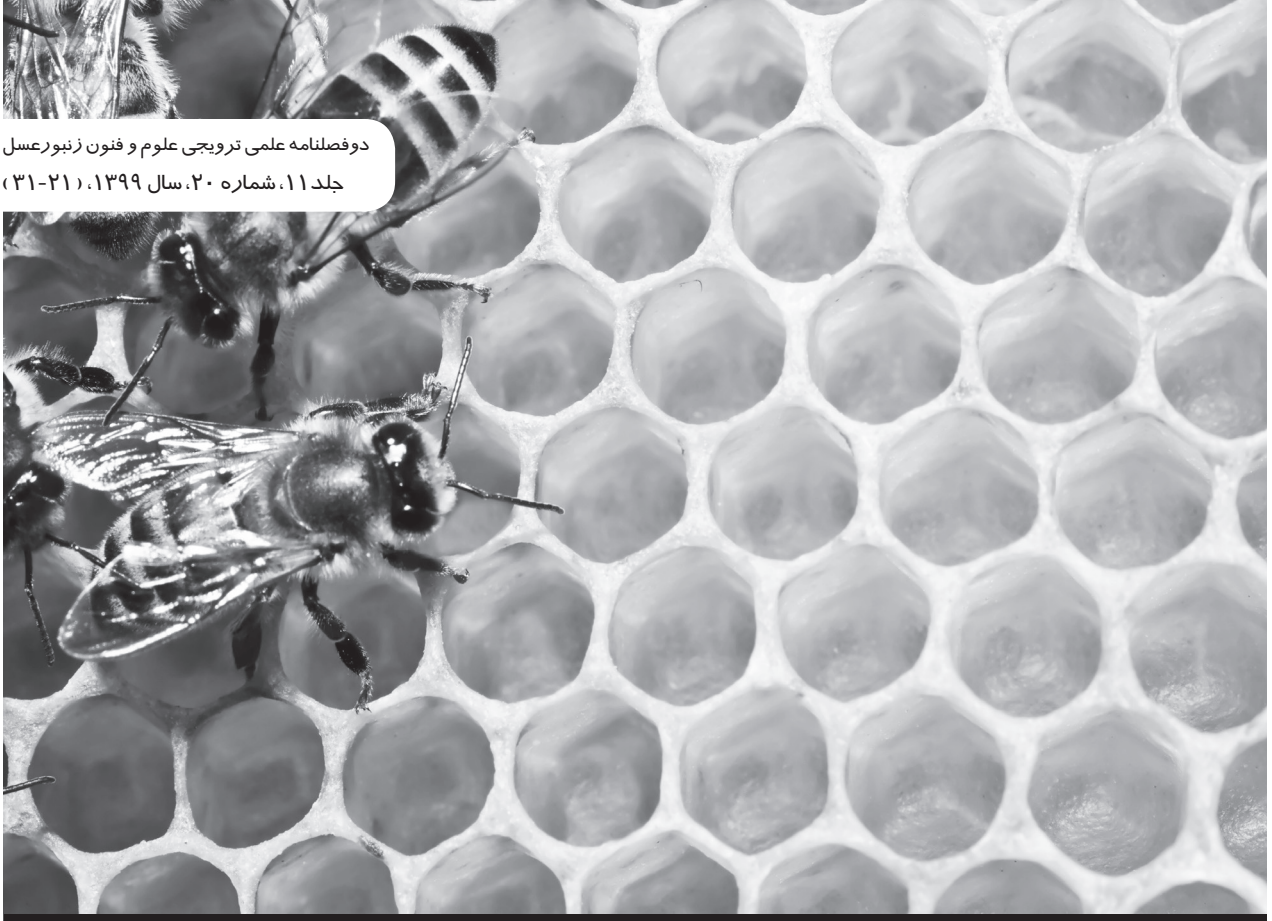
دوفصلنامه علمی ترویجی علوم و فنون زنبورعسل
جلد ۱۱، شماره ۲۰، سال ۱۳۹۹، (۲۱-۳۱)



مروری بر ارتباط بین تغذیه و عوامل بیماریزا بر سلامتی زنبور عسل

ذبیح اله نعمتی[1]، حسن ولایتی[2]

۱. گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی اهر، دانشگاه تبریز
۲. دانشجوی کارشناسی ارشد پرورش زنبورعسل، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی اهر، دانشگاه تبریز

تاریخ دریافت: اردیبهشت ماه ۹۹ / **تاریخ پذیرش**: مهر ماه ۹۹
شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/hbsj.2020.342716.1088
رایانامه: znnemati@yahoo.com

چکیده:

کاهش سلامت زنبور عسل تحت تاثیر برهم کنش های متعدد میان عوامل مختلف تنش زای محیطی می باشد که از جمله مهم‌ترین این عوامل کمبود های گیاهی، انگل ها و سایر عوامل بیماری زا می‌باشد. تغذیه ضعیف زنبور عسل می‌تواند اثرات منفی بیماری‌های عفونی ویروسی و قارچی بر زنبور را تشدید کند و برعکس. این انگل‌ها و عوامل بیماری زا می‌توانند فیزیولوژی تغذیه ای زنبور را به طور زیان‌آور تحت تاثیر قراردهند. رابطه موثری بین ایمنی گروهی و فردی با وضعیت تغذیه کلنی وجود دارد. انگل واروآ چنین رابطه ای را با کاهش سطح تغذیه، کاهش کارکرد ایمنی فردی و انتقال ویروس بدتر می کند. همچنین برهم‌کنش مضر و بالقوه ای بین تغذیه ضعیف زنبور و بیماری‌های عفونی آن وجود دارد که ممکن است کاهش سلامت زنبور را به دنبال داشته باشد. پیشنهاد می شود در مبارزه با چالش‌های سلامتی زنبور، بهبود مقاومت تغذیه‌ای زنبورها مد نظر باشد؛ چنین روشی می‌تواند زنبورها را از دیگر عوامل تنش زای محیطی مانند عوامل عفونی و بیماریزا محافظت کند. به منظور ایجاد مقاومت تغذیه ای می توان به کمک برنامه های حفاظتی و اصلاحی کمیت و تنوع

گیاهی طبیعت را برای زنبور غنی سازی نمود و از مکمل های غذایی برای رفع کمبود نیاز غذایی آنها بهره جست.

واژه های کلیدی: تغذیه، سلامتی، بیماری، زنبورعسل، جرب واروا

مقدمه:

زنبورهای گرده افشان در زیستگاه های با آشفتگی فزاینده زندگی می کنند، جایی که در سراسر جهان، طبیعت بیش از پیش به کشاورزی متمرکز و مناظر شهری تبدیل شده اند (Claassen *et al*., 2011). همزمان با جابجایی جهانی انواع کالاها از جمله خود زنبورها، سرعت گسترش آفات و عوامل بیماری زا نیز افزایش یافته است (Owen, 2017). هرچند که از گذشته علاقه جدی به کاهش این دو منبع استرس وجود داشته است اما در مورد نحوه تعامل و برهم کنش های موجود میان آنها کمتر بررسی شده است. عوامل استرس زا در دنیای واقعی ظهور پیدا می کند، اما درک و فهم از هم افزایی پیچیده بین عوامل مختلف تنش زای بیماریزا و تغذیه ای که زنبورها با آن روبرو هستند، هنوز به مطالعات بیشتری نیاز دارد.

