دو فصلنامهٔ علمی-پژوهشی تحقیقات حمایت و حفاظت جنگلها و مراتع ایران
جلد ۱۰ شمارهٔ ۱، صفحهٔ ۵۵-٤٦، (۱۳۹۱)

ارزیابی فراورده قارچی گرین ماسل (*Metarhizium anisopliae* var. *acridum*) برای کنترل ملخ کوهان‌دار تاغ (*Dericorys albidula* (Serv.)

محمدجعفر فارسی[۱]*، وحیدرضا منیری[۲]، جمشید بوجاری[۲] و ستار زینالی[۳]

۱*- نویسنده مسئول مکاتبات، استادیار، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، پست‌الکترونیک: farsimj@rifr-ac.ir
۲- مربی پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور
۳- کارشناس، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور

تاریخ دریافت: ۹۰/۵/۱۸ تاریخ پذیرش: ۹۱/۲/۲۰

چکیده

تاغ (*Haloxylon* spp.) به‌عنوان یک گونه‌ی گیاهی مقاوم به شرایط خشک و بیابانی کشور در تثبیت شن‌های روان مورد توجه می‌باشد. در حال حاضر سطح تاغزارهای دست‌کاشت کشور ۱/۵ میلیون هکتار برآورد می‌گردد. ملخ کوهان‌دار تاغ (*Dericorys albidula* (Serv.) به‌عنوان آفتی تک‌خوار، هرساله خسارت قابل ملاحظه‌ای به تاغزارها وارد می‌کند. کاربرد ترکیبات شیمیایی در محدوده‌ی جنگل‌ها و مراتع به دلیل حساسیت‌های زیست‌محیطی با محدودیت‌های ویژه‌ای همراه است، بنابراین فراورده بیولوژیکی Green Muscle شرکت BCP که ماده‌ی مؤثره‌ی آن اسپور قارچ *Metarhizium anisopliae* var. *acridum* می‌باشد، برای کنترل ملخ کوهان‌دار تاغ به میزان ۵۰ گرم در هکتار روی پوره‌های ملخ کوهان‌دار تاغ در ۲ سال متوالی (۱۳۸۹ و ۱۳۹۰) در قالب طرح آزمایشی کاملاً تصادفی به‌ترتیب با چهار و پنج تکرار در شرایط صحرایی (داخل قفس) در منطقه ابوزیدآباد کاشان و حسین‌آباد قم با سمپاش ULV و الکترواستاتیک، مورد ارزیابی قرارگرفت. از گازوئیل به‌عنوان ماده حامل استفاده شد. نتایج نشان داد که تیمارها در سطح یک درصد با هم اختلاف داشتند. البته بین سمپاش‌ها تفاوت آماری مشاهده نشد. به‌طوری‌که بیشترین تلفات در سال دوم با سمپاشULV (۹۸ درصد) و کمترین میزان تلفات در سمپاش الکترواستاتیک و سال اول (۹۲ درصد) وجود داشت. بنابراین کاربرد این فرآورده با توجه به کارایی و اختصاصی عمل کردن آن در کنترل این ملخ در تاغزارها قابل توصیه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: ملخ کوهان‌دار، تاغ، گرین ماسل، کنترل بیولوژیک، متاریزیوم.

مقدمه

در دنیای امروز گیاهان و جانورانی هستند که با توجه به خصوصیات جالب توجه، قلمرو انتشار، کاربردهای گوناگون، سازگاری با شرایط سخت محیطی و ... به‌عنوان موجوداتی شاخص مطرح می‌باشند. درختچه تاغ (*Haloxylon* spp.) ازجمله این گونه‌هاست که در سطح وسیعی از عرصه‌های بیابانی، ماسه‌های فعال و متحرک در ایران و آسیا پراکنده است. این گیاه در شرایط اقلیمی ایران

بطور متوسط ۱/۵ تا ۲ تن چوب در هکتار تولید می‌کند، اما اهمیت آن از جنبه‌های حفاظت خاک، تثبیت ماسه‌های روان، حفاظت از تأسیسات، راه‌آهن و جاده‌های مواصلاتی، ابنیه، روستاها و شهرها، جلوگیری از سیلاب و ایجاد بستری برای حیات وحش بمراتب بیشتر از تولید چوب آن می‌باشد. (جاریانی و ناطقی، ۱۳۸۲). پراکنش تاغ در ایران در خراسان، اطراف بیرجند، گناباد و کویرهای ایران مانند گرمسار، زابل، چوپانان، سبزوار و شوره‌زارهای آذربایجان، بیابانهای مرکزی اطراف اصفهان، کاشان، اردستان، زواره، یزد، کرمان، میناب، بلوچستان، زاهدان و قسمتهای جنوب شرقی و مرکزی ایران تا شمال‌شرقی پراکنده شده است و مساحتی بالغ بر ۲ میلیون هکتار را شامل می‌شود (امانی و پرویزی، ۱۳۷۵).

