گیاه‌پزشکی (مجله علمی کشاورزی)
جلد ٤٦، شماره ۲، تابستان ۱٤۰۲

10.22055/ppr.2023.43546.1689

بررسی فعالیت حشره کشی و دورکنندگی گلبرگ زعفران روی حشرات کامل شپشه آرد، *Tribolium confusum* (Col. Tenebrionidae) و تعیین ترکیبات شیمیایی آن

سید محمد ملانوروزی [۱*]، امیرحسین اقبالیان [۲] و سهراب ایمانی [۳]

۱- **نویسنده مسوول:** دانش‌آموخته کارشناسی ارشد حشره شناسی کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران (dr.smm2015@gmail.com)

۲- استادیار، گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران

۳- استادیار، گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۱/۳۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۵/۱۳

چکیده

امروزه از گلبرگ زعفران به عنوان یک عامل ارگانیک در صنایع کشاورزی استفاده می‌شود. در بررسی حاضر، فعالیت حشره‌کشی و اثر دورکنندگی عصاره گلبرگ گیاه زعفران (*Crocus sativus* Petal) روی حشرات کامل شپشه آرد (*Tribolium confusum* Jacquelin du Val) مورد بررسی قرار گرفت. برای عصاره گیری از روش ماسراسیون استفاده شد. پس از ۷۲ ساعت محتویات هر ظرف با استفاده از کاغذ صافی طی دو مرتبه صاف شده و عصاره حاصله در یخچال نگه داری شد. آزمایش‌ها در شرایط دمایی ۱±۲۷ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ٥±٦٥ درصد و تاریکی انجام گرفت. برای سمیت عصاره زعفران حشرات کامل در معرض غلظت‌های ۱۰۰، ٥۰۰، ۱۰۰۰، ۱۰۰۰۰، ٥۰۰۰۰ و ۱۰۰۰۰۰ پی‌پی‌ام عصاره متانولی زعفران قرار گرفتند و تلفات ٤، ٥، ٦ و ۷ روز پس از مواجهه حشرات شمارش شد. برای آزمایش دورکنندگی، حشرات کامل در معرض غلظت‌های ٤/۲، ٥/۲۷، ٦/۳٤ و ۷/٤۱ درصد قرار گرفتند و دورکنندگی ٤، ٥، ٦ و ۷ روز پس از مواجهه حشرات بررسی شد. نتایج نشان داد عصاره گلبرگ زعفران روی حشرات کامل شپشه آرد سمیت ایجاد کرد. درصد تلفات باتوجه به افزایش غلظت و مدت زمان قرار گرفتن حشرات کامل شپشه آرد در معرض عصاره افزایش یافت. همچنین میانگین میزان دورکنندگی عصاره‌گلبرگ زعفران علیه حشرات کامل در اثرغلظت‌های ٤/۲۰، ٥/۲۷، ٦/۳٤، ۷/٤۱ درصد ۷ روز پس رهاسازی حشرات به ترتیب ۱۳/۳۳، ۱۸/۳۳، ۲۳/۳۳، و ۲٦/٦٦ درصد دست آمد. آنالیز شیمیایی عصاره توسط دستگاه GC-MS نشان داد که ترکیبات فرار دارای حائز اهمیت در عصاره گلبرگ زعفران به ترتیب C_8H_{16} (n-propyl Cyclopentane-)، C_8H_{18} (Hexzan3,3-dimethy)، C_8H_{18} (octane- octane) و $C_{16}H_{34}$ (Hexadecane) است. با توجه‌به نتایج این بررسی به نظر می‌رسد، عصاره مذکور جهت حفاظت محصولات انباری خاصیت دورکنندگی مناسبی علیه حشرات کامل شپشه آرد داشته است.

کلیدواژه‌ها: عصاره گیاهی، حفاظت محصولات انباری، GC-MS

دبیر تخصصی: دکتر معصومه ضیائی

Citation: Mollanoroozi, S.M., Eghbalian, A.H. & Imani, S. (2023). Investigating the insecticidal and repellent activity of *Crocus sativus* petal on *Tribolium confusum* (Col. Tenebrionidae) adults and its chemical constituents. *Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture)*, *46*(2), 43-55. https://doi.org/10.22055/ppr.2023.43546.1689.

مقدمه

گیاه زعفران یکی از شگفتی‌های طبیعت است واز نظرطبی، اقتصادی، اشتغال زائی و نیاز آبی کم در بین کلیه گونه‌های گیاهی موجود درکره زمین، همتا ندارد. همچنین در گلبرگ-های فیروزه فام خود حاوی ماده آنتوسیانین است که آثار مفیدی را پدید می‌آورد و لذا زمینه مصرف وسیعی را در غنی سازی تغذیه مردم و صنایع مشروبات غیرالکلی آینده نوید می-دهد. لذا فناوری استخراج و تغلیظ این ماده از گلبرگ‌های آن که تاکنون دور ریخته می‌شدند، می‌توانند درآمد سرشار دیگری را برای زعفران کاران و ارز آوری جدیدی را برای کشور فراهم نماید. واژه آنتوسیانین برگرفته از یک واژه یونانی است و به‌گل‌هایی‌که رنگ آبی تیره دارند، اطلاق می‌شود و عبارتند از پیگمان‌هایی از گروه فلاونوئیدها که در واکوئل سلول‌های گیاهان به وجود می‌آیند و آن‌ها را می‌توان در بافت-های برگ‌ها، ساقه‌ها، ریشه، گل و میوه‌های گیاهان عالی از جمله در گلبرگ‌های زعفران مشاهده نمود (Jafari-Sales & Pashazadeh, 2020). آنتوسیانین‌ها بدون بو و قابض‌اند و به عنوان یک ماده رنگین موجب جلب حشرات به گیاهان و تسهیل در پلی نایزری آن‌ها می‌شوند کما اینکه هر ساله در دوره گل آوری مزارع زعفران، شاهد هجوم زنبوران عسل به زعفران زارهای خراسان هستیم. اما مهم ترین اثر آنتوسیانین‌ها خاصیت ضد اکسیدانی آن‌هاست که بسیار حائز اهمیت است. گلبرگ زعفران به عنوان محصول فرعی در سطح بالایی تولید می‌شود اما استفاده نمی‌شود و پس از برداشت دور ریخته می‌شود. با این حال، ارزش توجه به گلبرگ را دارد زیرا ارزان تر از کلاله است. بر اساس شواهد، بیشتر مطالعات درموردکلاله زعفران بوده و اطلاعات‌کمی در مورد گلبرگ زعفران وجود دارد (Nasab, 2019).

آفات انباری از مشکلات مهم محصولات در انبارها از برداشت تا زمان مصرف می‌باشند (Gandomi Nasrabadi et al., 2012) به طوری که خسارت این آفات روی محصولات انباری حدود ۱۰-۳۰ درصد است (Ferry et al., 2004). گونه شپشه آرد *T. confusum* آفتی است که در سراسر جهان وجود دارد به طوری که سالانه خسارت زیادی به محصولات مختلفی مانند آرد، حبوبات و غیره‌وارد می‌نماید. این آفات توان تولید مثلی بالا داشته و حفاظت از محصولات ذخیره شده، از آلودگی به آنها ضروری می‌باشد (Bagherzade et al., 2017).

