

بررسی بیماری‌گری دو سویه از قارچ *Beauveria bassiana* Vuill (Bals.) روی لارو برگ‌خوار چمن *Spodoptera cilium* Guenee در شرایط آزمایشگاه و مزرعه

مرضیه حاتمی^۱، علی اصغر سراج^{۲*}، مهدی مهرابی کوشکی^۳ و معصومه ضیایی^۴

۱. دانشجوی دکتری حشره‌شناسی گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

۲. استاد گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

۳. دانشیار گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

۴. دانشیار گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۹/۰۶/۲۹ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۴/۰۸)

چکیده

پروانه برگ‌خوار چمن با نام علمی *Spodoptera cilium* (Guenee 1852) یکی از آفات چمن در فضای سبز مناطق جنوبی ایران و بسیاری از کشورهای جهان است. این تحقیق به منظور بررسی کارایی دو سویه ایرانی قارچ *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill شامل IRAN440C و IRAN441C روی لاروهای *S. cilium* در شرایط آزمایشگاهی و مزرعه صورت گرفت. لاروها در دمای ۲۵±۱ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۶۰±۵ درصد و تناوب نوری ۱۶:۸ ساعت روشنایی: تاریکی روی برگ چمن پرورش یافتند. اثر غلظت‌های مختلف دو سویه قارچ بر لاروهای سن دوم و چهارم، با دو روش غوطه‌وری لاروها و آغشته‌سازی برگ چمن با سوسپانسیون اسپور انجام شد. نتایج نشان داد که در هر دو سن لاروی، درصد تلفات با افزایش غلظت اسپور، افزایش می‌یابد. بر اساس میزان تلفات ایجاد شده در دو مرحله، در هر دو روش، بیش‌ترین درصد تلفات تجمعی (۵۱/۱ درصد) در غلظت ۵×۱۰^۶ اسپور در میلی‌لیتر مشاهده شد. با افزایش غلظت سوسپانسیون کاهش معنی‌داری در مدت زمان لازم برای از بین بردن ۵۰ درصد جمعیت لاروها مشاهده شد. نتایج ما نشان داد که سویه IRAN440C قارچ *B. bassiana* در غلظت ۵×۱۰^۶ اسپور در میلی‌لیتر موثرترین سویه از لحاظ زهرآگینی و ایجاد درصد تلفات بالا در جمعیت لاروهای برگ‌خوار چمن شناخته شد. بنابراین، این سویه می‌تواند در برنامه‌های کنترلی کرم برگ‌خوار چمن در فضای سبز شهری مورد استفاده قرار بگیرد.

واژه‌های کلیدی: کنترل بیولوژیکی، بیمارگر حشرات، بیماری قارچی، بیماری زایی، *Spodoptera cilium*.

Evaluation the pathogenicity of two isolates of *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill on *Spodoptera cilium* Guenee larvae under laboratory and field conditions

Marzia Hatami¹, Ali Asghar Seraj^{2*}, Mehdi Mehrabi-Koushki³ and Masumeh Ziaee⁴

1. Entomology PhD student of Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.
2. Professor of Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.
- 3,4- Associated of Professor Of Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

(Received: August, 22, 2020 - Accepted: June, 22, 2021)

ABSTRACT

Spodoptera cilium (Guenee 1852) is one of the grass pests in green space in the southern regions of Iran and many countries around the world. This study was conducted to evaluate the effectiveness of the two Iranian isolates of *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill including IRAN440C and IRAN441C on *S. cilium* larvae under laboratory and field conditions. The larvae were reared at 25±1⁰ C, a relative humidity of 60±5%, and a 16:8 h (L:D) photoperiod on grass leaves. The effect of different concentrations of two fungal isolates on second and third larval instars was performed by two methods of larval dipping and grass leaf immersion with spore suspension. The results showed that in both larval instars, the percentage of mortality increased with increasing spore concentration. Based on the mortality rate for both stages, in both methods, the highest percentage of cumulative mortality (51.1%) was observed at a concentration of 5×10⁶ spores of fungi per mL. As the concentration of the suspension increased, a significant decrease in the time required to mortality 50% of the larval population was observed. Our results indicated that the IRAN440C strain of *B. bassiana* at 5×10⁶ spores of fungi per mL concentration was the most effective strain in terms of toxicity and high mortality in the population of *S. cilium*. Therefore, this strain can be used in control programs of grasslawn armyworm in urban green space.

Keywords: Biocontrol, entomopathogen, mycosis, pathogenicity, *Spodoptera cilium*

* Corresponding author E-mail: , seraj.a@scu.ac.ir

مقدمه

پروانه برگ‌خوار چمن (*Spodoptera ciliatum* (Guerine) (Lepidoptera: Noctuidae) یکی از آفات زراعی گیاهان دانه‌ای تیره غلات است (Heinrichs and et al. 2008; Kravchenko and Barrion, 2004). لاروها پلی‌فاژ هستند (Fibiger and Hacker, 2007) و در تراکم بالا، خصوصاً در اواخر تابستان و اوایل پاییز از برگ‌ها تغذیه می‌کنند به گونه‌ایی که در مدت زمان کوتاهی منطقه کاملاً بی‌برگ می‌شود. لاروها شب‌ها تغذیه می‌کنند و در طول روز در زیر بقایا یا سنگ‌ها و کلوخه‌های خاک مخفی می‌شوند (Demirezer, 2006). شب‌پره‌ها عمدتاً در مناطق مرتفع پرواز می‌کنند و به نور و شکر جلب می‌شوند (Fibiger and Hacker, 2007). اطلاعات زیست‌شناسی این گونه بسیار محدود است و به خوبی مورد مطالعه قرار نگرفته است (Baris Gulcua et al. 2014). حشره *Spodoptera ciliatum* در حوضه مدیترانه در شمال آفریقا تا قسمت‌های زیادی از اروپا، ایران و آسیا، یافت می‌شود. در ترکیه از آدانا و ناحیه اورفا گزارش شده است (Demirezer, 2006; Unlu and Kornosor, 2007; Mekhlif, 2003). این آفت در ایران اولین بار توسط Shahriari Nejad et al (2016) از استان کرمان گزارش شده است. این گونه در گرم‌ترین نواحی اروپایی یافت می‌شود. پراکنش این آفت در نواحی گرمسیری آفریقا، آسیا (ایران، افغانستان و هند) و اروپا می‌باشد (Fibiger and Hacker, 2007).

