

اثرات تلقیح مصنوعی و جفت‌گیری طبیعی بر عملکرد کلنی‌های زنبور عسل ایرانی (*Apis mellifera* M.)

- حسین محب‌الدینی: گروه علوم دامی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
- سهیلا بایزیدی‌آذر: گروه علوم دامی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
- رضا سیدشریفی*: گروه علوم دامی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
- نعمت هدایت‌ایوریق: گروه علوم دامی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
- جمال سیف‌دواتی: گروه علوم دامی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

تاریخ دریافت: اسفند ۱۳۹۶ تاریخ پذیرش: خرداد ۱۳۹۷

چکیده

تلقیح مصنوعی یک ابزار مهمی است که کنترل کامل جفت‌گیری زنبور عسل برای اهداف تحقیقاتی و اصلاح نژادی را فراهم می‌سازد. در این تحقیق اثرات جفت‌گیری طبیعی و تلقیح مصنوعی بر عملکرد کلنی‌های زنبور عسل ایرانی (*Apis mellifera* M.) مورد بررسی قرار گرفت. برای انجام آزمایش ۱۰ کندو برای جفت‌گیری طبیعی و ۱۰ کندو برای تلقیح مصنوعی در نظر گرفته شد. صفات مورد بررسی در این آزمایش شامل اندازه‌گیری جمعیت بالغ زنبورها، زنده‌مانی نوزادان، رفتار بهداشتی و جمع‌آوری گرده بودند. مقایسات داده‌ها بر مبنای آزمون T انجام گرفت. نتایج آزمایش نشان داد که میزان جمعیت در گروه تلقیح مصنوعی در مقایسه با گروه جفت‌گیری طبیعی به‌طور معنی‌داری در فصول بهار و پاییز بیش‌تر بود ($P < 0/05$). صفت رفتار بهداشتی در کلنی‌های تلقیح شده به‌صورت مصنوعی در فصل پاییز به‌طور معنی‌داری بهتر از گروه جفت‌گیری طبیعی بود ($P < 0/05$). اختلاف آماری معنی‌داری در صفت زنده‌مانی نوزادان در دو فصل بین دو گروه تلقیح مصنوعی و جفت‌گیری طبیعی مشاهده نگردید. در فصل پاییز جمع‌آوری گرده گل در کلنی‌های تلقیح مصنوعی به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از کلنی‌های جفت‌خورده طبیعی بود ($P < 0/05$). به‌طور کلی نتایج نشان داد که عملکرد گروه تلقیح مصنوعی در مقایسه با گروه جفت‌گیری طبیعی بهتر بود.

کلمات کلیدی: تلقیح مصنوعی، فصل، عملکرد، زنبور عسل



مقدمه

می‌تواند تحت تأثیر فاکتورهای محیطی (آب و هوا و منطقه جغرافیایی)، عوامل زیستی (در دسترس بودن زنبورهای نر، کیفیت اسپرم نرها)، شیوه‌های مدیریت، درمان‌های شیمیایی و شرایط درون کندو باشد (Delaney و همکاران، ۲۰۱۰). عملکرد ملکه جفت‌گیری شده به روش تلقیح مصنوعی (Instrumental inseminated queen (IIQ) می‌تواند به وسیله عواملی مانند درمان ملکه‌ها، میزان منی و دستکاری، رشد فرومون (Pheromone)، اثرات کاربرد CO₂، شرایط پرورش و سن جفت‌گیری تحت تأثیر قرار گیرد (Cobey و همکاران، ۲۰۱۳). Koher و همکاران (۲۰۱۰) با مقایسه جفت‌گیری طبیعی و تلقیح مصنوعی ملکه‌ی زنبور عسل مشاهده کردند که اثرات این دو روش روی صفات رفتار پرواز و بیان ژن تفاوت معنی‌داری دارد. Cermak (۲۰۰۴) طی تحقیقاتی با تزریق ۸ میکرولیتر اسپرم به ملکه‌هایی که ۱۰-۷ روز از تولد آن‌ها می‌گذشت و مقایسه آن‌ها طی دو سال با گروه جفت‌خورده طبیعی دریافتند که گروه‌های تلقیح شده دارای عملکرد بهتری هستند. Kahyal و Gençer (۲۰۱۱) زنده‌مانی اسپرم در کیسه ذخیره اسپرم ملکه را در دو روش تلقیح مصنوعی و جفت‌گیری طبیعی مقایسه کردند. نتایج نشان داد که روش تلقیح مصنوعی هیچ اثر منفی روی زنده‌مانی اسپرم در دستگاه تولیدمثل ملکه‌ها ندارد. در زمینه تلقیح مصنوعی ملکه‌های زنبور عسل در ایران در مقایسه با کشورهای دیگر تحقیقات کم‌تری صورت گرفته است. با توجه به ورود تکنیک تلقیح مصنوعی در زنبور عسل در ایران طی چند سال اخیر و تولید و توزیع ملکه‌های تلقیح شده در کشور، نظرات متفاوتی در خصوص عملکرد این نوع ملکه‌ها و مقایسه آن‌ها با ملکه‌هایی که به صورت طبیعی جفت‌خورده‌اند مطرح گردیده است (تاج‌آبادی و همکاران، ۱۳۸۹). بنابراین هدف از این مطالعه مقایسه عملکرد کلنی‌های زنبور عسل با ملکه‌های جفت‌خورده طبیعی با تلقیح مصنوعی می‌باشد.

