Archive of SID

تحقیقات آفات گیاهی
۱۳۹۴ - ۵(۱) : ۶۱-۷۸

بررسی تنوع جمعیت‌های جغرافیایی مگس میوه زیتون، *Bactrocera oleae* (Rossi) (Dip. : Tephritidae)، در استان گیلان، با بهره‌گیری از ریخت‌سنجی هندسی

میترا معزی‌پور[۱]، جاماسب نوذری*[۲] و پروانه آزمایش فرد[۳]
۱، ۲ و۳- گروه گیاه‌پزشکی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج

(تاریخ دریافت: ۹۳/۳/۱۳ تاریخ پذیرش: ۹۳/۵/۱۳)

چکیده

مگس میوه زیتون، *Bactrocera oleae* از آفات مهم محصول زیتون در بسیاری از نقاط جهان به حساب می‌آید. تاکنون در ایران مطالعه‌ای روی ساختار جمعیت این حشره انجام نشده است. در این پژوهش، به منظور بررسی تنوع ریخت شناختی، جمعیت‌های جغرافیایی مگس میوه زیتون از ۵ منطقه استان گیلان جمع‌آوری شدند. ۱۴ لندمارک روی بال انتخاب شد و شکل بال با استفاده از روش ریخت سنجی هندسی مقایسه شد. پس از محاسبه پارشیال وارپ (Partial warps) به عنوان متغیر، تجزیه و تحلیل‌های آماری شامل تجزیه واریانس چندمتغیره و تجزیه تابع تشخیص روی آن‌ها انجام شد. ارتباط میان جمعیت‌های جغرافیایی با تجزیه و تحلیل خوشه‌ای (UPGMA) مورد بررسی قرار گرفت. مقایسه بین جمعیت‌های جغرافیایی مختلف، وجود اختلاف معنی‌دار در شکل و اندازه بال را نشان داد.

واژه‌های کلیدی: *Bactrocera oleae*، ریخت‌سنجی هندسی، جمعیت‌های جغرافیایی، ساختار جمعیت

نویسنده مسئول: nozari@ut.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

درباره مبدأ درخت زیتون نظرات متفاوتی بیان شده است. برخی موطن اصلی آن را ایران، ترکیه و سوریه می‌دانند و بعضی، مکان اصلی کشت زیتون را یونان و اتیوپی نام می‌برند. امروزه تنها دو درصد درختان زیتون جهان، خارج از حوزه مدیترانه هستند و بقیه در این منطقه واقع‌شده‌اند (Katsoyannous, 1992). بر اساس آمارهای به دست آمده از سازمان خوار و بار جهانی [1] و شورای بین‌المللی زیتون [2] در سال ۲۰۱۰ سطح زیر کشت باغ‌های زیتون جهان ۱۰۸۰۰۰۰۰ هکتار بوده که ایران با ۱۱۰۰۰۰ هکتار زیرکشت که ۴۸۰۰۰ هکتار آن بارآور است، رتبه شانزدهم را در بین کشورهای تولیدکننده زیتون دارا می‌باشد. همچنین میزان تولید میوه زیتون در جهان ۱۸ میلیون تن در سال گزارش شده است که ایران با تولید ۱۰۲ هزار تن میوه نیز در رتبه شانزدهم قرار گرفته است. افزایش سطح توسعه باغ‌های زیتون جهان بیانگر اراده کشورهای زیتون خیز برای توسعه باغ‌های جدید به‌صورت مستمر است به‌طوری‌که تولید روغن زیتون در جهان طی پانزده سال اخیر بیش از ۱۴ برابر شده است (Hosseini-Mazinani *et al*., 2013).

گونه‌های جنس *Bactrocera*، جزء مهم‌ترین گونه‌های اقتصادی مگس‌های میوه هستند (White and Elson-Harris, 1992). با در نظر گرفتن ویژگی‌های تاریخچه زندگی که شامل تحرک زیاد، نرخ زیاد تولیدمثل، چند خواری و نیز قدرت پراکنش این گونه است، گونه‌های این جنس به عنوان آفات مهاجم قابل‌توجهی، مطرح هستند و رتبه بالایی را در فهرست قرنطینه در سراسر جهان به خود اختصاص داده‌اند. در سال‌های اخیر چندگونه از این جنس، به شکل تصادفی وارد مناطق مختلف در سراسر جهان شده‌اند و به آفات مهاجم موفقی تبدیل‌شده‌اند و عواقب اقتصادی مهمی را در پی داشته‌اند (De Meyer *et al*., 2009).

مگس زیتون (Olive fly)، با نام علمی *Bactrocera oleae* (Rossi) (Diptera: Tephritidae)، جدی‌ترین آفت این میوه در تمام دنیا است (Economopoulos, 2002; Nardi *et al*., 2005). این حشره دارای دامنه میزبانی محدودی است و در طبیعت فعالیت تخم‌گذاری و تغذیه لارو آن، تنها محدود به میوه‌های جنس .Olea spp است ولی مراحل دیگر زندگی شامل تغذیه بالغین و جفت‌گیری ممکن است روی سایر گیاهان اتفاق بیفتد. حشرات کامل با سوراخ کردن میوه‌ها به منظور تخم‌ریزی و یا تغذیه، باعث خسارت می‌شوند و تغذیه لاروی باعث ریزش زودهنگام میوه‌ها می‌شود. خسارت غیرمستقیم، توسط قارچ‌های بیماری زا، پشه گالی زیتون و باکتری‌های همزیست مگس زیتون ایجاد می‌شود (Vossen *et al*., 2004).

مگس زیتون در ایران، جزء آفات قرنطینه‌ای بوده که در سال‌های اخیر وارد کشور شده است و اولین بار در اواخر مردادماه سال ۱۳۸۳ از باغ‌های زیتون شهرستان رودبار (گیلان)، گزارش شده است. این آفت در همان سال در ۱۳ استان کشور شیوع پیدا نمود و به عنوان آفت قرنطینه داخلی معرفی شد. در سال‌های بعد انتشار آفت و در نتیجه خسارت آفت، کاهش پیدا نموده اما در سال ۱۳۸۸ با توجه به عدم اجرای برنامه‌های مدیریتی توصیه‌شده، آفت روی زیتون‌های روغنی به شدت ایجاد خسارت نمود. در حال حاضر، مگس میوه زیتون، مشمول مقررات قرنطینه داخلی است و نقل و انتقال اندام‌های گیاهی آلوده به آن، در سطح کشور ممنوع است. این حشره در حال حاضر در مثلث سه استان اصلی زیتون‌کاری، قزوین، زنجان و گیلان مطرح و مورد توجه است (Khozeini *et al*., 2010).

پس از مشاهده مگس میوه زیتون در ایران و گزارش اولیه آن، مطالعاتی در قالب مقاله، رساله و یا طرح‌های تحقیقاتی انجام شد. چیزی که کاملاً روشن است، هدف نهایی تمام این پژوهش‌ها یافتن راهکارهای مناسب در قالب برنامه جامع مدیریت تلفیقی آفت است. با این حال تا کنون هیچ‌گونه

1. FAO: Food and Agriculture Organization
2. IOC: International Olive Council

www.SID.ir

Archive of SID

بررسی روی ساختار جمعیتی این حشره که ضرورت اولیه برای هرگونه کار مدیریتی است انجام نشده است. به‌طور قطع مطالعات جمعیت یک موجود زنده، پیش‌نیاز تعریف تمامی برنامه‌های بعدی در راستای کنترل آن است. در مطالعات ساختار جمعیت، سعی بر این است که با بررسی جنبه‌هایی مانند صفات ریخت‌شناسی، مشخصه‌های آنزیمی و یا ماده وراثتی، اختلاف‌های موجود بین جمعیت‌های درون گونه که ترجیح پایه و اساس ژنتیکی دارند، مشخص شدند. نتایج چنین مطالعاتی می‌تواند اطلاعات مفیدی را در زمینه عکس‌العمل‌های احتمالی موجود زنده در مقابل روش‌های کنترل مختلف، ارائه دهد.

مطالعه تاکسونومیک در سطح گونه به طور عمده شامل مقایسه جمعیت‌ها یا به عبارت صحیح‌تر مقایسه نمونه‌های مربوط به جمعیت‌های مختلف است و بر اساس چنین مقایسه‌هایی است که تصمیم‌گیری‌های مهم تاکسونومیک انجام می‌شود (Mayr and Ashlock, 1991).

بررسی صفات و ویژگی‌های ریخت‌شناختی دستیابی ما به اطلاعات در مورد سایر مشخصات حشرات مانند ویژگی‌های رفتاری، بیولوژیکی، اکولوژیکی و غیره را فراهم می‌آورد.

