فصلنامه علمی زیست‌شناسی کاربردی دانشگاه الزهرا(س)
دوره ۳۵، شماره۴، پیاپی ۷۴، زمستان ۱۴۰۱، ص ۵۵-۴۳
نوع مقاله: مقاله پژوهشی

The Quarterly Scientific Journal of Applied Biology
Vol.35, No.4, Sering.74, Winter 2023, p. 43-55
Article type: Research paper

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۹/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۴/۱۵

وب سایت نشریه: https://jab.alzahra.ac.ir

doi: 10.22051/JAB.2021.34309.1398

سمیت تنفسی سه اسانس گیاهی گل رز، بهارنارنج و یاس روی لاروهای سنین دوم، سوم و چهارم شب‌پره‌ی آرد، *Ephestia kuehniella* Zeller (Lep.: Pyralidae) ، در شرایط آزمایشگاهی

خسرو حمزه‌پور[۱]، اکبر قاسمی کهریزه*[۲]، عباس حسین‌زاده[۲]

چکیده

مقدمه: *شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد، Ephestia kuehniella (Zeller) از آفات مهم محصولات انباری است که خسارت زیادی را وارد می‌کند. با توجه به اهمیت اقتصادی آفات انباری از جمله شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد و مقاومت آنها نسبت به حشره‌کش‌های متداول شیمیایی، یافتن یک روش ایمن، مناسب، اقتصادی و پایدار برای کنترل و کاهش خسارت این آفات ضروری به‌نظر می‌رسد. استفاده از اسانس‌های گیاهی یکی از روش‌های مناسب برای کنترل آفات انباری است که در سالیان اخیر مورد توجه قرار گرفته است.* ***روش‌ها:*** *در این بررسی، اثر کشندگی اسانس گیاهان گل رز، بهارنارنج و گل یاس روی لاروهای سنین دوم، سوم و چهارم این آفت در شرایط دمایی ۲±۲۷ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۶۵ درصد و در تاریکی به روش تدخینی ارزیابی گردید.* ***نتایج و بحث:*** *مقادیر LC_{50} محاسبه شده برای اسانس‌های گل رز، بهارنارنج و گل یاس روی لاروهای سنین دوم، سوم و چهارم پس از ۷۲ ساعت به‌ترتیب برابر با «۳۰۸/۸، ۶۵۸/۷ و ۶۳۶/۹»، «۴۴۶/۶، ۸۰۴/۶ و ۱۱۸۳/۳» و «۱۱۲۰/۳، ۲۰۷۲/۱ و ۱۷۶۱/۷» میکرولیتر بر لیتر هوا بود. میزان کشندگی اسانس‌ها با افزایش زمان تاثیر، زیاد شد. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که برخی اسانس‌های گیاهی در مدیریت آفات انباری می‌توانند جایگزینی مؤثر برای ترکیبات شیمیایی باشند.*

واژه‌های کلیدی: ***Ephestia kuehniella، اسانس‌های گیاهی، بهار نارنج، گل رز، یاس***

---

۱ . دانش‌آموخته‌ی کارشناسی ارشد، حشره‌شناسی کشاورزی، گروه گیاه‌پزشکی، واحد مهاباد، دانشگاه آزاد اسلامی، مهاباد، ایران

۲. استادیار، گروه گیاه‌پزشکی، واحد مهاباد، دانشگاه آزاد اسلامی، مهاباد، ایران *نویسنده مسئول: a.ghasemi@iau-mahabad.ac.ir

مقدمه

بیش از ۶۰۰ گونه آفت، محصولات کشاورزی را در انبار مورد هجوم قرار می‌دهند و باعث نابودی و یا کاهش کمی و کیفی محصولات می‌شوند (Rajendran & Sriranjini, 2008). در طول دوره‌ی انبارداری، هجوم حشرات مهم‌ترین عامل ایجاد خسارت محسوب می‌شود. خسارت آفات انباری در کشورهایی که تکنولوژی پیشرفته‌ی انبارداری ندارند بین ۱۰ تا ۴۰ درصد محصول است. به‌منظور اجتناب از این خسارت، اغلب ترکیبات شیمیایی مصنوعی به‌کار گرفته می‌شوند که کاربرد این مواد هنوز ادامه دارد (Mossa, 2016).

شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد، *Ephestia kuehniella* (Zeller) (Lep.: Pyralidae)، یکی از مهم‌ترین آفات انباری نه تنها در ایران بلکه جهان است که به تعداد بسیار زیادی از محصولات در انبار حمله می‌کند و خسارت می‌زند. این آفت به دلیل اینکه عمدتا از آرد تغذیه می‌کند به نام شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد معرفی شده است. این حشره به ندرت به دانه‌های سالم حمله می‌کند و عموما دانه‌های شکسته را ترجیح می‌دهد (Nielsen, 1998). این شب‌پره به‌عنوان یکی از آفات مهم و همه‌جازی به فرآورده‌های انباری به ویژه گندم (دانه، سبوس آرد) و نیز ذرت، برنج، سورگوم، یولاف و جو خسارت می‌زند. همچنین به میوه‌های هسته‌دار، خرما، میوه‌ها و برگ‌ها و ریشه‌های خشک شده، بیسکویت، غذای انسان و حیوان حمله می‌کند (Shapiro & Ferkovich, 2002). علاوه بر تغذیه‌ی لاروهای حشره از محصولات انباری و ایجاد خسارت مستقیم، با تنیدن تار نیز باعث غیر قابل مصرف شدن آن می‌شود، به‌طوری‌که تمام سطح مواد غذایی را می‌پوشاند و زمینه را برای خسارت غیرمستقیم فراهم می‌کند (Esmaili *et al*., 2011).

