Original article

Evaluation of Medicinal Plant Extracts as Safe Alternatives to Chemical Insecticides for Enhancing Food Safety and Public Health

Mahmoud Fazeli-Dinan[1]
Ali Mostafavi[2]
Seyed Hanif Osia-Laghab[3]
Mohammad Azadbakht[4,5*]
Mina Amini[6]
Ali Davoodi[7]
Seyed Hassan Nikookar[8]
Ali Jafari[9]
Ahmadali Enayati[10*]

1. Associate Professor. Department of Medical Entomology and Vector Control, Health Sciences Research Center, Addiction Institute, School of Public Health, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran
2. Department of Pharmacognosy and Biotechnology, Faculty of Pharmacy, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran
3. Doctor of Pharmacy, Food and Drug Deputy, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran
4. Professor, Department of Pharmacognosy and Biotechnology, Faculty of Pharmacy, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran
5. The Health of Plant and Livestock Products Research Center, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran
6. Doctor of Pharmacy, Research and Development Office, Food and Drug Deputy, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran
7. Assistant Professor, Department of Pharmacognosy and Biotechnology, Faculty of Pharmacy, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran
8. Assistant Professor, Department of Medical Entomology and Vector Control, Health Sciences Research Center, Addiction Institute, School of Public Health, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran
9. MSc in Medical Entomology, Health and Treatment Expert of the General Prisons Department of Mazandaran, Sari, Iran
10. Professor, Department of Medical Entomology and Vector Control, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

***Corresponding author: Mohammad Azadbakht**, Department of Pharmacognosy and Biotechnology, Faculty of Pharmacy, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran
Ahmadali Enayati, Department of Medical Entomology and Vector Control, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran
Email: ahmadali_enayati@yahoo.com
azadbakht110@gmail.com

Received: 17 February 2025
Accepted: 01 June 2025

ABSTRACT

Introduction and purpose: Chemical insecticides, such as aluminum phosphide, pose significant health, environmental, and food safety challenges. To reduce reliance on these harmful compounds and promote sustainable alternatives, this study evaluated the efficacy of medicinal plant extracts as eco-friendly substitutes for stored-product pest control. In total, four medicinal plants, namely Tobacco, Eucalyptus, Wormwood, and Asafoetida, known for their antimicrobial properties in Iranian traditional medicine, were investigated in this study.

Methods: Hydroalcoholic extracts of Tobacco (Nicotiana tabacum L.), Eucalyptus (Eucalyptus globulus Labill.), Asafoetida (Ferula assa-foetida L.), and Wormwood (Artemisia absinthium L.) were prepared via percolation (70% ethanol) from 500-1500 g of dried plant powder and concentrated by vacuum distillation (40°C). Phytochemicals were identified using standard reagents. Rice weevils (Sitophilus oryzae) were reared in an insectary and used as a bioindicator. Contact toxicity and repellency tests (McDonald et al., 1970) were conducted with 20 adult weevils in three replicates.

Results: The LC_{50} values of extracts of Absinthium, Eucalyptus, Tobacco, and Asafoetida plants were estimated to be 453.05, 470.59, 716.55, and 850.73 mg/ml, respectively. The results of the tests showed that eucalyptus extracts with 98.33% had the highest mortality effect against S. oryzae, compared to Asafoetida, Tobacco, and Absinthium extracts with 96.66%, 93.33%, and 91.66%, respectively. Moreover, in the repellent test, the extract of Asafoetida showed the highest repellent effect with 86.66%, compared to the extracts of Tobacco, Eucalyptus, and Absinthium with 73.33%, 63.33%, and 43.33%, respectively.

Conclusion: The evaluated plant extracts, particularly Eucalyptus and Asafoetida, demonstrate high efficacy and reduced environmental and health risks, making them promising alternatives to chemical insecticides for stored-product pest control. These findings support safer pest management strategies to enhance food safety and public health.

Keywords: Absinthium, Asafoetida, Chemical insecticides, Eucalyptus, Plant extracts, Public health, Tobacco

▶ **Citation:** Fazeli-Dinan M, Mostafavi A, Osia-Laghab SH, Azadbakht M, Amini M, Davoodi A, Nikookar SH, Jafari A, Enayati A. Evaluation of Medicinal Plant Extracts as Safe Alternatives to Chemical Insecticides for Enhancing Food Safety and Public Health. Journal of Health Research in Community. Spring 2025;11(1): 50-62

Copyright© 2025, Published by Mazandaran University of Medical Sciences. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY) License (http://creativecommons.org/) which permits unrestricted use, distribution and reproduction in any medium, provided appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes were made.

مقاله پژوهشی

ارزیابی عصاره برخی از گیاهان دارویی به‌عنوان جایگزین ایمن حشره‌کش‌های شیمیایی برای بهبود ایمنی غذایی و ارتقای سلامت عمومی

محمود فاضلی دینان[1]
علی مصطفوی[2]
سید حنیف اوصیالقب[3]
محمد آزادبخت[4,5*]
مینا امینی[6]
علی داوودی[7]
سید حسن نیکوکار[8]
علی جعفری[9]
احمدعلی عنایتی[10*]

۱. دانشیار، گروه حشره‌شناسی پزشکی و مبارزه با ناقلین، مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، مؤسسه اعتیاد، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
۲. دکتری داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
۳. دکتری داروسازی، معاونت غذا و دارو، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
۴. استاد، گروه فارماکوگنوزی، دانشکده داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
۵. مرکز تحقیقات سلامت فراورده‌های گیاهی و دامی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
۶. دکتر داروساز، دفتر تحقیق و توسعه، معاونت غذا و دارو، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
۷. استادیار، گروه فارماکوگنوزی و بیوتکنولوژی، دانشکده داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
۸. استادیار، گروه حشره‌شناسی پزشکی و مبارزه با ناقلین، مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، مؤسسه اعتیاد، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
۹. کارشناسی ارشد حشره‌شناسی پزشکی، کارشناس بهداشت و درمان اداره کل زندان‌های استان مازندران، ساری، ایران
۱۰. استاد گروه حشره‌شناسی پزشکی و مبارزه با ناقلین، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران

* نویسنده مسئول: احمدعلی عنایتی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
محمد آزادبخت، گروه فارماکوگنوزی، دانشکده داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران

Email: azadbakht110@gmail.com
aenayati1372@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۱/۲۹
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۳/۱۱

چکیده

مقدمه و هدف: حشره‌کش‌های شیمیایی مانند فسفید آلومینیوم به‌دلیل اثرات سوء بر سلامت انسان، محیط‌زیست و ایمنی مواد غذایی، چالش‌های بهداشتی متعددی ایجاد کرده‌اند. با توجه به ضرورت کاهش استفاده از این ترکیبات مضر و حرکت به‌سوی روش‌های ایمن و پایدار، این مطالعه به ارزیابی عصاره برخی از گیاهان دارویی به‌مثابه جایگزینی زیست‌سازگار برای استفاده در محیط‌های انباری پرداخته است. در این مطالعه چهار گیاه پزشکی شامل تنباکو، اکالیپتوس، افسنتین و آنغوزه که در منابع طب سنتی ایران به خواص ضد میکروبی شناخته شده‌اند، بررسی شده‌اند.

روش کار: عصاره‌های هیدروالکلی تنباکو، اکالیپتوس، آنغوزه و افسنتین با روش پرکولاسیون (اتانول ۷۰٪) از ۱۵۰۰-۵۰۰ گرم پودر گیاه استخراج و با تقطیر در خلأ (۴۰ درجه سلسیوس) تغلیظ شدند. ترکیبات فیتوشیمیایی با معرف‌های استاندارد شناسایی شدند. سرخرطومی‌های برنج به‌مثابه شاخص زیستی انتخاب شدند و در انسکتاریوم پرورش یافتند. آزمایش‌های سمیت تماسی و دورکنندگی (روش مک‌دونالد، ۱۹۷۰) با ۲۰ حشره بالغ در سه تکرار انجام شد.

