دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشهای تولیدات دامی

"مقاله پژوهشی"

# بررسی هموزیگوسیتی آلل‌های جنسی و رابطه آن با صفات میزان جمعیت و تولید عسل در جمعیت‌های زنبورعسل (*Apis mellifera meda*) استان‌های آذربایجان‌غربی و کردستان

جمال یوسفی[۱]، مهدی مخبر[۲]، علی هاشمی[۳] و عطاالله رحیمی[۴]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران
۲- استادیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران (نویسنده مسوول: m.mokhber@urmia.ac.ir)
۳- دانشیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران
۴- بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کردستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، سنندج، ایران

تاریخ دریافت: ۹۹/۸/۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۲/۲۶
صفحه: ۱۳۱ تا ۱۳۹

**چکیده**

**هموزیگوسیتی آلل‌های جنسی به‌عنوان شاخصی از همخونی، می‌تواند عملکرد کلنی‌های زنبورعسل را تحت تأثیر قرار دهد. بنابراین شناخت میزان هموزیگوسیتی آلل‌های جنسی جهت ارزیابی زنبورستان‌های کشور و نیز طراحی استراتژهای اصلاح نژادی، ضروری است. به‌منظور برآورد میزان هموزیگوسیتی آلل‌های جنسی در جمعیت‌های زنبورعسل استان‌های آذربایجان‌غربی و کردستان و ارتباط آن با صفات تولید عسل و جمعیت بالغین، تعداد ۳۲۰ کلنی زنبورعسل مورد بررسی قرار گرفت. صفات مورد مطالعه عبارت بودند از هموزیگوسیتی و تعداد آلل‌های جنسی، جمعیت کلنی و تولید عسل. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.4 انجام شد. در مطالعه حاضر، میانگین هموزیگوسیتی و تعداد آلل‌های جنسی زنبورستان‌های استان آذربایجان‌غربی به‌ترتیب برابر ۱۲/۷ درصد و ۹/۰۲ عدد و برای زنبورستان‌های استان کردستان به‌ترتیب برابر ۱۳/۸۲ درصد و ۸/۱۵ عدد به دست آمد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر عامل استان روی همه صفات مورد مطالعه معنی‌دار (p≤۰/۰۵) است. اثر عامل شهرستان فقط روی میزان تولید عسل معنی‌دار (p≤۰/۰۱) بود. همچنین، اثر تعداد آلل روی جمعیت کلنی و تولیدعسل و نیز اثر میزان جمعیت روی تولید عسل بسیار معنی‌دار (p≤۰/۰۱) بود. نتایج همچنین نشان داد هموزیگوسیتی آلل‌های جنسی همبستگی منفی و بسیار معنی‌داری (p≤۰/۰۰۱) با صفات، تعداد آلل (۰/۹۲ –)، جمعیت (۰/۷۹ –) و تولید عسل (۰/۸۶ –) دارد و نیز نتایج معادلات رگرسیونی به دست آمده نشان داد، هموزیگوسیتی آلل‌های جنسی تأثیر منفی و معنی‌داری روی صفات جمعیت بالغین (۰/۱۷–) و تولید عسل (۰/٤٤–) دارد. به‌طوری‌که با افزایش یک درصد هموزیگوسیتی آلل‌های جنسی، جمعیت کلنی ۰/۱۷ قاب کاهش و میزان تولید عسل ۰/٤٤ واحد و یا به‌عبارتی ٤٤۰ گرم، کاهش پیدا می‌کند. بنابراین، تنها با معطوف کردن توجه زنبورداران به هموزیگوسیتی و تعداد آلل‌های جنسی، می‌توان از کاهش جمعیت و متعاقب آن کاهش تولید عسل در زنبورستان‌های کشور جلوگیری کرد.**

**واژه‌های کلیدی: تولید عسل، جایگاه تعیین جنسیت، زنبورعسل، همخونی، هموزیگوسیتی**

## مقدمه

از میان ۹ گونه‌ی زنبورعسل موجود در دنیا، زنبورعسل معمولی (*Apis mellifera*) مفیدترین و تکامل یافته‌ترین گونه است که به‌خاطر داشتن ویژگی‌هایی از قبیل زندگی اجتماعی و امکان پرورش و مدیریت آن توسط انسان، نقش اساسی و مهمی در حفظ فلور گیاهی و محیط زیست و افزایش بهره‌وری محصولات کشاورزی دارد (۲۵،۲۲). نقش گرده‌افشانی زنبورعسل به‌قدری پر رنگ است که ارزش اقتصادی تولیدات مستقیم زنبورعسل از قبیل عسل و گرده در مقایسه با نقش گرده‌افشانی آن بسیار ناچیز است. به‌طوری‌که مطالعات مختلف نقش زنبورعسل در افزایش تولیدات کشاورزی دنیا را ۶۰ تا ۱۴۳ برابر ارزش تولیدات مستقیم کندوهای زنبورعسل، برآورد کرده‌اند (۱،۱۴،۱۵،۳۵). در ایران نیز تحقیقات انجام شده حاکی از ارزش اقتصادی ۹۰ برابری زنبورعسل در گرده‌افشانی نسبت به تولیدات مستقیم آن دارد (۳۶). بنابراین با عنایت به نقش کلیدی زنبورعسل در حفظ محیط زیست و تامین غذای بشر، در کنار اهمیت دادن به مؤلفه‌هایی از قبیل بازار فروش محصولات تولیدی زنبورعسل (۴۴)، بایستی به مسائل تکنیکی پرورش زنبورعسل بسیار مهم بوده و باید مورد توجه بیشتر محققان قرار بگیرد (۱،۱۴،۳۶).

امروزه در صنعت پرورش زنبورعسل عوامل و پدیده‌های زیادی کلنی‌های زنبورعسل را تهدید و در نهایت باعث کاهش جمعیت و در نتیجه کاهش عملکرد کندوهای زنبورعسل می‌شوند. یکی از این عوامل، هموزیگوسیتی آلل‌های جنسی (نرهای دیپلوئید) در کلنی‌های زنبورعسل جنسی می‌باشد (۴۲،۳۷). آمیزش‌های خویشاوندی در زنبورعسل سبب افزایش هموزیگوسیتی آلل‌های جنسی در کلنی‌های زنبورعسل شده و در صورت عدم اطلاع زنبورداران از این عارضه و مدیریت غلط زنبورستان‌ها در فصل افزایش جمعیت، کلنی‌های زنبورعسل صدمات زیادی را متحمل خواهند شد و به‌تدریج قدرت سازگاری آنها با محیط کاهش یافته و در نهایت جمعیت کلنی‌های زنبورعسل و باروری و گرده‌افشانی گیاهان دچار مخاطره می‌شود (۲۶).

