



بررسی اثرات فرمولاسیون‌های محلول و پودر ترکیب (NHA) N²N-naphthaloylhydroxyamine بر روی تغذیه و مرگ و میر موربانه (*Microcerotermes diversus* Silvestri) (Isoptera: Termitidae) در

شرایط آزمایشگاهی

بهزاد حبیب‌پور^{1*} - رضا ابوالفارسی²

تاریخ دریافت: 1392/12/03

تاریخ پذیرش: 1394/01/19

چکیده

موربانه *Microcerotermes diversus* Silvestri مهم‌ترین آفت اقتصادی محصولات چوبی در استان خوزستان می‌باشد. استفاده از موربانه کش‌های جدید و کند اثر راهکار مهمی است که در سال‌های اخیر در کنترل موربانه‌های زیرزمینی مورد توجه قرار گرفته است. در این تحقیق اثرات-N²N-naphthaloylhydroxyamine (NHA) در دامنه غلظتی 4-0/5 درصد در فرمولاسیون محلول و 8-0/5 درصد در فرمولاسیون پودر روی بقا (ایجاد مرگ و میر) و بازدارندگی تغذیه‌ای علیه *M. diversus* بررسی گردید. نتایج آزمون خاک تیمار شده نیز نشان داد که در مدت 21 روز، مرگ و میر با افزایش غلظت به صورت تدریجی افزایش یافت. همچنین نتایج آزمون کاغذهای صافی آغشته شده به محلول NHA نیز نشان داد که در مدت 14 روز، مرگ و میر با افزایش غلظت به صورت تدریجی افزایش یافت. نتایج حاصله سم NHA را به عنوان یک موربانه کش مؤثر برای کنترل این آفت پیشنهاد می‌کند.

واژه‌های کلیدی: *Microcerotermes diversus* (NHA) N²N-naphthaloylhydroxyamine، بازدارندگی تغذیه‌ای، موربانه‌کش

مقدمه

اصول پیشگیری در هنگام ساختمان‌سازی و نیز عدم به‌کارگیری مواد محافظت‌کننده از چوب، سبب ایجاد خسارت‌های جبران‌ناپذیر به لوازم چوبی می‌شده است (7).

بررسی‌ها نشان می‌دهد برای تأثیر ترکیبات حشره‌کش کند اثر روی موربانه *Coptotermes formosanus* Shiraki در غلظت‌های بالا به زمان کمتری نیاز است. همچنین نرخ و سرعت مرگ و میر به غلظت سم بستگی دارد (16). نتایج بررسی سم اسید بوریک خاک کاربرد در دو فرمولاسیون محلول و پودر روی گونه‌های مختلف موربانه‌های زیرزمینی Rhinotermitidae نشان داد که با افزایش غلظت، مرگ و میر نیز افزایش یافت (10). در بررسی‌های دیگر تأثیر آفت‌کش ایمیداکلوپرید در فرمولاسیون محلول را روی کلنی موربانه زیرزمینی جنس *Reticulitermes* که داخل ساختمان‌های مسکونی مستقر بودند مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آن‌ها نشان‌دهنده نابودی موربانه‌ها در داخل ساختمان طی مدت 7-85 روز بود (11). همچنین گروهی از محققان با ارزیابی آزمایشگاهی و صحرایی روی پایداری و دوام موربانه کش‌های خاک کاربرد از گروه کلرونیکوئینیل‌ها، ارگانو فسفات‌ها و پیرتروئیدها در مبارزه با موربانه زیرزمینی *Heterotermes aureus* Snyder دریافتند که این موربانه کش‌ها قادرند تا 4 سال پس از کاربرد در برابر این موربانه مؤثر باشند (3). بررسی دیگر نشان می‌دهد که تأثیر استامپیرید روی موربانه‌های زیرزمینی غربی *R.*

موربانه‌ها حشرات اجتماعی هستند که در نقاط مختلف جهان به خصوص مناطق گرمسیری انتشار داشته و نقش قابل‌توجهی در تجزیه مستقیم مواد گیاهی و تثبیت نیتروژن خاک ایفا می‌کنند (8). موربانه‌ها به دلیل تغذیه از مواد چوبی، سلولزی و هوموسی از آفات مهم لوازم چوبی و سلولزی موجود در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری محسوب می‌شوند. همچنین ممکن است به دلیل تغذیه این حشرات از مواد غیر آلی مانند کابل‌های زیرزمینی برق و به خصوص ایجاد خسارت‌های جبران‌ناپذیر در داخل ساختمان‌ها باعث ایجاد مشکلات فراوانی گردند (15).