به دلیل بروز مقاومت سریع آفات به حشره‌کش‌ها، به کارگیری انواع روش‌های مدیریت تلفیقی از جمله کنترل بیولوژیکی با استفاده از عوامل میکروبی توصیه شده است (Baskar and Ignacimuthu, 2012). نماتدهای بیماری‌گر حشرات، به عنوان عوامل کنترل بیولوژیکی آفات متحرک مانند بسیاری از گونه‌های *Spodoptera* که در نزدیکی سطح خاک حضور دارند، از پتانسیل بالایی در کنترل این آفت برخوردار هستند (Hazir, et al. 2003). علاوه بر این، استفاده از قارچ‌های بیماری‌گر حشرات در کنترل بسیاری از آفات، توصیه شده است. اسپورهای بیماری‌زای این قارچ‌ها

قادر به رشد و جوانه‌زنی در همولنف حشره بوده و منجر به آلودگی می‌شوند (Abood et al. 2010). عامل کنترل بیولوژیکی *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill قارچی است که به طور طبیعی در خاک رشد می‌کند (Klingen et al. 2002) و روی طیف وسیعی از آفات حشره‌ای دارای توانایی بیماری‌گری می‌باشد (Tanada and Kaya, 1993). این قارچ یک عامل زیست محیطی بی‌خطر برای انسان و یا حداقل تهدید را دارد و به طور کلی برای موجودات غیر هدف بی‌ضرر است (Zimmermann, 2007). فرمولاسیون‌های این قارچ، به عنوان یک حشره‌کش بیولوژیکی برای کنترل تعدادی از آفات از قبیل سفیدبالک‌ها، تریپس‌ها، شته‌ها و شیشک‌های آرد آلود مورد استفاده قرار می‌گیرد (Kitching et al. 1999). همچنین استفاده از این قارچ در کنترل ساس (Barbarin et al. 2012) و پشه‌های ناقل مالاریا تحت بررسی قرار گرفته است (Donald and McNeil, 2005). قارچ *B. bassiana* دامنه وسیعی از حشرات را آلوده می‌کند. این قارچ از گذشته تا کنون علیه دامنه وسیعی از آفات در نقاط مختلف جهان استفاده شده است از جمله سرخرطومی سیب‌زمینی (*Pierce, Premnotrypes latithorax*) (1914) در پرو، کرم ساقه‌خوار سیب‌زمینی (*Hypothenemus hampei* Ferrari, 1867) در کلمبیا، سوسک کلرادو (*Leptinotarsa decemlineata*) (Say, 1824) در اروپا، سرخرطومی غوزه پنبه (*Anthonomus grandia* Germar, 1817) و سفیدبالک پنبه (*Bemisia tabaci* Gennadius, 1889) در ایالات متحده آمریکا، گونه‌های سن گندم (*Eurygaster SPP* در خاورمیانه، بید کلم (*Plutella xylostella* Linnaeus, 1758) در مالزی، سوسک چوبخوار کاج (*Monochamus alternates* Hope, 1842) در ژاپن، کرم کاج (*Dendrolimus punctatus*) (Walker, 1855) و کرم ساقه خوار اروپایی ذرت (*Ostrinia nublailis* Hubner, 1796) در چین استفاده شده است (Asadpour et al. 2010). مطالعات نشان داده‌اند که بیماری‌گری سویه‌های *B. bassiana* با تولید متابولیت‌های سمی داخل بدن، آنزیم‌های

سویه با دو روش فوق بر درصد تلفات لاروی و درصد شفیره شدن بررسی شده است.

مواد و روش‌ها

پرورش آزمایشگاهی پروانه برگخوار چمن

جمعیت کرم برگخوار چمن از فضای سبز آلوده به این آفت جمع آوری و بعد از ظهور حشرات کامل، به آزمایشگاه سیستماتیک دانشگاه شهید چمران اهواز تحویل داده شد با بررسی خصوصیات ریخت‌شناسی و استفاده از ژنیتالیای آفت، توسط دکتر مهدی اسفندیاری تا حد گونه شناسایی شد (Brown and Dewhurst 1975). لاروهای جمع‌آوری شده در دمای 25 ± 1 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 60 ± 5 درصد و تناوب نوری ۱۶ ساعت روشنایی و هشت ساعت تاریکی روی برگ چمن اسپورت (۳۵٪ *Lolium perenne* Bokser، ۴۵٪ *perenne* Ultra، ۱۰٪ *Festuca rubra* Reverent، ۱۰٪ *Poa pratensis*) پرورش یافت. برای پرورش لاروها از ظروف پلاستیکی از جنس پلی‌پروپیلن به ابعاد $19/5 \times 24/5 \times 17$ سانتی‌متر استفاده شد روی این ظرف با پارچه ململ پوشانده شد. در هر ظرف ۱۰۰ عدد لارو نگهداری شد. برگ‌های چمن نیز هر ۲۴ ساعت تعویض شد و برای ایجاد تهویه لازم هر ۲۴ ساعت این پوشش برداشته‌شده و هوادهی انجام گرفت. برای نگهداری و تخم‌گیری از حشرات کامل، از ظروف استوانه‌ای پلاستیکی از جنس پلی‌پروپیلن به قطر چهار سانتی‌متر و ارتفاع پانزده سانتی‌متر استفاده شد. برای تغذیه شب‌پره‌ها از محلول آب و عسل به غلظت ۲۰٪ استفاده شد و در ظروف پرورش، کاغذهای نواری برای تخم‌گیری گذاشته شد. کاغذ حاوی دسته تخم گذاشته شده توسط شب‌پره ماده بوسیله قیچی جدا شد و تا زمان خروج لارو در پتری‌دیش به قطر نه سانتی‌متر نگهداری شد.

تهیه و کشت قارچ بیمارگر حشرات

دو سویه از قارچ *B. bassiana* (IRAN440C) و (IRAN441C) از مجموعه کشت‌های زنده قارچی در

تخریب‌کننده کوتیکول و آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و گسترش فعال قارچ در داخل میزبان که منجر به گرسنگی فیزیولوژیکی میزبان می‌شود، مرتبط است (Quesada-Moraga and Vey, 2003; Zimmermann, 2007; Ortiz-Urquiza et al. 2010, 2015).

