نمونه‌گیری دنباله‌ای با دقت ثابت برای تخمین جمعیت سن مادر *Eurygaster integriceps* Put. (Het.:Scutelleridae) در مزارع گندم دیم بروجرد

عبدالامیر محیسنی[۱]، ابراهیم سلیمان‌نژادیان[۲]، محمدسعید مصدق[۳] و غلامرضا رجبی[۴]

۱- عضو هیات علمی ایستگاه تحقیقات کشاورزی بروجرد (mohiseni@yahoo.com)

۲و۳- بترتیب دانشیار و استاد گروه گیاهپزشکی دانشگاه شهیدچمران اهواز

۴- استاد پژوهش مؤسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور

تاریخ دریافت: ۸۶/۱۱/۲۴ تاریخ پذیرش: ۸۸/۸/۲۰

چکیده

سن گندم *Eurygaster integriceps* Put. مهمترین آفت گندم و جو در اغلب نواحی تولید گندم و جو کشور از جمله استان لرستان است. در طول سال‌های ۱۳۸۳ و ۱۳۸٤ پراکنش فضایی سن مادر و مدل‌های نمونه‌گیری دنباله‌ای با دقت ثابت برای دو کادر مربع ۰/۲۵ و ۰/۵ متر مربعی در مزارع گندم دیم شهرستان بروجرد مورد مطالعه قرار گرفت. بر اساس مقادیر ضریب تبیین به دست آمده از محاسبات رگرسیونی، برای کادر ۰/۲۵ متر مربع، شاخص تیلور و برای کادر نیم متر مربع شاخص آیوائو برازش بهتری نشان داد. وجود اختلاف معنی‌دار آماری بین شاخص b تایلور (۱/۱۹) برای کادر کوچک و شاخص β آیوائو (۱/۱۳) برای کادر بزرگ با عدد یک، نشان‌دهنده‌ی تجمعی بودن پراکنش سن مادر در مزارع گندم دیم است. به منظور تخمین جمعیت سن مادر در مزرعه، مدل‌های نمونه‌گیری دنباله‌ای با دقت ثابت به روش گرین (Green) برای کادر کوچک و کنو (Kuno) برای کادر بزرگ، با سه سطح دقت ۰/۱، ۰/۱۵ و ۰/۲۵ طراحی شد. سپس اعتبار مدل‌های ارائه شده برای هر کادر با استفاده از ۱۲ سری از داده‌های جداگانه با دامنه‌ی میانگین ۰/۰۹-۲/٦۵ سن مادر (در واحد کادر) برای کادر کوچک و دامنه ی میانگین ۰/۱ تا ۵/۲٤ سن مادر (در واحد کادر) برای کادر بزرگ مورد ارزیابی قرار گرفت. در مدل نمونه‌گیری دنباله‌ای گرین مربوط به کادر کوچک، به منظور نمونه‌گیری از سن مادر و برای دست‌یابی به سطح دقت ۰/۲۵ (دقت قابل پذیرش در برنامه‌های IPM[۱]) و ۰/۱، به ترتیب به طور متوسط تعداد ۲٦ و ۱۵۷ کادر مورد نیاز خواهد بود. در مدل نمونه‌گیری دنباله‌ای کنو (مربوط به کادر بزرگ‌تر)، برای دست‌یابی به سطوح دقت ۰/۲۵ و ۰/۱، به طور متوسط به ترتیب ۱٦ و ۹۰ کادر مورد نیاز می‌باشد. مقایسه دو مدل گرین (کادر کوچک) و کنو (کادر بزرگ) در نمونه‌گیری از جمعیت سن مادر نشان داد که کادر کوچک‌تر به خاطر داشتن حداقل هزینه (زمان لازم بر حسب دقیقه برای جستجوی یک کادر) و حداکثر تعداد نمونه (در مقایسه با کادر بزرگ‌تر)، برای پیش‌آگاهی سن مادر *E. integriceps* در مزارع گندم دیم، مناسب‌تر می‌باشد.

کلید واژه‌ها: نمونه‌گیری دنباله‌ای با دقت ثابت، Eurygaster integriceps، سن مادر، گندم دیم، بروجرد

مقدمه

گندم از نظر سطح زیر کشت و تولید جهانی مقام اول را در میان سایر محصولات دارا می‌باشد (۳۴). در سال زراعی ۸۶-۸۷، در استان لرستان سطح زیر کشت گندم آبی و دیم به ترتیب ۸۹۲۰۰ و ۲۰۶۴۵۰ هکتار بود که میزان تولید آن به ترتیب ۳۳۷۹۴۰ و ۲۸۸۷۵۵ تن گزارش شده است. مقادیر فوق برای جو از نظر سطح زیر کشت به ترتیب ۹۳۰۰ و ۱۳۰۰۰۰ هکتار و از نظر عملکرد به ترتیب ۲۷۴۴۵

1- Integrated pest management

Archive of SID

www.SID.ir

و ۲۰۶۳۹۳ تن می‌باشد (۳). بنا به گزارش جواهری و به نقل از بسیاری از متخصصین، از زمان کشت گندم توسط بشر، سن گندم (*Eurygaster integriceps* Put.) یکی از آفات مهم گندم بوده است (۲۱).

اکراین، روسیه، رومانی، بلغارستان، یونان، ترکیه، سوریه، لبنان، اردن، عراق، ایران، افغانستان و پاکستان کشورهایی هستند که در حوزه جغرافیایی انتشار سن گندم قرار دارند. با احتساب کشورهای جمهوری شوروی سابق، سالانه حدود ۱۵ میلیون هکتار از اراضی جهان در معرض حمله‌ی این آفت قرار دارند. در ایران سطح آلودگی و سطح مبارزه شیمیایی با این آفت به مراتب از کشورهای دیگر خاورمیانه بیشتر است، به طوری که از ۵/۴ میلیون هکتار مزارع آلوده در خاورمیانه، ۳ میلیون هکتار آن در ایران قرار دارد (۲۵).

سالانه حدود چهل هزار هکتار از مزارع گندم و جو استان لرستان و بیش از ۳۰ درصد از اراضی گندم شهرستان بروجرد علیه سن‌گندم سمپاشی می‌شود (۴). در ایران سطح مبارزهٔ شیمیایی با این آفت از ۷۵۰۰۰ هکتار در سال ۱۳۵۵ به بیش از ۱۷۰۰۰۰۰ هکتار در سال ۱۳۸۳ رسید و طی سالهای بعد سطح سم‌پاشی دوباره کاهش یافت (۵). چهل تا پنجاه درصد از سهم مبارزهٔ شیمیایی با سن گندم در اراضی دیم استان‌های غربی کشور که تخریب مراتع در آنها شدید است، صورت می‌گیرد (۲).

تخریب مداوم مراتع به وسیله چرای بیش از حد دام ها و جایگزین نمودن غلات دیم به جای مراتع تخریب شده و تغییر در کیفیت و کمیت غذای سن گندم، افزایش بی‌رویه سطح زیر کشت گندم به خصوص در دیمزارهای غرب و مرکز کشور، کشت گندم و جو در زمین‌های کم بازده با شیب بیش از ۸ درصد، عدم وجود نظام کشت صحیح در مزارع گندم و جو، عدم مشارکت کشاورزان در امر مبارزه، تغییرات و نوسانات آب و هوایی و عدم استفاده از ارقام مقاوم به آفت از عوامل مهم طغیان سن گندم در سال‌های اخیر ذکر شده اند (۷ و ۱۲).

رجبی (۸) از اختلال در تغذیه سن به عنوان عامل مهم و کلیدی مهار سن گندم نام می‌برد. ایشان سه روش زراعی برداشت زودهنگام، استفاده از ارقام زودرس گندم و کاشت زود هنگام گندم را به عنوان عوامل کاهش تغذیه سن گندم نام می‌برد.

