نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۶، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۱، ص. ۴۱۵-۴۰۸

Journal of Plant Protection
Vol. 26, No. 4, Winter 2013, P. 408-415

بررسی اثر دورکنندگی اسانس اکالیپتوس (*Eucalyptus camaldulensis*) روی موریانه *Microcerotermes diversus*

الهه شفیعی علویجه[1*] - بهزاد حبیب پور[2]- سعید محرمی پور[3]- آرش راسخ[4]

تاریخ دریافت:۱۳۹۰/۷/۱۹
تاریخ پذیرش:۱۳۹۱/۵/۱۷

چکیده

موریانه *Microcerotermes diversus* زیان آورترین گونه در استان خوزستان می‌باشد که به گیاهان زنده و همچنین وسایل چوبی در ساختمان خسارت می‌زند. استفاده از مواد سازگار با محیط زیست مثل اسانس‌ها و عصاره‌های گیاهی در برنامه مدیریت تلفیقی آفات از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. در این تحقیق دو مدل جدید دستگاه بوسنج طراحی شد و اثر دورکنندگی اسانس اکالیپتوس در آزمون‌های بوسنجی روی این گونه موریانه مورد بررسی قرار گرفت. حدود غلظتی اسانس اکالیپتوس استفاده شده در این روش‌ها، ۰/۳ تا ۱/۶ درصد (وزنی- حجمی) بود. در بررسی اثر رفتاری اسانس اکالیپتوس در دستگاه بوسنج، با افزایش غلظت در انشعابات حاوی اسانس از رفت و آمد موریانه کاسته شد. همچنین نتایج آزمون‌های متفاوت نشان داد که بالاترین میزان دورکنندگی اسانس (حدود ۱۰۰ درصد) مربوط به غلظت ۱/۶درصد می‌باشد. در مجموع این تحقیق نشان می‌دهد که می‌توان اسانس اکالیپتوس را به عنوان یک سم با اثر دورکنندگی مناسب علیه موریانه *M. diversus* پیشنهاد کرد.

واژه های کلیدی: اسانس اکالیپتوس، دستگاه بوسنج، دورکنندگی، *Microcerotermes diversus*

مقدمه

موریانه‌ها از حشراتی اجتماعی واقعی[5] هستند (۱۷) که جوامع بزرگ آنها از صدها تا میلیون‌ها فرد تشکیل شده و دارای چند شکلی[6] شامل فرم‌های جنسی (افراد بال‌دار)، سربازان و کارگران (بی‌بال - عقیم) هستند که هر طبقه[7] از نظر مرفولژیکی و وظایف متفاوت بوده اما آنها مجبور به زندگی به صورت اجتماعی هستند یا در غیر این صورت اجتماع[8] آنها از بین خواهد رفت (۱۸). موریانه‌ها می‌توانند اثرات مخربی روی محصولات کشاورزی و فضای سبز شهری مثل درختان و ساختمان‌ها داشته باشند (۸). متأسفانه چوب استفاده شده در ساختمان‌ها برای موریانه‌ها اشتها آور بوده و سبب جلب آنها به ساختمان‌های مسکونی و تجاری می‌شود (۱۷). بررسی‌ها نشان می‌دهد که مهم‌ترین موریانه در استان خوزستان گونه *Microcerotermes diversus* Silvestri (Isoptera: Termtidae) می‌باشد. این موریانه به‌عنوان حریص‌ترین و مخرب‌ترین گونه موجود در استان خوزستان دارای حوزه جستجوگری وسیع غذایی بوده و توانایی ایجاد اجتماعات ثانویه در دیوارها، سقف اماکن و نیز روی درختان را دارد. لذا ریشه‌کنی و کنترل آن با مشکلاتی همراه است (۳). برای کنترل موریانه‌ها از موریانه‌کش‌های مرسوم مثل آلدرین[9]، کلردان[10]، دی‌آلدرین[11]، اندرین[12]، هپتاکلر[13] و مایرکس[14] که مواد شیمیایی شناخته شده هستند استفاده می‌شود که به سبب اثرات زیست محیطی، سلامت انسان و دیگر گونه‌ها را به خطر می‌اندازند. کاربرد این مواد شیمیایی اکنون محدود شده است و برای خودداری از این اثرات تلاش‌هایی برای معرفی آفت‌کش‌های طبیعی انجام شده است (۲۱). تعداد زیادی مواد شیمیایی زیستی دارای فعالیت ضد موریانه‌ای یا دورکنندگی هستند. درمیان آنها، اسانس‌های

۱، ۲و۴- به ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد و استادیاران گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز
(*- نویسنده مسئول: Email: elaheshafiei650@gmail.com)
۳- دانشیار گروه حشره‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس تهران

