نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۶، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۱، ص. ۲۱۶-۲۰۹

Journal of Plant Protection
Vol. 26, No. 2, Summer 2012, P. 209-216

# تأثیر چوب تیمارشده با قارچ بیمارگر حشرات *Metarhizium anisopliae* در کنترل موریانه *Microcerotermes diversus*

امیر چراغی[1*]- بهزاد حبیب پور[2]- محمدسعید مصدق[3] - ویدا مهین پو[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۷/۲۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۱۲/۲۰

## چکیده

قارچ بیمارگر *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin به‌عنوان عامل بیماری موسکاردین سبز حشرات، قارچی مهم در کنترل بیولژیک حشرات آفت محسوب می‌شود. با توجه به اینکه تا کنون مطالعه‌ای در زمینه ارزیابی تأثیر قارچ *M. anisopliae* روی موریانه *Microcerotermes diversus* Silvestri (Iso.: Termitidae) در سطح دنیا صورت نگرفته است این تحقیق با هدف بررسی کارآیی قارچ مذکور در مقابل موریانه *M. diversus* انجام گرفت. در این تحقیق از قارچ *M. anisopliae* جدایه سراوان (DEMI 001) استفاده شد. آزمایش‌ها شامل آزمون طعمه مسموم به وسیله چوب تیمارشده در سطح آزمایشگاه و آزمون صحرایی بودند. آزمون طعمه مسموم به دو صورت انجام گرفت؛ الف) آزمون طعمه مسموم به وسیله چوب تیمارشده همراه با کاغذ صافی تیمارنشده؛ ب) آزمون طعمه مسموم به‌وسیله چوب تیمارشده همراه با چوب تیمارنشده. کمترین میزان $LC_{50}$ و $LC_{90}$ در آزمون طعمه مسموم به‌وسیله چوب تیمارشده همراه با کاغذ صافی تیمارنشده به‌دست آمد. این مقادیر به ترتیب برابر با $۷/۶\times۱۰^{۵}$ و $۲/۸\times۱۰^{۶}$ (کنیدی در میلی‌لیتر) به‌دست آمدند. همچنین کمترین میزان $LT_{50}$ و $LT_{90}$ نیز در همین آزمون و در غلظت $۳/۵\times۱۰^{۸}$ (کنیدی در میلی‌لیتر) از سوسپانسیون کنیدی قارچ به‌دست آمدند. این مقادیر به ترتیب برابر با ۲/۸۳ و ۵/۰۶ روز به‌دست آمدند. در آزمون صحرایی پس از ارائه قارچ بیمارگر میانگین جمعیت موریانه از ۱۷۵۶ عدد به ۶۹۱ عدد در بلوک چوبی کاهش یافت؛ همچنین میانگین تغذیه از بلوک چوبی از ۵۹/۷۵ گرم به ۲۷/۸۱ گرم کاهش یافت. به‌طورکلی نتایج نشان داد که روش چوب تیمارشده با این قارچ در کنترل موریانه *M. diversus* مؤثر است.

**واژه‌های کلیدی**: چوب تیمارشده، قارچ بیمارگر حشرات، کنترل بیولژیک، موریانه

## مقدمه

موریانه‌ها ممکن است بسیار مضر باشند، زیرا با تغذیه خود، مواد مختلفی که انسان مورد استفاده قرار می‌دهد را تخریب می‌کنند (۱۳). در حدود ۲۸۰۰ گونه موریانه توصیف شده است که حدود ۱۸۵ مورد از آن‌ها آفت محسوب می‌شوند (۱۴). وود و جانسون[5] در سال ۱۹۸۶ گونه‌های شناخته شده موریانه‌ها را در هفت خانواده تحت نام‌های Mastotermitidae، Kalotermitidae، Termopsidae، Hodotermitidae، Rhinotermitidae، Serritermitidae و Termitidae قرار دادند (۱۶). چهار جنس به نام‌های *Amitermes* و *Microcerotermes* از خانواده Termitidae، *Anacanthotermes* از خانواده Hodotermitidae و *Psammotermes* از خانواده Rhinotermitidae، مهم‌ترین جنس‌هایی هستند که تاکنون از ایران جمع‌آوری شده و دارای اهمیت اقتصادی هستند (۲). از لحاظ اکولژیکی موریانه‌ها به ۳ گروه اصلی طبقه‌بندی شده‌اند: موریانه‌های چوب تر[6]، موریانه‌های چوب خشک[7] و موریانه‌های زیرزمینی[8] (۹). موریانه‌های موجود در استان خوزستان به گروه موریانه‌های زیرزمینی تعلق دارند و اکثراً دارای تجمعاتی در زیر سطح خاک هستند. بررسی‌ها نشان می‌دهد که مهم‌ترین موریانه در استان خوزستان گونه *Microcerotermes diversus* Silvestri (Iso.: Termitidae) می‌باشد (۱). مدیریت معمول موریانه‌های زیرزمینی در ایران شامل استفاده از حشره‌کش‌های خاک کاربرد

۱، ۲، ۳ و ۴- به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی، استادیار، استاد و دانشجوی سابق کارشناسی ارشد بیماری‌شناسی گیاهی، دانشکده‌کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز
(*- نویسنده مسئول: Email: amircheraghi2009@gmail.com)