اختلاف شکل در بین گروه‌ها و جمعیت‌های مختلف، به کمک روش‌های متعددی قابل ارزیابی است. در پی مشکلات در زمینه کاربرد روش ریخت‌سنجی سنتی، محققین به دنبال روش‌هایی برای کمی‌کردن و تجزیه و تحلیل شکل‌های مرفولوژیک بودند. چون متغیرهای شکلی بر خلاف اندازه با فیلوژنی موجودات ارتباط بسیار نزدیکی داشته و با داشتن اساس ژنتیکی قوی، به‌عنوان منبع اطلاعات فیلوژنی، برای تشخیص گروه‌های مختلف دارای اهمیت است (Renaud, 1999; Rohlf, 1996). در این تجزیه‌ها متغیرهای اصلی به‌صورت مختصات دکارتی نقاطی می‌باشند که روی شکل مشخص می‌شوند. در سال ۱۹۹۳ این روش جدید، ریخت‌سنجی هندسی نام گرفت و پیشرفت‌های قابل‌توجه در این زمینه، رالف و مارکوس را بر آن داشت تا انقلابی را در ریخت‌سنجی اعلام نمایند(Rohlf and Marcus, 1993) .

حجم مقالاتی که در آن‌ها از ریخت‌سنجی هندسی در پاسخ به پرسش‌های زیستی استفاده می‌شود به طور روزافزونی در حال افزایش است (Rohlf and Slice, 1991; Bookstein, 1991; Rohlf and Marcus, 1993; Rohlf *et al.*, 1996; Adams *et al.*, 2004).

در ایران اولین بار ریخت‌سنجی هندسی برای جداسازی جمعیت‌های جغرافیایی پروانه ساقه‌خوار برنج مورد استفاده قرار گرفت (Zahiri *et al.*,2006). مظفریان تنوع جغرافیایی و میزبانی پروانه شب پره خرنوب را با استفاده از این روش مورد بررسی قرارداد (Mozaffarian *et al.*, 2006; 2007a; 2007b). نوذری نیز جمعیت‌های میزبانی و جغرافیایی پروانه فری را بر اساس شکل و اندازه بال مورد بررسی قرارداد (Nozari *et al.*, 2007). خاقانی نیا و همکاران، جمعیت‌های کرم سیب را بر اساس این روش در شمال غرب ایران مورد بررسی قراردادند (Khaghaninia *et al.*, 2011).

در بررسی منابع مشخص شد که از فناوری ریخت‌سنجی هندسی در بررسی گونه‌ها یا جمعیت‌های مگس‌های میوه، در سال‌های اخیر استفاده شده است، اما تعداد این پژوهش‌ها اندک هستند. یکی از این موارد، بررسی چند جمعیت وحشی و همین طور جمعیت عقیم شده، گونه *Bacterocera tryoni*، از خانواده Tephritidae، به‌وسیله ریخت‌سنجی هندسی است. بر این اساس تعیین شد که اندازه بال برای تشخیص بین این دو فرم جمعیت کافی نبود. برعکس، شکل بال قادر به تفکیک تمایز بین گروه‌ها بوده است (Gilchrist, 2005).

هم چنین در بررسی که توسط شوتز و همکارانش در سال ۲۰۱۲ صورت گرفت، ۴ گونه از گروه گونه‌ای *Bacterocera dorsalis* از لحاظ ریخت‌شناختی بررسی شدند. شکل بال به عنوان یک عامل متمایزکننده بالقوه از لحاظ ریخت‌شناختی، با به‌کارگیری فناوری ریخت‌سنجی هندسی مورد استفاده قرار

www.SID.ir

Archive of SID

گرفت. در این پژوهش روش ریخت‌سنجی هندسی بر اساس تجزیه‌ی شکل بال، مسیر امیدبخشی را برای تشخیص میان تاکسون‌های مخفی[3] از نظر ریخت‌شناسی در گونه‌های کمپلکس[4] *B. dorsalis* نشان داد.

به علاوه، بررسی چهار گونه از مگس‌های میوه از قبیله Ceratitidini نیز نشان داد که دو شکلی جنسی در این چهار گونه خویشاوند، با تفاوت‌هایی در رفتارهای جنسی مرتبط است (Briceno *et al*., 2005). هم چنین از فناوری ریخت-سنجی هندسی در تفکیک دو گونه *Rhagoletis pomonella* و *Rh. Zephyria* از خانواده مگس‌های میوه با بهره‌گیری از شکل بال، استفاده گردید (Yee *et al*., 2009).

در این پژوهش نیز از فناوری ریخت سنجی هندسی برای تفکیک جمعیت‌های جغرافیایی مگس زیتون استفاده شد. همانند هر آفت دیگری، پیش‌نیاز کنترل مگس میوه زیتون نیز شناخت ویژگی‌های بیوسیستماتیک، بیولوژیک و بیواکولوژیک و نیز کسب اطلاعات دقیق از بیولوژی و نوسان-های جمعیت آن در شرایط اقلیمی مناطق زیتون‌کاری آلوده به این آفت است. با توجه به سیاست‌گذاری وزارت جهاد کشاورزی در راستای خودکفایی روغن خوراکی، جایگاه استراتژیک زیتون در تولید روغن مورد نیاز کشور و در نهایت روند رو به رشد توسعه سطح زیر کشت محصول زیتون در نقاط مختلف، جلوگیری از خسارت آفاتی که موجب کاهش این محصول می‌شوند، امری ضروری است.

در این مقاله به بررسی جمعیت‌های مگس زیتون جمع‌آوری شده از استان گیلان و تجزیه و تحلیل تنوع ریخت-شناختی این جمعیت‌ها با استفاده از روش ریخت‌سنجی هندسی، پرداخته شده است. هدف نهایی این مطالعه، فراهم آوردن اطلاعات پایه‌ای به منظور استفاده در یک برنامه کنترل تلفیقی برای کاهش خسارت این آفت مهاجم بوده است.

مواد و روش‌ها

متناسب با زمان ظهور مگس‌های بالغ در باغ‌های زیتون استان گیلان، از تیر ماه سال ۱۳۸۸، نمونه‌برداری آغاز شد. با توجه به مشاهدات سال ۸۸ و بررسی شرایط آب و هوایی و نوسان‌های آن در سال‌های آتی، نمونه‌برداری از ۵ منطقه جغرافیایی در سال‌های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ از شهریورماه تا اواخر آذرماه ادامه پیدا کرد. اسامی مناطق جمع‌آوری و تعداد نمونه‌ها در جدول ۱ آورده شده است.

برای جمع‌آوری حشرات بالغ، سعی شد که از باغ‌های مشخص، نمونه‌گیری انجام شود. برای جمع‌آوری حشرات از چند روش استفاده شد:

جمع‌آوری میوه‌های آلوده روی درخت و یا سطح زمین جستجو در انبارهای تعبیه شده در باغ‌ها که به شکل سنتی محل نگهداری زیتون در فصل جمع‌آوری می‌باشند. در این زمان بیشتر لاروهای سن آخر و شفیره‌ها جمع‌آوری می‌شدند.

زیتون‌های آلوده پس از جمع‌آوری به قفس‌هایی با ابعاد ۶۰×۶۰ سانتی‌متر منتقل شدند و در اتاق پرورش با دمای ۱±۲۷ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۷۰ درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی تا خروج حشرات کامل نگهداری شدند. هم چنین شفیره‌های جمع‌آوری شده، به پتری‌دیش حاوی خاک اره منتقل و در شرایط یکسانی به منظور خروج حشرات کامل منتقل شدند.

پس از خروج مگس‌های بالغ، حشره بالغ نر و ماده به طور تصادفی به منظور تجزیه و تحلیل‌های ریخت‌سنجی هندسی مورد استفاده قرار گرفتند و در اتانول ۷۰ درصد نگهداری شدند. بال‌های حشرات به جهت دوبعدی بودن و ویژگی‌های تکاملی جزو مناسب‌ترین اجزا برای بررسی‌های ریخت‌سنجی هندسی تشخیص داده‌شده‌اند (Klingenberg *et al*., 2001). پس از بررسی منابع، بال چپ تمامی نمونه‌ها جدا شد و تصاویر مربوط به آن‌ها با دوربین Dino-eye camera (AM423X) که روی استریومیکروسکوپ مدل Zeiss

3. Cryptic
4. Complex

www.SID.ir

Archive of SID

(Stemi SV6) نصب شده بود، گرفته شد و با استفاده از نرم‌افزارDino Capture به فرمت JPG ذخیره شد (جدول ۲).

همه تصاویر با بزرگنمایی یکسان و دیافراگم بسته گرفته شد. تمام تصاویر مربوط به جمعیت‌ها در یک فایل واحد ذخیره شدند و به تمامی تصاویر با توجه به منطقه جغرافیایی و جنس نر و ماده کد مجزا داده شد، به‌طوری که بتوان به راحتی با توجه به کد مربوطه، پی به خصوصیات نمونه برد.