رژیم غذایی زنبورها عمدتا از گرده و شهد جمع آوری شده از گل ها تشکیل شده است. این محصولات، کربوهیدرات ها، پروتئین ها، لیپیدها و سایر مواد مغذی مورد نیاز برای زنده ماندن زنبورها را فراهم می نمایند (Brodschneider & Crailsheim, 2010). زنبور عسل، ترجیحا رژیم های غذایی حاوی انواع گرده را مصرف می کند (Schmidt, 1984) و این امر طول عمر آنها را بهبود می بخشد (Keller & Fluri, 2005). گرده برخی از گلها از جمله گیاهان زراعی متداول به تنهایی مواد مغذی لازم برای زنده ماندن و رشد و نمو مناسب زنبور عسل را فراهم نمی کنند (Haydak, 1970). امروزه موضوع دسترسی زنبورها به منابع غذایی مورد توجه روز افزون پیدا کرده است چراکه تغییرکاربری اراضی منجر به تغییر در دسترسی و کاهش تنوع منابع گل و تحمیل خسارت ناشی از تغییر رژیم غذایی به زنبور شده است، (Potts *et al*., 2010). زمین های اطراف زنبورستان، می تواند تاثیر زیادی بر سلامتی و فیزیولوژی زنبور بگذارد. زنبورهای واقع در اراضی کشاورزی ذخایر چربی کمتری داشته که باعث زمستان گذرانی ضعیف تر و خسارت بیشتر می شود (Dolezal *et al*., 2016). هرچند چنین رابطه ای همیشه برقرار نبوده اما در برخی مناطق انگلیس، کنیا و فرانسه که فعالیت کشاورزی در آنجا بیشتر بوده، کاهش کیفیت گرده ذخیره شده و تولید عسل گزارش شده است. اگرچه بیان فهم مشترکی از نحوه تاثیر عوامل طبیعت بر سلامت زنبور عسل سخت است اما یک چیز واضح است و آن دسترسی به فلورگیاهی و تنش های غذایی است که دو چالش مهم و اصلی برای محققان و زنبورداران در ارتباط با سلامتی زنبور عسل می باشد.

یکی از عوامل مهم تنش زاکه زنبور عسل با آن روبرو است تنش های آفتی و عوامل بیماری زا است. زنبورهای عسل میزبان انواع مختلفی از پاتوژن ها از جمله ویروسها، باکتریها، قارچها و همچنین آفات بندپایان هستند که مضرترین این ها جرب واروآ است که علاوه برآلوده کردن شفیره های در حال رشد و زنبور های بالغ، میزبان و منتقل کننده چندین ویروس هم می باشند. ویروس ها به تنهایی و همراه با کمپلکس ویروس -جرب واروآ عوامل محرک اصلی در تلفات کندو شناخته شده اند. با این حال، سایر عوامل بیماری زا نیز در تلفات نقش دارند. نوزما (*Nosema ceranae*)، یک انگل قارچی روده ای است که می تواند باعث کاهش طول عمر و از بین رفتن کندو شود و نیز عامل لوک اروپایی و آمریکایی که باکتریهای مسری هستند و به شفیره و لاروهای در حال رشد حمله می کنند (Djukic *et al*., 2014). ویروس ها و سایر عوامل بیماری زا می توانند به سرعت در کلنی های زنبور عسل از طریق تماس نزدیک از راه کندوها و مواد غذایی، منتقل و در دوره های زاد و ولد گسترش یابند، رابطه ی موثری بین ایمنی اجتماعی و فردی و وضعیت تغذیه کلنی وجود دارد و کنه های واروآ این رابطه را تضعیف می کنند، زیرا باعث کاهش سطح مواد تغذیه ای می شوند، عملکرد سیستم ایمنی بدن را سرکوب کرده و ویروس ها را منتقل می کنند (Gloria & Chen, 2015).

تغذیه زنبورهای عسل و حساسیت آنها به بیماری ها

در بسیاری از موجودات، کمیت یا کیفیت جیره غذایی می تواند بر حساسیت آنها نسبت به عوامل بیماری زا تاثیر بگذارد. چگونگی تاثیر این دو عامل در زنبور عسل هنوز کاملاً مشخص نشده است. زنبورهای عسل تمام نیازهای غذایی خود را از طریق شهد وگرده تأمین می کنند و مقدار جمع آوری آنها توسط زنبور از نیاز کلنی ها بیشتر است، بنابراین مقادیر مازاد بصورت عسل و نان گرده برای دوره کمبود ذخیره می گردد. گرده و شهد عسل حاوی مقادیر متغیری از پروتئین، چربی و کربوهیدرات و انواع مواد فیتوشیمیایی و ریز مغذی ها می باشد. کربوهیدرات ها (از منشاء شهد و عسل) بعنوان منبع غنی انرژی برای تمام مراحل و انواع زنبوران (ماده، نر،

