دوفصلنامه علمی ترویجی علوم و فنون زنبورعسل
دوره ۱٤، شماره ۲۷، سال ۱٤۰۲، (۶۰-۷۰)

تعیین عوامل تاثیرگذار در پدیده فروپاشی کلنی‌های زنبورعسل با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی

بهارک محمدیان[1*]، بهروز توپچی[2]، مجتبی محرمی[1]، عطاالله رحیمی[3]

۱- بخش بیماریهای زنبورعسل، کرم ابریشم و حیات وحش، موسسه تحقیقات واکسن و سرم سازی رازی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
۲- بخش تحقیقات علوم اقتصادی و اجتماعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کردستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، سنندج، ایران
۳- بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کردستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، سنندج، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۱۳ **تاریخ پذیرش**: ۱۴۰۲/۱۱/۳
شناسه دیجیتال (DOI): 10.22034/HBSJ.2024.364586.1153
رایانامه: B.mohamadian@rvsri.ac.ir

چکیده:

پدیده فروپاشی کلنی‌های زنبورعسل در سال‌های اخیر تهدیدی جدی برای صنعت زنبورداری در مناطق مختلف جهان بوده است. با توجه به اینکه هنوز توافقی در مورد فاکتورهای مؤثر برفروپاشی کلنی‌های زنبورعسل وجود ندارد، در این مطالعه از روش تحلیل سلسله مراتبی استفاده شد تا از این طریق فاکتورهای مؤثر بر این پدیده مشخص و رتبه‌بندی گردد. بدین منظور، پرسشنامه مقایسات زوجی بر اساس عوامل تأثیرگذار در پدیده فروپاشی کلنی‌ها تهیه و توسط ۲۹ نفر از کارشناسان بیماری‌های زنبورعسل تکمیل شد. داده‌های حاصل با استفاده از نرم افزار Expert choice تجزیه و تحلیل شد. نتایج حاصل از مقایسات زوجی نشان داد که از بین عوامل تأثیرگذار مطرح شده در پدیده فروپاشی کلنی‌های زنبورعسل، عوامل مدیریتی بیشترین اهمیت و عوامل محیطی و بیماری زا از اهمیت کمتر و

یکسانی برخوردار بودند. براساس نظرات کارشناسان از بین فاکتورهای مورد بررسی، ضعیف بودن ملکه با وزن نسبی ۰/۱۴۴، سوءتغذیه با وزن نسبی ۰/۱۳۸ و استفاده از جرب‌کشها در کندو با وزن نسبی ۰/۱۳۵مهمترین عوامل در فروپاشی کلنی‌های زنبورعسل و در مقابل، آلودگی به میاز و سوسک کوچک کندو با وزن نسبی ۰/۰۰۳کمترین اهمیت را در پدیده مذکور داشتند. با توجه به اینکه بر اساس یافته‌های این پژوهش عوامل مدیریتی از اهمیت بیشتری در پدیده فروپاشی کلنی‌های زنبورعسل برخوردار بودند، تغییر یا بهبود روش‌های مدیریتی در زنبورستان‌ها پیشنهاد می‌شود.

کلمات کلیدی: زنبورعسل، فروپاشی کلنی‌های زنبورعسل، تحلیل سلسله مراتبی، عوامل خطر

مقدمه

زنبورعسل نقش حیاتی در گرده‌افشانی طیف وسیعی از گونه‌های گیاهی بخصوص گونه‌های گیاهی نادر و کمیاب دارد (رحیمی، ۱۴۰۲). در سال‌های اخیر، این حشره گرده افشان کوچک از اختلالی به نام پدیده فروپاشی کلنی[1] رنج می‌برد. این پدیده منجر به کاهش شدید تعداد زنبورهای عسل در سراسر جهان شده و عدم کنترل آن، تاکنون منجر به زیان‌های اقتصادی، اکولوژیکی و اجتماعی زیادی شده است. اگرچه، در مطالعات مختلف دلایل متعددی از جمله عوامل بیماری‌زا، روش‌های نامناسب کشاورزی، بقایای آفت‌کش‌ها و تغییرات آب و هوایی برای بروز این پدیده ذکر شده، اما تاکنون اجماع علمی در مورد علت/علل CCD وجود ندارد (Vanengelsdorp *et al*., 2017).

در مواردیکه در موضوعی نظرات متفاوت و تضاد منافع بین افراد وجود داشته باشد، شناسایی علل و حتی اقدام مؤثر پیچیده می‌باشد. در این موارد می‌توان از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره[2] استفاده کرد. این روش‌ها به تصمیم‌گیرندگان و ذینفعان برای رسیدن به فهم مشترک از مسائل و دیدگاه‌هایشان و گرفتن تصمیمی که برای همه آنها مورد قبول باشد، کمک می‌کند. در واقع هدف کلی MCDM کمک به تصمیم‌گیری گروهی است (Saito *et al*., 2015). در تصمیم‌گیری گروهی، تصمیم نهایی از لحاظ تئوری منتج از اجماع کلی بین گروه تصمیم‌ساز و از لحاظ ریاضی این اجماع تلفیق کمی بین داده‌های مسئله توسط تک تک افراد گروه می‌باشد (مشیری، ۱۳۸۰). در همه روش‌های MCDM فرآیند چند مرحله‌ای وجود دارد که شامل شناسایی صفات، انتخاب معیارها برای اندازه‌گیری صفات، تعیین متغیرها، اختصاص وزن به معیارها، انجام الگوریتم‌های ریاضی برای رتبه‌بندی گزینه‌ها و انتخاب بهترین گزینه می‌باشد (صمدی کوچکسرایی و دانه‌کار، ۱۴۰۰).

