

## نوسانات جمعیت و توزیع فضایی گال‌های ایجاد شده توسط شته‌ی گالزای نارون، *Tetraneura ulmi* (Hem.: Pemphigidae) در منطقه میاندوآب، آذربایجان غربی

رؤیا تقی زاده<sup>۱\*</sup>

۱- استادیار، مرکز آموزش عالی شهید باکری میاندوآب، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

\*مسئول مکاتبات: r.taghizadeh@urmia.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۸/۳/۷ تاریخ پذیرش: ۹۸/۷/۲۳

### چکیده

تراکم جمعیت و الگوی توزیع فضایی گال‌های شته‌ی گالزای نارون، *Tetraneura ulmi* (L.) (Hemiptera: Pemphigidae) روی درختان نارون چتری، *Ulmus densa* Litv. در منطقه‌ی میاندوآب، استان آذربایجان غربی طی دو سال زراعی ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ مورد مطالعه قرار گرفت. از هر درخت در هر تاریخ نمونه‌برداری، ۲۰ نمونه در چهار جهت اصلی جغرافیایی که در یک سوم پایینی تاج قرار داشتند، به طور تصادفی انتخاب شد. یک برگ به عنوان واحد نمونه برداری، انتخاب شد. هر نمونه شامل ۲۰۰ برگ جمع‌آوری شده از ۱۰ درخت است. نتایج نشان داد تراکم جمعیت گال‌های آفت در جهت جنوبی درخت به طور معنی‌داری بیشتر از سایر جهات بود. الگوی توزیع فضایی گال‌های آفت بر اساس روش رگرسیون تیلور، شاخص پراکندگی و شاخص میانگین ازدحام لوید، از نوع یکنواخت بود. همچنین بر اساس رگرسیون خطی بین میانگین تراکم گال‌های شته و میانگین دمای روزانه یا رطوبت، رابطه‌ی معنی‌داری مشاهده نشد. همبستگی بین طول و عرض گال با تعداد شته‌ی داخل آن محاسبه شد. نتایج نشان داد همبستگی مثبت و معنی‌داری بین طول و عرض گال با تعداد شته‌ها وجود دارد.

واژه‌های کلیدی: برنامه نمونه‌برداری، گال، *Tetraneura ulmi*، نارون، نوسانات جمعیت.

### مقدمه

خانواده و حدود ۱۲۰ جنس از روی گیاهان مختلف زراعی، باغی و علف‌های هرز و زینتی جمع‌آوری و گزارش شده‌اند (رضوانی ۱۳۸۳). در بین شته‌ها، گونه‌های گال‌زا در اقلیت هستند و حدود کمتر از ۱۰ درصد شته‌های شناخته شده را تشکیل می‌دهند (Blackman and Eastop, 1994). از بین گونه‌های گال‌زا جنس *Tetraneura* از ۳۰ گونه تشکیل شده است. شته‌ی *Tetraneura ulmi* (Linnaeus 1758) با دارا بودن اهمیت فیلوژنی و اقتصادی از خانواده مهم Pemphigidae است (Holman and Pintera, 1977). در بهار اولین گروه از شته‌های مؤسس از تخم‌های گذاشته شده در شکاف پوست درختان تفریح می‌شوند. بعد از تفریح، شته‌ها به روی برگ‌های رشد یافته مهاجرت کرده و ایجاد گال می‌کنند. در داخل گال، شته‌ی بالغ به روش بکرزایی تولید نتاج می‌کند که به شته‌های بالدار تبدیل می‌شوند (Kemiec et al., 2018). این شته‌ها معمولاً از روی گیاهان میزبان اولیه (نارون) به روی ریشه‌ی گیاهان

درختان نارون به دلیل داشتن ظاهری زیبا و سایبانی گسترده به عنوان درختان زینتی و سایه‌دار در فضای سبز اغلب شهرها به کار می‌روند (شجاعی و همکاران ۱۳۸۰). از بین چندین جنس مهم زینتی در خانواده نارون (Ulmaceae)، دو جنس نارون (*Ulmus*) و آزاد (*Zelkova*) به عنوان گونه‌های درختی بسیار مهم در کشور می‌باشند (عراقی و همکاران ۱۳۸۷). این درختان مورد حمله‌ی آفات مختلفی قرار می‌گیرند. تاکنون ۸۶ گونه از حشرات و کنه‌های خسارت‌زای این درختان از ایران گزارش شده است که ۴۱ گونه از آنها از برگ و ۴۵ گونه‌ی دیگر از چوب انواع نارون تغذیه می‌کنند (مدرس اول ۱۳۷۳). در بین آفات، شته‌ها گروه بزرگی از آفات مکنده هستند. این آفات حدود چهارهزار گونه هستند که در سراسر جهان پراکنده شده‌اند. در ایران نیز بر پایه‌ی بررسی‌ها و پژوهش‌هایی که در پنج دهه‌ی گذشته صورت گرفته است بیش از ۴۰۰ گونه متعلق به ده

فصل زراعی می‌باشد. همچنین تأثیر عوامل محیطی روی تغییرات جمعیت گال‌های شته‌ی *T. ulmi* مورد مطالعه قرار گرفت.

#### مواد و روش‌ها

##### منطقه‌ی مورد مطالعه

این پژوهش در ایستگاه تحقیقاتی مرکز آموزش عالی شهید باکری میان‌دوآب به وسعت ۳۵ هکتار انجام شد. از نظر جغرافیایی منطقه بین "۳۴/۶۷۸' ۵۲' ۸۱° تا "۴۳/۶۰۹' ۳۰' ۳۷° عرض شمالی و "۳۹/۲۷۴' ۵۹' ۵۶° تا "۴' ۳۰/۶۸۶' ۵۲° طول شرقی در استان آذربایجان غربی و شهرستان میان‌دوآب واقع شده است. رژیم حرارتی و رطوبتی منطقه به ترتیب مزیک<sup>۱</sup> و زیریک<sup>۲</sup> بوده و به طور متوسط ۱۲۹۰ متر از سطح آزاد دریاها ارتفاع دارد.

##### برنامه‌ی نمونه‌برداری

پژوهش حاضر در منطقه‌ی میان‌دوآب و روی گونه‌ی نارون غالب منطقه، نارون چتری *Ulmus densa* Litv. انجام شد. بعد از نمونه‌برداری اولیه، فاکتور خطای نسبی (RV) به منظور ارزیابی صحت داده‌ها محاسبه شد. تعداد نمونه‌ها در مطالعات نمونه‌برداری، در صورتی‌که مقدار RV کمتر از ۲۵٪ باشد، می‌تواند تعیین شود. فاکتور خطای نسبی و تعداد نمونه‌ها بر طبق روش (Hillhouse and Pitre, 1974) محاسبه شد:

$$RV = \left( \frac{SE}{m} \right) 100 \quad [۱]$$

$$N = \left( \frac{t \times s}{D \times m} \right)^2 \quad [۲]$$

m میانگین داده‌ها و SE خطای معیار داده‌های نمونه-برداری اولیه می‌باشد. N تعداد مناسب نمونه، D حداکثر میزان خطای قابل قبول، t مقدار جدول استیودنت، m میانگین داده‌های نمونه‌برداری اولیه و s انحراف معیار داده‌های نمونه‌برداری اولیه است.

