تحقیقات آفات گیاهی
۱۰-۱ :(۴) ۹- ۱۳۹۸

تاثیر کود فسفره در میزان آلودگی به ساقه‌خوار ذرت *Sesamia cretica* Led.

ارسلان جمشیدنیا*، پرویز فیضی سرتکلتو و رضا صادقی
گروه حشره شناسی و بیماری‌های گیاهی پردیس ابوریحان دانشگاه تهران، تهران، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۸/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۱/۱۲)

چکیده

ساقه خوار ذرت، *Sesamia cretica* Led. (Lepidoptera: Noctuidae)، یکی از آفات مهم گیاه ذرت در ایران محسوب می‌شود. به دلیل فعالیت لاروهای آفت داخل ساقه، کنترل آن با روش‌های شیمیایی مشکل است. با توجه به نقش مواد غذایی در مقاومت گیاه به آفت، کود دهی مناسب محصول می‌تواند یک روش پیشگیرانه در کنترل این آفت باشد. فسفر، یکی از عناصر ضروری مورد نیاز گیاه می‌باشد که محدود کردن آن می‌تواند عواقب شدیدی بر عملکرد سلول‌ها و در نهایت، نرخ رشد داشته باشد. در این پژوهش، تاثیر فرمولاسیون‌های مختلف فسفر بر میزان آلودگی به ساقه‌خوار ذرت در شرایط مزرعه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. آلودگی به ساقه‌خوار ذرت از طریق مرگ جوانه مرکزی و درصد ساقه آلوده بررسی شد. میزان استقرار لارو در تیمارهای مختلف در شرایط گلخانه مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد که کمترین و بیشترین میزان آلودگی جوانه مرکزی به آفت به ترتیب مربوط به تیمار فسفر آهسته‌رهش با ۱/۱۵ درصد بوته آلوده و تیمار شاهد با ۴/۵۳ درصد بوته آلوده بود. در بررسی ساقه‌ها قبل از برداشت، تیمار فسفر آهسته‌رهش با ۱۰ درصد آلودگی در مقایسه با شاهد و سایر تیمارها کاهش معنی‌داری را نشان داد. کمترین و بیشترین درصد استقرار لارو به ترتیب مربوط به تیمار فسفر آهسته‌رهش با ۱۰ درصد و تیمار شاهد با ۵۷/۵ درصد در هر بوته بود. بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق، کاربرد فرمولاسیون آهسته‌رهش کود فسفر در برنامه مدیریت ساقه‌خوار ذرت قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: ساقه‌خوار ذرت، ذرت، فسفر آهسته رهش

*نویسنده مسئول: jamshidnia@ut.ac.ir

مقدمه

ساقه‌خوار ذرت، *Sesamia cretica* Led. (Lep.: Noctuidae)، یکی از آفات مهم ذرت، سورگوم، نیشکر و غلات در ایران، منطقه مدیترانه، خاورمیانه، عربستان، پاکستان، شمال هند و شمال آفریقا می‌باشد (Kfir *et al.* 2002; Ghahramani *et al.*,2015). این آفت در نواحی مرکزی، شمالی و شمال شرقی، جنوب و جنوب غربی کشور فعالیت می‌کند (Soltani Orang *et al.*, 2014). *S. cretica* به عنوان مهم‌ترین آفت مزارع ذرت در منطقه ورامین گزارش شده است (Mirkarimi, 1987). پروانه ساقه‌خوار ذرت به گونه‌های زیادی از خانواده گندمیان حمله می‌کند، اما در بین گندمیان، ذرت دانه‌ای، ذرت خوشه‌ای، نیشکر و سودان گراس را ترجیح می‌دهد (Seraj, 2001).

این آفت ۴ تا ۶ هفته پس از ظهور ذرت به آن حمله می‌کند. خسارت به گیاهان جوان از طریق تغذیه از برگ‌های پیچ خورده راس گیاه و مریستم گیاه است که سبب مرگ جوانه مرکزی می‌شود و خسارت به ذرت‌های مسن‌تر به صورت ایجاد تونل‌های طولی در ساقه و یا تغذیه از بلال است (Ezzeldin *et al.*, 2009).