روش تحلیل سلسله مراتبی[3]، یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره است که برای حل مشکلات مربوط به تصمیم‌گیری استفاده می‌شود و در مقایسه با سایر روش‌های تصمیم‌گیری بطور فزاینده‌ای استفاده می‌شود. از مزایای روش AHP می‌توان به سهولت نسبی آن، مدیریت چندین شاخص به صورت همزمان، فهم ساده و مدیریت مؤثر داده‌های کمی و کیفی اشاره کرد (Mahad *et al*., 2019). در این روش، یک مساله پیچیده به قسمت‌های کوچک‌تر و ساده‌تر تقسیم می‌شود و در هر قسمت اهمیت هر شاخص در ارتباط با هدف و همچنین اهمیت هر گزینه در ارتباط با هر شاخص بوسیله ماتریس مقایسات زوجی و استفاده از روش میانگین حسابی محاسبه و در نهایت وزن نهایی هر گزینه از ترکیب این وزن‌ها بدست آمده و بر اساس بیشترین مقدار وزن نهایی، گزینه‌ها رتبه‌بندی می‌شوند. در این روش، علاوه بر تحلیل حساسیت معیارها و زیرمعیارها، امکان تعیین میزان سازگاری و ناسازگاری تصمیم نیز وجود دارد (صمدی کوچکسرایی و دانه‌کار، ۱۴۰۰).

همچنین، از روش‌های MCDM برای اولویت‌بندی بیماری‌هایی که سلامت انسان و دام را تحت تأثیر قرار می‌دهند و ارزیابی استراتژی‌های کنترل بیماری‌های دامی استفاده می‌شود. (Humblet *et al*., 2012) با توجه به گزارشات سال‌های اخیر مبنی بر وجود CCD در زنبورستان‌های کشور و براساس مطالعات انجام شده، پژوهش حاضر با هدف اولویت‌بندی معیارهای تأثیرگذار در بروز پدیده فروپاشی کلنی‌های زنبورعسل (*Apis mellifera meda*) از دیدگاه خبرگان انجام شد تا از این طریق فاکتورهای مهم مشخص و رتبه‌بندی گردد.

1- Colony Collapse Disorder (CCD)

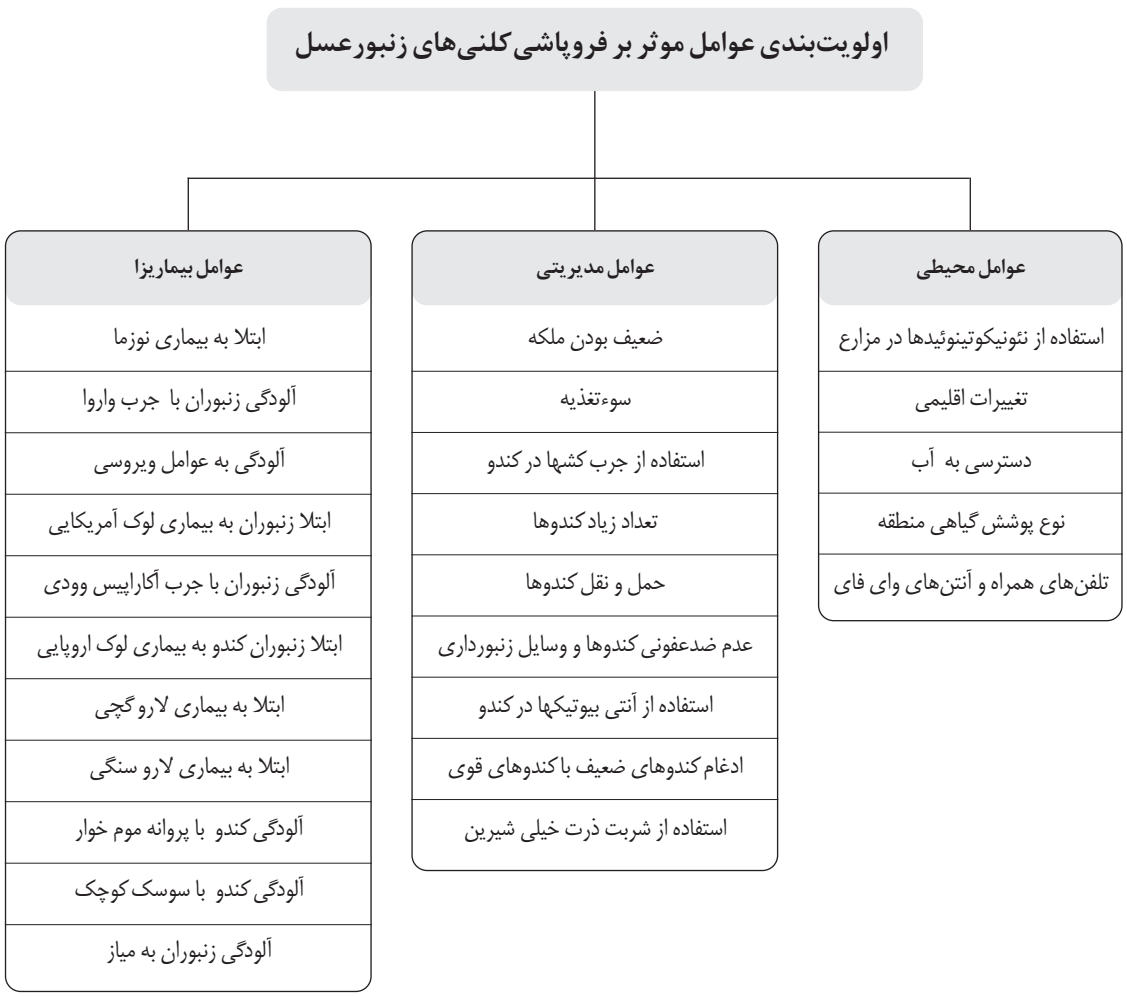
2- Multi Criteria Decision Making (MCDM)

3- Analytical Hierarchy Process (AHP)