5- Eusocial
6- Polymorphism
7- Caste
8- Colony

9- Aldrin
10- Chlordane
11- Dieldrin
12- Endrin
13- Heptachlor
14- Mirex

گیاهی ممکن است جایگزین بالقوه‌ای به‌عنوان عوامل کنترل زیستی برای کنترل موریانه‌ها باشند زیرا آنها غنی از عوامل شیمیایی زیستی هستند. یکی از خانواده‌های گیاهی مورد توجه و محتمل به داشتن اسانس‌هایی با اثرات کشندگی و دورکنندگی *Eucalyptus* spp. می‌باشد (۱۴) که درمیان ترکیبات مختلف اسانس اکالیپتوس ۱و۸- سینئول[1] مهم‌ترین بوده و نقش مهمی در فعالیت حشره‌کشی آن بازی می‌کند (۹). هدف از این تحقیق بررسی اثرات دورکنندگی اسانس اکالیپتوس (*Eucalyptus camaldulensis* var. camaldulensis Dehneh.) در آزمایش‌های بوسنجی، روی موریانه زیرزمینی *M. diversus* و همچنین دستیابی به یک روش کنترل مؤثر در قالب ترکیبات سازگار با محیط زیست می‌باشد. در بررسی مکانیسم موریانه‌کشی اسانس برگ *E. camaldulensis* توسط سایرامون و همکاران (۱۸) علیه موریانه *Coptotermes formosanus* Shiraki معلوم شد که علاوه بر ایجاد مرگ و میر در جمعیت موریانه‌ها، مانع فعالیت آنزیم استیل کولین استراز شده و بر سیستم عصبی تأثیر می‌گذارد. در بررسی پتانسیل فعالیت موریانه‌کشی اسانس اکالیپتوس *E. citriodora* علیه موریانه‌های *Heterotermes indicola* (Wasmann)، *Microtermes obesi* (Holmgren) و *Odontotermes obesus* (Rambur) توسط منظور و همکاران (۱۲) اثر سمیت، دورکنندگی و فعالیت تدخینی بررسی و ثابت شد. در مطالعه انجام شده روی سمیت تماسی و تدخینی اسانس *Alpinia calcarata* (Rosch.) و ماده ۱و۸- سینئول (به عنوان عمده ترکیب شناخته شده از این اسانس و همچنین اسانس اکالیپتوس) توسط ابی ویچراما و همکاران (۵) معلوم شد که مهم‌ترین ترکیب سمی موجود در این اسانس ۱و۸- سینئول بوده به طوری که اثر دورکنندگی این اسانس را به این ماده نسبت دادند.

مواد و روش‌ها

با توجه به بررسی‌های انجام شده در شرایط اهواز (۱ و ۲) از میان مهم‌ترین و پرمصرف‌ترین چوب‌های تجارتی موجود در منطقه اهواز موریانه *M. diversus* بیشترین میزان تغذیه را از چوب راش داشته، در نتیجه از این چوب جهت جمع‌آوری موریانه‌ها استفاده شد. در ابتدا بلوک‌های چوبی راش در ابعاد ۲۰×۶×۲ سانتی‌متر تهیه شدند (۱). پس از نمونه‌برداری، موریانه‌ها به کمک قلم مو جداسازی و درون ظروف پلاستیکی محتوی کاغذهای صافی (مرطوب شده با آب مقطر) جهت تغذیه و تأمین رطوبت منتقل شدند. جهت رفع استرس موریانه‌ها قبل از شروع آزمایش‌ها زیست‌سنجی این ظروف به مدت ۲۴ ساعت در انکوباتور تاریک در دمای ۲±۲۸ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵ ± ۸۵ درصد نگهداری شدند، از طرفی در انجام آزمایش‌ها از موریانه‌های کارگر فعال و سالم استفاده شد.

تهیه اسانس گیاهی

کاربرد اسانس اکالیپتوس به عنوان یک آفت‌کش طبیعی اثر مناسبی از نقطه نظر محیطی و سم‌شناسی درمیان کاربرد نامنظم آفت‌کش‌ها دارد و با آن می‌توان بر مسئله مقاومت آفات غلبه کرد (۷). گیاه *E. camaldulensis* با نام معمولی صمغ قرمز رودخانه یکی از بهترین انواع اکالیپتوس شناخته شده است. قسمت مورد استفاده اکالیپتوس برگ‌های آن به خصوص برگ درختان مسن‌تر بود (۱۵). برگ‌های گیاه مورد نظر در خرداد و تیر ماه سال ۱۳۸۹ از درختان اکالیپتوس اطراف دانشکده کشاورزی شهید چمران جمع‌آوری شدند و بعد از شسته شدن برای خشک شدن در سایه قرار گرفتند. سپس برای سهولت عمل اسانس‌گیری برگ‌ها خرد شده و اسانس گیاهی به روش تقطیر با آب و با کمک دستگاه کلونجر (ساخت موسسه پژوهشهای علمی و صنعتی ایران) تهیه شد. این اسانس تا زمان استفاده در ظروف شیشه‌ای پوشانده شده با فویل آلومینیومی در دمای ۴ درجه سلسیوس در یخچال نگهداری شد. غلظت‌های مناسب برای آزمون‌های انجام شده ۰/۳، ۰/۴، ۰/۵، ۰/۷، ۰/۹، ۱/۲ و ۱/۶ درصد (وزنی-حجمی) تعیین شد. حلال به کاربرده شده برای اسانس اکالیپتوس در این آزمون‌ها متانول بود.

بررسی اثر دورکنندگی یا جذب کنندگی اسانس در روش استفاده از دستگاه بوسنج

در این روش هدف بررسی واکنش رفتاری موریانه و میزان دورکنندگی غلظت‌های اسانس از طریق انتشار آن در محیط بود.