یافته‌ها: مقادیر LC۵۰ عصاره‌های گیاهان افسنتین، اکالیپتوس، تنباکو و آنغوزه به‌ترتیب برابر با ۴۵۳/۰۵، ۴۷۰/۵۹، ۷۱۶/۵۵ و ۸۵۰/۷۳ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر برآورد شد. نتایج آزمایش‌ها نشان داد که عصاره اکالیپتوس با ۹۸/۳۳ درصد در مقایسه با عصاره آنغوزه، تنباکو و افسنتین به‌ترتیب با ۹۶/۶۶، ۹۳/۳۳ و ۹۱/۶۶ درصد بالاترین اثر کشندگی را علیه سرخرطوومی برنج دارد. همچنین در آزمایش دورکنندگی عصاره آنغوزه با ۸۶/۶۶ درصد در مقایسه با عصاره تنباکو، اکالیپتوس و افسنتین به‌ترتیب با ۷۳/۳۳ درصد، ۶۳/۳۳ درصد و ۴۳/۳۳ درصد بیشترین دورکنندگی را نشان داد.

نتیجه‌گیری: عصاره‌های گیاهی بررسی‌شده به‌دلیل اثربخشی بالا و عوارض زیست‌محیطی و بهداشتی کمتر، پتانسیل بالایی به‌مثابه جایگزین ایمن برای حشره‌کش‌های شیمیایی در کنترل آفات انباری دارند. این یافته‌ها می‌توانند گامی مؤثر در جهت کاهش مخاطرات بهداشتی و ارتقای ایمنی غذایی در جامعه باشند.

واژه‌های کلیدی: عصاره‌های گیاهی، حشره‌کش‌های شیمیایی، سلامت جامعه، اکالیپتوس، تنباکو، افسنتین، آنغوزه

◀ **استناد:** فاضلی دیان، محمود؛ مصطفوی، علی؛ اوصیالقب، سیدحنیف؛ آزادبخت، محمد؛ نیکوکار، سیدحسن؛ جعفری، علی؛ عنابتی، احمدعلی.ارزیابی عصاره برخی از گیاهان دارویی به‌عنوان جایگزین ایمن حشره‌کش‌های شیمیایی برای بهبود ایمنی غذایی و ارتقای سلامت عمومی. مجله تحقیقات سلامت در جامعه، بهار ۱۴۰۴؛۱۱(۱): ۶۲-۵۰

مقدمه

در دهه‌های اخیر، افزایش نگرانی‌های زیست‌محیطی و بهداشتی ناشی از استفاده گسترده از حشره‌کش‌های شیمیایی،

توجه محققان را به یافتن جایگزین‌های ایمن و پایدار جلب کرده است [۱]. عصاره‌های گیاهی به‌دلیل اثربخشی بالا، عوارض کمتر و سازگاری با محیط‌زیست، به‌مثابه جایگزینی ایمن و کارآمد برای حشره‌کش‌های شیمیایی برای مدیریت آفات محصولات غذایی، به‌ویژه در انبارهای ذخیره‌سازی، مورد توجه قرار گرفته‌اند [۲]. این ترکیبات که ریشه در دانش سنتی و منابع طبیعی دارند، می‌توانند نقش کلیدی در کاهش مخاطرات بهداشتی و ارتقای ایمنی غذایی ایفا کنند [۳]. حشره‌کش‌های شیمیایی مانند فسفید آلومینیوم (معروف به قرص برنج) به‌دلیل تولید گاز فسفین (یک ترکیب بسیار سمی)، تهدیدات جدی برای سلامت انسان و محیط‌زیست ایجاد کرده‌اند [۴]. گزارش‌های متعدد از مسمومیت‌های انسانی در سراسر جهان ازجمله ایران و حتی استفاده از این ماده به‌مثابه ابزاری برای خودکشی، ضرورت بازنگری در روش‌های کنترل آفات را بیش از پیش آشکار ساخته است [۵، ۶]. این مقاومت نه‌تنها اثربخشی این ترکیبات را کاهش داده بلکه نیاز به دوزهای بالاتر یا استفاده مکرر را افزایش می‌دهد و درنتیجه تشدید آلودگی محیط‌زیست و باقی‌مانده سموم در مواد غذایی را به دنبال دارد [۷]. این مشکلات افزون بر آنکه سلامت انسان‌ها را به خطر می‌اندازد، اکوسیستم‌های طبیعی و زنجیره غذایی را نیز تحت‌تأثیر قرار می‌دهد؛ بنابراین استفاده از عصاره‌های گیاهی به‌مثابه یک راه‌حل بیولوژیک، فرصتی برای کاهش این مخاطرات و حرکت به‌سوی تولید محصولات غذایی ایمن فراهم می‌کند [۸،۹].

دراین‌میان گیاهان دارویی، با بهره‌مندی از ترکیبات فعال زیستی، گزینه‌ای امیدبخش برای جایگزینی با حشره‌کش‌های شیمیایی مضر ارائه می‌دهند. این گیاهان قادرند آفات را به‌صورت مؤثر کنترل کنند، بدون آنکه عوارض زیست‌محیطی و بهداشتی ناشی از حشره‌کش‌های شیمیایی را به همراه داشته باشند [۱۰]. براین‌اساس، این مطالعه بر چهار گیاه دارویی تنباکو (Nicotiana tabacum)، اکالیپتوس (Globulus Eucalyptus)، افسنتین (Artemisia absinthium) و آنغوزه (Ferula assa-foetida) متمرکز است که در منابع معتبر طب سنتی ایرانی، ازجمله قانون ابن‌سینا، الحاوی رازی و مخزن‌الادویه عقیلی خراسانی، به‌دلیل دارا بودن خواص ضد آفات شناخته شده‌اند [۱۱]. این گیاهان، که در طب سنتی، عوامل کشنده یا دورکننده آفات نیز معرفی شده‌اند، می‌توانند پتانسیل بالایی برای استفاده در مدیریت مدرن آفات داشته باشند. استفاده از دانش سنتی در کنار فناوری‌های نوین استخراج عصاره، امکان توسعه راهکارهایی را فراهم می‌کند که هم اثربخشی بالایی دارند و هم با استانداردهای سلامت عمومی و حفاظت از محیط‌زیست سازگارند [۱۲]. انتخاب این گیاهان دارویی به‌مثابه یکی از جنبه‌های نوآورانه در این پژوهش بیان شده است؛ زیرا به بررسی عصاره‌های این گیاهان در یک اقلیم جدید توجه شده است و شرایط زیست‌محیطی و اکولوژیکی محل رویش گیاهان تأثیر قابل‌توجهی بر ترکیبات شیمیایی و کیفیت عصاره‌های گیاهی دارد؛ بنابراین این تفاوت‌ها می‌توانند اثربخشی عصاره‌ها در مدیریت آفات را تحت‌تأثیر قرار داده و به شناسایی ترکیبات نوینی منجر شوند که در برابر مقاومت آفات کارآمدتر عمل کنند [۱۳]. افزون‌براین، تحلیل پروفایل شیمیایی عصاره‌ها، یکی دیگر از جنبه‌های نوآورانه این مطالعه در نظر گرفته شده است. این تحلیل، درک عمیق‌تری از مکانیسم‌های زیستی این ترکیبات فراهم می‌کند و به شناسایی مولکول‌های فعال با خواص ضد آفات کمک می‌کند که گامی کلیدی برای توسعه محصولات بیولوژیک نوین برای کنترل ایمن آفات به شمار می‌رود [۱۴]. برای ارزیابی اثربخشی این عصاره‌ها در جایگزینی با آفت‌کش‌های شیمیایی، یک گونه آفت انباری با نام سرخرطومی برنج (Sitophilus oryzae) به‌مثابه شاخص زیستی انتخاب شد. این شاخص زیستی امکان مقایسه دقیق اثرات کشندگی و دورکنندگی عصاره‌های گیاهی را با حشره‌کش‌های شیمیایی فراهم می‌کند. استفاده از شاخص زیستی در این مطالعه، نه‌تنها به استانداردسازی آزمایش‌ها کمک می‌کند، بلکه نتایج را برای کاربردهای عملی در مدیریت آفات انباری قابل‌اعتمادتر می‌سازد. این رویکرد، با

کاهش وابستگی به حشره‌کش‌های شیمیایی، می‌تواند به کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی، بهبود کیفیت مواد غذایی و حفاظت از سلامت جامعه کمک کند [۱۵].

