



وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور

نشریه فنی

نقش احتمالی زنجره‌ها و زنجرک‌های ایران در

انتقال باکتری

Xylella fastidiosa Wells, 1987

نگارندگان:

فریبا مظفریان و حسین جعفری

شماره ثبت:

۶۴۰۱۹

۱۴۰۲

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور

نقش احتمالی زنجره‌ها و زنجیره‌های ایران در
انتقال باکتری
Xylella fastidiosa Wells, 1987

نگارندگان:

فریبا مظفریان

و

حسین جعفری

اعضای هیئت علمی موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور

۱۴۰۲

مخاطبان نشریه فنی: اعضای هیئت علمی، محققان، کشاورزان، مروجین و کارشناسان ارشد مراکز آموزشی، پژوهشی و اجرایی وابسته به وزارت جهاد کشاورزی

موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، نشریه ترویجی

نقش احتمالی زنجره‌ها و زنجیره‌های ایران در انتقال باکتری *Xylella fastidiosa* Wells, 1987

نگارنده: فریبا مظفریان و حسین جعفری

ناشر: موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور

سال نشر: ۱۴۰۲

شماره و تاریخ ثبت نشریه: ۶۴۰۱۹ مورخ ۱۴۰۲/۰۵/۲۸

نشانی مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی: تهران، بزرگراه شهید چمران، خیابان یمن،

پلاک ۱ - سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
۱	مقدمه
۲	کلیاتی از باکتری <i>Xylella fastidiosa</i>
۴	باکتری <i>X. fastidiosa</i> در زیتون
۵	باکتری <i>X. fastidiosa</i> در انگور
۵	باکتری <i>X. fastidiosa</i> در مرکبات
۵	مطالعات مربوط به باکتری <i>X. fastidiosa</i> در ایران
۶	انتقال باکتری <i>Xylella fastidiosa</i> توسط حشرات
۷	بالاخانواده Cercopoidea
۸	خانواده Cercopidae Leach, 1815
۹	خانواده Aphrophoridae Licent, 1912
۲۱	خانواده Cicadellidae Latreille, 1802
۲۴	خانواده Cicadidae Latreille, 1802
۲۶	فهرست منابع

مقدمه

در اوایل قرن نوزدهم، یک بیماری جدی در انگور کاری های کالیفرنیا و بعداً در مرکبات برزیل با عاملی ناشناخته گزارش شد. در دهه ۱۹۷۰، عامل این بیماری را یک باکتری تشخیص دادند که در سال های بعد به نام *Xylella fastidiosa* Wells, 1987 نام گذاری شد. بعد از آن، این باکتری از طریق گیاهان بدون علامت بیماری به سایر نقاط قاره آمریکا، خاورمیانه، آسیا و اروپا منتقل شد (Department of Agriculture, 2019; Purcell, 1997; Purcell & Saunders, 1999; Baccari & Lindow, 2011; Sicard et al., 2018).

کنترل بیماری های ناشی از باکتری *X. fastidiosa* هر ساله هزینه های هنگفتی را در کشورهای مختلف به همراه دارد. برای مثال، این مبلغ در صنعت انگور کاری کالیفرنیا ۱۰۴ میلیون دلار در سال و برای مرکبات برزیل ۱۲۰ میلیون دلار در سال تخمین زده شده است (IPPC, 2017). با توجه به خسارت زیاد و جنبه های مختلف اپیدمی این بیماری ها، محاسبه دقیق خسارت اقتصادی ایجاد شده از این باکتری در اروپا امکان پذیر نیست (Cornara et al., 2019). اتحادیه اروپا بعد از گزارش آن در ایتالیا، برنامه ای در مقیاس بزرگ برای نقشه برداری و ردیابی این باکتری روی گیاهان مختلف در اروپا اجرا کرد. در نتیجه این فعالیت ها، وجود این باکتری در فرانسه، آلمان، پرتغال و اسپانیا هم نشان داده شد (EFSA, 2019). همچنین از میزبان ها و ناقل های احتمالی این باکتری، بانک های اطلاعاتی تهیه شد. با وجود اینکه در استرالیا هنوز هیچ گونه ای از باکتری های جنس *Xylella* گزارش نشده است، برای پیشگیری از ورود آن به کشور و جلوگیری از آسیب به کشاورزی و تولید هزینه های زیاد، اقداماتی مانند تشخیص باکتری ها و ناقل های آن به عنوان یک اولویت شناخته شده است. براساس برآوردهای انجام شده در این

برنامه‌ها، در صورت ورود این باکتری به استرالیا، خسارت احتمالی آن در صنعت انگور ۲/۸ تا ۷/۹ میلیارد دلار استرالیا در طول ۵۰ سال خواهد بود (Department of Agriculture, 2019).

تا به امروز تحقیقاتی در زمینه انتقال باکتری *Xylella* از طریق حشرات در ایران انجام نشده‌است. در عین حال، بسیاری از گونه‌هایی که در سایر نقاط جهان به عنوان ناقل احتمالی این بیماری معرفی شده‌اند در فون ایران وجود دارند و احتمال می‌رود که در صورت در دسترس بودن باکتری، نقش به‌سزایی در انتقال آن ایفا کنند. از این رو، این نوشتار با هدف کمک به تحقیقات در زمینه پیش‌آگاهی و پیشگیری از بروز این بیماری مخرب تهیه شده‌است.

کلیاتی از باکتری *Xylella fastidiosa*

باکتری *Xylella fastidiosa* یک باکتری گرم منفی بومی قاره آمریکا است (EFSA, 2019). این باکتری به عنوان یک بیمارگر گیاهی شناخته شده است که آوند چوبی گیاه را آلوده می‌کند و با مسدود کردن مسیر این آوندها، باعث بروز علائم تنش خشکی در گیاهان میزبان می‌شود. دامنهٔ علائم این بیماری، متناسب با تقابل بین گونهٔ گیاهی و باکتری، می‌تواند از بدون علامت تا داشتن علائم مشابه بعضی بیماری‌های گیاهی دیگر، کمبود مواد غذایی و سوختگی شدید و مرگ گیاه متغیر باشد (IPPC, 2017; Department of Agriculture, 2019). سرعت خشک شدن درختان برگ‌ریز به‌قدری زیاد است که مانع از مرگ فیزیولوژیک آنها می‌شود، میوه‌ها روی زمین نمی‌افتند و به همان حالت خشک روی درخت باقی می‌مانند (Fierro *et al.*, 2019). متأسفانه، تغییرات اقلیمی نیز مناطق جغرافیایی مناسب برای

این باکتری را افزایش می‌دهد (Godefroid et al., 2019). تاکنون شش زیرگونه برای این گونه باکتری، با نام‌های *X. f. subsp. fastidiosa*, *X. f. subsp. multiplex*, *X. f. subsp. sandyi*, *X. f. subsp. pauca*, *X. f. subsp. morus* و *X. f. subsp. tashke* شناخته شده است (Baldi & Porta, 2017). استرین‌های مختلف این باکتری طیف وسیعی از گیاهان را آلوده می‌کنند و در دنیا خسارت اقتصادی بسیار زیادی را به گیاهان اقتصادی مانند زیتون، بادام، انگور و مرکبات وارد کرده‌اند (Hopkins, 1989; Saponari et al., 2013). شایان ذکر است که در سال ۲۰۱۶ نیز در تایوان، عامل سوختگی برگ گلابی به عنوان یک گونه جدید از این جنس باکتری به نام *Xylella taiwanensis* شناخته شد (Su et al., 2016).

تاکنون فهرست گیاهان میزبان باکتری *X. fastidiosa* به ۵۶۳ گونه گیاهی متعلق به ۸۲ خانواده رسیده است (EFSA, 2018). بیماری‌های ایجاد شده توسط این باکتری، متناسب با گیاه میزبان در منابع مختلف با نام‌های متفاوتی از جمله: سندرم زوال سریع زیتون^۱؛ بیماری مو کالیفرنیا^۲، پیرس^۳ و آناهیم^۴ در مو؛ کوتولگی^۵ در یونجه؛ برگ سوختگی^۶ در آلو، بادام، قهوه، توت، بلوبری، نارون، بلوط، چنار، افرا و خرزهره؛ زردی ابلق^۷ در مرکبات و فونی^۸ در هلو شناخته می‌شود. در ادامه، به‌طور خلاصه به علایم آلودگی به این باکتری در میزبان‌های مختلف اشاره می‌شود.