دستگاه بوسنج استوانه‌ای

برای انجام این آزمایش و تعیین اثر غلظت‌های اسانس (تیمارها) از دستگاه بوسنج شامل یک استوانه مرکزی (۱۴ سانتی‌متر قطر، ۲۰ سانتی‌متر ارتفاع) در وسط صفحه با ۸ انشعاب هم اندازه (لوله‌های پلاستیکی فشرده در ابعاد ۲۰ سانتی‌متر طول، ۱ سانتی‌متر عرض، ۱ سانتی‌متر ارتفاع) به صورت دایره‌ای در اطراف آن استفاده شد. در انتهای هر انشعاب اتاقکی پلاستیکی با سطح مقطع گرد (۹ سانتی‌متر قطر و ۱۱ سانتی‌متر ارتفاع) برای قرار دادن مواد آغشته به اسانس قرار گرفت که در آنها مدخلی (۱ سانتی‌متر × ۱ سانتی‌متر) برای ورود حشره و اتصال به انشعابات تعبیه شد. موریانه‌ها در آزمایش‌های انجام شده در وسط محیط ظرف استوانه‌ای رهاسازی و بعد از گذشت دو ساعت تعداد حشره وارد شده به هر اتاقک شمرده شد (شکل ۱).

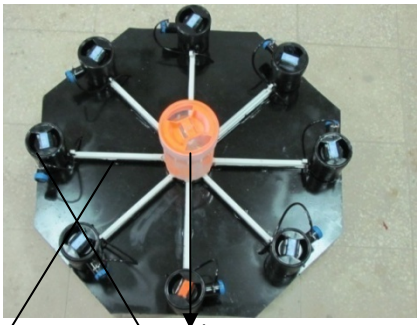
1- 1,8- cineol

بررسی غلظت‌های آزمایشی با روش آغشته کردن مواد مختلف

در این بررسی برای انجام آزمایش از سه روش متفاوت شامل کاربرد پنبه، کاغذ صافی واتمن(قطر ۹ سانتی‌متر) و چوب آغشته به اسانس استفاده شد. برای انجام آزمایش بوسنجی با پنبه، ۱ میلی‌لیتر از هر غلظت (۰/۳، ۰/۴، ۰/۵، ۰/۷، ۰/۹، ۱/۲ و ۱/۶درصد) توسط سرنگ (۱ میلی‌لیتر) روی تکه پنبه‌هایی (توده‌ای به قطر حدود ۱ سانتی‌متر) پاشش شد، سپس برای تبخیر حلال (متانول) ظروف به مدت یک ساعت به آون منتقل شدند. بعد از مشخص کردن محل غلظت‌ها در انشعابات، تکه‌های پنبه به اتاقک‌ها منتقل شده و درب آنها قرار داده شد. در این آزمایش‌ها برای تیمار شاهد از یک تکه پنبه غیرآغشته استفاده شد. در آزمایش بوسنجی با کاربرد کاغذ صافی به جای استفاده از پنبه از کاغذ صافی واتمن شماره ۱ (قطر ۹ سانتی‌متر) استفاده شد. تیمار شاهد در این آزمایش کاغذ صافی غیرآغشته بود. برای انجام آزمایش بوسنجی با کاربرد چوب آغشته به اسانس ابتدا برای هر غلظت ۴ تکه چوب در ابعاد ۱×۱×۲ سانتی‌متر آماده شد که به مدت ۲۴ ساعت در محلول‌های تهیه شده (غلظت‌های متفاوت از اسانس) غوطه‌ور شدند. در هر اتاقک بعد از خشک شدن چوب‌ها (طی ۲۴ ساعت داخل آون) با توجه به غلظت تعیین شده چوبی قرار داده شد و درب اتاقک‌ها بسته شد. تیمار شاهد در این آزمون، چوب غیر آغشته بود. بعد از انجام مقدمات گفته شده، برای شروع آزمایش در ظرف استوانه‌ای تعداد ۱۰۰ موریانه رهاسازی و بعد از گذشت دو ساعت درب ظروف باز شده و تعداد موریانه ورودی به هر اتاقک شمرده شد. هر کدام از آزمایش‌های بالا ۴ بار تکرار شد. با توجه به تراکم بالای بوی اسانس اکالیپتوس در آزمایش‌های قبلی در محیط، برای کاستن از اثر غلظت و بوی اسانس در محیط از ۳ غلظت پایین اسانس (۰/۳، ۰/۵ و ۰/۷درصد) به همراه شاهد برای بررسی اثر بو استفاده شد. در این آزمایش از پنبه‌های آغشته به غلظت‌های مورد نظر استفاده شد و برای تیمار شاهد از پنبه غیرآغشته استفاده شد. از طرفی تیمارها به شکل یک در میان و با بستن مسیرهایی که در آنها هیچ تیماری قرار داده نشد انجام گرفت. این آزمون نیز ۴ بار تکرار شد و برای هر تکرار زمان ۲ ساعت و تعداد ۱۰۰ موریانه در نظر گرفته شد. در انتهای آزمایش نیز تعداد موریانه ورودی به هر اتاقک تیمار شده شمرده و ثبت شد. در پایان هر تکرار از آزمایش‌های گفته شده کلیه انشعابات باز شده و ابتدا توسط الکل متانول ۷۵٪ و آب تمام انشعابات و استوانه مرکزی کاملاً شستشو داده شدند. سپس به مدت ۱ تا ۲ روز دستگاه در هوای آزاد قرار داده می‌شد تا کلیه قسمت‌ها عاری از بو گردد.