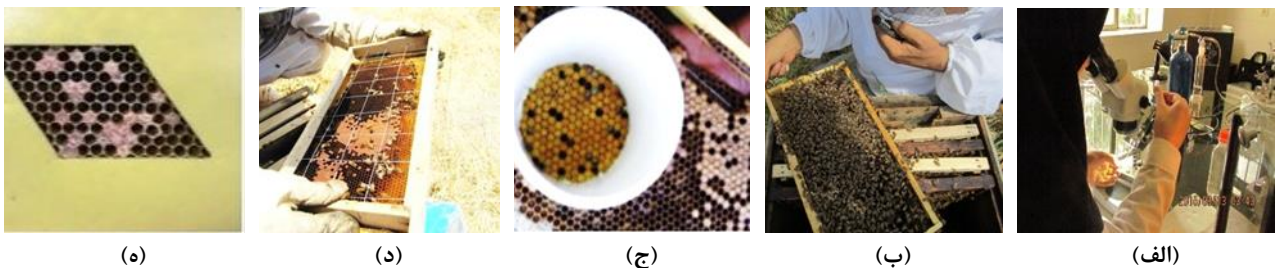
مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر جفت‌گیری طبیعی و تلقیح مصنوعی ملکه زنبور عسل روی صفات عملکردی کلنی زنبور عسل آزمایشی در منطقه ییلاقی استان اردبیل انجام شد. تعداد ۲۰ کندو به عنوان پایه‌های پدری و ۲۰ کندو برای پایه‌های مادری انتخاب شدند. کندوهای پدری به ایستگاه جفت‌گیری انتقال داده شدند و نسبت به تولید نرهای پدری اقدام شد. سپس از کلنی‌های مادری، پیوند زدن از طریق انتقال لاروهای یک‌روزه از سلول‌های کارگر به سلول‌های مصنوعی ملکه از پیش ساخته شده صورت گرفت. در این تحقیق ۱۰ کندو برای جفت‌گیری طبیعی و ۱۰ کندو برای تلقیح مصنوعی در نظر گرفته شد. جفت‌گیری طبیعی در ایستگاه جفت‌گیری واقع در ییلاقات سردابه اردبیل به نام