¹ Olive Quick Decline Syndrome, OQDS

² California vine disease

³ Pierce's disease

⁴ Anaheim disease

⁵ Alfalfa dwarf disease

⁶ Plum leaf scald, leaf scorch

⁷ citrus variegated chlorosis

⁸ phony disease

باکتری *X. fastidiosa* در زیتون

سندرم زوال سریع زیتون یک بیماری با قابلیت انتشار بسیار زیاد است که از سال ۲۰۱۳ باعث مرگ بیشتر درختان زیتون در بیش از ۲۳۰۰۰ هکتار باغ زیتون در جنوب ایتالیا شد و در اروپا به صورت اولویت بهداشت گیاهی درآمد (Martelli et al., 2016; Saponari et al., 2013; Fierro et al., 2019; EPPO, 2018; Saponari et al., 2017). زیرگونه‌ای از این باکتری که این بیماری را در زیتون ایتالیا ایجاد می‌کند، با نام *X. f. pauca-* sequence type 53 (ST53) شناخته شده است و احتمال می‌رود که همراه با گیاهان قهوه بدون علامت از کاستاریکا منتقل شده باشد (Fierro et al., 2019). اتحادیه اروپا پس از آن، اتحادیه اروپا برنامه‌ای در مقیاس بزرگ و نقشه‌برداری متمرکز برای پایش این باکتری روی گیاهان مختلف در اروپا آغاز کرد که در نتیجه، این باکتری در سایر نقاط اروپا در بسیاری دیگر از نقاط جهان تشخیص داده شد (Lago et al., 2020). دامنه‌های ناگهانی این سندرم از سوختگی برگ‌ها تا خشکی کامل برگ‌ها، شاخه‌ها و میوه‌ها بدون افتادن روی زمین است (Fierro et al., 2019). به نظر می‌رسد علایم کانونی روی بخش‌های بالای شاخه‌ها باشد که از آنجا به پایین و تمام تاج درخت منتشر می‌شوند. این علایم ۱۸ تا ۲۴ ماه بعد از آلودگی ظاهر شده و درختان زیتون را در طول دو تا پنج سال به سمت مرگ می‌کشاند. (Fierro et al., 2019). این بیماری هنوز از ایران گزارش نشده است.

باکتری *X. fastidiosa* در انگور

بیماری پیرس^۱ انگور از جمله اقتصادی‌ترین بیماری‌های مرتبط با باکتری *X. fastidiosa* شناخته شده‌است (Cornara et al., 2019). این بیماری نیز در نتیجهٔ مسدود شدن آوند چوبی، سوختگی برگ و در نهایت مرگ گیاه رخ می‌دهد (Hopkins, 1989). حدود صد سال است که زیرگونهٔ اصلی این باکتری *X. f. fastidiosa* به عنوان عامل بیماری پیرس انگور شناخته شده و سالیانه خسارت اقتصادی قابل توجهی را به موکاریهای کالیفرنیا وارد می‌کرده است (IPPC, 2017).

باکتری *X. fastidiosa* در مرکبات

بیماری زردی ابلق مرکبات نیز از جمله بیماری‌های با خسارت اقتصادی است که در سال ۱۹۸۷ توسط زیرگونه *X. f. pauca* به سرعت انتشار یافت و خسارت اقتصادی بسیار زیادی را موجب شد (IPPC, 2017; Cornara et al., 2019). این بیماری هنوز از ایران گزارش نشده‌است.

مطالعات مربوط به باکتری *X. fastidiosa* در ایران

تاکنون علائم سوختگی برگ، زردی و سرخشکیدگی در بسیاری از باغ‌های انگور و بادام کشور مشاهده شده‌است. در مطالعه‌ای که توسط امانی‌فر و همکاران در ایران انجام شده‌است، باکتری بیمارگر *X. fastidiosa* از گیاهان دارای علائم در باغ‌ها و گلخانه‌ها جداسازی و بیماری‌زایی آن به اثبات رسید. شناسایی باکتری عامل بیماری با استفاده از آزمون‌های DAS-ELISA و PCR انجام شد. در این مطالعه باکتری *X. fastidiosa* از درختان بادام استان چهارمحال

^۱ Pierce disease

بختیاری و از درختان انگور استان‌های قزوین، چهارمحال بختیاری، فارس، همدان، البرز و خراسان رضوی جداسازی و گزارش شد (Amanifar et al., 2014). در تحقیق دیگری، وجود این باکتری از درختان پسته با علامت‌های برگ‌سوختگی نشان داده شده است (Amanifar et al., 2019).

انتقال باکتری *Xylella fastidiosa* توسط حشرات

یک باکتری محدود به آوند چوبی برای انتقال نیاز به حشراتی دارد که از آوند چوبی تغذیه می‌کنند. ناقل حشره‌ای، از گیاه آلوده تغذیه می‌کند و باکتری را در حین تغذیه به میزبان دیگری منتقل می‌کند. انتقال باکتری *X. fastidiosa* نیازی به یک دوره نهفتگی^۱ ندارد و از یک حشره به مرحله دگردیسی و یا به نسل بعد^۲ منتقل نمی‌شود. این باکتری در پوشش کوتیکولی بخش جلویی دستگاه گوارش^۳ حشره باقی می‌ماند و تکثیر می‌شود که البته این کار برای انتقال الزامی نیست و ناقل می‌تواند باکتری را در زمان بسیار کوتاهی بعد از آلودگی (یک تا دو ساعت) و در تمام طول زندگی خود به گیاه بعدی منتقل کند (Purcell & Finlay, 1979; Almeida et al., 2005). کارآیی انتقال بسته به گونه حشره بالغ و ژنوتیپ باکتری و گیاه میزبان متفاوت است (Redak et al., 2004; Cavalieri & Porcellia, 2017; Fierro et al., 2019; Cornara et al., 2019). بر اساس مطالعات انجام شده، همه ناقل‌های احتمالی باکتری *X. fastidiosa* به راسته Hemiptera و زیرراسته Auchenorrhyncha تعلق دارند (Cavalieri & Porcellia, 2017). حشره‌های این زیرراسته که در فارسی به نام زنجره‌ها و

¹ latent period

² transovarial and transstadial transmissions

³ foregut

زنجبرک‌ها نامیده می‌شوند، از شیرۀ آوندهای آبکش، چوبی و حتی مایع بین سلولی گیاه تغذیه می‌کنند. از این میان گروه‌هایی که از شیرۀ آوند چوبی تغذیه می‌کنند به چند خانواده و زیرخانواده محدود هستند که همگی به عنوان ناقل احتمالی باکتری مورد بحث در نظر گرفته می‌شوند.

بالاخانواده Cercopoidea

حشره‌های بالاخانواده Cercopoidea در زبان انگلیسی به نام‌های froghopper و spittlebug شهرت دارند. پوره‌ها در مایع کف‌مانندی که از لوله‌های مالپیگی ترشح می‌شود زندگی می‌کنند که این مایع آن‌ها را در برابر شکارگرها محافظت می‌کند. این حشرات معمولاً اولیگوفاژ و یا پلی‌فاژ هستند، از شیرۀ آوند چوبی گیاه تغذیه می‌کنند و ترجیح میزبانی زیادی به سمت گیاهانی دارند که در تثبیت نیتروژن خاک نقش دارند (Thompson, 1994, 2011; Mozaffarian, 2021 Owen, 1988; Peck & Thompson, 2008).

اعضای این بالاخانواده از دهه ۱۹۴۰ به عنوان ناقل باکتری *X. fastidiosa* مورد توجه بودند (Severin, 1950) اما تنها در تعداد کمی از مطالعات (Severin 1950; Purcell 1980; Sanderlin & Melanson 2010) به نقش این حشرات در انتقال بیماری پرداخته شده بود. در سال ۲۰۱۵، EFSA گونه‌های این بالاخانواده را به عنوان ناقل‌های احتمالی باکتری معرفی کرد (Cornara et al., 2017a). با توجه به کمبود قابل توجه دانش ما در ارتباط با زیست‌شناسی این باکتری و انتقال آن توسط حشرات، هنوز هیچ مدرک محکمی برای انتقال این باکتری توسط گونه‌های این بالاخانواده وجود ندارد؛ ولی تا زمانی که خلاف آن ثابت شود، همه آن‌ها باید به عنوان ناقل‌های احتمالی در نظر

گرفته شوند (Frazier 1965; Almeida *et al.* 2005; Corana *et al.*, 2017a). از این بالاخانواده، دو خانواده Cercopidae و Aphrophoridae در ایران وجود دارند.

خانواده Cercopidae Leach, 1815

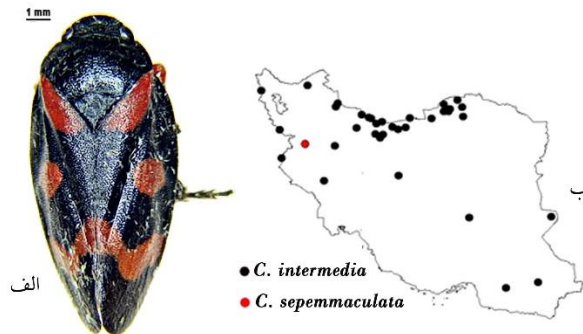
تاکنون دو گونه از اعضای این خانواده از ایران گزارش شده‌اند (Dlabola, 1971, 1981) که هر دو به یک جنس (*Cercopis*) تعلق دارند و با ترکیب رنگی قرمز و سیاه بال جلو شناخته می‌شوند (شکل ۱ الف).