دستگاه بوسنج T شکل

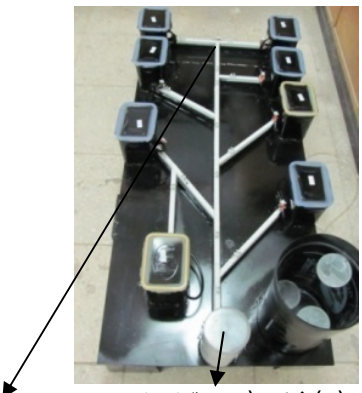
برای بررسی اثر وجود انشعاب در مسیر حرکت موریانه (مشابه رفتار جستجوگری غذایی موریانه در دالان‌های اصلی و فرعی خود در طبیعت) دستگاهی به شکل تی (T) طراحی شده که دارای یک سری انشعابات در انتها و طول خود می‌باشد (شکل ۲). جنس انشعابات دستگاه از جنس لوله‌های پلاستیکی فشرده انتخاب شد. طول انشعاب اصلی دستگاه ۹۰ سانتی‌متر بود که در انتها به دو انشعاب ۱۶ سانتی‌متر ختم می‌شد و در انتهای هر انشعاب اتاقک پلاستیکی مستطیلی شکل در ابعاد ۱۲ × ۹ × ۱ سانتی‌متر قرار گرفت. در این آزمایش برای بررسی نحوه انتخاب موریانه بین دو تیمار (شامل یک غلظت آزمایشی و دیگری شاهد) و به علت گستردگی کار، اثر سه غلظت متفاوت اسانس شامل پایین‌ترین، حد میانی و بالاترین (۰/۳، ۰/۹ و ۱/۶درصد) بررسی شد. برای انجام این آزمایش بازه زمانی ۱۲ ساعت در نظر گرفته شد که در طی آن در یک انشعاب تی دستگاه کاغذ صافی آغشته به غلظت آزمایشی (تیمار) و در انشعاب روبرو کاغذ صافی غیر آغشته قرار داده شد و همچنین کلیه انشعابات دیگر دستگاه در مسیر بسته شدند. هر آزمایش ۴ بار تکرار شد و در پایان هر تکرار تعداد موریانه وارد شده به هر انشعاب شمرده شد. در پایان هر تکرار، بازوی اصلی و ۲ بازوی انتهایی کاملاً باز شده و توسط الکل متانول ۷۵٪ و آب کاملاً شستشو داده شدند. سپس به مدت ۱ تا ۲ روز دستگاه در هوای آزاد قرار داده می‌شد تا کلیه قسمت‌ها عاری از بو گردد.



شکل۱- دستگاه بوسنج ۸ ضلعی (استوانه مرکزی- انشعابات- اتاقک‌های اطراف)

تجزیه داده‌ها: برای رسم نمودار از نرم افزار EXCEL 2007 استفاده شد. برای آنالیز داده‌ها بین غلظت‌های کاربردی در آزمون بوسنجی با دستگاه استوانه‌ای از نرم‌افزار SAS(9.1) استفاده شد. برای مقایسه اثر غلظت‌ها روی موریانه مورد نظر از روش آنالیز واریانس (ANOVA) جهت مقایسه میانگین‌ها و از آزمون LSD در سطح ۵٪ استفاده شد. همچنین در بررسی نتایج حاصل از دستگاه تی شکل برای بررسی میزان دورکنندگی بر حسب درصد غلظت‌های مورد آزمایش از طریق آزمون t-student با شاهد در سطح ۵٪

استفاده شد.



شکل ۲- دستگاه تی (T) شکل (محل قرار دادن موریانه‌ها- انشعاب تی شکل)

نتایج و بحث

بررسی تمام غلظت‌های آزمایشی با روش آغشته کردن مواد مختلف

در آزمایش بوسنجی توسط پنبه آغشته نیز مقایسه میانگین بین غلظت‌ها معنی‌دار بوده و با افزایش غلظت اسانس از تعداد موریانه وارد شده به هر شاخه کاسته شد. از طرفی اختلاف معنی‌داری بین غلظت‌های کاربردی با استفاده از آزمون LSD در سطح ۵ درصد وجود داشت (F=۴۱۱/۰۹ ، df= ۷ ،P <۰/۰۰۰۱) (جدول ۱). در آزمایش بوسنجی توسط کاغذ صافی تفاوت معنی‌داری بین غلظت‌ها وجود داشت و با افزایش غلظت اسانس اکالیپتوس مانند آزمون قبلی از تعداد موریانه وارد شده به انشعابات دستگاه کاسته شد. در آزمون LSD در سطح ۵ درصد بین شاهد و بقیه غلظت‌ها اختلاف معنی‌داری وجود داشت اما بین بقیه غلظت‌ها هیچ تفاوت معنی‌داری دیده نشد (F=۱۴۹/۶۰ ، df= ۷ ،P <۰/۰۰۰۱) (جدول ۱). همچنین در آزمون بوسنجی توسط چوب نتایج با آزمون‌های قبلی مشابه بود. در آزمون LSD در سطح ۵٪ نیز بین غلظت‌های استفاده شده اختلاف معنی‌داری بدست آمد (F=۵۶۸/۱۰ ،df= ۷ ،P <۰/۰۰۰۱) (جدول ۱).

