نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۷، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۲، ص. ۱۹۹-۱۹۲

Journal of Plant Protection
Vol. 27, No. 2, Summer 2013, P. 192-199

اثر دورکنندگی سیرینول روی لارو و حشرات کامل *Tribolium castaneum* (Herbst) (Col.: Tenebrionidae) و *Oryzaephilus surinamensis* (L.) (Col.: Cucujidae) با سه روش آزمایشگاهی

مجتبی قانع جهرمی[1*]- علی اصغر پورمیرزا[2] - محمد حسن صفرعلیزاده[3]

تاریخ دریافت:۱۳۹۰/۵/۱۱
تاریخ پذیرش:۱۳۹۱/۱۲/۲۰

چکیده

در سال‌های اخیر مصرف تعداد زیادی از سموم تدخینی کنار گذاشته شده و فقط متیل بروماید و فستوکسین بطور گسترده برای ضد عفونی محصولات و فضاهای انباری بکار می‌روند. کاربرد این دو سم تدخینی نیز به خاطر مسایل بهداشتی، محیطی و احتمال بروز مقاومت در حشرات محدود شده است. تحت چنین شرایطی نیاز به تحقیق برای یافتن یک روش ایمن، مناسب، با دوام و اقتصادی ضروری است. از آن جا که استفاده از دور کننده ها می‌تواند یکی از روش‌های مناسب در کنترل آفات انباری به حساب آید، در این تحقیق، قدرت دور کنندگی سیرینول (امولسیون سیر) روی لاروها و حشرات کامل *Tribolium castaneum* و *Oryzaephilus surinamensis* مورد ارزیابی قرار گرفت. به همین منظور لاروها و حشرات کامل دو گونه‌ی مذکور با سه روش پتری-دیش، لوله‌ی اولفکتومتر Y- شکل و لیوان‌های متخلخل که از روش‌های متداول ارزیابی دور کنندگی مواد هستند، در معرض غلظت‌های ۰، ۰/۵، ۱، ۵ و ۱۰ درصد از سیرینول قرار گرفتند و میزان دور کنندگی این ماده روی لاروها و حشرات کامل محاسبه گردید. بیشترین میزان دور کنندگی سیرینول در روش پتری-دیش در مورد لاروها و حشرات کامل هر دو گونه آفت مربوط به غلظت ۱۰ درصد بود و برای لاروهای *T. castaneum* و *O. surinamensis* طی ۱۲ ساعت به ترتیب برابر با ۷۰/۴۴ و ۷۴/۵۲ درصد گردید. میزان دورکنندگی سیرینول برای حشرات کامل *T. castaneum* و *O. surinamensis* در مدت زمان ۷۲ و ۴۸ ساعت برابر با ۸۱/۵۱ و ۷۴/۵۲ درصد بود. بیشترین میزان دور کنندگی با استفاده از لوله‌ی اولفکتومتر Y- شکل در مورد حشرات کامل *T. castaneum* و *O. surinamensis* ، به ترتیب برابر با ۷۱/۱۱ و ۶۶ درصد و مربوط به غلظت ۱۰ درصد و زمان‌های ۲۴ و ۱۴ ساعت بود. با استفاده از لیوان‌های متخلخل حداکثر میزان دور کنندگی برای حشرات کامل شپشه‌ی آرد و دندانه‌دار به ترتیب برابر با ۴۶/۱۵ و ۳۹/۷۸ درصد و در غلظت ۱۰ درصد و زمان ۱۲ ساعت بود.

واژه های کلیدی: سیرینول، متیل بروماید، تدخینی، شپشه آرد، شپشه دندانه‌دار

مقدمه

طی سال‌های متمادی غذای اصلی بشر را غلات به خصوص گندم، جو، برنج و ذرت تشکیل داده‌اند، لذا ذخیره‌سازی این محصولات برای جوامع بشری از دیر باز اهمیت بسیاری داشته است (۱۷). در اثر حمله حشرات و آفات جونده و کپک زدن مواد غذایی انبار شده سالانه در کشورهای در حال توسعه حدود ۵۰ درصد این مواد از بین می‌روند (۹). در رده‌ی حشرات، راسته‌ی سخت‌بالپوشان که هم در مرحله‌ی لاروی و هم در مرحله‌ی حشرات کامل به غلات انباری آسیب می‌رسانند از اهمیت بیشتری برخوردارند (۷). روشن است که برای حفظ کمیت و کیفیت مواد غذایی انبار شده، کاهش انبوهی جمعیت حشرات انباری ضروری است. باید اذعان نمود که شمار حشره‌کش‌های تماسی کم‌خطر برای انسان و محیط زیست، بسیار محدود است (۵ و ۲۰). در میان روش‌های متعدد مبارزه با آفات انباری، بکارگیری ترکیبات تدخینی به دلیل انتشار و نفوذ آن‌ها به درون توده‌ی محصول، مهم‌ترین و موفق‌ترین روش بوده است (۱۷). در چند سال اخیر کاربرد تعداد زیادی از سموم تدخینی کنار گذاشته شده و فقط متیل بروماید و فستوکسین بطور گسترده برای ضد عفونی محصولات و فضاهای انباری بکار می‌روند. استفاده از این دو سم

۱- استادیار گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج
(*- نویسنده مسئول: Email: mojtaba_ghane23@yahoo.com)
۲ و ۳- استادان گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