در اواسط قرن نوزدهم (حدود ۱۵۰ سال قبل) مشخص شد که زنبورهای عسل نر از تخم نابارور و ماده‌های آنها از تخم بارور متولد می‌شوند (۸). این مکانیسم به ظاهر عجیب برای تعیین جنسیت، سیستم تولیدمثلی هاپلودیپلوئیدی نام داشت (۹،۱۳،۱۸،۳۲). مسئله تعیین جنسیت تا قریب به یک قرن مسکوت ماند. تا اینکه در سال ۱۹۵۱ مکنسن مشاهده کرد لاروهای زنبورعسل در برخی از فامیل‌های زنبور، بدون هیچ بیماری خاصی از بین می‌روند. مکنسن با توجه به یافته‌های دانشمندان روی گونه‌های دیگر، فرض را بر این گذاشت که جنسیت توسط یک جایگاه خاص در زنبورعسل تعیین می‌شود (۱۹،۲۸). فرضیه مکنسن بعدها با مطالعات ویوک روی ملکه‌های زنبورعسل که با تلقیح مصنوعی با نرهای خویشاوندشان، مورد بررسی بیشتر قرار گرفته و تأیید شد (۴۱). این جایگاه در زنبورعسل، جایگاه مکمل تعیین جنسیت[1] (*csd*) نامیده شد و بیشتر از همه در *A. mellifera* (۳،۱۰،۱۱،۱۲) و گونه‌ای زنبور به‌نام *Nasonia vitripennis* (۳۹،۳۸) مورد مطالعه قرار گرفته است. تعیین جنسیت در این جایگاه بدین صورت است که اگر در این جایگاه آلل‌ها به‌صورت هتروزیگوت (A1A2) باشد تخم تفریخ شده تبدیل به یک فرد ماده و اگر به‌صورت همی‌زایگوت در حالت هاپلوئید ( A1 یا A2) یا هموزیگوت در حالت دیپلوئید باشد، فرد متولد شده نر خواهد بود (۶). ولی در حالتی که آلل‌ها در جایگاه csd به‌صورت دیپلوئید هموزیگوت (A1A1 یا A2A2) باشد، فرد متولد شده تبدیل به یک زنبور نر و قادر به ادامه حیات نبوده و در همان مراحل لاروی (تقریبا ۶ ساعت بعد از تولد) توسط زنبوران کارگر خورده یا نابود می‌گردد در نتیجه در شان‌های نوزادان بعضی از کلنی‌ها، حجرات خالی به‌صورت پراکنده در کنار سلول‌های سربسته مشاهده می‌شوند. در بسیاری از مواقع این پدیده مشخص کننده هموزیگوسیتی آلل‌های جنسی در کلنی‌های زنبورعسل می‌باشد (۲).

هموزیگوسیتی آلل‌های جنسی بر میزان جمعیت و عملکرد کلنی تأثیر دارد. وجود رابطه منفی بین هموزیگوسیتی یا هموزیگوسی آلل‌های جنسی و جمعیت منطقی می‌باشد. زیرا با افزایش درصد هموزیگوسیتی آلل‌های جنسی و به دنبال آن کاهش رشد جمعیت کلنی، تمایل کلنی به بچه‌دهی و تکثیر کم می‌شود و لذا تولید زنبوران کاهش می‌یابد. یکی از واضح‌ترین دلایل کاهش جمعیت با افزایش هموزیگوسیتی جایگاه مکمل تعیین جنسیت، حذف تعدادی از نوزادان متولد شده در زمان لاروی (تخم‌های دیپلوئید هموزیگوت) به‌دلیل شرایط خاص آنها است (۳۷). در جمعیت‌های زنبورعسل به‌خصوص آنهایی که دارای زندگی بسته هستند و تنوع ژنتیکی کمی دارند، تعداد آلل‌های جنسی *csd* کاهش پیدا می‌کند، به گونه‌ای که باعث کاهش زنده‌مانی نوزادان و در نتیجه کاهش جمعیت کلنی می‌شود (۴۱،۳،۱۱،۱۲). همچنین با بالا رفتن درصد هموزیگوسیتی آلل‌های جنسی در کندوهای زنبورعسل به‌تدریج باعث کاهش و یا عدم مقاومت زنبورها در مقابل آفات و بیماری‌های مختلف کندو می‌شود (۳۷). این محققان نشان دادند کندوهایی که درصد هموزیگوسیتی پایین‌تری در آلل‌های جنسی خود دارند، در مقابل قارچ بیماریزای *Ascophaera apis* مقاومت بیشتر و تلفات کمتری داشتند (۳۷). ریندیر همکاران (۲۷) گزارش کردند که همخونی روی مقاومت زنبورها به کنه واروا (*Varroa*)، که یکی از مهم‌ترین و خطرناک‌ترین آفات کندو در دنیا و ایران می باشد، مؤثر است. این محققان نشان دادند که کلنی‌های با درصد هموزیگوسیتی کمتر در آلل‌های جنسی، رفتار بهداشتی بهتری از خود نشان دادند و تلفات کمتری در مقابل کنه واروا داشتند. بر اساس نتایج مطالعات لیلیا و همکاران (۱۷)، کلنی‌های با درصد هموزیگوسیتی بالا در آلل‌های جنسی، مقاومت کمتری در مقابل کنه تراشه[1] زنبورعسل دارند. همچنین، نتایج نشان داد افزایش هموزیگوسیتی روی طول عمر زنبورهای جمع‌آوری‌کننده شهد و گرده تاثیر تأثیر زیادی داشته و به‌طور غیرمستقیم باعث کاهش تولیدات کندو می‌شود (۱۷). با توجه به موارد مذکور بحث همخونی و جلوگیری از بروز فنوتیپ‌های هموزیگوت در جمعیت زنبورعسل از اقدامات اساسی و مهم در صنعت زنبوداری محسوب می می‌شود. اولین قدم در در زمینهٔ کنترل همخونی، حفظ تنوع در جمعیت‌های زنبورعسل و تدوین استراتژی‌های پرورشی و اصلاح نژادیی در صنعت زنبورعسل، بررسی و شناخت میزان تنوع نتیکی جمعیت‌های زنبورعسل است. در این راستا بررسی و تعیین میزان هموزیگوسیتی آلل‌های جنسی با توجه به تنوع موجود و نیز تاثیر تأثیر قابل ملاحظه آن بر عملکرد تولید، می‌تواند بسیار راهگشا باشد. هدف از این تحقیق برآورد میزان هموزیگوسیتی آلل‌های جنسی و رابطه آن با صفات تولید عسل و جمعیت در زنبورستان‌های استان آذربایجان‌غربی و کردستان است. این تحقیق به‌منظور برآورد میزان هموزیگوسیتی آلل‌های جنسی و تأثیر آن بر صفات عسل تولیدی و جمعیت بالغین در دو استان واقع در شمال غرب ایران شامل استان‌های آذربایجان‌غربی و کردستان انجام گرفت.

## مواد و روش‌ها

طرح به‌صورت عملیات صحرایی در زنبورستان‌های استان آذربایجان‌غربی که شامل شهرستان‌های ارومیه، خوی، پیرانشهر و شاهین‌دژ می‌باشد و استان کردستان که شامل شهرستان‌های سنندج، سقز، دیواندره و بانه می‌باشد، زیر نظر گروه علوم دامی دانشگاه ارومیه در سال ۱۳۹۸ انجام شد. از هر شهرستان ۴ زنبورستان بالای ۲۰۰ کلنی انتخاب و مورد نمونه‌برداری و مطالعه قرار گرفت. در انتخاب شهرستان‌ها و زنبورستان‌های واقع در آن به نوعی انتخاب شدند تا تنوع اقلیم استان‌های مورد مطالعه لحاظ گردد. شرایط اقلیمی شهرستان شاهین‌دژ به‌عنوان نمونه‌ای از بخش‌های مورد مطالعه در مطالعه نوروز ولاشدی در سال ۲۰۱۹ تشریح شده است (۲۱). در مطالعه همچنین در انتخاب زنبورستان‌ها سعی شد که زنبورستان‌ها، شناسنامه‌دار و زنبوردارها دفترچه زنبورداری داشته باشند و تا حد امکان اطلاعات شناسنامه کندو را هم داشته باشند. از هر کدام از زنبورستان‌های مورد مطالعه، تعداد ۱۰ کلنی مورد مطالعه قرار گرفت. کندوها در

