Archive of SID

فصل‌نامه‌ی داروهای گیاهی

journal homepage: www.journal.iaushk.ac.ir

اثرات زیستی اسانس اکالیپتوس (*Eucalyptus globulus*) روی شپشه آرد *Tribolium confusum*

فریبا باقری، محمود محمدی شریف*، علیرضا هادی‌زاده، بهنام امیری بشلی

گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران؛

* *مسئول مکاتبات* (E-mail: *msharif1353@yahoo.com*)

شناسه مقاله

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۰/۰۵/۱۷

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۰/۰۷/۲۷

نوع مقاله: پژوهشی

موضوع: به زراعی - به نژادی

کلید واژگان :

- ✓ *آفات انباری*
- ✓ *اثر تماسی*
- ✓ *دورکنندگی*
- ✓ *شیوه قطره‌گذاری*
- ✓ *قابلیت تدخینی*

چکیده

مقدمه و هدف: کاربرد اسانس‌های گیاهی به عنوان عواملی امن و موثر برای مبارزه با آفات انباری توجه زیادی را به خود جلب کرده است. در تحقیق حاضر اثرات زیستی اسانس اکالیپتوس *E. globulus* روی شپشه آرد، یکی از حشرات آفت محصولات انباری، برآورد گردید.

روش تحقیق: در این پژوهش اثرات تماسی، تدخینی و دورکنندگی اسانس اکالیپتوس روی شپشه آرد *T. confusum* مورد بررسی قرار گرفت. اثر تماسی به دو شیوه قطره گذاری و آغشته نمودن سطوح کاغذ صافی آزمایش گردید. قطره گذاری با دستگاه میکرواپلیکاتور و قرار دادن یک مایکرولیتر از غلظت‌های مختلف اسانس روی قفس سینه حشرات کامل انجام شد. برای آزمایش اثر تدخینی از ظروف استوانه‌ای شیشه‌ای با حجم ۴۰ ml استفاده شد. اثر دور کنندگی اسانس از طریق مقایسه میزان استقرار حشرات کامل در دو سطح تیمار شده و تیمار نشده مورد آزمایش قرار گرفت. بر مبنای تجزیه پروبیت داده‌ها، LC_{50} اسانس اکالیپتوس در روش قطره‌گذاری ۰/۲۲ µl/l برآورد شد.

نتایج و بحث: مقایسه نتایج به‌دست آمده از سه غلظت مورد استفاده در دو سری آزمایش تیمار سطوح نشان داد که این شیوه روش مناسبی برای برآورد اثر تماسی نیست چرا که مرگ و میر مشاهده شده بیشتر ناشی از اثر تدخینی است تا تماسی. پس از کسر کردن اثر تدخینی، مرگ و میر ناشی از اثر تماسی برای سه غلظت ۰/۳۵، ۰/۷ و ۱/۴۱ $\mu l/cm^2$ به‌ترتیب برابر بود با ۱۹/۴۴، ۱۶/۷ و ۱۸ درصد. قابلیت تأثیر تدخینی اسانس بر مبنای LC_{50}، ۲۳/۴ µl بر لیتر هوا برآورد گردید. میانگین درصد دور کنندگی اسانس اکالیپتوس بر اساس نتایج به‌دست آمده از چهار غلظت ۰/۹۳، ۰/۶۲، ۰/۳۱ و ۰/۱ $\mu l/cm^2$ حدود ۸۳/۲ درصد برآورد گردید که جزو گروه V (۸۰/۱ تا ۱۰۰ درصد دورکنندگی) از گروه‌های پنج گانه قرار می‌گیرد.

توصیه کاربردی/صنعتی: محدودیت و ممنوعیت کاربرد ترکیبات شیمیایی تدخینی، نیاز به آفت‌کش‌های جایگزین مناسب را ملموس‌تر نموده است. کمیت قابل توجه اسانس اکالیپتوس، بی‌ضرر بودن آن برای سیستم‌های زیستی و کارآیی مناسب آن روی آفات انباری، عواملی هستند که این ترکیبات گیاهی را به عنوان جایگزین مناسب ترکیبات شیمیایی پرخطر مطرح نموده‌اند.

