



بررسی مهمترین عوامل ذکر شده برای پدیده فروپاشی کلنی زنبور عسل

شهرام دادگستر^{۱*}، جاماسب نوذری^۲

۱. دانشجوی دکتری تخصصی حشره شناسی کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران

۲. عضو هیات علمی گروه حشره شناسی کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران

دریافت: دی ۱۳۹۳؛ پذیرش: اسفند ۱۳۹۳

پست الکترونیک نویسنده پاسخگو: Sh_dadgostar@ut.ac.ir

چکیده

حدود یک سوم غذای جهان بطور غیر مستقیم توسط حشرات گرده افشان و در راس آن ها زنبور عسل تولید می شود. از سال ۲۰۰۶، پدیده ای در کلنی های زنبور عسل دنیا مشاهده گردید که موجب شد گاه تا بیش از ۵۰ درصد جمعیت زنبور عسل از بین برود. در این پدیده، زنبوران کارگر که برای جمع آوری شهد و گرده به طبیعت پرواز می کنند، هیچ گاه به کندو باز نمی گردند. بعد از مدت کوتاهی در کندو فقط تعداد بسیار کمی زنبور کارگر و ملکه باقی می ماند که چون این تعداد کم زنبور کارگر توان پاسخگویی به نیازهای کندو را ندارند، کلنی طی چند روز به کلی از بین می رود. از آنجاییکه زنبور عسل حشره ای کاملاً اجتماعی و وابسته به محیط زیست است، علت این مساله را باید در محیط جستجو کرد. طبق تحقیقاتی که انجام شده است، عوامل مختلفی نظیر، استفاده بیش از حد و بدون آگاهی از سموم شیمیایی برای کنترل آفات گیاهانی که میزبان زنبور عسل هستند، آفات و بیماری های کلنی های زنبور عسل که خود بعلت عدم رعایت مصرف سموم طغیان کرده اند، گرد و غبار محلی و منطقه ای، کوچ طولانی مدت کندوها به مناطق دور دست، امواج رادیویی و موارد متعدد دیگر برای این پدیده پیشنهاد شده است. اهمیت حل این مشکل نه فقط بدلیل اقتصادی بودن این حشره بلکه بدلیل تاثیر غیر قابل انکار زنبور عسل بر امنیت غذایی دنیا می باشد؛ چرا که به گفته انیشتین، در صورت حذف زنبور عسل از روی زمین، موجودات تا چهار سال بیشتر نمی توانند زنده بمانند.

واژه های کلیدی: زنبور عسل، محیط زیست، فروپاشی کلنی، سموم شیمیایی، کنترل

مقدمه

فروپاشی کلنی، تعداد زنبورهای بالغ داخل کندو کاهش می یابد بدون اینکه زنبورهای مرده در داخل یا اطراف کندو دیده شود یا به ندرت دیده می شود. کلنی هایی که بدلیل پدیده فروپاشی کلنی زوال یافته اند مجموع علایم زیر را بطور همزمان از خود بروز می دهند [۴]:

۱- وجود حجره های در بسته در کلنی های بدون کارگر؛ بطور معمول تا وقتی که تمام حجره های شفیرگی باز نشده اند، زنبوران کلنی را ترک نمی کنند.

از گذشته تاکنون ارتباط تنگاتنگی بین حضور زنبور عسل در طبیعت و گرده افشانی وجود داشته است. زنبور عسل یکی از مهمترین گرده افشان های گیاهان زراعی می باشد که بطور غیر مستقیم تولید یک سوم غذای جهان را بر عهده دارد [۱]. پدیده فروپاشی کلنی^۱ از سال ۲۰۰۶ در زنبورستان های آمریکا دیده شد [۲]. در این پدیده زنبورهای عسل اروپایی (*Apis mellifera*) برای جمع آوری غذا از کندو خارج شده و هیچ گاه به کندو باز نمی گردند [۳]. در کلنی های تلف شده توسط پدیده

^۱ Colony Collapse Disorder





امروزه اکثر تحقیقات در مورد اثر آفت کش ها در بروز پدیده فروپاشی کلنی، بر پایه اندازه گیری های مستقیم استفاده آن ها بر روی گیاه می باشد، در صورتیکه باید تحقیقات روی آفت کش های سیستمیک مثل ایمیداکلوپرید که از راه خاک و ریشه جذب گیاه شده و در گرده و شهد ظاهر می شوند، صورت گیرد. علایمی که ایمیداکلوپرید روی حشرات از جمله زنبور عسل ایجاد می کند می تواند یکی از علل پدیده فروپاشی کلنی را توضیح دهد [۷].