در پایان، می‌توان این‌گونه بیان کرد که حرکت به‌سوی بهره‌گیری از عصاره‌های گیاهی، پاسخی راهبردی به نیاز روزافزون جامعه به روش‌های ایمن و پایدار برای مدیریت محصولات انباری ارائه می‌دهد؛ بنابراین، این مطالعه با هدف ارائه جایگزینی مؤثر و کم‌خطر برای حشره‌کش‌های شیمیایی، اثرات کشندگی و دورکنندگی عصاره‌های چهار گیاه دارویی را بررسی کرده است. نتایج این پژوهش می‌تواند مبنایی برای توسعه محصولات بیولوژیک نوین فراهم کند که ضمن حفظ کارایی، ایمنی بیشتری برای جامعه و محیط‌زیست به ارمغان آورد. درنتیجه، این تلاش گامی کلیدی در جهت تحقق اهداف سلامت عمومی و پیشبرد توسعه پایدار به شمار می‌رود.

روش کار

جمع‌آوری و شناسایی گیاهان

در این مطالعه، عصاره‌های هیدروالکلی گیاهان تنباکو (Nicotiana tabacum L.)، اکالیپتوس (Eucalyptus globulus Labill.)، آنغوزه (Ferula assa-foetida L.) و افسنتین (Artemisia absinthium L.) بررسی شدند. اولئوگام رزین آنغوزه، برگ‌های تنباکو و اکالیپتوس از بازار فراورده‌های طبیعی با تأیید متخصصان سیستماتیک گیاهی و فارماکوگنوزی دانشکده داروسازی دانشگاه علوم پزشکی مازندران تهیه شدند. اندام‌های هوایی افسنتین از دامنه‌های سوادکوه (۳۶.۰۰۶۱° N, ۵۲.۹۶۰۰° E) جمع‌آوری و پس از تأیید، به آزمایشگاه گیاهان دارویی دانشکده منتقل شدند. نمونه‌های هرباریومی آماده و شناسایی علمی آن‌ها با همکاری بخش فارماکوگنوزی انجام شد. کارت شناسایی شامل نام علمی، محل و تاریخ جمع‌آوری به هر نمونه الصاق شد.

خشک و خرد کردن گیاه

به‌منظور نگهداری بهینه گیاهان، اندام‌های مورد مطالعه هر گیاه خشک شدند. ابتدا اندام‌های هوایی گیاه جدا و روی کاغذ پهن شدند تا در دمای اتاق آزمایشگاه و در جریان هوای طبیعی، دور از نور مستقیم خورشید، خشک شوند. پس از چند روز، گیاهان کاملاً خشک شده و حجم آن‌ها کاهش یافت. سپس، اندام‌های خشک‌شده با آسیاب برقی به‌گونه‌ای پودر شدند که ذرات نه بیش از حد درشت و نه بیش از حد ریز باشند. پودر حاصل در ظروف پلاستیکی تیره ریخته شد و برچسب حاوی نام علمی گیاه و تاریخ تهیه روی آن‌ها ثبت شد.

عصاره‌گیری

به‌منظور استخراج عصاره و بررسی ترکیبات فیتوشیمیایی، پس از خشک‌کردن و پودر کردن گیاهان، عصاره‌گیری به روش پرکولاسیون با استفاده از اتانول ۷۰٪ انجام شد [۱۶]. برای این منظور، ۵۰۰ تا ۱۵۰۰ گرم پودر خشک گیاه استفاده شد. سپس، حلال هر عصاره با دستگاه تقطیر در خلأ چرخشی در دمای ۴۰ درجه سلسیوس و سرعت ۹۰ دور در دقیقه تبخیر شد تا عصاره تغلیظ‌شده به دست آید. برای بررسی کیفی، با استفاده از معرف‌های لیبرمن بورشارد، دراگندورف، آلومینیوم کلرید ۱٪، ژلاتین ۱٪ و پتاسیم هیدروکسید ۱۰٪، به‌ترتیب حضور ترکیبات استروئیدی/ ترپنوئیدی، آلکالوئیدها، فلاونوئیدها، تانن‌ها و آنتراکینون‌ها در عصاره‌های گیاهی شناسایی شد (جدول ۱) [۱۸، ۱۷].

پرورش سرخرطومی برنج

برای انجام آزمایش‌ها، سرخرطومی‌های برنج پرورش‌یافته در انسکتاریوم حشره‌شناسی پزشکی دانشگاه علوم پزشکی مازندران استفاده شدند. این حشرات در سال ۱۳۹۴ از انبار برنج در ساری (۳۶.۵۶۵۹°N, ۵۳.۰۵۸۶°E) جمع‌آوری و در انسکتاریوم بدون تماس با حشره‌کش‌ها پرورش یافتند. پرورش در ظروف پلاستیکی

جدول ۱. روش‌های شناسایی ترکیبات فیتوشیمیایی در عصاره‌های گیاهی

ترکیب	مقدار نمونه	روش و معرف‌ها	نتیجه مثبت
آلکالوئید	۰/۸ گرم عصاره تام	حرارت با ۱۵ میلی‌لیتر اسید کلریدریک 2N، افزودن ۰/۵ گرم کلرید سدیم، صاف کردن، افزودن ۱-۲ قطره معرف مایر.	تشکیل رسوب
فلاونوئید	۱گرم عصاره	شست‌وشو با اتر دوپترول (۳×۱۰ میلی‌لیتر)، حل در ۱ میلی‌لیتر متانول و ۲ میلی‌لیتر آب، افزودن ۰/۵ میلی‌لیتر اسید کلریدریک غلیظ و براده منیزیم، جوشاندن، افزودن ۱۰ میلی‌لیتر الکل آمیلیک.	رنگ قرمز در فاز الکلی
تری‌ترپن‌ها	۱گرم عصاره	شست‌وشو با اتر دوپترول (۳×۱۰ میلی‌لیتر)، استخراج با ۱۰ میلی‌لیتر کلروفرم، افزودن سولفات سدیم بی‌آب، آزمایش لیبرمن_بورشارد: افزودن ۳ قطره انیدرید استیک و ۲_۱ قطره اسید سولفوریک غلیظ.	رنگ سبز
تانن	۰/۵ گرم عصاره	حل در ۱۵ میلی‌لیتر آب مقطر جوشان، افزودن ۲_۴ قطره کلرید سدیم ۱۰٪، صاف کردن، آزمایش با: ۱) ۵_۴ قطره ژلاتین ۱٪ ۲) ۵_۴ قطره کلروفریک ۰٫۵٪ ۳) ۵_۴ قطره ژلاتین نمک‌دار.	تشکیل رسوب
آنتراکینون (واکنش بورن-تراگر)	۱گرم پودر گیاه	جوشاندن در ۲۲ میلی‌لیتر آب مقطر (۵ دقیقه)، صاف کردن، استخراج با ۱۰ میلی‌لیتر تولوئن، افزودن ۴ میلی‌لیتر آمونیاک غلیظ.	رنگ نارنجی در فاز تولوئنی

(۳۰×۳۰×۳۰ سانتی‌متر) حاوی برنج (یک‌سوم حجم ظرف) با ۵۰ جفت حشره بالغ ۴_۱ روزه انجام شد. شرایط نگهداری شامل دمای ۲۸±۱ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۷۵±۵ درصد و دوره نوری ۱۶:۸ ساعت بود. حشرات بالغ نسل سوم برای مطالعات استفاده شدند [۲].

بررسی فعالیت زیست‌سنجی

تهیه دوزهای مورد مطالعه

قبل از شروع انجام آزمایش دامنه دوزهای مورد استفاده برای هریک از عصاره‌های گیاهی با استفاده از تست براکتینگ تعیین شد. در این فرایند، محدوده کشندگی معمولاً بین غلظتی که باعث مرگ ۱۰ درصد از جمعیت ($LC_{۱۰}$) و غلظتی که باعث مرگ ۹۰ درصد از جمعیت ($LC_{۹۰}$) می‌شود، تنظیم می‌شود تا بتوان رابطه دوز_پاسخ را به‌طور دقیق تعیین کرد براین‌اساس چهار غلظت ۴۵۰، ۶۵۰، ۸۵۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر برای عصاره گیاه تنباکو؛ چهار غلظت ۲۲۰، ۴۴۰، ۶۶۰ و ۸۸۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر برای گیاه افسنتین؛ چهار غلظت ۶۰۰، ۸۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۲۰۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر برای گیاه آنغوزه؛ و چهار غلظت ۳۰۰، ۴۵۰، ۶۰۰ و ۷۵۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر برای عصاره گیاه اکالیپتوس به‌مثابه دامنه دوز مطالعاتی انتخاب و در آزمون سمیت تماسی و تست دورکنندگی استفاده شد [۱۹]. همچنین دو گروه شامل قرص بنان و تتراکلریدکربن در جایگاه شاهد مثبت، یک گروه حاوی حلال عصاره در جایگاه شاهد منفی، و یک گروه شاهد شامل حشراتی که هیچ‌گونه عصاره یا دارویی دریافت نمی‌کنند، جهت کنترل سلامت حشرات در نظر گرفته شد. آزمایش در سه تکرار برای همه گروه‌های مورد مطالعه انجام شد. در هر تکرار ۲۰ حشره بالغ ۷ تا ۱۴ روزه مطالعه شد [۲۰، ۳].