میزان خسارتی که از طریق آلودگی به آفات ساقه خوار بر محصول وارد می‌شود، کاملا قابل توجه است و بنابراین، مدیریت موثر برای ساقه‌خواران بسیار ضروری می‌باشد (Kfir *et al.*, 2002). به منظور کنترل ساقه‌خواران، حشره‌کش‌های مختلفی توصیه شده است، اما نحوه رفتار و خسارت آن‌ها به گونه‌ای است که کنترل آلودگی بسیار سخت و مشکل می‌باشد، زیرا به دلیل نفوذ لارو درون ساقه و ایجاد تونل، کارایی حشره‌کش‌ها به حداقل می‌رسد (Niazi *et al.*, 2014). علاوه بر این، کنترل حشرات از طریق استفاده از حشره‌کش‌ها، باعث آلودگی محیط زیست شده، دشمنان طبیعی را سرکوب کرده و مقاومت به آفت‌کش‌ها را در حشرات ایجاد می‌کند (Pimentel and Burgess, 2014). بنابراین با توجه به اثرات جانبی منفی زیست محیطی در ارتباط با کنترل شیمیایی، استفاده از ارقام ذرت مقاوم و ایجاد مقاومت و تحمل در ذرت، جایگزین مناسب‌تری برای کنترل شیمیایی می‌باشد (Ezzeldin *et al.*, 2009).

هر چند پژوهش‌های موجوددر زمینه عنصر فسفر محدود است، اما مشخص شده است که این عنصر برای تولید ATP و سنتز نوکلوئیک اسید (RNA و DNA) و در نتیجه تولید پروتئین، ضروری است. بنابراین محدود کردن آن می‌تواند عواقب شدیدی بر عملکرد سلول‌ها و در نهایت، نرخ رشد مصرف‌کننده داشته باشد. گیاهان، فسفر را با توجه به pH خاک به صورت دی هیدروژن فسفات یا مونو هیدروژن فسفات جذب می‌کنند. جذب به صورت دی هیدروژن فسفات در pH کمتر از۷/۲ در خاک عمومیت دارد، ولی در pH بالاتر از ۷/۲ جذب به صورت مونو هیدروژن فسفات است. فسفر به طور عمده به صورت انتشار به ریشه گیاهان انتقال می‌یابد و به عنوان مواد مغذی غیرمتحرک در خاک به شمار می‌آید که به طور عمده به صورت آبشویی از دسترس گیاه خارج یا به صورت فسفر غیر فعال در دسترس گیاه قرار نمی‌گیرد. علایم کمبود فسفر در ذرت به طور معمول منجر به کاهش رشد و کوتولگی گیاه می‌شود و اگر کمبود فسفر شدید باشد، باعث به وجود آمدن علایمی نظیر ارغوانی شدن سریع برگ‌ها طی فصل رشد و همچنین قهوه‌ای شدن قسمت نوک برگ‌ها می‌شود. در ضمن، بلال آن نیز بدشکل و بدقواره و ردیف‌های دانه در قسمت نوک بلال نامنظم می‌شود. مرحله بحرانی تغذیه ذرت یا فسفر از زمان ظهور هفتمین برگ تا ظهور گل تاجی می‌باشد، به نحوی که کمبود فسفر در این مرحله عملکرد را تا ۴۰ درصد کاهش می‌دهد. کمبود فسفر در مرحله گل تا لقاح، عملکرد را به میزان ۲۰ درصد و در مرحله تلقیح و تشکیل دانه‌ها تا ۸ درصد کاهش می‌دهد، که این بهینه نبودن فسفر در نهایت می‌تواند روی حشره ساقه‌خوار نیز تاثیر داشته باشد (Datnoff *et al.*, 2007).

مواد تغذیه‌ای گیاه یک عامل مهم تعیین‌کننده برای گسترش گیاه‌خواران و ترجیح رفتاری آن‌ها نسبت به گیاهان میزبان است (Busch *et al.*, 1999). پس از گسترش ساقه‌خوار ذرت به مناطق وسیع تولید ذرت در ایالات متحده آمریکا، تشخیص داده شد که هر رقم معین از ذرت می‌تواند

بسته به باروری خاک میزبان مناسبی برای ساقه خوار اروپایی ذرت باشد. عامل عمده تجمع این ساقه‌خوار در برخی نواحی خاص، کیفیت و کمیت گیاهان ذرت است و تغذیه تا حد زیادی بر استقرار و بقای لارو تأثیر می‌گذارد. هم‌چنین زمانی که عامل تغذیه بهینه بود، نه تنها بالغین بیشتری یافت شد، بلکه زنده‌مانی لارو نیز بیشتر بود (Cannon Jr *et al.*, 1966).