تکنیک تلقیح مصنوعی روشی است که با آن می‌توان جفت‌گیری ملکه زنبور عسل را کنترل کرد. تلقیح مصنوعی در برنامه‌های انتخاب و بهبود عملکرد کلنی‌های زنبور عسل نقش مهمی دارد (Cermak، ۲۰۰۴). به طور طبیعی، نرهایی که با ملکه جفت‌گیری می‌کنند از لحاظ ژنتیکی ناشناخته هستند. اما با تلقیح مصنوعی، بهبود ژنتیکی می‌تواند در طی برنامه انتخاب سریع‌تر تحقق یابد. از مزایای دیگر این تکنیک می‌توان به انتخاب ویژگی‌های مطلوب و کاهش خصوصیات نامطلوب (Moritz و Kuhnert، ۱۹۸۴) و همچنین کمک به حفظ نژاد بومی زنبور عسل (Pilar و همکاران، ۲۰۱۳) اشاره کرد. زنبورهای ملکه در پرواز جفت‌گیری به طور متوسط با ۱۰ تا ۲۰ زنبور نر (Cobey و همکاران، ۲۰۱۳) یا با ۱۲ زنبور نر (Delaney و همکاران، ۲۰۱۰) جفت‌گیری می‌کند، بنابراین جفت‌گیری طبیعی در زنبوران عسل یک چالش در کنترل آن است. تعداد زنبورهای نر در نواحی تجمع به بیش از ۲۰۰۰۰ زنبور نر می‌رسد. آن‌ها از منابع ژنتیکی متنوعی هستند. نقش اصلی زنبور عسل نر بالغ (*Apis mellifera*) جفت‌گیری می‌باشد. در طی جفت‌گیری، اسپرم از یک نر به داخل دهانه تناسلی یک ملکه باکره منتقل می‌شود. پس از جفت‌گیری، ملکه دارای علامت جفت‌گیری است که توسط بخش‌های باقی‌مانده از اجسام تناسلی زنبور نر در بخش انتهایی اندام تناسلی ملکه دیده می‌شود (Rhodes و همکاران، ۲۰۱۰). زنبورهای نر بیش‌تری با یک ملکه باکره جفت‌گیری می‌کنند. در طی جفت‌گیری، هر زنبور نر حدود ۶ الی ۱۲ میلیون اسپرم خارج می‌سازد. اسپرم به دست آمده از زنبورهای نر مختلف در لوله‌های رحمی جانبی زنبور ملکه تجمع می‌یابد، اما فقط یک بخش کوچکی از آن (حدود ۱۰ درصد) به کیسه اسپرم (اسپرماتیکا) منتقل و ذخیره می‌شود (Gençer و همکاران، ۲۰۱۱؛ Rhodes و همکاران، ۲۰۱۰). جفت‌گیری ملکه با نرهای ناخواسته را می‌توان با روش تلقیح مصنوعی کنترل کرد (Cobey و همکاران، ۲۰۱۳) و همچنین می‌تواند خطر انتقال پاتوژن‌ها و آفات را با عبور از مایع منی کاهش دهد (Cobey، ۲۰۰۷). در سال ۱۹۲۰ تکنیک تلقیح مصنوعی آغاز شد. این روش در طول زمان بهبود یافته است و در حال حاضر تلقیح مصنوعی یک تکنیک موفقیت‌آمیز و تکرارپذیری است. برای اهداف پژوهشی این تکنیک برای مدت بسیار طولانی مورد استفاده قرار گرفته است (Laidlaw، ۲۰۱۳، Mackensen و Roberts، ۲۰۱۳). مطالعات بسیاری وجود دارند که عملکرد ملکه جفت‌گیری شده به صورت طبیعی را با عملکرد ملکه تلقیح مصنوعی شده را مقایسه می‌کنند. عملکرد ملکه‌ها می‌تواند توسط بسیاری از عوامل تحت تأثیر قرار بگیرد. برای مثال، عملکرد ملکه جفت‌گیری شده به صورت طبیعی (Natural mated queen (NMQ)

آن ۶۰ و ۱۲۰ درجه می‌باشد بر روی طلق رسم می‌شود که به آن شابلون گفته می‌شود. هر شابلون با توجه به ابعاد و زوایای سلول‌های کارگر دقیقاً صد عدد سلول کارگر را در خود جای می‌دهد. هنگام نمونه‌برداری، شابلون را روی شان قرار داده و تعداد سلول‌های خالی موجود در آن شمارش می‌شود (Wu-Smart و Spivak، ۲۰۱۶). جهت اندازه‌گیری صفت رفتار بهداشتی در بهار قسمتی از شان حاوی سفیره‌های جوان انتخاب شد و با استفاده از یک استوانه توخالی به قطر ۳ سانتی‌متر و ارتفاع ۶ سانتی‌متر از جنس گالوانیزه که یک پوشش پلاستیکی بر روی جدار خارجی آن کشیده شده است و درون آن حدود ۱۶۰ سلول سفیره قرار می‌گیرد به وسیله برودت حاصل از ازت مایع، سفیره‌های مورد نظر کشته می‌شوند. پس از ۴۸ ساعت کلنی‌ها مجدداً بررسی می‌شوند و سفیره‌های کشته شده با تعداد سرپوش‌های در پوش‌برداری و تمیز شده شمارش و ثبت می‌گردند. در صفت رفتار بهداشتی، تعداد سلول‌های در پوش برداری شده، به معنای تعداد سلول‌های تمیز شده از سفیره‌های مرده، توسط زنبورها می‌باشد. هرچه تعداد سلول‌های در پوش برداری شده که پس از کشته شدن سفیره‌ها، توسط ازت مایع درون استوانه شمارش می‌شوند، بیش‌تر باشند کندوها امتیاز بالاتری خواهند گرفت (Buchler و همکاران، ۲۰۱۳؛ Bigio و همکاران، ۲۰۱۳). برای اندازه‌گیری میزان گرده‌گل جمع‌آوری شده توسط زنبوران عسل کلیه قاب‌های دارای گرده‌گل که معمولاً به صورت کمان گرده در اطراف منطقه نوزادان ذخیره می‌شود به وسیله قاب مشبک ۵×۵ سانتی‌متر اندازه‌گیری و ثبت گردید (Kumar و Sharma، ۲۰۱۰).

