تحقیقات آفات گیاهی
۱۴۰۰ -۱۱(۴): ۵۱ -۶۱

علمی پژوهشی

# اثرات امولسیون سیر و دماهای پایین در کنترل شپشه قرمز آرد *Tribolium castaneum* (Col.: Tenebrionidae)

**فاطمه نصراللهی[۱]، مجتبی قانع جهرمی[۱]، امین صدارتیان جهرمی[۱*] و حمیده صحرائیان[۲]**

۱- گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران، ۲- سازمان حفظ نباتات استان فارس، شیراز، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۲/۱۶)

## چکیده

حفاظت از محصولات کشاورزی انبار شده در برابر حمله آفات، همواره به‌عنوان یکی از مشکلات اصلی جوامع بشری مطرح بوده است. با توجه به مشکلات ناشی از به‌کارگیری حشره‌کش‌های شیمیایی، اولویت اصلی در مدیریت آفات انباری، یافتن جایگزین‌های مناسب برای این ترکیبات می‌باشد. در پژوهش حاضر، اثرات کشندگی عصاره روغنی سیر (سیرینول®) و دماهای صفر و دو درجه سلسیوس در بررسی‌های جداگانه و تلفیقی روی حشرات بالغ شپشه قرمز آرد *Tribolium castaneum* (Herbst) مورد ارزیابی قرار گرفت. بررسی‌های اثرات کشندگی عصاره روغنی سیر در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی و در شرایط آزمایشگاهی با دمای ۱±۲۷ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۶۵ درصد و تاریکی کامل انجام پذیرفت. بر مبنای تجزیه پروبیت نتایج به‌دست آمده، مقدار $LC_{50}$ سیرینول® بعد از گذشت ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت برای حشرات بالغ *T. castaneum* به‌ترتیب برابر با ۷۱/۶۱، ۶۶/۹۶ و ۶۱/۲۰ میکرولیتر بر لیتر محاسبه شد. مدت زمان لازم برای از بین بردن ۵۰ درصد حشرات مورد مطالعه ($LT_{50}$) در دماهای صفر و دو درجه سلسیوس نیز به‌ترتیب برابر با ۸۲/۱۷ و ۱۰۷/۱۵ ساعت به‌دست آمد. در تیمارهای تلفیقی، میزان تلفات حشرات مورد مطالعه در دو حالت استفاده از غلظت $LC_{50}$ سیرینول® و قرارگیری حشرات بالغ به‌مدت ۲۴، ۴۸، ۷۲، ۹۶ و ۱۲۰ ساعت در دمای صفر درجه سلسیوس و قرارگیری حشرات بالغ در دمای صفر درجه سلسیوس به‌مدت ۸۲ ساعت و تیمار با غلظت‌های ۶۰، ۶۵، ۷۰، ۷۵ و ۸۰ میکرولیتر بر لیتر سیرینول® مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج به‌دست آمده نشان داد که امولسیون روغنی سیرینول® و دماهای پایین مورد مطالعه قادر به ایجاد تلفات در جمعیت حشرات بالغ شپشه قرمز آرد می‌باشند. علاوه بر این، استفاده تلفیقی از این روش‌ها نیز تأثیر مطلوبی در کاهش جمعیت حشرات مورد مطالعه داشت. یافته‌های ارائه شده در این پژوهش می‌تواند به‌منظور کاهش اثرات نامطلوب سموم شیمیایی در برنامه‌های مدیریتی شپشه قرمز آرد مورد استفاده قرار گیرد.

**واژه‌های کلیدی:** آفات انباری، آفت‌کش‌های گیاهی، اثرات تلفیقی، برهم‌کنش، کنترل فیزیکی

* نویسنده مسئول: Sedaratian@gmail.com; Sedaratian@yu.ac.ir

**مقدمه**

حشرات راسته سخت‌بال‌پوشان Coleoptera با دارا بودن توانایی تغذیه از محصولات انباری مختلف در دو مرحله لاروی و بالغ، همواره به‌عنوان آفات انباری مهم مطرح بوده‌اند (Heidari *et al*., 2016). در این میان، بالاترین میزان خسارت به بذور انبار شده توسط گونه‌های مختلف دو جنس *Tribolium* و *Sitophilus* ایجاد می‌شود (Dal Bello *et al*., 2011). در ایران نیز هر ساله محصولات کشاورزی در انبارها به وسیله آفات و سایر عوامل زیان‌آور مورد حمله قرار گرفته و بخش قابل توجهی از فرآورده‌های انباری از بین می‌روند. شپشه قرمز آرد *Tribolium castaneum* (Herbst) از جمله گونه‌های مهم و خسارت‌زای محصولات انباری می‌باشد که لاروها و حشرات بالغ آن با تغذیه از محصولات مختلف، علاوه بر کاهش کمیت محصول، با تولید فضولات موجب کاهش کیفیت آن نیز می‌شوند (Atta *et al*., 2020).

در حال حاضر، بیش‌ترین تأکید در مبارزه علیه آفات انباری استفاده از ترکیبات شیمیایی می‌باشد که متأسفانه تکیه بیش از حد به این روش منجر به بروز مشکلات متعدد نظیر پیدایش جمعیت‌های مقاوم (Riebeiro *et al*., 2003)، ایجاد بقایای سمی روی فرآورده‌های انباری، مسمومیت مصرف‌کنندگان و افزایش هزینه‌های انبارداری شده است (Jbilou *et al*., 2006). در چنین شرایطی، نیاز به انجام بررسی‌های گسترده به‌منظور یافتن روش‌های ایمن، پایدار و اقتصادی بیش از پیش احساس می‌شود. استفاده از ترکیبات گیاهی، روش‌های کنترل فیزیکی و برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات از جمله مواردی است که در سال‌های اخیر به‌منظور کاهش اثرات نامطلوب ترکیبات شیمیایی، به‌صورت ویژه‌ای مورد توجه پژوهشگران مختلف قرار گرفته است.

