



از تغذیه تا بیماری: چالش‌های زنبورهای عسل (*Apis mellifera*) در دنیای امروز

۲

لیلا قره داغی^{۱*}، فرهاد پرنیان خواجه دیزج^۱، عطااله رحیمی^۲

۱- استادیار بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تبریز، ایران

۲- استادیار بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کردستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، سنندج، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۲/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۳/۰۶

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22034/HBSJ.2025.368878.1187

رایانامه: gharehdaghi.leila103@gmail.com



چکیده

چرخه‌ای معیوب همدیگر را تقویت می‌کنند؛ تغذیه نامناسب سیستم ایمنی زنبورها را تضعیف می‌کند و بیماری‌ها با تخلیه ذخایر بدن، سوءتغذیه را تشدید می‌کنند. مطالعات نشان می‌دهد تنوع غذایی (استفاده از گرده‌های متنوع) هم ایمنی زنبورها را تقویت می‌کند و هم مقاومتشان در برابر بیماری‌ها را

زنبورهای عسل با دو چالش اصلی روبه‌رو هستند: کاهش منابع غذایی به دلیل تغییر در سیستم کشاورزی و شیوع بیماری‌ها و آفات مانند کنه واروآ و نوزما. این عوامل در





می‌کنند (Brodschneide and Crailsheim, 2010). تحقیقات نشان داده‌اند که زنبورها ترجیح می‌دهند از گل‌های با گرده متنوع استفاده کنند، چرا که این تنوع باعث افزایش طول عمر آن‌ها می‌شود (Keller et al. 2005). با این حال، گرده همه گل‌ها به یک اندازه مغذی نیستند. گرده و شهد برخی از گل‌ها، حتی گل‌های محصولات کشاورزی رایج، مواد مغذی کافی برای زنبورها را فراهم نمی‌کنند (Dolezal and Toth, 2018).

متأسفانه، تغییرات گسترده در کاربری زمین، مانند تبدیل مراتع طبیعی به زمین‌های کشاورزی یا مناطق شهری، دسترسی زنبورها به منابع غذایی متنوع را محدود کرده است (Potts et al. 2010). این تغییرات تأثیر مستقیمی بر سلامت زنبورها دارد. برای مثال، کندوهای که در مناطق کشاورزی صنعتی قرار دارند، اغلب تلفات بیشتری را تجربه می‌کنند (Naug, 2009) و ذخایر اجسام چربی بدنی کمتری برای زمستان‌گذرانی دارند (Dolezal et al. 2016). البته، این رابطه همیشه به این سادگی نیست. در برخی مناطق، کشاورزی فشرده با کاهش کیفیت گرده و تولید عسل همراه است (Donkersley et al. 2014). در حالی که در مناطق دیگر، مانند بخش‌هایی از غرب آمریکا، کندوها در مناطق کشاورزی، عسل بیشتری تولید می‌کنند (Sponsler et al. 2015). با این حال، یک چیز واضح است: دسترسی به منابع غذایی مناسب و تنش‌های تغذیه‌ای از بزرگ‌ترین چالش‌هایی هستند که زنبورهای عسل امروزه با آن روبرو هستند (Brodschneider and Crailsheim, 2010).

علاوه بر چالش‌های تغذیه‌ای، زنبورهای عسل با تهدیدات جدی از سوی آفات و بیماری‌ها نیز مواجه هستند. آن‌ها میزبان انواع عوامل بیماری‌زا، از قبیل ویروس‌ها، باکتری‌ها، قارچ‌ها و انگل‌ها هستند. یکی از مخرب‌ترین این عوامل، کنه‌ی واروآ است. این انگل نه تنها به زنبورهای بالغ و شفیره‌ها آسیب می‌زند، بلکه ویروس‌های خطرناکی را نیز به زنبورها منتقل می‌کند (Dolezal and Toth, 2018). ترکیب کنه‌ی واروآ و ویروس‌ها، که به عنوان مجموعه واروآزیس شناخته می‌شود، یکی از اصلی‌ترین دلایل از بین رفتن کلنی‌های زنبور عسل در سراسر جهان است (Di Prisco et al. 2016).