به طور کلی به دلیل زندگی مخفی موربانه‌های زیرزمینی، تعیین و اجرای روش‌های کنترل آن‌ها با مشکلاتی همراه بوده است. که این امر باعث گردیده است که سالانه میلیون‌ها دلار صرف کنترل موربانه‌ها در سراسر جهان شود (7). مهم‌ترین موربانه در استان خوزستان گونه *Microcerotermes diversus* Silvestri (Isoptera: Termitidae) است که از دیرباز به دلیل عدم رعایت

1 و 2- دانشیار و دانشجوی سابق کارشناسی ارشد حشره‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز
* - نویسنده مسئول: (Email: habibpour_b@scu.ac.ir)

آمریکا است که به صورت ماده خالص (پودر تکنیکال) 99 درصد تهیه شد.

جمع‌آوری و نگهداری موریه‌ها

موریه‌ها در منطقه اهواز از طریق بلوک‌های چوبی تهیه شده از چوب‌های تجاری مورد علاقه موریه (چوب راش و چوب ایرانی) در خاک، جمع‌آوری و به آزمایشگاه منتقل شدند. بلوک‌های چوبی در ابعاد $2 \times 6 \times 20$ سانتی‌متر تهیه شدند و این چوب‌ها ابتدا به مدت 24 ساعت در آون در دمای 60 درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند تا میزان رطوبت همه آن‌ها یکسان شود. برای رفع استرس موریه‌ها، جعبه‌های پلاستیکی در انکوباتور تاریک در شرایط دمای 28 ± 2 درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی 90 ± 5 درصد نگهداری شدند. تنها از موریه‌های فعال و سالم در آزمایش استفاده گردید.

تعیین دامنه غلظت‌های مورد نیاز

پس از انجام آزمایش‌های مقدماتی غلظت‌های 0/5، 1، 2 و 4 درصد برای فرمولاسیون محلول و غلظت‌های 0/5، 1، 2، 4، 6 و 8 درصد برای فرمولاسیون پودر انتخاب و سایر غلظت‌ها حذف شدند. با توجه به این که سرعت عمل سموم در زمان‌های مختلف متفاوت می‌باشد آزمایش‌های مقدماتی ترکیب NHA 24 تا 48 ساعت در نظر گرفته شدند.

فرمول‌های لازم جهت ارزیابی شاخص‌های تغذیه‌ای

به طور کلی زیست‌سنجی تغذیه با فرمول‌های زیر انجام و سپس آنالیز بر روی داده‌ها صورت گرفت (2 و 9).

$$(1) \quad 100 \times (\text{وزن اولیه کاغذ صافی}) / (\text{وزن ثانویه کاغذ صافی}) - 1 = \text{درصد تغذیه}$$

$$(2) \quad 100 \times ((\text{میانگین تغذیه از شاهد}) / (\text{تفاوت وزن اولیه و ثانویه کاغذ صافی برای هر غلظت})) = \text{درصد کاهش تغذیه نسبت به شاهد}$$

$$(3) \quad 100 \times ((\text{وزن اولیه تیمار}) / (\text{وزن ثانویه تیمار})) - 1 = \text{درصد تغذیه از تیمار}$$

$$(4) \quad 100 \times (((\text{وزن اولیه شاهد} - \text{وزن اولیه تیمار}) / (\text{وزن ثانویه شاهد} - \text{وزن ثانویه تیمار})) - 1) = \text{درصد تغذیه کل}$$

و پس از تبخیر حلال با 0/7 سی‌سی آب مقطر مرطوب شدند و در هر یک از آن‌ها 50 موریه کارگر قرار گرفت. برای تیمارهای شاهد فقط از آب مقطر استفاده شد. واحدهای آزمایشی در انکوباتور 28 ± 2 درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی 90 ± 5 درصد نگهداری شدند. این آزمون به مدت دو هفته و در چهار تکرار صورت گرفت. هر 24 ساعت یکبار موریه‌های تلف‌شده از واحدهای آزمایشی خارج و تعداد آن‌ها ثبت گردید.

آزمون انتخابی

در این آزمایش در فرمولاسیون محلول کاغذهای صافی واتمن شماره یک به دو تکه مساوی تقسیم شدند و به گونه‌ای که فاصله

