



ارزیابی کارایی اسانس آنگوزه تلخ *Ferula pseudalliacea* بر چهار گونه آفت انباری

نوشین فتاحی^۱

<https://orcid.org/0009-0007-0409-199X>

امین صادقی^۲

<https://orcid.org/0000-0001-6048-3532>

مصطفی معروف پور^{۳*}

<https://orcid.org/0000-0001-6677-7267>

۱، ۲ و ۳- گروه گیاه پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران

چکیده: این پژوهش با هدف بررسی پتانسیل حشره کشی اسانس گیاه آنگوزه تلخ *Ferula pseudalliacea* Rech. بر چهار گونه آفات مهم انباری غلات شامل سوسک کشیش *Rhyzopertha dominica* (Fabricius)، شپشه قرمز آرد *Tribolium castaneum* (Herbst)، شپشه گندم *Sitophilus granarius* (Linnaeus) و لارو شب پره آرد *Anagasta kuehniella* (Zeller) انجام شد. آزمایش ها در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج غلظت اسانس به همراه شاهد، در چهار تکرار و در شرایط کنترل شده دما، رطوبت نسبی و دوره نوری طراحی شد. سمیت تنفسی اسانس از طریق انجام آزمون های زیست سنجی و تحلیل داده ها با روش پروبیت به منظور تعیین آماره های مرگ و میر (LC₅₀ و LC₉₀) در گونه های آفت مورد بررسی ارزیابی شد. مرگ و میر حشرات با افزایش غلظت و طول مدت زمان در معرض قرار گیری به طور معنی داری افزایش یافت. مقادیر LC₅₀ نشان دهنده تفاوت قابل توجه در حساسیت گونه ها بود؛ بیشترین حساسیت در شپشه گندم و کمترین در شپشه آرد مشاهده شد. در بالاترین غلظت، درصد مرگ و میر پس از ۷۲ ساعت برای همه گونه ها بیش از ۹۰ درصد بود. تجزیه و تحلیل GC/MS نشان داد که گاما-اودسمول و تاو-کادینول از ترکیبات غالب اسانس بودند. یافته ها نشان می دهند اسانس *F. pseudalliacea* دارای فعالیت حشره کشی قابل توجهی علیه آفات انباری است و می تواند به عنوان گزینه ای طبیعی و سازگار با محیط زیست در مدیریت تلفیقی آفات به کار رود.

واژه های کلیدی: آفات انباری، آنگوزه تلخ، اسانس گیاهی، سمیت تنفسی، کنترل غیر شیمیایی

تاریخ دریافت:

۱۴۰۴/۷/۹

تاریخ پذیرش:

۱۴۰۴/۹/۱۰

Citation: Fattahi, N., Sadeghi A. & Maroufpoor, M. (2025). Evaluation of the efficacy of *Ferula pseudalliacea* essential oil against four stored-product pest species. *Plant Pest Research*, 15(3), 45-53. DOI: <https://doi.org/10.22124/iprj.2025.31845.1661>



*Corresponding author: M.maroufpoor@uok.ac.ir

Journal of Plant Pest Research is published by University of Guilan

This journal is an open access journal licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 International license (CC BY 4.0)

گیاهان نه تنها منابع غنی از ترکیبات اولیه مانند کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها، اسیدهای نوکلئیک و روغن‌های گیاهی هستند، بلکه قادر به تولید مجموعه‌ای گسترده از ترکیبات ثانویه نیز می‌باشند که دارای کاربردهای اقتصادی و اکولوژیکی مهم هستند (Oksman, 2004). این متابولیت‌های ثانویه که شامل آلکالوئیدها، گلیکوزیدها، تری‌ها، ساپونین‌ها و ترکیبات فنلی هستند، نقش حیاتی در دفاع گیاه در برابر گیاه‌خواران، عوامل بیماری‌زا و رقابت با گیاهان دیگر دارند و به جذب گرده‌افشان‌ها و جانوران منتشرکننده بذر کمک می‌کنند (Wink, 2010). یکی از مهم‌ترین دسته‌های متابولیت‌های ثانویه، اسانس‌های گیاهی هستند. اسانس‌ها شامل ترکیبات معطر فرار هستند که در بخش‌های مختلف گیاه مانند گل، برگ، ریشه، میوه و صمغ ذخیره می‌شوند. این ترکیبات به‌طور عمده مونوترپن‌ها، سسکوئی‌ترپن‌ها، دی‌ترپن‌ها و ترکیبات آلیفاتیک و بنزونیك را در بر می‌گیرند. ویژگی‌های زیستی اسانس‌ها اغلب تحت تأثیر ترکیبات غالب قرار دارند، اما اثر سینرژیستی بین ترکیبات حتی با درصدهای پایین نیز می‌تواند نقش مهمی در فعالیت بیولوژیک آن‌ها ایفا کند. به عنوان مثال، Cineole -1.8 در گونه‌های *Eucalyptus* و *Linalool* در *Ocimum* بیشترین فراوانی را دارند و به عنوان ترکیبات غالب شناخته می‌شوند (Rajendran & Sriranjini, 2008). این ترکیبات نه تنها به عنوان دفاع شیمیایی گیاه عمل می‌کنند، بلکه در صنایع دارویی، غذایی، عطر و ادکلن و تولید حشره‌کش‌های طبیعی نیز کاربرد دارند (Habibi & Abutalebi, 2012). برخی ترکیبات اسانس‌ها با ویژگی‌هایی مانند سمیت به‌نسبت پایین برای انسان و محیط زیست و اثر حشره‌کشی قابل توجه، می‌توانند به‌عنوان گزینه‌ای بالقوه برای مدیریت آفات انباری مورد بررسی قرار گیرند (Rattan, 2010).

