نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۵، شماره ۱، بهار ۱۳۹۰، ص. ۸۲-۷۳

Journal of Plant Protection
Vol. 25, No. 1, Spring 2011, P. 73-82

اثر تیامتوکسام روی فعالیت تونل زنی و تغذیه ای موریانه *Microcerotermes diversus* Silvestri (Isoptera:Termitidae) در شرایط آزمایشگاهی

زینب فتح اللهی [۱]- بهزاد حبیب پور [۲*]- سعید محرمی پور [۳]- فرحان کچیلی [۴]

تاریخ دریافت: ۸۹/۳/۳۱
تاریخ پذیرش: ۹۰/۲/۲۴

چکیده

تیمار خاک با حشره کش ها روشی موثر برای کنترل موریانه ها می باشد. دو عامل که در کارایی یک حشره کش جهت کنترل موریانه های زیرزمینی اثر می گذارند خاصیت عدم دورکنندگی و میزان سمیت بالای آن است که در نوع جدید موریانه کش ها از جمله تیامتوکسام موجود است که کاربرد آن در خاک توصیه شده است. موریانه Microcerotermes diversus Silvestri (Iso.: Termitidae) به دلیل تغذیه از کلیه مواد حاوی سلولز مهمترین آفت اقتصادی مخرب ساختمان ها در اهواز می باشد. M. diversus به گروه موریانه‌های زیرزمینی تعلق دارد و اکثراً دارای تجمعاتی در زیر سطح خاک بوده و لانه آنها توده‌های فشرده‌ای ازحجره‌های کوچک است و از طریق ایجاد گالری های زیرزمینی به ساختمان ها و گیاهان دست می یابد. تیامتوکسام روی M. diversus با استفاده از روشهای زیست سنجی لوله های آزمایشی و ظروف پلاستیکی در شرایط آزمایشگاهی ارزیابی شد. حدود غلظتی استفاده شده بین ۵۰۰۰ – ۵ پی پی ام بود. خاک تیمار شده با غلظت های بالای ۵۰ پی پی ام (میلی گرم در کیلوگرم) از تیامتوکسام در طول ۷ روز به عنوان مانع شیمیایی موثر جهت توقف و ایجاد تاخیر در نفوذ موریانه ها به خاک عمل کرد. تیامتوکسام به عنوان دورکننده اثر نکرد، همچنین نتایج دلالت می کند که مرگ ومیر در غلظت های بالای ۵۰ پی پی ام به صورت تدریجی افزایش یافت. نفوذ، مساحت تونل زنی و فعالیت تغذیه ای در طول ۷ روز در خاک تیمار شده کاهش یافت. بر اساس نتایج این بررسی تیامتوکسام به عنوان موریانه کش موثر و مانع شیمیایی مناسبی جهت تیمار خاک پیشنهاد می گردد.

واژه های کلیدی: موریانه Microcerotermes diversus، تیامتوکسام، دور کنندگی، سمیت، فعالیتهای تونل زنی و تغذیه ای

مقدمه

موریانه ها گروهی ازحشرات اجتماعی واقعی (Eusocial) هستند که درجوامع زیستی آنها تقسیم کار صورت گرفته است وافراد به سه طبقه اصلی (Caste) شامل افراد جنسی بالدار، کارگر و سرباز تقسیم می شوند و هر طبقه براساس توانایی هایشان وظایف متعددی را به عهده دارند (۱). موریانه‌ها از مهمترین آفات لوازم چوبی وسلولزی موجود در اماکن مسکونی ونیز در اراضی کشاورزی وفضای سبز در مناطق گرمسیری ونیمه گرمسیری هستند (۴). در استان خوزستان از دیرباز به دلیل عدم رعایت اصول پیشگیری در هنگام ساختمان‌سازی و نیز عدم بکارگیری مواد محافظت‌کننده از چوب و عدم سم پاشی در زمان مناسب، باعث هجوم موریانه‌ها در داخل ساختمانها و بروز خسارتهای جبران‌ناپذیر به لوازم چوبی شده است. موریانه‌های موجود در استان خوزستان به گروه موریانه‌های زیرزمینی تعلق دارند و اکثراً دارای تجمعاتی در زیر سطح خاک بوده و لانه آنها توده‌های فشرده‌ای ازحجره‌های کوچک است که از مواد مقوایی یعنی سلولز ولیگنین دفع شده با کمی خاک ساخته شده اند (۴). بررسی‌ها نشان می‌دهد که مهمترین موریانه در استان خوزستان گونه *Microcerotermes diversus* Silvestri می باشد و به عنوان حریص‌ترین و مخرب ترین موریانه دارای حوزه جستجوگری غذای وسیع بوده و توانایی ایجاد اجتماعات ثانویه در دیوارها و سقف اماکن و نیز روی درختان را دارد. لذا ریشه‌کنی و کنترل آن با مشکلاتی همراه است (۲).

به‌طورکلی، بدلیل زندگی مخفی موریانه‌های زیرزمینی، طراحی و

۱، ۲ و ۴- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد حشره شناسی کشاورزی، استادیار و استادیار گروه گیاهپزشکی دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز
(*- نویسنده مسئول: Email: Habibpour_b@Scu.ac.Ir)
۳- دانشیار گروه حشره شناسی کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس تهران

اجرای روشهای مؤثر کنترل آنها با محدودیت هایی همراه بوده است (۴). سالیانه میلیونها دلار صرف کنترل موریانه‌ها در سراسر جهان می‌شود که هشتاد درصد از این هزینه‌ها مربوط به خسارات وارد شده توسط موریانه‌های زیرزمینی و هزینه‌های ناشی از کنترل آنها است (۴و۱۷). مدیریت مبارزه با موریانه های زیر زمینی بیشتر بر استفاده از روش های شیمیایی مانند تیمار خاک، طعمه گذاری و گرد پاشی متمرکز بوده است (۱۲،۱۵و۲۸). استفاده از موریانه کش ها در خاک برای دور کردن موریانه ها از ساختمان ها در ۵۰ سال گذشته متداولترین شیوه بوده و کنترل موریانه ها با استفاده از سموم کلره آلی از جمله کلردان انجام می شد تا زمانیکه مصرف آن بین سالهای ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۰ در بسیاری از کشورها بدلیل خطرات ناشی از آلودگی‌های زیست محیطی و همچنین خطراتی که برای سلامت انسان داشت ممنوع شد و سپس پایرتروئید ها جایگزین این نوع از موریانه کشها شدند که این گروه نیز خاصیت دورکنندگی شدید داشته و به صورت خالص در آب حل نمی شوند، در سالهای اخیر گروه جدیدی از موریانه کشها معرفی شدند (۱۸،۲۶و۲۸).