شپشه آرد با نام علمی *T. confusum* سوسک کوچکی به طول سه تا چهار میلیمتر و به رنگ قهوه ای قرمز است. لاروها و حشرات کامل این گونه از انواع مختلفی از محصولات انباری ازجمله دانه های روغنی، خشکبار، دانه های غلات و آرد تغذیه کرده و علاوه بر خسارت مستقیم باعث کاهش بازارپسندی آنها می شود (Bagheri Zonouz, 2007). این حشرات نه تنها ضمن تغذیه زیان های زیادی را به محصول وارد می نمایند بلکه به علت افزایش سریع جمعیت، محصول انباری را با مدفوع و پوسته های لاروی خود آلوده کرده و از مرغوبیت آن به شدت می کاهند. همچنین حشرات کامل و لاروها از دانه های شکسته غلات نیز تغذیه می‌کنند (Bagheri Zenouz, 1997).

در سال‌های اخیر تحقیقات زیادی روی اثرات حشره‌کشی و دورکنندگی عصاره‌های گیاهی صورت گرفته و بعضی از این ترکیبات به عنوان کاندیدای مناسبی برای مدیریت آفات به خصوص در انبارها معرفی گردیده‌اند. پژوهش درباره خواص بیولوژیکی عصاره‌های گیاهی می‌تواند به شناسایی حشره کش-های زیستی جدید و سازگار با کشاورزی ارگانیک منجر شود (Bagherzade et al., 2017). تعداد زیادی ازگیاهان (۱۷۵۰۰ گونه) و متابولیت‌های ثانویه آن‌ها دارای اثرات فیزیولوژیکی و رفتاری بر بسیاری از آفات به‌خصوص آفات انباری بوده که شامل اثرات دورکنندگی، کشندگی، بازدارندگی تغذیه‌ای و تخمریزی و گاهی در مدت کوتاهی منجر به مرگ می‌شوند (Enan, 2001). حشره‌کش‌های گیاهی به‌دلیل ایمن‌تر بودن برای انسان و محیط زیست به‌عنوان جانشین جالب توجهی برای حشره‌کش‌های صنعتی در مدیریت

آفات مورد توجه قرار گرفته‌اند. در کشورهای پیشرفته حشره‌کش‌های گیاهی در تولید محصولات غذایی ارگانیک سازگار استفاده می‌شوند (Ngegba et al., 2022).

با این وجود، این ترکیبات می‌توانند نقش مهم‌تر و بزرگتری در تولید و حفاظت بعد از برداشت محصولات غذایی در کشورهای در حال توسعه هم داشته باشند (Isman, 2006). مطالعات زیادی در مورد استفاده از ترکیبات گیاهی علیه آفات انباری وجود دارند (Isman, 2006; Sriranjini & Rajendran, 2008). این ترکیبات دارای سمیت زیاد روی آفات انباری هستند (Lee et al., 2001). عصاره‌ها ممکن است فعالیت حشره‌کشی زیادی داشته باشند. عصاره ناخالص برگ تاجریزی *Solanum nigrum* L. در آب، فعالیت لاروکشی روی لارو پشه‌های کولکس، *Culex quinquefasciatus* Say دارد (Rawani et al., 2010). عصاره الکلی برگ و ساقه (Salisb)(Orchidaceae) *Vanilla fragrans* به همراه اتیل استات و بوتانول، فعالیت لاروکشی روی پشه را نشان دادند (Sun et al., 2001). اثر حشره‌کشی عصاره ریزوم و برگ گیاه زردچوبه *Curcuma longa* L. در مطالعه‌ای برای کنترل آفات انباری مورد بررسی گرفت. این محققین گزارش کردند که در عصاره این گیاه ترکیباتی مثل Thurmeronene و Meron وجود دارد که برای حشرات خاصیت دورکنندگی دارند و حتی پودر این گیاه در کنترل شپشه آرد، *T. confusum* موثر است (Khazai, 2010).

توجه و رویکرد عمومی به ترکیبات گیاهی برای کنترل با آفات انباری منجر به بررسی اثر حشره‌کشی و دورکنندگی عصاره متانولی گلبرگ زعفران روی شپشه آرد گردید. بنابراین اهداف این مطالعه، بررسی خواص حشره کشی گلبرگ زعفران و اثر دورکنندگی آن روی حشرات کامل شپشه آرد *Tribolium confusum* Jacquelin du Val. (Col. Tenebrionidae) بود. همچنین، ترکیبات شیمیایی عصاره متانولی گلبرگ زعفران تعیین شد.

مواد و روش‌ها

پرورش حشرات

شپشه آرد، *T. confusum*، از آزمایشگاه حشره شناسی، گروه گیاهپزشکی، مجتمع آزمایشگاهی زکریای رازی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهیه و کلنی اولیه آن در انکوباتور با شرایط دمای ۱±۲۷ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵± ۶۰ درصد، و تاریکی، روی محیط کشت شامل ترکیبی از ۹ قسمت وزنی آرد و ۱ قسمت مخمر پرورش داده شد.

فرایند عصاره گیری

در این پژوهش به منظور عصاره گیری ازروش ماسراسیون استفاده گردید، به این صورت که پس از جمع آوری گلبرگ‌ها در آبان ماه سال ۱۴۰۰ از مزارع زعفران شهرستان نیشابور استان خراسان رضوی، در آزمایشگاه نمونه‌ها با روش سایه خشک، خشک گردیدند و سپس با دستگاه آسیاب برقی خرد شدند. متانول به عنوان حلال انتخاب گردید. برای استخراج عصاره ابتدا ۲۰۰ گرم گیاه خرد شده به همراه ۳۰۰ میلی لیتر حلال متانول مدت ۷۲ ساعت در ظروف شیشه ای در بسته خیسانده شد پس از ۷۲ ساعت محتویات هر ظرف را با استفاده از کاغذ صافی طی دو مرتبه صاف گردید. سپس عصاره استخراج شده در دمای ۴۰ درجه سلسیوس با دستگاه تقطیر در خلا تا حد آبگیری کامل تغلیظ شد (Kim et al. 2003 a,b). عصاره تهیه شده در یخچال و درون شیشه‌های مخصوص نگهداری گردیدند. این عصاره به عنوان عصاره خالص در نظر گرفته شد و جهت تهیه محلول‌ها و غلظت‌های بعدی از این عصاره استفاده گردید.

