

بررسی تنوع مورفولوژیکی زنبورعسل کوچک (*Apis Florea*) ایران بر اساس روش‌های آماری تجزیه خوشه‌ای و کمینه واریانس

سید سخاوت فاطمی^۱، طاهر هرکی نژاد^{۲*}، محمدباقر فرشینه عدل^۳ و لیلا قره داغی^۴

۱ و ۲- به ترتیب دانش آموخته‌ی کارشناسی ارشد ژنتیک و اصلاح نژاد دام، دانشیار گروه علوم دامی و دانشجوی دکتری ژنتیک و اصلاح نژاد دام، دانشگاه زنجان

۳- عضو هیأت علمی بخش زنبورعسل، موسسه تحقیقات علوم دامی کشور

* نویسنده مسئول: Taher.harkinezhad@znu.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۱/۱۹

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۴/۰۶

چکیده

زنبور عسل کوچک یکی از دو گونه زنبور عسل موجود در ایران است که در نواحی جنوبی کشور زندگی می‌کند و نقش مهمی در گرده افشانی گیاهان این منطقه ایفا می‌کند. هدف از این مطالعه، بررسی تنوع موجود در جمعیت زنبورعسل کوچک که یکی از اهداف مهم در اصلاح نژاد زنبورعسل محسوب می‌شود، می‌باشد. حدود ۳۰۰ نمونه زنبور کارگر از ۲۹ کلنی مربوط به ۷ منطقه مختلف جمع آوری و ۱۱ صفت مورفولوژیک آنها اندازه‌گیری شد. گروه‌بندی جمعیت کلنی‌های مورد بررسی بر اساس صفات کلیدی مورفولوژیک با روش تجزیه خوشه‌ای و به روش حداقل واریانس، مورد مطالعه قرار گرفت. همبستگی معنی‌داری بین صفت طول خرطوم با صفات عرض بال جلو و طول بال عقب و صفت کوبیتال ایندکس با عرض بال جلو، در سطح احتمال ($P < 0.05$) وجود داشت، و همچنین تفاوت معنی‌داری بین زنبوران عسل مناطق مورد مطالعه مشاهده شد ($P < 0.05$). توده‌های زنبور عسل مناطق مورد مطالعه بر اساس میانگین داده‌های صفات (طول خرطوم، طول بال جلو، عرض بال جلو، طول بال عقب، عرض بال عقب، طول پای عقب، ضریب لاغری، کوبیتال ایندکس، قد، رنگ نیم حلقه سوم پشتی شکمی، رنگ سپرچه) به دو گروه مجزا تقسیم شد. بر این اساس منطقه‌ی سیستان و بلوچستان در یک گروه و مناطق اهواز، یاسوج، جیرفت، کازرون، بوشهر، هرمزگان در گروه دیگر قرار گرفتند. بنابراین می‌توان نتایج آنالیز *PCA* زنبوران عسل را در خوشه‌بندی به دو گروه مجزا دسته‌بندی کرد. این یافته‌ها نشان می‌دهد که در گونه زنبورعسل کوچک شرایط جغرافیایی محل زندگی می‌تواند صفات مورفولوژیک را تحت تأثیر قرار دهد و چون این شرایط در حال تغییر است، این صفات نیز در طول زمان قابل تغییر خواهند بود.

کلمات کلیدی: تنوع مورفولوژیک، تجزیه خوشه‌ای، زنبورعسل کوچک

مقدمه

گونه‌های زنبور عسل در مسیر تکاملی خود دست خوش تغییرات فراوان در خصوصیات مورفولوژیکی و بیولوژیکی گردیده است که نهایتاً منجر به تشکیل گونه‌ها، نژادها و اکوتیپ‌های متعددی گردیده است. کشور ایران میزبان دو گونه اصلی از زنبورهای عسل موجود در دنیا می‌باشد. زنبور عسل اروپایی (*Apis mellifera L.*) به عنوان تنها گونه‌ای که به جز قطب‌های شمال و جنوب در تمامی نقاط جهان و ایران به وفور یافت می‌شود. گونه دیگر که در برخی از استان‌های جنوب، جنوب غربی و شرقی ایران یافت می‌شود (روتسر و همکاران، ۱۹۹۵) زنبور عسل کوچک (*Apis florea F.*) می‌باشد که برای اولین بار توسط تیرگی در سال ۱۹۷۱ از ایران گزارش شده است (طهماسبی و همکاران، ۲۰۰۲). کلنی زنبور عسل کوچک در محیط باز و معمولاً از یک ملکه و تعداد زیادی زنبور کارگر و در فصل مناسب تعداد کمی نر تشکیل یافته، این نوع از زنبورها تنها یک شان درست می‌کنند که آن را به زیرشاخه درختان می‌چسبانند، و معمولاً در مناطق پست یعنی در ارتفاع کمتر از ۵۰۰ متر از سطح دریا زندگی کرده ولی در موقع مهاجرت به مناطقی با ارتفاع بیش از ۱۵۰۰ متر کوچ می‌کنند. مقدار عسلی که هر جمعیت از این زنبورها سالانه می‌توانند جمع آوری کنند یک تا چهار کیلوگرم در ایران گزارش شده است. کلنی کوچک و محصول کم این گونه زنبور را این طور می‌توان توجیه کرد که چون این کلنی در محیط باز می‌باشد و اغلب مورد حمله دشمنان طبیعی خود قرار می‌گیرد، ۶۰ تا ۷۰ درصد جمعیت کندو به طور دائم باید از کندو محافظت نموده و زمان کافی جهت تأمین غذا و رشد کلنی باقی نخواهد ماند (عبادی، ۱۳۸۳). زنبور عسل از لحاظ رفتارهای ژنتیکی (اولد روید و همکاران، ۲۰۰۷)، اکولوژی تکاملی (پاتنیکس و همکاران، ۲۰۰۶)، ژنتیک جمعیت (پینو و همکاران، ۲۰۰۵)، و زیست جغرافیایی (وایت فیلد و همکاران، ۲۰۰۶) یکی از مهمترین موجودات زنده طبیعت است. استفاده از خصوصیات ظاهری برای تفکیک زیر گونه‌های مختلف جانوری، از جمله برای متمایز کردن نژادهای زنبور عسل جهان از زمان‌های بسیار دور رایج بوده و امروزه هم در بسیاری از