علاوه بر این، قارچ *Nosema ceranae* که روده‌ی زنبورها را آلوده می‌کند، می‌تواند طول عمر آن‌ها را کاهش داده و حتی باعث مرگ کلنی‌ها شود (Eiri et al. 2015). بیماری‌های

افزایش می‌دهد. با این حال، تبدیل مراتع به زمین‌های کشاورزی، دسترسی به منابع غذایی باکیفیت را محدود کرده است. راه حل این بحران، "احیای زیستگاه‌های طبیعی" از طریق کاشت گیاهان بومی، ایجاد سیستم‌های گلدهی فصلی متنوع، و کشت گیاهان مغذی است. تجربه موفق فرانسه با ۴۰٪ بهبود سلامت زنبورها، اثربخشی این اقدامات را تأیید می‌کند. همچنین، توسعه مکمل‌های غذایی سازگار با میکروبیوم روده زنبورها، حاوی ترکیبات بهینه‌شده درشت مغذی‌ها، به عنوان راهکار مکمل پیشنهاد می‌شود. مقابله با کنه واروآ (عامل انتقال ویروس‌ها و کاهش ذخایر چربی زنبورها) نیازمند همکاری سه جانبه زنبورداران، کشاورزان و دولت‌ها برای تدوین دستورالعمل‌های منطقه‌ای است. بهبود تغذیه زنبورها نه تنها بقای آن‌ها را تضمین می‌کند، بلکه با احیای گرده‌افشان‌های بومی و تقویت کشاورزی پایدار، تحولی در اکوسیستم جهانی ایجاد خواهد کرد. نجات زنبورهای عسل مستلزم "بازسازی زیستگاه‌ها" به عنوان پناهگاه‌های حیاتی است؛ جایی که هر گل کاشته شده، گامی به سوی امنیت غذایی و آینده‌ای پایدار برای انسان و طبیعت محسوب می‌شود.

کلمات کلیدی: زنبورعسل، تنوع غذایی، احیای زیستگاه‌ها، مکمل‌های غذایی بهینه شده

مقدمه

زنبورهای عسل (*Apis mellifera L.*)، این گرده‌افشان‌های کوچک اما حیاتی، در دنیایی زندگی می‌کنند که به سرعت در حال تغییر است. زیستگاه‌های طبیعی آن‌ها در سراسر جهان به دلیل گسترش کشاورزی صنعتی و شهرنشینی در حال ناپدید شدن هستند (Claassen et al. 2011). از طرفی، خرید و فروش زنبور، ملکه و فرآورده‌های زنبورعسل باعث شده است که آفات و بیماری‌ها با سرعتی بی‌سابقه گسترش یابند (Owen, 2017). اگرچه این دو عامل، تغییرات زیست‌محیطی و بیماری‌ها، به طور جداگانه مورد توجه قرار گرفته‌اند، اما تعامل پیچیده‌ی بین آن‌ها کمتر شناخته شده است. در واقع، زنبورها در دنیای واقعی با هر دو این چالش‌ها به طور هم‌زمان روبرو هستند، و درک این تعاملات هنوز در مراحل ابتدایی است.

رژیم غذایی زنبورهای عسل عمدتاً از گرده و شهد گل‌ها تشکیل شده است. این مواد غذایی، کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها، چربی‌ها و سایر مواد مغذی ضروری بقاء و رشد کلنی‌ها را تأمین





و ویروس فلج حاد اسرائیلی^۱ (IAPV) (Dolezal et al. 2018) مقابله کنند. این موضوع نشان می‌دهد که تنوع غذایی نه تنها به رشد و بقای زنبورها کمک می‌کند، بلکه می‌تواند مقاومت آن‌ها را در برابر بیماری‌ها نیز افزایش دهد.

● نقش پروتئین، اسیدهای آمینه و ریز مغذی‌ها

پروتئین‌ها، اسیدهای آمینه و ریز مغذی‌ها از جمله عواملی هستند که در این اثرات مثبت نقش دارند (Dolezal et al. 2018). با این حال، هنوز هیچ ماده‌ی غذایی خاصی به عنوان "عامل معجزه‌آسا" شناسایی نشده است. به احتمال زیاد، این ترکیبات به طور هماهنگ عمل می‌کنند و هر یک سهمی در تقویت سیستم ایمنی زنبورها دارند.

● چالش‌های پیش رو

با وجود پیشرفت‌های اخیر، هنوز چیزهای زیادی برای یادگیری در مورد رابطه‌ی بین تغذیه و مقاومت زنبورها در برابر بیماری‌ها وجود دارد. به ویژه، مکانیسم‌هایی که از طریق آن‌ها رژیم غذایی مناسب می‌تواند به کاهش اثرات بیماری‌های ویروسی و قارچی کمک کند، نیاز به بررسی بیشتری دارند. شواهد موجود به وضوح نشان می‌دهند که زنبورهای عسل، مانند بسیاری از موجودات دیگر، از یک رژیم غذایی متنوع و باکیفیت بهره‌مند می‌شوند. بهبود تغذیه نه تنها به سلامت کلی زنبورها کمک می‌کند، بلکه می‌تواند مقاومت آن‌ها را در برابر بیماری‌ها نیز افزایش دهد. درک بهتر این رابطه می‌تواند راه‌حل‌های جدیدی برای حمایت از زنبورهای عسل در برابر چالش‌های امروزی ارائه دهد.