ابتدای فصل زنبورداری و از بین کلنی‌هایی انتخاب شدند که سال قبل ملکه‌های آن‌ها توسط زنبوردار تعویض شده بود و دارای ملکه جوان بودند، به طور تصادفی انتخاب شدند. بعد از انتخاب، کلنی‌ها در صورت نیاز برای تعداد شان و جمعیت کارگر همسان شدند. به‌منظور یکسان‌سازی جمعیت، سعی شد کلنی‌ها قبل از شروع گل‌دهی در منطقه به جمعیت متعادل برسند. این کار تا رسیدن جمعیت به‌حد مطلوب (۳–۵ قاب) تا یک ماه قبل آغاز رکورد برداری ادامه یافت. نمونه‌برداری دو بار از هر زنبورستان در ماه‌های اردیبهشت و خرداد سال ۱۳۹۸ انجام و در پایان فصل و هنگام برداشت عسل میزان عسل این کلنی‌ها اندازه گیری و ثبت شد.

برای محاسبه میزان هموزیگوسیتی آلل‌های جنسی، از روش روتنر (۳۰) از طریق شمارش سلول‌های خالی (به عنوان شاخصی از تعداد نرهای دیپلوئید) بین سلول‌های سربسته (شفیره ) استفاده شد. به این منظور ابتدا شابلونی با زوایای ۱۲۰ و ۶۰ درجه و دارای طول ضلع ۵۳ میلی‌متر، مورد استفاده قرار گرفت. با توجه به ابعاد و زوایای سلول‌های کارگری این شابلون دقیقاً یک صد سلول کارگری را در بر می‌گیرد. برای شمارش سلول‌های خالی، از هر کندو ۲ شان حاوی نوزاد سر بسته را بیرون کشیده و با قرار دادن شابلون در منطقه شفیره تعداد سلول‌های خالی در بین سلول‌های پُر شمارش شد. در هر شان محوطه‌ای به اندازه ۳۰۰ سلول در هر طرف شان (در مجموع ۶۰۰ سلول) مورد شمارش قرار گرفت و درصد سلول‌های خالی به‌عنوان شاخصی از هموزایگوسیتی آلل‌های جنسی ثبت گردید. تعداد آلل‌های جنسی با استفاده از فرمول $N = \frac{100}{100-S}$ برآورد گردید. در این فرمول N تعداد سلول‌های جنسی و S متوسط درصد قدرت زیست نوزادان در اثر عمل آلل‌های جنسی است که طی ارزیابی کلنی‌ها از طریق شمارش سلول‌های حاوی نوزاد به دست می‌آید (۴۳).

برای برآورد تعداد جمعیت بالغین از روش متداول با واحد قاب استفاده شد (۳۴). بنا به تعریف، یک شان جمعیت حاوی شانی است که از دو طرف پوشیده از زنبور باشد و شان‌های که این ویژگی را نداشتند کسری از عدد یک در نظر گرفته شدند (۳۴). میزان عسل تولیدی در انتهای فصل تولید و با توزین آن قبل و بعد اکستراکتور در فصل برداشت عسل، اندازه‌گیری شد. بدین صورت که در فصل برداشت عسل (اواخر تابستان) شان‌های حاوی عسل از کندو خارج شدند و توزین گردیدند (وزن اولیه) و سپس شان‌های حاوی عسل به داخل اکستراکتور منتقل شدند و با استفاده از نیروی گریز از مرکز عسل‌گیری انجام شد. بعد از انجام اکستراکتور شان‌های بدون عسل توزین شدند (وزن ثانویه) و از اختلاف وزن اولیه و وزن ثانویه میزان عسل تولیدی محاسبه شد. اندازه‌گیری این صفت در فصل تابستان طی یک مرحله انجام شد.

داده‌ها جمع‌آوری شده با استفاده از نرم‌افزار Excel ثبت و مرتب شدند. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.4 (۳۳) انجام گرفت. آنالیز تجزیه واریانس برای صفات به‌منظور بررسی اثر استان، شهرستان و زنبورستان روی متغیرهای مورد بررسی در کلنی‌ها بر اساس طرح آشیانه‌ای انجام شد. برای آنالیز درصد هموزیگوسیتی و تعداد آلل از مدل (۱)، برای میزان جمعیت کلنی مدل (۲) و برای تولید عسل از مدل (۳) استفاده گردید.

کلنی -$\boldsymbol{Y_{ijkl-n}}$ متغیر وابسته (هموزیگوسیتی، تعداد آلل، جمعیت کلنی و تولید عسل)، $\mu$: میانگین عملکرد، $S_i$: اثر استان، $C(S)_{j(i)}$: اثر شهرستان درون استان، $D(C)_{k(j)}$: اثر زنبورستان درون شهرستان، $B(Homo)_l$ و $B(Pop)_m$: به ترتیب ضریب رگرسیونی مربوط به هموزیگوسیتی و جمعیت هستند و $E_{ijkl-n}$ برابر خطای آزمایشی است.

معادله (۱)
$$Y_{ijkl} = \mu + S_i + C(S)_{j(i)} + D(C)_{k(J)} + E_{ijkl}$$

معادله (۲)
$$Y_{ijklm} = \mu + S_i + C(S)_{j(i)} + D(C)_{k(J)} + B(Homo)_l + E_{ijklm}$$

معادله (۳)
$$Y_{ijklmn} = \mu + S_i + C(S)_{j(i)} + D(C)_{k(J)} + B(Homo)_l + B(Pop)_m + E_{ijklmn}$$

## نتایج و بحث

### آماره‌های توصیفی صفات مورد مطالعه

مقادیر مربوط به آماره‌های توصیفی داده‌های صفات مورد بررسی در جدول ۱ آورده شده است. همان‌طور که در جدول مشخص است، میانگین هموزیگوسیتی آلل‌های جنسی و تعداد آلل‌های جنسی زنبورستان‌های استان آذربایجان‌غربی به‌ترتیب برابر ۱۲/۷ درصد و ۹/۰۲ عدد به‌دست آمد. همچنین، میانگین هموزیگوسیتی آلل‌های جنسی و تعداد آلل‌های جنسی زنبورستان‌های استان کردستان برابر ۱۳/۸۲ درصد و ۸/۱۵ عدد به‌دست آمد. سپهری در سال ۱۳۸۳ میزان هموزیگوسیتی و تعداد آلل‌های جنسی در توده‌های زنبورعسل استان مرکزی را به‌ترتیب برابر ۱۸/۸۳ درصد و ۵/۳۲ عدد گزارش کرد (۳۴). در بررسی دیگر توسط زرین و همکاران در سال ۲۰۰۳ تعداد آلل‌های جنسی در توده‌های زنبورعسل استان‌های اصفهان، مرکزی، تهران و قزوین، برابر ۷/۷۶ گزارش شد (۴۵). در سال ۱۳۷۷ صادقی در استان خوزستان در توده‌های زنبور مورد بررسی خود تعداد آلل‌های جنسی را ۱۲/۲ برآورد کرد که به‌علت باز بودن جوامع و عدم بسته و ایزوله بودن این جمعیت، تعداد آلل‌های جنسی افزایش و جفت‌گیری‌های خویشاوندی کاهش و به‌تبع هموزیگوسیتی کم بود (۳۱). در تحقیق صورت‌گرفته توسط مکنسن (۱۹) تعداد آلل‌های جنسی ۱۱ عدد برآورد شد. در تحقیق دیگر (۱۶) تعداد آلل‌های جنسی را در جمعیت مورد بررسی، ۱۲ عدد گزارش کرد. وویک ( ۴۳) طبق بررسی‌های که در جزیره کانگروی ایسلند بر روی ۳۴ کلنی زنبورعسل مربوط به یک