ملخ کوهان‌دار تاغ *Dericorys albidula* Serv. (Ortho. Acrididae) در سال‌های اخیر از اهمیت زیادی برخوردار بوده و با افزایش جمعیت در تاغکاریهای کشور موجب خسارت‌های زیادی شده است. در حال حاضر یکی از مسائل تاغ‌های کاشته‌شده در استان‌های مختلف کشور وجود این آفت است. خوشبختانه این حشره یک نسل در سال دارد. به‌نحوی‌که برای کنترل این ملخ در مناطقی که با طغیان جمعیت همراه است، آزمایشهایی با ترکیبات کم‌خطر و اختصاصی صورت گرفته‌است، این آزمایش‌ها نیاز به تکرار بیشتری دارد. البته اقدامات کنترلی در مناطق با جمعیت فوق‌العاده، با سموم پرخطر که به محیط زیست صدمات جبران‌ناپذیری وارد می‌کند مورد تأیید نمی‌باشد (عبایی، ۱۳۸۲).

ظهور پدیده مقاومت در حشرات و کنه‌ها نسبت به حشره‌کش‌های شیمیایی، آثار سوء و زیانبار ترکیبات شیمیایی در محیط‌زیست و بهداشت انسانی، انگیزه‌ای بسیار قوی برای تولید عوامل کنترل‌کننده‌ی میکروبی شامل ویروس‌ها، باکتری‌ها، پروتوزوئرها، قارچ‌ها و استفاده از آنها در مدیریت تلفیقی آفات ایجاد کرده است. در بین قارچ‌ها، کوشش قابل ملاحظه‌ای روی تولید و بهره‌برداری از قارچ‌های پاتوژن هیفومیست متمرکز شده است. مثال‌های متعددی از تأثیر مطلوب این گروه از میکروارگانیسم‌ها در کنترل حشرات آفت وجود دارد که نشان‌دهنده پتانسیل قابل ملاحظه قارچ‌ها به‌عنوان عوامل کنترل‌کننده بیولوژیک[1] (BCAs) می‌باشد، هر چند که کاربرد آنها همیشه با کنترل مؤثر حشرات آفت همراه نبوده است. عوامل مؤثر در ایجاد و توسعه همه‌گیری در جمعیت حشرات بسیار پیچیده و شامل روابط متقابل بیمارگر(ها)، حشره میزبان، محیط و زمان می‌باشد. به‌طوری‌که درک این روابط متقابل پویا[2] مهم است (Inglis *et al.*, 2001).

اولین آزمایش جدایه IMI330189 قارچ *M. anisopliae* var. *acridum* (جدایه انتخابی پروژه‌ی LUBILOSA) به‌عنوان یک جایگزین با سازگاری بیشتر با محیط (درمقابل سموم شیمیایی) و راهبرد دخالت برای مدیریت جمعیت ملخ *Nomandacris septemfasiata* (Serv., 1838) انجام شد. این آزمایش‌ها، با یک فرمولاسیون روغنی از کنیدی هوایی به میزان ۵×۱۰^{۱۲} کنیدی در هکتار با استفاده از سمپاش موتوری Solo روی پوره‌های سن سوم و چهارم و مشاهده تلفات ۹۳-۹۰ درصدی روی پوره‌های سن سوم، ۹-۶ روز پس از تیمار، در منطقه‌ای در موزامبیک انجام شد. مرگ ومیر در پوره‌های سن سوم از ۳/۹-۳/۶ روز شروع و در مدت ۹-۸ روز به ۱۰۰-۹۸ درصد رسید. تلفات در پوره‌های سن چهار دیرتر اتفاق افتاد و بعد از ۲۱ روز به بیشتر از ۹۰

1- Biological Control Agents
2- Dynamic

درصد رسید. این آزمایش صحرایی توانایی فراورده قارچی بر مبنای *M. anisopliae* را در کنترل جمعیت ملخ به خوبی نشان داد (Price *et al*., 1999).

کاربرد قارچ *M. anisopliae* در سطح وسیع بر علیه ملخ استرالیایی *Chortoicetes terminifera* (Walker, 1870) در دز $۱۰^{۱۲} \times ۱$ کنیدی در هکتار به طور مؤثری آنرا کنترل کرد. دز کمی بیشتر از آن نیز نتایج خوبی در کنترل ملخ‌های مهاجر *Locusta migratoria* (L. 1758)، *Austracris guttulosa* (Walker, 1870) و ملخ بی بال *Phaulacridium vittalum* (Sjostedt, 1920) نشان داد (Milner, 2000).

کلاس و همکاران (۲۰۰۷) مدلی را بر اساس درجه حرارت محیط ارائه کرده‌اند که قادر به پیش‌بینی تأثیر اجرای عملیات کنترل ملخ با *M. anisopliae* var. *acridum* به‌عنوان عامل کلیدی بیوکنترل ملخ‌ها می‌باشد. پیش‌بینی‌های مدل در ارزیابی داده‌های آزمایش انجام شده روی ۵ گونه ملخ مورد تأیید قرار گرفت. ضمنا کارایی این مدل برای پیش‌بینی کنترل ملخ‌های مراکشی و صحرایی در اسپانیا مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داده‌است که در استفاده از این پاتوژن، در صورتی که پوره‌های سنین پایین مورد هدف قرار گیرند، کنترل این گونه‌ها بطور مؤثرتری خواهد بود (Klass *et al*., 2007).