مقاومت به طور مستقیم با فیزیولوژی گیاه مرتبط بوده و در نتیجه هر عاملی که فیزیولوژی گیاه را تحت تاثیر قرار دهد، ممکن است به تغییر مقاومت گیاه به آفات منجر شود. در نتیجه، شیوه‌های کشت هم‌چون کوددهی محصول، می‌تواند با تغییر سطوح مواد مغذی بافت گیاه برحساسیت گیاه به آفات موثر باشد. از طرفی دیگر ضرورت کود فسفره در مرحله هفت‌برگی تا ظهور گل‌تاجی ذرت به اثبات رسیده است و هم‌چنین بررسی‌ها حاکی از آن است که کمبود فسفر در این مرحله عملکرد را تا ۴۰ درصد کاهش داده است که این بهینه نبودن فسفر در نهایت می‌تواند روی ساقه‌خوار نیز تاثیر داشته باشد. با توجه به اینکه در زمینه تاثیر کودهای فسفره بر میزان آلودگی به ساقه‌خوار ذرت تاکنون مطالعه‌ای انجام نشده است، بنابراین تاثیر فرمولاسیون‌های مختلف کود فسفره در میزان آلودگی به ساقه‌خوار ذرت مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مزرعه تحقیقاتی پردیس ابوریحان دانشگاه تهران واقع در شهرستان پاکدشت در جنوب شرقی تهران انجام شد. پس از آماده سازی زمین با استفاده از دستگاه ردیف‌کار در اواخر تیرماه ۱۳۹۵ نسبت به کشت ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴ اقدام شد. به منظور بررسی تاثیر فرمولاسیون‌های مختلف کود فسفر در میزان آلودگی به ساقه‌خوار ذرت، فسفر مورد نیاز به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار و چهار تیمار مختلف شامل: تیمار بدون کود فسفر، فسفر آهسته‌رهش خاک‌مصرف، فسفر مایع محلول‌پاشی و فسفر پودری خاک مصرف (تریپل فسفات) تامین شد. چندین روش کاربرد فسفر در خاک موجود است، بنابراین، در خاک‌هایی که میزان فسفر قابل دسترس کم است (بیشتر خاک‌های ایران به این صورت است) پخش نواری کود موثرتر است (Howard *et al.*, 2002). کودهای فسفر آهسته‌رهش‌خاک‌مصرف به میزان ۱۰ کیلو گرم در هکتار و فسفر پودری خاک‌مصرف به میزان ۳۵۰ کیلوگرم در هکتار (طبق دستورالعمل) قبل از کشت به صورت نواری انجام گرفت. تیمار کودی فسفر مایع در دو نوبت در مرحله ۶ تا ۷ برگی و دو هفته بعد از آن به صورت محلول‌پاشی تامین شد. کود آهسته رهش مورد استفاده در این مطالعه با نام تجاری INOLOC توسط شرکت دسانگوس فرانسه تولید شده است. این فرمولاسیون به صورت میکروگرانول می‌باشد که حاوی ۴۰ درصد P_2O_5 می‌باشد که فسفر را به تدریج در اختیار گیاه قرار می‌دهد و مقدار مصرف فسفر را در طول فصل زراعی به صورت منطقی کاهش می‌دهد. کود فسفر مایع با نام تجاری INOPHOS نیز توسط شرکت مذکور تولید شده و حاوی ۲۱ درصد P_2O_5 می‌باشد که کاربرد آن در سبزیجات و درختان میوه توصیه شده است. با توجه به اینکه کاربرد فسفر به صورت محلول پاشی باعث ایجاد مقاومت در برابر برخی آفات و بیماری‌ها می‌شود (Reuveni and Reuveni, 1998)، در این پژوهش محلول پاشی فسفر نیز به عنوان یکی از تیمارها انتخاب شد. لازم به ذکر است که کوددهی اوره برای تامین نیتروژن که از عناصر ضروری مورد نیاز گیاه می‌باشد، به صورت سرک و طی سه نوبت ۲۸، ۴۰ و ۶۶ روز بعد از کشت برای کل تیمارها انجام گرفت. به علاوه کود پتاسیم نیز قبل از کشت برای کل تیمارها استفاده شد. نتایج آزمون خاک مزرعه مورد مطالعه در جدول ۱ گزارش شده است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه مورد آزمایش