ترکیبات گیاهی از جمله موادی می‌باشند که سابقه‌ای دیرینه در کنترل آفات انباری دارند. بسیاری از این ترکیبات علاوه بر دارا بودن خاصیت حشره‌کشی، عامل ایجاد مقاومت در گیاهان نسبت به آفات مختلف نیز می‌باشند (Keita *et al*., 2001; Papachristos and Stamopoulos, 2002). سیر *Allium sativum* (L.) گیاهی است که علاوه‌بر دارا بودن خواص دارویی متعدد، خاصیت حشره‌کشی قابل توجهی نیز دارد (Fields *et al*., 2001). این گیاه به واسطه دارا بودن خواص ضدتغذیه‌ای، باکتری‌کشی، قارچ‌کشی و نماتدکشی نیز مورد توجه پژوهشگران مختلف قرار گرفته است (Loth *et al*., 2007). از جمله پژوهش‌های صورت گرفته در ارتباط با ارزیابی خصوصیات حشره‌کشی ترکیبات مشتق شده از گیاه سیر می‌توان به تحقیق امیری بشلی (Amiri-Besheli, 2009) روی پروانه مینوز مرکبات *Phyllocnistis citrella* (Stainton.) اشاره نمود. در مطالعه‌ای دیگر، قانع جهرمی و همکاران (Ghane-Jahromi *et al*., 2012) اثرات دورکنندگی امولسیون سیر را روی سوسک توتون *Lasiodema serricorne* (F.) و شپشه قرمز آرد *T. castaneum* بررسی کردند. در پژوهش صورت گرفته توسط رحمان و موتویاما (Rahman and Motoyama, 2000) خاصیت دورکنندگی سیر علیه شپشه قرمز آرد و شپشه ذرت مورد مطالعه قرار گرفت.

کاربرد روش‌های فیزیکی مختلف مانند پرتوتابی، استفاده از دماهای پایین و بالا و غیره نیز از جمله روش‌هایی هستند که همواره به‌منظور کاهش اثرات سوء ناشی از مصرف ترکیبات شیمیایی مدنظر پژوهشگران مختلف قرار داشته‌اند. قرار گرفتن حشرات در معرض دماهای پایین موجب کاهش میزان تنفس و مختل شدن چرخه زیستی آن‌ها می‌شود (Neven, 2003). میزان حساسیت حشرات نسبت به دماهای پایین تا حد زیادی بین گونه‌های مختلف و مراحل مختلف زندگی آن‌ها متفاوت می‌باشد. علاوه بر این، دمای مورد استفاده، مدت زمان قرارگیری در دمای پایین، جنسیت حشرات و هم‌چنین، رطوبت نسبی محیط نیز از جمله عوامل تأثیرگذار بر کارایی این روش می‌باشند (Mason and Strait, 1998). از جمله پژوهش‌های صورت گرفته در خصوص ارزیابی اثرات دماهای پایین به‌منظور کنترل آفات انباری می‌توان به بررسی‌های صورت گرفته توسط سالها و همکاران (Salha *et al*., 2007) اشاره نمود. در این پژوهش، اثر دمای ۶ درجه سلسیوس روی مرگ و میر

حشرات بالغ دو گونه شپشه ذرت و سوسک دانه‌ریز غلات مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج به‌دست آمده نشان داد که میزان تلفات حشرات بالغ شپشه ذرت پس از ۳۳ و ۴۳ روز قرارگیری در معرض دمای پایین به‌ترتیب برابر با ۸۸/۵ و ۱۰۰ درصد بوده است. حشرات بالغ سوسک دانه‌ریز غلات نیز بعد از ۱۶ و ۳۳ روز قرارگیری در دمای مذکور، به‌ترتیب ۸۸/۷۵ و ۱۰۰ درصد تلفات داشتند. در پژوهشی دیگر، با قرار دادن شپشه گندم و شپشه دندانه‌دار برنج در دمای ۵ درجه سلسیوس به مدت ۶ هفته، مشخص شد که حساسیت شپشه دندانه‌دار برنج در مقایسه با شپشه گندم در برابر سرما بیش‌تر است (Mignon *et al*., 1996).

استفاده از روش‌های سازگار با یکدیگر در قالب برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات از جمله روش‌هایی است که در سال‌های اخیر مورد توجه پژوهشگران مختلف قرار گرفته است. در زمینه کنترل تلفیقی آفات انباری، قاسم‌زاده و همکاران (Ghasemzaddeh *et al*., 2011) اثر ترکیبی امواج ماکروویو و دماهای پایین را روی حشرات بالغ شپشه دندانه‌دار برنج و شپشه برنج بررسی کردند. بر اساس نتایج، تلفیق امواج مایکروویو و دماهای پایین کنترل مناسب‌تر آفات مذکور را در پی داشت.

نکته قابل توجه در استفاده هم‌زمان از روش‌های مختلف در قالب برنامه‌های مدیریت تلفیقی، انجام بررسی‌های دقیق در ارتباط با ارزیابی برهم‌کنش‌های ممکن و کارایی روش‌های مورد استفاده در کنار یکدیگر می‌باشد. از جمله روش‌های تلفیقی که به نظر می‌رسد در کنترل آفات انباری از کارایی مناسبی برخوردار است، استفاده از ترکیبات گیاهی در کنار دماهای پایین است (Chen *et al*., 2002; Kim *et al*., 2003; Tapondjou *et al*., 2005). مطالعه منابع موجود نشان می‌دهد که تاکنون ارزیابی جامعی در ارتباط با کنترل تلفیقی شپشه قرمز آرد با استفاده هم‌زمان از ترکیبات گیاهی و دماهای پایین صورت نگرفته است؛ بنابراین، پژوهش حاضر به‌منظور ارزیابی اثرات امولسیون روغنی سیر (سیرینول®) و دماهای پایین صفر و دو درجه سلسیوس در تیمارهای جداگانه و تلفیقی، انجام پذیرفت. نتایج حاصل از پژوهش حاضر می‌تواند در برنامه‌های مدیریتی آفات انباری به‌ویژه شپشه قرمز آرد مورد استفاده قرار گیرد.