۱. مقدمه

مشکلات ناشی از کاربرد حشره‌کش‌های شیمیایی، تلاش‌ها را برای یافتن ترکیبات جایگزین موثر، امن و کاربردی افزایش داده است. برخی مزایای حشره‌کش‌ها با منشأ گیاهی از جمله سمیت کمتر برای انسان، تجزیه سریع، مناسب بودن آن‌ها برای کاربردهای در مقیاس کوچک و طیف وسیع اثر آن‌ها باعث شده که به عنوان جایگزین مناسب حشره‌کش‌های شیمیایی مطرح باشند (Topondjon *et al.*, 2005). اسانس‌های گیاهی متابولیت‌های ثانویه گیاهان دارای ترکیبات آروماتیک هستند. اسانس‌ها فرار بوده، ترکیباتی طبیعی و پیچیده هستند که نقش

www.SID.ir

Archive of SID

حشره‌کشی، باکتری‌کشی، ویروس‌کشی و قارچ‌کشی داشته و در طبیعت نقش محافظتی دارند (Bakkali *et al.*, 2008). این ترکیبات همانند یک مانع گازی عمل کرده و باعث دور کردن یا ممانعت از تغذیه بندپایان می‌شوند (Nerio *et al.*, 2010). راجندران و سریادجینی (Rajendran & Sriranjini, 2008) در یک مقاله مروری اثرات کنترلی اسانس‌های گیاهی را روی آفات انباری مورد بررسی قرار داده و مهمترین آن‌ها را فهرست کرده اند.

درخت اکالیپتوس یکی از گیاهان رایج و گسترده مورد استفاده برای اسانس‌گیری است. جنس *Eucalyptus* دارای بیش از ۷۰۰ گونه است. این درخت مصارف مختلف تجاری داشته از جمله در داروسازی، عطرسازی و صنعت کاربرد فراوانی دارد. اسانس اکالیپتوس علاوه بر این به عنوان حشره‌کش برای بسیاری از حشرات به خصوص آفات انباری از جمله *Sitophilus oryzae*، *S. zeamais*، *Callosobruchus maculatus*، *Tribolium castaneum*، *T. confusum* و *Rhyzoperta dominica* و هم‌چنین به عنوان دورکننده پشه‌هایی هم‌چون *Culex pipiens* و *Aedes aegypti* مورد آزماش و استفاده قرار گرفته است (Batish *et al.*, 2008).

شپشه آرد با نام علمی *Tribolium confusum* سوسک کوچکی به طول سه تا چهار میلی متر و به رنگ قهوه ای قرمز است. لاروها و حشرات کامل این گونه از انواع مختلفی از محصولات انباری از جمله دانه‌های روغنی، خشکبار، دانه‌های غلات و آرد تغذیه کرده و علاوه بر خسارت مستقیم باعث کاهش بازار پسندی آن‌ها می‌شود (باقری زنوز، ۱۳۸۶). روش‌های مختلفی برای کنترل آفات انباری مورد آزمایش قرار گرفته و در شرایط عملی به کار گرفته شده است. با این حال گازدهی انبارها با استفاده از ترکیبات تدخینی یکی از قدیمی‌ترین و رایج‌ترین روش‌هاست.

متیل بروماید و فسفین دو ترکیبی هستند که به طور گسترده برای کنترل آفات انباری استفاده می‌شوند. ترکیب اول مدت‌هاست که به عنوان یکی از عوامل مخرب زیست محیطی مطرح بوده و فشارهای زیادی برای از رده خارج کردن آن اعمال می‌شود. بر اساس معاهده‌های به امضا رسیده در سال ۱۹۹۷ کشورهای توسعه یافته تا سال ۲۰۰۵ و کشورهای در حال توسعه تا سال ۲۰۱۵ موظف به حذف کامل این آفت‌کش گردیدند. ترکیب دوم یعنی فسفین هنوز به‌طور گسترده استفاده می‌شود که در کنار خطرات زیست محیطی و هم‌چنین تهدید سلامت انسانی، بروز مقاومت به آن در انواع مختلفی از آفات انباری باعث توجه بیشتر به یافتن جایگزین‌های مناسب شده است (Bell, 2000).