نئونیکوتینوئیدها [1] (حشره کشهای شبه نیکوتینی) جدیدترین و متداولترین انواع موریانه کشها محسوب می شوند که بدلیل خاصیت سمی نسبتاً پایین برای پستانداران مورد توجه قرار گرفته اند (۲۴). این گروه جدید به عنوان حشره کشهای مناسب در خاک وظیفه خود را در قبال از بین بردن موریانه های زیرزمینی به خوبی انجام می‌دهند (۲۲).

دو عامل که در بازدهی یک حشره کش بالقوه در برابر موریانه‌های زیرزمینی اثر می گذارند خاصیت عدم دورکنندگی و میزان سمیت بالای آن است که در نوع جدید موریانه کشهای این گروه از جمله تیامتوکسام موجود است (۲۴)، تیامتوکسام حشره کشی تماسی، گوارشی با فعالیت سیستمیک بوده که از لحاظ ساختاری و نحوه اثر شباهت زیادی به ترکیبات نیکوتینی نظیر نیکوتین و آنابازین دارد، هر دو گروه این حشره کشها دارای یک بخش 3-Pyridylmethylamin در ساختار شیمیایی خود هستند (۳). نقطه اثر این ترکیبات مشابه نیکوتین است اما بسیار قویتر بوده و برای انسان خطر کمتری دارند، خواص بازدارندگی تغذیه‌ای و عدم دورکنندگی نسبت به موریانه ها داشته و همچنین سبب مرگ آنها می‌شوند (۳).

اسمیت و راست (۱۹۹۱) فاکتورهایی که در رفتار تونل زنی *Reticulitermes hesperus* Banks تأثیر داشت را مورد بررسی قرار دادند، نتایج این بررسی نشان داد که اندازه ذرات، عناصر موجود در خاک، نوع خاک تیمار شده با موریانه کشها و درجه حرارت بر میزان تونل زنی و مرگ و میر تأثیر دارند. دلگارد و لفیوره (۷) اثرات تیامتوکسام بر روی سه گونه موریانه آفریقایی از خانواده Termitidae را مورد ارزیابی قرار دادند، و نشان دادند که تیامتوکسام به صورت تماسی اثر کرده، اثر بازدارندگی تغذیه ای نیز داشته و همچنین کشندگی۱۰۰٪ در طول ۸-۲ روز در غلظت‌های۱۰-۰/۰۳ پی پی ام بسته به گونه مورد نظر متفاوت بود.

اوسبرینک و لاکس (۱۹) تحمل پذیری موریانه زیرزمینی گونه *Coptotermes formosanus Shiraki* را نسبت به چندین حشره کش مورد بررسی قرار دادند. در این بررسی نفود پذیری موریانه‌ها مورد مطالعه قرار گرفت و نتایج حاکی از تأثیر حشره کش‌ها در جلوگیری از نفوذ موریانه ها به خاک بود ولی بسته به نوع حشره کش حساسیت موریانه مورد مطالعه متفاوت بود. ابراهیم و همکاران (۱۳) اثرات شن تیمار شده با استونافتون از گروه نفتالین ها بر روی میزان زنده مانی، فعالیت تونل زنی و رفتارهای تغذیه ای موریانه *C. formosanus* را ارزیابی نمودند، نشان دادند که میزان زنده مانی در حدود ۸۹-۹۴ درصد، میزان تونل زنی ۶۸-۹۱ درصد و تغذیه ۸۴-۱۰۰ درصد در مقایسه با شاهد کاهش داشت. ریمن و سو (۲۱) اثرات سم تیامتوکسام و فیپرونیل بر روی دو گونه موریانه *C. formosanus* و *R. flavipes* را مورد ارزیابی قرار دادند. احمد و فرحان (۶) سموم کلرپایریفوس، بی فنترین، ایمیداکلوپرید، تیامتوکسام و فلوفنوکسورون را بر روی مرگ و میرموریانه *Microtermes obesi* در شرایط آزمایشگاهی بررسی کردند. آکدا (۵) سمیت تیامتوکسام بر روی موریانه های زیرزمینی فیلیپین *Nasutitermes luzonicus* Oshima، *Macrotermes gilvus* Hagen و *M. Losbanosesis* Oshima را بررسی نمود.

اسمیت و همکاران (۲۸) میزان دورکنندگی و کشندگی حشره‌کشهای شبه نیکوتینی تیامتوکسام و استامیپرید و ترکیبی از آن دو را بر روی موریانه *R. flavipes* در شرایط آزمایشگاهی بررسی نمودند. در سال های گذشته محققان به آزمایش حشره کشهایی با خصوصیات دورکنندگی و عدم دور کنندگی بدلیل مشکلات زیست محیطی کمتر پرداخته اند (۲۵).

با توجه به تحقیقات صورت گرفته استفاده از سمومی که بتواند در فعالیت جستجوگری موریانه اختلال ایجاد کند تا از دست یابی به منابع غذایی جلوگیری شود ضروری است، لذا هدف از این تحقیق بررسی تأثیر تیامتوکسام بر روی فعالیت های تونل زنی و تغذیه ای موریانه مورد مطالعه در منطقه اهواز است.

1- Neonicotinoides

مواد و روش ها

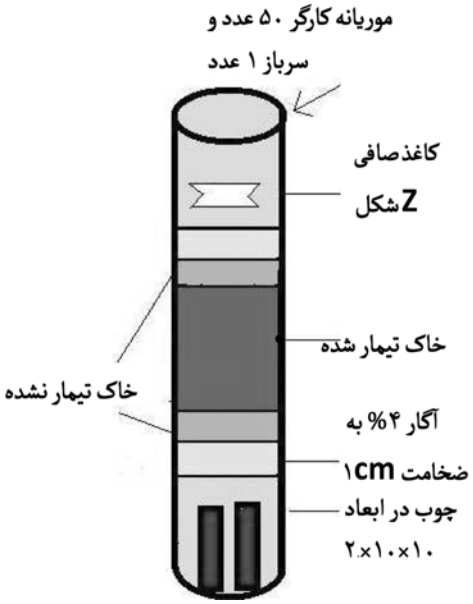
در منطقه اهواز بلوک های چوبی تهیه شده از چوبهای تجاری (چوب راش، چوب ایرانی) در خاک قرار گرفتند، پس از آلودگی آنها به موریانه جمع‌آوری و به آزمایشگاه منتقل و پس از مراحل پاکسازی چوب ها موریانه ها جمع آوری شدند. بلوکهای چوبی در ابعاد ۲×۶×۲۰ سانتی‌متر تهیه شدند و این چوبها ابتدا به مدت ۲۴ ساعت در آون در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد قرارگرفتند تا میزان رطوبت همه آنها یکسان شود. قبل از شروع آزمایشهای زیست‌سنجی جهت رفع استرس موریانه‌ها، به مدت ۲۴ ساعت در جعبه‌های پلاستیکی حاوی مخلوط خاک ورمیکولیت ۲ قسمت (۴ گرم) و شن ۱ قسمت (۲ گرم) از کاغذ صافی مرطوب تغذیه نمودند. جعبه‌های پلاستیکی در انکوباتور تاریک در شرایط دمای ۲±۲۸ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۵±۹۰ درصد نگهداری شدند. تنها از موریانه‌های فعال و سالم در آزمایش استفاده گردید. در این تحقیق تیامتوکسام با فرمول شیمیایی 3-(2-chloro-thiazol-5-ylmethyl)-5-methyl-(1,3,5)oxadiazinan-4-ylidene-N- nitroamine استفاده شد که ساخت شرکت جانسن فارماسئوتیکای[1] بلژیک[2] و به صورت ماده خالص (تکنیکال) (w/w) ۹۸٪ ≤ تهیه شد. دامنه غلظت های موثر سم با استفاده از رابطه لگاریتمی مشخص گردید(۱۴).