5- Wood and Johnson

6- Damp wood termites
7- Dry wood termites
8- Subterranean termites

Archive of SID
www.SID.ir

می‌باشد که به منظور کاهش یا حذف جمعیت جستجوگر موریانه‌ها استعمال می‌شوند (۲). با این حال استفاده مداوم از موریانه‌کش‌های شیمیایی در محیط‌زیست نگران‌کننده است (۱۱)؛ به خصوص در شهرستان اهواز که سطح آب زیرزمینی بالاست (۳). امروزه کنترل بیولژیک بسیار مورد توجه قرارگرفته و به عنوان راهکاری برای حل مسئله کاربرد وسیع آفت‌کش‌های شیمیایی محسوب می‌شود. علاقه‌مندی برای بکارگیری قارچ‌های بیماری‌زای حشرات[1] جهت مبارزه با حشرات آفت افزایش یافته است. یکی از مشهورترین قارچ‌های بیمارگر حشرات *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin می‌باشد که در خاک وجود دارد و قابلیت بیمارکردن آفات گیاهی و جانوری را دارد. این قارچ به عنوان عامل بیماری موسکاردین سبز[2] حشرات، قارچی مهم در کنترل بیولژیک حشرات آفت محسوب می‌شود (۱۲). نگرانی‌های زیست محیطی و ممنوع شدن بعضی موریانه‌کش‌های شیمیایی قوی در بازار، سبب علاقه‌مندی مجدد برای استفاده از بیمارگرها در کنترل موریانه‌ها طی سال‌های اخیر شده است (۱۵). با توجه به اینکه تا کنون مطالعه‌ای در زمینه ارزیابی تأثیر قارچ *M. anisopliae* روی موریانه *M. diversus* در سطح دنیا صورت نگرفته است این تحقیق با هدف بررسی کارآیی قارچ مذکور برای مهار جمعیت موریانه هدف صورت گرفت.

## مواد و روش‌ها

### جمع‌آوری موریانه

موریانه‌ها در منطقه اهواز به وسیله تله‌های تعبیه شده در خاک، از جنس بلوک‌های چوب تجاری مورد علاقه موریانه‌ها، چوب راش، *Fagus orientalis* Lipsky، جمع‌آوری و به آزمایشگاه انتقال یافتند. بلوک‌های چوبی در ابعاد ۳×۶×۲۰ سانتی‌متر تهیه گردیدند. موریانه‌های کارگر بالغ در انکوباتور تاریک در دمای ۱±۲۸ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۵±۸۵ درصد نگهداری و برای انجام آزمایش‌ها استفاده شدند.

### جدایه قارچ

در این تحقیق از قارچ *M. anisopliae* جدایه سراوان (DEMI 001) که از سرخرطومی حنایی خرما *Rhynchophorus ferrugineus* Olivier (Coleoptera: Curculionidae) جمع‌آوری و در کلکسیون بخش تحقیقات حشره‌شناسی کشاورزی مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور وجود دارد استفاده شد. برای کشت قارچ *M. anisopliae* از محیط کشت SDA+Y[3] استفاده گردید. پتری‌های قارچ در انکوباتور تاریک در دمای ۱±۲۸ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۵±۸۵ درصد نگهداری گردیدند. قارچ‌های کشت داده شده بعد از ۲ تا ۳ هفته، کنیدی‌زایی مناسبی داشتند و برای انجام آزمایش‌ها مورد استفاده قرار گرفتند.

### تهیه سوسپانسیون قارچی

سوسپانسیون کنیدی قارچ با برش سطحی پتری‌های کشت یافته و اضافه‌کردن آن به ارلن حاوی ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول ۰/۰۱ درصد توئین ۸۰[4] تهیه گردید. غلظت سوسپانسیون توسط لام نئوبار[5] تعیین شد.

### آزمون طعمه مسموم به وسیله چوب تیمار شده

این آزمون به دو صورت زیر انجام گرفت

الف) چوب تیمارشده همراه با کاغذ صافی تیمارنشده

برای انجام این آزمون از بلوک‌های چوب درخت راش به ابعاد ۱×۱×۲ سانتی‌متر و از قطعات کاغذ صافی واتمن (Whatman No. 1) استفاده شد. به‌این‌ترتیب‌که یک کاغذ صافی با قطر ۴۲ میلی‌متر از ۲ قطر برش داده شد و از قطعات حاصل در این آزمایش استفاده شد. در این آزمون درون هر پتری دیش پلاستیکی(با قطر ۹ سانتی‌متر)۴ گرم ماسه به طور یکنواخت پخش گردید. برای مرطوب‌کردن ماسه از یک میلی‌لیتر آب مقطر سترون استفاده گردید. در یک سمت پتری دیش یک قطعه کاغذصافی که با آب مقطر مرطوب شده بود قرارگرفت و در سمت دیگر یک قطعه چوب راش که در سوسپانسیون کنیدی قارچ *M. anisopliae* برای مدت ۱۵ دقیقه غوطه‌ور شده بود قرار گرفت (شکل ۱). فاصله چوب و کاغذ صافی از هم ۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. در این آزمون پس از انجام آزمایش‌های مقدماتی از غلظت‌های $۱/۱\times۱۰^{۵}$، $۲/۷\times۱۰^{۶}$، $۳/۷\times۱۰^{۷}$ و غلظت $۳/۵\times۱۰^{۸}$ (کنیدی در میلی‌لیتر) استفاده گردید. در تیمار شاهد، به جای سوسپانسیون کنیدی قارچ از محلول ۰/۰۱ درصد توئین ۸۰ استفاده گردید. درون هر پتری دیش ۱۰۰ موریانه کارگر قرار گرفت. برای هر تیمار چهار تکرار در نظر گرفته شد. واحدهای آزمایشی در انکوباتور تاریک در دمای ۱±۲۸ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۵±۸۵ درصد نگهداری گردیدند و مرگ و میر موریانه‌ها برای مدت ۱۴ روز ثبت گردید.

