

گیاه پزشکی (مجله علمی کشاورزی)، جلد ۳۵ شماره ۲، تابستان ۱۳۹۱

اثرات خاک تیمار شده با اسید بوریک روی مرگ و میر، فعالیت های تونل زنی و تغذیه ای موربانه *Microcerotermes diversus* Silvestri (Isoptera: Termitidae) در شرایط آزمایشگاهی

زینب فتح اللهی^۱، بهزاد حبیب پور^{۲*} سعید محرمی پور^۳ و فرحان کچیلی^۴

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد رشته حشره شناسی، گروه گیاه پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز
۲- نویسنده مسؤول: استادیار گروه گیاه پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز (Habibpour_b@scu.ac.ir)

۳- دانشیار گروه حشره شناسی کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس تهران

۴- دانشیار گروه گیاه پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز

تاریخ دریافت: ۸۹/۸/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۰/۹/۲۲

چکیده

موربانه *Microcerotermes diversus* Silvestri (Iso.: Termitidae) مهمترین آفت ساختمان ها در اهواز می باشد و از کلیه مواد حاوی سلولز تغذیه می کند. این موربانه در آشیانه های زیرزمینی زندگی می کند و از طریق ایجاد دالان های زیرزمینی به ساختمان ها و گیاهان دست می یابد. فعالیت حشره کشی ترکیبات بور سبب شده که جهت تیمار خاک و ایجاد موانع خاکی علیه موربانه های زیر زمینی توصیه گردد. در این تحقیق اسید بوریک به عنوان مانع شیمیایی بر علیه *M. diversus* با استفاده از روش های زیست سنجی لوله های آزمایشی و ظروف پلاستیکی در شرایط آزمایشگاهی ارزیابی شد. حدود غلظت مورد استفاده ۰/۲- ۴ درصد بود. نتایج نشان داد اسید بوریک به عنوان دور کننده عمل نکرد، اما خاک تیمار شده با غلظت های بالاتر از ۱/۵ درصد این ترکیب نفوذ موربانه ها را به تاخیر انداخت. همچنین در غلظت های بالاتر از ۱/۵ درصد یک افزایش تدریجی در مرگ و میر ایجاد شد. مساحت تونل زنی و فعالیت تغذیه ای در طول ۱۴ روز در خاک تیمار شده کاهش یافت. با توجه به این نتایج می توان اسید بوریک را به عنوان موربانه کش موثر جهت تیمار خاک پیشنهاد نمود.

کلید واژه ها: *Microcerotermes diversus* اسید بوریک، دورکنندگی، نفوذ پذیری، فعالیت های تونل زنی و تغذیه ای

مقدمه

کشاورزی و فضای سبز در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری هستند (سلیمان نژادیان، ۱۳۷۰). در استان خوزستان از دیرباز به دلیل عدم رعایت اصول پیشگیری در هنگام ساختمان سازی عدم بکارگیری مواد محافظت-کننده از چوب و عدم سم پاشی در زمان مناسب، خسارت موربانه ها به لوازم چوبی داخل ساختمان ها افزایش یافته است.

موربانه های موجود در استان خوزستان به گروه موربانه های زیرزمینی تعلق دارند و اکثرا دارای تجمعاتی

موربانه ها گروهی از حشرات اجتماعی واقعی^۱ هستند که در جوامع زیستی آنها تقسیم کار صورت گرفته است و افراد به ۳ طبقه اصلی^۲ شامل افراد جنسی بالدار، کارگر و سرباز تقسیم می شوند و هر طبقه براساس توانایی هایشان وظایف متعددی را به عهده دارند (حبیب پور، ۱۳۷۳). موربانه ها از مهمترین آفات لوازم چوبی و سلولزی موجود در اماکن مسکونی و نیز در اراضی

1 - Eusocial
2- Caste

فتح اللهی و همکاران: اثرات خاک تیمار شده با اسیدبوریك...

پیرترین جایگزین این نوع از موریهانہ کش ها شدند که این گروه نیز خاصیت دورکنندگی شدید داشته و به صورت طبیعی در آب حل نمی شوند (مو و همکاران، ۲۰۰۵؛ سو و همکاران^۵، ۱۹۹۷).

از سموم حشره کش کند اثر، بورات ها برای حشرات چوب خوار سمی هستند. این مواد سمیت گوارشی پایینی در پستانداران ایجاد می نمایند. بوراکس^۶، اسید بوریك و نمک های بور در غلظت های خیلی کم موجب عدم تبدیل مواد سلولزی به مشتقات قندی شده، موریهانہ گرسنه مانده و تلف می شود (رخشانی، ۱۳۸۱). ترکیبات بورات سمیت پایینی برای پستانداران دارند. بورات ها ترکیبات بی بو، غیر فرار، کند اثر و با خاصیت عدم دورکنندگی بوده و تأثیرشان بر روی موریهانہ ها به اثبات رسیده است (مایستر لو و همکاران^۷، ۲۰۰۱؛ مایسترلو و همکاران، ۲۰۰۲). بورات ها به عنوان بازدارنده تغذیه ای عمل نمی کنند (گنتز و گریس^۸، ۲۰۰۷). گرچه اسید بوریك H_3BO_3 و ترکیبات دیگر بور از سال ۱۸۰۰ به عنوان حشره کش مورد استفاده قرار گرفته اند ولی شیوه تأثیر آن ها به درستی درک نشده است (مایستر لو و همکاران، ۲۰۰۱). تیمار خاک با موریهانہ کش ها شیوه رایج برای کنترل موریهانہ زیرزمینی در اکثر کشورهای جهان می باشد. فعالیت حشره کشی ترکیبات بور سبب شده که جهت تیمار خاک و ایجاد موانع خاکی علیه موریهانہ های زیرزمینی توصیه گردد (کارد^۹، ۲۰۰۱).