تدخینی هم، به دلیل مسایل بهداشتی و محیطی مورد انتقاد واقع شده است. پس از آن که متیل بروماید به عنوان یک عامل کاهش لایه‌ی ازن شناخته شد (۱۰)، استفاده از فستوکسین زیادتر و عدم توجه به استانداردهای تدخین، باعث بروز مقاومت‌های بیشتری به فستوکسین گردید (۳۸). بدین ترتیب بکارگیری تعداد محدودی از ترکیبات تدخینی آن هم به مقدار زیاد، احتمال بروز مقاومت در حشرات را نسبت به این ترکیبات تدخینی بیشتر می‌کند، تحت چنین شرایطی نیاز به تحقیق برای یافتن یک روش ایمن، مناسب، با دوام و اقتصادی ضروری است (۲۵ و ۴۰). از سویی، نگرانی عمومی نسبت به اثرات سوء محیطی و بهداشتی طولانی مدت آفت‌کش‌های شیمیایی، به ویژه در اروپا و آمریکای شمالی، منجر به استقبال از آفت‌کش‌های طبیعی با منشاء میکروبی و گیاهی شد. اولین حشره-کش‌های گیاهی از طریق محصولاتی بر پایه پیرترم ارائه شدند که تقاضا برای آنها کمی بیش از یک درصد بازار حشره‌کش‌های جهانی را به خود اختصاص داده است (۲۵ و ۴۰). عصاره‌های گیاهی و یا ترکیباتشان طیف گسترده‌ای از فعالیت را در برابر حشرات، کنه‌ها، قارچ‌ها و نماتدها دارند. همچنین این مواد و فرآورده‌ها قابلیت و پتانسیل قابل توجهی را به عنوان حفاظت کننده‌های محصول و برای مدیریت آفت در سایر موقعیت‌ها دارند. اطلاعات موجود حاکی از این است که این فرآورده‌ها برای محیط زیست و مصرف کنندگان بی‌خطر هستند (۲۱) و حساسیت دشمنان طبیعی به آن‌ها گزارش نشده است (۱۶). با توجه به خسارت بالای آفات انباری و اثر سوء سموم شیمیایی، استفاده از ترکیبات گیاهی یکی از بهترین روش‌های کنترل آفات انباری محسوب می‌گردد. مشتقات گیاهی، پودرها و اسانس‌های بدست آمده از گیاهان، به عنوان دور کننده‌های حشرات محصولات انباری مهم و اقتصادی استفاده و گزارش شده‌اند (۶، ۳۱ و ۴۳). از این بین، گیاه سیر *Allium sativum* (L.)، دارای اثر دور کنندگی (۱۳)، ضد تغذیه‌ای، باکتری‌کشی، قارچ‌کشی و نماتدکشی مناسب و مؤثری است (۲۳). به همین دلیل در این تحقیق برای استفاده‌ی کمتر از مواد شیمیایی در انبارها، قدرت دور کنندگی اموسیون سیر، که سمیت آن علیه پروانه‌ی مینوز مرکبات گزارش شده بود (۳) روی دو گونه‌ی شپشه‌ی آرد – یکی از آفات شایع و مخرب در سراسر جهان- (۴۷) و شپشه‌ی دندانه‌دار – یکی از مخرب‌ترین آفات در انبارها- (۱۸)، مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

سیرینول استفاده شده در این تحقیق ساخت شرکت کیمیا سبزآور ایران و مواد تشکیل دهنده‌ی آن، شامل عصاره‌ی روغنی سیر (آلیسین و سایر ترکیبات آلی گوگردی) (۵ درصد)، روغن‌های خوراکی (۷۵ درصد)، مواد پخش‌کننده و نگه‌دارنده‌های خوراکی (۲۰ درصد) بود. شکل ظاهری آن به صورت مایع غلیظ به رنگ سبز و با بوی سیر بوده و از لحاظ قابلیت انحلال در آب، در غلظت توصیه شده، اموسیون پایدار تشکیل می‌دهد (۴). پس از انجام آزمایشات مقدماتی، غلظت‌های ۰/۵، ۱، ۵ و ۱۰ درصد جهت بررسی اثر دورکنندگی ترکیب سیرینول انتخاب و برای تهیه‌ی غلظت‌ها از آب مقطر به عنوان حلال استفاده شد. دو گونه‌ی *T. castaneum* (Col.: Tenebrionidae) و *O. surinamensis* (Col.: Cucujidae) حشرات مورد آزمایش در این تحقیق بودند که از حشرات پرورش یافته در آزمایشگاه آفات انباری گروه حشره‌شناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه جمع‌آوری شدند. پس از شناسایی گونه‌ها و اطمینان از صحت شناسایی، اقدام به پرورش انبوه آن‌ها (با گندم زرین) گردید. پرورش حشرات و انجام آزمایشات در دمای 25 ± 2 °C و رطوبت نسبی ٪ ۵ ± ۶۰ صورت پذیرفت.

آزمایش‌ها با سه روش جداگانه به شرح ذیل انجام پذیرفت:

روش اول

بررسی اثر دور کنندگی اموسیون سیر روی لارو و حشرات کامل *T. castaneum* و *O. surinamensis* با استفاده از پتری- دیش با انجام آزمایشات مقدماتی و تعیین محدوده‌ی غلظت‌ها، آزمایشات اصلی با ۴ غلظت سیرینول ۰/۵، ۱، ۵ و ۱۰ درصد در ۱۰ تکرار (هر تکرار ۱۰ عدد حشره بدون توجه به جنس) روی لارو و حشرات کامل گونه‌های فوق انجام گرفت. در این روش برای مطالعه‌ی خاصیت دور کنندگی سیرینول، با الهام از تحقیقات دیگران، از کاغذ صافی استفاده شد (۲، ۱۲ و ۴۱). روش کار بدین صورت بود که کاغذ صافی با قطر ۸ سانتی‌متر از وسط به دو نیمه تقسیم، یک نیمه از کاغذ صافی به غلظت مورد نظر و نیمه‌ی دیگر به عنوان شاهد به آب مقطر آغشته گردید. پس از ۲۰ دقیقه که کاغذهای صافی کاملاً خشک شدند، نیمه کاغذ صافی تیمار شده با سیرینول با نیمه کاغذ صافی تیمار شده با آب مقطر از محل بریده شده به هم چسبانده شدند و در داخل پتری- دیش قرار گرفتند. در ادامه ۱۰ عدد لارو و حشره‌ی کامل گونه‌های مورد نظر به طور جداگانه به مرکز هر یک از پتری-دیش‌ها منتقل و پس از ۱۲، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت تعداد لارو و حشرات کامل در قسمت تیمار و شاهد شمارش شدند.