جدول۱- جمعیت‌های جمع‌آوری شده مگس میوه زیتون از مناطق مورد بررسی

Table 1. Collected populations of *Bactrocera oleae* from studied areas

Locality	Sample size	Sample name	Coordinates
Manjil	54	IRGM	36°44′41″N49°26′03″E
Roudbar	60	IRGR	36°49′33″N49°25′20″E
Loshan	60	IRGL	36°37′15″N49°30′46″E
Rostam abad	41	IRGRO	36°54′22″N49°29′22″E
Rahmat abad	29	IRGRA	36°50′32″N49°36′49″E

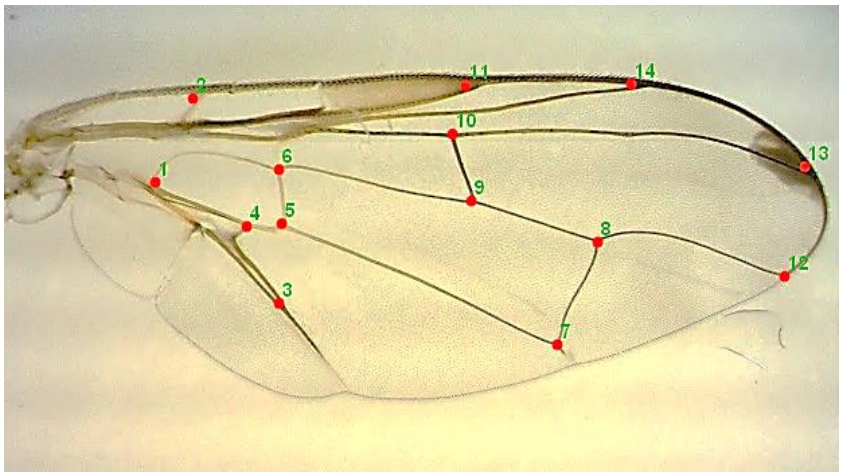
جدول۲- توصیف لندمارک ها در بال سمت چپ *Bacterocera oleae*

Table 2 . Distribution of landmarks on left wing of *Bacterocera oleae*.

Landmark	Description
1	Basal junction of veins of cell bm
2	Inner antero-distal corner of cell bc
3	Junction of veins A1 and CuA2
4	Junction of CuA1 and CuA2
5	Junction of vein CuA1 and dm-bm cross vein
6	Junction of veinMand dm-bm cross-vein
7	Junction of vein CuA1 and dm-cu
8	Junction of veinMand dm-cu
9	Junction of veinM and r-m cross-vein
10	Junction of vein R4+5 and r-m cross-vein
11	Junction of vein R1 and costal vein
12	Termination of vein M
13	Termination of vein R4+5
14	Termination of vein R2+3

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۱- بال سمت چپ *Bactrocera oleae* نشانگر ۱۴ لندمارک انتخابی برای به دست آوردن داده‌های شکلی (اقتباس از Schutze *et al*., 2012).

Figure 1. Left wing of *Bactrocera oleae*. Left wing of *Bactrocera oleae* showing the fourteen landmarks used to generate geometric morphometric shape data (Schutze *et al*., 2012).

ابتدا تمام تصاویر با استفاده از نرم‌افزار tpsUtil v1.47 (Rohlf, 2010) به فایلی با فرمت tps تبدیل شدند. در مرحله بعد، تصاویر با انتقال به نرم‌افزارهای ریخت‌سنجی هندسی که عمل رقمی‌کردن تصاویر را انجام می‌دهند، کمی شدند. این کار با استفاده از نرم‌افزار tpsDig v2.16 (Rohlf, 2010) انجام شد و ۱۴ لندمارک مطابق شکل ۱ انتخاب و به‌صورت عددی درآمدند. در مرحله بعد با استفاده از نرم‌افزار tpsRelw v1.49 (Rohlf, 2010)، ماتریس وزنی [۵] یا نمره پارشیال وارپ (Partial warps) محاسبه شد. در مراحل بعدی، از ماتریس وزنی به‌عنوان متغیر در تجزیه و تحلیل‌های چندمتغیره شامل تجزیه واریانس چندمتغیره[۶]، آزمون تابع تشخیص[۷] و تجزیه خوشه‌ای، برای مقایسه شکل در بین جمعیت‌های جغرافیایی، استفاده شد.برای تجزیه و تحلیل‌های بعدی شکل از نرم‌افزارهای SPSS Statistics (v17.0) و NTSYSpc (v2.02) و همچنین برای بررسی تفاوت در اندازه (سنتروئید سایز) ساختار مورد مطالعه از نرم افزارهای NTSYSpc (v 2.02) و MINITAB v14 استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس چندمتغیره دوطرفه برای مقایسه شکل بال در میان جمعیت‌های جغرافیایی، جنسی و برهمکنش این دو عامل در جدول ۳ ارائه شده است. نتایج نشان داد بین جمعیت‌های جغرافیایی و جنسی و نیز برهمکنش این دو عامل، تفاوت معنی‌داری وجود دارد. در این آزمون با انجام آزمون‌های چند متغیره (MANOVA)، نتیجه قطعی از معنی‌دار بودن اختلافات حاصل شد (جدول۳). نتایج حاصل از تجزیه تابع تشخیص(DFA)، در جدول ۴ آورده شده است.

5. W Matrix
6. MANOVA (Multivariate Analysis of Variance)
7. DFA (Discriminant Function Analysis)

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۳- تجزیه واریانس چند متغیره دوطرفه ماتریس وزنی مربوط به جمعیت‌های *Bactrocera oleae*

Table 3 . Two-way MANOVA on W- matrix of associated populations of *Bactrocera oleae*

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	.Sig
Sex	Wilks' Lambda	0.343	17.025	24	213	0.000
	Hotelling's Trace	1.918	17.025	24	213	0.000
Location	Wilks' Lambda	0.145	5.528	96	846.315	0.000
	Hotelling's Trace	2.739	6.034	96	846	0.000
Location*Sex	Wilks' Lambda	0.573	1.331	96	846.315	0.023
	Hotelling's Trace	0.607	1.338	96	846	0.021

جدول۴- تجزیه تابع تشخیص ماتریس وزنی جمعیت‌های *Bactrocera oleae*

Table 4 . DFA (Discriminate factor analysis) on W- matrix of associated populations of *Bactrocera oleae*

		Location	Predicted Group Membership					
			IRGL	IRGM	IRGRA	IRGR	IRGRO	Total
Original	Cont	IRGL	29	5	11	6	9	60
		IRGM	2	47	0	2	3	54
		IRGRA	3	0	18	1	7	29
		IRGR	9	5	2	34	10	60
		IRGRO	1	2	9	8	23	43
	%	IRGL	48.3	8.3	18.3	10.0	15.0	100.0
		IRGM	3.7	87.0	.0	3.7	5.6	100.0
		IRGRA	10.3	.0	62.1	3.4	24.1	100.0
		IRGR	15.0	8.3	3.3	56.7	16.7	100.0
		IRGRO	2.3	4.7	20.9	18.6	53.5	100.0

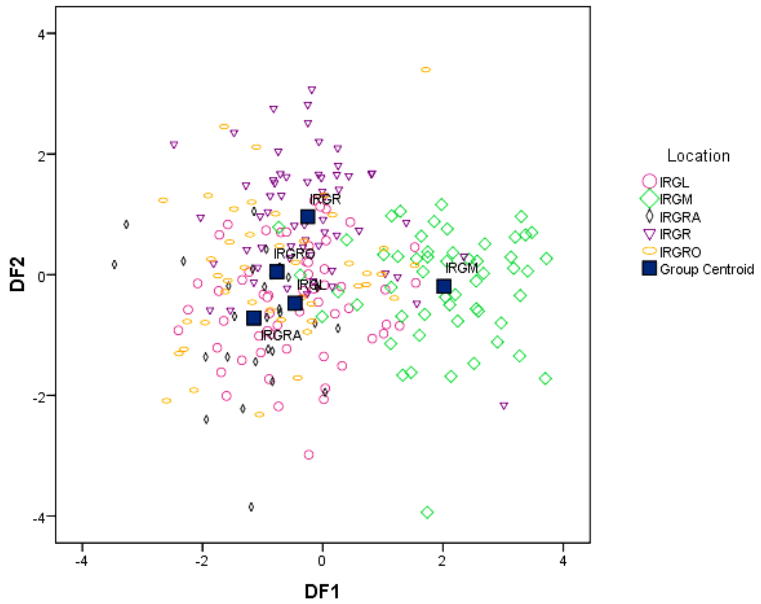
*61.4% of original grouped cases correctly classified

در این تجزیه و تحلیل، ۲۴۶ فرد در ساختمان بال چپ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. تابع تشخیص به میزان ۶۱/۴ درصد ۵ جمعیت را از همدیگر تفکیک کرده است، که در این بین جمعیت منجیل به ۸۷ درصد بیش‌ترین میزان و لوشان با ۴۸/۳ درصد کمترین میزان تفکیک را داشتند. در کل از مجموع ۲۴۶ فرد بررسی‌شده، ۱۵۱ فرد در جایگاه مربوط به خود قرارگرفته بودند (جدول۴).