مواد و روش‌ها

در این پژوهش براساس تحقیقات انجام شده در زمینه CCD ، عوامل تأثیرگذار در بروز پدیده مذکور مشخص (شکل ۱) واقدام به طراحی پرسشنامه محقق ساخته گردید. برای بررسی روایی پرسشنامه از نظرات صاحبنظران بیماری‌های زنبورعسل استفاده و پایایی پرسشنامه با استفاده از اندازه‌گیری آلفای کرونباخ محاسبه شد (مقدار آلفای کرونباخ= ۰/۸۱). پرسشنامه مقایسات زوجی توسط ۲۹ نفر از دامپزشکان شاغل در بخش بیماری‌های زنبورعسل ادارات دامپزشکی کشور با استفاده از تجربه و دستورالعمل توماس ساعتی (جدول ۱) تکمیل شد. پرسشنامه مذکور به پاسخ دهندگان این امکان را می‌داد که با مقایسه زوجی معیارها و زیرمعیارها اهمیت هریک از آنها را مشخص کنند. سپس داده‌های حاصل از پرسشنامه‌ها وارد نرم افزار Expert Choice شد.

در محیط نرم افزار ابتدا ساختار سلسله مراتبی برای نشان دادن هدف و عوامل مؤثر ترسیم شد. سپس عناصر هر سطح نسبت به عنصر مربوط به خود در سطح بالاتر به صورت زوجی دو به دو مقایسه و وزن نسبی آنها محاسبه گردید. با ادغام وزن‌های نسبی از طریق مجموع حاصل ضرب وزن هر معیار در وزن گزینه مربوط به آن، وزن نهایی هر یک از عوامل تأثیرگذار مشخص و در نهایت اولویت‌بندی گزینه‌ها با استفاده از مقایسات زوجی ماتریس‌ها و عملیات ریاضی انجام شد. علاوه بر موارد مذکور شاخص نرخ ناسازگاری محاسبه شد.



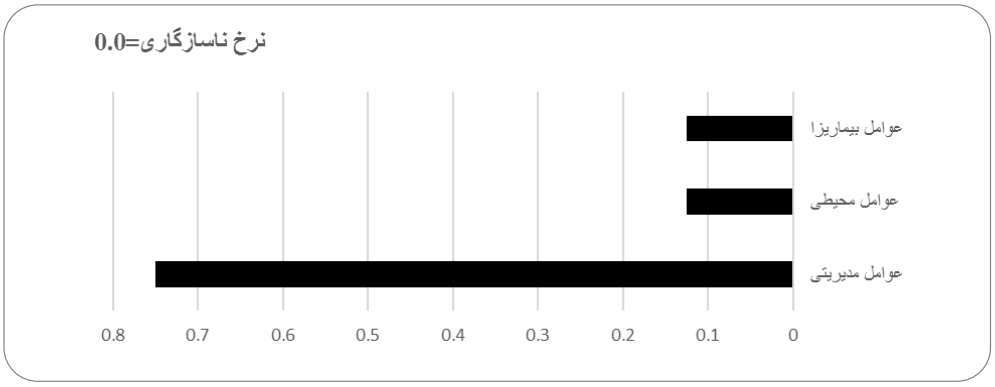
شکل ۱: الگوی سلسله مراتبی معیارهای تأثیرگذار بر فروپاشی کلنی‌های زنبورعسل

جدول ۱: ارزش‌گذاری شاخص‌ها نسبت به هم

ارزش ترجیحی	وضعیت مقایسه‌ی i نسبت به j	میزان اهمیت در تحقق هدف
۱	اهمیت مساوی	گزینه یا شاخص i نسبت به j اهمیت برابر دارند
۳	اهمیت اندکی بیشتر	گزینه یا شاخص i نسبت به j کمی مهمتر است
۵	اهمیت بیشتر	گزینه یا شاخص i نسبت به j مهمتر است
۷	اهمیت خیلی بیشتر	گزینه یا شاخص i دارای ارجحیت خیلی بیشتری از j است
۹	اهمیت مطلق	گزینه یا شاخص i مطلقاً از j مهمتر و قابل مقایسه با j نیست
۲، ۴، ۶ و ۸	حالت میانه	ارزشهای میانی مابین ارزشهای ترجیحی را نشان می‌دهد

نتایج

نتایج حاصل از تحلیل با نرم افزار Expert Choice شامل وزن نهایی و اولویت‌بندی معیارها نسبت به هدف (عوامل تأثیرگذار بر فروپاشی کلنی‌های زنبورعسل) در نمودار ۱ نشان داده شده است. براساس نتایج به دست آمده، از بین عوامل مؤثر بر پدیده فروپاشی کلنی‌های زنبورعسل، عوامل مدیریتی از اهمیت بیشتری نسبت به عوامل محیطی و بیماری‌زا برخوردار بوده است. نتایج حاصل از اولویت‌بندی زیرمعیارها نسبت به معیارهای اصلی (عوامل محیطی، مدیریتی و بیماریزا) در جداول ۴-۲ ارائه شده است. همچنین نتایج مربوط به اولویت‌بندی کل زیرمعیارها در نمودار ۲ نشان داده شده است.