مایسترلو و همکاران (۲۰۰۱) اثرات نوت کاتون^{۱۰} که عصاره طبیعی مستخرجه از گیاه روغنی وتی ور^{۱۱} *Vetiveria zizanioides* Lynn Nash می باشد و ترکیب دی سدیم اکتابورات تتراهیدرات از گروه بورات ها را روی موریهانہ زیرزمینی *Coptotermes*

در زیر سطح خاک بوده و لانه آنها توده های فشرده ای از حجره های کوچک است که از مواد مقوایی یعنی سلولز و لیگنین دفع شده با کمی خاک ساخته شده اند (سلیمان نژادیان، ۱۳۷۰).

بررسی ها نشان می دهد که مهمترین موریهانہ در استان خوزستان گونه *Microcerotermes diversus* Silvestri (Isoptera: Termitidae) می باشد و به عنوان حریص ترین و مخرب ترین موریهانہ دارای حوزه جستجوگری غذای وسیع بوده و توانایی ایجاد اجتماعات ثانویه در دیوارها و سقف اماکن و نیز روی درختان را دارد. لذا ریشه کنی و کنترل آن با مشکلاتی همراه است (حیب پور، ۱۳۸۵).

به طور کلی، بدلیل زندگی مخفی موریهانہ های زیرزمینی طراحی و اجرای روش های مؤثر کنترل آن ها با محدودیت هایی همراه بوده است و بایستی مورد بررسی دقیق قرار گیرد. از طرفی سالیانه میلیون ها دلار صرف کنترل موریهانہ ها در سراسر جهان می شود که هشتاد درصد از این هزینه ها مربوط به خسارات وارد شده توسط موریهانہ های زیرزمینی و هزینه های ناشی از کنترل آن ها است (سلیمان نژادیان، ۱۳۷۰؛ مو و همکاران^۱، ۲۰۰۶). مدیریت مبارزه با موریهانہ های زیرزمینی بیشتر بر استفاده از روش های شیمیایی مانند تیمار خاک، طعمه گذاری و گرد پاشی متمرکز بوده است (هو^۲، ۲۰۰۵؛ کوبوتا و همکاران^۳، ۲۰۰۸؛ یوه و لی^۴، ۲۰۰۷). استفاده از موریهانہ کش ها در خاک برای دور کردن موریهانہ ها از ساختمان ها در ۵۰ سال گذشته متداول ترین شیوه بوده و کنترل موریهانہ ها با استفاده از سموم کلره آلی از جمله کلردان انجام می شد تا زمانی که مصرف آن بین سال های ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۰ در بسیاری از کشورها بدلیل خطرات ناشی از آلودگی های زیست محیطی و همچنین خطرانی که برای سلامت انسان داشت ممنوع شد. سپس ترکیبات

5- Su *et al.*

6 - Borax

7- Maistrello *et al.*

8- Gentz & Grace

9- Kard

10- Nootkatone (Sesquiterpene ketone)

11 - Vetiver

1- Mo *et al.*

2- Hu *et al.*

3- Kubota *et al.*

4- Yeoh *et al.*

در جعبه‌های پلاستیکی حاوی خاک ورمیکولیت و شن به نسبت (۱:۲) از کاغذ صافی مرطوب تغذیه نمودند. جعبه‌های پلاستیکی در انکوباتور تاریک در شرایط دمای 28 ± 2 درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی 90 ± 5 درصد نگهداری شدند. تنها از موربانه‌های فعال و سالم در آزمایش استفاده گردید.

در این تحقیق اسید بوریک با فرمول شیمیایی H_3BO_3 به صورت پودر خالص^۳ ساخت شرکت مرک مرک آلمان تهیه و مورد استفاده قرار گرفت. پس از آزمون‌های مقدماتی غلظت‌های موثر با استفاده از رابطه لگاریتمی مشخص گردید. غلظت‌های مناسب برای آزمایش $0/2$ ، $0/5$ ، 1 ، $1/5$ ، 2 و 4 درصد تعیین شدند. حلال مورد استفاده آب مقطر بود.

روش زیست‌سنجی لوله آزمایش:

در این آزمایش ۱۰۰ گرم خاک ماسه درون هر ظرف ریخته و با غلظت‌های معین از سم به مقدار ۱۰ میلی لیتر تیمار شدند و شاهد که خاک تیمار نشده بود تنها با ۱۰ میلی لیتر آب مقطر مرطوب شد. لوله‌های زیست‌سنجی به ارتفاع ۱۲ سانتی‌متر و قطر ۱/۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شدند.

قابل ذکر می‌باشد که پس از طی ۲ ماه آزمون‌های مقدماتی نوع خاک مورد نظر و درصد آگار تعیین شدند. در طی این آزمون‌ها مشخص گردید که بین خاک‌های ماسه‌ای، ورمیکولیت و ماسه-ورمیکولیت، مناسب‌ترین خاک از لحاظ سرعت نفوذ خاک ماسه‌ای می‌باشد. پس از آزمایش مشخص شد که آگار ۱۰ و ۷ درصد برای موربانه‌ها غیر قابل نفوذ در حالی که آگار ۴ درصد نفوذ پذیر می‌باشد.