شکل ۲ دسته‌بندی جمعیت‌های مختلف را بر اساس محورهای تابع تشخیص اول و دوم به صورت دوبعدی نمایش می‌دهد. ملاحظه می‌شود که جمعیت منجیل از تفکیک بسیار قابل‌توجهی برخوردار هست.

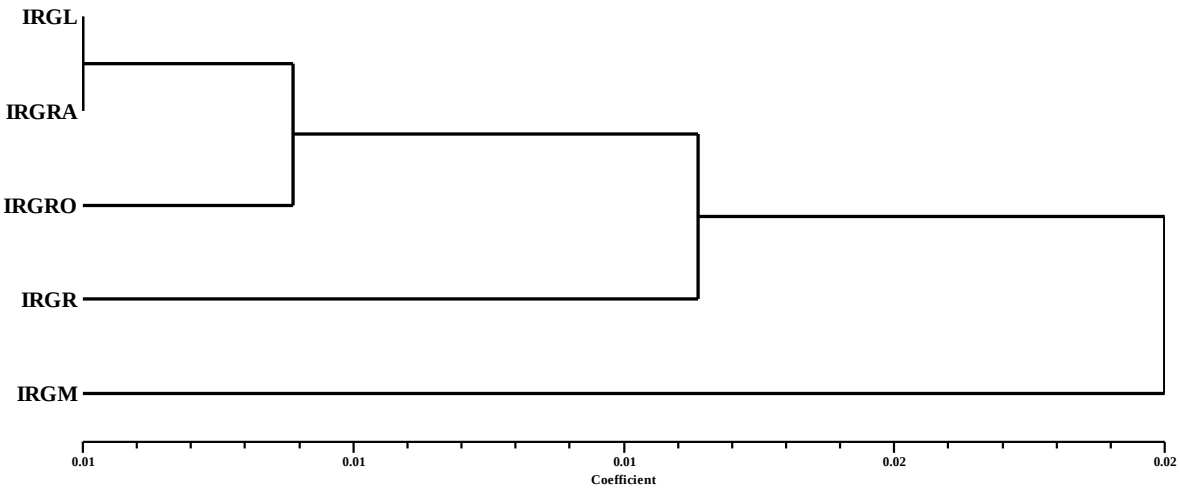
www.SID.ir

Archive of SID



شکل۲- نتیجه تجزیه به تابع تشخیص مگس میوه زیتون (IRGL: لوشان، IRGM: منجیل، IRGRA: رحمت‌آباد، IRGR: رودبار، IRGRO: رستم‌آباد)

Figure 2. Plot of DFA for *Bactrocera oleae* (IRGL: Loshan, IRGM: Manjil, IRGRA: Rahmat abad, IRGR: Roudbar, IRGRO: Rostam abad)

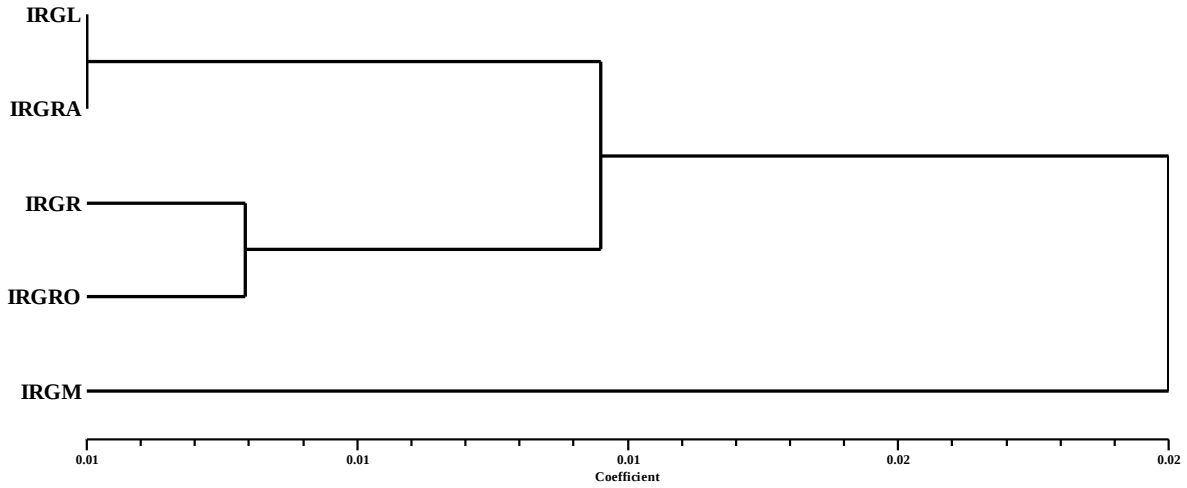


شکل۳- دندروگرام تجزیه خوشه‌ای جمعیت‌های جغرافیایی مگس زیتون (IRGL: لوشان، IRGM: منجیل، IRGRA: رحمت‌آباد، IRGR: رودبار، IRGRO: رستم‌آباد)

Figure 3. Cluster analysis of *Bactrocera oleae* in Guilan province (IRGL: Loshan, IRGM: Manjil, IRGRA: Rahmat abad, IRGR: Roudbar, IRGRO: Rostam abad)

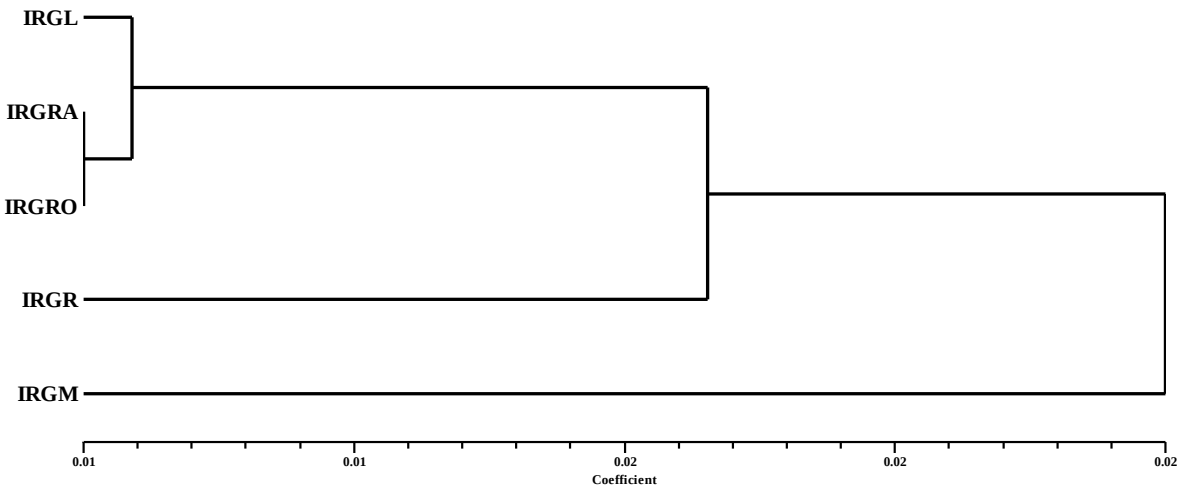
www.SID.ir

Archive of SID



شکل۴- دندروگرام تجزیه خوشه‌ای افراد ماده جمعیت‌های جغرافیایی مختلف مگس میوه زیتون(IRGL: لوشان، IRGM: منجیل، IRGRA: رحمت‌آباد، IRGR: رودبار، IRGRO: رستم‌آباد)

Figure 4. Cluster analysis of *Bactrocera oleae* in Guilan province (female) (IRGL: Loshan, IRGM: Manjil, IRGRA: Rahmat abad, IRGR: Roudbar, IRGRO: Rostam abad)



شکل۵- دندروگرام تجزیه خوشه‌ای افراد نر جمعیت‌های جغرافیایی مختلف مگس میوه زیتون(IRGL: لوشان، IRGM: منجیل، IRGRA: رحمت‌آباد، IRGR: رودبار، IRGRO: رستم‌آباد)

Figure 5. Cluster analysis of *Bactrocera oleae* in Guilan province (male) (IRGL: Loshan, IRGM: Manjil, IRGRA: Rahmat abad, IRGR: Roudbar, IRGRO: Rostam abad)

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج تجزیه و تحلیل خوشه‌ای میان جمعیت‌های جغرافیایی، افراد ماده و نر در شکل‌های ۳، ۴ و ۵ ارائه شده است. بررسی جمعیت‌های جغرافیایی (شکل ۳) ، نشان داد که جمعیت منجیل در گروهی کاملاً مجزا از سایر جمعیت‌های استان گیلان قرار گرفته است. در گروه دیگر نیز جمعیت رودبار فاصله بیشتری از سایر گروه‌ها داشت. جمعیت‌های لوشان و رحمت‌آباد تفاوتی را نشان ندادند. در نهایت می‌توان دو گروه از جمعیت‌های مگس زیتون را در این استان با توجه به شکل بال، تعریف کرد. یک گروه دربرگیرنده جمعیت منجیل و گروه دیگر شامل باقی جمعیت‌ها است.