Table 1. Soil physical and chemical characteristics of experimental location

EC ($dS.m^{-1}$)	pH	Organic carbon (%)	Total nitrogen (%)	Available phosphorus (ppm)	Available potassium (ppm)	Soil texture
7.5	7.75	1.01	0.1	15.9	540	Clay Loam

زمانی که آلودگی جوانه مرکزی به ساقه‌خوار ذرت کاملا مشخص بود (حدود ۴۰ روز پس از کشت) نسبت به تعیین درصد آلودگی جوانه مرکزی اقدام شد. برای این منظور در هر کرت، از هر دو قطر کرت نمونه‌برداری انجام شد. با تعداد ۴۰ کادر یک متر مربعی در هر کرت آزمایشی، تعداد کل بوته‌های موجود در هر کادر، تعداد بوته‌های سالم و آلوده شمارش شد.

قبل از برداشت مزرعه (هفته اول آبان‌ماه) نسبت به تعیین درصد آلودگی ساقه‌های ذرت به ساقه‌خوار اقدام شد. برای این منظور از هر کرت تعداد ۲۰ ساقه به صورت تصادفی کف بر شد و درصد ساقه‌های آلوده در تیمارهای مختلف آزمایش محاسبه شد.

آزمایشی نیز در قالب طرح کاملاً تصادفی در شرایط گلخانه‌ای به منظور بررسی میزان استقرار لارو انجام شد. در آزمایش گلخانه‌ای، از گیاه ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴ استفاده شد؛ به این صورت که در ابتدا بذر گیاهان میزبان به مدت ۲۴ ساعت در آب خیسانده شد و بعد در گلدان‌هایی به قطر ۱۰ سانتی‌متر که سه چهارم آن‌ها با خاک مزرعه و ماسه به نسبت ۲:۱ پر شده بودند، کشت شد. در هر ۲۰ گلدان یک تیمار کودی شامل: شاهد (تیمار بدون کود فسفره)، تریپل فسفات، فسفر آهسته رهش خاک مصرف و فسفر مایع محلول‌پاشی اعمال شد. فسفر آهسته‌رهش خاک‌مصرف و تریپل فسفات قبل از کشت به صورت سرک به گلدان‌ها اضافه شده و تیمار کودی فسفر مایع به صورت محلول‌پاشی در مرحله پنج تا شش برگی ذرت و یک هفته بعد از آن در دو نوبت اعمال شد.

قبل از شروع آزمایش‌های مربوط به استقرار لارو ساقه خوار، ذرت‌های آلوده به لارو از مزارع ذرت پردیس ابوریحان جمع آوری و در شرایط آزمایشگاه نسبت به پرورش آنها روی ساقه و بلال ذرت اقدام شد. شفیره‌های حاصل تا ظهور حشرات کامل در اتاقک رشد نگه‌داری شدند. حشرات کامل ظاهر شده تلاقی داده شد و تخم‌های حاصل در اتاقک رشد نگه‌داری شدند. لاروهای سن اول به محض خروج در آزمایش مورد استفاده قرار گرفتند.

تعداد پنج لارو سن اول در قسمت انتهایی و در محل جوانه مرکزی ساقه میانی قرار داده شد. ۱۵ روز بعد از انتقال لاروهای سن اول، تعداد لاروهای مستقر شده در هر گلدان شمارش شد. برای شمارش تعداد لاروهای مستقر شده، بوته‌ها از سطح خاک قطع و برای شمارش تعداد لارو تشریح شدند. این آزمایش در ده تکرار انجام شد. تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که تیمارهای مختلف آزمایشی روی درصد آلودگی جوانه مرکزی به ساقه خوار ذرت تاثیر معنی‌داری دارند (جدول ۲).

