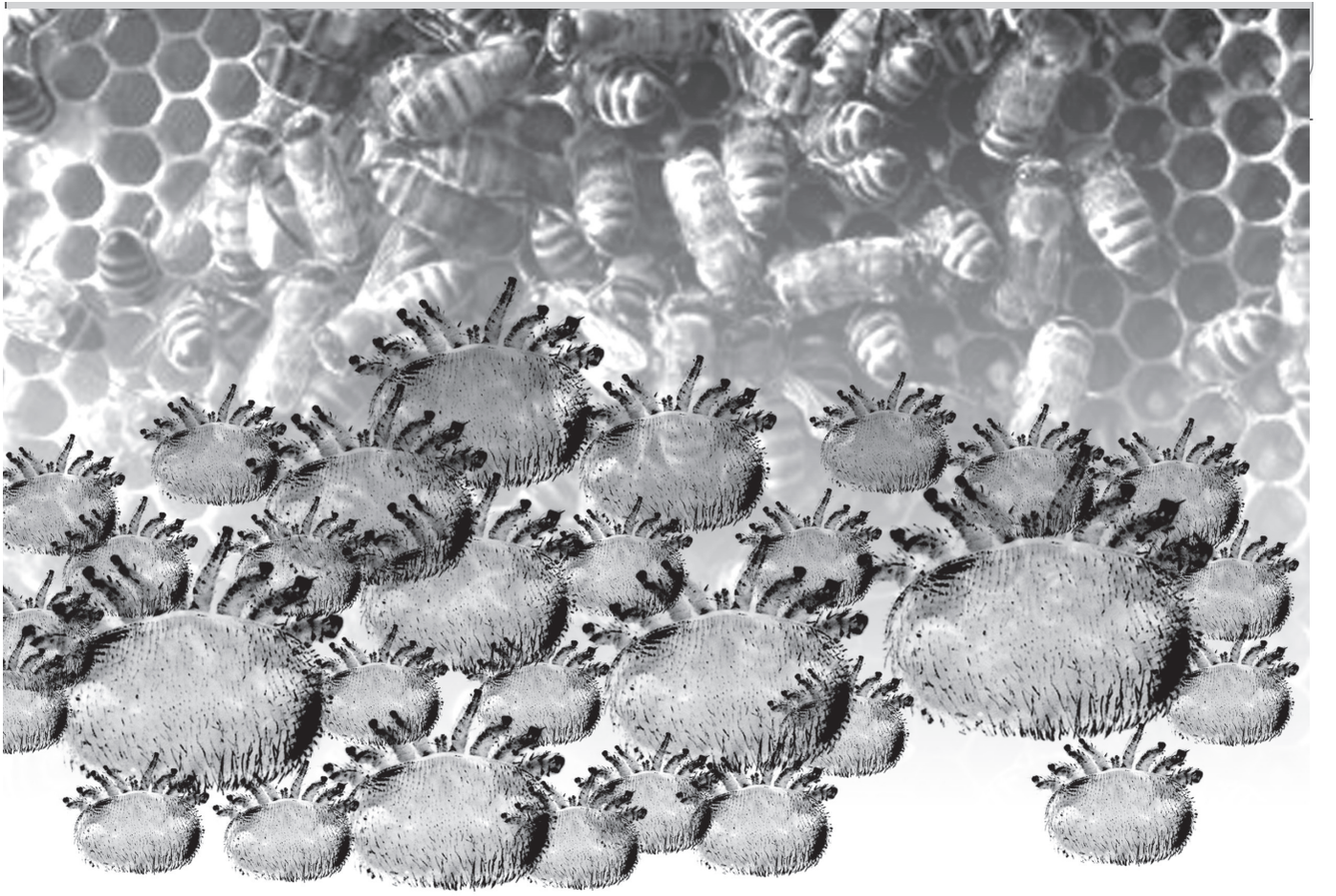


اهمیت رفتار بهداشتی کلنی‌های زنبور عسل در مقاومت به کنه‌ی واروآ

سیده بانو حسینی: دانشجوی کارشناسی ارشد ژنتیک و اصلاح نژاد دام دانشگاه زنجان

غلامحسین طهماسبی: استاد پژوهش مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور

مراد پاشا اسکندری نسب: دانشیار گروه علوم دامی دانشگاه زنجان

محمد بابایی: مربی پژوهش مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور

مقدمه

زندگی اجتماعی درون کلنی‌ها همراه با محیط لانه نسبتاً ثابت که در آن هزاران فرد در کنار یکدیگر در تعامل هستند و حضور منابع ذخیره‌ای شهد و گرده، زنبوران عسل را اهدافی جذاب برای عوامل بیماری‌زا و انگل‌ها قرار داده است (۱۱). زنبوران عسل دنیا با انواع بیماری‌های انگلی و بیماری‌زایی دست به گریبان هستند. از عوامل بیماری‌زای زنبور عسل، ویروس‌ها، باکتری‌ها، قارچ‌ها، پروتوزئرها و ریکتسیاها می‌باشند که در این میان می‌توان به بیماری‌های لوک آمریکایی[1]، لوک اروپایی[2]، لاروگچی[3]، فلجی حاد و مزمن[4] و نوزما[5] اشاره نمود که سالانه خسارات جبران ناپذیری را به این حرفه وارد می‌کنند. از خطرناک‌ترین آفات زنبور عسل می‌توان به کنه‌ها اشاره کرد. تا کنون بیش از ۱۵۰ گونه کنه در ارتباط با زنبور عسل شناسایی شده است. کنه واروآ جدی‌ترین خطر برای زنبوران عسل به خصوص نژاد اروپایی زنبور عسل معمولی است که گسترش جهانی دارد. این کنه ابتدا از طریق زنبوران هندی به نقاط مختلف آسیا و سپس اروپا وارد شده و در حال حاضر در سراسر جهان انتشار یافته است (۱). در زنبوران عسل معمولی، کنه‌ی واروآ هم بر روی نوزادان کارگر و نر وهم زنبوران بالغ فعالیت دارد و خسارات اقتصادی زیادی را برای پرورش دهندگان این گونه به علت تغذیه از همولنف زنبوران نوزاد و بالغ، انتقال عوامل بیماری‌زای ویروسی، ضعیف

1.American Foul Brood (AFB)

2.European Foul Brood (EFB)

3 .Chalk brood

4.Acute and Chronic Bee Paralysis Virus

5. Nosema

شدن و نابودی کلنی به همراه داشته است (۲و۴).