نمودار ۱: اولویت‌بندی معیارهای اصلی نسبت به هدف

جدول ۲: محاسبه وزن نهایی و اولویت‌بندی عوامل محیطی مؤثر بر پدیده CCD

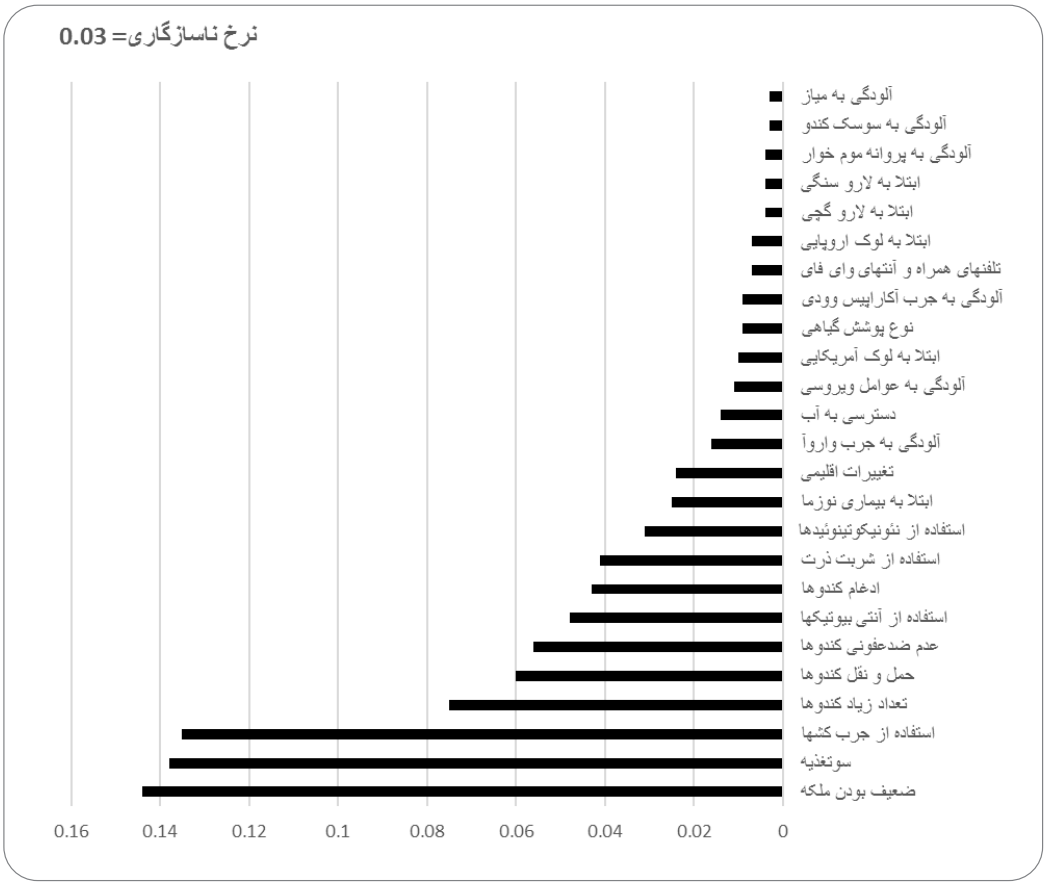
عوامل محیطی	وزن نهایی	رتبه
استفاده از نئونیکوتینوئیدها در مزارع	۰/۰۳۱	۱
تغییرات اقلیمی	۰/۰۲۴	۲
دسترسی به آب	۰/۰۱۴	۳
نوع پوشش گیاهی منطقه	۰/۰۰۹	۴
تلفن‌های همراه و آنتن‌های وای فای	۰/۰۰۷	۵

جدول ۳: محاسبه وزن نهایی و اولویت‌بندی عوامل مدیریتی مؤثر بر پدیده CCD

عوامل مدیریتی	وزن نهایی	رتبه
ضعیف بودن ملکه	۰/۱۴۴	۱
سوءتغذیه	۰/۱۳۸	۲
استفاده از جرب‌کشها در کندو	۰/۱۳۵	۳
تعداد زیاد کندوها	۰/۰۷۵	۴
حمل و نقل کندوها	۰/۰۶۰	۵
عدم ضدعفونی کندوها و وسایل زنبورداری	۰/۰۵۶	۶
استفاده از آنتی بیوتیکها در کندو	۰/۰۴۸	۷
ادغام کندوهای ضعیف با کندوهای قوی	۰/۰۴۳	۸
استفاده از شربت ذرت خیلی شیرین	۰/۰۴۱	۹

جدول ۴: محاسبه وزن نهایی و اولویت‌بندی عوامل بیماریزای مؤثر بر پدیده CCD

عوامل بیماریزا	وزن نهایی	رتبه
ابتلا به بیماری نوزما	۰/۰۲۵	۱
آلودگی زنبوران با جرب واروا	۰/۰۱۶	۲
آلودگی به عوامل ویروسی	۰/۰۱۱	۳
ابتلا زنبوران به بیماری لوک آمریکایی	۰/۰۱۰	۴
آلودگی زنبوران با جرب آکاراپیس وودی	۰/۰۰۹	۵
ابتلا زنبوران به بیماری لوک اروپایی	۰/۰۰۷	۶
ابتلا به بیماری لارو گچی	۰/۰۰۴	۷
ابتلا به بیماری لارو سنگی	۰/۰۰۴	۸
آلودگی کندو با پروانه موم خوار	۰/۰۰۴	۹
آلودگی کندو با سوسک کوچک	۰/۰۰۳	۱۰
آلودگی زنبوران به میاز	۰/۰۰۳	۱۱



نمودار ۲: اولویت بندی شاخصها براساس وزن نهایی

بحث

فرایند تحلیل سلسله مراتبی، روشی برای پشتیبانی از تصمیم‌گیری گروهی است که برای حل مسئله از طریق تفکیک راه‌حل‌های مسئله، گروه‌بندی و مرتب کردن آنها در یک ساختار سلسله مراتبی ایجاد شده است (آذرگون و همکاران، ۱۴۰۱). در این روش، تدوین اولویت‌ها بر اساس نظرات متخصصین است و حاصل آن، برآیند نظرات متفاوت کارشناسان درچارچوب یک رتبه مشخص می‌باشد. اگرچه ممکن است کارشناسان در اظهار نظر گاهی دچار افراط و تفریط شوند، ولی اصل بر آن است که بر تجربه و تخصص خود اتکاء دارند و نظر آنها ملاك خواهد بود. از مزایای این روش می‌توان به سادگی، انعطاف پذیری، امکان استفاده از معیارهای کمی و کیفی بطور همزمان، قابلیت کنترل سازگاری منطقی قضاوت‌های استفاده شده در تعیین اولویت‌ها، امکان رتبه‌بندی نهایی گزینه‌ها و امکان به کارگیری نظرات گروهی (قضاوت گروهی) اشاره نمود (تقی‌پور بیرگانی و همکاران، ۱۳۹۳).