مقایسه میانگین بوته‌های آلوده در آلودگی جوانه مرکزی در جدول ۳ نشان داده شده است. نتایج حاصل از مقایسه میانگین درصد آلودگی جوانه مرکزی نشان داد که تیمار کودی فسفر آهسته رهش کمترین میزان آلودگی را دارد و تیمارهای فسفر مایع و تریپل سوپر فسفات به ترتیب در رتبه های بعدی از نظر کاهش میزان آلودگی قرار گرفتند.

در بررسی ساقه‌های آلوده در زمان برداشت نیز نتایج تجزیه واریانس بیانگر تاثیر معنی‌دار تیمارهای مختلف آزمایشی بر درصد ساقه آلوده بودند و بین بلوک‌ها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۴). نتایج حاصل از مقایسه میانگین درصد ساقه آلوده در تیمارهای آزمایشی نشان داد که تیمار آهسته‌رهش با میانگین ۲/۰۴±۱۰درصد ساقه آلوده،

کمترین میانگین ساقه آلوده را داشت. هم‌چنین تیمار شاهد با میانگین ۲/۳۹±۲۱/۲۵ درصد ساقه آلوده، بیشترین میانگین ساقه آلوده را داشت. لازم به ذکر است که اختلاف میانگین درصد آلودگی در همه تیمارهای آزمایشی با شاهد معنی‌دار بود. این در حالی است که اختلاف میانگین درصد آلودگی در تیمار فسفر آهسته‌رهش با تریپل فسفات و هم‌چنین در تیمار تریپل فسفات با فسفر مایع معنی‌دار نبود (جدول ۳).

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس تاثیر فرمولاسیونهای مختلف کود فسفره در میزان مرگ جوانه مرکزی ذرت توسط *Sesamia cretica* Led.

Table 2. Analysis of variance results from effect of different phosphorus fertilizer formulations on dead heart of corn by *Sesamia cretica* Led.

Source	df	Mean square	F	P-value
Treatment	3	8.50	150.23	<0.0001
Block	3	0.19	3.28	0.0724
Error	9	0.057		
Total	15			

جدول ۳- میانگین مرگ جوانه مرکزی و درصد ساقه آلوده ذرت ناشی از *Sesamia cretica* Led. در فرمولاسیون‌های مختلف کود فسفره

Table 3. Mean dead heart and stalk infestation of corn caused by *Sesamia cretica* Led. in different phosphorous fertilizer formulations

Treatment	Mean ± SE	
	Dead heart	Stalk infestation
Inoloc (slow-release phosphate)	1.15 ±0.13 d	10.0±2.04 c
Inophus (liquid phosphate)	1.83 ±0.13 c	15.0±2.04 b
Triple phosphate	2.37 ±0.15 b	13.75±1.25 bc
Control	4.53 ±0.12 a	21.25±2.39 a

Values with the different letters in each column are significantly different ($P < 0.05$)

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس تاثیر فرمولاسیون‌های مختلف کود فسفره در میزان آلودگی ساقه ذرت ناشی از *Sesamia cretica* Led.

Table 4. Analysis of variance results from effect of different phosphorus fertilizer formulations on stalk infestation of corn caused by *Sesamia cretica* Led.

Source	df	Mean square	F	P-value
Treatment	3	87.5	10.50	0.002
Block	3	4.17	0.50	0.69
Error	9			
Total	15			

نتایج تجزیه واریانس تعداد لارو مستقر شده در دو هفته بعد از رها سازی نشان داد که تیمارهای مختلف کود فسفر روی میزان استقرار لارو تاثیر معنی‌داری داشتند (جدول ۵).

مقایسه میانگین درصد لارو مستقر شده در هر تیمار آزمایشی نشان داد که در تیمار فسفر آهسته‌رهش کمترین میزان استقرار لارو دیده می‌شود که در مقایسه با سایر تیمارها کاهش معنی‌داری نشان می‌دهد. میزان استقرار لاروها در تیمارهای تریپل سوپرفسفات و فسفر مایع اگرچه در مقایسه با تیمار شاهد کاهش معنی‌داری نشان می‌دهد، اما بین این دو تیمار تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۶).

