

مدیریت تلفیقی شب‌پره موم‌خوار بزرگ (*Galleria mellonella* Linnaeus, 1758)

در زنبورستان و انبار نگهداری شان‌های مومی

• لقمان زارهبش^۱، ناصر معینی نقده^۱، عطااله رحیمی^۲، معصومه پایدار^۱

۱- گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

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

تاریخ دریافت: مرداد ۱۴۰۳ تاریخ پذیرش: شهریور ۱۴۰۳

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۱۹۰۷۴۹۹۵

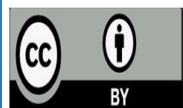
Email: ata.rahimi@areeo.ac.ir

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ASJ.2024.366495.2409

چکیده

هدف از انجام پژوهش حاضر بررسی اثر روش‌های مختلف مدیریت تلفیقی (شامل انبار تاریک، انبار روشن، زنبورستان قوی، زنبورستان ضعیف و اسیدهای آلی) شب‌پره موم‌خوار بزرگ در زنبورستان و انبار نگهداری شان‌های مومی در شرایط اقلیمی استان کردستان بود. آزمایش‌های میدانی به مدت ۳۰ روز روی تیمارهای آزمایشی انجام گردید. آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS V.22 انجام شد. نتایج مقایسه میانگین تعداد شب‌پره موم‌خوار مشاهده شده در روش‌های زنبورستان قوی و ضعیف نشان داد بین تیمارها در هر روش اختلاف معنی‌دار وجود دارد ($P < 0.05$). براساس نتایج، بیشترین و کمترین میانگین تعداد حشره مشاهده شده در روش زنبورستان قوی به ترتیب مربوط به تیمارهای شاهد و کندوی قوی و در روش زنبورستان ضعیف مربوط به تیمارهای کندوی ضعیف و شاهد بود. نتایج تجزیه واریانس درصد تلفات شب‌پره موم‌خوار در تیمار اسیدهای آلی نشان داد که بین تیمارها اختلاف معنی‌دار وجود دارد ($P < 0.05$). براساس نتایج، بیشترین و کمترین میانگین تعداد شب‌پره تلف شده به ترتیب مربوط به تیمارهای اسید فرمیک و شاهد بود. نتایج مقایسه میانگین تعداد شب‌پره موم‌خوار مشاهده شده در روش‌های انبار روشن و تاریک نشان داد بین تیمارها در هر روش اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($P < 0.05$). براساس نتایج، بیشترین و کمترین میانگین تعداد حشره مشاهده شده در روش انبار روشن به ترتیب مربوط به تیمارهای شاهد و انبار روشن و در روش انبار تاریک مربوط به تیمارهای انبار تاریک و شاهد بود. با توجه به یافته‌های پژوهش حاضر می‌توان استفاده تلفیقی از روش‌های اسیدهای آلی (اسید فرمیک و استیک)، انبار روشن و نگهداری کلنی-های قوی در زنبورستان را برای کاهش خسارت این آفات در زنبورستان و انبارهای نگهداری شان‌های مومی پیشنهاد کرد.

واژه‌های کلیدی: شب‌پره موم‌خوار بزرگ، زنبورعسل، مدیریت تلفیقی، زنبورستان، انبار.



Research Journal of Livestock Science No 147 pp: 87-100

Integrated management of greater wax moth (*Galleria mellonella* Linnaeus, 1758) in apiary and storage warehouses of wax combsBy: Loghman Zarhesh¹, Naser Moeini Naghadeh¹, Ataollah Rahimi^{2*}, Masoumeh Paydar¹

- 1- Plant protection Department, Collage of Agriculture, Agriculture and Natural Resources Campus, Razi University, Kermanshah, Iran
- 2- Animal Science Research Department, Kurdistan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Sanandaj, Iran, (Corresponding author e-mail: ata.rahimi@areeo.ac.ir)

Received: August 2024**Accepted: September 2024**

The purpose of the present study was to investigate the effect of different methods (including strong apiary, weak apiary, dark warehouse, bright warehouse, and organic acid treatments) of integrated management of greater wax moth in apiary and storage warehouses of wax combs in the climatic conditions of Kurdistan province. Field experiments were conducted for 30 days on experimental treatments. Data analysis was done by SPSS V.22 software. Means comparison results of the number of wax moths observed in strong and weak apiary methods showed that there is a significant difference between the treatments in each method ($P < 0.05$). Based on the results, the highest and lowest number of insects observed in the strong apiary method was related to the control and the strong hive treatments, respectively, and in the weak apiary method, it was related to the weak hive and the control treatments. Variance analysis results of the mortality percentage of greater wax moth in the treatment of organic acids showed that there is a significant difference between the treatments ($P < 0.05$). Based on the mean comparison results, the highest and lowest number of dead moths were related to formic acid and control treatments, respectively. Means comparison results of the number of wax moths observed in bright and dark warehouse methods showed that there is a significant difference between the treatments in each method ($P < 0.05$). Based on the results, the highest and lowest number of insects observed in the bright warehouse method was related to the control and bright warehouse treatments, respectively, and in the dark warehouse method, it was related to the dark warehouse and the control treatments. According to the obtained results, the integrated use of methods Organic acids (formic and acetic acids), bright warehouse, and keeping strong colonies in apiary can be recommended to reduce the damage of this pest in apiaries and storage warehouses of wax combs.