فرایند غلظت سازی برای آزمایش سمیت عصاره متانولی زعفران

در این پژوهش ابتدا پیش تست انجام شد سپس باتوجه به نوع ترکیبات شناسایی شده در عصاره ۶ غلظت شامل ۰، ۱۰۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۱۰۰۰۰، ۵۰۰۰۰ و ۱۰۰۰۰۰ پی پی ام انتخاب گردید. برای این کار ابتدا ۳۰۰ میلی‌گرم عصاره متانولی را وزن نموده و در دمای ۴۰ درجه سلسیوس با دستگاه تقطیر در خلا، تا حداکثرمیزان تغلیظ شد (Kim et al., 2003 ab) سپس وزن

ماده خشک عصاره به دست آمد و از طریق وزن خشک به دست آمده غلظت عصاره طبق فرمول زیرمشخص گردیدوازطریق فرمول $C_1V_1=C_2V_2$ غلظت‌های‌مدنظرساخته شد.

$$V2 = \frac{\text{وزن ماده خشک}}{\text{وزن ظرف + وزن ماده خشک}} \times 100$$

سپس غلظت‌های اصلی براساس فاصله لگاریتمی انتخاب شدند.

آزمایش‌های زیست سنجی

بررسی اثر حشره کشی عصاره‌ها روی حشره کامل شپشه آرد

ابتدا سن حشرات همسان سازی شده و حشرات یک تا هفت روزه به عنوان جمعیت مادری در نظر گرفته شدند. آزمایش سمیت عصاره براساس روش Tapondjou et al. (2005) با اندکی تغییرات، روی کاغذ صافی Whatman No1 انجام شد. کاغذ صافی درکف پتری دیش پلاستیکی (به قطر۶ و ارتفاع ۱/۴ سانتی‌متر) قرار داده شد و به میزان یک میلی‌لیتر از غلظت‌های مختلف عصاره تهیه شده به کمک سمپلر روی کاغذ صافی ریخته شد. در پتری‌دیش‌های شاهد فقط از متانول خالص استفاده گردید. پس از ده دقیقه و خشک شدن سطح کاغذ صافی تعداد ۱۰ حشره کامل (۷-۱روزه) به داخل پتری دیش منتقل گردید و درپوش پتری دیشروی آن قرار گرفت و سپس اطراف آن با پارافیلم پوشانده شد. ظروف پتری در انکوباتور با شرایط دمای ۱ ± ۲۷ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵ ± ۶۰ درصد و تاریکی قرار داده شد. آزمایش در شش غلظت ۱۰۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۱۰۰۰۰، ۵۰۰۰۰ و ۱۰۰۰۰۰ پی پی و در هر تیمار با ۳ تکرار انجام شد. حشراتی که قادر به حرکت دادن پا و شاخک در اثر تحریک با سوزن نبودند، مرده در نظر گرفته شدند. شمارش تلفات ۴، ۵، ۶ و ۷ روز پس از تیمار صورت گرفت. به دلیل حذف اثر کمبود مواد غذایی در طی زمان انجام آزمایش زیست سنجی روی میزان تلفات، داخل هر پتری تعداد سه دیسک خمیر خشک شده از آرد به میزان ۳ میلی گرم قرارداده شد.

بررسی اثر دور کنندگی عصاره‌ها روی حشره کامل شپشه آرد

برای بررسی اثر دورکنندگی، آزمایش مقدماتی گذاشته شد و چهار غلظت نهایی تهیه و مجدداً استوک سازی شد. این آزمایش روش Ho & Liu (1999) انجام شد. به این ترتیب که درون پتری دیش‌هایی به قطر ۶ سانتی‌متر و ارتفاع ۱/۴ سانتی‌متر کاغذ صافی به قطر ۶ سانتی‌متر از وسط به دو نیم تقسیم شد و سپس یک نیمه از کاغذ صافی در یک میلی لیتر محلول عصاره مورد نظر (با چهار غلظت ۴/۲، ۵/۲۷، ۶/۳۴ و ۷/۴۱ درصد) و نیمه دیگر با یک میلی لیتر از حلال (متانول) آغشته شد. پس از ده دقیقه که سطح کاغذهای صافی کاملاً خشک شدند، از قسمت زیر دو نیمه کاغذ صافی با چسب به هم وصل شدند و در داخل پتری دیش قرار داده شدند. سپس، ۱۰ عدد حشره کامل آرد (۷-۱روزه) انتخاب و در مرکز کاغذ صافی در هر پتری قرارداده شدند و اطراف آن با پارافیلم پوشانده شد. ظروف پتری در انکوباتور با شرایط دمای ۱ ± ۲۷ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵ ± ۶۰ درصد و تاریکی قرار داده شد. آزمایش در چهار غلظت و در هرتیمار ۳ تکرار انجام گرفت. تعداد حشرات کامل در سمت شاهد و تیمار، ۴، ۵، ۶ و ۷ روز پس از مواجهه حشرات شمارش و شاخص دورکنندگی طبق فرمول دورکنندگی (Repellent Index)[1] و بر اساس فرمول Kogan and Goeden (1970) محاسبه شد. به دلیل حذف اثر گرسنگی روی میزان تلفات در طی زمان انجام آزمایش زیست سنجی، داخل هر پتری تعداد سه دیسک خمیر خشک شده از آرد به میزان ۳ میلی‌گرم در هر طرف تیمار و شاهد قرارداده شد.

$$RI = \frac{2G}{G+P}$$

G =تعداد حشره در ناحیه تیمار

P = تعداد حشره در ناحیه شاهد

1- Repellent Index (RI)

شناسایی ترکیبات تشکیل دهنده عصاره

شناسایی ترکیبات در آزمایشگاه شیمی آلی مجتمع آزمایشگاهی رازی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم وتحقیقات انجام شد. به منظور شناسایی ترکیبات عصاره، ابتدا از گلبرگ‌های زعفران عصاره متانولی تهیه نموده و سپس به میزان یک میلی‌لیتر از عصاره متانولی به‌دست‌آمده را به دستگاه کروماتوگرافی گازی که متصل به طیف نگار جرمی (GC/MS) مدلAgilent3223 می‌باشد تزریق شد. این دستگاه درگستره طیف جرمی از ۵۰ تا ۵۵۰ z/m، از گاز هلیوم به عنوان گاز حامل با سرعت جریان دو میلی‌متر در دقیقه و انرژی یونیزاسیون الکترون ولت تنظیم شد. این دستگاه ساخت کشورآمریکا می‌باشد. طیف‌های جرمی به دست آمده از این آزمایش را با طیف‌های استاندارد و با استفاده از منابع معتبر ازجمله کتاب (1991) Adamsتحلیل و الگوهای شکسته شدن ترکیبات شناسایی و معرفی شد. در پی تزریق عصاره متانولی گلبرگ زعفران ۲۶ پیک الکتروگرافی حاصل شد که شناسایی و میزان آن‌ها تعیین گردید.

تجزیه آماری داده‌ها

در تیمار شاهد اصلاح داده‌های درصد تلفات با استفاده ازفرمول ابوت صورت گرفت (Abbott, 1925). نرمال بودن داده‌ها توسط آزمون Shapiro-Wilk بررسی شد و بدلیل نرمال بودن داده‌ها نیاز به تغییر شکل وجود نداشت. تجزیه واریانس داده‌ها با آزمون فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. مقایسه آماری داده‌ها با استفاده از آزمون توکی در سطح احتمالی آماری ۵ درصد با نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ انجام شد.