امروزه برای کنترل آفات انباری بیشتر از سموم شیمیایی گازی استفاده می‌شود که خطرات جبران‌ناپذیری برای انسان و محیط پیرامون وی دارد (Mossa, 2016). گاز متیل‌بروماید و فسفین به مقادیر زیاد برای کنترل آفات انباری مورد استفاده قرار می‌گیرند. متیل‌بروماید یکی از آلاینده‌های موثر روی لایه‌ی ازن است و طبق برنامه‌ریزی نهمین تفاهم‌نامه‌ی سال ۱۹۹۷، در کشورهای پیشرفته از سال ۲۰۰۵ مصرف این گاز سمی متوقف شده است (Nikooei & Moharramipour, 2020). تاکنون مقاومت آفات انباری نسبت به سم فسفین در ۴۵ کشور دنیا گزارش شده است (Lee *et al*., 2004). با توجه به خسارت بالای آفات انباری، هزینه‌های سرسام‌آور به کارگیری سموم شیمیایی، آلودگی محیط‌زیست، ایجاد مقاومت در آفات (Talukder, 2009)، باقیمانده‌ی سموم روی غلات انباری (Jbilou *et al*., 2006) و اثرات سوء روی موجودات غیرهدف و طغیان آفات ثانویه (Mahfuz & Khalequzzaman, 2007) نیاز به جایگزین مناسب، کم‌خطر و دوستدار محیط‌زیست برای کنترل این آفات احساس می‌شود (Mossa, 2016).

از آنجایی که آفت‌کش‌های گیاهی در محیط‌زیست به راحتی تجزیه می‌شوند و باقی‌مانده به‌جای نمی‌گذارند بهتر است از آفت‌کش‌هایی با منشا گیاهی استفاده گردد (Mossa, 2016). این قبیل آفت‌کش‌ها در مقایسه با آفت‌کش‌های شیمیایی از نظر محیطی ایمن‌تر هستند. در این راستا خاصیت حشره‌کشی بیش از ۲۰۰۰ گونه از گیاهان گزارش شده است (Nerio *et al*., 2010). در سال‌های اخیر، نتایج تحقیقات روی خاصیت حشره‌کشی گیاهان نشان داده است که می‌توان از متابولیت‌های گیاهی به عنوان آفت‌کش استفاده کرد همچنین مواد مؤثره‌ی استخراج شده از عصاره و اسانس‌های گیاهی، دارای اثر تدخینی روی حشرات آفت می‌باشد (Maciel *et al*., 2010). گیاهان عالی دارای متابولیت‌های ثانویه‌ای هستند که در روابط اکولوژیکی گیاه به‌خصوص برهم‌کنش گیاه و حشره نقش حیاتی دارد و گاهی باعث بروز مقاومت گیاه در مقابل حشره نیز می‌شوند. بخش

مهمی از این ترکیبات ترپنوئیدها هستند که در اسانس گیاهی وجود دارند و برای پستانداران کم‌خطر هستند و به‌نظر می‌رسد جایگزین مناسبی برای سموم شیمیایی در کنترل آفات انباری هستند (Mossa, 2016). تحقیقات مختلف نشان داده است که اسانس و عصاره‌ی تعدادی از گیاهان اثرات حشره‌کشی قابل توجهی دارند (Chebet *et al*., 2013). اسانس‌ها و عصاره‌های گیاهی یکی از کاندیداهای مناسب به عنوان جایگزین ترکیبات شیمیایی سنتزی هستند (Rajendran, 2001). ترکیبات گیاهی به دلیل طیف اثر محدود و قابلیت تجزیه به متابولیت‌های غیرسمی از پتانسیل بالایی برای کاربرد در برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات برخوردار می‌باشند (Papachristos & Stamopoulous, 2002). این ترکیبات در سالیان اخیر در قالب حشره‌کش‌های تجاری در حال گسترش هستند و به عنوان جایگزین سموم شیمیایی که مقاومت به آن‌ها ایجاد شده است، مورد توجه قرار گرفته‌اند (Kim *et al*., 2003).

با توجه به ضرورت استفاده از جایگزین‌های مناسب برای حشره‌کش‌های شیمیایی، در تحقیق حاضر سمیت تنفسی سه اسانس گیاهی گل یاس، بهارنارنج و گل رز روی لاروهای سنین دوم، سوم و چهارم شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد بررسی شد و امید است حاصل این پژوهش راهکار مناسبی برای استفاده از اسانس‌های گیاهی به جای سموم شیمیایی در کنترل آفات انباری باشد.

مواد و روش‌ها

محل انجام آزمایش

این تحقیق در آزمایشگاه حشره‌شناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مهاباد در شرایط دمایی ۲±۲۷ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵±۶۵ درصد در داخل انکوباتور و شرایط تاریکی انجام گرفت.

گونه‌های گیاهی مورد بررسی

گیاهان گل یاس (*Ixora chinensis* L.) از خانواده‌ی Rubiaceae، بهار نارنج (*Citrus aurantium* L.) از خانواده Rutaceae و گل رز (*Rosa hybrida* L.) از خانواده Rosaceae از موسسه‌ی تحقیقاتی گیاهان دارویی ارومیه جمع‌آوری گردید. زمان تهیه‌ی گیاهان در فصل بهار و بخش‌های مورد مطالعه‌ی گیاهان شامل اندام‌های هوایی شامل ساقه، برگ و گل بود که در شرایط سایه و دمای اتاق خشک گردیدند. گیاهان برای استفاده در مراحل بعدی داخل کیسه پلاستیک‌های مخصوص در دمای ۲۴- درجه سلسیوس نگهداری شدند. نمونه‌های گیاهی حاوی اسانس بعد از خشک شدن در شرایط سایه در دمای اتاق پودر گردیدند.

یاس از گل‌های بسیار زیبای گلکاری است. گل‌های آن خوشه‌ای بسیار معطر و رنگ آن حنایی ارغوانی و بنفش می‌باشد. در بعضی ارقام رنگ گل‌های آن سفید، قرمز و یا قرمز مایل به زرد است. درختچه‌ای به بلندی ۳-۲ متر است. برگ‌های آن بزرگ، بیضوی نوک تیز با قاعده قلبی‌شکل، متقابل با دمبرگ دراز می‌باشد. گل‌های یاس خیلی کم‌دوام است. میوه‌ی آن کپسول، تخم‌مرغی شکل به طول ۱/۵-۱ سانتی‌متر است که در آن دانه‌های درشت یاس قرار دارد و پس از خشک شدن

کپسول و شکافته شدن از آن خارج می‌شوند و چون دانه‌ها بالدار است به سهولت با باد به اطراف پراکنده می‌شوند (Mirheidar, 2007).

