



مقاله علمی - ترویجی

مقاومت فنوتیپی و ژنتیکی در جرب واروآ و زنبور عسل

سید میدیا پیرخضرانیان^{۱*}، سیدرضا میرآشتیانی^{۲*}، مصطفی صادقی^۳ و فرزاد غفوری^۴^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد ژنتیک و اصلاح نژاد دام و طیور، گروه مهندسی علوم دامی، دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، البرز، ایران^۲ استاد ژنتیک و اصلاح نژاد دام و طیور، گروه مهندسی علوم دامی، دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، البرز، ایران^۳ دانشیار ژنتیک و اصلاح نژاد دام و طیور، گروه مهندسی علوم دامی، دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، البرز، ایران^۴ دانشجوی دکتری تخصصی ژنتیک و اصلاح نژاد دام و طیور، گروه مهندسی علوم دامی، دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، البرز، ایران<https://doi.org/10.22059/domesticj.2025.386894.1174> doi

چکیده

زنبور عسل (*Apis mellifera*) یکی از حشرات کلیدی در اکوسیستم کشاورزی به شمار می‌آید. این گونه دارای تنوع ژنتیکی بالایی است. این حشرات به دلیل توانایی خود در تولید عسل شناخته می‌شوند و در کلنی‌هایی با ساختار اجتماعی به سه دسته زنبور ملکه، زنبور کارگر و زنبور نر دسته‌بندی می‌شوند. یکی از چالش‌های بزرگ زنبور عسل، جرب واروآ (*Varroa destructor*) است. این جرب ناقل برخی ویروس‌ها می‌باشد و باعث کاهش جمعیت و توانایی پرواز زنبورها می‌شود. همچنین، زنبورهای آلوده به واروآ مشکلات فیزیولوژیکی و ریخت‌شناسی نیز خواهند داشت. مقاومت جرب واروآ نسبت به داروهای شیمیایی از چالش‌های بزرگ در زنبورداری مدرن است که به دلیل استفاده مکرر و نادرست از داروها به وجود آمده است. این مقاومت باعث کاهش اثربخشی داروها و افزایش هزینه‌های زنبورداران شده است. روش‌های مقابله با جرب واروآ شامل روش‌های زراعی، مکانیکی و شیمیایی است. روش‌های زراعی شامل استفاده از زنبورهای مقاوم به جرب واروآ و ایجاد وقفه در تولیدمثل زنبورها است. روش‌های مکانیکی شامل استفاده از کندوی کفی باز و حذف لاروهای نر (شان نر بافت) است. روش‌های شیمیایی نیز شامل استفاده از اسید فرمیک و اسید اگزالیک به عنوان مواد شیمیایی نرم و داروهای بر پایه آمیتراز (Amitraz)، کومافوس، فلووالینات و فلووترین به عنوان ماده شیمیایی سخت می‌باشد. امروزه در این راستا، اصلاح نژاد به عنوان راه‌حلی پایدار برای کنترل جرب واروآ مطرح شده است. این فرآیند شامل انتخاب زنبورهای مقاوم به واروآ از طریق صفات معیار مانند عدم تولیدمثل جرب (MNR)، رفتار بهداشتی حساس به واروآ (VSH)، باز و بسته کردن مجدد درپوش سلول‌ها، رفتار بهداشتی نسبت به نوزادان مرده، مدت زمان مرحله پس از درپوش‌گذاری و نظافت گری (Grooming) است. دقت اندازه‌گیری این صفات تحت تأثیر عوامل مختلفی مانند تعداد نوزاد متولد شده، آفات و عوامل بیماری‌زا، نوع ویروس‌های منتقل شده و عوامل محیطی قرار دارد. در ایران، محققین در راستای اصلاح صفات اقتصادی توده‌های بومی تلاش کرده‌اند، اما تاکنون انتخابی در جهت مقاومت به آفات و امراض از جمله جرب واروآ صورت نگرفته است.

کلمات کلیدی: اصلاح نژاد، جرب واروآ، زنبور عسل، مقاومت ژنتیکی، مقاومت فنوتیپی

*نویسنده مسئول: midia.pirxezranian@gmail.com and ashtiani@ut.ac.ir

بخش: پرورش زنبور عسل دبیر تخصصی: دکتر معصومه ناصرخیل

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۹/۲۲ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۱۰/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/۲۵ تاریخ انتشار آنلاین: ۱۴۰۳/۱۲/۱۴

رفرنس دهی: پیرخضرانیان، س.م.، میرآشتیانی، س.ر.، صادقی، م.، غفوری، ف. مقاومت فنوتیپی و ژنتیکی در جرب واروآ و زنبور عسل. علمی-ترویجی (حرفه‌ای) دامستیک، ۱۴۰۳؛ ۲۴(۴): ۲۹-۳۶.

* این مقاله در اولین همایش بین‌المللی و دومین همایش ملی نشریه دامستیک دانشگاه تهران پذیرش شده است.



AnimSSAUT

مقدمه

زنبورعسل (*Apis mellifera*) یکی از مهم‌ترین حشرات اکوسیستم کشاورزی که جزء راسته غشایی بالان (Hymenoptera) (Britannic, 2024) هستند، در مناطق مختلف جهان با تنوع ژنتیکی بالایی پراکنده شده‌اند. بدن این حشرات شامل سه قسمت سر، سینه و شکم می‌باشد. سر شامل دو عدد چشم بزرگ و سه عدد چشم کوچک بین این دو چشم می‌باشد. همچنین شامل شاخک‌ها برای تشخیص فرمون‌ها و سایر مواد شیمیایی و غدد برای تولید ژل رویال است. این حشره همچنین دارای سه جفت پا که به قسمت سینه آن متصل هستند. قسمت انتهایی بدن زنبورعسل در ملکه شامل کیسه اسپرم، تخمدان و سیستم گوارشی می‌باشد.