ملکه) بوده و همچنین انرژی لازم برای فرآیندهای متابولیکی مرتبط با واکنش های ایمنی سلولی و عمومی را فراهم می کنند و می توانند متابولیت های گیاهی ثانویه راکه دارای خاصیت ضد میکروبی هستند، فراهم کنند. گرده و نان گرده، پروتئین و مواد مغذی مورد نیاز برای فرآیندهای فیزیولوژیکی مانند پرورش نوزاد، رشد و ایمنی بدن را تأمین می کنند (Di Pasquale *et al*., 2013). ارتباط بین تغذیه و ایمنی در بسیاری از ارگانیسم ها مشخص شده است و عملکرد ایمنی بدن در اثر محدودیت انرژی تحت تاثیر قرار می گیرد. پروتئین روزانه (گرده)، اسیدهای آمینه ضروری مورد نیاز برای سنتز پپتیدها در مسیرهای ایمنی از جمله اجزای AMP را فراهم می کند (Schmid-Hempel, 2005) . رابطه بین تغذیه و ایمنی هنگامی که زنبورها توسط جرب واروا آلوده می شوند، به خطر می افتد. زنبوران کارگری که در مراحل رشد توسط جرب واروا آلوده می شوند حتی در زمان وفور گرده دارای سطح پایین پروتئین هستند و نمی توانند رشد کافی داشته باشند. شفیره آلوده به واروآ مقدار پروتئین پایین ، سطح اسید آمینه آزاد بالا و وزن تولد پایینی نسبت به شفیره های غیرآلوده نشان می دهد و فرایند های سنتز پروتئین و رشد در زنبورهای آلوده توسط جرب واروا مهار می شود (Aronstein *et al*., 2012). بر اساس مطالعات محققین، نوع منبع کربوهیدراتی و پروتئینی جیره غذایی بر ترکیب رونویسی زنبور بالغ اثر گذار است. همچنین ترکیبات عسل، مسیرهای سم زدایی در سلولهای روده (Glavinic *et al*., 2017) و ژنهای مرتبط با متابولیسم پروتئین و کاهش اکسیداتیو را تنظیم می کند. اما چنین اثراتی در کلنی های تحت مدیریت که معمولاً از سایر منابع کربوهیدراتی (به عنوان مثال ، محلول ساکارز یا شربت ذرت با فروکتوز بالا) تغذیه می شوند، مشاهده نشده است. گرده، گیرنده مواد مغذی و مسیرهای متابولیکی را فعال می کند و بر بیان ژن های مؤثر بر طول عمر، عملکرد ایمنی بدن ، تولید برخی از AMP ها و سم زدایی آفت کش ها تاثیر می گذارد. اما اگر زنبورها توسط انگل واروآ آلوده شوند ،کاهش در متابولیسم پروتئین ، مهار برخی از ژن های ایمنی و افزایش سطح ویروس وجود دارد که با تغذیه گرده قابل برگشت نیست. بنابراین ، در مورد مزایای رژیم های غذایی در عملکرد سیستم ایمنی بدن زنبورهای عسل آلوده به واروآ محدودیت هایی وجود دارد. این در حالی است که هنوز مشخص نیست که چگونه باید "بهترین" گرده را برای زنبور فراهم کرد. شواهد نشان می دهد که رژیم غذایی متنوع به احتمال زیاد مواد مغذی ضروری زنبور را تأمین خواهد کرد. بطوریکه نشان دادند که تنوع بیشتر گرده ، برخی از عناصر ذاتی سیستم ایمنی را تنظیم می کند و مرگ و میر ناشی از نوزما سرانی و ویروس فلج حاد اسرائیلی (IAPV) راکاهش می دهد. فرض بر این است که چربی ها، اسیدهای آمینه و همه ریز مغذیها در این امر مشارکت دارند، اگرچه محرک قطعی آن مشخص نشده است. به احتمال زیاد، در بین همه این اجزا تعامل مشترکی وجود دارد و هر یک از آنها در مقاومت زنبور عسل نقش مهمی را ایفا می کنند. درباره مکانیسم هایی که رژیم غذایی خوب باعث کاهش بیماری زنبورها در مواجهه با عوامل پاتوژن ویروسی و قارچی می شود، باید بیشتر تحقیق شود. با این حال بر اساس شواهد باید گفت که زنبور عسل مثل سایر موجودات می تواند بواسطه بهبود تغذیه از سیستم ایمنی و پاسخ های ضد پاتوژن خود سود ببرد.

تاثیر انگل ها و عوامل بیماری زا بر تغذیه زنبورها

عفونت های پاتوژنی و میزان حساسیت به آن در زنبوران عسل نه تنها تحت تاثیر تغذیه میزبان است بلکه به سوء تغذیه خود عوامل بیماریزا هم مرتبط می باشد، این پدیده می تواند به دو شکل در زنبورهای عسل ایجاد شود - تاثیرعفونت بر تغذیه فیزیولوژیکی از طریق هضم و تاثیر بر رفتاری که بر سطح تغذیه کندو دارد. نوزما آپیس و نوزمای سرانی، روده زنبور را آلوده می کنند و با دزدی مواد مغذی و ایجاد مشکلات گوارشی طول عمر آنها راکاهش می دهند. همچنین نوزمای سرانی توانایی تضعیف سیستم ایمنی زنبور میزبان را دارد. چون تغذیه گرده با کیفیت پایین سبب تشدید مرگ و میر ناشی از نوزوما می شود، میزان بالای نوزوما همراه با سوء تغذیه و سرکوب سیستم ایمنی بدن باعث شیوع بالای عوامل پاتوژن مولد مرگ و میر در زنبور عسل می شود. این سوء تغذیه همچنین می تواند بر حساسیت به سایر عوامل بیماری زا تاثیر بگذارد و با کاهش تغذیه و ایمنی، زنبورهای عسل ممکن است بیشتر مستعد ابتلا به عفونت ویروس شوند. عفونت همزمان با چند عامل بیماری زا اغلب در کندوهای ضعیف یا بیمار مشاهده شده است (Cox-Foster *et al*., 2007).

عفونت پاتوژنی همچنین ممکن است با اختلال در رفتاری که باعث تغییر در سطح تغذیه کلنی می شود، بر سلامت غذایی افراد و کلنی ها تاثیر بگذارد. هر دو عفونت نوزوما و ساکبرود (SBV) همراه با کاهش جمع آوری گرده می باشد و انگل نوزما می تواند منجر به کاهش سطح پروتئین ذخیره ای ویتلوژنین و افزایش سطح هورمون جوانی شود که نتیجه آن شروع زودهنگام رفتار چرا در زنبوران کارگر می باشد.

امروزه اصلی ترین تهدید آفات برای زنبورهای عسل جرب های واروآ محسوب می شوند. آلوده شدن شفیره های درحال رشد می تواند سبب ایجاد زنبور های کوچکتر با حجم همولنف پایین (Rosenkranz *et al*., 2010) و انتقال انواع ویروسها شود (Chen & Siede, 2007). علاوه بر این افزایش جرب واروآ با کاهش ذخیره چربی (Dolezal *et al*., 2016)و افزایش ذخیره گرده باکاهش جرب واروا مرتبط است، اما چگونگی مکانیسم عمل کمپلکس آفت- عوامل بیماریزا بر کاهش تغذیه گروهی کاملاً روشن نشده است (Janmaat & Winston, 2000).

با این حال، دلیل ارتباط تنگاتنگ جرب واروا با ویروس های ناقل هنوز مشخص نیست که آیا ناشی از کمبودهای غذایی کنه ها می باشد و یا اینکه عفونت ویروسی به خودی خود ممکن است بر تغذیه زنبور عسل تاثیر بگذارد. مانند نوزما، برخی ویروس ها نیز از راه روده به میزبان خود نفوذ می کنند و این احتمال را ایجاد می کندکه ویروس ها خودشان می توانند در فیزیولوژی روده ، هضم و یا جذب مواد مغذی اختلال ایجاد کنند (Chen *et al*., 2014). به طور خلاصه ، مطالعات نسبتاً کمی در خصوص پیامدهای فیزیولوژیکی عفونت پاتوژنی در زنبورهای عسل صورت گرفته است اما بررسی مطالعات انجام شده تا امروز حاکی از آن است که بیشتر عوامل بیماریزا و آفات مهم زنبور عسل می توانند تاثیرات منفی بر تغذیه زنبور داشته باشند .