آت‌گلی که یک منطقه ایزوله از لحاظ زنبورداری بود، انجام گرفت. تلقیح مصنوعی ملکه زنبور عسل در آزمایشگاه ایستگاه پرورش و اصلاح نژاد زنبور عسل جهاد کشاورزی استان اردبیل انجام شد. مراحل انجام تلقیح مصنوعی به ترتیب شامل موارد زیر بود، ملکه‌ها از جمعیت مادری و نرها از جمعیت پدری انتخاب شدند. اسپرم زیر استریومیکروسکوپ با استفاده از سرنگ‌های تزریق اسپرم از نرهای بالغ جمع‌آوری گردید. ملکه در محفظه مخصوص تلقیح قرار گرفت و هنگام تلقیح به کمک گاز CO₂ بی‌هوش شد. به وسیله قلاب شکمی، بخش انتهایی شکم ملکه و به وسیله قلاب نیش، نیش ملکه تثبیت شد و با حرکت دو قلاب در جهت مخالف دهانه اندام تناسلی زنبور ملکه جهت تزریق اسپرم در دسترس قرار گرفت. بعد از این مرحله سرنگ تزریق حاوی اسپرم وارد اندام تناسلی ملکه شد و تزریق اسپرم صورت گرفت. پس از تزریق، ملکه از محیط CO₂ خارج و در قفس مخصوص حمل جهت معرفی به کندو قرار گرفت. لازم به ذکر است که تلقیح در دمای معمولی آزمایشگاه (حدود ۱۰ تا ۱۵ درجه سانتی‌گراد) صورت گرفت. صفات مورد بررسی برای مقایسه ملکه‌های تلقیح مصنوعی شده و جفت‌خورده طبیعی شامل اندازه‌گیری جمعیت بالغ کلنی، قدرت زنده‌مانی نوزادان، میزان جمع‌آوری گرده و رفتار بهداشتی زنبوران در دو فصل بهار و پاییز بود. اندازه‌گیری جمعیت بالغ زنبوران به صورت قابی انجام شد. بدین صورت که پر بودن دو طرف قاب عدد یک و کم‌تر از آن متناسب با جمعیت روی قاب کسری از عدد یک محسوب شد (DeGrandi-Hoffman و همکاران، ۲۰۰۸). برای اندازه‌گیری قدرت زنده‌مانی نوزادان، متوازی‌الاضلاعی را که هر ضلع آن ۵۳ میلی‌متر و زاویه‌های



شکل ۱: (الف) عمل تلقیح مصنوعی، (ب) بررسی جمعیت به صورت قابی، (ج) بررسی رفتار بهداشتی توسط استوانه، (د) بررسی وضعیت گرده با قاب مشبک و (ه) متوازی‌الاضلاع حاوی ۱۰۰ سلول برای اندازه‌گیری قدرت زنده‌مانی

میانگین نمونه با میانگین جامعه در حالی به کار می‌رود که انحراف معیار جامعه مجهول باشد. برحسب نتایج تحلیل آماری t استیودنت برای گروه‌های مستقل با درجه آزادی ۸ و در سطح آلفای ($\alpha = 0.05$) جهت بررسی این فرضیه که میانگین داده‌های مربوط به سیستم تلقیح مصنوعی بزرگ‌تر از جفت‌گیری طبیعی است، نتایج بیانگر تفاوت معنی‌دار بین صفات مختلف در دو گروه می‌باشد.

کلیه داده‌ها پس از ثبت با نرم‌افزار آماری SPSS آنالیز شدند. مقایسه میانگین داده‌های مربوط به دو سیستم تلقیح مصنوعی و جفت‌گیری طبیعی بر مبنای آزمون T انجام گرفت. از آزمون t می‌توان برای تجزیه و تحلیل میانگین در پژوهش‌های تک متغیری یک گروهی و دو گروهی و چند متغیری دو گروهی استفاده کرد. آزمون t (تی استیودنت) برای ارزیابی میزان هم‌قواری یا یکسان بودن و نبودن



نتایج

طبیعی در دو فصل پاییز و بهار اختلاف آماری معنی‌داری وجود دارد. جمعیت بالغ در گروه تلقیح مصنوعی ۷/۲ و ۴/۶۹ قاب به ترتیب در فصل بهار و پاییز بود که به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از گروه تلقیح طبیعی با ۵/۴ و ۳/۵۶ قاب به ترتیب در فصل بهار و پاییز بود.

