

پراکنش فضایی شته‌ی کوچک گردو (*Chromaphis juglandicola* (Kaltenbach) (Homop.,

Aphididae) در باغ‌های گردوی استان آذربایجان شرقی

حسین مهدوی^۱، شهزاد ایرانی پور^{۲*}، علی مهرور^۳ و رقیه کریم زاده^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد حشره شناسی کشاورزی، گروه گیاه پزشکی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز.

۲- به ترتیب استاد و استادیار گروه گیاه‌پزشکی دانشگاه تبریز.

۳- دانشیار گروه گیاه‌پزشکی دانشگاه شهیدمدنی آذربایجان.

*مسئول مکاتبه: shiranipour@tabrizu.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۹۴/۲/۹

تاریخ دریافت: ۹۳/۸/۱۵

چکیده

شته‌ی کوچک گردو، *Chromaphis juglandicola* (Kaltenb)، آفت درختان گردو در بسیاری از مناطق می‌باشد. نوسانات جمعیت و توزیع فضایی آن در سال ۱۳۹۱ در باغات گردوی مقان در استان آذربایجان شرقی با نمونه- برداری‌های هفتگی بررسی شد. نمونه‌برداری به مدت شش ماه از اوایل اردیبهشت تا اواخر آبان ماه انجام گرفت. کلیه مراحل زیستی شته جداگانه روی ۱۲۸ کلاستر برگ به دست آمده از هشت درخت گردو شمارش گردیدند. انحراف داده‌های حاصل از شمارش، از توزیع پواسن (تصادفی) و دوجمله‌ای منفی (تجمعی) با استفاده از آزمون کای اسکوئر پیروسون مطالعه شد. آزمون‌های نکویی برازش بدون در نظر گرفتن مراحل زیستی با جمعیت کل انجام شد. شاخص- های تجمع و قانون توان تیلور نیز برای تشخیص الگوی پراکنش مورد استفاده قرار گرفتند. از ۲۰ اردیبهشت ماه تا ۲۰ مردادماه در همه‌ی نمونه‌ها تنها با دو استثنا، داده‌ها فقط با توزیع دوجمله‌ای منفی برازش یافتند. پس از آن، جمعیت نزول ناگهانی نشان داد که در نتیجه، تا اواخر شهریور ماه با توزیع تصادفی برازش یافت. افزایش نسبی جمعیت در اواخر فصل موجب شد که پراکنش جمعیت باردیگر به حالت تجمعی نزدیک شود. نتیجه آن‌که کلنیزاسیون شته گردو به طور تصادفی آغاز می‌شود، تجمع پشت سر "تولیدمثل درجای" ماده‌ها صورت می‌گیرد و در نهایت، به- دنبال فروپاشی کپه‌ها باردیگر پراکنش جمعیت به حالت تصادفی برمی‌گردد. با از سر گرفته شدن تولیدمثل پاییزی، یک بار دیگر تجمع رخ می‌دهد. قانون توان تیلور نیز تجمعی برخوردار از شیب ۱/۵۵ را نشان داد.

واژه‌های کلیدی: پراکنش فضایی، شته، گردو.

مقدمه

که منشاء پالئارکتیک^۱ دارد (نویرسکی و همکاران ۱۹۸۳). این شته در سطوح زیرین برگ‌های میزبان فعالیت می‌کند و در اوایل فصل، با جمعیت بیش از ۱۵ عدد در هر برگ می‌تواند کیفیت و عملکرد گردو را کاهش دهد (ون دن بوش و همکاران ۱۹۷۹، استرنده ۲۰۰۳، کلی کلارک، ۲۰۱۱). همچنین تولید مقادیر زیادی عسلک روی سطح فوقانی برگ‌های گردو باعث رشد

شته‌ی کوچک گردو، *Chromaphis juglandicola* (Kaltenbach) (Hem., Aphididae) آفت مهم گردوی ایرانی (*Juglans regia* L.) می‌باشد که در تمام مناطق کشت گردوی ایران مشاهده شده است (بهداد ۱۳۷۰). گونه‌ای هولوسایکلک و تک‌میزبانه است

^۱Palaearctic

متداول‌ترین انواع پراکنش فضایی در دنیای موجودات زنده عبارتند از: پراکنش تصادفی^۱، پراکنش تجمعی یا کپه‌ای^۲، پراکنش هندسی^۳ و پراکنش یکنواخت^۴. در پراکنش تصادفی، هر نقطه از محیط زیست، با احتمالی مساوی توسط افراد یک موجود زنده مورد اشغال قرار می‌گیرد. این پراکنش از آن جهت تصادفی نامیده می‌شود که حرکت هر فرد، کاملاً مستقل از حرکت افراد دیگر است. الگوی ریاضی تبیین کننده این نوع پراکنش، توزیع پواسن^۵ می‌باشد که در آن، واریانس و میانگین با یکدیگر برابرند. پراکنش تصادفی تنها یک پارامتر دارد و این پارامتر λ است. این پارامتر هم‌زمان، هم نماینده‌ی واریانس و هم نماینده‌ی میانگین جمعیت است. احتمال مشاهده x عدد حشره در هر واحد نمونه‌برداری در این الگوی پراکنشی از رابطه‌ی $P(x) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!}$ یا $P(x) = \frac{\lambda}{x} P(x-1)$ برآورد می‌شود (سات‌وود و هندرسن، ۲۰۰۰).

تعریف کلی پراکنش تجمعی این است که حضور یک فرد از حشره‌ی مورد نظر، احتمال حضور فرد دیگری از همان حشره را در همان نقطه و یا نزدیک به آن افزایش می‌دهد (رجبی ۱۳۸۷). تیلور (۱۹۸۴) ضمن بررسی منابع متعدد به این نتیجه رسید که این نوع پراکنش رایج‌ترین الگوی پراکنش فضایی در دنیای حشرات زیان آور است که با الگوی ریاضی دوجمله‌ای منفی^۶ تبیین می‌شود و دو پارامتر دارد، پارامتر اول K و پارامتر دوم μ است، که K پارامتر تجمع یا شاخص کپه‌ای بودن جمعیت است و μ همان میانگین است. افزایش K به معنای کاهش تراکم کپه‌ها و کاهش آن به معنای افزایش تراکم کپه‌ها می‌باشد. فرمول کلی برای

قارچ دوده یا فوماژین، کاهش فتوسنتز، خزان زودرس برگ‌ها و افزایش آفتاب سوختگی میوه‌ها می‌شود (شلتن و دیویس ۱۹۹۴، کلی کلارک ۲۰۱۱، میلز و همکاران ۲۰۱۱). تخم‌های زمستان‌گذران این شته، اواسط بهار تفریح می‌شوند (استرند ۲۰۰۳) و ماده‌های بال‌دار بکرزا را به وجود می‌آورند. این شته‌ها در طول فصول بهار و تابستان به صورت بکرزایی تولیدمثل می‌کنند و معمولاً بعد از هشت الی ۱۱ نسل، افراد جنسی‌زا و شته‌های نر و ماده تولید می‌شوند که جفت‌گیری کرده، به روش دوجنسی تولیدمثل می‌کنند. تخم‌ریزی معمولاً روی پوست ساقه‌ها، فلس‌های جوانه‌ها و زخم برگ‌های خزان‌کرده (دم‌برگ) انجام می‌گیرد (کلی کلارک ۲۰۱۱).

نحوه‌ی پراکنش و الگوی توزیع فضایی جمعیت حشرات کاربرد زیادی در مدیریت آفات و اکولوژی کاربردی دارد. نوع پراکنش جمعیت‌ها علاوه بر آن‌که نوع برنامه نمونه‌برداری و روش تجزیه و تحلیل داده‌های جمعیتی را تحت تأثیر قرار می‌دهد، بلکه ممکن است در تخمین جمعیت‌ها نیز کاربرد داشته باشد (سات‌وود و هندرسن ۲۰۰۰). همچنین این عامل در بررسی‌های اکولوژیکی، اطلاعات مهمی را در مورد زیست‌شناسی رفتاری حشرات فراهم می‌سازد که نتیجه‌ی اثرات متقابل بین افراد گونه و محیط زیست آن‌ها می‌باشد (تسای و همکاران ۲۰۰۰). امروزه آنالیز الگوهای توزیع فضایی، به‌عنوان یکی از پایه‌های ضروری مطالعه‌ی جمعیت حشرات محسوب می‌شود و نتایج این نوع بررسی‌ها، اطلاعات اولیه را برای تفسیر ساختارهای فضایی و طراحی انواع برنامه‌های نمونه‌برداری جهت تخمین جمعیت و مدیریت آن‌ها فراهم می‌سازد (کونو ۱۹۹۱، چو و همکاران ۱۹۹۵، تسای و همکاران ۲۰۰۰). از دیگر جنبه‌های کاربردی الگوی توزیع فضایی می‌توان به کاربرد آن در مدل‌سازی اشاره کرد (یانگ و یانگ ۱۹۹۸).