میزبان ثانویه (گیاهان خانواده‌ی گندمیان) مهاجرت می‌کنند. مطالعات نشان داده است که این آفت به چندین گونه‌ی نارون از جمله *Ulmus minor* Mill.، *Ulmus glabra* Huds. در اروپا (Urban, 2003) و *Ulmus davidiana* var. *japonica* در ژاپن (Suzuki et al., 2009) به شدت خسارت وارد می‌کند. همچنین منجر به خسارت قابل ملاحظه‌ای به گیاهان زراعی از جمله ذرت *Zea mays* L. گندم *Triticum aestivum* L.، جو *Oryza sativa* L.، برنج *Avena sativa* L.، *Panicum* spp. و *Hordeum* spp. می‌شود (Urban, 2003). بسیاری از محققین مطالعاتی درباره آفت و گال‌های آن انجام داده‌اند. بررسی‌ها نشان داده که فقط دو نسل شته در گال‌ها رشد می‌کنند (Urban, 2003; Wool, 2004). مطالعات انجام شده توسط Kemic et al. (2018) نشان داد افزایش تعداد گال‌های شته *T. ulmi* عملکرد فتوسنتزی در گیاه را به میزان زیادی کاهش می‌دهد. به طور کلی اعتقاد بر این است که حشرات گال‌زا توانایی کنترل و برنامه ریزی رشد گیاه میزبان از طریق تولید ساختارهای جدید بر اساس ویژگی‌های رفتاری، مکانیکی، شیمیایی و ژنتیکی خود را دارند (Kemic et al., 2018). همچنین این ساختارهای جدید را به عنوان منابع تغذیه و پناهگاه به کار می‌برند (El-Akkad, 2004; Huang et al., 2014). شکل و اندازه‌ی گال‌ها توسط شته‌ی ایجاد کننده، تعیین می‌شود (Alvarez et al., 2013).

الگوی توزیع فضایی شته‌ی خردل *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach) (Akhtar et al., 2010)، شته‌های مزارع گندم (Afshari and Dastranj, 2010) و شته‌ی مومی کلم *Brevicoryne brassicae* (L.) (امینی و مددی ۱۳۹۳) بررسی شده است (Haghani et al., 2004). در مورد تغییرات جمعیت گال‌های شته *T. ulmi*، اطلاعات بسیار اندکی وجود دارد به همین دلیل نیاز است تحقیقات بیشتری در این زمینه صورت گیرد. هدف از انجام این تحقیق، تعیین تراکم جمعیت گال‌های ایجاد شده توسط شته‌ی گالزای نارون، الگوی توزیع فضایی، همبستگی بین طول و عرض گال با تعداد شته‌ی داخل آن طی دو

۱. میانگین درجه حرارت سالیانه بین ۱۵-۸ درجه‌ی سلسیوس می‌باشد.

۲. حالت نیمه خشک تا نیمه مرطوب

فرمول به‌کار رفته در روش رگرسیونی تیلور به صورت زیر می‌باشد: [۳]  

$$\text{Log } S^2 = \log a + b \log m$$
 $S^2$  واریانس نمونه‌ها و  $m$  میانگین نمونه‌ها در هر تاریخ نمونه‌برداری است.  $b$  شیب خط رگرسیون و  $a$  محل تلاقی خط رگرسیون با محور  $Y$  است. اگر  $b=1$  باشد، توزیع از نوع تصادفی و اگر  $b>1$  باشد، توزیع از نوع تجمعی و اگر  $b<1$  باشد، توزیع فضایی از نوع یکنواخت خواهد بود. پس از تعیین مقدار  $b$  و برای اثبات آماری، آزمون  $b=1$  انجام شد.  $t$  محاسبه شده از فرمول زیر به دست آمد:

$$t = (b-1)/SE_b \quad [4]$$

$t$  محاسبه شده با  $t$  جدول با درجه آزادی  $n-2$  و سطح اطمینان ۹۵٪ مقایسه شد. اگر  $t$  محاسبه شده کوچکتر از  $t$  جدول باشد فرض صفر مبنی بر اینکه  $b=1$  پذیرفته شده و الگوی توزیع فضایی تصادفی خواهد بود. در غیر این صورت چنانچه  $b>1$  یا  $b<1$  باشد الگوی توزیع فضایی به ترتیب تجمعی و یکنواخت خواهد بود. در روش رگرسیونی آیواو، فرمول رگرسیون خطی به صورت زیر می‌باشد:

$$m^* = \alpha + \beta m \quad [5]$$

در این روش برای هر تاریخ نمونه‌برداری، یک  $m^*$  محاسبه شد و بین میانگین داده‌ها با  $m^*$  محاسبه شده رابطه‌ی رگرسیونی به دست آمد. شیب خط رگرسیون معیاری برای نشان دادن پراکنش فضایی است. شیب بزرگتر از عدد یک، مساوی یک و کوچکتر از یک، به ترتیب نشان دهنده‌ی تجمعی، تصادفی و یکنواخت بودن الگوی پراکنش حشره است. در این مورد نیز آزمون  $\beta=1$  مشابه روش قبلی انجام گرفت.

در روش استفاده از شاخص پراکنندگی، اگر مقدار  $S^2/m$  بزرگتر از یک باشد، توزیع تجمعی، و چنانچه این مقدار برابر با یک باشد، توزیع تصادفی و اگر کوچکتر از یک باشد، توزیع از نوع یکنواخت خواهد بود. پس از محاسبه نسبت واریانس به میانگین که در آن از تمام داده‌های مربوط به تاریخ‌های مختلف نمونه‌برداری، به صورت یکجا استفاده می‌شود. شاخص پراکنندگی از طریق فرمول زیر محاسبه شد:

یک برگ به عنوان واحد نمونه برداری انتخاب شد. از هر درخت در هر تاریخ نمونه‌برداری، ۲۰ نمونه در چهار جهت اصلی جغرافیایی که در یک سوم پایینی تاج قرار داشتند، به طور تصادفی انتخاب شد. تعداد گال‌ها و شته‌ی *T. ulmi* درون آن از تاریخ ۱۴ اردیبهشت تا ۲۵ خرداد طی دو سال زراعی ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ شمارش شد. در هر جهت اصلی، ۵ نمونه در ۳۰ سانتی‌متری انتهای شاخه‌های هر درخت برداشته شد. نمونه‌برداری در شروع فصل رشد آغاز شده و نمونه‌ها از لحظه اول ظهور تا زمانی که شته‌های بالدار، به طور کامل گال‌ها را ترک کنند، ادامه داشت. یک نمونه شامل ۲۰۰ برگ جمع-آوری شده از ۱۰ درخت بود. نمونه‌برداری‌ها هر هفته یکبار انجام شدند. درختان مورد آزمایش طی این بررسی سمپاشی نشدند. برگ‌ها به طور جداگانه در کیسه‌های پلاستیکی در بسته‌ای قرار داده شده و به آزمایشگاه منتقل شدند. در آزمایشگاه تعداد گال‌های روی برگ‌ها شمارش و ارتفاع و عرض آن‌ها با استفاده از استریومیکروسکوپ اندازه‌گیری و ثبت شد.