***Cercopis intermedia* Kirschbaum, 1868**

این گونه در زیستگاه‌های مختلف، از دره‌های خشک گرفته تا وسط جنگل‌های برگ‌ریز، در نزدیکی آب‌های سطحی یافت می‌شود و در ایران تاکنون از شمال غرب تا شمال شرق، غرب، مرکز، شرق و جنوب شرق در معمولا در ماه‌های تابستان و در جاهای گرم‌تر مانند استان کرمان، از اواخر اسفند جمع‌آوری شده‌است (شکل ۱ الف).

***Cercopis septemmaculata* (Melichar, 1903)**

زیست گاه‌ها و شرایط اکولوژیک مورد نیاز این گونه هنوز مطالعه قرار نگرفته است و در ایران، فقط یک بار در سال ۱۹۷۱ توسط دکتر دلاابولا، زنجیره‌شناس کشور چک، از غرب کشور جمع‌آوری و گزارش شده‌است (شکل ۱ ب).



شکل ۱- شکل ظاهری گونه *C. intermedia* (الف) و نقشه پراکنش دو گونه خانواده Cercopidae (ب) در ایران

خانواده Aphrophoridae Licent, 1912

تمام اعضای این خانواده از شیرۀ آوند چوبی تغذیه می‌کنند. در امریکا پنج گونه و در اروپا ۲۶ گونه به عنوان ناقل‌های احتمالی باکتری *X. fastidiosa* مورد توجه قرار گرفته‌اند (Cavalieri & Porcellia, 2017). تاکنون ۱۰ گونه از این خانواده از ایران گزارش شده‌اند (Mozaffarian & Wilson, 2015).

***Aphrophora alni* (Fallen, 1805)**

این گونه که با اندازه نسبتاً بزرگ (کمی بیشتر از ۹ میلیمتر) و نواحی روشن در بخش کوستال بال شناخته می‌شود (شکل ۲ الف-پ)، در اروپا به عنوان ناقل احتمالی باکتری *X. fastidiosa* (EFSA, 2013) گزارش شده است. فعالیت آن در شمال و مرکز ایران (شکل ۲ ت) از ارتفاع ۱۵۰ تا ۱۶۰۰ متر، روی درختان توسکا^۱، بید^۲، زیردرختان برگریز روی شبدر^۳، گل راعی^۴ و زاغک^۵ در طول تابستان گزارش شده است (Mozaffarian & Wilson, 2015).

***Aphrophora salicina* (Goeze, 1778)**

فعالیت این گونه در دنیا بیشتر در ارتباط با درختان بید گزارش شده است. در عین حال، (Moosavi & Sadeghi Namaghi, 2012) حضور آن را روی چغندر قند در شمال شرق ایران گزارش کردند. نمونه‌هایی از این گونه تاکنون در اواسط تابستان از شمال و شمال شرق کشور جمع‌آوری و گزارش شده (Mozaffarian & Wilson, 2015) و در اروپا به عنوان ناقل احتمالی باکتری *X. fastidiosa* به زیتون نام برده شده است (EFSA, 2013).

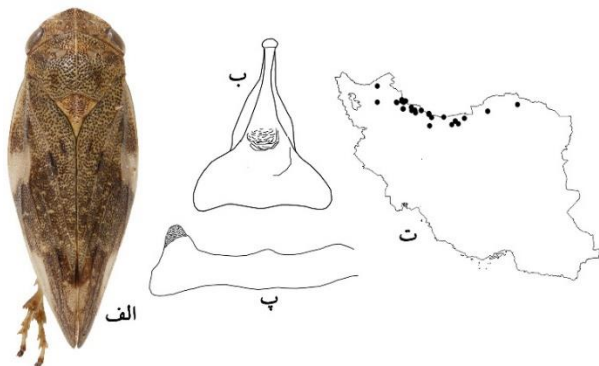
¹ *Alnus* spp.

² *Salix* spp.

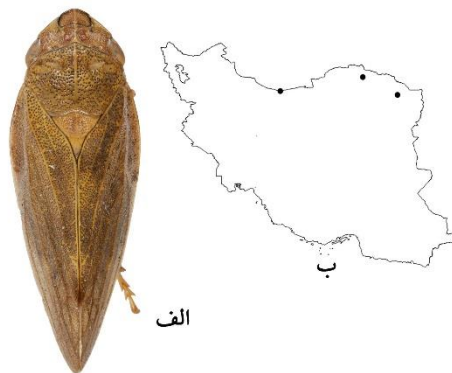
³ *Trifolium* spp.

⁴ *Hypericum* spp.

⁵ *Hieracium* spp.



شکل ۲- گونه *Aphrophoraalni*: شکل ظاهری (الف)، آندگوس (ب)، استیله نر (پ) و پراکندگی در ایران (ت) (برگرفته از Mozaffarian & Wilson, 2015)



شکل ۳- گونه *Aphrophorasalicina*: شکل ظاهری (الف) و پراکندگی در ایران (ب) (برگرفته از Mozaffarian & Wilson, 2015)

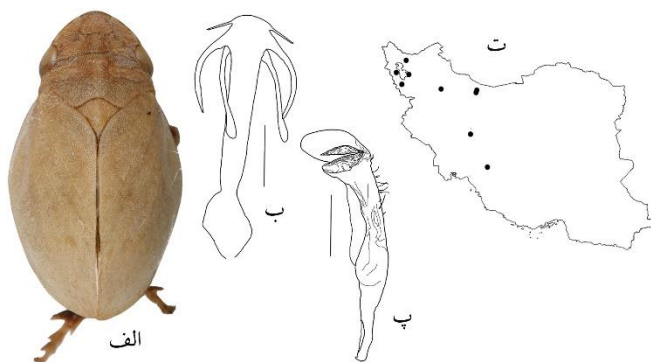
***Lepyronia coleoptrata* (Linnaeus, 1758)**

این گونه با بدن کوتاه، بیضوی و نیمرخ تقریباً محدب، به همراه شکل ظاهری اندام زادآوری نر، از سایر اعضای این خانواده مشخص می‌شود (شکل

۴الف-پ). از آن به عنوان ناقل احتمالی باکتری *X. fastidiosa* در اروپا نام برده شده (EFSA, 2013) و فعالیت آن در شمال غرب و جنوب کشور (شکل ۴ت)، در ارتفاع‌های ۱۰۰۰ تا ۲۷۰۰ متر و در طول فصل تابستان گزارش شده است (Mozaffarian & Wilson, 2015).

***Mesoptylus iranicus* (Tishechkin, 2013)**

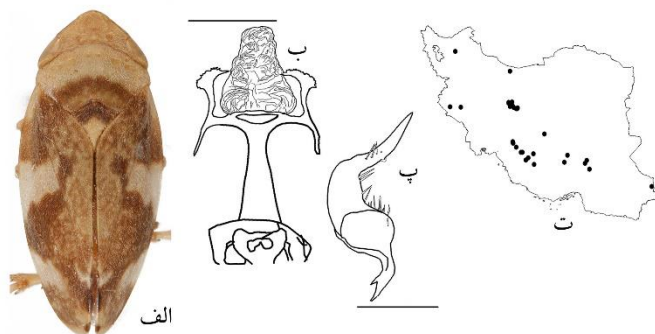
این گونه از نظر شکل ظاهری شباهت بسیار زیادی به گونه *Ph. spumarius* و *Ph. elbursianus* دارد و شناسایی آن‌ها از یکدیگر تنها با مقایسه اندام زادآوری نر امکان‌پذیر است (شکل‌های ۵الف-پ۵). جمعیت‌های این گونه تاکنون فقط در ایران، از شمال غرب تا جنوب شرق (شکل ۵ت) در ارتفاع‌های ۱۲۹۸ تا ۳۰۲۲ گزارش شده است (Mozaffarian & Wilson, 2015).



شکل ۴- گونه *Lepyronia coleoptrata*: شکل ظاهری (الف)، آندگوس (ب)،

استیله نر (پ) و پراکندگی در ایران (ت)

(برگرفته از Mozaffarian & Wilson, 2015)



شکل ۵- گونه *Mesoptylus iranicus*: شکل ظاهری (الف)، آندگوس (ب)، استیله نر (پ) و پراکندگی در ایران (ت) (برگرفته از Mozaffarian & Wilson, 2015)

***Neophilaenus campestris* (Fallen, 1805)**

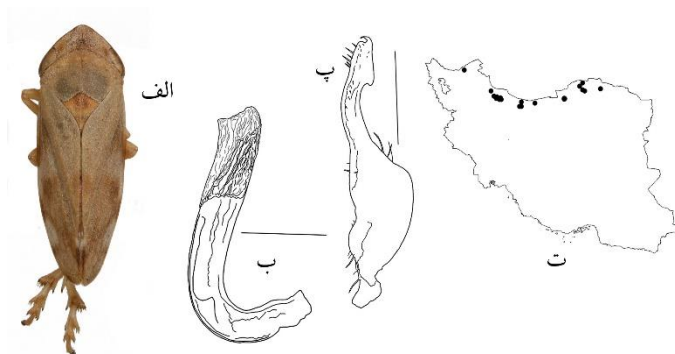
شکل ظاهری و اندام زادآوری نر این گونه در شکل (۶الف-پ) نشان داده شده است. پراکنش آن در شمال کشور (شکل ۶ت) از ارتفاع ۴۰۰ متر تا ۲۵۴۵ متر، در زیستگاه‌های آفتابی، روی گیاهان تیره گندمیان^۱ و درختان جنگل‌های هیرکانی از نیمه‌های بهار تا اواخر تابستان مشاهده و گزارش شده است (Mozaffarian & Wilson, 2015).