## مواد و روش‌ها

### جمع‌آوری حشرات و شناسایی شپشه قرمز آرد

حشرات بالغ شپشه آرد از انبارهای آرد استان فارس (شهر شیراز) جمع‌آوری شده و به آزمایشگاه حشره‌شناسی گروه گیاه‌پزشکی دانشگاه یاسوج منتقل شدند. در آزمایشگاه، نمونه‌های جمع‌آوری شده به‌دقت با استفاده از استریومیکروسکوپ بررسی شده و شناسایی گونه‌ها با استفاده از کلید ارائه‌شده توسط رس (Ress, 2007) صورت پذیرفت.

### تشکیل کلنی آزمایشگاهی شپشه قرمز آرد

برای پرورش شپشه قرمز آرد از ظروف شیشه‌ای دهان گشاد با حجم یک لیتر استفاده شد. به‌منظور ایجاد تهویه، روی دهانه این ظروف پارچه توری حریر نصب شد. در تغذیه حشرات از آرد گندم استفاده شد. آردهای مورد استفاده قبل از استفاده در آزمایش‌ها به‌منظور عاری شدن از عوامل ناخواسته و به‌ویژه کنه‌های انباری، به‌مدت ۷۲ ساعت در دمای ۱۰- درجه سلسیوس نگهداری شدند. در هر ظرف پرورش ۵۰۰ گرم آردگندم قرار داده شد. سپس، ۱۰۰ عدد حشره بالغ شپشه آرد داخل ظروف رهاسازی شد. حشرات بالغ رهاسازی شده در هر ظرف، پس از تغذیه شروع به جفت‌گیری و تخم‌ریزی نمودند. با گذشت زمان و افزایش تعداد حشرات درون هر ظرف، تعدادی از حشرات از ظروف پرورش جداسازی شده و به ظروف جدید که حاوی مقدار کافی آردگندم بودند، منتقل شدند. کلنی‌های مذکور در دمای ۱±۲۷ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۶۵ درصد و تاریکی کامل نگهداری شدند.

### امولسیون روغنی مورد استفاده

در پژوهش حاضر، از امولسیون روغنی سیر با نام تجاری سیرینول® ساخت شرکت کیمیا سبزآور ایران استفاده شد. مواد تشکیل‌دهنده این فرمولاسیون شامل آلیسین و سایر ترکیبات آلی گوگردی (۵ درصد)، روغن‌های خوراکی (۷۵ درصد) و مواد پخش‌کننده و نگهدارنده (۲۰ درصد) بود.

شکل ظاهری این امولسیون به‌صورت مایع غلیظ سبز رنگ و با بوی سیر می‌باشد که در ترکیب با آب، امولسیونی پایدار تشکیل می‌دهد. $LD_{50}$ گوارشی این ترکیب بیش از ۵۰۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن موش گزارش شده است و بنابراین، برای انسان عملاً غیرسمی است.

## ارزیابی اثرات سیرینول® روی حشرات بالغ شپشه قرمز آرد

آزمایش‌های زیست‌سنجی بر اساس روش پیشنهادی رابرتسون و همکاران (Robertson *et al.*, 2007) و در شرایط محیطی بیان‌شده انجام پذیرفت. غلظت‌های مورد استفاده شامل ۵۰، ۵۵، ۶۰، ۶۵، ۷۰، ۷۵ و ۸۰ میکرولیتر بر لیتر بود. انتخاب این غلظت‌ها بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از بررسی‌های مقدماتی و ایجاد مرگ و میر ۲۰ تا ۸۰ درصدی در جمعیت حشرات مورد مطالعه صورت گرفت. در تیمار شاهد نیز از آب مقطر استفاده شد. آزمایش‌ها در هر غلظت ۴ بار تکرار شده و در هر تکرار نیز ۱۰ حشره بالغ با طول عمر کم‌تر از ۲۴ ساعت مورد مطالعه قرار گرفت. روش زیست‌سنجی استفاده شده در این پژوهش، آغشته‌سازی کاغذ صافی بود. در این روش، کاغذهای صافی آغشته به غلظت‌های مختلف سیرینول® پس از خشک شدن داخل ظروف پتری به قطر ۸ سانتی‌متر قرار داده شدند و سپس، تعداد ۱۰ عدد حشره بالغ شپشه قرمز آرد با طول عمر حداکثر ۲۴ ساعت درون هر ظرف پتری رهاسازی شد. به‌منظور تغذیه حشرات مورد مطالعه، مقدار ۱ گرم آرد گندم نیز پس از توزین درون هر ظرف قرار گرفت. پتری‌ها به دستگاه انکوباتور با دمای ۱±۲۷ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۶۵ درصد و تاریکی کامل منتقل شدند. میزان تلفات حشرات بالغ در هر غلظت پس از ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت ثبت شد.

## بررسی اثرات دماهای پایین روی حشرات بالغ شپشه قرمز آرد

در این بررسی، اثر دماهای صفر و دو درجه سلسیوس در زمان‌های مختلف ۲۴، ۴۸، ۷۲، ۹۶، ۱۲۰ و ۱۴۴ ساعت روی حشرات بالغ شپشه قرمز آرد با طول عمر کم‌تر از ۲۴ ساعت آزمایش شد. در هر زمان ۴ تکرار در نظر گرفته شد و در هر تکرار نیز تعداد ۱۰ عدد حشره بالغ درون ظروف پتری با قطر ۸ سانتی‌متر قرار گرفتند. مقدار یک گرم آرد گندم نیز درون هر ظرف پتری قرار داده شد. سپس، ظروف حاوی حشرات درون انکوباتورهای جداگانه با دماهای صفر و دو درجه سلسیوس قرار داده شده و زمان‌های مختلف قرارگیری در دمای پایین اعمال شد. پس از سپری شدن مدت زمان مذکور، میزان تلفات حشرات تیمار شده ثبت شد. تیمار شاهد در دمای ۲۷ درجه سلسیوس مورد ارزیابی قرار گرفت.