براساس نتایج مطالعه حاضر، از بین عوامل تأثیرگذار در بروز پدیده فروپاشی کلنی‌های زنبورعسل، عوامل مدیریتی از اهمیت بیشتری نسبت به عوامل محیطی و بیماری‌زا برخوردار بود. در مطالعه امیری و ارزانی (۱۳۹۱) از روش تحلیل سلسله مراتبی برای تعیین اولویت مکان‌های مناسب زنبورداری استفاده شده است. بر اساس نتایج مطالعه آنها، معیارهای پوشش گیاهی، عوامل محیطی و دسترسی به منابع آب سالم به ترتیب دارای بیشترین درجه اهمیت در تعیین اولویت تیپ‌های گیاهی برای توسعه کاربری زنبورداری بوده‌اند. در پژوهش دیگری، برای ترسیم مناطق مناسب از نظر زیست محیطی در جنگل‌های حواشی بوگور در اندونزی برای استقرار کلنی‌های زنبورعسل از آنالیز چند معیاره مبتنی بر سیستم اطلاعات جغرافیایی استفاده شد. پارامترهای مورد استفاده شامل پارامترهای فیزیکی (دما، بارندگی، فاصله از منبع آب و ارتفاع)، پارامترهای اقتصادی (فاصله از جاده‌ها و فاصله از بازار) و پارامترهای اجتماعی (کاربری اراضی و فاصله از شهرک‌ها) بود. این پارامترها با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی اندازه‌گیری شدند.

براساس نتایج پژوهش مذکور، پارامترهای فیزیکی جهت تعیین زمین‌های مناسب مورد استفاده برای زنبورداری بیشترین تأثیر را داشته‌اند(Widiatmaka *et al*., 2016). در مطالعه دیگری برای یافتن مناسب‌ترین روش جمع آوری داده‌های زنبورستان‌ها، از تکنیک AHP و تحلیل رابطه خاکستری[4] استفاده شد. در این بررسی، سه روش GPS، سنسور لیدار و دوربین حرارتی با سه ملاک پایین بودن هزینه‌ها، تعمیر و نگهداری آسان و سهولت در استفاده مورد قضاوت قرار گرفتند. براساس نتایج بدست آمده، روش GPS مناسب‌ترین روش بود(Romero-Gelvez *et al*., 2020).

همچنین، Asensio و همکاران (۲۰۱۶) به منظور درک چگونگی چشم انداز و ویژگی‌های مدیریت و تأثیر آن بر سلامت زنبورعسل و تولید عسل در کشور اسپانیا، شش زنبورستان را در چند محیط طبیعی با اکوسیستم مدیترانه‌ای با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی مورد تجزیه و تحلیل قراردادند. در این پژوهش، ۵ معیار (کیفیت زیستگاه، ناهمگونی چشم انداز، اقلیم، مدیریت و سلامت) و ۳۰ زیر معیار در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد عوامل محیطی و اقدامات بهداشتی مناسب برای به حداکثر رساندن سلامت زنبورستان و بهره‌وری عسل در اولویت اول قرار دارند و اهمیت آنها در سلامت زنبورستان و بهره‌وری عسل ضروری است. در پژوهش دیگری، شاخص ریسک مکان‌های زنبورستان برای هدایت فرآیند بیمه با استفاده از شاخص خطر آتش‌سوزی جنگل و شاخص خطر سیل در استان موگلا کشور ترکیه با استفاده از روش AHP ارزیابی و سپس اولویت‌بندی و مکانهای پر خطر شناسایی شد (Sari, 2022).

در مطالعه حاضر آنالیز پاسخ کارشناسان زنبورعسل نشان داد عوامل مدیریتی با امتیاز ۰/۷۵۰ (۷۵ ٪) عوامل تأثیرگذار مهم‌تری نسبت به سایر عوامل در بروز پدیده CCD می‌باشد در حالیکه عوامل محیطی و عوامل بیماری‌زا با امتیاز ۰/۱۲۵ (۱۲/۵٪) در اولویت دوم قرار داشتند(نرخ ناسازگاری برابر با صفر بود). نرخ ناسازگاری شاخصی است که به وسیله آن اعتبار پاسخ خبرگان به مقایسات زوجی مورد سنجش قرار می‌گیرد، چنانچه عدد بدست آمده کوچکتر یا مساوی ۰/۱ باشد، مقایسات زوجی قابل قبول بوده در غیر این صورت همه وزن‌ها باید نرمال شوند (Toledo *et al*., 2011). در مطالعه حاضر این نرخ کمتر از ۰/۱ (صفر) بود. بنابراین، صحت مقایسات زوجی مطالعه حاضر قابل قبول بود. بر اساس نتایج پژوهش حاضر، گزینه‌های ضعیف بودن ملکه با وزن نسبی (۰/۱۴۴)، سوءتغذیه (۰/۱۳۸) و استفاده از جرب‌کش‌ها (۰/۱۳۵) دارای بیشترین اهمیت، در حالیکه آلودگی به میاز و سوسک کوچک کندو با وزن نسبی (۰/۰۰۳) از کمترین اهمیت در بروز پدیده CCD برخوردار بودند.