hesperus در منطقه کالیفرنیا در همه غلظت‌ها این ترکیب خاصیت دورکنندگی دارد (14). در پژوهشی دیگر، موریه زیرزمینی *R. flavipes* در معرض غلظت‌های مختلف ایندوکساکارب طی زمان‌های مختلف (5، 10، 20، 40، 80 و 160 دقیقه) قرار گرفت و سستی اولیه، حرکات ناهماهنگ، ناتوانی در راه رفتن و در پی آن مرگ آن‌ها مشاهده شد. میانگین زمان رخ دادن این حالات در موریه‌هایی که به صورت گروهی تیمار شدند در مقایسه با آن‌هایی که به طور انفرادی در معرض سم بودند کوتاه‌تر بود (12). به منظور کاهش اثرات ناگوار زیست‌محیطی ناشی از به‌کارگیری سموم کلره و فسفره در کنترل موریه‌ها و ایجاد حفاظت پایدار از ساختمان‌ها در برابر هجوم آن‌ها، استفاده از سموم شیمیایی سازگار با محیط‌زیست توصیه شده است. در این تحقیق (NHA) N'-N-naphthaloylhydroxyamine که سابق بر این از آن به عنوان یک ترکیب معدنی، کند اثر و گوارشی در جهت حفاظت از چوب‌های کاج زرد جنوبی در برابر موریه زیرزمینی Formosan استفاده می‌شد (5)، به عنوان یک ترکیب معدنی با خطرات زیست‌محیطی کمتر از سموم رایج در کنترل موریه‌ها (6) به دو شکل فرمولاسیون پودر و محلول مورد آزمایش و بررسی قرار گرفت. از مهمترین اهداف این تحقیق مشاهده ی سمیت تاخیری و بررسی اثرات ترکیب NHA روی تغذیه و مرگ و میر موریه *M. diversus* بود.

مواد و روش‌ها

سم مورد استفاده

N'-N-naphthaloylhydroxyamine با نام مخفف NHA و نام

تجاری Alfa Aesar[®] ساخت شرکت A Johnson Metthey

لازم به ذکر است این آزمون طبق استاندارد های آمریکا و اروپا انجام شد (1 و 4).

آزمون غیر انتخابی

در این آزمایش در فرمولاسیون محلول کاغذهای صافی واتمن شماره یک و در فرمولاسیون پودری، 6 گرم خاک ورمی کولیت در پتری دیش‌های پلاستیکی به قطر 9 سانتی‌متر قرار داده شده و با یک میلی‌لیتر از غلظت‌های 0/5، 1، 2 و 4 درصد در فرمولاسیون محلول و غلظت‌های 0/5، 1، 2، 4، 6 و 8 درصد در فرمولاسیون پودر آغشته شدند، سپس کاغذهای صافی یا خاک ورمی کولیت برای تبخیر حلال به آون در دمای 40 درجه سانتی‌گراد به مدت 24 ساعت منتقل شدند

1/5 سانتی‌متر بین آن‌ها وجود داشته باشد درون پتری دیش‌های به قطر 9 سانتی‌متر قرار داده شدند. این آزمایش برای فرمولاسیون پودر نیز به همین شکل صورت پذیرفت با این تفاوت که به جای کاغذ صافی در هر طرف پتری دیش‌ها 3 گرم از خاک ورمی کولیت قرار داده شد. یک قسمت از کاغذ صافی یا خاک ورمی کولیت با آب مقطر و قسمت دیگر با 0/5 سی‌سی از غلظت‌های 0/5، 1، 2 و 4 درصد در فرمولاسیون محلول و غلظت‌های 0/5، 1، 2، 4، 6 و 8 درصد در فرمولاسیون پودر آغشته شد. پس از تبخیر حلال در آون در دمای 40 درجه سانتی‌گراد به مدت 24 ساعت و مرطوب‌سازی مجدد کاغذهای صافی یا خاک ورمی کولیت در این آزمون، 50 عدد موربانه در وسط پتری دیش‌ها (در ناحیه بین دو قسمت آغشته شده و آغشته نشده به ترکیب NHA) رهاسازی شدند. پس از انتقال واحدهای آزمایشی در انکوباتور 28 ± 2 درجه سلسیوس و رطوبت نسبی 90 ± 5 درصد، موربانه‌های مرده هر 24 ساعت یک‌بار به مدت دو هفته شمارش و ثبت‌شده و از واحدهای آزمایشی خارج شدند.

نتایج

فرمولاسیون محلول

آزمون غیر انتخابی

در این آزمون مقایسه مرگ و میر بر اساس آنالیز واریانس (ANOVA) تفاوت معنی‌داری را بین غلظت‌های مختلف نشان داد و با افزایش غلظت‌ها میزان مرگ و میر افزایش یافت (df=4, F=52/8, P<0/0001) مقایسه میانگین تغذیه بین غلظت‌های مختلف تفاوت معنی‌داری را نشان نداد (df=4, F=1/01, P= 0/433) در مقایسه وزن خشک تغذیه بین غلظت‌های مختلف نیز تفاوت معنی‌داری یافت نشد (df= 4, F=1/01, P =0/433) (جدول 1). در این آزمون بررسی مقادیر LC₅₀ و LC₉₀ و LT₉₀ نشان داد که با افزایش غلظت زمان کشندگی کم و میزان کشندگی افزایش یافت (جدول 3 و 4).