## اثرات تلفیقی سرما و سیرینول® روی حشرات بالغ شپشه قرمز آرد

بررسی‌های این مرحله با استفاده از نتایج آزمایش‌های قبلی، بر اساس $LT_{50}$ محاسبه‌شده در دمای صفر درجه سلسیوس (۸۲ ساعت) و $LC_{50}$ محاسبه‌شده برای سیرینول® پس از گذشت ۲۴ ساعت (۷۱/۶۱ میکرولیتر بر لیتر) انجام شد. در آزمایش اول، ابتدا حشرات بالغ شپشه قرمز آرد (۱۰ عدد حشره با طول عمر کم‌تر از ۲۴ ساعت در هر تکرار) با استفاده از روش آغشته‌سازی کاغذصافی در معرض غلظت $LC_{50}$ سیرینول® (۷۱/۶۱ میکرولیتر بر لیتر) قرار گرفته و سپس، به‌مدت ۲۴، ۴۸، ۷۲، ۹۶ و ۱۲۰ ساعت در دمای صفر درجه سلسیوس نگهداری شدند. حشرات در هر تیمار پس از پایان مدت زمان قرارگیری در دمای صفر درجه سلسیوس از این دما خارج شده و به دستگاه انکوباتور با دمای ۱±۲۷ درجه سلسیوس منتقل شدند. میزان تلفات حشرات مورد مطالعه پس از ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت ثبت شد. در تیمار شاهد این مرحله، حشرات مورد مطالعه تنها با سیرینول® تیمار شده و هیچ‌گونه تیمار سرمایی برای آن‌ها اعمال نشد. در بررسی‌های این مرحله نیز مقدار ۱ گرم آردگندم برای تغذیه حشرات بالغ درون ظروف پتری قرار داده شد.

در آزمایش دوم، ابتدا حشرات به‌مدت ۸۲ ساعت در دمای صفر درجه سلسیوس قرار گرفته ($LT_{50}$) و سپس، به ظروف حاوی کاغذهای صافی آغشته به غلظت‌های ۶۰، ۶۵، ۷۰، ۷۵ و ۸۰ میکرولیتر بر لیتر سیرینول® منتقل شدند. مقدار ۱ گرم آرد گندم نیز به‌منظور تغذیه آن‌ها در هر ظرف پتری قرار داده شد. در تیمار شاهد نیز حشرات تنها تیمار سرمایی را تحمل نموده و هیچ غلظتی از سیرینول® استفاده نشد. در

بررسی‌های این مرحله نیز میزان تلفات حشرات بالغ پس از ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت ثبت شد.

## تجزیه و تحلیل داده‌ها

مقادیر $LC_{50}$ ترکیب گیاهی سیرینول® و $LT_{50}$ در دماهای صفر و دو درجه سلسیوس با استفاده از تجزیه پروبیت و نرم افزار آماری SPSS (ver. 19) محاسبه شدند. در بررسی نتایج به‌دست آمده در بخش تلفیقی، از آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه (One-way ANOVA) استفاده شد. در صورت مشاهده اختلاف معنی‌دار میان تیمارهای مختلف مورد مطالعه، گروه‌بندی میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی و در سطح احتمال ۱ درصد انجام پذیرفت. تجزیه و تحلیل نتایج به‌دست آمده در آزمایش‌های تلفیقی نیز با استفاده از نسخه ۱۹ نرم‌افزار آماری SPSS صورت پذیرفت.

## نتایج و بحث

### ارزیابی اثرات کشندگی سیرینول® روی حشرات بالغ شپشه قرمز آرد

نتایج حاصل از ارزیابی اثرات کشندگی امولسیون روغنی سیر پس از ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت در جدول ۱ نشان داده شده است. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، رابطه رگرسیونی بین لگاریتم غلظت و پروبیت درصد تلفات در زمان‌های ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت به‌ترتیب با معادله‌های ۱۳/۹۴۳ $y= ۱۰/۲۱۲\ x -$ ۱۵/۰۷۴، $y= ۱۰/۰۸۶x -$ ۱۳/۴۱۶ و $y=$ ۱۱/۱۴۷ مشخص می‌شوند. در این رابطه‌ها، $x$ لگاریتم غلظت سیرینول® و $y$ پروبیت درصد تلفات حشرات بالغ شپشه قرمز آرد است. علاوه بر این، مقادیر $P$ محاسبه شده نشان می‌دهند که اگرچه مدل پروبیت برازش قابل قبولی با داده‌های محاسبه‌شده داشته است، اما میزان برازش با افزایش زمان کاهش داشته است. هم‌چنین، نتایج حاصل از این پژوهش نشان می‌دهند که با افزایش زمان آزمایش، بر میزان سمیت سیرینول® اضافه شده و مقادیر محاسبه شده $LC_{50}$ کاهش یافته است (جدول ۱). در تیمار شاهد، در تمام زمان‌های بررسی هیچ تلفاتی ثبت نشد. کم‌ترین میزان تلفات در غلظت ۵۰ میکرولیتر بر لیتر سیرینول® و با میزان ۷/۵، ۱۲/۵ و ۱۷/۵ درصد پس از به‌ترتیب ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت ثبت شد. با افزایش غلظت مورد استفاده، درصد تلفات حشرات تیمار شده نیز افزایش یافته و بالاترین میزان تلفات پس از استفاده از غلظت ۸۰ میکرولیتر بر لیتر ثبت شد (به‌ترتیب ۷۲/۵، ۸۲/۵ و ۹۲/۵ درصد پس از ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت).

در مطالعه صورت گرفته توسط ایسمان (Isman, 2000) مشخص شد که امولسیون روغنی سیر تلفات قابل توجهی در جمعیت تخم‌های شپشه آرد ایجاد می‌نماید. علاوه بر این، این پژوهشگر بیان می‌کند که با افزایش غلظت امولسیون روغنی مورد استفاده، درصد کشندگی نیز افزایش می‌یابد. در پژوهشی دیگر، مشخص شد که میزان تلفات لاروهای شپشه آرد نیز با افزایش غلظت پودر سیر افزایش می‌یابد (Rahmani *et al.*, 2011). به‌علاوه، بیش‌ترین میزان مرگ و میر لاروها نیز در بالاترین زمان بررسی (۷۲ ساعت) ثبت شد. با توجه به نتایج تحقیق حاضر و آن‌چه که

جدول ۱- برآورد $LC_{50}$ و پارامترهای وابسته امولسیون سیر علیه حشرات بالغ شپشه قرمز آرد *Tribolium castaneum*