شکل ۱ نحوه قرارگیری مواد مورد استفاده در لوله‌های زیست‌سنجی را به صورت لایه‌های متوالی نشان می‌دهد. مجموع خاک تیمار شده و تیمار نشده در هر لوله آزمایشی ۷ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. در بالای

Shiraki *formosanus* از خانواده Rhinotermitidae مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که تمام این ترکیبات در رفتار تونل‌زنی اختلال ایجاد می‌کنند. همچنین در بررسی دیگر نیز اثرات نوت کاتون و دی سدیم اکتابورات تتراهیدرات^۱ روی موربانه موربانه *C. formosanus* و فون تک سلولی‌های همزیست آن بررسی و مقایسه شدند (مایستر لو و همکاران، ۲۰۰۲).

احمد و همکاران^۲ (۲۰۰۴) اثرات فرمولاسیون‌های بورات به عنوان حفاظت‌کننده‌های چوب جهت کنترل موربانه زیرزمینی *C. acinaciformis* Froggatt را در استرالیا مورد بررسی قرار دادند. پس از ۸ هفته از شروع زیست‌سنجی نتایج حاکی از این بود که بورات‌ها برای موربانه‌ها سمی و مرگ و میر معنی‌داری را باعث شدند. کارد (۲۰۰۱) اثرات زیان‌آور خاک تیمار شده با اسید بوریک بر علیه موربانه‌های جستجوگر زیرزمینی از خانواده Rhinotermitidae را ارزیابی کرد.

تیمار خاک با سموم سازگار با محیط زیست جهت کنترل موربانه‌ها بایستی بیشتر مورد توجه قرار بگیرد. در این تحقیق با توجه به بیولوژی و رفتار موربانه *M. diversus* اثرات سم اسید بوریک مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

مواد و روش‌ها

موربانه‌ها در منطقه اهواز با استفاده از بلوک‌های چوبی تهیه شده از چوب‌های تجاری مورد علاقه موربانه (چوب راش، چوب ایرانی) در خاک، جمع‌آوری و به آزمایشگاه منتقل شدند (حبیب پور، ۱۳۷۳).

بلوک‌های چوبی در ابعاد $20 \times 6 \times 2$ سانتی‌متر تهیه شدند و این چوب‌ها ابتدا به مدت ۲۴ ساعت در آون در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند تا میزان رطوبت همه آن‌ها یکسان شود. برای رفع استرس موربانه‌ها، قبل از شروع آزمایش‌های زیست‌سنجی به مدت ۲۴ ساعت

ورقه ای مرطوب پوشانده شدند، سپس ظروف به انکوباتور انتقال داده شدند. 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.

برای هر تیمار ۴ تکرار در نظر گرفته شد. پس از ۱۴ روز میزان مرگ و میر و تغذیه از چوب ها بررسی و میزان تونل زنی در هر قسمت اندازه گیری شد.

تجزیه داده ها

برای نرمال کردن داده ها از نرم افزار SPSS(11.5) استفاده شد و بر حسب نیاز بر روی داده ها تبدیل $\text{Arcsin}\sqrt{\%x}$ صورت گرفت. میزان مساحت تونل زنی توسط دستگاه سطح پیمانه اندازه گیری شد. زیست سنجی تغذیه با فرمول های زیر انجام و سپس آنالیز بر روی داده ها صورت گرفت (حبیب پور ، ۱۳۸۵).

$$\text{درصد تغذیه} = \left(1 - \frac{\text{وزن ثانویه کاغذ صافی}}{\text{وزن اولیه کاغذ صافی}} \right) \times 100$$

$$\text{درصد کاهش تغذیه نسبت به شاهد} = \left(\frac{\text{تفاوت وزن ثانویه و اولیه کاغذ صافی}}{\text{میانگین تغذیه از شاهد}} \right) \times 100$$

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

لایه آگار کاغذ صافی واتمن^۱ شماره ۱ در اندازه ۲×۱ سانتی متر به شکل Z (برای افزایش سطح تماس موریانه ها با کاغذ صافی) برش داده و جایگزین شد (۹). موریانه ها برای زندگی به رطوبت بالایی احتیاج دارند، لایه آگار جهت تامین رطوبت محیط در نظر گرفته شد. لوله های آزمایشی حاوی خاک تیمار نشده بین دو قسمت آگار به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. پس از رها سازی موریانه ها (۲ عدد سرباز و ۵۰ عدد کارگر)، آلومینیوم فویل در اندازه ۳×۳ سانتی متر مربع به صورت پوششی روی لوله های آزمایش قرار داده شد تا از خارج شدن موریانه ها به بیرون جلوگیری شود و جهت تبادل هوا منافذ ریزی روی فویل ایجاد گردید.

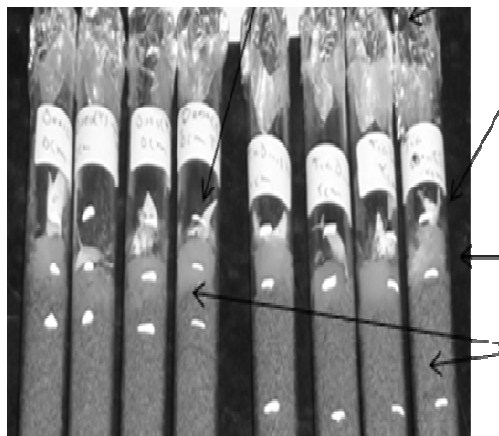
برای هر تیمار ۴ تکرار در نظر گرفته شد. واحد های آزمایشی به انکوباتور انتقال یافته و در شرایط ذکر شده قرار گرفتند. زنده های موجود در لوله آزمایش پس از ۷ روز شمارش شدند و مرگ و میر محاسبه شد.