Key words: Greater wax moth, Honey bee, Integrated management, Apiary, Warehouse.**مقدمه**

از قبیل عسل، گرده، ژله رویال، زهر، موم و بره موم نقش مهمی در تامین امنیت غذایی و اشتغالزایی در صنایع جانبی ایفاء می کند (Ol-droyd و Oxley، ۲۰۱۹؛ Pattamayutanon و همکاران، ۲۰۱۵؛ Rahimi و همکاران، ۲۰۲۲). با وجود تمام مزایای اقتصادی و اجتماعی مربوط به حرفه زنبورداری در کشور و

زنبور عسل (*Apis mellifera* L.) یکی از مهمترین حشرات گرده افشان دنیا است که نقش مهمی در گرده افشانی محصولات زراعی- باغی، حفظ تنوع زیستی و محیط زیست دارد (Zemene و همکاران، ۲۰۲۱؛ Rahimi و همکاران، ۲۰۲۳؛ رحیمی و پری چهره، ۱۴۰۳). همچنین، با تولید فرآورده های کندو

دارد (Kwadha و همکاران، ۲۰۱۷) و هر ساله خسارت زیادی را به واسطه تغذیه از شان‌های مومی و تخریب آنها به زنبورداران وارد می‌کند. زنبورعسل برای تولید یک کیلوگرم موم به طور متوسط ۸/۵ الی ۱۲ کیلوگرم عسل مصرف می‌کند (عبادی و همکاران، ۱۳۸۰). تمیجی و اکبرزاده (۱۳۹۲) میزان خسارت سالیانه این آفت را در ایران ۳۸ درصد برآورد کردند. زیان سالانه وارده توسط این آفت در آمریکا بالغ بر پنج میلیون دلار (Caron, ۱۹۹۲) و در تایوان بیش از چهار میلیون دلار در سال (Chang و Hsieh, ۱۹۹۲) تخمین زده شده است. با توجه به اقتصادی بودن زیان وارد شده توسط این آفت، کنترل آن از اهمیت به‌سزایی برخوردار است. روش‌های متفاوتی در زنبورستان‌های مناطق مختلف دنیا برای کنترل این آفت استفاده شده است که عمده‌ترین آنها در بیشتر کشورها استفاده از سموم شیمیایی است (Gulati و Kaushik, ۲۰۱۷). در یک مطالعه‌ای، شعبانی-نژاد و همکاران (۱۳۹۵) آزمایشی را برای بهینه‌سازی سم دلتامترین علیه شب پره موم خوار بزرگ با روش سطح پاسخ انجام دادند. در این پژوهش، تاثیر عوامل دما (۲۵-۳۵ درجه سلسیوس)، رطوبت (۷۰-۸۰ درصد) و دز مصرف (۲۰۰-۵۰۰ میکرولیتر) بر میزان مرگ و میر لارو سن پنج شب پره موم خوار مورد ارزیابی قرار دادند. بیشینه مرگ با این روش، ۷/۶ عدد لارو سن پنج به ترتیب در دمای ۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت ۷۰٪ و دز ۲۰۰ میکرولیتر در ۱۰۰۰ میلی‌لیتر آب تعیین شد. نتایج آزمایش بیانگر تاثیر خطی معنی‌دار دز مصرفی و دما روی مرگ و میر لارو سن پنج شب پره موم خوار بزرگ است. در پژوهش دیگری، حیدری و همکاران (۱۳۹۵) آزمایشی را برای بهینه‌سازی فاکتورهای موثر در کارایی قارچ *Beauveria bassiana* در کنترل شب پره موم خوار با روش سطح پاسخ انجام دادند. در این آزمایش، برای دستیابی به بیشینه مرگ و میر شب پره، تاثیر فاکتورهای دما (۲۵-۳۵ درجه سانتی‌گراد)، رطوبت (۷۰-۸۰ درصد) و غلظت‌های ۱۰۸ × ۱ و ۱۰۶ × ۱ کنیدی/میلی‌متر بر روی مرگ و میر لارو سن پنجم شب پره موم خوار مورد بررسی قرار دادند. براساس نتایج، شرایط بهینه جهت دستیابی به بیشینه مرگ و میر لارو سن پنجم به ترتیب دمای

نقش ارزنده زنبورعسل در طبیعت، امروزه کلنی‌های زنبورعسل بطور نامطلوبی بوسیله‌ی یکسری عوامل بیماری‌زا و آفات تحت تاثیر واقع شده‌اند (Tu و همکاران، ۲۰۲۰). در حال حاضر، یکی از بزرگ‌ترین چالش‌ها و معضلات موجود در حرفه زنبورداری که باعث ترک شغل بسیاری از پرورش دهندگان زنبورعسل دنیا و حتی کشور از این حوزه گردیده است بحث آلودگی کلنی‌های زنبورعسل به آفاتی منجمله شب پره موم خوار بزرگ (*Galleria mellonella* Fabricius, 1978) است (رحیمی و پریچهره، ۱۳۹۹؛ Rahimi و همکاران، ۲۰۲۱). شب پره موم خوار بزرگ یکی از آفات بسیار مهم محصولات انباری و همه گیر در کلنی‌های زنبورعسل است که هر ساله خسارت سنگینی را بر زنبورداران به واسطه تغذیه از شان‌های مومی موجود در داخل کلنی‌ها و همچنین شان‌های مومی انبار شده تحمیل می‌کند (Ellis و همکاران، ۲۰۱۵). این حشره در مرحله لاروی آفت درجه یک شان‌های مومی انبار شده زنبورعسل است. اگرچه تخریب شان‌های مومی می‌تواند به واسطه‌ی آفات دیگری مثل شب پره‌ی موم خوار کوچک^۱، بید آرد مدیترانه^۲ و آناگاستا کونیلا^۳ نیز ایجاد شود (Paddock, ۱۹۱۸؛ Williams, ۱۹۹۷)، اما شب پره موم خوار بزرگ، خطرناک‌ترین آفت شان‌های مومی و مشکل جدی زنبورستان‌های مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری جهان می‌باشد (Gallai و همکاران، ۲۰۱۸). گزارش شده است حشره بالغ و لارو شب پره موم خوار به عنوان ناقل برخی پاتوژن‌ها نیز عمل می‌کنند (Charriere و Imdorf, ۱۹۹۹). برای مثال، در مدفوع لاروهای این آفت، اسپور باکتری *Paenibacillus larvae* عامل بیماری لوک آمریکایی یافت شده است (Charriere و Imdorf, ۱۹۹۹؛ Hood و همکاران، ۲۰۰۳). اخیراً، ویروس‌های Israeli Acute Paralysis Virus (IAPV) و Queen Cell Virus (BQCV) نیز در بدن لاروهای این آفت و مدفوع آنها کشف و شناسایی شده است (Traiyasut و همکاران، ۲۰۱۶).