انگل‌ها و بیماری‌ها: دو عامل تهدیدکننده تغذیه زنبورهای عسل

● تأثیر انگل‌ها و بیماری‌ها بر تغذیه زنبورهای عسل

عفونت‌ها و حساسیت به عوامل بیماری‌زا نه تنها تحت تأثیر تغذیه زنبورها قرار می‌گیرند، بلکه می‌توانند خود به سوءتغذیه منجر شوند. این پدیده در زنبورهای عسل به دو شکل اصلی ظاهر می‌شود:

باکتریایی مانند لوک آمریکایی و اروپایی نیز لاروها و شفیره‌ها را هدف قرار داده و خسارات سنگینی را به بار می‌آورند (Djukic et al. 2014). زنبورهای عسل امروزه با چالش‌های متعددی روبرو هستند: از دسترسی محدود به منابع غذایی متنوع تا تهدیدات ناشی از آفات و بیماری‌ها. درک تعامل بین این عوامل استرس‌زا، تغذیه و بیماری، کلید حفظ سلامت این موجودات کوچک اما حیاتی است. در این مقاله، به بررسی این تعاملات و راه‌های ممکن برای حمایت از زنبورهای عسل در دنیای امروز پرداخته می‌شود.

تغذیه زنبورها و چالش مقاومت در برابر بیماری‌ها

در بسیاری از موجودات زنده، مقدار و کیفیت رژیم غذایی می‌تواند بر توانایی آن‌ها در مقابله با بیماری‌ها تأثیر بگذارد (Shetty, 2010). اما این موضوع در مورد زنبورهای عسل متفاوت است. تحقیقات نشان داده است که تغذیه نقش مهمی در سلامت و مقاومت زنبورها در برابر عوامل بیماری‌زا ایفاء می‌کند، اگرچه مکانیسم‌های دقیق این رابطه هنوز به طور کامل شناخته نشده است. با این حال، می‌توان تأثیر تغذیه بر مقاومت زنبورهای عسل در برابر بیماری‌ها را از جنبه‌های مختلفی مورد بررسی قرار داد:

● گرده و شهد: منابع حیاتی برای سلامت زنبورها

گرده و شهد (یا عسل) منابع اصلی تغذیه‌ی زنبورهای عسل هستند. این مواد غذایی حاوی ترکیبات متنوعی از پروتئین‌ها، چربی‌ها، کربوهیدرات‌ها، و همچنین ترکیبات ثانویه گیاهی و ریز مغذی‌هایی هستند که می‌توانند بر سیستم ایمنی زنبورها تأثیر بگذارند. اما چه چیزی یک رژیم غذایی را برای زنبورها "عالی" می‌کند؟ اگرچه هنوز پاسخ قطعی برای این سوال وجود ندارد، شواهد نشان می‌دهند که تنوع بیشتر در رژیم غذایی زنبورها می‌تواند مواد مغذی ضروری را برای آن‌ها فراهم کند.

● تنوع غذایی: کلید مقاومت در برابر بیماری‌ها

مطالعات نشان داده‌اند که رژیم‌های غذایی متنوع‌تر می‌توانند برخی از عناصر سیستم ایمنی زنبورها را تقویت کنند (Alaux et al. 2010). برای مثال، زنبورهای که از گرده‌های متنوع‌تری تغذیه می‌کنند، بهتر می‌توانند با بیماری‌هایی مانند *Nosema ceranae* (یک قارچ بیماری‌زا) (Di Pasquale et al. 2013)

^۱ Israeli Acute Paralysis Virus





در بدن زنبورها مرتبط است (Dolezal et al., 2016). جالب اینجاست که کندوهای با ذخایر گرده‌ی بیشتر، آلودگی کمتری به کنه و آروا^۱ نشان می‌دهند (Janmaat and Winston, 2010). این موضوع نشان می‌دهد که تغذیه مناسب می‌تواند به کاهش تأثیرات منفی این آفت کمک کند. با این حال، هنوز مشخص نیست که آیا کمبودهای تغذیه‌ای ناشی از خود کنه‌ها است یا ویروس‌هایی که منتقل می‌کنند. برخی ویروس‌ها از طریق روده به زنبورها نفوذ می‌کنند (Chen et al., 2014)، که این امکان را مطرح می‌کند که خود ویروس‌ها می‌توانند هضم و جذب مواد مغذی را مختل کنند.

