

استفاده از مورفومتریک هندسی بال در شناسایی سه گونه زنجره مو در ایران

ندا آفاگلی مرزيجرانی^{۱*}، فریبا مظفریان^۲، رضا وفایی شوشتری^۳

۱- دانش آموخته گروه حشره‌شناسی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اراک

۲- استادیار، موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی ایران، بخش تحقیقات رده‌بندی حشرات، تهران

۳- استادیار، گروه حشره‌شناسی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اراک

چکیده

زنجره مو (*Cicadatra alhageos* (Kolenati, 1857) به‌عنوان آفت درجه اول در ایران شناخته شده است. در عین حال تا کنون وجود دو گونه زنجره دیگر از خانواده Cicadidae شامل (*Chloropsalta smaragdula* Haupt, 1920 و (*Chloropsalta ochreata* (Melichar, 1920) روی مو در ایران گزارش شده که شباهت ظاهری بسیاری با گونه اول دارند و شناسایی صحیح آن‌ها در سطح مزرعه و بدون بررسی ژنیتالیا ساده نیست. در این تحقیق با استفاده از انتخاب لندمارک در قالب مورفومتریک هندسی و آنالیز تجزیه به مولفه‌های اصلی، تفاوت‌های ظاهری شکل بال در هر گونه به نحوی مشخص گردید که جدا کردن این سه گونه از یکدیگر را در سطح مزرعه با خطای کمتری امکان‌پذیر سازد. آنالیزهای انجام شده، اختلافاتی را در موقعیت هندسی لندمارک‌ها در سه گونه مورد بررسی نشان داد. از این میان، نسبت بخش انتهایی به بخش ابتدایی رگبال CuA_1 و همچنین نسبت بخش قاعده‌ای رگبال M با بخش اول رگبال M_{1+2} بهترین صفت‌ها برای تمایز سه گونه در سطح مزرعه تشخیص داده شدند.

واژه‌های کلیدی: زنجره مو، *Chloropsalta ochreata*، *Chloropsalta smaragdula*، *Cicadatra alhageos*، مورفومتریک هندسی

مقدمه

زنجره مو یکی از آفات مهم مو و درجه یک کشور می‌باشد که مدت‌هاست به موستان‌های ایران خسارت می‌زند (Behdad, 2002). خسارت عمده این آفت به‌وسیله پوره‌های حشره روی ریشه‌های مو به وجود می‌آید. براساس منابع، گیاهان مورد حمله این آفت علاوه بر مو شامل درختان مثمر، غیرمثمر و همچنین برخی از گیاهان زراعی، از جمله گندم می‌باشد (Babaii, 1920).

زنجره مو از نظر طبقه‌بندی متعلق به راسته Hemiptera و زیرراسته Auchenorrhyncha، بالاخانواده Cicadoidea و خانواده Cicadidae می‌باشد که در بسیاری از منابع با نام علمی *Chloropsalta ochreata* (Melichar) معرفی شده است (Esmaili, et al. 1993, Esmaili, 1983). بابایی در مقاله خود زنجره مو جمع‌آوری شده را *Ch. ochreata* دانست. در

*نویسنده رابط، پست الکترونیکی: n.aghagoli@gmail.com

تاریخ دریافت مقاله (۹۰/۹/۱۳) - تاریخ پذیرش مقاله (۹۱/۶/۲)



عین حال براساس همان نوشته، نمونه‌های زنجره‌ها توسط دکتر دلابولا زنجره‌شناس سرشناس کشور چک بررسی و به نام *Cicadatra alhageos* شناسایی شدند (Babaii, 1920). در برخی منابع دیگر دو گونه فوق به صورت دو گونه مترادف معرفی شده‌اند (Behdad, 2002; Nast, 1972) اما در فهرست زنجره‌های ایران به عنوان دو گونه معتبر و جداگانه آورده شده‌اند (Mozaffarian & Sanborn, 2010). اگرچه احتمال می‌رود گزارش فعالیت گونه *Ch. ochreata* در پاره‌ای از منابع ایرانی بر اساس اعتقاد به مترادف بودن آن با گونه *C. alhageos* ارایه شده و هر دو مربوط به یک گونه باشند، با توجه به گزارش فعالیت گونه *Ch. ochreata* روی مو از کشورهای مجاور ایران از جمله: افغانستان، ترکیه، ترکمنستان (Metcalf 1963; Duffles & van der Laan 1985)، گزارش فعالیت این گونه در موستان‌های ایران نیز می‌تواند صحیح باشد (مذاکرات شفاهی با پروفیسور امیلیانف، آکادمی علوم روسیه). فعالیت گونه *Ch. smaragdula* نیز روی مو برای اولین بار در سال ۲۰۱۰ گزارش گردید (Aghagoli et al., 2010).