۱-۲- کومافوس و فلووالینات

تحقیقات سال ۲۰۰۸ در دانشگاه پنسیلوانیا نشان داد، باقیمانده دو سم فلووالینات و کومافوس در نمونه های موم کندوها، برابر میزان باقیمانده ۷۰ آفت کش دیگر است. این آفت کش ها برای ریشه کنی مایت واروا که احتمالاً خود به تنهایی یکی از علل مهم پدیده فروپاشی کلنی می باشد، استفاده می شود. تحقیق سال ۲۰۰۹ نشان داد مقدار زیادی باقیمانده سموم در موم کلنی ها وجود دارد که ارتباط زیادی با کاهش طول عمر زنبور خواهد داشت تحقیقات نشان می دهد آفت کش ها به تنهایی علت پدیده فروپاشی کلنی نمی باشند و ترکیبی از چند عامل شامل مایت ها، ویروس ها و آفت کش ها موجب این عارضه هستند [۸].

۱-۳- قارچ کش ها

در سال ۲۰۱۳، محققان مقداری گرده از کندوها جمع کرده و به زنبورهای سالم خوراندند. گرده ها بطور متوسط حدود ۹ قارچ کش و حشره کش مختلف داشت. آن ها مشاهده کردند زنبورهایی که از گرده های حاوی قارچ کش تغذیه کردند، سه برابر بیشتر از سایرین به پارازیت ها آلوده می شوند. آن ها دریافتند، قارچ کش ها اگرچه برای زنبور عسل بی ضرر است ولی ممکن است نقش مهمی در پدیده فروپاشی کلنی داشته باشد. مشاهدات آن ها همچنین نشان داد زنبورها مقدار بیشتری در معرض آفت کش هایی هستند که بطور مستقیم بر روی گیاهان زراعی یا علف های هرز پاشیده می شود و پیشنهاد کردند روی نحوه مصرف آفت کش ها و قارچ کش ها بصورت اسپری، بازنگری شود [۹].

۲- حضور ذخیره غذایی کافی شامل گرده و شهد در قاب ها که هنوز توسط زنبوران غارتگر، غارت نشده اند و توسط کرم موم خوار یا سوسک کوچک کندو مورد حمله قرار نگرفته اند.

۳- ملکه در کلنی آسیب دیده حضور دارد؛ در صورت فقدان ملکه، کلنی از بین خواهد رفت که به این حالت پدیده فروپاشی کلنی اطلاق نمی شود.

مکانیسم و دلایل قطعی عارضه پدیده فروپاشی کلنی بطور واضح مشخص نیست اما علل مختلفی برای آن پیشنهاد شده است: آفت کش ها بخصوص گروه نیکوتینوئیدها^۱؛ مایت واروا^۲ و کنه تراشه ای^۳؛ سوء تغذیه؛ پاتوژن های مختلف؛ عوامل ژنتیکی؛ ضعف سیستم ایمنی بدن زنبورها؛ کاهش زیستگاه های طبیعی؛ تغییر روش های زنبورداری، امواج الکترومغناطیس و یا ترکیبی از این عوامل که در ادامه به هر یک از آن ها بطور اجمالی خواهیم پرداخت [۵].

۱- آفت کش ها

۱-۱- نیکوتینوئیدها

دانشمندان نگران این موضوع هستند که آفت کش ها و بعضی قارچ کش ها اثرات مزمن بر زنبورها داشته باشند و آن ها را یکباره نکشند ولی به رشد و نمو و رفتار آن ها آسیب وارد کنند. نئونیکوتینوئیدها، از گروه های معروف سموم شیمیایی هستند که شامل ایمیداکلوپرید^۴، کلوتیانیدین^۵ و تیمتوکسام^۶ می باشند. زنبورها ممکن است هنگام گرده افشانی و تغذیه از گرده و شهد مقداری سم دریافت کنند، چراکه این گروه از آفت کش ها جذب آوند گیاهان می شوند و باقیمانده آن ها در گل ها و شهد آن ها مشاهده شده است. دز سم دریافت شده توسط زنبور کشنده نیست ولی می تواند در دراز مدت باعث اثرات مزمن شود. بیشتر غلات در آمریکا توسط نئونیکوتینوئیدها تیمار می شوند [۶].