روش زیست سنجی در ظروف پلاستیکی:

در این آزمایش خاک آزمایشی الک و درون آون در دمای ۴۵-۵۰ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸-۲۴ ساعت قرار داده شد تا آلودگی ها از بین رفته و خاک خشک گردد.

واحد های آزمایشی شامل ظروف پلاستیکی به ابعاد ۱۹×۱۳ سانتی متر توسط قطعه شیشه ای به ابعاد ۱۳/۵×۷×۰/۵ سانتی متر به دو قسمت مساوی تقسیم شدند. سپس ۱۰۰ گرم خاک در هر قسمت از ظروف قرار داده شد.

یک قسمت از ظرف با ۱۰ میلی لیتر از سم تیمار شد و خاک شاهد با ۱۰ میلی لیتر از آب مقطر مرطوب شد. دو قطعه چوب در ابعاد ۲×۱×۱ سانتی متر پس از قرار دادن درون آون (به مدت ۲۴ ساعت) وزن شده، در هر قسمت قرار گرفتند (شکل ۲). ۴۰۰ عدد موریانه کارگر و ۲ عدد موریانه سرباز در قسمت تیمار شده رها سازی شدند. جهت تامین رطوبت کافی ظروف با کاغذ صافی



توجهی مساحت تونل زنی کاهش داشت
($df=5, F=9/32, P=0/0002$).

زیست‌سنجی تغذیه ای بر روی میانگین تغذیه از
چوب موجود در خاک تیمار نشده تفاوت معنی داری
بین غلظت‌ها نشان نداد ($df=6, F=1/88, P=0/13$).
مقایسه میانگین تغذیه از چوب موجود در خاک
تیمار شده تفاوت معنی دار قابل توجهی را بین غلظت‌ها
نشان داد ($df=5, F=22/51, P<0/0001$). مقایسه
میانگین تغذیه کل تفاوت معنی داری را نشان داد
($df=6, F=3/10, P=0/02$). (جدول ۳). (شکل ۱).

مقایسه روش‌های زیست‌سنجی ظروف پلاستیکی با
لوله‌های آزمایشی با استفاده از روش پروبیت نشان داد
که زیست‌سنجی به روش ظروف پلاستیکی با توجه به
مقادیر LC_{50} و LC_{90} ، بیشترین تاثیر را بر روی مرگ
و میر موریانه‌ها داشته و بین لوله‌های زیست‌سنجی با
ضحامت خاکی تیمار شده ۲ و ۵ سانتی متری تفاوت
معنی داری وجود ندارد (جدول ۴).

بحث

نتایج نشان داد که برای گونه مورد مطالعه ماسه
بهترین بستر جهت نفوذپذیری سریع و تونل زنی موریانه
می باشد که نتایج حاصل با تحقیقات هاورتی^۱ (۱۹۷۹)
در ارتباط با موریانه‌های زیر زمینی و تعیین بستر مناسب
مطابقت دارد، این تحقیق نشان داد برای آزمایش‌های
کوتاه مدت ۴-۸ هفته ای ماسه مناسب ترین بستر خاکی
است زیرا نفوذپذیری و تونل زنی موریانه به راحتی در
خاک صورت می گیرد و برای آزمایش‌های بلند مدت
در حدود ۱۲ هفته ای یا بیشتر ورمیکولیت مناسب تر می
باشد.

غلظت‌ها نشان داد که با افزایش غلظت سم وزن خشک
تغذیه کاهش داشت ($df=6, F=6/50, P<0/0005$).
درصد کاهش تغذیه نسبت به شاهد تفاوت معنی داری را
نشان نداد ($df=5, F=2/57, P<0/06$). (جدول ۱).

ب- لوله‌های آزمایشی با ضخامت خاک تیمار شده ۵ سانتی متر:

مقایسه میانگین زنده مانی کارگرها نشان داد که با
افزایش غلظت اسید بوریک، زنده مانی کاهش داشته و
مرگ و میر در غلظت ۴ درصد بالاترین بود. تفاوت
معنی داری بین غلظت‌های ۰-۲ درصد با ۴ درصد
مشاهده شد ($df=6, F=3/47, P=0/01$). مقایسه
میانگین نفوذپذیری بین غلظت‌ها نیز تفاوت معنی داری
مشاهده نشد. کمترین میزان نفوذپذیری موریانه‌ها در
غلظت‌های ۲ و ۴ درصد اسید بوریک مشاهده شدند
($df=6, F=0/49, P=0/49$).

زیست‌سنجی درصد تغذیه تفاوت معنی داری را بین
غلظت‌ها نشان داد ($df=6, F=2/52, P=0/05$). مقایسه
میانگین وزن خشک تغذیه نیز تفاوت معنی داری بین
غلظت‌ها نشان داد ($df=6, F=2/71, P=0/04$). درصد
کاهش تغذیه نسبت به شاهد تفاوت معنی داری را نشان
نداد ($df=5, F=0/92, P=0/49$). (جدول ۲).