روش مورفومتریک هندسی که در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفته است، براساس اطلاعات لندمارک‌ها می‌باشد. این روش امروزه در مطالعات اندازه و شکل وسیله قدرتمندی محسوب شده (Adams, 1999) و به طور وسیعی در علوم رده‌بندی، اکولوژی و بیماری‌شناسی برای کشف و توصیف هندسی تفاوت‌ها بین افراد یا جمعیت‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد (Bookstein, 1989). بررسی دو شکلی جنسی در *Culex quinquefasciatus* Say, 1823 (Manimegalai et al., 2009)، تفاوت‌های جغرافیایی و درون‌گونه‌ای بین دو گروه از جمعیت‌های پروانه *Scythris obscurella* (Scopoli, 1763) (Roggero & Passerin, 2005)، جداسازی جمعیت‌های جغرافیایی و میزبانی و دو شکلی جنسی پروانه کرم گلوگاه انار (Mozaffarian et al., 2007a, b, c)، تنوع جغرافیایی و دو شکلی جنسی پروانه کرم سیب (Alipanah et al., 2004)، همچنین بررسی تنوع مورفولوژیک جمعیت‌های میزبانی و جمعیت‌های جغرافیایی زنجره مو (Tavanpour et al., 2010; Aghagoli et al., 2010) و تنوع ژنتیکی زنبورهای عسل (Kekecogl et al., 2007) مثال‌هایی از استفاده از این روش برای مقایسه گروه‌های مختلف در حشرات هستند.

اهمیت اقتصادی زیاد زنجره مو در ایران، موجب گردیده تا جنبه‌های مختلف زندگی این حشره به هدف دست‌یابی به دیدگاه بهتری برای مدیریت کنترل آن در سطح مزرعه توسط محققین مورد بررسی قرار گیرد (Tavanpour et al., 2001; Valizadeh & Farazmand, 2009; Zamanian et al., 2008; Shekarian & Rezvani, 2001). در عین حال، گونه‌های نام‌برده در باغات مو که گاهی در جمعیت‌های بسیار زیاد فعالیت دارند، به لحاظ شکل ظاهری بسیار مشابه هستند و تفکیک صحیح آن‌ها تنها با بررسی ژنتیالی در آزمایشگاه امکان‌پذیر می‌باشد. آقاگلی شباهت ظاهری بسیار زیاد بین دو گونه *Cicadatra alhageos* و *Choloropsalta smaragdula* همچنین تنوع درون جمعیتی نسبتاً زیادی را در جمعیت‌های هرکدام از آن دو گونه نشان داد که جمع هر دوی این صفات موجب می‌گردد شناسایی آن‌ها در سطح مزرعه با خطای بیشتری صورت پذیرد (Aghagoli, 2010). این در حالی است که بسیاری از پژوهش‌های صحرائی مانند بررسی رفتار و یا ضبط صدای زنجره‌ها، مستلزم شناسایی صحیح گونه مورد بحث از سایر گونه‌های مشابه در سطح مزرعه می‌باشد. در این تحقیق تنوع شکل بال در سه گونه *Cicadatra alhageos* (Kolenati)، *Choloropsalta smaragdula* و *Choloropsalta ochreata* که فعالیتشان روی مو به واسطه گزارش‌های گذشتگان نشان داده شده است، بررسی گردید. انتظار می‌رود نتایج این تحقیق ضمن تسهیل و تسریع شناسایی گونه‌های فعال این خانواده روی انگور، زمینه را برای دست‌یابی به دیدگاه صحیح‌تری از وضعیت زنجره‌های مو در کشورمان فراهم آورد.

مواد و روش‌ها

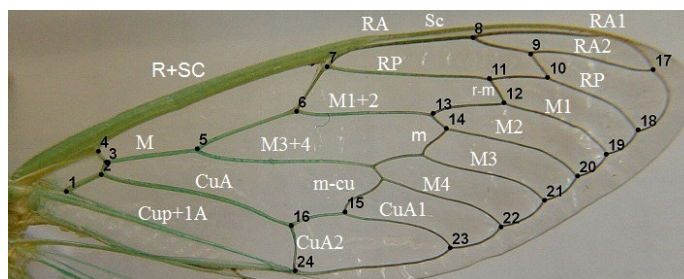
برای دست‌یابی به اهداف مشخص شده، ۱۰ نمونه نر از هر یک از گونه‌های *Cicadatra alhageos* و *Choloropsalta smaragdula* از روی مو جمع‌آوری شد و از آن‌جایی که نمونه‌های تایید شده گونه *Chloropsalta ochreata* در موزه‌های ایران وجود نداشت، ۲ نمونه نر این گونه از موزه سنت پترزبورگ برای بررسی مبادله گردید. نمونه‌های جمع‌آوری شده در آزمایشگاه با بررسی ژنیتالیا تفکیک (شکل ۲) و با ذکر (تاریخ، محل، نام جمع‌آوری کننده) اتیکت‌گذاری شدند.