حلال مورد استفاده جهت تهیه محلول پایه متانول به دلیل حلالیت بالا و تبخیر دیر هنگام در نظر گرفته شد. غلظت های مناسب برای آزمایش ۵، ۲۵، ۵۰، ۲۵۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۵۰۰۰ پی پی‌ام تعیین شدند.

روش زیست سنجی لوله آزمایش

قبل از شروع آزمایش اصلی که مدت زمان ۱-۲ هفته در نظر گرفته شد یک سری آزمایش های مقدماتی صورت گرفت تا نوع خاک مورد مطالعه انتخاب گردد. خاک های مورد مطالعه ورمیکولیت، ماسه و ماسه – ورمیکولیت بود، نتایج نشان داد که برای گونه مورد مطالعه ماسه بهترین گزینه جهت نفوذپذیری سریع و تونل زنی موریانه بود. در این آزمایش مقادیری خاک ماسه درون هر ظرف ریخته و با غلظت های معین از محلول به مقدار ۱۰ میلی لیتر تیمار شد. ظروف پلاستیکی حاوی خاک های تیمار شده را به مدت ۱-۴ روز در زیر هود یا هوای آزاد قرار گرفت تا حلال موجود در خاک تبخیر گردد. پس از خارج نمودن از زیر هود با ۱۰ میلی لیتر آب مقطر مرطوب شد تا رطوبت ۱۰ درصد بدست آید. لوله های زیست سنجی در اندازه ۲۱ سانتی متر ارتفاع و قطر ۱/۵ سانتی متر در نظر گرفته شدند. شکل ۱ نحوه قرار گیری مواد آزمایش مورد استفاده در لوله های زیست سنجی را به صورت لایه های مرسوم نشان می دهد.

مجموع خاک تیمار شده و تیمار نشده در هر لوله آزمایشی ۷ سانتی متر در نظر گرفته شد. در بالای آگار کاغذ صافی واتمن شماره ۱ در اندازه ۱×۲ سانتی متر به شکل z برش داده و جایگزین شد (۱۲).



شکل ۱- لوله زیست سنجی

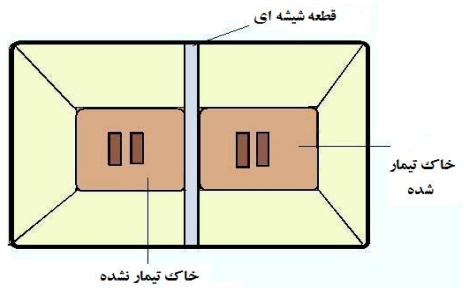
لوله های آزمایشی حاوی تنها خاک تیمار نشده بین دو قسمت آگار به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. پس از رها سازی موریانه ها با فویل آلومینیومی در اندازه ۳ × ۳ سانتی متر مربع روی آنها به صورت پوششی قرار داده شد. ۴ تکرار برای هر تیمار در نظر گرفته شد. واحد های آزمایشی را به انکوباتور انتقال داده و در شرایط دمایی ۲±۲۸ درجه سانتی گراد و درصد رطوبتی۲±۹۸ قرار گرفتند. زنده های موجود در لوله آزمایش پس از ۷ روز شمارش شدند و مرگ و میر محاسبه شد.

روش زیست سنجی ظروف پلاستیکی

در این آزمایش خاک آزمایشی الک و به مدت ۲۴- ۴۸ درون آون ساعت قرار داده شد تا آلودگی ها ازبین رفته و خاک خشک گردید. سپس واحد های آزمایشی شامل ظروف پلاستیکی در اندازه ۱۹×۱۳ سانتی متر مربع توسط قطعه شیشه ای در اندازه ۱۳/۵×۷×۰/۵ سانتی‌متری به دو قسمت مساوی تقسیم شدند. سپس ۱۰۰ گرم خاک در هر قسمت از ظروف قرار داده شد. یک قسمت از ظرف با ۱۰

1- Janseen Pharmaceutica
2- Belgium

میلی‌لیتر از سم تیمار شد و قسمت دیگر به عنوان شاهد منظور گردید، ظروف به مدت ۱-۲ روز زیر هود قرار گرفت تا حلال کاملا خشک گردید و پس از آن خاک تیمار شده و خاک شاهد با ۱۰ میلی لیتر از آب مقطر مرطوب شدند. دو قطعه چوب در ابعاد ۱×۱×۲ سانتی متر پس از قرار دادن درون آون (به مدت ۲۴ ساعت) وزن شده درهر دو قسمت قرار داده شد (شکل شماره ۲). ۴۰۰ عدد موریانه کارگر و ۲ عدد موریانه سرباز در قسمت تیمار شده رهاسازی شدند. درب ظروف جهت تامین رطوبت کافی با کاغذ صافی ورقه ای پوشانده و مرطوب شدند، ظروف به انکوباتور انتقال داده شد و پس از ۴۸ ساعت قطعه شیشه ای برداشته شد تا موریانه ها آزادانه حرکت نمایند و به فعالیت جستجوگری خود جهت دستیابی به منبع غذایی بپردازند و همچنین عدم دورکنندگی سم مورد بررسی قرار گیرد. پس از ۱۴ روز میزان مرگ و میر و تغذیه از چوب ها بررسی و میزان تونل زنی در هرقسمت اندازه گیری شد.



تجزیه داده ها

پس از انجام تست نرمالیته با نرم افزار SPSS(11.5) برحسب نیاز بر روی داده ها غیر نرمال تغییر شکل Arcsin√x صورت گرفت. مساحت تونل زنی با دستگاه سطح پیما اندازه گیری شد. زیست سنجی تغذیه با فرمول های زیر انجام و سپس توسط تجزیه واریانس(ANOVA) آنالیز گردید(۲).

$$\text{درصد تغذیه} = \left(1-\frac{\text{وزن ثانویه‌چوب}}{\text{وزن اولیه‌چوب}}\right)\times 100$$

$$\text{درصد وزن خشک تغذیه زمان آزمایش} = \left(\frac{\text{تفاوت وزن اولیه و ثانویه چوب به میلی گرم}}{\text{تعداد موریانه مورد آزمایش}}\right) /$$

$$\text{درصد کاهش تغذیه نسبت به شاهد} = \left(1-\frac{\text{تفاوت وزن اولیه‌ی ثانویه چوب‌های دارای هر غلظت}}{\text{میانگین تغذیه از شاهد}}\right)\times 100$$

جهت آنالیز داه ها ارز نرم افزار SAS(9.1) استفاده شد. مقایسه میانگین با آزمون LSD انجام شد. آنالیز پروبیت بر روی داده ها جهت تعیین LC_{50} و LC_{90} انجام گردید.