¹Random

²Contagious=Clumped

³Geometric

⁴Regular=Uniform

⁵Poisson

⁶Negative binomial

سه الگوی پراکنشی تجمعی، تصادفی و یکنواخت استوار است (پدیگو و باننن، ۱۹۹۴). هدف اصلی این تحقیق، تعیین پراکنش فضایی شته‌ی گردو و تغییرات فصلی آن همراه با تغییر پارامترهای جمعیت بود. الگوی پراکنش، نظم و ترتیبی است که طبق آن افراد یک جمعیت در محیط قرار می‌گیرند. شناخت دقیق واکنش بین افراد جمعیت در شرایط مزرعه دشوار است ولی گاهی با پی بردن به نحوه‌ی پراکنش موجود، می‌توان به برخی از صفات زیستی آن گونه و دلیل تغییرات ایجاد شده در تراکم جمعیت پی برد. الگوی پراکنش جمعیت (موقعیت افراد در محیط زندگی) تحت شرایط متفاوت، تاریخچه‌ی مطلوبی از تولدها، مرگ‌ها و حرکات (جابه‌جایی) را نشان می‌دهد. دانستن نحوه‌ی پراکنش باعث فهم بهتر روابط حشره و محیط زیست آن شده، اطلاعات پایه را برای تفسیر تغییرات فضایی یا مکانی مدیریت آفت و مدل‌های رشد جمعیت فراهم می‌کند.

مواد و روش‌ها

مکان، زمان و روش نمونه برداری

این مطالعه در باغ گردویی به وسعت یک هکتار واقع در منطقه ممقان (۴۵ درجه و ۵۸ دقیقه‌ی طول شرقی و ۳۷ درجه و ۵۰ دقیقه‌ی عرض شمالی) از بخش‌های شهرستان آذرشهر، که یکی از مناطق مهم گردوکاری استان آذربایجان شرقی می‌باشد، انجام گرفت.

برای انجام نمونه‌برداری، هشت درخت گردو به صورت تصادفی (با رسم یک خط S یا Z شکل) از باغ مذکور انتخاب شدند. نمونه‌برداری در سال ۹۱ از زمان شروع فعالیت شته‌های گردو در منطقه (اردیبهشت ماه) شروع شد و تا زمان توقف فعالیت این شته‌ها (اواسط آبان ماه) ادامه یافت. در ابتدا تمرکزی روی هیچ‌یک از دو گونه شته‌ی کوچک *Chromaphis juglandicola* و شته‌ی بزرگ *Pallaphis juglandis* وجود نداشت،

محاسبه احتمال وقوع صفر در نمونه‌برداری‌ها $P(0) = \left(\frac{K}{\mu+K}\right)^k$ و برای احتمال وقوع سایر شمارش‌ها $P(x) = \left(\frac{\mu}{\mu+K}\right)^x \left(\frac{K}{\mu+K}\right) p(x-1)$ می‌باشد (ساتوود و هندرسن، ۲۰۰۰).

پراکنش هندسی در واقع حالت ویژه‌ای از پراکنش تجمعی است که در آن K (شاخص تجمع حشره در محیط) برابر با یک است و μ تنها پارامتر این نوع پراکنش می‌باشد. در این الگوی پراکنش، محاسبات به مراتب راحت‌تر از پراکنش تجمعی است و فرمول کلی به صورت $P(x) = \left(\frac{\mu}{\mu+1}\right)^x p(x-1)$ می‌باشد (رجبی ۱۳۸۷). این نوع پراکنش، محتمل‌ترین پراکنش برای موجوداتی است که حرکتی آزاد دارند و در محیطی همگن و یکنواخت به سر می‌برند (ویلسن و همکاران ۱۹۸۷).

در پراکنش یکنواخت، واریانس کمتر از میانگین است و این خود یکی از شیوه‌های پی بردن به یکنواختی پراکنش است. برای تشریح بیشتر الگوی پراکنش دو جمله‌ای یا یکنواخت، مدل کلی به صورت $P(x) = \binom{n}{x} p^x q^{n-x}$ است که در هر دو مدل فوق الذکر، $P(0)=q$ می‌باشد که $q=1-p$ خواهد بود. در دنیای حشرات پراکنش یک-نواخت نادر است (رجبی ۱۳۸۷).

پس از انجام محاسبات در تمام الگوهای پراکنش، برای پی بردن به نوع پراکنش از آزمون‌های نکویی برازش استفاده می‌گردد که دو آزمون بسیار معروف و معتبر که به واقعیت‌ها نزدیک‌ترند، آزمون مربع کای پیرسون^۱ و آزمون نسبت احتمال^۲ می‌باشند (یانگ و یانگ، ۱۳۸۷). از دید اکولوژیست‌ها، الگوهای پراکنشی بسیارند و روابط ریاضی متنوعی برای بیان آن‌ها به کار رفته است، ولی اساس آن‌ها نیز بر محور

^۱Pearson's Chi-Square test

^۲Likelihood ratio test

ولی در ادامه فصل با توجه به نادر بودن فراوانی شسته بزرگ، بررسی روی شته‌ی کوچک گردو متمرکز شد. شناسایی شته با استفاده از کلید بلکمن و ایستاپ (۲۰۰۰) انجام شد. نمونه‌ها از ارتفاع‌های مختلف تاج درخت (ارتفاع پایین حدود دو متر و ارتفاع بالا حدود چهار تا پنج متر)، جهات مختلف آن و دو قسمت رأس و بن شاخه برداشته شدند. هر نمونه شامل یک کلاستر پنج تایی برگ بود که کلیه‌ی مراحل زیستی شته درجا و جداگانه شمارش و ثبت شدند. بدین ترتیب، در هر نوبت نمونه‌برداری از هر درخت ۱۶ نمونه و در کل ۱۲۸ نمونه برداشته شد. نمونه‌برداری‌ها هر هفته یک بار تا آخر فصل انجام شدند. برای نمونه‌برداری از قسمت‌های رأس شاخه در ارتفاعات بالا از یک میله چوبی دراز به طول دو متر استفاده شد که در انتها چنگکی به آن متصل شده بود. انتهای شاخه‌های مورد نظر با چنگک گرفته شده و آهسته به طرف پایین کشیده می‌شد. در اغلب درختان از نردبان فلزی نیز استفاده شد و شمارش‌ها به صورت درجا انجام گرفت. مراحل زیستی شته (سنین مختلف پورگی و حشرات کامل بال‌دار) به صورت جداگانه ثبت شدند، ولی به دلایلی که اشاره خواهد شد، برای مجموع مراحل یک داده در هر نوبت وارد محاسبه شد. در مجموع، ۳۰ نوبت نمونه‌برداری انجام شد. نمونه‌برداری‌ها در زمان معین و در ساعات خاصی از روز (حدود ساعت ۱۶ الی ۲۱) انجام شدند.

تجزیه داده‌ها

تجزیه‌ی داده‌ها برای تاریخ‌های مختلف به صورت جداگانه، برای مجموع تمام مراحل انجام شد. بایستی خاطرنشان کرد که تجزیه‌ی داده‌ها به تفکیک مراحل به دو دلیل انجام نگرفت. نخست این‌که جمع افراد سنین مختلف مستقل از هم صورت نمی‌پذیرد و از زادوولد ماده‌های ساکن در یک مکان در طول زمان حادث می‌شود. بنابراین تفکیک آن‌ها موجب جدا تلقی

شدن کپه‌هایی می‌شود که در اصل یکی هستند. به علاوه چنین تفکیکی موجب تغییر پارامترهای جمعیت (میانگین و واریانس) می‌شود که به نوبه‌ی خود با تغییر شاخص‌های تجمع، موجب برآورد نادرست نوع پراکنش و پارامترهای آن می‌شود. مضافاً احتمال وقوع هر دو نوع خطای نوع اول و دوم برآوردها نیز به دلیل کاهش اندازه‌ی نمونه افزایش می‌یابد. برای تعیین نوع پراکنش فضایی شته، از دو روش استفاده شد. یکی شاخص‌های تجمع محاسبه شدند و دوم از آزمون نکویی برازش داده‌های مشاهده شده با داده‌های مورد انتظار از توزیع دوجمله‌ای منفی (پراکنش جمععی) و پواسن (پراکنش تصادفی) استفاده شد. از جمله‌ی پارامترهای برآورد شده می‌توان به میانگین، واریانس، شاخص تجمع (k)، شاخص نسبت واریانس به میانگین (ID)، شاخص تجمع دیوید و مور (IDM)، میانگین ازدحام لوید (X^*)، شاخص ازدحام لکه‌ای (I_p)، شاخص الگوی پراکنش (C_x)، شاخص پراکنش مورسیستا (I_δ)، شاخص کپه‌ای بودن میانگین (c) و احتمالات متمم دوجمله‌ای منفی q و p اشاره کرد (سات‌وود و هندرسن ۲۰۰۰). در این میان، شاخص تجمع k از مهم‌ترین پارامترهای توزیع دوجمله‌ای منفی محسوب می‌شود. برای تعیین این پارامتر که ارتباط بین واریانس میانگین جمعیت را نیز بیان می‌کند، از دو روش استفاده شد. در روش اول از معادله‌ی $k = \frac{\bar{x}^2}{s^2 - \bar{x}}$ استفاده گردید که در آن \bar{x} و s^2 به ترتیب میانگین و واریانس جمعیت براساس نمونه‌های برداشت شده می‌باشند (سات‌وود و هندرسن ۲۰۰۰). در این روش واریانس و میانگین نمونه با فرمول‌های رایج محاسبه شدند. در روش دوم، k در دو طرف معادله $N \ln \left(1 + \frac{\bar{x}}{k} \right) = \sum \left(\frac{Ax}{k+x} \right)$ با روش بیشینه‌ی درست‌نمایی با آزمون و خطا طوری محاسبه گردید که تساوی برقرار گردد. در این معادله \ln همان لگاریتم طبیعی بر پایه $e = 2.71828$ ، N تعداد نمونه‌ها، \bar{x} میانگین جمعیت و A_x مجموع فراوانی‌های مشاهده