جدول ۵- نتایج تجزیه واریانس تاثیر فرمولاسیون‌های مختلف کود فسفره در میزان استقرار لارو .*Sesamia cretica* Led

Table 5. Analysis of variance results from effect of different phosphorus fertilizer formulations on larval establishment of *Sesamia cretica* Led.

Source	df	Mean square	F	P-value
Treatment	3	3425.09	19.97	<0.0001
Error	34	171.47		
Total	37	435.28		

جدول ۶- میانگین درصد استقرار لارو ساقه‌خوار .*Sesamia cretica* Led در فرمولاسیون‌های مختلف کود فسفره

Table 6. Mean percentage of *Sesamia cretica* Led. larval establishment in different phosphorus fertilizer formulations

Treatment	Mean larval establishment (± SE) %
Inoloc (slow-release)	10.0 ±1.05 c
Inophus (liquid)	26.0 ±4.9 b
Triple phosphate	26.0 ±4.5 b
Control	57.5 ±5.15 a

Values with the different letters in column are significantly different ($P < 0.05$)

نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد که استفاده از کود فسفره در مراحل مختلف رشدی گیاه ذرت (از پنجه‌زنی تا پایان مرحله رشدی) باعث کاهش میزان آلودگی به *S. cretica* می‌شود. در مقایسه فرمولاسیون‌های مختلف، فرمولاسیون آهسته رهش کمترین میزان آلودگی به آفت ساقه‌خوار را هم در مرحله پنجه زنی و هم در مراحل انتهایی رشد نشان داد.

اگرچه تاثیر نیتروژن و محدودیت آن بر حشرات گیاه‌خوار به خوبی نشان داده است، اما تاثیر فسفر و محدودیت آن روی گیاه‌خواران به طور ناچیز مطالعه شده است (Huberty and Denno, 2006). بررسی‌های انجام شده روی ساقه‌خوار *S. calamistis* Hampson نشان داد که نیتروژن، زنده‌مانی لاروهای جوان را قبل از ورود به داخل ساقه افزایش داده است (Sétamou *et al.*, 1993). از این رو، افزایش میزان نیتروژن سبب افزایش ارتفاع گیاه، قطر ساقه و در نهایت عملکرد می‌شود و از طرفی دیگر، باعث افزایش فعالیت ساقه‌خواران *Sesamia* spp. می‌شوند (Sétamou *et al.*, 1995). استفاده از سیلیکات کلسیم در نیشکر در خوزستان باعث کاهش قابل توجه در جمعیت ساقه‌خواران نیشکر *Sesamia* spp. و خسارت ناشی از آن‌ها شده است (Nikpay *et al.*, 2015). هم‌چنین گزارش شده است که نیتروژن و فسفر اثرات متفاوتی روی ساقه‌خوار *Diatraea grandiosella* Dyar داشته است. کاربرد نیتروژن به تنهایی هجوم ساقه‌خواران ذرت را افزایش داده است؛ این در حالی است که اثر فسفر بر روی ساقه‌خوار *D. grandiosella* کاملا با نیتروژن متفاوت بوده است، به‌طوری‌که کاربرد ترکیبی فسفر و نیتروژن میزان آلودگی به ساقه‌خوار را در مقایسه با کاربرد نیتروژن به تنهایی به‌صورت معنی‌داری کاهش داد (Archer *et al.*, 1987). به طور کلی، افزایش مقدار نیتروژن در گیاه میزبان سبب سرعت بخشیدن به گسترش لاروهای بالپولکداران و افزایش زنده‌مانی آن‌ها می‌شود، زیرا مقدار آمینواسید را در بافت‌های گیاهی افزایش می‌دهد (Archer *et al.*, 1987). با توجه به تحقیقات انجام گرفته مبنی بر تاثیر فسفر روی آلودگی به ساقه خوار *D. grandiosella* در گیاه ذرت، به دلیل بالا رفتن توانمندی گیاه ذرت در اثر کاربرد کودهای فسفره میزان هجوم آفت ساقه‌خوار کاهش یافته است (Archer *et al.*, 1987). در تحقیقی که روی تاثیر فسفر، نیتروژن و پتاسیم روی زنجرک و تحمل گیاه برنج میزبان انجام شد و با تغییر در سطوح مواد تغذیه‌ای و آب، اجزاء بیوشیمیایی بدن حشره و گیاه میزبان اندازه‌گیری شد. نتایج این پژوهش نشان داد که غلظت نیتروژن و فسفر در بدن حشره بسیار بیشتر از