نارنج درخت کوچکی است که در مناطق با آب و هوای مدیترانه‌ای و نسبتا مرطوب و گرم می‌روید. برگ‌های آن سبزشفاف، بیضی‌شکل، نوک تیز زیبا و اختلاف آن از نظر شکل با برگ‌های پرتقال وجود دمبرگ بالدار در محل اتصال دمبرگ با برگ است. گل‌های آن درشت‌تر و زیادتر و با عطر بیش‌تر از گل‌های پرتقال است. پوست میوه صاف و رنگ آن نارنجی تیره و گوشت داخل آن خیلی ترش و کمی تلخ است (Mirheidar, 2007).

گل رز یکی از پرطرفدارترین و با ارزش‌ترین گل‌های بریدنی در جهان است به طوری که به عنوان ملکه‌ی گل‌ها شناخته می‌شود. برگ‌های رز متناوب مرکب، خزان‌پذیر یا دائمی هستند. برگ‌ها ۱۵-۵ سانتی‌متر طول دارد و دارای ۷-۵ برگچه است و در قاعده‌ی خود دارای گوشواره می‌باشند. حاشیه‌ی برگ‌ها اغلب دندانه‌دار است. گل‌ها ممکن است به صورت گل آذین منفرد، دیهیم یا خوشه گرزن باشند. برخی از گونه‌های وحشی دارای ۵ گلبرگ و تعداد زیادی پرچم هستند. میوه به رنگ‌های مختلف و اغلب به رنگ قرمز و از لحاظ علمی فندقه است (Bhattcharjee & Baneji, 2010).

استخراج اسانس

بعد از اینکه نمونه‌های گیاهی خشک شدند و در شرایط دمای معمولی اتاق به پودر تبدیل شدند از هر گیاه دارویی ۵۰ گرم از پودرهای به دست‌آمده با ۵۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر درون دستگاه اسانس‌گیر شیشه‌ای Clevenger (ساخته شده در واحد شیشه‌گری سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران) به مدت ۳ ساعت ریخته شد و به روش تقطیر با آب، اسانس تهیه گردید. اسانس‌های تهیه شده تا زمان استفاده در آزمایش‌های زیست‌سنجی، در داخل شیشه‌های دو میلی‌لیتری با روپوش آلومینیومی در یخچال در دمای ۴ درجه سلسیوس نگهداری شدند. به شیشه‌های حاوی اسانس، برای آبگیری قبل از نگهداری در یخچال مقدار ۰/۱ گرم سولفات سدیم اضافه شد.

پرورش شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد

کلنی اولیه از اتاق پرورش آفات انباری بخش حشره‌شناسی گروه گیاه‌پزشکی دانشگاه ارومیه تهیه گردید. برای پرورش انبوه شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد، حشرات کامل نر و ماده ظاهر شده از کلنی به داخل قیف‌های پلاستیکی (به قطر تقریبی ۱۸ و ارتفاع ۹ سانتی‌متر) که انتهای آن توسط پارچه توری مسدود شده بود انتقال یافت. برای جمع‌آوری تخم‌های گذاشته‌شده از کاغذ تیره در کف قیف استفاده گردید. پس از تخم‌گذاری حشرات ماده روی کاغذ تیره، تخم‌ها برداشته شد و به ظروف پلاستیکی مستطیل شکلی به ابعاد ۴×۱۰×۱۴ سانتی‌متری که حاوی آرد بود منتقل گردید. برای تهویه از پارچه توری به عنوان درپوش استفاده شد و پرورش تا ظهور حشرات کامل در این ظروف ادامه یافت. پرورش حشرات در انکوباتور با دمای ۲۷±۲ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۶۵±۵ درصد و در شرایط تاریکی انجام گردید. قبل از اقدام به پرورش، مواد غذایی مورد استفاده برای پرورش به مدت ۲۰ دقیقه در دمای منفی ۷۰ درجه سلسیوس قرار گرفتند تا عوامل خارجی احتمالی مثل حشرات، قارچ‌ها و کنه‌ها به طور کامل از بین بروند. برای تغذیه‌ی شب‌پره‌ی آرد از مخلوط آرد گندم (۶۸ درصد)، سبوس (۲۸

درصد) و مخمر (۳ درصد) استفاده شد (Tahernia *et al*., 2020). به منظور تداوم نسل، حشرات کامل ظاهرشده، مجددا به قیف‌های جداگانه و تخم‌ها به روی آرد تازه منتقل شدند.

نحوه‌ی انجام آزمایش‌های زیست‌سنجی

در یک سری آزمایش‌های مقدماتی، غلظت‌های حداقل و حداکثر که به ترتیب ۱۰ و ۹۰ درصد تلفات ایجاد کرده بودند تعیین شدند. سپس در فاصله‌ی این دو غلظت، چهار غلظت به روش فواصل لگاریتمی تعیین شد (Pourmirza, 2005) و در نهایت شش غلظت به همراه تیمار شاهد (آب مقطر) برای هر سن لاروی مورد استفاده قرار گرفت. آزمایش‌های زیست‌سنجی بر اساس روش Negahban و Moharramipour (۲۰۰۷) انجام شد. برای انجام آزمایش‌ها از ظروف پلاستیکی با حجم ۱۰۰ میلی-لیتر و با درب به قطر دو سانتی‌متر استفاده شد. غلظت‌های مشخص از هر اسانس به همراه توئین ۳٪ با استفاده از میکروسمپلر روی کاغذ صافی که در قسمت داخلی درب ظروف آزمایش تعبیه شده بود، ریخته شد. سپس ۱۰ عدد لارو هم سن شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد به همراه ماده غذایی داخل شیشه‌ها قرار گرفت. در ظروف شاهد فقط از توئین ۳٪ استفاده شد. برای جلوگیری از نفوذ بخار اسانس به بیرون، اطراف درپوش با نوارهای پارافیلم، محکم مسدود شد. زیست‌سنجی در شرایط ۲±۲۷ درجه‌ی سلسیوس و رطوبت نسبی ۵±۶۵ درصد در شرایط تاریکی و با ۶ تکرار صورت گرفت. تعداد حشرات مرده در ظروف تیمار و شاهد پس از ۲۴ و ۴۸ و ۷۲ ساعت شمارش و ثبت گردید. ملاک مرگ عدم پاسخ لارو به سوزن داغ بود. به منظور جلوگیری از تماس مستقیم حشرات با اسانس، بین درپوش و ظرف مزبور توری قرار گرفت. این آزمایش بر روی لاروهای سنین دوم، سوم و چهارم انجام گرفت. سنین مختلف لاروی بر اساس اندازه‌ی عرض کپسول سر از همدیگر تفکیک شدند (Yazdanian *et al*., 2005). شاخص سمیت و سمیت نسبی اسانس‌های مورد بررسی با استفاده از معادله‌های زیر بدست آمد (Sun, 1950):