روش دوم

بررسی اثر دور کنندگی اموسیون سیر روی حشرات کامل *T. castaneum* و *O. surinamensis* با استفاده از لوله‌ی اولفکتومتر Y- شکل در این آزمایش از لوله‌ی اولفکتومتر Y- شکل که هر یک از بازوهای آن ۲۵ سانتی‌متر طول و ۵ سانتی‌متر قطر داشت و سه انتهای آن به وسیله‌ی توری بسیار نازک مسدود شده بود، استفاده گردید (۳۳). آزمایش با ۴ غلظت شامل سیرینول ۰/۵، ۱، ۵ و ۱۰

درصد همراه با تیمار شاهد در ۱۰ تکرار انجام شد. ابتدا مقدار۵۰ گرم گندم برای هر تیمار تهیه و ۱۰ میلی‌لیتر (حداقل مقداری که می‌تواند ۵۰ گرم گندم را به خوبی خیس نماید) از غلظت‌های مختلف ترکیب سیرینول به طور جداگانه به گندم اضافه گردید و به خوبی هم‌زده شد، به طوری که گندم‌ها کاملاً با محلول آغشته گردیدند. گندم‌های آغشته شده در داخل آزمایشگاه به مدت ۲۰ دقیقه پهن تا به‌طور کامل خشک شدند. در مرحله‌ی بعد، از گندم‌های تیمار شده با هر غلظت، ۱۰ گرم وزن و به طور جداگانه در انتهای یک بازوی لوله‌ی اولفکتومتر Y- شکل و در انتهای بازوی دیگر، مقدار ۱۰ گرم گندم تیمار شده با آب مقطر قرار گرفتند. در هر تکرار ۱۰ عدد حشره (بدون توجه به جنس) از هر کدام از گونه‌ها رها گردید. پس از ۱، ۷، ۱۴ و ۲۴ ساعت تعداد حشره‌ی جلب شده در هر بازو (تیمار و شاهد) ثبت گردید. این آزمایش برای هر غلظت در ۱۰ تکرار صورت پذیرفت.

روش سوم

بررسی اثر دور کنندگی امولسیون سیر روی حشرات کامل *T. castaneum* و *O. surinamensis* با استفاده از لیوان‌های متخلخل در این روش، گندم‌های آغشته به غلظت‌های ۰، ۰/۵، ۱، ۵ و۱۰ درصد امولسیون سیر درون لیوان‌هایی که سوراخ‌های هم اندازه جهت خروج حشرات در آنها تعبیه شده بود قرار گرفتند و حشرات کامل در روی گندم‌ها رها گردیدند. دهانه‌ی لیوان‌ها به وسیله‌ی تور بسیار نازک مسدود و سپس درون ظروف دیگر قرار داده شدند تا تعداد حشرات کامل خارج شده بعد از ۱۲، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت شمارش گردند (۲۶ و ۳۵). برای هر غلظت ۱۰ تکرار و در هر تکرار ۱۰ عدد حشره از هر کدام از گونه‌ها در نظر گرفته شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

آزمایش‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. با توجه به پراکنش داده‌ها، قبل از تجزیه‌ی آماری، جهت یکنواختی واریانس‌ها در مواردی از فرمول $\text{Arcsin}\sqrt{x}$ (۴۲) برای تبدیل داده‌ها استفاده گردید. پس از محاسبه‌ی درصد دور کنندگی (PR = Percentage Repellency) با فرمول زیر:

$$PR = 100 \times (C - T)/(C + T)$$

که در آن، C تعداد حشرات موجود در قسمت شاهد و T تعداد حشرات موجود در قسمت تیمار است (۲۸ و ۴۷)، کلیه‌ی مقادیر منفی درصد دور کنندگی، قبل از تجزیه و تحلیل داده‌ها، صفر در نظر گرفته شد (۴۵). جهت تجزیه واریانس و گروه‌بندی میانگین تیمارها (با روش دانکن) از نرم افزار MSTATC (۲۷) استفاده گردید.

نتایج

مقادیر p در جدول‌های ۱، ۲ و ۳ نشان می‌دهد که بین حشرات کامل و لاروهای شپشه‌ی گندم و شپشه‌ی دندانه‌دار برنج از نظر حساسیت به امولسیون سیر و همچنین بین زمان‌های قرارگیری حشرات و لاروهای مذکور در معرض امولسیون سیر تفاوت معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ و ۰/۰۱ وجود دارد. مقادیر F در جدول‌های ۱، ۲ و ۳ کوچکتر از ۰/۰۵ بوده که باز نشان دهنده‌ی معنی‌دار بودن تفاوت‌ها در سطح آماری ۵٪ است.