در پاسخ به پرسش "چه موجوداتی در کندو زندگی می‌کنند؟"، باید به این نکته توجه داشت که بیشتر زنبورهایی که در محیط‌های عمومی مانند دانشگاه‌ها، باغ‌ها و به طور محیط اطراف مشاهده می‌شوند، در واقع زنبورهای کارگری هستند که برای جستجوی غذا و منابع به بیرون از کندو آمده‌اند. این زنبورهای کارگر نقش حیاتی در جمع‌آوری گرده و شهد گیاهان ایفا می‌کنند که برای بقای کلنی ضروری است؛ زنبورهای کارگر وظیفه تولید عسل، جمع‌آوری گرده، دفاع از کندو و دیگر وظایف را بر عهده دارند و از لحاظ ژنتیکی مشابه ملکه دی‌پلوئید هستند؛ اما به دلیل مصرف انحصاری ژل رویال توسط لاروهای ملکه و عدم وجود اسید-p کوماریک (p-coumaric acid) در رژیم غذایی آن‌ها، این لاروها به ملکه تبدیل می‌شوند. ژل رویال فاقد اسیدهای فنولی قابل تشخیص است، در حالی که عسل دارای مقادیر زیادی اسید-p کوماریک (p-coumaric acid) است که می‌تواند بیان ژن‌های مرتبط با تعیین طبقه را تنظیم کند. تحلیل RNA-Seq نشان داده که اسید-p کوماریک بر توسعه تخمدان در زنبورهای بالغ تأثیر می‌گذارد و مصرف آن منجر به کاهش توسعه تخمدان می‌شود. جمعیت زنبورکارگر در هر کلنی بسته به اندازه کلنی ممکن است بین ۸۰-۱۰ هزار زنبور متغیر باشد؛ اما زنبور ملکه در هر کلنی تنها یک عدد است که وظیفه آن تخم‌گذاری می‌باشد. علاوه بر ملکه و زنبور کارگر، زنبور نر نیز در کندو وجود دارد که تنها وظیفه آن جفتگیری با ملکه است و بعد از جفت‌گیری می‌میرد. تعداد زنبوران نر در کندو معمولاً به حدود ۱۰۰ عدد می‌رسد.

زنبورعسل هم در جایگاه حشره و هم در جایگاه یک دام حائز اهمیت است. به گونه‌ای که در سال ۲۰۲۳ حدود ۸/۵ میلیارد دلار تولید عسل از تمام کلنی‌های جهان ثبت شده است؛ اما توجه به این نکته کافی است که ارزش افزوده زنبورعسل با گرده افشانی حدود ۱۴۳ برابر مجموع ارزش عسل و موم تولیدی آن است

(Levin et al., 1983). با این وجود زنبورعسل به عنوان یک حشره مفید برای اکوسیستم با چالش‌هایی همچون جرب واروا، سموم دفع آفات نباتی، تخریب زیستگاه طبیعی، تغییرات اقلیمی و ... روبه‌رو است که یکی از مهم‌ترین آن‌ها جرب واروا می‌باشد (Havard et al., 2020). در این راستا هدف از تدوین این مطالعه معرفی جرب واروا، بیان روش‌های مقابله با آن و همچنین بررسی کلی مقاومت‌های فنوتیپی و ژنتیکی ایجاد شده در جرب واروا و زنبورعسل و اصلاح‌نژاد آن است.

جرب واروا (*Varroa destructor*)

در بعضی از مطالعات به اشتباه به "جرب واروا"، "کنه واروا" گفته می‌شود؛ اما کلمه درست همان "جرب" است، چون یک Mite می‌باشد. این در حالی است که اخیراً اصطلاح دقیق و صحیحی که توسط انجمن کنه شناسی ایران تأیید شده است، "هرنا" می‌باشد، با این حال با توجه به این که در بیشتر منابع علمی موجود هنوز این اصطلاح خیلی به کار برده نشده است، در این مطالعه از عبارت "جرب" استفاده می‌شود. واروا یک جنس از جرب‌های اکتوپارازیت (*Ectoparasitic*) است که کلونی‌های زنبورعسل را در سراسر جهان آلوده می‌کند. جرب‌های ماده واروا بر روی بدن زنبورهای عسل بالغ زندگی می‌کنند و در سلول‌های نوزادان زنبورعسل در کنار شفیره‌های در حال رشد زنبورعسل تولیدمثل می‌کنند. جرب واروا حدود ۷۰ سال پیش توجهات را به خود جلب کرد، زمانی که گونهٔ اکنون دیستروکتور (*Varroa destructor*) از میزبان اصلی خود، زنبورعسل شرقی (*Apis cerana*) به زنبورعسل غربی (*Apis mellifera*) منتقل شد (Oldroyd et al., 1999). این جرب در زنبورعسل شرقی به دلیل همزیست شدن با این نژاد (محدود به زنبور نر) آسیب‌زا نبود؛ اما در نژاد تجاری زنبورعسل غربی با درگیر کردن زنبورهای کارگر مشکل‌ساز شد و به دلیل تجارت جهانی این نژاد زنبور، جرب در سراسر دنیا به جز کشور استرالیا و برخی از مناطق اروپای شمالی و جزایر خاصاً به امروز پخش شد. امروزه جرب واروا همچنان یک آفت بزرگ در جهان و زیان اقتصادی قابل توجه برای زنبورداری زنبورعسل غربی است (Rosenkranz et al., 2010). از سوی دیگر، زنبورهای عسل شرقی اثرات منفی کمتری از آلودگی به انگل متحمل می‌شوند و به طور کلی نیازی به مداخله انسانی ندارند (Lin et al., 2016). در واقع، *A. cerana* می‌تواند به عنوان گونه مقاوم به جرب توصیف شود، که در اینجا به عنوان توانایی کلنی آلوده به واروا برای بقا در بلندمدت، بدون روش‌های کنترلی