آفت‌کش‌های بیولوژیکی بر مبنای فرمولاسیون روغنی اسپور قارچ‌های دئوترومیست برای کنترل ملخ، توسعه یافته و ایزوله IMI133189 از قارچ *Metarhizium anisopliae (flavovirid)* var. *acridum* به‌عنوان یک عامل کنترل بیولوژیک شناخته و ثبت گردید. این قارچ یک بخش بسیار قوی در مدیریت و کنترل ملخ‌ها را تشکیل می‌دهد. مزیت‌های این قارچ، کارایی، دوام، سمیت کم برای بی‌مهرگان، اثرات منفی محیطی کم، نداشتن اثر سوء روی دشمنان طبیعی، چرخش در محیط، آسانی تولید در محل و سادگی کاربرد می‌باشد. از مشکلات آن نیز می‌توان به سرعت کم در تأثیر و ایجاد مرگ و میر و تغییرپذیری در انبار اشاره‌کرد (Lomer *et al*., 1999).

بر اساس گزارش سال ۲۰۰۷ فائو تنها فرمولاسیون قابل دسترس از *Metarhizium anisopliae* var. *acridum* فرآورده Green muscle ™ است که در آفریقای جنوبی تولید می‌شود. دز توصیه شده ۵۰ گرم در هکتار پودر خشک (اسپور) می‌باشد که معادل $۲/۵ \times ۱۰^{۱۲}$ اسپور در هکتار است (Anonymus, 2007).

نتیجه تحقیقات فشرده و برنامه توسعه‌ای برای تولید یک حشره‌کش بیولوژیک در استرالیا، گرین گارد است که ماده مؤثره آن جدایه‌ی Fl-985 از قارچ *Metarhizium anisopliae* var. *acridum* می‌باشد. این محصول قسمت مهمی از برنامه IPM ملخ را در استرالیا تشکیل می‌دهد که شامل عملیات کنترل در سطح وسیع (بیشتر از ۱۰۰۰۰۰ هکتار از سال ۲۰۰۰) می‌گردد (Hunter, 2010).

تحقیقات متعددی برای کنترل ملخ صحرایی (*Locusta migratoria* L.) در افریقا در طی سال‌های ۲۰۰۶-۱۹۹۵ انجام شده است. این تحقیقات با هدف کنترل ملخ، در سطح وسیع، با جدایه‌ی IMI 330189 قارچ *M. anisopliae* var. *acridum*، توسط Langewald (1995)، Kooymand & Godonou (1997)، Langewald *et al*., (1995) و Ould Taleb, (2004) در موریتانی، Aston (2005) و Ouambama *et al*., (2006) در نیجر و Kooymand *et al*., (2006) در الجزیره انجام شده‌است. نتایج آنها در سال ۲۰۰۷ مرور و ارائه شده است (Van der Valk, 2007).

ولی زاده و همکاران (۲۰۱۱) اثر فرمولاسیون روغنی جدایه‌ی IMI330189 قارچ *M .anisopliae* var. *acridum* را در دزهای 10^{6}، 10^{7}، 10^{8}، 10^{9}، 10^{10} و 10^{13} اسپور در میلی لیتر گازوئیل در سالهای ۲۰۰۵ و ۲۰۰۶ روی سنین مختلف پورگی ملخ کوهان‌دار تاغ در استان قم در شرایط آزمایشگاهی بررسی کرده و گزارش کرده‌اند که تفاوت معنی‌دار در غلظت‌های مختلف روی پوره‌های سنین ۲، ۳، ٤ و ۵ نسبت به شاهد مشاهده شد. در غلظت 10^{10} اسپور در میلی لیتر ۱۰۰ درصد حشرات مورد آزمایش در ۱۵ روز بعد از تیمار ازبین رفتند. مقایسه نتایج دو سال آزمایش نشان‌داد که حساسیت پوره‌ها در سال دوم بیشتر از سال اول آزمایش بود. در مجموع نتایج این بررسی نشان داده است که فرآورده قارچی *M. anisopliae* var. *acridum* سوسپانسیون شده در گازوئیل در کنترل پوره‌های ملخ کوهان‌دار تاغ مؤثر بود(Valizadeh *et al.*, 2011).

بر مبنای استفاده از *M. anisopliae* var. *acridum* و *M. anisopliae* var. *anisopliae*، دو پروژه تحقیقاتی (LUBILOSA در آفریقا و CSIRO در استرالیا) با هدف بررسی کارایی قارچ‌های پاتوژن به‌عنوان عوامل کنترل بیولوژیک روی ملخ‌ها با هدف تولید محصولی بر مبنای *Metarhizium* spp. برای کنترل ملخ، که در شرایط صحرایی مؤثر بوده و توسط کشاورزان مورد پذیرش قرارگیرد، انجام شده‌است. اخیرا ملخ سیبریایی *Aeropus sibiricus* (L. 1767) در مناطق حساس آلپ طغیان کرده است. گزارشهای زیادی از کشورهای جنوبی اروپا رسیده مبنی بر اینکه خسارت ملخ‌ها به محصولات عمده کشاورزی درنتیجه گرم‌شدن کره زمین است. این موارد باعث شده که دانش و تجربیات ما در کنترل بیولوژیک و قارچ *M. anisopliae* با هم برای تکمیل یک اقدام مناسب برای کنترل ملخ در اروپا بر مبنای *Metarhizium* spp. به‌کار گرفته‌شود (Pernfuss *et al.*, 2007).