### ب) چوب تیمارشده همراه با چوب تیمارنشده

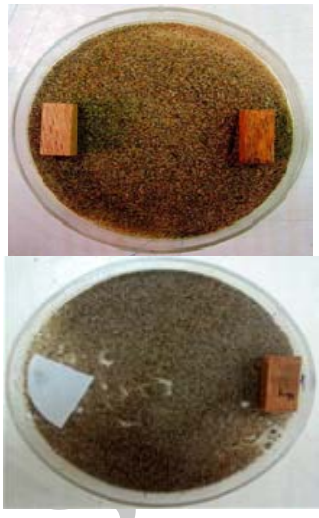
در این آزمایش در یک سمت پتری دیش بلوک چوبی تیمارشده و

1- Entomopathogenic Fungi = Mycoinsecticide
2- Green muscardine
3- Sabouraud Dextrose Agar yeast extract
4- Tween 80® (polysorbate monoleate)
5- Haemocytometer

Archive of SID

www.SID.ir

در سمت دیگر آن بلوک چوبی تیمارنشده قرار داده شد (شکل ۱)؛ سایر موارد مانند حالت قبل بودند.



**شکل ۱- واحدهای آزمایشی مربوط به آزمون طعمه مسموم با استفاده از چوب تیمارشده همراه با کاغذ صافی تیمارنشده (سمت راست) و آزمون طعمه مسموم با استفاده از چوب تیمارشده همراه با چوب تیمارنشده (سمت چپ)**

### تأثیر قارچ روی جمعیت موریانه در شرایط صحرایی

هدف از این آزمون بررسی تأثیر قارچ *M. anisopliae* روی جمعیت موریانه‌های *M. diversus* در شرایط صحرایی بود. برای انجام این آزمون ابتدا در یک منطقه آلوده به موریانه واقع در دانشگاه علوم‌پزشکی جندی شاپور اهواز، ۱۶ بلوک چوب راش (به ابعاد ۳×۶×۲۰ سانتی‌متر) پس از وزن کردن با آرایش فضایی منظم و با فواصل ۴ متر از همدیگر در خاک قرار داده شدند. دو ماه بعد چوب‌های تیمارنشده مرحله اول از خاک خارج گردیدند و کاهش وزن آن‌ها در اثر تغذیه موریانه‌ها ثبت و جمعیت موجود روی آن‌ها شمارش گردید. در همان زمان بلوک‌های چوبی تیمارشده با سوسپانسیون کنیدی قارچ در فاصله ۲ متری محل چوب‌های تیمارنشده مرحله اول در خاک قرار داده شدند. پس از ۲ هفته مجدداً چوب‌های تیمارنشده جدیدی (بلوک‌های چوبی تیمارنشده مرحله دوم) پس از وزن‌کردن در محل استقرار چوب‌های تیمارنشده قبلی قرارداده شدند. دو ماه بعد چوب‌های تیمارنشده مرحله دوم نیز از خاک خارج گردیدند و برآورد تغذیه و جمعیت موریانه‌ها صورت گرفت. با مقایسه کاهش وزن‌ها و تغییرات جمعیتی موریانه‌ها روی بلوک‌های چوبی تیمارنشده در مرحله اول و بلوک‌های چوبی تیمارنشده مرحله دوم (پس از ارائه قارچ در محیط)، می‌توان نتیجه گرفت، که آیا قارچ روی جمعیت موریانه‌ها تأثیر گذاشته است یا اینکه اثر قابل‌توجهی نداشته است. غلظت $LC_{99}$ از سوسپانسیون کنیدی قارچ که از آزمون طعمه مسموم به روش چوب تیمارشده همراه با چوب تیمارنشده به‌دست آمده بود برای انجام این آزمون انتخاب شد. این غلظت معادل $۱\times۱۰^{۹}$ (کنیدی در میلی‌لیتر) بود.

### آنالیز داده‌ها

آزمون طعمه مسموم در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. غلظت‌های کشنده ($LC_{50}$ و $LC_{90}$) و زمان مرگ و میر ($LT_{50}$ و $LT_{90}$) به وسیله آنالیز پروبیت توسط نرم‌افزار SAS(9.1) تعیین شدند. برای مقایسه اثر غلظت سوسپانسیون کنیدی قارچ روی موریانه مورد نظر از روش آنالیز واریانس (ANOVA) و جهت مقایسه میانگین از آزمون LSD در سطح ۵درصد استفاده شد. نمودارها به وسیله نرم افزار Excel 2007 رسم گردیدند. در آزمون صحرایی داده‌ها توسط آزمون T برای دو جامعه مستقل[1] در نرم افزار SPSS(16) با هم مقایسه شدند. هدف از انجام این آزمون بررسی تأثیر اعمال تیمار قارچ روی میانگین ۲ جامعه از نظر کاهش جمعیت و تغذیه بود.