کشورها از این روش استفاده می‌شود (روتسر، ۱۹۷۶). مطالعه تنوع مورفولوژیکی روی نژاد سوری^۱ و مقایسه آن با نژاد ایرانی نشان داد که در منطقه شمال سوریه نژاد ایرانی و در جنوب آن نژاد سوری و در منطقه حد واسط ترکیبی از دو نژاد وجود دارد (فتایه و همکاران، ۱۹۹۴). در پژوهشی دیگر، با اندازه‌گیری ۱۵ صفت ظاهری در دو کلنی زنبور عسل کوچک سودانی و مقایسه آن با زنبور عسل کوچک آسیایی، گزارش شد که زنبور عسل کوچک سودانی و ایرانی در یک گروه مجزا قرار دارند و از زنبور عسل هند و سریلانکا متمایزند (موگا و همکاران، ۱۹۸۸). مطالعات انجام شده در زمینه بررسی صفات مورفولوژیک جمعیت‌های نژاد ایرانی در کشور به صورت پراکنده و در قالب تحقیقات کوچک و منطقه‌ای است. تنها بررسی جامع در این زمینه توسط طهماسبی و همکاران (۱۳۷۵) انجام شده است که با بررسی مورفولوژیک روی زنبور عسل معمولی در ۲۵ استان و ۱۰۴ شهرستان ایران نشان دادند که در ایران سه جمعیت کاملاً متفاوت در مناطق مرکزی و غربی و نیز مناطق شمالی و شمال شرق وجود دارد. در مطالعه‌ی خصوصیات مورفولوژیکی زنبور عسل شمال غرب ایران و مقایسه‌ی آن با زنبور عسل ترکیه گزارش شد که زنبوران ترکیه و شمال غرب ایران در دو گروه کاملاً مجزا قرار گرفتند (گنسر و همکاران، ۲۰۰۴). مقایسه‌ی خصوصیات مورفولوژیکی زنبور عسل معمولی و زنبور عسل کوچک در شرق ایران با توده‌های زنبور عسل برخی از مناطق کشور پاکستان نشان داد که جمعیت‌های مورد مطالعه در نواحی مرزی تحت تأثیر توده‌های همجوار قرار گرفته‌اند (سجادی خشکرودی، ۱۳۸۱). مطالعه تنوع مورفولوژیک جمعیت‌های زنبور عسل سراسر ایران بر اساس روش‌های آماری تجزیه خوشه‌ای و حداقل واریانس نشان داد که علی‌رغم اینکه کلنی‌های زنبور عسل مناطق مختلف توسط رانش ژنی و همچنین جایگزینی ملکه‌های سایر نژادهای زنبور عسل مورد تهدید قرار گرفته‌اند، اما هنوز نژاد بومی این مناطق حفظ شده‌اند و اما شباهت‌های زیادی با اکوتیپ‌های مختلف را

¹*Apis mellifera Syriaca*²*Apis mellifera Meda*

بررسی خصوصیات ظاهری

یازده صفت شامل طول خرطوم، طول بال جلو، عرض بال جلو، طول بال عقب، عرض بال عقب، کوبیتال ایندکس، طول پای عقب، طول نیم حلقه سوم و چهارم پشتی شکمی، ضریب لاغری یا ایندکس نیم حلقه ششم شکمی (طول نیم حلقه تقسیم بر عرض نیم حلقه)، رنگ نیم حلقه سوم پشتی شکمی و رنگ سپرچه اندازه‌گیری شدند. بر اساس روش اندازه‌گیری بین الملل روتنر برای اندازه‌گیری صفات مربوط به بال جلو و عقب از ابتدای اسکلیت انتهایی بال تا نوک بال به عنوان طول بال و فاصله عریض‌ترین قسمت بال‌ها به عنوان عرض بال منظور شد. اندازه کوبیتال ایندکس از تقسیم طول رگبال a بر رگبال b مربوط به سلول کوبیتال یا سومین سلول زیر کناری به دست آمد. برای اندازه‌گیری کلیه‌ی قسمت‌هایی که به طور قرینه در بدن زنبور عسل (مثل بال و پا) وجود دارند اندازه‌گیری روی عضو سمت راست انجام شد. برای اندازه‌گیری طول پای عقبی مجموع طول ران، ساق و پنجه اول به عنوان طول پای عقبی ثبت شد. در اندازه‌گیری خرطوم از پیش‌چانه تا انتهای زبان به عنوان طول خرطوم در نظر گرفته شد. طول نیم حلقه سوم و چهارم پشتی در واقع طول قد زنبور را نشان می‌دهد که پس از جدا کردن قطعات مذکور، اندازه‌گیری به وسیله‌ی بینی کولار مجهز به عدسی مدرج انجام شد. نسبت طول نیم حلقه ششم شکمی به عرض این نیم حلقه ضریب لاغری را نشان می‌دهد که با روش روتنر (۱۹۷۸) اندازه‌گیری شد. صفت رنگ سپرچه و رنگ نیم حلقه سوم پشتی شکمی با تبدیل صفت کیفی به کمی و از طریق مقیاس بین‌المللی روتنر (۱۹۷۸) اندازه‌گیری شد، به این ترتیب که در مورد رنگ سپرچه دو کلاس زرد و تیره و در مورد رنگ نیم حلقه سوم پشتی شکمی ده کلاس از زرد تا تیره تقسیم‌بندی و امتیازات مربوطه ثبت شد. به طوری که اگر نیم حلقه سوم کاملاً زرد بود یا نوار باریکی از رنگ مشکی در حاشیه آن بود در کلاس ۱۰ قرار گرفت. حالت‌های دیگر نیز در کلاس‌های حد واسط قرار گرفتند. برای اندازه‌گیری تمامی صفات، قطعات مورد نظر با تیغ اسکالپل و پنس با دقت از بدن هر یک از زنبوران کارگر جدا و بر روی لام گذاشته شد سپس برای بهتر باز شدن هر