کارایی گرین ماسل روی برخی از ملخ‌های Acrididae در شرایط اکولوژیکی مصر مورد ارزیابی قرارگرفته و نشان داده‌شد که گرین‌ماسل در همه تیمارها به‌عنوان یک حشره‌کش بیولوژیک اختصاصی در کنترل ملخ شاخک کوتاه موفق بوده، ولی در مقایسه با ترکیبات شیمیایی، کندتر اثر می‌کند. استفاده از این فراورده در عملیات صحرایی و در دز ۵۰ گرم در هکتار (رقیق شده در گازوئیل) تلفات بهینه را روی ملخ در قفس پس از ۲۱ روز ایجاد کرد. تلفات در تیمار دیگر (۵۰ گرم در هکتار رقیق شده در روغن گیاهی) در رتبه بعدی قرار داشت. بنابراین نتایج گرین ماسل می‌تواند به‌عنوان جزئی از برنامه IPM و یک اقدام پیشگیرانه مورد توجه قرارگیرد، درحالی‌که حشره‌کش‌های شیمیایی به‌عنوان تیمارهای کنترل‌کننده، می‌تواند مؤثر باشد (Hosny *et al.*, 2009).

در این بررسی کارایی فراورده قارچی گرین ماسل تولیدی شرکت BCP افریقای جنوبی که زیر نظر سازمان فائو فعالیت می‌کند، و کاربرد آن با سمپاش الکترواستاتیک و ULV، روی کنترل ملخ کوهان‌دار تاغ در شرایط صحرایی و زیر قفس، مورد بررسی قرارگرفت.

مواد و روشها

- تهیه فراورده قارچی گرین ماسل

پس از دریافت مجوز ورود آزمایشی فراورده از سازمان حفظ نباتات کشور، با شرکت BCP که تولید کننده این فراورده در افریقای جنوبی می باشد مکاتبه

گردیدکه منجر به تامین فراورده مورد نیاز در طول آزمایش به صورت رایگان گردید.

- تهیه امکانات مورد نیاز

سمپاش پشتی، موتوری مزرعه، نازل الکترواستاتیک ساخت مرکز تحقیقات مهندسی آذربایجان شرقی و نازل میکرونر اورژینال انگلیسی تهیه شد. چوب مورد نیاز برای تهیه پایه‌های قفس تامین و توسط همکاران بخش صنایع چوب به ابعاد مورد نیاز، آماده گردید. پارچه توری ریز با عرض مناسب برای پوشش قفس‌ها به میزان مورد نیاز خریداری شد.

- بازدید از مناطق برای یافتن محل مناسب

ضمن هماهنگی با دفتر فنی حفاظت سازمان جنگلها و مراتع و آبخیزداری کشور و ادارات کل منابع طبیعی استان‌هایی که سابقه طغیان ملخ را داشتند، در طی چندین نوبت در سال‌های اجرای طرح، بازدید و وضعیت ملخ و درختچه‌های تاغ بررسی گردید. با توجه به وضعیت درختچه‌های تاغ موجود در عرصه، وجود جمعیت ملخ در منطقه و امکان محافظت بیشتر از قفس‌ها و ... در سال اول روستای حسین آباد شهرستان ابوزیدآباد کاشان با مشخصات جغرافیایی 22 '51 °33 عرض شمالی و °51 "05 '52 طول شرقی و ارتفاع ۹۸۵ متر از سطح دریا ودر سال دوم منطقه حسین‌اباد شهرستان قم با مشخصات جغرافیایی "22 '29 °34 عرض شمالی و "25 '08 °51 طول شرقی و ارتفاع ۸۷۷ متر از سطح دریا انتخاب گردید.

- طرح آزمایشی مورد استفاده و آماده کردن عرصه

در سال ۱۳۸۹ طرح با ۵ تیمار [(گرین ماسل+ گازوئیل+ هد ULV)، (گرین ماسل + گازوئیل + هد الکترواستاتیک)، (گازوئیل+ هد ULV)، (گازوئیل + هد الکترواستاتیک) و (شاهد)] در چهار تکرار در قالب طرح آزمایشی کاملا تصادفی انجام شد. با توجه به نتایج سال اول که تفاوتی را در نوع سمپاش نشان نداد، در سال دوم (۱۳۹۰) نوع سمپاش از آزمایش حذف و آزمایش با سه تیمار [(گرین ماسل+ گازوئیل+ هد)ULV)، (گازوئیل+ هد ULV) و (شاهد)] در پنج تکرار انجام گردید. با توجه به تعداد تیمار و تکرار، درختچه تاغ مناسب و نسبتا یکنواخت انتخاب و هرس اولیه گردید. سپس قفسها روی آنها مستقر و با پارچه توری پوشانده شد. تخصیص درختان انتخاب شده به صورت تصادفی به تیمارها انجام گردید. تعداد ۳۰ عدد پوره اواخر سن ۳ یا اوایل سن ٤ ملخ با توجه به میزان رشد جوانه بال، از محیط اطراف جمع‌آوری و در زیر قفس ها رها گردید و درب قفس هم با توری پوشانده شد. یک روز بعد جمعیت پوره‌ها داخل قفس کنترل و تیمارهای لازم اعمال گردید. پس از اعمال تیمار اطراف قفس‌ها با خاک پوشانده شد تا ورود و خروج ملخ‌ها میسر نباشد.