استفاده از پودرهای تهیه شده از بخش‌های مختلف خشک شده گیاهان، بهینه سازی روش‌های مختلف عصاره و اسانس گیری از گیاهان، جستجو برای یافتن گیاهان جدیدی که حاوی ترکیبات موثری هستند، تجزیه اجزای شکل دهنده اسانس‌های گیاهی و خالص نمودن و آزمایش این اجزا از جمله تلاش‌هایی است که برای یافتن ترکیبات تدخینی امن و موثر صورت گرفته و می‌گیرد. گونه‌های مختلفی از جنس اکالیپتوس در این راستا مورد پژوهش قرار گرفته‌اند. در این ارتباط می‌توان به بررسی اثر ترکیب ۱، ۸- سینئول، یکی از اجزای مهم اسانس اکالیپتوس، روی *T. confusum* (Stamopoulos *et al.*, 2007) و *T. castaneum* (Prates *et al.*, 1998)، اثر *E. globulus* روی *Oryzaephilus surinamensis* (Lee *et al.*, 2000)، اثر تخم‌کشی اسانس *E. camaldulensis* روی *T. confusum* (Tunç *et al*., 2000)، اثر اسانس گونه‌های *E. nicholii*، *E. codonocarpa* و *E. blakelyi* روی *T. castaneum* (Lee *et al,* 2004)، اثر تماسی و دورکنندگی اسانس گونه *E. saligna* روی *T. confusum* (Topondjon *et al*., 2005) و در ایران به آزمایش اثر تدخینی اسانس سه گونه *E. camaldulensis*، *E. intertexta* و *E. sargentii* روی *T. castaneum* (Negahban & Moharamipour, 2007) اشاره نمود.

در بررسی حاضر، اثرات زیستی اسانس گونه *E. globulus* یکی از گونه های رایج در نواحی مرکزی و جنوبی ایران روی حشرات کامل *T. confusum* مورد بررسی قرار گرفت. کشندگی این اسانس هم از طریق در تماس قرار دادن حشرات روی سطوح حاوی باقی‌مانده اسانس و هم از طریق گازدهی آزمایش گردید. اثر دورکنندگی این اسانس نیز با مبنا قرار دادن شیوه‌های مرسوم ارزیابی گردید. توصیف جنبه‌های مختلف تأثیر این اسانس می‌تواند اطلاعات با ارزشی در مورد کارآیی آن در اختیار گذاشته و هم‌چنین امکان کاربرد و موثر بودن آن را در شرایط عملی مشخص کند.

www.SID.ir

Archive of SID

۲. مواد و روش‌ها

۲-۱. پرورش حشرات

جمعیت اولیه حشرات مورد استفاده در این تحقیق از آزمایشگاه آفات انباری موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور تهیه گردید. حشرات کامل در دمای ۱±۲۷ $^{\circ}C$، رطوبت نسبی ۵±۶۰ درصد و دوره نوری ۸ : ۱۶ ساعت (تاریکی : روشنایی) در داخل یک دستگاه ژرمیناتور (مدل JG-300، ساخت شرکت ژال طب) پرورش داده شدند. برای پرورش از ظروف پلاستیکی شفاف به ابعاد ۱۸/۵×۱۴×۶/۵ cm استفاده گردید. حدود یک سوم ظروف با آرد پر شده و تعداد متفاوتی حشره کامل (جمعیت اولیه یا تازه ظاهر شده) در آن قرار می‌گرفت. بخشی از درب ظروف بریده شده و با پارچه توری مسدود شده بود تا امکان تهویه مناسب فراهم گردد. پس از گذشت یک هفته تا ده روز و اطمینان از شروع تخم‌گذاری، حشرات کامل به ظروف دیگری حاوی آرد سالم منتقل می‌شدند. این فرآیند برای حشرات کامل هر نسل حداقل سه بار انجام می‌شد. ظروفی که تخم‌گذاری در آن‌ها انجام شده بود، پس از گذشت سه هفته، روزانه بررسی می‌شدند و حشرات کامل تازه ظاهر شده جدا می‌شدند. هدف از این کار به‌دست آوردن حشرات کامل یکنواخت برای آزمایش‌های زیست سنجی بود. پس از پرورش یک تا دو نسل اولیه، حشرات کامل تازه ظاهر شده، بخشی برای آزمایش‌ها و بخشی برای ادامه پرورش استفاده می‌شدند. جداسازی حشرات به وسیله الک انجام می‌شد.

۲-۲. آزمایش‌های زیست سنجی

اسانس مورد استفاده در این تحقیق مربوط به گونه *Eucalyptus globulus* بود که از شرکت زردبند تهیه گردید. آزمایش‌ها به دو روش تماسی و تدخینی انجام شد. در ادامه اثر دور کنندگی اسانس نیز مورد بررسی قرار گرفت.