آلودگی زنجریک گونه *N. campestris* به باکتری *X. fastidiosa* در زیتون کاری‌های آلوده در اروپا دیده شده و توانایی آلوده شدن به این باکتری در آن‌ها تایید شده است (Cavaliere & Porcellia, 2017; Elbeaino *et al.* 2014). از این رو، در بعضی کشورها این گونه را بعد از گونه *Ph. spumarius* به عنوان دومین ناقل احتمالی باکتری *X. fastidiosa* در زیتون کاری‌ها نام برده‌اند که البته

¹ Poaceae

در شرایط آزمایشگاهی، کارآیی کمتری در انتقال باکتری داشته است (Antonatos *et al.*, 2019, Lago *et al.*, 2020, Fierro *et al.*, 2019).

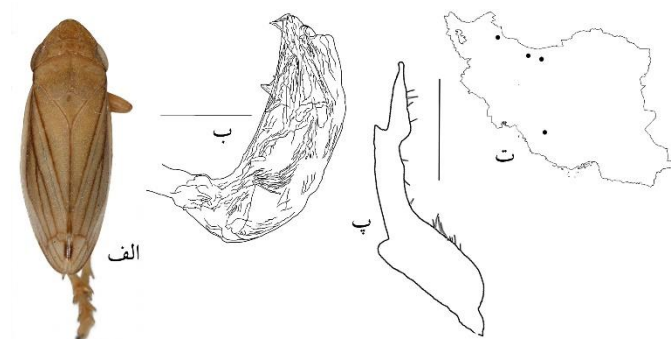
افراد این گونه بیشتر چرخه زندگی خود را از ابتدا تا جفت‌گیری و تخم‌گذاری، روی گیاهان علفی می‌گذرانند ولی توانایی پرواز تا فاصله‌های زیاد (۲۴۷۳ متر در ۳۵ روز) و حرکت روی درختان و درختچه‌ها را هم دارند (Antonatos *et al.*, 2019; Lago *et al.* 2020; Mazzoni, 2005; Dongiovanni, 2018; Morente *et al.*, 2018, Lopes *et al.*, 2014; Cornara *et al.*, 2016, b; Antonatos *et al.*, 2019, Mazzoni, 2005; Cornara *et al.*, 2017b; Bodino *et al.*, 2019, Lopes *et al.*, 2014; Antonatos *et al.*, 2019, Almeida, 2016; Purcell, 1980). در بعضی منابع نیز گفته شده است که با خشک شدن گیاهان علفی در اواخر بهار به روی میزبان‌های چوبی همیشه سبز یا برگریز می‌روند. از آنجایی که روند انتقال باکتری ممکن است در کمتر از چند دقیقه رخ دهد، ممکن است بتوانند در انتقال باکتری به درختان زیتون، بادام و انگور نقش داشته باشند.



شکل ۶- گونه *Neophilaenus campestris*: شکل ظاهری (الف)، آندگوس (ب)، استیله نر (پ) و پراکندگی در ایران (ت) (برگرفته از Mozaffarian & Wilson, 2015)

***Neophilaenus lineatus* (Linnaeus, 1758)**

افراد این گونه با بدن کشیده، داشتن بیش از ۸ خار در انتهای ساق پای عقب، ناحیه کوستال روشن در بال جلو و ویژگی‌های اندام زادآوری نر (شکل‌های ۷الف-پ) شناسایی می‌شوند. تاکنون نمونه‌های از این گونه در شمال، شمال غرب و جنوب غرب ایران، از اواسط تابستان تا اوایل پاییز جمع‌آوری و گزارش شده‌اند (Mozaffarian & Wilson, 2015). اعضای این گونه روی گیاهان علفی فعالیت دارند و فعالیت آن‌ها تا ارتفاع ۲۰۰ متری سطح زمین گزارش شده است (Reynolds *et al.*, 2017). وجود این گونه در باغ‌های زیتون اروپا گزارش شده و با توجه به تغذیه آن‌ها از آوند چوبی، در فهرست ناقل‌های احتمالی باکتری *X. fastidiosa* قرار داده می‌شوند (Lago *et al.*, 2020).



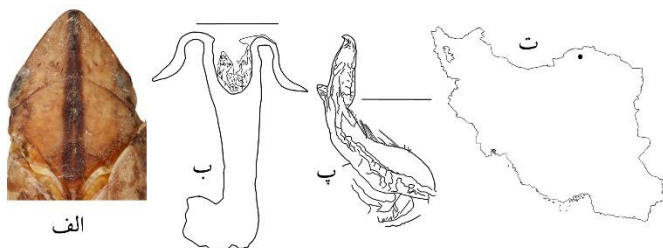
شکل ۷- گونه *Neophilaenus lineatus*: شکل ظاهری (الف)، آندگوس (ب)، استیله نر (پ) و پراکندگی در ایران (ت) (برگرفته از Mozaffarian & Wilson, 2015)

***Paraphilaenus notatus* (Mulsant & Rey, 1855)**

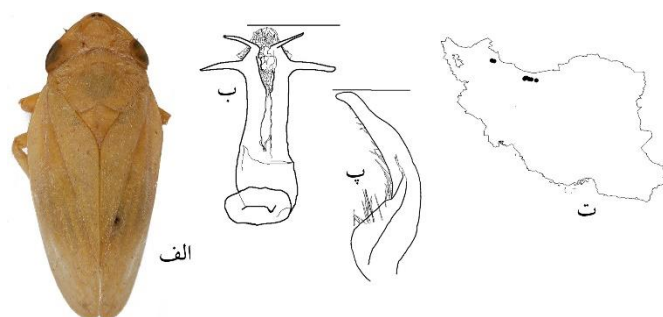
این گونه به واسطه یک نوار طولی تیره روی سطح پشتی سر و سینه و شکل ظاهری اندام زادآوری نر شناسایی می‌شود (شکل‌های ۸الف-ت). در ایران، تاکنون از شمال شرق و در ارتفاع‌های ۱۱۵۶ تا ۱۵۰۰ متر گزارش شده‌است (Mozaffarian & Wilson, 2016) و در سایر نقاط جهان به فعالیت آن روی بعضی گیاهان علفی اشاره شده‌است (Emeljanov, 1967). ذکر این گونه در فهرست ناقل‌های احتمالی باکتری *X. fastidiosa*، به دلیل تغذیه آن از آوند چوبی است که در افراد این خانواده عمومیت دارد.

***Philaenus elbursianus* Tishechkin, 2013**

این گونه نیز مانند گونه *M. iranicus* به علت شباهت زیاد شکل ظاهری به گونه *Ph. spumarius* (شکل ۹الف)، تا سال ۲۰۱۳، همچنان به عنوان یک گونه مخفی ناشناخته مانده بود. شناسایی این سه گونه از یکدیگر با توجه به تنوع نقش و نگار بال در گونه *Ph. spumarius* تنها از شکل اندام زادآوری نر قابل تشخیص است (شکل‌های ۹ب-پ) این گونه تاکنون فقط از ایران، رشته کوه البرز (شکل ۹ت) شناسایی و توصیف شده‌است (Tishechkin, 2013). از آنجا که این گونه نیز مانند سایر اعضای این خانواده از آوند چوبی گیاهان تغذیه می‌کنند، می‌توانند به عنوان ناقل احتمالی باکتری *X. fastidiosa* در نظر گرفته شود.