دارند، که نشان می‌دهد توانایی تکاملی خاصی متناسب با آب و هوای خاص هر منطقه سازگاری محلی پیدا کرده‌اند (هادوی چهار برج و همکاران، ۱۳۹۴). در مطالعه‌ی خصوصیات مورفولوژیکی زنبور عسل *Apis florea* موجود در استان‌های جنوبی ایران، گزارش شد که از میان خصوصیات مورفولوژیکی بررسی شده، طول نیم حلقه پشتی شکمی سوم و چهارم ($t3+t4$) و نیز طول خرطوم با بیشترین میزان تنوع به عنوان متمایز کننده‌ترین خصوصیات مورفولوژیکی در زنبوران این گونه می‌باشند (پریچهره و همکاران، ۱۳۸۹). در ارزیابی خصوصیات مورفولوژیکی زنبور عسل معمولی مناطق شمال ایران با استفاده از دوازده خصوصیات مورفولوژیکی، مشخص شد که زنبور عسل شهرهای مختلف با توجه به شرایط آب و هوایی متفاوت، دارای خصوصیات مورفولوژیکی متفاوتی می‌باشند (رحیمی و میرمؤیدی، ۲۰۱۳). همچنین، مقایسه‌ی خصوصیات مورفولوژیکی زنبوران استان کردستان با نمونه‌های مناطق مختلف ایران نشان داد که شرایط جغرافیایی روی صفات مورفولوژیک موجود اثرات زیادی گذاشته و توده‌های مناطق مختلف ایران از لحاظ خصوصیات مورفولوژیک اختلاف زیادی با یکدیگر دارند (رحیمی و همکاران، ۲۰۱۰). هدف از مطالعه‌ی حاضر بررسی تنوع مورفولوژیکی زنبور عسل کوچک (*Apis florea*) مناطق مختلف جنوب ایران با استفاده از ۱۱ صفت ظاهری می‌باشد.

مواد و روش‌ها

نمونه‌گیری

در مطالعه‌ی حاضر به منظور بررسی مورفولوژیکی توده‌های زنبور عسل کوچک در سال ۱۳۹۰ از مناطق سیستان بلوچستان، بوشهر، هرمزگان، جیرفت، کازرون، یاسوج و اهواز ۳۰۰ عدد زنبور کارگر از ۲۹ کلنی مناطق مختلف نمونه‌گیری و بعد از بیهوش کردن زنبورها با اتر به منظور حفظ خصوصیات تاکسونومیک، نمونه‌های هر کلنی به یک شیشه مک کارتی حاوی محلول پامپل منتقل شدند.

یک از اندام‌ها، بر روی لام، لامل قرار داده شد و لام را زیر بینی کولار گذاشته و با تنظیم دستگاه در بزرگ‌نمایی‌های مناسب به بررسی و اندازه‌گیری صفات مختلف پرداخته شد.

تجزیه و تحلیل آماری

پس از اندازه‌گیری صفات ظاهری، اطلاعات بدست آمده به صورت یک فایل *Excel* ذخیره شد. برای بدست آوردن میزان همبستگی صفات بین مناطق و کلنی‌ها و احتمالات آماری در سطح ۹۹ و ۹۵ درصد و همچنین تجزیه خوشه‌ای (کلاستر) و تجزیه واریانس از نرم افزار *SPSS V.20* و *SAS V.9* استفاده شد و برای مقایسه بین مناطق و کلنی‌های مختلف از *Principal Component Analysis (PCA)* استفاده شد.

بحث و نتایج

نتایج آماری مربوط به ۱۱ صفت ظاهری مورد مطالعه روی ۳۰۰ زنبور عسل کوچک کارگر در جدول ۱ نشان داده شده است. در این جدول میانگین، انحراف معیار، بیشینه و کمینه اندازه‌های بدست آمده در هر صفت مشخص شده است. این نتایج مربوط به تجزیه تحلیل انجام شده روی میانگین کلنی‌های مربوط به هفت منطقه مورد مطالعه می‌باشد که در هر کلنی ۱۰ زنبور کارگر نمونه‌گیری و صفات مورد نظر اندازه‌گیری شده و از میانگین صفات هر کلنی در این تجزیه تحلیل استفاده شده است.

تجزیه واریانس تک متغیره در قالب طرح کاملاً تصادفی بر روی تک تک صفات انجام شد و مشخص گردید که بین تمامی مناطق از نظر کلیه صفات اندازه‌گیری شده اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ($P < 0.05$) وجود دارد. نتایج آزمون دانکن در سطح احتمال ($P < 0.05$) نشان داد که

صفات طول خرطوم، طول و عرض بال عقب عرض بال جلو و طول پای عقب مناطق مختلف را به چهار گروه، صفات طول بال جلو، کوبیتال ایندکس، مجموع عرض نیم حلقه سوم و چهارم پستی شکمی و رنگ نیم حلقه سوم پستی شکم مناطق را به سه گروه، صفت نیم حلقه ششم شکم (ضریب لاغری) مناطق را به دو گروه تقسیم بندی می‌کند. نتایج این آنالیز در جدول ۲ نشان داده شده است. همچنین با توجه به جدول ۳ مقایسات کلنی‌های درون هر یک از مناطق با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ($P < 0.05$) نشان می‌دهد که صفات عرض بال جلو و عرض بال عقب کلنی‌های درون مناطق را به چهار گروه، صفات طول خرطوم، کوبیتال ایندکس و مجموع عرض نیم حلقه سوم و چهارم پستی شکم کلنی‌های درون مناطق را به سه گروه، صفات طول بال جلو، طول بال عقب، طول پای عقب و نیم حلقه ششم شکم (ضریب لاغری) کلنی‌های داخل مناطق را به دو گروه تقسیم کردند. نتایج حاصل از مقایسات کلنی‌ها هم نتایج حاصل بدست آمده از مقایسه بین مناطق را تأیید کرد. با مقایسه پراکنندگی صفت طول خرطوم در مناطق مختلف مورد مطالعه مشخص شد که در منطقه بوشهر میانگین طول خرطوم بیشترین مقدار و در منطقه هرمزگان کمترین مقدار می‌باشد، بدیهی است که طول خرطوم برای گرفتن شهد از گل‌های مختلف خیلی مهم است و ممکن است با توجه به وضعیت گل و گیاه هر منطقه طول خاصی از این اندام مورد نیاز باشد. طبق گزارش‌های ارائه شده این صفت یکی از مهمترین خصوصیات ظاهری برای تفکیک و شناسایی زنبور عسل کوچک محسوب می‌شود (پریچهره و همکاران، ۱۳۸۹). نتایج حاصل از بررسی میانگین طول بال جلو نشان می‌دهد که منطقه جیرفت بیشترین مقدار صفت و منطقه اهواز کمترین مقدار را دارد و بیشترین مقدار میانگین عرض بال جلو در منطقه یاسوج و کمترین مقدار میانگین در منطقه اهواز بود. همچنین برای بقیه‌ی صفات نیز اختلاف معنی‌داری در مناطق مختلف و بین کلنی‌ها مشاهده شد. با توجه به اینکه اندازه صفت بال در قدرت پرواز و رفتار چرایی موثر هست بنابراین هرچه اندازه این اندام بزرگتر باشد باعث افزایش دامنه پرواز زنبورعسل شده و استفاده از منابع

^۱ اولین بار توسط تریون در سال ۱۹۳۹ مطرح شد، در برگزیده الگوریتم‌ها، و روش‌هایی برای گروه‌بندی موردهای مشابه درون طبقات مختلف می‌باشد.