۲-۲-۱. اثر تماسی

قابلیت تماسی اسانس به دو شیوه مورد آزمایش قرار گرفت. در شیوه اول سطوح کاغذ صافی (واتمن،N°1) به قطر ۶ cm (سطح ۲۸/۲۶ cm^2) به غلظت‌های مختلف اسانس آغشته می‌شدند. برای آغشته نمودن کاغذهای صافی اسانس در ۵۰ µl استن حل می‌شد. پس از گذشت حدود دو دقیقه و بخار شدن استن، کاغذهای صافی داخل ظروف پتری قرار داده می‌شدند. کاغذهای صافی به قطر ظروف پتری بریده می‌شدند تا سطح تیمار نشده در دسترس حشرات نباشد. این آزمایش‌ها با سه غلظت ۰/۳۵، ۰/۷ و ۱/۴۱ $\mu l/cm^2$ و منظور کردن تیمار شاهد و حداقل با سه تکرار انجام گردیدند. در هر یک از ظروف پتری ۱۸ عدد حشره کامل قرار می‌گرفت. اثر تماسی اسانس اکالیپتوس از طریق قطره‌گذاری نیز انجام گردید. در این شیوه یک قطره به حجم ۱ µl روی قسمت پشتی قفس سینه حشرات کامل قرار می‌گرفت. غلظت‌های مختلف اسانس با حل کردن اسانس در استن تهیه می‌شد. برای جلوگیری از بخار شدن استن این غلظت‌ها در داخل میکروتیوب‌های ۱/۵ میلی لیتری که درب به خوبی محکم شونده‌ای داشتند، تهیه شدند. پس از تیمار، حشرات تا زمان ثبت نتایج داخل ظروف پتری قرار داده می‌شدند. آزمایش‌های نهایی با پنج غلظت در محدوده محاسبه شده بر اساس آزمایش‌های مقدماتی و منظور کردن تیمار شاهد انجام شد. این آزمایش‌ها سه بار تکرار شدند. میزان مرگ‌ومیر در هر دو روش پس از ۲۴ ساعت ثبت گردید. حشراتی که هیچ گونه تحرکی از خود نشان نمی‌دادند، مرده در نظر گرفته می‌شدند.

۲-۲-۲. اثر تدخینی

برای بررسی اثر تدخینی از ظروف شیشه ای استوانه‌ای به حجم ۴۰ ml معروف به ظروف مک کارتی استفاده گردید. قطر دهانه این ظروف درب پیچ‌دار حدود ۲/۵ cm و ارتفاع آن‌ها حدود ۸/۵ cm بود. در لایه نازک پلاستیکی موجود در بخش داخلی این ظروف است برشی ایجاد شده و لبه کاغذهای صافی در زیر این لایه محکم می‌شد. از کاغذ صافی واتمن N°1 (۲ cm×۱) به عنوان منبع متصاعد کننده اسانس استفاده می‌شد. با انجام آزمایش‌های مقدماتی محدوده غلظت‌ها تعیین و آزمایش‌های اصلی با پنج غلظت لگاریتمی در این محدوده و منظور کردن تیمار شاهد انجام گردید. کاغذهای صافی به غلظت‌های مختلف آغشته شده و پس از حدود دو دقیقه، به شیوه ذکر شده، در قسمت داخلی درب ظروف محکم می‌شدند. سپس این درب‌ها روی شیشه‌هایی که قبلاً ۱۲ عدد حشره کامل داخل آن قرار داده شده بود، پیچیده شده و

www.SID.ir

Archive of SID

محکم می‌شدند. این آزمایش‌ها پنج بار تکرار شدند. نتایج مرگ و میر پس از ۲۴ ساعت ثبت گردید.

در سری دیگر از آزمایش‌هایی که اثر تدخینی بررسی می‌شد روشی مشابه روش تماسی با استفاده از ظروف پتری به‌کار گرفته شد. در این روش کاغذ صافی با همان غلظت‌های اثر تماسی تیمار می‌شدند اما کاغذها به‌جای کف پتری به بخش داخلی درب پتری متصل می‌شدند. سایر شرایط، مشابه آزمایش‌های تماسی بود. تجزیه پروبیت داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS $_{ver\ 17}$ انجام شد.

۲-۲-۳. اثر دورکنندگی

قابلیت دور کنندگی اسانس اکالیپتوس بر مبنای میزان ترجیح حشرات برای یک ناحیه خاص برآورد گردید (Topondjon *et al.*, 2005). ناحیه مورد نظر در این‌جا سطح کاغذ صافی بود به قطر ۷ cm که از وسط به دو قسمت مساوی بریده می‌شد. سطح هر قسمت حدود ۱۹/۲۳ cm^2 بود. مقادیر مختلف اسانس در ۱۰۰ µl استن حل می‌شد تا چهار غلظت نهایی ۰/۹۳، ۰/۶۲، ۰/۳۱ و ۰/۱ µl/cm^2 حاصل شود. یکی از دو قسمت کاغذ صافی به آرامی با هر یک از غلظت‌ها آغشته می‌شد. نیمه دیگر فقط با استن تیمار می‌شد. پس از گذشت حدود پنج دقیقه و اطمینان از خشک شدن کاغذهای صافی، دو قسمت از هم بریده در داخل ظروف پتری کنار هم قرار می‌گرفتند. سپس ۲۰ عدد حشره کامل در مرکز کاغذ صافی رها می‌شد. تیمارها حداقل سه بار تکرار شدند و تعداد حشرات روی هر یک از دو سطح حاوی اسانس و بدون اسانس بعد از دو ساعت ثبت می‌شد. درصد دور کنندگی (PR) با فرمول