آزمایش سمیت تماسی

آزمایش سمیت تماسی با روش اشباع‌سازی کاغذ صافی انجام شد [۲۰]. یک میلی‌لیتر از غلظت‌های عصاره‌های گیاهی روی کاغذ صافی واتمن (شماره ۲، قطر ۹ سانتی‌متر) ریخته شد. پس از ۲۰_۱۰ دقیقه و تبخیر حلال، کاغذها در تشتک‌های پتری هم‌قطر قرار گرفتند. برای گروه شاهد مثبت، یک قرص بنان (۳ گرم: ۱/۵ گرم عصاره سیر، ۱/۳۵ گرم نمک، ۰/۱۵گرم مواد جانبی) در هر تشتک قرار گرفت. سپس ۲۰ حشره بالغ سرخرطومی برنج (۱۴_۷ روزه) همراه با چند دانه برنج برای تغذیه در تشتک‌ها قرار داده شدند. لبه‌های تشتک‌ها با پلی‌ترافلوئورواتیلن آغشته و با پارافیلم (دارای سوراخ‌های کوچک برای تهویه) پوشانده شدند. تشتک‌ها در شرایط انسکتاریوم (دمای ۲۸±۱ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۷۵±۵٪، دوره نوری ۱۶:۸ ساعت تاریکی:روشنایی) نگهداری شدند. مرگ‌ومیر حشرات روزانه به مدت یک هفته ثبت شد و

حشراتی که قادر به حرکت پا یا شاخک نبودند، مرده به شمار رفتند [۲۰].

آزمایش دورکنندگی

آزمایش دورکنندگی با روش مک‌دونالد و همکاران (۱۹۷۰) انجام شد [۲۱]. کاغذ صافی واتمن شماره ۲ (قطر ۹ سانتی‌متر) به دو نیمه مساوی تقسیم شد. نیمی از کاغذ با ۰/۵ میلی‌لیتر از غلظت‌های عصاره‌های گیاهی (مشابه آزمون سمیت تماسی) و نیمه دیگر (شاهد) با حلال اشباع شد. پس از ۲۰_۱۰ دقیقه و تبخیر حلال، نیمه‌ها با چسب متصل و در تشتک‌های پتری قرار گرفتند. بیست حشره بالغ سرخرطومی برنج در مرکز کاغذ قرار داده شدند. لبه‌های تشتک‌ها با پلی‌تترافلوئورواتیلن آغشته و با پارافیلم (دارای سوراخ‌های کوچک برای تهویه) پوشانده شدند. چند دانه برنج برای تغذیه اضافه شد. تعداد حشرات زنده در نیمه‌های تیمار و شاهد پس از ۱۰، ۲۰، ۳۰ دقیقه، ۱، ۵ و ۲۴ ساعت شمارش شد. درصد دورکنندگی با فرمول $PR = ۱۰۰ \times (NC - NT) / (NC + NT)$ محاسبه شد که در آن NC تعداد حشرات در نیمه شاهد و NT تعداد حشرات در نیمه تیمار است. آزمایش در سه تکرار انجام شد. درصد مثبت دورکنندگی و درصد منفی جلب‌کنندگی را نشان می‌دهد [۲۲].

تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌ها

تأیید نرمال بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف اسمیرنف انجام شد. درصد مرگ حشرات بالغ سرخرطومی برنج نیز با استفاده از فرمول آبوت تصحیح شد [۲۳]. پس از تجزیه واریانس و در صورت معنادار بودن تفاوت‌ها، مقایسه میانگین با استفاده از آزمون Tukey در سطح احتمال ۵ درصد در نرم‌افزار SPSS V. ۲۰ انجام شد [۲۴]. برای رسم نمودارها از صفحه گسترده Excel ۲۰۱۰ استفاده شد. برای تجزیه‌وتحلیل رابطه پاسخ مرگ و دوزهای مختلف از آنالیز پروبیت [۲۵] و ترسیم نمودار مربوط با استفاده از نرم‌افزار Probit-MSChart انجام شد [۲۶].

یافته‌ها

بررسی فیتوشیمیایی عصاره‌ها

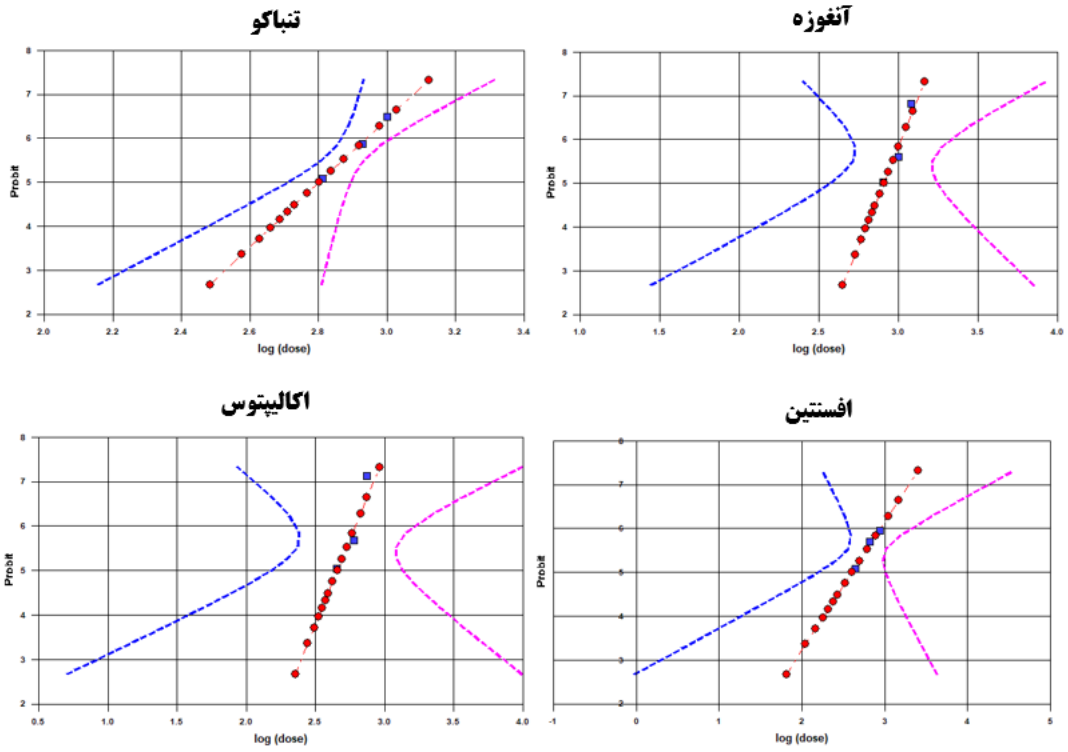
نتایج مربوط به بررسی کیفی عصاره‌ها نشان داد که گیاهان تنباکو و افسنتین حضور تمام ترکیبات شیمیایی گیاهی را شامل استروئید، ترپنوئید، آنتراکینون، آلکالوئید، تانن و فلاونوئید نشان دادند (جدول ۲).