ویروس های زنبور عسل

بیش از ۲۰ نوع ویروس برای آلوده کردن زنبورهای عسل در سراسر جهان شناسایی شده است(De, 2011). متداول ترین آنها شامل ویروس تغییر شکل دهنده بال (DWV)، ویروس سیاه شدن سلول ملکه (BQCV)، ویروس فلج حاد اسرائیلی ((IAPV، ویروس فلج حاد زنبور(ABPV) و ویروس کشمیر زنبور (KBV) می باشدکه اغلب به این ویروس، کمپلکس حاد-کشمیر- اسرائیلی یا AKIگفته می شودکه دوتای آخری علائم مشابهی دارند (جدول ۱). ویروس ها تمام مراحل رشد و انواع زنبورها را آلوده می کنند(Chen, 2007). اگرچه ویروس ها همیشه درکلنی ها وجود دارند ولی اغلب تحت عنوان آلودگی های گوارشی پنهان شده اند. بهرحال اگر کلنی ها تحت شرایط استرس باشند، سطوح ویروس می تواند، کاهش طول عمر زنبوران کارگر، کاهش زنده مانی نوزادان و از بین رفتن کلنی در زمستان یا اوایل بهار را افزایش دهد(Martin, 2001). از جمله ویروس BQCV که می تواند با جلوگیری از رشد و تولد ملکه جدید در هنگام از دست رفتن ملکه قدیمی منجر به مرگ کلنی شود.

نوع ویروس	راه های انتقال	مرحله زندگی آلوده شدن زنبور	علایم	منابع
ویروس فلج حاد زنبور(ABPV)	عمدتا انتقال افقی از راه تغذیه، آلودگی واروآ	نوزادان، زنبوران بالغ	فلجی، لرزش، عدم توانایی پرواز ،تیرگی و ریزش موی روی قفسه سینه و شکم	De Miranda] [*et al*., 2010
ویروس سیاه شدن سلول ملکه (BQCV)	عمدتا انتقال افقی از راه تغذیه، آلودگی واروآ، امکان انتقال عمودی از طریق تخم	نوزادان، زنبوران بالغ	لارو ملکه های مرده یا شفیره ابتدایی مهر و موم شده در سلول های ملکه با دیوارهای قهوه ای سیاه تا سیاه	Chen & Siede,] [2007
ویروس فلج مزمن زنبور	عمدتا از طریق غذا و تماس، امکان جابجایی از طریق تخمدان	زنبوران بالغ	لرزش، محدودیت در پرواز، نفخ شکم، زنبوران بدون موی سیاه	Chen & Siede,] [2007
ویروس تغییر شکل دهنده بال (DWV)	عمدتا انتقال افقی از راه تغذیه، جابجایی از طریق تخمدان و اسپرم، آلودگی جرب واروآ	نوزادان، زنبوران بالغ	بال های تغییر شکل یافته در زنبوران تازه خارج شده از حفره، پیری زودرس در زنبوران بالغ	Chen *et al*.,] [2004

نوع ویروس	راه های انتقال	مرحله زندگی آلوده شدن زنبور	علایم	منابع
ویروس فلج حاد اسرائیلی (IAPV)	عمدتا انتقال افقی از راه تغذیه، جابجایی از طریق تخمدان ، آمیزش، جابجایی از طریق اسپرم، آلودگی جرب واروا	نوزادان، زنبوران بالغ	شبیه ویروس ABPV، کاهش عملکرد میتوکندری، اختلال احتمالی در فرایند تولید انرژی توسط میزبان	Chen *et al*.,] [2014
ویروس کشمیر زنبور	عمدتا انتقال افقی از راه تغذیه، جابجایی از طریق تخمدان، آلودگی جرب واروا	نوزادان، زنبوران بالغ	تضعیف کلنی اما نه با علایم روشن و مشخص	Chen *et al*.,] [2004

جدول۱) ویروس هایی که معمولاً در کلنی های زنبور عسل وجود دارند.

تغذیه و ارتباط آن با بیماری در زنبورعسل:

به دنبال سوء تغذیه، کلنی های زنبور عسل تلف شده و خسارت زیادی برای زنبوردار متحمل می کند به همین دلیل تغذیه زنبور عسل جزء مباحث در حال رشد در مطالعات زیست شناسی زنبور عسل بوده و به سرعت رشد یافته است. مطالعه تغذیه زنبور عسل برای سال های متمادی و استفاده از ابزارهای مولکولی به همراه دسترسی به ژنوم زنبور عسل ما را قادر به درک کامل تر مطالعات در مورد نقش تغذیه در سلامتی زنبور عسل کرده است.

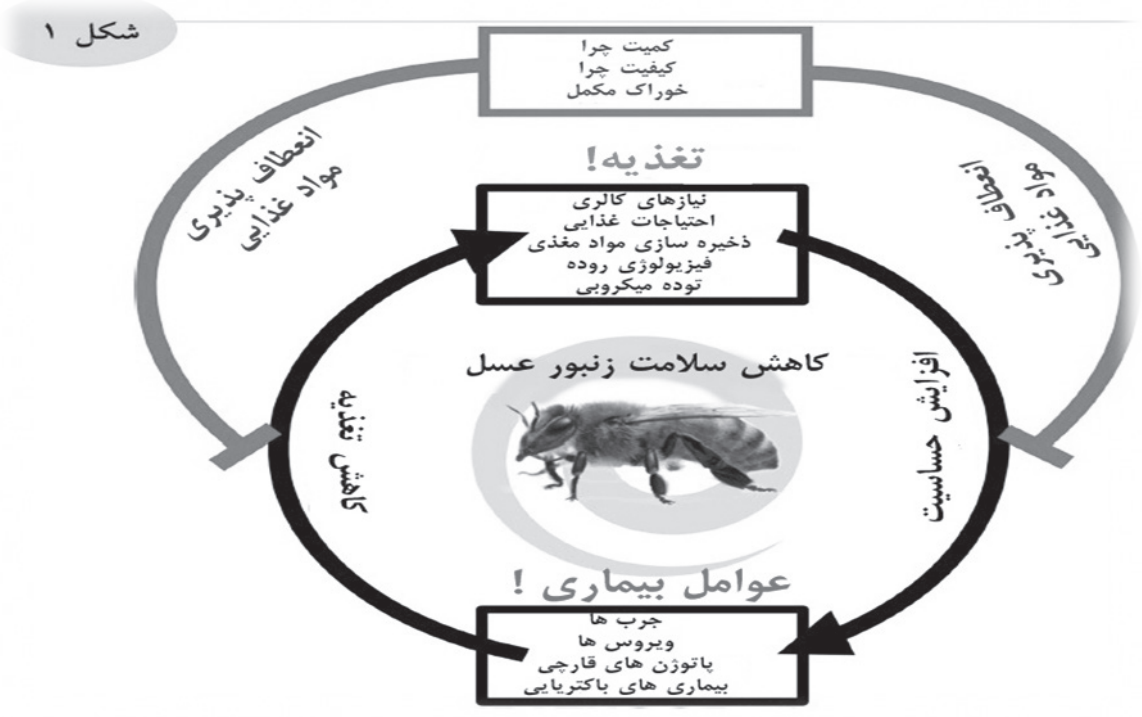
ارزیابی جامع ارزش غذایی گرده و شهد به جهت برآورد احتیاجات غذایی کلنی ها در کل سال مهم می باشد. یک فرض اساسی در مقایسه ارزش غذایی گرده ها و در توسعه مکمل های پروتئینی این است که نیازهای غذایی کلنی ها ثابت هستند و رابطه بین رژیم غذایی و ایمنی به سادگی توسط مصرف انرژی به جای مخلوط مواد مغذی خاص که در تعیین پاسخ ایمنی فرد مهم هستند، هدایت می شود .کلنی های زنبور عسل دوره های سالانه را طی می کنند، تولید نوزاد و جمعیتی کلنی در طول سال تغییر می کند و بنابراین منطقی است که فرض کنیم که احتیاجات غذایی نیز فرق خواهد کرد. همانطور که در حشرات دیگر نیز نشان داده شده است ، رژیمهای غذایی که برای رشد مطلوب هستند، لزوماً برای ایمنی بهینه نیستند (Cotter *et al*., 2011). بنابراین ، کلنی هایی که در فصل بهار تشکیل می شوند ممکن است به مواد مغذی آماده شده جهت رشد نیاز داشته باشند، در حالی که در پاییز هنگامی که پرورش نوزاد کاهش می یابد و کلنی ها در حال آماده سازی برای توسعه بعد از زمستان گذرانی هستند، احتیاجات غذایی ممکن است به حمایت از عملکرد ایمنی هدایت شود. تجزیه و تحلیل تغذیه ای گرده جمع آوری شده در زمان های مختلف سال در ترکیب با مطالعات تغذیه ای ، همچنین بررسی اثرات متابولیک و بیان ژن ایمنی می تواند چشم انداز ما را در مورد احتیاجات غذایی کلنی ها و نحوه تلاقی آنها با گرده های جمع آوری شده فصلی توسط زنبورها گسترش دهد (Gloria & Chen, 2015).