Nicotinoides	۲
Varroa Mite	۳
Tracheal Mite	۴
Imidacloprid	۵
Clothianidin	۶
Thiamethoxam	۷





۲- پارازیت و پاتوژن ها

۱-۲- مایت واروا

پیشنهاد کرد علت پدیده فروپاشی کلنی، نوزما است. هایگ و تیم او از سال ۲۰۰۰ روی این مشکل کار کردند و ادعا کردند دلایل بالقوه دیگر را از بین برده اند. عارضه مشابه دیگری که توسط هایگ در اروپا، مورد بررسی قرار گرفت پدیده CDS^{۱۱} بود که علت کاهش جمعیت زنبورعسل در اروپا را قارچ نوزما می داند [۱۳]. بهر حال تحقیقات وسیع سال ۲۰۰۹ در آمریکا بیان کرد علت پدیده فروپاشی کلنی برهمکنش بین پاتوژن و دیگر عوامل استرسی است [۱۴].

۳- عدم تنوع ژنتیکی زنبور

بیشتر تمرکز تحقیقات در مورد پدیده فروپاشی کلنی بر روی عوامل محیطی است. مساله اینجاست که پدیده فروپاشی کلنی در شرایط زنبورداری های تجاری و سطح وسیع صنعتی اهمیت دارد. زنبورداری طبیعی و تولید مثل در زنبورهای بومی و اصطلاحاً وحشی موجب افزایش تنوع ژنتیکی داخل کلنی و بین کلنی ها می شود. تنوع ژنتیکی در تولید مثل جنسی، یکی از عوامل مهم تکاملی است که زنبور را به آفات و بیماری ها مقاوم می کند. بسیاری از گونه های تولید شده توسط انسان از عدم تنوع ژنتیکی رنج می برند. افزایش بیماری های وراثتی، ضعف قدرت و توانایی زیستی، و مستعد شدن زنبورها به بیماری ها از نتایج این یکنواختی ژنتیکی است [۱۵].

۴- سوء تغذیه

در سال ۲۰۰۷، مطالعه ای در دانشگاه پنسیلوانیا انجام شد که یک عامل غیر عادی برای پدیده فروپاشی کلنی را مطرح می کرد. این عامل که باعث مرگ زنبورها می شد بیشتر در مناطق خشک و فقیر از نظر غذایی (پوشش گیاهی)، به چشم می خورد. این تنها عاملی بود که در تمام گزارش های پدیده فروپاشی کلنی به آن اشاره شد؛ بر این اساس شواهدی وجود دارد که حداقل بخش قابل توجهی از این پدیده با عدم تغذیه زنبور یا ضعف غذایی آن ارتباط دارد. زنبورهایی که از میزبان های گیاهی متنوع تغذیه می کنند نسبت به زنبورهایی که تنها از یک نوع گیاه تغذیه کرده و اصطلاحاً تک میزبانه هستند، سیستم ایمنی سالم تری دارند. در این

مایت واروا دستراکتور^۸ مخربترین عامل مرگ و میر زنبور عسل در جهان بوده است که علاوه بر خسارت خود یعنی ضعف عمومی بدن زنبورها، ایجاد زنبورهای ناقص الخلقه و تغذیه از همولنف سفیره ها، موجب انتقال ویروس های دفرمه کردن بال (DWV) و فلجی حاد اسرائیلی^۹ می شود که در بروز پدیده فروپاشی کلنی دخیل هستند. بطور معمول در کندوهای زمستان گذران مقداری تلفات در کلنی مشاهده می شود که به عوامل مختلف نظیر کاهش منابع غذایی در دسترس کلنی مربوط است. آلودگی به این مایت موجب ضعف سیستم ایمنی بدن زنبورها می شود در نتیجه قدرت زمستان گذرانی کلنی تضعف شده و تلفات آن بیش از حد معمول در زمستان، خواهد بود [۱۰].