شاخص فشردگی کپه‌ها (c) با فرمول $c = \frac{\pi\lambda}{n} \sum X_i^2$ به دست آمد که در واقع برای تخمین میزان انحراف از پراکنش تصادفی به کار می‌رود. از پارامترهای دیگر می‌توان به q و p اشاره کرد که با تعیین p از رابطه‌ی $p = \frac{c}{1+c}$ ($c = \frac{K}{\mu}$)، محاسبه‌ی q به آسانی از $q=1-p$ به دست آمد. پس از تخمین این پارامترها، احتمال وقوع مشاهدات ۰، ۱، ۲، ... در جامعه‌ای با توزیع جمع‌ی و پارامترهای k و μ معلوم به شرح زیر محاسبه گردید:

$P(0) = p^k$ پس از محاسبه احتمال وقوع صفر در مشاهدات از رابطه‌ی فوق، احتمال وقوع سایر مشاهدات دوجمله‌ای منفی (پراکنش جمع‌ی) از رابطه $P_x = \left(\frac{k+x-1}{x}\right) P_{(x-1)}$ به دست آمد. به طور مشابه در توزیع پواسن (پراکنش تصادفی)، احتمال صفر از $e^{-\lambda}$ و احتمال مشاهدات بعدی از $P_x = \frac{\lambda}{x} P_{(x-1)}$ محاسبه شد. فراوانی مورد انتظار یک نمونه‌ی ۱۲۸ تایی از $F_{(x)} = 128P_{(x)}$ حساب شد و با توجه به فراوانی خیلی اندک نمونه‌ها در تاریخ‌هایی که میانگین و پراکنندگی داده‌ها خیلی زیاد بود (و در نتیجه فراوانی تمام مشاهدات کوچک‌تر از پنج بود که موجب اریب آماره‌ی χ^2 می‌شد)، ناگزیر از کلاس‌بندی داده‌ها با ادغام آن‌ها تا حصول ۸۰ درصد نمونه‌های بالای پنج استفاده شد. سپس این داده‌ها با داده‌های مشاهده‌شده (که برای همان ردیف داده‌ها ادغام شده بودند) مقایسه و آماره کای اسکور با استفاده از رابطه $\chi^2 = \sum \left(\frac{O-E}{E}\right)^2$ محاسبه شد. در این معادله، O حرف اول واژه - Observed (نمایانگر داده‌های مشاهده شده) و E حرف اول واژه Expected (نمایانگر داده‌های مورد انتظار) می‌باشد. درجه‌ی آزادی هر آزمون با توجه به تعداد کلاس‌ها و پارامترهای توزیع مورد بررسی تعیین شد که برای توزیع پواسن k-2 و توزیع دو جمله‌ای منفی k-3 بود که k تعداد کلاس‌ها را نشان می‌دهد (رجبی ۱۳۸۷).

شده‌ی واحدهایی است که بیش از x فرد دارند. مقادیر کوچک k نشان دهنده پراکنش جمع‌ی و مقادیر بزرگ آن نشان دهنده پراکنش تصادفی می‌باشند. شاخص‌های دیگر تجمع با استفاده از روابط زیر محاسبه شدند (سات‌وود و هندرسن ۲۰۰۰):

I_D یا شاخص پراکنندگی در واقع تعیین کننده شاخص پراکنش براساس جدول مربع کای پیرسون با n-1 درجه آزادی می‌باشد و معادله آن به صورت $I_D = \frac{(n-1)s^2}{\bar{x}}$ می‌باشد.

I_{DM} یا شاخص تجمع دیوید و مور که معادله آن به صورت $I_{DM} = \left(\frac{S^2}{\bar{x}}\right) - 1$ می‌باشد. در پراکنش تصادفی نسبت واریانس به میانگین برابر یک است و با کسر یک از این نسبت شاخصی بر مبنای صفر به دست می‌آید که مقدار آن در پراکنش جمع‌ی و یکنواخت به ترتیب مثبت و منفی خواهد شد.

x^* میانگین ازدحام لوید که معادله آن به صورت $x^* = \bar{x} + \frac{S^2}{\bar{x}} - 1$ است و I_p شاخص ازدحام لکه‌ای که معادله آن به صورت $I_p = \frac{x^*}{\bar{x}}$ می‌باشد که افزایش تجمع به صورت افزایش در میزان I_p منعکس خواهد شد. در این معادله الگوی پراکنش بر اساس روابط زیر به دست می‌آید. اگر $I_p < 1$ پراکنش یکنواخت، $I_p = 1$ پراکنش تصادفی و $I_p > 1$ پراکنش جمع‌ی محسوب می‌گردد.

C_x یا شاخص گرین با فرمول $C_x = \frac{\left(\frac{s^2}{\bar{x}}\right) - 1}{n-1}$ محاسبه می‌شود که اگر مقدار این شاخص منفی باشد توزیع یکنواخت، صفر تصادفی و مثبت جمع‌ی خواهد بود.

I_δ یا شاخص پراکنش مورسیتا که معادله آن به صورت $I_\delta = n \frac{\sum Xi(Xi-1)}{N(N-1)}$ و مبنای قضاوت عدد یک می‌باشد، به طوری که $I_\delta < 1$ پراکنش یکنواخت، $I_\delta = 1$ تصادفی و $I_\delta > 1$ جمع‌ی خواهد بود.

دوجمله‌ای منفی وجود نداشت و انحراف نسبت به توزیع پواسن نیز غیرمعنی‌دار بود. در تاریخ ۹۱/۶/۳۰ نیز انحراف از هیچ‌یک از دو توزیع آماری معنی‌دار نبود. از ۹۱/۷/۷ تا ۹۱/۸/۳ نیز در تمام تاریخ‌ها به جز ۹۱/۷/۱۴ انحراف از هر دو توزیع معنی‌دار ولی انحراف از توزیع پواسن شدیدتر بود. در دو نمونه‌ی آخر فراوانی به قدری پایین بود که بررسی برازش داده‌ها با هیچ‌یک از دو توزیع مذکور میسر نشد. می‌توان نتیجه گرفت که در اوایل فصل وقتی جمعیت شته‌ی کوچک گردو پایین است پراکنش حالت تصادفی داشته و با افزایش آن حالت تجمعی به خود گرفته است و دوباره با گذشت فصل و کاهش دوباره جمعیت، پراکنش از حالت تجمعی به تصادفی تغییر یافته و بار دیگر در آخر فصل که افزایش رخ داده است، از حالت تصادفی فاصله گرفته است. بنابراین می‌توان گفت، آلودگی اولیه توسط شته‌های زمستان‌گذران به صورت تصادفی صورت می‌گیرد، اما زادوولد شته در مکانی که فرود آمده، باعث افزایش جمعیت در نقاط استقرار آن‌ها و تشکیل کپه و در نتیجه افزایش واریانس شده است. چون زاد و ولد شته در یک نقطه صورت می‌گیرد، منجر به وقوع تجمع می‌شود که این موضوع در آخر فصل نیز تکرار شده است. کاهش جمعیت نیز باعث از بین رفتن کپه‌ها و نزدیک شدن پراکنش به حالت تصادفی شده است.

برای تعیین نوع پراکنش، شاخص‌های تجمع نیز محاسبه شدند. بر اساس این محاسبات، تجمعی بودن پراکنش جمعیت شته‌ی کوچک گردو در اغلب نوبت‌های نمونه‌گیری (به جز تاریخ‌های ۹۱/۵/۵، ۹۱/۵/۲۵، ۹۱/۶/۲ و ۹۱/۶/۱۶) نیز محرز بود. شاخص‌های تجمع I_8 (شاخص تجمع موریستا)، I_p (شاخص ازدحام لکه-ای)، C_x (شاخص گرین)، I_{DM} (شاخص تجمع دیوید و مور) در تاریخ‌های مذکور حالت پراکنش یکنواخت جمعیت را نشان می‌دهند. در این چهار نوبت نمونه‌گیری، مقدار واریانس بر میانگین نیز کمتر از یک بوده

در نهایت، از قانون توان تیلور^۱ برای تجمیع اطلاعات تمام نوبت‌های نمونه‌برداری و دست یافتن به یک الگوی پراکنش کلی که بیانگر تمام تاریخ‌های نمونه‌برداری (جمعیت‌های صفر تا اوج) باشد، استفاده شد. بر این مبنا رابطه‌ی بین میانگین \bar{x} و واریانس S^2 نمونه‌های مختلف با استفاده از رابطه‌ی لگاریتمی $\log S^2 = \log a + b \log \bar{x}$ بررسی گردید که a و b پارامترهای مدل می‌باشند که برای داده‌های تمام نمونه‌ها از کمترین مربعات رگرسیون خطی برآورد گردید. کلیه‌ی محاسبات و رسم نمودارها در محیط Excel انجام گرفت.