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر دور کنندگی امولسیون سیر روی حشرات کامل و لاروهای *T. castaneum* و *O. surinamensis* در روش پتری-دیش

حشره	*T. castaneum*				لارو *T. castaneum*				*O. surinamensis*				لارو *O .surinamensis*			
زمان(ساعت)	۱۲	۲٤	٤۸	۷۲	۱۲	۲٤	٤۸	۷۲	۱۲	۲٤	٤۸	۷۲	۱۲	۲٤	٤۸	۷۲
Df	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳
F	۱۶/۶۵	۳/۶۱	۳/۶۲	۱۸/۱۶	۱۴/۴۶	۲۱/۲۱	۱۰/۴۰	۱۷/۸۲	۱۰/۷۹	۲۱/۳۶	۶/۱۷	۲۲/۴۵	۲۲/۱۰	۲۱/۶۵	۱۳/۴۴	۲۵/۳۵
ρ	۰/۰۰۰	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
χ^2	۱۰/۸۵	۶/۹۵	۰/۵۸	۲/۳۹	۱۰/۴۳	۰/۰۱۲	۲/۴۴	۵/۴۷	۱۴/۱۲	۰/۳۳	۲/۳۳	۱/۶۸	۱۸/۸۳	۲/۲۹	۱۵/۳۰	۲/۴۸

جدول۲- تجزیه واریانس اثر دور کنندگی امولسیون سیر روی حشرات کامل *T. castaneum* و *O. surinamensis* با استفاده از لوله‌ی اولفکتومتر Y-شکل

حشره	*T. castaneum*				*O. surinamensis*			
زمان (ساعت)	۱	۷	۱٤	۲٤	۱	۷	۱٤	۲٤
Df	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳
F	۲۰/۵۳	۱۲/۷۷	۴۰/۵۱	۱۴/۹۴	۱۵/۹۲	۱۵/۷۵	۲۰/۱۰	۲۴/۸۰
ρ	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
χ^2	۳/۶۶	۴/۵۸	۰/۸۹	۸/۳۰	۱۲/۰۴	۰/۶۶	۴/۲۳	۰/۳۶

جدول۳- تجزیه واریانس اثر دور کنندگی امولسیون سیر روی حشرات کامل *T. castaneum* و *O. surinamensis* با استفاده از لیوان‌های متخلخل

حشره	*T. castaneum*				*O. surinamensis*			
زمان (ساعت)	۱۲	۲٤	٤۸	۷۲	۱۲	۲٤	٤۸	۷۲
Df	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴
F	۳۶/۳۹	۳۱/۳۹۶	۴۶/۳۷	۳۵/۱۲	۲۶/۷۶	۲۵/۷۴	۲۴/۴۹	۱۰/۷۶
ρ	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
χ^2	۲/۶۸	۳/۲۸	۰/۴۷	۴/۴۰	۱/۲۸	۰/۹۷	۱/۶۰	۱/۵۸

جدول٤- مقایسه میانگین‌های مربوط به اثر دور کنندگی امولسیون سیر روی حشرات کامل *T. castaneum* و *O. surinamensis* در روش پتری-دیش

حشره		*T. castaneum*				*O. surinamensis*			
	غلظت (درصد)	۰/۵	۱	۵	۱۰	۰/۵	۱	۵	۱۰
زمان (ساعت)	۱۲	۵۵/۰۷^{c}	۵۸/۲۱^{c}	۶۷/۱۸^{b}	۷۶/۱۵^{a}	۵۱/۴۵^{b}	۵۵/۰۷^{b}	۶۲/۵^{a}	۶۹/۱۱^{a}
	۲۴	۵۸/۸۸^{b}	۶۵/۸۵^{ab}	۶۸/۰۵^{a}	۷۲/۰۷^{a}	۵۲/۶۵^{d}	۵۸/۸۸^{c}	۶۳/۷۶^{b}	۶۸/۳۵^{a}
	۴۸	۶۴/۲۷^{b}	۷۲/۰۷^{ab}	۷۵/۳۴^{a}	۷۸/۹۴^{a}	۵۷/۸۸^{c}	۶۴/۱۲^{bc}	۷۰/۳^{ab}	۷۴/۵۲^{a}
	۷۲	۵۴/۶۵^{c}	۶۳/۳۱^{b}	۷۵/۳۴^{a}	۸۱/۵۱^{a}	۴۸/۰۵^{d}	۵۶/۴^{c}	۶۴/۵۸^{b}	۷۱/۹۵^{a}

جدول ۵- مقایسه میانگین‌های مربوط به اثر دور کنندگی امولسیون سیر روی لاروهای *T. castaneum* و *O. surinamensis* در روش پتری-دیش

لارو حشره		*T. castaneum*				*O. surinamensis*			
	غلظت (درصد)	۰/۵	۱	۵	۱۰	۰/۵	۱	۵	۱۰
زمان (ساعت)	۱۲	۵۰/۸۴^{b}	۵۷/۰۳^{b}	۶۴/۵۸^{a}	۷۰/۴۴^{a}	۴۸/۴۹^{d}	۵۷/۵۵^{c}	۶۷/۱۸^{b}	۷۴/۵۲^{a}
	۲۴	۴۰/۰۹^{c}	۵۵/۷۴^{b}	۶۱/۶۲^{a}	۶۵/۲۴^{a}	۴۴/۴۷^{c}	۴۹/۷۴^{c}	۵۸/۲۱^{b}	۶۳/۹۸^{a}
	۴۸	۴۷/۴۷^{b}	۵۲/۱۴^{b}	۵۹/۰۲^{a}	۶۱/۶۲^{a}	۵۰/۸۴^{c}	۵۵/۶۸^{c}	۶۲/۴۲^{b}	۶۹/۷۸^{a}
	۷۲	۴۱^{c}	۴۸^{c}	۵۸^{b}	۶۷^{a}	۵۲/۱۴^{d}	۵۶/۹۴^{c}	۶۴/۴۳^{b}	۶۹/۱۶^{a}

جدول ٦- مقایسه میانگین‌های مربوط به اثر دور کنندگی امولسیون سیر روی حشرات کامل *T. castaneum* و *O. surinamensis* در روش لوله‌ی اولفکتومتر Y-شکل