۲- روش ظروف پلاستیکی:

نتایج زیست‌سنجی بر روی مرگ و میر موریانه‌های
کارگر تفاوت معنی داری را بین غلظت‌ها نشان داد،
همچنین میانگین مرگ و میرها نشان داد که با افزایش
غلظت، مرگ و میر افزایش یافت ($P<0/0001$),
($df=6, F=34/38$).

آنالیزهای صورت گرفته بر روی میزان مساحت تونل
زنی در قسمت خاک تیمار نشده نشان داد که با افزایش
غلظت، تونل زنی به طور معنی داری کاهش یافته است
($df=6, F=32/65, P<0/0001$).

مقایسه میانگین مساحت تونل زنی در قسمت
تیمار شده نیز تفاوت معنی دار قابل توجهی را بین
غلظت‌ها نشان داد که با افزایش غلظت به طور قابل

جدول ۱- مرگ و میر و میزان تغذیه موربانه *M. diversus* در غلظت‌های مختلف اسید بوریک در آزمایش فعالیت توئل زنی درون خاک تیمار شده در روش لوله‌های زیست‌سنجی (ضخامت خاک تیمار شده ۲ سانتی متر) در شرایط آزمایشگاهی

غلظت (%)	±SE مرگ و میر کارگر (%)	±SE نفوذ پذیری (%)	±SE میانگین تغذیه (%)	±SE وزن خشک تغذیه (%)	±SE کاهش تغذیه نسبت به شاهد (%)
۰	۲۱/۴۲ ± ۹/۲۲ ^a	۳/۳۹ ± ۰ ^a	۹/۰۸ ± ۱/۹۲ ^a	۷/۸۰ ± ۰/۵۷ ^a	-----
۰/۲	۳۰/۳۶ ± ۳/۴۱ ^a	۳/۳۹ ± ۰ ^a	۴/۷۲ ± ۰/۱۶ ^b	۱/۴۰ ± ۰ ^b	۵۰/۰۰ ± ۰ ^c
۰/۵	۳۵/۷۱ ± ۱۲/۷۱ ^a	۳/۳۹ ± ۰ ^a	۳/۵۳ ± ۱/۲۲ ^{b c}	۱/۰۵ ± ۰/۳۵ ^{b c}	۶۲/۵ ± ۱۲/۵ ^{b c}
۱	۳۰/۲۹ ± ۳/۵۷ ^a	۳/۳۹ ± ۰ ^a	۲/۴ ± ۱/۴ ^{b c}	۰/۷۰ ± ۰/۴۰ ^{b c}	۷۵/۰۰ ± ۱۴/۴۳ ^{a b c}
۱/۵	۴۲/۸۶ ± ۲۶/۴۰ ^a	۳/۳۹ ± ۰ ^a	۲/۲۵ ± ۱/۳۱ ^{b c}	۰/۷۰ ± ۰/۴۰ ^{b c}	۷۵/۰۰ ± ۱۴/۴۳ ^{a b c}
۲	۴۴/۶۴ ± ۵/۳۵ ^{a b}	۳/۳۹ ± ۰ ^a	۱/۱۴ ± ۱/۱۴ ^{b c}	۰/۳۵ ± ۰/۳۵ ^{b c}	۸۷/۵ ± ۱۲/۵ ^{a b}
۴	۸۰/۳۶ ± ۸/۹۳ ^b	۳/۲ ± ۰/۱۹ ^a	۰ ± ۰ ^c	۰ ± ۰ ^c	۱۰۰/۰۰ ± ۰ ^a

• حروف مشابه ستون‌ها نشان دهنده عدم وجود تفاوت معنی دار است (آزمون LSD، α=۰/۰۵).

جدول ۲- مرگ و میر و میزان تغذیه موربانه *M. diversus* در غلظت‌های مختلف اسید بوریک در آزمایش فعالیت توئل زنی درون خاک تیمار شده در روش لوله‌های زیست‌سنجی (ضخامت خاک تیمار شده ۵ سانتی متر) در شرایط آزمایشگاهی

غلظت (%)	SE ± مرگ و میر کارگر (%)	SE ± نفوذ پذیری (%)	SE ± میاگین تغذیه (%)	SE ± وزن خشک تغذیه (%)	SE ± کاهش تغذیه نسبت به شاهد (%)
۰	۲۱/۴۳ ± ۹/۲۲ ^b	۳/۲۹ ± ۰ ^a	۶/۸۵ ± ۱/۳۳ ^a	۲/۱۰ ± ۰/۴۰ ^a	-----
۰/۲	۳۲/۱۴ ± ۸/۹۹ ^a	۳/۳۹ ± ۰ ^a	۳/۲۶ ± ۱/۰۹ ^{a,b}	۱/۴۰ ± ۰/۵۷ ^{a,b}	۵۰/۰۰ ± ۱۶/۶۷ ^a
۰/۵	۳۷/۵ ± ۱۸/۵ ^a	۳/۳۹ ± ۰ ^a	۲/۲۸ ± ۱/۳۲ ^b	۰/۷ ± ۰/۴ ^b	۶۶/۶۷ ± ۱۹/۲۵ ^a
۱	۴۲/۸۶ ± ۴/۱۲ ^a	۳/۳۹ ± ۰ ^a	۱/۳۲ ± ۱/۳۲ ^{a,b}	۱/۰۵ ± ۰/۳۵ ^{a,b}	۵۰/۰۰ ± ۱۶/۶۷ ^a
۱/۵	۴۴/۶۶ ± ۵/۳۶ ^a	۳/۳۹ ± ۰ ^a	۱/۳۲ ± ۱/۳۲ ^b	۰/۳۵ ± ۰/۳۵ ^b	۸۳/۳۳ ± ۱۶/۶۷ ^a
۲	۴۶/۴۳ ± ۲۳/۴ ^a	۳/۲۸ ± ۰/۱ ^a	۲/۷ ± ۱/۸ ^b	۰/۳۵ ± ۰/۳۵ ^b	۸۳/۳۳ ± ۱۶/۶۷ ^a
۴	۹۶/۴۳ ± ۶/۸۶ ^a	۲/۸۸ ± ۰/۵۱ ^a	۱/۱۴ ± ۱/۱۴ ^b	۰/۳۵ ± ۰/۳۵ ^b	۸۳/۳۳ ± ۱۶/۶۷ ^a