نتایج

پراکنش فضایی شته‌ی کوچک گردو

به طوری که از جدول‌های ۱ و ۲ استنباط می‌گردد، در اولین نمونه‌گیری (۹۱/۲/۷) بررسی توزیع فضایی به علت جمعیت پایین مقدر نشد. در دومین نمونه‌گیری نیز برازش فقط با پواسن قابل بررسی بود که آن هم تفاوت غیرمعنی‌دار حاصل شد که نمایانگر پراکنش تصادفی می‌باشد. از مورخ ۹۱/۲/۲۱ تا ۹۱/۴/۱۴ در کلیه‌ی نمونه‌ها انحراف از توزیع پواسن وجود داشت و برعکس، در این تاریخ‌ها و نمونه‌های بعدی تا ۹۱/۵/۱۹ به استثنای دو نمونه‌ی متعلق به تاریخ‌های ۹۱/۳/۲۵ و ۹۱/۴/۱۴ انحرافی نسبت به توزیع دوجمله‌ای منفی مشاهده نشد. قابل ذکر است که در نمونه‌ی ۹۱/۴/۱۴ انحراف از هر دو توزیع دوجمله‌ای منفی و پواسن معنی‌دار بود. از تاریخ ۹۱/۴/۲۲ تا ۹۱/۶/۲۳ (به مدت دو ماه) با کاهش جمعیت، نوع پراکنش از حالت تجمعی به تصادفی تغییر یافت. البته در نمونه‌های متعلق به مورخه ۹۱/۴/۲۲ تا ۹۱/۵/۱۹ پراکنش از هیچ‌یک از دو توزیع آماری مذکور معنی‌دار نبود و از ۹۱/۵/۲۵ تا ۹۱/۶/۲۳ نیز به دلیل کاهش بیش از حد جمعیت، امکان بررسی برازش داده‌ها با توزیع

^۱Taylor's power law

بررسی گردید. نتایج نشان دهنده یک افزایش خطی واریانس با میانگین در مقیاس لگاریتمی با شیب خط ۱/۵۵ است که دلیلی بر تجمع می‌باشد (شکل ۱).

و مقدار عددی k نیز در حالت اول منفی و در حالت دوم به یک عدد بزرگ (بی‌نهایت) میل می‌کند که نشانگر عدم پراکنش جمعی شته می‌باشد (جدول ۳).
رابطه‌ی بین واریانس و میانگین نمونه‌های همه تاریخ‌های نمونه‌گیری با استفاده از قانون تیلور

جدول ۱- انحراف داده‌های حاصل از شمارش مجموع مراحل زیستی شته‌ی کوچک گردو از توزیع دو جمله‌ای منفی در باغات گردوی ممقان آذرشهر در سال ۱۳۹۱.

نوبت نمونه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
تاریخ نمونه	۹۱/۲/۷	۹۱/۲/۱۴	۹۱/۲/۲۱	۹۱/۲/۲۸	۹۱/۳/۳	۹۱/۳/۸	۹۱/۳/۱۲	۹۱/۳/۱۹	۹۱/۳/۲۵	۹۱/۴/۱
آماره آزمون	-	-	۴/۸۸	۱۴/۸۶	۱۲/۴۸	۱۶/۱۶	۵/۱۲	۱۰/۹۵	۳۹/۰۰	۴/۶۳
مقدار بحرانی	-	-	۵/۹۹	۲۱/۰۲	۱۹/۶۷	۱۸/۳۰	۱۸/۳۰	۱۸/۳۰	۲۳/۶۸	۱۶/۹۱
P-value	-	-	۰/۰۸۷	۰/۲۴۸	۰/۳۲۸	۰/۰۹۴	۰/۸۸۳	۰/۳۶۱	۳/۶×۱۰ ^{-۴}	۰/۸۶۵
معنی داری	-	-	ns	Ns	ns	Ns	ns	Ns	**	ns

ادامه جدول ۱:

نوبت نمونه	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰
تاریخ نمونه	۹۱/۴/۶	۹۱/۴/۱۴	۹۱/۴/۲۲	۹۱/۴/۳۰	۹۱/۵/۵	۹۱/۵/۱۲	۹۱/۵/۱۹	۹۱/۵/۲۵	۹۱/۶/۲	۹۱/۶/۹
آماره آزمون	۱۱/۳۵	۳۹/۹۶	۲/۸۸	۲/۹۶	۱/۲۱	۲/۲۰	۰/۷۳۱	-	-	-
مقدار بحرانی	۱۴/۰۶	۱۹/۶۷	۱۲/۵۹	۷/۸۱	۳/۸۴	۳/۸۴	۳/۸۴	-	-	-
P-value	۰/۱۲۴	۳/۶×۱۰ ^{-۵}	۰/۸۲۳	۰/۳۹۷	۰/۲۷۰	۰/۱۳۷	۰/۳۹۲	-	-	-
معنی داری	ns	**	ns	Ns	ns	ns	ns	-	-	-

ادامه جدول ۱:

نوبت نمونه	۲۱	۲۲	۲۳	۲۴	۲۵	۲۶	۲۷	۲۸	۲۹	۳۰
تاریخ نمونه	۹۱/۶/۱۶	۹۱/۶/۲۳	۹۱/۶/۳۰	۹۱/۷/۷	۹۱/۷/۱۴	۹۱/۷/۲۰	۹۱/۷/۲۷	۹۱/۸/۳	۹۱/۸/۱۳	۹۱/۸/۲۰
آماره آزمون	-	-	۰/۱۳۵	۴/۹۳	۹/۶۰	۱۳/۵۷	۷/۸۲	۱۳/۲۰	-	-
مقدار بحرانی	-	-	۳/۸۴	۳/۸۴	۱۱/۰۷	۹/۴۸	۷/۸۱	۳/۸۴	-	-
P-value	-	-	۰/۷۱۲	۰/۰۲۶	۰/۰۸۷	۰/۰۰۸	۰/۰۴۹	۲/۸×۱۰ ^{-۴}	-	-
معنی داری	-	-	ns	*	ns	**	*	**	-	-

ns، *، و ** به ترتیب غیرمعنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱.

جدول ۲- انحراف داده‌های حاصل از شمارش مجموع مراحل زیستی شته‌ی کوچک گردو از توزیع پواسن در باغات گردوی بمقان
آذرشهر در سال ۱۳۹۱.

نوبت نمونه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
تاریخ نمونه	۹۱/۲/۷	۹۱/۲/۱۴	۹۱/۲/۲۱	۹۱/۲/۲۸	۹۱/۳/۳	۹۱/۳/۸	۹۱/۳/۱۲	۹۱/۳/۱۹	۹۱/۳/۲۵	۹۱/۴/۱
آماره آزمون	-	۰/۲۳۷	۹/۹۷	۷۴۸/۵	۱۶۳۷	۸۴۵/۹	۱۸۸۶	۱۸۶۹	۱۳۱۵	۵۷۵/۲
مقدار بحرانی	-	۳/۸۴	۵/۹۹	۱۹/۶۷	۱۲/۵۹	۱۲/۵۹	۱۲/۵۹	۱۱/۰۷	۱۵/۵۱	۱۲/۵۹
P-value	-	۰/۶۲۶	۰/۰۰۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
معنی داری	-	ns	**	**	**	**	**	**	**	**

ادامه جدول ۲:

نوبت نمونه	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰
تاریخ نمونه	۹۱/۴/۶	۹۱/۴/۱۴	۹۱/۴/۲۲	۹۱/۴/۳۰	۹۱/۵/۵	۹۱/۵/۱۲	۹۱/۵/۱۹	۹۱/۵/۲۵	۹۱/۶/۲	۹۱/۶/۹
آماره آزمون	۱۲۵۴	۳۷/۳۸	۱۰/۵۱	۴/۸۶	۱/۷۰	۲/۹۲	۱/۱۸	۰/۴۹۷	۰/۰۱۰	۰/۲۳۷
مقدار بحرانی	۷/۸۱	۱۶/۹۱	۱۲/۵۹	۹/۴۸	۵/۹۹	۵/۹۹	۳/۸۴	۳/۸۴	۳/۸۴	۳/۸۴
P-value	۰	$۲/۲ \times ۱۰^{-۵}$	۰/۱۰۴	۰/۳۰۲	۰/۴۲۷	۰/۲۳۲	۰/۲۷۷	۰/۴۸۰	۰/۹۲۰	۰/۶۲۶
معنی داری	**	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