جمعیت بسته و ایزوله انجام داد، تعداد آلل‌های جنسی را ۶ آلل به‌دست آورد. روشن است که تعداد آلل‌های جنسی در هر زنبورستان و توده‌ای بسته به شرایط و ویژگی‌های ژنتیکی کلنی‌های آن زنبورستان، متفاوت می‌باشد و دامنه تغییر آن از ۲ تا۲۰ آلل می‌باشد. به‌عبارت دیگر اولاً به‌دلیل متفاوت بودن ویژگی‌های ژنتیکی، نوع تلاقی‌های انجام یافته و اندازه جوامع نمی‌توان انتظار داشت که تعداد آلل‌های جنسی در تمام جوامع زنبورعسل یکسان باشد (۲۳) و ثانیاً به‌طور کلی در پرورش سنتی زنبورعسل که از جفت‌گیری طبیعی استفاده می‌شود، در اثر انجام کوچ‌های متعدد، مواد ژنتیکی جدید به‌طور مداوم به جامعه وارد می‌شود. با توجه به اطلاعات جمع‌آوری‌شده این پژوهش، جامعه مورد مطالعه در پژوهش حاضر، جمعیت‌های باز زنبورعسل بودند که هیچ‌گونه اصلاح‌نژادی در آنها صورت نگرفته بود. همچنین مهاجرت یا وجود نداشت یا به‌صورت محدود (به این مفهوم که دفعات مهاجرت طی سال زنبورداری به یک منطقه یا حداکثر دو منطقه بود و نیز طی سال‌های متمادی زنبوردارن به نقاط ثابتی در ییلاق و قشلاق کوچ می‌کنند) انجام می‌شد. ماحصل این اطلاعات میدانی مؤید نتایج این مطالعه بوده و بیانگر این است که تعداد آلل‌های جنسی نباید در جمعیت‌های مورد مطالعه خیلی پایین باشد. از سوی دیگر عدم اطلاعات کافی زنبورداران دو استان از تأثیر همخونی روی عملکرد کلنی‌های خودشان، باعث شده است زنبورداران مقید به استفاده از ملکه‌های اصلاحی یا ملکه‌های زنبورستان‌های دیگر نباشند، و ملکه‌هایشان را از زنبورستان خودشان تهیه کنند. این امر موجب افزایش میزان آمیزش‌های خویشاوندی و هموزیگوسیتی آلل‌های جنسی در نتیجه کاهش تعداد آلل‌های جنسی در این جوامع شده است.

جدول ۱- آماره‌های توصیفی مربوط به صفات درصد هموزیگوسیتی، تعداد آلل‌های جنسی، تولیدعسل و جمعیت کلنی در استان‌های آذربایجان‌غربی و کردستان

Table 1. Descriptive statistics of sex alleles homozygosity percentage, sex alleles number, honey production and colony adult traits population in West Azerbaijan and Kurdistan provinces

| استان | تعداد کندو | صفات مورد مطالعه | میانگین ± خطای استاندارد | ضریب تغییرات (٪) | دامنه تغییرات | انحراف معیار |
|---|---|---|---|---|---|---|
| آذربایجان‌غربی | ۱۵ | درصد هموزیگوسیتی | ۱۲/۷۰ ± ۰/۳۲ | ۳۲/۴۹ | ۴/۵۰ – ۲۴ | ۴/۱۲ |
| | | تعداد آلل‌های جنسی | ۹/۰۲ ± ۰/۳۰ | ۴۲/۶۸ | ۴/۱۷ –۲۲/۲۳ | ۴/۸۰ |
| | ۸ | تولید عسل | ۱۷/۹۰ ± ۰/۱۵ | ۱۰/۶۵ | ۱۳/۰۱– ۲۲/۳۵ | ۱/۹۰ |
| | | جمعیت کلنی (قاب) | ۶/۸۵ ± ۰/۰۶ | ۱۱/۵۴ | ۴/۸۰–۸/۸۰ | ۰/۷۹ |
| کردستان | ۱۵ | درصد هموزیگوسیتی | ۱۳/۸۲ ± ۰/۳۰ | ۲۷/۴۳ | ۴/۲۵ – ۲۲ | ۳/۷ |
| | | تعداد آلل‌های جنسی | ۸/۱۵ ± ۰/۲۹ | ۴۵/۱ | ۴/۵۵–۲۳/۵۳ | ۳/۶۷ |
| | ۸ | تولید عسل (کیلوگرم) | ۱۷/۲۲ ± ۰/۱۷ | ۱۲/۵۹ | ۱۲/۹۱– ۲۴/۰۲ | ۲/۱۷ |
| | | جمعیت کلنی (قاب) | ۶/۲۵ ± ۰/۰۶ | ۱۳/۴۵ | ۴/۵۰ – ۸/۸۰ | ۰/۸۴ |

**عوامل مؤثر روی صفات مورد مطالعه**

نتایج مربوط به تجزیه واریانس داده‌ها برای تعیین اثرات استان، شهرستان، زنبورستان، جمعیت و تعداد آلل روی صفات مورد مطالعه در جدول ۲ آورده شده است. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد اثر عامل استان روی میزان هموزیگوسیتی و تعداد آلل معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۵) بود، ولی عوامل شهرستان و زنبورستان اثر معنی‌داری روی میزان هموزیگوسیتی نداشتند. معنی‌دار شدن اثر استان روی تعداد آلل به‌دلیل وجود تفاوت معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۵) بین دو شهرستان ارومیه از استان آذربایجان‌غربی و شهرستان دیواندره از استان کردستان است و در سایر موارد تفاوت معنی‌دار ($p>$۰/۰۵) نبود. اثر عوامل استان، زنبورستان درون شهرستان و نیز تعداد آلل روی صفت میزان جمعیت کلنی کاملاً معنی‌دار ($p\leq$ ۰/۰۱) بود، ولی شهرستان درون استان‌های مورد مطالعه اثر معنی‌داری روی جمعیت نداشتند. همچنین نتایج بررسی اثر عوامل مختلف روی صفت تولید عسل نشان داد که عوامل استان، شهرستان درون استان، میزان جمعیت کلنی و تعداد آلل اثر معنی‌داری ($p\leq$ ۰/۰۱) روی صفت تولید عسل داشتند، ولی اثر زنبورستان روی تولید عسل معنی‌دار ($p>$۰/۰۵) نبود.