آنگوزه تلخ (*Ferula pseudalliacea* Rech. (Apiales: Apiaceae) نخستین بار در سال ۱۳۹۱ از سمنجان، استان کردستان ایران جمع‌آوری شد (Dastan, 2014). این گیاه علفی، چندساله و متعلق به خانواده چتریان است و بومی استپ‌های ایران و بخشی از افغانستان می‌باشد (Mozaffarian, 1996). اسانس گیاه آنگوزه تلخ مایعی صاف، بی‌رنگ تا زرد روشن یا قهوه‌ای با بوی تند و سیر مانند است و ترکیبات فعال آن شامل ترانس-آنتول، لیمونن و فنچون می‌باشد (Borji-Zadeh & Hosseini-Nejad, 1999). بررسی‌های پیشین روی گونه‌های مختلف جنس *Ferula*، به‌ویژه گونه *F. assafoetida*، نشان دادند که عصاره‌ها و اسانس‌های این گیاهان می‌توانند اثرات بازدارندگی و حشره‌کشی قابل توجهی ایجاد کنند (Lal & Verma, 2005; Barkhordar, 2006; Nazemi-Rafi & Mohremipour, 2007; Kamel-Shahi et al., 2010; Mohammadhosseini et al., 2018). علاوه بر این، ترکیبات کومارینی استخراج‌شده از ریشه این گیاهان دارای اثرات مهاری بر جوانه‌زنی بذر علف‌های هرز مانند *Amaranthus retroflexus* و *Chenopodium album* و نیز فعالیت‌های ضد میکروبی بوده‌اند که بیانگر پتانسیل چندگانه جنس *Ferula* برای کاربردهای کشاورزی و دارویی است (Dastan et al., 2014; 2016).

آفات انباری از مهم ترین عوامل کاهش کمی و کیفی محصولات کشاورزی به شمار می‌روند. گونه‌هایی مانند شپشه قرمز آرد (*Anagasta kuehniella*), شپشه گندم (*Sitophilus granaries* (Linnaeus), پروانه آرد (*Tribolium castaneum* (Herbst)) و سوسک کشیش (*Rhyzopertha dominica* (Fabricius)) از مهم ترین عوامل خسارت به غلات و محصولات فرآوری شده در جهان به‌شمار می‌روند (Guru et al., 2022). این آفات با قدرت تکثیر بالا، تغذیه از دانه‌ها و محصولات فرآوری شده و پراکنش سریع، خسارت اقتصادی قابل توجهی ایجاد می‌کنند. خسارت آفات انباری در انبارهای سنتی ممکن است تا ۹۰ درصد محصولات را درگیر کند که اهمیت به‌کارگیری روش‌های مؤثر کنترل را نشان می‌دهد (Guru et al., 2022). کنترل آفات انباری به‌ویژه با حشره‌کش‌های شیمیایی با محدودیت‌هایی مانند باقی‌ماندن مواد شیمیایی در محصولات، مقاومت آفات، تهدید سلامت انسان و دام و آلودگی محیط زیست مواجه است. بنابراین، استفاده از ترکیبات طبیعی و کم‌خطر مانند اسانس‌های گیاهی مورد توجه قرار گرفته و به عنوان جایگزین بالقوه برای حشره‌کش‌های شیمیایی بررسی می‌شوند (Joint FAO/WHO, 2002;).

Moretti et al., 2002). در این راستا، اسانس گیاه *F. pseudalliacea* به دلیل ترکیبات شیمیایی فعال و اثرات قابل توجه بر آفات مختلف انباری مورد توجه قرار گرفته است.

با توجه به اهمیت کاهش خسارت‌های اقتصادی ناشی از آفات انباری و محدودیت‌های استفاده از مواد شیمیایی، استفاده از اسانس‌های گیاهی به‌ویژه اسانس گیاه *F. pseudalliacea* به عنوان یک روش طبیعی، ایمن و مؤثر مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است. بررسی اثرات حشره کشی این اسانس بر گونه‌های کلیدی آفات انباری می‌تواند پایه علمی مناسبی برای توسعه کاربردهای عملی و تجاری آن در مدیریت تلفیقی آفات فراهم کند. هدف اصلی این مطالعه شناسایی ترکیبات شیمیایی موجود در اسانس و بررسی فعالیت حشره کشی آن بر آفات انباری مهم است تا امکان استفاده بهینه و پایدار در حفاظت از محصولات انباری فراهم شود.