اگرچه تحقیقات در این زمینه هنوز در مراحل ابتدایی است، شواهد موجود نشان می‌دهند که بسیاری از عوامل بیماری‌زا و آفات اصلی زنبورعسل می‌توانند تأثیرات منفی بر تغذیه زنبورها داشته باشند. این تأثیرات می‌توانند به شکل اختلال در هضم، تغییر رفتارهای تغذیه‌ای و کاهش ذخایر غذایی کلنی ظاهر شوند. درک بهتر این تعاملات می‌تواند راه‌حل‌های جدیدی برای حمایت از زنبورهای عسل در برابر چالش‌های امروزی ارائه دهد.

بازخوردهای حیاتی: نقش تغذیه و بیماری در بقای زنبورهای عسل

نگرانی‌های جهانی درباره سلامت زنبورهای عسل

در چند دهه گذشته، کاهش سلامت زنبورهای عسل به یک نگرانی جدی تبدیل شده است. دو عامل اصلی که در این بحران نقش دارند "استرس تغذیه‌ای" و "عوامل بیماری‌زا"، به طور همزمان تشدید شده‌اند و چالش‌های بزرگی را برای زنبورها ایجاد کرده‌اند.

تغییرات زیست‌محیطی و کاهش منابع غذایی

در بسیاری از مناطق جهان، مراتع طبیعی به سرعت به مزارع کشاورزی فشرده تبدیل شده‌اند. این تغییرات اگرچه برای تولید غذا ضروری هستند، اما منابع غذایی کمی برای زنبورهای عسل فراهم می‌کنند. این مشکل به ویژه در مناطقی که قبلاً غنی از منابع غذایی بودند، بیشتر احساس می‌شود (Dolezal et al., 2018). در نتیجه، زنبورهای عسل در دهه‌های اخیر با کاهش چشمگیر تنوع و دسترسی به منابع غذایی مواجه شده‌اند.

الف) تأثیر عفونت بر هضم و جذب مواد مغذی. ب) تأثیر بر رفتارهایی که تغذیه کلنی را تحت تأثیر قرار می‌دهند.

عفونت‌های روده‌ای: تهدیدی برای تغذیه زنبورها

دو قارچ بیماری‌زای *Nosema apis* و *Nosema ceranae* روده‌ی زنبورها را آلوده می‌کنند. این قارچ‌ها نه تنها مواد مغذی زنبورها را دزدیده، بلکه با ایجاد مشکلات گوارشی، طول عمر آن‌ها را نیز کاهش می‌دهند (Rinderer and Sylvester, 1987). *Nosema ceranae* حتی توانایی سرکوب کردن سیستم ایمنی زنبورها را هم دارد (Chaimanee et al., 2012). وقتی این عفونت‌ها با رژیم غذایی ضعیف همراه می‌شوند، یک چرخه‌ی معیوب ایجاد می‌شود: سوءتغذیه سیستم ایمنی را تضعیف می‌کند و عفونت‌ها شدیدتر می‌شوند، که این خود منجر به سوءتغذیه‌ی بیشتر و افزایش مرگ‌ومیر می‌گردد (Di Pasquale et al., 2013). این سوءتغذیه همچنین می‌تواند زنبورها را در برابر سایر بیماری‌ها آسیب‌پذیرتر کند. برای مثال، زنبورهایی که از نظر تغذیه‌ای ضعیف هستند، ممکن است حتی در برابر ویروس‌هایی که معمولاً قابل تحمل هستند، آسیب‌پذیر شوند. این موضوع در مطالعات مربوط به "اختلال فروپاشی کلنی" مشاهده شده است، جایی که عفونت‌های همزمان چندین عامل بیماری‌زا در کندوهای ضعیف شایع‌تر است (Cox-Foster et al., 2007).

تأثیر بیماری‌ها بر رفتار تغذیه‌ای زنبورها

عفونت‌ها می‌توانند رفتارهای تغذیه‌ای زنبورها را نیز تحت تأثیر قرار دهند. برای مثال، هر دو عفونت *Nosema* و ویروس Sac brood virus^۱ (SBV) با کاهش جمع‌آوری گرده مرتبط بوده‌اند (Dolezal et al., 2018). پروتئین ذخیره‌ای ویتلوژنین را کاهش داده و باعث شروع زودرس رفتار جست‌وجوی غذا شود (Goblirsch et al., 2013). این تغییرات رفتاری می‌توانند تأثیرات منفی بر تغذیه کلنی داشته باشند.

کنه و آروا: تهدیدی دوگانه

کنه و آروا، یکی از مخرب‌ترین آفات زنبورعسل، نه تنها شفیره‌ها و زنبورهای بالغ را آلوده می‌کند، بلکه چندین ویروس خطرناک را نیز منتقل می‌نماید (Chen and Siede, 2007). این کنه باعث تولید زنبورهای کوچکتر با حجم همولف کمتر می‌شود (Rosenkranz et al., 2010) و با کاهش ذخایر اجسام چربی

^۱ Sac brood virus





✓ ترک کلنی توسط زنبورهای کارگر، که یکی از نشانه‌های کلیدی سندرم فروپاشی کلنی (¹CCD) است (Dolezal et al., 2018).