سطح زیان اقتصادی سن مادر در مزارع گندم دیم استان کرمانشاه ۱/۵ عدد در متر مربع (۶)، در مزارع گندم دیم کردستان ۰/۶۳ تا ۱ عدد در متر مربع (۱۱)، در گندم زمستانه و بهاره در شوروی سابق به ترتیب ۱ و ۰/۵ عدد در متر مربع (۳۳) و در مزارع گندم آبی قزوین در ارقام الوند و زرین به ترتیب ۱۰/۶۵ و ۱۰/۹۴ عدد در متر مربع برای مبارزه هوایی و ۱۳/۶۳ و ۱۴/۰۱ عدد در متر مربع برای مبارزه زمینی (۱۴) گزارش شده است.

نمونه‌گیری از جمعیت‌ها به منظور شناسایی و تخمین تعداد گونه‌های موجودات زنده، اساسی‌ترین فعالیت در تحقیقات اکولوژی و مدیریت تلفیقی آفات است (۳۰). با پیشرفت برنامه‌های نمونه‌گیری، دو عامل دقت و هزینه به مهم ترین عوامل در موفقیت مدیریت تلفیقی آفات تبدیل شده اند و باید در همه برنامه‌های نمونه‌گیری مورد توجه قرار گیرند (۳۱). در طرح‌های نمونه‌گیری دنباله‌ای[1]، به منظور تصمیم‌گیری در خصوص کنترل یک آفت، نمونه‌گیری از آفت تا زمان تصمیم گیری برای مبارزه یا عدم مبارزه ادامه می‌یابد. این روش در مقایسه با روش‌های نمونه‌گیری ثابت و معمول، می‌تواند تعداد نمونه مورد نیاز را بین ۳۵ تا ۵۰ درصد کاهش دهد (۱۶).

در مدل گرین و کنو با هر سطح دقت (D) یک خط توقف نمونه‌گیری دنباله‌ای (T_n)[2] یا خط بحران

1- Sequential Sampling Plans
2- Sequential Sampling Stop Line

Archive of SID

www.SID.ir

وجود دارد که نشان دهنده تعداد نمونه مورد نیاز برای تخمین میانگین جمعیت مورد نظر است. به عبارت دیگر در این مدل‌ها عملیات نمونه‌گیری تا زمانی ادامه می‌یابد که مجموع تعداد حشره در n نمونه از خط بحران عبور نماید. در آن صورت عملیات نمونه‌گیری را متوقف و به منظور تصمیم‌گیری برای اجرا یا عدم اجرای عملیات کنترل، باید میانگین جمعیت در واحد سطح با مقدار آستانه زیان اقتصادی آفت مقایسه گردد. به عبارت دیگر مدل‌های گرین و کنو فقط مشخص کننده تعداد نمونه مورد نیاز بوده و در این مدل‌ها برای هر سطح دقت تنها یک خط توقف (خط بحران) وجود دارد. اما در مدل‌های والد دو خط تصمیم‌گیری بالا و پایین وجود دارد و برای طراحی این مدل‌ها نیاز به پارامترهای بیشتری نظیر آستانه اقتصادی، سطح ایمن[1] جمعیت و مقدار K مشترک[2] (برای پراکنش‌های تجمعی) می‌باشد. در ایران، نتایج بررسی نمونه‌برداری دنباله‌ای به روش والد[3] با استفاده از تورحشره‌گیری، خطوط تصمیم‌گیری سن‌مادر را در مزارع گندم دیم با عملکرد کمتر از ۳ تن در هکتار $y = ۱/۷n \pm ۷/۳$ تخمین زده است (۱۳). در صورتی‌که واحد نمونه‌گیری ۱۰ بار تور زدن در نظر گرفته شود، معادلات خطوط تصمیم‌گیری در مدل والد برای سن مادر $y = ۱/۴۴n \pm ۹/۵۹$ خواهد بود (۹). در شهرستان بروجرد، معادلات خطوط تصمیم‌گیری برای کادرهای ۰/۲۵ و ۰/۵ متر مربع به ترتیب $y = ۰/۳۲ x \pm ۷/۶۲$ و $y = ۰/۶۳x \pm ۷/۴۴$ گزارش شده است (۱۰). بنابراین بر اساس منابع موجود، تحقیق حاضر به عنوان اولین مطالعه در زمینه تخمین جمعیت سن گندم در مزارع گندم دیم با استفاده از مدل‌های نمونه‌گیری دنباله‌ای با دقت ثابت محسوب می‌گردد.

طرح های نمونه‌گیری دنباله‌ای با دقت ثابت[4] برای آفات سویا (۲۲)، آفت *Epilachna varivestis* Mulsant در مزارع لوبیا (۱۵)، *Prostephanus truncatus* (Horn) و *Sitophilus zeamais* Mutschulsky در مزارع ذرت (۲۴) و بسیاری از آفات و دشمنان طبیعی ارائه شده و پیشرفت‌های زیادی داشته است.

در مزارع گندم آمریکا، بررسی نمونه‌گیری دنباله‌ای با دقت ثابت به روش گرین برای شته‌های *Shizaphis graminum* (Rondani) و *Rhopalosiphum padi* Linnaeus توسط الیوت و همکاران[5] (۱۷) نشان داد که در تراکم‌های پایین جمعیت آفت جهت دستیابی به دقت ثابت ۰/۲۵ تعداد نمونه مورد نیاز بسیار بالا است.

در مناطق شمالی سوریه، به منظور تخمین جمعیت سن مادر *E. integriceps* روی درخت کاج (*Pinus brutia* Tenore) میزبان حشرات کامل زمستان گذران، مدل‌های نمونه‌گیری دنباله‌ای با دقت ثابت طراحی و ارائه شده است. خطوط تصمیم‌گیری برای حشرات کامل بر اساس روش فاصله اطمینان آیوائو محاسبه و ارائه شده است. گرفتن یک نمونه از هر درخت و افزایش تعداد درختان، نتیجه بهتری را در مقایسه با گرفتن چند نمونه از یک درخت به دنبال داشته است (۲۸).

در حال حاضر، متاسفانه استفاده از سموم شیمیایی تنها راه کنترل سن گندم در ایران است. ایجاد شبکه‌های مراقبت و تصمیم‌گیری مناسب برای کنترل شیمیایی، از اصول کنترل تلفیقی آفات است و باعث کاهش مصرف سموم می‌گردد. جهت ایجاد تشکیلات شبکه‌های مراقبت برای تصمیم‌گیری مناسب در کنترل آفات، علاوه بر سطح زیان اقتصادی[6] و آستانه اقتصادی[7]،

1- Safe Level
2- Common K (Kc)
3- Wald

4- Fixed-Precision Sequential Sampling Plans
5- Eliott *et al*.
6- Economic Injury Level
7 Economic Threshold

Archive of SID

www.SID.ir

نمونه‌برداری‌های دقیق، سریع و کم هزینه نیز مورد نیاز است.

در حال حاضر، در بسیاری از مناطق سن خیز ایران از جمله استان لرستان، تعیین زمان سمپاشی مزارع گندم، پایه و اساس علمی و منطقی نداشته و به طور سلیقه‌ای انجام می‌گیرد. در بسیاری از موارد با گرفتن تعداد محدودی نمونه و مقایسه آن با آستانه زیان اقتصادی آفت، اقدام به سمپاشی می‌شود و لذا با وجود مصرف سم، نتایج مبارزه رضایت بخش نیست.

در این تحقیق، ابتدا پراکندگی جمعیت سن‌مادر در مزارع مختلف گندم دیم شهرستان بروجرد با استفاده از کادرهای ۰/۲۵ و ۰/۵ متر مربعی بررسی شد، سپس مدل‌های نمونه گیری دنباله‌ای با دقت ثابت جهت پیش‌آگاهی جمعیت این آفت طراحی و ارائه شده است. در پایان نیز، مناسب ترین مدل جهت کاربرد در شبکه‌های مراقبت از خسارت سن گندم معرفی می‌شود.