Table 1. Estimation of $LC_{50}$ and related parameters of garlic emulsion on the adult of *Tribolium castaneum*

| Times (h.) | $LC_{50}$ (µl/l) | | | $LC_{95}$ (µl/l) | | | $\chi^2$ (*df*) | Intercept (*a*) | Slope (*b*) | $P_{val}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Lower | Estimate | Upper | Lower | Estimate | Upper | | | | |
| 24 | 68.93 | 71.61 | 75.20 | 94.05 | 103.76 | 122.31 | 0.83 (5) | -13.94 | 10.21 | 0.96 |
| 48 | 64.55 | 66.96 | 69.71 | 89.31 | 97.47 | 112.40 | 1.86 (5) | -13.42 | 10.09 | 0.87 |
| 72 | 61.01 | 63.20 | 65.38 | 82.86 | 88.77 | 98.76 | 3.36 (5) | -15.07 | 11.15 | 0.65 |

توسط سایر پژوهشگران گزارش شده است، مشخص می‌شود که اولاً ترکیبات استخراج شده از سیر به خوبی قادر به از بین بردن مراحل مختلف رشدی شپشه قرمز آرد می‌باشند و ثانیاً، کارآیی این ترکیبات با افزایش زمان رابطه‌ای مستقیم داشته و نه تنها گذشت زمان کاهش اثرات کشندگی را موجب نمی‌شود، بلکه افزایش قابل‌توجه درصد تلفات در مراحل مختلف رشدی نیز قابل توجه می‌باشد. این مسأله هم‌سو با یافته‌های قانع جهرمی و همکاران (Ghane-Jahromi *et al.*, 2013) می‌باشد. در پژوهش صورت گرفته توسط هو و همکاران (Ho *et al.*, 1996) نیز بدین مسأله اشاره شد که حشرات بالغ شپشه قرمز آرد نسبت به عصاره استخراج شده از سیر حساس می‌باشند. علاوه بر این، این پژوهشگران بیان می‌کنند که این آفت حساسیت بیش‌تری نسبت به عصاره سیر در مقایسه با آفاتی مانند شپشه ذرت و سوسک توتون دارد. چنین به نظر می‌رسد که تحرک بالاتر شپشه قرمز آرد در مقایسه با سایر آفات انباری، موجب افزایش میزان حساسیت این آفت نسبت به ترکیبات گیاهی می‌شود. علاوه بر کشندگی، اثرات دورکنندگی سیر روی شپشه قرمز آرد نیز بسیار قابل توجه می‌باشد (Rahman and Schmid, 1999). رحمان و اشمیت (Rahman and Schmid, 1999) وجود آلیسین در عصاره استخراج‌شده از سیر را دلیل اصلی خواص دورکنندگی و کشندگی این گیاه روی آفات انباری گزارش نموده‌اند.

## ارزیابی اثرات کشندگی دماهای پایین روی حشرات بالغ شپشه قرمز آرد

جدول ۲ ارائه‌دهنده اطلاعات مربوط به آزمایش‌های زیست‌سنجی و تعیین مقادیر $LT_{50}$ دو دمای صفر و دو درجه سلسیوس می‌باشد. ثبت میزان تلفات در دمای صفر درجه سلسیوس پس از ۴۸ ساعت اتفاق افتاد (۱۰ درصد). در این دما نیز با افزایش مدت زمان قرارگیری در معرض دماهای پایین، بر میزان تلفات افزوده شده و بیش‌ترین درصد تلفات در زمان ۱۴۴ ساعت ثبت شد (۱۰۰ درصد). میزان تلفات ثبت‌شده در این دما پس از گذشت ۷۲، ۹۶ و ۱۲۰ ساعت نیز به‌ترتیب برابر با ۳۰، ۵۷/۵۰ و ۹۵ درصد بود. مقدار $LT_{50}$ در دمای صفر درجه سلسیوس با استفاده از درصد تلفات ثبت شده پس از ۴۸، ۷۲، ۹۶ و ۱۲۰ ساعت محاسبه شد. شایان ذکر است که در این مرحله، داده‌های مربوط به درصد تلفات پس از ۲۴ و ۱۴۴ ساعت به‌دلیل آن‌که خارج از محدوده مناسب برای استفاده در مدل پروبیت می‌باشند، مورد استفاده قرار نگرفتند. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، رابطه رگرسیونی میان لگاریتم زمان و پروبیت درصد تلفات در دمای صفر درجه سلسیوس با معادله $y = ۶/۶۷۹\ x - ۷/۷۸۹$ نشان داده می‌شود.

محاسبه مقدار $LT_{50}$ در دمای دو درجه سلسیوس نیز با توجه به درصد تلفات ثبت شده در زمان‌های ۷۲، ۹۶، ۱۲۰ و ۱۴۴ ساعت انجام پذیرفت. معادله رگرسیون محاسبه‌شده در این دما نیز برابر با $y = ۶/۲۴۱\ x - ۷/۶۶۹$ می‌باشد. بر اساس یافته‌های پژوهش حاضر، در دمای ۲ درجه سلسیوس در زمان‌های ۲۴ و ۴۸ ساعت تلفاتی ثبت نشد. با افزایش مدت زمان قرارگیری در این دما و رسیدن آن به ۷۲ ساعت، تلفات ۱۷/۵ درصدی در حشرات بالغ ثبت شد. بیش‌ترین میزان تلفات در این دما نیز پس از ۱۴۴ ساعت به‌دست آمد. میزان تلفات ثبت شده در زمان‌های ۹۶ و ۱۲۰ ساعت نیز به‌ترتیب برابر با ۳۲/۵ و ۶۰ درصد بود.

مدت زمان لازم برای از بین رفتن ۵۰ درصد حشرات بالغ تیمار شده در دمای صفر درجه سلسیوس، کم‌تر از مقادیر محاسبه شده برای دمای ۲ درجه سلسیوس می‌باشد. مقدار پایین‌تر $LT_{50}$ محاسبه شده در دمای صفر درجه سلسیوس بیانگر کارایی بالاتر این دما در کاهش جمعیت شپشه قرمز آرد می‌باشد. با توجه به عدم هم‌پوشانی حدود اطمینان محاسبه شده برای مقادیر $LT_{50}$ در دماهای صفر و دو درجه سلسیوس، مقادیر محاسبه شده برای این پارامتر در دو دمای مورد مطالعه از نظر آماری با یکدیگر دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند (جدول ۲).