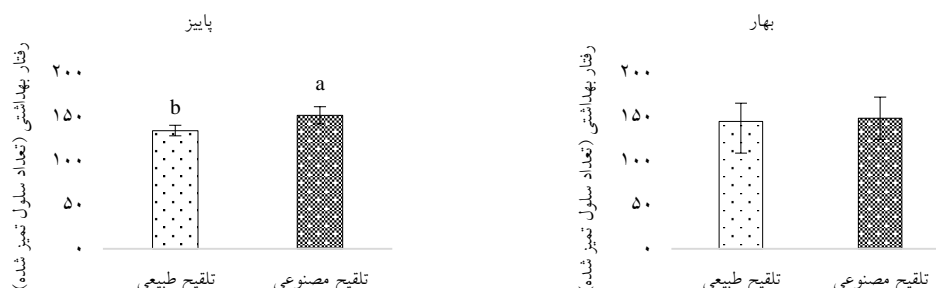
جمعیت: مقایسه جمعیت کلنی‌ها در دو گروه تلقیح مصنوعی و جفت‌گیری طبیعی دارای اختلاف آماری معنی‌داری بود (شکل ۲). نتایج نشان داد که بین دو گروه تلقیح مصنوعی شده و جفت‌خورده



شکل ۲: نمودار مقایسه میزان جمعیت کلنی زنبور عسل در دو گروه تلقیح طبیعی و تلقیح مصنوعی در دو فصل بهار و پاییز

۳). در فصل پاییز رفتار بهداشتی کلنی‌های زنبور عسل تلقیح مصنوعی شده (۱۵۴ سلول تمیز شده) به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از گروه جفت خورده طبیعی (۱۳۴ سلول تمیز شده) بود.

رفتار بهداشتی: مقایسات صفت رفتار بهداشتی کلنی‌های زنبور عسل در دو گروه تلقیح مصنوعی و جفت‌خورده طبیعی اختلافات معنی‌دار در فصل پاییز و غیر معنی‌دار در فصل بهار نشان داد (شکل

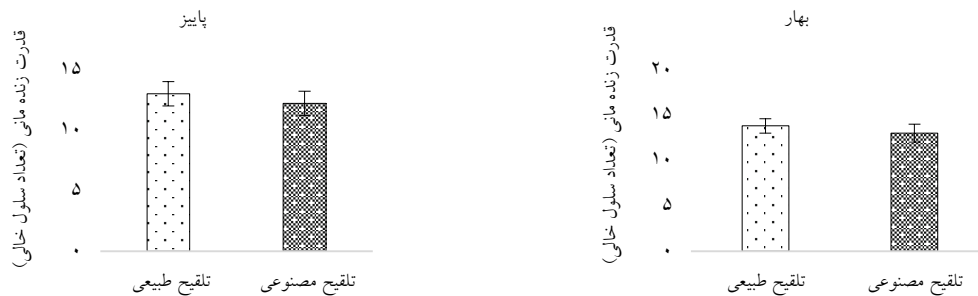


شکل ۳: نمودار مقایسه رفتار بهداشتی کلنی زنبور عسل در دو گروه تلقیح طبیعی و تلقیح مصنوعی در دو فصل بهار و پاییز

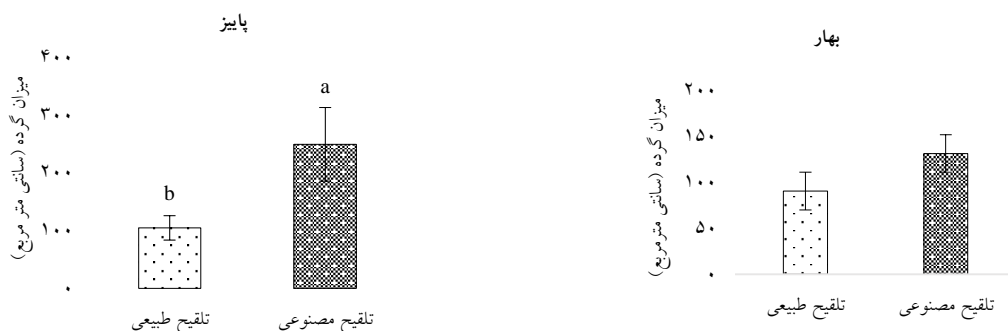
طبیعی برای صفت جمع‌آوری گرده گل در کلنی‌های زنبور عسل وجود ندارد. البته در فصل پاییز برای صفت جمع‌آوری گرده بین دو گروه تلقیح طبیعی و مصنوعی اختلاف آماری معنی‌داری وجود داشت. در این فصل میزان گرده جمع‌آوری شده به‌وسیله کلنی‌های تلقیح شده به‌صورت مصنوعی (۲۵۰ سانتی‌متر مربع) به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از کلنی‌های جفت خورده طبیعی (۱۰۵ سانتی‌متر مربع) بود (شکل ۵).