شب پره موم خوار بزرگ در اکثر مناطق زنبورداری ایران بخصوص زنبورستان‌های مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری وجود

^۱ - *Achroia grisell*

^۲ - *Mediterranean flour moth*

^۳ - *Anagasta kuehniella*

اضافه کردن قاب‌های شفیله کلنی‌های قوی، کلنی‌های ضعیف‌تر را به سطح متوسط جمعیت مورد مطالعه رسانده و در صورت لزوم برای یکسان سازی جمعیت بالغین نیز با هم‌بو کردن جمعیت‌ها با استفاده از شربت گلاب، جمعیت‌های تحت مطالعه به سطح یکسان و متوسط جمعیت مورد مطالعه رسانده شد. لازم به ذکر است در ابتدای مطالعه، کلنی‌هایی مورد انتخاب قرار گرفتند که دارای ملکه خواهری همسن (یکساله) بودند. کلنی‌های مورد مطالعه تا زمان اجرای آزمایش، هیچ گونه روش مبارزه علیه شب‌پره موم-خوار را دریافت نکردند. همچنین، ۳۰ کلنی بدون زنبور با شان-های مومی (۱۰ شان کهنه سیاه رنگ) از انبارهای نگهداری شان-های مومی زنبورداران شهرستان مریوان برای برخی آزمایش‌ها نیز تهیه گردید. در مطالعه حاضر، چند شان سیاه رنگ آلوده به مراحل مختلف رشدی شب‌پره موم‌خوار را از انبارهای نگهداری شان‌های مومی زنبورداران شهرستان مریوان تهیه و آنها را در به داخل کندوی چوبی لانگستروت منتقل و سپس کندوها در اتاق تاریک ویژه تکثیر این حشره (رطوبت نسبی $10 \pm 50\%$ و دمای $2 \pm 30^\circ\text{C}$ درجه سانتی گراد) قرار داده شدند. سپس، ۴۵ شب-پره ماده جفتگیری کرده به روش اسمیت (Smith, ۱۹۶۵) جدا سازی و برای برخی آزمایش‌ها در مطالعه حاضر آماده سازی شد. پژوهش حاضر به مدت شش ماه به مرحله اجرا در آمد که جزئیات هر روش به شرح ذیل می باشد:

زنبورستان قوی

این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو تیمار (شامل تیمارهای زنبورستان قوی و شاهد) و پنج تکرار به مرحله اجرا در آمد. در تیمار زنبورستان قوی از کندوهای قوی (۱۰ قاب جمعیت) و تیمار شاهد از کندوهای ضعیف (سه قاب جمعیت) استفاده شد (شکل ۱). هیچ گونه شب‌پره‌ای به صورت دستی به تیمارها اضافه نگردید. بعد از ارزیابی آلودگی اولیه، کلنی‌ها از لحاظ آلودگی به شب‌پره موم خوار مورد همسان سازی قرار گرفتند. بعد از گذشت یک ماه، هر ۲۴ ساعت یکبار به مدت ۲۰ روز تعداد شب‌پره‌ها (لارو، شفیله و حشره کامل) در هر تیمار مورد ارزیابی و شمارش قرار گرفت.

۲۵ درجه سانتی گراد، رطوبت ۷۵ درصد و غلظت 1×10^8 کلنیدی/ میلی‌لیتر تعیین گردید. در مطالعه دیگری، عبادی و همکاران (۱۳۸۰) عملکرد روش نرسترونی را با کنترل شیمیایی در کاهش جمعیت شب‌پره موم‌خوار مورد مقایسه قرار دادند. پس از انجام آزمایش‌های مختلف، مشخص شد به احتمال ۹۵٪ بین کنترل شیمیایی و کنترل ژنتیکی (نرسترونی) این آفت تفاوت معنی‌دار وجود ندارد. در سال‌های اخیر به دلیل گزارشات باقیمانده سموم شیمیایی استفاده شده برای کنترل شب‌پره موم‌خوار در داخل موم، بروز مقاومت در این آفت و همچنین تاثیر منفی آنها روی سلامتی بشر، توجه محققین این رشته به روش‌های کم خطر و سالم برای سلامتی انسان، زنبورها و محیط زیست معطوف شده است (Goodman و همکاران، ۲۰۱۵؛ Colter، ۲۰۲۰). کاهش مصرف سموم شیمیایی از اهداف اصلی مدیریت آفات است. یکی از روش‌های کاهش مصرف سموم، کنترل آفات در قالب تکنیک‌های مدیریت تلفیقی می‌باشد که جایگزین مناسبی برای کاربرد وسیع آفتکش‌های شیمیایی محسوب می‌شود. به همین خاطر، پژوهش حاضر با هدف بررسی تاثیر روش‌های مختلف مدیریت تلفیقی شب‌پره موم‌خوار بزرگ در زنبورستان و انبار نگهداری شان‌های مومی در شرایط اقلیمی استان کردستان انجام شد.

مواد و روش‌ها

زمان و مکان اجرای آزمایش

مطالعه حاضر طی بازه‌ی زمانی فروردین الی مهرماه ۱۴۰۲ روی ۳۰ کلنی (فعال) زنبورعسل ایرانی (*Apis mellifera meda*) و ۳۰ کندوی حاوی پوکه‌های کهنه سیاه رنگ (۱۰ شان) در شرایط اقلیمی شهرستان مریوان استان کردستان انجام شد.