جدول ۲- تجزیه واریانس مربوط به صفات هموزیگوسیتی آلل جنسی، تعداد آلل‌های جنسی، تولید عسل و جمعیت کلنی در استان‌های آذربایجان‌غربی و کردستان

Table 2. The variance analysis of sex alleles homozygosity percentage, sex alleles number, honey production and colony adult traits population in West Azerbaijan and Kurdistan provinces

| منابع تغییرات | درجه آزادی | میانگین مربعات | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | هموزیگوسیتی | تعداد آلل | جمعیت کلنی | تولید عسل |
| استان | ۱ | ۹۹/۴۲$^{*}$ | ۴۶/۳۶$^{*}$ | ۱۹/۲۲$^{***}$ | ۱۵/۱۰$^{***}$ |
| شهرستان (استان) | ۶ | ۷/۶۴$^{ns}$ | ۲۰/۰۵$^{ns}$ | ۰/۳۳$^{ns}$ | ۳/۲۴$^{***}$ |
| زنبورستان (شهرستان) | ۲۴ | ۱۵/۰۸$^{ns}$ | ۲۰/ ۱۷$^{ns}$ | ۰/۶۴$^{**}$ | ۰/۵۶$^{ns}$ |
| آلل | ۱ | – | - | ۱۰۴/۷۱$^{***}$ | ۸۰۲/۱۴$^{***}$ |
| جمعیت | ۱ | – | – | – | ۳۴۳/۷۰$^{***}$ |
| خطا | ۲۸۱–۲۸۴ | ۱۵/۹۲ | ۲۴/۶۲ | ۰/۳۲ | ۰/۴۹ |
| کل | ۳۱۵ | | | | |

*** و *: به‌ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و ns: غیر معنی‌دار ی

**مقایسات میانگین حداقل مربعات صفات مورد مطالعه**

نتایج مربوط به مقایسات حداقل میانگین مربعات مربوط به صفات هموزیگوسیتی، تعداد آلل، جمعیت و تولید عسل در جدول ۳ آورده شده است. نتایج جدول ۳ نشان می‌دهد که اثر عامل استان روی صفات هموزیگوسیتی، تعداد آلل، جمعیت و تولید عسل معنی‌دار ($p\leq$ ۰/۰۵) بود. همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد، علی‌رغم پایین‌بودن هموزیگوسیتی و بالا بودن تعداد آلل و میزان جمعیت در استان آذربایجان‌غربی، میزان عسل تولیدی در این استان کمتر از استان کردستان بود. این نتیجه می‌تواند به‌دلیل شرایط منطقه‌ای مناسب‌تر استان کردستان در سال زنبورداری ۹۸ و یا به‌دلیل تفاوت در مدیریت تغذیه‌ای زنبورداران دو استان، باشد. بررسی‌های بیشتر مقایسات میانگین مربوط به اثرات شهرستان نشان می‌دهد که اثر شهرستان درون استان روی صفات هموزیگوسیتی، تعداد آلل و جمعیت کلنی غیر معنی‌دار ($p>$۰/۵) است و شهرستان‌های درون هر استان با همدیگر تفاوت معنی‌دار ی ندارند. ولی نسبت به شهرستان‌های استان دیگر تفاوت‌ها معنی‌دار ($p\leq$۰/۵) دارند. در هر صورت بررسی‌های بیشتر حاکی از آن است که در مجموع شهرستان‌های استان آذربایجان‌غربی کمترین هموزیگوسیتی و بیشترین هموزیگوسیتی را نسبت به شهرستان‌های استان کردستان دارند. نتایج همچنین گویای آن است که شهرستان‌های استان آذربایجان‌غربی در مجموع تنوع ژنتیکی بالاتری نسبت به استان کردستان دارند. این نتیجه می‌تواند به تفاوت سبک پرورشی زنبوردارن این استان نسبت به استان کردستان باشد.

اطلاعات به‌دست آمده از زنبورستان‌های آذربایجان‌غربی نشان می‌دهد که میزان تمایل به انتقال زنبور به نقاط مختلف (کوچ فصلی) در بین زنبوردارن این استان بالاتر از استان کردستان است. همچنین زنبورداران این استان بیشتر از زنبورداران استان کردستان از ملکه‌های خریداری‌شده از ایستگاه‌های پرورش ملکه استفاده می‌کردند. به بیان دیگر ورود ماده ژنتیکی جدید به درون جمعیت از طریق خرید ملکه می‌تواند یک عامل موثر در این خصوص باشد. همچنین بیشترین درصد هموزیگوسیتی آلل‌های جنسی (۱۴/۴۱) و کمترین تعداد آلل (۷/۳۷) مربوط به شهرستان دیواندره از استان کردستان می‌باشد. با توجه به اطلاعات جمع‌آوری‌شده از زنبورستان‌های تحت بررسی، علت‌های آن را می‌توان به عدم کوچ به مراتع مختلف و عدم آگاهی زنبورداران از همخونی، نسبت داد.

جدول ۳- مقایسات حداقل میانگین مربعات صفات هموزیگوسیتی آلل جنسی، تعداد آلل‌های جنسی، تولید عسل و جمعیت کلنی در استان‌های آذربایجان‌غربی و کردستان

Table 3. The least square means of sex alleles homozygosity percentage, sex alleles number, honey production and colony adult traits population in West Azerbaijan and Kurdistan provinces

| منبع تغییرات | | تعداد | هموزیگوسیتی | تعداد آلل | جمعیت کلنی | تولید عسل |
|---|---|---|---|---|---|---|
| استان | | | * | * | *** | *** |
| | آذربایجان‌غربی | ۱۵۹ | ۱۲/۸۹$^{a}$ | ۹/۰۲ | ۶/۷۹$^{b}$ | ۱۷/۳۰$^{a}$ |
| | کردستان | ۱۵۸ | ۱۳/۸۱$^{b}$ | ۸/۱۶ | ۶/۳۰$^{a}$ | ۱۷/۸۰$^{b}$ |
| شهرستان (استان) | | | ns | ns | ns | *** |
| آذربایجان‌غربی | ارومیه | ۴۰ | ۱۲/۷۷$^{ab}$ | ۹/۲۴$^{b}$ | ۶/۶۵$^{a}$ | ۱۷/۷۶$^{c}$ |
| | خوی | ۴۰ | ۱۲/۵۳$^{a}$ | ۹/۰۳$^{ab}$ | ۶/۸۵$^{ab}$ | ۱۷/۳۹$^{b}$ |
| | پیرانشهر | ۴۰ | ۱۲/۵۷$^{a}$ | ۹/۰۱$^{ab}$ | ۶/۷۰$^{b}$ | ۱۷/۱۷$^{b}$ |
| | شاهین‌دژ | ۳۹ | ۱۲/۸۹$^{ab}$ | ۸/۸۱$^{ab}$ | ۶/۹۰$^{b}$ | ۱۶/۸۸$^{a}$ |
| کردستان | سنندج | ۴۰ | ۱۳/۰۳$^{ab}$ | ۸/۹۹$^{ab}$ | ۶/۳۱$^{a}$ | ۱۷/۹۳$^{cd}$ |
| | سقز | ۳۸ | ۱۳/۷۱$^{ab}$ | ۸/۳۱$^{ab}$ | ۶/۴۲$^{a}$ | ۱۷/۶۱$^{bc}$ |
| | بانه | ۴۰ | ۱۴/۰۶$^{ab}$ | ۷/۹۷$^{ab}$ | ۶/۲۳$^{a}$ | ۱۷/۸۶$^{c}$ |
| | دیواندره | ۴۰ | ۱۴/۴۱$^{b}$ | ۷/۳۷$^{a}$ | ۶/۳۴$^{a}$ | ۱۷/۷۷$^{c}$ |
| | | | ۰/۶۳MSE= | ۰/۶۰MSE= | ۰/۰۸۸MSE= | ۰/۱۱MSE= |

***و *: به‌ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۱و ۵ درصد و ns : غیر معنی‌دار ی
حروف الفبای کوچک نشان‌دهنده تفاوت‌های معنی‌دار است.