بایستی توجه کرد که ترکیب مواد مغذی موجود در غذا ، جوامع میکروبی موجود در روده را تحت تأثیر قرار می دهد. جوامع میکروبی می توانند با تأمین مواد مغذی اساسی ، عملکرد سیستم ایمنی که شامل پاسخ های سیستم ایمنی میزبان یا کاهش رشد پاتوژن ها می باشد را تحت تأثیر قراردهند، در حالی که شواهدی در مورد این فواید در موجودات دیگر وجود دارد. نقش جوامع میکروبی بعنوان توسعه دهنده سیستم ایمنی اجتماعی و فردی در زنبورهای عسل نیز مطالعه شده است، با وجود این ، تغذیه بهبود یافته می تواند رشد کلنی و پاسخ ایمنی به ویروس را بهینه کند و انگل واروآ ممکن است مزایایی را که تغذیه ارائه می دهد را تضعیف کند. منابع فراوان غذایی باعث رشد و پرورش نوزادان و رشد جمعیت در طول بهار و تابستان می شود. با این حال ، همزمان با رشد کلنی، جمعیت واروآ نیز افزایش می یابد. در پاییز ، وقتی نوزادان کمتری وجود دارد جمعیت بزرگ واروآ میزان آلودگی بسیار بالایی را تولید می کند. با رفتن به زمستان ، این کلنی اکثراً متشکل از زنبوران مسن خواهد بود که در حین توسعه آلوده شده اند و پناهگاه ویروس ها خواهند شد. این چنین کلنی هایی میزان مرگ و میر بالایی پس از زمستان گذرانی دارند. همچنین باید به نقش تغذیه در موفقیت تولید مثل واروآ

و انتقال ویروس توجه کرد، اگر بهبود در تغذیه زنبور عسل روی هر یک از این عوامل تأثیر بگذارد ، می توان رابطه بین تغذیه و ایمنی را حتی در صورت حضور واروآ دوباره برقرار کرد.

در پی نگرانی های جدی در مورد کاهش سلامت زنبور عسل در طی چند دهه گذشته، هر دو مورد تنش تغذیه ای و عوامل بیماری زا مورد توجه قرار گرفته است. در سالهای اخیر در بسیاری از مناطق جهان، شاهد افزایش تبدیل مناظر طبیعی به مزارع زراعی بوده ایم که در نتیجه باعث کاهش مناطق چرا برای زنبورها شده است و بیشترین تاثیر در این خصوص مربوط به مناطقی بوده که از ابتدا میزان علوفه آنها بیشتر بوده است (Otto *et al*., 2016). بنابراین ، برخی از زنبورها که تحت شرایط مدیریتی بوده اند، تغییرات قابل توجهی از لحاظ میزان دسترسی و تنوع مواد غذایی را در چند دهه گذشته تجربه کرده اند. همزمانی تنش های حاصل از عوامل بیماری زا به دلیل جهانی سازی و فشار جرب واروآ، گسترش سریع سویه های ویروسی بیماری زا و ورود نوع جدیدی از نوزما را افزایش داده است.

رابطه بین تغذیه و عوامل بیماری زا پتانسیل ایجاد یک چرخه تنش را دارد که می تواند تاثیرات عمده ای بر سلامت زنبورها بگذارد (شکل ۱). همانطور که بحث شد تغذیه ضعیف می تواند زنبورها را بیشتر در معرض عفونت قرار دهد و رژیم غذایی بهتر منجر به از بین رفتن بیماری می شود. برخی از عفونت های بیماری زا با تاثیر بر فرایند تغذیه در استفاده از ذخایر یا فرایند هضم مداخله می کنند. از آنجا که احتمالاً عفونت های مشترک، ناشی از چندین عامل بیماری زا می باشند و حتی امکان دارد بین آنها اثرات متقابل وجود داشته باشد، در ایجاد شبکه ای از تنش های پاتوژنی و رژیم غذایی بین زنبورها در سطح فردی و کلنی تاثیر می گذارد. هر دو تنش تغذیه ای (Schultz *et al*., 1998) و عفونت پاتوژن با شروع زودرس رفتار چراگری و تغییرات فیزیولوژیکی مرتبط با آن همراه است. این امکان وجود دارد که این عوامل در کنار هم، اثرات افزایشی و تقویتی داشته باشند. به عنوان مثال، مطالعات اخیر تجربی و مدل سازی نشان می دهد که تعامل بین عوامل استرس زا مانند تنش غذایی و عفونت پاتوژن می تواند منجر به عدم تعادل در تقسیم کار کلنی شود که ممکن است در مواردی سبب ترک کلنی توسط زنبور شود، که یکی از اصلی ترین علائم بیماری اسرارآمیز «سندروم فروپاشی کلنی» می باشد (Perry *et al*., 2017).