نحوه‌ی اجرای آزمایش

کلنی‌های زنبورعسل مورد مطالعه (۳۰ کلنی فعال) در اوایل فروردین ماه ۱۴۰۲ از بین کندوهای یک زنبورستان ۱۵۰ کلنی انتخاب و سپس از لحاظ جمعیت بالغین و نوزادان به روش Delaplane و همکاران (۲۰۱۳) مورد همسان‌سازی قرار گرفتند. جهت تحقق این امر، پس از انجام ارزیابی اولیه و مشخص شدن متوسط جمعیت نوزادان، با کمک گرفتن از کلنی‌های قوی‌تر و با



شکل ۱: روش زنبورستان قوی (تیمار شاهد (کندوهای ضعیف سه قاب جمعیت) و تیمار کندوهای قوی (کندوی ۱۰ قاب جمعیت)

زنبورستان ضعیف

این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو تیمار (شامل تیمار زنبورستان ضعیف و شاهد) و پنج تکرار به مرحله اجرا در آمد. در تیمار زنبورستان ضعیف از کندوهای ضعیف (سه قاب جمعیت) و در تیمار شاهد از کندوهای قوی (۱۰ قاب جمعیت) استفاده شد. هیچ گونه شب پره ای به صورت دستی به تیمارها اضافه نشد. بعد از ارزیابی آلودگی اولیه، کلنی ها از لحاظ آلودگی به شب پره موم خوار مورد همسان سازی قرار گرفتند. بعد از گذاشت یک ماه، هر ۲۴ ساعت یکبار به مدت ۲۰ روز تعداد شب پره ها (لارو، شفیره و حشره کامل) در هر تیمار مورد ارزیابی و شمارش قرار گرفت.

اسیدهای آلی

این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تیمار (تیمارها شامل تیمار اسید فرمیک ۴۵ درصد، اسید اگزالیک ۴/۵ درصد و تیمار شاهد) و پنج تکرار به مرحله اجرا در آمد. جهت اجرای این

آزمایش، از انبار کاملاً تاریک و محصور شده و کندوهای لانگستروت حاوی پوکه های سیاه رنگ (هر کندو ۱۰ پوکه کهنه سیاه رنگ) استفاده شد. در مطالعه حاضر، نرخ آلودگی اولیه تیمارها صفر بود. در روز اول به هر کندو سه حشره شب پره ماده بالغ جفتگیری کرده اضافه شد و بعد از گذشت یک ماه، نرخ آلودگی آنها ارزیابی شد. بعد از همسان سازی آلودگی، در داخل کندوهای هر تیمار (سطح بالایی قابها) یک ظرف مخصوص حاوی اسید فرمیک ۴۵ درصد و اسید اگزالیک ۴/۵ درصد گذاشته شد و در تیمار شاهد از آب استفاده گردید. هر ۲۴ ساعت یکبار به مدت ۲۰ روز تعداد شب پره های تلف شده در هر تیمار ارزیابی و شمارش شد. در پایان آزمایش، درصد تلفات شب پره ها در هر تیمار با استفاده از فرمول Allam و همکاران (۲۰۰۳) ارزیابی (فرمول ۱) و سپس با استفاده از فرمول Abott (۱۹۲۵) درصد تلفات اصلاح (فرمول ۲) شد.

فرمول ۱:

$$\times 100 = \frac{\text{تعداد شب های پره مرده در کندو در طول دوره درمان}}{\text{تعداد شب های پره مرده بعد درمان کندو با کلریا پریفوس - تعداد شب های پره مرده در کندو در طول دوره درمان}} = \text{درصد تلفات}$$

فرمول ۲:

$$= \frac{\text{درصد تلفات شاهد} - \text{درصد تلفات هر تیمار}}{100 - \text{درصد تلفات شاهد}} = \text{درصد تلفات اصلاح شده}$$

انبار تاریک

این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو تیمار (شامل تیمار انبار تاریک و شاهد) و پنج تکرار به مرحله اجرا در آمد. در داخل هر کندو در هر تیمار ۱۰ پوک (شان مومی سیاه رنگ قدیمی) خالی گذاشته شد. کندوهای تیمار انبار تاریک در داخل یک انبار کاملاً تاریک و محصور شده و کندوهای تیمار شاهد در هوای آزاد (بیرون انبار) گذاشته شدند. بدون اعمال مصنوعی هر گونه آلودگی، بعد از گذشت یک ماه تعداد شب پره های (لارو، شفیره و حشره کامل) داخل هر تیمار مورد ارزیابی و شمارش قرار گرفت.

انبار روشن

این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو تیمار (شامل تیمار انبار روشن و شاهد) و پنج تکرار به مرحله اجرا در آمد. در داخل هر کندو در هر تیمار ۱۰ پوک (پوک مومی سیاه رنگ قدیمی) خالی گذاشته شد. کندوهای تیمار انبار روشن در هوای آزاد (شکل ۲) و کندوهای تیمار شاهد در داخل یک انبار کاملاً تاریک و محصور شده در همان محیط گذاشته شد. بدون اعمال مصنوعی هر گونه آلودگی، بعد از گذشت یک ماه تعداد شب پره های (لارو، شفیره و حشره کامل) داخل هر تیمار مورد ارزیابی و شمارش قرار گرفت.



شکل ۲: روش انبار روشن (تیمار انبار روشن حاوی پنج کندوی ۱۰ قاب با پوک مومی سیاه رنگ قدیمی در هوای آزاد و تیمار شاهد حاوی پنج کندوی ۱۰ قاب با پوک مومی سیاه رنگ قدیمی در داخل انبار تاریک)

تجزیه و تحلیل داده‌ها

داده‌های حاصل از روش‌های مدیریت تلفیقی زنبورستان قوی، زنبورستان ضعیف، انبار روشن و تاریک با استفاده از آزمون آماری Student Independent T-test در نرم افزار آماری Spss V.22 مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. همچنین، تجزیه واریانس و مقایسه میانگین (به روش دانکن) روش اسیدهای الی نیز با استفاده از همین نرم افزار انجام شد.