نتایج

روش لوله آزمایش

الف- لوله های آزمایشی که ضخامت خاک تیمار شده ۲ سانتی متر بود:

مقایسه درصد تغذیه از چوب با آزمون LSD در سطح ۵٪ نشان داد که بین شاهد با تمام غلظت ها تفاوت معنی داری وجود داشت ($F_{۷،۳۱}$=۱۶/۷۴ ,P<۰/۰۰۰۱). مقایسه میانگین وزن خشک تغذیه نیز نشان داد که تفاوت معنی داری بین شاهد با تمام غلظت ها وجود دارد ($F_{۷،۳۱}$=۱۵/۱۲,P<۰/۰۰۰۱). مقایسه میانگین درصد کاهش تغذیه نسبت به شاهد نشان داد که هیچ تفاوت معنی داری بین غلظت‌ها وجود نداشت ($F_{۶،۲۷}$=۱ ،P=۰/۴۵). مقایسه میانگین کارگرهای زنده نشان داد که تفاوت معنی داری بین غلظت ها وجود داشت. همچنین با کاهش غلظت میزان زنده مانی کارگرها افزایش یافت ($F_{۷،۳۱}$=۱۵/۵۵ ،P<۰/۰۰۰۱).

مقایسه میانگین زنده های سرباز نشان داد که بین شاهد تا غلظت ۱۰۰۰ تفاوت معنی دار وجود نداشت و بین غلظت های۵۰، ۵۰۰ و ۵۰۰۰ پی پی ام نیز تفاوت معنی داری مشاهده نشد ($F_{۷،۳۱}$=۱/۳۷ ،P=۰/۲۶) و همچنین با کاهش غلظت زنده مانی افزایش داشت. مقایسه میانگین نفوذ در خاک نشان داد که با افزایش غلظت نفوذ پذیری به طور معنی داری کاهش یافت (P<۰/ ۰۰۰۱ ، ۳۶/ ۱۳ =$F_{۷،۳۱}$) (جدول ۱).

ب- لوله های آزمایشی که ضخامت خاک تیمار شده ۵ سانتی‌متر بود :

مقایسه میانگین درصد تغذیه از چوب با آزمون (LSD) در سطح ۵٪ نشان داد که بین شاهد با تمام غلظت ها تفاوت معنی دار وجود داشت ($F_{۷،۳۱}$=۲۷/۳۷ ، P<۰/۰۰۰۱). مقایسه میانگین درصد کاهش تغذیه نسبت به شاهد نشان داد که تفاوت معنی داری وجود نداشت ($F_{۶،۲۷}$=۰ ، P=۰) و همچنین مقایسه میانگین وزن خشک تغذیه بین غلظت ها نشان داد که تفاوت معنی دار بین شاهد با تمام غلظت ها برقرار بود ($F_{۷،۳۱}$=۲۷ ،P<۰/۰۰۰۱). مقایسه میانگین درصد کارگر های زنده نشان داد که تفاوت معنی داری بین غلظت ها وجود داشت و همچنین با کاهش غلظت میزان زنده مانی کارگرها افزایش یافت ($F_{۷،۳۱}$=۳۶/۳۰ ،P<۰/۰۰۰۱). مقایسه میانگین درصد زنده های سرباز نیز نشان داد که تفاوت معنی داری بین غلظت ها وجود نداشت و بین شاهد تا غلظت ۲۵۰ تفاوت معنی داری وجود نداشت و بین غلظت های ۵۰، ۲۵۰، ۵۰۰ ، ۱۰۰۰ و ۵۰۰۰ نیز تفاوت معنی داری مشاهده نشد، همچنین با کاهش غلظت، زنده مانی افزایش داشت ($F_{۷،۳۱}$=۲/۸۰ ،P=۰/۰۲). مقایسه میانگین نفوذ در خاک نشان داد که با افزایش غلظت نفوذ پذیری به طور معنی داری کاهش یافت ($F_{۷،۳۱}$= ۳۹/۱۷ ،P<۰/۰۰۰۱) (جدول ۲).

جدول ۲- مقایسه میانگین درصد زنده مانی ، نفوذپذیری و تغذیه موریانه *M. diversus* در اثر تیامتوکسام با استفاده از روش لوله های آزمایش به ضخامت خاک تیمار شده ۵ سانتی متر

غلظت (ppm)	تعداد کارگر N	تعداد سرباز N	SE±زنده مانی کارگر (٪)	SE±زنده مانی سرباز (٪)	SE ± نفوذ پذیری (٪)	SE±میانگین تغذیه (٪)	SE±وزن خشک تغذیه mg/insect/day
۰	۲۰۰	۸	۹۷±۱/۲۹ a	۱۰۰ ± ۰ a	۱۰۰ ± ۰ a	۶/۷۴ ± ۲ /۸۹ a	۴/۲۹ ± ۰/۸۲ a
۵	۲۰۰	۸	۸۲ ±۴ /۰۸ a b	۱۰۰ ± ۰ a	۳۵ /۲۸ ± ۵/۳۳ b	۰ b	۰ b
۲۵	۲۰۰	۸	۷۷ ± ۴/۱۲ b	۱۰۰ ± ۰ a	۳۳/۳۳ ±۳ /۹۲ b	۰ b	۰ b
۵۰	۲۰۰	۸	۵۳ ± ۱۵ c	۵ ۰± ۲۸/۸۷ a b	۳۱ /۹۴ ± ۱/۳۹ b	۰ b	۰ b
۲۵۰	۲۰۰	۸	۲۶ ± ۴/۲۴ d	۵ ۰±۲۸ /۸۷ a b	۱۹/۴۴ ± ۱/۶۰ c	۰ b	۰ b
۵۰۰	۲۰۰	۸	۷ ± ۴/۳۶ e	۲۵ ± ۲۵ b	۱۶/۶۷ ± ۲/۲۷ c	۰ b	۰ b
۱۰۰۰	۲۰۰	۸	۵/۵ ± ۳/۴۰ e	۲۵ ± ۲۵ b	۱۱/۱۱ ± ۳/۹۲ c	۰ b	۰ b
۵۰۰۰	۲۰۰	۸	۵ ± ۳/۱۰ e	۲۵ ± ۲۵ b	۲/۷۷± ۲/۷۷ d	۰ b	۰ b

* در هر ستون میانگین ها با حروف مشابه تفاوت معنی دار با یکدیگر ندارند (آزمون LSD در سطح ۵ درصد) .