نتایج

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که در بررسی اثر حشره کشی عصاره متانولی گلبرگ زعفران، بین زمان و غلظت‌ها تفاوت معنی داری مشاهده شد. همچنین، اثر متقابل زمان و غلظت معنی دار شد (جدول ۱).

اثر حشره کشی عصاره متانولی گلبرگ زعفران روی حشرات کامل شپشه آرد با افزایش زمان و غلظت تیمار افزایش نشان داد. به طوری‌که ۷ روز پس از تیمار ۴۸/۳۳ درصد تلفات در بیشترین غلظت آن مشاهده شد. غلظت ۱۰۰ پی‌پی‌ام بعد از گذشت ۴ روز مقدار ۳/۳۳ درصد تلفات روی حشرات کامل ایجاد کرد که با گذشت زمان و ۷ روز پس از تیمار درصد تلفات به ۱۱/۶۶ درصد رسید. با افزایش غلظت و در غلظت ۱۰۰۰۰۰ پی‌پی‌ام، درصد تلفات ۴ روز پس از تیمار ۲۱/۶۶ درصد بود که با گذشت زمان و و ۷ روز پس از تیمار درصد تلفات به ۴۸/۳۳ درصد رسید (جدول ۲).

مقادیر P در جدول ۳ نشان می‌دهد که بین حشره از نظر دور کنندگی به عصاره گلبرگ زعفران و همچنین بین غلظت‌های قرارگیری حشره مذکور در معرض عصاره گلبرگ زعفران تفاوت معنی داری در سطح ۰/۰۵ وجود دارد. در جدول ۴، نتایج دورکنندگی شپشه آرد در معرض قرار گرفتن عصاره گلبرگ زعفران بیانگر این موضوع است که عصاره خاصیت دورکنندگی روی حشرات کامل ایجاد می‌کند و این دورکنندگی ایجاد شده به دو متغیر زمان و غلظت در معرض قرار گرفتن عصاره گلبرگ زعفران بستگی دارد.

جدول ۱- تجزیه واریانس درصد تلفات عصاره متانولی گلبرگ زعفران روی حشره کامل شپشه آرد

Table 1. Analysis of the variance of the mortality percentage of the methanolic extract of saffron petals *Tribolium confusum* adults

Source	Df	Mean Square	*F*	*P*
Exposure time	3	869.792	41.066	<0.000
Concentration	5	753.958	35.597	<0.000
Exposure time * Concentration	15	40.069	1.892	0.048
Error	48	21.181		
Total	72			

جدول ۲- میانگین (± خطای معیار) درصد تلفات عصاره متانولی گلبرگ زعفران روی حشرات کامل شپشه آرد

Table 2. Mean (±SE) mortality percentage of the methanol extract of saffron petals on *Tribolium confusum* adults

Concentration (ppm)	Exposure time (day)			
	4	5	6	7
100	3.33±3.33Cb	6.66±1.66Cab	10.00±0.00Bab	11.66±1.66Da
500	8.33±1.66BCb	10.00±2.88BCab	15.00±2.88ABab	18.33±1.66CDa
1000	11.66±1.66ABCc	16.66±1.66ABCbc	20.00±0.00ABb	28.33±1.66BCa
10000	15.00±2.88ABb	18.33±3.33ABb	21.66±1.66Aab	31.66±1.66BCa
50000	20.00±2.88Ab	20.00±2.88ABb	23.33±3.33Aab	36.66±7.26Aba
100000	21.66±1.66Ab	23.33±1.66Ab	25.00±2.88Ab	48.33±1.66Aa
$F_{5,12}$, P	8.12, <0.001	6.60, 0.004	6.27, 0.004	15.37, <0.001

Means followed by the same uppercase letter in each column is not significantly different using Tukey test at $P < 0.05$. The mean followed by a small letter in each r is not significantly different using Tukey's test at P < 0.05.

شناسایی ترکیبات فرار عصاره گلبرگ زعفران

ترکیبات فرار شیمیایی موجود در گلبرگ زعفران در جدول ۵ نشان داده شده است. آنالیز شیمیایی عصاره توسط دستگاه GC-MS نشان داد که ترکیبات دارای حائز اهمیت در عصاره گلبرگ زعفران به ترتیب C8H16 (Cyclopentanepropyn-n-pr)، C8H18 (Hexzan3,3-dimethy)، C8H18 (Octanen-Octane) و C16H34 (Hexadecane) که با میزان ۴۳، ۳۳، ۱۳و ۱۱ درصد می‌باشند.

بحث

شپشه آرد یکی از آفات مهم محصولات انباری، به خصوص آرد است که باعث خسارت اقتصادی بر کمیت و کیفیت آرد می‌شود. از آنجا که استفاده از دورکننده‌ها می تواند یکی از روش‌های نوین در کنترل آفات انباری به حساب آید، در این پژوهش قدرت کشندگی و دورکنندگی عصاره گلبرگزعفران روی حشرات کامل شپشه آرد مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان می‌دهد که با افزایش غلظت عصاره گلبرگ زعفران روی حشرات کامل شپشه آرد درصد تلفات و دور کنندگی این حشرات افزایش یافت.

عصاره کلروفرمی دانه گیاه کرچک *Ricinus Communis* (Euphorbiaceae) در سه غلظت ۵/۲، ۴/۳ و ۳/۸ به ترتیب باعث ایجاد ۳۰، ۲۵و ۱۵ درصد تلفات در حشرات *Tribolium castaneum* Herbst می‌شود (Rauf & Harhap, 1991). همچنین عصاره اتانولی خرزهره *Nerium oleander* L. باغلظت ۱۱/۹۴ میکرولیتر بر سانتی متر مربع پس از دو ساعت ۳۵/۱۶ درصد و عصاره اتانولی اسطخدوس *Lavandula officinalis* Chaix کمترین درصد دورکنندگی یعنی ۵/۵ درصد در غلظت ۱/۹۹ میکرولیتر بر سانتیمتر مربع و عصاره متانولی صمغ آنغوره *Ferula assafoetida* L. در غلظت ۲۷/۷۸ میکرولیتر بر سانتی متر مربع پس از دو ساعت ۷۵/۹۸ درصد که بیشترین میزان خاصیت دور کنندگی را علیه شپشه آرد *T. castaneum* در بین این سه گونه به خود اختصاص داد (Nazemi Rafih & Moharramipour, 2008).

Braoussalis et al. (1999) عصاره‌های متانولی و CH_2Cl_2، ۱۵ گیاه جمع آوری شده از آرژانتین را به عنوان حشره کش روی *S. oryzae* بررسی کردند. عصاره‌ها در غلظت ۵ و یک درصد مورد مقایسه قرار گرفتند. عصاره‌ها *Tagetes erecta* L.و *Aristolochia Argentina* L. ،*Flaveria bidentis* L. ، *Chenopodium multifidum* L. فعالیت حشره کشی بالای ۵۰ درصد در غلظت ۵٪ نشان دادند (Gokce et al., 2006). سمیت عصاره متانولی گیاهان *Artemisia vulgaris* L.، *Chenopodium album* L.، *Heder helix* L.، *Sambucus nigral* L.، *Xanthium strumarium* L.، *Salvia officinalis* L.، *Lolium temulentom* L. و *Verbascum Songaricum* Schrenk. را روی مراحل رشدی لارو سوسک کلرادو بررسی کردند.