جدول ۲- زمان کشندگی ۵۰ درصد ($LT_{50}$) دماهای پایین (۰ و ۲ درجه سلسیوس) علیه حشرات بالغ شپشه قرمز آرد *Tribolium castaneum*

Table 2. Toxicity ($LT_{50}$) of low temperatures (0 and 2 °C) on the adult of *Tribolium castaneum*

| Temperatures (°C) | $LT_{50}$ (h.) | | | $LT_{95}$ (h.) | | | $\chi^2$ (*df*) | Intercept (*a*) | Slope (*b*) | $P_{val}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Lower | Estimate | Upper | Lower | Estimate | Upper | | | | |
| 0 | 75.70 | 82.17 | 89.13 | 126.08 | 144.86 | 181.79 | 5.93 (2) | -7.79 | 6.68 | 0.05 |
| 2 | 98.78 | 107.15 | 116.51 | 166.61 | 196.58 | 267.76 | 1.35 (2) | -7.67 | 6.24 | 0.51 |

از آن‌جا که ایجاد دماهای منفی صفر در برخی شرایط به‌خصوص مناطق گرمسیری نیازمند به استفاده از تجهیزات خاص و صرف هزینه‌های بالا می‌باشد، در این آزمایش تلاش شد تا به‌جای استفاده از دماهای منفی، از دماهای بالاتر با مدت زمان بیش‌تر استفاده شود تا از این طریق در مصرف انرژی و هزینه در مقیاس وسیع صرفه‌جویی به‌عمل آید. طبق نظر لوکاتلی و همکاران (Locatelli *et al.*, 2001)، دماهای پایین با کاهش نرخ فرآیندهای متابولیکی بدن که در اثر کاهش میزان تغذیه و تنفس حشرات ایجاد می‌شود، میزان رشد، باروری و چرخه زندگی آن‌ها را تحت تأثیر خود قرار داده و موجب مرگ آن‌ها می‌شود.

## اثرات تلفیقی سیرینول® و دماهای پایین در کنترل حشرات بالغ شپشه قرمز آرد

کم‌ترین درصد مرگ و میر حشرات بالغ شپشه قرمز آرد (۲۵/۷۵ درصد) در تیمار شاهد که تنها از غلظت $LC_{50}$ سیرینول® استفاده شده بود و حشرات در معرض دمای صفر درجه سلسیوس قرار نگرفته بودند، مشاهده شد (جدول ۳). با قرار گرفتن حشرات تیمار شده با غلظت $LC_{50}$ سیرینول® در دمای صفر درجه سلسیوس، درصد مرگ و میر به‌صورت وابسته به زمان افزایش پیدا کرد. در این بررسی، بالاترین درصد مرگ و میر حشرات بالغ پس از تیمار با غلظت $LC_{50}$ سیرینول® و ۱۲۰ ساعت قرارگیری در دمای صفر درجه سلسیوس پس از گذشت ۷۲ ساعت ثبت شد (۶۱/۴۲ درصد).

در شرایطی که حشرات مورد مطالعه ابتدا به‌مدت ۸۲ ساعت با دمای صفر درجه سلسیوس مواجه شدند و سپس، در معرض غلظت‌های مختلف سیرینول® قرار گرفتند، کم‌ترین میزان تلفات در تیمار شاهد که حشرات تنها در معرض دمای صفر درجه سلسیوس به‌مدت ۲۴ ساعت قرار گرفته بودند، مشاهده شد (۱۶/۷۳ درصد) (جدول ۴). افزایش میزان تلفات حشرات مورد مطالعه در این مرحله نیز کاملاً به‌صورت وابسته به غلظت بود و بالاترین میزان مرگ و میر ثبت شده در غلظت ۸۰ میکرولیتر بر لیتر سیرینول® و پس از ۷۲ ساعت مشاهده شد (۶۸/۱۸ درصد).

جدول ۳- میانگین (± خطای معیار) درصد تلفات حشرات بالغ شپشه قرمز آرد *Tribolium castaneum* پس از تیمار با غلظت $LC_{50}$ سیرینول® و قرارگیری در دمای صفر درجه سلسیوس

Table 3. Mean (± SE) mortality of red flour beetle *Tribolium castaneum* after treatment by $LC_{50}$ of Sirinol® and exposure to 0 °C

| Excremental times (h.) | Exposure times (h.) 0 | 24 | 48 | 72 | 96 | 120 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 24 | 25.75±0.77 f | 28.73±0.60 e | 32.96±0.34 d | 38.47±0.76 c | 43.63±0.90 b | 49.89±1.32 a |
| 48 | 29.76±0.71 f | 34.33±0.11 e | 38.50±0.33 d | 43.73±0.70 c | 49.39±0.45 b | 56.21±1.18 a |
| 72 | 35.27±0.67 f | 40.10±0.45 e | 44.26±0.53 d | 50.03±0.90 c | 54.67±1.30 b | 61.42±2.40 a |

In each row, different letters indicate significant differences ($P$ <0.01, Tukey).

جدول ۴- میانگین (± خطای معیار) درصد تلفات حشرات بالغ شپشه قرمز آرد *Tribolium castaneum* پس از قرارگیری در دمای صفر درجه سلسیوس به‌مدت ۸۲ ساعت و تیمار با غلظت‌های مختلف سیرینول®

Table 3. Mean (± SE) mortality of red flour beetle *Tribolium castaneum* after exposure to 0 °C for 82 h. and treatment by different concentrations of Sirinol®

| Excremental times (h.) | Concentrations of Sirinol® 0 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 24 | 16.73±0.03 f | 25.91±0.35 e | 34.62±0.86 d | 40.36±0.39 c | 47.22±0.54 b | 54.60±0.68 a |
| 48 | 17.80±0.57 f | 32.75±0.83 e | 40.63±0.64 d | 47.47±1.84 c | 53.48±0.93 b | 60.85±0.52 a |
| 72 | 20.70±0.91 f | 39.08±0.78 e | 47.50±1.00 d | 53.82±0.95 c | 60.43±1.58 b | 68.18±0.85 a |

In each row, different letters indicate significant differences ($P$ <0.01, Tukey).