#### تغییرات جمعیت گال‌های شته‌ی *T. ulmi* در چهار جهت جغرافیایی

تراکم جمعیت گال‌های شته‌ی *T. ulmi* از ۱۴ اردیبهشت تا ۲۵ خرداد طی دو سال زراعی ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ تعیین شد. آنالیز One-way ANOVA همراه با تست دانکن ( $P \leq 0/05$ ) برای تعیین تفاوت‌های بین میانگین‌ها در چهار جهت اصلی جغرافیایی در هر تاریخ نمونه‌برداری انجام گرفت.

#### تعیین الگوی توزیع فضایی گال‌های شته‌ی *T. ulmi*

تعیین الگوی توزیع فضایی گال‌های آفت از روش‌های رگرسیونی تیلور (Taylor, 1961) و آیواو (Iwao, 1968)، شاخص پراکنندگی ( $I_D$ ) (Patil and Stiteler, 1974) و شاخص میانگین ازدحام لوید ( $x^*$ ) (Lloyd, 1967) انجام شد. برای تعیین الگوی توزیع فضایی گال‌های شته‌ی گال‌زا داده‌های مربوط به هر تاریخ و لگاریتم‌های واریانس و میانگین آن‌ها محاسبه شد.

بین دما ( $^{\circ}\text{C}$ )، رطوبت (RH%) و تراکم جمعیت گال‌های آفت در هر تاریخ نمونه برداری به دست آمد. مقدار بالای  $r$  و  $P \leq 0.05$  بیانگر رابطه‌ی مثبت و معنی‌دار و  $P > 0.05$  بیانگر عدم وجود رابطه‌ی معنی‌دار بودند. داده‌های دما و رطوبت از ایستگاه هواشناسی میاندوآب تهیه گردید. منطقه‌ی مورد مطالعه از ایستگاه هواشناسی شهرستان میاندوآب به طور متوسط ۱/۸ کیلومتر فاصله دارد.

### نتایج و بحث

#### تغییرات جمعیت گال‌های شته‌ی *T. ulmi*

نتایج حاصل از نمونه‌برداری اولیه نشان داد که  $RV$  و تعداد نمونه مورد نیاز برای برنامه نمونه‌برداری با خطای قابل قبول ۲۰٪ برابر با ۱۱/۹۸٪ و ۱۸۳/۸۰ واحد نمونه‌برداری می‌باشد. مقدار  $RV$  در محدوده‌ی قابل قبولی قرار داشت و تعداد نمونه مورد نیاز ۲۰۰ واحد نمونه‌برداری انتخاب شد. گال‌ها و جمعیت شته از اولین نمونه‌برداری که مصادف با ۱۴ اردیبهشت است، روی برگ‌های نارون مشاهده شد. احتمال دارد که شته‌های ماده زودتر از این تاریخ ظاهر شده باشند. نوسانات جمعیت گال‌های شته‌ی *T. ulmi* در شکل ۱ نشان داده شده است.

$$I_D = (n-1) S^2/m \quad [6]$$

که در آن  $S^2$  واریانس و  $m$  میانگین داده هاست. در مرحله‌ی بعد مقدار عددی  $Z$  از طریق فرمول زیر محاسبه شد:

$$Z = \sqrt{2I_D} - \sqrt{(2v-1)} \quad [7]$$

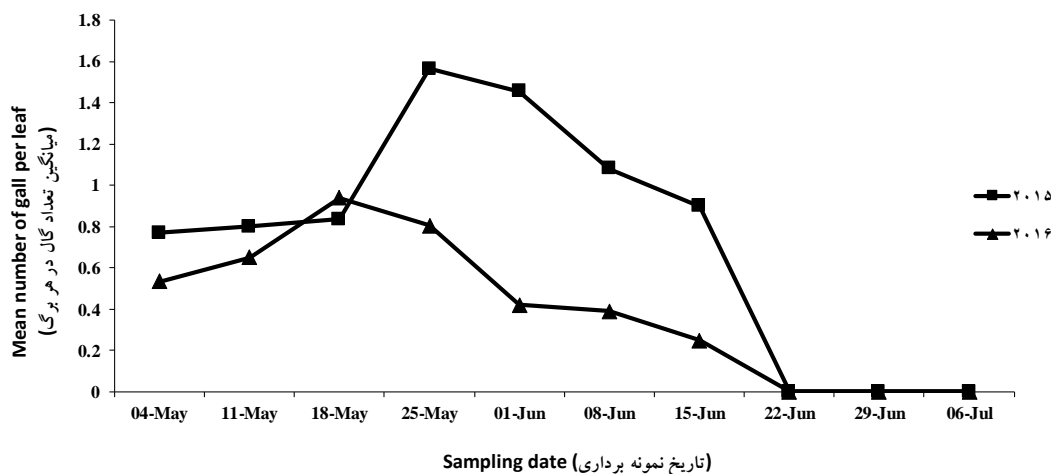
$v$  درجه‌ی آزادی ( $n-1$ ) و  $n$  برابر تعداد نمونه است. هرگاه  $Z$  به دست آمده بین ۱/۹۶ و -۱/۹۶ باشد توزیع تصادفی و اگر بیشتر از ۱/۹۶ باشد توزیع تجمعی و اگر کوچکتر از -۱/۹۶ باشد توزیع یکنواخت خواهد بود. شاخص میانگین ازدحام لوید با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد:

$$x^* = m + S^2 / m - 1 \quad [8]$$

که  $x^*$  شاخص میانگین ازدحام لوید،  $S^2$  واریانس و  $m$  میانگین داده هاست. به عنوان یک شاخص، میانگین ازدحام به شدت وابسته به درجه‌ی انبوهی و تراکم جمعیت است. به منظور حذف اثر تغییرات در تراکم، لوید، نسبت میانگین ازدحام به میانگین داده‌ها را بیان کرد.  $x^*/m=1$  تصادفی،  $>1$  یکنواخت و  $<1$  تجمعی است.

#### تأثیر دما و رطوبت بر تراکم جمعیت گال‌های آفت

به منظور بررسی اثر دو فاکتور محیطی روی تغییرات جمعیت گال‌های شته *T. ulmi* رگرسیون خطی



شکل ۱- نوسانات جمعیت گال‌های شته *T. ulmi* روی برگ‌های نارون در سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵.