شکل ۸- گونه *Paraphilaenus notatus*: شکل ظاهری (الف)، آندگوس (ب)، استیله نر (پ) و پراکندگی در ایران (ت)
(برگرفته از Mozaffarian & Wilson, 2015)



شکل ۹- گونه *Philaenus elbursianus*: شکل ظاهری (الف)، آندگوس (ب)، استیله نر (پ) و پراکندگی در ایران (ت) (برگرفته از Mozaffarian & Wilson, 2015)

***Philaenus spumarius* (Linnaeus, 1758)**

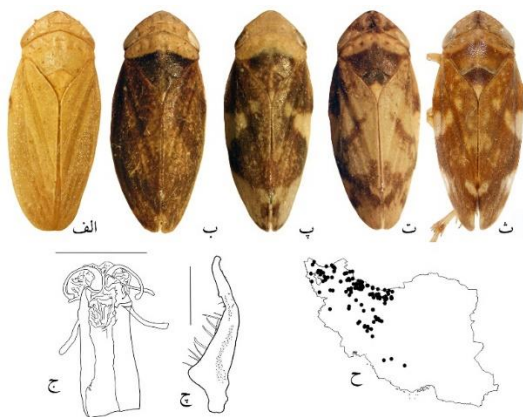
افراد این گونه (شکل‌های ۱۰الف-ث) نیز مانند سایر گونه‌های جنس *Philaenus* از بیشترین تنوع در الگوهای رنگی و نقش و نگار بال (پلی‌مورفی) در میان زنجره‌ها و زنجرک‌ها برخوردار هستند (Drosopoulos, 2003; Drosopoulos et al., 2010). به طوری که گاهی بررسی

دقیق جمعیت‌های این گونه منجر به توصیف گونه‌های مخفی جدید شده‌است (Tishechkin, 2013). از این رو، شناسایی این گونه تنها با بررسی اندام زادآوری نر امکان‌پذیر است (شکل ۱۰-ج). پراکنش وسیعی از شمال تا جنوب در نیمه غربی کشور دارد (شکل ۱۰-ح) و در ارتفاع‌های ۱۵۰ متر تا ۲۶۷۰ متر در از اردیبهشت تا اواسط مهر (بیشتر در طول ماه‌های تابستان) جمع‌آوری و گزارش شده‌است (Mozaffarian & Wilson, 2015).

گونه *Ph. spumarius* اولین بار توسط Severin (1950) به عنوان ناقل باکتری *X. fastidiosa* مطرح شد. پس از آن Saponari et al. (2014) نمونه‌هایی از این گونه را که به باکتری آلوده بودند مشاهده و گزارش کردند. سه سال بعد، آزمایش‌های انتقال و پیروس نشان دادند که این گونه می‌تواند باکتری را از درختان آلودهٔ زیتون گرفته و در شرایط گلخانه به سایر میزبان‌ها منتقل کند (Cornara et al., 2017a). در حال حاضر، گونه مورد بحث به عنوان مهم‌ترین ناقل احتمالی باکتری *X. fastidiosa* در اروپا شناخته شده‌است. در جنوب ایتالیا از آن به عنوان پرجمعیت‌ترین حشره در زیتون کاری‌ها که از آوند چوبی تغذیه می‌کنند (Fierro et al., 2019) و در بعضی منابع از آن به عنوان ناقل اصلی باکتری در ایتالیا نام برده می‌شود (Liccardo et al., 2020). از این رو، مطالعات نسبتاً فراوانی در ارتباط با جنبه‌های مختلف زیستی آن انجام شده‌است. بر اساس این تحقیقات، گونهٔ *Ph. spumarius* یک نسل در سال دارد. در زیتون کاری‌های جنوب ایتالیا، تخم‌ها معمولاً در ابتدای زمستان باز می‌شوند. حشره‌های خارج شده، مرحله‌های پورگی را در بهار روی گیاهان علفی سطح زمین، درون توده‌های کف‌مانند گذرانده و احتمالاً با خشک شدن هوا به تاج درختان زیتون مهاجرت می‌کنند.

(Morente *et al.*, 2018; Cornara *et al.*, 2017a; Fierro *et al.*, 2019) حشره بالغ با داشتن هر دو توانایی جهیدن و پرواز کردن، می‌تواند تا صدها متر و تا ارتفاع ۷۰ سانتیمتر (Weaver & King 1954; EFSA Panel on Plant Health 2015; Weaver & King, 1954) جابه‌جا شوند. گفته می‌شود که این گونه تا زمانی که گیاهان میزبان در حال رشد و فعالیت هستند و با استرس خشکی روبرو نباشند توانایی زندگی در شرایط محیطی متفاوتی دارد (Cornara *et al.* 2018).

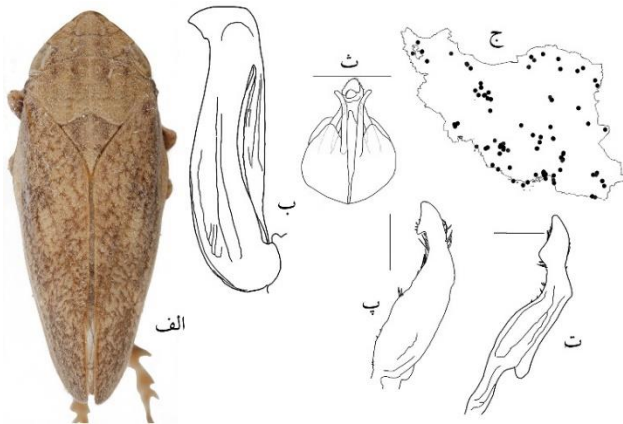
تغذیه گونه *Ph. spumarius* از گیاهان زیادی گزارش شده و در منابع از آن به عنوان یک گونه پلی‌فاژ نام برده می‌شود. فعالیت آن در ایران تاکنون در مزارع سیب‌زمینی (Khajehali *et al.*, 2001)، مزارع گندم و باغ‌های سیب و انار (Mozaffarian & Wilson, 2015) مشاهده و گزارش شده‌است.



شکل ۱۰- گونه *Philaenus spumarius*: شکل ظاهری (الف-ث)، آندگوس (ج)، استیله نر (چ) و پراکندگی در ایران (ح)
(الف-ت اصلی، ث سح برگرفته از Mozaffarian & Wilson, 2015)

***Poophilus costalis* (Walker, 1851)**

زنجبرک‌های این گونه با اندازه بزرگ (بیش از ۹ میلیمتر)، بلندتر بودن فرق سر از پهنا و سایر ویژگی‌های ریخت‌شناسی شکل ظاهری و اندام زادآوری نر (شکل‌های ۱۱ الف-ث) شناسایی می‌شوند. تغذیه آن‌ها از تعداد زیادی از گیاهان (۳۷ گونه) در دنیا گزارش شده (Shih *et al.*, 2005) و تقریباً در سرتاسر ایران (شکل ۱۱ ج)، از ارتفاع هم‌سطح دریا تا ۱۹۶۰ متر روی گیاهان مختلف از جمله مزارع خشک شده برنج، درخت گز و بوته‌های خارشتر مشاهده و گزارش شده‌است (Dlabola, 1981; Barkhordari *et al.* 1981; Abaii, 2000; Yaghmaee, 2008; Mozaffarian & Wilson, 2015). این گونه نیز به دلیل تغذیه از آوند چوبی گیاهان می‌تواند مانند سایر اعضای خانواده Aphrophoridae، به عنوان ناقل احتمالی باکتری *X. fastidiosa* مورد توجه قرار بگیرد.



شکل ۱۱- گونه *Poophilus costalis*: شکل ظاهری (الف)، آندگوس (ب)، استیله نر (پ-ت)، صفحه‌های ساب‌ژنیتال (ث) و پراکنندگی در ایران (ج) (برگرفته از Mozaffarian & Wilson, 2015)

خانواده Cicadellidae Latreille, 1802

زنجرک‌های این خانواده با داشتن یک یا دو ردیف خار در ساق پای عقب شناخته می‌شوند. اگرچه این زنجرک‌ها بزرگترین خانواده راسته Hemiptera را تشکیل می‌دهند، تعداد کمی از آن‌ها به عنوان ناقل‌های باکتری *X. fastidiosa* مطرح شده‌اند (Redak et al., 2004; Janse & Obradovic, 2010; Conara et al., 2017).

زیرخانواده Cicadellinae Latreille, 1802

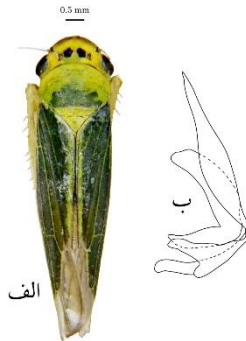
زنجرک‌های زیرخانواده Cicadellinae با نام عمومی sharpshooter در منابع انگلیسی شهرت دارند. این حشره‌ها با داشتن کلیپئوس پهن با ماهیچه‌های قوی می‌توانند از آوند چوبی گیاهان تغذیه کنند و این توانایی آن‌ها را در فهرست ناقل‌های احتمالی باکتری *X. fastidiosa* قرار می‌دهد (Redak et al., 2004). توانایی این زنجرک‌ها برای گرفتن باکتری از میزبان‌های متفاوت در طبیعت و انتقال آن به میزبان‌های دیگر در شرایط گلخانه‌ای نشان داده شده است (Conara et al., 2017). در دنیای جدید تعداد زیادی از اعضای این زیرخانواده در این فهرست قرار دارند ولی در اروپا، تنها یک گونه *Cicadella viridis* از این زیرخانواده وجود دارد و به عنوان ناقل باکتری مورد بحث شناخته شده‌است (Janse & Obradovic, 2010).