نتایج

در پژوهش حاضر، تاثیر روش‌های مختلف مدیریت شب‌پره موم-خوار بزرگ در قالب مدیریت تلفیقی مورد بررسی قرار گرفت که نتایج آن به شرح ذیل می‌باشد:

جدول ۱: نتایج مقایسه میانگین تعداد حشره شب‌پره موم‌خوار (لارو، شفیره و حشره کامل) مشاهده شده در روش زنبورستان قوی براساس روش دانکن (Mean $\pm$ SD)

روش مدیریتی	تیمارها	میانگین تعداد حشره شب‌پره موم‌خوار	F	P-value
زنبورستان قوی	کندوی قوی	0.39 ± 0.38^b	۱۲/۲۳	۰/۰۳
	شاهد	4.55 ± 0.51^a		

براساس نتایج به‌دست آمده، بیشترین تعداد حشره شب‌پره موم‌خوار مشاهده شده مربوط به تیمار کندوی ضعیف با میانگین ۵/۲ حشره و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد با میانگین ۰/۳ حشره بود.

مقایسه میانگین اثر روش زنبورستان ضعیف روی تعداد حشره شب‌پره موم‌خوار

در جدول (۲)، نتایج مقایسه میانگین تعداد حشره شب‌پره موم‌خوار مشاهده شده در روش زنبورستان ضعیف ارائه شده است. براساس نتایج به‌دست آمده بین تیمارها تفاوت معنی‌دار وجود دارد ($P < 0.05$).

جدول ۲: نتایج مقایسه میانگین تعداد حشره شب‌پره موم‌خوار (لارو، شفیره و حشره کامل) مشاهده شده در روش زنبورستان ضعیف براساس روش دانکن (Mean $\pm$ SD)

روش مدیریتی	تیمارها	میانگین تعداد حشره شب‌پره موم‌خوار	F	P-value
زنبورستان ضعیف	کندوی ضعیف	3.82 ± 0.52^a	۱۱/۴۸	۰/۰۴
	شاهد	0.3 ± 0.47^b		

دارد ($P < 0/05$). براساس نتایج مقایسه میانگین، بیشترین میزان درصد تلفات شب‌پره موم‌خوار مربوط به تیمار اسید فرمیک با میانگین ۱۴/۶۵ درصد و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد با میانگین صفر بود (جدول ۴).

تجزیه واریانس و مقایسه میانگین اثر روش اسیدهای آلی روی میزان درصد تلفات شب‌پره موم‌خوار
نتایج تجزیه واریانس اثر روش اسیدهای آلی روی میزان درصد تلفات شب‌پره موم‌خوار در جدول (۳) ارائه شده است. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین تیمارها اختلاف معنی‌دار وجود

جدول ۳: نتایج تجزیه واریانس اثر روش اسیدهای آلی روی درصد تلفات شب‌پره موم‌خوار در مطالعه حاضر

تیمارها	df	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F	P-Value
بین تیمارها	۲	۲۳۷۹/۷۴	۱۱۸۹/۸۷۴	۲۲/۹۸۱	۰/۰۵
داخل تیمارها	۵۷	۲۹۵۱/۳	۵۱/۷۷		
مجموع	۵۹	۵۳۳۱/۰۵			

جدول ۴: نتایج مقایسه میانگین اثر روش اسیدهای آلی روی درصد تلفات شب‌پره موم‌خوار در مطالعه حاضر براساس روش دانکن ($\text{Mean} \pm \text{SD}$)

تیمارها	انحراف معیار $\pm$ میانگین
اسید فرمیک	$14/65 \pm 9/82^a$
اسید اگزالیک	$11/51 \pm 7/66^a$
شاهد	0 ± 0^b

به‌دست آمده، بیشترین تعداد حشره شب‌پره موم‌خوار مشاهده شده مربوط به تیمار شاهد با میانگین ۳۸/۱۵ حشره و کمترین آن مربوط به تیمار انبار روشن با میانگین ۱۱/۱ حشره بود.

مقایسه میانگین اثر روش انبار روشن روی تعداد حشره شب‌پره موم‌خوار
نتایج مقایسه میانگین تعداد حشره شب‌پره موم‌خوار مشاهده شده در روش انبار روشن نشان داد بین تیمارها در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد (جدول ۵). براساس نتایج

جدول ۵: نتایج مقایسه میانگین تعداد شب‌پره موم‌خوار (لارو، سفیره و حشره کامل) مشاهده شده در روش انبار روشن براساس روش دانکن ($\text{Mean} \pm \text{SD}$)

روش مدیریتی	تیمارها	میانگین تعداد حشره شب‌پره موم‌خوار	F	P-value
انبار روشن	انبار روشن	$11/1 \pm 6/65^b$	۱۵/۱۵	۰/۰۵
	شاهد	$38/15 \pm 25/24^a$		

مقایسه میانگین اثر روش انبار تاریک روی تعداد حشره شب پره موم خوار

در جدول (۶)، نتایج مقایسه میانگین تعداد حشره شب پره موم خوار مشاهده شده در روش انبار تاریک ارائه شده است. براساس نتایج به دست آمده، بین تیمارها تفاوت معنی دار وجود دارد ($P < 0/05$).

جدول ۶: نتایج مقایسه میانگین تعداد شب پره موم خوار (لارو، شفیره و حشره کامل) مشاهده شده در روش انبار تاریک براساس روش دانکن ($\text{Mean} \pm \text{SD}$)

روش مدیریتی	تیمارها	میانگین تعداد حشره شب پره موم خوار	F	P-value
انبار تاریک	انبار تاریک	$35/62 \pm 22/27^b$	۴/۳۳	۰/۰۱
	شاهد	$13/85 \pm 6/7^b$		

بحث

کاهش جمعیت زنبورهای عسل به عوامل بی شماری نسبت داده شده است که از آن جمله می توان به از بین رفتن زیستگاه ها (Meixner، ۲۰۱۰)، استفاده وسیع از سموم آفت کش (Goulson و همکاران، ۲۰۱۵)، آفات و پاتوژن های زنبور عسل (Pirk و همکاران، ۲۰۱۵) و عدم تطابق ژنتیکی با محیط های جدید (Meixner، ۲۰۱۰) اشاره کرد. همچنین، گزارش شده است برخی آفات زنبور عسل باعث تلفات قابل توجهی روی زنبورها و تولیدات کلنی ها می شوند و عوامل بیماری زای ویروسی را منتقل می کنند که درمان قاطعی تاکنون برای برخی از آنها وجود ندارد و ریشه کن کردن آنها همچنان چالش برانگیز است. این روند نگرانی ها، تحقیقات گسترده ای را از سوی محققان برانگیخته است که منجر به تمرکز بی سابقه ای بر سلامت زنبورهای عسل شده است. یکی از مشکلات اساسی زنبورهای عسل و صنعت زنبورداری، شب پره موم خوار بزرگ است (Williams، ۱۹۹۷). شب پره موم خوار بزرگ همچنان به عنوان یک چالش جهانی برای سلامت زنبور عسل و صنعت زنبورداری مطرح و نسبت به سایر