Figure 1- Population fluctuations of *T. ulmi* galls on elm leaves in 2015 and 2016

روی جمعیت شته‌ها دارد و موجب کاهش بقاء و تولیدمثل آنها می‌شود. همچنین اگر بیش از یک گال روی برگ وجود داشته باشد، رقابت درون گونه‌ای هم به وجود آمده و جمعیت شته‌ها را کاهش خواهد داد (Larson and Whitham, 1997). در نتیجه باعث کاهش تعداد گال‌های ایجاد شده توسط شته‌ها می‌شود. در این پژوهش روی برگ‌های آسیب دیده، به تعداد ۱ تا ۱۶ عدد گال ثبت شد و برگ‌های با یک عدد گال، بیش‌تر برگ‌های آسیب دیده را به خود اختصاص داده بود. این در حالی است که در جمهوری چک و لهستان این مقدار برابر با ۱۶ و ۸ عدد گال ثبت شده است. با وجود این، بیش‌تر برگ‌ها دارای یک عدد گال بودند (Urban, 2003; Kemiec and Kot, 2007). بنابراین نتایج این پژوهش با یافته‌های آن‌ها مطابقت دارد. در صورت آلودگی شدید درختان نارون به آفت، حداکثر تا ۳۰ عدد گال می‌تواند روی یک برگ ایجاد شود (Rupajis, 1969). عوامل زیادی از جمله تغییرات آب و هوایی، عوامل مهار زیستی و شرایط فیزیولوژیکی گیاه می‌تواند باعث کاهش تراکم جمعیت آفت شود. به این جهت، در این پژوهش، تأثیر دما و رطوبت نسبی روی نوسانات جمعیت گال‌های شته *T. ulmi* مورد بررسی قرار گرفت. رگرسیون بین دما، رطوبت و تراکم جمعیت گال‌های شته *T. ulmi* در دو سال انجام آزمایش معنی‌دار نبود (جدول ۱). به عبارت دیگر، دما و رطوبت روی جمعیت گال‌های آفت تأثیر معنی‌داری نداشت.

ظهور آفت در منطقه در اوایل بهار اتفاق افتاد. در این زمان تراکم جمعیت گال‌های آفت پایین بود و به تدریج در طول دوره‌ی نمونه‌برداری افزایش یافت، سپس در اواسط فصل به اوج خود رسید. همچنین در طول این مدت، اندازه‌ی گال‌ها بزرگ‌تر شد. نوسانات جمعیت گال شته در هر دو سال مشابه بود. بیش‌ترین میانگین تراکم جمعیت گال‌های شته‌ی *T. ulmi* در چهارم خرداد (۱/۵۶۵ گال در هر برگ و ۶/۶۸ شته در هر گال) ثبت شد. در هفته‌ی سوم خرداد هم جمعیت قابل توجهی روی درختان نارون وجود داشت و بعد از آن با گرم شدن هوا به شدت از جمعیت آن کاسته شد. در طول این مدت، رنگ گال‌ها از سبز به قرمز تغییر یافت. در اواخر بهار و در شروع تابستان، گال‌ها باز شده و افراد مهاجر از میان دهانه‌ی گال‌ها محل را ترک کردند. در هر دو سال نمونه‌برداری، کاهش قابل توجهی از تراکم جمعیت گال‌های شته‌ی *T. ulmi* در اواخر بهار وجود داشت. نتایج نشان داد که تراکم جمعیت گال‌های آفت در سال ۱۳۹۵ در مقایسه با سال ۱۳۹۴ پایین بود. طوری‌که درصد برگ‌های دارای گال در سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ به ترتیب ۴۴/۰۷٪ و ۲۸٪ بود. درحالی‌که در سال‌های ۲۰۰۶ و ۲۰۰۷ در کشور لهستان به ترتیب برابر با ۲۶/۵٪ و ۲۶/۸٪ گزارش شده است (Kemiec and Kot, 2007). به دلیل رقابت بین بخش‌های مختلف درختان (مانند جوانه‌ها، گل‌ها و ..) و شته گال‌زا *Pemphigus betae* Doane (Hemiptera: Aphididae) در ایجاد گال، تأثیر منفی

جدول ۱- پارامترهای محاسبه شده با استفاده از رگرسیون خطی بین دما، رطوبت و تراکم جمعیت گال‌های شته *T. ulmi* در سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵.

Table 1- Estimated parameters by linear regression between temperature, humidity and population density of *T. ulmi* galls in 2015 and 2016

Humidity (رطوبت)					Temperature (دما)					Sampling year (سال نمونه‌برداری)
$\alpha$ (عرض از مبدأ)	$\beta$ (شیب خط رگرسیون)	$SE_{(b)}$ (خطای استاندارد)	$r^2$ (ضریب تبیین)	$P_{value}$ (معنا داری)	$a$ (عرض از مبدأ)	$b$ (شیب خط رگرسیون)	$SE_{(b)}$ (خطای استاندارد)	$r^2$ (ضریب تبیین)	$P_{value}$ (معنا داری)	
-0.01	1.03	0.44	0.18	0.341	-0.01	0.89	1.31	0.01	0.816	2015
0.018	0.49	0.40	0.29	0.209	0.03	0.38	1.23	0.06	0.605	2016

*ribisnigri* Mosely (Hemiptera: Aphididae) مطابقت داشت. به علاوه، ارتباط معنی‌داری بین دما و

این مشاهدات با اطلاعات مربوط به تأثیر دما و رطوبت روی نوسانات جمعیت شته‌ی کاهو *Nasonovia*

تراکم جمعیت گال‌های آفت در سه جهت با جهت جنوبی درخت نارون اختلاف معنی‌داری وجود داشت ( $P < 0/000$ ). تراکم جمعیت گال‌های آفت در جهت جنوبی درخت به طور معنی‌داری متفاوت و بیش‌تر از سایر جهات بود (جدول ۲). در سال دوم بررسی، تراکم جمعیت گال‌های آفت در سه جهت اصلی جغرافیایی در مقایسه با جنوب درخت، اختلاف معنی‌داری ( $P < 0/001$ ,  $F = 7/765$  و  $df = 3$ ) نشان داد که مشابه با نتایج سال اول تحقیق بود. نتایج نشان داد که جهت جغرافیایی روی تراکم جمعیت گال‌های آفت اثر دارد و در جهت جنوب کانوبی درخت، تراکم بیشتری از گال‌ها وجود دارد. به این ترتیب، مکان (جهت جغرافیایی) یکی از عوامل تأثیرگذار در تغییر تراکم جمعیت گال‌های آفت است. طبق نظریه دوم تیلور (Taylor, 1984) و آیواو (Iwao, 1970)، عواملی نظیر روش نمونه برداری، مکان، زمان (سال) و مرحله‌ی زندگی، از عوامل ایجاد کننده‌ی تغییر در شاخص تجمع می‌باشند.