- کالیبره کردن سمپاش

میزان محلول مصرف شده، با تنظیم گاز سمپاش(دور موتور)، و در درجه معین از شیرهای خروجی و اندازه گیری حجم محلول باقی مانده موجود در مخزن محاسبه گردید. برای این کار، ۳ لیتر محلول در مخزن سمپاش ریخته و سطح ۱۰۰ متر مربع از عرصه در شرایط ثابت ذکر شده محلول‌پاشی شد. حجم محلول باقیمانده در مخزن تخلیه و اندازه‌گیری شد. تفاوت دو عدد به عنوان میزان محلول مصرف شده منظور گردید. با توجه به دز توصیه شده (۵۰ گرم در هکتار) و میزان محلول مصرفی، سوسپانسیون مورد نظر تهیه و مورد استفاده قرار گرفت.

- جمع‌آوری داده‌ها و محاسبات آماری

۱٤ تا ۱۵ روز پس از اعمال تیمارها جمعیت پوره‌های زنده مانده در قفس شمارش و ثبت گردید. درصد تلفات محاسبه و با توجه به میزان مرگ و میر در تیمار شاهد با فرمول آبوت اصلاح گردید. داده‌های بدست آمده با نرم افزار SAS تجزیه آماری گردید و میانگین‌ها با آزمون دانکن و LSD مقایسه‌شد. برای مقایسه میانگین تیمارها در سال‌های آزمایش از آزمون T استفاده شد.

- اثبات تلفات ناشی از ورود و رشد قارچ در حشره

تعدادی از ملخ‌های تلف شده، به آزمایشگاه منتقل و پس از ضدعفونی سطحی در داخل پتری دیش روی کاغذ صافی مرطوب و استریل قرار داده‌شد. پتری‌ها در انکوباتور برای مدتی نگهداری گردید تا قارچ در محیط داخلی بدن رشد کرده و از بدن خارج شود.

نتایج

نتایج تجزیه واریانس داده‌های بدست‌آمده نشان داد که در هر دو سال آزمایش تفاوت معنی‌دار در سطح یک درصد بین تیمارها وجود داشت. نتایج تجزیه واریانس دو سال به صورت جداگانه در جدول‌های ۲ و ۳ ارائه شده‌است.

جدول ۲- تجزیه واریانس آزمایش بررسی اثر قارچ و نوع سمپاش روی پوره سن ٤ ملخ کوهان‌دارتاغ در سال ۱۳۸۹

منبع	درجه آزادی(df)	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F	P-value
تیمار	٤	۳۵۱٦٦	۸۷۹۱/۵	۲٤۷/۰۷	‹۰/۰۰۰۱
خطا	۱۵	۵۳۳/۷۵	۳۵/۵۸		
کل	۱۹	۳۵٦۹۹/۷۵			

CV = ۱٤/۸

جدول ۳- تجزیه واریانس آزمایش بررسی اثر قارچ روی پوره سن ٤ ملخ کوهان‌دارتاغ در سال ۱۳۹۰

منبع	درجه آزادی(df)	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F	P-value
تیمار	۲	۳۱٤۲۸/۹	۱۵۷۱٤/۵	۲۲۸۸/۵۱	‹۰/۰۰۰۱
خطا	۱۲	۸۲/٤	٦/۸۷		
کل	۱٤	۳۱۵۱۱/۳			

CV = ۸/۰۲

مقایسه میانگین تیمارها در سال ۸۹ نشان داد که بین نوع سمپاش‌ها تفاوت معنی‌دار وجود نداشت. بالاترین میزان تلفات مشاهده شده ۹۲/۵ درصد و مربوط به تیمار قارچ با سمپاش ULV بود. وتیمار گازوئیل، نیز با شاهد تفاوت معنی‌دار نداشت(جدول ٤). مقایسه میانگین تیمارها در سال ۹۰ حاکی از ایجاد تلفات ۹۸ درصدی در تیمار قارچ با سمپاش ULV بود (جدول ۵).