حشره		*T. castaneum*				*O. surinamensis*			
	غلظت (درصد)	۰/۵	۱	۵	۱۰	۰/۵	۱	۵	۱۰
زمان (ساعت)	۱	۴۶/۷۸^{d}	۵۳/۹۶^{c}	۶۰/۹۶^{b}	۶۸/۶۶^{a}	۴۵/۶۰^{c}	۵۱/۴۵^{b}	۵۵/۶۸^{b}	۶۴/۲۲^{a}
	۷	۴۵/۰۲^{b}	۵۰/۹۶^{b}	۵۸/۵۱^{a}	۶۵/۱۰^{a}	۴۴/۴۵^{c}	۴۹/۷۲^{c}	۵۵/۱۶^{b}	۶۱/۸۳^{a}
	۱۴	۴۳/۲۹^{d}	۵۰/۲۷^{c}	۵۶/۹۴^{b}	۶۱/۴۷^{a}	۴۳^{b}	۴۹^{b}	۶۰^{a}	۶۶^{a}
	۲۴	۵۱/۵۱^{c}	۵۶/۹۴^{bc}	۶۲/۴۳^{b}	۷۱/۱۱^{a}	۴۷/۹۳^{d}	۵۵/۱۰^{c}	۵۹/۵۴^{b}	۶۵/۲۴^{a}

جدول ۷- مقایسه میانگین‌های مربوط به اثر دور کنندگی امولسیون سیر روی حشرات کامل *T. castaneum* و *O. surinamensis* در روش لیوان‌های متخلخل

حشره		*T. castaneum*					*O. surinamensis*				
	غلظت (درصد)	۰	۰/۵	۱	۵	۱۰	۰	۰/۵	۱	۵	۱۰
زمان (ساعت)	۱۲	۲۳/۱۸^{d}	۲۷/۷۶^{c}	۳۱/۷۷^{bc}	۳۵/۶۴^{b}	۴۶/۱۵^{a}	۲۲/۵۱^{c}	۲۷/۷۶^{b}	۳۱/۱۷^{b}	۳۶/۲۴^{a}	۳۹/۷۸^{a}
	۲۴	۲۱/۷۰^{d}	۲۵/۳۲^{d}	۳۱/۷۷^{c}	۳۶/۸۲^{b}	۴۳/۲۹^{a}	۲۰/۸۸^{c}	۲۳/۹۹^{c}	۳۱/۱۷^{b}	۳۴/۳۷^{ab}	۳۸/۰۰^{a}
	۴۸	۲۰/۸۸^{d}	۲۳/۳۲^{d}	۳۰/۵۷^{c}	۳۶/۸۲^{b}	۴۰/۳۸^{a}	۲۱/۷۰^{c}	۲۱/۷۰^{c}	۲۴/۹۵^{c}	۲۹/۹۰^{b}	۳۵/۰۳^{a}
	۷۲	۲۴/۹۵^{c}	۲۶/۹۵^{c}	۳۳/۷۱^{b}	۳۹/۷۸^{a}	۴۳/۲۹^{a}	۲۰/۸۸^{b}	۲۰/۰۷^{b}	۲۱/۷۰^{b}	۲۶/۲۸^{a}	۲۹/۹۰^{a}

مقایسه میانگین‌های مربوط به اثر دور کنندگی امولسیون سیر در روش پتری–دیش نشان داد که در مورد حشرات کامل شپشه آرد و شپشه دندانه‌دار برنج، بیشترین اثر دور کنندگی به ترتیب برابر با ۸۱/۵۱ و ۷۴/۵۲ درصد و مربوط به غلظت ۱۰ درصد و زمان‌های ۷۲ و ۴۸ ساعت می‌باشد (جدول ۴).

مقایسه میانگین‌های مربوط به اثر دور کنندگی امولسیون سیر در روش پتری–دیش نشان داد که در مورد لاروهای شپشه‌ی آرد و شپشه‌ی دندانه‌دار برنج، بیشترین اثر دور کنندگی به ترتیب برابر با ۷۰/۴۴ و ۷۴/۵۲ درصد و مربوط به غلظت ۱۰ درصد و ۱۲ ساعت پس از تیمار شدن با سیرینول می‌باشد (جدول۵).

مقایسه میانگین‌های مربوط به اثر دور کنندگی امولسیون سیر در روش لوله‌ی اولفکتومتر Y–شکل، نشان داد که غلظت ۱۰ درصد در زمان‌های ۲۴ و ۱۴ ساعت بیشترین اثر دور کنندگی را روی حشرات کامل شپشه‌ی آرد و دندانه‌دار (به ترتیب برابر با ۷۱/۱۱ و ۶۶ درصد) دارد (جدول۶).

مقایسه میانگین‌های مربوط به اثر دور کنندگی امولسیون سیر در روش لیوان‌های متخلخل نشان داد که در مورد حشرات کامل شپشه‌ی آرد و شپشه‌ی دندانه‌دار برنج، بیشترین اثر دورکنندگی به ترتیب برابر با ۴۶/۱۵ و ۳۹/۷۸ درصد و مربوط به غلظت ۱۰ درصد و زمان ۱۲ ساعت می‌باشد (جدول۷).

بررسی نتایج در جدول‌های ۴، ۵، ۶ و ۷ نشان می‌دهد که بیشترین میزان دور کنندگی سیرینول روی حشرات کامل و لاروهای هر دو گونه‌ی مورد آزمایش، مربوط به غلظت ۱۰ درصد می‌باشد. توجه به این نکته ضروری است که میانگین‌های موجود در هر ردیف جدول‌های مذکور که با حروف مشابه نشان داده شده‌اند، در سطح آماری ۵ درصد، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