جرب واروآ در سلول‌های حاوی لاروهای کارگر و زنبورهای نر در حال رشد تولیدمثل می‌کنند (شکل ۲). سلول‌های نوزادان زنبورهای نر بزرگ‌تر هستند و مرحله لاروی و شفیرگی طولانی‌تری نیز دارند (۱۵ روز برای زنبورهای نر در مقابل ۱۱ روز برای کارگران)، که به این جرب اجازه می‌دهد تا در هر چرخه تعداد بیشتری فرزند تولید کند. واروآ در سلول‌های ملکه تولیدمثل نمی‌کنند زیرا ژل رویال، دفع‌کننده آن‌ها است و مرحله لاروی و شفیرگی ملکه‌ها بسیار کوتاه‌تر است (۷ روز). هنگامی که نوزادان زنبور عسل در کلنی حضور دارند، جرب‌های واروآ در سلول‌های پوشیده شده تولیدمثل می‌کنند، جایی که اغلب می‌توانند از درمان‌های شیمیایی فرار کنند.

روش‌های مقابله با جرب واروآ

در این مطالعه، سطوح مختلف روش‌های مدیریت یکپارچه آفات IPM (Integrated Pest Management) برای کنترل جرب واروآ بررسی و به طور خلاصه اثربخشی و تأثیرات منفی احتمالی هر روش مورد بحث قرار می‌گیرد.

۱. روش‌های زراعی (Cultural Approaches)

برای کنترل جرب واروآ روش‌های زراعی شامل استفاده از زنبورهای مقاوم به جرب واروآ، ارائه شانه‌های سلول کوچک و ایجاد وقفه در تولیدمثل زنبورها است. در این راستا، زنبورهای مقاوم به کنه شامل موارد زیر می‌باشند:

- **زنبورهای روسی:** این زنبورها توانایی کاهش تولید مثل جرب واروآ را دارند و درصد آلودگی به واروآ در لاروهای آن‌ها کمتر است.
- **زنبورهای دارای رفتار بهداشتی حساس به واروآ (VSH: Varroa Sensitive Hygiene):** این زنبورها می‌توانند لاروهای آلوده به واروآ را شناسایی و حذف کنند.
- **زنبورهای گازگیرنده (Ankle biters/leg chewers):** این زنبورها جرب واروآ را گاز می‌گیرند و به بدن یا پاهای آن‌ها آسیب می‌رسانند.

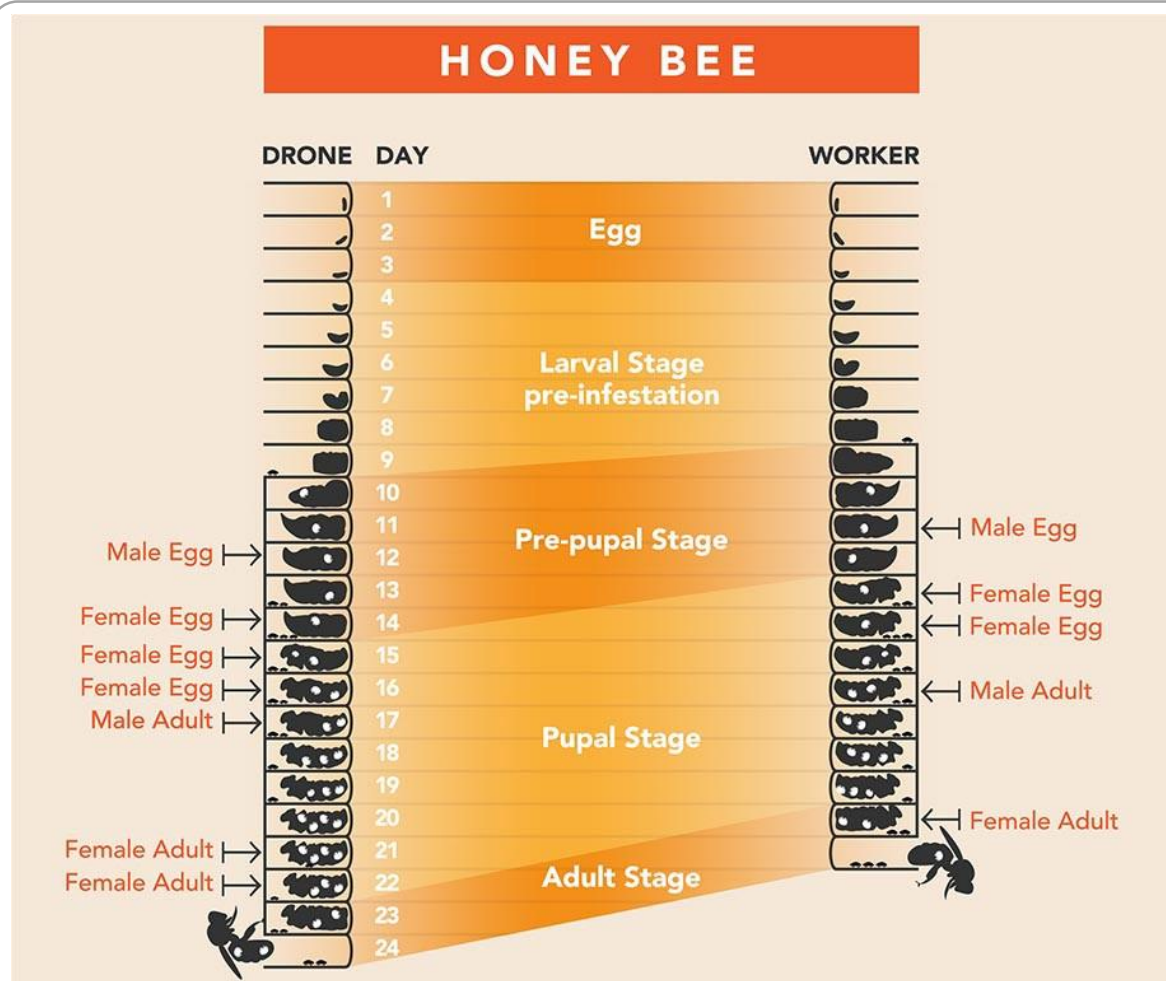
اعمال شده توسط انسان، در یک محیط معین تعریف می‌شود (Grindrod and Martin, 2021).