قدرت زنده‌مانی: مقایسه صفت قدرت زنده‌مانی نوزادان در کلنی‌های زنبور عسل در دو گروه تلقیح مصنوعی شده و جفت‌خورده طبیعی در فصول پاییز و بهار اختلاف آماری معنی‌داری نشان نداد (شکل ۴). با وجود این نتایج نشان داد که قدرت زنده‌مانی کلنی‌های تلقیح شده به‌صورت مصنوعی از لحاظ عددی در دو فصل بهار و پاییز بیش‌تر از کلنی‌های تلقیح شده به‌صورت طبیعی بود.

مقدار جمع‌آوری گرده گل: مقایسات نشان داد که در فصل بهار اختلاف آماری معنی‌داری بین گروه‌های تلقیح مصنوعی و جفت‌گیری



شکل ۴: نمودار قدرت زنده‌مانی نوزادان در کلنی‌های زنبور عسل در دو گروه تلقیح طبیعی و تلقیح مصنوعی در دو فصل بهار و پاییز



شکل ۵: نمودار میزان جمع‌آوری گرده گل کلنی‌های زنبور عسل در دو گروه تلقیح طبیعی و تلقیح مصنوعی در دو فصل بهار و پاییز

جمله صفاتی است که به راحتی قابل شناسایی بوده و به وسیله پرورش انتخابی می‌توان آن را در کلنی زنبور عسل تثبیت کرد، که این کار با استفاده از تلقیح مصنوعی با سرعت بالایی انجام می‌شود (Bigio, ۲۰۱۴) که با نتایج به دست آمده از این آزمایش مطابقت دارد.

زنده‌مانی نوزادان از لحاظ عددی در گروه تلقیح مصنوعی بیشتر از گروه جفت‌خورده طبیعی بود (شکل ۴). توانایی افزایش تنوع ژنتیکی یکی از فواید تلقیح مصنوعی است. تنوع ژنتیکی باعث افزایش قابلیت‌های کلنی شده و توانایی زنبور عسل را برای انجام فعالیت و زنده‌مانی در مناطق مختلف را بالا می‌برد و باعث افزایش مقاومت در برابر بیماری‌ها و آفات نیز می‌شود. در صفت قدرت ادامه حیات نوزادان، تعداد نقاط خالی شده از شفیره، تخم و لارو به معنای افزایش هم‌خونی زنبوران عسل می‌باشد. در این مورد هرچه میانگین تعداد نقاط خالی شده به دست آمده به وسیله شابلون‌ها، توسط زنبوران کارگر، کم‌تر باشد کندوها امتیاز بالاتری خواهند گرفت و درصد هتروزیگوتی بالاتر خواهد بود. جفت‌گیری طبیعی باعث افزایش هموزیگوتی شده و قدرت زنده‌مانی کاهش می‌یابد (Abdulaziz, ۲۰۰۳). در خصوص صفت جمع‌آوری گرده گروه تلقیح مصنوعی مقدار بیش‌تری نسبت به گروه تلقیح طبیعی داشت (شکل ۵). وفور گرده در فصل بهار منجر به افزایش جمع‌آوری گرده در فصل بهار شده است که در ارتباط مستقیم با