آزمون انتخابی

مقایسه مرگ و میر نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین غلظت‌ها وجود دارد و با افزایش غلظت، میزان مرگ‌ومیر نیز به تدریج افزایش یافت (df=4, F=25/93, P <0/0001). در مقایسه میانگین تغذیه از قسمت تیمار شده تفاوت معنی‌داری یافت نشد (F=1/37, P=0/2909) df=4, در مقایسه میانگین تغذیه از قسمت تیمار نشده تفاوت معنی‌داری نیز وجود نداشت (df=4, F=2/9, P=0/0558). هم‌چنین مقایسه میانگین تغذیه کل نیز نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار نبود (df=4, F=2/12, P=0/1287) (جدول 2). در این آزمون نیز بررسی مقادیر LC₅₀ و LC₉₀ و LT₉₀ نشان داد که با افزایش غلظت زمان کشندگی کم و میزان کشندگی افزایش یافت (جدول 3 و 4).

تجزیه داده‌ها

پس از انجام آنالیز واریانس (ANOVA)، مقایسه میانگین با استفاده از آزمون LSD در سطح 5 درصد توسط نرم افزار SAS(9.1) انجام شد. نمودارهای مربوطه با نرم افزار EXCEL 2007 رسم گردید. در صورتی که درصد مرگ و میرها توزیع نرمال نداشتند به $\sqrt{\%Arcsine}$ تبدیل شدند که در آن X درصد تلفات را نشان می دهد. اثر سم در روزهای مختلف روی مرگ‌ومیر موربانه‌ها با استفاده از روش آنالیز پروبیت صورت گرفت و مقادیر LC₅₀، LC₉₀ و LT₉₀ محاسبه شدند.

جدول 1 - مقایسه میانگین مرگ‌ومیر و میزان تغذیه موربانه *M. diversus* از غلظت‌های مختلف ترکیب NHA در آزمون غیر انتخابی فرمولاسیون محلول

Table 1- The mean comparison of mortality and consumption rate of the termite *M. diversus* at various concentrations of NHA aqueous formulation in no-choice test

غلظت Treat (%)	مرگ‌ومیر ± SE Mortality (%)	تغذیه ± SE Feeding (%)	کاهش تغذیه نسبت به شاهد Feeding reduction compared to control (%)
control	0.007±0.004 ^d	2.6 ±0.18 ^a	(---)
0.5	20±0.001 ^c	2.5±0.16 ^a	63.7 ± 0.6 ^a
1	31± 0.002 ^b	1.004±0.03 ^a	73.2±0.26 ^a
2	43±0.005 ^b	0.25±0.11 ^a	86.6± 0.86 ^a
4	63±0.002 ^a	0.12±0.02 ^a	89.76± 0.89 ^a

میانگین‌های با حروف مشابه با استفاده از آزمون LSD در سطح 5% اختلاف معنی‌دار ندارند.

Whithin columns, means followed by the same letter are not significantly different according to LSD (0.05)

جدول 2 - مقایسه میانگین مرگ‌ومیر و میزان تغذیه موربانه *M. diversus* از غلظت‌های مختلف ترکیب NHA در آزمون انتخابی فرمولاسیون

محلول

Table 2- The mean comparison of mortality and consumption rate of the termite *M. diversus* at various concentrations of NHA aqueous formulation in choice test

غلظت Treat (%)	±SE مرگ و میر Mortality (%)	±SE تغذیه از تیمار Feeding Treatment (%)	±SE تغذیه کل Total Feeding (%)
control	0.001±0.005e	(---)	1.64±0.45b
0.5	10±0.003d	2.80±0.86a	2.44±0.53ab
1	31±0.005b	3.90±0.83a	2.76±0.50ab
2	37±0.004b	5.82±0.12a	4.29±0.09b
4	48±0.018a	7.12±0.30a	5.76±2.32a

میانگین‌های با حروف مشابه با استفاده از آزمون LSD در سطح 5% اختلاف معنی‌دار ندارند.

Within columns, means followed by the same letter are not significantly different according to LSD (0.05)

جدول 3 - زمان کشندگی ترکیب NHA علیه مورپانه *M. diversus* به روش پروبیت در آزمون غیر انتخابی و انتخابی فرمولاسیون محلول
Table 3- Lethal time response at lethal concentrations of NHA aqueous formulation against *M. diversus* in no-choice and choice trials