بررسی پاسخ رفتاری موریانه *M. diversus* به ۴ غلظت (شاهد، ۰/۳، ۰/۵ و ۰/۷درصد) اسانس اکالیپتوس: در این آزمون نیز بین غلظت‌های کاربردی (شاهد، ۰/۳، ۰/۵ و ۰/۷درصد) از نظر آماری اختلاف معنی‌داری وجود داشت و تعداد موریانه وارد شده به انشعابات دستگاه با افزایش غلظت روند کاهشی نشان داد (F=۱۴۹/۵۴ ،df=۷ ،P <۰/۰۰۰۱) (نمودار ۱).

دستگاه تی (T) شکل

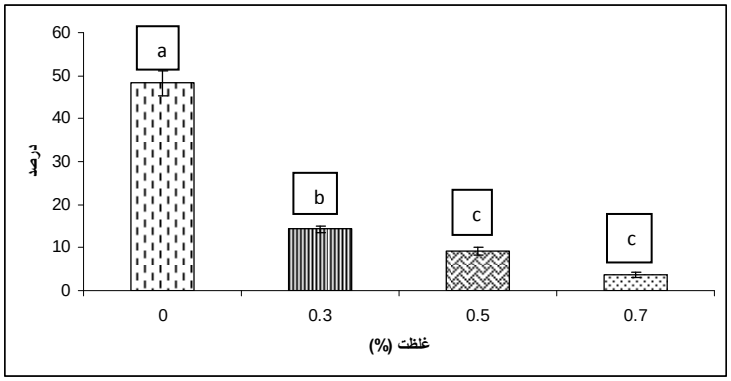
در این آزمایش نیز بین غلظت ۰/۳درصد و شاهد (P<۰/۰۰۰۱) (جدول ۲- الف)، غلظت ۰/۹درصد و شاهد (P<۰/۰۰۰۱) (جدول ۲- ب) و غلظت ۱/۶درصد و شاهد (P<۰/۰۰۰۱) (جدول ۲- ج) از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ وجود داشت.

رفتار جستجوگری در موریانه یک رفتار اجتماعی است (۱۶ و ۱۹) که در آن صدها تا هزاران موریانه برای یافتن غذا و یا لانه‌سازی لانه را ترک می‌کنند (۱۱). فرمون جستجوگری در موریانه‌ها به‌عنوان یک برنامه جمع‌آوری غذا است که گروهی از افراد در طرح‌های سازمان‌دهی شده برای یافتن منابع غذایی و جهت اعلام موقعیت خود به سایر اعضای کلنی از فرمون‌های غدد سینه‌ای استفاده می‌نمایند. عوامل فیزیولژیکی و اکولژیکی می‌تواند بر جستجوگری موریانه‌ها اثر بگذارد. برای جلوگیری از خشکی و اجتناب از شکار شدن موریانه‌ها بایستی لوله‌های پناهگاهی بسازند و اطراف منابع غذایی پوشش یا غلاف ایجاد کنند (۲۰). بیشتر موریانه‌های جستجوگر توانایی ساختمان‌سازی (ایجاد تونل یا دالان) را با مواد غیرچوبی، جهت جستجوی غذا در مسافت‌های خیلی طولانی دارند (۱۷). رفتار جستجوگری هماهنگ با نوع زندگی اجتماعی موریانه است (۲۰).

جدول ۱- میانگین(٪) تعداد موریانه *M. diversus* وارد شده به غلظت‌های مختلف اسانس اکالیپتوس در آزمون بوسنجی (دستگاه ۸ ضلعی)

غلظت (٪)	SE± میانگین تعداد موریانه وارد شده به انشعابات(٪) پنبه	SE± میانگین تعداد موریانه وارد شده به انشعابات(٪) کاغذ	SE± میانگین تعداد موریانه وارد شده به انشعابات(٪) چوب
۰	۸۰/۲۵±۳/۶۶^{a*}	۷۹/۲۵±۶/۱۰^{a}	۷۶±۲/۵۸^{a}
۰/۳	۴/۷۵±۰/۸۵^{b}	۳/۷۵±۰/۷۵^{b}	۴/۵±۱/۰۴^{b}
۰/۴	۳±۰/۴۰^{c}	۲±۰/۴۰^{b}	۳/۵±۰/۵^{bc}
۰/۵	۳/۲۵±۰/۴۷^{bc}	۳±۱/۵۸^{b}	۲±۰/۸۱^{bc}
۰/۷	۱/۵±۰/۵^{bc}	۰/۵±۰/۵^{b}	۱/۷۵±۰/۷۵^{bc}
۰/۹	۰/۷۵±۰/۲۵^{c}	۰±۰^{b}	۱/۵±۰/۲۸^{bc}
۱/۲	۰/۲۵±۰/۲۵^{c}	۰±۰^{b}	۱/۲۵±۰/۴۷^{c}
۱/۶	۰/۲۵±۰/۲۵^{c}	۰±۰^{b}	۰/۵±۰/۲۸^{c}