شکل ۱- جرب واروآ (*Varroa destructor*)

جرب واروآ از سه طریق انتقال ویروس‌ها، تأثیر بر کلنی و تأثیر بر روی میزبان (زنبور عسل) مخرب است:

- **انتقال ویروس‌ها:** باید توجه داشت که همواره ویروس‌های شناخته شده‌ای در کلنی حضور دارند. در این راستا، جرب واروآ چون بیشتر زنبورهای نر را آلوده می‌کند، باعث انتقال ویروس‌هایی همچون DWV (Deformed Wing Virus) و KBV (Kashmir Bee Virus) بین کلنی‌ها می‌شوند و همچنین می‌توانند آسیب‌های ناشی از بعضی بیماری‌های معمول زنبور عسل مانند نوزما (Nosemosis) تشدید کنند؛ علاوه بر این موارد اسپرم زنبورهای نر نیز با افزایش ویروس‌ها در کلنی، می‌تواند به ویروس آلوده گردد.
- **تأثیر بر کلنی:** مهم‌ترین تأثیر آلودگی به واروآ، کاهش قابل توجه قدرت زمستان‌گذرانی زنبورها است. آلودگی واروآ همچنین از دو طریق دیگر بر کلنی اثر می‌گذارد: (۱) کاهش توانایی پرواز و میزان تولید اسپرم در نرها که باعث اختلال در جفت‌گیری با ملکه و کاهش شانس انتقال ژنتیک پدر به نسل بعد می‌شود، و (۲) کاهش جمعیت کلنی‌ها که منجر به از دست دادن قدرت تولید نتاج بیشتر، کاهش گرده‌افشانی و تولید عسل می‌گردد.
- **تأثیر بر زنبورها:** زنبورهای آلوده در طول مراحل نوزادی معمولاً زنده می‌مانند، اما بعد از آن ممکن است مشکلات فیزیولوژیکی و ریخت‌شناسی در زنبورهای بالغ ایجاد شود. این مشکلات شامل کوچک شدن و ناقص ماندن غدد هیپوفارنژیال، کاهش طول عمر، کاهش وزن، بال‌های تغییر شکل یافته، کاهش مقاومت طبیعی در مقابل عفونت‌ها و افزایش مرگ و میر زنبورها می‌شود.



شکل ۲- چرخه زندگی جرب واروآ و زنبورهای عسل نر و کارگر. واروآ در سلول‌های شفیره در حال رشد تولیدمثل می‌کند. به دلیل رشد کندتر زنبورهای نر، این جرب ترجیحاً سلول‌های نر را آلوده می‌کنند که می‌توان از آن‌ها به عنوان تله استفاده کرد.

۲. روش‌های مکانیکی

برای کنترل جمعیت این جرب می‌توان از کندوی کفی مشبک، حذف لاروهای نر و پاشیدن پودر شکر استفاده کرد. برای حذف لاروهای نر از رفتار جذابیت سلول‌های نوزادی نر برای واروآ استفاده می‌کنند. با افزودن شان‌های نر به کلنی و حذف آن‌ها قبل از تولد زنبورهای نر (در مرحله شفیرگی)، انگل‌هایی که در سلول‌ها تولیدمثل می‌کنند، حذف می‌شوند. در رابطه با کندوی کفی مشبک (Screened bottom board) واروآها به طور طبیعی از روی زنبورها پایین می‌افتند و با استفاده از تخته‌های کف مشبک، واروآهایی که روی زمین افتاده‌اند، شانس دوباره چسبیدن به زنبور را از دست خواهند داد. همچنین پاشیدن پودر شکر (Powdered sugar) روی زنبورها باعث تحریک رفتار نظافت می‌شود و واروآهای بیشتری از سطح کندوپاکسازی می‌شوند.

۳. روش‌های شیمیایی

در این روش از مواد شیمیایی برای کنترل جرب واروآ استفاده می‌شود که خود شامل دو دسته سخت و نرم می‌باشد.