## نتایج و بحث

### آزمون طعمه مسموم به وسیله چوب تیمارشده

الف) چوب تیمارشده همراه با کاغذ صافی تیمارنشده

جدول ۱ مقادیر $LC_{50}$ و $LC_{90}$ را برای این آزمون نشان می‌دهد. میزان $LC_{50}$ و $LC_{90}$ به‌ترتیب $۷/۶\times۱۰^{۵}$ و $۲/۸\times۱۰^{۶}$ (کنیدی در میلی‌لیتر) به‌دست آمد ($P<۰/۰۰۰۱$، $F=۷۰/۲$، $df=۱۴$). جدول ۲ مقادیر $LT_{50}$ و $LT_{90}$ را برای همین آزمون نشان می‌دهد. کمترین میزان $LT_{50}$ و $LT_{90}$ در بالاترین غلظت بکار رفته یعنی $۳/۵\times۱۰^{۸}$ (کنیدی در میلی‌لیتر) به‌دست آمد. این مقادیر به‌ترتیب برابر با ۲/۸۳ و ۵/۰۶ روز بودند. نمودار ۱ مقایسه میانگین مرگ و میر در آزمون ذکرشده در بالا را نشان می‌دهد. بیشترین میزان مرگ و میر در پایان آزمایش (بعد از ۱۴ روز) در غلظت‌های $۳/۷\times۱۰^{۷}$ و $۳/۵\times۱۰^{۸}$ (کنیدی در میلی‌لیتر) به‌دست آمد که برابر با ۱۰۰درصد بود. میانگین مرگ و میر در غلظت $۱/۱\times۱۰^{۵}$ (کنیدی در میلی‌لیتر) بسیار کمتر از غلظت‌های بالاتر و برابر با ۲/۷۵ درصد بود که با تیمار شاهد تفاوت معنی‌دار نداشت ($P<۰/۰۰۰۱$، $F=۴۶/۱۴$، $df=۴$). نمودار ۲ مقایسه میانگین تغذیه از چوب تیمارشده را در این آزمون نشان می‌دهد. به‌طورکلی در تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری در تغذیه از چوب تیمارشده مشاهده نشد ($P=۰/۲۷۵۷$، $F=۱/۴۲$، $df=۴$). همین شرایط در مورد تغذیه از بخش تیمارنشده در این آزمون (کاغذ صافی) و

1- Two independent-sample T test

Archive of SID

www.SID.ir

بخش‌های تیمارشده و تیمارنشده در آزمون طعمه مسموم به وسیله چوب تیمارشده همراه با چوب تیمارنشده نیز صدق می‌کرد.

### ب) چوب تیمارشده همراه با چوب تیمار نشده

جدول ۳ مقادیر $LC_{50}$ و $LC_{90}$ را برای این آزمون نشان می‌دهد. میزان $LC_{50}$ برابر با $۸/۲\times۱۰^{۶}$ و میزان $LC_{90}$ برابر با $۱/۲\times۱۰^{۸}$ به‌دست آمد ($P<۰/۰۰۰۱$، $F=۳۸/۸۷$، $df=۱۴$). جدول ۴ مقادیر $LT_{50}$ و $LT_{90}$ را برای همین آزمون نشان می‌دهد. کمترین میزان $LT_{50}$ و $LT_{90}$ در غلظت $۳/۵\times۱۰^{۸}$ (کنیدی در میلی‌لیتر) به‌دست آمد. میزان $LT_{50}$ و $LT_{90}$ از غلظت $۱/۱\times۱۰^{۵}$ (کنیدی در میلی‌لیتر) به غلظت $۲/۷\times۱۰^{۶}$ (کنیدی در میلی‌لیتر) به میزان زیادی کاهش پیدا کرد.

**جدول ۱: مقادیر $LC_{50}$ و $LC_{90}$ برای آزمون طعمه مسموم به وسیله چوب تیمارشده با سوسپانسیون کنیدی قارچ *M. anisopliae* و کاغذ صافی تیمارنشده در مقابل موریانه *M. diversus***

| آزمون | $LC_{50}$ (حدود اطمینان ۹۵٪) | $LC_{90}$ (حدود اطمینان ۹۵٪) | $X^2$ | خطای استاندارد± شیب خط |
|---|---|---|---|---|
| طعمه مسموم** | $۷/۶\times۱۰^{۵}$ ($۵/۲\times۱۰^{۵}$–$۱\times۱۰^{۶}$) | $۲/۸\times۱۰^{۶}$ ($۱/۹\times۱۰^{۶}$–$۴/۵\times۱۰^{۷}$) | ۷۰/۲ | ۲/۲۷±۰/۲۴ |

* مقادیر $LC_{50}$ و $LC_{90}$ بر حسب کنیدی در میلی‌لیتر هستند.

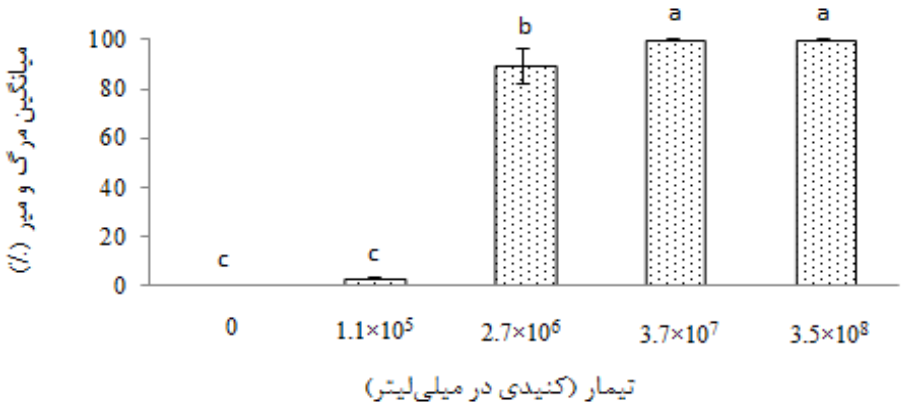
** آزمون طعمه مسموم به وسیله چوب تیمارشده با سوسپانسیون کنیدی قارچ *M. anisopliae* و کاغذ صافی تیمارنشده در مقابل موریانه *M. diversus*