**ضرایب همبستگی صفات مورد مطالعه**

جدول ۴ ضرایب همبستگی صفات مورد بررسی را با یکدیگر نشان می‌دهد. با توجه به نتایج، هموزیگوسیتی همبستگی منفی و معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۰۰۱) با صفات، تعداد آلل (۰/۹۲ -)، جمعیت (۰/۷۹-) و تولید عسل (۰/۸۶-) دارد. که بالاترین میزان همبستگی هموزیگوسیتی مربوط به تعداد آلل‌های جنسی (۰/۹۲-) است. در این مطالعه همبستگی درصد هموزیگوسیتی با جمعیت ۰/۷۹- محاسبه شد. پیچ (۲۴) این همبستگی را ۰/۴۵- و زرین و همکاران در سال ۲۰۰۳ (۴۵) این همبستگی را ۰/۰۹-، گزارش شد. سپهری همبستگی بین جمعیت و درصد هموزیگوسیتی را ۰/۳۴- برآورد کردند (۳۳)، که با نتایج به‌دست‌آمده در این تحقیق (۰/۷۹-) متفاوت بود. تفاوت‌ها می‌تواند مربوط به سال پرورش، توده‌های مورد بررسی مربوط باشد. توده مورد بررسی جمعیتی بوده است که حدود ۴ نسل برای اهداف اصلاحی تحت انتخاب بودند و شرایط پرورشی آنها تقریبا حالت ایزوله داشته است. همچنین گذشته از اینکه ماده ژنتیکی دارای چه میزانی از تنوع باشد، میزان رشد جمعیت‌ها شدیدا تحت تاثیر محیط است و شاید نتوان شرایط استان‌های مرکزی کشور را با نتایج مورد بررسی در این مطالعه مورد مقایسه قرار داد. همچنین میزان رشد جمعیت، جدای از تأثیر عوامل ژنتیکی به شدیدا تحت تاثیر فصل پرورش می‌باشد و کلنی در یک فصل پرورشی، بسته به این‌که در چه زمانی از فصل پرورشی نمونه‌برداری می‌شود، می‌تواند متفاوت باشد. همچنین میزان تولید عسل نیز همبستگی منفی (۰/۸۶-) و بسیار معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۰۰۱) با درصد هموزیگوسیتی دارد. اسعدی در سال ۱۳۸۷ در شمال غرب کشور این همبستگی را ( ۰/۵۷-) برآورد کرد. این همبستگی توسط زرین و همکاران در سال

۲۰۰۳ (۴۵) برابر ۰/۱- برآورد شد. پیچ با استفاده از ارزیابی‌های اواخر تابستان ۰/۴۴- و بر اساس اندازه گیری‌های تجمعی ۰/۵۲- به‌دست آمد. همبستگی حاصل در این بررسی تا حدودی به‌مقدار برآورد شده توسط پیچ نزدیک می‌باشد. نتایج همچنین نشان داد که تعداد آلل‌های جنسی دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری با جمعیت (۰/۷۰) و تولید عسل (۰/۸۱) می‌باشد. همچنین میزان جمعیت همبستگی مثبت و معنی‌داری (۰/۹۰) با تولید عسل دارد. زرین و همکاران در سال ۲۰۰۳ (۴۵) همبستگی بین میزان عسل تولیدی با جمعیت بالغین را ۰/۲۴، وویک برابر ۰/۳۸ (۴۳)، این میزان توسط پیچ (۲۴) ۰/۸ گزارش شد. این نتایج نیز مطابق موارد مذکور در زمینه ارتباط درصد هموزیگوسیتی و جمعیت قابل توجیه است. با این تفاوت که در اینجا ارتباطها بالاست ولی جهت ارتباط تعداد آلل با صفات جمعیت و تولید عسل، مثبت است.

جدول ۴ - همبستگی بین صفات صفات هموزیگوسیتی آلل جنسی، تعداد آلل‌های جنسی، تولید عسل و جمعیت کلنی

Table 4. Correlation between sex alleles homozygosity percentage, sex alleles number, honey production and colony adult traits

| | هموزیگوسیتی | تعداد آلل‌های جنسی | جمعیت | تولید عسل |
|---|---|---|---|---|
| هموزیگوسیتی | ۱ | -۰/۹۲*** | -۰/۷۹*** | -۰/۸۶*** |
| تعداد آلل‌های جنسی | -۰/۹۲*** | ۱ | ۰/۷۰*** | ۰/۸۱*** |
| جمعیت | -۰/۷۹*** | ۰/۷۰*** | ۱ | ۰/۹۰*** |
| تولید عسل | -۰/۸۶*** | ۰/۸۱*** | ۰/۹۰*** | ۱ |

***: در سطح ۰/۰۰۰۱ معنی‌دار می‌باشد

**ضرایب رگرسیونی صفات مورد مطالعه**

جدول ۵ معادلات رگرسیونی صفات و سطح معنی‌داری هر معادله را نشان می‌دهد. باتوجه به ضرایب رگرسیونی حاصل، هموزیگوسیتی تأثیر منفی و معنی‌داری روی صفات جمعیت بالغین (۰/۱۷-) و تولید عسل (۰/۴۴-) دارد. به‌طوری که با افزایش یک درصد هموزیگوسیتی، جمعیت کلنی ۰/۱۷ قاب کاهش پیدا می‌کند. با توجه به این موضوع و این رابطه می‌توان به این صورت بیان نمود که افزایش هموزیگوسیتی آلل‌های جنسی باعث تولید نرهای دیپلوئید می‌شود و به‌دنبال آن کاهش میزان نوزادان در کلنی شده و کاهش نوزادان سبب کاهش جمعیت بالغین می‌شود (۴۲). با توجه ضرایب رگرسیونی برآورد شده در تحقیق حاضر، مشخص می‌شود که با افزایش یک درصد هموزیگوسیتی آلل‌های جنسی، ۰/۴۴ واحد و یا به‌عبارتی ۴۴۰ گرم از عسل تولیدی، کاهش پیدا می‌کند. این میزان کاهش در اثر افزایش یک درصد هموزیگوسیتی آلل‌های جنسی توسط محققین دیگر نیز بیان شده است که توسط زرین و همکاران در سال ۲۰۰۳ (۴۵) برابر ۱۰۲/۷ گرم، میرزایی (۲۰) برابر۵۲۰ گرم، صادقی (۳۱) برابر ۲۸۰ گرم، رتنر (۲۹) برابر ۴۰۰ گرم و بینفلد (۴) برابر ۶۰ گرم اعلام شده است.

عداد آلل‌های جنسی تأثیر مثبت و معنی‌داری روی جمعیت نشان داد. طبق معادلات رگرسیونی به‌دست‌آمده، با افزایش یک آلل جنسی، جمعیت ۰/۱۶ قاب افزایش پیدا می‌کند. تعداد آلل‌های جنسی همچنین تأثیر مثبت و معنی‌داری روی تولید عسل نشان داد. طبق معادلات رگرسیونی به‌دست‌آمده، با افزایش یک آلل جنسی، ۰/۴۴ کیلوگرم به تولید عسل افزوده می‌شود. نتایج همچنین نشان می‌دهد جمعیت بالغین تأثیر مثبت و معنی‌داری (۲/۱۳۵ +) روی تولید عسل دارد. طبق معادله‌ی رگرسیونی به‌دست‌آمده، با افزایش یک قاب به جمعیت بالغین، تولیدعسل به‌میزان ۲/۱۳۵ کیلوگرم افزایش می‌یابد.