^۲ تحلیل مؤلفه‌های اصلی در سال ۱۹۰۱ توسط کارل پیرسون ارائه شد که تبدیلی در فضای برداری است، که بیشتر برای کاهش ابعاد مجموعه داده‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

شهدخیز در مناطق دوردست امکان پذیر می‌شود. طبق گزارش‌های ارائه شده این صفت با تولید همبستگی دارد (چارلز و همکاران، ۱۹۹۱).

جدول ۱. آماره‌های توصیفی صفات اندازه‌گیری شده در زنبورعسل کارگر

تعداد زنبورهای اندازه‌گیری شده	کل کلنی‌های اندازه‌گیری شده	کمینه	بیشینه	انحراف معیار	میانگین	صفت
۳۰۰	۲۹	۲/۸	۳/۸	۰/۳۳۴۷	۳/۱۲۲	طول خرطوم (mm)
۳۰۰	۲۹	۶/۶	۷/۷	۰/۱۹۸۰	۷/۲۱	طول بال جلو (mm)
۳۰۰	۲۹	۲	۲/۷	۰/۱۱۵۴	۲/۴۵۷	عرض بال جلو (mm)
۳۰۰	۲۹	۴/۱	۵/۴	۰/۱۳۹۳	۵/۰۴۹	طول بال عقب (mm)
۳۰۰	۲۹	۱	۱/۸	۰/۱۳۷۰	۱/۴۷۶	عرض بال عقب (mm)
۳۰۰	۲۹	۲	۵/۲	۰/۶۱۸۴	۳/۳۹۶	کوبیتال ایندیکس
۳۰۰	۲۹	۴/۶	۶/۵	۰/۲۶۴۲	۵/۷۸۴	طول پای عقب (mm)
۳۰۰	۲۹	۰/۷۵	۰/۸۷	۰/۰۲۳۱۷	۰/۸۱۵۸	نیم حلقه ششم شکمی (ضریب لاغری)
۳۰۰	۲۹	۲/۸	۳/۳	۰/۱۰۲۶	۳/۰۸۱	نیم حلقه سوم و چهارم پشتی شکم (قد زنبور) (mm)
۳۰۰	۲۹	۶	۹	۰/۸۴۴	۶/۲۵	رنگ نیم حلقه سوم پشتی شکمی
۳۰۰	۲۹	.	.	.	.	رنگ سپرچه

اقلیمی و ارتفاع از سطح دریا و بر اساس قانون برگمن^۱ که موجودات مناطق مرتفع‌تر و سردتر دارای جثه‌ی بزرگتری هستند، بنابراین به علت شرایط آب و هوا و پوشش خاص هر یک از منطقه‌ی مورد بررسی رنگ سپرچه، رنگ نیم حلقه‌های سوم و چهارم پشتی شکم، ضریب لاغری و قد، در مناطق مرتفع‌تر زنبوران دارای رنگ تیره‌تر و اندازه‌ی بدنی نسبتاً بزرگتری بودند. گزارش‌های ارائه شده در مورد زنبور عسل معمولی (نادعلی و فرشینه، ۱۳۸۹؛ بوگا و همکاران، ۲۰۱۱) و همچنین بررسی‌های انجام گرفته بر روی زنبور عسل کوچک، در مورد این صفات تأیید کننده‌ی نتایج تحقیق حاضر می‌باشد (طهماسبی و همکاران، ۱۳۸۱؛ پریچهره و همکاران، ۱۳۸۹).

ارتفاع از سطح دریا و میزان بارندگی با این صفت همبستگی داشته و با افزایش ارتفاع اندازه این اندام هم بیشتر می‌شود. همچنین بررسی‌های انجام شده در گونه زنبورعسل کوچک (طهماسبی و همکاران، ۱۳۸۱؛ پریچهره و همکاران، ۱۳۸۹) نتایج حاصل از مطالعه‌ی حاضر را که حاکی از همبستگی صفت اندازه‌ی بال با ارتفاع و همچنین وجود تنوع و بالا بودن تغییرات در این صفت را تأیید میکند. زمان نمونه‌برداری بر روی اندازه بال و همچنین طول خرطوم نقش دارد به طوری که در اثر تغییر زمان نمونه‌برداری اندازه‌ی این اندام‌ها تغییر می‌کند. رنگ سپرچه در تمام مناطق مورد مطالعه به رنگ تیره مشاهده شد، به طوری که در مناطقی با ارتفاع بیشتر از سطح دریا، زنبوران دارای رنگ تیره‌تر بودند. با توجه به شرایط

¹ Bergmanns rule

صفت طول پای عقب بر اساس مطالعات قبل (نادعلی و فرشینه عدل، ۱۳۸۹) از جمله صفات مهم در جهت تفکیک گونه‌های زنبورعسل معمولی به حساب می‌آید.