بحث

به طور کلی استفاده از آفت‌کش‌های شیمیایی، زیان‌های جدی از قبیل گسترش مقاومت‌های ژنتیکی در آفات، مسائل باقیمانده‌ی سموم و تأثیر نامطلوب روی محیط زیست، سمیت روی مصرف کننده‌ها و موجودات غیر هدف و افزایش هزینه‌های کاربرد آن‌ها را به همراه داشته است (۴۴). به دنبال استفاده از جایگزین‌های مناسب برای سموم شیمیایی در کنترل آفات انباری، توجه به استفاده از گیاهان و به خصوص ترکیبات آنها افزایش یافته است. اعتقاد بر این است که ترکیبات طبیعی با منشأ گیاهی مزیت‌هایی از قبیل سمیت کم روی پستانداران، تجزیه‌ی سریع و دسترسی آسان را دارند (۳۷). ترکیبات گیاهی دارای خواص دور کنندگی (۲۹)، حشره‌کشی (۳۲)، نماتدکشی (۳۰)، ضد باکتریایی (۲۴)، ویروس‌کشی (۳۹)، ممانعت از تخم‌گذاری، جلوگیری از رشد و نمو (۳۲) و خواص ضد تغذیه‌ای (۱۴) هستند. استفاده از مواد گیاهی کنترل کننده‌ی حشرات به خصوص اسانس‌ها جهت محافظت از محصولات، امروزه مورد توجه بسیاری از محققین قرار گرفته و تحقیقات وسیعی هم در این زمینه انجام شده است. با توجه به ضرورت استفاده از جایگزین‌های مناسب برای سموم شیمیایی، در این تحقیق خواص دور کنندگی امولسیون سیر روی شپشه‌ی آرد و شپشه‌ی دندانه‌دار بررسی شد. نتایج نشان داد که حشرات کامل شپشه‌ی آرد در مقایسه با حشرات کامل شپشه‌ی دندانه‌دار از حساسیت بیشتری نسبت به امولسیون سیر برخوردارند که با نتایج هو و همکاران (۱۵) مبنی بر حساسیت بیشتر حشرات کامل شپشه‌ی آرد نسبت به گونه‌های دیگر نظیر شپشه‌ی ذرت مطابقت دارد. چنین به نظر می‌رسد که تحرک بالاتر شپشه‌ی آرد، نسبت به حشرات انباری دیگر از قبیل سوسک توتون، دلیل اصلی اثرپذیری بیشتر آن، در برابر مشتقات گیاهی باشد (۲۲). نتایج این پژوهش نشان داد که حشرات کامل شپشه‌ی آرد از حساسیت بیشتری نسبت به لارو این حشره به امولسیون سیر برخوردارند که با نتایج هو و همکاران (۱۵) که بیان نمودند حشرات بالغ شپشه‌ی آرد نسبت به لاروها حساسیت بسیار بیشتری نسبت به روغن سیر دارند، مطابقت دارد. مشخص گردید که در روش پتری–دیش، حشرات کامل شپشه‌ی آرد در مقایسه با حشرات کامل شپشه‌ی دندانه‌دار، از حساسیت بیشتری به سیرینول برخوردارند، اما در مورد لاروها، خلاف این موضوع صادق است و لاروهای شپشه‌ی دندانه‌دار بعد از قرارگیری در معرض سیرینول، میزان دور شوندگی بیشتری داشتند.

طی تحقیقی حساسیت تخم‌ها، لاروها و حشرات کامل شپشه‌ی آرد و شپشه‌ی ذرت به روغن سیر بررسی و گزارش شده است که مرگ و میر تخم شپشه‌ی آرد با افزایش غلظت روغن سیر، افزایش و تلفات کامل تخم‌ها در ۴/۴ میلی‌گرم بر سانتی‌متر مربع با استفاده از زیست سنجی آغشتگی کاغذ صافی بدست می‌آید. تخم‌ها آسیب-پذیرترین مرحله بودند که پس از آن به ترتیب، حشرات کامل، لاروهای ۱۰ روزه و لاروهای مسن‌تر در مراحل بعد، قرار گرفتند. حشرات کامل شپشه‌ی آرد از حشرات کامل شپشه‌ی ذرت به روغن سیر حساسیت بیشتری داشتند (۱۶).

در تحقیقی اثر دور کنندگی سیر روی آفات محصولات انباری شپشه‌ی آرد و شپشه‌ی ذرت مورد بررسی قرار گرفت و مشاهده شد که بوته‌ی سالم سیر و سیر رنده شده در برنج دارای تأثیر دور - کنندگی می‌باشند. علاوه بر آن روی لارو شب‌پره‌ی پشت الماسی و شته‌ی سبز هلو نیز دارای اثر دور کنندگی هستند. مواد فعال عصاره‌ی گرفته شده از سیر در دستگاه GC- MS مورد آزمایش قرار گرفته و تجزیه‌ی ترکیبات سیر نشان داده که آلیسین، جزء اصلی و دارای اثرات دور کنندگی می‌باشد (۳۶). دور کنندگی، می‌تواند در نتیجه‌ی

مخلوطی از اجزاهای روغنی یا محصولات ثانویه‌ی موجود در روغن‌ها باشد (۱۱). مشخص شده است که ترپنوئیدها، اثرات خود را از طریق سیستم‌های تنفسی و گوارشی حشرات اعمال می‌کنند. فعالیت مونوترپن‌ها در حشرات، شبیه به سموم عصبی بوده و از طریق تأثیر روی آنزیم استیل کولین استراز، اثر خود را اعمال می‌کنند. کاهش فعالیت آنزیم‌های آلفا استراز و بتا استراز در حشرات قرار داشته در معرض روغن سیر، گزارش شده است (۱).

در سال ۲۰۰۲، پاپاکریستوس و استاموپولوس اثر تدخینی اسانس *Eucalyptus globulus* را روی سوسک حبوبات، بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که این اسانس‌ها باعث دور کنندگی، کاهش باروری، کاهش تفریخ تخم‌ها و افزایش مرگ و میر لاروها می‌شوند (۳۲). نتایج تحقیق حاضر نیز مؤید این موضوع است که امولسیون سیر دارای خاصیت دور کنندگی روی شپشه‌ی آرد و دندانه‌دار می‌باشد. در این مطالعه با افزایش غلظت، میزان دورکنندگی در حشرات افزایش یافت که این موضوع در گزارش های سایر محققان نیز ذکر گردیده است (۸، ۱۹، ۳۱، ۳۴ و ۴۶).