مواد و روش‌ها پرورش حشرات

در این مطالعه، چهار گونه آفت انباری شامل شپشه قرمز آرد *T. castaneum*، شپشه گندم *S. granarius*، پروانه آرد *E. kuehniella* و سوسک کشیش *R. dominica* مورد استفاده قرار گرفتند. جمعیت اولیه این آفات از دانشکده کشاورزی دانشگاه‌های قزوین و ارومیه تأمین شد و در آزمایشگاه حشره‌شناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه کردستان پرورش داده شدند. برای پرورش شپشه آرد و شب‌پره مدیترانه‌ای از مخلوطی از آرد گندم به اضافه سبوس ($1/5 \pm 0/5$ کیلوگرم) استفاده شد. به‌منظور پرورش شپشه گندم و سوسک کشیش از رقم گندم سرداری استفاده شد. پرورش حشرات در ظروف پلاستیکی به ابعاد 16×23 و عمق ۱۷ سانتیمتر دارای درپوش توری (برای تهویه) انجام شد. ظروف پرورش داخل اتاقک رشد با دمای 25 ± 1 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 5 ± 60 درصد و دوره نوری ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی نگهداری شدند (Bayramzadeh et al., 2014). در تمام آزمایش‌ها از لاروهای سن سوم پروانه آرد و حشرات کامل ۱ تا ۷ روزه سه گونه شپشه آرد، شپشه گندم و سوسک کشیش استفاده شد.

استخراج اسانس گیاه آنگوزه تلخ *F. pseudalliacea*

به‌منظور تهیه اسانس، بذر خشک آنگوزه از کوه مجاور سد قشلاق سنندج جمع‌آوری و توسط آسیاب برقی به‌طور کامل خرد شد. برای اسانس‌گیری از دستگاه کلونجر^۱ در دمای ۱۰۰ درجه سلسیوس استفاده شد. در هر بار اسانس‌گیری ۴۰ گرم از بذرهای پودر شده گیاه با ۵۰۰ میلی لیتر آب مقطر در داخل دستگاه ریخته شد و به مدت سه ساعت اسانس‌گیری شد. اسانس‌های استخراج‌شده در شیشه‌هایی به حجم ۲، ۵ و ۱۰ میلی لیتر که با پارافیلیم و آلومینیوم پوشیده شده بود، در یخچال (دمای ۴ درجه‌ی سلسیوس) نگهداری شدند (Sadeghi et al., 2016). بازده اسانس‌های به‌دست آمده از گیاهان، ۲ و ۳ میلی لیتر اسانس از هر ۴۰ گرم گیاه خشک‌شده بود.

جداسازی و شناسایی مواد فرار موجود در اسانس گیاه مورد مطالعه

برای تفکیک و شناسایی مواد فرار موجود در اسانس گیاه بیان‌شده، از دستگاه GC/MS، Agilen مدل ۸۹۰ و ۵۹۷۵ مجهز به ستون HPS (گروه شیمی دانشکده علوم دانشگاه کردستان) استفاده شد. برنامه دمایی ستون ۵۰ تا ۲۹۰ درجه سلسیوس با سرعت ۱۰ درجه بر دقیقه بود. همچنین از گاز هلیم با انرژی یونیزاسیون ۷۰ الکترون ولت استفاده شد. شناسایی اجزای اسانس با استفاده از بانک اطلاعات جرمی، زمان و ضریب بازداری و مطالعه طیف‌های جرمی هر یک از اجزای اسانس و مقایسه طیف‌های جرمی با پایگاه داده NIST 2014 انجام شد (Adams, 2007; Sarker & Nahar, 2018).

^۱. Clevenger

سمیت تدخینی

ابتدا طی آزمایش‌های مقدماتی، برای تعیین دامنه مناسب سمیت تدخینی اسانس *F. pseudalliacea*، غلظت‌های اولیه مشخص شدند. سپس، بر اساس روابط لگاریتمی، پنج غلظت مؤثر که باعث مرگ و میر ۱۰ تا ۹۰ درصدی حشرات می‌شوند، تعیین و آزمایش‌های اصلی با استفاده از تحلیل پرویت انجام گرفت. در این آزمایش‌ها، غلظت‌های مورد استفاده برای لارو پروانه آرد شامل ۱۰، ۱۷، ۲۹، ۴۳ و ۷۰ میکرولیتر بر لیتر هوا، برای شیشه گندم ۱۰، ۱۶، ۲۴، ۳۷ و ۶۰ میکرولیتر بر لیتر هوا، برای شیشه قرمز آرد و برای سوسک کشیش ۱۰، ۱۷، ۲۸، ۴۶، ۸۰ و ۱۲۶ میکرولیتر بر لیتر هوا بود و در تمام آزمایش‌ها شاهد صفر در نظر گرفته شد. برای انجام آزمایش سمیت تدخینی ۲۰ عدد لارو سن سوم پروانه آرد و حشره کامل سه گونه شیشه قرمز آرد، شیشه گندم و سوسک کشیش یک روزه داخل ظروف شیشه‌ای درپوش‌دار قرار داده و کاغذ صافی را به دهانه ظرف چسبانده و با کمک میکروسپلر پنج غلظت از اسانس را روی کاغذ صافی ریخته شد سپس درب ظرف با نوار پارافیل، محکم بسته شد و میزان تلفات بعد از ۴۸ و ۷۲ ساعت ثبت و با استفاده از فرمول ابوت (Abbott, 1925) اصلاح شد. در ظروف شاهد فقط از آب مقطر استفاده شد. آزمایش‌ها در چهار تکرار و پنج غلظت همراه با شاهد (بدون اسانس) در شرایط دمایی و رطوبت نسبی بیان‌شده و در شرایط نوری ۱۰:۱۴ ساعت روشنایی: تاریکی انجام شد. حشراتی که فاقد حرکت در پاها و شاخک‌ها بودند، مرده تلقی شدند (Robertson et al., 2007).