نکته نگران‌کننده این است که این چرخه معیوب، یک بحران زیست محیطی اجتناب ناپذیر است. هرچه پاتوژن‌ها سریع‌تر تکامل یابند، زنبورها منابع کمتری برای مقاومت در اختیار دارند و این امر تعادل طبیعی کلنی را به طور جبران‌ناپذیری برهم می‌زند و پیامد این امر، ناپدید شدن ناگهانی زنبورهای کلنی‌هایی است که روزی قلب تپنده گرده‌افشانی در اکوسیستم‌ها بودند.

آیا می‌توان چرخه‌ی سمی استرس‌های تغذیه‌ای و بیماری را متوقف کرد؟

✓ چالش بقاء: تقویت تغذیه‌ای زنبورها در برابر هجوم بیماری‌ها

درمان عفونت‌های ویروسی در زنبورها شبیه یک معمای بیولوژیکی است. کنه *واروآ*، این قاتل خاموش، با تضعیف سیستم ایمنی، زنبورها را به میزبانی بی‌دفاع برای ویروس‌ها تبدیل می‌کند (Rosenkranz et al., 2010). هرچند روش‌های نوینی مانند "RNA مداخله‌گر"² در آزمایشگاه نویدبخش بوده‌اند (Hunter et al., 2010)، اما هنوز هیچ داروی بازاری برای مقابله با این ویروس‌ها وجود ندارد. حتی درمان قارچ *Nosema ceranae* نیز با چالش‌هایی مانند بازگشت بیماری و محدودیت‌های قانونی استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها روبه‌روست (Higes et al., 2008). در این رویارویی پیچیده، دانشمندان یک راهکار کلیدی پیشنهاد می‌دهند: "تقویت توانایی تطبیق و بهبود تغذیه‌ای" زنبورهایی که از رژیم غذایی غنی‌تر و متنوع‌تری بهره می‌برند، نه تنها کمتر به بیماری‌ها مبتلا می‌شوند، بلکه در مواجهه با آفت‌کش‌ها (Schmehl et al., 2014) و استرس‌های محیطی (Pettis and Delaplane, 2010) نیز مقاوم‌تر عمل می‌کنند. اما چگونه می‌توان این ساختار محافظتی تغذیه‌ای را ایجاد کرد؟

راهکارهای نوین: تقویت انعطاف‌پذیری و مقاومت تغذیه‌ای

• افزایش فشار بیماری‌ها و آفات

همزمان با کاهش منابع غذایی، زنبورهای عسل با افزایش فشار عوامل بیماری‌زا نیز روبرو هستند. جهانی‌شدن تجارت و جابجایی زنبورها باعث شده است که بیماری‌ها و آفات به سرعت در سراسر جهان گسترش یابند. کنه *واروآ*، یکی از مخرب‌ترین آفات زنبور عسل، به همراه ویروس‌های خطرناکی که منتقل می‌کند، فشار زیادی بر کلنی‌های زنبور وارد کرده است (Owen, 2017). علاوه بر این، گونه‌ی جدیدی از قارچ *Nosema* نیز شناسایی شده است که تهدیدات بیشتری را برای زنبورها ایجاد می‌کند (Fries, 2010).

ترکیب استرس تغذیه‌ای و افزایش فشار بیماری‌ها، چالش‌های بی‌سابقه‌ای را برای زنبورهای عسل ایجاد کرده است. درک این تعاملات و یافتن راه‌حلهایی برای کاهش این فشارها، کلید حفظ سلامت زنبورها و بقای آن‌ها در آینده است.

چرخه معیوب یا چرخه طلایی؟ بازخوردهای شگفت‌انگیز تغذیه و پاتوژن‌ها

✓ چرخه‌ی معیوب گرسنگی و بیماری: معمای فروپاشی کلنی زنبورها

شواهد علمی نشان می‌دهد که تعامل خطرناک بین تغذیه ناکافی و عوامل بیماری‌زا، زنبورها را در چرخه‌ای ویرانگر گرفتار می‌کند. تغذیه نامناسب نه تنها سیستم ایمنی زنبورها را تضعیف می‌کند، بلکه آن‌ها را به طعمه‌ای آسان برای پاتوژن‌ها تبدیل می‌نماید. این عوامل بیماری‌زا، با مصرف ذخایر پروتئینی و اختلال در فرآیند هضم، سوء تغذیه پنهانی ایجاد می‌کنند که حتی در صورت دسترسی به منابع غذایی جدید نیز جبران‌ناپذیر است، اما این پایان ماجرا نیست عفونت‌های همزمان چندین پاتوژن مانند یک حمله سازمان‌یافته، شبکه‌ای از استرس را ایجاد می‌کنند که هم بر سلامت تک تک زنبورها و هم بر هماهنگی کل کلنی اثر می‌گذارد. مطالعات میدانی و تحلیل‌های کمی (Goblirsch et al., 2013) نشان داده‌اند که ترکیب این عوامل استرس‌زا، منجر به تغییرات شگفت‌انگیز در رفتار و فیزیولوژی زنبورها می‌شود:

- ✓ جست‌وجوی زود هنگام غذا با وجود خطرات محیطی
- ✓ اختلال در تقسیم کار کلنی (مانند کاهش تولید فرمون‌های تنظیم‌کننده)

¹ Colony collapse disorder

² Interference RNA





● احیای زیستگاه: از مزرعه تا جنگل، یک گنجینه غذایی برای زنبورها

زنبورها برای دستیابی به رژیم غذایی ایده‌آل به زیستگاه‌هایی با پوشش گیاهی متنوع وابسته‌اند. تبدیل مراتع طبیعی به مناطق کشاورزی، مانند آنچه در برنامه^۱ CRP ایالات متحده رخ داد (Otto et al., 2016)، موجب سوء تغذیه خاموش در کلنی‌ها شده است. اما راه حل چیست؟

✓ کاشت گیاهان بومی و گل‌های وحشی راهکاری طبیعی برای تقویت اکوسیستم

✓ طراحی سیستم‌های گلدهی فصلی با استفاده از گیاهان متنوع (به خصوص در پاییز)

✓ تاکید بر کشت گیاهان با ارزش تغذیه‌ای بالا مانند گونه‌های گیاهی غنی از پروتئین (DeGrandi-Hoffman et al., 2016)

پژوهش‌های اخیر در فرانسه نشان داده‌اند غنی‌سازی زیستگاه‌ها با گل‌های وحشی می‌تواند سلامت زنبورها را تا ۴۰٪ بهبود بخشد (Alaux et al., 2017).

● مکمل‌های غذایی بهینه شده: رژیم غذایی سفارشی برای زنبورها

اگرچه تغذیه مصنوعی جایگزین منابع طبیعی نمی‌شود، اما می‌تواند به عنوان مکمل اضطراری عمل کند. چالش اصلی، طراحی فرمولاسیونی است که:

✓ تعادل درشت‌مغذی‌ها (پروتئین و کربوهیدرات) و ریزمغذی‌ها (ویتامین‌ها و مواد معدنی) را رعایت کند (Wright and Wimberly, 2013).

✓ با میکروبیوم روده زنبورها سازگار باشد (Anderson and Ricigliano, 2017).

✓ متناسب با فصل و چرخه زندگی کلنی تنظیم شود (مثلاً تقویت سیستم ایمنی در زمستان).

محققان در حال بررسی ترکیبات ضدویروسی در مکمل‌ها

هستند تا همزمان با تغذیه، به مقابله بیماری‌ها نیز بپردازند.

● معمای جهانی: نجات زنبورها، حفظ تعادل اکوسیستم

توسعه منابع تغذیه‌ای زنبورهای عسل فراتر از یک تعامل سودمند دو طرفه است. این رویکرد با آثار گسترده‌تر اکولوژیک همراه است که شامل: احیای جمعیت گرده‌افشان‌های بومی (نظیر زنبورهای وحشی) (Garibaldi et al., 2013).

✓ حفاظت از کیفیت آب و خاک (Schulte et al., 2017).

✓ و پشتیبانی از چرخه‌های کشاورزی پایدار

اما موفقیت این طرح‌ها نیازمند همکاری سه جانبه بین زنبورداران، کشاورزان و دولت‌هاست. تدوین دستورالعمل‌های منطقه‌ای، با توجه به تفاوت‌های اکوسیستمی، و سرمایه‌گذاری در پژوهش‌های میدانی، کلید طلایی این مبارزه است.

نتیجه‌گیری

در جهانی که زنبورها درگیردار تهدیدات پیچیده، از هجوم آفات و بیماری‌ها تا فشار کشاورزی صنعتی، گرفتار شده‌اند، راه نجات نه در حذف این تهدیدها، بلکه در احیای زیستگاه‌ها به عنوان پناهگاه حیاتی نهفته است. پژوهش‌ها نشان داده‌اند تبدیل زیستگاه‌های تک‌بعدی به بسترهایی سرشار از تنوع گیاهی، مانند احیای مراتع گل‌دار و کاشت گونه‌های غنی از ریز مغذی‌ها، می‌تواند زنبورها را به موجوداتی مقاوم و انعطاف‌پذیر در برابر استرس‌های محیطی تبدیل کند. این تغییرات نه تنها توان مقاومت کلنی‌ها را در برابر بیماری‌ها افزایش می‌دهد، بلکه با تقویت جمعیت گرده‌افشان‌های بومی، چرخه‌های حیاتی اکوسیستم را نیز بازسازی می‌کند. هر گل کاشته شده و هر هکتار زمین احیاء شده، گامی است به سوی آینده‌ای که در آن زنبورها نه قربانیان خاموش پیشرفت انسان، بلکه هم‌پیمانان شکست‌ناپذیر طبیعت خواهند بود، آینده‌ای که امنیت غذایی بشریت به سلامت آنان گره خورده است.