به‌کارگیری مشتقات گیاهی در برنامه‌های مدیریتی آفات، سبب کاهش بسیاری از عوارض ناخواسته ناشی از کاربرد سموم شیمیایی می‌شود. نتایج حاصل از پژوهش حاضر مشخص نمود که امولسیون سیر در غلظت‌های مورد مطالعه، اثرات کشندگی قابل توجهی روی حشرات بالغ شپشه قرمز آرد داشته و می‌توان این پتانسیل را در برنامه‌های مدیریتی این آفت مدنظر قرار داد. استفاده از غلظت ۷۱/۶۱ میکرولیتر بر لیتر سیرینول® قادر به نابودی ۵۰ درصد حشرات مورد مطالعه پس از گذشت مدت زمان ۲۴ ساعت بود. با افزایش زمان آزمایش، غلظت مورد نیاز سیرینول® برای نابودی ۵۰ درصد حشرات مورد مطالعه به ۶۳/۲۰ میکرولیتر بر لیتر کاهش یافت. این مسأله حاکی از پایداری خاصیت کشندگی عصاره سیر در طول زمان می‌باشد. علاوه بر این، بررسی حاضر مشخص نمود که استفاده از روش‌های فیزیکی نظیر قرارگیری در معرض دماهای پایین نیز می‌تواند به عنوان راهکاری مناسب جهت کاهش میزان وابستگی به سموم شیمیایی و افزایش میزان کارایی ترکیبات گیاهی در برنامه‌های مدیریتی آفات انباری مورد توجه قرار گیرد. نتایج

به‌دست آمده نشان داد که استفاده از دمای صفر درجه سلسیوس تلفات بیش‌تری در مقایسه با دمای دو درجه سلسیوس در جمعیت حشرات مورد مطالعه ایجاد نمود و ۸۲ ساعت قرارگیری حشرات در این دما، ایجاد تلفات ۵۰ درصدی را به‌دنبال داشت. با توجه به نتایج به‌دست آمده از این تحقیق و بررسی‌های پیشین در زمینه کنترل حشرات با استفاده از روش‌های سازگار با محیط‌زیست که باقیمانده سمی قابل توجهی روی محصولات ندارند، امکان استفاده از این روش‌ها برای کنترل آفات انباری قوت بیش‌تری می‌گیرد. البته نیاز به انجام بررسی‌های بیش‌تر در زمینه تلفیق سایر روش‌های مورد استفاده در برنامه‌های مدیریتی آفات انباری، امری اجتناب ناپذیر به‌نظر می‌رسد.

## سپاسگزاری

پژوهش حاضر بخشی از بررسی‌های صورت گرفته در پایان‌نامه کارشناسی ارشد نویسنده اول می‌باشد که با حمایت مالی دانشگاه یاسوج صورت پذیرفته و نویسندگان بدین‌وسیله مراتب قدردانی خود را اعلام می‌دارند. نویسندگان هم‌چنین مراتب قدردانی خود را از مدیریت محترم سازمان حفظ نباتات استان فارس به دلیل در اختیار قرار دادن فضا و امکانات مورد نیاز برای انجام آزمایش اعلام می‌دارند.

**References**

**Amiri-Besheli, B.** 2009. Toxicity evaluation of Tracer, Palizin, Sirinol, Runner and Tondexir with and without mineral oils on *Phylocnistis citrella* Stainton. **African Journal of Biotechnology** 8(14): 3382-3386.

**Atta, B., Rizwan, M. and Sabir, A. M.** 2020. Damage potential of *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) on wheat grains stored in hermetic and non-hermetic storage bags. **International Journal of Tropical Insect Science** 40: 27-37.

**Chen, B. and Li, L. S.** 2002. Biological control measures for insect pests of stored products: current status and perspectives. **Journal of Plant Protection** 29(3): 272-278.

**Dal Bello, G., Padin, S., Lopez Castra, C. and Fabrizio, M.** 2001. Laboratory evaluation of chemical biological control of rice weevil *Sitophilus oryzae* L. in stored grain. **Journal of Stored Product Research** 37: 77-84.

**Fields, P. G., Xie, Y. S. and Hou, X.** 2001. Repellent effect of pea *Pisum sativum* fractions against stored- product insect. **Journal of Stored Product Research** 37: 359-370.

**Ghane-Jahromi M., Pourmirza A. A. and Safaralizade, M. H.** 2013. Studies on repellency of Sirinol on *Tribolium castaneum* (Herbst) (Col.: Tenebrionidae) and *Oryzaephilus surinamensis* (L.) (Col.: Cucujidae) with three exposure methods under laboratory conditions. **Journal of Plant Protection (Agricultural Science and Technology)** 27(2): 192-199.

**Ghane-Jahromi, M., Pourmirza, A. A. and Safaralizadeh, M. H.** 2012. Repellent effect of Sirinol (garlic emulsion) against *Lasioderma serricorne* F. (Col.: Anobiidae) and *Tribolium castaneum* Herbst (Col.: Tenebrionidae) by three laboratory methods. **African Journal of Biotechnology** 11: 280-288.

**Ghasemzaddeh, S., Pourmirza, A. A., Safaralizadeh, M. H., Maroufpoor, M. and Ahmadi, S.** 2011. Combination of microwave and cold storage for control of *Oryzaephilus surinamensis* (Col.: Silvanidae) and *Sitophilus oryzae* (Col.: Curculionidae). Egyptian Academic **Journal of Biological Sciences** 3(1): 43-50.

**Heidari, N., Sedaratian-Jahromi, A. and Ghane-Jahromi, M.** 2016. Possible effects of Ultraviolet ray (UV-C) on biological traits of *Callosobruchus maculatus* (Col. Chrysomelidae). **Journal of Stored Products Research** 69: 91-98.

**Ho, S. H., Koh, L., Ma, Y., Huang, Y. and Sim, K. Y.** 1996. The oil of garlic, *Allium sativum* L. (Amaryllidaceae), as a potential grain protectant against *Tribolium castaneum* (Herbst) and *Sitophilus zeamais* Motsch. **Journal of Postharvest Biology and Technology** 9: 41-48.