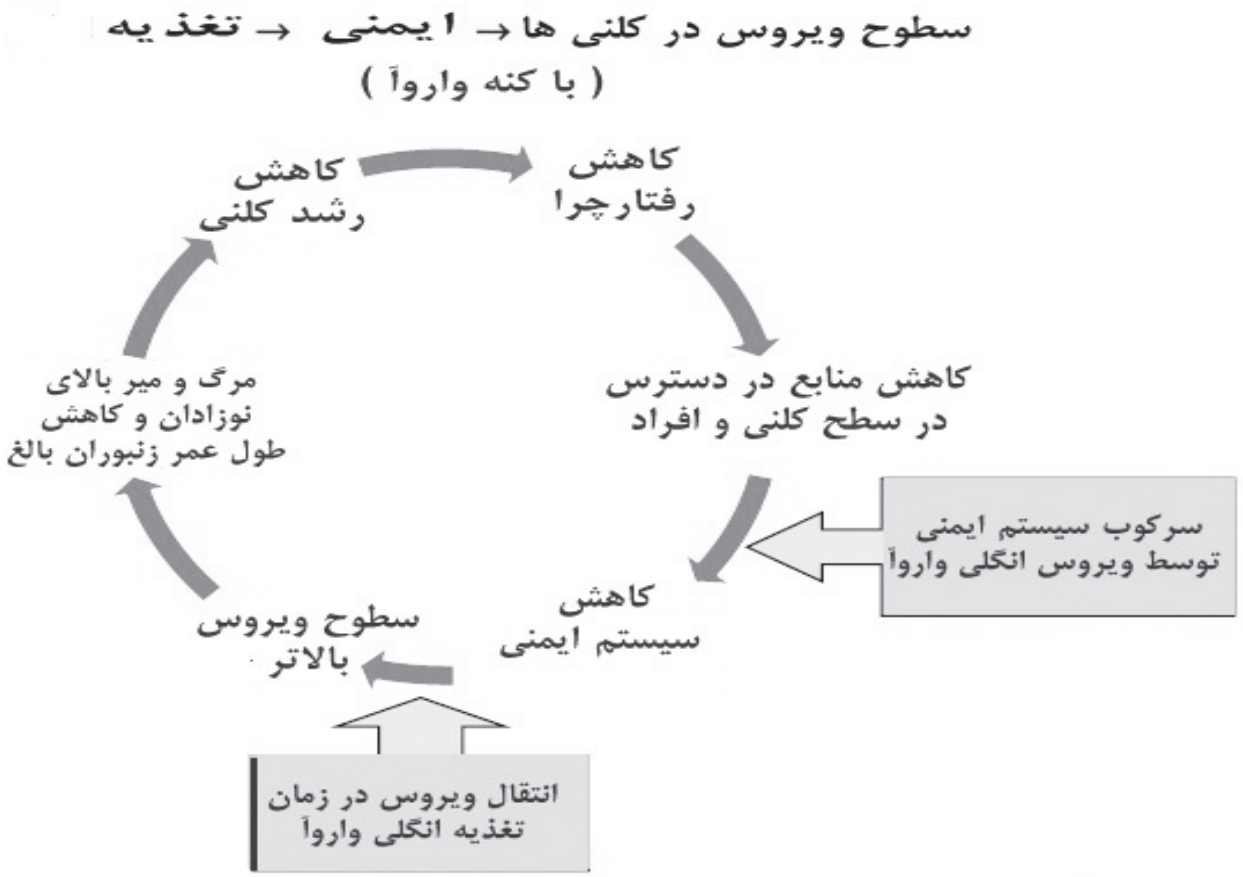


شکل ۱) برهم کنش تغذیه - عوامل بیماریزا و رابطه انعطاف پذیر بین تغذیه با سلامتی زنبورعسل.

همانطور که در شکل ۱ نشان داده شده است بازخورد بین تغذیه ضعیف و پاتوژن ها می تواند منجر به ایجاد حلقه استرسشود که این استرس هم می تواند تاثیر مهمی بر سلامت زنبور عسل داشته باشد. عوامل استرس زای تغذیه ای شامل کمبود در تامین احتیاجات انرژی، سطح ناکافی ریز مغذی های مورد نیاز ، سطح پایین مواد مغذی ذخیره شده از قبیل چربی ، پروتئین و گلیکوژن ، عدم تعادل (یا زیر حد متعادل) در فیزیولوژی روده و فقدان فلور میکروبی مفید می باشد. عوامل پاتوژنی و انگلی شامل جرب واروآ ، ویروس های مختلف بیماری زا ، عفونت های قارچی مانند نوزومای سرانی و بیماری های باکتریایی مانند لوک اروپایی و آمریکایی می باشد. بنابرین پیشنهاد می شود با استفاده از روش "مقاومت تغذیه ای" (افزایش کمیت و کیفیت تغذیه زنبور عسل با گلهای موجود در طبیعت و بهبود در ترکیب مکمل های غذایی) می توان به توقف چنین حلقه بازخورد مضر کمک کرد. تغذیه بهینه زنبور ها از طریق چند مکانیسم در این بازخورد مداخله می کند، بطوریکه سبب کاهش حساسیت به عوامل بیماری زا و جبران اثرات منفی عوامل بیماری زا بر فیزیولوژی تغذیه می شود.

نقش تغذیه در پاسخ ایمنی به پاتوژن های ویروسی:

ارتباط بین تغذیه و ایمنی فردی و تغییرات در احتیاجات غذایی کلنی ها در طول سال ممکن است محور بازخورد بین رشد و ایمنی کلنی باشد. بررسی اثرات آلودگی ناشی از انگل واروآ مهم است زیرا وقتی واروآ وجود دارد، تغذیه بهینه به تنهایی ممکن است برای پایین نگه داشتن سطح ویروس کافی نباشد (شکل ۲).



شکل ۲: رابطه سمبولیک بین تغذیه، ایمنی و سطح ویروس وتاثیر آن بر رشد کلونی زنبور و تغییر در رابطه هنگامی که زنبورها آلوده به جرب واروآ می شوند.

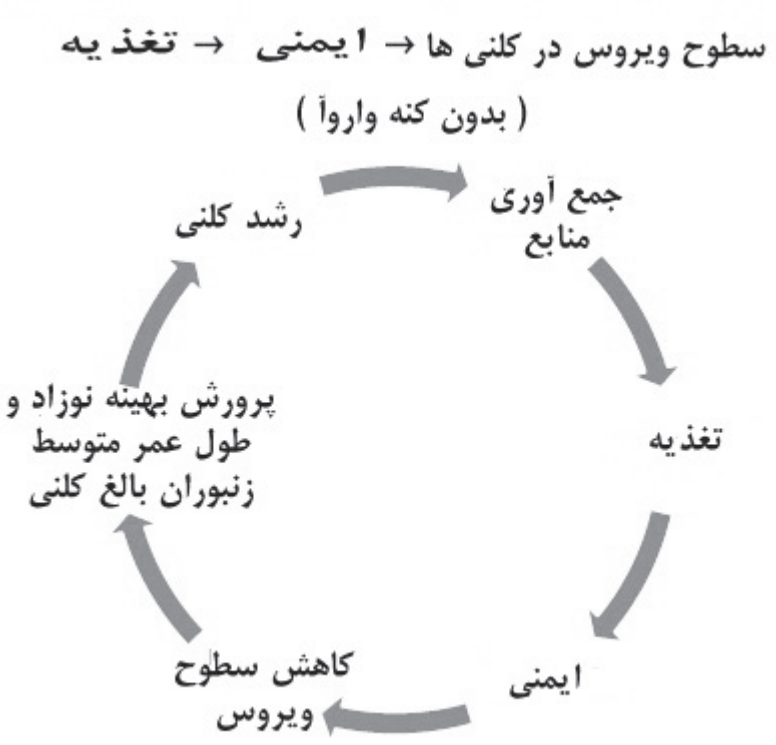
راه حل های ممکن در مواجهه شدید با عوامل تنش زا