۲-۲- ویروس فلج حاد

در سال ۲۰۰۴، ویروس فلجی حاد اسرائیلی که برای اولین بار در اسرائیل شناسایی شد در ایالات متحده آمریکا یکباره بعنوان عامل پدیده فروپاشی کلنی عنوان شد. خاستگاه اصلی آن ناشناخته است [۱۱]. تحقیقات در سال ۲۰۰۹، نشان داد شاخص های تخریب تولید پروتئین در تمام زنبورهای آلوده به پدیده فروپاشی کلنی بطور معمول وجود دارد که این الگو به آلودگی کلنی به IAPV دلالت دارد. این گمان وجود دارد که ویروس های خانواده Dicistroviridae همانند IAPV باعث تخریب ریبوزوم های دخیل در تولید پروتئین سلول شوند و این کاهش فعالیت ریبوزومی، زنبورها را ضعیف تر کند و آن ها را نسبت به عواملی که شاید کشنده نبودند، آسیب پذیر تر کند [۱۲].

۲-۳- نوزما

ماریانو هایگ^{۱۰}، مسئول تیم مرکز تحقیقات زنبورعسل در اسپانیا، گزارش کرد وقتی کندوهای اروپا به نوزما سرانی^{۱۱} آلوده شدند، کلنی ها طی هشت روز از بین رفتند. هایگ بر اساس این تحقیق

^۸ *Varroa destructor*

^۹ Israeli Acute Paralysis Virus

Mariano Higes ۱۰

^{۱۱} *Nosema cerana*





۳- اگر به زنبورها شربت شکر داده می شود، در آن از فوماژیلین استفاده شود.

۴- اگر کندوها دچار فروپاشی شده اند و همزمان علایم ثانویه نظیر لوک اروپایی در کلنی دیده می شود، از اکسی تتراسایکلین^{۱۷} به جای سایر مواد نظیر تیلوسین^{۱۸}، استفاده شود.

۷- نتیجه گیری کلی و بحث

زنبور عسل جزو معدود حشراتی است که از آن با واژه دام یاد می شود. این نشان از اهمیت این حشره مفید در تولید و استفاده از محصولات جانبی آن است. همانطور که سایر دام ها نیاز به رسیدگی و تیمار دارند و پیوسته جمعیت آن ها از لحاظ ژنتیکی در حال اصلاح است تا تولیدات بیشتر و با کیفیت تری از آن ها بدست آید، ملکه زنبور عسل نیز بنا به دلایل ذکر شده می تواند از لحاظ ژنتیکی اصلاح شود تا زنبورهای مقاوم به آفات و بیماری ها و همچنین مقاوم به باقیمانده سموم شیمیایی که جزء غیر قابل حذف کشاورزی مدرن است، ایجاد شود؛ همینطور نژادهای اصلاح شده می توانند میزان تولیدات بیشتری داشته باشند که هزینه های احتمالی فقدان جمعیت زنبور را تا حدودی جبران نماید و عبارت دیگر آستانه تحمل (پذیرش بیشترین میزان آفت یا بیماری بدون کاهش عملکرد و تولید) این حشره را افزایش دهد.

اگرچه بعضی از گونه های دیگر زنبور، ممکن است گرده افشانی بهتری انجام دهند ولی در بیش از ۳۰ درصد محصولات کشاورزی از زنبور عسل برای گرده افشانی استفاده می شود؛ چون این زنبور می تواند در حجم وسیع گرده افشانی انجام دهد، همچنین بیشترین سرکشی به گیاهان را نسبت به دیگر گرده افشان ها دارد. می توان کندوهای زنبور عسل را از مزرعه ای به مزرعه دیگر برد و برای افزایش راندمان آن ها را مجبور به گرده افشانی اشباعی (استفاده از تعداد زیادی کلنی برای گرده افشانی چندین مزرعه در یک فصل زراعی) کرد. سود دهی اقتصادی محصولات کشاورزی وابستگی زیادی به گرده افشانی زنبور عسل دارد. در چین، گرده افشانی دستی باغ های سیب، کاربر، زمان بر و پرهزینه است [۲۰].

پژوهش مشخص شد، زنبورهایی که از پنج گونه گیاهی با سطوح بالای گلوکز اکسیداز تغذیه کردند به مراتب سیستم ایمنی قوی تری نسبت به گروه دیگر که تنها از یک گونه گیاه با میزان پروتئین بیشتر تغذیه کردند، داشتند. محققان پیشنهاد کردند پدیده فروپاشی کلنی ممکن است با عدم تنوع گیاهی مرتبط باشد [۱۶].