سمیت تماسی

نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که میزان مرگ حشرات بالغ مورد آزمایش با عصاره چهار گیاه تنباکو، آنغوزه، اکالیپتوس و افسنتین باگذشت زمان و افزایش غلظت‌های مختلف عصاره‌های گیاهی افزایش می‌یابد (شکل ۱). میزان مرگ در کمترین غلظت‌ها در عصاره‌های گیاهان تنباکو، آنغوزه، اکالیپتوس و افسنتین بعد از گذشت مدت‌زمان ۷ روز به‌ترتیب برابر با ۳/۳۳ درصد، ۱/۶۶ درصد، ۰ درصد و ۳/۳۳ درصد مشاهده شد. همچنین میزان مرگ در بالاترین غلظت‌ها در عصاره‌های گیاهان تنباکو، آنغوزه، اکالیپتوس

جدول ۲. نتایج بررسی فیتوشیمیایی عصاره گیاهان

ترکیبات گیاهان	استروئیدها	ترپنوئیدها	فلاوونوئیدها	آلکالوئیدها	تانن‌ها	آنتراکینون‌ها
اکالیپتوس	+	+	+	–	+	+
تنباکو	+	+	+	+	+	+
افسنتین	+	+	+	+	+	+
آنغوزه	+	+	–	+	–	+



شکل ۱. نمودار لگاریتم غلظت و پروبیت درصد مرگ عصاره‌های گیاهی مختلف روی سرخرطومی برنج

و افسنتین بعد از گذشت مدت‌زمان ۷ روز به‌ترتیب برابر با ۹۳/۳۳ درصد، ۹۶/۶۶ درصد، ۹۸/۳۳ درصد و ۹۱/۶۶ درصد مشاهده شد.

مقایسه درصد کشندگی عصاره‌های مختلف گیاهی در بالاترین دوز در روزهای مختلف (روز اول تا هفتم) با گروه‌های کنترل در شکل ۲ نشان داده شده است. براین‌اساس تمامی عصاره‌های گیاهی اختلاف معناداری را با گروه‌های کنترل در روزهای اول تا هفتم نشان می‌دهند (شکل ۲).

نتایج حاصل از پروبیت داده‌ها نشان می‌دهد که مقدار LC_{50} محاسبه‌شده حشرات تیمارشده با عصاره گیاهان آنغوزه، تنباکو، اکالیپتوس و افسنتین پس از ۷ روز در معرض بودن به‌ترتیب برابر با ۸۸۷/۶۰ (۹۲۴/۲۸-۸۵۰/۷۳)، ۷۱۶/۵۵ (۶۷۸/۷۵۳-۷۴/۷۹)، ۴۷۰/۵۹ (۴۴۵/۴۹۵- ۲۲/۰۵) و ۴۵۳/۰۵ (۴۹۵/۶۳-۴۰۹/۹۹) میلی‌گرم بر میلی‌لیتر برآورد شد (جدول ۳). تجزیه‌وتحلیل پروبیت داده‌ها نشان می‌دهند که اثر حشره‌کشی عصاره گیاهان افسنتین و اکالیپتوس بیشتر از تنباکو و آنغوزه بوده و حشرات بالغ سرخرطومی برنج به‌طور معناداری نسبت به عصاره گیاهان افسنتین و اکالیپتوس حساس‌تر هستند.

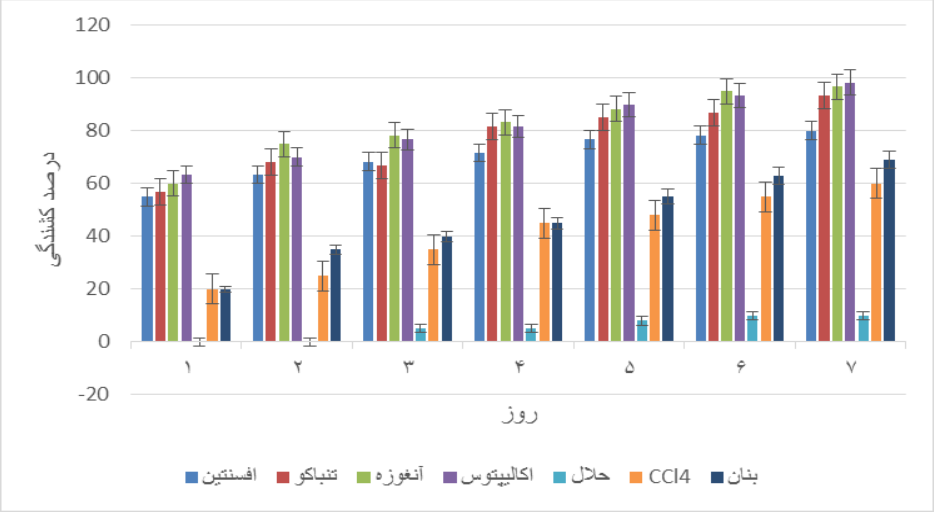
دورکنندگی

نتایج دورکنندگی عصاره‌های گیاهان تنباکو، افسنتین، آنغوزه و اکالیپتوس روی بالغان سرخرطومی برنج نشان داد که با افزایش غلظت و گذشت زمان، درصد دورکنندگی به‌صورت معناداری افزایش می‌یابد ($p< ۰/۰۰۱$) (شکل ۳).

همچنین میزان دورکنندگی عصاره‌های مختلف گیاهان تنباکو، افسنتین، آنغوزه و اکالیپتوس در بالاترین غلظت به‌ترتیب برابر ۷۳/۳۳ درصد، ۴۳/۳۳ درصد، ۸۶/۶۶ درصد و ۶۳/۳۳ درصد است که اختلاف معناداری را با گروه‌های کنترل نشان می‌دهد ($p<۰/۰۰۱$) (شکل ۴).

جدول ۳. نتایج آنالیز پروبیت زیست‌سنجی (کشندگی) عصاره‌های گیاهان روی سرخرطومی برنج (میلی‌گرم بر میلی‌لیتر)

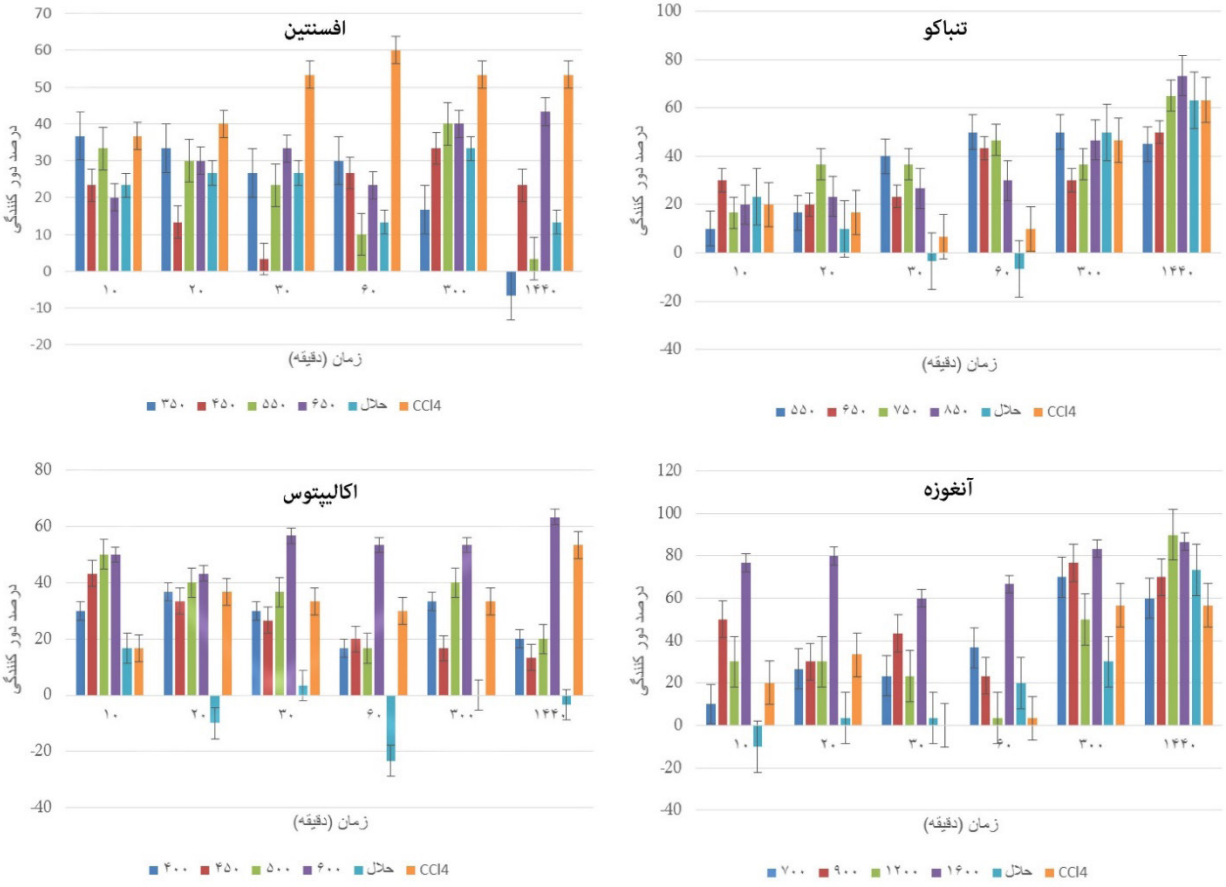
عصاره گیاهی	$LC_{۲۵}$ (حد پایین_حد بالا)	$LC_{۵۰}$ (حد پایین_حد بالا)	$LC_{۹۹}$ (حد پایین_حد بالا)
افسنتین	۳۳۲/۹۵ (۲۸۶/۹۰ ± ۳۷۱/۸۲)	۴۵۳/۰۵ (۴۰۹/۹۹ ± ۴۹۵/۶۳)	۱۳۱۰/۷۸ (۱۰۸۹/۸۰ ± ۱۷۲۱/۳۷)
اکالیپتوس	۴۰۳/۲۲ (۳۷۲/۹۴ ± ۴۲۷/۸۵)	۴۷۰/۵۹ (۴۴۵/۲۲ ± ۴۹۵/۰۵)	۸۰۱/۸۱ (۷۲۹/۱۶ ± ۹۲۱/۰۳)
تنباکو	۶۰۲/۱۳ (۵۵۶/۱۵ ± ۶۳۷/۳۲)	۷۱۶/۵۵ (۶۷۸/۷۴ ± ۷۵۳/۷۹)	۱۳۰۵/۶۸ (۱۱۷۱/۶۱ ± ۱۵۳۳/۵۲)
آنغوزه	۷۷۷/۴۶ (۷۳۲/۱۹ ± ۸۱۴/۱۴)	۸۸۷/۶۰ (۸۵۰/۷۳ ± ۹۲۴/۲۸)	۱۴۰۱/۷۵ (۱۲۸۹/۴۰ ± ۱۵۸۵/۰۲)