طبق مطالعه‌ی انجام گرفته بر روی زنبور عسل معمولی، بزرگ بودن عرض بند سوم و چهارم شکمی دلیلی بر بزرگ بودن جثه زنبوران است (طهماسبی، ۱۳۷۵) که با نتایج بدست آمده در مطالعه‌ی حاضر همخوانی دارد. همچنین این صفات و

جدول ۲. مقایسه آماری صفات اندازه‌گیری شده در مناطق مختلف

صفت	اهواز	سیستان و بلوچستان	جیرفت	کازرون	بوشهر	هرمزگان	یاسوج	اشتباه معیار میانگین	سطح معنی‌دار
طول خرطوم (mm)	۲/۹۷۸ ^b	۳/۱۵۳ ^c	۳/۱۶ ^c	۳/۱۲۸ ^c	۳/۴۵ ^d	۲/۸ ^a	۳/۰۴۶ ^{bc}	۰/۰۴۰	۰/۰۰۰
طول بال جلو (mm)	۷/۰۲۵ ^a	۷/۰۶۸ ^a	۷/۳۹۵ ^c	۷/۲۷۰ ^b	۷/۲۷۰ ^b	۷/۰۶۰ ^a	۷/۳۰۴ ^b	۰/۰۲۱	۰/۰۰۰
عرض بال جلو (mm)	۲/۲۹۰ ^a	۲/۴۳۰ ^b	۲/۵۱۵ ^{cd}	۲/۵۱۲ ^{cd}	۲/۴۸۴ ^c	۲/۴۰۳ ^b	۲/۵۲۶ ^d	۰/۰۱۲	۰/۰۰۰
طول بال عقب (mm)	۴/۸۹۵ ^a	۴/۹۸۵ ^b	۵/۱۵۲ ^d	۵/۱۱۰ ^{cd}	۵/۰۸۰ ^c	۴/۹۸۰ ^b	۵/۱۲۴ ^{cd}	۰/۰۱۵	۰/۰۰۰
عرض بال عقب (mm)	۱/۲۸۳ ^a	۱/۴۶۵ ^{bc}	۱/۵۲۰ ^d	۱/۵۳۳ ^d	۱/۵۵۲ ^d	۱/۴۳۰ ^b	۱/۵۱۲ ^{cd}	۰/۰۱۵	۰/۰۰۰
کوبیتال ایندیکس	۲/۹۶۰ ^a	۳/۶۸۲ ^c	۳/۷۷۸ ^c	۳/۳۶۳ ^b	۳/۰۳۸ ^a	۳/۷۴۳ ^c	۳/۳۸۶ ^b	۰/۰۷۷	۰/۰۰۰
طول پای عقب (mm)	۵/۴۱۳ ^a	۵/۷۷۵ ^{bc}	۵/۹۱۵ ^d	۵/۸۷۳ ^{cd}	۵/۸۴۸ ^{cd}	۵/۷۱۰ ^b	۵/۸۹۶ ^d	۰/۰۳۰	۰/۰۰۰
نیم حلقه ششم شکمی (ضریب لاغری)	۰/۸۲۰ ^b	۰/۸۱۵ ^{bc}	۰/۸۲۴ ^b	۰/۸۱۴ ^b	۰/۸۱۳ ^b	۰/۸۰۳ ^a	۰/۸۱۵ ^b	۰/۰۰۳	۰/۰۱۵
نیم حلقه سوم و چهارم پشتی شکم (قد زنبور) (mm)	۳/۰۲۲ ^a	۳/۰۷۵ ^b	۳/۰۸۲ ^b	۳/۱۴۲ ^c	۳/۰۷۶ ^b	۳/۰۹۹ ^a	۳/۱۴۰ ^c	۰/۰۱۳	۰/۰۰۰
رنگ نیم حلقه سوم پشتی شکمی	۶/۴۸ ^b	۷/۱۳ ^c	۶/۳۰ ^{ab}	۶/۰۰ ^a	۶/۰۰ ^a	۶/۰۰ ^a	۶/۰۰ ^a	۰/۱۰۷	۰/۰۰۰
رنگ سپرچه	.	.	.	.	.	.	.	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰

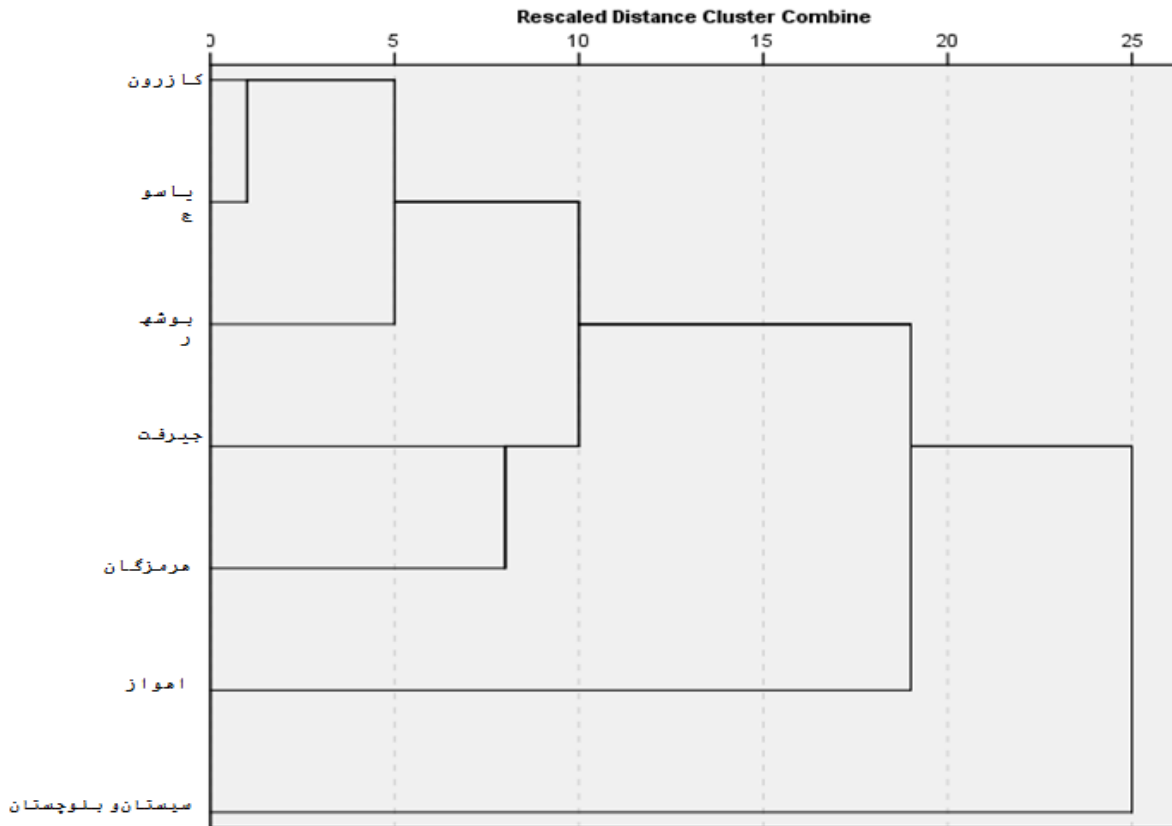
جدول ۳. مقایسه آماری صفات اندازه‌گیری شده در کلنی‌های درون هر منطقه