جدول۱- مقایسه میانگین درصد زنده مانی ، نفوذپذیری و تغذیه موریانه *M. diversus* در اثر تیامتوکسام با استفاده از روش لوله های آزمایش به ضخامت خاک تیمار شده ۲ سانتی متر

غلظت (ppm)	تعداد کارگر N	تعداد سرباز N	SE±زنده مانی کارگر (٪)	SE±زنده مانی سرباز (٪)	SE ± نفوذ پذیری (٪)	SE±میانگین تغذیه (٪)	SE±وزن خشک تغذیه mg/insect/day
۰	۲۰۰	۸	۹۷±۱/۲۹ a	۱۰۰ ± ۰ a	۱۰۰ ± ۰ a	۶/۷۴ ± ۲ /۸۹ a	۴/۲۹ ± ۰/۸۲ a
۵	۲۰۰	۸	۸۷/۵ ± ۹/۳۲ a	۱۰۰ ± ۰ a	۵۰ ± ۲۰ /۵۳ b	۱ ± ۲/۵ b	۰/۰۰۷۱ ± ۰/۰۰۷۱ b
۲۵	۲۰۰	۸	۸۷/۵ ± ۴ /۵ a b	۱۰۰ ± ۰ a	۴۳/۵۰ ±۲ /۶۶ b c	۰ b	۱۰۰ ± ۰ a
۵۰	۲۰۰	۸	۸۰/۵ ± ۲/۲۱ a b	۷۵ ± ۲۵ a b	۳۸/۸۸ ± ۳/ ۲۰ b c	۰ b	۱۰۰ ± ۰ a
۲۵۰	۲۰۰	۸	۷۱/۵ ±۱۴ /۳۱ b	۱۰۰ ± ۰ a b	۲۳/۶۱ ± ۳/ ۵۰ c d	۰ b	۱۰۰ ± ۰ a
۵۰۰	۲۰۰	۸	۳۵ /۵ ± ۷/۶۰ c	۷۵ ± ۲۵ a b	۲۲/۲۲ ± ۶ c d	۰ b	۱۰۰ ± ۰ a
۱۰۰۰	۲۰۰	۸	۲۹ ±۰۲۷ /۶ c	۱۰۰ ± ۰ b	۱۲/ ۵ ± ۲/ ۶۶ d	۰ b	۱۰۰ ± ۰ a
۵۰۰۰	۲۰۰	۸	۲۸/۵ ± ۳ /۸۶ c	۵۰ ± ۲۸/۸۶ b	۹/۷۲ ± ۱/۳۸ d	۰ b	۱۰۰ ± ۰ a

* در هر ستون میانگین ها با حروف مشابه تفاوت معنی دار با یکدیگر ندارند (آزمون LSD در سطح ۵ درصد) .

مقایسه مقادیر LC_{50} در لوله های آزمایشی با ضخامت ۲ و ۵ سانتی متری از خاک تیمار شده، بیان کننده این است که ضخامت خاک تیماری ۵ سانتی متری کشندگی بیشتری برای موریانه ها داشت (جدول ۴).

روش ظروف پلاستیکی

مقایسه میانگین صورت گرفته با آزمون (LSD) بر روی مرگ و میر سربازها ($F_{۷,۳۱}$=۱۸/۶۹،P<۰/۰۰۰۱) وکارگرها (P<۰/۰۰۰۱، $F_{۷,۳۱}$=۵۸۳/۸۰) نشان داد که با افزایش غلظت میزان مرگ و میر نیز افزایش یافت و بین غلظت ها تفاوت معنی دار وجود داشت. آنالیز بر روی میزان مساحت تونل زنی در هر دو قسمت تیمار (P<۰/۰۰۰۱، $F_{۷,۳۱}$=۱۱/۹۲) و شاهد (P<۰/۰۰۰۱،$F_{۷,۳۱}$=۱۱/ ۸۱) بیانگر وجود تفاوت معنی دار بود و نشان داد که با افزایش غلظت به طور معنی داری میزان تونل زنی کاهش یافت. مقایسه میانگین تغذیه در قسمت تیمار شده نشان داد که بین غلظت ها تفاوت معنی داری وجود نداشت (P=۰/۲۳، $F_{۶,۲۷}$=۱/۴۸) و همچنین مقایسه میانگین تغذیه در قسمت تیمار نشده نشان دهنده این است که در بین شاهد با تمام غلظت ها تفاوت معنی دار وجود داشت (P<۰/۰۰۰۱، $F_{۷,۳۱}$=۹/۵۶). در مقایسه میانگین تغذیه کل (مجموع تیمار و تیمار نشده) در هرظرف تفاوت معنی دار بین غلظت ها نشان داد (P< ۰/۰۰۰۱، $F_{۷,۳۱}$=۱۲/۹۶) (جدول ۳).

مقایسه روش ظروف پلاستیکی با روش لوله آزمایش نشان داد که با توجه به مقادیر LC_{50}، روش ظروف پلاستیکی درصد کشندگی بالاتری از روش لوله های آزمایش حاوی خاک تیمارشده با هر دو نوع ضخامت داشت (جدول ۴).

بحث

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که تیامتوکسام بر روی موریانه مورد مطالعه خاصیت دورکنندگی نداشته و مرگ ومیر با افزایش غلظت به طور معنی داری در هر دو روش زیست سنجی افزایش یافته است. آکدا سمیت تیامتوکسام را بر روی موریانه های زیرزمینی فیلیپین بررسی نمود، نتایج این ارزیابی ها نشان داد که قرار دادن موریانه ها در معرض خاک یا کاغذ صافی تیمار شده با غلظتی بیشتر از ۰/۴۱ پی پی ام مرگ و میر مناسبی علیه سه گونه موریانه بعد از ۵ تا ۹ روز فراهم کرد و همچنین زیست سنجی تغذیه ای با این سم نشان داد که ایجاد بازدارندگی بستگی به گونه مورد مطالعه داشت (۵). نتایج حاصل از تحقیق حاضر نیز نشان داد که غلظت های بالای ۵۰ پی پی ام مانع مناسب شیمیایی در خاک برا ی از بین بردن و جلوگیری از جستجوگری موریانه در طول ۷ روز از آزمایش فراهم آورد.