روش تحقیق

محل نمونه‌برداری

طی سال های۱۳۸۳ و ۱۳۸۴، روستاهای جوجه حیدر، شبماه، چهاربره، قائد طاهر، نبی آباد، دلی آباد، دینارآباد و گوشه محسن ابن علی از توابع شهرستان بروجرد با سابقه آلودگی به سن گندم، برای انجام نمونه‌برداری انتخاب شدند. چون در این مناطق گندم دیم رقم سرداری به عنوان رقم غالب منطقه کشت می‌شود، بنابراین در هر روستا حداقل دو مزرعه مناسب از این رقم برای انجام نمونه‌برداری در نظر گرفته شدند. مناطق فوق از نظر ارتفاع از سطح دریا بسیار متفاوت بوده و از ارتفاع ۱۴۹۰ متر در روستای گوشه محسن ابن علی تا ارتفاع ۱۹۹۰ متر در روستاهای جوجه‌حیدر متغیر بود. میانگین بارندگی سالانه در این مناطق نیز حدود ۴۵۰ میلیمتر است. به منظور تعیین دقیق زمان ریزش سن مادر، نمونه‌گیری از اواخر اسفند (قبل از ریزش سن) آغاز و پس از شروع ریزش، برنامه نمونه‌گیری به صورت منظم و همه روزه تا زمان برداشت گندم در تیرماه ادامه یافت و از هر مزرعه حداقل ۲ تا ۳ روز یک بار نمونه‌گیری انجام شد.

اندازه‌ی کادر و تعداد نمونه

در این بررسی دو کادر مربع شکل چوبی به اندازه‌های ۰/۲۵ و ۰/۵۰ متر مربع مورد استفاده قرار گرفت. در این مرحله که از زمان ریزش سن مادر در مزارع آزمایشی آغاز شد، در هر نوبت نمونه گیری، ابتدا یک نمونه‌برداری مقدماتی انجام شد و تعداد نمونه لازم با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید (۲۰):

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

در این رابطه، N تعداد نمونه، D دقت نمونه‌برداری، S انحراف معیار نمونه‌ها، m میانگین نمونه‌ها و $Z_{\alpha/2}$ مقداری ثابت است که از جدول مربوطه به دست می‌آید و با در نظر گرفتن $\alpha = ۱$، مقدار آن برابر۱/۹۶ می‌باشد (۲۰). در این تحقیق D=۰/۲۵ در نظر گرفته شد. در روزهای نخست نمونه‌گیری در سال اول، تعداد کادر از رابطه فوق به دست آمد. اما چون در بیشتر موارد تعداد نمونه برای کادرهای فوق حدود ۸۰ عدد محاسبه شد، بنابراین برای ادامه‌ی نمونه‌برداری در سال اول و دوم تعداد نمونه برای دو کادر فوق به طور مساوی ۸۰ عدد کادر در هر مزرعه در نظر گرفته شد.

بررسی شاخص های پراکنش[1]

شاخص b تایلور[2]

بر اساس قانون تایلور، بین میانگین و واریانس جمعیت در یک محیط، رابطه زیر برقرار است:

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

به منظور محاسبه مقادیر α و b بین لگاریتم واریانس ($\log s^2$) به عنوان متغیر وابسته و لگاریتم میانگین ($\log \bar{x}$) به عنوان متغیر مستقل، رابطه

1- Dispersion Indices

2- Taylor's power law

Archive of SID

www.SID.ir

رگرسیونی به شرح زیر برقرار شد و شیب خط این معادله رگرسیونی (b) به عنوان شاخصی برای نشان دادن چگونگی پراکنش جمعیت حشره در نظر گرفته شد.

$$Log(s^2) = Log(\alpha) + bLog(\bar{x})$$

مقادیر b بزرگتر، مساوی و کوچکتر از ۱ به ترتیب نشان دهنده توزیع تجمعی، تصادفی و یکنواخت می‌باشد. مقدار α یا عرض از مبدا خط رگرسیون نیز به اندازه نمونه بستگی دارد (۳۸ و ۳۹).

شاخص β آیوائو[1]

برای محاسبه‌ی این شاخص، بین x^* (شاخص متوسط ازدحام[2] یا شاخص میانگین انبوهی) و میانگین جمعیت آفت رابطه رگرسیونی به شرح زیر برقرار گردید:

$$x^* = \bar{x} + \frac{\bar{x}}{k} \qquad x^* = \alpha + \beta\bar{x}$$

در روابط فوق، α شاخص تجمع پایه[3] و β ضریب تجمع تراکم[4] است. مقدار α نشان‌دهنده خواص ذاتی گونه است و β به نحوه پراکنش موجود در هنگام استفاده از محیط زندگی بستگی دارد. ثابت α نشان دهنده تمایل افراد به تجمع است. اگر مقدار عددی α منفی باشد نشان دهنده‌ی تمایل افراد به دفع و دور کردن سایر افراد می‌باشد (۲۹ و ۳۸). مقادیر β بزرگتر، مساوی و کوچکتر از ۱، به ترتیب نشان دهنده توزیع‌های تجمعی، تصادفی و یکنواخت هستند (۳۹).

آزمون معنی‌دار بودن اختلاف ضریب رگرسیون (شاخص b) نسبت به مقدار ۱ به کمک آماره t به شرح زیر انجام گرفت:

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

مقدار t محاسبه شده با مقدار t جدول با n-۱ درجه آزادی مقایسه شد. اگر قدر مطلق مقدار t محاسبه شده، بزرگ‌تر از t جدول باشد، در آن صورت اختلاف شاخص b تایلور با ۱ معنی‌دار و توزیع فضایی آفت تجمعی خواهد بود (۱۸ و ۳۹).

مدل نمونه‌گیری دنباله‌ای با دقت ثابت برای تخمین جمعیت سن‌مادر

الف. روش گرین: وقتی داده‌ها بر اساس ضریب تبیین (r^2) با شاخص تایلور برازش بیشتری نشان دادند با استفاده از روش گرین، خطوط تصمیم‌گیری جهت تعیین تعداد نمونه مورد نیاز برای برآورد تراکم با دقت مورد نظر ارائه گردید. در روش گرین حداقل تعداد نمونه مورد نیاز برای دستیابی به یک سطح دقت ثابت (D) از رابطه‌ی زیر محاسبه شد (۱۷ و ۱۹):

$$n_{\min} = \frac{\alpha \bar{x}^{b-2}}{D_{\exp}^{\ 2}}$$

در معادله فوق، n تعداد نمونه‌ی مورد نیاز برای تخمین میانگین جمعیت آفت در واحد نمونه با متوسط دقتی معادل D_{exp} می‌باشد. α و b نیز ضرایب تایلور هستند. خط توقف در نمونه‌گیری دنباله‌ای (T_n) با دقت ثابت، تعداد تجمعی آفت در یک سری نمونه n تایی است که توسط فرمول گرین به شرح زیر به دست آمد (۱۷):

$$T_n = \left(\frac{D_{\exp}^{\ 2}}{\alpha}\right)^{1/(b-2)} n^{(b-1)/(b-2)}$$

روش کنو[5]: در داده‌هایی که بر اساس ضریب تبیین (r^2) با مدل آیوائو برازش بهتری نشان دادند، از روش کنو برای طراحی نمونه‌گیری دنباله‌ای با دقت ثابت استفاده شد. بر اساس روش کنو، حداقل نمونه مورد نیاز ($n_{\min}$) و همچنین خط توقف برای دستیابی به یک دقت ثابت (D_{exp}) از رابطه‌های زیر محاسبه شدند (۲۳ و ۴۰):

1- Iwao
2- Lloyds mean crowding index
3- Basic contagion index
4- Density contagiousness coefficient
5- Kuno

Archive of SID

www.SID.ir

$$T_n = \frac{\alpha + 1}{D^2 - \frac{\beta - 1}{n}} \quad ، \quad n_{\min} = \frac{\beta - 1}{D^2}$$

در این معادلات، n تعداد نمونه مورد نیاز برای تخمین میانگین تعداد سن در واحد نمونه با متوسط دقتی معادل D می‌باشد. α و β نیز ضرایب مربوط به شاخص آیوائو[1] هستند.

در پایان، برای استفاده از این مدل‌ها منحنی‌تعداد تجمعی سن‌گندم در مقابل اندازه نمونه مورد نیاز با سه سطح دقت ۰/۱۰ ، ۰/۱۵ و ۰/۲۵ رسم شد (۱۷ و ۴۰).