* حروف مشابه ستون‌ها نشان دهنده عدم وجود تفاوت معنی دار است (آزمون LSD، α=۰/۰۵).

جدول ۳ - مرگ و میر و میزان تغذیه موربانه *M. diversus* در غلظت‌های مختلف اسید بوریک در آزمایش فعالیت توئل زنی درون خاک تیمار شده در روش زیست‌سنجی ظروف پلاستیکی در شرایط آزمایشگاهی

غلظت (%)	SE ± مرگ و میر (%)	SE ± مساحت قسمت تیمار (%)	SE ± مساحت قسمت شاهد (%)	تغذیه از تیمار (%)	تغذیه از شاهد (%)	SE ± تغذیه از تیمار (%)	SE ± تغذیه از شاهد (%)	SE ± مساحت قسمت تیمار (%)	SE ± مساحت قسمت تیمار (%)	SE ± مرگ و میر (%)	غلظت (%)
۰	۱/۱۴ ± ۰/۱۵ ^d	-----	۱۰۰/۰۰ ± ۰ ^a	-----	۲/۸۶ ± ۰/۲۷ ^a	۲/۸۶ ± ۰/۲۷ ^a	۲/۸۶ ± ۰/۲۷ ^a	-----	-----	۱/۱۴ ± ۰/۱۵ ^d	۰
۰/۲	۹/۶۴ ± ۱/۸۲ ^c	۳۳/۵۸ ± ۸/۸۶ ^a	۵۱/۱۴ ± ۷ ^b	۴/۰۱ ± ۰/۲۷ ^a	۱/۷۳ ± ۰/۳ ^{a,b,c}	۴/۰۱ ± ۰/۲۷ ^a	۱/۷۳ ± ۰/۳ ^{a,b,c}	۳۳/۵۸ ± ۸/۸۶ ^a	۳۳/۵۸ ± ۸/۸۶ ^a	۹/۶۴ ± ۱/۸۲ ^c	۰/۲
۰/۵	۱/۸۶ ± ۰/۸۸ ^{b,c}	۲۸/۸۷ ± ۲/۵۴ ^a	۲۶/۳۷ ± ۴/۲۹ ^c	۲/۵۵ ± ۰/۴۳ ^b	۱/۰۷ ± ۰/۱۳ ^{b,c}	۲/۵۵ ± ۰/۴۳ ^b	۱/۰۷ ± ۰/۱۳ ^{b,c}	۲۸/۸۷ ± ۲/۵۴ ^a	۲۸/۸۷ ± ۲/۵۴ ^a	۱/۸۶ ± ۰/۸۸ ^{b,c}	۰/۵
۱	۱۲/۱۴ ± ۱/۲۸ ^{b,c}	۲۲/۱۴ ± ۳/۹۲ ^{a,b}	۲۶/۳۴ ± ۵/۶۷ ^c	۳/۳۳ ± ۰/۳۴ ^{a,b}	۲ ± ۰/۲۱ ^{a,b,c}	۳/۳۳ ± ۰/۳۴ ^{a,b}	۲ ± ۰/۲۱ ^{a,b,c}	۲۲/۱۴ ± ۳/۹۲ ^{a,b}	۲۲/۱۴ ± ۳/۹۲ ^{a,b}	۱۲/۱۴ ± ۱/۲۸ ^{b,c}	۱
۱/۵	۱۴/۰۴ ± ۱/۰۲ ^b	۱۱/۴۷ ± ۱/۷۷ ^{b,c}	۲۵/۸۴ ± ۲/۴۹ ^c	۱/۲۰ ± ۰/۶۱ ^c	۰/۵۳ ± ۰/۲ ^c	۱/۲۰ ± ۰/۶۱ ^c	۰/۵۳ ± ۰/۲ ^c	۱۱/۴۷ ± ۱/۷۷ ^{b,c}	۱۱/۴۷ ± ۱/۷۷ ^{b,c}	۱۴/۰۴ ± ۱/۰۲ ^b	۱/۵
۲	۱۴/۲۱ ± ۱/۹۲ ^b	۳/۲۳ ± ۱/۹۱ ^c	۲۲/۸۳ ± ۷/۰۱ ^c	۰/۱۱ ± ۰/۱۱ ^d	۲/۵۸ ± ۱/۲۳ ^{a,b}	۰/۱۱ ± ۰/۱۱ ^d	۲/۵۸ ± ۱/۲۳ ^{a,b}	۳/۲۳ ± ۱/۹۱ ^c	۳/۲۳ ± ۱/۹۱ ^c	۱۴/۲۱ ± ۱/۹۲ ^b	۲
۴	۲۶/۸۸ ± ۱/۱۴ ^a	۳/۰۸ ± ۱/۸ ^c	۱۳/۹ ± ۷/۰۶ ^c	۰ ± ۰ ^d	۱/۶ ± ۰/۸۲ ^{a,b,c}	۰ ± ۰ ^d	۱/۶ ± ۰/۸۲ ^{a,b,c}	۳/۰۸ ± ۱/۸ ^c	۳/۰۸ ± ۱/۸ ^c	۲۶/۸۸ ± ۱/۱۴ ^a	۴

* حروف مشابه ستون‌ها نشان دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار است (آزمون LSD، α=۰/۰۵).