*- حروف مشابه: عدم اختلاف معنی دار بین غلظت‌ها (ستون‌ها) در آزمون LSD در سطح ۵٪



نمودار ۱- درصد میانگین تعداد موریانه *M. diversus* وارد شده به ٤ غلظت مختلف اسانس اکالیپتوس *E. camaldulensis* در آزمون بوسنجی (حروف مشابه: عدم اختلاف معنی دار بین غلظت‌ها در آزمون LSD در سطح ۵٪)

جدول ۲- میانگین(٪) تعداد موریانه *M. diversus* وارد شده به غلظت‌های مختلف اسانس اکالیپتوس (الف- شاهد و ۰/۳٪، ب- شاهد و ۰/۹٪، ج- شاهد و ۱/٦٪) در آزمون بوسنجی با دستگاه تی شکل

آزمایش	غلظت (٪)	SE± میانگین تعداد موریانه وارد شده به انشعابات (٪)
الف	۰	۶۴ ± ۹/۳۸
	۰/۳	۱۱ ± ۱/۸۳
	df= ۶	t= ۱۱/۱*
ب	۰	۶۹/۷۵ ± ۷/۱۴
	۰/۹	۸/۵ ± ۲/۳۸
	df=۶	t=۱۶/۳*
ج	۰	۷۸ ± ۶/۷۸
	۱/۶	۰/۷۵ ± ۰/۹۵۷
	df=۶	t=۲۲/۶*

*- مبین وجود اختلاف معنی دار در ستون هر مرحله از آزمایش در سطح ۵٪

با توجه به خصوصیات موریانه مورد مطالعه در این تحقیق دو دستگاه ۸ ضلعی و تی شکل طراحی شد و رفتار موریانه در پاسخ به اسانس اکالیپتوس *E. camaldulensis* بررسی گردید. بررسی نتایج آزمون بوسنجی با دستگاه ۸ ضلعی و تی شکل با غلظت‌های مختلف اسانس نشان داد که موریانه از اسانس دوری کرده و بیشترین تجمع و رفت و آمد موریانه در ناحیه شاهد دیده شد که نتایج هر دو دستگاه تأیید کننده یکدیگر بودند. همچنین فعالیت دورکنندگی اسانس‌ها به وجود مونوترپن‌ها[1] و سسکویی‌ترپن‌ها[2] وابسته است (۱۳). در بررسی پاسخ رفتاری حشرات کامل و سن آخر لاروی شب‌پره هندی *Plodia interpunctella* Hubner به ۱۸ اسانس گیاهی مختلف در دستگاه بوسنج وای شکل (Y) توسط رفیعی و همکاران (۴) معلوم شد که اسانس شوید و رزماری روی لارو سن آخر بیشترین اثر دورکنندگی را داشتند. در بررسی انجام شده توسط ابی ویچراما و همکاران (۵) روی سمیت و دور کنندگی اسانس *Alpinia calcarata* (Rosch.) و ماده ۱و۸- سینئول، اثر سمیت و دور کنندگی اسانس این گیاه به این ماده نسبت داده شد. همچنین این ترکیب به طور عمده در برگ‌های گیاه*E. camaldulensis* و دیگر گونه‌های گیاهی اکالیپتوس وجود دارد (۱۸). سایرامون و همکاران (۱۸) در بررسی سمیت تماسی و تدخینی اجزای اسانس برگ اکالیپتوس (*E. camaldulensis*) علیه *C. formosanus* نشان دادند که ۱و۸- سینئول در سمیت تدخینی مؤثر بوده و همچنین اسانس برگ اکالیپتوس بازدارنده آنزیم کولین استراز برای موریانه‌ها می‌باشد که با توجه به نتایج تحقیق حاضر و بررسی‌های انجام شده (۵ و ۱۸) می‌توان اثر دور کنندگی اسانس اکالیپتوس را به ماده ۱و۸- سینئول نسبت داد. همچنین مطالعات متعددی روی اثر دور کنندگی ترکیبات مختلف گیاهی روی برخی گونه‌های موریانه و حشرات دیگر