مهاجرت‌های کنترل نشده‌ی زنبوران توسط انسان منجر به گسترش کنه‌ی واروآ به سراسر جهان شده به طوری که در سال‌های اخیر به اوج خود رسیده است تا جایی که می‌توان آن را خطر جدی برای صنعت زنبورداری در قرن حاضر به حساب آورد. آلودگی زیاد به کنه‌ی واروآ باعث کاهش شدید جمعیت کلنی، کاهش تولید عسل، کاهش موفقیت تولید مثلی ملکه و تنوع جمعیت‌های زنبور عسل و کاهش تعداد زنبوران نر شده است. برخی کلنی‌های زنبور عسل کمتر تحت تاثیر کنه قرار می‌گیرند ولی بعضی با وجود جمعیت بالای کارگران از بین می‌روند. ساماتار[1] و همکاران (۱۹۹۸) مرگ و میر زنبوران به علت هجوم کنه‌ی واروآ در کلنی‌های درمان نشده را نزدیک به ۱۰۰ درصد بیان نمودند (۳۳). بنابر گزارش سانفورد (۱۹۹۶) کلنی‌های زنبور عسل مدیریت شده‌ای که در فصل زمستان در اثر آلودگی به کنه‌ی واروآ از بین رفته‌اند، ۱۳ میلیون کلنی در سراسر جهان تخمین‌زده شده است که معادل یک چهارم جمعیت تجاری زنبور عسل است (به نقل از ۳۹). بنا بر گزارش بال (۱۹۹۴)، بال و آلن[2] (۱۹۸۸) تغذیه کنه از همولنف زنبور به عنوان یک ناقل آلودگی ویروسی است که باعث خسارت شدید به کلنی‌های زنبور در سطح گسترده‌ای از جهان شده است (۷ و۸). اخیراً کنه‌ی واروآ به عارضه ی ناپایداری کلنی[3] (CCD) به عنوان یک وکتور بیماری در سطح گسترده نسبت داده شده است که باعث ناپدیدشدن و از دست دادن سریع جمعیت زنبوران کارگر بالغ می شود (۳ و۴۱).

در مدیریت صحیح و اقتصادی، کاهش هزینه‌ها و افزایش تولید، نقش مهم و بسزایی ایفا می‌کند که بخش عمده‌ای از آنرا کنترل آفات و بیماری‌ها تشکیل می‌دهد. قبل از اقدام به مبارزه با آفات باید به تشخیص دقیق آفات از نظر سیکل زندگی، عادات و رفتار، بررسی نقش آن در اکوسیستم و تخمین انبوهی جمعیت آفت، ، نوع و میزان خسارت و بررسی سطح زیان اقتصادی آن توجه نمود اخیرا روش های جدیدی برای کنترل آفات کشاورزی در حال اجرا است که بنام مدیریت تلفیقی آفات یا کنترل تلفیقی شناخته می شود. مدیریت تلفیقی آفات یک راهبرد مبتنی بر اساس اکولوژیکی کنترل آفات می باشد که بیشتر بر کنترل طبیعی استوار است. در این روش در صورت ضرورت از سموم شیمیایی استفاده خواهد شد. لذا در راستای کنترل و مبارزه با آفات، شکارچیان و بیماری های زنبور عسل توصیه می شود تا از طریق غیر شیمیایی از جمله کنترل فیزیکی و تهیه توده های مقاوم زنبور عسل به انگل ها و پاتوژن ها استفاده شود (۱).

یکی از مهمترین مکانیسم‌های دفاعی زنبور عسل در برابرآفات و بیماری ها که در برنامه های اصلاح نژاد زنبور عسل مورد توجه قرار گرفته،