نوع آزمون Test	غلظت Treat (%)	حدود اطمینان 95% LT ₉₀ (95% (Day)	X ²	خطای استاندارد ± شیب خط Line Slope ± Standard Error
No-choice	control	105.13-38.50 (60.96)	3.09	0.15± 0.52
No-choice	0.5	7.28(2.45 – 9.48)	1.81	0.42±0.31
No-choice	1	4.95(2.64 – 61.0)	0.73	0.33±0.39
No-choice	2	4.13(1.64 – 7.63)	0.67	0.34±0.41
No-choice	4	3.98(0.12 – 6.12)	0/27	0.20±0.39
Chioce	control	130.23-49.42 (98.31)	2.17	0.70±0.45
Chioce	0.5	10.24(4.65 – 32.11)	1.76	0.24±0.18
Chioce	1	6.86(2.31 – 9.45)	0.56	0.29±0.39
Chioce	2	4.86(1.23 – 19.02)	0.02	0.05±0.45
Chioce	4	4.80(-15.2 – 54.3)	2.68	0.44±0.26

ستون خطای استاندارد میانگین تفاوت بین تکرارها در هر تیمار را نشان می‌دهد.

Standard error column indicates the mean difference among replications per each treatment

جدول 4 - درصد غلظت کشندگی ترکیب NHA علیه مورپانه *M. diversus* به روش پروبیت در آزمون غیر انتخابی و انتخابی فرمولاسیون محلول
Table 4: Toxicity of NHA aqueous formulations against *M. diversus* in no-choice and choice trials.

نوع آزمون Test	حدود اطمینان 95% LC ₅₀ (95% (%)	حدود اطمینان 95% LC ₉₀ (95% (%)	X ²	خطای استاندارد ± شیب خط Line Slope ± Standard Error
No-choice	0.06 (0.03 – 0.16)	0.77 (0.59 – 1.07)	8.52	1.8 ± 0.25
Chioce	1.04 (0.56 – 6.56)	3.41 (1.65 – 8.94)	0.93	0.54 ± 0.55

ستون خطای استاندارد میانگین تفاوت بین تکرارها در هر تیمار را نشان می‌دهد.

Standard error column indicates the mean difference among replications per each treatment

معنی‌دار است ($P < 115/54$, $f=6$, $df=0/0001$)
($df=6$, $F=115/54$, $P < 0/0001$)
هم‌چنین مقایسه میزان کاهش تغذیه نسبت به شاهد و وزن خشک تغذیه تفاوت معنی‌دار نشان دادند (جدول 5). ($df = 6$, $F = 4/77$, $P < 0/0033$)
در این آزمون نیز بررسی مقادیر LC₅₀ و LC₉₀ و LT₉₀ نشان داد که با افزایش غلظت زمان کشندگی کم و میزان کشندگی افزایش یافت (جدول 7 و 8).

فرمولاسیون پودر

آزمون غیر انتخابی

مقایسه میانگین مرگ و میر مورپانه‌های کارگر با استفاده از آنالیز ANOVA تفاوت معنی‌داری را بین غلظت‌ها نشان داد و با افزایش غلظت مرگ و میر افزایش یافت ($F = 115/54$, $P < 0/0001$)
($df = 6$, مقایسه میانگین تغذیه نشان داد که تلفات بین غلظت‌ها

آزمون انتخابی

بحث

مقایسه مقادیر LC_{50} و LC_{90} بین آزمون‌های مختلف نشان داد که در آزمون غیر انتخابی با توجه به این که موربانها به اجبار در معرض سم قرار داشتند این مقادیر نسبت به آزمون‌های انتخابی کم‌تر می‌باشند که بیانگر کشندگی بیشتر در آزمون‌های غیر انتخابی می‌باشد.

با مقایسه‌ی مقادیر LT_{90} بین غلظت‌ها در هر آزمون مشخص شد که با افزایش غلظت، زمان کشندگی کاهش یافته است به طوری که در غلظت‌های بالا در هر دو فرمولاسیون ذکر شده در آزمون‌های غیر انتخابی تقریباً 3 روز و در آزمون‌های انتخابی تقریباً 5 روز طول کشید تا نیمی از موربانها های کارگر مورد آزمایش تلف شوند.

مقایسه میانگین مرگ‌ومیر بین موربانها‌های کارگر تفاوت معنی‌داری را بین غلظت‌ها نشان داد ($df=6, F=3/28, P<0/0196$). در مقایسه میانگین تغذیه از قسمت تیمار شده تفاوت معنی‌داری بین غلظت‌ها یافت شد ($df=6, F=3/64, P<0/0123$). مقایسه میانگین تغذیه در قسمت تیمار شده نیز تفاوت معنی‌داری را نشان داد ($df=6, F=2/75, P<0/0395$). در مقایسه میزان تغذیه کل بین غلظت‌ها تفاوت مشاهده شده معنی‌دار بود ($F=2/64, P<0/0453$) (جدول 6). در این آزمون نیز به بررسی مقادیر LC_{50} و LC_{90} و LT_{90} نشان داد که با افزایش غلظت زمان کشندگی کم و میزان کشندگی افزایش یافت (جداول 7 و 8).