درمان و پیشگیری از بروز پاتوژن ها و ویروس های خاص چالش برانگیز است. سطح بالای عفونت ویروسی معمولاً با آلودگی کنه های واروآ مرتبط است. بنابراین کنترل و درمان آلودگی کنه ها برای جلوگیری از آلودگی سطوح بالای ویروسی حیاتی است. وقتی آلودگی ویروسی یک بار اتفاق افتاد، هیچ روش درمانی تجاری برای عفونت ویروسی در زنبورها وجود ندارد، هرچند که یک رویکرد احتمالی در ارتباط با مداخله RNA اثبات شده است. نوزومای سرانی را می توان با مواد ضد میکروبی درمان کرد، اما آلودگی مجدد رخ می دهد. همچنین بر اساس مقررات متفاوت جهانی و ممنوعیت استفاده از آنتی بیوتیک ها در بعضی از کشورها، راه حل های سیستماتیک برای درمان عوامل بیماری زای زنبور عسل همچنان مشکل ساز هستند.

از آنجاکه تشخیص عوامل پاتوژن و درمان آنها می تواند چالش برانگیز باشد، رویکرد دیگر اتخاذ راه حل های خاص برای بهبود سلامت تغذیه ای زنبور عسل است. توصیه بر این است که با تلاش چند جانبه، در زنبورها "مقاومت تغذیه ای" نسبت به تنش موجود ایجاد و تقویت کنیم و این امر در زنبورهای عسل تحت مدیریت می تواند عامل اصلی در سلامتی زنبورها باشد. با بهبود سلامت تغذیه ای پایه، زنبورها نه تنها نسبت به عوامل بیماریزا مستعد نخواهند بود، بلکه تغذیه مناسب با مواد مغذی ممکن است واکنش های زنبورها را در مواجهه با سایر عوامل استرس زا از جمله قرارگرفتن در معرض آفت کش ها و تنش مدیریتی ناشی از جابجایی مکان زنبوردار بهبود بخشد.

● چه اقداماتی برای مقاومت تغذیه ای زنبورهای عسل می توان انجام داد؟

۱. تغذیه زنبورها را می توان در مقیاس محیط پیرامون مورد بررسی قرار داد. از آنجاکه زنبورهای عسل دارای دامنه چراگری وسیعی هستند ، زنبورها برای دسترسی به منابع تغذیه ای و کمک به پیشرفت خود، به گستره ی محیط



شکل ۳) تغییرات در روابط بین تغذیه، ایمنی و سطوح ویروس زمانی که زنبورها توسط کنه های واروآ الوده می شوند.

پیرامون خود متکی هستند و به همین دلیل نیز به نحوه مدیریت انسانی بر گستره ی زمین وابسته هستند به عنوان مثال، در طی بیش از یک دهه ، میلیون ها هکتار از اراضی حفاظت شده آمریکا حذف و به مزارع کشاورزی تبدیل شده

است (Wright & Wimberly, 2013). چنین کاهش سریع در مناظر طبیعی باعث محرومیت غذایی زنبور می شود که به راحتی توسط زنبورداران قابل اصلاح نیست. با این حال، زنبورداران می توانند در انتخاب محل با در نظرگرفتن مناظر طبیعی و فلورگیاهی آن نظارت داشته باشند (Ghanbari and Nemati, 2018). ویژگی های مناظر طبیعی مطلوب با حداکثر سود تغذیه ای برای زنبور عبارتند از: توجه به تنوع گیاهی و کمیت فلورگیاهی برای چرای زنبور عسل، کیفیت غذایی گیاهان خاص (DeGrandi *et al*., 2016) و بعلاوه در دسترس بودن گیاهان فصلی، که این موضوع در فصل پاییز برای زنبورداری حائز اهمیت می باشد چراکه زنبورها خود را برای زمستان گذرانی آماده می کنند. با این وجود، یک چالش خاص این است که شواهد تجربی کمی وجود دارد که نشان می دهد، چگونه ترمیم فلورگیاهی طبیعت یا مدیریت حفاظت ازگرده افشان ها می تواند بر سلامت زنبور تاثیر بگذارد. با نگاه به آینده و با مطالعه بیشتر و استفاده از رویکرد "فیزیولوژی طبیعت" که نشانگر بهبود وضعیت زنبور عسل از طریق غنی سازی گیاهی طبیعت است ، می توان چگونگی بهبود وضعیت زنبورداری را از طریق برنامه ها و راهبردهای مدیریتی طبیعت ارزیابی کرد. پیشنهاد می شود دستورالعمل ها، توصیه نوشته ها و ابزارهایی برای انتخاب بهینه محل زنبورداری برای بهره مندی از مزایای گیاهان تهیه شود. تشخیص محل باید بر اساس نوع منطقه باشد چراکه در سطح جهانی اختلافات زیادی در زیستگاه و ترکیب منابع غذایی برای زنبور وجود دارد.

۲- تأمین نیازهای غذایی زنبور را می توان از طریق مکمل های غذایی مناسب بهبود بخشید. توجه و علاقه زیادی به توسعه و بهبود خوراک مصنوعی زنبورها، به ویژه انواع مکمل های گرده ای وجود دارد. با این حال ، هنوز مشخص نیست که نیازهای غذایی دقیق زنبورها چیست و از طرف دیگر این نیازها بسته به شرایط فصلی و عوامل تنش زای محیطی بسیار متغیر هستند. به عنوان مثال، آن چیزی که بهترین ویژگی ضد ویروسی را ارائه می دهد، بهترین خصوصیات پرورشی را فراهم نمی کند. برای بهبود تغذیه تکمیلی، اطلاعات پایه ای در مورد نیازهای اساسی و تغذیه ای زنبورها ، از جمله احتیاجات ریز مغذی های ضروری، بعلاوه تعادل و نسبت مناسب مواد مغذی مورد نیاز است. همچنین باید فهم عمیق از نقش میکروارگانیسم های روده ای زنبور عسل و همچنین نقش گرده ی نان در حفظ سلامت غذایی زنبورهای عسل وجود داشته باشد (Anderson & Ricigliano, 2017). بنابراین در آینده، مکمل های غذایی باید با لحاظ کردن احتیاجات ریزمغذی ها، ترکیب جمعیت میکروبی و درک بیشتر از نیازهای غذایی زنبور عسل، از جمله تغییر نیاز غذایی آنها با توجه به فصل و مرحله زندگی کلنی، بهینه و هدف گذاری شده باشد.

هر چند تغذیه تکمیلی یک واقعیت در زنبورداری مدرن است و می تواند در سالم ماندن زنبورهای عسل در هنگام کمبود گل های گیاهی نقش اساسی داشته باشد ، اما یک راه حل پایدار و اقتصادی در حل مشکل تنش تغذیه ای زنبور، در طبیعت در حال تغییر نیست. به طور کلی ، همه زنبورها از جهات مختلف با تنش روبرو هستند و بعید به نظر می رسد که باگسترش جهانی آفات و عوامل بیماری زا و تشدید کشاورزی از بین بروند. بنابراین، سلامتی زنبورها در بهترین وجه با رویکردی فراهم می شود که در آن از روشهای اصلاحی هدفمند در ترکیب گیاهی طبیعت به منظور بهبود تغذیه زنبورها و حفاظت آنها در برابر سایر تنش ها استفاده شود.