**جدول ۲: مقادیر $LT_{50}$ و $LT_{90}$ برای آزمون طعمه مسموم به وسیله چوب تیمارشده با سوسپانسیون کنیدی قارچ*M. anisopliae* و کاغذ صافی تیمارنشده در مقابل موریانه *M. diversus***

| آزمون | غلظت | $LT_{50}$ (حدود اطمینان ۹۵٪) | $LT_{90}$ (حدود اطمینان ۹۵ ٪) | $X^2$ | خطای استاندارد ± شیب خط |
|---|---|---|---|---|---|
| طعمه مسموم** | $۱/۱\times۱۰^{۵}$ | ۴۰۳ (۱۴۴–۳۷۱۴) | ۴۰۷۳ (۷۸۲–۱۴۴۳۶۶) | ۵۹/۸ | ۱/۰۳±۰/۱۹ |
| | $۲/۷\times۱۰^{۶}$ | ۹/۸۷ (۸/۸۴–۱۱/۲۹) | ۴۰/۰۶ (۲۸/۲۷–۷۳/۲) | ۶۲/۱۵ | ۳/۸۲±۰/۴۸ |
| | $۳/۷\times۱۰^{۷}$ | ۳/۸۹ (۳/۶۲–۴/۱۴) | ۷/۰۸ (۶/۶–۷/۷) | ۴۸/۱۸ | ۴/۹۲±۰/۲۸ |
| | $۳/۵\times۱۰^{۸}$ | ۲/۸۳ (۲/۴۹–۳/۱۵) | ۵/۰۶ (۴/۵۴–۵/۸۱) | ۷۹/۳ | ۵/۰۸±۰/۴۶ |

* مقادیر $LT_{50}$ و $LT_{90}$ بر حسب روز هستند.

** آزمون طعمه مسموم به وسیله چوب تیمارشده با سوسپانسیون کنیدی قارچ *M. anisopliae* و کاغذ صافی تیمارنشده در مقابل موریانه *M. diversus*

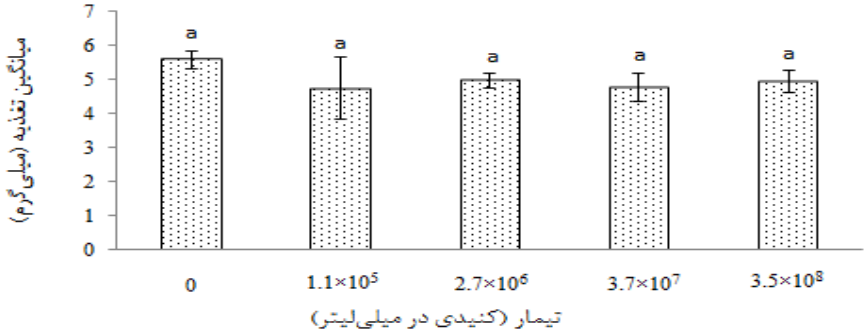



**نمودار ۱- مقایسه میانگین مرگ و میر بعد از ۱۴ روز در آزمون طعمه مسموم به وسیله چوب تیمارشده با سوسپانسیون کنیدی قارچ *M. anisopliae* و کاغذ صافی تیمارنشده در مقابل موریانه *M. diversus***

* برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD در سطح ۵درصد استفاده شد. حروف مشابه نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار هستند.

Archive of SID

www.SID.ir




**نمودار ۲- مقایسه میانگین تغذیه از چوب تیمارشده بعد از ۱۴ روز در آزمون طعمه مسموم به وسیله چوب تیمارشده با سوسپانسیون کنیدی قارچ *M. anisopliae* و کاغذ صافی تیمارنشده در مقابل موریانه *M. diversus***

* برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD در سطح ۵درصد استفاده شد. حروف مشابه نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار هستند.

نمودار ۳ مقایسه میانگین مرگ و میر را برای آزمون ذکر شده در بالا نشان می‌دهد. بیشترین میزان مرگ و میر در پایان آزمایش (بعد از ۱۴ روز) در غلظت‌های $۳/۷\times۱۰^{۷}$ و $۳/۵\times۱۰^{۸}$ (کنیدی در میلی‌لیتر) به‌دست آمد که با غلظت‌های پایین‌تر اختلاف معنی‌دار داشت. کمترین میزان مرگ و میر در غلظت $۱/۱\times۱۰^{۵}$ (کنیدی در میلی‌لیتر) اتفاق افتاد که با تیمار شاهد اختلاف معنی‌دار ندارد. به‌طورکلی با افزایش غلظت سوسپانسیون کنیدی قارچ، میزان مرگ و میر افزایش یافته است ($P<۰/۰۰۰۱$، $F=۳۱/۱۹$، $df=۴$).

مقادیر $LC_{50}$ و $LC_{90}$ به‌دست آمده برای آزمون طعمه مسموم به‌وسیله چوب تیمارشده همراه با کاغذ صافی تیمارنشده در مقایسه با مقادیر به‌دست آمده برای آزمون طعمه مسموم به‌وسیله چوب تیمارشده همراه با چوب تیمارنشده مقدار کوچک‌تری داشتند. همین شرایط در مورد مقایسه مقادیر به‌دست‌آمده برای $LT_{50}$ و $LT_{90}$ در دو آزمون صدق می‌کرد. شاید یکی از دلایل مربوط به کوچکتر بودن میزان $LC_{50}$، $LC_{90}$، $LT_{50}$ و $LT_{90}$ در آزمون طعمه مسموم به‌وسیله چوب تیمارشده همراه با کاغذصافی تیمارنشده در مقایسه با آزمون طعمه مسموم به وسیله چوب تیمارشده همراه با چوب تیمارنشده تأثیر مربوط به بخش تیمارنشده باشد.

**جدول ۳- مقادیر $LC_{50}$ و $LC_{90}$ برای آزمون طعمه مسموم به وسیله چوب تیمارشده با سوسپانسیون کنیدی قارچ *M. anisopliae* و چوب تیمارنشده در مقابل موریانه *M. diversus***

| آزمون | $LC_{50}$ (حدود اطمینان ۹۵٪) | $LC_{90}$ (حدود اطمینان ۹۵٪) | $X^2$ | خطای استاندارد± شیب خط |
|---|---|---|---|---|
| طعمه مسموم** | $۸/۲\times۱۰^{۶}$ ($۳/۵\times۱۰^{۶}$-$۱/۷\times۱۰^{۷}$) | $۱/۲\times۱۰^{۸}$ ($۴/۸\times۱۰^{۷}$-$۵/۸\times۱۰^{۸}$) | ۳۸/۸۷ | ۱/۰۹±۰/۱۷ |

* مقادیر $LC_{50}$ و $LC_{90}$ بر حسب کنیدی در میلی‌لیتر هستند.