ادامه جدول ۲:

نوبت نمونه	۲۱	۲۲	۲۳	۲۴	۲۵	۲۶	۲۷	۲۸	۲۹	۳۰
تاریخ نمونه	۹۱/۶/۱۶	۹۱/۶/۲۳	۹۱/۶/۳۰	۹۱/۷/۷	۹۱/۷/۱۴	۹۱/۷/۲۰	۹۱/۷/۲۷	۹۱/۸/۳	۹۱/۸/۱۳	۹۱/۸/۲۰
آماره آزمون	۰/۰۱۷	۰/۲۴۴	۰/۳۷۵	۸/۴۱	۸۳/۷۱	۸۳/۴۶	۳۵/۲۴	۲۲/۷۳	-	-
مقدار بحرانی	۳/۸۴	۳/۸۴	۵/۹۹	۵/۹۹	۱۱/۰۷	۹/۴۸	۷/۸۱	۵/۹۹	-	-
P-value	۰/۸۹۳	۰/۶۲۱	۰/۸۲۸	۰/۰۱۴	۰	۰	۰	۱×۱۰^{-۵}	-	-
معنی داری	ns	ns	ns	*	**	**	**	**	-	-

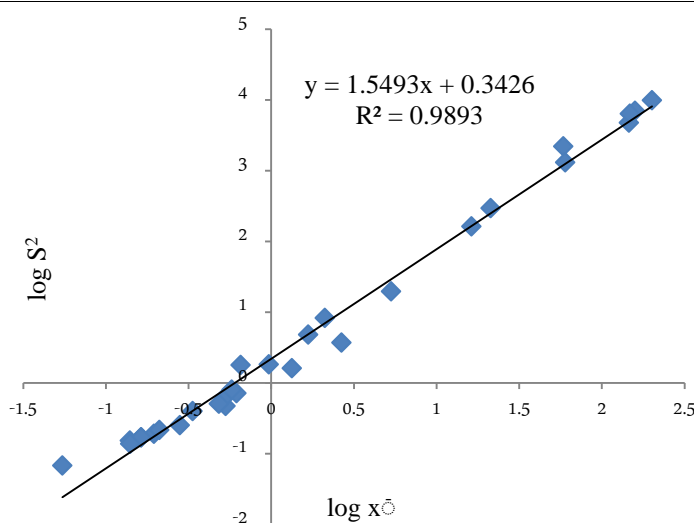
ns، *، و ** به ترتیب غیرمعنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱.

جدول ۳- شاخص‌های تجمع محاسبه شده در تاریخ‌های نمونه‌گیری جمعیت شته‌ی کوچک گردو در باغات گردوی ممقان آذرشهر در سال ۱۳۹۱.

نوبت نمونه										شاخص
۹۱/۴/۱	۹۱/۳/۲۵	۹۱/۳/۱۹	۹۱/۳/۱۲	۹۱/۳/۸	۹۱/۳/۳	۹۱/۲/۲۸	۹۱/۲/۲۱	۹۱/۲/۱۴	۹۱/۲/۷	
۱۸۹۶۵	۲۰۳۳۶	۱۸۷۴۹	۲۵۷۵۱	۷۶۹۷	۷۴۹۵	۲۷۲۵	۸۴	۲۱	۱۸	مجموع
۱۴۸/۱۶	۱۵۸/۸۷	۱۴۶/۴۷	۲۰۱/۱۷	۶۰/۱۳۲	۵۸/۵۵	۲۱/۲۸۹	۰/۶۵۶	۰/۱۶۴	۰/۱۴۰	میانگین
۶۳۳۹/۷	۶۹۶۴/۳	۴۷۷۲/۱	۹۸۹۱/۲	۱۳۰۲/۵۰	۲۲۰۴/۰	۲۹۵/۳۰	۱/۷۸۶	۰/۱۶۹	۰/۱۵۳	واریانس
۷۹/۶۲۲	۸۳/۴۵۲	۶۹/۰۸۰	۹۹/۴۵۴	۳۶/۰۹۰	۴۶/۹۴۷	۱۷/۱۸۴	۱/۳۳۶	۰/۴۱۱	۰/۳۹۱	انحراف معیار
۰/۵۳۷۳	۰/۵۲۵۲	۰/۴۷۱۶	۰/۴۹۴۳	۰/۶۰۰۱	۰/۸۰۱۷	۰/۸۰۷۲	۲/۰۳۶	۲/۵۱۱	۲/۷۸۴	ضریب تغییرات
۳/۵۴۵۵	۳/۷۰۸۹	۴/۶۳۸۳	۴/۱۷۶۷	۲/۹۱۰۵	۱/۵۹۸۰	۱/۶۵۳۹	۰/۳۸۱	۴/۷۵۶	۱/۵۶۰	K (روش اول)
∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	۰/۶۹۹	۱/۹۸۴	۱/۴۶۶	K (روش دوم)
۴۲/۷۸۸	۴۳/۸۳۵	۳۲/۵۷۹	۴۹/۱۶۶	۲۱/۶۶۰۵	۳۷/۶۴۰	۱۳/۸۷۱	۲/۷۲۲	۱/۰۳۴	۱/۰۹۰	S ² /mean
۴۱/۷۸۸	۴۲/۸۳۵	۳۱/۵۷۹	۴۸/۱۶۶	۲۰/۶۶۰۵	۳۶/۶۴۰	۱۲/۸۷۱	۱/۷۲۲	۰/۰۳۴	۰/۰۹۰	I _{DM}
۵۴۳۴/۱	۵۵۶۷/۰	۴۱۳۷/۶	۶۲۴۴/۰	۲۷۵۰/۸۸	۴۷۸۰/۳	۱۷۶۱/۶۷	۳۴۵/۷	۱۳۱/۳	۱۳۸/۴	I _D
۰/۳۲۹۰	۰/۳۳۷۲	۰/۲۴۸۶	۰/۳۷۹۲	۰/۱۶۲۶	۰/۲۸۸۵	۰/۱۰۱۳	۰/۰۱۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	C _x
۱۸۹/۹۵	۲۰۱/۷۱	۱۷۸/۰۵	۲۴۹/۳۴	۸۰/۷۹۳۳	۹۵/۱۹۵	۳۴/۱۶۰	۲/۳۷۸	۰/۱۹۸	۰/۲۳۰	x*
۱/۲۸۲۰	۱/۲۶۹۶	۱/۲۱۵۵	۱/۲۳۹۴	۱/۳۴۳۵	۱/۶۲۵۷	۱/۶۰۶۴	۳/۶۲۴	۱/۲۱۰	۱/۶۴۰	I _p
۱/۲۷۹۷	۱/۲۶۷۰	۱/۲۱۳۶	۱/۲۳۶۷	۱/۳۴۰۸	۱/۶۲۰۸	۱/۶۰۰۰	۳/۶۳۵	۱/۴۳۴	۱/۶۷۳	I _δ
۳۹۵	۴۵۶	۳۵۶	۵۱۰	۱۵۱	۲۴۶	۹۰	۱۱	۲	۲	بیشینه
۲۰	۴۱	۳۰	۴۶	۷	۶	۱	۰	۰	۰	کمینه
۰/۰۲۳۹	۰/۰۲۳۳	۰/۰۳۱۶	۰/۰۲۰۷	۰/۰۴۸۴	۰/۰۲۷۲	۰/۰۷۷۶	۱/۰۶۵	۲۸/۹۸	۱۱/۰۹	c
۰/۰۴۷۸	۰/۰۴۶۶	۰/۰۶۳۳	۰/۰۴۱۵	۰/۰۹۶۸	۰/۰۵۴۵	۰/۱۵۵۳	۰/۵۱۵	۰/۹۶۶	۰/۹۱۷	p
۰/۹۵۲۱	۰/۹۵۳۳	۰/۹۳۶۶	۰/۹۵۸۴	۰/۹۰۳۱	۰/۹۴۵۴	۰/۸۴۴۶	۰/۴۸۴	۰/۰۳۳	۰/۰۸۲	q
نوبت نمونه										شاخص
۹۱/۶/۹	۹۱/۶/۲	۹۱/۵/۲۵	۹۱/۵/۱۹	۹۱/۵/۱۲	۹۱/۵/۵	۹۱/۴/۳۰	۹۱/۴/۲۲	۹۱/۴/۱۴	۹۱/۴/۶	
۲۱	۲۵	۳۶	۴۳	۶۸	۶۸	۱۷۱	۳۴۲	۶۸۱	۲۰۹۱	مجموع
۰/۱۶۴۰	۰/۱۹۵۳	۰/۲۸۱۲	۰/۳۳۵۹	۰/۵۳۱۲	۰/۵۳۱۲	۱/۳۳۵۹	۲/۶۷۱۸	۵/۳۲۰۳	۱۶/۳۳۵	میانگین
۰/۱۶۹۷	۰/۱۸۹۸	۰/۲۵۰۹	۰/۳۹۸۰	۰/۶۴۴۶	۰/۴۷۱۴	۱/۶۱۰۶	۳/۶۸۶۷	۱۹/۶۶۸	۱۶۳/۰۴	واریانس
۰/۴۱۱۹	۰/۴۳۵۷	۰/۵۰۰۹	۰/۶۳۰۹	۰/۸۰۲۹	۰/۶۸۶۶	۱/۲۶۹۱	۱/۹۲۰۰	۴/۴۳۴۸	۱۲/۷۶۸	انحراف معیار
۲/۵۱۱۰	۲/۲۳۱۱	۱/۷۸۱۲	۱/۸۷۸۱	۱/۵۱۱۳	۱/۲۹۲۴	۰/۹۴۹۹	۰/۷۱۸۶	۰/۸۳۳۵	۱/۷۸۱۶	ضریب تغییرات
۴/۷۵۶۰	-۷/۰۴	-۲/۶۱۳	۱/۸۱۶۳	۲/۴۸۸۰	-۴/۷۲۰	۶/۴۹۶۳	۷/۰۳۴۱	۱/۹۷۲۸	۱/۸۱۹۰	K (روش اول)
۵/۴۴۵۵	∞	∞	۱/۸۳۵۸	۳/۰۹۸۶	∞	۶/۲۰۷۸	۶/۷۲۵۹	۳/۷۷۶۴	∞	K (روش دوم)
۱/۰۳۴۴	۰/۹۷۲۲	۰/۸۹۲۳	۱/۱۸۴۹	۱/۲۱۳۵	۰/۸۸۷۴	۱/۲۰۵۶	۱/۳۷۹۸	۳/۶۹۶۸	۹/۹۸۰۶	S ² /mean
۰/۰۳۴۴	-۰/۰۲۷	-۰/۱۰۷	۰/۱۸۴۹	۰/۲۱۳۵	-۰/۱۱۲	۰/۲۰۵۶	۰/۳۷۹۸	۲/۶۹۶۸	۸/۹۸۰۶	I _{DM}
۱۳۱/۳۸	۱۲۳/۴۸	۱۱۳/۳۳	۱۵۰/۴۸	۱۵۴/۱۱	۱۱۲/۷۰	۱۵۳/۱۱	۱۷۵/۲۳	۴۶۹/۴۹	۱۲۶۷/۵	I _D
۰/۰۰۰۲	-۰/۰۰۰	-۰/۰۰۰	۰/۰۰۱۴	۰/۰۰۱۶	-۰/۰۰۰	۰/۰۰۱۶	۰/۰۰۲۹	۰/۰۲۱۲	۰/۰۷۰۷	C _x
۰/۱۹۸۵	۰/۱۶۷۵	۰/۱۷۳۶	۰/۵۲۰۸	۰/۷۴۴۷	۰/۴۱۸۶	۱/۵۴۱۵	۳/۰۵۱۷	۸/۰۱۷۱	۲۵/۳۱۶	x*
۱/۲۱۰۲	۰/۸۵۸۰	۰/۶۱۷۳	۱/۵۵۰۵	۱/۴۰۱۹	۰/۷۸۸۱	۱/۱۵۳۹	۱/۱۴۲۶	۱/۵۰۶۸	۱/۵۴۹۷	I _p
۱/۲۱۹۰	۰/۸۵۲۳	۰/۶۰۹۵	۱/۵۵۹۲	۱/۴۰۴۷	۰/۷۸۶۶	۱/۱۵۳۶	۱/۱۴۱۴	۱/۵۰۳۶	۱/۵۴۵۷	I _δ
۲	۲	۲	۳	۴	۳	۶	۹	۳۹	۶۴	بیشینه
.	.	.	.	.	.	.	.	.	۱	کمینه
۲۸/۹۸۹	-۳۶/۰۷	-۹/۲۹۲	۵/۴۰۶۹	۴/۶۸۳۲	-۸/۸۸۴	۴/۸۶۲۷	۲/۶۳۲۶	۰/۳۷۰۸	۰/۱۱۱۳	c
۰/۹۶۶۶	-	-	۰/۸۴۳۹	۰/۸۲۴۰	-	۰/۸۲۹۴	۰/۷۲۴۷	۰/۷۴۱۶	۰/۲۲۲۷	p
۰/۰۳۳۳	-	-	۰/۱۵۶۰	۰/۱۷۵۹	-	۰/۱۷۰۵	۰/۲۷۵۲	۰/۲۵۸۳	۰/۷۷۷۲	q