آفات جهانی زنبور عسل کمتر مورد توجه قرار گرفته و تحقیقات کمتری روی آن انجام شده است. با توجه به نگرانی های قابل قبول در زمینه اثرات باقیمانده سموم شیمیایی تدخینی و تاثیرات مخرب آنها روی زنبور عسل، ما نیازمند تحقیقات بیشتر در زمینه توسعه سیستم های پیشرفته تله گذاری، رویکردهای مدیریت بیولوژیکی و تلفیقی این آفت در زنبورستان ها و انبارهای نگهداری شان های مومی هستیم. به همین خاطر، مطالعه حاضر با هدف بررسی تاثیر روش های مختلف مدیریت تلفیقی این آفت در زنبورستان و انبار نگهداری شان های مومی انجام شد. یافته های مطالعه حاضر نشان داد اسید فرمیک و اسید استیک به طور موثری موجب کنترل جمعیت شب پره موم خوار در انبار نگهداری شان های مومی شدند. همچنین، استفاده از انبار روشن جهت نگهداری شان های مومی و نگهداری کلنی های با جمعیت قوی در زنبورستان می توانند در کاهش جمعیت این آفت و خسارت ایجاد شده توسط آن در زنبورستان و انبارهای نگهداری شان های مومی به طور چشمگیری موثر باشد. براساس یافته های پژوهش حاضر، کلنی های ضعیف در

برابر این آفت بسیار حساس و توانایی مقابله از خود در برابر ورود حشرات بالغ آن را ندارد و حشرات بالغ این آفت به راحتی می-توانند وارد این کلنی ها شوند و سپس روی دیواره داخلی کندو و حتی چهار چوب شان های مومی تخم ریزی و سپس خسارت وارد کنند. همچنین، انبار تاریک مکان بسیار ایدآلی برای فعالیت حشرات بالغ و لاروهای این آفت است. براساس نتایج مطالعه حاضر، بیشترین خسارت در انبار تاریک به شان های مومی وارد می شود. لذا به زنبورداران توصیه می شود از نگهداری شان های مومی در انبار تاریک و کلنی های ضعیف در زنبورستان خود بپرهیزند. در یک مطالعه ای، Ritter و Akranakul (۲۰۱۰) برای کاهش خسارت شب پره موم خوار بزرگ در کلنی های زنبورعسل، نگه داشتن کلنی هایی با جمعیت قوی و منابع غذایی کافی در زنبورستان و مهر و موم کردن شکاف های کلنی ها به ویژه در مناطقی که زنبورهای عسل آسیایی در آن زندگی می کنند، توصیه کردند. علاوه بر موارد مذکور، این محققان استفاده از یک سیستم ذخیره سازی مناسب برای محصولات کندو (مانند شان های مومی، عسل و گرده) بخصوص برای زنبورستان های در مقیاس کوچک که مستعد حمله آفات به ویژه شب پره موم خوار و سوسک کوچک کندو هستند، ضروری قلمداد کردند. در پژوهشی دیگر، Gulati و Kaushik (۲۰۱۷) تعویض منظم شان های مومی به-خصوص شان هایی با کوچکترین نشانه های آفت زدگی و استفاده حداقل از آفت کش ها را جهت کاهش خسارت این آفت در زنبورستان ها و انبارهای نگهداری شان های مومی و کاهش باقیمانده سموم در موم و سایر فرآورده های زنبورهای عسل را توصیه کردند.

در بیشتر مناطق زنبورداری دنیا برای محافظت از شان های مومی در برابر حمله شب پره موم خوار در انبارهای نگهداری شان های مومی

از حشره کش های تدخینی مثل پارادی کلروبنزن یا قرص های فستوکسین^۴ استفاده می کنند. لذا، به دلیل اثرات سوء این سموم، مصرف اکثر آنها در سالهای اخیر ممنوع شده است. با توجه به نتایج پژوهش حاضر می توان استفاده از اسیدهای آلی بخصوص اسید فرمیک و استیک را جهت کاهش خسارت این آفت در انبارهای نگهداری شان های مومی به عنوان جایگزین مناسب حشره کش های سنتتیک تدخینی و حتی در زنبورستان ها برای کاهش حمله این آفت به کلنی ها مورد استفاده قرار داد. هم راستا با نتایج مطلوب تاثیر اسید فرمیک در کاهش جمعیت شب پره موم خوار در انبار نگهداری شان های مومی در پژوهش حاضر، Underwood و Currie (۲۰۰۴) استفاده از اسید فرمیک را جهت کاهش جمعیت کنه واروآ در کلنی های زنبورعسل به علت نفوذ سریع آن از درپوش شفیره ها و کشتن کنه های واروآ توصیه کردند. همسو با نتایج پژوهش حاضر، اسیدفرمیک در کنترل بسیاری از آفات بخصوص آفات کلنی های زنبورعسل استفاده شده و به طور موفقیت آمیزی آنها را کنترل کرده است (Wilson و همکاران، ۱۹۹۳؛ Kochansky و Shimanuki، ۱۹۹۹؛ Calderone، ۲۰۰۰؛ Hood و McCreadie، ۲۰۰۱؛ Sharma و همکاران، ۲۰۰۳؛ Underwood و Currie، ۲۰۰۴؛ Whitfield و همکاران، ۲۰۰۶). هم راستا با تاثیر مطلوب اسید فرمیک در پژوهش حاضر، Engelsdorp و همکاران (۲۰۰۸) برای کاهش جمعیت کنه واروآ از غلظت ۵۰ درصد اسیدفرمیک، اسید استیک و ترکیب این دو اسید در کلنی های زنبورعسل استفاده کردند. نتایج مطالعه این محققان نشان داد تیمار اسید فرمیک ۵۰٪ به طور معنی داری در کاهش جمعیت کنه واروآ در داخل کلنی نسبت به دو تیمار دیگر موثرتر است ($P < 0.01$). همچنین، محققان دیگری اسید فرمیک را به عنوان بهترین،