همانطوریکه اشاره شد در این مطالعه، ضعیف بودن ملکه مهمترین عامل تأثیرگذار مطرح شده در بروز پدیده CCD بود. ناتوانی یا تلف‌شدن ملکه یکی از مهمترین عواملی است که منجر به کاهش جمعیت کلنی می‌شود. در پژوهش انجام شده در آمریکا، بر اساس پرسشنامه‌های تکمیل شده توسط زنبورداران، گرسنگی و ملکه‌های ضعیف به عنوان مهمترین عوامل کاهش جمعیت زنبوران عسل شناسایی شده‌اند(VanEngelsdorp, 2012). این دو عامل از تهدیدات مدیریتی مهم در زنبورستان‌ها هستند. بنابراین، برای مقابله با آنها بهبود مدیریت و یا تغییر شیوه‌های مدیریتی در زنبورستان‌ها از اهمیت بسزایی برخوردار است.

در این پژوهش سوءتغذیه در اولویت دوم عوامل تأثیرگذار در بروز پدیده فروپاشی کلنی‌ها قرار داشت. بر اساس نتایج مطالعه Spivak و همکاران (۲۰۱۱)، سوءتغذیه مرتبط با منابع تک‌محصولی مثل ذرت یا آفتابگردان از علل اصلی مطرح شده برای کاهش جمعیت کلنی‌ها می‌باشد. همچنین، مطابق نظر Kluser و Peduzzi (۲۰۰۷) جایگزینی فلور گیاهی طبیعی با یک محصول ممکن است منجر به بروز پدیده CCD شود، زیرا اغلب با تغذیه از یک محصول (مانند ذرت) شهد یا گرده متنوع مورد نیاز برای همه نیازهای زنبورها فراهم نمی‌شود و فروپاشی کلنی‌های زنبورعسل اغلب با گرده افشانی یک محصول مثلا "بادام یا تغذیه با یک منبع غذایی حاوی شکر مانند شربت ذرت (دارای فروکتوز بالا) مرتبط می‌باشد.

در مطالعه حاضر، اولویت‌بندی عوامل محیطی نشان داد استفاده از نئونیکوتینوئیدها توسط کشاورزان با وزن نسبی ۰/۰۳۱ ، تغییرات اقلیمی با وزن نسبی ۰/۰۲۴، دسترسی به منابع آب با وزن نسبی ۰/۰۱۴، نوع پوشش گیاهی با وزن نسبی ۰/۰۰۹ و آنتن‌های وای فای با وزن نسبی ۰/۰۰۷ به ترتیب در پدیده CCD اهمیت و نقش داشتند. بر اساس نتایج تعدادی از مطالعات، تأثیر آفتکش‌ها از جمله

4- Grey Relational Analysis

نئونیکوتینوئیدها و سایرعوامل، می‌تواند عاملی برای کاهش جمعیت کلنی‌ها باشند. مصرف خودسرانه آنتی‌بیوتیک‌ها و کنه‌کش‌ها حساسیت زنبوران به نئونیکوتینوئیدها را بیشتر می‌کند (Hawthorne & Dively, 2011; Dadgoster, 2017)، در حالی که در تعدادی از کشورها نئونیکوتینوئیدها بعنوان فاکتور تأثیرگذار اصلی برای کاهش جمعیت کلنی‌ها مطرح نبوده زیرا ارتباط مستقیمی بین CCD و نئونیکوتینوئیدها وجود نداشته است (Fairbrother *et al*., 2014).

تغییرات آب و هوایی از جمله فاکتورهای مؤثر مطرح شده در بروز پدیده CCD است. بنابر عقیده‌ی برخی از محققین، فاکتورهای هوا از قبیل دما و نور بر رفتار زنبورها اثر مستقیم دارند. افزایش دما باعث افزایش فعالیت پروازی زنبورها می‌شود. تابستان گرم و آفتابی با افزایش تعداد پرواز برای جمع‌آوری شهد و گرده بر سلامتی زنبور مؤثر است. همچنین، حساسیت زنبورعسل به پاتوژن‌ها و انگل‌ها تحت تأثیر هوا قرار می‌گیرد مثلا" تلفات کلنی‌ها در آمریکا در زمستان‌های گرم مانند سال‌های ۲۰۱۲-۲۰۱۱ میلادی بطور قابل ملاحظه‌ای کمتر بوده است. کاهش شدید دمای هوا در زمستان و طولانی شدن این روند نیز به عنوان یکی از علل فروپاشی کلنی در مطالعات قبلی نیز مطرح شده است. (VanEngelsdorp, 2012).

در این پژوهش در اولویت‌بندی عوامل بیماری‌زا، آلودگی کلنی‌ها به بیماری نوزما با وزن نسبی ۰/۰۲۵، آلودگی کلنی‌ها به جرب واروآ با وزن نسبی ۰/۰۱۶ و آلودگی کلنی‌ها به ویروس‌ها با وزن نسبی ۰/۰۱۱ بیشترین اهمیت و آلودگی با میاز و سوسک کوچک کندو با وزن نسبی ۰/۰۰۳ کمترین اهمیت را در بروز پدیده CCD داشتند. براساس مطالعات انجام شده در اغلب موارد کاهش جمعیت کلنی در ایالات متحده آمریکا، آسیا و اروپا، با آلودگی به گونه‌های نوزما مرتبط بوده است (Nabian *et al*., 2011). همچنین، بر اساس برخی گزارش‌ها در قاره آفریقا، نوزما سرانه در کلنی‌هایی که زنبورهای آنها ناپدید شده‌اند، دیده شده است (Higes *et al*., 2009). اگرچه یافته‌های برخی مطالعات به وجود ارتباط CCD با نوزما سرانه دلالت دارد، اما بر اساس مطالعات متعددی درایالات متحده آمریکا، آلمان و کانادا، نوزما سرانه به تنهایی مسبب پدیده CCD نبوده است. (Huang, 2012)

بر اساس مطالعات انجام شده، جرب واروآ در کاهش جمعیت کلنی‌های زنبورعسل درکانادا (Currie *et al*., 2010) و بسیاری از کشورهای اروپایی از جمله انگلیس (Aston, 2010)، فرانسه (Chauzat *et al*., 2010)، کروواسی (TlakGa-jger *et al*., 2010)، ایتالیا (Mutinelli *et al*., 2010) و دانمارک (Vejsnaes *et al*., 2010) یک فاکتور کلیدی بوده در حالی‌که در مناطقی که جرب واروآ به عنوان یک مشکل حائز اهمیت نبوده چنین کاهش جمعیتی وجود نداشته‌است (Neumann and Carreck, 2010). بطور مثال در استرالیا کاهش بقا زنبورعسل به علت نبود که جرب واروآ به عوامل دیگری مرتبط است (Stavelet *et al*., 2014).