داخل بافت گیاه است که این عدم تطابق عنصری در بین آفت و گیاه یک محدودیت ذاتی برای الزامات تغذیه‌ای زنجرک است. استفاده از کود نیتروژن برای برنج، غلظت نیتروژن را هم در برنج و هم در زنجرک افزایش داد در حالی که استفاده از کود فسفر و پتاسیم، غلظت‌هایشان را فقط در گیاه برنج افزایش داد و تاثیری روی غلظت فسفر و پتاسیم درون بدن زنجرک نداشت. هم‌چنین مصرف نیتروژن باعث افزایش سطح پروتئین‌های محلول و کاهش محتوای سیلیس در گیاه برنج شد که منجر به افزایش تغذیه زنجرک و کاهش مقدار آب نسبی در گیاه برنج شد که در نهایت، آسیب ناشی از آفات را به همراه داشت. کوددهی فسفر سبب افزایش غلظت فسفر در بافت‌های گیاه برنج شد، اما بر غلظت نیتروژن، پتاسیم، سیلیس، قندهای آزاد و پروتئین محلول تاثیری نداشته که نشان‌دهنده اهمیت کم فسفر برای تغذیه زنجرک و تحمل گیاه به زنجرک بود (Rashid *et al.*, 2016). بنابراین این ناجور بودن غلظت مواد می‌تواند از طریق تغذیه محصول و با تغییر دادن سطوح مواد مغذی بافت گیاه بر حساسیت گیاهان به حشرات آفت تاثیر بگذارد (Altieri and Nicholls, 2003).

بر اساس تحقیقات انجام شده در زمینه تاثیر نیتروژن و سیلیس روی استقرار لارو ساقه‌خوار *S. calamistis* نتایج نشان داد که افزایش نیتروژن به طور معنی‌داری زنده‌مانی لارو را از ۱۸/۷ درصد در شاهد به ۳۷/۳ درصد در تیمار ۲/۲۵ گرم نیتروژن در هر گیاه افزایش داده است و در مقابل، افزایش مقدار سیلیس سبب کاهش زنده‌مانی لارو ساقه‌خوار از ۲۶ درصد در شاهد به چهار درصد در تیمار ۰/۵۶ گرم سیلیس در هر گیاه شده است (Sétamou *et al.*, 1993). در تحقیقی که در گلخانه روی تاثیر نیتروژن و فسفر روی دو گونه زنجرک *Prokelisia dolus* Wilson و *P. marginata* (Van Duzee) انجام گرفت، نتایج نشان داد که افزایش مقدار کود نیتروژن سبب افزایش مقدار نیتروژن در بافت‌های گیاه میزبان شد که این افزایش مقدار نیتروژن از حدود یک درصد در تیمار شاهد به حدود هفت درصد در تیمار ۶۰ کیلوگرم کود فسفات بوده است. هم‌چنین نشان داده شده است که کاربرد فسفر نیز تا حدودی سبب افزایش درصد نیتروژن در بافت گیاه میزبان شده است، اما این افزایش اندک نیتروژن کمتر از مقدار افزایش نیتروژن در تیمار ۱۰کیلوگرم نیتروژن به علاوه صفر کیلوگرم فسفر بوده است. اما کود فسفر به طور معنی‌داری مقدار فسفر در گیاه میزبان را افزایش داده است؛ به طوری که افزایش کود نیتروژن سبب افزایش زنده‌مانی لارو، افزایش وزن بدن و کاهش زمان رشد لارو می‌شود (Huberty and Denno, 2006)، ولی افزایش مقدار فسفر روی حشره *P. dolus* تاثیری در افزایش زنده‌مانی لارو، افزایش وزن لارو و کاهش زمان رشد آفت نداشت. این در حالی است که روی حشره *P. marginata* سبب افزایش زنده‌مانی لارو و کاهش زمان رشد آفت شده است (Huberty and Denno, 2006).