میانگین کل جمعیت شته‌ی کاهو در هر بوته در سال ۹۰-۸۹ و سال ۹۱-۹۰ و بین رطوبت نسبی و میانگین کل جمعیت شته‌ها در هر بوته در سال‌های فوق مشاهده نشد (فارسی و همکاران ۱۳۹۳). Forrest (1987) گزارش کرده که گال‌های کیسه‌ای شکل که توسط شته *T. ulmi* تشکیل می‌شوند، میکروکلیمای مناسبی برای رشد شته بوجود می‌آورد، به طوری که به خشکی حساس نیست. به عبارت دیگر، گال‌ها فضای بسته‌ای را برای شته‌ها ایجاد کرده و تأثیر عوامل محیطی را کاهش می‌دهند.

بر اساس مشاهدات، در اثر تغذیه‌ی شته‌ی *T. ulmi* روی برگ نارون، در ابتدا گال‌های مخروطی شکلی تشکیل می‌شود. این گال‌ها رشد کرده و لوبیایی شکل می‌شوند که بر روی پایه باریکی قرار می‌گیرد و این موضوع با نتایج (Kemiec and Kot (2007) همخوانی دارد. آنالیز واریانس به منظور تعیین تفاوت بین تراکم جمعیت گال‌های شته‌ی گالزای نارون در چهار جهت اصلی جغرافیایی در هر تاریخ نمونه‌برداری انجام شد. در سال اول بررسی، بین تراکم جمعیت گال‌های آفت در سه جهت اصلی جغرافیایی (شمال، غرب و شرق) تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ( $P > 0/05$ ). در حالی که بین

جدول ۲- تراکم جمعیت گال‌های شته‌ی *T. ulmi* در چهار جهت اصلی جغرافیایی در سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵.

Table 2- Population density of *T. ulmi* galls in four geographic directions in 2015 and 2016

East(شرق)	West(غرب)	South(جنوب)	North(شمال)	Sampling year (سال نمونه‌برداری)
0.980 ± 0.119 <sup>b</sup>	0.922 ± 0.100 <sup>b</sup>	2.148 ± 0.392 <sup>a</sup>	0.737 ± 0.117 <sup>b</sup>	2015
0.568 ± 0.079 <sup>b</sup>	0.341 ± 0.072 <sup>b</sup>	1.023 ± 0.197 <sup>a</sup>	0.347 ± 0.045 <sup>b</sup>	2016

بین میانگین‌ها با حروف متفاوت در یک ردیف اختلاف معنی‌داری وجود دارد (تست دانکن،  $P \leq 0/05$ ).

There are significant differences between means by different letters in the same row ( $P \leq 0.05$ , Duncan test).

روند کندتری داشت و از اختلاف معنی‌داری برخوردار بود که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. در پژوهشی دیگر، تغییرات جمعیت شته‌ی *Tinocallis nevskyi* Remaudiere, Quednau and Heie روی نارون در سال دوم (۱۳۸۲) نسبت به سال اول نمونه برداری (۱۳۸۲) افزایش معنی‌داری داشت. بر اساس نتایج این پژوهشگران، سال دوم تا حدودی خنک‌تر از سال اول بوده و احتمال دارد این شرایط آب و هوایی برای رشد و تکثیر شته مناسب‌تر بوده یا بر عوامل مهارکننده جمعیت

مقایسه‌ی نتایج بررسی تغییرات جمعیت نشان داد که بین جمعیت گال‌ها در هر دو سال نمونه‌برداری، اختلاف معنی‌داری وجود داشت ( $P < 0/001$ ,  $t = 4$  و  $df = 3$ ) و در سال دوم، تراکم جمعیت کمتری مشاهده شد. فارسی و همکاران (۱۳۹۳) تغییرات فصلی جمعیت شته‌ی کاهو (*Nasonovia ribisnigri* Mosely (Hemiptera: Aphididae) در طول سال‌های ۹۰-۸۹ و ۹۱-۹۰ را در استان خوزستان بررسی کرده و گزارش داده‌اند که افزایش جمعیت شته در سال دوم نسبت به سال قبل

*Aphis gossypii* روی شته‌ی Kianpour et al. (2010) روی شته‌ی *Darbemamieh et al.* (Hemiptera: Aphididae) *Eotetranychus frosti* روی کنه‌ی al. (2012) (Acari: Tetranychidae) (McGregor)، آمینی و مددی (۱۳۹۳) روی شته‌ی مومی کلم *Brevicoryne brassicae* (L.) و خدابنده و شاهرخی (۱۳۹۷) روی شته‌ی برگ زرت *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) (Hemiptera: Aphididae) اشاره نمود.

شاخص پراکندگی ( $I_D$ )،  $Z$  محاسبه شده، شاخص میانگین ازدحام لوید ( $x^*$ ) و  $x^*/m$  برای آفت در سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ در جدول ۴ نشان داده شده است.

شاخص پراکندگی ( $I_D$ ) نشان داد الگوی توزیع فضایی گال‌های آفت در سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ یکنواخت بود ( $Z$  محاسبه شده در همه تاریخ‌های نمونه-برداری کمتر از  $-1/96$  بود). شاخص میانگین ازدحام لوید، الگوی توزیع فضایی یکنواخت را برای گال‌های آفت در همه تاریخ‌های نمونه‌برداری نشان داد. در توزیع

شته نظیر دشمنان طبیعی آن اثر منفی داشته است (پورجواد و همکاران ۱۳۹۳).

### الگوی توزیع فضایی گال‌های شته‌ی *T. ulmi*

نتایج الگوی توزیع فضایی گال‌های شته *T. ulmi* با روش رگرسیونی در جدول ۳ نشان داده شده است. در روش تیلور، رگرسیون بین  $\log S^2$  و  $\log m$  معنی‌دار بود ( $P \leq 0/05$ ). همچنین الگوی توزیع فضایی گال‌های آفت در سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ یکنواخت بود، به دلیل اینکه  $t$  محاسبه شده، بزرگ‌تر از  $t$  جدول و مقدار شیب کوچک-تر از یک به دست آمد. به عبارت دیگر، تولید گال‌ها در اثر تغذیه‌ی شته از برگ، یک‌شکل و یکنواخت بود. در روش آیوائو، رگرسیون بین  $m$  و  $m^*$  در هر دو سال معنی‌دار نبود ( $P > 0/05$ ). بنابراین روش آیوائو برای تعیین الگوی توزیع فضایی گال‌های آفت مناسب تشخیص داده نشد. روش رگرسیونی تیلور برای تعیین نوع پراکنش و طراحی روش نمونه‌برداری بسیاری از حشرات استفاده شده است که می‌توان به پژوهش‌های

جدول ۳- توزیع فضایی گال‌های شته *T. ulmi* با استفاده از تجزیه رگرسیونی تیلور و آیوائو در سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵.