تجزیه و تحلیل آماری

آزمایش‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی و در چهار تکرار انجام شد. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS (نسخه ۱۶) تجزیه واریانس (ANOVA) شدند و در صورت معنی‌دار بودن اختلاف‌ها، مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام گرفت. در ترسیم نمودارها از نرم‌افزار Excel (2010) استفاده شد.

نتایج

نتایج حاصل از تجزیه شیمیایی اسانس آنگوزه تلخ در جدول ۱ نشان داده شده است. بر اساس آن، در اسانس آنگوزه تلخ، در مجموع ۴۳ ترکیب شناسایی شد که بیشترین ترکیبات به ترتیب گاما-اودسمول^۱ با ۳۲/۳۱ درصد و تاو-کادینال^۲ با ۲۷/۵۱ درصد می‌باشد.

بر اساس نتایج حاصل از این پژوهش، اسانس گیاه *F. pseudalliacea* دارای اثر حشره‌کشی قابل توجهی بر چهار گونه از آفات انباری مورد بررسی بود. داده‌ها نشان دادند که با افزایش غلظت اسانس، درصد تلفات در تمام گونه‌ها به‌طور معنی‌داری افزایش یافت ($p < 0.01$). در گونه‌های مختلف، بیشترین میزان مرگ‌ومیر در سوسک کشیش و شیشه قرمز آرد در غلظت ۱۲۶ میکرولیتر بر لیتر هوا، در شیشه گندم در غلظت ۶۰ میکرولیتر بر لیتر هوا و در لارو پروانه آرد در غلظت ۷۰ میکرولیتر بر لیتر هوا مشاهده شد؛ به‌طوری که پس از گذشت ۷۲ ساعت، تلفات بیش از ۹۰ درصد در تمام گونه‌ها ثبت شد. نتایج همچنین نشان داد که تلفات از ۴۸ ساعت پس از تیمار آغاز شده و در ۷۲ ساعت به بیشترین میزان خود رسید، به‌گونه‌ای که اختلاف بین دو بازه زمانی ۴۸ و ۷۲ ساعت از نظر آماری معنی‌دار بود ($p < 0.01$).

به‌علاوه، مقادیر LC_{50} محاسبه‌شده نشان داد که سمیت اسانس گیاه *F. pseudalliacea* در بازه ۷۲ ساعته نسبت به ۴۸ ساعت به‌طور محسوسی افزایش یافته است، به‌طوری که کاهش تدریجی LC_{50} بیانگر افزایش کارایی اسانس در طول زمان می‌باشد (جدول ۲).

^۱. Gamma-Eudesmol

^۲. Tau-Cadinol

بحث

نتایج تجزیه شیمیایی اسانس گیاه *Ferula pseudalliacea* نشان داد که این اسانس به طور عمده از ترکیبات الکلی و گوگردی مانند ۱،۲-Dibutyl،Disulfide،Dithiolane،Sulfoxide و Butyl Propyl تشکیل شده است. اما یافته‌های داستان و همکاران (Dastan *et al.*, 2014) در مورد همین گیاه که از مناطق دیگر ایران جمع‌آوری شده بود نشان داد که ترکیبات تشکیل دهنده اسانس شامل سندیجان^۱، متیل گالبنات، اتیل گالبنات، فیکرینول استات و فارنیسیفرول B بودند. تفاوت ترکیبات شیمیایی مشاهده شده در این پژوهش احتمالاً به شرایط اقلیمی و بوم‌شناختی منطقه رویش، زمان برداشت گیاه و روش‌های استخراج اسانس مربوط است (Dastan *et al.*, 2014). ترکیبات گوگرددار با ایجاد اختلال در فرآیندهای حیاتی حشرات، به‌ویژه از طریق مهار زنجیره انتقال الکترون در میتوکندری و تغییر ساختار پروتئین‌های طبیعی باعث توقف تنفس سلولی و در نهایت مرگ حشرات می‌شوند (Delavar *et al.*, 2014)، در این مطالعه نیز ترکیبات گوگرددار در اسانس آنگوزه تلخ شناسایی شدند.