1. Sammataro
2. Ball and Allen
3. Colony Collapse Disorder (CCD)

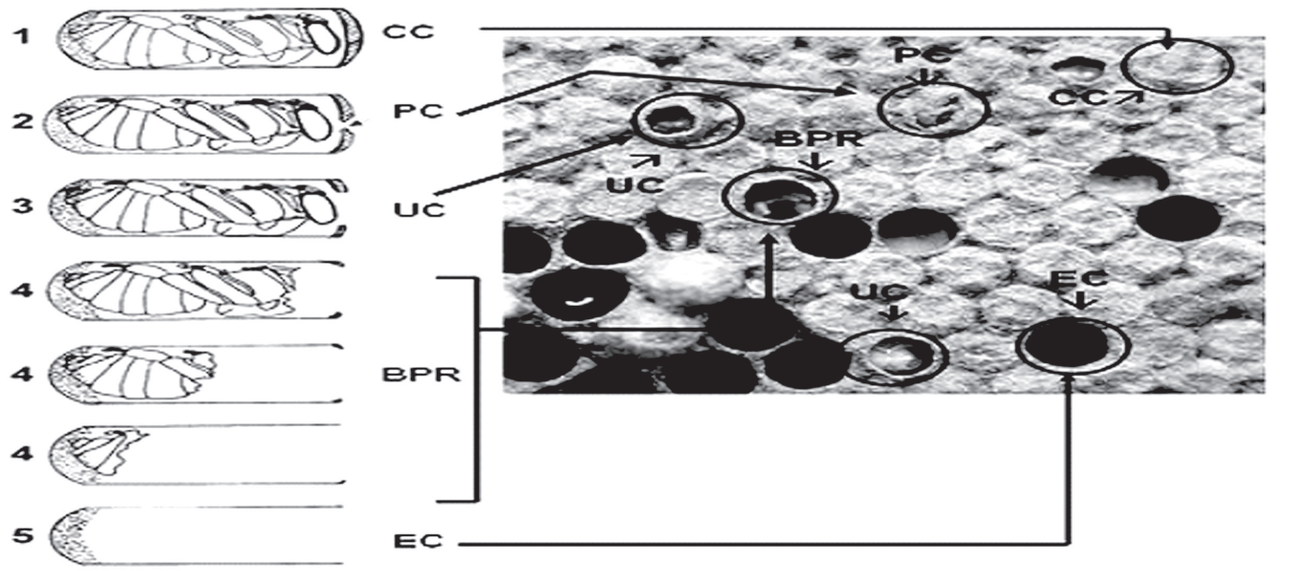
رفتار بهداشتی[4] می باشد. این رفتار توسط زنبوران کارگر کلنی جهت دفاع در برابر انواع بیماری‌های نوزادان نظیر لوک آمریکایی، لارو گچی و کنه‌ی واروآ انجام می‌گیرد. رفتار بهداشتی شامل تشخیص نوزاد مرده، آلوده و یا غیر طبیعی درون سلول و به دنبال آن درپوش‌برداری[5] و تخلیه‌ی نوزاد[6] می‌باشد (۹، ۱۵ و۲۸) .کلنی‌هایی که بیش از ۹۵ درصد نوزاد مرده، آلوده یا غیر طبیعی را در کمتر از ۴۸ ساعت از کندو حذف نمایند، کلنی‌های بسیار بهداشتی محسوب می‌شوند (۶ و ۲۸). رفتار بهداشتی پاسخ ویژه‌ی زنبور عسل به منظور نظافت کلنی از لاروهای آلوده و بیمار است و الزاماً هر کلنی که چنین خصوصیتی داشته باشد یک کلنی مقاوم به بیماری و انگل نخواهد بود (۳۴). نباید تصورکرد زنبوران عسلی که برای رفتار بهداشتی اصلاح می‌شوند دیگر نیاز به دارو ندارند. اما در این زنبوران نیاز کمتری به مصرف داروهای شیمیایی جهت درمان انواع بیماری ها وجود دارد و هر گونه کاهش در مصرف انواع سموم و داروهای شیمیایی در کلنی‌ها منجر به کاهش خطر آلودگی در عسل و سایر فرآورده‌های کندو و کاهش هزینه‌های تولید برای زنبورداری تجاری می‌گردد (۳۶).

رفتار بهداشتی برای اولین بار توسط پارک[7] و همکاران (۱۹۳۷) به عنوان مکانیسمی برای کنترل بیماری لوک آمریکایی (AFB)[8] مورد توجه قرار گرفت (به نقل از ۴۴). اصطلاح رفتار بهداشتی را اولین بار روتن بوهلر[9] در سال ۱۹۵۶ برای توانایی درپوش‌برداری و حذف نوزادان آلوده از کندوتوسط زنبوران کارگر بکار برد. روتن بوهلر در سال ۱۹۶۴ یک مجموعه شش قسمتی از مقالات در خصوص ژنتیک رفتارهای بهداشتی در زنبوران عسل منتشر کرد و نشان داد که این رفتار یک صفت مغلوب است که توسط دو ژن مستقل مغلوب کنترل می‌شود (به نقل از ۴۴) . کرین[10] و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند که اساس ژنتیکی رفتارهای بهداشتی بسیار پیچیده است و ژن‌های زیادی در بروز این صفت نقش دارند (۱۹). استانمیروویک و پجوویک[11] (۲۰۰۲) نشان دادند که بروز رفتارهای بهداشتی نمی‌تواند توسط چند جایگاه محدود توصیف شود، بلکه به صورت پلی ژنیک کنترل می‌گردد (۳۸).

توالی رفتار بهداشتی

رفتارهای بهداشتی برای ادامه حیات جمعیت زنبور عسل بسیار حائز

4 .Hygienic behavior
5 .Uncapping
6. Removing
7. Park
8. American Foul Brood (AFB)
9 .Rothenbuhler
10. Keryn
11. Stanmirovic and Pejovic



شکل ۱- مراحل رفتار بهداشتی (۱۵).

اهمیت هستند. زیرا این رفتارها از توسعه‌ی بیماری‌های نوزادان و رشد جمعیت کنه‌ی واروآ در کلنی جلوگیری می‌کنند. رفتارهای بهداشتی به وسیله‌ی عوامل ژنتیکی کنترل می شوند ولی تحت تاثیر شرایط مختلف آب و هوایی(نظیر رطوبت و دما) و همچنین شرایط کلنی بسیار متغیر می‌باشند (۱۶). بنا بر گزارش اسپیواک[1] (۱۹۹۶) زمان درپوش‌برداری و تخلیه‌ی اکثر سلول‌های آلوده به کنه، چهار تا هفت روز پس از بسته شدن سلول می‌باشد (۳۵). رفتار بهداشتی شامل سه مرحله است:

سوراخ کردن (که در این مرحله زنبوران یک یا دو سوراخ کوچک در درپوش سلول شفیره ایجاد می‌کنند)، درپوش‌برداری و تخلیه‌ی نوزاد. بنا بر گزارش گراماکو و گونکالوز (۲۰۰۹a) تنوع زیادی در توالی رفتارهای بهداشتی زنبوران مشاهده می شود که عبارتند از: سلول در پوشیده (CC)[2]، سلول خالی (EC)[3]، سوراخ کردن سلول (PC)[4]، درپوش برداری سلول (UC)[5]، مجموعBP+UC+PC ، حذف نوزاد به طور قسمتی (جزء به جزء) (BPR)[6] و سلول خالی (EC) معمولاً کارگران شفیره‌های مرده را از طریق خوردن آنها[7] حذف می‌نمایند. حذف نوزاد به صورت جزء به جزء توسط کارگران، بیشتر در کلنی‌هایی با رفتار بهداشتی پایین‌تر رخ می‌دهد (۱۵).