صفحات	صفات	کلنی ۴ سیستان و بلوچستان	کلنی ۴ جیرفت	کلنی ۴ کازرون	کلنی ۵ بوشهر	کلنی ۳ هرمزگان	کلنی ۵ یاسوج	اشتباه معیار میانگین	سطح معنی‌دار
۰/۰۰۱	طول خرطوم (mm)	۳/۱۵۳ ^b	۳/۱۶ ^b	۳/۱۲۸ ^b	۳/۴۵ ^c	۲/۱ ^a	۳/۰۴۶ ^{ab}	۰/۰۸۳	۰/۰۰۱
۰/۰۰۰	طول بال جلو (mm)	۷/۰۶۸ ^a	۷/۳۹۵ ^b	۷/۲۷۰ ^b	۷/۲۷۰ ^b	۷/۰۶۰ ^a	۷/۳۰۴ ^b	۰/۰۴۵	۰/۰۰۰
۰/۰۰۰	عرض بال جلو (mm)	۲/۴۳۰ ^{bc}	۲/۵۱۵ ^d	۲/۵۱۲ ^d	۲/۴۸۴ ^{cd}	۲/۴۰۳ ^b	۲/۵۲۶ ^d	۰/۰۱۸	۰/۰۰۰
۰/۰۰۰	طول بال عقب (mm)	۴/۹۵۸ ^a	۵/۱۵۲ ^b	۵/۱۱۰ ^b	۵/۰۸۰ ^b	۴/۹۸۰ ^a	۵/۱۲۴ ^b	۰/۰۲۷	۰/۰۰۰
۰/۰۰۰	عرض بال عقب (mm)	۱/۴۶۵ ^{bc}	۱/۵۲۰ ^{cd}	۱/۵۳۳ ^{cd}	۱/۵۵۲ ^d	۱/۴۳۰ ^b	۱/۵۱۲ ^{cd}	۰/۰۲۶	۰/۰۰۰
۰/۰۰۰	کوبیتال ایندیکس	۳/۶۸۲ ^c	۳/۷۷۸ ^c	۳/۳۶۳ ^{bc}	۳/۰۳۸ ^{ab}	۳/۷۴۳ ^c	۳/۳۸۶ ^{bc}	۰/۱۲	۰/۰۰۰
۰/۰۰۰	طول پای عقب (mm)	۵/۷۷۵ ^b	۵/۹۱۵ ^b	۵/۸۷۳ ^b	۵/۸۴۸ ^b	۵/۷۱۰ ^b	۵/۸۹۶ ^b	۰/۰۶۵	۰/۰۰۰
۰/۳۳۸	نیم حلقه ششم شکمی (ضریب لاغری)	۰/۸۱۵۳ ^{ab}	۰/۸۲۴۰ ^b	۰/۸۱۴۵ ^{ab}	۰/۸۱۳۸ ^{ab}	۰/۸۰۳۷ ^a	۰/۸۱۵۸ ^{ab}	۰/۰۰۵	۰/۳۳۸
۰/۰۰۰	نیم حلقه سوم و چهارم پشتی شکم (قد زنبور) (mm)	۳/۰۲۲ ^{ab}	۳/۰۷۵ ^b	۳/۰۸۲ ^{bc}	۳/۱۴۲ ^c	۳/۰۷۶ ^b	۳/۱۴۰ ^c	۰/۰۱۹	۰/۰۰۰
۰/۰۰۱	رنگ نیم حلقه سوم پشتی شکمی	۶/۴۸ ^a	۷/۱۳ ^b	۶/۳۰ ^a	۶/۰۰ ^a	۶/۰۰ ^a	۶/۰۰ ^a	۰/۱۰۷	۰/۰۰۱
۰/۰۰۰	رنگ سپرچه	.	.	.	.	.	.	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰

حروف لاتین غیر مشابه بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار
mm (میلی متر)

سیستان بلوچستان نزدیکترین فاصله ژنتیکی را نسبت به هم داشتند (شکل ۱).
مطالعه همبستگی بین صفات مورد مطالعه نشان داد که همبستگی معنی‌داری بین صفت طول خرطوم با صفات عرض بال جلو و طول بال عقب و صفت کوبیتال ایندیکس با عرض بال جلو، در سطح احتمال ($P < 0.05$) وجود دارد، بین سایر صفات مورد مطالعه همبستگی معنی‌داری مشاهده نشد.

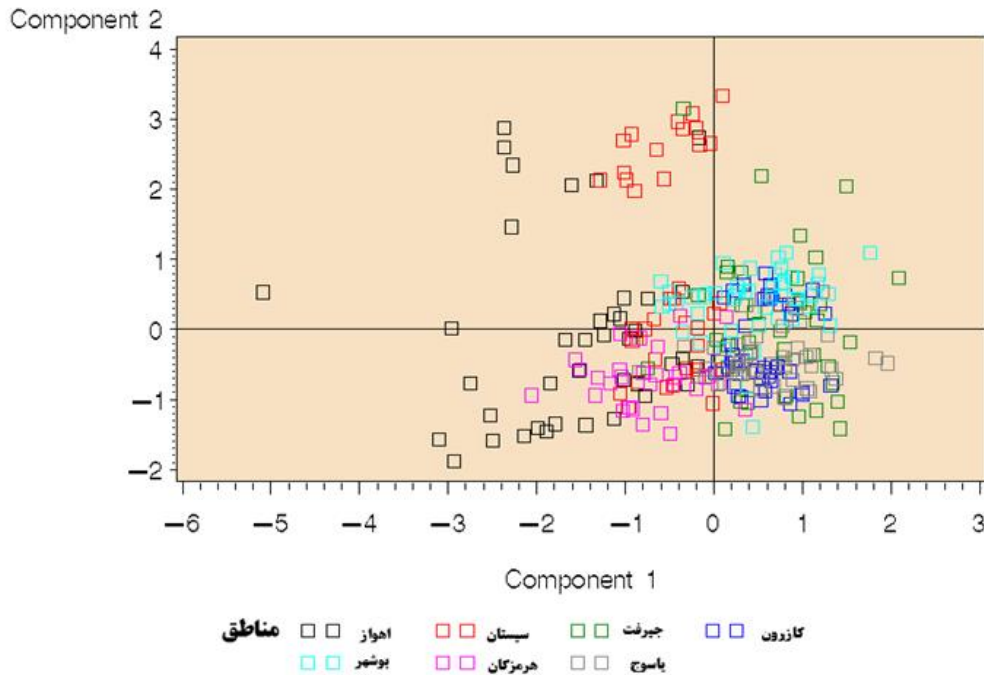
بر اساس نمودار حاصل از تجزیه خوشه‌ای (کلاستر) ۷ منطقه مورد بررسی به دو گروه جداگانه تقسیم شد. در گروه اول که بزرگترین گروه است، مناطق اهواز، جیرفت، کازرون، بوشهر، هرمزگان و یاسوج قرار گرفته‌اند که خود به زیر گروه‌هایی تقسیم می‌شوند در زیر گروه اول مناطق جیرفت، کازرون، بوشهر، هرمزگان و یاسوج و در زیر گروه دوم منطقه اهواز قرار می‌گیرد. در گروه دوم منطقه سیستان و بلوچستان قرار دارد. در این گروه بندی، دو منطقه کازرون و سیستان بیشترین فاصله ژنتیکی را نسبت به هم دارند و دو منطقه اهواز و