Table 3- Spatial distribution of *T. ulmi* galls by Taylor's power law and Iwao's patchiness regression analysis in 2015 and 2016

Iwao (روش رگرسیونی آیوائو)					Taylor (روش رگرسیونی تیلور)					Sampling year (سال نمونه‌برداری)
$\alpha$ (عرض از مبدأ)	$\beta$ (شیب خط رگرسیون)	SE(b) (خطای استاندارد)	$r^2$ (ضریب تبیین)	P value (معنا داری)	a (عرض از مبدأ)	b (شیب خط رگرسیون)	SE(b) (خطای استاندارد)	$r^2$ (ضریب تبیین)	P value (معنا داری)	
0.68	2.02	0.86	0.13	0.42	0.88	0.42	0.03	0.60	0.04	2015
2.51	0.79	1.06	0.30	0.21	1.15	0.44	0.12	0.70	0.02	2016

جدول ۴- پارامترهای محاسبه شده با استفاده از شاخص پراکندگی و شاخص میانگین ازدحام لوید برای گال‌های شته *T. ulmi* در سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵.

Table 4- Estimated parameters by index of dispersion and Lloyd mean crowding for *T. ulmi* galls in 2015 and 2016

$S^2/m$	$I_D$	Z	$x^*$	$x^*/m$	Sampling year (سال نمونه‌برداری)
0.100729	140.9202	-36.0986	0.158586	0.149913	2015
0.570659	789.3513	-12.9279	1.786355	0.806227	2016

(al., 1985). در واقع حشراتی که رفتار حریم‌گرایی دارند، از الگوی توزیع فضایی یکنواخت پیروی می‌کنند. مطالعات روی برخی حشرات نشان داد لاروهای متوسط و بزرگ *Eoreuma loftini* (Dyar) (Lepidoptera:

یکنواخت، واریانس کمتر از میانگین آن است و به عنوان یک مدل تقریبی از یک جمعیت با پراکنش یکنواخت است که در آن حضور یک فرد در یک مکان مشخص، احتمال حضور فرد نزدیک به آن را کاهش می‌دهد (Lincoln et

یکنواخت ایجاد می‌شوند. نتایج مشابهی را Laszlo and Tothmeresz (2011) به دست آوردند. نتایج آنها نشان داد هر چه شاخه‌های رز تراکم بیشتر و پراکنش جمعی داشته باشد، زنبور گالزای رز *Diplolepis rosae* (Linnaeus, 1758) (Hymenoptera: Cynipidae) های خود را با پراکنش یکنواخت ایجاد خواهد کرد. همچنین بیان کردند طول و قطر شاخه‌های رز هیچ تأثیری در الگوی پراکنش گال‌ها ندارد.

رابطه‌ی بین طول و عرض گال‌ها با تعداد شته‌ی

#### *T. ulmi*

همبستگی بین طول و عرض گال‌ها با تعداد شته‌ها محاسبه شد. با توجه به یافته‌های به دست آمده در این پژوهش، همبستگی مثبت و معنی‌داری بین تعداد شته‌ها با طول و عرض گال‌ها وجود دارد (جدول ۵). همچنین اندازه‌ی گال‌ها به طور معنی‌داری تعداد شته‌های داخل آن را تحت تأثیر قرار داد. در گال‌های بزرگ‌تر و عریض‌تر، تعداد شته‌های بیش‌تری وجود داشت. این یافته‌ها با نتایج (Kemiec and Kot 2007) مطابقت دارد.

جدول ۵- ضرایب همبستگی بین تراکم شته‌ی *T. ulmi* و طول/عرض گال در تاریخ‌های مختلف نمونه‌برداری.

**Table 5- Correlation coefficients between *T. ulmi* density and length / width of galls on different sampling dates**

length of gall and number of aphids (طول گال و تعداد شته‌ها)		Width of gall and number of aphids (عرض گال و تعداد شته‌ها)		Sampling time (زمان نمونه‌برداری)
$r^2$ (ضریب تبیین)	P (معناداری)	$r^2$ (ضریب تبیین)	P (معناداری)	
0.636**	0.000	0.694**	0.000	04-May (چهاردهم اردیبهشت)
0.470**	0.000	0.530**	0.000	11-May (بیست و یکم اردیبهشت)
0.677**	0.000	0.754**	0.000	18-May (بیست و هشتم اردیبهشت)
0.598**	0.000	0.585**	0.000	25-May (چهارم خرداد)
0.186	0.09	0.317**	0.003	01-Jun (یازدهم خرداد)
0.158	0.175	0.145	0.215	08-Jun (هجدهم خرداد)

تراکم جمعیت شته در گال با طول ۲۸ میلی‌متر و عرض ۹ میلی‌متر در چهارم خرداد مشاهده شد. همچنین نتایج پژوهش نشان داد هر چه عرض گال‌ها بیش‌تر باشد، تراکم شته‌ی داخل آن نیز بیش‌تر خواهد بود. در تاریخ هجدهم خرداد، تراکم جمعیت شته‌ی داخل گال‌ها به کمترین میزان خود در طول مدت نمونه‌برداری رسید (۰/۵۵ شته در هر گال) که زمان وقوع شکاف در گال‌ها و خروج جمعیت شته‌ها است. در این تاریخ، همبستگی معنی‌داری بین طول ( $r^2 = 0/158$ ) و عرض ( $P > 0/05$ )

(Pyralidae) (Meagher et al., 1996)، پوره‌های سن سه، حشره کامل و کیسه‌های تخم بالشتک دراز اندام چای *Pulvinaria floccifera* (Westwood) (Hemiptera: Coccidae) (Naeimamini et al., 2014) و لاروهای سرشاخه‌خوار هلو *Anarsia lineartella* Zeller (Lepidoptera: Gelechiidae) (Damos, 2018) پراکنش یکنواخت دارند. طبق یافته‌های این پژوهش، شته‌ها تا زمانی که بی‌بال و اندازه آنها کوچک است، بیشتر ترجیح می‌دهند در کنار یکدیگر تجمع یابند و درون گال‌ها رشد و فعالیت کنند. شته‌های بال‌دار از شکاف گال‌ها به بیرون خارج شده و به اطراف پراکنده می‌شوند. به این ترتیب شدت تجمع آنها کاهش می‌یابد ولی گال‌ها توزیع فضایی متفاوتی نسبت به شته‌ها دارند و به صورت منظم و یکنواخت‌تری روی برگ‌ها مشاهده می‌شوند. به دلیل اینکه درختان نارون، تراکم بالا و جمعی از برگ‌ها را دارند، شته گالزای نارون شانس انتخاب بیش‌تری در روی گیاه میزبان دارد. میزان انتخاب محل مناسب برای تولیدمثل و منابع غذایی کافی و در دسترس برای شته، بالا است. در چنین حالتی، گال‌ها به طور منظم و

نتایج نشان داد بین طول گال و تراکم جمعیت شته در تمام تاریخ‌های نمونه‌برداری همبستگی معنی‌داری وجود دارد ( $P \leq 0/05$ ). به عبارتی طول گال می‌تواند تراکم جمعیت شته داخل آن را تحت تأثیر قرار دهد. با توجه به اینکه علامت  $r^2$ ، مثبت است، بنابراین هرچه طول گال بیش‌تر باشد، تعداد شته بیش‌تری داخل گال وجود خواهد داشت. در پژوهش حاضر، بیش‌ترین و کمترین طول گال، ۳۵ و ۰/۵ میلی‌متر و بیش‌ترین و کمترین عرض گال، ۲۰ و ۰/۵ میلی‌متر به دست آمد و بیش‌ترین



گال‌ها ( $r^2 = 0/145$ ,  $P > 0/05$ ) با تعداد شته‌ها وجود نداشت.