اعتبار سنجی طرح نمونه‌گیری دنباله‌ای با دقت ثابت

به منظور ارزیابی اعتبار مدل‌های نمونه‌گیری دنباله‌ای از نرم‌افزار RVSP[2] استفاده شد (۲۶). به منظور استفاده از این نرم‌افزار، ابتدا کل داده‌های جمع‌آوری شده از مزارع بر اساس میانگین جمعیت حشره در واحد نمونه مرتب شدند. سپس، میانگین‌ها به حدود ۱۲ گروه (بسته به تعداد داده‌ها) تقسیم شدند و از هر گروه یک میانگین به صورت تصادفی انتخاب گردید و داده‌های مربوط به این میانگین‌ها جهت بررسی اعتبار مدل‌های گرین و کنو مورد استفاده قرار گرفت. داده‌های انتخاب شده برای نرم افزار RVSP باید مستقل از سایر داده‌ها بوده و در محاسبه‌ی پارامترهای تایلور و آیوائو استفاده نشده باشند.

تجزیه و تحلیل داده‌ها: در این تحقیق، به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزارهای SAS نسخه ۸ (۳۶)، Excel و RVSP استفاده شده است.

نتایج و بحث

بررسی شاخص‌های تایلور و آیوائو: نتایج تجزیه و تحلیل‌های رگرسیونی این دو شاخص نشان داد که شیب خط رگرسیون در هر دو کادر به شکل معنی‌داری از ۱ بزرگتر است (جدول۱). بنابراین، همان‌گونه که تحقیقات گذشته نیز نشان داده است (۹ و ۱۳)، توزیع فضایی سن مادر در مزارع گندم دیم به صورت تجمعی است.

نمونه‌گیری دنباله‌ای با دقت ثابت برای تخمین جمعیت سن مادر

در کادر ۰/۲۵ متر مربع (کادر کوچک)، دامنه‌ی میانگین تراکم سن مادر برای ۱۰۵ مجموعه از داده‌ها، از ۰/۰۸۷۵ تا ۲/۶۵ سن مادر در هر کادر بود. بررسی اعتبارسنجی مدل گرین مربوط به این کادر با ۵۰۰ بار نمونه‌گیری مجدد[3] (با جای‌گزینی) از هر مجموعه با دقت ۰/۲۵ نشان داد که میانگین تعداد نمونه[4] لازم برای رسیدن به این دقت (ASN)، ۲۶ کادر می‌باشد. حداقل نمونه لازم برای رسیدن به این دقت ۱۱ کادر برای حداکثر تراکم آفت (۲/۵۵ عدد سن مادر در واحد کادر معادل۱۰/۲ عدد سن مادر در مترمربع) و حداکثر نمونه لازم برای رسیدن به این دقت ۶۷ کادر برای حداقل تراکم آفت (۰/۲۷ عدد سن مادر در واحد کادر معادل ۱/۰۸ عدد سن مادر در متر مربع) بود (جدول۲). اما چنانچه هدف از نمونه‌گیری از سن‌مادر، برنامه‌های تحقیقاتی باشد، در آن صورت برای دستیابی به دقت ۰/۱، به طور متوسط، تعداد ۱۵۷ نمونه کادر ۰/۲۵ مترمربع مورد نیاز خواهد بود که دامنه تغییرات آن از ۶۵ کادر برای حداکثر تراکم آفت تا ۴۰۴ کادر برای حداقل تراکم آفت متغیر بود (شکل ۱ و جدول ۲). همچنین برای دست‌یابی به سطح دقت ۰/۱۵، به طور متوسط، ۷۱ نمونه کادر ۰/۲۵ متر مربع مورد نیاز بود که دامنه‌ی تغییرات آن از ۲۹ در مزارع با حداکثر آلودگی به سن مادر تا ۱۸۲ برای مزارع با حداقل آلودگی به سن مادر متغیر بود (شکل ۱ و جدول ۲).

1- Iwao
2- The resampling for Validation of Sampling
3- Resampling
4- Average Sample Number

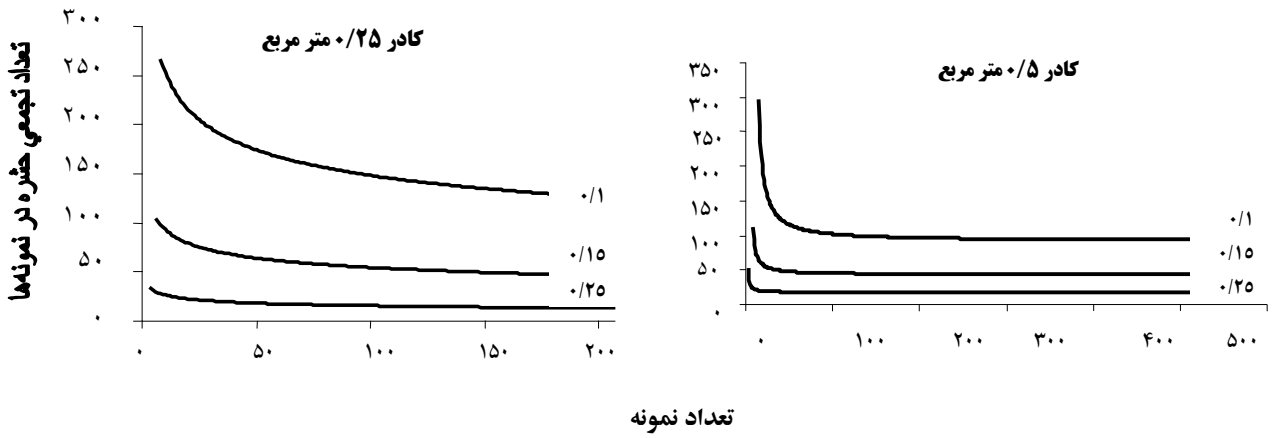
Archive of SID

www.SID.ir

جدول۱- آماره‌های رگرسیونی مدل تایلور و آیوائو برای تخمین جمعیت سن مادر *E.integriceps* در مزارع گندم دیم بروجرد

اندازه کادر (متر مربع)	مدل	شیب خط $b \pm S_E$	عرض از مبدا $a \pm S_E$	مقدار t شیب خط	تعداد داده‌ها	ضریب تبیین R^2	دامنه میانگین جمعیت در هر کادر
۰/۲۵	تایلور	۱/۱۸۹ ± ۰/۰۴	۰/۱۳۹ ± /۰۱	۴/۵۵**	۹۳	۰/۹۰۰۱	۰/۰۹-۲/۶۵
۰/۲۵	آیوائو	۱/۳۸۵ ± ۰/۰۸	-۰/۱ ± ۰/۰۷	۴/۸۱**	۹۳	۰/۸۱۴۲	۰/۰۹-۲/۶۵
۰/۵	تایلور	۱/۱۶ ± ۰/۰۸۱	۰/۱۲۵ ± ۰/۰۳	۱/۹۸$^{n.s}$	۵۸	۰/۷۹	۰/۱-۵/۲۴
۰/۵	آیوائو	۱/۱۳ ± ۰/۰۵	۰/۲۶ ± ۰/۱۱	۲/۵۹۱*	۵۸	۰/۹۰۰۶	۰/۱-۵/۲۴

*و** به ترتیب نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین شیب خط رگرسیون با ۱ در سطوح ۰/۰۵ و ۰/۰۱ می‌باشند.