نتایج تجزیه و تحلیل خوشه‌ای روی افراد ماده به طور جداگانه نیز، نشان‌دهنده فاصله زیاد جمعیت منجیل با سایر مناطق از نظر شکل بال بود (شکل ۴).

مقایسه فواصل مرفولوژیک بر اساس شکل بال در افراد نر نیز نتیجه کلی مشابه افراد ماده و کل افراد داشت به طوری که جمعیت منجیل در گروهی کاملاً مستقل قرار گرفت. افراد نر جمعیت رودبار فاصله بیشتری در بین چهار گروه باقیمانده داشتند و جمعیت‌های رحمت‌آباد و رستم‌آباد تفاوتی نشان ندادند (شکل ۵).

هم‌چنین مقایسه مقادیر سنتروئید سایز (Centroid size) محاسبه شده میان جمعیت‌های جغرافیایی مگس میوه زیتون با استفاده از تجزیه واریانس تک متغیره[8]، وجود اختلاف معنی‌دار را در اندازه بال افراد این جمعیت‌ها نشان داد (P= 0.000) (جدول ۵). هم‌چنین تغییرات اندازه بال در جمعیت‌های جغرافیایی مختلف مگس زیتون توسط نمودار جعبه‌ای [9] در شکل ۶، نشان داده شده است. بررسی این نمودار نشان می‌دهد که بیش‌ترین میانگین اندازه ساختار مورد مطالعه در جمعیت منجیل است که البته اختلاف ناچیزی با جمعیت لوشان نشان داده است. کوچک‌ترین میانگین اندازه بال نیز در نمونه‌های جمع‌آوری شده از رستم‌آباد دیده شد. هم‌چنین مقایسه اندازه بال اختلاف معنی‌داری را بین اندازه بال در افراد نر و ماده مگس میوه زیتون نشان داد (P= 0.000) (جدول ۶). اختلاف میانگین اندازه بین دو جنس، در شکل ۷ نشان داده شده است که نشان می‌دهد اندازه بال در افراد ماده بزرگ‌تر از اندازه بال در افراد نر بوده است.

در یک ارزیابی کلی از نتایج، بررسی تنوع جمعیت‌های *B. oleae*، بر اساس بال افراد بالغ با بهره‌گیری از روش ریخت سنجی هندسی نشان داد که بین پنج جمعیت جمع‌آوری شده از استان گیلان نه تنها از نظر مرفولوژیک (شکل) (جدول ۳)، بلکه از نظر مرفومتریک (اندازه) (جدول ۵) نیز تفاوت معنی‌داری وجود دارد. همچنین تجزیه و تحلیل خوشه‌ای و تجزیه تابع تشخیص، تفکیک کامل جمعیت منجیل(از نظر شکل) از سایر جمعیت‌ها را به‌خوبی نشان داد (شکل ۲ و ۳). افراد نر و ماده نیز هم از نظر شکل و هم اندازه، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر دارند.

بسیاری از جنبه‌های مرتبط با پرواز که به شکل مستقیم یا غیرمستقیم با شایستگی حشره در ارتباط است، توسط فرم بال تعیین می‌شوند؛ بنابراین تجزیه و تحلیل و ارزیابی جامعی از شکل بال حشره باعث شناخت تنوع فنوتیپی مرتبط با عملکرد پرواز می‌شود که یک مشخصه تحت تأثیر انتخاب است.(Sadeghi *et al*., 2009).

همان‌گونه که در این پژوهش نیز مشخص شد، بال در مگس‌های میوه عضو بسیار مناسبی برای تعیین تفاوت‌ها از طریق روش ریخت‌سنجی هندسی است. نتایج حاصل این تحقیق نشان داد که بال در مگس زیتون و هم چنین لندمارک های مشخص‌شده روی آن، در مجموع ساختار مناسبی برای کاربرد روش ریخت‌سنجی هندسی در تفکیک جمعیت‌های مختلف این حشره است. بررسی‌های انجام‌شده روی گونه‌های خانواده Tephritidae، نیز بیانگر کارامد بودن روش ریخت سنجی هندسی در بررسی تفاوت‌های بین گونه‌ای و جمعیت‌های این گروه از حشرات است که آفات گیاهی بسیار

8. ANOVA
9. Box plot

www.SID.ir

Archive of SID

مهمی هستند (Gilchrist, 2005., Briceno *et al*., 2005; Schutze *et al*., 2012; Yee *et al*., 2009).

مطالعات مشابه اندکی روی گونه‌های دیگر این جنس با استفاده از ریخت‌سنجی هندسی انجام شده است. یکی از کمپلکس های (گروه گونه‌ای) خانواده مگس‌های میوه، *Bacterocera dorsalis* است که بالغ بر ۷۰ گونه توصیف شده دارد. طی پژوهشی (Schutze *et al*., 2012a)، سه گونه *B. dorsalis*، *B. papaya* و *B. philippinensis* که در واقع یک گونه واحد هستند که به شکل گسترده در آسیای جنوب شرقی پراکنده شده‌اند و به دلیل شباهت‌های زیاد مرفولوژیکی و ژنتیکی، رابطه بین آن‌ها نامشخص است، مورد مطالعه قرار گرفتند. شکل بال با بکارگیری فناوری ریخت-سنجی هندسی مورد مطالعه قرار گرفت. این تحقیق به‌منظور ارزیابی الگوهای بالقوه پراکنش و نیز تأیید وضعیت تاکسونومیک فعلی در این گروه گونه‌ای، انجام شد. نتایج مرفولوژیک بر پایه تجزیه کانونیک نشان داد که تفاوت معنی-داری در شکل بال حشرات در اکثر مناطق وجود داشته است.

طی پژوهش دیگری (Schutze *et al*., 2012b)، چهار گونه از گروه گونه‌ای *Bacterocera dorsalis* (*B. dorsalis*، *B. papayae*، *B. philippinensis* و*B.carambolae*)، با بهره‌گیری از ریخت‌سنجی هندسی، مورد مطالعه قرار گرفتند. بدین منظور ۱۵ لندمارک روی بال در نظر گرفته شد. اندازه بال در درون جمعیت‌های برخی از مناطق، معنی‌دار بود. مقایسه کلی بر اساس اندازه بال در بین جمعیت‌ها، تمایزی را در بین گونه‌ها نشان نداد. بر خلاف آن، تجزیه و تحلیل بر پایه شکل بال با دقت بالایی تمایز بین گونه-ها را آشکار کرد. در این پژوهش روش ریخت‌سنجی هندسی بر اساس تجزیه و تحلیل شکل بال، مسیر امید بخشی را برای تشخیص میان تاکسون‌های پنهان از نظر مرفولوژیک، در گروه گونه‌ای *B. dorsalis* نشان داد.

جدول ۵- تجزیه واریانس میانگین سنتروئید سایز در جمعیت‌های جغرافیایی مگس میوه زیتون

Table 5. One-way ANOVA on centroid size of geographic populations of *Bactrocera oleae*

Source	df	Sum of Squares	Mean Square	F
Location	4	415378.362	103844.591	81.464***
Error	241	307208.022	1274.722	
Total	246	1.060E8		

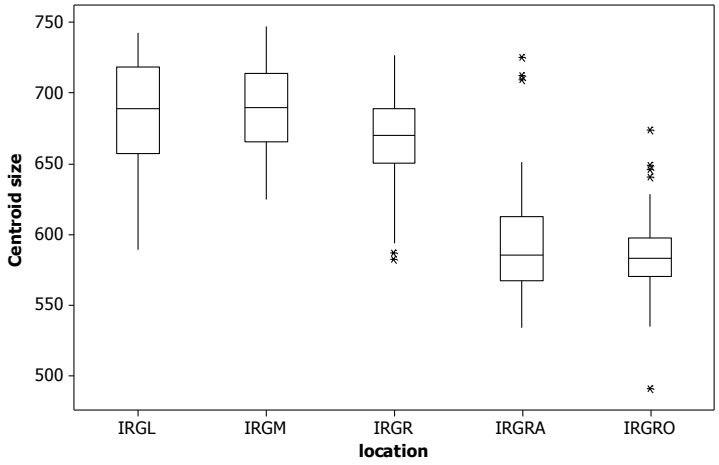
جدول ۶- تجزیه واریانس میانگین سنتروئید سایز در افراد نر و ماده مگس میوه زیتون

Table 6 . One-way ANOVA on centroid size between males and females of *Bacrtrocera oleae*

Source	df	Sum of Squares	Mean Square	F
Sex	1	48761.911	48761.911	17.657***
Error	244	673824.473	2761.576	
Total	246	1.060E8		