نتایج این تحقیق نشان داد که با گذشت زمان از خاصیت دور - کنندگی سیرینول کاسته نشده است اما در آزمایش لیو و هو (۲۲) مشاهده شد که پس از گذشت ۵ ساعت از قدرت دور کنندگی اسانس *Eucalyptus rutaecarpa* کاسته می‌شود. بنابراین می‌توان چنین نتیجه گرفت که قدرت دور کنندگی اسانس‌ها به دلیل فراریت بالایشان (۲) در مقایسه با فرمولاسیون‌های گیاهی دیگر از قبیل امولسیون سیر، در یک دوره‌ی زمانی مشابه، سریع‌تر کاهش می‌یابد.

با توجه به نتایج بدست آمده از این تحقیق و مطالعات قبلی صورت گرفته در زمینه‌ی کنترل حشرات با ترکیبات گیاهی، امکان استفاده از این ترکیبات برای کنترل آفات انباری قوت بیشتری می‌گیرد. لذا به دلیل قیمت مناسب و اثر دور کنندگی خوبی که سیرینول بر روی دو گونه حشره مورد آزمایش داشت به عنوان ترکیب مؤثر، کارآمد و قابل استفاده در قالب روش‌های مدیریت تلفیقی در انبارها می‌باشد. از این رو توصیه می‌گردد به عنوان یکی از فاکتورهای مدیریتی در کنترل لاروها و حشرات کامل شپشه‌های آرد و دندانه‌دار استفاده گردد.

منابع

1- Abd El-Aziz M.F., and El-Sayed Y.A. 2009. Toxicity and biochemical efficacy of six oils against *Tribolium confusum* (Jacquelin du val) (Coleoptera: Tenebrionidae). Egyptian Academic Journal of Biological Science, 2: 1-11.

2- Ajayi F.A., and Olonisakin A. 2011. Bio-Activity of tree essential oils extracted from edible seeds on the Rust-Red Flour Beetle, *Tribolium castaneum* (Herbst.) infesting stored pearl millet. Trakia Journal of Sciences, 9: 28-36. Available in: http://www.uni-sz.bg.

3- 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: 3382-3386.

4- Anonymous. 2009. Organic Pest Control. Environmentally Friendly Pesticides. Available in http://www. Kimiasabzavar.com.

5- Arthur F.H. 1999. Evaluation of an encapsulated formulation of cyfluthrin to control *Sitophilus oryzae* L. on stored wheat. Journal of Stored Products Research, 35: 159-166.

6- Boeke S.J., Baumgart I.R., Loon J.J.A.V., Huis A.V., Dicke M., and Kossou D.K. 2004. Toxicity and repellence of African plants traditionally used for the protection of stored cowpea against *Callosobruchus maculates*. Journal of Stored Products Research, 40: 423-438.

7- Borror D.J., Triplehron C.A., and Johnson N.F. 1984. An Introduction to the Study of Insects, 6th edition. Saunders College Publishing, New York, 875pp.

8- Bouda H., Taponjou L.A., Fontem D.A., and Gumedzoe M.Y.D. 2001. Effect of essential oils from leaves of *Ageratum conyzoides, Lantana camara* and *Chromolaena odorata* on the mortality of *Sitophilus zeamais* (Col: Curculionidae). Journal of Stored Products Research, 37: 103-109.

9- Brader B., Lee R.C., Plarre R., Burkholder W., Kitto G.B., Kao C., Polston L., Dorneana E., Szabo I., Mead B., Rouse B., Sullins D., and Denning R. 2002. A comparison of screening methods for insect contamination in wheat. Journal of Stored Products Research, 38: 95-115.

10- Casanova J.L. 2002. An overview of the scientific aspect of ozone depletion and their impact on environment. Batchelor, T.A. & Bolivar, J.M. (Eds.). In: Proceeding of International Conference on Alternatives to Methyl Bromide, Sevilla, Spain, March 5-8. pp. 23-27.

11- Cosimi S., Rossi E., Cioni P.L., and Canale A. 2009. Bioactivity and qualitative analysis of some essential oils from Mediterranean plants against stored-product pests: Evaluation of repellency against

Sitophilus zeamais Motschulsky, *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) and *Tenebrio molitor* (L.). J. Stored Prod. Res. 45: 125-132.

12- Dowdy A.K., Howard R.W., Seitz L.M., and McGouyhey W.H. 1993. Response of *Rhyzopertha dominica* to its aggregation pheromone and wheat volatiles. Journal of Environmental Entomology, 22: 656-970.

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

14- Garcia M., Gonzalez-Coloma A., Donadel O.J., Ardanaz C.E., Tonn C.E., and Sosa M.E. 2007. Insecticidal effects of *Flouresia oolepis* Blake (Astyeraceae) essential oil. Journal of Biochemical System Ecology, 35: 181-187.

15- 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.

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

17- Jayas D., White N.G., and Muir E.W. 1994. Stored grain ecosystems. Marcel Decker. Inc. New York. Basel. Hong kong. pp. 1-30.

18- Kheradmand K., Sadat Noori S.A., and Sabahi Gh. 2010. Repellent effects of essential oil from *Simmondasia chinensis* (Link) against *Oryzaephilus surinamensis* Linnaeus and *Callosobruchus maculates* (Fabricius). Research Journal of Agricultural Science, 1: 66-68.

19- Lee B.H., Choi W.S., Lee S.E., and Park B.S. 2001. Fumigation toxicity of essential oils and their constituent compounds towards the rice weevil, *Sithophilus oryzae* L. Journal of Crop Protection, 20: 317-320.

20- Leesch J.G. 1995. Fumigant action of Acrolein on stored product insects. Journal of Economic Entomology, 88: 326-330.