اساس ژنتیکی رفتار بهداشتی

مطالعات انجام شده بر روی اساس ژنتیکی رفتار بهداشتی زنبوران عسل به خوبی نشان می‌دهد که این رفتار تحت کنترل عوامل ژنتیکی است. پارک (۱۹۳۶) توانست زنبوران عسلی را انتخاب کند که به بیماری لوک آمریکایی مقاوم‌تر بودند و متوجه شد که این صفت تا حدی با سطوح بالاتر رفتار بهداشتی همراه است(۲۷). دو دهه بعد و پس از انجام مطالعاتی که توسط روتن بوهلر (۱۹۶۴a) انجام گرفت، ماهیت ژنتیکی رفتار بهداشتی نشان داده شد (۳۰). روتن بوهلر (۱۹۶۴b) پیشنهاد نمود که این رفتار به وسیله‌ی آلل‌های مغلوب در دو ژن تحت تاثیر واقع می‌شود و نشان داد که این رفتار یک صفت مغلوب است. وی دوجایگاه ژنی را برای بروز آن پیشنهاد کرد، یک جایگاه منجر به درپوش‌برداری (u) و جایگاه دیگر منجر به تخلیه‌ی سلول حاوی لارو مرده (r) می‌گردد (۳۱).

نحوه کار روتن بوهلر بدین صورت بود که وی با عمل انتخاب در یک جامعه دو لاین در دو جهت مختلف تشکیل داد. یک لاین (مقاوم) که لاروهای مرده و آلوده را به سرعت تخلیه می‌کرد و لاین دیگر (حساس) که لاروهای مرده و آلوده را با سرعت کمی تخلیه می‌نمود. سپس این دو لاین با یکدیگر تلاقی داده شدند. نتایج تحقیقات بر روی این دو لاین هم‌خون نشان داد که ممکن است دو جایگاه ژنی در بروز تفاوت‌های ژنتیکی این صفت درگیر باشد. یکی از جایگاه‌ها در تنظیم درپوش‌برداری و دیگری تخلیه‌ی سلول نقش دارند. لاین مقاوم برای دو جایگاه مغلوب می باشد (uu,rr) که هم درپوش سلول را بر می‌دارد و هم بقایای سلول را خارج می‌کند. لاین حساس برای دو آلل در این آزمایش هموزیگوت غالب بود (UU,RR). هیبریدهای F_1 برای این دو جایگاه، هتروزیگوت می‌باشند. تلاقی حاصل از آمیزش برگشتی، چهار گروه با فراوانی‌های یکسان ایجاد می‌کند. یک گروه یا کلاس(uu,rr) که برای هر دو جایگاه ژنی هموزیگوت می‌باشد. گروه(uu,Rr) برای یک جایگاه ژنی هموزیگوت مغلوب (درپوش‌برداری) ولی برای جایگاه دیگر هتروزیگوت غالب است (تخلیه‌ی باقی مانده سلول

1.Spivak
2.Capped cell
3.Empty cell
4.Punctured cell
5.Uncapped cell
6.Brood partially removed
7.Cannibalism

با سـرعت کم). گـروه (Uu,rr) برای یک جایـگاه هتروزیگوت غالب (عدم درپوش‌برداری) و برای جایگاه دیگر هموزیگوت مغلوب است (تخلیه‌ی باقی مانده سلول). گروه (Rr,Uu) برای هر دو جایگاه هتروزیگوت هستند. یعنی نه درپوش برداری می‌کنند و نه سلول را تخلیه می‌نمایند (۴۲).

موریتز در سـال ۱۹۸۸ یک مدل سه جایگاهی (u,r_1,r_2) را برای رفتار بهداشتی پیشنهاد کرد، یک جایگاه منجر به درپوش‌برداری (u) و دو جایگاه دیگر منجر به تخلیه سلول (r_2,r_1) می‌گردد (۱۸،۱۹و ۴۴). کرین و همکاران (۲۰۰۲) از طریـق روش های مولکولـی و تهیه نقشه‌های ژنتیکی[1](QTL)، هفـت جایگاه صفت کمی را برای رفتار بهداشـتی پیشـنهاد کردند که هر یک تنها ۹ تا ۱۵ درصد تنوع فنوتیپی مشـاهده شده در جمعیت را کنترل می‌کنند (۱۹). مطالعات اخیر نشـان می‌دهد که توارث رفتار بهداشـتی به صورت پلی ژنیک (تحت تاثیر چند ژن) می باشد (۱۸).

تاثیر ترکیب ژنتیکی کلنی بر میزان رفتار بهداشتی

آراتی و اسـپیواک (۲۰۰۱) طی تحقیقـی از طریق ایجاد کلنی‌هایی با سـاختار سنی نرمال اما با نسـبت‌های متفاوت زنبوران، متعلق به لاین‌های بهداشتی و غیر بهداشتی، عملکرد رفتار بهداشتی را مورد بررسی قرار دادند. آنان چهار کلنی با صفر، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ درصد زنبوران کارگر متعلق به لاین بهداشـتی ایجاد کردند. نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل رفتار زنبوران نشان داد که عملکرد رفتار بهداشتی به نسبت زنبوران بهداشتی در کلنی بستگی دارد و ترکیـب ژنوتیپی کلنی بر عملکرد و مکانیسـم های رفتار بهداشـتی موثر اسـت. کلنی های حاوی ۱۰۰ درصد زنبوران بهداشتی در انجام کار با وجود عدم پشـتکار با کیفیت بیشتری عمل نمودند. در کلنی با ۵۰ و ۱۰۰ درصد زنبوران بهداشـتی، رفتاربهداشـتی به زیر کارهایی(درپوش برداری و تخلیه) تقسیم بندی شد، بعضی زنبوران درپوش برداری را در شدت بالاتری از تخلیه محتویات سـلول انجام دادند. طبق پیشنهاد این محققین عملکرد رفتار بهداشـتی و تقسـیم بندی آن به زیر کارها تحت تاثیر آسـتانه پاسخ زنبوران کارگر می باشد (۵).