***Cicadella viridis* (Linnaeus, 1758)**

زنجبرک‌های گونه *Cicadella viridis*، تنها گونه از زیرخانواده Cicadellinae هستند که در اروپا به عنوان ناقل باکتری *X. fastidiosa* شناخته شده‌اند. این گونه با داشتن پیشانی متورم، دو لکه پنج ضلعی روی فرق سر و شکل اندام زادآوری نر شناخته می‌شوند (شکل ۱۲ الف-ب). در ایران پراکندگی وسیعی داشته و از شمال، شمال غرب و جنوب ایران (Mozaffarian & Wilson, 2016)، از روی گز^۱، برنج، گندم، سیب، گلابی، آلو و گوجه از ارتفاع ۲۰ متر تا ۲۴۵۱ متر از سطح دریا جمع‌آوری و گزارش شده‌است (Farahbakhsh, 1961, Rajabi, 1991, Dlabola, 1981).

از زنجبرک‌های این زیرخانواده، دو گونه دیگر با نام‌های *Bothrogonia ferruginea* (Fabricius, 1787) و *Cofana spectra* (Distant, 1908) از ایران گزارش شده‌است. اطلاعات زیادی از پراکنش این دو گونه در ایران در دست نیست و فقط یک نمونه از گونه دوم از جنوب ایران در موزه‌هایک میرزایانس موجود است. با توجه به تغذیه اعضای این زیرخانواده از آوند چوبی، می‌توانند به عنوان ناقل‌های احتمالی باکتری *X. fastidiosa* در نظر گرفته شوند. این دو گونه در تایوان و استرالیا نیز به عنوان ناقل احتمالی باکتری نام برده شده‌است (Tuan et al., 2016; Inspector-General of Biosecurity, 2022).

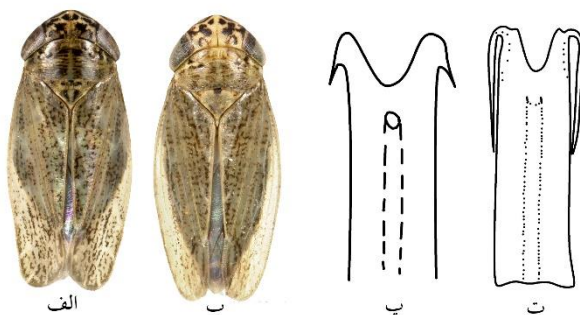
¹ Tamarix



شکل ۱۲- گونه *Cicadella viridis*: شکل ظاهری (الف) (برگرفته از Mozaffarian, 2018) و آندگوس (ب)، (برگرفته از Mozaffarian, 2021)

زیر خانواده *Deltocephalinae* Dallas, 1870

در بعضی از منابع خارجی، دو گونه از زنجرک‌های این زیر خانواده، با نام‌های *Euscelis lineolatus* و *Euscelis incisa* (Kirschbaum, 1858) Brullé, 1832 (شکل ۱۳) را به واسطه آلوده بودن به باکتری *X. fastidiosa*، به عنوان ناقل آن گزارش کرده‌اند ولی بعضی تحقیقات منتشر شده دیگر، شواهدی از آلوده شدن آن‌ها را به این باکتری در آزمایش‌ها ندیده‌اند (Elbeaino *et al.*, 2014; Ben Moussa *et al.*, 2016, Cavalieri & Porcellia, 2017; Saponari *et al.*, 2014, Almeida *et al.* 2005, Cornara *et al.*, 2017a). در هر صورت، با توجه به تغذیه این زنجرک‌ها از آوند آبکش، به نظر می‌رسد که حتی اگر به صورت تصادفی به این باکتری آلوده شده باشند، نتوانند به عنوان ناقل موفق عمل کنند (مکاتبات منتشر نشده با دکتر مایکل ویلسون). این دو گونه، قبلاً از شمال شرق، مرکز و جنوب ایران نیز گزارش شده‌اند (Mozaffarian & Wilson, 2016).



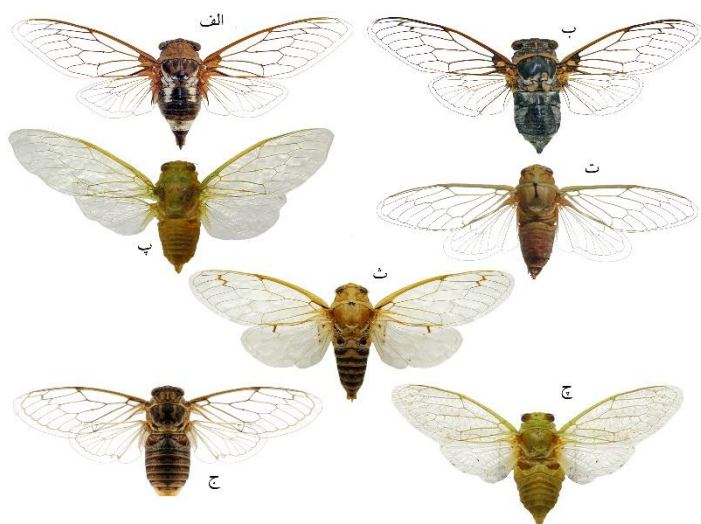
شکل ۱۳- گونه‌های *Euscelis incisa*: شکل ظاهری (الف)، آندگوس (پ)

و *Euscelis lineolatus*: شکل ظاهری (ب)، آندگوس (ت)

(برگرفته از Ribaut, 1952; Le Quesne, 1969; Wilson & Turner, 2010)

خانواده Cicadidae Latreille, 1802

زنجره‌های این خانواده که به زنجره‌های آوازخوان هم شهرت دارند، حشرات نسبتاً بزرگی هستند (شکل‌های ۱۴ الف-ج) که افراد نر برای جلب ماده‌ها در طول روز با صدای بلند آواز می‌خوانند. تاکنون ۴۵ گونه زنجره از خانواده Cicadidae از نقاط مختلف ایران شناسایی، توصیف و گزارش شده‌اند (Mozaffarian & Sanborn, 2016). زنجره‌های آوازخوان از آوند چوبی تغذیه می‌کنند و از آنجایی که تغذیه از آوند چوبی به عنوان یک عامل کلیدی برای احتمال انتقال باکتری *X. fastidiosa* در نظر گرفته می‌شود، در بعضی از منابع، از آن‌ها به عنوان ناقل‌های احتمالی باکتری نام برده شده‌است (Frazier 1965; Almeida et al., 2005). در عین حال تحقیقات Cornara et al. (2020) بر روی چند گونه از این خانواده، نشان داد که تنها درصد ناچیزی از آن‌ها به این باکتری آلوده شدند و همان تعداد نیز توانایی انتقال باکتری را نشان ندادند.



شکل ۱۴- شکل ظاهری تعدادی از گونه‌های زنجره‌های خانواده Cicadidae در ایران

(الف-ب: برگرفته از Mozaffarian & Sanborn, 2016، پ-چ: اصلی)

الف: *Lyrister esfandiarrii* Dlabola, 1970؛ ب: *Lyrister plebejus*

(Scopoli, 1763)؛ پ: *Chloropsalta smaragdula* Haupt, 1920؛ ت:

Psalmocharias flava؛ ث: *Chloropsalta ochreata* (Melichar, 1902)

(Dlabola, 1970)؛ ج: *Cicadatra pazukii* (Mozaffarian & Sanborn,

2015)؛ چ: *Cicadatra alhageos* (Kolenati, 1857)

- Abaii, M. (2000) Pests of Forest Trees and Shrubs of Iran. 2nd Ed. Ministry of Agriculture, Agricultural Research, Education & Extension Organization, Iran, 178 pp.
- Almeida, R.P. (2016) Can Apulia's olive trees be saved? Science, 353(6297): 346–348
- Almeida, R.P., Blua, M. J., Lopes, J.R. & Purcell, A.H. (2005) Vector transmission of *Xylella fastidiosa*: applying fundamental knowledge to generate disease management strategies. Annals of the Entomological Society of America, 98(6): 775–786.
- Amanifar, N., Taghavi, M., Izadpanah, K. & Babaei G. (2014) Isolation and pathogenicity of *Xylella fastidiosa* from grapevine and almond in Iran. Phytopathologia Mediterranea, 53(2): 318–327.
- Antonatos, S., Papachristos, D.P., Kapantaidaki, D.E., Lytra, I.C., Varikou, K., Evangelou, V.I. & Milonas, P. (2019) Presence of Cicadomorpha in olive orchards of Greece with special reference to *Xylella fastidiosa* vectors. Journal of Applied Entomology, 144: 1–11.
- Baccari, C. & Lindow, S.E. (2011) Assessment of the process of movement of *Xylella fastidiosa* within susceptible and resistant grape cultivars. Phytopathology, 101: 77–84.
- Baldi, P. & Porta, L.P. (2017) *Xylella fastidiosa*: Host Range and advance in molecular identification techniques. Frontiers in Plant Science, 8: 944, 22pp.
- Barkhordari, M., Samet, K. & Farzaneh, A. (1981) Etude preliminaire sur la faune des *Tamarix*. Journal of Entomological Society of Iran, 6(1, 2): 3–8 [In Persian with French abstract].
- Ben Moussa I.E., Mazzoni, V., Valentini, F., Yaseen, T., Lorusso, D., Speranza, S., Digiaro, M., Varvaro, L., Krugner, R. & D'Onghia, A.M. (2016) Seasonal Fluctuations of Sap-Feeding Insect Species Infected by *Xylella fastidiosa* in Apulian Olive Groves of Southern Italy. Journal of Economic Entomology, 109(4): 1512–8.
- Bodino, N., Cavalieri, V., Dongiovanni, C., Plazio, E., Saladini, M. A., Volani, S., Simonetto, A., Fumarola, G., Carolo, M., Porcelli, F., Gilioli, G. & Bosco, D. (2019). Phenology, seasonal abundance and stage-structure of spittlebug (Hemiptera:

- Aphrophoridae) populations in olive groves in Italy. Scientific Reports, 9(1): 1–17.
- Cavaleri, V. & Porcelli, F. (2017) Main insect vectors of *Xylella fastidiosa* in Italy and worldwide. In: D'Onghia A.M., Brunel S. & Valentini F. (Eds) *Xylella fastidiosa & the Olive Quick Decline Syndrome (OQDS). A serious worldwide challenge for the safeguard of olive trees*, Bari: CIHEAM, Options Méditerranéennes: Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 121: 31–32
- Cornara, D., Sicard, A., Zeilinger, A.R., Porcelli, F., Purcell, A.H. & Almeida, R.P.P. (2016) Transmission of *Xylella fastidiosa* to grapevine by the meadow spittlebug. Phytopathology, 106(11): 1285–1290.
- Cornara, D., Saponari, M., Zeilinger, A.R., de Stradis, A. Boscia, D., Loconsole, G., Bosco, D., Martelli, G.P., Almeida, R.P.P. & Porcelli, F. (2017a) Spittlebugs as vectors of *Xylella fastidiosa* in olive orchards in Italy, Journal of Pest Science, 90: 521–530
- Cornara, D., Cavaleri, V., Dongiovanni, C., Altamura, G., Palmisano, F., Bosco, D., Porcelli, F., Almeida, R.P.P. & Saponari, M. (2017b) Transmission of *Xylella fastidiosa* by naturally infected *Philaenus spumarius* (Hemiptera, Aphrophoridae) to different host plants. Journal of Applied Entomology, 141: 80–87.
- Cornara, D., Bosco, D. & Fereres, A. (2018) *Philaenus spumarius*: when an old acquaintance becomes a new threat to European agriculture. Journal of Pest Science, 91: 957–972.
- Cornara, D., Morente, M., Markheiser, A., Bodino, N., Tsai, C.W., Fereres, A., Redak, R.A., Perring, T. & Lopes, J.R.S. (2019) An overview on the worldwide vectors of *Xylella fastidiosa*. Entomologia Generalis. 39(3–4): 157–181.
- Cornara, D., Marra, M., Tedone, B., Cavaleri, V., Porcelli, F., Fereres, A., Purcell, A. & Saponari, M. (2020) No evidence for cicadas' implication in *Xylella fastidiosa* epidemiology. Entomologia Generalis, 40(2): 125–132.
- Department of Agriculture (2019) National *Xylella* Action Plan 2019–2029, Canberra, December. CC BY 4.0.
- Dlabola, J. (1971) Taxonomische und chorologische Ergänzungen der zikadenfauna von Anatolien, Iran, Afghanistan und Pakistan (Homoptera, Auchenorrhyncha). Acta Entomologica Bohemoslov, 68: 377–396.

- Dlabola, J. (1981) Ergebnisse der tschechoslovakisch-iranischen entomologischen Expeditionen nach dem Iran (Mit Angaben über einige Sammelresultate in Anatolien) (1970 und 1973) (Homoptera, Auchenorrhycha)- II Teil. Acta Musei Nationalis Pragae, 40: 127–311.
- Dongiovanni, C., Cavalieri, V., Bodino, N., Tauro, D., Di Carolo, M., Fumarola, G., Altamura G., Lasorella, C. & Bosco, D. (2018) Plant selection and population trend of spittlebug immatures (Hemiptera: Aphrophoridae) in olive groves of the Apulia Region 714 of Italy. Journal of Economic Entomology, 112(1): 67–74.
- Drosopoulos, S. (2003) New data on the nature and origin of colour polymorphism in the spittlebug genus *Philaenus* (Hemiptera: Aphrophoridae). Annales de Societe Entomologique de France (N.S.), 39(1): 31–42.
- Drosopoulos, S., Maryanska-Nadachowska, A. & Kuznetsova, V.G. (2010) The Mediterranean: Area of origin of polymorphism and speciation in the spittlebug *Philaenus* (Hemiptera, Aphrophoridae). Zoosystematics and Evolution 86(1): 125–128.
- EFSA, European Food Safety Authority (2013) Statement of EFSA on host plants, entry and spread pathways and risk reduction options for *Xylella fastidiosa* Wells *et al.* EFSA Journal, 11(11): 3468, 50 pp.
- EFSA, European Food Safety Authority (2018) *Xylella*: host plant database updated. Available from: www.efsa.europa.eu/en/press/news/180910. [Accessed: July 2022]
- EFSA, European Food Safety Authority (2019). *Xylella fastidiosa*. Available from: <https://www.efsa.europa.eu/en/topics/topic/xylella-fastidiosa>. [Accessed: July 2022]
- EFSA PLH Panel (EFSA Panel on Plant Health) (2015) Scientific Opinion on the risks to plant health posed by *Xylella fastidiosa* in the EU territory, with the identification and evaluation of risk reduction options. EFSA Journal, 13(1): 3989.
- Elbeaino T., Yaseen T., Valentini F., Ben Moussa I.E., Mazzoni V. & D'Onghia A.M. (2014) Identification of three potential insect vectors of *Xylella fastidiosa* in southern Italy. Phytopathologia Mediterranea 53: 328–332.

- Emeljanov, A.F. (1967) Suborder Cicadinea (Auchenorrhyncha). In: Bei-Bienko, G. Ya. (Ed.), *Keys to the insects of the European USSR*. Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem, pp. 421–551.
- EPPO (2018). *Xylella fastidiosa* in the EPPO region. Available from: https://www.eppo.int/ACTIVITIES/plant_quarantine/shortnotes_qps/shortnotes_xylella [Accessed: July 2022]
- Farahbakhsh, Gh. (1961) A checklist of economically important insects and other enemies of plants and agricultural products in Iran. Plant organization Press, Iran, 153pp.
- Fierro, A., Liccardo, A. & Porcelli, F. (2019) A lattice model to manage the vector and the infection of the *Xylella fastidiosa* on olive trees. *Scientific Reports*, 9: 8723.
- Frazier, N.W. (1965) Xylem viruses and their insect vectors, pp. 91–99. In: W.B. Hewitt (Ed.), *Proceedings International Conference on Virus and Vector on Perennial Hosts, with Special Reference to Vitis*, 6–10 September 1965, Davies, CA. University of California Press, Davis.
- Godefroid, M., Cruaud, A., Streito, J.C., Rasplus, J.Y. & Rossi, J.P. (2019) *Xylella fastidiosa*: climate suitability of European continent, *Scientific Reports*, 9: 8844.
- Hopkins, D.L. (1989). *Xylella fastidiosa*: xylem-limited bacterial pathogen of plants. *Annual review of phytopathology*, 27(1): 271–290.
- Inspector-General of Biosecurity (2022) Effectiveness of preventative biosecurity arrangements to mitigate the risk of entry into Australia of the serious plant pest *Xylella fastidiosa*. Review Report No. 2021–22/03. Inspector-General of Biosecurity, Canberra.
- IPPC (2017) Facing the treat of *Xylella fastidiosa* together. Food and Agriculture Organisation of the United Nations, International Plant Protection Convention, Rome, Italy, 2pp.
- Janse J.D., Obradovic, A. (2010) *Xylella fastidiosa*: its biology, diagnosis, control and risks. *Journal of Plant Pathology*, 92: 35–48.
- Khajehali, J., Seyedoleslami, H. & Kamali, K. (2001) A contribution to study of hoppers (Hom.: Auchenorrhyncha) of potato fields in Isfahan and Daran. *Applied Entomology and Phytopathology*, 68(1 & 2): 43–71. (In Persian with English Abstract)