### نتیجه‌گیری کلی

به طور کلی در این پژوهش، تراکم جمعیت، الگوی توزیع فضایی، تأثیر دما و رطوبت روی نوسانات جمعیت گال‌های شته‌ی *T. ulmi* و همبستگی بین طول و عرض گال با تعداد شته‌ی داخل آن روی نارون مطالعه شد. روند نوسانات جمعیت گال‌های آفت در هر دو سال نمونه‌برداری مشابه بود و تعداد گال‌ها در سال دوم بررسی کاهش یافته است. پراکنش فضایی آفت تحت تأثیر رفتار حشره و عوامل محیطی تغییر می‌کند. به نظر می‌رسد عوامل محیطی مختلف روی رفتار آفت تأثیر گذاشته و از شدت تجمع آن کاسته است، و به دنبال آن، تراکم جمعیت گال‌های آفت کاهش یافته است. گال‌ها بیشتر در جهت جنوب درخت مشاهده شد. دما و رطوبت محیط تأثیر معنی‌داری روی تراکم جمعیت گال‌ها نداشت. گال‌های آفت از الگوی توزیع فضایی یکنواخت پیروی

می‌کنند. مقدار شیب،  $b$ ، ممکن است در شرایط محیطی، مکان‌ها و زمان‌های مختلف، تغییر کند ولی نتیجه ثابت است (Naeimamini et al., 2014). در گال‌های با طول و عرض بزرگتر، تعداد شته بیشتری وجود دارد. در رابطه با طغیان گروهی آفت، شته‌ها با تغذیه از شیره گیاهی فراوان و بوجود آوردن گال‌های بی‌شمار به برگ درختان نارون خسارت می‌زنند. این آفت روی درختان نارون که به عنوان گیاهان زینتی در فضای سبز کاشته شده، خسارت زده و ارزش زیبایی آن‌ها را کاهش می‌دهد. نتایج نشان داد شاخص‌های توزیع فضایی گال‌های شته *T. ulmi* می‌تواند در برنامه‌های نمونه‌برداری کاربردی در مدیریت تلفیقی آفات فضای سبز مورد استفاده قرار گیرد.

### تقدیر و تشکر

از حمایت‌های مالی معاونت محترم پژوهشی دانشگاه ارومیه در راستای انجام این طرح تحقیقاتی تشکر و قدردانی می‌گردد.

### منابع

- امینی ب و مددی ح، ۱۳۹۳. تعیین الگوی توزیع فضایی شته‌ی مومی کلم *Brevicoryne brassicae* و زنبور پارازیتوئید *Diaeretiella rapae* و ایجاد یک برنامه‌ی نمونه برداری با سطح دقت ثابت. تحقیقات آفات گیاهی، جلد ۴، شماره ۱، صفحه‌های ۱ تا ۱۰.
- پورجوادی ن، خواجه علی ج، حاتمی ب و معتمدی ع، ۱۳۹۳. بررسی ویژگی‌های زیستی و نوسانات فصلی شته‌ی نارون *Tinocallis nevskyi* (Hem.: Aphididae) در شهرستان شهرکرد. دانش گیاهپزشکی ایران، جلد ۴۵، شماره ۲، صفحه‌های ۲۲۱ تا ۲۲۷.
- خدابنده ح و شاهرخی خانقاه ش، ۱۳۹۷. مدل نمونه برداری دنباله ای برای پایش شته‌ی برگ نرت *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) در مزارع سورگوم جارویی منطقه‌ی میانه. فصلنامه بوم‌شناسی گیاهان زراعی. جلد ۱۴، شماره ۳، صفحه‌های ۱ تا ۱۰.
- رضوانی ع، ۱۳۸۳. شته‌های درختان و درختچه‌های ایران. وزارت جهاد کشاورزی. موسسه‌ی تحقیقات آفات و بیماریهای گیاهی، ۲۷۰ ص.
- شجاعی م، استوان ه، مزدهی ح، زمانی زاده ح، نصرالهی ع، لبافی ی، ره جو و و شریفی ش، ۱۳۸۰. وابستگی‌های زیستی قارچ بیماری‌زای *Ophiostoma ulmi* (Buisman) با درختان میزبان و حشرات ناقل و نقش آن‌ها در مدیریت تلفیقی مبارزه و پیشگیری بیماری هلندی نارون. علوم کشاورزی، جلد ۷، شماره ۲، صفحه‌های ۱ تا ۲۵.