جدول ٤- مقایسه میانگین درصد تلفات پوره سن ٤ ملخ کوهان‌دارتاغ در تیمارهای مورد بررسی در سال ۱۳۸۹ (α =٪۱)

گروه‌بندی	میانگین تلفات (٪)	تیمار
گرین ماسل+ گازوئیل+ هد ULV	۹۲/۵	A
گرین ماسل + گازوئیل + هد الکترواستاتیک	۹۰/۷۵	A
گازوئیل+ هد ULV	۱٤/۲۵	B
گازوئیل + هد الکترواستاتیک	٤	B
شاهد	۳/۲۵	B

جدول ۵- – مقایسه میانگین درصد تلفات پوره سن ٤ ملخ کوهان‌دارتاغ در تیمارهای مورد بررسی در سال ۱۳۹۰ (α =٪۱)

گروه‌بندی	میانگین تلفات (٪)	تیمار
گرین ماسل+ گازوئیل+ هد ULV	۹۸	A
گازوئیل+ هد ULV	۰/٦	B
شاهد	۱/۲	B

نتایج آزمون T برای مقایسه میانگین تیمارها در دو سال آزمایش نشان داد که بین تیمار قارچ و تیمار شاهد در دو سال آزمایش تفاوت معنی‌دار وجود نداشت، اما در تیمار گازوئیل در دو سال متوالی در سطح ۵ درصد تفاوت وجود داشت(جدول ٦)

جدول ٦- تفاوت واریانس و آزمون T ویژگیهای ۲ نمونه مستقل میانگین‌های درصد تلفات آزمایش بررسی اثر قارچ و روی پوره های ملخ کوهان‌دارتاغ در دو سال ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰

تیمار	تفاوت واریانس	آزمون T	میانگین مشاهدات	
			سال ۱۳۸۹	سال ۱۳۹۰
گرین ماسل+ گازوئیل+ هد ULV	۵/۳ ns	۱/٤۹۳ ns	۹۲/۵	۹۸
گازوئیل+ هد ULV	۱٤/۲ ns	٤/۲۳ *	۱٤	۰/٦
شاهد	۰/۱۳۱ ns	۰/۰۱۷ ns	۳/۲۵	۳/۲

بحث

همان‌طور که از نتایج (جدول‌های ۲ و ۳) برمی‌آید فراورده گرین ماسل در دز ۵۰ گرم در هکتار (۲/۵×۱۰۱۲ کنیدی در هکتار) در دوسال متوالی بالاتر از ۹۰ درصد تلفات را روی پوره‌های سن چهارم ملخ کوهان‌دار تاغ در داخل قفس نصب شده روی درختچه تاغ در عرصه تاغزار و در مدت دوهفته پس از تیمار ایجاد کرده‌است. بالاترین میزان مرگ ومیر (۹۸ درصد) در سال دوم و با سمپاش ULV بدست آمد و کمترین میزان تلفات مشاهده شده (۹۲/۵ درصد) مربوط به تیمار سمپاش الکترواستاتیک در

سال اول بود. این نتایج با تحقیقات بسیاری از محققان در کشورهای مختلف ازجمله Price *et al.*, 1999 روی *Nomandacris septemfasiata*، Milner, 2000 روی ملخ *Chortoicetes terminifera*، Lomer *et al.*, 2001 روی ملخ های مراکشی و مهاجر، Hunter *et al.*, 2001، در برنامه IPM ملخ در استرالیا، Van der Valk , 2007 که نتایج کارهایی تحقیقاتی انجام شده روی ملخ مهاجر را در افریقا مرور کرده است، de Faria *et al.*, 2002 روی ملخ *Rhommatocerus schistocercoides*، Gesraha, 2007، Lendev *et al.*, 2008 و Peng *et al.*, 2008 روی ملخ صحرایی، Hosny *et al.*, 2009 روی برخی از ملخ‌های Acrididae، Adatia *et al.*, 2010 روی *Melanoplus bivittatus*، Zhou *et al.*, 2010 روی ملخ صحرایی و Valizadeh *et al.*, 2011; 2012 روی ملخ کوهان دار تاغ مطابقت دارد.

هرچند که میزان تلفات مشاهده شده در ۲ نوع سمپاش مورد آزمایش از نظر عددی متفاوت می‌باشد، اما این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار نیست. لازم به ذکر است که با توجه به میزان گازوئیل مصرفی در هکتار به عنوان حامل روغنی قارچ، سمپاش ULV به دلیل حجم کمتر گازوئیل مصرفی نیز بهتر از سمپاش الکترواستاتیک بوده و میزان مرگ و میر آن نیز بیشتر بوده است. سمپاش الکترواستاتیک با باردار کردن ذرات خروجی از هد سمپاش باعث قطبی شدن محلول خروجی شده که امکان رساندن سم را در پشت برگ‌ها و جاهایی که سم مستقیما به آنجا نمی‌رسد، فراهم می‌کند. شاید دلیل این عدم تفاوت ناشی از فرم ظاهری درختچه تاغ و نازک بودن شاخه‌ها و برگ‌ها از یکطرف و تحرک بیش از حد پوره‌های ملخ روی گیاه از طرف دیگر باشد، که امکان دریافت اسپور قارچ توسط پوره‌ها از سطح گیاه را فراهم می‌سازد.

مقایسه میانگین درصد تلفات مشاهده شده در دو سال آزمایش با آزمون T انجام گرفت، نشان داد که در تیمارهای قارچ با نوع سمپاش و شاهد تفاوت معنی‌دار وجود ندارد، هرچند که در تیمار گازوئیل این تفاوت در سطح ۵ درصد مشاهده شد. بنابراین نتایج دو سال آزمایش در تیمار قارچی با هم تفاوت نداشته و همدیگر را تایید می‌نمایند.