جدول ۳- تجزیه واریانس میزان دور کنندگی عصاره متانولی گلبرگ زعفران روی حشرات کامل شپشه آرد

Table 3. Analysis of the variance of the repellency rate of the methanolic extract of saffron petals on *Tribolium confusum adults*

Source	Df	Mean Square	*F*	*P*
Concentration	3	413.095	51.407	<0.000
Exposure time	6	115.079	14.321	<0.000
Concentration * Exposure time	18	3.836	0.477	0.958
Error	56	8.036		
Total	84			

جدول ٤- میانگین (± خطای معیار) درصد دورکنندگی عصاره متانولی گلبرگ زعفران روی حشرات کامل شپشه آرد

Table 4. Mean (±SE) repellency percentage of the methanol extract of saffron petals on *Tribolium confusum* adults

Concentration (%)	Exposure time (day)			
	4	5	6	7
4.2	10.00±0.00C	10.00±0.00A	11.66±1.66B	13.33±1.66C
5.27	11.66±1.66BC	13.33±3.33A	16.66±1.66AB	18.33±1.66BC
6.34	16.66±1.66AB	18.33±1.66A	18.33±1.66AB	23.33±1.66AB
7.41	20.00±0.00A	20.00±2.88A	21.66±1.66A	26.66±1.66A
$F_{3,8}$, P	15.16, <0.001	3.79, 0.058	6.25, 0.017	12.25, 0.002

Means followed by the same uppercase letter in each column is not significantly different using Tukey test at $P < 0.05$.

دو میلی لیتر از هر عصاره ۴۰٪ (وزن/وزن) روی لارو سن اول تا چهارم و حشره بالغ اسپری شد که تاثیر چندانی در ایجاد تلفات نداشتند و فقط عصاره *H. lupulus* روی همه مراحل حشره موثر تر بود. این عصاره موجب ایجاد ۴۰ درصد تلفات لارو سن ۴ و ۸۴ درصد تلفات لارو سن ۳ گردید LC_{50} .برای لارو سن یک تا چهار به ترتیب ۱۰، ۱۲، ۱۷ و ۴۶ درصد به دست آمد. عصاره گل پنج گونه محتوی نفتالن به عنوان ترکیب اصلی آن‌ها بود. عصاره *Magnolia salicifolia* L. محتوی چندین پلی پروپانوئید شامل متیل اوژنول اتر بود. Owusu (2001)نشان داد که عصاره‌های هگزان + ایزوپروپیل الکل برگ‌های .*Ocimum viride* Willd (Lamiaceae)برای کنترل *T. castaneum* و *S. oryzae* موثرتر بود، این گیاه فعالیت دورکنندگی تغذیه‌ای بیشتر روی حشرات کامل داشت. این عصاره تا ۱۰ روز بعد از تیمار با غلظت ۰/۱ میلی گرم در میلی لیتر، بقای حشرات را به کمتر از ۲۵ درصد کاهش داد. عصاره اتری *Calotropis procera* (Aition) Dryand (Apocynaceae) با غلظت یک درصد علیه حشره کامل شته *Lipaphis erysimi* (Kalt.) به صورت تماسی استفاده شد و درصد تلفات آن ۳۲/۲۰ درصد به دست آمد (Srivastava & Guleria, 2003).

نتایج ما با پژوهش Pascual-Villalobos & Robledo (1999) تقریبا مطابقت داشت که اثر عصاره هگزانی، استنی و متانولی قیچ را روی حشرات کامل شپشه آرد *T. castaneum* بررسی کردند و نشان دادند که عصاره متانولی قیچ روی لارو دورکننده نبود، ولی صاره هگزانی بین ۰ -۳۹ درصد خاصیت دورکنندگی داشت. در پژوهش دیگری، Asawalam (2006) اثر دورکنندگی و حشره-کشی عصاره استنی دانه فلفل سیاه *Piper guineense* (Schum and Thonn) را روی حشرات کامل Motschulsky *Sitophilus zeamais* بررسی کرد. با افزایش غلظت، درصد دورکنندگی افزایش یافت. غلظت ۵۰ میلی گرم عصاره در ۰/۲ میلی گرم استن، ۸۰-۹۵ درصد

دورکننده بود .بر اساس تحقیقات Wall و همکاران در سال ۲۰۰۰ مشخص شد عصاره بذر گیاه *Aphanamixis polystachya* (Wall.) روی حشرات بالغ شپشه آرد *T. castaneum* دارای دورکنندگی و بازدارندگی تغذیه می‌باشد. بر اساس مطالعات Fields و همکاران در سال ۲۰۰۱ مشخص شد که عصاره گیاه نخود روی شپشه آرد *T. castaneum* دارای خاصیت دورکنندگی می‌باشد (Khazai, 2010). در این آزمایش با افزایش غلظت عصاره ها، درصد دورکنندگی شپشه آرد افزایش یافت که محققین مختلفی نیز این موضوع را گزارش نموده‌اند.

سمیت و دور کنندگی عصاره گلبرگ زعفران روی حشرات کامل شپشه آرد نوید بخش کنترلی بی خطر و مناسبی برای کنترل آفات انباری است.کنترل آفات انباری بیشتر با استفاده از آفتکش‌ها و ترکیب‌های شیمیایی گازی صورت می گیرد. استفاده مکرر از این مواد طی دهه‌های متوالی باعث از بین رفتن دشمنان طبیعی، اختلال در کنترل بیولوژیکی، اثر روی موجودات غیر هدف، آلودگی محیط زیست، در خطر قرار گرفتن سلامت انسان، طغیان آفات و برو ز مقاومت در آفات هدف گردیده است (Khazai, 2010). برای آفات انباری، اولویت نخست حتی پیش از اقتصادی بودن هر فعالیت، سالم نگه داشتن محیط زیست انسان¬هاست. گیاهان عالی دارای متابولیت¬های ثانویه ای هستند که در روابط اکولوژیکی گیاه به خصوص برهم کنش گیاه و حشره نقش حیاتی داشته و گاهی باعث بروز مقاومت گیاه در مقابل حشره می شوند.