^۱ Conservation Reserve Program



منبع‌ها:

- Alaux C, Allier F, Decourtye A et al. (2017). A 'Landscape physiology' approach for assessing bee health highlights the benefits of 348 floral landscape enrichment and semi-natural habitats. *Sci Rep*, 7:40568.
- Alaux C, Ducloz F, Crauser D, Le Conte Y. (2010). Diet effects on honey bee immunocompetence. *Biol Lett*, 6:562-565.
- Anderson KE, Ricigliano VA. (2017). Honey bee gut dysbiosis: a novel context of disease ecology. *Curr Opin Insect Sci*, 22:125-132.
- Brodschneider R, Crailsheim K. (2010). Nutrition and health in honey bees. *Apidologie*, 41:278-294.
- Chaimanee V, Chantawannakul P, Chen YP et al. (2012). Differential expression of immune genes of adult honey bee (*Apis mellifera*) after inoculated by *Nosema ceranae*. *J Insect Physiol*, 58:1090-1095.
- Chen YP, Siede R. (2007). Honey bee viruses. *Adv Virus Res*, 70:33-80.
- Chen YP, Pettis JS, Corona M et al. (2014). Israeli acute paralysis virus: epidemiology, pathogenesis and implications for honey bee health. *Plos Pathog*
- Claassen R, Carriazo F, Cooper J et al. (2011). Grassland to Cropland Conversion in the Northern Plains: The Role of Crop Insurance, Commodity, and Disaster Programs. United States Department of Agriculture Economic Research Service Report:120.
- Cox-Foster DL, Conlan S, Holmes EC et al. (2007). A metagenomic survey of microbes in honey bee colony collapse disorder. *Science*, 318:283-287.
- DeGrandi-Hoffman G, Chen YP, Rivera R et al. (2016). Honey bee colonies provided with natural forage have lower pathogen 500 loads and higher overwinter survival than those fed protein supplements. *Apidologie*, 47:186-196.
- Di Pasquale G, Salignon M, Le Conte Y et al. (2013). Influence of pollen nutrition on honey bee health: do pollen quality and diversity matter *PLOS ONE*, 8: e72016.
- Di Prisco G, Annoscia D, Margiotta M et al. (2016). A mutualistic symbiosis between a parasitic mite and a pathogenic virus undermines honey bee immunity and health. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 113:3203-3208.
- Djukic M, Brzuszkiewicz E, Funfhaus A et al. (2014). How to kill the honey bee larva: genomic potential and virulence mechanisms of *paenibacillus* larvae. *PLOS ONE*:9.
- Dolezal AG, Carrillo-Tripp J, Judd TM et al. (2018). Interacting Stressors 422 Matter: Diet Quality and Virus Infection in Honey Bee Health. 423.
- Dolezal AG, Carrillo-Tripp J, Miller WA et al. (2016). Intensively cultivated landscape and varroa mite infestation are associated with reduced honey bee nutritional state. *PLOS ONE*
- Dolezal AG, Toth AL. (2018). Feedbacks between nutrition and disease in honey bee health, *Curr Opin Insect Sci*, <https://doi.org/10.1016/j.cois.02.006>.
- Donkersley P, Rhodes G, Pickup RW et al. (2014). Honeybee nutrition is linked to landscape composition. *Ecol Evol*, 4:4195-4206.
- Eiri DM, Suwannapong G, Endler M, Nieh JC. (2015). *Nosema ceranae* can infect honey bee larvae and reduces subsequent adult longevity. *PLOS ONE*
- Fries I: *Nosema ceranae* in European honey bees (*Apis mellifera*). (2010). *J Invertebr Pathol*, 103: S73-S79.
- Garibaldi LA, Steffan-Dewenter I, Winfree R et al. (2013) Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey bee abundance. *Science*, 339:1608-1611.
- Goblirsch M, Huang ZY, Spivak M. (2013). Physiological and behavioral changes in honey bees (*Apis mellifera*) induced by *Nosema ceranae* infection. *PLOS ONE*
- Higes M, Martin-Hernandez R, Botias C et al. (2008). How natural infection by *Nosema ceranae* causes honeybee 402 colony collapse. *Environ Microbiol*, 403 10:2659-2669.
- Hunter W, Ellis J, Vanengelsdorp D et al. (2010). Large-scale field application of RNAi technology reducing israeli acute paralysis virus disease in honey bees (*Apis mellifera*, Hymenoptera: Apidae). *Plos Pathog*.
- Janmaat AF, Winston ML. (2000). Removal of *Varroa jacobsoni* infested brood in honey bee colonies with differing pollen stores. *Apidologie*, 31:377-385.