1-Monoterpenes
2- Sesquiterpenes

انجام شده است. به طور مثال اثر دورکنندگی نوتکاتون[1] که یک ترکیب روغنی از گیاه علفی وتیور[2] (*Vetiveria zizanioides* Lynn Nash) است (۲۴) و یا اثرات دورکنندگی ترکیبات سسکویی‌ترپن بدست آمده از مغز چوب گیاه *Callitris glaucophylla* Joy Tompson (۲۲) در آزمایش‌های انتخابی علیه موریانه زیرزمینی *C. formosanus* گزارش شده است و یا ترکیبات مختلف گیاه نیمروز (*Tithonia diversifolia*) و *Xylopia aethiopica* دارای سمیت حاد و دورکنندگی علیه گونه‌های موریانه *Nasutitermes*. می‌باشند (۶). مطالعات اولوگبمی (۱۶) نشان داد که اطلاعات مربوط به الگوی حرکت به سمت منبع غذایی در کم‌تر از چهار تا هفت دقیقه بعد از حذف یا اضافه شدن ماده غذایی به اجتماع موریانه‌ها منتقل شده و حذف منبع غذایی اثر معنی‌داری در کاهش رفت و آمد موریانه‌ها به ناحیه منبع غذایی داشت. در بررسی انجام شده توسط جونیور و همکاران (۱۰) روی پاسخ رفتاری *Sitophilus zeamais* L. (Coleoptera: Curculionidae) به غلظت‌های مختلف اسانس اکالیپتوس (*Eucalyptus sp.*)، ساسافراس[3] (*Ocotea odornfera*)، چریش (*Azadirakhta indica*)، سیترونلا[4] (*Cymbopogon nardus*) در ۵ غلظت آزمایشی (۱۶/۶۲، ۳۳/۲۵، ۶۶/۵ و ۱۳۳ میلی‌لیتر اسانس/ لیتر حلال هگزان) همراه با شاهد توسط دستگاه بوسنج وای (Y) شکل معلوم شد که اسانس ساسافراس و سیترونلا بهترین پتانسیل دورکنندگی را داشته و سبب بالاترین مرگ و میر *S. zeamais* شدند. در آزمایش‌های انجام شده (۱۰) در بازوی شاهد از کاغذ صافی آغشته به حلال (هگزان) و در بازوی تیمار کاغذ صافی آغشته به غلظت‌های مورد نظر استفاده شد که با افزایش غلظت اسانس‌ها علاوه‌بر افزایش مرگ و میر بر قدرت دور کنندگی آنها نیز افزوده شد که بررسی نتایج تحقیق حاضر با مطالعه انجام شده (۱۰) مطابقت دارد به طوری که سمیت بالای اسانس اکالیپتوس و نیز اثر دور کنندگی آن روی گونه مورد نظر منجر به عدم انتخاب انشعابات آغشته به اسانس در دستگاه‌های مورد بررسی توسط موریانه *M. diversus* شد. یوهانس (۲۳) در بررسی اثر دور کنندگی مواد گیاهی *Croton macrostschyus*، *Juniperus procera* و *Hagenia abyssinica* روی موریانه‌های کارگر *Macrotermes* از دستگاه وای (Y) شکل استفاده کرد. در این آزمایش دو بازو شامل شاهد (خاک) و بازوی تیمار (تکه چوب ۱۰۰ گرمی به همراه ۵۰۰ گرم خاک) در نظر گرفته شد که نتایج نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد بود که نتایج بررسی حاضر با تحقیق انجام شده توسط یوهانس (۲۳) مطابقت دارد. همچنین منظور و همکاران (۱۲) در بررسی پتانسیل موریانه‌کشی اسانس اکالیپتوس *E. citriodora* در آزمون‌های انتخابی و غیرانتخابی انجام شده علیه موریانه‌های *H. indicola* (Wasmann)، *M. obesi* (Holmgren) و *O. obesus* (Rambur) اثر سمیت، دورکنندگی و فعالیت تدخینی اسانس مورد نظر را ثابت کردند که نتایج تحقیق حاضر با مطالعه انجام شده (۱۲) مطابقت دارد.

نتیجه گیری و پیشنهادها

مطالعه حاضر نشان می‌دهد که با افزایش غلظت اسانس اکالیپتوس بر اثر دورکنندگی آن علیه موریانه *M. diversus* افزوده شده و از تعداد موریانه وارد شده به اتاقک‌ها کاسته شد. این اثر به علت قدرت تبخیر مناسب این اسانس که لازمه وجود قدرت دورکنندگی است روی می‌دهد. وجود اثر دورکنندگی تأثیر بسزایی در جلوگیری از حمله موریانه به ساختمان‌ها دارد. بنابراین پیشنهاد می‌شود با انجام آزمایش‌های تکمیلی، در آینده بتوان از اسانس اکالیپتوس به عنوان عاملی جهت جایگزین شدن با ترکیبات مصنوعی دورکننده و استفاده در ساختمان‌ها (انبارها و منازل) بهره برد که به دنبال آن کاهش حمله و خسارت موریانه به لوازم چوبی را فراهم کرد؛ ولی با توجه به بقای کوتاه مدت این مواد در طبیعت می‌توان با تهیه فرمولاسیون‌های مناسب و تلفیق با دیگر روش‌های کنترلی علاوه بر کاهش کاربرد سموم، اثر اسانس را افزایش داد و آن را به عنوان یک حشره‌کش اقتصادی و مناسب برای محیط زیست معرفی کرد.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه شهید چمران اهواز به خاطر فراهم آوردن بخشی از امکانات مالی و اجرائی این طرح صمیمانه تشکر و قدردانی می‌گردد.

1-Nootkatone
2- Vetiver
3- Sassafras
4- Citronela

منابع

۱- اختلاط م. ۱۳۸۸. بررسی رفتار غذایابی و تخمین جمعیت جستجوگر موریانه *Microcerotermes diversus* (Silvestri) (Isoptera: Rhinotermitidae). پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید چمران اهواز، دانشکده کشاورزی، ۱۲۰ صفحه.