در بررسی‌های پیشین، در بین عوامل بیمارگر حشرات، قارچ‌ها به عنوان کارآمدترین و موثرترین عامل میکروبی روی حشرات شناخته شده‌اند (Mantzoukas and Eliopoulos 2020). (Wraight et al. 2010). زهرآگینی ۴۳ سویه مختلف *B. bassiana* را علیه آفات مختلف پروانه‌ای شامل *Plutella xylostella* (Linnaeus)، *Ostrinia nubilalis* (Hübner)، *Spodoptera Helicoverpa zea* (Boddie) و *Spodoptera exigua* (J.E. Smith) بررسی کردند.

توانایی بیمارگری سویه‌های مختلف *B. bassiana* روی شب‌پره‌های مختلف از جنس *Spodoptera* شامل کرم برگخوار پنبه (*Spodoptera litura* (F.)) (et al. 2010; Wibawanti and Herminanto, 2010; Kaur et al. 2011; Moorthi et al. 2011; Petlamul and Prasertsan 2012; Indriyanti et al. 2017; Ismail et al. 2017) (Malarvannan al. 2017)، کرم برگخوار مصری پنبه (*Spodoptera littoralis* (Boisduval) Sánchez-) (Rodríguez et al. 2018)، کرم برگخوار چغندر (Rodríguez et al. 2018)، *exigua* (Wraight et al. 2010; El Hussein, 2019)، و کرم برگخوار پاییزه (*S. frugiperda*) (Wraight et al. 2010; Ngangambe and Mwatawala 2020; Ramanujam et al. 2020) مورد بررسی قرار گرفته است که نتایج آن‌ها حاکی از قدرت بیماری‌زایی زیاد آن می‌باشد. با وجود این، مطالعه کارایی و کارآمدی قارچ *B. bassiana* علیه آفت *S. cilium* و عملکرد کنترلی این آفت توسط قارچ‌های بیمارگر تا کنون مورد بررسی قرار نگرفته است. در این بررسی، دو سویه از این قارچ روی لارو برگخوار چمن با دو روش غوطه‌وری لارو در سوسپانسیون اسپور و آغشته‌سازی برگ چمن با سوسپانسیون اسپور، مورد ارزیابی قرار گرفته است. فعالیت زیستی دو سویه به ویژه در غلظت‌های کشنده روی لارو سنین دوم و چهارم برگخوار چمن در شرایط گلخانه و شرایط صحرائی و ارزیابی زهرآگینی این دو

سوسپانسیون پایه نیز از فرمول $C_1V_1=C_2V_2$ استفاده شد. در روش غوطه‌وری لارو در سوسپانسیون و آغشته‌سازی چمن با سوسپانسیون تهیه شده از سه غلظت 5×10^5 ، 10^6 و 5×10^6 اسپور در میلی‌لیتر جهت بررسی میزان تلفات لارو سن دوم و چهارم در شرایط آزمایشگاهی استفاده شد. در آزمایش مزرعه ایی از سه غلظت 5×10^6 ، 10^7 ، 8×10^7 اسپور در میلی‌لیتر استفاده شد.

اثر قارچ *Beauveria bassiana* روی لاروهای *Spodoptera ciliatum* به روش غوطه‌وری لاروها در شرایط آزمایشگاهی

آزمایش‌ها بر اساس روش (El Husseini 2019) با کمی تغییر انجام شد. ابتدا لاروهای سن دوم و چهارم، که همزمان از تخم تفریح شده بودند، به مدت ده ثانیه در هر یک از غلظت‌های سوسپانسیون اسپور (5×10^5 ، 10^6 و 5×10^6 اسپور در میلی‌لیتر) دو سویه قارچی به صورت جداگانه غوطه‌ور گشتند. لاروها پس از غوطه‌وری با کمک قلم مو به آرامی در داخل ظروف یکبار مصرف پلاستیکی به ابعاد $11 \times 9 \times 3$ سانتی متر که حاوی برگ‌های چمن بودند، قرار گرفتند. اطراف ظروف حاوی سوراخ‌های ریزی است که با سوزن تعبیه شد تا عمل تهویه به سهولت انجام گیرد. ظروف حاوی برگ و لارو پس از برچسب زنی در ژرمیناتور قرار گرفتند ژرمیناتور در دمای 25 ± 1 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 60 ± 5 درصد، با دوره نوری ۱۶ : ۸ ساعت (روشنایی: تاریکی) تنظیم شد. هر تیمار در سه تکرار و هر تکرار ۱۵ لارو استفاده شد. همچنین، در تیمار شاهد مایع غوطه‌وری آب مقطر حاوی 0.1% توپین ۸۰ بود. در هر تیمار، نسبت تلفات لاروهای سن دو و چهار با مقایسه تعداد لاروهای مرده با تعداد کل لاروهای که در ابتدا در هر تکرار بکار رفته شد، محاسبه گردید. همچنین، سایر داده‌های مربوط به تاثیر قارچ بیمارگر شامل داده‌های مربوط به میانگین درصد تلفات لارو سن دوم و چهارم، و میانگین درصد شفیره شدن نیز محاسبه شدند.

موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور (IRAN) تهیه شد. ریخت‌شناسی کلی این جدایه‌ها روی محیط غذایی سیب‌زمینی- دکستروز - آگار (PDA) با شرح سویه تایپ این گونه انطباق داشت (Vuillemin 1912). پرگنه سویه IRAN440C، با منشأ اصفهان، در ابتدا سفید و پس از گذشت زمان و اسپورزایی به رنگ زرد کم‌رنگ دیده شد. پرگنه سویه IRAN441C، با منشأ سراوان، در ابتدا سفید و به تدریج با اسپورزایی صورتی‌رنگ شد. این سویه‌ها روی PDA تجدید کشت و برای اسپورزایی در انکوباتور در دمای ۲۷ درجه سلسیوس و دوره نوری ۱۶ : ۸ ساعت (روشنایی: تاریکی) نگهداری شدند، بعد از ۱۵ روز، این کشت‌ها جهت تهیه سوسپانسیون اسپور استفاده شد.