- Lago, C., Morente, M., De las Heras-Bravo D., Marti, Campoy, A., Rodriguez-Ballester F., Plaza, M., Moreno, A. & Fereres, A. (2020) Dispersal ability of *Neophilaenus campestris*, a vector of *Xylella fastidiosa*, from olive groves to over-summering hosts. BioRxiv preprint, 46pp.
- Le Quesne, W.J. (1969) Hemiptera Cicadomorpha Deltocephalinae. Handbooks for the Identification of British Insects, 2(b). Royal Entomological Society, London, 148 pp.
- Liccardo, A., Fierro, A., Garganese, F., Picciotti, U. & Porcelli, F. (2020) A biological control model to manage the vector and the infection of *Xylella fastidiosa* on olive trees. PLoS ONE, 15(4): 1–25. e0232363.
- Lopes, J.R., Landa, B.B. & Fereres, A. (2014) A survey of potential insect vectors of the plant pathogenic bacterium *Xylella fastidiosa* in three regions of Spain. Spanish Journal of Agricultural Research, 12(3): 795–800.
- Martelli, G.P., Boscia, D., Porcelli, F. & Saponari, M. (2016). The olive quick decline syndrome in south-east Italy: a threatening phytosanitary emergency. European Journal of Plant Pathology, 144(2): 235–243.
- Mazzoni, V. (2005). Contribution to the knowledge of the Auchenorrhyncha (Hemiptera Fulgoromorpha and Cicadomorpha) of Tuscany (Italy). Redia, 88: 85–102.
- Moosavi, N. & Sadeghi Namaghi, H. (2012) Biodiversity of Auchenorrhyncha in sugar beet fields of Mashhad region and new records for Khorasan Razavi province. Journal of Sugar Beet. 28(1): 7–12.
- Morente, M., Cornara, D., Plaza, M., Durán, J., Capiscol, C., Trillo, R., Ruiz M., Ruz C., Sanjuan S., Pereira J.A., Moreno, A. & Fereres A. (2018) Distribution and relative abundance of insect vectors of *Xylella fastidiosa* in olive groves of the Iberian Peninsula. Insects, 9(4): 175.
- Mozaffarian, F. (2018) An identification key to the species of Auchenorrhyncha of Iranian fauna recorded as pests in orchards and a review on the pest status of the species, Zootaxa, 4420(4): 475–501.
- Mozaffarian, F. (2021) Cicadas and hoppers as pests of field crops in Iran (Hemiptera: Auchenorrhyncha). Published by Iranian

- Research Institute of Plant Protection, 107pp. In Persian with an English summary.
- Mozaffarian, F. & Sanborn, A.F (2016) Two Species of the Genus *Tibicen* Latreille, 1825 (Hemiptera: Cicadidae) in Iran, with an Identification Key to the Genera of the Family Cicadidae (Hemiptera) in the Country. *Acta Zoologica Bulgarica*, 68 (4): 469–476
- Mozaffarian, F. & Wilson, M.R. (2015) The aphrophorid spittlebugs of Iran (Hemiptera: Cercopoidea: Aphrophoridae), *Zootaxa*, 4052 (4): 442–456.
- Mozaffarian, F. & Wilson, M.R. (2016) A checklist of the leafhoppers of Iran (Hemiptera: Auchenorrhyncha: Cicadellidae). *Zootaxa*, 4062 (1): 1–63.
- Owen, D.F. (1988) Native and alien plants in the diet of *Philaenus spumarius* (L.) (Homoptera: Cercopidae). *Entomologist's Gazette*, 39: 327–328.
- Peck, D. & Thompson, V. (2008) Spittlebugs (Hemiptera: Cercopoidea). In: Capinera, J.L. (Ed.), *Encyclopedia of Entomology*. Kluwer Academic, pp. 156–160.
- Purcell, A.H. (1997) *Xylella fastidiosa*, a regional problem or global threat? *Journal of Plant Pathology*, 79: 99–105.
- Purcell, A.H. & Finlay, A.H. (1979) Evidence for noncirculative transmission of Pierce's disease bacterium by sharpshooter leafhoppers. *Phytopathology*, 69: 393–395.
- Purcell, A.H. & Saunders, S. R. (1999) Fate of Pierce's disease strains of *Xylella fastidiosa* in common riparian plants in California. *Plant Disease*, 83: 825–830.
- Purcell, A.H. (1980) Almond leaf scorch: leafhopper and spittlebug vectors. *Journal of Economic Entomology*, 73(6): 834–838.
- Rajabi, Gh. (1991) Insects attacking Rosaceous fruit trees in Iran. Vol. 3: Homoptera. Ministry of Agriculture, Tehran, 256 pp.
- Redak, R.A., Purcell, A.H., Lopes, J.R., Blua, M.J., Mizell, R.F. & Andersen, P.C. (2004) The biology of xylem fluid-feeding insect vectors of *Xylella fastidiosa* and their relation to disease epidemiology. *Annual Reviews in Entomology*, 49: 243–270.
- Reynolds, D.R., Chapman, J.W. & Stewart, A.J. (2017) Windborne migration of Auchenorrhyncha (Hemiptera) over Britain. *European Journal of Entomology*, 114: 554–564.

- Ribaut, H. (1952) Homopteres Auchenorrhynques II (Jassidae). Faune de France, 57: 1–474.
- Sanderlin, R.S. & Melanson, R.A. (2010) Insect transmission of *Xylella fastidiosa* to pecan. Plant Disease, 94: 465–470.
- Saponari, M., Boscia, D., Nigro, F., & Martelli, G.P. (2013) Identification of DNA sequences related to *Xylella fastidiosa* in oleander, almond and olive trees exhibiting leaf scorch symptoms in Apulia (Southern Italy). Journal of Plant Pathology, 95(3): 668.
- Saponari, M., Loconsole, G., Cornara, D., Yokomi, R.H., De Stradis, A., Boscia, D., Bosco, D., Martelli, G.P., Krugner, R. & Porcelli, F. (2014) Infectivity and transmission of *Xylella fastidiosa* Salento strain by *Philaenus spumarius* L. (Hemiptera: Aphrophoridae) in Apulia, Italy. Journal of Economic Entomology, 107(4): 1316–1319.
- Saponari, M., Boscia, D., Altamura, G., Loconsole, G., Zicca, S., D'Attoma, G., Morelli, M., Palmisano, F., Saponari, A., Tavano, D., Savino, V.N., Dongiovanni, C. & Martelli, G.P. (2017) Isolation and pathogenicity of *Xylella fastidiosa* associated to the olive quick decline syndrome in southern Italy. Scientific Reports, 7(1):17723.
- Severin, H.H.P. (1950) Spittle-insect vectors of Pierce's disease virus II. Life Hist Virus Transm Hilgardia 19:357–381.
- Shih, H.T., Tsay, H.C. & Yang, J.T. (2005) Notes on the geographic distribution and host plants for *Poophylus costalis* (Walker, 1851) (Hemiptera: Cercopoidea: Aphrophoridae). Plant Protection Bulletin (Taipei), 47 (2): 171–178.
- Sicard, A., Zeilinger, A.R., Vanhove, M., Schartel, T.E., Beal, D.J., Daugherty, M.P. & Almeida, R.P. (2018) *Xylella fastidiosa*: Insights into an emerging plant pathogen. Annual Review of Phytopathology, 56: 181–202.
- Su, C.C., Deng, W.L., Jan, F.J., Chang, C.J., Huang, H., Shin, H.T. & Chen, J. (2016) *Xylella taiwanensis* sp. nov., cause of pear leaf scorch diseases. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 66(11): 4766–4771.
- Thompson, V. (1994) Spittlebug indicators of nitrogen fixing plants. Ecological Entomology, 19: 391–398.
- Thompson, V. (2011) Notes on the biology of Clastoptera distincta Doering, the dwarf mistletoe spittlebug (Hemiptera: Cercopoidea: Clastopteridae). Cicadina, 12: 81–87.

- Tishechkin, D.Yu. (2013) Two new species of the genus *Philaenus* Homoptera, Aphrophoridae) from Iran. *Entomologica Review*, 93 (1): 73–76.
- Tuan, S.J., Hu, F.T., Chang, H.Y., Chang, P.W., Chen, Y.H., & Huang, T.P. (2016) *Xylella fastidiosa* Transmission and Life History of Two Cicadellinae Sharpshooters, *Kolla paulula* and *Bothrogonia ferruginea* (Hemiptera: Cicadellidae), in Taiwan. *Journal of Economic Entomology*, 109(3): 1034–1040.
- Weaver, C.R. & King, D.R. (1954). Meadow spittlebug, *Philaenus leucophthalmus* (L.). Ohio Agricultural Experiment Station Bulletin, 741: 1–99.
- Wilson, M.R. & Turner, J.A. (2010) Leafhopper, Planthopper and Psyllid Vectors of Plant Disease. Amgueddfa Cymru- National Museum Wales. Available from: <http://naturalhistory.museumwales.ac.uk/Vectors>. [Accessed: March 2020]
- Yaghmaee, F. (2008) Assessment of behavioural characteristics of *Poophilus nebulosus* Leth spittlebug on *Alhagi persarum* Boiss & Buhse Camel thorn plant in Torbate Jam region, Khorasan Razavi Province. *Research Journal of Biological science*, 3(8): 807–811.



**Ministry of Jihad-e-Agriculture
Agricultural Research, Education & Extension Organization
Iranian Research Institute of Plant Protection**

**Potential role of Auchenorrhyncha in
transmitting *Xylella fastidiosa* Wells, 1987
in Iran**

Fariba Mozaffarian
Hosein Jafari

64019

2023