شکل ۲. مقایسه نتایج درصد کشندگی بالاترین دوز گیاهان با گروه‌های کنترل روی سرخرطومی برنج بعد از ۷ روز

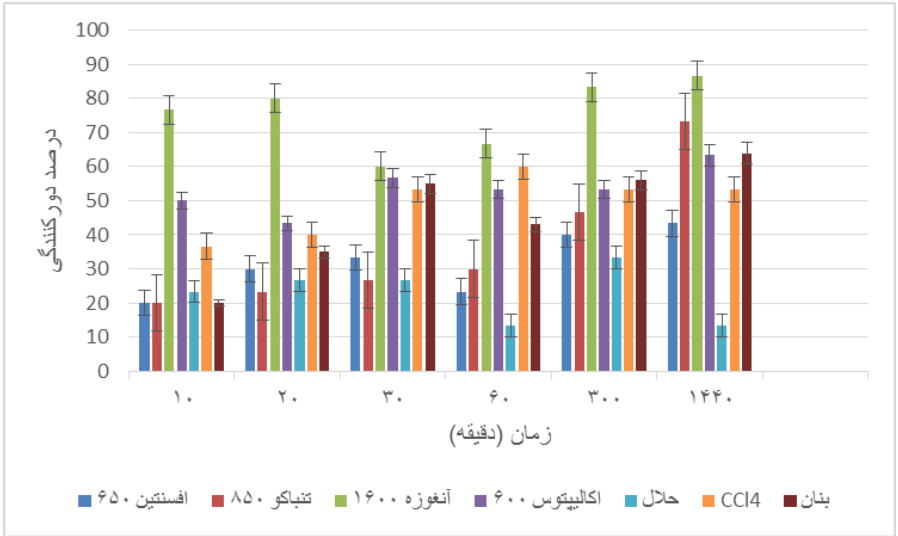
بحث و نتیجه‌گیری

نتیجه مطالعه حاضر حاکی از اثربخش بودن عصاره‌ها در میزان کشندگی و دورکنندگی است که با مطالعه تأثیر مناسب کشندگی عصاره‌های گیاهی روی سرخرطومی برنج تالوکدر و هووس (۱۹۹۴) و مطالعه دورکنندگی عصاره‌های گیاهی روی آفات در مطالعه رحمان و همکاران (۲۰۰۶) مطابقت دارد. گفتنی است که وجود ترکیبات مؤثر با خاصیت آفت‌کشی در گیاهان ازجمله دلایل این نتیجه است [۲۹-۲۷]. یافته‌های این مطالعه نشان داد که میزان مرگ حشرات کامل با افزایش غلظت و با گذشت زمان افزایش می‌یابد. نظیر این قبیل روابط در نتایج آزمایش‌های زیست‌سنجی درباره سمیت سایر ترکیبات گیاهی روی آفات انباری اشاره شده است. خانی و همکاران (۲۰۱۱) خاصیت کشندگی عصاره پترولئوم اتری و کلروفرمی گیاهان نواحی گرمسیری را روی حشرات کامل سرخرطومی برنج آزمایش کردند. نتایج حاصل حاکی از آن بود که درصد کشندگی با افزایش غلظت، برای عصاره پترولئوم اتری و کلرفرمی گیاه Piper nigrum به‌ترتیب تا ۹۹/۵۶٪ و ۹۳/۵۶٪ افزایش یافته و بیشترین درصد کشندگی در بالاترین غلظت مشاهده شد؛ همچنین با افزایش مدت‌زمان مواجهه با عصاره، میزان مرگ‌ومیر افزایش



شکل ۳. درصد دورکنندگی غلظت‌های مختلف عصاره‌ها در غلظت‌ها و زمان‌های متفاوت بر روی شپشک برنج

می‌یابد. در آزمایش کشندگی عصاره گیاهان T.،P.harmala parthenium و P. fraxinifolia روی سرخرطومی برنج



شکل ۴. مقایسه نتایج درصد دورکنندگی بالاترین غلظت عصاره گیاهان مختلف با گروه‌های کنترل در زمان‌های متفاوت بر روی سرخرطومی برنج

مشخص شد که میزان مرگ در بالاترین غلظت عصاره‌های P. harmala، T. parthenium و P. fraxinifolia بعد از گذشت مدت‌زمان ۷ روز به‌ترتیب برابر ۹۳/۳۳٪، ۵۸/۳۳٪ و ۸۶/۶۶٪ است. همچنین بیشترین درصد کشندگی در بالاترین دوزها و بعد از سپری شدن ۷ روز مشاهده شده است. این نتایج با نتایج حاصل از تحقیق حاضر مطابقت دارد [۳۰]. دربالا و همکاران (۲۰۱۲) میزان سمیت عصاره Cassia acutiloba، Bauhinia purpurea، Euonymus japonicas، Chrysanthemum freutescens، Thespesia populnea، Caesalpinia gilliesii، Cassia fistula و حشره‌کش مالاتیون را روی حشرات کامل S. oryzae آزمایش کردند. برطبق نتایج به‌دست‌آمده مشخص شد که با گذشت زمان و افزایش غلظت میزان مرگ افزایش یافته است که با نتایج به‌دست‌آمده در این تحقیق مطابقت دارد. همچنین در آزمایش سمیت تماسی عصاره‌های گیاهان P. harmala، T. parthenium و P. fraxinifolia روی S. oryzae مشخص شد که میزان مرگ در بالاترین غلظت عصاره‌ها بعد از گذشت مدت زمان ۷ روز به‌ترتیب برابر ۹۳/۳۳٪، ۵۸/۳۳٪ و ۸۶/۶۶٪ است [۳۱]. خانی و همکاران (۲۰۱۱) اثرات دورکنندگی عصاره پترولئوم اتر و کلروفرمی گیاهان نواحی گرمسیری را روی حشرات کامل برنج S. oryzae آزمایش کردند. نتایج حاصل نشان داد که درصد دورکنندگی با افزایش غلظت به‌طور معناداری افزایش یافته است؛ بنابراین نتیجه مطالعه حاضر نشان داد که میان افزایش غلظت عصاره‌ها و افزایش میزان کشندگی و دورکنندگی ارتباط مستقیمی وجود دارد که مطابق با گزارش موسی خانی و همکاران (۲۰۱۱) درباره افزایش خاصیت کشندگی و دورکنندگی عصاره گیاهان نواحی گرمسیری روی بالغان سرخرطومی برنج است [۳۰]. همچنین اقبال و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که میان افزایش اثر دورکنندگی عصاره اتانولی گیاهان روی آفات انباری با افزایش غلظت ارتباط مستقیمی وجود دارد؛ بنابراین، افزایش غلظت عصاره عامل مهمی در اثربخشی عصاره گیاهی است؛ چراکه با افزایش غلظت، میزان مواد مؤثر نیز بیشتر و درنتیجه اثربخشی نیز بیشتر می‌شود [۳۲].