⁴ -Phostoxin

رحیمی، ع.، پریچهره، ش. (۱۴۰۳). ارزیابی یک ترکیب گیاهی جدید برای کنترل کنه واروا (*Varroa destructor*) در کلنی های زنبورعسل (*Apis mellifera*). نامه انجمن حشره شناسی ایران. ۴۴ (۴): ۴۱۷-۴۲۸.

شعبانی نژاد، ع.، عجم حسنی، م.، تفقیدی نیا، ب. (۱۳۹۵). بهینه سازی مصرف سم دلتامترین علیه شب پره موم خوار بزرگ با روش سطح پاسخ در شرایط آزمایشگاهی. نشریه تحقیقات آفات گیاهی. ۶ (۲): ۵۳-۶۲.

عبادی، ر.، جعفری، ر.، مجد، ف.، طهماسبی، غ.، ذوالفقاریه، ح. (۱۳۸۰). نقش نر سترون شده توسط پرتو گاما در مدیریت تلفیقی شب پره موم خوار بزرگ. نشریه علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۵ (۳): ۱۹۸-۱۹۱.

Abbott, W.S. (1925.) A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal Economic Entomology*, 18: 265-267.

Allam, S.F.M., Hassan, M.F., Risk, M.A., Zaki, A, U. (2003). Utilization of essential oils and chemical, substances alone or in combination against *Varroa* mite (*Varroa destructor*), a parasite of honeybees. *Insect Pathogens and Insect Parasitic Nematodes*, 26: 273-278.

Caron, D.M. (1992). Wax moth. *Journal of American Bee*, 132: 647-649.

Calderone, N. W. (2000). Effective fall treatment of *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) with a new formulation of formic acid in colonies of *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) in the northeastern United States. *Journal of Economic Entomology*, 93: 1065-1075.

Charriere, J.D., Imdorf, A. (1999). Protection of honey combs from wax moth damage. *The American Bee Journal*, 139: 627-630.

Chang C.P., Hsieh F.K. (1992). Morphology and bionomics of *Galleria mellonella* Linnaeus, China. *Journal of Entomology*, 12: 121-129.

Colter, D. (2020). Those pesky wax moths' controls. *Journal of American Bee*, 135: 647-649.

Delaplane, K.S., Van der Steen, J., Guzmán-Nova, E. (2013). Standard methods for estimating strength parameters of *Apis mellifera* colonies. *Journal of Apiculture Science*, 52: 1-12.

موثرترین و امن ترین اسید آلی جهت کنترل شب پره موم خوار در انبارهای نگهداری شان های مومی و زنبورستان در سایر نژادهای دیگر زنبورعسل گزارش کردند (Charriere و Imdorf, ۱۹۹۹؛ Rafael و همکاران، ۲۰۱۴؛ Hassanein، ۲۰۲۲).

نتیجه گیری

یافته های پژوهش حاضر نشان داد اسیدفرمیک و اسیداستیک به طور موثری موجب کنترل شب پره موم خوار در انبار نگهداری شان های مومی شدند. همچنین، استفاده از انبار روشن و کلنی های زنبورعسل با جمعیت قوی در زنبورستان نتایج موثری را در کاهش جمعیت شب پره موم خوار در مقایسه با انبار تاریک و زنبورستان ضعیف نشان داد. بنابراین، استفاده از اسیدهای آلی بخصوص اسید فرمیک و اسید استیک، انبار روشن برای نگهداری شان های مومی و نگهداری کلنی های قوی در زنبورستان برای کاهش خسارت این آفات در زنبورستان و انبارهای نگهداری شان های مومی توصیه می شود.

منابع

تمیجی، ی.، اکبرزاده، م. (۱۳۹۲). زنبورعسل و بیماریهای آن. انتشارات کفایی، تهران. ۱۴۹ صفحه.

حیدری، ع.، قرنجیک، ش.، درخشان، ع.، شعبانی نژاد، ع. (۱۳۹۵). بهینه سازی فاکتورهای مؤثر در کارایی قارچ *Bassiana Beauveria* در کنترل شب پره موم خوار بزرگ با روش سطح پاسخ. نشریه حفاظت از گیاهان. ۳۰ (۴): ۶۹۲-۶۸۴.

رحیمی، ع.، پریچهره، ش. (۱۳۹۹). بیولوژی و مدیریت شب پره موم خوار بزرگ (*Galleria mellonella* Linnaeus, 1758)؛ آفت شان های مومی کلنی های زنبورعسل. نشریه علوم و فنون زنبورعسل. ۱۱ (۲۱): ۲-۱۶.