منبع ها:

Adam, GD., & Amy, LT. 2018. Feedbacks between nutrition and disease in honey bee health. Current Opinion in Insect Science, 26:01–06.

Anderson, KE., & Ricigliano, VA. 2017. Honey bee gut dysbiosis: a novel context of disease ecology. Current Opinion Insect Science, 22:125-132.

Aronstein, KA., Vega, SE., Westmiller, R., & Douglas, SAE. 2012. How *Varroa* parasitism affects the immunological and nutritional staus of the honey bee, *Apis mellifera*. Insects,3:601-615.

Brodschneider, R., & Crailsheim, K. 2010. Nutrition and health in honey bees. Apidologie, 41:278-294.

Chen, YP., Evans, PJ., Kramer. JD., & Feldlaufer, MMF. 2004. Transmission of Kashmir bee virus by the ectoparasitic mite *Varroa destructor*. Apidologie, 35:441-448.

Chen, YP., Pettis, JS., Corona, M., Chen, WP., Li CJ., Spivak, M., Visscher, PK., DeGrandi-Hoffman, G., Boncristiani, H., & Zhao, Y. 2014. Israeli acute paralysis virus: epidemiology, pathogenesis and implications for honey bee health. PLoS Pathog, 10:e1004261.

Chen, YP., & Siede, R. 2007. Honey bee viruses. Advance Virus Research, 70:33- 80.

Claassen, R., Carriazo, F., & Cooper, J. 2011. Grassland to Cropland 325 Conversion in the Northern Plains: The Role of Crop Insurance, 326 Commodity, and Disaster Programs. United States Department of Agriculture Economic Research Service Report.120.

Cotter, SC., Raubenheimer, SS., & Wilson, DK. 2011. Macronutrient balance mediates trade-offs between immune function and life history traits. Func Ecol, 25:186-198.

Cox-Foster, DL., Conlan, S., & Holmes, EC.2007. A metagenomic survey of microbes in honey bee colony collapse disorder. Science, 318:283-287.

DiPasquale, G., Salignon, M., Le Conte, Y., Belzunces, LP., Decourtye, A., Kretzschmar, A., Suchail, S., Brunet, JL., & Alaux, C. 2013. Influence of pollen nutrition on honey bee health: do pollen quality and diversity matter, 8:e72016.

DeGrandi-Hoffman, G., Chen, YP., & Rivera, R.2016. Honey bee colonies provided with natural forage have lower pathogen loads and higher overwinter survival than those fed protein supplements. Apidologie.

deMiranda, JR., Ribiere, GL., & Chen, MYP. 2011. Honey bee viruses and their effects on bee and colony health. In Honey Bee Colony Health: Challenges and Sustainable Solution''. Edited by Sammataro D, Yoder JA. CRC Press Taylor & Francis Group. 2011; 71-102.

Djukic, M., Brzuszkiewicz, E., & Funfhaus, A.2014. How to kill the honey bee larva: genomic potential and virulence mechanisms of paenibacillus larvae. Plos one, 9.

Dolezal, AG., Carrillo-Tripp, J., & Miller, WA. 2016. Intensively cultivated landscape and *varroa* mite infestation are associated with reduced honey bee nutritional state. Plos one, 11.

Ghanbari, S., & Nemati, Z. 2018. Study on spatial suitability and economic evaluation of beekeeping in Arasbaran region and beekeepers problems. Animal Sciences Journal, 31(119): 83-92.

Glavinic, U., Stankovic, B., & Draskovic, V. 2017. Dietary amino acid and vitamin complex protects honey bee from immunosuppression caused by *Nosema* ceranae. Plos one,

Gloria, D., & Chen, Y. 2015. Nutrition, immunity and viral infections in honey bees Current Opinion in Insect Science, 10:170–176.

Haydak, MH. 1970. Honey bee nutrition. Annu Rev Entomol, 15:143.

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.

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, 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.

Perry, CJ., Sovik, E., Myerscough, MR., & Barron, AB. 2015. Rapid behavioral maturation accelerates failure of stressed honey bee colonies. Proc Natl Acad Sci,112:3427-3432.

Potts, SG., Biesmeijer , JC., & Kremen, C. 2010. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. Trends Ecol Evol, 25:345-353.

Rosenkranz, P., Aumeier, P., & Ziegelmann, B. 2010. Biology and control of *Varroa destructor*. J Invertebr Pathol. 103:S96-S119.

Schmidt, JO. 1984. Feeding preferences of Apis mellifera L (*Hymenoptera*, Apidae) – individual versus mixed pollen species. J Kansas Entomol Soc, 57:323-327.

Schmidt, LS., Schmidt, JO., & Rao, H.1995. Feeding preference and survival of young worker honey-bees (*Hymenoptera*, Apidae) fed rape, sesame, and sunflower pollen. J Econ Entomol, 88:1591-1595.

Schmid-Hempel, P. 2005. Evolutionary ecology of insect immune defenses. Annu Rev Entomol, 50:529-551.

Schultz, DJ., Huang, ZY., & Robinson, GE. 1998. Effects of colony food shortage on behavioral development in honey bees. Behav Ecol Sociobiol, 42:295-303.

Wright, CK., & Wimberly, MC. 2013. Recent land use change in the Western Corn Belt threatens grasslands and wetlands. Proc Natl Acad Sci, 110:4134-4139.

A review on the relationship between nutrition and disease in Honey bee (*Apis mellifera*) health

Z. Nemati[1], H. Velayati[2]

1- Department of Animal Science, Ahar Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Tabriz, 51666, Iran.

2- Department of Animal Science, Agricultural Faculty, Ataturk University, 25240, Erzurum, Turkey.

DOI: 10.22092/hbsj.2020.342716.1088

Abstract

Bee health is affected by the interactions between various environmental stressors, the most important of which are plant deficiencies, parasites and other pathogens. Poor bee nutrition can exacerbate the negative effects of viral and fungal infectious diseases on bees, and in contrast, these parasites and pathogens can adversely affect the physiology of bee nutrition. There is an effective relationship between social and individual immunity and colonic nutrition. The *varroa* parasite worsens this relationship by reducing nutritional levels, reducing individual immune function, and transmitting the virus. There is also a potentially harmful interaction between poor bee nutrition and infectious diseases that may lead to reduced bee health. In the fight against bee health challenges, it is recommended to consider improving the nutritional resistance of bees; such a method can protect bees from other environmental stressors such as infectious and pathogens. In order to create nutritional resistance, nature and plant diversity can be enriched for bees with the help of protection and correction programs, and food supplements can be used to meet their nutritional deficiencies.

Key words: Honey bee, Nutrition, Health, Disease, *Varroa* mites

Corresponding Author: Z. Nemati

Email: znnemati@yahoo.com