جدول ۵- ترکیبات شیمیایی موجود در عصاره گلبرگ زعفران

Table 5. Chemical compounds in saffron petal extract

Percentage	Actual capacity of kwatts	Computational capacity of kwats	Chemical name
47.87	800	787.84	octane- octane (C_8H_{18})
15.08	774.3	773	3Methyl, Heptan (C_8H_{18})
10.79	793.9	792	1ethyl,3methyl C_8H_{16}
7.47	668	672.93	3-methyl butanal ($C_5H_{10}O$)
4.50	735	732	Hexzan2.4-dimethyl (C_8H_{18})
3.95	766.5	762	Heptan, 2Methyl (C_8H_{18})
2.21	821	684.52	E-2-Octene (C_8H_{16})
1.75	1000	1017.16	Decanen-Decane ($C_{10}H_{22}$)
1.01	700	690.31	Hepthanen-Heptan (C_7H_{16})
1.01	785	769.97	2,2,5-Trimethylhexane (C_9H_{20})
0.55	830.4	823.56	Cyclopentane,propyl-n-pr (C_8H_{16})
0.45	743	740	Hexzan3,3-dimethyl (C_8H_{18})
0.24	None	1524.09	None
0.37	1400	1428.01	Tetradecane ($C_{14}H_{30}$)
0.33	1200	1235.38	Dodecane ($C_{12}H_{26}$)
0.28	791	738.11	Pentanone,2,4dimethyl ($C_7H_{14}O$)
0.22	944	971.30	5-Methyl-3-heptanone ($C_8H_{16}O$)
0.18	931	984.33	4-Methyl-3-heptanone ($C_8H_{16}O$)
0.12	954	1006.54	2-Heptenal, (E)- ($C_7H_{12}O$)
0.11	900	877.15	Nonane (C_9H_{20})
0.09	954	812.94	2-heptanol, (E) ($C_7H_{12}O$)
0.09	937	855.84	Octane2,6-dimethyl ($C_{10}H_{22}$)
0.21	None	1534.71	None
0.59	1600	1597.96	Hexadecane ($C_{16}H_{34}$)
0.30	None	1775.14	None
0.23	None	1786.73	None

بخش مهمی از این ترکیبات ترپنوئیدها هستند که در اسانس گیاهی وجود داشته و برای پستانداران کم خطر بوده و به نظر می رسد جایگزین مناسبی برای سموم شیمیایی در کنترل آفات انباری هستند تحقیقات مختلف نشان داده است که اسانس تعدادی از گیاهان اثرات حشره کشی قابل توجهی دارند (Negahban & Moharramipour, 2007). نتایج فتوشیمیایی ترکیبات شیمیایی گلبرگ زعفران وجود ترپنوئید، عصاره‌های اتیل استاتی، متانولی و آبی گلبرگ زعفران را تأیید می‌کند. وجود این ترکیبات شیمیایی خاصیت ضد باکتریایی عصاره گلبرگ زعفران را اثبات می‌کند. تحقیقات انجام شده حاکی از آن است که عصاره‌های اتیل استاتی، متانولی و آبی گلبرگ زعفران خواص ضدباکتریایی بالایی در برابر مهم ترین باکتری‌های عامل مسمومیت غذایی (استافیلوکوکوس، اورنوس، سالمونلاتیفی موریوم، باسیلوس سرئوس) نشان می‌دهند (Nasrabadi et al., 2012).

نتیجه گیری

عصاره گلبرگ زعفران روی حشرات کامل شپشه آرد سمیت ایجاد می‌کند و با افزایش غلظت و مدت زمان قرار گرفتن حشرات کامل شپشه آرد در معرض عصاره میزان تلفات این حشرات افزایش یافت. از آنجا که استفاده از دورکننده‌ها می‌تواند یکی از روش‌های نوین در کنترل آفات انباری به حساب آید، در این پژوهش قدرت دورکنندگی عصاره گلبرگ زعفران روی حشرات کامل شپشه آرد مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که با افزایش غلظت گلبرگ زعفران روی حشرات کامل شپشه آرد میزان دور کنندگی این حشرات افزاش می‌یابد. نتایج بررسی ترکیبات شیمیایی گلبرگ زعفران وجود ترپنوئید، عصاره اتیل استاتی، متانولی و آبی گلبرگ زعفران را تأیید می‌کند. وجود این ترکیبات شیمیایی خاصیت ضد باکتریایی عصاره گلبرگ زعفران را اثبات می‌کند.

سپاس‌گزاری

از حمایت‌های معنوی و امکانات فراهم شده توسط مدیریت محترم مجتمع آزمایشگاهی رازی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران وجناب آقای دکتر استادی کارشناس محترم آزمایشگاه حشره شناسی این واحد دانشگاهی تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

REFRERENCES

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

Adams, R. (1991). Volume 2, Organic Reactions. Wiley-Interscience. 470 p.

Afraze, Z., Bolandi, M., Khorshidi, M, & Mohammadi Nafchi, A. (2014). Evaluation of antioxidant activity of aqueous and alcoholic extracts (methanol, ethanol) saffron petals. *Saffron Agronomy and Technology, 2(3)*: 231-236.

Bagheri Zenoor, A. (2007). Pests and harmful factors of storage and their control management. University of Tehran, Tehran, 435 pages

Bagheri Zenouz, E. (1997). Storage Pests and Their Control, Sepehr Press.Iran (In Persian)

Bagherzade, G., Tavakoli, M., Manzari, A. & Namaei, M. (2017). Green synthesis of silver nanoparticles using aqueous extract of saffron wastages and its antibacterial activity against six bacteria. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, *7(3*): 227-233.

Broussalis, A. M., Ferraro, G. E., Martino, V. S., Pinzon, R., Coussio, J. D. & Alvarez, J. C. (1999). Argentine plants as potential source of insecticidal compounds. *Journal of Ethnopharmacology*, *67*: 219-223.

Chifundera, K., Baluku, B. & Mashimanngo, B. (1993). Phytochemical screening and Molluscicidal potency of some Zairean medicinal plants. *Pharmacological Research*, *28*: 333-340.

Enan, E. (2001). Insecticidal activity of essential oil: Octapaminergic sites of action. *Comparative Biochemistry and Physiology*, *130*: 325-337.

Fahim, N., Khoshbakht, S., Janati, F. & Feizy, J. (2012). Chemical composition of agriproduct ffron petals and its considerations as animal feed. *GIAD Journal of Food*, *37*: 197-201.

Fukuyama, Y., Ochi, M., Kasal, H. & Kodama, M. (1993). Insect growth inhibitory cardenolide glycosides from Anodendron affine. *Phytochemistry*, *32:* 297-301.

Gandomi Nasrabadi H, Azami Sarokelaei L, Misaghi A, Abbaszadeh S, Shariatifar N, Tayyar Hashtjin N. (2012). Antibacterial Effect of Aqueous and Alcoholic Extracts from Petal of Saffron (*Crocus sativus* L.) on some Foodborne Bacterial Pathogens. *Journal of Medicinal Plants*, *11 (42)*:189-196.

Gandomi Nasrabadi, H, Azami Sarokelaei, L, Misaghi, A, Abbaszadeh, S, Shariatifar, N, & Tayyar Hashtjin, N. (2012). Antibacterial effect of aqueous and alcoholic extracts from petal of saffron on some foodborne bacterial pathogens. *Journal of Medicinal Plants*, *11(42)*: 189-196.