تهیه سوسپانسیون قارچ

تهیه سوسپانسیون قارچ بر اساس روش (Dhawan and Joshi 2017) انجام شد. به این ترتیب که مقدار ۱۰ میلی‌لیتر محلول 0.1% توپین ۸۰ درون ظروف پتری حاوی کشت‌های ۱۵ روزه قارچ ریخته شده و اسپورها با استفاده از قلم مو سترون به آرامی از سطح پرگنه وارد فاز مایع شدند. سوسپانسیون حاصله از ظروف پتری به داخل لوله‌های آزمایش سترون جمع‌آوری و به مدت چند دقیقه با استفاده از ویراتور تکان داده شدند (سوسپانسیون پایه). بخشی از سوسپانسیون پایه با روش ترقیق متوالی^۱ رقیق شد و غلظت‌ها با استفاده از لام گلبول شمار (Neubauer) بر اساس تعداد اسپور در هر میلی‌لیتر تعیین شد. در این روش، پس از تهیه اسلاید میکروسکوپی از سوسپانسیون رقیق شده روی لام گلبول شمار، تعداد اسپور در چهار مربع کوچک گوشه‌ها و وسط (200×200 میکرومتر) واقع شده در مربع بزرگ میانی (1×1 میلی‌متر) شمارش شد و بر اساس فرمول ذیل تعداد اسپور در میلی‌لیتر بدست آمد:

$$\text{تعداد اسپور در میلی‌لیتر} = \text{تعداد اسپور شمارش شده} \times 5 \times 10^4$$

برای تهیه غلظت‌های مورد استفاده در آزمایش از

تعیین درصد خسارت از روش سراج (Seraj, 2011) استفاده شد و برای این منظور نسبت مساحت خسارت دیده به مساحت کل کرت محاسبه شد. لکه‌های کچلی و فاقد چمن در هر کرت به صورت دایره، مربع یا مستطیل در نظر گرفته شد و مساحت این لکه‌ها در همه کرت‌ها در روزهای ذکر شده اندازه‌گیری شد. سپس، به مساحت کل (۱/۵ متر مربع) نسبت گرفته شد و به صورت درصدی از کل گزارش شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

در صورت وجود تلفات در تیمار شاهد، اصلاح داده‌ها با فرمول آبوت صورت گرفت (آبوت^۲، ۱۹۲۵) نرمال بودن داده‌ها توسط آزمون Shapiro-Wilk مورد بررسی قرار گرفت. داده‌هایی که توزیع نرمال نداشتند، با تغییر شکل داده‌ها به \sqrt{X} Arcsin دارای توزیع نرمال جهت ورود به تجزیه و تحلیل آماری شدند. تجزیه واریانس داده‌ها در آزمایشگاه فاکتوریل با طرح پایه کاملاً تصادفی و بررسی‌های مزرعه‌ای در قالب آزمایش فاکتوریل با پایه بلوک‌های کامل تصادفی با استفاده از نرم افزار SPSS16 انجام شد. مقایسه میانگین با استفاده از آزمون توکی^۳ (HSD-test) در سطح احتمال آماری ۵ درصد انجام شد (SPSS, 2007).

نتایج

اثر قارچ *Beauveria bassiana* روی لاروهای

Spodoptera ciliium در شرایط آزمایشگاهی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های مربوط به تلفات لاروهای سن دوم و چهارم *S. ciliium* با غلظت‌های مختلف از هر سویه نشان داد که بین درصد تلفات لاروها در غلظت‌های مختلف از هر سویه اختلاف معنی‌دار وجود دارد (جدول ۱ و ۲). این نتایج نشان داد که سویه IRAN440C در غلظت 5×10^6 اسپور در میلی‌لیتر بیشترین درصد تلفات (۵۱/۱ درصد) و سویه IRAN441C در غلظت 5×10^5 اسپور در میلی‌لیتر، کمترین درصد تلفات را در جمعیت

اثر قارچ *Beauveria bassiana* روی لاروهای *Spodoptera ciliium* به روش آغشته‌سازی برگ به

سوسپانسیون اسپور در شرایط آزمایشگاهی

آزمایش بررسی اثر قارچ *B. bassiana* روی لاروهای *S. ciliium* به روش آغشته‌سازی برگ به روش (Zibae et al. 2017, Ismail et al. 2013) با کمی تغییر انجام شد. در این روش برگ‌های چمن در سوسپانسیون قارچ در غلظت‌های تهیه شده فوق به مدت ده ثانیه فرو برده و برگ‌های تیمار شده در مجاورت هوا خشک شده و بر روی دستمال کاغذی مرطوب از قبل تعیبه شده در داخل ظروف یکبار مصرف پلاستیکی به ابعاد $3 \times 9 \times 11$ سانتی‌متر قرار گرفتند. سپس لاروهای سن دو و چهار لاروی روی چمن‌های تیمار شده با غلظت‌های متفاوت قارچی رها سازی شدند، هر تیمار در سه تکرار و هر تکرار ۱۵ لارو استفاده شد. تلفات لاروها تا تبدیل شدن تمامی آن‌ها به سفیره و سایر شاخص‌های ارزیابی آزمایش همانند روش غوطه‌وری ثبت شد.

اثر قارچ *Beauveria bassiana* روی لاروهای

Spodoptera ciliium در شرایط مزرعه

آزمایش مزرعه‌ای در خرداد ماه سال ۱۳۹۸ در فضای سبز شهری دوگنبدان، استان کهگیلویه و بویراحمد اجرا شد. در این آزمایش، از هر سویه قارچی سه غلظت 5×10^6 ، 10^7 ، 8×10^7 اسپور در میلی‌لیتر استفاده شد. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی انجام شد. برای هر غلظت از هر سویه، ۹ کرت با اندازه $1 \times 1/5$ متر در چمن فضای سبز توسط پایه‌های چوبی رنگ شده، علامت گذاری و کرت بندی شد. سپس سمپاش پستی تلمبه‌ای، کالیبره شد و مشخص شد برای هر تیمار ۱/۵ لیتر سوسپانسیون اسپور برای پاشش کرت‌ها مورد نیاز است. برای تیمار شاهد از ۱/۵ لیتر آب مقطر حاوی ۱/۱۰۰ توپین ۸۰ استفاده شد. قبل از پاشش سوسپانسیون و پس از اینکه کرت‌های هر تیمار مشخص شدند، ابتدا درصد خسارت در هر کرت یادداشت شد و بعد از پاشش، نمونه برداری از سطح خسارت‌دیده کرت‌ها، ۱، ۳، ۵، ۹، ۱۳ و ۱۷ روز پس از محلول‌پاشی صورت گرفت.

وری برگ، بیشترین درصد تبدیل شدن لارو به شفیره در غلظت 5×10^5 اسپور در میلی‌لیتر سویه‌های IRAN440C و IRAN441C، ۱۰ روز پس از تیمار مشاهده شد که با تیمار شاهد تفاوت معنی داری نداشت (جدول ۳). در صورتی‌که در لارو سن چهارم، در روش غوطه‌وری لارو غلظت 5×10^5 اسپور در میلی‌لیتر سویه IRAN441C، ۶ روز پس از تیمار و در روش غوطه‌وری برگ غلظت 5×10^5 اسپور در میلی‌لیتر سویه‌های IRAN440C و IRAN441C، بیشترین درصد ظهور شفیره گزارش شد و با تیمار شاهد تفاوت معنی داری نداشتند.