بال‌های حشرات به‌وفور در آنالیزهای مرفومتريک به‌کار می‌روند زیرا اساساً دو بعدی هستند و رگ‌بال‌ها توصیف خوبی از لندمارک‌های مرفولوژیکی فراهم می‌کنند (Gumiel et al, 2003). همچنین بال‌ها به‌دلیل دارا بودن ساختمانی با رگ‌بندی سخت برای مطالعات مرفومتريک هندسی بسیار مفید هستند (Pavlinov, 2001). از این‌رو با استفاده از دوربین از بال جلو سمت راست زنجره‌ها عکس‌های دیجیتالی تهیه گردید. سپس با استفاده از برنامه tpsUtil، عکس‌ها منظم شده و با فرمت tps ذخیره شدند. بعد از آن کلیه تصاویر با استفاده از برنامه tpsDig مقیاس‌گذاری شده و تعداد ۲۴ لندمارک در بال جلو (جدول ۱ و شکل ۱) دیجیتالی گردیدند.

جدول ۱- توصیف لندمارک‌ها در بال جلو نام‌گذاری رگ‌بال‌ها (اقتباس از Moulds, 2005)

Table 1- Description of landmarks on forewing (Nomenclature of wing venation is burrowed from Moulds, 2005)

Landmark	Description	Landmark	Description
1	Junction of Cup+1A vein with the basal cell	13	Branching point of M ₁₊₂ vein
2	Junction of CuA vein with the basal cell	14	Junction of M ₂ vein with m cross vein
3	Junction of M vein with the basal cell	15	Junction of CuA ₁ vein with m-cu cross vein
4	Junction of R+SC vein with the basal cell	16	Branching point of CuA ₂ and ambient veins
5	Branching point of M vein	17	Junction of RA ₂ and the ambient vein
6	Junction of M ₁₊₂ vein with the radial cell	18	Junction of RP and the ambient vein
7	Junction of RP vein with the radial cell	19	Junction of M ₁ and the ambient vein
8	RA vein branching point	20	Junction of M ₂ and the ambient vein
9	Junction of RA ₂ vein with the cross vein	21	Junction of M ₃ and the ambient vein
10	Junction of RP vein with the cross vein	22	Junction of M ₄ and the ambient vein
11	Junction of RP vein and r-m cross vein	23	Junction of CuA ₁ and the ambient vein
12	Junction of M ₁ vein and r-m cross vein	24	Junction of CuA ₂ and the ambient vein



شکل ۱- موقعیت لندمارک‌ها در بال جلو *Choloropsalta smaragdula* (برای توصیف موقعیت به جدول شماره یک مراجعه شود)

Fig. 1- Positions of landmarks on the front wing of *Choloropsalta smaragdula* (See table 1 for the position of the description of the landmarks)

در مرحله بعد، از مختصات لندمارک‌ها با استفاده از برنامه tpsRelw پیکربندی مبدا محاسبه شد و همچنین مقدار Partial warp به‌دست آمد، سپس عملیات تجزیه به مولفه‌های اصلی (PCA) روی ماتریس (Partial warp W matrix) انجام شد. برای انجام آنالیز تجزیه به مولفه‌های اصلی از نرم‌افزار (Rohlf, 2008) tpsRelw ver. 1.46 و برای نمایش گروه‌ها از برنامه Past 1.9 (Hammer & Harper, 2001) استفاده شد.



شکل ۲- شکل ظاهری و آندگوس نر در گونه‌های الف-ب) *Cicadatra alhageos* ج-د) *Choloropsalta smaragdula*

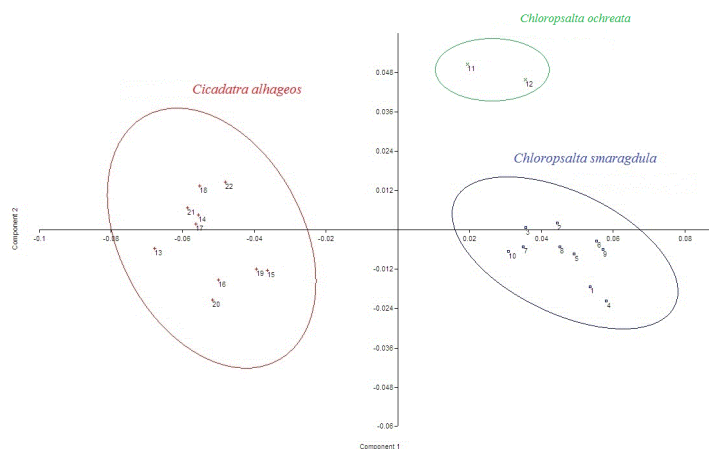
ه-و) *Choloropsalta ochreata*

Fig. 2 - Appearance and male aedeagus in three species of a-b) *Cicadatra alhageos*, c-d) *Choloropsalta smaragdula*, e-f) *Choloropsalta ochreata*