جدول 5 - مقایسه میانگین مرگ‌ومیر و میزان تغذیه موربانها *M. diversus* از غلظت‌های مختلف ترکیب NHA در آزمون غیر انتخابی فرمولاسیون پودر
Table 5- The mean comparison of mortality and consumption rate of the termite *M. diversus* at various concentrations of NHA powder formulation in no-choice test

غلظت Treat (%)	مرگ‌ومیر ± SE Mortality (%)	تغذیه ± SE Feeding (%)	کاهش تغذیه نسبت به شاهد ± SE Feeding reduction compared to control (%)
control	0±0.01e	11.8±3.01c	(---)
0.5	25±0.05d	11.45±1.39b	72.5± 0.27c
1	32±0.3d	12.51±1.85b	76.73± 0.26ab
2	39±0.02cd	12.59±1.1ab	79.16±0.27a
4	42±0.08c	13.07±0.7ab	81.82± 0.28a
6	51±0.10b	13.67±1.02c	83.83± 0.32a
8	67±0.04a	15.37±0.39c	86.5± 0.1a

میانگین‌های با حروف مشابه با استفاده از آزمون LSD در سطح 5% اختلاف معنی‌دار ندارند.
Within columns, means followed by the same letter are not significantly different according to LSD (0.05)

جدول 6 - مقایسه میانگین مرگ‌ومیر و میزان تغذیه موربانها *M. diversus* از غلظت‌های مختلف ترکیب NHA در آزمون انتخابی فرمولاسیون پودر
Table 6- The mean comparison of mortality and consumption rate of the termite *M. diversus* at various concentrations of NHA powder formulation in choice test

غلظت Treat (%)	مرگ‌ومیر ± SE Mortality (%)	تغذیه از تیمار ± SE Feeding Treatment (%)	تغذیه کل ± SE Total Feeding (%)
control	1±0.02c	(---)	21.24±6.21a
0.5	10±0.08b	15.43±7.54a	15.03±3.48ab
1	16±0.13b	10.32±0.49b	12.63±3.57b
2	27±0.07b	8.04±1.72b	11.99±4.31a
4	37±0.01 b	7.25±0.41b	8.02±2.71ab
6	41±0.07a	4.26±1.18b	7.02±3.06b
8	53±0.08a	3.43±0.57b	6.72±0.84b

میانگین‌های با حروف مشابه با استفاده از آزمون LSD در سطح 5% اختلاف معنی‌دار ندارند.
Within columns, means followed by the same letter are not significantly different according to LSD (0.05)

جدول 7 - زمان کشندگی ترکیب NHA علیه موربانها *M. diversus* به روش پروبیت در آزمون غیر انتخابی و انتخابی فرمولاسیون پودر
Table 7- Lethal time response at lethal concentrations of NHA powder formulation against *M. diversus* in no-choice and

choice trials.				
نوع آزمون Test	غلظت Treat (%)	حدود اطمینان 95% LT ₉₀ (Day)	X ²	خطای استاندارد ± شیب خط Line Slope ± Standard Error
No-choice	control	70.96(52.38 - 150.90)	9.27	0.15± 0.63
No-choice	0.5	7.09 (3.86 - 22.30)	6.86	0.34±0.13
No-choice	1	6.84 (2.14 - 7.74)	3.43	0.36±0.19
No-choice	2	5.36 (1.56 - 32.0)	2.57	0.29±0.18
No-choice	4	4.91 (2.32 - 7.32)	2.1	0.08±0.25
No-choice	6	4.32 (1.45 - 36.0)	1.53	0.37±0.30
No-choice	8	3.67 (0/32 - 8.32)	1.12	0.41±0.39
Chioce	control	92.65(73.14 - 183.90)	5.14	0.35± 0.16
Chioce	0.5	21.74 (7.03 - 23.80)	4.05	0.23±0.11
Chioce	1	16.22 (5.10 - 26.23)	7.67	0.31±0.11
Chioce	2	13.03 (9.36 - 19.0)	3.73	0.29±0.15
Chioce	4	10.13 (7.36 - 35.01)	4.98	0.27±0.12
Chioce	6	8.34(4.05 - 9.04)	0.37	0.10±0.17
Chioce	8	8.08 (1.78 - 15.60)	2.17	0.13±0.09

ستون خطای استاندارد میانگین تفاوت بین تکرارها در هر تیمار را نشان می‌دهد.