دلگارد و لفیوره اثرات تیامتوکسام بر روی سه گونه موریانه آفریقایی که آفات محصولات زراعی هستند بررسی نمودند، دامنه غلظت های استفاده شده بین ۰/۳ الی ۱۰ پی پی ام بود ، نتایج نشان داد که غلظت موثر برای این موریانه ها ۰/۳ پی پی ام بود که ۱۰۰٪ کشندگی در طول ۲-۸ روز بستگی به گونه مورد مطالعه داشت . در واقع برای تمام گونه ها به صورت تماسی اثر کرده و گوارشی اثر نکرد (۷). نتایج حاصل از تحقیق حاضر نشان داد که در روش زیست سنجی ظروف پلاستیکی غلظتهای بالای ۵۰ پی پی ام ۱۰۰٪ مرگ ومیر در طول ۷ روز ایجاد می کنند و بر روی گونه مورد مطالعه به صورت تماسی در غلظت های بالا اثر نموده زیرا تغذیه ای صورت نگرفته است و نتایج نشان داد که در غلظت های بالای ۵۰ پی پی ام باز دارندگی تغذیه ای داشته و در غلظت های پایین به صورت تماسی و گوارشی اثر نموده و با افزایش غلظت میزان تغذیه کاهش و با شاهد تفاوت معنی داری را نشان داد. در تمام غلظت های آزمایشی عدم دور کنندگی داشته که این نتایج با تحقیقات دلگارد مطابقت دارد . اسمیت و همکاران نسبت دورکنندگی و کشندگی تیامتوکسام و استامیپرید و ترکیبی از آن دو را بر روی موریانه *R. flavipes* در شرایط آزمایشگاهی بررسی نمودند. نتایج نشان داد که استامیپرید در کاهش نفوذ موریانه ها به خاک بیشتر از تیامتوکسام موثر بود (۲۴). با توجه به خاصیت عدم دورکنندگی تیامتوکسام برروی گونه موریانه مورد مطالعه در تحقیق حاضر با نتایج تحقیقات اسمیت و همکاران که تیامتوکسام خاصیت عدم دورکنندگی دارد مطابقت داشت.

ریمن و سو اثرات تیامتوکسام و فیپرونیل بر روی *C. formosanus* و *R. flavipes* را بررسی نمودند. نتایج نشان داد که کاغذ صافی تیمار شده با ۵۰ پی پی ام از تیامتوکسام بیش از ۸۰٪ مرگ و میر در طول ۲-۴ روز بر موریانه *R. flavipes* و غلظت ۵ پی پی ام از این سم بیش از ۸۰٪ مرگ ومیر در طول ۲-۳ روز علیه *C. formosanus* را باعث می شوند. کاغذ صافی تیمار شده با ۱ پی پی ام از فیپرونیل بیش از ۸۰٪ مرگ ومیر در طول ۵ روز بر موریانه *R. flavipes* و در طول ۹ روز علیه *C. formosanus* باعث شدند و نتایج نشان داد که تیامتوکسام نسبت به فیپرونیل سریعتر عمل می کند (۲۱). نتایج حاصل از این تحقیق نیز نشان داد که در روش ظروف پلاستیکی که موریانه در معرض خاک تیمار شده با ۵۰ پی پی ام از تیامتوکسام بوده مرگ و میر بیش از ۷۰ ٪ و غلظتهای بالای ۵۰ پی پی ام مر گ و میر ۱۰۰٪ در طول ۷ روز برای موریانه *M. diversus* باعث شدند که نشان داد که مدت زمان تأثیر غلظت ۵۰ پی پی ام از تیامتوکسام برای مرگ میر بالای ۸۰ ٪ بیشتر از ۷ روز زمان می برد و با نتایج ریمن و سو با توجه به تفاوت گونه مورد مطالعه مطابقت داشت.

جدول ۴- آنالیز پروبیت روی داده های حاصل از مرگ و میر موریانه *M. diversus* در اثر تیامتوکسام به روش های زیست سنجی مختلف

روش آزمایش	انحراف معیار ± شیب خط	X^2	LC_{90} (حدود اطمینان ۹۵٪) ppm	LC_{50} (حدود اطمینان ۹۵٪) ppm
روش لوله های آزمایش با ضخامت خاک تیماری ۲ سانتی متر	۰/۸۰ ± ۰/۱۶	۲۳/۱۲	۲۰۷۹/۰۰ (۳۹۶۷/۰۰ -۳۰۴۳۷/۰۰)	۵۳۰/۰۰ (۱۹۱/۹۳ -۲۱۶۷/۰۰)
روش لوله های آزمایش با ضخامت خاک تیماری ۵ سانتی متر	۱/۱۳ ±۰/۱۶	۱۴/۲۴	۸۵۸/۱۹ (۳۸۲/۶۶ -۳۷۴۹/۰۰)	۶/۳۷ (۲۷/۴۹ -۱۲۵ /۳۱)
روش ظروف پلاستیکی	۳ /۵۷ ± ۰/۹۹	۱۲ /۸۴	۸۳/۳۲ (۵۷/۰۹ -۶۲۷/۴۷)	۳۶/۵۰ (۲۳/۹۴ - ۴۹/۸۶)

جدول ۳- مقایسه میانگین درصد مرگ و میر، مساحت تونل زنی و تغذیه موریانه *M. diversus* در اثر تیامتوکسام با استفاده از روش ظروف پلاستیکی

غلظت (ppm)	تعداد کارگر N	تعداد سرباز N	SE ± مرگ و میر کارگر (٪)	SE ± مرگ ومیر سرباز(٪)	SE ± مساحت تیمار mm^2	SE ± مساحت شاهد mm^2	SE ± تغذیه قسمت شاهد(٪)	SE ± تغذیه کل (٪)
۰	۱۶۰۰	۸	۸ /۱۲ ± ۱/۸۹ e	۰ c	-----	۶۰/۵۰ ± ۰/۱۸ a	۱/۴۲ ± ۰/۱۳ a	۱/۴۲ ± ۰/۱۳ a
۵	۱۶۰۰	۸	۱۷ ±۲ /۲۱ d	۰ c	۲۷/۵۸ ± ۰/۰۱۶ a	۵۲/۵۰ ± ۰/۰۸۵ a	۰/۴۱ ± ۰/۲۳ b c	۰/۴۲ ± ۰/۱۴ b
۲۵	۱۶۰۰	۸	۳۳/۴۳ ± ۲/ ۱۸ c	۲ ± ۱۴/۴۳ b	۱۵/۱ ± ۰/۰۷۷ b	۱۵ /۳۲± ۰/۰۳۶ b	۰ / ۴۳ ± ۰/۱۷ b	۰/۳۷ ± ۰/۱۵ b
۵۰	۱۶۰۰	۸	۷۰/۸۷ ± ۳/۰۳ b	۵ ۰± ۲۰/۴۱ b	۶/۹۱ ± ۰/۰۲۳ b c	۹/۱۶ ±۰/۰۳۲ b	۰/۳۲ ± ۰/۱۰ b c	۰/۳۶ ± ۰/۱۳ b
۲۵۰	۱۶۰۰	۸	۱۰۰ ± ۰ a	۱۰۰ ± ۰ a	۰ c	۰ c	۰/۲۰ ± ۰/۱۱ b c	۰ /۳۱ ±۰/۰۶ b c
۵۰۰	۱۶۰۰	۸	۱۰۰ ± ۰ a	۱۰۰ ± ۰ a	۰ c	۰ c	۰/۲۰ ± ۰/۲۰ b c	۰/۲۵ ± ۰/۱۹ b c
۱۰۰۰	۱۶۰۰	۸	۱۰۰ ± ۰ a	۱۰۰ ± ۰ a	۰ c	۰ c	۰ c	۰ c
۵۰۰۰	۱۶۰۰	۸	۱۰۰ ± ۰ a	۱۰۰ ± ۰ a	۰ c	۰ c	۰ c	۰ c

* در هر ستون میانگین ها با حروف مشابه تفاوت معنی دار با یکدیگر ندارند (آزمون LSD در سطح ۵ درصد) .