جدول ۱- ترکیبات فرار شناسایی شده در اسانس گیاه آنگوزه تلخ *F. pseudalliacea*

Table 1. Volatile compounds identified in the essential oil of *Ferula pseudalliacea*.

Identified Components	RT	%	Chemical Group
alpha-Pinene	8.61	1.74	Monoterpenes
Camphene	9.08	0.20	Monoterpenes
beta-Pinene	9.99	0.21	Monoterpenes
Decane	10.83	0.17	Non-terpenoid compounds
D-Limonene	11.79	0.61	Monoterpenes
Sulfoxide, butyl propyl	12.72	0.21	Sulfur-containing compounds
Caryophyllene oxide	16.13	0.76	Oxygenated Sesquiterpenoids
1,2-Dithiolane	16.76	2.59	Sulfur-containing compounds
Z-7-Hexadecenal	17.92	0.73	Non-terpenoid compounds
Disulfide, dibutyl	18.32	0.29	Sulfur-containing compounds
Fenchyl acetate	18.64	0.18	Oxygenated Monoterpenes
Bornyl acetate	20.93	0.14	Oxygenated Monoterpenes
1(2H)-Naphthalenone, octahydro-8a methyl	21.53	0.07	Non-terpenoid compounds
beta-Elementene	22.23	0.15	Sesquiterpenes
Di-epi-alpha-cedrene	23	0.22	Sesquiterpenes
Copaene	23.87	0.68	Sesquiterpenes
gamma-Gurjunene	24.14	0.93	Sesquiterpenes
Aristolene	25.27	3.19	Sesquiterpenes
beta-Guaiene	25.55	1.75	Sesquiterpenes
beta-Maaliene	25.82	2.18	Sesquiterpenes
alpha-Caryophyllene	26.38	0.99	Oxygenated Sesquiterpenoids
beta-Cuvene	26.69	1.10	Oxygenated Sesquiterpenoids
Isoaromadendrene epoxide	27.01	0.87	Oxygenated Sesquiterpenoids
gamma-Himachalene	27.36	1.72	Oxygenated Sesquiterpenoids
alpha-Murolene	27.87	1.45	Sesquiterpenes
delta-Cadinene	28.63	6.04	Sesquiterpenes
Farnesyl bromide	28.93	2.05	Oxygenated Sesquiterpenoids
Isolongifolan-8-ol	29.69	3.98	Oxygenated Sesquiterpenoids
Spathulenol	30.42	0.98	Oxygenated Sesquiterpenoids
Epiglobulol	30.83	0.79	Oxygenated Sesquiterpenoids
Guaiol	31.10	1.43	Oxygenated Sesquiterpenoids
beta-Eudesmol	31.10	1.43	Oxygenated Sesquiterpenoids
Cubenol	31.55	2.54	Oxygenated Sesquiterpenoids
tau-Cadinol	32.94	27.51	Oxygenated Sesquiterpenoids
gamma-Eudesmol	34.46	32.31	Oxygenated Sesquiterpenoids
Total		99.89	-

^۱. Sanandajian

جدول ۲- مقادیر LC_{50} و LC_{90} آزمایش سمیت اسانس گیاه *Ferula pseudalliacea* روی شپشه آرد (*Tribolium castaneum*)، شپشه گندم (*Sitophilus granaries*)، پروانه آرد (*Anagasta kuehniella*) و سوسک کشیش (*Rhyzopertha dominica* Fabricius) در ۴۸ و ۷۲ ساعت

Table 2. LC_{50} and LC_{90} values of *Ferula pseudalliacea* essential oil toxicity against the lesser grain borer (*Rhyzopertha dominica*), the red flour beetle (*Tribolium castaneum*), the confused flour beetle (*Tribolium confusum*), and Mediterranean flour moth larvae (*Anagasta kuehniella*) after 48 and 72 hours

Time	Insect species	χ^2	Slope $\pm$ SE	a $\pm$ SE	LC_{50} (95% CI)	LC_{90} (95% CI)
48 h	<i>R. dominica</i>	4.224	1.512 ± 0.212	-3.003 ± 0.359	96.837 (74.516-142.690)	481.869 (1976.993-376.175)
48 h	<i>T. castaneum</i>	9.110	1.736 ± 0.222	-3.427 ± 0.379	94.323 (74.516-130.327)	516.452 (309.620-1186.439)
48 h	<i>S. granarius</i>	6.318	1.832 ± 0.305	-3.065 ± 0.445	47.069 (37.702-67.001)	235.623 (134.823-690.023)
48 h	<i>A. kuehniella</i>	1.102	1.673 ± 0.218	-2.885 ± 0.423	53.054 (41.933-76.624)	309.683 (169.903-985.825)
72 h	<i>R. dominica</i>	4.170	2.88 ± 0.254	-4.274 ± 0.391	30.179 (26.505-34.231)	83.836 (69.796-106.775)
72 h	<i>T. castaneum</i>	5.629	2.646 ± 0.242	-3.909 ± 0.374	30.16 (16.130-34.305)	91.553 (74.908-119.883)
72 h	<i>S. granarius</i>	10.169	2.937 ± 0.332	-4.269 ± 0.473	28.426 (25.98-32.569)	77.646 (61.569-109.881)
72 h	<i>A. kuehniella</i>	7.763	2.895 ± 0.331	-4.231 ± 0.457	28.934 (25.428-33.035)	80.187 (64.501-109.932)