** آزمون طعمه مسموم به وسیله چوب تیمارشده با سوسپانسیون کنیدی قارچ *M. anisopliae* و چوب تیمارنشده در مقابل موریانه *M. diversus*

**جدول ٤- مقادیر $LT_{50}$ و $LT_{90}$ برای آزمون طعمه مسموم به وسیله چوب تیمارشده با سوسپانسیون کنیدی قارچ *M. anisopliae* و چوب تیمارنشده در مقابل موریانه *M. diversus***

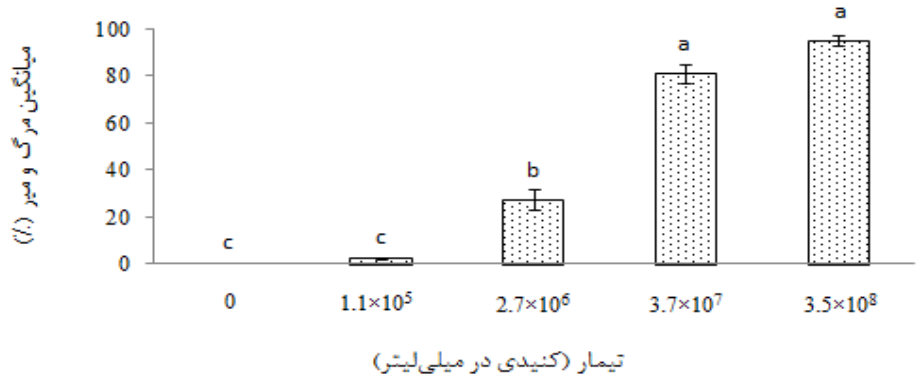
| آزمون | غلظت | $LT_{50}$ (حدود اطمینان ۹۵٪) | $LT_{90}$ (حدود اطمینان ۹۵ ٪) | $X^2$ | خطای استاندارد ± شیب خط |
|---|---|---|---|---|---|
| طعمه مسموم** | $۱/۱\times۱۰^{۵}$ | ۷۵۸ (۲۲۹-۹۵۸۸) | ۱۳۰۷۱ ($۱۸۶۲-۸/۱\times۱۰^{۵}$) | ۶۳/۹ | ۱/۲۷±۰/۲۳ |
| | $۲/۷\times۱۰^{۶}$ | ۲۵/۲۲ (۲۰/۲۴-۲۵/۳۲) | ۱۱۰ (۶۸-۲۳۵) | ۵۸/۷ | ۲±۰/۲ |
| | $۳/۷\times۱۰^{۷}$ | ۵/۶۸ (۵/۰۸-۶/۳۱) | ۱۷/۸۶ (۱۴/۹۵-۲۲/۷۶) | ۶۶/۳ | ۲/۵۷±۰/۲۱ |
| | $۳/۵\times۱۰^{۸}$ | ۳/۹۷ (۳/۵-۴/۴۲) | ۱۱/۸۶ (۱۰/۴-۱۴) | ۸۴/۴۵ | ۲/۶۹±۰/۱۸ |

* مقادیر $LT_{50}$ و $LT_{90}$ بر حسب روز هستند.

** آزمون طعمه مسموم به وسیله چوب تیمارشده با سوسپانسیون کنیدی قارچ *M. anisopliae* و چوب تیمارنشده در مقابل موریانه *M. diversus*

Archive of SID

www.SID.ir




**نمودار ۳- مقایسه میانگین مرگ و میر بعد از ۱٤ روز در آزمون طعمه مسموم به وسیله چوب تیمارشده با سوسپانسیون کنیدی قارچ *M. anisopliae* و چوب تیمارنشده در مقابل موریانه *M. diversus***

* برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD در سطح ۵درصد استفاده شد. حروف مشابه نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار هستند.

در حالتی که بخش تیمارنشده کاغذ صافی در نظر گرفته شد به نظر می‌رسد نوعی کشش به سمت چوب وجود داشت. اما در حالتی که چوب به عنوان بخش تیمارنشده و تیمارشده در یک واحد آزمایشی استفاده شد، اهمیت این موضوع کمتر شد. در واقع این مورد نشان می‌دهد که با توجه به اینکه موریانه می تواند از منابع مختلفی استفاده کند باید تلاش شود که بستر غذایی جذاب‌تری نسبت به دیگر منابع غذایی که در دسترس موریانه قرار دارد فراهم شود تا از این طریق موریانه به سمت طعمه تیمارشده کشش پیدا کرده و احتمال موفقیت روش‌های کنترلی بر مبنای استفاده از طعمه مسموم افزایش یابد. بایون و همکاران (۴) بیان کردند که کنیدی‌های *M. anisopliae* برای موریانه *Reticulitermes santonensis* Feytaud (Iso.: Rhinotermitidae) دورکننده نیست و بنابراین به راحتی می‌توان آن‌ها را به عنوان مکمل غذایی در طعمه‌ها بکار برد. همچنین وانگ و پاول (۱۵) بیان داشتند طعمه پودر سلولزی که حاوی قارچ *M. anisopliae* بود در مقابل موریانه‌های *R. flavipes* Kollar (Iso.: Rhinotermitidae) و *Coptotermes formosanus* Shiraki (Iso.: Rhinotermitidae)، در غلظت‌های مؤثر دورکنندگی مشخصی نداشت. آن‌ها بیان داشتند طعمه سلولزی حاوی اسپورهای *M. anisopliae* سبب حذف گروه‌های موریانه تحت شرایط آزمایشگاهی شد. ضمن اینکه اضافه‌کردند استفاده از طعمه‌های جذاب‌تر باعث افزایش تأثیر قارچ *M. anisopliae* در مقابل موریانه‌های مذکور می‌گردد. نتایج تحقیق حاضر با نتایج تحقیق آن‌ها مطابقت داشت.