تشـکیلات جوامع حشـرات در دو سطح می‌باشند: سـطح انفرادی که با یک کارگر، مجموعه‌ای از فعالیت‌ها انجام می‌شـود و سطح کلنی که در آن، فعالیت‌ها با فعل و انفعالات پیچیده در میان افراد کلنی انجام می‌گیرد (۱۱). مشـخصات رفتاری کارگران در یک کلنی به وسـیله‌ی فعالیت جمعی آنان تعیین می‌گردد. مطالعات تقسـیم کار در زنبور عسل معمولی نشان می‌دهد که کارگران، کارها را بر اساس سن تعریف می‌نمایند. این حالت در کلنی‌ها یک سیسـتم بسیار انعطاف‌پذیر است که منعکس کننده‌ی توانایی کارگران در پاسـخ دائمی به نیازهای در حال تغییر اسـت که توسط عوامل داخل و خـارج کلنی تعیین می‌گردد. عوامل مؤثر بـر این انعطاف‌پذیری عبارتند از: تغییرات سـطوح هورمونی، تنوع ژنوتیپی برای انجام کار، آسـتانه‌ی پاسـخ کارگران به محرک کار و تقاضا برای انجام کار. زنبوران کارگر در انجام رفتار بهداشـتی، انعطاف‌پذیری قابل توجهی در پاسخ‌های خود به عوامل محیطی کلنی نشـان می‌دهند. درحالی که عامل بالقوه انجام رفتار بهداشتی به طور ژنتیکـی تعیین می‌گردد، تقسـیم‌بندی رفتار بهداشـتی به زیـر فعالیت‌ها می‌تواند تحت تاثیر محیط کلنی قرار گیرد. شـواهدی تاثیر ترکیب ژنوتیپی کلنی بر رفتار بهداشـتی را نشان می‌دهند که عبارتند از: میزان پشتکار در انجام رفتار بهداشتی، تقسیم‌بندی رفتار بهداشتی به زیرکارها، سن زنبوران بهداشتی، بازده رفتار بهداشتی (۵).

عوامل موثر بر بروز رفتار بهداشتی

زنبوران عسـل قادر به تشـخیص حتی تک سلول حاوی شفیره یا لارو مرده، بیمار یا غیر طبیعی درون سلول های نوزاد می‌باشند (۹). اما با وجود تحقیقات بسـیار در این خصوص هنوز روشـن نیست که چه مکانیسم‌هایی (عامل فیزیکی و شیمیایی) مسـئول شناسایی و حذف نوزاد مرده، آلوده یا آسـیب دیده درون سلول‌ها هستند و یا چگونه زنبوران به حذف نوزاد اقدام می‌نمایند (۱۵و ۲۲). بیان رفتار بهداشـتی تحت تاثیر عوامل محیطی (دما، رطوبت، شـرایط شان، جریان شهد و ...)، عوامل شیمیایی (فرمون‌ها، بوهای نوزاد مرده، بوهای کنه‌ی انگلی و ...)، عوامل فیزیکی (جنبش‌ها، ارتعاش، نور و ...) و همچنین اثر متقابل بین همه‌ی این عوامل می‌باشـد (۱۷). با توجه به مطالعات انجام شده بر روی جنبه‌های مختلف رفتار بهداشتی، نشانه‌های بویایی، عامل اصلی تشـخیص نوزاد غیر طبیعی درون سـلول درپوشـیده اسـت (۱۵). آراتـی[2] و همکاران (۲۰۰۰) بروز رفتـار بهداشتی را مربوط به آستانه‌ی پاسخ زنبوران و توانایی آنان در درک یا مشاهده حالت ضروری در آشـکار نمودن و انتقال شـفیره‌های مرده می‌دانند. آستانه پاسخ به محرک، پایه‌ی ژنتیکی داشـته و در کارگرانی که دارای آسـتانه‌ی پاسـخ به محرک پایین‌تری باشند، در صورت آغاز وقوع حالت غیر طبیعی می‌توانند شروع به درپوش‌برداری از سلول‌های شفیره نمایند (۶). اسپیواک (۱۹۹۶) نشان داد رفتار بهداشتی درپوش برداری سلول‌ها و تخلیه‌ی شفیره‌ها در زمان آلودگی به دو کنه نسـبت به زمانی که یک کنه درون سلول‌های شفیره وجود دارد، بیشـتر صورت می‌گیرد. به طوری که تخلیه‌ی شفیره‌های آلوده به یک کنه، ۴۵/۵ درصد و در صورت آلودگی با دو کنه، ۶۹/۶ درصد بوده اسـت (۳۶). بنـا بر گزارش موندراگون[3] و همکـاران (۲۰۰۵) بیشترین میزان بروز رفتار بهداشـتی تخلیه‌ی نوزادان، در شـرایطی که جمعیت کندو و کنه واروآ در سطح پایینتری بود و جریان شهد متوقف شده بود، مشاهده شد (۲۲). این مشاهـده با نتیجـه گیری اسپیواک و گیلیـام[4](۱۹۹۳) که گزارش نمودند بروز رفتار بهداشـتی وابسته به توانایی کلنی و شرایط محیطی نظیر جریان عسل است (۳۷)، وهمچنین با نتایج تحقیق نجفقلیان و همکاران (۲۰۱۱a)

1 .Quantitative trait loci

2. Arathi
3. Mondragon
4. Spivak and Gilliam

که نشـان دادند انـدازه‌ی جمعیت زنبوران عسـل، عامل موثـری در بروز رفتاربهداشتی است (۲۴)، مشابه نبود. مسترمن[1] و همکاران (۲۰۰۰) سطح و میزان رفتار بهداشتی در کلنی را وابسته به عوامل ژنتیکی و فیزیولوژیکی زنبوران در یک کلنی دانسته و معتقدند شرایط عصبی- هورمونی، در شروع یا کنترل این رفتارها مؤثر اسـت و شـرایط محیطی شـامل هر دو جنبه‌ی داخل و خارج کلنی می‌تواند بر میزان رفتار بهداشـتی انجام شـده در یک کلنی تاثیرگذار باشد (۲۱).