احتمالاً فعالیت حشره کشی اسانس *F. pseudalliacea* ناشی از اثر هم افزایی ترکیبات فرار و گوگردار موجود در آن است. در مقایسه با سایر مطالعات، شدت سمیت اسانس *F. pseudalliacea* در گونه های مورد بررسی متفاوت بود. بنده بروجنی و همکاران (Bande-Borujeni et al., 2016)، به بررسی ترکیبات شیمیایی و اثرات حشره کشی اسانس برگ نارنج *Citrus aurantium* L بر سه آفت مهم انباری پرداختند ولی سمیت تنفسی در سوسک کشیش مشاهده نشد. در این پژوهش، شپشه آرد و سوسک کشیش بیشترین LC_{50} و در نتیجه حساسیت کمتری به اسانس *F. pseudalliacea* نشان دادند؛ یافته ای که با نتایج دیگر پژوهش ها شایا و همکاران (Shaaya et al., 1997) همچنن نیکویی و محرمی پور (Nikooei & Moharramipour, 2010) نیز همخوانی دارد. در پژوهش شاکرمی و همکاران (Shakarami et al., 2005) اسانس گیاه مریم گلی *Salvia bracteata* پس از ۴۸ ساعت LC_{50} بالاتری نسبت به مقدار ثبت شده در این پژوهش برای اسانس گیاه *F. pseudalliacea* داشت که بیانگر اثر گذاری قوی تر اسانس مورد بررسی است. همچنن، معروف پور و همکاران (Maroufpoor et al., 2016) حساسیت چند گونه آفت انباری را نسبت به اسانس های گیاهان شوید، کرفس و نعناع وحشی ارزیابی کردند. مقدار LC_{50} محاسبه شده برای اسانس این سه گونه گیاه بر روی لارو شب پره آرد به ترتیب ۳۳۸/۶۹، ۴۷۸/۸۸ و ۸۰۳/۴۸ میکرو لیتر بر لیتر هوا (شاهد صفر) در مدت ۲۴ ساعت بود که در مقایسه با اسانس گیاه *F. pseudalliacea* (۵۳/۰۵۴ میکرو لیتر بر لیتر هوا در ۴۸ ساعت) در زمان کوتاه تر اثر کشندگی بیشتری نشان دادند. نتایج این مطالعه نشان داد که اسانس *F. pseudalliacea* اثر حشره کشی قابل توجهی دارد و این اثر با افزایش غلظت و زمان تماس با حشرات افزایش می یابد. بیشترین حساسیت به این اسانس در شپشه گندم و لارو پروانه آرد مشاهده شد، در حالی که شپشه آرد و سوسک کشیش به نسبت مقاوم تر بودند. این تفاوت می تواند ناشی از ترکیب شیمیایی خاص اسانس، به ویژه حضور ترکیبات فرار و گوگردار و تفاوت های فیزیولوژیکی حشرات باشد. یافته های پیشین نشان داده اند که اثرات چند گانه اسانس ها بر حشرات شامل مهار آنزیم استیل کولین استراز و اختلال در گیرنده های عصبی GABA می باشد که مکانیسم های متفاوتی برای کاهش فعالیت حشره ارائه می دهد (Lopez et al., 2010; Popescu et al., 2024). با توجه به این نتایج، اسانس *F. pseudalliacea* می تواند به عنوان یک عامل طبیعی مؤثر برای مدیریت آفات انباری به کار رود.