ادامه جدول ۳-

نوبت نمونه / شاخص		۹۱/۸/۲۰	۹۱/۸/۱۳	۹۱/۸/۴	۹۱/۷/۲۷	۹۱/۷/۲۰	۹۱/۷/۱۴	۹۱/۷/۷	۹۱/۶/۳۰	۹۱/۶/۲۳	۹۱/۶/۱۶
مجموع		۰	۷	۷۴	۱۲۴	۲۱۵	۲۷۱	۷۹	۶۲	۲۷	۱۸
میانگین		۰/۰۵۴۶	۰/۰۵۷۸۱	۰/۰۹۶۸۷	۱/۶۷۹۶	۲/۱۱۷۱	۰/۶۱۷۱	۰/۴۸۴۳	۰/۲۱۰۹	۰/۱۴۰۶	
واریانس		۰/۰۶۷۸	۰/۷۹۶۹	۱/۸۲۵۷	۴/۸۰۲۱	۸/۲۱۴۵	۰/۷۱۰۵	۰/۵۰۳۶	۰/۲۱۴۹	۰/۱۳۷۵	
انحراف معیار		۰/۲۶۰۴	۰/۸۹۲۷	۱/۳۵۱۱	۲/۱۹۱۳	۲/۸۶۶۰	۰/۸۴۲۹	۰/۷۰۹۷	۰/۴۶۳۶	۰/۳۷۰۸	
ضریب تغییرات		۴/۷۶۳۱	۱/۵۴۴۲	۱/۳۹۴۸	۱/۳۰۴۶	۱/۳۵۳۷	۱/۳۶۵۷	۱/۴۶۵۲	۲/۱۹۸۱	۲/۶۳۷۳	
K (روش اول)		۰/۲۲۷۱	۱/۵۲۷۰	۱/۰۹۵۰	۰/۰۹۳۶	۰/۷۳۵۱	۴/۰۷۹۲	۱۲/۱۴۶	۱۰/۹۵۹	-۶/۴۲۹۳	
K (روش دوم)		۰/۱۹۲۵	۰/۹۴۷۷	۰/۸۱۶۸	۰/۷۵۶۲	۰/۹۵۴۴	۳/۹۹۵۹	۱۳/۶۴۸۳	۱۵/۹۲۶۱	∞	
S ² /mean		۱/۲۴۰۷	۱/۳۷۸۵	۱/۸۸۴۶	۲/۸۵۸۹	۳/۸۷۹۹	۱/۱۵۱۳	۱/۰۳۹۸	۱/۰۱۹۲	۰/۹۷۸۱	
I _{DM}		۰/۲۴۰۷	۰/۳۷۸۵	۰/۸۸۴۶	۱/۸۵۸۹	۲/۸۷۹۹	۰/۱۵۱۳	۰/۰۳۹۸	۰/۰۱۹۲	-۰/۰۲۱۸	
I _D		۱۵۷/۵۷	۱۷۵/۰۸	۲۳۹/۳۵	۳۶۳/۰۸	۴۹۲/۷۴	۱۴۶/۲۱	۱۳۲/۰۶	۱۲۹/۴۴	۱۲۴/۲۲	
C _x		۰/۰۰۱۸	۰/۰۰۲۹	۰/۰۰۶۹	۰/۰۱۴۶	۰/۰۲۲۶	۰/۰۰۱۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	-۰/۰۰۰۱	
x*		۰/۲۹۵۴	۰/۹۵۶۷	۱/۸۵۳۴	۳/۵۳۸۶	۴/۹۹۷۱	۰/۷۸۸۴	۰/۵۲۴۲	۰/۲۳۰۱	۰/۱۱۸۷	
I _p		۵/۴۰۱۷	۱/۶۵۴۸	۱/۹۱۳۲	۲/۱۰۶۷	۲/۳۶۰۲	۱/۲۴۵۱	۱/۰۸۲۳	۱/۰۹۱۲	۰/۸۴۴۴	
I _δ		۶/۰۹۵۲	۱/۶۵۸۶	۱/۹۱۳۴	۲/۱۰۳۱	۲/۳۵۴۶	۱/۲۴۶۳	۱/۰۸۳۰	۱/۰۹۴۰	۰/۸۳۶۶	
بیشینه		۲	۳	۶	۱۲	۱۸	۳	۳	۲	۲	
کمینه		۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	
c		۴/۱۵۴۲	۲/۶۴۱۳	۱/۱۳۰۳	۰/۵۳۷۹	۰/۳۴۷۲	۶/۶۰۹۳	۲۵/۰۷۶	۵۱/۹۵۴	-۴۵/۷۲	
p		۰/۸۰۵۹	۰/۷۲۵۳	۰/۵۳۰۵	۰/۳۴۹۷	۰/۲۵۷۷	۰/۸۶۸۵	۰/۹۶۱۶	۰/۹۸۱۱	-	
q		۰/۱۹۴۰	۰/۲۷۴۶	۰/۴۶۹۴	۰/۶۵۰۲	۰/۷۴۲۲	۰/۱۳۱۴	۰/۰۳۸۳	۰/۰۱۸۸	-	



شکل ۱- رابطه‌ی میانگین با واریانس جمعیت شته‌ی کوچک گردو براساس قانون توان تیلور، به‌دست آمده از داده‌های حاصل از نمونه-گیری‌های سال ۱۳۹۱ در باغات گردوی ممقان.