سمیت نسبی (Relative Potency) = LC_{50} کم‌اثرترین اسانس / LC_{50} اسانس دیگر

شاخص سمیت (Toxicity Index) = (LC_{50} قویترین اسانس / LC_{50} اسانس دیگر) ×۱۰۰

تجزیه‌ی آماری داده‌ها

داده‌های حاصل از مرگ و میر لاروهای سنین مختلف بعد از اصلاح با فرمول آبوت (abbott, 1925) به روش تجزیه‌ی Probit در نرم‌افزار SPSS23 آنالیز و مقادیر LC_{25} و LC_{50} در برنامه‌ی پروبیت محاسبه گردید.

نتایج و بحث

محاسبه‌ی مقادیر LC_{25} و LC_{50} روی لاروهای سنین دوم، سوم و چهارم شب‌پره‌ی آرد

مقادیر LC_{25} و LC_{50} اسانس‌های گل رز، بهارنارنج و گل یاس روی لارو سن دوم شب‌پره‌ی آرد در مدت زمان ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از آزمایش در جدول (۱) آمده است. مقادیر پایین LC_{50} به دست آمده از تاثیر اسانس گل رز مورد مطالعه روی لارو سن دوم شب‌پره‌ی آرد نشان داد که اسانس مذکور اثر کشندگی خوبی در شرایط آزمایشگاهی نسبت به اسانس‌های بهار نارنج و گل یاس در مدت زمان ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت داشته است.

جدول ۱- تجزیه‌ی پروبیت سمیت تنفسی اسانس‌هاس گل رز، بهارنارنج و گل یاس روی لاروهای سن دوم شب‌پره‌ی آرد، *Ephestia kuehniella*، بعد از ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت

Table 1. Probit analysis of fumigant toxicity of *Rosa hybrida* L., *Citrus aurantium* L. and *Ixora chinensis* L., on second instar larvae of *Ephestia kuehniella* Zeller (Lep.: Pyralidae) after 24, 48 and 72 hours

Essential Oil	Number of Insect	Time (h)	Slope±SE	Intercept +5	Chi-square	LC_{25} ($\mu l.L^{-1}$)	LC_{50} ($\mu l.L^{-1}$)	Relative Potency	Toxicity Index (%)
R. hybrida L.	60	24	2.0±0.3	-0.6	6.9	292.8	640.6	2.0	100
	60	48	2.0±0.3	0.2	17.8	187.5	409.3	2.3	100
	60	72	2.0±0.2	0.1	22.7	144.2	308.8	2.1	100
C. aurantium L.	60	24	1.9±0.3	-0.9	1.8	482.7	1078.7	1.2	59.4
	60	48	1.4±0.3	0.9	1.0	304.8	949.1	1.0	43.1
	60	72	1.2±0.2	1.5	0.7	187.6	658.7	1.0	46.9
I. chinensis L.	60	24	1.8±0.3	-0.6	1.9	536.7	1273.2	1.0	50.3
	60	48	1.4±0.3	0.8	2.6	316.8	951.3	1.0	43.0
	60	72	1.3±0.2	1.3	3.9	197.8	636.9	1.0	48.5

مقادیر LC_{25} و LC_{50} اسانس‌های گل رز، بهارنارنج و گل یاس روی لارو سن سوم شب‌پره‌ی آرد در مدت زمان ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از آزمایش در جدول (۲) آمده است. مقادیر پایین LC_{50} به دست آمده از تاثیر اسانس گل رز مورد مطالعه روی لارو سن سوم شب‌پره‌ی آرد نشان داد که اسانس مذکور اثر کشندگی خوبی در شرایط آزمایشگاهی نسبت به اسانس بهار نارنج و گل یاس در مدت زمان ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت داشته است.

جدول ۲- تجزیه‌ی پروبیت سمیت تنفسی اسانس‌هاس گل رز، بهارنارنج و گل یاس روی لاروهای سن سوم شب‌پره‌ی آرد، *Ephestia kuehniella*، بعد از ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت

Table 2. Probit analysis of fumigant toxicity of *Rosa hybrida* L., *Citrus aurantium* L. and *Ixora chinensis* L., on third instar larvae of *Ephestia kuehniella* Zeller (Lep.: Pyralidae) after 24, 48 and 72 hours

Essential Oil	Number of Insect	Time (h)	Slope±SE	Intercept +5	Chi-square	LC_{25} ($\mu l.L^{-1}$)	LC_{50} ($\mu l.L^{-1}$)	Relative Potency	Toxicity Index (%)
R. hybrida L.	60	24	1.7±0.3	-0.1	2.1	409.6	1030.3	1.2	100
	60	48	1.6±0.3	0.4	1.8	305.2	812.2	2.5	100
	60	72	1.4±0.2	1.2	6.6	150.7	446.6	2.6	100
C. aurantium L.	60	24	2.9±0.6	-3.9	1.0	685.8	1170.3	1.1	88.0
	60	48	1.5±0.3	0.6	4.5	378.3	1098.3	1.9	74.0
	60	72	1.2±0.2	1.4	11.7	229.0	804.6	1.5	55.5
I. chinensis L.	60	24	2.3±0.5	-2.2	1.2	644.5	1254.9	1.0	82.1
	60	48	1.1±0.3	1.4	1.8	491.5	2073.3	1.0	39.2
	60	72	0.9±0.2	2.8	4.1	220.2	1183.3	1.0	37.7

مقادیر LC_{25} و LC_{50} اسانس‌های گل رز، بهارنارنج و گل یاس روی لارو سن چهارم شب‌پره‌ی آرد در مدت زمان ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از آزمایش در جدول (۳) آمده است. مقادیر پایین LC_{50} به دست آمده از تاثیر اسانس گل رز مورد مطالعه روی لارو سن چهارم شب‌پره‌ی آرد نشان داد در این سن لاروی نیز همانند سنین دوم و سوم لاروی، اسانس مذکور اثر کشندگی خوبی در شرایط آزمایشگاهی نسبت به اسانس بهار نارنج و گل یاس در مدت زمان ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت داشته است.