نتایج

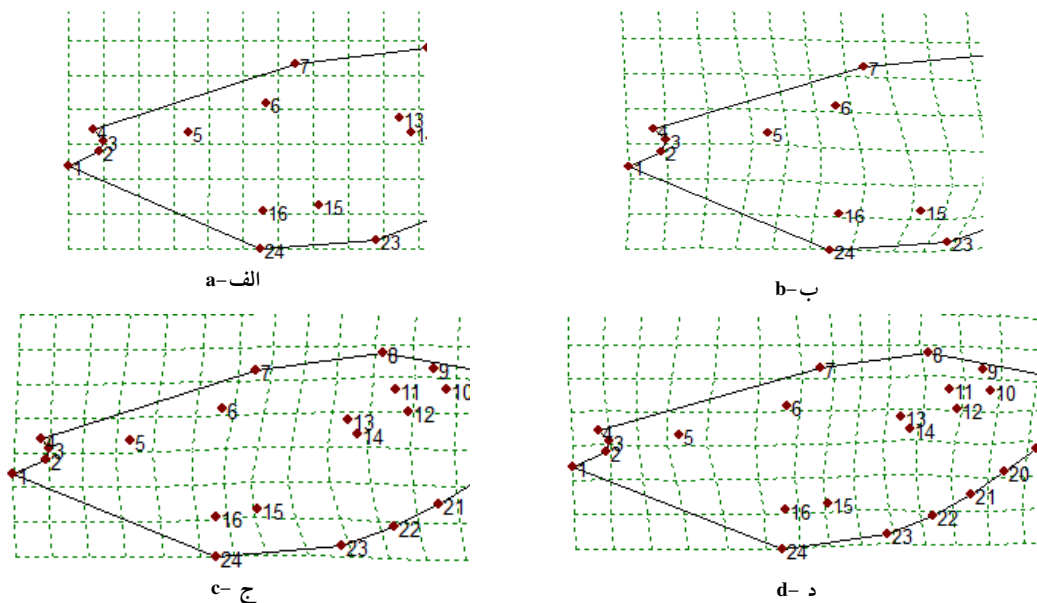
استفاده از آنالیز تجزیه به مولفه‌های اصلی PCA در تفکیک جمعیت‌ها

آنالیز PCA مبنی بر اطلاعات حاصل از شکل بال جلودر گروه‌های سه گونه زنجره نشان داد که گونه‌ها علی‌رغم شباهت بسیار زیاد شکل ظاهر و بال، در دسته‌های جداگانه قرار گرفتند (شکل ۳) که نشان‌دهنده وجود اختلافات مشخص در شکل بال سه گونه می‌باشد.



شکل ۳- توزیع جمعیت‌های سه گونه *Chloropsalta ochreata*، *Cicadatra alhageos* و *Chloropsalta smaragdula* با استفاده از آنالیز PCA

Fig. 3- Distribution of the three species of *Chloropsalta ochreata*, *Cicadatra alhageos* and *Chloropsalta smaragdula* using PCA analysis



شکل ۴- اختلاف شکل بال در مقایسه با پیکربندی مبدأ: الف- پیکربندی مبدأ، ب- تغییرات در گونه *Cicadatra alhageos*

ج- تغییرات در گونه *Chloropsalta smaragdula*، د- تغییرات در گونه *Chloropsalta ochreata*