شکل۱- نمودار نمونه‌گیری دنباله‌ای با دقت ثابت با استفاده از مدل‌های گرین (کادر۰/۲۵متر مربع) و کنو (کادر ۰/۵متر مربع) برای تخمین جمعیت سن مادر *E.integriceps* در مزارع گندم دیم بروجرد (با سه سطح دقت ۰/۱، ۰/۱۵ و ۰/۲۵)

www.SID.ir

جدول ۲- نتایج شبیه‌سازی حاصل از ۵۰۰ بار نمونه‌گیری مجدد جهت اعتبارسنجی مدل گرین برای کادر ۰/۲۵ متر مربع در نمونه‌گیری از سن مادر *E.integriceps* در مزارع گندم دیم با سطوح دقت ۰/۱، ۰/۱۵ و ۰/۲۵ . حداقل نمونه مورد نیاز برای سه سطح دقت ۰/۱ ، ۰/۱۵ و ۰/۲۵ به ترتیب ۱۲، ۸ و ۵ کادر می‌باشد

شماره داده	میانگین تراکم مشاهده شده	میانگین آماره‌های به دست آمده برای ۵۰۰ بار نمونه‌گیری متوالی شبیه‌سازی شده												تعداد نمونه مورد نیاز در مدل شبیه‌سازی شده								
		میانگین جمعیت در مدل شبیه‌سازی شده در سطح دقت (D) مورد انتظار			میزان سطح دقت (D) در مدل شبیه‌سازی شده																	
					میانگین در سطح دقت (D) مورد انتظار			حداقل در سطح دقت (D) مورد انتظار			حداکثر در سطح دقت (D) مورد انتظار			میانگین تعداد نمونه در سطح دقت (D) مورد انتظار			حداقل تعداد نمونه در سطح دقت (D) مورد انتظار			حداکثر تعداد نمونه در سطح دقت (D) مورد انتظار		
		۰/۱	۰/۱۵	۰/۲۵	۰/۱	۰/۱۵	۰/۲۵	۰/۱	۰/۱۵	۰/۲۵	۰/۱	۰/۱۵	۰/۲۵	۰/۱	۰/۱۵	۰/۲۵	۰/۱	۰/۱۵	۰/۲۵	۰/۱	۰/۱۵	۰/۲۵
۱	۰/۵۱	۰/۵	۰/۵۱	۰/۵۱	۰/۰۹	۰/۱۴	۰/۲۳	۰/۰۸	۰/۱۱	۰/۱۶	۰/۱	۰/۱۷	۰/۳۲	۲۴۴	۱۰۹	۴۱	۱۹۰	۷۴	۲۳	۲۹۷	۱۵۵	۷۱
۲	۰/۹	۰/۹۱	۰/۹۲	۰/۹۴	۰/۱	۰/۱۴	۰/۲۳	۰/۰۸	۰/۱۱	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۲	۰/۳۹	۱۵۱	۶۸	۲۵	۱۲۲	۵۰	۱۴	۱۹۱	۹۸	۴۳
۳	۱/۶۶	۱/۶۹	۱/۷۳	۱/۷۶	۰/۱۱	۰/۱۷	۰/۲۷	۰/۰۹	۰/۱۱	۰/۱۵	۰/۱۴	۰/۲۲	۰/۴۲	۹۲	۴۱	۱۶	۷۰	۲۸	۸	۱۱۷	۶۴	۳۲
۴	۱	۰/۹۸	۰/۹۹	۱/۰۲	۰/۱	۰/۱۴	۰/۲۳	۰/۰۸	۰/۱	۰/۱۴	۰/۱۱	۰/۱۸	۰/۳۲	۱۴۲	۶۴	۲۴	۱۱۶	۴۶	۱۲	۱۸۴	۸۳	۳۶
۵	۱/۲۲	۱/۲۵	۱/۲۹	۱/۲۹	۰/۱	۰/۱۵	۰/۲۵	۰/۰۸	۰/۱۱	۰/۱۶	۰/۱۲	۰/۱۹	۰/۳۵	۱۱۷	۵۲	۲۰	۸۵	۳۴	۱۱	۱۴۶	۷۴	۳۳
۶	۰/۲۷	۰/۲۷	۰/۲۷	۰/۲۸	۰/۱۲	۰/۱۷	۰/۲۸	۰/۱	۰/۱۵	۰/۲۲	۰/۱۲	۰/۲	۰/۳۶	۴۰۴	۱۸۲	۶۷	۲۰۰	۱۰۸	۳۰	۵۲۳	۲۶۵	۱۱۵
۷	۱/۲۶	۱/۲۶	۱/۲۶	۱/۳	۰/۰۹	۰/۱۴	۰/۲۲	۰/۰۷	۰/۱	۰/۱۲	۰/۱۱	۰/۱۷	۰/۳۵	۱۱۶	۵۲	۱۹	۹۴	۳۷	۱۰	۱۴۴	۷۴	۳۱
۸	۲/۵۵	۲/۵۶	۲/۶	۲/۶۴	۰/۰۹	۰/۱۳	۰/۲۱	۰/۰۶	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۱۱	۰/۱۸	۰/۳۵	۶۵	۲۹	۱۱	۵۴	۲۱	۵	۷۸	۴۰	۱۷
۹	۱/۹۵	۱/۹۱	۱/۹۲	۲/۰۲	۰/۱۲	۰/۱۸	۰/۲۹	۰/۰۹	۰/۱۲	۰/۱۴	۰/۱۶	۰/۲۵	۰/۴۹	۸۳	۳۸	۱۴	۵۸	۲۴	۶	۱۱۱	۵۸	۲۵
۱۰	۰/۵۹	۰/۶	۰/۵۹	۰/۶۱	۰/۰۹	۰/۱۴	۰/۲۳	۰/۰۸	۰/۱۱	۰/۱۶	۰/۱	۰/۱۷	۰/۳۱	۲۱۲	۹۷	۳۵	۱۷۰	۶۹	۱۷	۲۵۶	۱۲۹	۵۵
۱۱	۱/۳۱	۱/۳۲	۱/۳۳	۱/۳۶	۰/۰۹	۰/۱۴	۰/۲۲	۰/۰۸	۰/۱	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۸	۰/۳۱	۱۱۲	۵۰	۱۹	۹۰	۳۳	۱۰	۱۳۸	۶۶	۳۰
۱۲	۰/۹۵	۰/۹۷	۰/۹۹	۱/۰۳	۰/۱۳	۰/۲	۰/۳۱	۰/۱	۰/۱۳	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۲۷	۰/۵۳	۱۴۵	۶۵	۲۵	۱۰۰	۳۷	۱۰	۱۸۷	۹۷	۴۲
میانگین	۱/۱۸۱	۱/۱۸۵	۱/۲	۱/۲۳	۰/۱۰۲۵	۰/۱۵۳	۰/۲۴۷۵	۰/۰۸۲۵	۰/۱۱	۰/۳۷۵	۰/۱۲۲۵	۰/۱۹۸	۰/۱۴۵	۱۵۶/۹۲	۷۰/۵۸	۲۶/۳۳	۱۹۷/۶۷	۴۶/۷۵	۱۳	۱۱۲/۴۲	۱۰۰/۲۵	۴۴/۱۷

Archive of SID

www.SID.ir

اعتبار سنجی مدل گرین در کادر بزرگ با استفاده از شبیه‌سازی و تجزیه و تحلیل ۱۲ مجموعه از داده‌ها، با ۵۰۰ بار نمونه‌گیری مجدد (با جای‌گزینی) از هر مجموعه و با دقت ۰/۲۵ نشان داد که میانگین تعداد نمونه لازم برای رسیدن به این دقت ۱۶ کادر بود به طوری‌که در تراکم‌های حداکثر (۴/۳۷ سن مادر در واحد کادر) و حداقل (۰/۸۴ سن مادر در واحد کادر) آفت، تعداد نمونه لازم به ترتیب ۸ و ۳۰ کادر بود (شکل۱ و جدول۳). متوسط تعداد نمونه برای دست‌یابی به سطح دقت ۰/۱۱، برای کادر فوق ۸۸ نمونه بود که دامنه‌ی تغییرات آن از ۴۲ کادر برای حداکثر تراکم آفت تا ۱۶۸ کادر برای حداقل تراکم آفت متغیر بود. همچنین، برای دست‌یابی به سطح دقت ۰/۱۵، به طور متوسط، ۴۸ نمونه کادر ۰/۵ متر مربع مورد نیاز بود که دامنه‌ی تغییرات آن از ۲۳ کادر در مزارع با حداکثر آلودگی به سن مادر تا ۸۹ کادر برای مزارع با حداقل آلودگی به سن مادر متغیر بود (شکل ۱ و جدول۳).