**Isman, M.B.** 2000. Plant essential oils for pest and disease management. **Journal of Crop Protection** 19: 603-608

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

**Keita, S. M., Vincent, C., Schmidt, J. P. and Arnason, J. T.** 2001. Insecticidal effects of *Thuja occidentalis* (Cupressaceae) essential oil on *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae). **Canadian Journal of Plant Science** 81(1): 173-177.

**Kim, S., Park, C., Ohh, M. H., Cho, H. C. and Ahn, Y. J.** 2003. Contact and fumigant activity of aromatic plant extracts and essential oils against *Lasioderma serricorne* (Coleoptera: Anobiidae). **Journal of Stored Products Research** 39(1): 11-19.

**Locatelli, D. P., Papale, G. and Daolio, E.** 2001. Evaluation of the resistance to low temperatures of the pyramids: *Ephestia kuehniella* Z., *Ephestia cautella* Wlk, *Plodia interpunctella* Hub. and *Corcya vephalonica* Stainton. **Bolletin of Zoologia Agrariae Bachicolatura** 22(1): 17-30.

**Loth, S. M., Elice, N.L., Shazia, O. W. M. R. and Robert, N. M.** 2007. Effectiveness of local botanicals as protectants of stored beans *Phaseolus vulgaris* L. against Bean Bruchid *Zabrotes subfaciatus* Boh (Genera: Zabrotes. Family: Bruchidae). **Journal of Entomology** 4: 210-217.

**Mason, L. J. and Strait, C. A.** 1998. Stored product integrated pest management with extreme temperatures. CRC Press, 37 p.

**Mignon, J., Haubruge, E. and Gaspar, C. H.** 1996. Influence of thermal acclimation on the survival of *Sitophilus granarius* L. and *Oryzaphilus surinamensis* L. at low temperature. **Netherland Journal of Zoology** 46(4): 317-325.

**Neven, L. G.** 2003. Physiological effect of physical post-harvest treatments on insects. **Horticulture Technology** 13: 272-275.

**Papachristos, D. P. and Stamopoulos, D. C.** 2002. Toxicity of vapors of three essential oils to the immature stages of *Acanthoscelides obtectus* Say (Coleoptera: Bruchidae). **Journal of Stored Products Research** 38: 365-373.

**Rahman, M. M. and Schmidt, G. H.** 1999. Effect of *Acorus calamus* L. (Aceraceae) essential oil vapours from various origins on *Callosobruchus phaseoli* (Col.: Bruchidae). **Journal of Stored Products Research** 35: 285-295.

**Rahman, G. M. and Motoyama, N.** 2000. Repellent effect of garlic against stored product pests. **Journal of Pesticide Science** 25(3): 247-252.

**Rahmani, H., Movahedi Fazel, M., Alamshahi, T. and Safarolahi, M.** 2011. Efficacy of powder from *Allium sativum L.* against *Tribolium confusum* Jacquelin du Val. 2nd Iranian Pest Management Conference, 14-15 September 2011, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.

**Rees, D.** 2007. Insects of Stored Products. CSRIO Publishing, 181 pp.

**Riebeiro, B. M., Guedes, R. N. C., Oliveira, E. E. and Santos, J. P.** 2003. Insecticide resistance and synergism in Brasilian populations of *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). **Journal of Stored Product Research** 39: 21-31.

**Robertson, J. L., Russell, R. M., Preisler, H. K. and Savin, N. E.** 2007. Bioassay with Arthropodes. CRC Press, 199 pp.

**Salha, H., Kalinovic, I., Ivezic, M., Rozman, V. and Liskam, A.** 2007. Application of low temperatures for pests control in stored maize. http://161.53.18.95:2020/resource/articleProceedings/508714.

**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 confusum*du val. **Journal of Stored Products Research** 41: 91-102.

Plant Pest Research
2022- 11 (4): 51-61

Research paper

# Effects of garlic emulsion and low temperature in control of red flour beetle *Tribolium castaneum* (Col.: Tenebrionidae)

**F. Nasrollahi[1], M. Ghane-Jahromi[1], A. Sedaratian-Jahromi[1*] and H. Sahraeian[2]**
1. Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Yasouj University, Yasouj, Iran, 2. Plant Protection Organization of Fars Province, Shiraz, Iran

(Received: January 30, 2022- Accepted: March 7, 2022)

**Abstract**

Protecting stored products from pest's attacks has been often as one of the most important concerns of human societies. Regarding adverse effects of chemical insecticides, main priority in management programs of stored product pests is to find safe alternatives. In the present study, insecticide effects of garlic emulsion (Sirinol®) and low temperatures of 0 and 2 °C in the independent and integrated assays on the adult stage of red flour beetle *Tribolium castaneum* (Herbst) was evaluated. A completely randomized design was conducted to accomplish the experiments at 27±1 °C, R.H. of 65±5%, and darkness. Based on the results obtained from probit analyses, the $LC_{50}$ values for Sirinol® on *T. castaneum* after 24, 48, and 72 h. were estimated as 71.61, 66.96, and 61.20 µl/l, respectively. The time required for temperatures of 0 and 2 °C to kill 50% of *T. castaneum* ($LT_{50}$) were calculated as 82.17 and 107.15 h., respectively. In integrated assays, mortality of *T. castaneum* in two conditions of using $LC_{50}$ of Sirinol® and exposure to low temperature of 0 °C for 24, 48, 72, 96, and 120 h. and exposure to 0 °C for 82 h. and treatment with concentrations 60, 65, 70, 75, and 80 µl/l of Sirinol®, were evaluated. The results obtained revealed that both garlic emulsion and low temperature caused considerable mortality in population of *T. castaneum*. Furthermore, integrated treatments had also reliable effects on this pest. The findings of present study could be so helpful for reducing adverse effects of chemical pesticides in the integrated management of red flour beetle.

**Key words:** Herbal pesticides, Integrated effects, Interactions, Physical control, Stored product pests

* Corresponding author: Sedaratian@gmail.com; Sedaratian@yu.ac.ir