Standard error column indicates the mean difference among replications per each treatment

جدول 8 - درصد غلظت کشندگی ترکیب NHA علیه موربانه *M. diversus* به روش پروبیت در آزمون غیر انتخابی و انتخابی فرمولاسیون پودر
Table 8- Toxicity of NHA powder formulations against *M. diversus* in no-choice and choice trials

نوع آزمون Test	حدود اطمینان 95% LC ₅₀ (%)	حدود اطمینان 95% LC ₉₀ (%)	X ²	خطای استاندارد ± شیب خط Line Slope ± Standard Error
آزمون غیر انتخابی	0.73 (0.56-1.04)	1.69 (1.30 - 2.66)	23.28	1.35±0.27
آزمون انتخابی	13.60 (3.21- 25.0)	23.34 (12.32 - 68.2)	0.73	0.13±0.15

ستون خطای استاندارد میانگین تفاوت بین تکرارها در هر تیمار را نشان می‌دهد.

Standard error column indicates the mean difference among replications per each treatment

به طور کلی در تحقیق حاضر، در غلظت‌های 0/5، 1، 2 و 4 درصد فرمولاسیون محلول در طی 7 تا 14 روز مرگ‌ومیر به 63 درصد رسید که نشان داد این سم به صورت گوارشی و کند اثر عمل می‌کند. همچنین نتایج حاصل از آزمون زیست سنجی سم ذکر شده تفاوت معنی‌داری بین تغذیه موربانه‌ها در غلظت‌های 0/5، 1، 2 و 4 درصد نشان نداد که به معنی عدم بازدارندگی تغذیه‌ای و غیر دورکننده بودن این سم می‌باشد.

در فرمولاسیون پودر نیز به طور کلی در مدت زمان 14 تا 21 روز در غلظت‌های 0/5، 1، 2، 4، 6 و 8 درصد، با افزایش غلظت درصد مرگ‌ومیر موربانه‌های نامبرده به طور معنی‌داری افزایش یافت که این نتایج نشان داد این سم به صورت کند اثر تأثیرگذار است و در این مدت تفاوت معنی‌داری بین تغذیه موربانه‌ها در غلظت‌های ذکر شده مشاهده نشد که این مشاهده، گواه بر عدم دورکنندگی تغذیه‌ای این سم می‌باشد.

گرین و آرانگو (6) به منظور جلوگیری از خسارت موربانه‌ها با بررسی تأثیر غلظت‌های مختلف سم NHA بر روی دو موربانه C.

نتایج بررسی درصد دورکنندگی در آزمون‌های صورت گرفته تفاوت معنی‌داری بین غلظت‌ها نشان نداد و افزایش مقادیر کاهش تغذیه نسبت به شاهد با افزایش غلظت، بدلیل افزایش مرگ و میر در طول مدت زمان آزمون‌ها است که به معنی عدم دورکنندگی این سم می‌باشد. در آزمون غیر انتخابی مقایسه میانگین مرگ‌ومیر موربانه‌های کارگر تفاوت معنی‌داری را بین غلظت‌ها نشان داد و با افزایش غلظت مرگ‌ومیر افزایش یافت که این امر تأثیر افزایش غلظت را به وضوح در روند تلفات موربانه نشان می‌دهد.

در آزمون انتخابی نیز به طور کلی میانگین مرگ‌ومیر موربانه‌های کارگر تفاوت معنی‌داری را در این غلظت‌ها نشان داد که نشان‌دهنده تأثیر کشندگی مناسب این سم در محدوده غلظت‌های تعیین شده بود. در فرمولاسیون محلول مقایسه میانگین تغذیه از قسمت تیمار شده تفاوت معنی‌داری یافت نشد ولی مقایسه میانگین تغذیه از قسمت تیمار شده در فرمولاسیون پودر تفاوت معنی‌داری را نشان داد که این امر نشان‌دهنده مناسب بودن فرمولاسیون پودر نسبت به فرمولاسیون محلول برای موربانه‌های مورد نظر است.

نتیجه‌گیری کلی

به طور کلی بر اساس نتایج به‌دست آمده در بررسی‌های آزمایشگاهی، ترکیب NHA به صورت دو فرمولاسیون ذکر شده در کنترل موربانه *M. diversus* ویژگی‌هایی نظیر عدم بازدارندگی تغذیه‌ای از خود نشان داد که این خصوصیت در کنار افزایش تدریجی مرگ‌ومیر در اثر افزایش تدریجی غلظت‌های بکار برده شده، این موربانه کش را یک موربانه کش موثر معرفی می‌کند و می‌توان با استفاده از غلظت‌های توصیه شده، از این ترکیب برای کنترل موربانه مذکور استفاده کرد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه شهید چمران اهواز به خاطر فراهم آوردن امکانات مالی و اجرایی این طرح صمیمانه تشکر و قدردانی می‌گردد.

R. flavipes و *formosanus* نشان دادند که با افزایش غلظت این سم، مرگ‌ومیر موربانه‌های نامبرده افزایش می‌یابد که نتایج حاصل از تحقیق حاضر هم در فرمولاسیون محلول و هم در فرمولاسیون پودر با نتایج این دو محقق مطابقت دارد.