با توجه به مقادیر شاخص LC_{50} مشاهده می‌گردد که درصد مرگ و میر ناشی از اسانس گل رز روی تمام سنین لاروی در هر سه مدت زمان مورد بررسی بیش‌تر از اسانس بهارنارنج و گل یاس بوده است، همچنین مشاهده گردید میزان کشندگی هر سه اسانس روی سن دوم لاروی بیشتر از سن سوم و چهارم لاروی بود (جدول‌های ۳-۱). لاروهای سن دوم در مقایسه با لاروهای سن سوم و چهارم وزن کمتری دارند و میزان چربی و تکامل آنزیمی آنها کمتر می‌باشد لذا دوز کمتری از اسانس‌ها برای ایجاد کشندگی در آن‌ها لازم است.

جدول ۳- تجزیه‌ی پروبیت سمیت تنفسی اسانس‌هاس گل رز، بهارنارنج و گل یاس روی لاروهای سن چهارم شب‌پره‌ی آرد، *Ephestia kuehniella*، بعد از ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت

Table 3. Probit analysis of fumigant toxicity of *Rosa hybrida* L., *Citrus aurantium* L. and *Ixora chinensis* L., on fourth instar larvae of *Ephestia kuehniella* Zeller (Lep.: Pyralidae) after 24, 48 and 72 hours

Essential Oil	Number of Insect	Time (h)	Slope±SE	Intercept+ 5	Chi-square	LC_{25} ($\mu l.L^{-1}$)	LC_{50} ($\mu l.L^{-1}$)	Relative Potency	Toxicity Index (%)
R. hybrida L.	60	24	1.7±0.5	-0.6	0.9	804.7	2019.8	1.6	100
	60	48	1.7±0.3	0.3	0.6	619.9	1841.9	1.4	100
	60	72	1.5±0.3	0.3	1.0	412.7	1120.3	1.8	100
C. aurantium L.	60	24	2.2±0.8	-2.4	0.4	1144.6	2311.9	1.4	87.4
	60	48	1.6±0.4	-0.2	0.5	812.9	2200.5	1.2	83.7
	60	72	1.1±0.3	1.3	0.7	504.4	2072.1	1.0	54.1
I. chinensis L.	60	24	2.0±0.8	-2.0	1.0	1510.2	3288.3	1.0	61.4
	60	48	1.5±0.5	-0.2	1.3	945.5	2604.6	1.0	70.7
	60	72	1.8±0.5	-1.0	1.9	757.9	1761.7	1.2	63.6

در جوامع گوناگون بشری همواره میل شدیدی به استفاده از مواد غذایی عاری از پس‌مانده‌های ترکیبات و سموم شیمیایی سنتتیک وجود داشته است. این گرایش سبب شده است تا پژوهش‌ها به سوی دستیابی به ترکیبات حشره‌کش کم‌خطر سوق داده شود. در چنین شرایطی نیاز به یافتن روش‌های کنترلی ایمن، مناسب و توجیه‌پذیر از جنبه‌های اقتصادی ضروری است؛ در این میان روش‌های کنترل آفات با استفاده از حشره‌کش‌های گیاهی در اولویت می‌باشد (Mladenova & Shtereva, 2009). استفاده از سموم شیمیایی در کنترل آفات، سبب افزایش مقاومت آن‌ها در برابر سموم و آلودگی محیط زیست شده است و بی تردید تاثیر سوء بر سلامتی انسان خواهد داشت (Bhandari *et al.*, 2019).

قسمت اعظم مواد معطر موجود در گیاهان را اسانس‌ها تشکیل می‌دهند. این مواد اثرات کشندگی مختلفی روی آفات دارند. به عنوان مثال ترپنوییدها، دارای اثرات سمی یا بازدارندگی از تغذیه و تخم‌گذاری و نیز خاصیت دورکنندگی در حشرات گیاه-خوار هستند (Lee *et al.*, 2001).

ترکیبات شناسایی شده‌ی موجود در اسانس‌ها عمدتا ترکیبات مونوترپنوئیدها هستند (Regnault-Roger & Hamraoui, 1995). مونوترپنوئیدها ترکیبات فرار چربی‌دوستی هستند که داخل بدن حشرات نفوذ می‌کنند و باعث ایجاد اختلال در فعالیت‌های فیزیولوژیکی می‌گردند (Jang *et al.*, 2005). مونوترپن‌ها روی مراحل زیستی آفات تاثیر می‌گذارند و دارای خواص تدخینی می‌باشند. این ترکیبات به سرعت در آفات نفوذ می‌کنند و باعث برهم زدن تعادل عصبی آن‌ها می‌شوند. سیستم عصبی اکتوپامین و مهار آنزیم استیل کولین استراز در حشرات محل اثر اسانس‌های گیاهی محسوب می‌شود (Miresmaili *et al.*, 2014). با توجه به اینکه این ترکیبات فرار هستند و می‌توانند به صورت تدخینی عمل کنند محققین مختلف این ترکیبات را عامل حشره‌کشی اسانس‌های گیاهی می‌دانند. به دلیل فراریت، این ترکیبات دوام زیادی در محیط ندارند و با گذشت زمان اثر آن‌ها کم می‌شود و از بین می‌رود (Enan , 2001).

بر اساس نتایج حاصل از محاسبه‌ی شاخص سمیت، اسانس گل رز با شاخص سمیت ۱۰۰٪ در هر سه بازه زمانی ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت بیشترین میزان کشندگی را روی سه سن لاروی دوم، سوم و چهارم در بین اسانس‌های مورد بررسی به خود اختصاص داد (جدول‌های ۳-۱).

بر اساس یافته‌های تحقیق حاضر، افزایش دوز اسانس‌های گیاهی گل رز، بهارنارنج و گل یاس موجب افزایش سمیت در تمام مراحل مختلف زیستی مورد بررسی در شب‌پره مدیترانه‌ای آرد شد به گونه‌ای که با توجه به نتایج LC_{50}، افزایش غلظت اسانس‌های گیاهی با افزایش سمیت تنفسی در مراحل مختلف لاروی سنین دوم، سوم و چهارم رابطه مستقیم دارد. همچنین میزان سمیت تنفسی هر سه اسانس مورد بررسی بر روی لاروهای سن دوم، سوم و چهارم با افزایش مدت زمان در معرض بخارات سمی اسانس‌ها قرار گرفتن لاروها افزایش یافت.