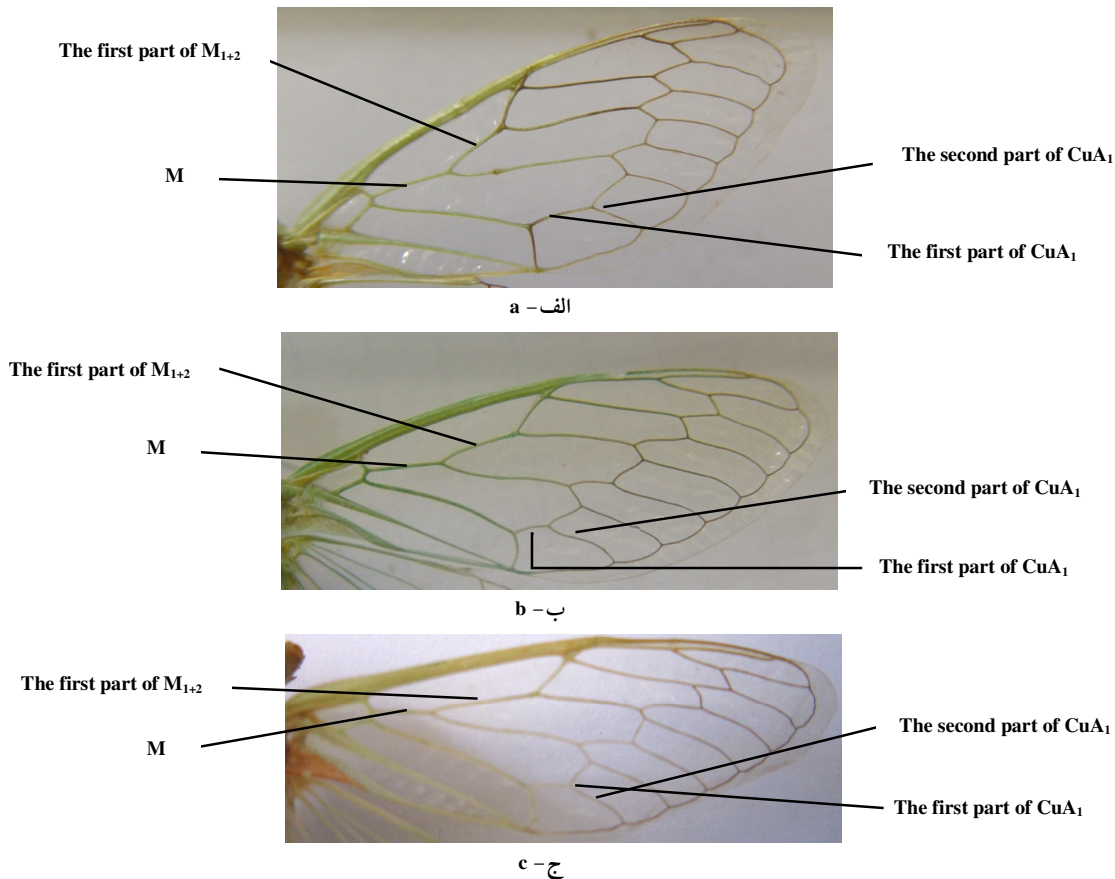
Fig. 4- Differences in the wing shape comparing with the consensus configuration: a- Consensus configuration, b- Changes in species *Cicadatra alhageos*, c- Changes in species *Chloropsalta smaragdula*, d- Changes in species *Chloropsalta ochreata*

در هر سه گونه لندمارک‌های ۱ تا ۴ تغییرات زیادی را نسبت به پیکربندی مبدا شامل نمی‌شدند. در گونه *Cicadatra alhageos* لندمارک‌های ۵، ۶ و ۷ به سمت انتهای بال گرایش دارند که موجب پهن‌تر شدن سلول شعاعی (radial cell) در آن گونه شده‌است. در گونه *Ch. smaragdula* لندمارک‌های ۵، ۶ و ۷ به سمت قاعده بال گرایش اندکی دارند که سلول شعاعی را کمی فشرده‌تر و بلندتر می‌نماید. در گونه *Ch. ochreata* لندمارک شماره ۵ به سمت قاعده بال و لندمارک‌های ۶ و ۷ به سمت انتهای بال تمایل داشته که در نتیجه بخش اول رگبال M_{1+2} در فاصله لندمارک‌های ۵ و ۶ طولی‌تر شده است (شکل ۴-d و شکل ۵-c). در گونه *Cicadatra alhageos* لندمارک‌های ۹ تا ۱۳ همگی به سمت انتهای بال گرایش داشته‌اند و با توجه به این‌که لندمارک‌های شماره ۱۸ تا ۲۴ گرایش اندکی را به سمت قاعده بال نشان می‌دهند تمامی رگبال‌های RA_2 ، RP ، M_1 ، M_2 ، M_3 ، M_4 ، CuA_1 ، CuA_2 کوتاه شده‌اند (شکل ۴-b و شکل ۵-a). در گونه *Chloropsalta smaragdula* لندمارک‌های ۸ تا ۱۴ همگی به سمت قاعده بال گرایش اندکی را نشان می‌دهند که منجر به بلندتر شدن رگبال‌های انتهایی شده‌است. در گونه *Ch. ochreata* لندمارک‌های ۸ تا ۱۱ به سمت انتهای بال متمایل شده‌اند که طولی شدن رگبال‌های RA و RP را در این ناحیه نشان می‌دهند در حالی‌که لندمارک‌های ۱۳ تا ۱۶ تغییرات زیادی را نشان نمی‌دهند. در گونه *C. alhageos* لندمارک‌های شماره ۱۵ به سمت انتهای بال و لندمارک ۱۶ به سمت قاعده بال گرایش دارند در نتیجه بخش دوم رگبال CuA_1 کوتاه شده و بخش اول رگبال CuA_1 در فاصله بین لندمارک‌های ۱۵ و ۱۶ طولی‌تر شده است (شکل ۴-b و شکل ۵-a) و در نهایت لندمارک شماره ۱۷ به سمت انتهای بال متمایل شده است. در گونه *Ch. smaragdula* لندمارک‌های شماره ۱۵ و ۱۶ به سمت قاعده بال گرایش دارند در نتیجه بخش دوم رگبال CuA_1 طولی‌تر به نظر می‌رسند (شکل ۴-c و شکل ۵-b). لندمارک شماره ۱۷ به سمت انتهای بال متمایل شده و لندمارک‌های شماره ۱۸ تا ۲۴ گرایش اندکی را به سمت قاعده بال نشان می‌دهند. در گونه *Ch. ochreata* لندمارک‌های ۱۷ و ۱۸ به سمت انتهای بال گرایش داشته‌اند. در نتیجه رگبال‌های Rp و رگبال RA_2 بلندتر به نظر می‌رسند. لندمارک‌های ۱۹ و ۲۰ اندکی به سمت قاعده بال متمایل شده‌اند در نتیجه رگبال‌های M_1 و M_2 کوتاه‌تر شده‌اند. لندمارک‌های ۲۱ تا ۲۳ تغییرات زیادی نداشته‌اند و لندمارک ۲۴ به سمت انتهای بال کشیده شده در نتیجه رگبال $Cup+IA$ طولی‌تر شده است (شکل ۴-d).