۵- امواج الکترومغناطیس

برخلاف مطالب زیادی که در اینترنت وجود دارد، در مورد اثر امواج الکترومغناطیس بر زنبور عسل مطالعات بسیار کمی صورت گرفته است. در سال ۲۰۰۶، تحقیقی کاوشی روی اثر غیرحرارتی فرکانس رادیویی^{۱۳} بر روی زنبور عسل نژاد کارنیکا^{۱۴} انجام شد. محققان تغییری در رفتار زنبورهایی که در کنار دکل های تلفن های همراه با طول موج ۱۸۸۰-۱۹۰۰ مگاهرتز قرار داده بودند، ندیدند. در فاصله نزدیک میدان الکترومغناطیسی^{۱۵} می تواند توانایی بازگشت زنبورها به کندو را کاهش دهد. آن ها همچنین کاهش ناچیزی از وزن شان های حاوی عسل را در کلنی های مورد آزمایش خود دیدند [۱۷]. تحقیقی روی اثر امواج موبایل بر فروپاشی کلنی، نشان داد وقتی تلفن همراه روشن داخل کندو قرار داده شد، زنبوران کارگر بعد از ده روز به داخل کندو باز نمی گردند. گوشی های تلفن همراه باعث کاهش تخم گذاری ملکه می شود و همین نتایج بیان کرد امواج الکترومغناطیس توضیح بهتری برای پدیده فروپاشی کلنی نسبت به بقیه عوامل ذکر شده است [۱۸].

۶- مدیریت عارضه

از یکم مارس ۲۰۰۷، ائتلاف محققان زنبور عسل شرق آمریکا^{۱۶}، اقداماتی را بطور آزمایشی برای زنبوردارانی که علایم پدیده فروپاشی کلنی را مشاهده کرده اند، پیشنهاد دادند [۱۹].

۱- کلنی های دچار فروپاشی را با کلنی های قوی ادغام نکنید.
۲- هنگامی که فروپاشی رخ داد، برای پیشگیری از گسترش احتمالی آلودگی، تمامی ابزاری که قبلاً مورد استفاده بوده است را از دسترس زنبورها دور کنید.

Radio Frequency^{۱۳}

Apis mellifera carnica^{۱۴}

Electromagnetic Field^{۱۵}

Mid-Atlantic Apiculture Research and Extension Consortium^{۱۶}

Oxytetracyclin^{۱۷}

Tylosin^{۱۸}





7- McGrath, P.F. (2014) "Politics meets science: the case of neonicotinoid pesticides in Europe". *Surveys And Perspectives Integrating Environment & Society*. 7(1)

8- vanEngelsdorp, D.; Evans, J.; Saegerman, C.; Mullin, C.; Haubruge, E.; Nguyen, B.; Frazier, M.; Frazier, J.; Cox-Foster, D.; Chen, Y.; Underwood, R.; Tarry, D. R.; Pettis, J. S. (2009). Brown, Justin, ed. "Colony collapse disorder: a descriptive study". *PLoS ONE* 4 (8): e6481.

9- Jeffery S. Pettis, Elinor M. Lichtenberg, Michael Andree, Jennie Stitzinger, Robyn Rose, Dennis van Engelsdorp; Lichtenberg; Andree; Stitzinger; Rose; Vanengelsdorp (2013). "Crop Pollination Exposes Honey Bees to Pesticides Which Alters Their Susceptibility to the Gut Pathogen *Nosema ceranae*". *PLoS ONE* 8 (7): e70182.

10- Guzmán-Novoa, E., Eccles, L., Calvete, Y., McGowan, J., Kelly, P. G., and Correa-Benítez, A. (2009). *Varroa destructor* is the main culprit for the death and reduced populations of overwintered honey bee (*Apis mellifera*) colonies in Ontario, Canada. *Apidologie* 41: 443-450.

11- Refkin, 2007.

12- Johnson, R. M.; Evans, J. D.; Robinson, G. E.; Berenbaum, M. R. (2009). "Changes in transcript abundance relating to colony collapse disorder in honey bees (*Apis mellifera*)". *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106 (35): 14790-5.