$$PR= [(Nc-Nt) / (Nc+Nt)]\times 100$$

به دست آمد که در آن Nc و Nt به ترتیب برابر است با تعداد حشرات روی سطح تیمار نشده و سطح تیمار شده.

۳. نتایج و بحث

- *اثر تماسی:* تیمار کاغذ صافی یکی از روش‌های معمول برای بررسی اثر تماسی اسانس‌های گیاهی است. البته باید توجه داشت که به دلیل ماهیت اثر اسانس‌ها، قابلیت تماسی آن‌ها اهمیت کمتری دارد. نتایج این آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است. یکی از نکات مبهم این شیوه آزمایش، احتمال اختلاط اثرات تماسی و تدخینی است. از آن‌جا که در این شیوه از ظروف دربسته استفاده می‌شود امکان دارد بخشی از مرگ و میر ناشی از اثر تدخینی باشد. برای جدا نمودن این اثر، همین آزمایش به‌صورت تدخینی انجام شد. یعنی کاغذهای تیمار شده به‌جای کف ظروف به درب ظروف چسبانده شد؛ به‌طوری‌که حشرات تماسی با آن‌ها نداشتند. وجود مرگ و میر نشان می‌داد که در برآورد اثر تماسی بخشی ناشی از اثر تدخینی است. نتایج ارائه شده در جدول ۱ نشان می دهد که با مبنا قراردادن تفاوت مرگ و میر در این دو شیوه، تنها بخش کوچکی از مرگ و میر ناشی از اثر تماسی است. با این حال با برآورد سهم اثر تماسی از کل مرگ و میر، در کمترین غلظت، بخش عمده‌ای از مرگ و میر ناشی از اثر تماسی است.

توپوندجون و هم‌کاران (Topondjon *et al.*, 2007) مقادیر LD_{50} و LD_{95} عصاره گونه *E. saligna* را روی *T. confusum* به ترتیب ۰/۴۸ و ۱/۲ µl/cm^2 برآورد نمودند. مقایسه نتایج نشان می‌دهد که اسانس *E. globulus* نیز کارآیی تماسی قابل قبولی دارد. در بررسی‌های دیگری اثر تماسی اسانس‌ها از این طریق برآورد شده است. به عنوان مثال عبادالهی و هم‌کاران (Ebadollahi *et al.*, 2010) اثر تماسی اسانس *E. globulus* و *Lavandula stoechas* را روی سوسک توتون *Lasiderma serricorne* از طریق تیمار کاغذ صافی بررسی نمودند. پارک و هم‌کاران (Park *et al.*, 2003) نیز اجزای تشکیل دهنده اسانس گیاه *Chamaecyparis obtusa* را روی دو گونه سوسک آفت انباری به همین شیوه بررسی نمودند. به نظر می‌رسد که اگر از مواد فرار برای تیمار تماسی در ظروف در بسته استفاده می‌شود، باید بتوانیم اثر تدخینی را از اثر تماسی تفکیک کنیم و گرنه بخشی از مرگ و میر مشاهده شده ناشی از اثر تدخینی است. استفاده از ظروف پتری با عمق متفاوت و سطح یکسان احتمالاً خواهد توانست بخشی از این ابهامات را برطرف کند. انتظار می‌رود که افزایش حجم ظروف پتری باعث کاهش اثر تدخینی اسانس شود.

نتایج اثر تماسی از طریق قطره‌گذاری روی بدن حشرات در جدول ۲ ارائه شده است. این شیوه با دقت بیشتری قابلیت تماسی ترکیبات را برآورد می‌کند. مقدار LC_{50} محاسبه شده (۰/۲۲ µl/I) تا حدودی نشان دهنده قابلیت خوب اسانس این گونه گیاهی برای

www.SID.ir

Archive of SID

کنترل شپشه آرد است. نکته قابل توجه این‌که با ۳/۱ برابر افزایش دادن اسانس می‌توان ۹۰ درصد حشرات را کنترل کرد و این مقدار برای دست‌یابی به ۹۵ درصد کنترل حدود ۴/۳ برابر است (LD_{95} =۰/۹۶ µl/l).