بحث

در تحقیق حاضر تنوع شکل بال در سه گونه زنجره مو گزارش شده از ایران، *Cicadatra alhageos*، *Chloropsalta smaragdula* و *Chloropsalta ochreata* بررسی شد. چنان‌که در آنالیز PCA مشاهده شد، این سه گونه براساس اختلافاتی که با یکدیگر داشتند در دسته‌های جداگانه‌ای قرار گرفتند (شکل ۳)، بررسی صورت گرفته نشان دادند که علی‌رغم شباهت ظاهری بسیار زیادی که در شکل و اندازه نمونه و بال سه گونه زنجره وجود دارد، توجه به تفاوت‌هایی در مختصات انشعاب رگبال‌ها می‌تواند به جداسازی گونه‌های مورد بررسی کمک کند. این تفاوت‌ها عمدتاً در موقعیت رگبال‌های CuA ، CuA_1 ، M بودند. بدیهی است از میان اختلافات محاسبه شده، تنها صفاتی مفید در شناسایی در سطح مزرعه خواهند بود که نیاز به مقایسه با گونه‌های دیگر نداشته و تنها با مشاهده نمونه‌های یک گونه قابل پی‌گیری باشند. بررسی نتایج حاصل نشان داد رگبال CuA_1 در هر سه گونه مورد بررسی توسط رگبال عرضی $m-cu$ به دو بخش تقسیم می‌شود. گونه *C. alhageos* به‌واسطه کوتاه‌تر بودن بخش دوم رگبال CuA_1 از بخش اول رگبال CuA_1 قابل جداسازی از دو گونه مشابه دیگر می‌باشد (شکل ۵). نسبت بخش‌های مختلف رگبال M نیز از میان صفات گفته شده برای جداکردن دو

گونه دیگر می‌تواند مفید واقع گردد. به این ترتیب که بخش قاعده‌ای رگبال M_{1+2} در گونه‌ی *Ch. ochreata* بلندتر از بخش قاعده‌ای رگبال M است در حالی که این دو بخش در گونه *Ch. smaragdula* تقریباً به یک اندازه هستند.



شکل ۵- شکل بال در گونه‌های الف) *Cicadatra alhageos* ب) *Chloropsalta smaragdula* ج) *Chloropsalta ochreata*

فعالیت زنجیره‌های سه گونه فوق روی مو گزارش شده (Mozaffarian & Sanborn, 2010, Tavanpour *et al.*, 2010, Aghagoli *et al.*, 2010, Valizadeh & Farazmand, 2009, Zamanian *et al.*, 2008, Shekarian & Rezwani, 2001, Babaii, 1920) و حداقل دو گونه *Chloropsalta smaragdula* و *Cicadatra alhageos* دارای پراکنش وسیعی در اکثر نقاط ایران می‌باشند (Mozaffarian & Sanborn, 2010). احتمال دارد که گونه‌های دیگری از زنجیره‌های خانواده Cicadidae در ایران روی مو وجود داشته باشند که به علت شباهت ظاهری به سایر گونه‌ها تا کنون شناسایی صحیح صورت نگرفته باشد، که نیازمند جمع‌آوری و بررسی می‌باشد. یادآوری می‌گردد صفات ذکر شده در این تحقیق، برای جداسازی سه گونه مورد بررسی می‌باشد که بر اساس مدارک موجود تاکنون از باغات انگور ایران گزارش شده‌اند و شناسایی گونه‌های دیگر منحصر با بررسی ژنتیقای نر آنان امکان‌پذیر است. در این ارتباط می‌توان به گونه *Klapperichicen viridissmus* (Walker, 1885) اشاره نمود. این گونه که شباهت ظاهری بسیار زیادی به زنجیره‌های مو در