مواد شیمیایی نرم

- **اسید فرمیک:** به طور طبیعی در زهر زنبورعسل وجود دارد و در عسل نیز یافت می‌شود. این اسید در غلظت‌های بالا به داخل پوشش‌های مومی نفوذ کرده و جرب‌های بالغ را می‌کشد. این درحالی است که استفاده از آن به دما وابسته است و در دماهای بالای ۲۹/۵ درجه سانتی‌گراد می‌تواند به کلنی آسیب برساند.
- **اسید اگزالیک:** در گیاهانی مانند ریواس، کلم، چغندر و اسفناج یافت می‌شود. این اسید به دو شکل بخار و قطره‌ای برای کنترل کنه‌ها استفاده می‌شود و در دوره‌های فاقد نوزاد مؤثرتر است. باید توجه کرد که استفاده بیش از حد از این اسید می‌تواند به زنبورها آسیب برساند.

مواد شیمیایی سخت

▪ **آمیتراز:** محبوب‌ترین ماده شیمیایی در این دسته آمیتراز می‌باشد. این ماده در شکل اصلی خود به عنوان آلاینده در عسل یا موم باقی نمی‌ماند، اما برخی متابولیت‌های آن ممکن است باقی بمانند که می‌تواند به مرگ زنبورها منجر شود.

▪ **فلووالینات:** فلووالینات یک حشره‌کش و کنه‌کش از گروه پیروتریئیدها است که با نام‌های تجاری مختلف مانند Mavrik و Apistan در بازار عرضه می‌شود. این ماده در کندوهای زنبور عسل، فضای سبز و گلخانه‌ها استفاده می‌شود. در کندوها، زنبورهایی که در تماس با نوارهای پلاستیکی حاوی فلووالینات هستند، این ماده سطح بیرونی بدن آن‌ها را پوشش می‌دهد و انگل‌های موجود را از بین می‌برند (Tsigouri et al., 2001).

▪ **فلومترین:** فلومترین یک آفت‌کش از خانواده پیروتریئیدها است که به طور خاص برای کنترل کنه‌ها در کلنی‌های زنبور عسل طراحی شده است. این ترکیب تحت نام تجاری Bayvarol عرضه می‌شود و با تأثیر سریع روی سیستم عصبی کنه‌ها، باعث فلج شدن و مرگ آن‌ها می‌شود.

▪ **کومافوس:** کومافوس یکی از آفت‌کش‌های ارگانوفسفره است که برای کنترل کنه واروآ در زنبور عسل استفاده می‌شود. این آفت‌کش با تأثیر بر آنزیم کولین استراز، کنه‌ها را از بین می‌برد و به حفظ سلامت کلنی‌های زنبور عسل کمک می‌کند.

مقاومت به داروها

مقاومت جرب واروآ نسبت به داروهای شیمیایی یکی از چالش‌های بزرگ و پیچیده در زنبورداری مدرن است. این مقاومت به دلیل استفاده مکرر و نادرست از داروها به وجود آمده است و باعث کاهش اثربخشی درمان‌ها و افزایش هزینه‌های زنبورداران شده است. این مسئله باعث شده است که کنه‌ها به مرور زمان به این داروها عادت کنند و ژن‌های مقاوم در جمعیت آن‌ها گسترش یابد. به علاوه، استفاده از داروهای شیمیایی می‌تواند به محیط زیست و سلامت زنبورها آسیب برساند.

برای بررسی مکانیسم مقاومت جرب واروآ به آمیتراز که در زنبورستان‌های فرانسه و ایالات متحده آمریکا مشاهده شده است، گیرنده‌های اکتوپامین (Octopamine) و تیرامین (Tyramine) به عنوان اهداف شناخته‌شده آمیتراز در این گونه شناسایی و معرفی شدند. مقایسه توالی‌های به دست آمده از جرب‌های جمع‌آوری

شده از زنبورستان‌های مختلف با رژیم‌های درمانی مختلف نشان داد که جایگزینی اسید آمینه N87S یا Y215H در گیرنده OctβR با شکست‌های درمانی گزارش شده در زنبورستان‌های فرانسه یا ایالات متحده آمریکا مرتبط است (Rodríguez et al., 2022). همچنین در ایالات متحده آمریکا نیز جهش از تیروزین به هیستیدین در موقعیت آمینواسیدی (Y215H) در گیرنده β2-octopamine در جرب‌های واروآ که به آمیتراز مقاوم هستند، گزارش شده است (Rinkevich et al., 2023).

اصلاح‌نژاد

اصلاح‌نژاد به معنای تغییر ویژگی‌های موجودات زنده به منظور تقویت یک یا چند صفت مطلوب از طریق انتخاب و جفت‌گیری کنترل شده توسط انسان است. این فرآیند همچنین به عنوان انتخاب مصنوعی شناخته می‌شود. با توجه به مطالب ذکر شده بهترین راه حل برای کنترل جرب واروآ استفاده از علم اصلاح‌نژاد است. اصلاح‌نژاد از دو جهت به عنوان سرمایه‌گذاری مطرح می‌شود:

۱. **همیشگی بودن،** یعنی اثرات مستقل ژن‌ها که قابلیت انتقال از والدین به فرزندان را دارند (در طول نسل‌ها).
۲. **افزایشی بودن،** یعنی پیشرفت نسل جدید به پیشرفت نسل‌های قبل اضافه می‌شود (اثرات و پیشرفت باهم جمع می‌شوند).

ایده انتخاب ژنتیکی برای زنبورهای مقاوم اندکی پس از تهاجم جهانی جرب واروآ و سپس به دنبال آن مشاهده این که چندین جمعیت می‌توانند در حضور جرب واروآ بدون درمان زنده بمانند، مطرح گردید. مانند زنبور عسل‌های آفریقایی (Morettoe et al., 1995).