در یک تحقیق اثر عصاره اتانولی میخک، *Eugenia aromatica* (L.)، روی میزان تفریخ تخم، ظهور حشرات کامل و مرگ و میر لاروها و حشرات کامل شب‌پره‌ی خشکبار، *Ephestia cautella* (Walker)، بعد از ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت تیمار بررسی شد و نتایج تحقیق مشخص نمود اثر اسانس میخک روی این آفت وابسته به غلظت و مدت زمان در معرض قرار گرفتن با عصاره بود، به‌طوری‌که با افزایش غلظت اسانس و مدت زمان در معرض قرار گرفتن، میزان تاثیر اسانس بر روی شاخص‌های مورد بررسی از جمله مرگ و میر لاروها و حشرات کامل به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (Akinneye *et al.*, 2019) که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. در یک بررسی دیگر اثر حشره‌کشی اسانس گیاه گل میخک، *Agastache foeniculum*، علیه شب-پره‌ی مدیترانه‌ای آرد و شب‌پره‌ی هندی، *Plodia interpunctella*، مطالعه و مشخص شد میزان حشره‌کشی آن‌ها با افزایش غلظت و مدت زمان تیمار افزایش یافت (Ebadollahi *et al.*, 2010) که مشابه نتایج تحقیق حاضر است.

در یک پژوهش فعالیت حشره‌کشی چند اسانس گیاهی از جمله اسانس بهارنارنج روی شب‌پره‌ی خشکبار، *E. cautella* (Walker) بررسی و مشخص شد که با افزایش غلظت و زمان تیمار میزان حشره‌کشی اسانس‌ها افزایش می‌یابد به‌طوری‌که میزان تلفات اسانس‌ها در مدت زمان ۷۲ ساعت پس از تیمار بیشتر از میزان تلفات آن‌ها در مدت زمان ۲۴ و ۴۸ ساعت بود (El-Khyat *et al.*, 2017) که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. محققان دیگر نتایج مشابهی به‌دست آوردند و دریافتند با افزایش مدت زمان تاثیر اسانس میزان تلفات ناشی از اسانس‌ها افزایش می‌یابد (Tandorost & Karimpour, 2012; Mehany, 2014). تحقیقات دیگر نشان داد اسانس‌های گیاهی ریحان (*Ocimum basilicum* L.)، پاپریک (*Capsicum annuum* L.)، نخودسیاه (*Mentha x piperita* L.)، رزماری (*Rosmarinus officinalis* L.)، آنغوزه (*Fernula gummosa* L.) ، بطری‌شور (*Callistemon viminalis* L.)، شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum* L.) و انیسون (*Pimpinella anisum* L.) بر روی مراحل مختلف زیستی شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد موثر است و افزایش دوز اسانس بر سمیت مراحل زیستی حشره اثر دارد (Erler, 2005; Ercan *et al.*, 2013; Zarei *et al.*, 2015; Pandir & Bas, 2016; Sokuti & Ghassemi, 2018) و با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. در یک پژوهش، سمیت تنفسی چندین اسانس گیاهی علیه حشرات کامل شب‌پره‌ی آرد بررسی و مشخص شد با افزایش زمان تاثیر، میزان کشندگی اسانس‌ها افزایش و LC_{50} آن‌ها کاهش یافت (Karaborklu *et al.*, 2011) که مشابه نتایج تحقیق حاضر است. در تحقیق دیگری با بررسی اثر حشره‌کشی اسانس‌های برگ بو، *Laurus nobilis* L. و مورد، *Myrtus commonis* L. علیه لاروهای سنین دوم، سوم و چهارم و حشرات کامل شب‌پره‌ی آرد مشخص شد با گذشت زمان اثر سمیت تنفسی اسانس‌ها کاهش یافت (Salehi *et al.*, 2010) که با نتایج تحقیق حاضر همسو نیست؛ متفاوت بودن شرایط انجام

دو تحقیق و نوع جمعیت‌های مورد بررسی، می‌تواند دلیل اختلاف موجود باشد. در زمینه‌ی بررسی تاثیر اسانس‌های گل رز، بهارنارنج و گل یاس بر علیه شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد هیچ پژوهشی صورت نگرفته است لذا مقایسه میزان غلظت کشنده LC_{50} تحقیق حاضر با سایر نتایج مقدور نبود.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج تحقیق حاضر حاکی از سمیت تنفسی نسبتا خوب اسانس‌های گل رز و بهارنارنج روی لاروهای سنین دوم، سوم و چهارم شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد بود و اسانس گل رز با شاخص سمیت ۱۰۰ درصد برای هر سه سن لاروی در سه بازه زمانی ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت بالاترین میزان سمیت تنفسی را در مقایسه با دو اسانس بهارنارنج و گل یاس به خود اختصاص داد. این نتایج نشان داد که دو اسانس گل رز و بهارنارنج می‌توانند به منظور کاهش اثرات مضر و خطرات ناشی از مصرف حشره‌کش‌های شیمیایی برای کنترل آفت مهم شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد در قالب مدیریت تلفیقی در انبارها مورد استفاده قرار گیرند. هر چند استفاده کاربردی از اسانس‌های گیاهی به عنوان حفاظت‌کننده‌های انباری مستلزم انجام تحقیقات گسترده در زمینه استاندارد سازی، شناسایی و جداسازی ترکیبات فعال و دستیابی به روش‌های فرمولاسیون مناسب و مقرون به صرفه برای کاربرد در محیط انبار می‌باشد و امید است تحقیق حاضر افق روشنی برای کاربرد عملی برخی اسانس‌های گیاهی به عنوان جایگزین مناسب برای سموم شیمیایی رایج در کنترل آفات انباری در سطوح وسیع گشوده باشد.

سپاسگزاری

نویسندگان مقاله از دانشگاه آزاد اسلامی واحد مهاباد برای حمایت از پژوهش حاضر سپاسگزاری می‌کنند.

تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌کنند که هیچ تضاد منافعی ندارند.