جدول ۵- معادلات رگرسیونی صفات درصد هموزیگوسیتی، تعداد آلل‌های جنسی، جمعیت بالغین و تولید عسل

Table 5. Regression equations of sex alleles homozygosity percentage, sex alleles number, honey production and colony adult traits

| | متغییر مستقل | متغییر وابسته | معادله رگرسیونی | R2 | P-Value |
|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | درصد هموزیگوستی | جمعیت | Y= -0.17x+8.80 | ۰/۶۲۶ | ۰/۰۰۰۱ |
| ۲ | درصد هموزیگوستی | تولید عسل | Y= -0.44x+23.446 | ۰/۷۴۵ | ۰/۰۰۰۱ |
| ۳ | تعداد آلل‌های جنسی | جمعیت | Y= 0.16x+5.174 | ۰/۴۹۳ | ۰/۰۰۰۱ |
| ۴ | تعداد آلل‌های جنسی | تولید عسل | Y= 0.44x+13.79 | ۰/۶۴ | ۰/۰۰۰۱ |
| ۵ | جمعیت | تولید عسل | Y= 2.135x+3.570 | ۰/۸۰۵ | ۰/۰۰۰۱ |

اطلاعات برآورد شده نشان داد که تعداد آلل‌های جنسی رابطه مستقیمی با بقای جمعیت بالغین دارد. کاهش میزان بقای بالغین منجر به کاهش جمعیت کندو شده و به‌تبع آن تولید عسل و سایر تولیدات کندو افت خواهد کرد. این ارتباط بالای تعداد آلل‌های جنسی با جمعیت کلنی و تولید عسل از وجود همبستگی‌های بالا و معادلات رگرسیون قابل حصول است. بنابراین توجه به‌میزان آلل‌های جنسی به‌عنوان شاخصی از همخونی جمعیت‌های زنبورعسل بسیار ضروری است و بایستی این عامل به‌طور دوره‌ای جهت شناخت وضعیت زنبورستان‌های کشور و نیز در طراحی استراتژی‌های اصلاح

نژادی، مورد توجه قرار بگیرد. بنابراین تنها با توجه به تعداد آلل‌های جنسی و معطوف کردن توجه زنبورداران به این عامل می‌توان از کاهش بخشی از جمعیت که ناشی از بالا بودن میزان هموزیگوسیتی زنبورستان‌هاست و در نهایت کاهش تولید عسل را به‌همراه خواهد داشت، جلوگیری کرد. با توجه به اینکه بخش اعظمی از زنبورعسل کشور در منطقه شمالغرب کشور پرورش داده می‌شود، لزوم توجه به تنوع ژنتیکی زنبورعسل در این منطقه، از اهمیت مضاعفی برخوردار است.

## منابع


1. Allen-Wardell G., P. Bernhardt, R. Bitner, A. Burquez, S.L. Buchmann and G.P. Nabhan. 1998. The potential consequences of pollinator declines on the conservation of biodiversity and stability of food crop yields. Conservation Biology, 12(1): 8-17.
2. Beye, M. 2004. The dice of fate: the csd gene and how its allelic composition regulates sexual development in the honey bee, Apis mellifera. BioEssays, 26(10): 1131-1139 .
3. Beye, M., M. Hasselmann, M.K. Fondrk, R.E. Page and S.W. Omholt. 2003. The Gene csd is the primary signal for sexual development in the honey bee and encodes a SR-type protein. Cell, 114(4): 419-429 .
4. Bienfeld, K. and F. pirchner. 1992. Phenotypic correlation between efficiency and behaviour of honeybee coloines (*Apis mellifrra carnica*). Revista Brasileira de Genetica, 15(2): 351-358.
5. Charlesworth, D. 2004. Sex determination, balancing selection in honey bee. Review Article. Current Biology, 14(14): 568-569.
6. Cook, J and R.H. Crozier. 1995. Sex determination and population biology in the Hymenoptera. Trends in Ecology & Evolution, 10(7): 281-286 .
7. Crozier, R.H and P. Pamilo. 1996. Evolution of Social Insect Colonies: Sex Allocation and Kin Selection, Oxford University Press.
8. Dzierzon, J. 1861. Neue verbesserte Bienen-Zucht des Pfarrers Dzierzon zu Carlsmarkt in Schlesien, Quedlinburg: Ernst'schen.
9. Evans, J.D., D.C.A. Shearman and B.P. Oldroyd. 2004. Molecular basis of sex determination in haplodiploids. Trends in Ecology and Evolution, 19(1):1-3.
10. Gempe, T., M. Hasselmann, M. Schioett, G. Hause, M. Otte and M. Beye. 2009. Sex determination in honeybees: two separate mechanisms induce and maintain the female pathway. PLoS Biology, 7(10): e1000222.
11. Hasselmann, M. and N. Beye. 2004. Signatures of selection among sexdetermining alleles of the honey bee. Proceedings of the National Academy of Sciences, 101(14): 4888-4893.
12. Hasselmann, M., T. Gempe, M. Schiott, C.G. Nunes-Silva, M. Otte and M. Beye. 2008. Evidence for the evolutionary nascence of a novel sex determination pathway in honeybees. Nature, 454(7203): 519-522 .
13. Heimpel, G.E. and J.G. de Boer. 2008. Sex determination in the Hymenoptera. Annual Review of Entomology, 53: 209-230.
14. Klein, A.M., B.E. Vaissiere, J.H. Cane, I. Steffan-Dewenter, S.A. Cunningham, C. Kremen and T. Tscharntke. 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. Proceedings of the royal society B: Biological Sciences, 274(1608): 303-313 .
15. Kremen, C., N.M. Williams, M.A. Aizen, B. Gemmill-Herren, G. LeBuhn, R. Minckley and D.P. Vázquez. 2007. Pollination and other ecosystem services produced by mobile organisms: a conceptual framework for the effects of land-use change. Ecology Letters, 10(4): 299-314 .
16. Laidlow, H.H. and R.E. Page. 1986. Mating designs. Bee genetics and breeding, 323: 344.
17. Lilia, D.G., T.E. Rinderer, G.T. Delatter, J.N. Stelzer, L. Beaman and V. Kuznetsor. 2002. Resistance to Acarapis woodi by honey bees from far-eastern Russia. Apidologie, 33(4): 411-415.
18. Mable, B.K. and S.P. Otto. 1998. The evolution of life cycles with haploid and diploid phases. BioEssays, 20(6): 453-462.
19. Mackensen, O. 1951. Viability and sex determination in the honey bee (*Apis mellifera* L.). Genetics, 36(5): 500-509.
20. Mirzaee, H., GH.H. Tahmasebi, J. Poorasghar, M. Moghadam and M. Araghi. 2005. Determination of sex alleles homozygosity and study on their relation ships with migration and production of honeybee colonies (Apis Mellifera) in east Azerbayjan province. Pajohesh-Va-Sazandegi, 17(1): 53-59 (In Persian).
21. Norooz Valashedi, R. and H. Bahrami Pichaghchi. 2019. Investigation of bioclimatology factors on prediction of honeybee performance in climate change conditions (Case Study: Shahindej). Research on Animal Production (Scientific and Research), 10(25): 120-128.
22. Oldroyd, B.P. and S. Wongsiri. 2009. Asian honey bees: biology, conservation, and human interactions. Harvard University Press .
23. Page, R.E. and H.H. Laidlow. 1985. Closed population honey bee breeding. Bee world, 66(2): 63-72.
24. Page, R.E., H.H. Laidlow and E.H. Erickson. 1985. Closed population honey bee breeding. 4. The distribution of sez alleles with top crossing. Journal of Apicultural Research, 24(1): 38-42.