صفت معیار (Indicator Trait) در اصلاح‌نژاد به ویژگی اطلاق می‌شود که به عنوان یک نماینده برای یک صفت هدف استفاده می‌شود. این صفات معمولاً زمانی استفاده می‌شوند که اندازه‌گیری مستقیم صفت هدف دشوار، زمان‌بر و یا پُر هزینه باشد. بنابراین، صفت معیار باید به گونه‌ای انتخاب شود که با صفت هدف همبستگی قوی و مثبت داشته باشد. چون صفت خاصی برای مقاومت به جرب واروآ وجود ندارد، بنابراین باید از صفات معیار استفاده کرد.

برای تأثیر بیشتر پیشرفت انتخاب باید سه فاکتور زیر در نظر گرفته شوند:

نوزادان متولد شده بر سطح آلودگی می‌تواند تأثیرگذار باشد. در این راستا، تغییرات در تعداد نوزادان متولد شده می‌تواند منجر به توزیع ناهمگن جرب‌ها در داخل کلنی شود. این امر بر بیان صفاتی مانند رفتار بهداشتی حساس به واروآ (VSH) و نظافت گری تأثیر می‌گذارد. آفات و عوامل بیماری‌زای دیگر، مانند لارو پروانه موم خوار و مورچه‌ها نیز می‌توانند بر رفتار بهداشتی حساس به واروآ (VSH) تأثیرگذار باشند. نوع ویروس‌های منتقل شده توسط جرب که جمعیت‌های زنبورعسل را آلوده می‌کنند، می‌تواند بر سطح آلودگی و بقا نقش بسزایی داشته باشد. از طرف دیگر، ریتم‌های فصلی و عوامل محیطی نیز بر دقت و قابلیت اطمینان اندازه‌گیری این صفات تأثیر دارند.

عامل محدودکننده دیگر وراثت‌پذیری می‌باشد. وراثت‌پذیری معیاری است که نشان می‌دهد چه مقدار از تغییرات واریانس مشاهده شده ناشی از واریانس اثرات افزایشی یا اثر مستقل ژن‌ها است. برای بسیاری از این صفات به دلیل پایین بودن تعداد رکوردهای ثبت شده و یا محدودیت در تعداد مکان‌ها برای جمع‌آوری نمونه‌ها، توانایی برای تمایز بین اثرات ژنتیکی افزایشی و غیر افزایشی محدود شده است و ممکن است منجر به بیش‌برآورد تخمین وراثت‌پذیری (Over Estimation) شود (Villegaset al., 2006). به این دلیل با توجه به این که حدود چهار دهه از انتخاب زنبورعسل‌های مقاوم به جرب واروآ سپری می‌شود، هنوز هم داده‌های کافی برای ارزیابی این دستاوردها و شناسایی میزان پیشرفت ژنتیکی و بررسی نقاط قوت و ضعف استراتژی‌های انتخاب اجرا شده در دسترس نمی‌باشد (Guichard et al., 2020).

وضعیت مکانیزم‌های مقاومتی زنبورهای عسل ایرانی در برابر جرب واروآ

پژوهشگران طرح اصلاح‌نژادی زنبورعسل کشور در راستای اصلاح صفات اقتصادی زنبورعسل ایرانی نظیر تولیدعسل، رفتارهای تهاجمی و بچه دهی در طی سال‌های گذشته تلاش نموده و به موفقیت‌هایی در این زمینه رسیده‌اند، به طوری که کلنی‌های اصلاح‌شده تفاوت معنی‌داری با کلنی‌های شاهد/کنترل داشته‌اند. با این وجود در این کلنی‌ها تا به حال انتخابی در جهت مقاومت به آفات و امراض از جمله جرب واروآ صورت نگرفته است. نتایج ارزیابی رفتارهای بهداشتی نشان داد که ۳۵ درصد از کلنی‌های طرح جامع اصلاح‌نژاد زنبورعسل ایرانی بهداشتی بوده و اقدام به تخلیه بیش از ۹۵ درصد از شفیره‌های کشته شده کرده‌اند (نجف‌قلیان، ۱۳۸۸).

۱. صفات معیار باید واریانس ژنتیکی افزایشی بالایی داشته باشند و باید با هدف انتخاب همبستگی کافی داشته باشند.

۲. اثر محیطی بر روی بروز صفت را باید در نظر گرفت.

۳. فراتر از ملاحظات نظری، محدودیت‌های عملی استراتژی‌های انتخاب در طول اجرا را هم باید در نظر گرفت.

برای این منظور چندین صفت در جمعیت‌هایی که به طور طبیعی زنده مانده‌اند مشاهده شده است (Mondet et al., 2020). این صفات یا باعث کاهش تولیدمثل و یا بقای جرب واروآ در سلول‌های نوزادان زنبورعسل می‌شوند و یا این که باعث کاهش سطح آلودگی زنبورهای بالغ می‌شوند. صفات کلیدی که در این راستا باید در نظر گرفته شوند، شامل موارد زیر هستند:

- **عدم تولیدمثل جرب (MNR: Mite non-reproduction):** با شمارش تعداد فرزندان متولد شده از هر جرب مادر که نوزاد کارگر را آلوده می‌کند، اندازه‌گیری می‌شود (Mondet et al., 2020).
- **رفتار بهداشتی حساس به واروآ (Varroa Sensitive Hygiene):** نشان‌دهنده توانایی کارگران بالغ برای حذف نوزادان آلوده به جرب واروآ است (Martinet et al., 2019).
- **باز و بسته کردن مجدد درپوش سلول‌ها (Uncapping-recapping):** با اندازه‌گیری تعداد سلول‌هایی که در آن‌ها درپوش مومی توسط کارگران بالغ باز و دوباره بسته شده است، محاسبه می‌گردد (Martinet et al., 2019).
- **رفتار بهداشتی نسبت به نوزادان مرده (Hygienic behavior towards dead brood):** نرخ حذف نوزادان کشته شده توسط کارگران بالغ را ارزیابی می‌کند (Hoffmann et al., 1996).
- **مدت زمان مرحله پس از درپوش‌گذاری (Post-capping stage duration):** مدت زمانی که برای تولیدمثل جرب واروآ با هدف کاهش تعداد فرزندان زنده جرب‌ها در دسترس است، گفته می‌شود (Harbo, 1992).
- **رفتار نظافت گری (Grooming):** توانایی کارگران بالغ برای حذف و احتمالاً زخمی کردن و کشتن جرب‌هایی که آن‌ها یاکنند را آلوده می‌کنند (Rosenkranz et al., 2010). دقت اندازه‌گیری صفات مقاومت در کلنی‌های زنبورعسل در برابر جرب واروآ تحت تأثیر عوامل مختلفی قرار می‌گیرد. تعداد

نتیجه گیری کلی

با توجه به چالش‌های جدی که جرب واروآ برای کلنی‌های زنبور عسل ایجاد می‌کند، بهترین راه‌حل برای مقابله با این آفت، اصلاح‌نژاد زنبورهای عسل به منظور افزایش مقاومت آن‌ها است. اگرچه این روش هزینه‌بر است و نیاز به زمان و منابع زیادی دارد، اما مزایای بلند مدت آن بسیار بیشتر از معایب آن است. اصلاح‌نژاد می‌تواند به طور قطعی و غیرقابل برگشت مقاومت زنبورها را در برابر جرب واروآ افزایش دهد و به این ترتیب، نیاز به مداخلات مکرر و پرهزینه را کاهش دهد. در مقابل، روش‌های دیگر مانند استفاده از مواد شیمیایی و روش‌های مکانیکی دارای معایب قابل توجهی هستند؛ برای مثال استفاده مداوم از مواد شیمیایی برای کنترل جرب واروآ می‌تواند منجر به ایجاد مقاومت در جرب‌ها شود. علاوه بر این، این مواد ممکن است به زنبورها، محیط زیست و انسان‌ها به عنوان مصرف‌کننده محصولات زنبور عسل آسیب برسانند و کیفیت عسل تولیدی را نیز تحت تأثیر قرار دهند. استفاده از روش‌های مکانیکی در کلنی‌ها می‌تواند به کاهش آلودگی جرب واروآ کمک کند، اما این روش نیز به تنهایی کافی نیست و نیاز به ترکیب با روش‌های دیگر دارد. همچنین، این روش نیازمند آموزش و آگاهی بخشی گسترده به زنبورداران است. بنابراین، اصلاح‌نژاد زنبورهای عسل به عنوان راه‌حلی پایدار و مؤثر برای مقابله با جرب واروآ پیشنهاد می‌شود. این روش می‌تواند به طور قطعی و غیرقابل برگشت مقاومت زنبورها را افزایش دهد و بهبود قابل توجهی در سلامت و بهره‌وری کلنی‌ها ایجاد کند. همکاری بین پژوهشگران، زنبورداران و نهادهای مرتبط برای اجرای این راهکار ضروری است.

منابع

- نجف قلیان، ج. ۱۳۸۸. *استفاده از صفات سرپوش برداری، حذف لاروهای و جنابیت جهت ایجاد مقاومت ژنتیکی زنبور عسل به کنه واروآ*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تهران، صفحه ۸۶.
- Britannica, T. Editors of Encyclopaedia (2024, July 19). "Honeybee. Encyclopedia Britannica." Available at: <https://www.britannica.com/animal/honeybee>
- Grindrod, I., and Martin, S. J. (2021). "Parallel evolution of Varroa resistance in honey bees: a common mechanism across continents?". *Proceedings. Biological Sciences*, 288(1956), 20211375.
- Guichard, M., Dietemann, V., Neuditschko, M., and Dainat, B. (2020). "Advances and perspectives in selecting resistance traits against the parasitic mite Varroa destructor in honey bees." *Genetics Selection Evolution*, 52, 1-22.
- Harbo, J. R. (1992). "Breeding honey bees (Hymenoptera: Apidae) for more rapid development of larvae and pupae." *Journal of Economic Entomology*, 85(6), 2125-2130.
- Havard, T., Laurent, M., and Chauzat, M. P. (2019). "Impact of stressors on honey bees (Apis mellifera; Hymenoptera: Apidae): Some guidance for research emerge from a meta-analysis." *Diversity*, 12(1), 7.
- Hernandez-Rodriguez, C.S., Moreno-Marti, S., Almecija, G., Christmon, K., Johnson, J., Ventelon, M., Vanengelsdorp, D., Cook, S.C., and Gonzales-Cabrera, J. (2021). "Resistance to amitraz in the parasitic honey bee mite Varroa destructor is associated with mutations in the B-adrenergic like octopamine receptor." *Journal of Pest Science*, 1-17.
- Hoffmann, J. A., Reichhart, J. M., and Hetru, C. (1996). "Innate immunity in higher insects." *Current Opinion in Immunology*, 8(1), 8-13.
- Levin, M. D. (1983). "Value of bee pollination to US agriculture." *Bulletin of the ESA*, 29(4), 50-51.
- Lin, Z., Page, P., Li, L., Qin, Y., Zhang, Y., Hu, F., Neumann, P., Zheng, H., and Dietemann, V. (2016). "Go East for Better Honey Bee Health: Apis cerana is faster at Hygienic Behavior than A. mellifera." *PLoS One*, 11(9), e0162647.
- Martin, N., Hulbert, A. J., Brenner, G. C., Brown, S. H. J., Mitchell, T. W., and Else, P. L. (2019). "Honey bee caste lipidomics in relation to life-history stage and the long life of the queen." *The Journal of Experimental Biology*, 222(24), 207043.
- Mondet, F., Beaufrepire, A., McAfee, A., Locke, B., Alaux, C., Blanchard, S., Danka, B., and Le Conte, Y. (2020). "Honey bee survival mechanisms against the parasite Varroa destructor: a systematic review of phenotypic and genomic research efforts." *International Journal for Parasitology*, 50(6-7), 433-447.
- Moretto G., Gonçalves L.S., and De Jong D. (1995). "Analysis of the F1 generation, descendants of Africanized bee colonies with differing defense abilities against the mite Varroa jacobsoni, Rev. Brasil. "Genet. 18, 177-179.
- Oldroyd, B. P., Hailing, L., & Rinderer, T. E. (1999). "Development and behaviour of anarchistic honeybees." *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 266(1431), 1875-1878.
- Rinkevich, F. D., Moreno-Martí, S., Hernández-Rodríguez, C. S., and González-Cabrera, J. (2023). "Confirmation of the Y215H mutation in the $\beta 2$ -octopamine receptor in Varroa destructor is associated with contemporary cases of amitraz resistance in the United States." *Pest Management Science*, 79(8), 2840-2845.
- Rosenkranz, P., Aumeier, P., & Ziegelmann, B. (2010). "Biology and control of Varroa destructor." *Journal of Invertebrate Pathology*, 103, 1, 96-S119.
- Tsigouri, A. D., Menkissoglu-Spiroudi, U., Thrasyvoulou, A. (2001). "Study of taufluvinate persistence in honey." *Pest Management Science*, 57: 467-471.
- Villegas, A. J., and Villa, J. D. (2006). "Uncapping of pupal cells by European bees in the United States as responses to Varroa destructor and Galleria mellonella." *Journal of Apicultural Research*, 45(4), 203-206.