در مطالعه حاضر مشخص شد که بازه‌های زمانی بالاتر پس از تیمار بر میزان کشندگی و دورکنندگی اثر بیشتری دارند. دراین‌باره تالوکدر و هووس (۱۹۹۳) و آمکاروئن و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که بیشترین مقدار کشندگی عصاره گیاهی در بالاترین بازه زمانی و پس از ۷ روز مشاهده می‌شود. همچنین اقبال و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که بیشترین مقدار دورکنندگی عصاره گیاهی در بالاترین بازه زمانی مشاهده می‌شود؛ بنابراین، افزایش مدت‌زمان مواجهه می‌تواند عاملی مهم برای تأثیر عصاره گیاهی به شمار رود [۳۴-۳۲]. در مطالعه حاضر مشخص شد که بازه‌های زمانی بالاتر پس از تیمار بر میزان کشندگی و دورکنندگی اثر بیشتری دارند. دراین‌باره تالوکدر و هووس (۱۹۹۳) و آمکاروئن و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که بیشترین مقدار کشندگی عصاره گیاهی در بالاترین بازه زمانی و پس از ۷ روز مشاهده می‌شود. همچنین اقبال و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که بیشترین مقدار دورکنندگی عصاره گیاهی در بالاترین بازه زمانی مشاهده می‌شود؛ بنابراین افزایش مدت‌زمان مواجهه می‌تواند عاملی مهم در تأثیر عصاره گیاهی به شمار رود [۳۳، ۳۲].

ازآنجایی‌که گیاهان دارویی دارای ترکیباتی هستند که خاصیت حشره‌کشی و دورکنندگی مناسبی دارند؛ بنابراین، در مطالعه حاضر ترکیبات شیمیایی عصاره‌های گیاهان بیان‌شده نیز بررسی شد. این ترکیبات عمدتاً شامل ترپنوئیدها، فلاوونوئیدها، آلکالوئیدها و تانن‌ها هستند که در گیاهان اکالیپتوس، تنباکو، افسنتین و آنغوزه یافته شد. مطالعات نشان داده‌اند که عصاره‌ها و اسانس‌های استخراج‌شده از گیاهان مختلف به‌دلیل داشتن چنین ترکیباتی می‌توانند جایگزین‌های طبیعی برای سموم شیمیایی در کنترل آفات در نظر گرفته شوند؛ برای مثال اکالیپتوس به‌دلیل

داشتن ترکیباتی مانند ۱،۸ـسینئول و آلفاـپینن، که جزو ترپنوئیدها هستند خاصیت دورکنندگی و حشره‌کشی مناسبی دارند؛ به‌طوری‌که می‌توانند تا ۹۰٪، برخی آفات انباری مانند شپشک آرد را دور کنند؛ اگرچه در غلظت‌های پایین تأثیر قابل‌توجهی دارد اما دوام آن در محیط‌های سربسته محدود است [۳۵]. ترکیبات موجود در عصاره گیاهان افسنتین و تنباکو نیز اثرات حشره‌کشی و دورکنندگی مناسبی دارند. برای مثال افسنتین همانند اکالیپتوس به‌دلیل داشتن ترپنوئیدها و نیز فلاوونوئیدها، اثرات ضد حشره‌ای مناسبی دارد و می‌تواند برای مدیریت آفات مؤثر باشد. همچنین نیکوتین موجود در تنباکو که یک آلکالوئید است به‌مثابه یک حشره‌کش طبیعی در گذشته به‌طور گسترده برای کنترل آفات استفاده می‌شد [۳۶]. آنغوزه نیز به‌دلیل داشتن آلکالوئیدها و ترکیبات گوگردی، خاصیت دورکنندگی حشرات را دارد. این گیاه در طب سنتی برای دفع حشرات و جلوگیری از آلودگی‌های ناشی از آفات استفاده می‌شود و می‌تواند در ترکیب با سایر گیاهان دارویی، یک راهکار طبیعی و مؤثر برای کنترل آفات باشد [۳۷].

درنهایت مقایسه عصاره‌های گیاهی در این پژوهش کارایی بهتر عصاره گیاه اکالیپتوس و افسنتین را در میزان کشندگی و عصاره آنغوزه را در دورکنندگی نسبت به سایر عصاره‌ها نشان داد. ازجمله دلایل مهم در ارتباط با این موضوع می‌توان به وجود ترکیبات سینئول، دی، تری، ترا سولفید و مشتقات کومارین، از مونوترپن‌ها و فنول‌ها، در عصاره گیاهان اکالیپتوس و آنغوزه اشاره داشت که می‌تواند عاملی مهم در میزان دورکنندگی و کشندگی آفات به شمار رود.

نتایج این مطالعه نشان داد که عصاره‌های هیدروالکلی گیاهان تنباکو، آنغوزه، اکالیپتوس و افسنتین دارای اثرات کشندگی و دورکنندگی بر سرخرطومی برنج (Sitophilus oryzae) هستند. عصاره‌های اکالیپتوس و افسنتین در کشندگی و عصاره آنغوزه در دورکنندگی، اثرات بهتری نسبت به سایر عصاره‌ها و قرص بنان نشان دادند. با افزایش غلظت عصاره‌ها و مدت‌زمان مواجهه، درصد کشندگی و دورکنندگی افزایش یافت. با توجه به اثرات قابل‌قبول این عصاره‌ها، به‌ویژه اکالیپتوس و افسنتین، این گیاهان می‌توانند به‌مثابه جایگزینی برای قرص برنج (آلومینیوم فسفید) در تولید حشره‌کش‌های گیاهی برای کنترل آفات انباری پیشنهاد شوند. تأیید این نتایج در شرایط غیرآزمایشگاهی و روی سوش‌های غیرحساس، کاربرد عملی آن‌ها را تقویت خواهد کرد.

قدردانی

نویسندگان از معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی مازندران برای حمایت‌های مالی این طرح با کد ۷۰۲ تشکر می‌کنند.

تضاد در منافع

نویسندگان اعلام می‌کنند هیچ‌گونه تضاد منافعی وجود ندارد.

مشارکت نویسندگان

محمود فاضلی دینان: آنالیز آماری، نگارش؛ **علی مصطفوی:** مطالعات آزمایشگاهی، نگارش؛ **سید حنیف اوصیالقب:** مطالعات آزمایشگاهی؛ **محمد آزادبخت:** مفهوم‌سازی، طراحی مطالعاتی و تأیید نهایی؛ **مینا امینی:** بررسی و ویرایش؛ **علی داوودی:** بررسی و ویرایش؛ **سید حسن نیکوکار:** مطالعات آزمایشگاهی؛ **علی جعفری:** پیش‌نویس اولیه؛ **احمدعلی عنایتی:** بررسی و ویرایش، تأیید نهایی. همه نویسندگان متن نهایی مقاله را مطالعه و تأیید کرده‌اند.

حمایت مالی

این مقاله حمایت مالی ندارد.

دسترسی داده ها

امکان مکاتبه با نویسنده مسئول جهت دسترسی به داده‌ها وجود دارد.