مسائل زیست محیطی حادث شده در نتیجه کاربرد ترکیبات شیمیایی برای کنترل آفات، تقاضا را برای استفاده از فراورده بیولوژیک افزایش داده است. راهبردهای کنترل جامع، پیشگیرانه با اقدامات سریعتر و زودهنگام در سنین پایین پورگی هزینه‌های عملیاتی و اکولوژیکی را در سطح وسیع کاهش می‌دهد (Lomer *et al.*, 2001; Klass *et al.*, 2007) با توجه به نتایج مطلوب بدست آمده در شرایط نیمه صحرایی (داخل قفس در عرصه تاغزار) میتوان از این فراورده بیولوژیک که دارای مزیت‌های زیادی چون کارایی، دوام، سمیت کم برای بی‌مهرگان، اثرات سوء محیطی کم (Lomer *et al.*, 1999; Price *et al.*, 1999) است، برای کنترل ملخ کوهان‌دار تاغ استفاده نمود که نتیجه آن علاوه بر کنترل جمعیت ملخ، حفاظت از دشمنان طبیعی و تقویت تنوع زیستی خواهد بود.

فرمولاسیون‌های Bioranza در برزیل، Green Guard در استرالیا و Green Muscle در افریقای جنوبی که بر مبنای جدایه‌های قارچ *M. anisopliae* توسعه یافته‌اند(Pernfuss *et al.*, 2007; Gesraha, 2007). اما در حال حاضر تنها فرمولاسیون تجاری در دسترس فراورده گرین ماسل است که در آفریقای جنوبی و تحت نظر

سازمان خوار بار و کشاورزی جهانی(FAO) به صورت پودر خشک حاوی کنیدی هوایی قارچ می‌باشد تولید می‌شود(Anonymus, 2007). با توجه به در دسترس بودن این فراورده، و امکان تولید آن در داخل در صورت سرمایه‌گذاری لازم و ویژگی‌های رفتاری ملخ کوهان‌دار تاغ که در سنین ۲ و ۳ به صورت لکه‌ای و تجمعی در پای درختچه‌های تاغ حضور دارند، و موثر بودن این قارچ در کنترل این ملخ در داخل کشور (Valizadeh *et al.*, 2011; 2012) و نتایج این آزمایش، میتوان با در نظر داشتن شرایط اقلیمی، پیش‌آگاهی از جمعیت ملخ در مناطقی که سابقه طغیان در آنها وجود دارد و فراهم کردن تجهیزات مورد نیاز در یک اقدام پیشگیرانه و کنترلی جمعیت پوره‌ها را به شدت کاهش داد و از خسارت آنها به تاغزارها جلوگیری کرد.

سپاسگزاری

نگارندگان از همکاری مسئولین موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور در تامین اعتبار و تهیه تدارکات لازم و همچنین از شرکت Biological Control Products (BCP) برای در اختیار قرار دادن فراورده مورد نیاز تشکر و قدردانی می‌نمایند. همچنین از همکاری دفتر فنی حفاظت سازمان جنگلها، مراتع و آبخیزداری کشور، ادارات کل منابع طبیعی استان‌ها و شهرستان‌های ذیربط سپاسگزار می‌باشند.

منابع مورد استفاده

- امانی، م. و پرویزی، آ.، ۱۳۷۵. تاغ جنگل شناسی و پرورش جنگل (سیلویکولتور). انتشارات موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، شماره ۱۴۹، ۱۱۸ ص.
- جاریانی، م. و ناطقی، د.، ۱۳۸۲. تاغ را بهتر بشناسیم. مجموعه مقالات اولین همایش ملی تاغ و تاغکاری در ایران، ۲۷- ۲۹ خرداد ماه، کرمان. سازمان جنگلها و مراتع و آبخیزداری کشور، ۲۹۴-۳۰۰.
- عبایی، م.، ۱۳۸۲. جایگاه آفات و بیماری‌های گیاهی در تاغزارهای طبیعی و دست‌کاشت ایران. مجموعه مقالات اولین همایش ملی تاغ و تاغکاری در ایران، ۲۷- ۲۹ خرداد ماه، کرمان. سازمان جنگلها و مراتع و آبخیزداری کشور، ۱۳۶-۱۴۶.
- Adatia, A., Johnson, D. & Entz, S., 2010. Pathogenicity of two new isolates of *Metarhizium anisopliae* from Canadian soil to *Melanoplus bivittatus* (Orthoptera: Acrididae) and *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). Canadian Entomologist, 142 (2): 128-134.
- Anonymus, 2007. Field efficacy trails with entomopathogen *Metarhizium anisopliae* var. *acridium* Green muscle ™ against desert locust (*Schistocerca gregaria*) and monitoring of its operational use. FAO Guidelines Version 1-1. 33p.
- de Faria, M. R., Magalhães, B. P., Alves R. T., Schmidt, F. G. V., da Silva, J. B. T. & Frazão, H., 2002. Effect of two dosages of *Metarhizium anisopliae* var. *acridum* against *Rhammatocerus schistocercoides* Rehn. Pesq. agropec. bras., Brasília, 37 (11): 1531-1539
- Gesraha, M. A., 2007. Impact of entomopathogenic fungi on the desert locust, *Schistocerca gregaria*(Forskal). Egyptian Journal of Biological Pest Control, 17 (1/2): 83-89.
- Hosny, A. K. H., Agamy, E. A., Taha, G. Z. & El-Husseini, M. M., 2009. Efficacy of the fungus, *Metarhizium anisopliae* var. *acridum* against some acridid insects. Egyptian Journal of Biological Pest Control, 19 (2): 135-141.
- Hunter, D. M., 2010. Credibility of an IPM approach for locust and grasshopper control: the Australian example. Journal of Orthoptera Research, 19 (1): 133-137.
- Hunter, D. M., Milner, R. J. & Spurgin, P. A., 2001. Aerial treatment of the Australian plague locust, *Chortoicetes terminifera* (Orthoptera: Acrididae) with *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycotina: Hyphomycetes). Bulletin of Entomological Research, 91 (2): 93-99.
- Inglis, G. D., Goettel, M. S., Butt, T. M. & Stathers, H., 2001. Use of hyphomycetous fungi for insect pests. In: T. M. Butt, C. Jackson & N. Magon (Eds.). 23-69 pp, Fungi as biocontrol agents. CABI publishing, UK.
- Klass J. I., Blanford S. & Thomas M. B., 2007. Development of a model for evaluating the effects of environmental thermal behaviour on biological