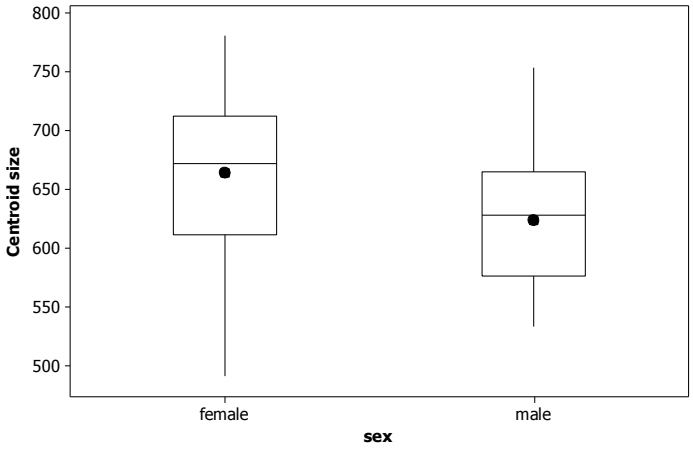
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۶- مقایسه میانگین اندازه بال (سنتروئید سایز) در جمعیت‌های جغرافیایی(IRGL: لوشان، IRGM: منجیل، IRGRA: رحمت‌آباد، IRGR: رودبار، IRGRO: رستم‌آباد)

Figure 6- Mean centroid size of geographic populations (IRGL: Loshan, IRGM: Manjil, IRGRA: Rahmat abad, IRGR: Roudbar, IRGRO: Rostam abad)



شکل۷- مقایسه میانگین اندازه بال (سنتروئید سایز) در افراد نر و ماده

Figure 7- Mean centroid size of sexes (IRGL: Loshan, IRGM: Manjil, IRGRA: Rahmat abad, IRGR: Roudbar, IRGRO: Rostam abad)

ریخت‌شناسی بال، به خاطر اهمیت آن در جنبه‌های گسترده‌ای از زندگی حشرات، مانند تظاهرات جنسی، ویژگی جستجوگری، سازوکارهای دفاعی، تنظیمات حرارتی و ائرودینامیک و هزینه‌های مصرف انرژی در پرواز، یک ویژگی منحصربه‌فرد و جالب‌توجه در گونه‌های مهاجم[10] به شمار می‌آید (Hernandez-L *et al*., 2010). با این حال عجیب است که مطالعه‌ها درباره ساختار بال در گونه‌های مهاجم حشرات، بسیار کم بوده است (Loh *et al*., 2008). به هر صورت، این‌گونه‌ها نمونه‌های جالبی برای مطالعه سازگاری‌های محیطی هستند. به این دلیل که انتظار می‌رود این عوامل پس از سپری شدن تعداد نسل‌های کم نیز روی

10. Invasive species

www.SID.ir

Archive of SID

جمعیت‌های مهاجم، تأثیرگذار باشند و می‌توانند عاملی برای سنجش سرعت پاسخ‌دهی به محرک‌های محیطی جدید باشند. تنظیم رشد بال ممکن است توسط تغییرات ژنتیکی که به حشره مهاجم در منطقه غیربومی وارد می‌شود، تحت تأثیر قرار گیرد. اهمیت حشرات مهاجم به دلیل ارائه احتمالاتی برای بررسی اثرات محیطی و ژنتیکی است که الگوهای شکلی بال را در دوره‌های به‌نسبت کوتاه زمانی تغییر می‌دهند (Hernandez-L *et al*., 2010). همان‌گونه که ذکر شد مگس زیتون نیز یک آفت مهاجم است که در سال ۸۳ از ایران گزارش شده است و در طی چند سال به مهم‌ترین آفت زیتون در ایران تبدیل شده است. با این وجود، چند فرضیه برای تغییرات مرفولوژیک کوتاه مدت در این‌گونه مهاجم قابل ارائه است: جمعیت‌های تازه وارد، ممکن است از منابع مختلفی منشأ گرفته باشند؛ بنابراین تنوع بین‌جمعیتی در محدوده بومی یک گونه، به تنوع درون‌جمعیتی در جمعیت تازه تأسیس، تبدیل می‌شود (Kolbe *et al*., 2004). از آنجا که این آفت قرنطینه است و بنا به شواهد اخیراً وارد کشور شده است، بنابراین یک احتمال برای توضیح تنوع مشاهده‌شده، ورود چندگانه[11] این آفت به کشور از منابع وارداتی مختلف است. در این صورت حشرات واردشده به منطقه منجیل، ممکن است از کشور دیگری (به جز کشور مبدأ سایر جمعیت‌ها) به ایران واردشده باشند که دارای جمعیتی با ساختار و یا ژنتیک متمایزی بوده است؛ به طوری که هاپلوتایپ های مختلف به کرات و در زمان‌های متفاوت وارد کشور شده‌اند و به تدریج مستقر شده‌اند.

فرضیه دیگر بر اساس نتایج ریخت‌سنجی هندسی، تأثیر شرایط اقلیمی و محیطی در ایجاد تنوع فنوتیپی حشره مهاجم است. شرایط اقلیمی از جمله عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا با تأثیر بر شرایط محیطی، نقش مهمی را در جدایی جمعیت‌ها ایفا می‌کنند (Oliveira *et al*., 2004). هم‌چنین دما و رطوبت نیز دو عاملی هستند که با شرایط جغرافیایی همبستگی مثبت دارند و باعث بروز چند شکلی در جمعیت‌های حشرات می شوند (Tauber *et al*., 1986).

مریل و دنو (Merrill and Denno, 1998)، عامل‌هایی را که فرض می‌شده است روی جریان ژنی تأثیرگذار باشد را نام برده‌اند که بسیار گسترده هستند. از جمله می‌توان به فاصله جغرافیایی، توانایی پراکنش، جدایی فنولوژیکی، فراوانی و ماهیت انقراض و استقرار و ویژگی‌های اکولوژیکی اشاره کرد. شرایط جغرافیایی با فنوتیپ و ژنوتیپ موجود زنده در تقابل است. انتخاب طبیعی از طریق دما، طول و عرض جغرافیایی، ارتفاع، رطوبت، باد و سایر عوامل محیطی عمل می‌کند و همچنین می‌تواند روی تکامل صفات تأثیرگذار باشد(Zahiri *et al*., 2006). شرایط محیطی می‌توانند روی شایستگی یا سازگاری افراد یک گونه، تأثیرگذار باشند(Almeida *et al*., 2002). از آنجا که حشرات موجوداتی خونسرد با جثه کوچک هستند نسبت به نوسان‌های محیطی حساس هستند. با این حال، حشرات قادر هستند به سرعت به تغییرات اقلیمی واکنش نشان دهند و نسبت به تغییرات محیطی سازگار شوند که دلیل آن پتانسیل تولیدمثلی بالا و طول دوره نسل به نسبت کوتاه آن‌ها است. این قابلیت به حشرات این اجازه را می‌دهدکه به سرعت در محدوده جغرافیایی خود و یا فضاهای نامناسب تغییر جهت بدهند یا با آن سازگار شوند (Schuliner-Harpaz, 2013)؛ بنابراین ممکن است که این الگوها، پاسخ‌های انعطاف‌پذیری باشند که نسبت به تغییرات محیطی جدید ایجادشده‌اند (Loh *et al*., 2008). گاهی اوقات تنوع مشاهده‌شده در صفات و فنوتیپ‌ها هیچ تأثیری در سازگاری افراد ندارد و تنها بر اثر تغییرات در محیط، افراد واکنش‌های انعطاف‌پذیر متفاوتی را بروز می‌دهند (Hernandez-L *et al*., 2010).

بر این اساس می‌توان تفاوت دیده‌شده در جمعیت منجیل نسبت به سایر مناطق را به شرایط اقلیمی و جغرافیایی آن نسبت داد و این که آب و هوای منحصربه‌فرد منجیل، ممکن است عامل ایجاد این تفاوت باشد.

11. Multiple Introduction

www.SID.ir

Archive of SID

البته نخستین گزارش از وجود یک حشره در یک کشور، لزوماً به این معنی نیست که آن آفت برای اولین بار در آن زمان وارد آن منطقه شده است. مگس زیتون نیز می‌تواند از زمان گذشته و برای مدت طولانی‌تر در سطوح غیرقابل مشاهده، در منطقه بوده باشد (Khamis *et al*., 2009). بنابراین این احتمال وجود دارد که تنوع فنوتیپی مشاهده‌شده آنچنان هم سریع رخ نداده باشند. مگر این که یقین بدانیم که ردیابی‌ها از گذشته و به‌طور دقیق و مداوم برای این حشره انجام می شده است. مورد مشابهی از تغییرات فنوتیپی در کوتاه مدت در مورد پروانه‌ها نیز مشاهده شده است که در طی ۱۰ تا ۲۰ سال، سازگاری با محیط جدید به وقوع پیوسته است (Hernandez-L *et al*., 2010).

فنوتیپ‌های متنوع می‌توانند به جمعیت‌های یک گونه امکان حضور در شرایط جغرافیایی گوناگون را بدهند (Zahiri *et al*., 2006). کاهش میزان تنوع فنوتیپی ممکن است باعث کاهش توانایی یک گونه به سازگاری با شرایط جدید شود. اندازه‌گیری تنوع فنوتیپی یک گونه می‌تواند روشی برای تعیین توانایی جمعیت‌ها و گونه‌ها به تغییر بقا در آن‌ها را ارائه دهد (McGuire, 2009).