نتیجه‌گیری

با توجه به یافته‌ها و براساس نرخ ناسازگاری بدست آمده در این پژوهش، تکنیک سلسه مراتبی روشی قابل اجرا و مطلوب برای اولویت‌بندی عوامل تأثیرگذار در بروز پدیده فروپاشی کلنی‌های زنبورعسل می‌باشد. AHP از یکسو، به ارائه روشی نوین در زمینه رتبه‌بندی و وزن‌دهی به زیرمعیارهای اصلی مؤثر در پدیده فروپاشی کلنی‌ها پرداخته و از سوی دیگر، نتایج آن برای آگاهی تصمیم‌گیران و سیاست‌گذاران حوزه زنبورعسل کاربرد دارد. با توجه به اینکه بر اساس نظرات کارشناسی عوامل مدیریتی بیشترین نقش را در بروز پدیده‌ی فروپاشی کلنی‌های زنبورعسل داشته‌اند، به منظور پیشگیری از وقوع پدیده مذکور توجه بیشتر به مسائل مدیریتی زنبورستان‌ها و بهبود شیوه‌های مدیریتی ضروری می‌باشد. نتایج این مطالعه می‌تواند در جهت‌دهی به تحقیقات آتی و پیشگیری از بروز پدیده فروپاشی کلنی در زنبورستان‌های کشور نقش داشته باشد.

سپاسگزاری

از مشارکت صمیمانه کارشناسان در پاسخگویی به سوالات پرسشنامه قدردانی می‌شود.

منبع ها:

آذرگون، م.، شعبانی، ا.، چشمه سهرابی، م. (۱۴۰۱). اولویت‌بندی معیارهای مؤثر بر استفاده از پیشنهادهای پرسش با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی. کتابداری و اطلاع‌رسانی. ۴۱: ۲۷-۳۵.

امیری، ف.، ارزانی، ح. (۱۳۹۱). تعیین اولویت مکان‌های مناسب زنبورداری با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP). نشریه تحقیقات مرتع و بیابان ایران. ۱۹(۱): ۱۷۷-۱۵۹

تقی پور بیرگانی، ا.، کرامتی، م.، سلطانی پور، ج. (۱۳۹۳). کاربرد AHP تعدیل شده در آمار. سومین کنفرانس ملی حسابداری و مدیریت، مرکز همایش‌های دانشگاه تهران. صفحه ۵۴.

رحیمی، ع.، طهماسبی، غ.، بهمنی، ح.ر.، صالحی، ص.، زارع، ب.، پارسانسب، ع.، رخزاد، ب. (۱۴۰۲). ارزیابی مقایسه‌ای عملکرد ملکه‌های اصلاح شده زنبورعسل ایرانی (*Apis mellifera meda*) در شرایط اقلیمی استان کردستان. پژوهای تولیدات دامی. ۱۴(۳۹): ۱۰۲-۱۱۱.

صمدی کوچکسرایی، ب.، دانه‌کار، ا. (۱۴۰۰). مروری بر روشهای تصمیم‌گیری چندمعیاره در مطالعات محیط زیست. فصلنامه انسان و محیط زیست. ۱۹(۲): ۱۲۴-۱۰۵.

مشیری، ا. (۱۳۸۰). مدل تعدیل شده AHP برای نظرسنجی و تصمیم گیری‌های گروهی. مجله دانش مدیریت. ۵۲: ۹۲-۶۳.

Asensio, I., Vicente-Rubiano, M., Muñoz, M.J., FernaÂndez-CarrioÂn, E., SaÂnchez-VizcaõÂno, J.M., Carballo, M. 2016. Importance of Ecological Factors and Colony handling for optimizing Health Status of Apiaries in Mediterranean Ecosystems. PLoS ONE. 11(10): e0164205.

Aston, D. 2010. Honey bee winter loss survey for England, 2007–8. *Journal of Apicultural Research*. 49 (1): 111–112.

Currie, R.W., Pernal, S.F., Guzman-Novoa, D.E. 2010. Honey bee colony losses in Canada. *Journal of Apicultural Research*. 49(1): 104-106.

Dadgoster, S. 2017. The most important factors mentioned in the phenomenon of CCD. *Iranian Honey Bee Science and Technology*. 7(12):35-39.

Fairbrother, A., Purdy, J., Anderson, T., Fell, R. 2014. Risks of neonicotinoid insecticides to honeybees. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 33(4):719-731.

Humblet, M.F., Vandeputte, S., Albert, A., Gosset, C., Kirschvink, N., Haubruge, E., Fecher-Bourgeois, F., Pastoret, P.P., Saegerman, C. 2012. Multidisciplinary and evidence-based method for prioritizing diseases of food-producing animals and zoonoses. *Emerging Infectious Diseases*. 18(4):e1.

Hawthorne, D.J., Dively, G.P. 2011. Killing Them with Kindness? In-Hive Medications May Inhibit Xenobiotic Efflux Transporters and Endanger Honey Bees. *PLoS ONE*. 6(11): e26796.

Higes, M., Martín-Hernández, R., Garrido-Bailón, E., González-Porto, A.V., García-Palencia, P., Meana, A. 2009. Honeybee colony collapse due to Nosema ceranae in professional apiaries. *Environmental Microbiology Reports*. 1(2):110–113.