اثر تدخینی: نتایج سمیت تدخینی نیز در جدول ۲ ارائه شده است. اثر تدخینی مهمترین قابلیت اسانس‌ها در کنترل آفات انباری است. مقدار LC_{50} در این تحقیق ۱۱۲/۴ µl/L محاسبه شد. در تحقیق (Negahban & Moharamipour, 2007) غلظت ۳۷ µl/L اسانس سه گونه *E. camaldulensis*، *E. intertexta* و *E. sargentii* روی *T. castaneum* به ترتیب صفر، صفر و حدود ۴۰ درصد مرگ‌ومیر و غلظت ۱۸۵ µl/L به‌ترتیب حدود ۹۵، ۱۰۰ و ۹۰ درصد مرگ‌ومیر ایجاد نمود. مقدار LC_{90} محاسبه شده در تحقیق حاضر نشان دهنده مشابهت اثر تدخینی دیگر گونه اکالیپتوس یعنی *E. globulus* است.

اسانس سه گونه *E. blakelyi*، *E. codonocarpa* و *E. nicholii* سمیت بیشتری روی *T. castaneum* داشت (Lee *et al*, 2004). این محققین با روشی تا حدودی متفاوت اثر تدخینی را براورد نموده و LC_{50} های این سه گونه بترتیب ۱۵/۵، ۱۸/۲ و ۱۳/۷ µl/L air بود. گرچه که ممکن است سه گونه اکالیپتوس ذکر شده کارآیی بیشتری داشته باشند اما به‌نظر می‌رسد تفاوت مشاهده شده بخشی ناشی از تفاوت شرایط آزمایش باشد. در تحقیق انجام گرفته توسط عبادالهی و همکاران (Ebadollahi *et al*., 2010) مقدار LC_{50} برآورد شده‌ی اسانس همین گونه روی سوسک توتون *L. serricorne* کمتر بود (۱۱/۲۲µ l/L). کارآیی متفاوت اسانس یک گونه گیاهی روی حشرات مختلف یکی از مواردی است که در بررسی‌های مختلف نشان داده شده است (Negahban & Moharamipour, 2007؛ Prates *et al*., 1998؛ Rozmana *et al*., 2007). ترکیب ۱، ۸- سینئول یکی از اجزای اصلی اسانس اکالیپتوس است. این ماده حدود ۸۳/۹ درصد اسانس گونه *E. globulus* را به خود اختصاص می‌دهد (Maciel *et al*., 2010).

استاموپولوس و همکاران (Stamopoulos *et al*., 2007) اثر این ماده را روی حشرات کامل *T. confusum* بررسی کردند و نشان دادند که ۷ µl/L این ماده باعث ۵۰ درصد مرگ‌ومیر می‌شود. در این تحقیق حشرات به مدت ۴۸ ساعت در معرض سینئول قرار گرفتند، سپس به ظروف تیمار نشده منتقل شدند و مرگ‌ومیر پس از دو روز ثبت گردید. زیست‌سنجی اسانس همراه با زیست‌سنجی این ماده در شرایط یکسان می‌تواند سهم کشندگی این ماده را بهتر مشخص کند. از دیگر موارد قابل توجه در اثر تدخینی شیب زیاد خط دز- پاسخ محاسبه شده است. این موضوع در کنترل آفات انباری از این جهت اهمیت دارد که سعی می‌شود از ترکیباتی استفاده شود که تا حد امکان محصولات عاری از آفت باشند. به همین خاطر شاخص‌های LC_{90} تا LC_{99} اهمیت پیدا می‌کنند. از این رو ترکیباتی بیشتر مورد قبول هستند که با کمی افزایش غلظت بتوانند به‌جای ۵۰ درصد، بیش از ۹۰ درصد حشرات را از بین ببرند. بر اساس نتایج به‌دست آمده با ۱/۴۶ و ۲ برابر افزایش (µl/L LC_{99}=۲۲۴/۸) غلظت می‌توان به‌جای ۵۰ درصد، به‌ترتیب ۹۰ و ۹۹ درصد حشرات را کنترل نمود.