نتایج حاصل از تحقیق حاضر نشان داد که با افزایش غلظت تغذیه کاهش یافت و در غلظت های بالای ۲۵۰ پی پی ام تغذیه متوقف و به صفر رسید. راماکریشنان و همکاران[1] اثرات خاک های تیمار شده با ایمیداکلوپرید از گروه حشره کش های شبه نیکوتینی را بر روی بازدارندگی تغذیه ای و مرگ ومیر موریانه *R. flavipes* بررسی نمودند و نتایج نشان داد که موریانه ها بعد از قرار گیری در معرض خاک های تیمار شده تغذیه آنها متوقف گردید که بستگی به نوع خاک کاهش تغذیه متفاوت بود، به طور کلی با افزایش غلظت تغذیه به طور معنی داری کاهش یافت که با نتایج حاصل مطابقت دارد (۲۰). ایمیداکلوپرید جزو گروه حشره کشهای شبه نیکوتینی می باشد و اثرات مشابهی با تیامتوکسام دارد، نتایج حاصل از تحقیق نشان داد که غلظت های پایین که کشندگی بالایی نداشتند نیز بر روی رفتار تونل زنی تأثیر گذاشت و میزان تونل زنی را کاهش داد که این نتایج با تحقیقات تورنی و بریسچ که اثرات زیرکشندگی سم ایمیداکلوپرید بر روی موریانه*R. virginicus* ارزیابی کردند مطابقت دارد (۲۷). همچنین غلظت زیر کشنده این حشره کش برروی رفتار تونل زنی تأثیر گذار بوده و میزان تول زنی را کاهش داده است . با توجه به نتایج حاصل از آزمایش های مقدماتی که برای گونه مورد مطالعه ماسه بهترین گزینه جهت نفوذپذیری سریع و تونل زنی موریانه بود، نتایج حاصل با تحقیقات هاورتی (۱۱) مطابقت دارد، که نشان داد برای آزمایش های کوتاه مدت ۴-۸ هفته ای ماسه مناسب ترین بستر خاکی است زیرا موریانه به راحتی خاک را تفکیک می کنند و برای آزمایش های بلند مدت در حدود ۱۲ هفته‌ای یا بیشتر ورمیکولیت مناسب تر است.

گاهلوف و کوهلر نفوذ پذیری موریانه زیرزمینی شرقی را درون خاک تیمار شده با ضخامت های متفاوت و غلظت های متفاوتی از دورسبان TC (ماده موثره: کلرپایریفوس) و پرمایز ۷۵ (ماده موثره: ایمیداکلوپرید) مورد بررسی قرار دادند (۱۰). نتایج در آزمایش حاضر نشان داد، در روش لوله های زیست سنجی با ضخامت خاک تیمار شده ۲ سانتی متری در غلظت ۵، ۲۵ و ۵۰ پی پی ام مرگ و میر به ترتیب ۱۳، ۱۳ و ۲۰ درصد و نفوذپذیری ۵۰، ۴۳ و ۳۸ درصد بود و در خاک تیمار شده با ضخامت ۵ سانتی متر مرگ ومیر ۱۷، ۲۳ و ۴۷ و نفوذ پذیری ۳۵، ۳۳ و ۳۱ درصد بود، در غلظت های ۲۵۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۵۰۰۰ پی پی ام در خاک تیمارشده با ضخامت ۲ سانتی متر مرگ و میر ۳۰، ۶۵، ۷۱ و۷۲ درصد و نفوذ پذیری ۲۳، ۲۲، ۱۲/۵و ۹ درصد و در خاک تیمار شده با ضخامت ۵ سانتی متر مرگ و میر به ترتیب ۷۴، ۹۳، ۵ /۹۴ و ۹۵ و نفوذپذیری ۱۹،۱۶، ۱۱ و۲ درصد بود، با توجه به این نتایج با افزایش غلظت و افزایش ضخامت خاک تیماری مرگ و میر افزایش و میزان نفوذ کاهش یافت که با تحقیقات گاهلوف و کوهلر تطابق داشت. در روش ظروف پلاستیکی نیز با توجه به وجود دو قسمت از خاک مجزا از تیمار شده و تیمار نشده موریانه‌ها از سمت تیمار شده دوری نکردند و مشغول تغذیه از ماده غذای موجود در این قسمت شدند که نشان دهنده عدم دور کنندگی تیامتوکسام در تمام غلظت ها بود. مرگ و میر با افزایش غلظت افزایش داشت و مساحت تونل زنی در قسمت تیمار شده با قسمت تیمار نشده تفاوت معنی داری داشت و میزان مساحت تونل زنی در قسمت تیمار شده کمتر از قسمت تیمار نشده بود و در غلظت های بالاتر هیچ فعالیت تونل زنی مشاهده نشد. نتایج با تحقیقات ای اوه و لی (۲۸) که اثرات موریانه کشهای ایمیداکلوپرید، ایندوکساکارب، فیپرونیل، کلروفناپایر و بی فنترین بروی فعالیت تونل زنی موریانه *C.gestroi* بررسی نمودند مطابقت داشت که نشان دادند که مرگ و میر به غلظت موریانه کش وابسته بود. و همچنین با نتایج کوبوتا و همکاران که خاک تیمار شده با فنوبوکارب علیه موریانه *C. formosanus* را مورد بررسی قرار دادند و نتایج نشان داد که دور کنندگی نداشت (۱۴). نتایج حاضر نشان داد که با نتایج تحقیقات سو و همکاران (۲۶) مطابقت داشت. ایسنبرگ نفوذ و ماندگاری کلرپایرفوس در خاک تیمار شده با این سم و اثرات دورکنندگی فرمولاسیون دورسبان TC (کلرپایریفوس) بر روی موریانه *R. flavipes* بررسی نمود، نتایج نشان داد که مرگ و میر موریانه ها در معرض غلظت های ۵۰-۵۰۰ پی پی ام ۱۰۰ درصد بود و موریانه ها از خاک تیمار شده دوری نکردند که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت داشت (۸). فورشلر میزان زنده مانی و فعالیت تونل زنی موریانه *R. flavipes* در پاسخ به خاک تیمار شده با موریانه کش بررسی نمود. نتایج نشان داد که میزان زنده مانی و فعالیت تونل زنی این موریانه بستگی به غلظت موریانه کش داشت و نشان داد که نتایج با تحقیقات حاضر مطابقت داشت (۹) همچنین با نتایج کوریاچان و گولد نیز مشابهت داشت (۱۶).