بحث

این شته گزارش شده است. در واقع در اغلب مطالعات انجام یافته روی شته‌ها، گزارش‌ها حاکی از جمعیتی بودن پراکنش جمعیت گونه‌های مختلف بوده است که از آن جمله می‌توان به بررسی‌های انجام یافته روی چهار گونه‌ی شته‌ی غلات (*Diuraphis noxia* (Mordvilko) *Metopolophium dirhoclum* (Walker), *Sitobion avenae* (Fabricius), *Schizaphis graminum* (Rondani) در گندم بهاره، در جنوب غربی آیداهو اشاره کرد که با استفاده از قانون توان تیلور در تمامی آن‌ها پراکنش جمعیتی گزارش گردید، با این حال، الگوی پراکنش *Diuraphis noxia* به‌طور معنی‌داری بیش از سه گونه‌ی دیگر حالت جمعیتی داشت. همچنین تفاوتی در بین شته‌ها از لحاظ تجمع در سال‌های مختلف یافت نشد (فنگ و نویرسکی ۱۹۹۲). در یک بررسی دیگر برای تعیین پراکنش فضایی شته‌ی *Schizaphis graminum* (Rondani) و *Sitobion avenae* (F.) در منطقه‌ی گرگان، شاخص‌های پراکنش و مدل‌های توزیع فضایی حاکی از جمعیتی بودن پراکنش جمعیت شته‌ها روی خوشه‌ها و برآزش آن‌ها با توزیع دوجمله‌ای منفی در بسیاری از مقاطع فصل زراعی بود و در این بررسی، شته‌های بالغ بال‌دار در مقایسه با سایر مراحل، تمایل بیشتری برای پراکنش تصادفی از خود نشان دادند (افشاری و دسترنج ۱۳۸۸). بررسی‌هایی که با قانون توان تیلور روی پراکنش فضایی شته‌ها انجام گرفته است، نشان می‌دهد که غالباً شیب خط این مدل در مورد شته‌ها بین یک و دو می‌باشد (دیکسن ۱۹۸۵) که با یافته‌های این تحقیق هم‌خوانی دارد. شاید یکی از دلایل جمعیتی بودن جمعیت شته‌ها به زیست‌شناسی و رفتار آن‌ها مربوط باشد. شته‌ها حشراتی کم تحرک می‌باشند که بنیانگذاران اولیه کلنی اکثراً افراد ماده‌ی بکرزای بی‌بال (شجاعی ۱۳۷۵) و کم تحرک هستند که به‌صورت موضعی تولیدمثل نموده و با نرخ رشد بالا (مهدوی و همکاران ۱۳۹۰) و نسل‌های متعدد (استرنده ۲۰۰۳)، به‌سرعت جمعیت خود را افزایش می‌دهند. این

به‌کمک شاخص‌های پراکنش تنها می‌توان جمعیتی یا تصادفی بودن پراکنش را برآورد نمود و تبیین الگوهای دقیق پراکنش فقط به‌کمک مدل‌های ریاضی امکان‌پذیر است. در این بررسی، پراکنش جمعیت شته‌ی کوچک گردو با دو مدل توزیع پواسن و دوجمله‌ای منفی به‌عنوان نمایندگان پراکنش‌های تصادفی و جمعیتی مطابقت داده شد و به‌هنگام استفاده از آزمون مربع کای برای مقایسه فراوانی‌های مشاهده شده و مورد انتظار، در برخی از تاریخ‌های نمونه‌برداری پراکنش جمعیتی با هر دو مدل پواسن و دوجمله‌ای منفی برآزش یافت. برآزش هم‌زمان پراکنش یک جمعیت با دو توزیع پواسن و دوجمله‌ای منفی به‌هنگام استفاده از آزمون مربع کای، توسط برخی از محققین گزارش شده است (شریفی ۱۳۹۱، مالمپالی و ایزاکس ۲۰۰۲). هم‌چنین ممکن است جمعیتی بودن پراکنش یک جمعیت با استفاده از شاخص‌های تجمع تأیید گردد، ولی فراوانی‌های به‌دست آمده برای آن با توزیع دوجمله‌ای منفی مطابقت نداشته باشد که در این صورت ارزیابی برآزش پراکنش جمعیت شته با سایر توزیع‌های جمعیتی مانند توماس^۱، نیمین^۲ موجب قابل استنادتر شدن توصیه‌های ارائه شده در مورد نوع پراکنش فضایی خواهد شد. پراکنش فضایی جمعیتی شته‌ی گردو براساس محاسبات انجام شده که به دو روش محاسبه شاخص‌های تجمع و آزمون نکویی برآزش داده‌های مشاهده شده با داده‌های مورد انتظار از توزیع دوجمله‌ای منفی (جمعیتی) و پواسن (تصادفی) صورت گرفت، نشان داد که پراکنش اغلب به‌صورت جمعیتی بود. در واقع زمانی که افزایش جمعیت رخ داد، پراکنش حالت کپه‌ای یا جمعیتی به خود گرفت و با کاهش جمعیت به حالت تصادفی یا یکنواخت درآمد. در مطالعه نویرسکی و گوتیرز (۱۹۸۶ a, b)، پراکنش جمعیتی در

¹Thomas²Neyman

شیره‌ی گیاهی که موجب کندی نشوونما و تولیدمثل می‌شود (دیکسن ۱۹۸۵) و افزایش دما و کاهش رطوبت که عامل مستقیم تلفات می‌باشند (نویرسکی و گوتیرز ۱۹۸۶ الف)، کپه‌ها از هم پاشیده می‌شوند و پراکنش از حالت جمعی به سمت تصادفی گرایش می‌یابد. پراکنش فضایی جمعیت دشمنان طبیعی شته‌ها نیز مانند خود آن‌ها حالت جمعی نشان می‌دهد. به‌عنوان مثال، نتایج مطالعات انجام شده روی شته‌ی سبز پنبه، *Aphis gossypii* (Glover)، در مزارع پنبه منطقه‌ی گرگان در طول دو سال زراعی ۱۳۸۱ و ۱۳۸۲ با استفاده از شاخص‌های پراکنش و مدل‌های توزیع تصادفی و جمعی نشان داد که پراکنش فضایی اغلب دشمنان طبیعی این شته از نوع جمعی بوده، برآزش آن‌ها با توزیع دو جمله‌ای منفی بیشتر از توزیع پواسن بود (افشاری و همکاران ۱۳۸۶).

فعالیت اکثر حشرات، مانند شته‌ی مورد بررسی در این تحقیق، در اوایل فصل با الگوی پراکنش تصادفی آغاز و با گذشت فصل حالت جمعی به‌خود می‌گیرد، ولی عکس این حالت نیز ممکن است، دیده شود (رجبی ۱۳۸۷) که به‌عنوان مثال، عالی‌پور (۱۳۹۰) در مورد ملخ ایتالیایی ملاحظه نمود که پوره‌های سنین پایین به‌دنبال تفریح دسته تخم‌ها حالت جمعی دارند و به‌تدریج با پیشرفت فصل در سنین بالا به‌حالت تصادفی درمی‌آیند.