Publisher Note

Animal Science Students Scientific Association, Campus of Agriculture and Natural Resources at the University of Tehran

Submit Your Manuscript:

https://domesticjs.ut.ac.ir/contacts?_action=loginForm



Scientific-Extensional Article

Phenotypic and Genetic Resistance in Varroa Mites and Honey Bees

Seyed Midia Pirkhezranian^{1*}, Seyed Reza Miraei-Ashtiani^{2*} , Mostafa Sadeghi² and Farzad Ghafouri³ ¹ M.Sc. Student of Animal and Poultry Breeding & Genetics, Department of Animal Science, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Alborz, Iran² Professor of Animal Breeding and Genetics, Department of Animal Science, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Alborz, Iran³ Associate Professor of Animal Breeding and Genetics, Department of Animal Science, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Alborz, Iran³ Ph.D. Student of Animal and Poultry Breeding & Genetics, Department of Animal Science, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Alborz, Iran <https://doi.org/10.22059/domesticsj.2025.386894.1174>

Abstract

Honey bees (*Apis mellifera*) are crucial pollinators in the agricultural ecosystem, known for their extensive genetic diversity across the globe. In a colony, they are categorized into three groups: worker bees, queens, and drones. The Varroa mite (*Varroa destructor*) is a significant challenge facing honey bees. This parasite not only transmits viruses but also diminishes the population and ability of bees to fly. Furthermore, bees infected by Varroa experience various physiological and morphological issues. One of the primary concerns in modern beekeeping is the Varroa mite's resistance to chemical drugs, which has developed due to the frequent and often improper use of chemical drugs for Varroa mite control. This resistance has led to diminished treatment effectiveness and increased costs for beekeepers. Several approaches can be employed to manage Varroa mites, including cultural, mechanical, and chemical methods. Cultural approaches involve using Varroa-resistant bee strains and interrupting bee reproduction cycles. Mechanical methods include implementing mesh floorboards and removing male cells. Chemical methods encompass the use of formic acid and oxalic acid as soft chemicals, while Amitraz serves as a hard chemical option. Currently, Selective breeding is being explored as a viable solution for controlling Varroa mites. This approach focuses on selecting bees that exhibit resistance traits, such as non-reproduction of mites, Varroa-sensitive hygiene, Uncapping-recapping cells, hygienic behavior towards dead brood, post-capping stage duration, and grooming behavior. The accuracy of measuring these traits can be influenced by various factors, including the amount of brood produced, pests and pathogens, types of viruses transmitted, and environmental factors. In Iran, researchers have made attempts to enhance the economic traits of local honey bee breeds. However, there has been no selection made specifically for resistance to pests and diseases, including the Varroa mite.

Keyword(s): Breeding, Genetic resistance, Honey bee, Phenotypic resistance, Varroa mite

AnimSSAUT

*Corresponding Author E-mail: midia.pirkezranian@gmail.com and ashtiani@ut.ac.ir

Section: Honey Bee Breeding

Associate Editor: Dr. Masoumeh Naserkheil

Received: 12 Dec 2024

Revised: 15 Jan 2025

Accepted: 14 Jan 2025

Published online: 04 Mar 2024

Citation: Pirkhezranian, S. M., Miraei-Ashtiani, S. R., Sadeghi, M., Ghafouri, F. Phenotypic and Genetic Resistance in Varroa Mites and Honey Bees. *Professional Journal of Domestic*, 2025; 24(4): 29-36.* This article was accepted at the 1st International & 2nd National Conference of Domestic Journal, University of Tehran.