- Keller I, Fluri P, Imdorf A. (2005). Pollen nutrition and colony development in honey bees: part I. *Bee World*, 86:3-10.
- Naug D. (2009). Nutritional stress due to habitat loss may explain recent honeybee colony collapses. *Biol Conserv*, 142:2369-2372.
- Otto CRV, Roth CL, Carlson BL, Smart MD. (2016). Land-use change reduces habitat suitability for supporting managed honey bee colonies in the Northern Great Plains. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 113:10430-10435
- Owen R. (2017). Role of human action in the spread of honey bee (Hymenoptera: Apidae) pathogens. *J Econ Entomol*, 110:797-801.
- Pettis JS, Delaplane KS. (2010). Coordinated responses to honey bee 492 decline in the USA. *Apidologie*, 41:256-263.
- Potts SG, Biesmeijer JC, Kremen C et al. (2010). Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends Ecol Evol*, 25:345-353.
- Rinderer TE, Sylvester HA. (1978). Variation in response to *Nosema apis*, longevity, and hoarding behavior in a free mating population of honey bee. *Ann Entomol Soc Am*, 71:372-374.
- Rosenkranz P, Aumeier P, Ziegelmann B. (2010). Biology and control of *Varroa destructor*. *J Invertebr Pathol*, 103: S96-S119.
- Schmehl DR, Teal PEA, Frazier JL, Grozinger CM. (2014). Genomic analysis of the interaction between pesticide exposure and nutrition in honey bees (*Apis mellifera*). *J Insect Physiol*, 71:177-190.
- Schulte LA, Niemi J, Helmers MJ et al. (2017). Prairie strips improve biodiversity and the delivery of multiple ecosystem services from corn-soybean croplands. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 114:11247-11252.
- Shetty PS. (2010). *Nutrition, Immunity, and Infection*. Wallingford, Oxfordshire, UK; Cambridge, Mass: CABI
- Sponsler DB, Johnson RM. (2015). Honey bee success predicted by landscape composition in Ohio, USA. *PeerJ*:3.
- Wright CK, Wimberly MC. (2013). Recent land use change in the Western Corn Belt threatens grasslands and wetlands. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 110:4134-4139





From nutrition to disease: the challenges facing honey bees (*Apis mellifera* L.) in today's world



Leila Gharehdaghi^{1*}, Farhad Parnian-khajezdizaj¹, Ataollah Rahimi²

1. Assistant Professor, Animal Science Research Department, East Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tabriz, Iran

2. Assistant Professor, Animal Science Research Department, Kurdistan Agricultural and Natural Resources Research and Education center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Sanandaj, Iran

DOI: 10.22034/HBSJ.2025.368878.1187

Abstract

Honeybees are facing a dual challenge: the decline in food resources (due to intensive agriculture) and the invasion of diseases and pests (such as *Varroa* mites and *Nosema*), which seriously threaten their health. These two factors reinforce each other in a vicious cycle: poor nutrition weakens the immune system, and diseases, by depleting the body's reserves, exacerbate hidden malnutrition. Studies show that dietary diversity (using diverse pollen) not only strengthens the bees' immune system but also increases their resistance to diseases. On the other hand, the conversion of natural grasslands into agricultural land has limited access to high-quality food resources and reduced the resilience of colonies. The solution to this crisis is to restore habitats by planting native species, creating pollination corridors, and prioritizing nutrient-rich plant species—an approach that improved bee health by 40% in France. Additionally, the development of smart nutritional supplements with an optimal combination of macronutrients and compatibility with the gut microbiome is proposed as a complementary solution. Alongside these measures, combating *Varroa* mites—which threaten colony survival by transmitting viruses and reducing fat reserves—requires a tripartite collaboration between beekeepers, farmers, and governments to develop regional guidelines. Improving bee nutrition not only saves their populations but also transforms the global ecosystem by restoring native pollinators and promoting sustainable agriculture. Saving bees requires redesigning nature as a protective shield, where every planted flower is a step toward food security and a sustainable future.

Keywords: Honey bee, Dietary diversity, landscape restoration, optimized nutritional supplements

Corresponding Author: Leila Gharehdaghi*

Email: gharehdaghi.leila103@gmail.com