امر موجب تشکیل کپه‌های فشرده و تشکیل افراد بال-دار برای مهاجرت به زیستگاه‌های مجاور و در مورد شته‌های دومیزبانه تغییر میزبان می‌شود (دیکسن ۱۹۸۵). به‌طوری‌که کندی و همکاران اشاره کرده‌اند، تجمع شته‌ها تابع عوامل تعیین‌کننده‌ی زمان ترک گیاه میزبان است نه زمان ورود آن‌ها به گیاه میزبان (نقل از دیکسن ۱۹۸۵) و در واقع، شته‌ها کنترل چندانی در فرود آمدن خود به‌جز در نزدیکی گیاه ندارند (دیکسن ۱۹۸۵). نتیجه‌ی چنین امری آن خواهد بود که شروع آلودگی به‌صورت تصادفی اتفاق افتد و چون شیوه‌ی تولیدمثل بکرزایی است و فراخوانی فرومونی وجود ندارد و حتی کیرمون‌های گیاه هم نقش زیادی در جلب و تجمع شته‌ها ندارد (چاپمن و همکاران ۱۹۸۱) و از طرفی تحرک حشره هم پایین است، تجمع از طریق جابه‌جایی فعال صورت نمی‌پذیرد و تنها راه تجمع، تولیدمثل آن‌ها در جایی است که فرود آمده‌اند و تحرک پایین از طرفی موجب می‌شود که نوزادان یک ماده همواره در کنار مادر خود بمانند و موجب ایجاد تجمع شوند. به‌همین دلیل است که زمان ترک گیاه تعیین‌کننده میزان تجمع شته‌ها است (نقل از دیکسن ۱۹۸۵)، زیرا هرچه زمان بیشتری روی گیاه باقی بمانند، کپه‌های بزرگتری تشکیل خواهند داد. با پیشرفت فصل، به‌دلیل عوامل مختلفی مانند ورود دشمنان طبیعی که علاوه بر تلفات مستقیم، منجر به بی‌قراری شته‌ها و ترک گیاه می‌شود (برچ و هینس ۱۹۸۲)، کاهش کیفیت

منابع

- افشاری ع و دسترنج م، ۱۳۸۸. تراکم، پراکنش فضایی و نمونه‌برداری دنباله‌ای شته‌های خوشه گندم در منطقه گرگان. مجله علمی کشاورزی گیاه‌پزشکی، جلد ۳۲، شماره ۲، صفحه‌های ۸۹ تا ۱۰۲.
- افشاری ع، سلیمان‌نژادیان ا و شیشه‌بر پ، ۱۳۸۶. پراکنش فضایی جمعیت دشمنان طبیعی شته‌ی سبز پنبه و مقایسه روش‌های مختلف برآورد آن در مزارع پنبه‌ی منطقه گرگان. نامه‌ی انجمن حشره‌شناسی ایران. جلد ۲۷ شماره ۲، صفحه‌های ۶۱ تا ۷۸.
- بهداد ا، ۱۳۷۰. آفات درختان میوه ایران. مرکز نشر بهمن.

- رجبی غ ر، ۱۳۸۷. اکولوژی حشرات با توجه به شرایط ایران و با تأکید بر نکات کاربردی. انتشارات سازمان ترویج، آموزش و تحقیقات کشاورزی تهران.
- شجاعی م، ۱۳۷۵. حشره‌شناسی، جلد ۲- آنتوزنی، بیولوژی و بیوسنولوژی "آنتوموفاژها". انتشارات دانشگاه تهران.
- شریفی س آ، ۱۳۹۱. استفاده از تله‌های چسبیده زرد رنگ برای تخمین جمعیت خرطوم بلند دم‌برگ چغندر قند *Lixus incanescens* L. (Col., Curculionidae) بر اساس توزیع فضایی حشرات کامل. پایان نامه کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز.
- عالی‌پور م، ۱۳۹۰. پویایی جمعیت گونه غالب ملخ در منطقه خدا آفرین. پایان نامه کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز.
- مهدوی ح، ایرانی‌پور ش، مهرور ع و کریم زاده ر، ۱۳۹۰. جدول زندگی-زادآوری ویژه سنی و جدول زندگی ویژه زمانی شته (*Chromaphis juglandicola* (Kaltenb) (Hem.: Aphididae)). مجله حشره‌شناسی گیاهان زراعی، جلد ۲، شماره ۱، صفحه‌های ۷۵ تا ۸۶.
- Birch MC and Haynes KF, 1982. Insect Pheromones. Edward Arnold Pub., London, UK.
- Blackman, RL and Eastop VF. 2000. Aphids on the World's Crops. An Identification and Information Guide. The Natural Museum London, 466 pp.
- Chapman RF, Bernays EA and Simpson SJ, 1981. Attraction and repulsion of the aphid, *Cavariella aegopodii*, by plant odors. Journal of Chemical Ecology 7: 881-888.
- Cho K, Eckel CS, Walgenbach JF and Kennedy GG, 1995. Spatial distribution and sampling procedures for *Frankliniella* spp. in staked tomato. Journal of Economic Entomology 86(6): 1658-1665.
- Dixon AFG. 1985. Aphid Ecology. Blackie, Glasgow, Scotland.
- Feng MG and Nowierski RM, 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.
- Kelly Clark J, 2011. Pulgon Del Nogal/Walnut Aphid, *Chromaphis juglandicola* Kaltenbach (Hem: Aphididae), http://www.chilenut.com/in_fonut/08-2011/docs/Ficha-Pulgon-Nogal-Junio_2011.pdf. [accessed on 04 December 2012].
- Kuno E, 1991. Sampling and analysis of insect populations. Annual Review of Entomology 36: 285-304.
- Mallampalli N and Isaacs R. 2002. Distribution of egg and larval populations of cranberry fruitworm (Lepidoptera: Pyralidae) and cherry fruitworm (Lepidoptera: Tortricidae) in high bush blueberries. Environmental Entomology 31(5): 852-858.
- Mills NJ, Mac-Hill K, Jones L, van Steenwyk RA, Pickel C and Grant J. 2011. Selective Pesticides and biological control in walnut pest management. http://www.walnutresearch.ucdavis.edu/2011/2011_231.pdf. [Accessed on 04 December 2012]
- Nowierski RM and Gutierrez AP, 1986a. Microhabitat distribution and spatial dispersion of the walnut aphid, *Chromaphis juglandicola*, (Hom. Aphididae) in California. Environmental Entomology 5(3): 555-561.
- Nowierski, RM. and Gutierrez AP. 1986b. Numerical and binomial sampling plans for the walnut aphid, *Chromaphis juglandicola*, (Hom. Aphididae). Journal of Economic Entomology 79(3): 872-868.

- Nowierski RM, Gutierrez AP and Yaninek JS, 1983. Estimation of thermal threshold and age-specific life table parameters for the walnut aphid (Hom., Aphididae) under field condition. *Environmental Entomology* 12(3): 680-686.
- Pedigo LP, and Buntin GD. 1994. *Handbook of Sampling Methods for Arthropods in Agriculture*. CRC Press, Fl, USA.
- Shelton MD and Davis DW, 1994. Navel orange worm (Lepidoptera: Pyralidae) development in sunburned walnuts. *Journal of Economic Entomology* 87(4): 1062-1069.
- Strand LL. 2003. *Integrated Pest Management for Walnuts*. UCNAR Publication.
- Southwood TRE and Henderson PA, 2000. *Ecological Methods*. Blackwell Science Ltd.
- Taylor LR, 1984. Assessing and interpreting the spatial distribution of insect populations. *Annual Review of Entomology* 29: 321-357.
- Tsai JH, Wang JJ and Liu YH, 2000. Sampling of *Diaphorina citri* (Hom.Psyllidae) on orange in southern Florida. *Journal of Florida Entomologist* 83(4): 446-458.
- Young LJ and Young JH, 1988. *Statistical Ecology*, Kluwer Academic, Boston.
- van den Bosch R, Hom R, Matteson P, Frazer BD, Messenger PS and Davis CS, 1979. Biological control of the walnut aphid in California: impact of the parasite, *Trioxys pallidus*. *Hilgardia* 47: 1-13.
- Wilson LJ, Young JH and Folks JL, 1987. A biological application of Bose Einstein statistics. *Communications in Statistics. Theory and Methods* 16: 445-459.

Spatial Distribution of *Chromaphis juglandicola* (Kaltenbach) (Homoptera, Aphididae) in East Azerbaijan Walnut Orchards

H Mahdavi¹, S Iranipour², A Mehrvar³ and R Karimzadeh²

¹M. Sc. Student, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Tabriz branch, Tabriz, Iran.

²Professors and Assistant Professor Respectively, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

³Associate Professor Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran.

Received: 6 Nov 2014

Accepted: 29 Apr 2015

Abstract

Small walnut aphid (SWA), *Chromaphis juglandicola* (Kaltenb), is a pest of walnut trees in many regions. Population fluctuations as well as spatial pattern of distribution of small walnut aphid (SWA) was studied during growing season of 2012 by weekly samplings in Mamaghan walnut orchards, East Azerbaijan, Iran. Sampling program was conducted for about six months from late April to November. All stages of aphid were counted separately on 128 clusters of leaves collected from eight walnut trees. Discrepancy of the sampling data from whether Poisson (random) or negative binomial (aggregation) statistical distributions was investigated by Pearson's Chi square test. Disregarding stages of SWA, goodness of fit tests were carried out with total populations. Contagiousness indices as well as Taylor's power law were also used to distinguish the pattern of distribution. In all samplings from 10 May to 10 August, data fitted to negative binomial distribution only with two exceptions. Afterward population deeply declined and well fitted to random pattern up to 20 September. Relative increase of population in late season leads to a tendency to aggregation once again. As a conclusion, SWA colonization begins as random; aggregation occurs following on site reproduction of females and finally random situation returns following depletion of patches. A second aggregation occurs late in the season when autumnal natality regains. Taylor's power law also showed a clumped pattern with a slope of $b=1.55$.

Keyword: Canopy, Small walnut aphid, Spatial distribution.