راست و اسمیت (14) با بررسی سمیت و دورکنندگی موربانه کش‌های به‌کاررفته برای مبارزه با موربانه زیرزمینی غربی *R. hesperus* موربانه کش‌ها را به 3 دسته تقسیم نمودند. دسته اول: سمی و دورکننده دسته دوم: سمی اما لزوماً دورکننده نمی‌باشند. دسته سوم: غیر دورکننده. با توجه به نتایج به دست آمده از این تحقیق سم NHA در دسته سوم قرار می‌گیرد.

کوارکو (12) تأثیر غلظت‌های مختلف از سم ایندوکساکارب را بر رفتار و مرگ‌ومیر موربانه زیرزمینی *R. flavipes* بررسی نمودند. نتایج نشان داد که با افزایش غلظت مرگ‌ومیر نیز افزایش‌یافته و سستی اولیه، حرکات ناهماهنگ، ناتوانی در راه رفتن و در پی آن مرگ، در زمان کوتاه‌تری رخ داد که نتایج تحقیق حاضر با نتایج حاصل از تحقیق محققان ذکرشده مطابقت دارد.

منابع

- 1- American Wood Preservers Association. 2006. Standard method for laboratory evaluation to determine resistance to subterranean termites. E1-06. 1-3.
- 2- Al-Houty W. A and Abushama F. T. 1992. Durability of imported wood to desert subterranean termites in Kuwait and their control by Chlordane and Dursban. Journal of Kuwait University 19: 265-273.
- 3- Baker P. B. and Bellamy D. E. 2006. Field and laboratory evaluation of persistence and bioavailability of soil termiticides to desert subterranean termite *Heterotermes aureus* (Iso.: Rhinotermitidae). Journal of Economic Entomology, 99(4): 1345-1353.
- 4- European Standard. 2003. Wood preservatives-determination of toxic values against European Reticulitermes species (laboratory method). PrEN 117: 1-17.
- 5- Green F., Crawford D., Lebow S. and Yoshimura T. 2000. Relative toxicity of N' N-naphthaloylhydroxamine (NHA) toxicity against eastern and Formosan subterranean termites in southern yellow pine. Forest Products Journal, 40(3): 235-239.
- 6- Green F., Arango R. A. and Esenther G. 2008. Transfer of termiticidal dust compounds and their effects on symbiotic protozoa of *Reticulitermes flavipes* (Kollar). IRG/WP/ Doc 08-10661: 1-9.
- 7- Habibpour B. 1994. *Termites (Isoptera) fauna, economic importance and their biology in Khuzestan province, Iran. M. Sc. Dissertation*, College of Agriculture, Shahid Chamran University, Ahwaz, Iran, 143pp. (in Persian with English abstract).
- 8- Habibpour B. 2006. Laboratory and field evaluation of bait- toxicants for suppression of subterranean termite populations in Ahwaz (Iran). Ph. D. dissertation, College of Agriculture, Shahid Chamran University, Ahwaz, Iran, 150pp. (in Persian with English abstract).
- 9- Hu X. P., Song D. and Anderson C. 2007. Effect of Imidacloprid granules on subterranean termite foraging activity in ground-touching non-structural wood. Sociobiology, 50(3): 1-6.
- 10- Kard B. M. 2001. Detrimental effects of boric-acid-treated soil against foraging subterranean termites (Iso.: Rhinotermitidae). Sociobiology, 37(2): 363-378.
- 11- Parman V. and Vargo E. L. 2005. The impact of imidacloprid on subterranean termite (*Reticulitermes* spp.) colonies located inside and around residential structures. Proceedings of the Fifth International Conference on Urban Pests, Malaysia, PP. 225-227.
- 12- Quarcoo E. Y., Appel A. G. and Hu X. P. 2010. Effects of indoxacarb concentration and exposure time on onset of abnormal behaviors, morbidity, and death in eastern subterranean termite (Iso.: Rhinotermitidae). Journal of Economic Entomology, 103(3):762-769.

- 13- Rust M. K and Smith J. L. 1993. Toxicity and repellency of components in formulated termiticides against western subterranean termites (Iso.: Rhinotermitidae) . Journal of Economic Entomology, 86 (4): 1131-1135.
- 14- 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.
- 15- Soleymannejadian E.1992. Termite, Detection and Battle therewith. Translated of a book's victor Harris, Iran University press of Tehran. 264. (in Persian).
- 16- Su N. Y., Tamashiro M. and Haverty M. 1987. Characterization of slow-acting insecticides for the remedial control of the Formosan subterranean termite (Iso.: Rhinotermitidae). Journal of Economic Entomology, 80(1): 1-4.