تهاجم یک گونه، مانند آنچه در مورد مگس زیتون به وقوع پیوسته است، اغلب به‌وسیله یک سری از مشخصه‌های جمعیت‌شناسی(دموگرافیک) و ژنتیکی منحصربه‌فرد، شناخته می‌شوند که از تعداد کم افراد مهاجر و رشد سریع و پراکنش جمعیت‌های جدید ناشی می‌شود (Davies and Roderick, 1999).

در بسیاری از موارد توصیه شده است که بررسی‌های مولکولی نیز برای اطمینان از نتایج مرفومتریک انجام شوند (Dantur Jun *et al*., 2011., Sadeghi *et al*., 2009). نشانگرهای مولکولی برای مطالعه تاریخچه تهاجم و ساختار جمعیت گونه‌های مهاجم بسیار مفید هستند (Sakai *et al*., 2001). آگاهی از طریقه پراکنش و ساختار جمعیت گونه‌های مهاجم می‌تواند باعث بهبود بخشیدن به راهبردهای مدیریتی شود. اندازه این تهاجم‌ها ممکن است به میزان و الگوی جریان ژنی در بین جمعیت‌های یک گونه مهاجم بستگی داشته باشد (Grapputo *et al*., 2005)؛ بنابراین برای فهم دقیق‌تر این مطلب نیاز به ادامه بررسی‌ها در آینده و بررسی ساختار جمعیتی مگس زیتون از طریق روش‌های ژنتیکی هست.

همچنین تنوع وسیع مرفولوژیک و رفتاری در جمعیت‌های حشرات گاهی نشان‌دهنده تنوع ژنتیکی مختلف همراه با راهبردهای مختلف کنترل است. این مسئله در مطالعه‌ی مدیریت و کنترل حشرات آفت بسیار حائز اهمیت است. به همین خاطر مطالعه تنوع بین و درون جمعیتی مانند تغییرات فنوتیپی ناشی از شرایط اکولوژیک و جغرافیایی، تنوع میزبانی و تغییرات ژنتیکی در شناخت خصوصیات حشره آفت در جهت کنترل آن‌ها به ما کمک می‌کند (Weins *et al*., 1999). این‌چنین بررسی‌هایی می‌توانند در طرح‌ریزی بهتر راهبُردهای کنترل، برای جلوگیری از آلودگی‌های بیشتر، سهیم باشند چرا که کسب اطلاعات دقیق در زمینه زیست-شناسی، ساختار ژنتیکی و تنوع جغرافیایی یک گونه، پیش‌نیاز برقراری روش‌های کنترل مانند قرنطینه، بهداشت محیط و ریشه‌کنی آفات است (Roderick and Navajas, 2003).

سپاسگزاری

از آقایان مهندس جهانگیر عرب، محسن حجت، اسماعیل متکی، رضا شهسواری، آقایان دکتر حسینی مزینانی و فؤاد فاتحی، خانم‌ها مهندس نغمه عزیزی و سعیده خلیقی و کارکنان محترم بخش حشره‌شناسی گروه گیاه‌پزشکی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج، بابت کمک‌های بی‌دریغشان سپاسگزاری می‌شود. هم چنین مراتب سپاس خود را از راهنمایی‌های ارزشمند جناب آقای دکتر رضا ظهیری، M. Schutze، J. Kunkel، D. Slice و سرکار خانم دکتر فریبا مظفریان اعلام می‌نمایند.

www.SID.ir

Archive of SID

References

Adams, D. C. Rohlf, F. J. and D. E. Slice. 2004. Geometric morphometrics: ten years of progress following the revolution. **Italian Journal Zoology** 71:5-16.

Almeida, C. E., Duarte, R. Nascimento, R. G., Pacheco, R. S. and Costa, J. 2002. *Triatoma rubrovaria* (Blanchard, 1843) (Hemiptera, Reduviidae, Triatominae) II: Trophic resources and ecological observations of five populations collected in the state of Rio Grande do Sul, Brazil. **Member institute Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro** 97(8): 1127-1131.

Bookstein, F. L. 1991. Morphometric tools for landmark data: geometry and biology. Cambridge University Press, Cambridge.

Briceno, R. D., Eberhard, W. G. and Quilici, S. 2005. Comparative allometry and sexual behavior of four fruit fly species in the tribe Ceratitidini (Diptera: Tephritidae). **Journal of the Kansas Entomological Society** 78(1): 20–33.

Davies, N. and Roderick, G.K. 1999. Determining pathways of marine bioinvasion: genetic and statistical approaches. In: Pederson J. (ed.). First Conference of Marine Bioinvasions.Plenum Press: Boston.

Dantur Juri, M., Liria, J., Navarro, J. C., Rodriguez, R. And Fritz G. F. 2011. Morphometric variability of *Anopheles pseudopunctipenis* (Diptera: Culicidae) from different ecoregions of Argentina and Bolivia. **Florida Entomologist** 94(3): 428- 438 .

De Meyer, M., Robertson, M.P., Mansell, M.W. 2009. Ecological niche and potential geographic distribution of the invasive fruit fly *Bactrocera invadens* (Diptera: Tephritidae). **Bulletin of Entomological Research** doi: 10.1017/S0007485309006713.

Economopoulos, A. P. 2002. The olive fruit fly, *Bactrocera* (Dacus) *oleae* (Gmelin) (Diptera: Tephritidae): its importance and control; previous SIT research and pilot testing. Report to International Atomic Energy Agency (IAEA), Vienna, Austria, 44p.

Gilchrist, A. S. and Crisafulli, D. C. A. 2006. Using variation in wing shape to distinguish between wild and mass-reared individuals of Queensland fruit fly, *Bactrocera tryoni*. **The Netherlands Entomological Society** 119: 175–178.

Grapputo, A., Boman, S., Lindstrom, L., Lyytinen, A. and Mappes, J. 2005. The voyage of an invasive species across continents: genetic diversity of North American and European Colorado potato beetle populations.**Molecular Ecology** 14: 4207–4219.

Hosseini-Mazinani, M., Torkzaban, B. and Arab, J. 2013. Iranian olive catalogue. NIGEB . (In Farsi).

Khamis, F. M., Karam, N., Ekesi, S., De Meyer, M., Bonomi, A., Gomulski, L. M., Scolari, F., Gabriel, P., Siciliano, P., Masiga, D., Kenya, E. U., Gasperi, G., Malacrida, A. R. and Guglielmino, C. R. 2009.Uncovering the tracks of a recent and rapid invasion: thecase of the fruit fly pest *Bactrocera invadens* (Diptera:Tephritidae) in Africa. **Molecular Ecology** 18: 4798–4810.

Herna´ndez- L, N., Barraga´n, A´.R., Dupas, S., Silvain, J.–F. and Dangles, O. 2010. Wing shape variations in an invasive moth are related to sexual dimorphism and altitude. **Bulletin of Entomological Research** 1-13.

Katsoyannus, P. 1992. Olive pests and their control in the Near East. Italy. Publication Division of FAO. 23- 35.

Khaghaninia, S., Mohammadi, S. A., Sarafrazi, A. M. Haddad Irani Nejad, K. and Zahiri, R. 2011. Thin-Plate Spline Analysis of Diversity in Field Populations of Codling Moth, *Cydia pomonella* L. (Lep.,Tortricidae) in North West of Iran**. Journal of Agricultural Science and Technology** 5(1): 35-41.

Khaghaninia, S., Mohammadi, S. A., Sarafrazi, A. M. Haddad Irani Nejad, K., Ebrahimi. E., Alavikia, S. and Zahiri, R. 2008. Geometric morphometric approach on the sexual dimorphism of *Cydia pomonella* (Lep.: Tortricidae) in the North West of Iran**. Journal of Entomological Society of Iran** 28 (1): 51- 62. (In Farsi)

Khiaban, N. G. M., Haddad Irani Nejad, K., Hejazi, M S., Mohammadi S A. and Sokhandan N. A. 2010. A geometric morphometric study on geographical Iranian populations of the pod borer,

www.SID.ir

Archive of SID

Helicoverpa armigera (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Entomological Society of Iran** 29(2), 13-24.

Khozeini, F., Shayan, A., Davari, H., Nawazifard, S. & Forghani, S. H. 2004. Important Damaging and Quaratine agents of Olive in Iran. Ministry of Jahad-E- Agri plant protection Organization. (In Farsi)

Klingenberg, Ch. P., Bakyaev, A. V., Sowry, S. M. and Beckwith, N. J. 2001. Inferring Developmental modularity from morphological integration: Analysis of individual variation an asymmetry in bumblebee wings. **American Naturalist** 157(1):11-23.