جدول ۴- مقایسه مرگ و میر بین روش های آزمایشی فعالیت تونل زنی موربانه *M. diversus* درون خاک تیمار شده با اسید بوریک به روش پروبیت در شرایط آزمایشگاهی

روش آزمایش	انحراف معیار \pm شیب خط	X^2	حدود اطمینان ۹۵٪ (LC_{90})	حدود اطمینان ۹۵٪ (LC_{50})
لوله های زیست سنجی با ضخامت خاک تیماری ۲ سانتی متر	0.93 ± 0.29	۲/۶۷	۸۳/۳۲ (۵۷/۰۹ - ۶۲۷/۴۷)	۴۹/۹۵ (۱۴/۱۳ - ۱۰۳۵)
لوله های زیست سنجی با ضخامت خاک تیماری ۵ سانتی متر	0.15 ± 0.17	۵/۴۹	۳۸/۱۱ (۲۲/۱۹ - ۱۵۹/۷۲)	۲۵/۶۶ (۱۰/۲۸ - ۵۴۷/۱۹)
زیست سنجی به روش ظروف پلاستیکی	1.08 ± 0.23	۲۱/۴۴	۱۶/۰۸ (۶/۵۲ - ۱۵۴/۰۸)	۱/۰۴ (۰/۶۶ - ۱/۶۳)

تیمار نشده بود و در غلظت‌های بالاتر فعالیت تونل زنی مشاهده نشد.

نتایج نشان داد که این اسید بوریک (از گروه بورات‌ها) در تونل زنی اختلال ایجاد می‌کند، با تحقیقات مایسترلو و همکاران که اثرات نوت کاتوت و ترکیب بورات را بر روی موربانه زیر زمینی *C. formosanus* بررسی کردند تطابق دارد (مایسترلو و همکاران، ۲۰۰۱).

کوریاچان و گولد^۴ (۱۹۹۸) فعالیت موربانه زیرزمینی *R. flavipes* را بین خاک‌های تیمار شده و تیمار نشده با موربانه‌کش‌های پرمترین^۵، سایپرمتترین^۶، فن والرات^۷، کلرپایریفوس^۸ و ایمیداکلوپرید^۹ در آزمون‌های آزمون‌های آزمایشگاهی مورد ارزیابی قرار دادند. ارزیابی‌ها نشان داد که موربانه‌ها در تمام سه غلظت تیماری با سموم پایروتروئیدی (پرمترین، سایپرمتترین و فن والرات) به منابع غذایی خود می‌رسند و زمان لازم برای تونل زنی در خاک‌های تیماری با این سه سم متفاوت می‌باشد. با توجه به نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر در ارتباط با عملکرد اسید بوریک که مانند سموم پایروتروئیدی عمل نمود با نتایج مطابقت می‌کند (کوریاچان و گولد، ۱۹۹۸).

در ارتباط با میزان تونل زنی نتایج نشان داد که با افزایش غلظت به طور معنی داری کاهش داشته است که با نتایج ساران و راست^{۱۰} (۲۰۰۷) که اثر فپرونیل^{۱۱} یک موربانه‌کش کند اثر و غیردورکننده بود را بررسی نمودند مطابقت دارد.

گاهلوف و کوهرل^۱ (۲۰۰۱) نفوذ موربانه زیرزمینی شرقی *Reticulitermes flavipes* Kollar را درون خاک تیمار شده خانواده *Rhinotermitidae* با ضخامت‌های متفاوت و غلظت‌های متفاوتی از دورسبان TC^۲ (ماده موثره: کلرپایریفوس) و پرمایز (ماده موثره: ایمیداکلوپرید) مورد بررسی قرار دادند. در روش لوله‌های زیست‌سنجی با ضخامت خاک تیمار شده ۲ سانتی متری با اسید بوریک در غلظت‌های ۰/۲، ۰/۵ و ۱، درصد مرگ و میر به ترتیب ۳۰/۴، ۳۵/۷ و ۳۹/۳ درصد و نفوذپذیری در همه غلظت‌ها یکسان (۳/۴٪) بود. در خاک تیمار شده با ضخامت ۵ سانتی متر مرگ و میر ۳۲/۱۴، ۳۷/۵ و ۴۲/۸۶ و نفوذ پذیری برای همه غلظت‌ها یکسان بود، در غلظت‌های ۱/۵، ۲ و ۴ درصد در خاک تیمار شده با ضخامت ۲ سانتی متر مرگ و میر ۴۲/۹، ۴۴/۶ و ۸۰/۴ درصد و نفوذ پذیری ۳/۴، ۳/۴ و ۳/۲ متر مرگ و میر به ترتیب ۴۴/۷، ۴۶/۴ و ۹۶/۴ درصد و نفوذپذیری ۲/۹، ۳/۳، ۳/۴ درصد می‌باشد. با توجه به این نتایج با افزایش غلظت و افزایش ضخامت خاک تیمار شده مرگ و میر افزایش و میزان نفوذ کاهش یافته بود که با تحقیقات گاهلوف و کوهرل (۲۰۰۱) تطابق دارد.