بحث

با توجه به نتایج به دست آمده کلنی گروه تلقیح شده به صورت مصنوعی جمعیت بیش‌تری نسبت به گروه جفت‌گیری طبیعی داشت (شکل ۲) که با نتایج Szalai (۱۹۹۵) مطابقت دارد. آن‌ها بیان کردند که رشد جمعیت در گروه تلقیح مصنوعی بیش‌تر از گروه جفت‌خورده طبیعی بود. نتایج حاصل از تحقیق تاج‌آبادی و همکاران (۱۳۸۹) نشان داد که دو تیمار تلقیح مصنوعی و جفت‌گیری طبیعی از نظر جمعیت نوزادان اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند. دلیل افزایش جمعیت می‌تواند در ارتباط با ترغیب ملکه به تخم‌گذاری سریع‌تر به واسطه استفاده از گاز دی‌اکسید کربن در عمل تلقیح مصنوعی باشد. میزان تخم‌گذاری با میزان جمعیت ارتباط مستقیم دارد. تیمار دی‌اکسید کربن باعث تحریک تولید و ترشح هورمون جوانی می‌شود که در شروع تخم‌گذاری ملکه مشارکت دارد (Mackensen, ۱۹۴۷). هم‌چنین میزان جمعیت در فصل بهار به دلیل مناسب بودن شرایط محیطی (منابع غذایی و دما) بیش‌تر از فصل پاییز است. رفتار بهداشتی در گروه تلقیح مصنوعی شده بهتر از گروه جفت‌خورده طبیعی بود (شکل ۳). وجود، غلظت و ترکیبات فرمون ملکه با توجه به سن، وضعیت تولیدمثلی، ژنتیکی و تغییرات فصلی متفاوت است. رفتار بهداشتی از