- Engelsdorp, D., Underwood, R., Cox-foster, D. (2008). Short-Term Fumigation of Honey Bee (*Hymenoptera: Apidae*) Colonies with Formic and Acetic Acids for the Control of *Varroa destructor* (Acari: Varroidae). *Journal of Economic Entomology*, 101: 256–264.
- Ellis, J.D., Graham, J.R., Mortensen, A. (2015). Standard methods for wax moth research. *Journal of Apicultural Research*, 52: 1–17.
- Gallai, N., Salles, J.M., Settele, J., Vaissière, B.E. (2018). Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecological Economics*, 68: 810–821.
- Goodman, R.D., Williams, P., Oldroyd, B.P., Hoffman, J. (2015). Studies on the use of phosphine gas for the control of greater wax moth (*Galleria mellonella*) in stored honey bee comb. *Journal of American Bee*, 130(7): 473–477.
- Gulati, R., Kaushik, H. (2017). Enemies of honeybees and their management—A review. *Agricultural Reviews*, 25: 189–200.
- Goulson, D., Nicholls, E., Botías, C., Rotheray, E.L. (2015). Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers. *Science*. 34:58-69.
- Kochansky, J., Shimanuki, H. (1999). Development of a gel formulation of formic acid for control of parasitic mites of honey bees. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47: 3850-3853.
- Hassanein, Z. (2022). Evaluation of some natural oils and formic acid for controlling varroa mite (*Varroa destructor*) in honey bee colonies. *Egyptian Journal of Plant Protection Research Institute*, 5 (3): 255–260
- Hood, W.M., Horton, P.M., McCreadie, J.W. (2003). Field evaluation of the red imported fire ant (*Hymenoptera: Formicidae*) for the control of wax moths (*Lepidoptera: Pyralidae*) in stored honey bee comb. *Journal of Agricultural and Urban Entomology*, 20: 93–103.
- Hood, W. M., McCreadie, J. W. (2001). Field tests of the *Varroa* Treatment Device using formic acid to control *Varroa destructor* and *Acarapis woodi*. *Journal of Agricultural and Urban Entomology*, 18: 87-96.
- Kwadha, C.A., Ong'amo, G.O., Ndegwa, P.N., Raina, S.K., Fombong, A.T. (2017). The Biology and Control of the Greater Wax Moth, *Galleria mellonella*. *Insects*, 8:1-17.
- Meixner, M. D. (2010). A historical review of managed honey bee populations in Europe and the United States and the factors that may affect them. *Journal of Invertebrate Pathology*, 103: 80–95.
- Oldroyd, B., Oxley, P. (2019). Development of two markers for hygienic behavior of honeybees. *Rural Ind. Dev. Corporation*, 2, pp.1-31.
- Paddock, F.B. (1918). The Bee moth or Waxworm; Texas Agricultural Experiment Stations: College Station, TX, USA.
- Pattamayutanon, P., Angeli, S., Thakeow, P., Abraham, J., Disayathanoowat, T. and Chantawannakul, P. (2015). Biomedical activity and related volatile compounds of Thai honeys from 3 different honeybee species. *Journal of food science*, 80(10): M2228-M2240.
- Pirk, C. W., Strauss, U., Yusuf, A.A., Démares, F., Human, H. (2015). Honeybee health in Africa—A review. *Apidologie*, 47: 276–300.
- Rahimi, A., Mirmoayedi, A., Kahriz, D., Zarei, L., Jamali, S. (2023). Genetic characterization of Iranian honey bees, *Apis mellifera meda* Skorikow, 1829, based on microsatellite DNA polymorphism. *Biochemical Genetics*, 61 (2):1-25.
- Rahimi, A., Mirmoayedi, A., Kahriz, D., Zarei, L., Jamali, S. (2022). Molecular genetic diversity and population structure of Iranian honey bee (*Apis mellifera meda*) populations: Implications for breeding and conservation. *Journal of Plant diseases and protection*, 129 (4): 1-12.
- Rahimi, A., Mirmoayedi, A., Kahriz, D., Zarei, L., Jamali, S. (2021). Genetic diversity evaluation of Iranian honeybee (*Apis mellifera meda*) populations based on PCR -RFLP marker analyses. *Iranian Genetics Society*, 16(3): 219-233.
- Ritter, W., Akwatanakul, P. (2010). Honey Bee Diseases and Pests: A Practical Guide; FAO: Rome, Italy, Agricultural and Food Engineering Technical Report. 4: 42 pages.
- Rafael, A., Marianyela, R., Fernando, R., Villalobos, D. (2014). Ethel. Effectiveness of formic acid and thymol in the control of *Varroa*

- destructor* in Africanized honey bee colonies. *Agronomía Costarricense*, 38: 175-188.
- Sharma, S. D., Kashyap, N. P., Desh, R. (2003). Efficacy of some acaricides against ectoparasitic mite *Tropilaelaps clareae* infesting European honey bee *Apis mellifera*. *Indian Journal of Agricultural Research*, 37: 60-63.
- Traiyasut, P., Mookhploy, W., Kimura, K., Yoshiyama, M., Khongphinitbunjong, K., Chantawannakul, P., Buawangpong, N., Saraithong, P., Burgett, M., Chukeatirote, E. (2016). First detection of honey bee viruses in wax moth. *Chiang Mai University Journal of Natural Sciences*, 43: 695-698.
- Tu, S., Qiu, X., Cao, L., Han, R., Zhang, Y., Liu, X. (2020). Expression and characterization of the chitinases from *Serratia marcescens* Gei strain for the control of *Varroa destructor*, a honey bee parasite. *Journal of Invertebrate Pathology*, 104(2):75-82.
- Underwood, R. M., Currie, R. W. (2004). Indoor winter fumigation of *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) colonies infested with *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) with formic acid is a potential control alternative in northern climates. *Journal of Economic Entomology*, 97: 177-186.
- Wilson, W.T., Baxter, J. R., Collins, A. M., Cox, R. L., Cardoso-T, D. (1993). Formic acid fumigation for control of tracheal mites in honey bee colonies. *Bee Science*, 3: 26-31.
- Whitfield, C.W., Behura, S.K., Berlocher, S.H., Clark, A.G., Johnston, J.S., Sheppard, W.S., Smith, D.R., Suarez, A.V., Weaver, D., Tsutsui, N.D. (2006). Thrice out of Africa: Ancient and recent expansions of the honey bee, *Apis mellifera*. *Science*, 314(3): 642-645.
- Williams, J.L. (1997). Insects: Lepidoptera (moths). In *Honey Bee Pests, Predators, and Diseases*; Morse, R., Flottum, K., Eds.; AI Root Company: Medina, OH, USA, pp. 121-141.
- Zemene, M., Bogale, B., Derso, S., Belete, S., Melaku, S., Hailu, H. (2021). A review on *Varroa* mites of honey bees. *Academic Journal of Entomology*, 8 (3): 150-159.