اگر بخواهیم بر اساس مدل‌های ارائه شده در شکل ۱، یکی از دو کادر ۰/۲۵ و ۰/۵ متر مربع را انتخاب کنیم، باید به تعداد نمونه‌ی مورد نیاز در این دو مدل توجه شود. مقایسه‌ی تعداد نمونه در دو مدل گرین (کادر کوچک) و کنو (کادر بزرگ) نشان داد که در تراکم های یکسان آفت، نسبت تعداد کادر کوچک به تعداد کادر بزرگ مورد نیاز در سطوح دقت ۰/۱، ۰/۱۵ و ۰/۲۵ به ترتیب ۲، ۱/۷۱ و ۱/۶۲ بود (جدول‌های ۲ و ۳). به عبارت دیگر، با کاهش دقت نمونه‌گیری این نسبت کاهش می‌یابد. به منظور مقایسه‌ی چند روش نمونه گیری مطلق (مانند کادر)، باید به مسائل اقتصادی (هزینه و زمان نمونه‌گیری) توجه شود. این موضوع توسط بسیاری از محققین مورد تاکید قرار گرفته است (۳۵). بر همین اساس با توجه به میانگین تعداد نمونه مورد نیاز برای هر کادر، متوسط زمان لازم برای انجام این نمونه‌برداری برای سه سطح دقت ۰/۱، ۰/۱۵ و ۰/۲۵ محاسبه گردید. در سطح دقت ۰/۱، نسبت زمان لازم جهت بررسی ۱۵۷ کادر ۰/۲۵ متر مربع به ۸۸ کادر ۰/۵ متر مربع برابر ۱/۱۲ بود (جدول‌های ۲ و ۳) که این نسبت برای سطوح دقت ۰/۱۵ و ۰/۲۵ به ترتیب ۰/۹۶ و ۰/۹ بود. بنابراین نتایج به دست آمده نشان داد که در سطح دقت ۰/۲۵ که در مدیریت آفات کاربرد دارد، در زمان استفاده از کادر ۰/۲۵ مترمربع، علیرغم افزایش تعداد کادر (۱/۶۲ برابر کادر نیم مترمربع)، زمان لازم برای نمونه‌گیری (نسبت به کادر بزرگ‌تر) به میزان ۱۰ درصد کاهش یافت. به عقیده روزینک[1] (۳۵) در تخمین‌های مطلق[2]، نیازی به مقایسه‌ی روش‌های نمونه‌گیری نیست و اساس کار هزینه‌های مورد نیاز برای کسب اطلاعات مطلوب است. بنابراین، چون استفاده از کادر یک روش مطلق برای اندازه‌گیری جمعیت محسوب می‌گردد، لذا کاهش ۱۰ درصدی هزینه (زمان نمونه‌گیری) می‌تواند مورد توجه قرار گیرد. همچنین، صرف نظر از کاهش ۱۰ درصدی زمان (هزینه) نمونه‌گیری، سبر[3] (۳۷) اعتقاد دارد که تخمین تراکم یک جمعیت توسط تعداد بیشتری کادر کوچک، در مقایسه با تعداد کمتری کادر بزرگ با کل مساحت برابر، واریانس پایین‌تری خواهد داشت. بنابراین، استفاده از کادر ربع متر مربع به دلیل پوشش دادن سطح بیش‌تری از مزرعه، در مقایسه با کادر نیم مترمربع، ارجحیت دارد. در این تحقیق، کاربرد مدل های گرین و کنو در نمونه گیری از جمعیت سن مادر *E.integriceps* نشان داد که اندازه‌ی کادر با تعداد نمونه ی مورد نیاز رابطه ی عکس دارد و نتایج کاربرد این مدل‌ها، متاثر از اندازه کادر خواهد بود.

1- Ruesink
2- Absolute Estimates
3- Seber

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- نتایج شبیه‌سازی حاصل از ۵۰۰ بار نمونه‌گیری مجدد جهت اعتبارسنجی مدل گرین برای کادر ۰/۵ متر مربع در نمونه‌گیری از سن مادر *E.integriceps* در مزارع گندم دیم با سطوح دقت ۰/۱۱، ۰/۱۵ و ۰/۲۵ . حداقل نمونه مورد نیاز برای سه سطح دقت ۰/۱۱ ، ۰/۱۵ و ۰/۲۵ به ترتیب ۱۲، ٦ و ۲ کادر می‌باشد

شماره داده	میانگین تراکم مشاهده شده	میانگین آماره‌های به دست آمده برای ۵۰۰ بار نمونه‌گیری متوالی شبیه‌سازی شده												تعداد نمونه مورد نیاز در مدل شبیه‌سازی شده								
		میانگین جمعیت در مدل شبیه‌سازی شده در سطح دقت (D) مورد انتظار			میزان سطح دقت (D) در مدل شبیه‌سازی شده																	
					میانگین در سطح دقت (D) مورد انتظار			حداقل در سطح دقت (D) موردانتظار			حداکثر در سطح دقت (D) مورد انتظار			میانگین تعداد نمونه در سطح دقت (D) مورد انتظار			حداقل تعداد نمونه در سطح دقت (D) مورد انتظار			حداکثر تعداد نمونه در سطح دقت (D) مورد انتظار		
		۰/۱۱	۰/۱۵	۰/۲۵	۰/۱۱	۰/۱۵	۰/۲۵	۰/۱۱	۰/۱۵	۰/۲۵	۰/۱۱	۰/۱۵	۰/۲۵	۰/۱۱	۰/۱۵	۰/۲۵	۰/۱۱	۰/۱۵	۰/۲۵	۰/۱۱	۰/۱۵	۰/۲۵
۱	۲/۶۵	۲/۷	۲/۷۴	۲/۷۶	۰/۰۹	۰/۱۳	۰/۲۲	۰/۰۷	۰/۰۹	۰/۰۶	۰/۱۲	۰/۱۷	۰/۳۵	۶۰	۳۳	۱۱	۴۹	۲۴	۷	۷۹	۴۳	۱۹
۲	۲/۲۷	۲/۳۴	۲/۳۸	۲/۴۴	۰/۱۲	۰/۱۶	۰/۲۷	۰/۰۹	۰/۱۱	۰/۱۳	۰/۱۵	۰/۲۱	۰/۴۱	۶۸	۳۷	۱۳	۵۲	۲۶	۷	۸۷	۵۱	۲۵
۳	۲/۱۹	۲/۱۶	۲/۱۵	۲/۲۶	۰/۱	۰/۱۴	۰/۲۴	۰/۰۷	۰/۰۹	۰/۱۱	۰/۱۳	۰/۱۹	۰/۳۶	۷۲	۴۰	۱۳	۵۸	۲۸	۷	۹۲	۵۷	۲۳
۴	۱/۸۵	۱/۹۵	۱/۹۵	۲/۰۷	۰/۱۴	۰/۱۹	۰/۳۲	۰/۱	۰/۱۳	۰/۱۷	۰/۱۸	۰/۲۶	۰/۵۵	۸۰	۴۴	۱۵	۵۳	۲۶	۶	۱۲۳	۷۵	۲۸
۵	۱/۶۴	۱/۶۷	۱/۶۸	۱/۷۲	۰/۱	۰/۱۳	۰/۲۲	۰/۰۷	۰/۱	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۶	۰/۳۲	۹۰	۴۸	۱۶	۷۲	۳۶	۹	۱۱۴	۶۶	۲۹
۶	۰/۹۴	۰/۹	۰/۹۲	۱/۰۳	۰/۱۶	۰/۲۲	۰/۳۵	۰/۱۱	۰/۱۳	۰/۱۷	۰/۲	۰/۲۹	۰/۵۸	۱۵۸	۸۵	۲۹	۸۴	۴۶	۷	۲۶۸	۱۴۹	۶۳
۷	۱/۴	۱/۴۲	۱/۴۲	۱/۴۸	۰/۰۹	۰/۱۳	۰/۲	۰/۰۶	۰/۰۷	۰/۰۹	۰/۱۴	۰/۲۱	۰/۴	۱۰۳	۵۶	۱۹	۸۱	۳۸	۱۰	۱۲۹	۷۵	۲۷
۸	۲	۱/۹۷	۲	۲/۰۱	۰/۱۱	۰/۱۵	۰/۲۶	۰/۰۸	۰/۱۱	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۱۸	۰/۳۵	۷۸	۴۲	۱۵	۵۸	۳۰	۸	۱۰۰	۶۱	۳۰
۹	۴/۳۷	۴/۴۲	۴/۴۲	۴/۵	۰/۰۹	۰/۱۳	۰/۲۱	۰/۰۷	۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۱۳	۰/۱۸	۰/۴	۴۲	۲۳	۸	۳۴	۱۸	۵	۵۲	۲۹	۱۲
۱۰	۳/۷۸	۳/۷۳	۳/۸۱	۳/۸۸	۰/۱۱	۰/۱۵	۰/۲۶	۰/۰۸	۰/۱	۰/۱	۰/۱۴	۰/۲۱	۰/۴۲	۴۷	۲۶	۹	۳۸	۱۸	۵	۶۱	۳۶	۱۵
۱۱	۱/۶۴	۱/۶۶	۱/۶۸	۱/۷۳	۰/۱	۰/۱۳	۰/۲۲	۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۶	۰/۳۱	۹۰	۴۸	۱۶	۶۸	۳۴	۹	۱۱۵	۶۹	۲۶
۱۲	۰/۸۴	۰/۸۳	۰/۸۵	۰/۹	۰/۱۲	۰/۱۷	۰/۲۸	۰/۱	۰/۱۲	۰/۱۸	۰/۱۶	۰/۲۲	۰/۴۸	۱۶۸	۸۹	۳۰	۱۲۰	۵۷	۱۱	۲۴۴	۱۳۳	۵۸
میانگین	۲/۱۳	۲/۱۵	۲/۱۷	۲/۲۳	۰/۱۱	۰/۱۵۲۵	۰/۲۵۴	۰/۰۸۲	۰/۱۰	۰/۱۲۲	۰/۱۴۲۵	۰/۲۰	۰/۴۱	۸۸	۴۷/۵۸	۱۶/۲	۶۴	۳۱/۷۵	۷/۶	۱۲۲	۷۰/۳۳	۲۹/۶