در روش ظروف پلاستیکی نیز با توجه به خاک تفکیک شده به دو قسمت تیمار شده و تیمار نشده، موربانه‌ها از بخش تیمار شده دوری نکرده و مشغول تغذیه از ماده غذایی موجود در این قسمت شدند که نشان دهنده عدم دور کنندگی اسید بوریک در تمام غلظت‌ها می‌باشد. مرگ و میر با افزایش غلظت افزایش داشته و مساحت تونل زنی در قسمت تیمار شده با قسمت تیمار نشده تفاوت معنی داری داشته به طوری که میزان مساحت تونل زنی در قسمت تیمار شده کمتر از قسمت

4- Kuriachan & Gold
5- Permethrin
6- Cypermethrin
7- Fenvalerate
8- Chlorpyrifos
9- Imidacloprid
10- Saran & Rust
11- Fipronil

1- Gahlhoff & Koehler
2- Dursban TC
3- Premise 75

فتح الهی و همکاران: اثرات خاک تیمار شده با اسیدبوریك...

نتیجه گیری

پلاستیکی تاثیر آن بیشتر بوده به دلیل این که موریا نه ها به طور مستقیم در معرض سم قرار می گیرند ولی در روش لوله های آزمایش موریا نه ها در یکسری از لایه ها خاکی در معرض سم هستند و از این موانع سمی عبور می کنند و خود را به منبع غذایی می رسانند، بنابراین در روش لوله های آزمایشی بایستی غلظت سم را بالاتر برد تا تاثیر دو چندان گردد.

همانطور که بیان شد استفاده از سموم سازگار با محیط زیست در کنترل موریا نه های زیرزمینی راهکار مناسبی می باشد و از آنجایی که اسید بوریك سازگار با محیط زیست بوده و خطرات بسیار کمی دارد و به دلیل خاصیت عدم دورکنندگی و توانایی اختلال در فعالیت جستجوگری و تغذیه ای موریا نه ها خصوصا در غلظت های بالاتر می توان برای کنترل و از بین بردن آن ها استفاده نمود. این سم با اختلال در فعالیت های تونل زنی موریا نه ها که یکی از مهم ترین فعالیت آن ها برای رسیدن به منابع تغذیه ای می باشد نقش مهمی را ایفا می کند. مقایسه دو روش نیز نشان می دهد که روش ظروف

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 موریا نه های خوزستان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید چمران اهواز، دانشکده کشاورزی. ۱۴۳ ص.
۲. حبیب پور، ب، ۱۳۸۵. ارزیابی کارایی طعمه های سمی در کنترل موریا نه های زیرزمینی در شرایط آزمایشگاهی و صحرایی منطقه اهواز، پایان نامه دکترا، دانشگاه شهید چمران اهواز، دانشکده کشاورزی. ۱۵۰ ص.
۳. رخشانی، الف. ۱۳۸۱. اصول سم شناسی کشاورزی (آفت کشها)، انتشارات فرهنگ جامع تهران. ۳۷۴ ص.
۴. سلیمان نژادیان، الف. ۱۳۷۰. موریا نه ها، تشخیص و مبارزه با آنها، ترجمه کتاب ویکتور هریس، مرکز نشر دانشگاهی، تهران. ۲۶۴ ص.

5. Ahmed, B.M., French, J.R., and Vinden, P. 2004. Evaluation of Borate formulations as wood preservatives to control subterranean termites in Australia. *Holzforchung*, 20: 1-9.
6. 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.
7. Gentz, M.C., and Grace, J.K. 2007. Different Boron compounds elicit similar responses in *Coptotermes formosanus* (Iso.: Rhinotermitidae). *Sociobiology*, 50(2): 633-641.
8. Haverty, M.I. 1979. Selection of tunneling substrates for laboratory studies with three subterranean termite species. *Sociobiology*, 4(3): 315-320.

9. 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.
10. Kard, B.M. 2001. Detrimental effects of Boric-Acid-treated soil against foraging subterranean termites (Iso.: Rhinotermitidae). *Sociobiology*, 37(2): 363-378.
11. Kubota, Sh., Shono, Y., Mito, N., and Tsunoda, K. 2008. Termiticidal efficacies of Fenobucarb and Permethrin against Japanese subterranean termites *Coptotermes fimosanus* and *Reticulitermes speratus* (Iso.: Rhinotermitidae). *Japanese Journal of Environmental Entomology and Zoology*, 19(1): 31-37.
12. 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.
13. Maistrello, L., Henderson, G., and Laine, R.A. 2001. Effects of Nootkatone and Borate compound on Formosan subterranean termite (Iso.: Rhinotermitidae) and its symbiont protozoa. *Journal of Entomological Science*, 36(3): 229-236.
14. Maistrello, L., Henderson, G., and Laine, R. 2002. Comparative effects of Vetiver oil, Nootkatone and Disodium Octaborate Tetrahydrate on *Coptotermes formosanus* and its symbiotic fauna. *Pest Management Science*, 59: 58-68.
15. 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.
16. 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.
17. Saran, R.K., and Rust, M.K. 2007. Toxicity, uptake, and transfer efficiency of Fipronil in Western subterranean termite (Iso.: Rhinotermitidae). *Journal of Economic Entomology*, 100 (2): 495-508.
18. 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.
19. 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.