اثر قارچ *Beauveria bassiana* در کاهش خسارت *Spodoptera cilium* در شرایط مزرعه

نتایج نشان داد بین غلظت‌های مختلف اسپور از نظر آماری اختلاف وجود دارد. در زمان یک روز پس از محلول‌پاشی تفاوت معنی‌داری بین تیمارها مشاهده شد ($F_{6,56} = 28.01, P < 0.001$). در مدت زمان ۳ روز ($F_{6,56} = 21.0, P < 0.001$) و ۵ روز ($F_{6,56} = 25.0, P < 0.001$) پس از محلول‌پاشی نیز تفاوت معنی‌داری بین تیمارها مشاهده شد و سویه‌های قارچ هنوز تاثیری در کاهش خسارت کرم برگ‌خوار چمن نسبت به تیمار شاهد نداشتند. با گذشت زمان و در ۹ روز پس از محلول‌پاشی کاهش خسارت در برخی کرت‌ها مشاهده شد، به طوری‌که غلظت 8×10^7 اسپور در میلی‌لیتر سویه IRAN441C به طور معنی‌داری بیشتر از سایر تیمارها باعث کاهش درصد خسارت شد ($F_{6,56} = 46.0, P < 0.001$). درصد خسارت در این تیمار، ۱۳ روز پس از محلول‌پاشی به ۱۴/۲ درصد رسید ($F_{6,56} = 114.0, P < 0.001$). با گذشت زمان، و ۱۷ روز پس از محلول‌پاشی درصد خسارت به طور معنی‌داری در غلظت 8×10^7 اسپور در میلی‌لیتر سویه IRAN441C به ۱/۱ درصد و در غلظت 10^7 اسپور در میلی‌لیتر سویه IRAN441C به ۹/۶ درصد رسید. هر چند در سایر تیمارها نیز درصد خسارت روند کاهش نشان داد ($F_{6,56} = 218.0, P < 0.001$). (شکل ۱).

لاروهای سن دو و چهار به دو روش غوطه‌وری لاروها و آغشتگی برگ‌ها به سوسپانسیون اسپور، ایجاد کرد. سویه IRAN440C در غلظت 5×10^6 اسپور در میلی‌لیتر، ۴۴/۴ تا ۵۱/۱ درصد تلفات لاروهای سن دو و چهار لاروی *S. cilium* را ایجاد کرد.

نتایج نشان می‌دهد که کرم برگ‌خوار چمن با هر دو روش غوطه‌وری لاروها و آغشتگی برگ‌ها با سوسپانسیون قارچ، تحت تاثیر غلظت‌های مختلف قارچ بیمارگر قرار گرفته و تلفات لاروی داشته است اما در روش غوطه‌وری درصد تلفات لاروی بالاتر است برای مثال، سویه IRAN440C در غلظت 5×10^6 اسپور در میلی‌لیتر روی لارو سن دو، در روش غوطه‌وری لاروها ۴۴/۴ درصد و در روش آغشتگی برگ‌ها ۳۷/۷ درصد تلفات داشت؛ سویه IRAN441C در غلظت 5×10^6 اسپور در میلی‌لیتر روی لارو سن چهارم، در روش غوطه‌وری لاروها ۳۷/۷ درصد و در روش آغشتگی برگ‌ها ۲۲/۲ درصد تلفات داشت؛ سویه IRAN440C در غلظت 5×10^6 اسپور در میلی‌لیتر، در هر دو روش غوطه‌وری لاروها و آغشتگی برگ‌ها به میزان یکسانی، ۵۱/۱ درصد تلفات در سن چهار لاروی داشتند و سویه IRAN441C در غلظت 5×10^6 اسپور در میلی‌لیتر روی لارو سن چهارم، در روش غوطه‌وری لاروها ۴۲/۲ درصد و در روش آغشتگی برگ‌ها ۴۴/۴ درصد تلفات داشت. میزان تلفات در لارو سن دو و چهار، در سویه IRAN440C بالاتر از ایزوله IRAN441C است.

اثر قارچ *Beauveria bassiana* بر درصد شفیره شدن لاروهای *Spodoptera cilium* در شرایط آزمایشگاهی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های مربوط به درصد شفیره شدن لاروهای سن دوم و چهارم *S. cilium* تیمار شده با غلظت‌های مختلف سوسپانسیون اسپور از هر سویه نشان داد که بین درصد شفیره شدن لاروها در غلظت‌های مختلف از هر سویه اختلاف معنی‌دار وجود دارد (جدول ۳ و ۴). نتایج نشان داد که در هر دو روش غوطه‌وری لاروهای سن دوم و غوطه-

بحث

شدند. مشاهدات صورت گرفته در طول این پژوهش نشان داد که یک دوره زمانی ۳-۴ روزه تا شروع تلفات لاروی ناشی از قارچ بیماری‌زا *B. bassiana* وجود دارد، همچنین Malarvannan et al. (2010) تاخیر زمانی سه تا هفت روزه را تا شروع تلفات در جمعیت لاروهای *S. litura* تیمار شده با *B. bassiana* مشاهده کردند (Malarvannan et al. 2010). Wraight et al. (2010) در بررسی زهرآگینی ۴۳ سویه مختلف *B. bassiana* بیان کردند که گونه *S. frugiperda* حساسیت کمتری به همه سویه‌های قارچ بیماری‌زا *B. bassiana* نشان داد و حساسیت گونه *S. exigua* از همه گونه‌های حشرات بیشتر بود. بنابراین، حساسیت گونه‌های مختلف جنس *Spodoptera* نسبت به *B. bassiana* می‌تواند متفاوت باشد.