References

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

Akinneye, J.O., Akinyemi, M.I., Akinwotu. S.S. and Owoeye, J.A. (2019). Isolation and characterization of *Eugenia aromatica* oil extract against tropical warehouse moth *Ephestia cautella* (Lepidoptera: Pyralidae) in cocoa beans. Journal of Pediatrics and Neonatal Biology, 4(1): 1-9.

Bhandari, G., Zomer, P., Atreya, K. and Mol. H.G.J. (2019). Pesticide residues in Nepalese vegetables and potential health risks. Environmental Research, 172. DOI: 10.1016/j.envres.2019.03.002.

Bhattcharjee, S. K. and Baneji, B. K. (2010). The complete book of roses, Aavish Kar Publishers, Distributors, pp. 260-263.

Chebet, F., Deng, A.L., Ogendo, J.O., Kamao, A.W. and Bett, P.K. (2013). Bioactivity of selected plant powders against Prostephanus truncatus (Coleoptera: Bostrichidae) in stored maize grains. Plant Protection Science, 49(1): 34-43.

Ebadollahi, A., Safaralizadeh, M.H., Hoseini, S.A., Ashouri, S. and Sharifian, I. (2010). Insecticidal activity of essential oil of *Agastache foeniculum* against *Ephestia kuehniella* and *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae). Munis Entomology and Zoology, 5(2): 785-791.

El-Khyat, E.F., Tahany, R. Abd El-Zaher and El-Zoghby, I.R.M. (2017). Insecticidal Activity of Some essential oils from different plants against the tropical warehouse moth, *Ephestia cautella* (Walker). Middle East Journal of Agriculture Research, 6(1): 13-23.

Enan, E. (2001). Insecticidal activity of essential oils, octopaminergic sites of action. Comp Biochem Physiol C Toxicol Pharmacol, 130: 325-337.

Ercan, F.S., Bas, H., Koc, M., Pandir, D. and Oztemiz, S. (2013). Insecticidal activity of essential oil of *Prangos ferulacea* (Umbelliferae) against *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) and *Trichogramma embryophagum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 37: 719-725.

Erler, F. (2005). Fumigant activity of six monoterpenoids from aromatic plants in turkey against the two stored-product pests confused flour beetle, *Tribolium confusum*, and mediterranean flour moth, *Ephestia kuehniella*. journal of plant diseases and protection, 112: 602–611.

Esmaili, M., Azmayesh Fard, P. and Mirkarimi, A. (2011). Agricultural entomology. Tehran University Publishing, Tehran. 691 pp.

Haque, M.A., Nakakita, H., Ikenaga, H. and Sota, N. (2000). Development inhibiting activity of some tropical plants against *Sitophilus zeamais* (Col.: Curculionidae). Journal of Stored Product Research, 36: 281-287.

Jbilou, R., Ennabili, A. and Sayah, F. (2006). Insecticidal activity of four medicinal plant extracts against *Tribolium castaneum* (Herbst) (Col.: Tenebrionidae). African Journal of Biotechnology, 5(10): 936-940.

Karaborklu, S., Ayvaz, A., Yilmaz, S. and Akbulut, M. (2011). Chemical composition and fumigant Toxicity of some essential oils against *Ephestia kuehniella*. Journal of Economic Entomology, 104(4): 1212-1219.

Kim, S.I., Roh, J.Y., Kim, D.H., Lee, H.S. and Ahn, Y.J. (2003). Insecticidal activities of aromatic plant extracts and essential oils against *Sitophilus oryzae* and *Callosobruchus chinensis*. Journal of Stored Products Research, 39: 293-303.

Lee, B.H. Annis, P.C., Tumaalii, F. and Lee, S.E. (2004). Fumigant toxicity of *Eukalyptus blakelyi* and *Melaleuca fulgens* essential oils and 1, 8-cineole against different development stages of the rice weevil *Sitophilus oryzae* (L.). Phytoparasitica, 32: 498-506.

Lee, S.E., Lee, B.H., Choi, W.S., Park, B.S., Kim, J.G. and Campbell, B.C. (2001). Fumigant toxicity of volatile natural products from Korean species and medicinal plants towards the rice weevil, *Sitophilus oryzae* (L.). Pest management science, 57: 548-553.

Maciel, M.V., Morais, S.M., Bevilaqua, C.M.L., Silva, R.A., Barros, R.S., Sousa, R.N., Sousa, L.C., Brito, E.S. and Souza-Neto, M.A. (2010). Chemical composition of *Eucalyptus* spp. essential oils and their insecticidal effects on *Lutzomyia longipalpis*. Veterinary Parasitology, 167: 1–7.

Mahfuz, I. and Khalequzzaman, M. (2007). Contact and fumigant toxicity of essential oils against *Callosobruchus maculatus*. Rajshahi University Journal of Zoology, 26: 63-66.

Mehany, A.L. (2014). Improvement of irradiated wheat populations tolerance to two stored product insects. Ph.D. thesis, Benha Univ., Egypt, 204 pp.

Miresmailli, S. and Isman, M.B. (2014). Botanical insecticides inspired by plant–herbivore chemical interactions. Trends in plant science, 19(1): 29-35.

Mirheidar, H. (2006). Plant education (application of plants in the prevention and treatment of diseases). Islamic Culture Publishing Office, Mashhad, 558 pp.

Mladenova, R. and Shtereva, D.D. (2009). Pesticide residues in apples grown under a conventional and integrated pest management system. Food Additives and Contaminants-Part A Chemistry, Analysis, Control, Exposure and Risk Assessment, 26(6): 854-858.

Mossa, Abdel-Tawab H. (2016). Green pesticides: Essential oils as biopesticides in insect-pest management. Journal of Environmental Science and Technology, 9: 354-378.

Negahban, M. and Moharramipour, S. (2007). Fumigant toxicity of *Eucalyptus intertexa*, *Eucalyptus sargentii* and *Eucalyptus camaldulensis* against stored product beetles. Journal of Applied Entomology, 131(4): 256-261.

Nerio, L.S., Olivero-Verbel, J. and Stashenko, E. (2010). Repellent activity of essential oils, a review. Bioresource Technology, 101: 372–378.

Nikooei, N. and Moharramipour S. (2020). Fumigant toxicity and repellency effects of essential oil of *Salvia mirzayanii* on *Callosobruchus maculatus* (Col.: Bruchidae) and *Tribolium confusum* (Col.: Tenebrionidae). Journal of Entomological Society of Iran, 39(2): 17-30.