13- Higes, M., Martín-Hernández, R., Garrido-Bailón, E., González-Porto, A. V., García-Palencia, P., Meana, A., Del Nozal, M. J., Mayo, R. and Bernal, J. L. (2009), Honeybee colony collapse due to *Nosema ceranae* in professional apiaries. *Environmental Microbiology Reports*, 1: 110-113.

14- Higes, M; Martin, R; Meana, A (2006). "Nosema ceranae, a new microsporidian parasite in honeybees in Europe". *Journal of Invertebrate Pathology* 92 (2): 93-5.

15- Oldroyd, BP (2007). "What's killing American honey bees?". *PLoS Biol* 5 (6): e168.

16- Mao W, Schuler M A, Berenbaum M R; Schuler; Berenbaum (2013). "Honey constituents up-regulate detoxification and immunity genes in the western honey bee *Apis mellifera*". *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 110: 8842-6.

17- Harst, W., Kuhn, J., Stever, H. (2006). "Can Electromagnetic Exposure Cause a Change in Behaviour? Studying Possible Non-Thermal Influences on Honey Bees – An Approach within the Framework of Educational Informatics". *Acta Systemica* 6 (1): 1-6.

18- Sainudeen Sahib, S. (2011). "Impact of mobile phone on the health of Honey Bees". *Mun. Ent. Zool*. Vol. 6, No. 1.

19- vanEngelsdorp Dennis, M.Frazier, and D. Caron (2007). "Tentative Recommendations for Hives Experiencing CCD". *Mid-Atlantic Apiculture Research*

همانطور که ذکر شد، علت پدیده فروپاشی کلنی های زنبور عسل را باید در بیرون از کندو جستجو کرد زیرا عوامل متعدد نظیر باقیمانده آفت کش ها، کاهش پوشش گیاهی مورد استفاده زنبور عسل که منجر به سوء تغذیه می شود و وجود پارازیت ها و پاتوژن ها و استقرار آن ها در کلنی جزو مواردی هستند که می توان آن ها را در محیط زیست یافت. یکی از مهمترین موارد زیست محیطی که منجر به بروز پدیده فروپاشی کلنی شده است مساله مصرف بی رویه آفت کش ها می باشد. چون زنبور عسل ارتباط تنگاتنگی با اقلیم خود و گیاهان موجود در آن دارد، اگر آفت کش های با دوره کارنس (مدت زمان کاهش سمیت تا پایین تر از دز کشنده) بالا یا غیر استاندارد مصرف شود که برای زنبور عسل مضر است می تواند باعث اثرات حاد یا مزمن در جمعیت زنبور شود.

به طور کلی آینده حیات انسان و سایر موجودات در کره خاکی به حضور حشرات گرده افشان و در راس آن ها زنبور عسل گره خورده است. آلودگی های زیست محیطی علاوه بر اثر مستقیم بر روی گیاهان بطور غیر مستقیم روی حشرات گرده افشان آن ها هم تاثیر سوء می گذارد که در نتیجه آن کمیت و کیفیت محصولات کشاورزی کاهش یافته و انسان ها باید با جان و مال خود بهای سنگین این تخریب زیست محیطی بپردازند.

منابع

1-Wines, Michael (2013). "Mystery Malady Kills More Bees, Heightening Worry on Farms". *New York Times*. Retrieved 31 March 2013.

2- vanEngelsdorp Dennis, Cox-Foster Diana, Frazier Maryann, Ostiguy Nancy, and Hayes Jerry (2006). "Colony Collapse Disorder Preliminary Report". *Mid-Atlantic Apiculture Research and Extension Consortium (MAAREC) – CCD Working Group*. p. 22. Retrieved 2007-04-24.

3-vanEngelsdorp Dennis; Hayes Jerry; Underwood Robyn M.; Pettis Jeffery (2008). "A Survey of Honey Bee Colony Losses in the U.S., Fall 2007 to Spring 2008". *PLoS ONE* 3 (12): e4071.

4- "Discussion of phenomenon of Colony disorder collapse". *Canadian Honey Council*. 27 January 2007. Archived from the original on 29 July 2007. Available in <http://honeycouncil.ca>.

5- Borenstein, 2013

6- Sluijs et al, 2013