با توجه به نتایج مطالعه حاضر، کارایی هر دو سویه *B. bassiana* روی هر دو سن لاروی *S. cilium* در روش غوطه‌وری لارو بیشتر از غوطه‌وری برگ بود. Zibae et al. (2013) زهرآگینی *B. bassiana* را به دو روش غوطه‌وری لارو و برگ علیه لارو برگخوار شب پره سفید درختان (*Hyphantria cunea* (Drury)) بررسی کردند. ایشان بیان کردند که با افزایش غلظت، درصد تلفات لارو افزایش نشان داد و بیشترین تلفات (۷۶ درصد) در غلظت 10^7 اسپور در میلی‌لیتر و روش غوطه‌وری لارو گزارش شد. در مطالعات حاضر نیز، درصد تلفات لاروهای *S. cilium* در روش غوطه‌وری لارو به طور معنی‌داری بیشتر از غوطه‌وری برگ بود. در پژوهش دیگری، Ismail et al. (2017) زهرآگینی قارچ بیماری‌زا *B. bassiana* را به تنهایی (غلظت $10^6 \times 1/3$ اسپور در میلی‌لیتر) و در تلفیق با حشره‌کش‌های شیمیایی اماکتین بنزوات، فلوبندیامید و کلران ترانیلی‌برول با به دو روش غوطه‌وری لارو و برگ در کنترل لاروهای سن دوم و چهارم *S. litura* مورد بررسی قرار دادند. تلفیق *B. bassiana* با حشره‌کش کلران ترانیلی‌برول کنترل بیشتری نسبت به کاربرد قارچ به تنهایی داشت و بیشترین تلفات را ایجاد کرد. روش غوطه‌وری لارو کارایی بیشتری در کنترل *S. litura* نسبت به غوطه‌وری برگ داشت.

آزمایش حاضر نشان داد که درصد تلفات لاروهای تیمار شده با قارچ *B. bassiana* با افزایش غلظت و مدت زمان تیمار به طور معنی‌داری افزایش نشان داد. Safavi et al. (2009) اثر غلظت‌های 10^4 ، 10^5 ، 10^6 ، 10^7 و 10^8 اسپور در میلی‌لیتر از قارچ *B. bassiana* را علیه لارو سن سوم *O. nubilalis* به روش غوطه‌وری لارو مورد مطالعه قرار دادند. ایشان بیان کردند درصد تلفات لارو با افزایش غلظت افزایش یافت. سویه BEH بیشترین تلفات (۵۷/۶۷ درصد) را روی لاروها ایجاد کرد، در صورتی‌که در بیشترین غلظت مورد استفاده سایر سویه‌های مورد آزمایش شامل DEBI007 (۵۳/۴۳ درصد)، EVIN I (۴۲/۶۷ درصد)، تلفات لاروها به طور معنی‌داری کاهش یافت. پس از آن‌ها سویه‌های DEBI002، EVIN II و DEBI008 زهرآگینی بسیار کمتری روی لاروهای *O. nubilalis* داشتند.

در یک مطالعه (Wibawanti and Herminanto, 2010)، قدرت بیماری‌زایی قارچ *B. bassiana* برای کنترل *S. litura* روی سویا و موثرترین غلظت قارچ برای کنترل آن بررسی شود. نتیجه این تحقیق نشان داد که قارچ *B. bassiana* قدرت کنترل این آفت روی سویا را دارد. بالاترین غلظت مورد استفاده (12 gL^{-1}) مایه قارچی باعث کاهش ۵۶/۶۷ درصد لارو سن چهارم شد. همچنین اذعان شد که این قارچ می‌تواند طول دوره رشدی لاروها را طولانی‌تر کند (Wibawanti and Herminanto, 2010). مطالعات حاضر با نتایج این پژوهش‌ها مطابقت دارد و غلظت 5×10^6 از هر دو سویه مورد نیاز است تا به طور معنی‌داری باعث کنترل لاروهای سن دوم و چهارم کرم برگخوار شوند. نتایج تحقیقات Malarvannan et al. (2010) در ارزیابی آزمایشگاهی کارایی قارچ *B. bassiana* در کنترل *S. litura* نشان داد که در تیمار قارچ با بالاترین غلظت ($10^7 \times 4/2$ اسپور در میلی‌لیتر)، طول دوره رشدی لارو، وزن لارو، و درصد شفیره‌های تشکیل شده کاهش یافت. همچنین نتایج نشان داد که در این غلظت، ۷۵ درصد شفیره‌ها از بین رفته و تنها ۲۵ درصد جمعیت شفیره‌ها به حشره بالغ تبدیل

مزرعه ذرت مورد بررسی قرار دادند. نتایج ایشان نشان داد که سویه‌های Ma-35 و Bb-45 در سال ۲۰۱۸ به ترتیب باعث ۶۸ و ۶۹ درصد کاهش خسارت و ۵۵ و ۶۲ درصد افزایش عملکرد ذرت در شرایط مزرعه‌ای شدند. هیچ گونه سابقه تحقیقاتی پیرامون بررسی کارایی سویه‌های ایرانی *B. bassiana* بر روی کرم برگ‌خوار چمن موجود نمی‌باشد و در تحقیق حاضر این سویه‌ها برای نخستین بار بر روی آفت مذکور مورد آزمایش قرار گرفت. نتایج نشان داد که سویه *B. bassiana* IRAN440C موثرترین سویه از لحاظ زهرآگینی و ایجاد درصد تلفات بالا در جمعیت لاروهای برگ‌خوار چمن در مقایسه با سویه IRAN441C داشته است.

نتیجه‌گیری کلی

سویه‌های مورد استفاده در این پژوهش توانایی کشندگی خیلی خوبی روی جمعیت مورد استفاده از کرم برگ‌خوار چمن داشتند. این سویه‌ها از قارچ بیماری‌گر *B. bassiana* با شرایط چمن سازگار هستند و به دلیل اینکه این آفت در سطح روبی خاک و درون ریزوم‌های چمن قرار دارد شرایط رطوبتی مناسبی برای قارچ بیماری‌گر فراهم می‌گردد که این ویژگی نیز می‌تواند مطلوب بودن کاربرد قارچ‌های بیماری‌گر را در راستای برنامه مدیریت تلفیقی کرم برگ‌خوار چمن را نشان می‌دهد. هر چند مطالعات بیشتری روی کارایی سایر قارچ‌های بیماری‌گر در کنترل کرم برگ‌خوار چمن، *S. cilium* برای تایید این موضوع نیاز است.

سپاسگزاری

نویسندگان از دانشگاه شهید چمران اهواز به دلیل حمایت از این پژوهش کمال تقدیر را دارد.