References

- Abbott, W.S. (1925) A Method of Computing the Effectiveness of an Insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18, 265-267.
- Adams, R. P. (2007). Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectrometry (4th ed.). Allured Publishing Corporation.
- Bande-Borujeni, Sh., Zandi-Sohani, N., & Ramezani, L. (2016). Chemical composition and insecticidal effects of essential oil from *Citrus aurantium* L. leaves on three major stored product pests. *Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture)*, 38(4), 23-31. (in Farsi)
- Barkhordar, B. (2006). Behavioral responses of adult carob moth, *Ectomyelois ceratoniae* (Lepidoptera: Pyralidae), to the resin extract of *Ferula assafoetida* (Apiaceae). M.Sc. Thesis, Department of Entomology, Faculty of Agriculture, University of Tehran, Karaj Campus, 87 pp.
- Bayramzadeh, N., Mehrkhou, F., Pourmirza, A. A., & Mahmoudian, M. (2019). Fumigant toxicity of two nano-capsulated essential oils with sublethal rate of phosphine against three stored-product pests. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 21(4), 857-872 .
- Borji-Zadeh, M., & Hosseini-Nejad, H. (1999). *Research on medicinal and aromatic plants*. Forests and Rangelands Research Institute Publications, 346 pp.
- Dastan, D., Salehi, P., Ghanati, F., Gohari, A. R., Maroofi, H., & Alnajjar, N. (2014). Phytotoxicity and cytotoxicity of *disesquiterpene* and *sesquiterpene coumarins* from *Ferula pseudalliacea*. *Industrial Crops and Products*, 55, 43–48. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.01.051>.
- Dastan, D., Salehi, P., Aliahmadi, A., Gohari, A. R., Maroofi, H., & Ardalan, A. (2016). New coumarin derivatives from *Ferula pseudalliacea* with antibacterial activity. *Natural Product Research*, 30(24), 2747-2757. DOI: <https://doi.org/10.1080/14786419.2016.1149705>.
- Delavar, H., Saharkhiz, M. J., & Kazerani, N. (2014). Essential oil analysis and phytotoxic activity of *Ferula assa-foetida* L. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, 30(3), 433–444. (in Farsi)
- Fields, P. G. (1992). The control of stored-product insects and mites with extreme temperatures. *Journal of Stored Products Research*, 28(2), 89–118. DOI: [https://doi.org/10.1016/0022-474X\(92\)90018-L](https://doi.org/10.1016/0022-474X(92)90018-L)
- Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues. (2002). *Pesticide residues in food: 2002 – Toxicological evaluations*. Geneva: World Health Organization. Retrieved from <https://inchem.org/documents/jmpr/jmpmono/2002pr01.htm>
- Guru, P. N., Mridula, D., Dukare, A. S., Ghodki, B. M., Paschapur, A. U., Samal, I., Raj, M. N., Padala, V. K., Rajashekhar, M., & Subbanna, A. R. S. (2022). A comprehensive review on advances in storage pest management: Current scenario and future prospects. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 6, 993341. DOI: <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.993341>
- Habibi, A., & Abutalebi, A. (2012). The role of climatic conditions on the quantity and quality of medicinal plant essential oils. Proceedings of the National Conference on Natural Products and Medicinal Plants. 12-13 February, Tehran, Iran. pp. 1-7.
- Isman, M. B. (2000). Plant essential oils for pest management and disease management. *Crop Protection*, 19, 603–608. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0261-2194\(00\)00079-X](https://doi.org/10.1016/S0261-2194(00)00079-X)
- Isman, M. B. (2006). Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annual Review of Entomology*, 51, 45–66. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.51.110104.151146>
- Kamel-Shahi, G., Goldansaz, H., Hosseini-Nohe, V., & Khordadmehr, M. (2010). Effect of *Ferula assafoetida* resin essential oil on some reproductive behaviors of carob moth, *Ectomyelois ceratoniae*, under laboratory and field conditions. In: 19th Iranian Plant Protection Congress, 31 July–3 August, Plant Protection Research Institute, Tehran, p. 309.
- Lal, C. and Verma, L.R. 2005. Use of certain bio-products for insect-pest control. *Indian Journal of Traditional Knowledge*, 5(1), 79-82.
- López, M. D., Jordán, M. J., & Pascual-Villalobos, M. J. (2010). Toxic compounds in essential oils of coriander, caraway and basil active against stored-rice pests. *Journal of Stored Products Research*, 40(2), 553–564. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2008.02.005>.
- Maroufpoor, M., Vafae, Y., Ebadollahi, A., & Badiie, E. (2016). Susceptibility of Some Stored Product Pests to Essential Oils of Dill, Celery and Wild Mint. *Journal of Applied Research in Plant Protection*, 6(1), 65-76. (in Farsi).