- *اثر دورکنندگی*: متوسط دورکنندگی اسانس *E. globulus* روی این آفت انباری حدود ۸۳ درصد بود. برای تمایز بهتر اثر دورکنندگی، در یک تقسیم بندی قراردادی، دورکنندگی به چهار گروه تقسیم شده است: گروه 0 (کمتر از ۰/۱ درصد دورکنندگی)، گروه I (۰/۱ تا ۲۰ درصد)، گروه II (۲۰/۱ تا ۴۰ درصد)، گروه III (۴۰/۱ تا ۶۰ درصد)، گروه IV (۶۰/۱ تا ۸۰ درصد) و گروه V (۸۰/۱ تا ۱۰۰ درصد دورکنندگی) (Topondjon *et al*., 2005). درصد دورکنندگی محاسبه شده در این تحقیق، اسانس *E. globulus* را در گروه V قرار می‌دهد.

در یک مطالعه ای متوسط دورکنندگی چهار غلظت ۰/۰۶۳، ۰/۱۲۶، ۰/۲۵۲ و ۰/۵۰۳ µl/cm^2 اسانس *E. citriodora* را روی *S. zeamais* حدود ۶۷/۷ درصد برآورد نمودند. غلظت‌های مورد استفاده این محققین کمتر از نصف مورد استفاده در تحقیق حاضر است و دورکنندگی‌های برآورد شده تا حدودی قابل توجیه است. با این‌که شیوه مورد استفاده در این تحقیق یکی از روش‌های رایج بررسی اثر دورکنندگی است (Nerio *et al*., 2010) با این حال به‌نظر می‌رسد که اشکالاتی در این روش وجود دارد. اول این‌که سطح تیمار شده با اسانس در کنار سطح تیمار نشده در یک ظرف در بسته قرار گرفته و به احتمال زیاد اسانس در همه جای فضای کوچک آزمایش پخش می‌شود. در تحقیق حاضر گرچه ۸۳ درصد دور

www.SID.ir

Archive of SID

کنندگی به عنوان میانگین اثر چهار غلظت ارائه گردیده است، اما درصد دور کنندگی از میزان غلظت‌ها تبعیت نمی‌کرد. دور کنندگی چهار غلظت ۰/۹۳، ۰/۶۲، ۰/۳۱ و ۰/۱ $\mu l/cm^2$ به‌ترتیب ۵۴/۲، ۸۸/۸، ۹۴/۴ و ۹۴/۴ درصد بود. در حالی که انتظار می‌رفت روند اثر دورکنندگی برعکس باشد. از ابهامات دیگر این شیوه زمان پایان آزمایش است. نقطه پایانی قراردادی بوده و در هر تحقیق ممکن است زمان متفاوتی تعریف شود که این موضوع امکان مقایسه نتایج تحقیقات متفاوت را کاهش می‌دهد.

۴. نتیجه گیری

در مجموع نتایج این تحقیق نشان دهنده کارآیی قابل قبول اسانس *E. globulus* برای کنترل آفات انباری است. بر اساس شاخص LC_{50} اثر تدخینی، با یک حجم از اسانس می‌توان ۵۰ درصد حشرات را در حجم ۸۸۹۶ برابری از بین برد. با مبنا قراردادن LC_{90} و LC_{99} این حجم به‌ترتیب ۶۰۹۷ و ۴۴۴۸ برابر خواهد بود. از آن‌جا که بخش عمده‌ای از محل‌های انبار نمودن، با محصولات انباری اشغال می‌شود، با در نظر گرفتن بخش خالی فضا، این مقادیر باز هم افزایش خواهد یافت. به عنوان مثال اگر نیمی از فضا توسط محصولات انباری پرشده باشد این مقادیر دو برابر خواهد بود. بنابراین در صورت تولید انبوه اسانس و مقرون به صرفه بودن مصرف آن، می‌توان انتظار داشت که حداقل در فضاهای کوچک نگهداری محصولات انباری اسانس این گونه، جایگزین مناسبی برای ترکیبات تدخینی رایج، به‌خصوص قرص‌های حاوی فسفین باشد.

جدول ۱. اثر تماسی اسانس *Eucalyptus globulus* روی حشرات کامل *Tribolium confusum*

غلظت ($\mu l/cm^2$)	مرگ و میر (درصد) تیمار کف ظروف	تیمار درب ظروف	تفاوت	درصد تماسی از کل
۱/۴۱	۸۸/۸	۷۰/۸	۱۸	۲۰/۳
۰/۷	۵۰	۳۳/۳	۱۶/۷	۳۳/۴
۰/۳۵	۲۳/۶	۴/۱۶	۱۹/۴۴	۸۲/۲
۰	۰	۰	-	-

جدول ۲. اثر تماسی و تدخینی اسانس *Eucalyptus globulus* روی حشرات کامل *Tribolium confusum*