ایران دارد، تاکنون از ایران و تعدادی از کشورهای همجوار گزارش شده است (Schedl, 2003). اگرچه این زنجره در سوریه به عنوان آفت انگور ذکر گردیده (Talhouk, 1959)، تاکنون گزارشی مبنی بر حضور آن در موستان‌های ایران به چاپ نرسیده است. با توجه به اهمیت تشخیص دقیق گونه آفت و این که این مساله می‌تواند موفقیت برنامه کنترل جمعیت آفت را تحت تاثیر قرار دهد، پیشنهاد می‌گردد تحقیقات گسترده‌تری در زمینه جمع‌آوری و شناسایی زنجره‌های مو در ایران صورت پذیرد.

References

- Aghagoli, M. N. 2010.** Investigation on the morphological variation of populations of *Cicadatra alhageos* (Kolenati, 1857) on wheat fields and vinyards using geometric morphometric method. M.Sc. thesis. Azad arak university, Arak, 90pp.
- Aghagoli, M. N., Mozaffarian, F. and Vafaei, R. 2010.** Investigation on the morphological variation of populations of *Cicadatra alhageos* (Kolenati, 1857) on wheat fields and vinyards using geometric morphometric method, Proceedings of the 19th Iranian Plant Protectin Congress. Tehran, Iran, P. 151.
- Adams, D. C. 1999.** Ecological Character Displacement in *Plethodon* and Methods for Shape Analysis of Articulated Structures. unpublished Ph. D. dissertation, Ecology and evolution, Stony Brook. New York, State University of New York, 150 pp.
- Alipanah, H. Rezapannah, M. R. and Sari, A. R. 2004.** Study of the Morphometric variations of codling moth (*Cydia pomonella* L.) in some parts of Iran. Presented at 16th Iranian Plant Protection Congress. Aug. 28- Sept. 1, 2004, Tabriz University. Tabriz, Iran, p. 99.
- Babaii, H. 1920.** Grapvine cicada (*Chloropsalta ochreatea* Melichar) no. 27, Pests and plant diseases, Agriculture and Natural Resources Research Organization, pp: 69-79.
- Behdad, E. 2002.** Introductory Entomology and Important Pests in Iran. Yadbood Press, Isfahan, Iran, 824 pp.
- Bookstein, F. L. 1989.** Principal Warps: Thin - plate splines and the decomposition of deformations. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 11: 567-585.
- Duffels, J. P. and van der Laan, P. A. 1985.** Catalogue of the Cicadoidea (Homoptera, Auchenorrhyncha) 1956-1980. Dr. W. Junk Publishers, Series Entomologica 34, Dordrecht, 414 pp.
- Esmaili, M. 1983.** Important pests of fruit trees. Markaz-e Nashr-e Sepehr [Sepehr Publishing Center], Tehran, 578 pp.
- Esmaili, M., Azmayesh Fard, P. and Mirkarimi, A. A. 1993.** Agricultural Entomology. Tehran University Press, 550 pp.
- Gumiel, M., Catala, S., Noireau F., Rojas, de Arias A., Garcia, A. and Dujardin, J. P. 2003.** Wing geometry in *Triatoma infestans* (Klug) and *T. melanosoma* Martinez, Olmedo & Carcavallo (Hemiptera: Reduviidae). Systematic Entomology, 28: 173-179.
- Hammer R., Harper D. A. T. and Ryan, P. D. 2001.** Past, version 1.91, Paleontological Statistics Software package for education and Data Analysis Palantologia Electronica. 4(1): 9pp.
- Kekeçođl, M., Bouga, M., Soysal, M. İ. and Harizanis, P. 2007.** Morphometrics as a Tool for the Study of Genetic Variability of Honey Bees. Journal of Tekirdag Agricultural Faculty, 4: 7-15.
- Manimegalai, K., Arunachalam M. and Udayakumari R. 2009.** Morphometric geometric study of wing shape in *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae) from Tamil Nadu, India. Journal of Threatened Taxa, 1(5): 263-268.
- Metcalf, Z. P. 1963.** General catalogue of the Homoptera, Fascicle VIII. Cicadoidea. Part1. Cicadidae. Section I. Tibiceninae. North Carolina State College Contribution, 1502: i-vii, 1-585.
- Moulds, M. S. 2005.** An appraisal of the higher classification of cicads (Hemiptera: Cicadoidea) with special reference to the australian fauna. Records of the Australian Museum, 57: 375-446.

