. C., K. L. GILLES., T.A. ROYER., S. D. KINDLER., F. L., TAO., D. B. JONES and G.W. CUPERUS, 2003.** Fixed Precision Sequential Sampling Plans for Greenbug and Bird Cherry-Oat Aphid (Homoptera: Aphididae) in Winter Wheat. *Journal of Economic Entomology.* 96(5): 1585-1593. Doi: [10.1093/jee/96.5.1585](https://doi.org/10.1093/jee/96.5.1585)

**FENG, M.G and R. M. NOWIERSKI, 1992.** Spatial Distribution and Sampling Plans for four species of Cereal Aphids (Homoptera: Aphididae) infesting Spring Wheat in Southwestern Idaho. *J. Econ. Entomol.* 85(3): 830-837. Doi: [10.1093/jee/85.3.830](https://doi.org/10.1093/jee/85.3.830)

**FIGUEIREDO, E., C. GONCALVES., S. DUARTEM., C. GODINHO., A. MEXIA and L. TORRES, 2021.** Risk Assessment for Tomato Fruitworm in Processing Tomato Crop-Egg Location and sequential Sampling. *Insects* 12(13): 1-18. Doi: [10.3390/insects12010013](https://doi.org/10.3390/insects12010013)

**HASHEMI AGHAJERI, M., N. SHAYESTEH and A. PURMIRZA, 1998.** The biology of pod borer (*Heliothis virescens*) on rain – fed chickpea, in Urmia, Maragheh and Hashtrood under fields and Laboratories conditions. 13th Iranian Plant protection Congress, Karaj, Iran.

**IMTIAZ, A, 1991.** Cultivar Resistance and chemical control of tomato fruitworm, *Helicoverpa armigera* (Hubner). On tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill). In tomato Fields of peshwar. Ph.D. Thesis. Sindh Agricultural University, India. Doi: [10.1016/j.cropro.2005.07.011](https://doi.org/10.1016/j.cropro.2005.07.011)

**JOZEYAN, A., GH. RADJABI and B. GHARALI, 2007.** Determination of economic injury level for pod borers of chickpea in dry farms of Ilam province. *Journal of entomological society of Iran.* 27(1): 27-34.

**KHAING, O., P. HORMCHAN., S. JAMORNMARAN., N. RATANADILOK and A. WONGPIYASATID, 2002.** Spatial Dispersion and Optimum Sample Size for Cotton Bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) Larvae on Cotton. *Kasetsart J. (Nat. Sci.)* 36 : 235 – 241.

**MASHHADI JAFARLOO, M, 2005.** Investigation of the effects of *Bacillus thuringiensis* on Chickpea pod borer, *Heliothis virescens* Hufn. (Lep. Noctuidae). Proceeding of The first Iranian Pulse Crops Symposium. Ferdosi University of Mashhad. 426-428. doi: [10.5897/AJB11.424](https://doi.org/10.5897/AJB11.424)

**MOHISENI, A. and M. H. KOOSHKI, 2016.** Fixed precision sequential sampling plans of two spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) in *Phaseolus vulgaris* L. Fields. *Plant Pest Research.* 6(3): 11-23.

**NARANJO, S. E. and W. D. HATCHISON, 1997.** Validation of arthropod sampling plans using a resampling approach: Software and analysis. *American Entomologist.*43: 48-47. Doi: [10.1093/ae/43.1.48](https://doi.org/10.1093/ae/43.1.48)

**NYROP, J.P. and M. BINNS, 1991.** Quantitative methods for designing and analyzing sampling programs for use in pest management. In: Pimentel, D. (Ed.), *Integrated Pest Management.* CRC Press, Boca Raton, FL, pp. 67e132.

**OPIT, G. P., D. C. MARGOLIES and J.R. NECHOLS, 2003.** Within-Plant Distribution of Two Spotted Spider Mite, *Tetranychus urticae* Koch. (Acari: Tetranychidae), on Ivy Geranium: Development of a Presence-Absence Sampling Plan. *Journal of Economic Entomology.* 96(2): 482-488. Doi: [10.1093/jee/96.2.482](https://doi.org/10.1093/jee/96.2.482)

**O,ROURKE, P. K. and W. D. HUTCHISON, 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. doi: [10.1016/S0261-2194\(03\)00085-1](https://doi.org/10.1016/S0261-2194(03)00085-1)

**PEARSALL, I. A. and J.H. MYERS, 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. doi: [10.1603/0022-0493-93.2.494](https://doi.org/10.1603/0022-0493-93.2.494)

**PEDIGO , L.P. and G. B. BUNTIN, 1993.** Handbook of sampling methods for arthropods in agriculture. CRE PRESS .705 p.

**PEDIGO, L.P. and M.R. ZEISS, 1996.** Analyses in Insect Ecology and Management. Iowa State University Press/Ames. 168pp.