زنبوران مقاوم به کنه‌ی واروآ

بنـا بر گزارش بوچلر[2] (۱۹۹۴) چندیـن ویژگی در میزان تحمل زنبوران عسـل در برابر کنه‌ی واروآ دخیل می‌باشـند که عبارتنـد از: جلوگیری از تولیـد مثل کنه‌های ماده، رفتار بهداشـتی، رفتـار نظافت‌گری، طول دوره شـفیرگی و جذابیت لارو. جلوگیـری از تولید مثل کنه‌ها احتمالاً مهم‌ترین مکانیسـم مقاومـت به واروآ در نظـر گرفته می‌شـود (۱۰). این ویژگی در زنبوران عسـل آفریقایی، اروپایی و غربی با درجات متفاوت مشـاهده شده اسـت (۲۳). بنا بر گـزارش روتنر[3] و همکـاران (۱۹۸۴) کلنی‌های هیبرید نژادی از *A.m.ligustica*، *A.m.carnica* و *A.m.iberica* در اروگوئه، سـطوح پایینی از آلودگی را با وجود درصد بالای هجوم ماده‌های بارور (۶۰ تا ۹۰ درصد) حفظ کرده‌اند (۳۲). عدم تولید مثل کنه‌ی واروآ در کلنی‌های زنبور عسل معمولی توسط اگوآراز[4] و همکاران (۱۹۹۴) در آرژانتین گزارش شده است. همه کلنی‌های آلوده به کنه حتی بدون درمان زنده ماندند. این کلنی‌هـا حداقل ۴۰ درصد کنه‌های ماده غیر بارور داشـته‌اند(۱۲). گزارش مشابهـی نیـز توسط پاپـاس[5] (۱۹۹۲) بیان شد. دو تـا از کلنی‌های زنبور عسـل معمولی او برای هشت سـال بدون درمان با کنه‌ی واروآ آلوده شدند و در حـدود ۶۳ و ۶۷ درصـد ماده‌های غیـر تولید مثلی نشـان دادند. در طول چهار سـال اول، هجوم کنه در این دو کلنی، زیر ۱۰ درصد باقی ماند (۲۶). بنـا بر گزارش ریتـر[6] و همکاران (۱۹۹۰) مقاومت بـه کنه واروآ در زنبـوران *A.m.intermissa* در تونس دیده شـده اسـت. ریتر حدود ۳۰ تـا ۵۰ درصد کنه‌های ماده غیر بارور پیدا نمود کـه یکی از دلایل افزایش زنده‌مانی کلنی‌ها بود (۲۹ و ۲۰).

سهم رفتار بهداشتی در کنترل جمعیت کنه‌ی واروآ

بـر اساس مطالعات فریز[7] و همکـاران (۱۹۹۷) رفتار بهداشتی از سه راه موجب کاهش جمعیت کنه‌ی واروآ می‌گردد:

۱- رفتار بهداشتی باعث افزایش دوره‌ی فورتیک، محدودیت رشد جمعیت کنه‌ها و تولید کنه‌های نابالغ می‌شود. جذابیت نوزادان در کلنی‌های زنبورانی که اقدام به رفتار بهداشتی می‌نمایند، کم است و کنه‌ها مدت بیشتری را بر روی زنبوران بالغ سـپری می‌کنند تا پیش از شفیرگی وارد سلول‌های نوزاد زنبور گردند. از طرفی زنبوران مسـئول رفتار بهداشـتی به علت قوی بودن حس بویایی، سـریعاً اقدام به تخلیه‌ی شـفیره‌ها می‌کنند و از آن جایی که کنه‌هـای نوزاد هنوز بالغ نشـده‌اند، پس از تخلیه‌ی شـفیره‌ی آلوده از بین خواهنـد رفت. با حذف کنه‌های نابالغ، رشـد جمعیـت کنه محدود خواهد شد.

۲- در زمـان درپوش برداری و تخلیه‌ی شـفیره‌های آلوده از سـلول‌ها، کنه‌ها توسـط زنبوران بهداشـتی آسـیب دیده و از بین می‌روند. در نتیجه مرگ و میر کنه‌ی مولد افزایش می‌یابد.

۳- به علت حذف شـفیره‌های آلوده، جمعیت کنه‌های تولیدی به ازاء هر کنه‌ی ماده بالغ، کاهش می‌یابد (۱۴).

پاسخ ژنوم زنبور عسل به کنه‌ی واروآ

ناواجاز و همکاران (۲۰۰۸) طی تحقیقی تفاوت‌های میان ژن در دو کلنی مقـاوم و دو کلنی حسـاس به کنه‌ی واروآ را مـورد ارزیابی قرار دادند. آنان مجموعـه‌ای از ۱۴۸ ژن شناسـایی کردند که بیان متفاوتی داشـتند : ۳۲ تنوع با حضور کنه‌ی واروآ، ۱۱۶ تنوع با ژنوتیپ زنبور و ۲ تا با هردو. کنه‌ی واروآ باعث تغییراتی در بیان ژن مرتبط با رشـد جنینی، متابولیسم سلول و ایمنـی می‌گردد. تحمل زنبوران به واروآ عمدتاً به وسـیله‌ی تفاوت‌هایی در بیان ژن‌های تنظیم کننده رشد عصبی، حساسیت عصبی و بویایی مشخص می‌گردد. تفاوت‌ها در بویایی و حساسـیت به محرک، دو پارامتری هسـتند که می‌توانند حداقل در بخشـی سـبب تحمل زنبور عسـل به کنه‌ی واروآ گردند. تفاوت‌ها در بویایی ممکن اسـت بـا افزایش رفتارهای نظافت‌گری و بهداشتی مرتبط باشد. این نتایج نشان می‌دهد که تفاوت‌ها در رفتار، بیشتر از سیسـتم ایمنـی زمینه‌ی تحمل به واروآ را فراهـم می کند و از تغییرات فیزیولوژیکی خاص موجود در زنبوران آلوده دلالت می‌کند. مکانیسـم‌های زیربنایی تفاوت‌های ژنتیکی برای تحمل به کنه‌ی واروآ شناخته نشده است. شناخت این مکانیسم‌ها ممکن است به ابزار جدید مولکولی جهت تشخیص کنـه‌ی واروآ و اصلاح نژاد انتخابی زنبوران عسـل مقـاوم به کنه در صنعت زنبورداری منجر گردد (۲۵).