۵. **Cermak, K., 2004.** Evaluation of artificially inseminated and naturally mated bee queens in Zubli. Czech Republic (in Czech Vcelarstvi). Vol. 57, pp: 148-149.
۶. **Cobey, W.S., 2007.** Comparison studies of instrumentally inseminated and naturally mated honeybee queens and factors affecting their performance. *Apidologie*. Vol. 38, pp:390-404.
۷. **Cobey, W.S.; Tarpy, D.R. and Woyke, J., 2013.** Standard methods for instrumental insemination of *Apis mellifera* queens. *Journal of Apicultural Research*. Vol. 52, No. 4, pp: 1-18.
۸. **DeGrandi-Hoffman, G.; Wardell, G.; Ahumada-segura, F.; Rinderer, T.; Danka, R. and Pettis, J., 2008.** Comparisons of pollen substitute diets for honey bees: consumption rates by colonies and effects on brood and adult populations. *Journal of apicultural research and bee world*. Vol. 47, pp: 265-270.
۹. **Delaney, A.D.; Keller, J.J.; Caren, J.R. and Tarpy, D.R., 2010.** The physical, insemination, and reproductive quality of honey bee queens (*Apis mellifera* L.). *Apidologie*. ©INRA/DIB-AGIB/EDP Sciences.
۱۰. **Gençer, H.V. and Kahya1, Y., 2011.** The viability of sperm in lateral oviducts and spermathecae of instrumentally inseminated and naturally mated honey bee (*Apis mellifera* L.) queens. *Journal of Apicultural Research*. Vol. 50, No. 3, pp: 190-194.
۱۱. **Kocher, S.D.; Tarpy, D.R. and Grozinger, C.M., 2010.** The effects of mating and instrumental insemination on queen honey bee flight behavior and gene expression. *Insect Molecular Biology*. Vol. 19, No. 2, pp: 153-162.
۱۲. **Laidlaw, H.H.Jr., 2013.** Instrumental Insemination of Honey Bee Queens", Northern Bee Books. pp: 38-63.
۱۳. **Mackensen, O., 1947.** Effect of carbon dioxide on initial oviposition of artificially inseminated and virgin queen bees, *J. Econ. Entomol.* Vol. 40, pp: 344-349.
۱۴. **Mackensen, O. and Roberts, W.C., 2013.** A manual for the Artificial Insemination of Queen Bees, Editura Northern Bee Books. pp: 22-29.
۱۵. **Mohebodini, H.; Tahmasbi, G.; Dastar, B.; Jafari Ahangari, Y. and Zerehdaran, S., 2013.** Effect of dietary thiamine on growth of the Iranian honey bee colonies (*Apis mellifera meda*) in different seasons. *Agriculture and Forestry*. Vol. 59, No. 3, pp: 119-126.
۱۶. **Moritz R.F. and Kühnert, M., 1984.** Seasonal effects on artificial insemination oh honeybee queen (*Apis mellifera* L.). *Apidologie*. Vol.15, pp: 223-231.
۱۷. **Pilar, D.R.; Jaffe, R.; Munoz, I.; Serrano, J.; Moritz, R.F.A. and Krauss, B.F., 2013.** Conserving genetic diversity in the honeybee, *Molecular Ecology*. Vol. 22, pp: 3208-3210.
۱۸. **Rhodes, J.W.; Harden, S.; Spooner-Hart, R.; Anderson, D.L. and Wheen, G., 2010.** Effects of age, season and genetics on semen and sperm production in *Apis mellifera* drones. *Apidologie*. ©INRA/DIB-AGIB/EDP Sciences.
۱۹. **Sharma, V.P. and Kumar, N.R., 2010.** Changes in honeybee behavior and biology under the influence of cellphone radiations. *Current Science*. Vol.98, pp:1376-1378.
۲۰. **Szalai, E., 1995.** Results of instrumental insemination of queen honey bees in Hungary, *Pszczelnicze Zeszyty Nnaukowe*. Vol. 39, pp: 6-69.
۲۱. **Wu-Smart, J. and Spivak, M., 2016.** Sub-lethal effects of dietary neonicotinoid insecticide exposure on honey bee queen fecundity and colony development. *Scientific Reports*. Vol. 6, pp: 1-11.
- میزان جمعیت در آن فصل می‌باشد. در فصل بهار به دلیل افزایش تخم‌گذاری ملکه میزان نوزادان افزایش و به دنبال آن نیاز به گرده افزایش می‌یابد در نتیجه مقدار مصرف گرده بالا رفته و گرده موجود در کندو در فصل بهار کاهش می‌یابد (Mohebodini و همکاران، ۲۰۱۳). احتمالاً در فصل پاییز ذخیره گرده برای زمستان‌گذرانی باعث شده است مقدار گرده موجود در کندو بیش‌تر باشد. Cobey (۲۰۰۷) عوامل موثر بر عملکرد ملکه‌های تلقیح مصنوعی شده و جفت‌گیری شده طبیعی از جمله شرایط پرورش، توسعه فرمون، سن جفت‌گیری، دز مایع منی، اثرات دی‌اکسیدکربن و شرایط محیط را بررسی کرد. نتایج نشان داد که با مراقبت ویژه از ملکه‌هایی که تلقیح مصنوعی شده‌اند و استفاده از شیوه‌های مناسب پرورش زنبورعسل، روش تلقیح مصنوعی می‌تواند سطح عملکرد بالاتری در مقایسه با جفت‌گیری طبیعی داشته باشد. Cermak (۲۰۰۴) طی تحقیقاتی با تزریق ۸ میکرولیتر اسپرم به ملکه‌هایی که ۱۰-۷ روز از تولد آن‌ها می‌گذشت و مقایسه آن‌ها طی دو سال با گروه جفت‌خورده طبیعی دریافتند که گروه تلقیح مصنوعی شده دارای عملکرد بهتری بود.
- Szalai (۱۹۹۵) با بررسی جفت‌گیری طبیعی و تلقیح مصنوعی گزارش کردند گروه تلقیح مصنوعی جمعیت و عملکرد بهتری نسبت به گروه جفت‌گیری طبیعی داشتند.
- نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که استفاده از روش تلقیح مصنوعی می‌تواند عملکرد کلنی‌های زنبورعسل را به لحاظ صفات جمعیت، رفتار بهداشتی، زنده‌مانی نوزادان و جمع‌آوری گرده در مقایسه با روش جفت‌گیری طبیعی بهبود بخشد.

منابع

۱. تاج‌آبادی، ن.؛ جواهری، د.؛ طهماسبی، غ. و فرشینه‌عدل، م.، ۱۳۸۹. مقایسه عملکرد ملکه‌های تلقیح مصنوعی شده با ملکه‌های جفت‌خورده طبیعی، موسسه تحقیقات علوم دامی کشور. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی.
۲. **Abdulaziz, S.; Qarni, AL.; Smith, H.B. and Cobey, S., 2003.** Performance Evaluation of Naturally mated and instrumentally inseminated honey bee Queens in field colonies. *Pakistan journal of biological sciences*. Vol. 1, pp: 1476-1481.
۳. **Bigio, G.; Schürch, R. and Ratnieks, F.L.W., 2013.** Hygienic behavior in honey bees (Hymenoptera: Apidae): effects of brood, food, and time of the year. *Journal of Economic Entomology*. Vol. 106, No. 6, pp: 2280-2285.
۴. **Bigio, G.; Al Toufailya, H.; Hughes, W.O.H. and Ratnieks, F.L.W., 2014.** The effect of one generation of controlled mating on the expression of hygienic behaviour in honey bees. *Journal of Apicultural Research*. Vol. 53, No. 5, pp: 563-568.