- Mozaffarian, F., Sarafrazi, A. and Nouri Ganbalani, G. 2007a.** Host plant - associated population variation in the carob moth *Ectomyelois ceratoniae* in Iran: A geometric morphometric analysis suggests a nutritional basis. *Journal of Insect science*, 7: 1-11.
- Mozaffarian, F., Sarafrazi, A. and Nouri Ganbalani, G. 2007b.** Sexual dimorphism in the wing shape size of the carob moth, *Ectomyelois ceratoniae* (Lepidoptera; Pyralidae). *Journal of Entomological Society of Iran*, 26: 61-73.
- Mozaffarian, F., Sarafrazi, A. and Nouri Ganbalani, G. 2007c.** Morphological variation among Iranian populations of the carob moth, *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller, 1839) (Lepidoptera; Pyralidae). *Zoology in the Middle East*, 41: 81-93.
- Mozaffarian, F. and Sanborn, A. F. 2010.** The cicadas of Iran with description of two new species (Hemiptera; cicadidae), WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 57 (1): 69-84.
- Nast J. 1972.** Palaearctic Auchenorrhyncha (Homoptera) an annotated check list, Polish Scientific Publishers, 1972 Juvenile Nonfiction, 549 pp.
- Pavlinov, I. Y. 2001.** Geometric morphometrics, a new analytical approach to comparison of digitized images, in: *Information Technology in Biodiversity Research. Abstracts of the 2nd. International Symposium*, St. Petersburg, 41-90.
- Roggero, A. and Passerin, P. d' Entreves. 2005.** Geometric morphometric analysis of wing variation Between two populations of the *Scythris obscurella* Species_Group: Geographic or inter-specific Differences? (Lepidoptera: Scythrididae). *Shilap Revista de Lepidopterologia*, junio ano/vol. 33, Numera 130. Sociedad Hispano_Luso_Americana de Lepidopterologia. Madrid, Espana, pp. 101-112.
- Rohlf, F. J. 2008.** tpsRelw Version 1.46, Ecology & Evolutionary. Suny at Stonny Brook. Available in <http://life.bio.sunysb.edu/morph>.
- Schedl, W. 2003.** Zur Morphologie, Taxonomie und Verbreitung west palaearktischer Klapperrichicen-Arten (Hemiptera, Cicadoidae: Tibicinidae). *Linzer Biologische Beiträge*, 35: 423-432.
- Shekarian, B. and Rezwani A., 2001.** An investigation on the biocology of *Psalmocharias alhageos* (Kol.) (Hom: Cicadidae) in Lorestan province of Iran. *Applied Entomology and Phytopathology*, 69: 25-26, 109-18.
- Talhok, A. S. 1959.** The grapevine cicada *Chloropsalta viridissima* (Walker) (Homoptera: Cicadidae). *Proceeding of the International Congress of Crop Protection*, Hamburg, 1: 779-801.
- Tavanpour, T. Mozaffarian, F. and Sarafrazi, A. 2010.** Geometric morphometric studies in color morphs of *Cicadatra alhageos* (Kolenati 1857) populations in Iran. IXth European Congress of Entomology (ECE 2010). at Corvinus University of Budapest, Pp: 242-243.
- Valizadeh, H. and Farazmand, H. 2009.** Study on the efficacy of different control methods of vine cicada, *Psalmocharias alhageos* (Hem., Cicadidae) in Qom province. *Jurnal of Entomological Research*, 3: 261-268
- Zamanian, H., Mehdipour, M. and Ghaemi, N. 2008.** The Study and Analysis of the Mating Behavior and Sound Production of Male Cicada *Psalmocharias alhageos* (Kol.) (Homoptera: Cicadidae) to Make Disruption in Mating. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 1;11(17): 2062-72.

Using wing geometric morphometric in identification of three species of grape cicads (Hem., Cicadidae) in Iran

N. Aghagoli Marzijarani^{1*}, *F. Mozaffarian*², *R. Vafaei Shoushtari*³

1- Graduated student, Department of Entomology, Islamic Azad university, Arak Branch, Iran

2- Assistant Professor, Department of Insect Taxonomy, Iranian Research Institute of Plant Protection, Tehran, Iran

3- Assistant Professor, Department of Entomology, Faculty of Agriculture, Islamic Azad university, Arak Branch, Iran

Abstract

Grape cicada *Cicadatra alhageos* (Kolenati, 1857) is known as one of the important pests in Iran. Two other species of cicadas, *Chloropsalta ochreata* (Melichar, 1920) and *Chloropsalta smaragdula* Haupt, 1920 have also been reported on Grape in Iran which both resembles very similar to *C. alhageos* and diagnosing them is only possible by comparing their male genitalia. In this study, the morphometric variation among the three species was investigated base on their wing shapes. The analyses showed that the length ratio of two portions of veins CuA_1 and M_{1+2} were the most important characters for distinguishing the three species in the field.

Keywords: Grape cicada, *Chloropsalta ochreata*, *Cicadatra alhageos*, *Chloropsalta smaragdula*, Geometric morphometrics

* Corresponding Author, E-mail: n.aghagoli@gmail.com

Received: 3 Dec. 2011 - Accepted: 23 Aug. 2012