در مطالعه *Indriyanti et al.* (2017) اثرات غلظت‌های مختلف *B. bassiana* در تلفات لارو *S. litura* بررسی شد. نتایج نشان داد که کاربرد *B. bassiana* با غلظت هشت گرم مایه قارچی در ۱۰۰ میلی‌لیتر در ایجاد تلفات لارو *S. litura* از غلظت‌های دیگر موثرتر است. در یک مطالعه دیگر *El Husseini* (2019)، اثر یک سویه از قارچ *B. bassiana* در برابر لاروهای برگ‌خوار چغندر، *S. exigua* بررسی شد. در این بررسی، تلفات با افزایش غلظت اسپورها افزایش یافت و لاروهای سن سوم نسبت به لاروهای سن چهارم حساسیت بیشتری به اسپور *B. bassiana* نشان دادند. همچنین این قارچ در غلظت 6×10^7 اسپور در میلی‌لیتر باعث ۷۰-۵۴/۵ درصد تلفات جمعیت لاروی شد (*El Husseini, 2019*). اسپری پاشی مستقیم محلول سوسپانسیون *B. bassiana* روی لاروهای سن دوم و سوم *P. xylostella* باعث افزایش چسبندگی اسپورها به سطح بدن حشرات و افزایش زهرآگینی آن می‌شود. در صورتی که درصد تلفات لاروها در روش غوطه‌وری برگ نسبت به روش اسپری روی لارو به طور معنی‌داری کمتر گزارش شد (*Shehzad et al. 2021*). بنابراین، در مطالعه حاضر تلفات بیشتر لاروها در روش غوطه‌وری لارو نسبت به روش آغشته‌سازی برگ می‌تواند به دلیل مکانیسم عمل قارچ‌های بیماری‌گر حشرات و چسبندگی بیشتر اسپورها به سطح بدن حشرات باشد.

نتایج ما نشان داد که سویه IRAN441C قارچ *B. bassiana* به طور چشمگیری با گذشت زمان باعث کاهش خسارت کرم برگ‌خوار چمن شد. (*Ramanujam et al.* (2020) کارایی سویه‌های مختلف *B. bassiana*، *Metarhizium anisopliae* و *Metarhizium rileyi* را برای کنترل و کاهش خسارت *S. frugiperda* در

REFERENCES

1. Abood, F., Bajwa, G. A., Ibrahim, Y. B., and Sajap, A. S. (2010). Pathogenicity of *Beauveria bassiana* against the Tiger moth, *Atteva sciodoxa* (Lepidoptera: Yponomeutidae). *Journal of Entomology*, 7(1), 19-32.
2. Asadpour, M., Zafari, D., and Zare, R. (2010). Hyphomycetes fungi isolated from insects and their pathogenic effects on Colorado beetle in Hamedan. *Journal of Plant Protection (Agricultural Sciences and Industries)*, 24(4), 465-470. (In Farsi).

3. Barbarin, A. M., Jenkins, N. E., Rajotte, E. G., and Thomas, M. B. (2012). A preliminary evaluation of the potential of *Beauveria bassiana* for bed bug control. *Journal of Invertebrate Pathology*, 111 (1), 82–85.
4. Baskar, K., and Ignacimuthu, S. (2012). Antifeedant, larvicidal and growth inhibitory effects of ononitol monohydrate isolated from *Cassipourea* L. against *Helicoverpa armigera* (Hub.) and *Spodoptera litura* (Fab.) (Lepidoptera: Noctuidae). *Chemosphere*, 88, 384–388.
5. Brown, E. and Dewhurst C. (1975). The genus *Spodoptera* (Lepidoptera, Noctuidae) in Africa and the near east. *Bulletin of Entomological Research*, 65(2), 221-262.
6. Demirezer, P. (2006). Balcalı (Adana)' da farklı habitatlardaki gece aktif Lepidoptera türleri ve biyolojik çeşitliliği üzerinde araştırmalar. Cukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü [Studies on lepidopteran species (moths) in different habitats and their biodiversity in Balcalı (Adana)] (Unpublished master's thesis). Adana, Turkey.
7. Dhawan, M. and Joshi N. (2017). Enzymatic comparison and mortality of *Beauveria bassiana* against cabbage caterpillar *Pieris brassicae* Linn. *Brazilian Journal of Microbiology*, 48(3), 522-529.
8. Donald, G., and McNeil, Jr. (2005). Fungus Fatal to Mosquito May Aid Global War on Malaria. The New York Time.
9. El Hussein, M. M. (2019). Effect of the fungus, *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin, on the beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Hübner) larvae (Lepidoptera: Noctuidae), under laboratory and open field conditions. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 29, 52-57.
10. Fibiger, M., and Hacker, H. (2007). *Amphipyridae, Condidinae, Eriopinae, Xyleninae* (PART) Noctuidae Europaeae. Vol. 9. Entomological Press, Soro, Denmark, 358 pp.
11. Gulcua, B., Ulugb, D., Hazirc, C., Karagozd, M., and Hazirb, S. (2014). Biological control potential of native entomopathogenic nematodes (Steinernematidae and Heterorhabditidae) against *Spodoptera ciliium* (Lepidoptera: Noctuidae) in turfgrass. *Biocontrol Science and Technology*, 24(8), 965-970.
12. Hazir, S. Kaya, H. K., Stock, S. P., and Keskin, N. (2003). Entomopathogenic nematodes (Steinernematidae and Heterorhabditidae) for biological control of soil pests. *Turkish Journal of Biology*, 27, 181–202.
13. Heinrichs, E. A., and Barrion, A. T. (2004). Rice-feeding insects and selected natural enemies in West Africa: Biology, ecology, identification. Los Baños: *International Rice Research Institute and Abidjan (Côte d'Ivoire): WARDA–The Africa Rice Center*. 243 p.
14. Indriyanti, D. R. Mahmuda, S. Slamet, M. (2017). Effect of *Beauveria bassiana* doses on *Spodoptera litura* mortality. *International Journal of Scientific and Technology Research*, 6(09), 206-210.
15. Ismail, M., W. Wakil, N. H. Bashir, W. Hassan, and U. Muhammad. 2017. Entomocidal effect of entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* and new chemistry insecticides against *Spodoptera litura* (Fabricius)(Noctuidae: Lepidoptera) under controlled conditions. *International Journal of Agriculture Innovations and Research*, 5, 2319-1473
16. Kaur, S., H. P. Kaur, K. Kaur, and A. Kaur. (2011). Effect of different concentrations of *Beauveria bassiana* on development and reproductive potential of *Spodoptera litura* (Fabricius). *Journal of Biopesticides*, 4, 161.
17. Kitching, I. J., and Rawlins, J. E. (1999). The Noctuoidea. In: Kristensen, N.P. (Ed.), *Handbook of Zoology: Lepidoptera: Moths and butterflies* (Vol.1.). pp. 355-401.
18. Klingen, I., Eilenberg, J., and Meadow, R. (2002). Effects of farming system, field margins and bait insect on the occurrence of insect pathogenic fungi in soils. *Agriculture Ecosystem, and Environment*, 91, 191–198.
19. Kravchenko, V. D., Fibiger, M., Mooser, J., Junnila, A., and Müller, G. C. (2008). The tribes prodeniini and caradrinini of israel (Lepidoptera: Noctuidae, Xyleninae). *SHILAP Revista de Lepidopterologia*, 36, 133–143.
20. Malarvannan, S., Murali, P. D., Shanthakumar, S. P., Prabavathy, V. R., and Nair, S. (2010). Laboratory Evaluation of the Entomopathogenic fungi, *Beauveria bassiana* Against the Tobacco Caterpillar, *Spodoptera litura* (Fab.)(Noctuidae: Lepidoptera). *Journal of Biopesticides*, 3(1), 126-131.
21. Mantzoukas, S. and Eliopoulos P. A. (2020). Endophytic entomopathogenic fungi: A valuable biological control tool against plant pests. *Applied Sciences*, 10(1), 360-373.
22. Mekhlif, A. F. (2007). Efficacy of enriched melia and zedarach L. extract on immature stages of the pest *Spodoptera ciliium* latebros (Guerine) (Lepidoptera: Noctuidae). *Tikrit Jourtnl of Pltarmnceulical Sciences*, 3(1), 63 – 65.