۲- حبیب پور ب. ۱۳۷۳. بررسی فون، زیست شناسی و اهمیت اقتصادی موریانه‌های خوزستان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید چمران اهواز، دانشکده کشاورزی. ۱۲۰ صفحه.

۳- حبیب پور ب. ۱۳۸۵. ارزیابی کارایی طعمه های سمی در کنترل موریانه های زیرزمینی در شرایط آزمایشگاهی و صحرایی منطقه اهواز. پایان نامه دکترا، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز. ۱۵۰ صفحه.

۴- رفیعی کوهرودی ز.، محرمی پور س.، فرازمند ح. و کریم‌زاده اصفهانی ج. ۱۳۸۹. خاصیت دورکنندگی و سمیت تنفسی ۱۸ گونه اسانس گیاهی روی شب‌پره هندی *Plodia interpunctella* Hubner (Lepidoptera: Pyralidae). نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۴، شماره ۲، صفحات ۱۶۵ تا ۱۷۲.

5- Abeywickrama K., Adhikari A.A.C.K., Paranagama P., and Gamage C.S.P. 2006. The efficacy of essential oil of *Alpinia calcarata* (Rosc.) and its major constituent, 1,8-cineole, as protectants of cowpea against *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). Canadian Journal of Plant Science, 86: 821–827.

6- Babarinde S.A., and George O.A. 2008. Acute Toxicity and repellency different mixtures of *Tithonia diversifolia* and *Xylopia aethiopica* against *Nasutitermes* species. Journal of Entomological Research, 32(3): 229-232.

7- 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: 2166-2174.

8- Cowie R.H., Logan J.W., and Wood T.G. 1989. Termite (Isoptera) damage and control in tropical forestry with special reference to Africa and Indo-Malaysia: a review. Bulletin of Entomological Research, 79: 173-184.

9- Duke J.A. 2004. Dr. Duke's Phytochemical and Ethnobotanical databases. Available online at http://www.ars-grin.gov/duke/ (accessed on 9 June, 2008).

10- Junior A.R.P., Carvalho R.I.N.D., Netto S.P., Ceruti F.C., Tavares A.P., and Guerreiro L. 2006. The study of behavioral response and control effectiveness of the *Sitophilus zeamais* L. (Coleoptera: Curculionidae) and different concentrations of essential oils. 9th International Working Conference on Stored Product Protection, Brazil, 829-834.

11- Kaib M. 1990. Intra- and interspecific chemical signals in the termite *Schedorhinotermes*. Production sites, chemistry, and behavior, pp. 26-31. In F.G. Gribahin, K. Wiese, & A.V.Popov (Eds.), Sensory system and communication in arthropods. Advances in Life Sciences Birkhauser, Basel.

12- Manzoor F., Malik S.A., Naz N., Cheema K.J., and Naz S. 2012. Potential of antitermitic activities of Eucalyptus oil. Pakistan Journal of Zoology, 44 (2): 335-339.

13- Moravvej G., and Abbar S. 2008. Fumigant toxicity of citrus oils against cowpea seed beetle *Callosobruchus maculates* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). Pakistan Journal of Biological Sciences, 11(1): 48-54.

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

15- Nuttal L., Butler M., Gartlan C., and Avington A. 2006. *Eucalyptus camaldulensis* var. camaldulensis, River Red Gum. The name of publisher and the place are unacknowledged, 1-5.

16- Olugbemi B.O., and Malaka S.L.O. 2007. The effect of food on pheromonal communication in the termite, *Microcerotermes fuscotibialis* Sjostedt. African Journal of Ecology, 45: 216-219.

17- Pearce M.J. 1997. Termites: Biology and Pest Management. CAB International, UK, 172 pp.

18- Siramon P., Ohtani Y., and Ichiura H. 2009. Biological performance of *Eucalyptus camaldulensis* leaf oils from Thailand against the subterranean termite *Coptotermes formosanus* Shiraki. Journal of Wood Science, 55: 41-46.

19- Traniello J.F.A., and Busher C. 1985. Chemical regulation of foraging in the Neotropical termite *Nasutitermes castalis*. Journal of Chemical Ecology, 11: 319-332.

20- Tranielo J.F.A., and Leuthold R.H. 2002. Behavior and ecology of foraging in termites. In: Abe, T., Bignell, D.E. & Higashi, M. (Ed.). Termites: evolution, sociality, symbiosis, ecology. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. 68-141.

21- Verma M., Sharma S., and Prasad R. 2009. Biological alternatives for termite control: A review. International Biodeterioration and Biodegradation, 63: 959-972.

22-Watanabe Y., Mihara R., Mitsunaga T., and Yoshimura T. 2005. Termite repellent sesquiterpenoids from *Callitris glaucophylla* heartwood. Journal of Wood Science, 51: 514-519.

23- Yohannes G. 2006. Evalution of termite resistance plant attributes for their bioactivities against *Macrotermes* termites. M. Sc. dissertation, Biology Department, Addis Ababa University, Ethiopia, 70 pp.

24- Zhu B.C.R., Henderson F.C., Maristrello L., and Laine R.A. 2001. Nootkatone is a repellent for Formosan subterranean termite (*Coptotermes formosanus*). Journal of Chemical Ecology, 27(3): 523-531.