Gökçe, A., Whalon, M. E., Cam, H., Yanar, Y., Demirtaş, I. & Gören, N. (2006). Plant extract contact toxicities to various developmental stages of Colorado potato beetles (Coleoptera:Chrysomelidae). *Annals of Applied Biology*, *149*: 197-202.

Gökçe, A., Whalon, M. E., Cam, H., Yanar, Y., Demirtaş, I. & Gören, N. 2006. Plant extract contact toxicities to various developmental stages of Colorado potato beetles (Coleoptera:Chrysomelidae). Annals of Applied Biology, *149*: 197-202.

Hadizadeh, F., Khalili, N., Hosseinzadeh, H. & Khair-Aldine, R. (2003). Kaempferol from saffron petals. *Science Direct Working Paper (S1574-0331)*: 04.

Hosseini, A., Razavi, B. & Hosseinzadeh, H. (2018a). Pharmacokinetic properties of saffron and its active components. *European Journal of Drug Metabolism and Pharmacokinetics*, *43*(4): 383-390.

Hosseini, A., Razavi, B. & Hosseinzadeh, H. (2018b). Saffron *(Crocus sativus)* petal as a new pharmacological target: a review. *Iranian Journal of Basic Medical Sciences*, *21(11)*: 1091.

Hosseinzadeh, H., Sadeghnia, H., Ghaeni, F., Abbasi, V. & Mohajeri, S. (2012). Effects of saffron and its active constituent, crocin, on recognition and spatial memory after chronic cerebral hypoperfusion in rats. *Phytotherapy Research*, 26(3): 381-386.

Isman, M. B. (2006). Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annual Review of Entomology*, *51*: *45-66*.

Isman, M. B. (2006). Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annual Review of Entomology*, *51*: 45-66.

Jafari-Sales,A. & Pashazadeh, M. (2020). Antibacterial effect of methanolic extract of saffron petal (*Crocus sativus* L.) on some standard gram positive and gram negative pathogenic bacteria in vitro. *Current Perspectives on Medicinal and Aromatic Plants*, *3(1)*: 1-7.

Kavallieratos, N. G., Nika, E. P., Golić, M., Pražić, M., Andrić, G., Skourti, A. & Papanikolaou, N. E. (2022). Impact of temperature on life history of two long-term laboratory strains of *Tribolium confusum* Jacquelin du Val (Coleoptera: Tenebrionidae) from Greece and Serbia. *Journal of Stored Products Research*, *96*: 101937.

Khazai,S. (2010). on the insecticidal effect of five plants Zinc extract of *Tribolium confusum*. Islamic Azad University, Arak branch, Iran, Master's thesis 135 pages

Kheloul, L., Kellouche, A., Bréard, D., Gay, M., Gadenne, C. & Anton, S. (2019). Trade-off between attraction to aggregation pheromones and repellent effects of spike lavender essential oil and its main constituent linalool in the flour beetle *Tribolium confusum*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, *167(9)*: 826-834.

Kianbakht, S. (2008). A systematic review on pharmacology of saffron and its active constituents. *Journal of Medicinal Plants*, *7(28)*: 1-27.

Kim, S., Park, C., Ohh, M.H., Cho, H.C., Ahn Y., Kim, S., Park, C., Ohh, M., Cho, H. & Ahn, Y., (2003a). Contact and fumigant activities of aromatic plant extracts and essential oils against *Lasioderma serricorne* (Coleoptera: Anobiidae). *Journal of Stored Products Research*, *39*: 11-19.

Kim, S., Roh, J., Kim, D., Lee, H. and Ahn, Y. (2003b). Insecticidal activities of aromatic plant extracts and essential oils against *Sitophilus oryzae* and *Callosobruchus chinensis*. *Journal of Stored Products Research*, *39(3)*: 293-303.

Kogan, M., & Goeden, R. D. (1970). The Host-Plant Range of *Lema trilineata daturaphila* (Coleoptera: Chrysomelidae). *Annals of the Entomological Society of America*, *63(4)*: 1175-1180.

Lee, S., Lee, B., Choi, W., Park, B., Kim, J. & Campbell, B. (2001). Fumigant toxicity of volatile natural products from Korean spices and medicinal plants towards the rice weevil, *Sitophilus oryzae* (L). *Pest Management Science*, *57*: 548-553.

Moshiri, M, Vahabzadeh, M. & Hosseinzadeh, H. (2015). Clinical applications of saffron (*Crocus sativus*) and its constituents: a review. *Drug Research*, *65(06)*: 287-295.

Nasab, B. (2019). Evaluation of antibacterial activities of hydroalcoholic extract of saffron petals on some bacterial pathogens. *Journal of Medical Bacteriology*, *8(5)*: 8-20.

Nazemi Rafih, J, and Moharramipour, S. (2008). The Repellency of *Nerium oleander* L., *Lavandulla officinalis* L. and *Ferula assafoetida* L. extracts on *Tribolium castaneum* (Herbst). *Iranian Medicinal and Aromatic Plants Research*, *23(4)*: 443-452.

Negahban, M. & Moharramipour, S. (2007). Efficiency of *Artemisia sieberi* and *Artemisia scoparia* essential oils on nutritional indices of *Tribolium castaneum* (Col: Tenebrionidae). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic plants*, *23(1)*: 13-22.

Ngegba, P. M., Cui, G., Khalid, M. Z., & Zhong, G. (2022). Use of botanical pesticides in agriculture as an alternative to synthetic pesticides. *Agriculture*, *12(5)*: 600.

Owusu, E. O. (2001). Effect of some Ghanaian plant components on control of two stored product insect pests of cereals. *Journal of Stored Products Research*, *37*: 85-89.

Pascual-Villalobos, M. J. & Robledo, A. (1999). Anti-insect activity of plant extracts from the wild flora in southeastern Spain. *Biochemical Systematics and Ecology*, *27 (1)*: 1-10.

Rahmani, A., Khan, A. A, & Aldebasi, Y. (2017). Saffron (*Crocus sativus*) and its active ingredients: role in the prevention and treatment of disease. *Pharmacognosy Journal*, *9(6)*: 17-23.

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

Rauf, A. & Harahap, I. S. (1991). Research on grain storage insect pests and their controls at Bogor, Indonesia. *Grain Post-harvest Programme*, pp: 29-33.

Rawani, A., Ghosh, A., & Chandra, G. (2010). Mosquito larvicidal activities of *Solanum nigrum* L. leaf extract against *Culex quinquefasciatus* Say. *Parasitology Research*, *107(5)*, 1235-1240.

Razavi, B., Imenshahidi, M., Abnous, K. & Hosseinzadeh, H. (2014). Cardiovascular effects of saffron and its active constituents: A review article. *Saffron Agronomy and Technology*, *1(2):* 3-13.

Sabbi, J., Aijaz, A., Wani, A., Kamili, N. & Mahpara, K. (2014). Distribution, chemical composition and medicinal importance of saffron (*Crocus sativus* L.). *African Journal of Plant Science*, *8(12)*: 537-545.

Scheff, D. S. & Arthur, F. H. (2018). Fecundity of *Tribolium castaneum* and *Tribolium confusum* adults after exposure to deltamethrin packaging. *Journal of Pest Science*, *91(2)*: 717-725.