شکل ۱. دندروگرام حاصل از تجزیه‌ی خوشه‌ای با استفاده از تمام صفات اندازه‌گیری شده

با توجه به گروه بندی مناطق بر اساس نتایج دندروگرام‌ها و تجزیه مؤلفه‌های اصلی، نتایج حاصل از اندازه‌گیری خصوصیات ظاهری تأیید شد. به عبارتی با توجه به مناطق پراکنش این گونه زنبور در ایران می‌توان گفت که این گونه بومی ایران بوده، که علت اصلی آن می‌تواند سازگاری داشتن جمعیت بومی منطقه با محل زیستی باشد و این گونه کاملاً متفاوت از گونه‌های کشورهای همسایه می‌باشد (همپورن و همکاران، ۲۰۰۵ و پریچره و همکاران، ۱۳۸۹). در مطالعه‌ی حاضر تنوع مورفولوژیکی قابل توجهی در مناطق بررسی شده مشاهده گردید که به مقدار زیادی وابسته به وضعیت زیستی این گونه و ارتفاع و شرایط اقلیمی مناطق مورد مطالعه می‌باشد. با توجه به اینکه در این گونه زنبور عسل بر خلاف زنبور عسل معمولی که توسط انسان بین مناطق مختلف جا به جا می‌شود، جا به جایی طبیعی و فصلی بسیار محدود و در منطقه انتشار خودشان وجود دارد. بنابراین نتایج بدست آمده قابل اعتمادتر است.

نتایج بدست آمده در مورد جداسازی توده‌های زنبور عسل کوچک ایران با استفاده از روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در شکل ۲ نشان داده شده است. در شکل مزبور که بر اساس مؤلفه‌های اول و دوم که ۶۷ درصد تنوع جامعه را نشان می‌دهد ترسیم شده است، مؤلفه‌ی اول دارای ۴۲ درصد از تنوع جامعه بوده و بیشترین سهم در آن متعلق به صفات طول بال جلو، عرض بال جلو، طول بال عقب، عرض بال عقب و طول پای عقب می‌باشد. در مؤلفه‌ی دوم که شامل ۱۴ درصد از تنوع جامعه است صفات طول خرطوم و رنگ نیم حلقه سوم و چهارم پشتی شکمی بیشترین سهم را دارا می‌باشند. بنابراین طبق نتایج ارائه شده روی شکل، کلنی‌های منطقه سیستان و بلوچستان در سمت چپ نمودار و در قسمت بالا قرار گرفته اند و کلنی‌های مناطق اهواز، جیرفت، کازرون، بوشهر، هرمزگان و یاسوج در سمت راست نمودار و در قسمت پایین و در گروه دیگر قرار گرفته‌اند.



شکل ۲. مقایسه مناطق مختلف نمونه‌گیری شده با استفاده از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج حاصل از تجزیه خوشه‌ای نشان داد که زنبورهای مناطق سیستان بلوچستان با اهواز بیشترین مشابهت مورفولوژیکی و مناطق سیستان بلوچستان با کازرون بیشترین تفاوت مورفولوژیکی را داشتند. نتایج حاصل از تجزیه مؤلفه‌های اصلی نیز نشان داد که زنبور عسل کوچک منطقه سیستان بلوچستان

نسبت به دیگر مناطق مورد مطالعه جنه‌ی کوچک‌تری داشتند که به نوعی تأیید کننده قانون برگمن می‌باشد. پس می‌توان گفت که همانند دیگر مناطق جهان، تفاوت‌های اقلیمی مناطق مختلف سبب تمایز توده‌های زنبور عسل کوچک ایران در نوار جنوبی کشور شده است.

منابع

- پریچره، ش.، فرشینه عدل، م. ب.، فلاح زاده، م.، بابایی، م.، ۱۳۸۹. تعیین تنوع فنوتیپی زنبوران کوچک (*Apis florea*) در ایران با استفاده از تجزیه‌ی خوشه‌ای. مجموعه خلاصه مقالات هفتمین سمینار پژوهشی زنبور عسل.
- سجادی خشک‌رودی، ب.، ۱۳۸۰. مقایسه مورفولوژیکی زنبور عسل معمولی و زنبور عسل کوچک شرقی ایران با توده‌های زنبور عسل برخی از مناطق پاکستان. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته پرورش زنبور عسل مرکز آموزش عالی امام خمینی (ره).
- طهماسبی، غ.، عبادی، ر. و کامبوزیا، ج. ۱۳۷۵. مطالعه مورفولوژیک زنبور عسل معمولی در ایران. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ۲ شماره ۱ ص ۸۹-۱۰۱.
- طهماسبی، غ.، عبادی، ر.، تاج‌آبادی، ن.، آخوندی، ن.، فرجی، س.، ۱۳۸۱. تأثیر شرایط جغرافیایی و اقلیمی در تفکیک جمعیت‌های زنبور عسل کوچک ایران. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. جلد ششم، شماره دوم: ۱۶۹-۱۷۶.
- عبادی، ر.، احمدی، ع.ا.، ۱۳۸۳. پرورش زنبور عسل. چاپ دوم، انتشارات ارکان.