Nielsen, P.S. (1998). The effect of diatomaceous earth formulation on the larvae of *Ephestia kuehniella* (Zeller). Journal of stored products research, 34(2-3): 113-121.

Ogendo, J.O., Belmain, S.R., Deng, A.I. and Musandu, A.A.O. (2004). Effect of insecticidal plant materials *Lantana camarra* L. and *Tephrosia vogelii* Hook on the quality parameters of stored maize. The Journal of food technology in Africa, 9: 29-36.

Pandir, D. and Bas, H. (2016). Compositional analysis and toxicity of four plant essential oils todifferent stages of Mediterranean flour moth, *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). Turkish Journal of Entomology, 40 (2): 185-195.

Papachristos, D.P. and Stamopoulos, D.C. (2002). Repellent, toxic and reproduction inhibitory effect of essential oil vapours on *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). Journal of Stored Products Research, 38 (2): 117-128.

Pourmirza, A.A. (2005). Local variation in susceptibility of Colorado potato beetle (Col.: Chrysomelidae) to insecticide. Journal of Economic Entomology, 98: 2176-2180.

Rajendran, S. (2001). Alternatives to methyl bromide as fumigants for stored food commodities. Article in Pesticide Outlook. 249-253. DOI: 10.1039/B110550G.

Rajendran, S. and Sriranjini, V. (2008). Plant products as fumigants for stored-product insect control. Journal of Stored Products Research, 44: 126-135.

Regnault-Roger, C. and Hamraoui, A. (1995). Fumigant toxic activity and reproductive inhibition induced by monoterpenes upon *Acanthoscelides obtectus* (Say), a bruchid of kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Journal of Stored Product Research, 31: 291-299.

Salehi, T., Askarianzadeh, A., Sheikhi Gorjan, A. and Karimi, J. (2010). Fumigant toxicity of essential oils from *Laurus nobilis* (L.) and *Myrtus commonis* (L.) against *Ephestia kuehniella* (Zeller). Proceedings of Second National Conference on Agriculture and Sustainable Development, Opportunities and challenges ahead, 11-12 March, Islamic Azad University, Shiraz Branch, Shiraz, Iran.

Shapiro, J. and Pandferkovich, S. M. (2002). Yolk protein immunoassay (YPELISA) to assess diet and reproductive quality of massreared *Orius insidiosus* (Heteroptera: Anthocoridae). Journal of Economic Entomology, 95: 927-935.

Sokuti, Y. and Ghasemi, V. (2018). Acute and chronic toxicity of *Ziziphora clinopodioides* and *Ferula gummosa* essential oils against *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae). Journal of Entomological Society of Iran, 38(2): 187-203.

Sun, Y.P. (1950). Toxicity indexes an improved methodof comparing the relative toxicity of insecticides. Journal of Economic Entomolog, 43: 45-53.

Sara Tahernia, S., Sarraf Moayeri, H. R., Kavousi, A. and Arbab, A. (2020). The influence of photoperiod on two-sex life table parameters of the Mediterranean flour moth, *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae). Journal of Entomological Society of Iran, 40(1):1-17.

Talukder, F. (2009). Pesticide resistance in stored-product insects and alternative biorational management: a brief review. Agricultural and Marine Sciences, 14: 9-15.

Tandorost, R. and Karimpour, Y. (2012). Evaluation of fumigant toxicity of orange peel *Citrus sinensis* (L.) essential oil against three stored product insects in laboratory condition. Munis Entomology and Zoology, 7: 352-358.

Yazdanian, M., Haddad Iraninejhad, K. and Mashhadi Jafarlou, M. (2005). Study and determination of larval age of Mediterranean flour moth, *Anagasta kuehniella* Zeller at laboratory conditions. Agricultural Knowledge, 15(2): 45-54.

Zarei, A., Rafei Karahroudi, Z. and Goldasteh, Sh. (2015). The effect of essential oils of *Trigonella foenum-graecum* L. and *Pimpinella anisum* L. against *Ephestia Kuehniella* Zeller. 2nd International conference on sustainable development, strategies and challenges with a focus on Agriculture, Natural Resources, Environment and Tourism. Tabriz.

Fumigant toxicity of three essential oils of *Rosa hybrida* L., *Citrus aurantium* L. and *Ixora chinensis* L., on second, third and fourth instars larvae of *Ephestia kuehniella* Zeller (Lep.: Pyralidae) under laboratory conditions

Kh. Hamzepor[1], A. Ghassemi– Kahrizeh[*2], A. Hosseinzadeh [2]

Received: 2021.12.02
Accepted: 2022.07.06

Abstract

Introduction: The Mediterranean flour moth, *Ephestia kuehniella* (Zeller), is one of the most important pests of stored products which causes a lot of damages. Considering the economic importance of controlling of stored product pests, such as the Mediterranean flour moth and their resistance to conventional chemical insecticides, finding a safe, suitable, economical and sustainable way to control these pests and reduce their damages seems necessary. The use of plant essential oils is one of the suitable methods for controlling stored product pests, which has been considered in recent years.

Methods: In this study the lethality effect of essential oils of *Rosa hybrida*, *Citrus aurantium* and *Ixora chinensis* were studied on the second, third and fourth instars larvae of *E. kuehniella* at laboratory conditions. The experiments were conducted at 27±2 °C, and 75±5% relative humidity under dark conditions.

Results and discussion: LC_{50} values of *R. hybrida*, *C. aurantum* and *I. chinensis* essential oils on the second, third and fourth instars larvae after 72 hours were «308.8, 658.7 and 636.9», «446.7, 804.6 and 1183.3» and «1120.3, 2072.1 and 1761.7» $\mu l.L^{-1}$ air, respectively. The lethality of the essential oils increased with increasing effect time. The results of this study showed that using of some plant essential oils could be an appropriate alternative to chemical compounds in managing of stored product pests' controls.

Key words: Citrus aurantium, Ephestia kuehniella, Ixora chinensis, plant essential oils, Rosa hybrida

---

1M.Sc. Graduated of Agricultural Entomology, Department of Plant Protection, Mahabad Branch, Islamic Azad University, Mahabad, Iran

2. Assistant Professor, Department of Plant Protection, Mahabad Branch, Islamic Azad University, Mahabad, Iran

*(Corresponding author Email: a.ghasemi@iau-mahabad.ac.ir)