Archive of SID
www.SID.ir

در یک تحقیق مشابه، مدل گرین برا ی دو گونه *Ostrinia nubilalis* (Hubner) و *Helicoverpa zea* (Boddie) در مزرعه ذرت ارائه شده است. در گونه *O. nubilalis* که دارای توزیع فضایی تجمعی بود، زمانی که تراکم جمعیت بین ۰/۲۴ تا ۴/۰۸ عدد لارو در هر خوشه باشد، برای رسیدن به سطح دقت ۰/۲۵ به طور متوسط ۳۸ عدد نمونه خوشه مورد نیاز خواهد بود، در صورتی که این مقدار برای سطح دقت ۰/۱۰ به ۲۲۷ عدد افزایش می‌یابد. اما، مقادیر فوق برای گونه *H. zea* که دارای توزیع فضایی تصادفی بود کمتر و به ترتیب ۲۷ و ۱۶۰ عدد گزارش شد (۲۷). این موضوع نشان می‌دهد که در مدل‌های گرین و کنو نیز نوع پراکنش آفت اهمیت دارد و برای تخمین جمعیت در آفاتی که دارای پراکنش تجمعی هستند (در مقایسه با آفاتی که دارای توزیع تصادفی هستند) تعداد نمونه بیشتری مورد نیاز است. در این مدل‌ها میزان شدت تجمع آفت که در پارامترهای تجمع b تایلور (یا β آیوائو) نهفته است و در محاسبه‌ی خط توقف نمونه‌گیری نقش دارد، تعداد نمونه‌ی لازم را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

در شکل ۱ دو مدل نمونه‌گیری دنباله‌ای با دقت ثابت از جمعیت سن مادر با استفاده از دو کادر ۰/۲۵ متر مربع (مدل گرین) و ۰/۵ متر مربع (مدل کنو) ارائه شده‌اند. همانگونه که ملاحظه می‌گردد، تعداد نمونه لازم جهت تخمین جمعیت آفت، با تراکم جمعیت آن رابطه عکس دارد. در این مدل‌ها، برای هر سطح خطا (۰/۱، ۰/۱۵ و ۰/۲۵) یک خط توقف نمونه‌گیری (T_n) ارائه شده است. همچنین، برای هر سطح دقت حداقل تعداد نمونه مشخص شده است (جدول‌های ۲ و ۳). کاربرد این مدل‌ها به این صورت می‌باشد که ابتدا باید به تعداد حداقل نمونه کادر اندازی انجام شود و تعداد حشرات موجود در همه کادرها با هم جمع گردد. سپس ضمن مراجعه به مدل مربوطه، نقطه مورد نظر در منحنی مشخص و در خصوص توقف یا ادامه نمونه‌برداری تصمیم‌گیری شود. چنانچه نقطه مورد نظر بالاتر از خط T_n قرار بگیرد یا به عبارت دیگر این خط را قطع نماید، عملیات نمونه‌برداری متوقف و در غیر این صورت تا زمان عبور از این خط نمونه‌برداری ادامه خواهد یافت. پس از پایان نمونه‌برداری، جمعیت آفت به تعداد آفت در واحد سطح تبدیل و با آستانه اقتصادی آفت در آن منطقه مقایسه و در خصوص اقدامات کنترلی آن تصمیم‌گیری خواهد شد.

مدل‌های نمونه‌گیری دنباله‌ای به دلیل دقت بالا، هزینه پایین‌تر و تصمیم‌گیری سریع‌تر، جایگاه ویژه‌ای در مطالعه جمعیت حشرات دارند (۱۶، ۳۱ و ۴۱). بررسی تعداد نمونه مورد نیاز در مدل گرین برای نمونه‌گیری از سن مادر با استفاده از کادر ۰/۲۵ متر مربع نشان داد که تعداد نمونه لازم در مقایسه با روش معمولی با دقت‌های ۰/۱ و ۰/۲۵ به ترتیب ۷۵/۱۲ و ۷۱/۴۲ درصد کاهش نشان داده است. مقدار این کاهش در مدل کنو (کادر ۰/۵ متر مربع) با دقت‌های ۰/۱ و ۰/۲۵ به ترتیب ۸۲/۷۵ و ۷۹/۸۴ درصد بود. نمونه‌برداری دنباله‌ای در مقایسه با نمونه‌برداری معمولی تعداد نمونه مورد نیاز جهت نمونه‌گیری از شته سبز پنبه (*Aphis gossypii* Glover) را در مزارع پنبه گرگان ۷۹ تا ۹۳ درصد کاهش داده است (۱). استفاده از این مدل‌ها در تعیین تراکم *Heliothis* sp. در مزارع پنبه، تعداد نمونه لازم را ۴۵ تا ۵۳ درصد کاهش داده است که کاهش این تعداد نمونه فقط ۴ تا ۹ درصد از دقت نمونه‌برداری کاسته است (۳۲).

با توجه به اینکه در مدیریت تلفیقی آفات کاهش هزینه‌های مدیریتی از اصول اساسی و توصیه شده می‌باشد، بنابراین استفاده از مدل‌های نمونه‌گیری دنباله‌ای با دقت ثابت به خاطر کاهش معنی‌دار تعداد نمونه و بالا بودن میزان دقت، نقش مهمی در پیش‌آگاهی جمعیت آفات دارد. در خصوص

Archive of SID

www.SID.ir

پیش‌آگاهی جمعیت سن مادر *E. integriceps* در مزارع گندم دیم که هدف از انجام این تحقیق بوده است، استفاده از کادر مربع ۰/۲۵ متر مربع، نقش بسیار مهمی در بالا بردن دقت نمونه برداری ها و در نتیجه پیش‌آگاهی علمی سن گندم در مزارع گندم دیم دارد.

سپاسگزاری

از آقای دکتر محمد محیسنی و آقایان محمد غلامی، امید غلامی، احمد گودرزی و پسرم پیمان به خاطر هم فکری و همکاری در انجام نمونه برداری ها تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

۱. افشاری، ع. ق. ۱۳۸۴. مطالعه دینامیسم جمعیت وارزیابی خسارت شته سبز پنبه *Aphis gossypii* Glover در مزارع پنبه منطقه گرگان. رساله دکتری تخصصی رشته حشره‌شناسی کشاورزی، دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز. ۳۸۱ ص.

۲. بغدادچی، م. ح. ۱۳۷۱. مسائل اجرایی و وضعیت فعلی مبارزه با سن غلات در ایران. گزارش کنفرانس سن گندم، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران. صص ۷۹-۷۶.