بـا توجه به معایـب و اثرات مخرب کنه‌کش‌های شـیمیایی، اخیراً توجه زیادی به اصلاح نژاد زنبوران عسل مقاوم به کنه صورت گرفته است. راه‌حل دراز مدت برای کاهش جمعیت کنه یا کاهش اثر عوامل بیماری‌زای ثانویه، توسعه مقاومت ژنتیکی جمعیت‌های زنبور عسل به این انگل است و پژوهش و پشتکار بیشتر در این زمینه مورد نیاز است (۴۳). در حال حاضر به ناچار درمان‌های شـیمیایی برای کنترل کنه‌ی واروآ در مدیریت زنبوران عسـل جهـان ضروری هسـتند (۳۹). در بحث کاربرد مواد شـیمیایی هم عقیده

1 .Masterman
2 .Buchler
3 .Ruttner
4 .Eguaras
5.Papas
6.Ritter
7. Fries

بر این اســت که در وضعیــت طغیان آفات و بیماری هــا، در صورت نیاز از مواد شــیمیایی مطمئن تر که خطرات و اثرات سوء زیست محیطی کمتری را در پی دارند، اســتفاده شــود (۱). لیکن در درازمدت بررســی و تحقیق بر روی مکانیســم‌های مقاومت ژنتیکی زنبورعسل مخصوصا رفتار بهداشتی برای تعیین اســتراتژی اصــلاح نژادی به منظور ایجــاد لاین‌های مقاوم در برابــر کنه‌ی واروآ و برخــی بیماری‌های مهم مانند لوک آمریکایی و انتخاب کلنی‌های برتر از نظر این صفات ضرورتی انکار ناپذیر است.

منابع مورد استفاده

۱. بحرینی، ر. ۱۳۸۶. انگل شناسی و آسیب شناسی زنبور عسل. انتشارات آییژ، ۲۱۷ صفحه.

2. Anderson, D. and Trueman, J. 2000. *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroide) is more than one species. Journal of Experimental Applied Acarology. 24: 165-189.
3. Anderson, D. East, I. J. Cox-Foster, D. Conlan, S. Holmes, E. C. Palacios, G. Kalkstein, A. Evans, J. D. Moran, N. A. Quan, P. L. Geiser, D. Briese, T. Hornig, M. Hui, J. Vanengelsdorp, D. Pettis, J. S. and Lipkin, W. I. 2008. The latest buzz about colony collapse disorder. Journal of original scientific research. 319: 724–725.
4. Antonio, M. 2002. *Varroa destructor* infestation impact on *Apise mellifera carnica* capped worker brood production, bee population and honey storage in a Mediterranean climate. Journal of Apidologie. 33: 271-281.
5. Arathi, H. S. and Spivak, M. 2001. Influence of colony genotypic composition on the performance of hygienic behaviour in the honey bee, *Apis mellifera* L. Journal of Animal Behaviour. 62: 57–66.
6. Arathi, H. S. Burns, I. and Spivak, M. 2000. Ethology of hygienic behaviour in the honey bee *Apis mellifera L.* (Hymenoptera: Apidae): behavioral repertoire of hygienic bees. Journal of Ethology. 106: 1-15.
7. Ball, B. V. 1994. Host–parasite–pathogen interactions. Journal of International Bee Research Association . 218: 5–11.
8. Ball, B. V. and Allen, M. F. 1988. The prevalence of pathogens in honey bee *(Apis mellifera*) colonies infested with the parasitic mite *Varroa jacobsoni.* Journal of Annual Applied Biology. 113: 237–244.
9. Boecking, O. and Spivak, M. 1999. Behavioral defenses of honey bee againt *varroa jacobsoni oud.* Journal of Apidologie. 30: 141-158.
10. Büchler, R. 1994. V arroat olerance in honey-bees-occurence,c haracters and breeding. Journal of Bee World. 7554-70.
11. Calderone, N. W. and Page, R. E. 1991. Evolutionary genetics of division of labor in colonies of the honey bee (*Apis mellifera*). Journal of American Naturalist. 138: 69–92.
12. Eguaras, M. Marcangeli, J. Fernandez, N. and Garcia, O. 1994. Are there honey bees which are resistant to *Varroa* disease*?* Journal of Colmenar.1: 9-11.
13. Evans, J. D. Aronstein, K. Chen, Y. P. Hetru, C. Imler, J. L. Jiang, H. Kanost, M. Thompson, G. J. Zou, Z. and Hultmark, D. 2006. Immune pathways and defence mechanisms in honey bees *Apis mellifera.* Journal of Insect Molecular Biology. 15 (5): 645–656.
14. Fries, I. Camazine S. and Sneyd, J. 1997. Pupulation dynamics of *varroa jacobsoni* : a model and a review. Journal of Bee World. 75:5-28.
15. Gramacho, K. P. and Gonçalves, L. S. 2009a. Sequential hygienic behavior in Carniolan honey bees (*Apis mellifera carnica*). Journal of Genetics and Molecular Research. 8 (2): 655-663.
16. Gramacho, K. P. and Gonçalves, L. S. 2009b. Comparative study of the hygienic behavior of Carniolan and Africanized honey bees directed towards grouped versus isolated dead brood cells. Journal of Genetics and Molecular Research. 8 (2): 744-750.
17. Gramacho, K. P. Gonçalves, L. S. Rosenkranz, P. and De Jong, D. 1999. Influence of body fluid from pin-killed honey bee pupae on hygienic behavior. Journal of Apidologie. 30: 367-374.
18. Katia, P. and Spivak, M. 2003. Differeces in olfactory sensitivity and behavioral responses among honey bees bred for hygienic behavior. Journal of Behavioral Ecoogy and Sociobiology 54: 472-479.
19. Keryn, L. Oldroyd, B. P. and Spivak, M. 2002. Seven suggestive quantitative trait loci influence hygienic behavior of honey bees. Journal of Naturwissenschaften. 89: 565–568.
20. Kulincevic, J. M. Deguzm, L.I. and Rindered, E. 1997. Selection of honey bees tolerant or resistant to *varroa jacobsoni.* Journal of Ciheam-options Mediterraneennes. 21: 59-75.
21. Masterman, R. Smith, H. and Soivak, M. 2000. Evalaution Brood odor discrimination abilities in hygienic honey bee *(Apis*