سپاسگزاری

از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه شهید چمران اهواز به خاطر تامین اعتبار مالی این پژوهش قدردانی می گردد.

منابع

۱- حبیب پور ب.۱۳۷۳. بررسی فون، زیست شناسی و اهمیت اقتصادی موریانه ها ی خوزستان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید چمران اهواز، دانشکده کشاورزی. ۱۴۳ صفحه.

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

۳- رخشانی الف. ۱۳۸۱. اصول سم شناسی کشاورزی (آفت کشها)، انتشارات فرهنگ جامع تهران. ۱۳۷۴ صفحه.

۴- سلیمان نژادیان الف. ۱۳۷۰. موریانه ها ،تشخیص و مبارزه با آنها، ترجمه کتاب ویکتور هریس،مرکز نشر دانشگاهی، تهران. ۲۶۴ صفحه.

5-Acda M. N. 2007. Toxicity of thiamethoxam against Philippine subterranean termites. Journal of Insect Science. 7(26): 1-6.

6-Ahmed S & Farhan M. 2006. Laboratory evaluation of chlorpyrifos, bifenthrin, imidacloprid, thiamethoxam and flufenoxuron against *Microtermes obesi* (Iso.: Termitidae). Pakistan Entomologist. 28(2): 45-49.

7-Delgarde S. & Lefevre R. 2002. Evaluation of the effects of thiamethoxam on three species of African termites (Iso.: Termitidae). Journal of Economic Entomology. 95(3): 531-536

8-Eisenberg B. E. 1996. Penetration and survivorship into soil treated at various thicknesses and repellency of dursban TC formulation to Eastern subterranean termites. Sociobiology. 1-7.

9-Forschler B. T. 1994. Survivorship and tunneling activity of *Reticulitermes flavipes* (Kollar) (Iso.: Rhinotermitidae) in response to termiticide soil barriers with and without gaps of untreated soil. Journal of Entomological Science. 29(1): 43-54

10-Gahlhoff JR. J. E and Koehler. P. G. 2001. Penetration of the Eastern subterranean termite into soil treated at various thicknesses and concentrations of dursban TC and premise 75. Journal of Economic Entomology. 94(2): 486-491.

11-Haverty M. I. 1979. Selection of tunneling substrates for laboratory studies with three subterranean termite species . Sociobioloy. 4(3): 315-320.

12-Hu X. P. 2005. Evaluation of efficacy and nonrepellency of indoxacarb and fipronil treated soil at various concentrations and thicknesses against two subterranean termites (Iso.: Rhinotermitidae). Journal of Economic Entomology. 98(2): 509-517.

13-Ibrahim S.A., Henderson G., Fei. H. and Laine R. 2004. Survivorship, tunneling and feeding behaviors of *Coptotermes formosanus* (Iso.: Rhinotermitidae) in response to 2-acetonaphthone – treated sand. Pest Management Science. 60: 746-754.

14-Kubota, SH., Shono. Y., Matsunaga. T &Tsunoda. K. 2007. Response of the subterranean termite *Coptotermes formosanus* (Iso.: Rhinotermitidae) to soil treated with microencapsulated fenobucarb. Pest Management Science. 63: 1224-1229.

15-Kubota Sh., Shono Y., Mito N & Tsunoda K. 2008. Termiticidal efficacies of fenobucarb and permethrine against Japanese subterranean termites *Coptotermes fomosanus* and *Reticulitermes speratus* (Iso.: Rhinotermitidae). Japenese Journal of Environmental Entomology and Zoology. 19(1): 31-37.

16-Kuriachan. I & Gold. R. E. 1998. Evaluation of the ability of *Reticulitermes flavipes* Kollar, a subterranean termite (Iso.: Rhinotermitidae), to differentiate between termiticide treated and untreated soils in laboratory tests. Sociobiology. 32(1): 151-166.

17-Mo J., He H., Song X., Chen CH and Cheng J. 2005. Toxicity of ivermectin to *Reticulitermes flaviceps* (Iso.: Rhinotermitidae). Sociobiology. 46 (2): 1-11.

18-Mo J., wang Z., Song X., Guo J., Cao X and Cheng J. 2006. Effects of sublethal concentrations of ivermectin on behaviors of *Coptotermes formosanus.* Sociobiology. 47(3): 1-10.

19-Osbrink W. L & Lax. A. R. 2002. Effect of tolerance to insecticides on substrate penetration by Formosan Subterranean termites (Iso.: Rhinotermitidae). Journal of Economic Entomology. 95 (5): 989-1000.

20-Ramakrishnan, R., Suiter. D. R., Nakatsu. C. H & Bennett. G. W. 2000. Feeding inhibition and mortality in *Retiulitermes flavipes* (Iso.: Rhinotermitidae) after exposure to imidacloprid-treated soils. Journal of Economic Entomology. 93(2): 422-428.

21-Remmen L. and Su. N. Y. 2005. Time trends in mortality for thiamethoxam and fipronil against Formosan subterranean termites and Eastern subterranean termites (Iso.: Rhinotermitidae) . Journal of Economic Entomology. 98(3): 911-915.

22-Rust M. K. and Saran R. K. 2008. Toxicity, repellency and effects of acetamiprid on Western subterranean termite (Iso.: Rhinotermitidae) . Journal of Economic Entomology. 101(4): 1360-1366.

23-Smith J. L and Rust M. K. 1991. Factors affecting the tunneling behavior of the Western subterranean termite, *Reticulitermes hesperus* Banks. Journal of Economic Entomology. 28-33.

24-Smith J. A., Pereira R. M and Koehler PH. 2008. Relative repellency and lethality of the neonicotinoids thiamethoxam and acetamiprid and an acetamiprid /bifenthrin combination to *Reticulitermes flavipes* termites. Journal of Economic Entomology. 101(6): 1881-1887.

25-Sheikh N., Manzoor. F., Ahmed. R., Naz. N. and Malik. S. A. 2008. Laboratory study of repellency and toxicity of three insecticides (Tenekil,Termidor and Terminus) against the subterranean termite *Heterotermes indicola* in Pakistan. Sociobiology. 51(3): 749-764.

26-Su N. Y., Chew V., Wheeler G. S and Scheffrahn R. H. 1997. Comparison of tunneling responses into insecticide treated soil by field populations and laboratory groups of subterranean termites (Iso.: Rhinotermitidae). Journal of Economic Entomology. 90(2): 503-509.

27-Thorne B. L and Breisch N. L. 2001. Effects of sublethal exposure to imidacloprid on subsequent behaviors of subterrnean termite *Reticulitermes Virginicus* (Iso.: Rhinotermitidae). Journal of Economic Entomology. 94 (2): 492-498.

28-Yeoh B. H and Lee. CH. Y. 2007. Tunneling responses of the Asian subterranean termite *Coptotermes gestroi* in termiticide-treated sand (Iso.: Rhinotermitidae). Sociobiology. 50(2): 457-468.