Huang, Z. 2012. Pollen nutrition affects honey bee stress resistance. *Terrestrial Arthropod Reviews*. 5(2): 175–189.

Kluser, S., Peduzzi, P. 2007. Global Pollinator Decline: *A Literature Review*. UNEP/GRIDEurope. © UNEP 2007.

Mahad, N.F., Yusof, N., Ismail, N.F. 2019. The application of fuzzy analytic hierarchy process (FAHP) approach to solve multi-criteria decision making (MCDM) problems. *Journal of Physics*: conference series. 1358(1): 012081 IOP Publishing.

Mutinelli, F., Costa, C., Lodesani, M., Baggio, A., Medrzycki, P. 2010. Honey bee colony losses in Italy. *Journal of Apicultural Research*. 49 (1): 119–120.

Nabian, S., Ahmadi, K., Nazem Shirazi, M.H., Gerami Sadeghian, A. 2011. First Detection of Nosema ceranae, a Microsporidian Protozoa of European Honeybees (Apis mellifera) In Iran. Iranian *Journal of Parasitology*. 6(3): 89 -95.

Neumann, P., Carreck, N.L. 2010. Honey bee colony losses. *Journal of Apicultural Research*. 49: 1–6.

Romero-Gelvez, J.I., Beltrán-Fernández, S.V., Aristizabal, A.J., Sebastian Zapata, S., Castañeda, M. 2020. Precision Agriculture Technology Evaluation using Combined AHP and GRA for Data Acquisition in Apiculture. Workshops at the Third International Conference on Applied Informatics 2020, October 29–31, 2020, Ota, Nigeria.

Saito, E.K., Shea, S., Jones, A., Ramos, G., Pitesky, M.A. 2015. Cooperative approach to animal disease response activities: Analytical hierarchy process (AHP) and vvIBD in California poultry. Preventive Veterinary Medicine 1:121(1-2):123-31.

Sari, F. 2022. Natural Disaster Risk Assessments for Pine Honey Apiaries in Muğla, Turkey. *Journal of Natural Hazards and Environment*. 8(2): 250-263.

Spivak, M., Mader, E., Vaughan, M., Euliss, J.R. 2011. The plight of the bees. *Environmental Science & Technology*. 45(1): 34-38.

Staveley, J.P., Law, S.A., Fairbrother, A., Menzie, C.A. 2014. A Causal Analysis of Observed Declines in Managed Honey Bees *(Apis mellifera) Hum. Ecological Risk Assessment*. 20 (2): 566-591.

Toledo, R., Engler, A., Ahumada, V. 2011. Evaluation of Risk Factors in Agriculture: An Application of the Analytical Hierarchical Process (AHP) Methodology. *Chilean journal of agricultural research*. 71(1):114-21.

Tlak Gajger, I., Vugrek, O., Grilec, D., Petrinec, Z. 2010. Prevalence and distribution of *Nosema ceranae* in Croatian honeybee colonies. *Veterinarni Medicina*. 55 (9): 457–462.

Vanengelsdorp, D., Traynor, K.S., Andree, M., Lichtenberg, E.M., Chen, Y., Saegerman, C., Cox-Foster, D.L. 2017. Colony Collapse Disorder (CCD) and bee age impact honey bee pathophysiology. PLoS One. 17: 12(7):e0179535.

VanEngelsdorp, D., Caron, D., Hayes, J., Underwood, R., Henson, M., Rennich, K. 2012. A national survey of managed honey bee 2010-11 winter colony losses in the USA: Results from the Bee Informed Partnership. *Journal of Apicultural Research*. 51(1): 115-124.

Vejsnaes, F., Nielsen, SL., Kryger, P. 2010. Factors involved in the recent increase in colony losses in Denmark. *Journal of Apicultural Research*. 49(1):109–110

Widiatmaka, W., Ambarwulan, W., Sjamsudin, C.E., Syaufina, L. 2016. Geographic information system and analytical hierarchy process for land use planning of beekeeping in forest margin of Bogor regency, Indonesia. *Journal of Silvikultur Tropika*. 7(3): 1-9.

Determination of factors influencing honeybee colony collapse disorder phenomenon using analytic hierarchy process

B. Mohammdian[1]*, B. Topchi[2], M. Moharrami[1], A. Rahimi[3]

1- Department of Honey Bee, Silk Worm & Wildlife, Razi Vaccine and Serum Research Institute, AREEO, Karaj, Iran

2- Economic and Social Sciences Research Department, Kurdistan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Sanandaj, Iran

3- 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.2024.364586.1153

Abstract

The colony collapse disorder phenomenon has been a threat to beekeeping in different regions of the world in recent years. Considering that there is still no consensus on the risk factors of bee colony collapse, this study utilized Analytical Hierarchy process method to identify and rank the important factors. In order to achieve this objective, a questionnaire was created based on the risk factors that result in colony collapse and was filled out by 29 beekeeping experts. The data was analyzed using Expert Choice software. According to the results, management factors were the most important influencing factors in the colony collapse disorder phenomenon, while environmental and pathogenic factors were equally important. Among the options, the queen's weakness with a relative weight of 0.144, malnutrition with 0.138, and the use of acaricides in the hive with a weight of 0.135 were the most important influencing factors in the CCD phenomenon. On the contrary, the contamination of the colonies with myiasis and the small hive beetle with a weight of 0.003 were of the least importance in this phenomenon. Our findings showed that management factors had the most significant effect in the CCD phenomenon, therefore, it is recommended to modify or improve management methods in the apiaries.

Key words: Honey bee, Colony Collapse Disorder, Multi-Criteria Decision Making, Risk Factors

Corresponding Author: B. Mohammdian
Email: B.mohamadian@rvsri.ac.ir