mellifera) using proboscis extension reflex conditioning. Journal of insect behavior. 13: 87-101.

22. Mondragon, L. Spivak, M. and Andame, R. 2005. Amultifactorial study of resistance of honey bees *Apis mellifera* to the mite *Varroa destructor* over one year in Mexico. Journal of EDP Sciences. 36: 345-358.
23. Moritz, R. F. A. 1988. Heritability of the postcapping stage in *Apis mellifera* and its relation to Varroatosis resistance. Journal of Herid. 76: 267-270.
24. Najafgholian, J. Thahmasbi, G. Pakdel, A. and Nehzati, G. 2011a. Effect of population size on the expression of hygienic behavior in the Iranian honey bee *(Apis. mellifera meda*). Journal of Biotecnology Resources. 2(04): 364-373.
25. Navajas, M. Migeon, A. Alaux, C. Martin-Magniette, M. L. Robinson, G. E. Evans, J. D. Cros-Arteil, S. Crauser, D. and Le Conte, Y. 2008. Differential gene expression of the honey bee *Apis mellifera* associated with *Varroa destructor* infection. Journal of BMC Genomics. 9: 301.
26. Papas, N. 1992. Varroa egg-laying in worker honey brood during the year. Journal of Melissokomiki Epitheorisi. 6: 386-388.
27. Park, O. W. 1936. Disease resistance and American foulbrood. Journal of American Bee. 74: 12–14.
28. Perez-Sato, J. A. Chaline , N. Martin, S. J. Hughes, W. H. O. and Ratnieks, F. L. W. 2009. Multi-level selection for hygienic behaviour in Honey beesb Heredity. Journal of Heredity. 102: 609–615.
29. Ritter, W. Mitchell, P. Bartholdi, M. and Schwendemann, A. 1990. Development of tolerance to *Varroa jacobsoni* of bee colonies in Tunisia. Journal of Apidologie.
30. Rothenbuhler, W. C. 1964a. Behavior genetics of nest cleaning in honey bees. I. Responses of four inbred lines to disease-killed brood. Journal of Animal Behaviour. 12: 578–583.
31. Rothenbuhler, W. C. 1964b. Behavior genetics of nest cleaning in honey bees. IV. Responses of four inbred lines to disease-killed brood. Journal of American Zoologist. 4: 111-123.
32. Ruttner, F. Marx, H. and Marx, G. 1984. Beobachtungen über eine möglicheAnpassung v*on Varroa jacobsoni an Apis mellifera* L. in Uruguay. Journal of Apidologie. 15: 43-62.
33. Sammataro, D. DeGrandi Hoffman, G. Needham, G. and Wardell, G. 1998. Some volatile plant oils as potential control agents for varroa mites (Acari: Varroidae) in honey bee colonies (Hymenoptera: Apidae). American Bee. Journal 138: 681–685.
34. Spivak M. and Reuter G. S. 1998b. Performance of hygienic honey bee colonies in a commercial apiary. Journal of Apidologie. 29: 291–302.
35. Spivak, M. 1996. Honey bee hygienic behavior and defense against *Varroa jacobsoni*. Journal of Apidologie. 27: 245-260.
36. Spivak, M. and Reuter, G. S. 2001. *Varroa jacobsoni* infestation in untreated honey bee (Hymenoptera: Apidae) colonies selected for hygienic behavior. Journal of Economic Entomo*l.* 94: 326–331.
37. Spivak, M. and Gilliam, M. 1993. Facultative expression of hygienic behaviour of honey bees in relation to disease resistance. Journal of Apicultural Research. 32: 147–157.
38. Stanmirovic, Z. and Pejovic, D. 2002. Hygienic behavior in disease resistance of two honey bee. ecogeographic varieties (*Apis mellifera carnica*) from Serbia. Journal of Apiacta. 1: 1-4.
39. Tu, S. Qiu, X. Cao, L. Han, R. Zhang, Y. and Liu, X. 2010. Expression and characterization of the chitinases from Serratia marcescens GEI strain for the control of *Varroa destructor*, a honey bee parasite. Journal of Invertebrate Pathology. 104(2):75-82.
40. Unger, P. and Guzman-Novoa, E. 2010. Maternal Effects on the Hygienic Behavior of Russian *3* Ontario Hybrid Honeybees *(Apis mellifera L.).* Journal of Heredity. 101(1): 91–96.
41. Van Englesdorp, D. Hayes, J. Underwood, R. M. and Pettis, J. 2007. A survey of honey bee colony losses in the US, fall 2007 to spring 2008. Journal of PLoS ONE. 3: 40-71.
42. Wilkes, K. and Oldroyd, B. 2002. Breeding Hygienic disease resistant bees. Journal of RIRDC project No. US-39A.
43. Wilkinson, D. Thompson, H. M. and Smith, G. C. 2001. Modelling biological approaches to controlling Varroa populations. American Bee Journal.141: 511–516.
44. Wilson-Rich, N. Spivak, M. Fefferman, N. H. and Starks ,P. T. 2009. Genetic, Individual, and Group Facilitation of Disease Resistance in Insect Societies. Journal of Annual Review Entomology. 54: 405–23.