### تأثیر قارچ روی جمعیت موریانه در شرایط صحرایی

تجزیه داده‌های آزمون صحرایی نشان داد میانگین جمعیت و تغذیه موریانه‌ها روی چوب‌های تیمارنشده در مرحله اول و دوم با هم تفاوت معنی‌دار داشت. میانگین جمعیت روی چوب‌های تیمارنشده مرحله اول، ۱۷۵۶ موریانه و روی چوب‌های تیمارنشده مرحله دوم، ۶۹۱ موریانه بود (P=۰/۰۰۴، F=۷/۰۲، df=۳۰). میانگین تغذیه از چوب‌های تیمارنشده مرحله اول، ۵۹/۷۵ گرم و میانگین تغذیه از چوب‌های تیمارنشده مرحله دوم، ۲۷/۸۱ گرم بود (P=۰/۰۰۲، F=۷/۸۸، df=۳۰). زمان اجرای آزمون صحرایی در این کار تحقیقی از دی ماه تا اردیبهشت ماه بود. زمان تلقیح قارچ در محیط، اوایل اسفندماه بود. نتایج آزمون صحرایی بیشتر از جهتی قابل تأمل می‌باشد که انتظار می‌رود با پایان فصل سرما و شروع فصل گرما جمعیت و فعالیت موریانه *M. diversus* افزایش یابد ولی علیرغم این موضوع نتایج به‌دست‌آمده نشانگر کاهش جمعیت و تغذیه موریانه مورد نظر بود. از طرف دیگر تعدادی از جمعیت‌هایی که از روی چوب‌های تیمارنشده مرحله‌ی دوم (بعد ار ارائه قارچ به محیط) جمع‌آوری شدند پس از چند روز در آزمایشگاه تلف شدند و علائم موسکاردین روی سطح بدن آن‌ها ظاهر شد. با قراردادن این اجساد روی سطح محیط‌کشت، قارچ مورد نظر (*M. anisopliae*) روی سطح محیط کشت رشد کرد و با انجام مراحل مربوط به آزمون کخ بیماری‌زایی قارچ نیز اثبات گردید. این موضوع سبب امیدواری بیشتری به امکان موفقیت قارچ *M. anisopliae* در برابر موریانه *M. diversus* گردید چرا که بعد از گذشت ۲/۵ ماه از ارائه قارچ در محیط، مجدداً قارچ مورد نظر از روی موریانه هدف جمع‌آوری گردید. بنابراین ضمن توجه به این مورد، باید گام‌های مؤثرتری جهت کاربردی کردن امکان کنترل بیولژیک موریانه *M. diversus* با قارچ *M. anisopliae* برداشته شود. سینگها و همکاران (۱۰) در تحقیقی قابلیت قارچ‌های *M. anisopliae* و *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin را در مقابل موریانه *Microtermes obesi* Holmgren (Iso.: Termitidae) در

Archive of SID

www.SID.ir

شرایط آزمایشگاهی و صحرایی بررسی کردند. آن‌ها نتایج حاصل از کار صحرایی را امیدبخش دانستند. نتایج تحقیق حاضر با نتایج کار آن‌ها مطابقت داشت. حسین و همکاران (۶) مطالعه‌ای را با عنوان ارزیابی قارچ *M. anisopliae* var. *anisopliae* در شرایط آزمایشگاهی و صحرایی جهت کنترل موریانه‌های زیرزمینی انجام دادند. آن‌ها سوسپانسیون تهیه‌شده از قارچ مذکور را به صورت مجزا و همچنین مخلوط با روغن‌های نفتی و سم تیامتوکسام[1] در مقابل دو موریانه آفت نیشکر به‌نام‌های *M. obesi* و *Odontotermes obseus* Rambur (Iso.: Termitidae) بکار بردند. در آخر بیان داشتند که نتایج نشان داد کاربرد مخلوط قارچ *M. anisopliae* و روغن ممکن است یک انتخاب مناسب برای مدیریت موریانه‌ها در مزارع نیشکر باشد. آن‌ها کاهش خسارت ناشی از تیمار قلمه‌های نیشکر با ترکیب‌های ذکر شده را به عنوان دلیل اظهارنظر خود ذکر کردند. طبق گفته برخی از محققین، قارچ‌های بیمارگر عموماً در مقابل موریانه‌ها در مطالعه آزمایشگاهی مؤثر بوده‌اند. اما موفقیت خیلی کمی را در آزمایش‌های صحرایی داشته‌اند (۸). راث بیان کرد دلیل اصلی شکست بیمارگرها در شرایط صحرایی و در مقابل موریانه‌ها، به رفتار اجتماعی این حشرات بر می‌گردد. به عبارت دیگر به اجتناب، دفع افراد بیمار و رفتار تیمارگری بر می‌گردد. وی توضیح داد که به نظر می‌رسد تیمارگری و دیگر واکنش‌های اجتماعی موریانه‌ها پتانسیل گسترش قارچ‌های بیمارگر را در کلنی موریانه‌ها افزایش می‌دهند (۹). چاونک و سو مطالعه‌ای را با هدف بررسی مکانیسم‌های دفاعی موریانه‌ها در مقابل قارچ‌های بیمارگر حشرات انجام دادند. آن‌ها سعی در بررسی این موضوع را داشتند که آیا این مکانیسم‌های دفاعی می‌توانند مانع از بوجود آمدن حالت همه‌گیری در کلنی موریانه‌های زیرزمینی شوند. آن‌ها ۳ مکانیسم دفاعی عمده در موریانه‌ها شامل تیمارگری، احاطه سلولی و فعالیت ضد قارچی دستگاه گوارش را مورد بررسی قرار دادند و پیشنهاد کردند که این مکانیسم‌ها اثر افزایشی در ایجاد یک دفاع مؤثر علیه آلودگی قارچ‌ها در سطح فرد و گروه دارند و بنابراین از کلنی موریانه در برابر حالت همه‌گیری محافظت می‌کنند (۵).