References

1. Zhou W, Li M, Achal V. A comprehensive review on environmental and human health impacts of chemical pesticide usage. Emerg Contaminants. 2025;11(1):100410.
2. Fazeli-Dinan M, Osia-Laghab SH, Amini M, Davoodi A, Nikookar SH, Yazdani Charati J, et al. Phytochemical composition, toxicity, and repellent effects of medicinal plants peganum harmala, pterocarya fraxinifolia, and tanacetum parthenium extracts against sitophilus oryzae L. Toxin Rev. 2023;42(2):548-58.
3. Sadeghnezhad R, Abbaszadeh S, Taghdir M, Sepandi M, Fazeli-Dinan M, Zazouli MA. Toxicity and anti-feeding effect of aesculushippocastanum, thymus daenensis, artemisia abrotanum, and chrozophora tinctoria on sitophillus oryzae. J Environ Health Sci Eng. 2022;20(1):241-9.
4. Mariadoss A, Sujeetha AR, Sankarganesh E. Challenges and issues associated with chemical methods of fumigation. Non-chemical Methods for Disinfestation of Stored Products. CRC Press; 2025:60-74.
5. Moghadamnia AA. An update on toxicology of aluminum phosphide. DARU J Pharm Sci. 2012;20:25.
6. Katwal S, Malbul K, Mandal SK, Kc S, Alam MZ, Karki P, et al. Successfully managed aluminum phosphide poisoning: A case report. Ann Med Surg (Lond). 2021;70:102868.
7. Siddiqui JA, Fan R, Naz H, Bamisile BS, Hafeez M, Ghani MI, et al. Insights into insecticide-resistance mechanisms in invasive species: Challenges and control strategies. Front Physiol. 2023;13:1112278.
8. Pathak VM, Verma VK, Rawat BS, Kaur B, Babu N, Sharma A, et al. Current status of pesticide effects on environment, human health and it's eco-friendly management as bioremediation: A comprehensive review. Front Microbiol. 2022;13:962619.
9. Han M, Kasim S, Yang Z, Deng X, Baity Saidi N, Uddin MK, et al. Plant extracts as biostimulant agents: A promising strategy for managing environmental stress in sustainable agriculture. Phyton. 2024;93(9):2149-66.
10. Devi JA, Thangapandian R, Vijayaraghavan C, Patel RRD, Kiran SR. Insecticidal potential of essential oil and sesquiterpene alcohols from leaves of clausena indica (Dalz.) oliver against spodoptera litura, jelicoverpa armigera, and tribolium castaneum under laboratory and field conditions. Neotrop Entomol. 2025;54(1):68.
11. Bagheri F, Karami H, Alimoradian A, Asadi MH, Salehi M, Latifi SAH. Effects of afsantin plant on liver diseases from the perspective of three books of traditional Iranian medicine (Kitab Al-Hawi, Qanon, and Zakhirah-i Khwarazm Shahi). Complement Med J. 2021;11(3):210-25.
12. Zakeri A, Bahmani E, Aghdam ASR. Plant extracts as sustainable and green corrosion inhibitors for protection of ferrous metals in corrosive media: A mini review. Corrosion Communicat. 2022;5:25-38.
13. Pant P, Pandey S, Dall'Acqua S. The influence of environmental conditions on secondary metabolites in medicinal plants: A literature review. Chem Biodivers. 2021;18(11):e2100345.
14. Souto AL, Sylvestre M, Tölke ED, Tavares JF, Barbosa-Filho JM, Cebrián-Torrejón G. Plant-derived pesticides as an alternative to pest management and sustainable agricultural production: prospects, applications and challenges. Molecules. 2021;26(16):4835.
15. Koul O. Phytochemicals and insect control: an antifeedant approach. Critical Rev Plant Sci. 2008;27(1):1-24.
16. Enayati N, Ghafarzadegan R, Hajiaghaee R, Vazirian M. Comparison of differnt extraction methods for the extraction of bioactive components of senna

alexandrina. J Med Plants. 2017;16(64):160-9.
17. Bhandary SK, Kumari S, Bhat VS, Sherly S, Bekal MP. Preliminary phytochemical screening of various extracts of punica granatum peel, whole fruit and seeds. J Health Allied Sci NU. 2012;2(04):34-8.
18. Nour V, Trandafir I, Cosmulescu S. HPLC determination of phenolic acids, flavonoids and juglone in walnut leaves. J Chromatogr Sci. 2013;51(9):883-90.
19. Tabacian H, Ravan S, Bandani AR. Susceptibilities of two populations of aphis gossiper glover to selected insecticides. African J Biotechnol. 2011;10(4):670-4.
20. Sadeghnezhad R, Enayati A, Ebrahimzadeh MA, Azarnoosh M, Fazeli-Dinan M. Toxicity and anti-feeding effects of walnut (Juglans regia l.) extract on sitophilus oryzae l. (Coleoptera: Curculionidae). Fresenius Environ Bulletin. 2020;29(01):325-31.
21. McDonald LL, Guy RH, Speirs RD. Preliminary evaluation of new candidate materials as toxicants, repellents, and attractants against stored-product insects-I. US Agricultural Res Serv; 1970.
22. Obeng-Ofori D, Reichmuth C. Bioactivity of eugenol, a major component of essential oil of ocimum suave (Wild.) against four species of stored-product Coleoptera. Int J Pest Manage. 1997;43(1):89-94.
23. Abbott W. A method of computing the effectiveness of an insecticide . J Am Mosq Control Assoc. 1987;3(2):302-3.
24. Angele G. SPSS Statistics 20. EineEinführung, Otto-Friedrich-Universität. 2012.
25. Finney DJ. Probit analysis: a statistical treatment of the sigmoid response curve (2nd ed). Cambridge University Press; 1952.
26. Chi H. Probit-MS chart: a computer program for Probit analysis. National Chung Hsing University, Taichung, Taiwan; 2015.
27. Lougraimzi H, El Iraqui S, Bouaichi A, Gouit S, Achbani EH, Fadli M. Insecticidal effect of essential oil and powder of Mentha pulegium L. leaves against sitophilus oryzae (Linnaeus, 1763) and tribolium castaneum (Herbst, 1797)(Coleoptera: Curculionidae, Tenebrionidae), the main pests of stored wheat in Morocco. Polish J Entomol. 2018;87(3):263-78.
28. Camaroti JRSL, de Almeida WA, do Rego Belmonte B, de Oliveira APS, de Albuquerque Lima T, Ferreira MRA, et al. Sitophilus zeamais adults have survival and nutrition affected by schinus terebinthifolius leaf extract and its lectin (SteLL). Industrial Crops Products. 2018;116:81-9.
29. Guru-Pirasanna-Pandi G, Adak T, Gowda B, Patil N, Annamalai M, Jena M. Toxicological effect of underutilized plant, cleistanthus collinus leaf extracts against two major stored grain pests, the rice weevil, sitophilus oryzae and red flour beetle, tribolium castaneum. Ecotoxicol Environ Saf. 2018;154:92-9.
30. Khani M, Awang RM, Omar D, Rahmani M, Rezazadeh S. Tropical medicinal plant extracts against rice weevil, sitophilus oryzae L. J Med Plants Res. 2011;5(2):259-65.
31. Derbalah A, Hamza A, Gazzy A. Efficacy and safety of some plant extracts as alternatives for sitophilus oryzae control in rice grains. J Entomol. 2012;9:57-67.
32. Auamcharoen W, Chandrapatya A, Kijjoa A, Kainoh Y. Toxicity and repellency activities of the crude methanol extract of duabanga grandiflora (Lythraceae) against sitophilus oryzae (Coleoptera: Curculionidae). Pakistan J Zool. 2012;44(1):227-32.
33. Talukder F, Howse P. Laboratory evaluation of toxic and repellent properties of the pithraj tree, aphanamixis polystachya wall & parker, against sitophilus oryzae (L.). Int J Pest Manage. 1994;40(3):274-9.
34. Iqbal J, Qayyum A, Mustafa SZ. Repellent effect of ethanol extracts of plant materials on tribolium castaneum (Herbst)(Tenebrionidae: Coleoptera). Pakistan J Zool. 2010;42(1):81-6.
35. Hamzehvi F, Moharramipour S, Talebi AA. Repellency and persistence of essential Oils of eucalyptus camaldulensis (Dehnh.) and callistemon viminalis (Gaertn.) G. don against several stored-product beetle species. Iran J Med Aromatic Plants Res. 2014;30(2):332-41.
36. Razmjou J, Davari M, Ebadollahi A. Insecticidal effects of essential oils from two eucalyptus species and pathogenic fungi, lecanicillium muscarium, against cotton aphid, aphis gossypii glover. Plant Protect (Sci J Agriculture). 2017;39(4):37-50.
37. Ebn-Allem N, Kachili F, Sabahi G, Mosadegh MS. Fumigant and persistence toxicity of eucalyptus, walnut and pennyroyal essential oil on khapra beetle trogoderma granarium (Evert.) (Coleoptera: Dermestidae). Plant Protect. 2015;38(3):75-84.