Kolbe, J. J., R. E. Glor, L. R. Schettino, A. C. Lara, A. Larson, and J. B. Losos. 2004. Genetic variation increases during biological invasion by a cuban lizard**. Nature** 431:177–181.

Loh, R., David, J.R., Debat, V. and Bitner-Mathe´, B.C. 2008. Adaptation to different climates results in divergent phenotypic plasticity of wing size and shape in an invasive drosophilid. **Journal of Genetics** 87: 209-217.

Mayr, E. And Ashlock, P.D. 1991. Principles of systematic zoology, 2nd edition. Mc Graw-Hill, INC.: 23-38.

McGuire, J. L. 2010. Geometric morphometrics of vole (*Microtus californicus*) dentition as a new paleoclimate proxy: Shape change along geographic and climatic clines. **Quaternary International** 212: 198–205.

Merrill, A. P. and Denno, R. F. 1998. The influence of dispersal and diet breath on patterns of genetic isolation by distance in phytophagous insects. **The American Naturalist** 152: 428- 446.

Mozaffarian, F., Sarafrazi, A. M., Noori Ghanbalani, GH. And Ahmadian, H. 2006. Study on morphological variations of geographic populations of *Ectomyelois ceratoniae* (zeller, 1839) on figs in Iran using geometric morphometric approach. **Journal of Agricultural Science** 11(1): 27- 41. (In Farsi).

Mozaffarian, F., Sarafrazi, A., Nouri Ghonbalani, G. and Ariana, A. 2007(a). Morphological variation among Iranian populations of the carob moth, *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller, 1839) (Lepidoptera: Pyralidae). **Zoology in the Middle East** 4: 81- 91.

Mozaffarian, F., Sarafrazi, A. M. and Nouri Ganbalani, G. 2007(b). 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(2): 1- 11.

Nardi, F., Carapelli, A., Dallai R., Roderick G. K., Frati, F. 2005. Population structure and colonization history of the olive fly, *Bactrocera oleae* (Diptera,Tephritidae**). Molecular ecology** 14: 2729–2738.

Noori, H., Khalghani, J. and Esfehani. F. 2011. Olive Integrated Pest Management. 168pp.

Nozari, J. Azmayeshfard, P., Rajabi, GH., Bagheri zeooz, E and Zahiri, R. 2006. Survey on sexual dimorphism *Zeuzera pyrina* L. (Lep: Cossidae) wing size in leopard moth walnut and apple in Amol, Arak and Karaj. **Agricultural research (Water, Soil and Plant in Agriculture)** 6(2): 27- 37. (In Farsi).

Oliveira, C. M., Lopes, J. R. S., Dias, C. T. and Nault, L. R. 2004. Influence of latitude and elevation on polymorphism among populations of the corn leafhopper, *Dalbus maidis* (Delong and Wolcot) (Hemiptera: Cicadellidae), in Brazil. **Environmental Entomology** 33: 1192- 1199

Renaud, S. 1999. Size and shape variability in relation to species differences and climatic gradient in the African rodent Oenomys. **Journal of Biogeography** 26, 857-865.

Ricklefs, R. E., and Miles, D. B. 1994. Ecological and evolutionary inferences from morphology: an ecological perspective. In P. C. Wainwright and S. M. Reilly, (eds.). Ecological morphology, Univ. of Chicago Press, Chicago.

Rodriguero, M. S., Vilardi, J. C., Vera, M. T., Cayol, J. P. and Rial, E. 2002.Morphometric traits and sexual selection in medfly (Diptera: Tephritidae) under field cage conditions. **The Florida Entomologist** 85(1): 143-149.

Rohlf, F. J. 1996. Morphometric spaces shape components, and the effects of linear transformations plenum press.

www.SID.ir

Archive of SID

Rohlf, F. J., and Slice, D. 1991. Generalized rotational fit methods, Version 1.0. http://www.life.bio.sunysb.edu/ee/rohlf.

Rohlf, F. J., and Marcus, L. F. 1993. Revolution in morphometric. Trends in Ecology and Evolution. 3: 129-132.

Rohlf, F. J. 2003. tpsDig, version 1.39, Software, Department of Ecology and Evolution, State University of New York, Stony Brook, NY 11794-5245. Available in http://life.bio.sunysb.edu/ morph.

Rohlf, F. J. 2003. tpsRelw, version 1.35, Software, Department of Ecology and Evolution, StateUniversity of New York, Stony Brook, NY 11794-5245. Available in http://life.bio.sunysb.edu/ morph.

Rohlf, F. J. 2003. tpsUtil, version 1.26, Software, Department of Ecology and Evolution, StateUniversity of New York, Stony Brook, NY 11794-5245. Available in http://life.bio.sunysb.edu/ morph.

Sadeghi, S. Adriaens, D. and Dumont, H. J. 2009. Geometric morphometric analysis of wingshape variation in ten europian populations of *Calopteryx splendes* (Harris, 1782) (Zygoptera: Odonata**). Odonatologica** 38(4): 343-360.

Sakai, A. K., F.W. Allendorf, J. S. Holt, D. M. Lodge, J. Molofsky, K. A. With, S. Baughman, R. J. Cabin, J. E. Cohen, N. C. Ellstrand, D. E. Mccauley, P. O'Neil, I. M. Parker, J. N.Thompson, and S. G. Weller. 2001. The population biology of invasive species**. Annual Review of Ecology and Systematics** 32: 305-332.

Schutze, M. K., Krosch, M. N., Armstrong, K. F., Chapman, T. A., Englezou, A., Chomič, A., Cameron, S. L., Hailstones, D. and Clarke, A. R. 2012. Population structure of *Bactrocera dorsalis* s.s.,*B. papayae* and *B. philippinensis* (Diptera:Tephritidae) in southeast Asia: evidence for a single species hypothesis using mitochondrial DNA and wing-shape data**. BMC Evolutionary Biology** 12:130.

Schutze, M. K., Jessup, A. and Clarke, A. R. 2012. Wing shape as a potential discriminator of morphologically similar pest taxa within the *Bactrocera dorsalis* species complex (Diptera: Tephritidae). **Bulletin of Entomological Research** 102: 103–111

Schuldiner-Harpaz, T. and Coll, M. 2013. Effects of global warming on predatory bugs supportedby data across geographic and seasonal climatic gradients. PLoS ONE 8(6): e66622.

Tauber, J. M. Tauber, A. C. and Masaki, S. 1986. Insect adaptation to environmental change, pp 7- 37. I Tauber, J. M., Tauber, A. C. and Masaki, S. (eds), Seasonal adaptation of insects. Oxford University Press, New York.

Vossen, P., Varela, L. and Devarenne, A. 2004. A sources of products for olive fly control.http://www.ipm.ucdavis.edu/PMG/r583301311.html

Weins, J. J. 1999. Polymorphism in systematics and comparative biology**. Annual Review of Ecology and Systematics** 30: 327-362.

White, I.M. & Elson-Harris, M. 1992. Fruit Flies of Economic Significance: Their Identification and Bionomics. Melksham, UK,CAB International, Redwork Press Ltd.Roderick GK, Navajas M (2003). Genes in new environments: genetics and evolution in biological control. Nat Rev Gen 4: 889–899.

Yee, W. I., Chapman, P. S., Sheets, H. D. and Unruh, T. R. 2009. Analysis of body measurements and wing Shape to discriminate *Rhagoletis pomonella* and *Rhagoletis zephyria* (Diptera: Tephritidae) in Washington state. **Annals of the entomological society of America** 102(6): 1013-1028.

Zahiri R., Sarafrazi A., Salehi L. and Kunkel J G. A. 2007. Geometric morphometric study on populations of the rice stem borer, *Chilo suppresalis* Walker (Lepidoptera: Crambidae) in northern Iran. **Zoology in the Middle East** 38: 73- 84.

www.SID.ir

Archive of SID

Plant Pests Research
2015- 5(1): 61-78

Study of geographic variation of *Bacterocera oleae* (Rossi) (Dip. : Tephritidae) using geometric morphometric analysis, in Guilan province

M. Moezipour[1], J. Nozari[2*] and P. Azmayesh Fard[3]
1, 2, 3. Department of Plant Protection, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

(Received: June 3, 2014- Accepted: August 4, 2014)

Abstract

The olive fly, *Bactrocera oleae* (Rossi) (Diptera: Tephritidae), is a serious insect pest of olive crops in many parts of the world. There is no study on population structure of this insect In Iran. In the current research, to investigate morphological variations, geographic populations of olive fly, were collected from five localities in Guilan province. Fourteen landmarks were selected on wing and the shapes were compared among populations using geometric morphometric method. Multivariate analysis of variance and Discriminant Function Analysis were performed on partial warps. The relationship between geographic populations was investigated through UPGMA algorithms. The geometric morphometric analysis showed significant variations in the wing shape and size, among geographic populations.

Key words: *Bacterocera oleae*, Geometric morphometric, geographic populations, population structure

*Corresponding author: nozari@ut.ac.ir

www.SID.ir