- عراقی م، رهنما ک و طاهری ع، ۱۳۸۷. ارزیابی مقاومت نارون چتری، ملج و نارون چینی به *Ophiostoma novav-ulmi* عامل بیماری مرگ هلندی نارون. مجله‌ی پژوهشی تحقیقات حمایت و حفاظت جنگلها و مراتع ایران، جلد ۶، شماره ۱، صفحه های ۱۰ تا ۱۹.
- فارسی ا، کچیلی ف، مصدق م س، راسخ ا و طاوسی م، ۱۳۹۳. تغییرات فصلی و توزیع فضایی شته‌ی کاهو *Nasonovia ribisnigri* Mosely (Hem.: Aphididae) در اهواز. تحقیقات آفات گیاهی، جلد ۴، شماره ۴، صفحه های ۱ تا ۱۲.
- مدرس اول م، ۱۳۷۳. فهرست آفات کشاورزی ایران و دشمنان طبیعی آنها. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. شماره ۱۴۷، ۳۶۴ ص.
- Afshari A and Dastranj M, 2010. Density, spatial distribution and sequential sampling plans for cereal aphids infesting wheat spike in Gorgan, Northern Iran. *Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture)* 32 (2): 89-102.
- Akhtar MS, Dey D and Usmain MK, 2010. Spatial distribution of mustard aphid *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach) vis-a vis its parasitoid, *Diaeretiella rapae* (M'intosh). *World Applied Sciences Journal* 11(3): 284-288.
- Alvarez R, Gonzalez-Sierra S, Candelas A and Martinez J, 2013. Histological study of galls induced by aphids on leaves of *Ulmus minor*: *Tetraneura ulmi* induces *globosae* gall and *Eriosoma ulmi* induces *Pseudogalls*. *Arthropod-Plant Interactions* 7: 643-650.
- Blackman RL and Eastop VF, 1994. *Aphids on the world's trees. An Identification and information guide.* Cab international, London, 986 pp.
- Damos P, 2018. Density invariant dispersion indices and fixed precision sequential sampling plans for the peach twig borer *Anarsia lineatella* (Lepidoptera: Gelechiidae), *European Journal of Entomology* 115: 642-649.
- Darbemamieh M, Fathipour Y, and Kamali K, 2012. Seasonal activity and spatial distribution pattern of *Eotetranychus frosti* (Acari: Tetranychidae) in an unsprayed apple orchard of Kermanshah, Western Iran. *Persian Journal of Acarology* 1(2): 137-146.
- El-Akkad SS, 2004. Biochemical changes included in *Populus nigra* leaves by galling aphid *Pemphigus populi*. *International Journal of Agriculture and Biology* 6: 650-664.
- Forrest JMS, 1987. *Galling Aphids* [In:] Minks A. K. and Harrewijn P. (eds.) *Aphids their biology, natural enemies and control.* Elsevier, Vol. A. 341-353.
- Haghani M, Fathipour Y, Hosseini A, Talebi AA, Moharramipour S and Bahrami F, 2004. Spatial distribution pattern of *Brevicoryne brassicae* (Hom.: Aphididae) and its parasitoid *Diaeretiella rapae* (Hym.: Aphidiidae). *Proceeding of the 16<sup>th</sup> Iranian Plant Protection Congress.* University of Tabriz. Iran. 11 pp.
- Hillhouse TL, and Pitre HN, 1974. Comparison of Sampling Techniques to Obtain Measurements of Insect Populations on Soybeans. *Journal of Economic Entomology* 67: 411-414.
- Holman J and Pintera A, 1977. Aphidoidea. In: Dlabola J. et al., *Enumeratio insectorum Bohemoslovakiae.* Acta Faunistica Entomologica Musei Nationalis Pragae 4: 101-116.
- Huang MY, Huang WD, Chou HM, Chen CC, Chang Y and Yang CM, 2014. Herbivorous insects alter the chlorophyll metabolism of galls on host plants. *Journal of Asia-Pacific Entomology* 17: 431-434.
- Iwao S, 1968. A New Regression Method for Analysing the Aggregation Pattern of Animal Populations. *Researches on Population Ecology* 10: 1-20.
- Iwao S, 1970. Analysis of spatial patterns in animal population: Progress of research in Japan. *Review of Plant Protection Research* 3: 41-54.

- Kemiec K and Kot I, 2007. *Tetraneura ulmi* (L.) (Hemiptera: Eriosomatinae) on elm as its primary host. Aphids and other hemipterous insects 13:145-149.
- Kemiec K, Rubinowska K, Michalek W and Sytykiewicz H, 2018. The effect of galling aphids feeding on photosynthesis photochemistry of elm trees (*Ulmus* sp.). Photosynthetica 56(4): 989-997.
- Kianpour R, Fathipour Y, Kamali K Naseri B, 2010. Bionomics of *Aphis gossypii* (Homoptera: Aphididae) and its predators *Coccinella septempunctata* and *Hippodamia variegata* (Coleoptera: Coccinellidae) in natural conditions. Journal of Agricultural Science and Technology 12: 1-11.
- Larson KC and Whitham TG, 1997. Competition between gall aphids and natural plant sinks: plant architecture affects resistance to galling. Oecologia 109: 575-582.
- Laszlo Z and Tothmeresz B, 2011. High host plant aggregation involves uniform gall distribution and high prevalence: the case of wild roses and badeguar gall wasps (*Diplolepis rosae*). North-Western Journal of Zoology. 7: 112-117.
- Lincoln RJ, Boxshall GA and Clark PF, 1985. A dictionary of ecology, evolution and systematics. Cambridge University Press. New York, 298 pp.
- Lloyd M, 1967. Mean crowding. Journal of Animal Ecology 36: 1-30.
- Meagher RL, Rosa WE and Deisi DRL, 1996. Sampling of *Eoreuma loftini* on Texas sugarcane. Environmental Entomology 25: 7-16.
- Naeimamini S, Abbasipour H and Aghajanzadeh S, 2014. Spatial distribution of the cottony Camellia scale, *Pulvinaria floccifera* (Westwood) (Hemiptera: Coccidae) in the tea orchards. Journal of Plant Protection Research 54: 44-52.
- Patil GP and Stiteler WM, 1974. Concepts of aggregation and their quantification: A critical review with some new result and applications. Researches on Population Ecology 15: 238-254.
- Rupajs AA, 1969. Atlas dendrofilnych tlej pribaltiki. Tli listievnych dierevev i kustarnikov. Izd. Zinatne, Riga. 362pp.
- Suzuki DK, Fukushi Y and Akimoto S, 2009. Do aphid galls provide good nutrients for the aphids?: Comparisons of amino acid concentrations in galls among *Tetraneura* species (Aphididae: Eriosomatinae). Arthropod-Plant Interactions 3(4): 241-247.
- Taylor LR, 1961. Aggregation, variance and the mean. Nature 189: 732-735.
- Taylor LR, 1984. Assessing and interpreting the spatial distributions of insect populations. Annual Review of Entomology 29: 321-357.
- Urban J, 2003. Bionomics and harmfulness of *Tetraneura ulmi* (L.) (Aphidinea, Pemphigidae) in elms. Journal of Forest Science 49: 159-181.
- Wool D, 2004. Galling aphids: specialization: biological complexity and variation. Annual Review of Entomology 49: 175-192.

## Population Fluctuations and Spatial Distribution of Galls Induced by *Tetraneura ulmi* (Hem.: Pemphigidae) in Miandoab, West Azerbaijan

R Taghizadeh<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Assistant Professor, Shahid Bakeri High Education Center of Miandoab, Urmia University, Urmia, Iran.

\*Corresponding author: r.taghizadeh@urmia.ac.ir

Received: 28 May 2019

Accepted: 15 October 2019

### Abstract

Population density and spatial distribution pattern of *Tetraneura ulmi* (L.) (Hemiptera: Pemphigidae) galls on elm, *Ulmus densa* Litv. were determined in Miandoab, West Azerbaijan during 2015-2016. 20 samples from every four cardinal directions in lower one third part of crown were randomly selected from each tree per sampling dates. One leaf was selected as a sampling unit. One data set including 200 leaves collected from 10 trees. Results showed that population density of aphid galls in the south of tree, was significantly higher than other directions. The spatial distribution pattern of aphid galls using Taylor's method, index of dispersion and Lloyd's mean crowding was regular. Moreover, there was no significant relationship using linear regression between the temperature and relative humidity with the number of galls. Correlation between length and width of galls with number of aphids was calculated. There was significant positive correlation between number of aphids and the length / width of galls.

**Keywords:** Sampling program, Gall, *Tetraneura ulmi*, elm, Population fluctuations.