**PINTO, F. A., M.V.V. Mattos., F. W. S. Silva., S. L. Rocha and S. L. Elliot, 2017.** The Spread of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) and Coexistence with *Helicoverpa zea* in Southeastern Brazil. *Insects,* 8(87): 1-5. doi: [10.3390/insects8030087](https://doi.org/10.3390/insects8030087)

**POOLE, R.W, 1974.** An introduction to Quantitive Ecology. McGraw-Hill Kogakusha, LTD. 532pp.

**PURMIRZA, A, 1998.** Investigation on the Susceptibility of *Heliothis armigera* to NPV Virus. 13th Plant Protection Congress, Karaj- Iran. P. 71. doi: [10.1111/j.1744-7348.1984.tb03021](https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1984.tb03021)

**RADJABI, GH, 2008.** Insect Ecology, Applied and considering the conditions of Iran. Second edition(revised). Agricultural Research, Education and Extension Organization. 648pp.

**SAS INSTITUTE, 1999.** SAS/STAT user's guide, version 8, SAS Institute. Cary, NC.

**SHABANIPOR, M., A. AFSHARI., M. YAZDANIAN and S. GHADIRIRAD, 2012.** The spatial distribution pattern of immature stages of the tomato fruit-worm *Helicoverpa armigera* (Lep.: Noctuidae) in Gorgan district. *Plant protection.* 4(1): 47-56.

**SOUTHWOOD, T. R. E. and P. A. HENDERSON, 2000.** Ecological methods. Third edition. Blackwell Sciences, Oxford.

- STEFANELO, L. S. ., A. C. FILHO., J. V. CARUS GUEDES., G. R. STURMER., G. FACCO and C. MARQUES DE BEM, 2017.** Sequential sampling for evaluation of caterpillars, small and large in soybean. African Journal of Agricultural Research. 12(11): 932-943. doi: 10.5897/AJAR2016.12097
- SUBRAMANYAM, B. and D.W. HAGSTRUM, 2000.** Monitoring and decision tools. In: Subramanyam, B., Hagstrum, D.W. (Eds.), Alternatives to Pesticides in Stored-Product IPM. Kluwer Academic Publishers, Boston, pp. 1e28.
- TAYLOR, L. R, 1984.** Assessing and interpreting the spatial distribution of insect population. Annual Review of Entomology. 29: 321-358. doi: 10.1146/annurev.en.29.010184.001541
- TOHIDI, M. and H. JAVANMOGHADAM, 2002.** The effect of Bt-H (Made in Iran) against pod borer *Heliothis virescens* in Kermanshah dry lands. 15th Iranian Plant protection Congress, Razi university, Kermanshah, Iran, P. 92-93.
- TRUMBLE, J. T., M. J. BREWER., A. M. SHELTON and J. P. NYROP, 1989.** Transportability of fixed- precision sequential sampling plans. Research Population of Ecology. 31: 325342
- TSAI, J. H., J.J. WANG and Y.H. LIU, 2000.** Sampling of *Diaphorina citri* (Homoptera:Psyllidae) on Orange Jassamine in southern Florida. Florida Entomologist. 83(4): 446-459. doi: [10.2307/3496720](https://doi.org/10.2307/3496720)
- WANG, K. and J.L. SHIPP, 2001.** Sequential Sampling Plans for Western Flower Thrips (Thysanoptera: Thripidae) on Greenhouse Cucumbers. Journal of Economic Entomology. 94(2): 479-585. doi: [10.1603/0022-0493-94.2.579](https://doi.org/10.1603/0022-0493-94.2.579)
- YOUNG, J. L. and J.H. YOUNG, 1998.** Statistical Ecology. Kluwer Academic Publishers, Bosto 565pp.