25. Pattamayutanon, P., S. Angeli, P. Thakeow, J. Abraham, T. Disayathanoowat and Chantawannakul, P. 2015. Biomedical activity and related volatile compounds of Thai honeys from 3 different honeybee species. Journal of Food Science, 80(10): 2228-2240 .
26. Rahimi, A., M. Asadi and K. Nabati. 2010. Sex alleles homozygosity percent of honey bee colonies (Apis mellifera meda) (Hymenoptera: Apidae) in Kordestan province (west of Iran). Nature Montenegro, 10: 183-185.
27. Rinderer, T.E., J.H. Harris, G.J. Hunt and L.I. De Guzman. 2010. Breeding for resistance to Varroa destructor in North America. Apidologie, 32: 381- 394.
28. Roberts, W.C. and O. Mackensen. 1951. Sex determination and bee breeding. American Bee Journal, 91(9): 382-384.
29. Ruttner, F. 1976. Isolated populationof honey bee in Australia. Journal of Apicultural Research, 15(2): 68-79.
30. Ruttner, F. 1988. Breeding Techniques and Selection for Breeding of the Honey bee. British Isles Bee Breeders Association, 151.
31. Sadeghi. M. 1998. Study of relationship of honeybee in Khuzestan province. MS thesis, Tabriz Univesity (In Persian).
32. Sánchez, L. 2004. Sex-determining mechanisms in insects. International Journal of Developmental Biology, 52(7): 837-856.
33. SAS Institute Inc. 2013. SAS® 9.4 Statements: Reference. Cary, NC: SAS Institute. Inc.
34. Sepehri, R., GH.H. Tahmasebi and M.J. Jalali-Zonouz. 2007. Estimating the number of sex alleles in honeybee colonies in central region of Iran and it's relationship with stored pollen, colony population and honey yield. Journal of science and technology of agriculture and natural resourses, 11(41B): 321-331 (In Persian).
35. Somerville, D. 2005. Best practise in a honeybee pollination service. MSc Theses, University of Goulburn.
36. Tahmasbi, GH.H., M. Moharrami and P. Valizadeh. 2019. Biological threat management and genetic resources conservation of Iranian honeybee Apis mellifera meda. Iranian Journal of Bee Science and Technology, 10(18): 44-51 (In Persian).
37. Tarpy, D.R. and R.E. Page. 2002. Sex determination and the evolution of polyandry in honey bees (Apis mellifera). Behavioral Ecology and Sociobiology, 52: 143-150.
38. Van De Zande, L. and E.C. Verhulst. 2014. Genomic imprinting and maternal effect genes in haplodiploid sex determination. Sexual Development, 8(1-3): 74-82 .
39. Verhulst, E.C., J.A. Lynch, D. Bopp, L.W. Beukeboom and L. van de Zande. 2013. A new component of the Nasonia sex determining cascade is maternally silenced and regulates transformer expression. Plos One, 8(5): e63618.
40. Wang, Z., Z. Liu, X. Wu, W. Yan and Z. Zeng. 2012. Polymorphism analysis of csd gene in six Apis mellifera subspecies. Molecular Biology Reports, 39(3): 3067-3071 .
41. Woyke, J. 1963. What happens to diploid drone larvae in a honeybee colony. Journal of Apicultural Research, 2(2): 73-75 .
42. Woyke, J. 1980. Genetic background of sexuality in the diploid drone honey bee. Journal of Apicultural Research, 19(2): 89-95.
43. Woyke, J. 1988. Brood survival in productive bee Apiaries in Austalia as a test for breeding honey bees in closed population. Journal of Apicultural Research, 27(1): 30-34.
44. Yarahmadi, B., K. Ghorbani and R. Pahlevani. 2020. Efficiency determination of ppiculture units using as frontiera (SFA) method in Lorestan Province (Case Study of Khorramabad City). Research on Animal Production (Scientific and Research), 11(27), 126-135.
45. Zarrin, F., A.A. Gharah-Daghi, GH.H. Tahmasebi, S. Yar-Ahmadi and Talebi-Esfandarani. 2003. Estimation of homozygosity and it's correlation with honey production in the honey bee population of Tehran, Markazi, Isfahan and Qazvin provinces. Pajohesh-Va-Sazandegi, 16(2): 2-6 (In Persian).

# Homozygosity of Sex Determination Locus and It's Correlation with Population and Honey Production of Honeybee (*Apis Mellifera Meda*) Populations in West-Azerbaijan and Kurdistan Provinces

**Jamal Usefi[1], Mahdi Mokhber[2], Ali Hashemi[3] and Ataollah Rahimi[4]**

1- Graduted M.Sc. Student, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture and Natural Resources Urmia University, Urmia, Iran
2- Assistant Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture and Natural Resources Urmia University, Urmia, Iran. (Corresponding author: m.mokhber@urmia.ac.ir)
3- Associate Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture and Natural Resources Urmia University, Urmia, Iran
4- Assistant Professor, Department of Animal Science Research, Kurdistan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Sanandaj, Iran
Received: October 23, 2020 Accepted: May 16, 2021

## Absract

Sex allele homozygosity as an indicator of inbreeding could effects on the performance of honey bee colonies. Then sex allele homozygosity is essential to evaluate apiaries situation in the country, as well as designing breeding strategies. In order to investigation of sex alleles homozygosity percentage and number of allele in honey bee populations of West-Azerbaijan and Kurdistan provinces and its correlations with honey production and adult population, 320 honeybee colonies were used. Data analysis was performed using SAS software (Version 9.4). The results showed that sex alleles homozygosity and number were 12.7 % and 9.02 for West Azerbaijan province for apiaries of Kurdistan province were 13.82% and 8.15, respectively. The results of variance analysis showed that the province had significant ($p<0.05$) effect on all studied traits. The county in provinces had significant ($p<0.01$) effect just only honey production. The sex alleles number effects on colony population and honey production, and also effect of colony population on honey production were significant ($p<0.01$). The results of correlation analysis showed negative and significant ($p<0.001$) between sex alleles homozygosity percentage with sex alleles number (-0.92), honey production (-0.79) and colony adult population (-0.86). Also, regression analysis results showed that sex alleles homozygosity percentage had negative and significant ($P<0.001$) effect on colony adult population (-0.17) and honey production (-0.44). Thus, with an increase of one percent homozygosity, the colony adult population decreases about 0.17 frame (units), and honey production decreases about 0.44 units, or in other words, 440 grams. Therefore, only with attention of beekeepers on the homozygosity and number of sex alleles, it is possible to prevent a decrease in honeybee population and consequently a decrease in honey production in the country's apiaries.

**Keywords:** Homozygosity, Honeybee, Honey production, Inbreeding, Sex Determination Locus