21- Lindberg M., Melathopoulos A.P., and Wineston M.L. 2000. Laboratory evaluation of miticides to control *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae), a honey bee (Hymenoptera: Apidae) parasite. Journal of Economic Entomology, 93: 189-198.

22- Liu Z.I., and Ho S.H. 1999. Bioactivity of the essential oil extracted from *Evodia rutaecarpa* Hook against the grain storage insects, *Sitophilus zeamais* Motsch. And *Tribolium castaneum* Herbst. Journal of Stored Products Research, 35: 317-328.

23- 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 (*Zabrotessub faciatus* Boh) (genera: *Zabrotes*. family: Bruchidae). Journal of Entomology, 4: 210-217.

24- Matasyoh L.G., Matasyoh J.C., Wachira F.N., Kinyua M.G., Muigai A.T.M., and Mukiama T.K. 2007. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Ocimum gratissimum* L. growing in eastern Kenya. African Journal of Biotechnology, 6: 760–765.

25- Mills K.A., and Pacho I.A. 1996. Resistance to phosphine in stored product insects and a strategy to prevent its increase, In: Proceeding of XX International Congress of Entomology (Firenze Italy August 25-31). pp 620-622.

26- Mohan S., and Fields P.G. 2002. A simple technique to assess compounds that are repellent or attractive to stored-product insects. Journal of Stored Products Research, 38: 23-31.

27- MSTATC. 1989. User's Guide to MSTATC, an Analysis of Agronomic Research Experiments . Michigan State University, USA.

28- Nerio L., Olivero-Verbel J., and Stashenko E. 2009. Repellency activity of essential oils from seven aromatic plants grown in Colombia against *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera). Journal of Stored Products Research, 45: 212–214.

29- Ogendo J.O., Kostyukovsky M., Ravid U., Matasyoh J.C., Deng A.L., Omolo E.O., Kariuki S.T., and Shaaya E. 2008. Bioactivity of *Ocimum gratissimum* L. oil and two of its constituents against five insect pests attacking stored food products. Journal of Stored Product Research, 44: 328–334.

30- Oka Y., Nacar S., Putievsky E., Ravid U., Yaniv Z., and Spiegel Y. 2000. Nematicidal activity of essential oils and their constituents against the root-knot nematode. Journal of Phytopathology, 90: 710–715.

31- 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: 85-91.
32- Papachristos D.P., and Stamopoulos D.C. 2002. Repellent, toxic and reproduction inhibitory effects of essential oil vapours on *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). Journal of Stored Product Research, 38: 117–128.
33- Paranagama P.A., Abeysekera K.H.T., Nugaliyadde L., and Abeywickrama K.P. 2004. Repellency and toxicity of four essential oils to *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionide). Journal of National Science Foundation Seri Lanka, 32: 127-138.
34- Park I.K., Lee S.G., Choi D.H., Park J.D., and Ahn Y.J. 2003. Insecticidal activities of constituents identified in the essential oil from leaves of *Chamaecyparis obtuse* against *Callosobruchus chinensis* (L.) and *Sitophilus oryzae* (L.). Journal of Stored Products Research, 39: 375-384.
35- Pretheep Kumar P., Mohan S., and Balasubramanian G. 2004. Effect of whole pea flour and a protein-rich fraction as repellents against stored-product insects. Journal of Stored Products Research, 40: 547-552.
36- 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.
37- Rajendran S., and Sriranjini V. 2008. Plant products as fumigants for stored-product insect control. Journal of Stored Products Research, 44: 126–135.
38- Rajendran S., and Muralidharan N. 2005. Effectivness of allyl acetate as a fumigant against five stored grain beetle pests. Journal of Pest Management Science, 61: 97-101.
39- Schuhmacher A., Reichling J., and Schnitzler P. 2003. Virucidal effect of peppermint oil on the enveloped viruses herpes simplex virus type 1 and type 2 in vitro. Journal of Phytomedicine, 10: 504–510.
40- Shaaya M.K., Eilberg J., and Sukprakarn C. 1997. Plant oils as fumigants & contact insecticides for the control of stored – product insects. Journal of Stored Products Research, 33: 7-15.
41- Singh H., Mrig K.K., and Mahla J.C. 1996. Efficacy and persistence of plant products against lesser grain borer, *Rhyzopertha dominica* (F.) in wheat grain. Journal of Annals of Biology, 12: 99-103.
42- Snedecor G.W., and Cochran W.G. 1989. Statistical methods. 8th (Eds.) IOWA State University Press. 503 pp.
43- Stancic M.R., Coprean D., Sava D., Dobrinas S., Miron L., and Schiopu S. 2011. Use of Garlic, Absinthium and Celandine extract as natural repellents. Environmental Engineering and Management Journal, 10: 445-449.
44- Tapondjou L.A., Adler C., Bouda H., and Fontem D.A. 2002. Efficacy of powder and essential oil from *Chenopodium ambrosioides* leaves as post-harvest grain protectants against six stored-product beetles. Journal of Stored Products Research, 38: 395–402.
45- Udo I.O. 2011. Potentials of *Zanthoxylum xanthoxyloides* (LAM.) for the control of stored product insect pests. Journal of Stored Products and Postharvest Research, 2: 40-44. Available in: http://www.academicjournals.org/JSPPR.
46- Wang J., Zhu F., Zhou X.M., Niu C.Y., and Lei C.L. 2006. Repellent and fumigant activity of essential oil from *Artemisia vulgaris* to *Tribolium castaneum* (Herbst.) (Coleoptera: Tenebrionidae). Journal of Stored Products Research, 42: 339-347.
47- Zapata N., and Smagghe G. 2010. Repellency and toxicity of essential oils from the leaves and bark of *Laurelia sempervirens* and *Drimys winteri* against *Tribolium castaneum.* Journal of Industrial Crop and Production, 32: 405-410.