- Mohammadhosseini, M., Venditti, A., Sarker, S. D., Nahar, L., & Akbarzadeh, A. (2018). The genus *Ferula*: Ethnobotany, phytochemistry and bioactivities - A review. *Industrial Crops and Products*, 129, 350-394. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.12.012>
- Mozaffarian, V. (1996). A dictionary of Iranian plant names. Tehran, Iran: Farhang Mo'aser Publishers. 739 p.
- Moretti, M. D., Sanna-Passino, G., Demontis, S., & Bazzoni, E. (2002). Essential oil formulations useful as a new tool for insect pest control. *American Association of Pharmaceutical Scientists Technology*, 3(2), 64-74. DOI: <https://doi.org/10.1208/pt030213>
- Nazemi-Rafi, J., & Mohremipour, S. (2007). Repellent effects of extracts from *Nerium oleander* L., *Lavandula officinalis* L., and *Ferula assafoetida* L. on red flour beetle, *Tribolium castaneum* (Herbst). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, 23(4), 433-452.
- Nerio, L. S., Olivero-Verbel, J., & Stashenko, E. (2010). Repellent activity of essential oils: A review. *Bioresource Technology*, 101(1), 372-378. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2009.07.048>
- Oksman-Caldentey, K. M., & Inzé, D. (2004). Plant cell factories in the post-genomic era: new ways to produce designer secondary metabolites. *Trends Plant Science*, 9(9), 433-440. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2004.07.006>
- Rajendran, S., & Sriranjini, V. (2008). Plant products as fumigants for stored-product insect control. *Journal of Stored Product Research*, 44, 126-135. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2007.08.003>
- Rattan, R. S. (2010). Mechanism of action of insecticidal secondary metabolites of plant origin. *Crop Protection*, 29(9), 913-920. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2010.05.008>
- Roberstron, J. L., Russel, R. M., Perisler, H. K., & Savin, N. E. (2007). Bioassays with Arthropods. CRC Press, pp. 193. DOI: <https://doi.org/10.1201/9781420004045>
- Sadeghi, A., Pourya, M., & Smagghe, G. (2016). Insecticidal activity and composition of essential oils from *Pistacia atlantica* subsp. *kurdica* against the model and stored product pest beetle *Tribolium castaneum*. *Springer Science Business Media Dordrecht*, 44, 601-607. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12600-016-0551-0>
- Sarker, S. D., & Nahar, L. (2018). Natural products isolation: Principles and practice (3rd ed.). CRC Press.
- Shakarami, J., Kamali, K., Moharramipour, S., & Meshkatssadat, M. H. (2004). Effects of three plant essential oils on biological activity of *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Bruchidae). *Iranian Journal of Agriculture Science*, 35(4), 965-972. (in Farsi)
- Shakarami, J., Moharramipour, S., & Kamali, K. (2005). Fumigant toxicity and repellency effect of essential oil of *Salvia bracteata* on four species of warehouse pests. *Journal of Entomological society of Iran*, 24(2), 35-50. (in Farsi)
- Shaaya, E., Kostjukovski, M., Eilberg, J., & Sukprakarn, C. (1997). Plant oils as fumigants and contact insecticides for the control of stored-product insects. *Journal of Stored Products Research*, 43, 349-355. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0022-474X\(96\)00032-X](https://doi.org/10.1016/S0022-474X(96)00032-X)
- Popescu, I. E., Gostin, I. N., & Blidar, C. F. (2024). An Overview of the Mechanisms of Action and Administration Technologies of the Essential Oils Used as Green Insecticides. *AgriEngineering*, 6(2), 1195-1217. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriengineering6020068>.
- Wink, M. (2010). Biochemistry, Physiology, and Ecological Function of Secondary Metabolites. Chapter 1, Introduction. *Wiley-Blackwell Annual Plant Reviews*, 40, 1-19.

Evaluation of the efficacy of *Ferula pseudalliacea* essential oil against four stored-product pest species

N. Fattahi¹, A. Sadeghi², and M. Maroufpoor^{3*}

1, 2 & 3. Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran

✉ nushinfatahi@yahoo.com
✉ a.sadeghi@uok.ac.ir
✉ M.maroufpoor@uok.ac.ir

 <https://orcid.org/0009-0007-0409-199X>
 <https://orcid.org/0000-0001-6048-3532>
 <https://orcid.org/0000-0001-6677-7267>

Received: 30 September 2025 | Accepted: 30 November 2025 |

Abstract

This study aimed to evaluate the insecticidal potential of *Ferula pseudalliacea* Rech. essential oil against four major stored-grain pests including the lesser grain borer, *Rhyzopertha dominica* (Fabricius), the red flour beetle, *Tribolium castaneum* (Herbst), the wheat weevil, *Sitophilus granarius* (Linnaeus), and Mediterranean flour moth larvae, *Anagasta kuehniella* (Zeller). The experiments were structured in a completely randomized design that included five concentrations of essential oil along with a control, conducted in four replicates, all under regulated conditions of temperature, relative humidity, and photoperiod. Fumigant toxicity of the essential oil was assessed through bioassays, and the resulting data were analyzed using probit analysis to determine the mortality statistics (LC₅₀ and LC₉₀) for the target pest species. Insect mortality increased significantly with higher concentrations and longer exposure periods. LC₅₀ values indicated substantial differences in species susceptibility, with the highest sensitivity observed in *T. confusum* and the lowest in *T. castaneum*. At the highest concentration, mortality exceeded 90% for all species after 72 h. GC/MS analysis revealed that gamma-Eudesmol and tau-Cadinol represented the major constituents of the essential oil. The findings demonstrate that *F. pseudalliacea* essential oil possesses significant insecticidal activity against stored-grain pests and can serve as a natural and environmentally friendly option in integrated pest management programs.

Key words: *Ferula pseudalliacea*, fumigant toxicity, non-chemical control, stored pests, plant essential

Citation: Fattahi, N., Sadeghi A. & Maroufpoor, M. (2025). Evaluation of the efficacy of *Ferula pseudalliacea* essential oil against four stored-product pest species. Plant Pest Research, 15(3), 45-53. DOI: <https://doi.org/10.22124/iprj.2025.31845.1661>



*Corresponding author: M.maroufpoor@uok.ac.ir