۳. بی‌نام. ۱۳۸۷. برنامه تولید محصولات زراعی استان لرستان در سال زراعی ۸۶-۸۷، سازمان جهاد کشاورزی لرستان. معاونت فنی و اجرایی- مدیریت زراعت. انتشارات سازمان جهاد کشاورزی لرستان.

۴. بی‌نام. ۱۳۸۷. وضعیت مبارزه با سن‌های غلات.گزارش اداره حفظ نباتات استان لرستان. انتشارات سازمان جهاد کشاورزی لرستان.

۵. بی‌نام. ۱۳۸۷. گزارش سازمان حفظ نباتات کشور در مورد وضعیت مبارزه با سن غلات در کشور. انتشارت سازمان حفظ نباتات کشور.

۶. بهرامی، ن.، رجبی. غ.، رضابیگی. م و کمالی، ک. ۱۳۸۱. بررسی سطح زیان اقتصادی سن گندم در مزارع گندم دیم استان کرمانشاه. مجله آفات و بیماری های گیاهی، جلد۷۰، شماره ۲، صص ۲۹-۴۴.

۷. رجبی، غ. ۱۳۷۲. علل بنیادی گسترش و طغیان سن گندم در سال‌های اخیر. انتشارات مؤسسه تحقیقات آفات و بیماریهای گیاهی، ۳۳ ص.

۸. رجبی، غ. ۱۳۸۶. مهار بنیادی سن گندم بر اساس ریشه‌یابی طغیان‌ها و گسترش آفت در ایران. انتشارات سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، ۱۵۷ ص.

Archive of SID

www.SID.ir

۹. عبدالهی، غ. ۱۳۸۳. رهیافتی تحلیلی بر مدیریت سن گندم در ایران. نشر آموزش کشاورزی، ۲۴۲ ص.

۱۰. محیسنی، ع.، سلیمان‌نژادیان، ا.، رجبی، غ.، مصدق، م س و پیرهادی، ا. ۱۳۸۶. نمونه‌گیری دنباله‌ای جمعیت سن مادر (Het.:Scutelleridae) *Eurygaster integriceps* در مزارع گندم دیم شهرستان بروجرد. *نامه انجمن حشره‌شناسی ایران*. جلد ۲۷، شماره ۲، صص ۴۳-۵۹.

۱۱. مردوخی، و. و حیدری، و. م. ۱۳۷۱. بررسی تغییرات تراکم جمعیت و خسارت سن معمولی در مزارع گندم دیم استان کردستان، *مجله آفات و بیماریهای گیاهی* جلد ۶۰ شماره های ۱ و ۲ صص ۳۱-۴۱.

۱۲. معین‌نمینی، س. ۱۳۷۸. گزارش عملیات مبارزه علیه سن غلات کشور در سال‌های ۱۳۷۷-۱۳۷۸ و تحلیلی بر آن. انتشارات سازمان حفظ نباتات، ۳۱ ص.

۱۳. معین‌نمینی، س.، صحراگرد، ا. و امیرمعافی، م. ۱۳۷۹ . نمونه‌برداری دنباله ای برای تعیین سطح جمعیت سن گندم (*Eurygaster integriceps* Put.) در منطقه ورامین. خلاصه مقالات چهاردهمین کنگرهٔ گیاه پزشکی ایران. دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۴-۱۷ شهریور ۱۳۷۹، ص۱۰.

۱۴. نوری، ح.، نوری‌قنبلانی، ق.، عبداللهی، غ.، آزمایش فرد، پ و رضابیگی، م. ۱۳۸۱. محاسبه سطح زیان اقتصادی حشرات کامل سن گندم *Eurygaster integriceps* Put.(Het: Scutelleridae) در منطقه قزوین. ضمیمه خلاصه مقالات پانزدهمین کنگره گیاهپزشکی ایران. دانشگاه رازی کرمانشاه، ص ۲۸.

15. Barrigossi, J.A.F., Hein, G.L., and Higley, L.G. 2003. Economic Injury Level and Sequential Sampling Plans for Mexican Bean Beetle (Coleoptera: Coccinellidae) on Dry Beans. Journal of Economic Entomolgy, 96(4):1160-1167.

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

17. Elliott, N.C., Gilles, K.L., Royer, T.A., Kindler, S.D., Tao, F.L., Jones, D.B., and Cuperus, G.W. 2003. Fixed Precision Sequential Sampling Plans for Greenbug and Bird Cherry-Oat Aphid (Homoptera: Aphididae) in Winter Wheat. Journal of Economic Entomolgy, 96(5): 1585-1593.

18. 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 Entomolgy, 85(3): 830-837.

19. Green, R.H. 1970. On fixed precision sequential sampling. Research on Population Ecology, 12: 249-251.

Archive of SID

www.SID.ir

20. Hsu, J.C., Horng. S.B., and Wu, W.J. 2001. Spatial Distribution and Sampling of Aulacaspis yabunikkei (Homoptera: Diaspididae) in Camphor Trees. Plant Protection Bulletin, 43: 69-81.

21. Javahery, M. 1995. A technical reviw of Sunn pest. FAO, Regional office for the Near East, 80 p.

22. Kogan, M., and Herzog. D.C. 1980. Sampling Methods in Soybean Entomology. New Yourk, Springer-Verlag, 587 p.

23. Kuno, E. 1969. A new method of sequential sampling to obtain population estimates with a fixed level of precision. Research on Population Ecology, 11: 127-136.

24. Meikle, W.G., Holst, N., Degbey, P., and Oussou, R. 2000. Evaluation of Sequential Sampling Plans for the Larger Grain Borer (Coleoptera: Bostrichidae) and the Maize Weevil (Coleoptera: Curculionidae) and of Visual Grain Assessment in West Africa . Journal of Economic Entomolgy, 93(6): 1822-1831.

25. Miller, R.H., and Morse, J.G. 1996. Sunn pest and their control in the Near East. FAO, plant production and protection paper, 138: 165 p.

26. Naranjo, S.E., and Hatchison, W.D. 1997. Validation of arthropod sampling plans using a resampling approach: Software and analysis. American Entomologist, 43: 48-47.

27. 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.

28. Parker, B.L., Costa, S.D., Skinner, M., and Bouhssini. M. El. 2002. Samplimg Sunn Pest (Eurygaster integriceps Put.) in overwintering sites in Northern Syria. Turkish Journal of Agricultural Forestry, 26: 109-117.

29. 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.

30. Pedigo, L.P. 1994. Introduction to Sampling Arthropod Population. In: Pedigo, L.P. and Buntin G.D. (eds.)., Handbook of Sampling Methods for Arthropods in Agriculture. CRC Boca Raton., FL., pp: 1-11.

31. Pedigo, L.P., and Zeiss, M.R. 1996. Analyses in Insect Ecology and Management. Iowa State University Press/Ames, 168 p.

32. Pieters, E.P., and Sterling, W.L. 1975. Sequential sampling cotton squares damaged by boll weevils or *Heliothis* spp. In the costal bend of Texas. Journal of Economic Entomology, 68: 543-545.

33. Radchenko, Y. 1978. Some particulars of the control of the noxious pentatomid. Zash. Rast, (12): 22 (In Russian).

Archive of SID

www.SID.ir

34. Rasmusson, D.C. 1985. Barly. Madison Publishers, Wisconsin, 522 p.

35. Ruesink, W.G. 1980. Introduction to sampling theory. In: Kogan, M., Herzog, D, C. (eds), Sampling Methods in Soybean Entomology. New Yourk, Springer-Verlag, pp: 61-78.

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

37. Seber, G.A.F. 1973. The Estimation of Animal Abundance and related parameters. Charles Griffin & Company Limited, 506 p.

38. Southwood, T.R.E. 1978. Ecological Methods, with practicular reference to the study of insect populations. 2nd ed .Chapman & Hall, London, 524 p.

39. 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.

40. Wang, K., and Shipp, J.L. 2001. Sequential Sampling Plans for Western Flower Thrips (Thysanoptera: Thripidae) on Greenhouse Cucumbers Journal of Economic Entomology, 94(2): 479-585.

41. Young, J.L., and Young, J.H. 1998. Statistical Ecology .Kluwer Academic Publishers Boston, 565 p.

Archive of SID

www.SID.ir