Sepahi, S., Ghorani-Azam, A., Hossieni, S., Mohajeri, S. & Khodaverdi, E. (2021). Pharmacological effects of saffron and its constituents in ocular disorders from in vitro studies to clinical trials: a systematic review. *Current Neuropharmacology*, *19(3)*: 392-401.

Sharma, S. & Kumar, D. (2022). Chemical Composition and Biological Uses of *Crocus sativus* L. (Saffron). In Edible Plants in Health and Diseases. pp: 249-277, Springer.

Shaurub, E., Abou-Gharsa, G. M. & Sabbour, M. M. (2022). Sustainability of development, survivability, and biomass are a function of temperature and diet: implications in *Tribolium*

confusum (Coleoptera: Tenebrionidae) with benefits for its management strategy. *Invertebrate Reproduction & Development*, *18*: 1-9.

Srivastava, A. & Guleria, S. (2003). Evaluation of botanicals for mustard aphid, *Lipaphis erysimi* (Kalt.) control in Brassica, *Himachal Journal of Agricultural Research*, *29*: 116-118.

Sun, R., Sacalis, J. N., Chin, C.-K., & Still, C. C. (2001). Bioactive aromatic compounds from leaves and stems of *Vanilla fragrans*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *49(11)*: 5161-5164.

Tapondjou, L. A., Adler, C., Fontem, D. A., Bouda, H. and Reichmuth, C. (2005). Bioactivities of Cymol and essential oils of *Cupressus sempervirens* and *Eucalyptus saligna* against *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Tribolium confusumdu* val. *Journal of Stored Products Research, 41*: 91-102.

Xing, B., Li, S., Yang, J., Lin, D., Feng, Y., Lu, J., & Shao, Q. (2021). Phytochemistry, pharmacology, and potential clinical applications of saffron: A review. *Journal of Ethnopharmacology*, *281*:114555.

Yao, J., Chen, C., Wu, H., Chang, J., Silver, K., Campbell, J., Zhu, F. & Kun Y. (2019). Differential susceptibilities of two closely-related stored product pests, the red flour beetle) Differential susceptibilities of two closely-related stored product pests, the red flour beetle (*Tribolium castaneum*) and the confused flour beetle (*Tribolium confusum*), to five selected insecticides. *Journal of Stored Products Research*, *84*: 101-108.

© 2023 by the authors. Licensee SCU, Ahvaz, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license) (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/.

Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture)
46(2), Summer, 2023

10.22055/ppr.2023.43546.1689

Investigating the insecticidal and repellent activity of *Crocus sativus* petal on *Tribolium confusum* (Col. Tenebrionidae) adults and its chemical constituents

S.M. Mollanoroozi [1]*, A.H. Eghbalian [2], S. Imani [3]

1. ***Corresponding Author:** M.Sc. Graduate of Agricultural Entomology, Faculty of Agriculture, Buali Sina University, Hamedan, Iran (dr.smm2015@gmail.com)
2. Assistant Professor of Plant Protection Department, Faculty of Agriculture, Buali Sina University, Hamedan, Iran
3. Assistant Professor of Plant Protection Department, Faculty of Agriculture, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Received: 20 April 2023 Accepted: 4 August 2023

Abstract

Background and Objectives

Saffron (*Crocus sativus*) petals are used as an organic agent in agricultural industries. In the present study, the insecticidal activity and repellent effect of the saffron plant petal extract was investigated on the confused flour beetles (*Tribolium confusum* Jacquelin du Val.). Storage pests are one of the important issues of storing products from harvest to consumption contributing to 10-30% of damages to the products. The flour bug *T. confusum* is a pest found all over the world, causing great damage to various crops such as flour, beans, etc. every year. These pests have a high reproduction rate and it is necessary to protect the stored products from their contamination. In recent years, many studies have been conducted on the insecticidal and repellent effects of plant essential oils, and some of these compounds have been introduced as suitable candidates for pest management, especially in warehouses. Research on the biological properties of plant essential oils can lead to the identification of new biological insecticides compatible with organic agriculture. A large number of plants (17,500 species) and their secondary metabolites have physiological and behavioral effects on many pests, especially storage pests, such as repellent effects, respiratory effects, and inhibition of nutrition and spawning. In some cases, plant insecticides function as an interesting substitute for industrial insecticides in pest management as a safer option for humans and the environment. In terms of agricultural pest management, plant insecticides have been adapted as the best option to preserve organic food products in developed countries.

Materials and Methods

Maceration method was used for extraction, and methanol was applied as a solvent. After 72 hours, the contents of each container were filtered twice using filter paper and the resulting extract was stored in the refrigerator. The experiments were carried out at 27±1°C, 65±5% relative humidity, and in the dark. The *T. confusum* was obtained from the Entomology Laboratory of the Department

of Plant Medicine, Zakaria Razi Laboratory, Islamic Azad University, Science and Research Unit. For the fumigant toxicity, the adults were exposed to 100, 500, 1000, 10000, 50000 and 100000 ppm of methanol extract of saffron and mortality rate was recorded 4, 5, 6 and 7 days after exposure. While, for the repellency test, the adults were exposed to the concentrations of 4.2, 5.27, 6.34 and 7.41% and the repellency was checked 4, 5, 6 and 7 days after exposure.

Results

Saffron flower petals extract caused fumigant toxicity in *T. confusum* adults. According to the analysis of statistics, the mortality rate increased with increasing concentration and exposure time. In addition, the mean repellency of saffron petal extract against adults when exposed to the concentrations of 4.20, 5.27, 6.34, and 7.41% was 13.33, 18.33, 23.33, and 26.66 % respectively. The chemical analysis of the extract by GC MS device showed that the main volatile compounds in the saffron petal extract were C8H16 (Cyclopentane Propyl npr), C8H18 (Hexane 3, 3 dimethyl), C8H18 (Octane Octane) and C16H34 (Hexadecane).

Discussion

Saffron petal extract causes fumigant toxicity in *T. confusum* adults, and mortality increases with increasing concentration and duration of exposure to the extract. Since repellents can be considered as one of the new methods in controlling stored-products insect pests, the repellency of saffron petal extract was evaluated in *T. confusum* adults. The repellency of saffron petal extract on *T. confusum* adults increased with increased time of exposure. The chemical compounds of saffron petals confirm the presence of terpenoids, ethyl acetate, methanol, and aqueous extract of saffron petals. The presence of these chemical compounds proves the antibacterial properties of saffron petal extract.

Keywords: plant extract, protection of storage products, GC-MS

Associate editor: M. Ziaee (Ph.D.)

Citation: Mollanoroozi, S.M., Eghbalian, A.H. & Imani, S. (2023). Investigating the insecticidal and repellent activity of *Crocus sativus* petal on *Tribolium confusum* (Col. Tenebrionidae) adults and its chemical constituents. *Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture)*, *46*(2), 43-55. https://doi.org/10.22055/ppr.2023.43546.1689.