نوع تیمار	تعداد حشرات	شیب خط (± SE)	LC_{50}	LC_{90}
اثر تماسی (روش قطره‌گذاری)	۲۸۸	۲/۵۷ (± ۰/۳۲)	۰/۲۲ $\mu l/_{Insect}$	۰/۶۹ $\mu l/_{Insect}$
اثر تدخینی	۳۶۰	۷/۷۲ (± ۰/۷۴)	۱۱۲/۴ $\mu l/L_{هوا}$	۱۶۴ $\mu l/L_{هوا}$

www.SID.ir

Archive of SID

۵. منابع

باقری زنور، ا. ۱۳۸۶. آفات و عوامل زیان‌آور انباری و مدیریت کنترل آن‌ها. انتشارات دانشگاه تهران، ۴۳۵ صفحه.

Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D. and Idaomar, M. 2008. Biological effects of essential oils – A review. *Food and Chemical Toxicology*, 46: 446-475.

Batish, D.R, Singh, H.P. Kohli, R.K. and Kaur, S. 2008. Eucalyptus essential oil as a natural pesticide. *Forest Ecology and Management*, 256: 2166-2774.

Bell, C.H. 2000. Fumigation in the 21st century. *Crop Protection*, 19: 563-569.

Ebadollahi, A., Safaralizadeh, M.H., Pourmirza, A.A. and Ghosta, Y. 2010. Contact and fumigant toxicity of essential oils of *Lavandula stoechas* L. and *Eucalyptus globulus* Labil grown in Iran against *Lasioderma serricorne* F. *Biharean Biologist*, 4: 31-36.

Lee, B.H., Annis, P.C., Tumaalii, F. and Choi, W.S. 2004. Fumigant toxicity of essential oils from the Myrtaceae family and 1, 8-cineole against 3 major stored-grain insects. *Journal of Stored Products Research*, 40: 553-564.

Lee, S.E., Choi, W.S., Lee, H.S. and Park, B.S. 2000. Cross-resistance of a chlorpyrifos-methyl resistant strain of *Oryzaephilus surinamensis* (Coleoptera: Cucujidae) to fumigant toxicity of essential oil extracted from *Eucalyptus globulus* and its major monoterpene, 1,8-cineole. *Journal of Stored Products Research*, 36: 383-389.

Maciel, M.V., Morais, S.M., Bevilaqua, C.M.L., Silva, R.A., Barros, R.S., Sousa, R.N., Sousa, L.C., Brito, E.S. and Souza-Neto, M.A. 2010. Chemical composition of *Eucalyptus spp.* essential oils and their insecticidal effects on *Lutzomyia longipalpis*. *Veterinary Parasitology*, 167: 1–7.

Negahban, M. and S. Moharamipour, 2007. Fumigant toxicity of *Eucalyptus intertexta*, *Eucalyptus sargentii* and *Eucalyptus camaldulensis* against stored – product beetles. *Journal of Applied Entomology*, 137: 256-267.

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

Nerio, L.S., Olivero-Verbel, J. and Stashenko, E.E. 2010. Repellent activity of essential oils: A review. *Bioresource Technology*, 101: 372-378.

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 obtusa* against *Challosobruchus chinensis* (L.) and *Sitophilus oryzae* (L.). *Journal of Stored Product Research*, 39: 375-384.

Prates, H.T., Santos, J.P., Waquil, J.M., Fabris, J.D., Oliveira, A.B. and Foster, J.E. 1998. Insecticidal activity of monoterpenes against *Rhyzopertha dominica* (F.) and *Tribolium castaneum* (Herbst). *Journal of Stored Products Research*, 34: 243-249.

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

Rozmana, V., I. Kalinovica and Z. Korunic, 2007. Toxicity of naturally occurring compounds of Lamiaceae and Lauraceae to three stored-product insects. *Journal of Stored Products Research*, 43: 349-355.

Stamopoulos, D.C., P. Damos and G. Karagianidou, 2007. Bioactivity of five monoterpenoid vapours to *Tribolium confusum* (du Val) (Coleoptera:

www.SID.ir

Archive of SID

Tenebrionidae). *Journal of Stored Products Research*, 43: 571-577.

Topondjon, A.L., C. Adler, D.A. Fontem, H. Bouda and C. Reichmuth, 2005. Bioactivities of cymol and essential oils of *Cupressus sempervirens* and *Tribolium confusum* du val. *Journal of Stored Products Research*, 41: 91-102.

Tunc, I., B.M. Berger, F. Erler and F. Dag, 2000. Ovicidal activity of essential oils from five plants against two stored-product insects. *Journal of Stored Products Research*, 36: 161-168.

www.SID.ir