## نتیجه‌گیری

در پایان می‌توان گفت که باید آزمایش‌ها برای پیداکردن ترکیبات جذاب‌تر به عنوان بستر غذایی، جهت ارائه ماده کنترلی به صورت مخلوط با آن در جمعیت موریانه‌ها ادامه پیدا کنند. از طرفی با توجه به نتایج به‌دست آمده از آزمون صحرایی می‌توان بیان کرد که قارچ *M. anisopliae* قابلیت توسعه در مدیریت تلفیقی موریانه *M. diversus* را دارد. البته تلاش‌ها جهت بهبود کارآیی قارچ *M. anisopliae* برای کنترل موریانه *M. diversus* باید ادامه یابد. در مجموع مطابق نظر محققین زیادی مثل جایاسیمها و هندرسون (۷) کاربرد مقادیر زیادی از حشره‌کش‌های پایدار و مقاوم برای کنترل موریانه‌ها، به عنوان تهدیدی زیست محیطی برای جمعیت انسان محسوب می‌شود؛ چرا که این مواد باعث آلودگی منابع آبی می‌شوند. حشره‌کش‌های شیمیایی همچنین ممکن است روی موجودات و ارگانسیم‌های غیرهدف نیز تأثیر بگذارند.

## منابع


۱- حبیب پور ب. ۱۳۷۳. بررسی فون، زیست‌شناسی و اهمیت اقتصادی موریانه‌های خوزستان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده‌کشاورزی، دانشگاه شهیدچمران اهواز. ۱۴۳ صفحه.

۲- حبیب پور ب. ۱۳۸۵. ارزیابی کارآیی طعمه‌های سمی در کنترل موریانه‌های زیرزمینی در شرایط آزمایشگاهی و صحرایی منطقه اهواز. پایان‌نامه دکترا، دانشکده‌کشاورزی، دانشگاه شهیدچمران اهواز. ۱۵۰ صفحه.

۳- حبیب پور ب.، مصدق م. س. و محرمی پور س. ۱۳۸۵. ارزیابی آزمایشگاهی مواد شیمیایی افزودنی به عنوان محرک‌های تغذیه‌ای برای موریانه *Microcerotermes diversus* Silvestri (Isoptera: Termitidae). مجله علمی کشاورزی، جلد ۲۹، شماره ۲، صفحات ۳۳ تا ۴۲.

4- Bayon I. L., Ansard D., Brunet C., Girardi S. and Paulmier I. 2000. Biocontrol of *Reticulitermes santonensis* by entomopathogenic fungi improvement of the contamination process. The International Research Group on Wood Protection, IRG/WP/DOC 00-10359.

5- Chouvenc T. and SU N. Y. 2010. Apparent synergy among defense mechanisms in subterranean termites (Rhinotermitidae) against epizootic events: Limits and potential for biological control. Journal of Economic Entomology, 103(4): 1327-1337.

6- Hussain A., Ahmed S. and Shahid M. 2011. Laboratory and field evaluation of *Metarhizium anisopliae* var. *anisopliae* for controlling subterranean termites. Neotropical Entomology, 40(2): 244-250.

7- Jayasimha, P. and Henderson, G. 2007. Effect of *Aspergillus flavus* and *Trichoderma harzianum* on


1- Thiamethoxam

Archive of SID

www.SID.ir

Survival of *Coptotermes formosanus* (Iso.: Rhinotermitidae). Sociobiology, 49(3): 135-141.
8- Milner R. J. and Staples J. A. 1996. Biological control of termites. results and experience within a CSIRO project in Australia. Biological Science and Technology, 6: 3-9.
9- Rath A. C. 2000. The use of entomopathogenic fungi for control of termites. Biocontrol Science and Technology, 10: 563-581.
10- Singha D., Singha B. and Dutta B. K. 2010. Potential of *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* in the control of tea termite *Microtermes obesi* Holmgren in vitro and under field condition. Journal of Pest Science, 84(1): 69-75.
11- Su N. Y. 1991. Evaluation of bait-toxicants for suppression of subterranean termite population. Sociobiology, 19(1): 211-220.
12- Tajick Ghanbalani M. A., Asgharzadeh A., Hadizadeh A. R. and Mohammadi Sharif M. 2009. A quick method for *Metarhizium anisopliae* isolation from cultural soils. American Journal of Agricultural and Biological Science, 4(2): 152-155.
13- Triplehorn C. A. and Johnson N. F. 2005. Borrer and Delong's introduction to the study of insects, 7th edition, CRC Press. 864pp.
14- Verma M., Sharma S. and Prasad R. 2009. Biological alternatives for termite control: A review. International Biodeterioration and Biodegradation, 63: 959-972.
15- Wang C. and Powell J. E. 2004. Cellulose bait improves the effectiveness of *Metarhizium anisopliae* as a microbial control of termites (Iso.: Rhinotermitidae). Biological Control, 30: 523-529.
16- Wood T. G. and Johnson R. A. 1986. The biology, physiology and ecology of termites. In: Vinson, S.B. (ed.) The economic impact and control of social insects, Praeger publications: pp. 1-68.

Archive of SID

www.SID.ir