23. Moorthi, P. V., C. Balasubramanian, and Kubendran, T. (2011). Efficacy of local isolates of *Beauveria bassiana* against *Spodoptera litura* (F.)(Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Biological Control*, 25, 22-25.
24. Ngangambe, M. H., and Mwatawala, M. W. (2020). Effects of entomopathogenic fungi (EPFs) and cropping systems on parasitoids of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) on maize in eastern central, Tanzania. *Biocontrol Science and Technology*, 30, 418-430.
25. Ortiz-Urquiza, A. Luo, Z. and Keyhani, NO. (2015). Improving mycoinsecticides for insect biological control. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 99(3), 1057–1068.
26. Ortiz-Urquiza, A. Riveiro-Miranda, L. Santiago, A. Alvarez, C. and QuesadaMoraga, E. (2010). Insect-toxic secreted proteins and virulence of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana*. *Journal of Invertebrate Pathology*, 105(3), 270–278.
27. Petlamul, W., and Prasertsan, P. (2012). Evaluation of strains of *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* against *Spodoptera litura* on the basis of their virulence, germination rate, conidia production, radial growth and enzyme activity. *Mycobiology*, 40, 111-116.
28. Quesada-Moraga, E. and Vey, A. (2003). Intra-specific variation in virulence and in vitro production of macromolecular toxins active against locust by *Beauveria bassiana* and effects of in vivo and in vitro passage on these factors. *Biocontrol Science and Technology*, 13, 323–340.
29. Ramanujam, B., B. Poornesha, and A. Shylesha. 2020. Effect of entomopathogenic fungi against invasive pest *Spodoptera frugiperda* (JE Smith)(Lepidoptera: Noctuidae) in maize. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 30, 1-5.
30. Safavi, A., Kharazi, A., Rasolian, Gh, and Bandani, A. (2009). Multiple insect disease of insect fungus *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill on European corn stem borer *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Agricultural Science and Technology*, 12 (1), 21-13. In Farsi.
31. Sánchez-Rodríguez, A. R., S. Raya-Díaz, Á. M. Zamarreño, J. M. García-Mina, M. C. del Campillo, and Quesada-Moraga, E. (2018). An endophytic *Beauveria bassiana* strain increases spike production in bread and durum wheat plants and effectively controls cotton leafworm (*Spodoptera littoralis*) larvae. *Biological control*, 116, 90-102.
32. Seraj, A. A. (2011). Principles of Plant Pests Control. Ayneband, A. and Ashouri, A. (Eds.), Shahid Chamran University of Ahvaz. 754 p.
33. Shahriari Nejad, S. (2016). *Study of Noctuidae phonon in parts of Khuzestan and Kerman and identification of important pest species by barcode DNA method*. PhD Thesis, Department of Agricultural Entomology, Shahid Chamran University of Ahvaz. Pages 112-113. In Farsi
34. Shehzad, M., Tariq, M., Mukhtar, T., Gulzar, A. (2021). On the virulence of the entomopathogenic fungi, *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* (Ascomycota: Hypocreales), against the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 31, 86-93.
35. Tanada, Y., and Kaya, H. K. (1993). *Insect pathology*. Academic Press, London, pp 319–385
36. Taylor, J. E., and Riley D. G. (2008). Artificial infestations of beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctidae) used to estimate an economic injury level in tomato. *Crop Protection*, 27, 268–274.
37. Unlu, L., and Kornosor, S. (2003). Sanliurfa ilinde saptanan noctuidae (lepidoptera) familyasi turleri ve morfolojik ozellikleri [Determination of the species of noctuidae (lepidoptera) family in Sanliurfa and morphological characteristics]. *Harran University Journal of Faculty of Agriculture*, 7, 19 –28.
38. Vuillemin, P. (1912). *Beauveria*, nouveau genre de Verticilliacées. *Bulletin de la Société Botanique de France* 59, 34–40
39. Wibawanti, R., and Herminanto, D. (2010). Potensi jamur entomopagen *Beauveria bassiana* Vuill. Untuk mengendalikn ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) potency of the fungus *Beauveria bassiana* Vuill. for controlling armyworm (*Spodoptera litura* F.). *Jurnal Pembangunan Pedesaan*, 10(1), 39-46
40. Wraight, S. P., M. E. Ramos, P. B. Avery, S. T. Jaronski, and Vandenberg, J. D. (2010). Comparative virulence of *Beauveria bassiana* isolates against lepidopteran pests of vegetable crops. *Journal of Invertebrate Pathology*, 103, 186-199.
41. Zibae, I., A. R. Bandani, and Sendi, J. J. (2013). Pathogenicity of *Beauveria bassiana* to fall webworm (*Hyphantria cunea*)(Lepidoptera: Arctiidae) on different host plants. *Plant Protection Science*, 49, 169-176.
42. Zimmermann, G. (2007). Review on safety of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Beauveria brongniartii*. *Biocontrol Science and Technology*, 17, 553–596.