migratoria manilensis (Meyen) in Northern China. Crop Protection, 27(9): 1244-1250.
- Pernfuss, B., Morelli, R. K., Zelger, R. & Strasser, H., 2007. *Metarhizium* spp. against locusts and grasshoppers - a short review and future prospects. Bulletin OILB/SROP, 30(7): 133-136.
- Price, R. E., Müller, E. J., Brown, H. D., D'Uamba, P. & Jone, A. A., 1999.The first trial of a *Metarhizium anisopliae* var. *acridium* mycoinsecticide for the control of the red locust in a recognized outbreak area. Insect Science and its Application, 19(4) 323-331.
- Valizadeh, H., Abbasipour, H., Mahmoudvand, M., Askary, H. & Moniri, V. R., 2011. Laboratory trails of *Metarhizium anisopliae* var. *acridum* (GREEN MUSCLE® against the Saxaul locust, Dericorys albidula Servile (Orthoptera: Dericorytidae). Chilian Journal of Agricultural Research, 71(4): 549-553.
- Valizadeh, H., Abbasipour, H., Mahmoudvand, M., Askary, H. & Moniri, V. R., 2012. Field observations of the effect of *Metarhizium anisopliae* var. *acridum* on the saxaul locust, *Dericorys albidula* Serville (Orthoptera: Dericorythidae). Archives of Phytopathology and Plant Protection, 45(10) 1162-1169.
- Van der Valk, H., 2007. Review of the efficacy of *Metarhizium anisopliae* var. *acridum* against the desert locust. FAO Technical Series Report, Rome.
- Zhu, B. Z., Lei, Z. R., Xu, H. F., Wang, Z. Y. & Liang, X. H., 2010. Virulence of *Metarhizium anisopliae* against *Locusta migratoria manilensis* under different temperatures and humidities. Chinese Journal of Biological Control, 26(4): 448-452.

control of locusts and grasshoppers using pathogens. Agricultural and forest entomology, 9: 189-199.
- Lednev, G. R., Kryukov, V. Y., Khodyrev, V. P., Levchenko, M. A., Duisembekov, B. A., Sagitov, A. O. & Glupov, V. V., 2008. Dynamics of mortality of the migratory locust under synchronous infection with entomopathogenic fungi (*Beauveria bassiana, Metarhizium anisopliae*) and bacteria *Pseudomonas* sp. Contemporary Problems of Ecology, 1 (2): 210-213.
- Leland, J. E., 2001. Environmental stress tolerant of formulations of *Metarhizium anisopliae* var. *acridum* for control of African desert locust (*Schisticerca gregaria*). Ph. D. Thesis of entomology, Faculty of Virginia Polytechnique Institute and state university, USA.
- Lomer, C. J., Bateman, R. P., De Groote H., Douru-Kpindou O. K , Kooyman C., Langewald, J., Ouambama, Z., Peveling, R. & Thomas, M., 1999. Development of strategies for the incorporation of biological pesticides into the integrated management of locusts and grasshoppers. Agricultural and Forest Entomology, 1: 71- 88.
- Lomer, C. J., Bateman, R. P., Johnson, D. L., Langewald, J. & Thomas, M., 2001. Biological control of locusts and grasshoppers. Annual Review of Entomology, 46: 667-702.
- Milner, R. J., 2000.Current status of *Metarhizium* as a mycoinsecticide in Australia. Biocontrol News and Information, 21(2): 47-50.
- Peng, G. X., Wang, Z. K., Yin, Y. P., Zeng, D. Y. & Xia, Y. X., 2008. Field trials of *Metarhizium anisopliae* var. *acridum* (Ascomycota: Hypocreales) against oriental migratory locusts, *Locusta*