- نادعلی، ر.، فرشینه عدل، م. ب.، ۱۳۸۹. مقایسه برخی خصوصیات مورفولوژیکی زنبورعسل ایرانی (*Apis mellifera mede*). مجموعه خلاصه مقالات هفتمین سمینار پژوهشی زنبورعسل ایران.
- هادوی چهار برج، ح.، مرادی شهراباک، ح.، نهضتی، غ.، نجاتی جوارمی، ا.، ۱۳۹۴. مطالعه تنوع مورفولوژیک جمعیت‌های زنبورعسل سراسر ایران بر اساس روش‌های آماری تجزیه خوشه‌ای و حداقل واریانس. مجله تحقیقات دام و طیور. جلد چهارم، شماره سوم: ۵۹-۶۸.
- Bergmann, Carl (1847). "Über die Verhältnisse der Wärmeökonomie der Thiere zu ihrer Grösse". *Göttinger Studien*. 3 (1): 595-708.
- Bouga, M., Bienkowska, M. & et al. 2011. A review of methods for discrimination of honey bee populations as applied to European beekeeping. *Journal of Apiculture research* 50:51-84.
- Charles, P. and Milne, J.R., 1991. *Beekeeping and Genetic Engineering*. *Bee world* 30:124-129.
- Ftayeh, A., Mixner, M., Fuchs, S., 1994. Morphometrical investigation in Syrian honey. *Apodology*, (25 : 396 – 401).
- Gencer, H. V., Baspinari, E. and Firatli, C., 2004. The Graphic Evaluation of Morphological characters in Honey bee (*Apis mellifera* L.) by Chernoff Facess. *Tarim bilimleri derg ISI*. 10:245-249.
- Hepburn, H.R., Radloff, S.E., Otis, G.W., Fuchs, S., Verna, L.R., Ken, T., Chaiyawong, T., Tahmasebi, G., Ebadi, R., Wongsiri, S., 2005. *Apis florea* morphometrics, classification and biogeography. *apidologie* (36) 359-376.
- Mogga, R. and Ruttner, F., 1988. *Apis florea* in Africa source of founder population. *Bee world* 69:100-103.
- Oldroyd, B.P., Thompson, G., 2007. Behavioral genetics of the honey bees, *Apis mellifera*. *Aduances in Insect Physiology*, 33, 1- 49.
- Patnieks, F.L.M., Foster, K.R., Wenseleers, T., 2006. Conflict resolution in insect societies. *Annual Review of Entomology*, 51, 581-608.
- Pearson, K. (1901). "On Lines and Planes of Closest Fit to Systems of Points in Space". *Philosophical Magazine* 2 (6): 559-572.
- Pino, M.A., Rubink, W.L., Patton, J.C., Coulson, R.N., Johston, J.S., 2005. Africanization in the United States: replacement of feral European honey (*Apis mellifera* L.) by an African hybrid swarm. *Genetics*. 170: 1653-1665.
- Rahimi, A., Asadi, M., 2010. Morphological characteristics of *Apis mellifera meda* (Hymenoptera: Apidae) in Saghez (west of Iran). *NATURU MONTENEGRINA, Podgorica*, 10(2):101-107.
- Rahimi, A., Mirmoayedi, A., 2013. Evaluation of morphological characteristics of honey bee *Apis mellifera meda* (Hymenoptera: Apidae) in Mazandaran (North of IRAN). *Technical Journal of Engineering and Applied Science*, 3 (13):1280-1284.
- Ruttner, f., Tassencourt, L. and loraux, J., 1978. Biometrical-statistical analysis of the genographic variability of *Apismellifra* L. *Apidologie* 9(4):363-381.
- Ruttner, F., 1976. *Methods of breeding in honey bee. Intraspecific selection or race hybrid*. *Apical*, vol : 2 : 9-11.
- Ruttner, F., Mossadegh, M. and Kauhausen-Keller, D. 1995. *Distribution and variation of size (Apis florea F.) in Iran*. *Apidologie*, 26: 477-486.
- Tahmasebi, G., Ebadi, R., Tajabadi, N., Akhondi, M. and Faraji, S. 2002. The effects of geographical and climatological conditions on the morphological variation and separation of Iranian small honeybee (*Apis florea* F.) populations. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 6 (2): 169-175.
- Tryon, Robert C. *Correlation profile nalysis. PsyEXTRA Dataset*. 1939.
- Whitfield, C.W., Behura, S.K., Berlocher, S.H., 2006. Thrice out of Africa: ancient and recent expansions of the honey bee, *Apis mellifera*. *Science*, 314: 642-645.

Morphological diversity of Iranian small honey bee (*Apis Florea*) population based Principal component analysis and minimum variance methods

S.S. Fatemi¹, T. Harkinezhad^{2*}, M.B. Farshine Adl and L. GHaredaghi³

1,2,4. MSc graduated student of animal breeding and genetics, Professor of Animal Science Department, PhD student of animal breeding and genetics, University of Zanjan

3. Academic staff of honey bee department, National Research Institute of Animal Science

*Corresponding Author Email: Taheer.harkinezhad@znu.ac.ir

Submitted: 26 June 2024

Accepted: 8 April 2025

Abstract

Small honey bee (*Apis florea*) is one of the two Iranian honey bee species that can be found in the south provinces of Iran, and plays important role in pollination of plants in these areas. The present study was aimed to study genetic diversity in populations of the small honey bee which is a key feature in bee breeding plans. For this purpose, 300 worker bees were selected from 29 colonies that belong to seven districts in south of Iran, and 11 morphological traits were measured. Clustering of colony populations was studied based on key morphological traits using cluster analysis (PCA) and the least variance method. The result indicated that there was a correlation between the length of trunk with front wing width and posterior wing length, and between Cubital index with front wing width ($P<0.05$). Based these traits statistically significant difference ($P<0.05$) was observed among the honey bees of different areas. Honey bee population of seven areas were divided into two groups based on the average of their trait data (the trunk length, front length wing, front width wing, the posterior wings length and width, posterior leg length, slenderness ratio, Cubital index, height bee, rear half of the third loop abdominal color, Scutellum color). According to the mentioned grouping criteria, Sistan Balochestan is assigned to group 1, and Ahvaz, Yasouj, Jiroft, Kazeroon, Boushehr, Hormozgan were assigned to group 2. Based on these results the PCA analysis divided honey bee to two different groups. This finding indicated that in *A. Florea* species geographical habitation can affect morphological traits; consequently, as geographical condition is changing the morphological traits will be changed during the time.

Keywords: Morphological diversity, PCA, Small honey bee