کاربرد کود فسفره در ارقام مختلف لوبیا چشم بلبلی کاهش معنی‌داری را در میزان خسارت شته *Aphis craccivora* Koch، تریپس گل *Megalurothrips sjostedti* Trybom و شب‌پره *Maruca vitrata* Fabricius نشان داد (Asiwe, 2009). پژوهش‌های انجام شده نشان داده است که جمعیت کرم‌های مفتولی در خاک-های با فسفر کم افزایش یافته است (Reddy, 2017).

به نظر می‌رسد نقش فسفر در مقاومت گیاه میزبان به آفات مختلف یکسان نیست. فسفر در مقاومت گیاه میزبان نسبت به بیماری‌های مختلف نیز یکسان عمل نمی‌کند به عنوان مثال کاربرد کود فسفره در ذرت باعث کاهش شدت بیماری پوسیدگی ریشه می‌شود یا در برنج باعث کاهش بیماری بلاست برنج و همچنین افزایش سیاهک گندم می-شود (Dordas, 2007).

در مطالعه حاضر با توجه به اینکه تمام تیمارها از نظر میزان آلودگی و میزان استقرار لاروها اختلاف معنی‌داری با شاهد داشتند، به نظر می‌رسد فسفر در کاهش میزان آلودگی به ساقه‌خوار ذرت موثر است و بین فرمولاسیون‌های مختلف فسفر آهسته رهش کمترین میزان آلودگی و استقرار لارو را نشان داد. کودهای فسفره معدنی نظیر تریپل فسفات در مراحل ابتدایی رشد گیاه مقادیر قابل توجهی فسفر محلول در

اختیار گیاه قرار می‌دهند، ولی این فسفر محلول خیلی سریع جذب ساختمان خاک شده و یا ازطریق آب آبیاری از دسترس گیاه خارج می‌شود و در نتیجه باعث می‌شود که گیاه در ادامه رشد و در زمانی‌که به فسفر نیاز دارد با محدودیت دسترسی به فسفر مواجه شود (Barrow and Debnach, 2014). در فرمولاسیون آهسته رهش، فسفر به تدریج از ذرات گرانوله آزاد شده و یک منبع دائمی از فسفر در مراحل مختلف رشدی گیاه فراهم می‌شود و در نتیجه کارایی فسفر مورد استفاده توسط گیاه افزایش می‌یابد (Withers *et al.*, 2014; Teixeria *et al.*, 2016). به نظر می‌رسد کود فسفره باعث القاء مقاومت به گیاه ذرت در برابر آفت ساقه-خوار ذرت می‌شود. که در فرمولاسیون آهسته رهش به دلیل تامین فسفر کافی مورد نیاز گیاه در تمامی مراحل رشدی این مقاومت پایدار تر می‌باشد.

با توجه به تاثیر کود فسفره روی کاهش آلودگی به *S. cretica* استفاده از این کودها می‌تواند به عنوان یک روش مدیریت زراعی برای کاهش میزان آلودگی ذرت به کرم ساقه‌خوار پیشنهاد شود. از طرف دیگر، تیمار کود فسفر آهسته‌رهش با کاهش معنی‌دار درصد آلودگی نسبت به سایر تیمارهای کود فسفر و میزان مصرف ۱۰ کیلوگرم در هکتار نسبت به سایر کودها نظیر تریپل‌فسفات با میزان مصرف ۳۵۰ کیلوگرم در هکتار، می‌تواند در جهت کاهش درصد آلودگی به ساقه‌خواران و کاهش آلودگی زیست محیطی مورد استفاده قرار گیرد.

سپاسگزاری

این پژوهش با حمایت مالی پردیس ابوریحان دانشگاه تهران انجام شده است. نویسندگان مقاله بدین وسیله مراتب امتنان و سپاس خود را اعلام می‌نمایند.

References

Altieri, M. A. and Nicholls, C. I. 2003. Soil fertility management and insect pests: harmonizing soil and plant health in agroecosystems. **Soil and Tillage Research** 72(2): 203-211.

Archer, T. L., Bynum Jr, E. D. and Onken, A. B. 1987. Influence of fertilizer on southwestern corn borer, *Diatraea grandiosella*, infestation and damage to field corn. **Entomologia Experimentalis et Applicata** 43(3): 271-274.

Asiwe, J. A. N. 2009. The impact of phosphate fertilizer as a pest management tactic in four cowpea varieties. **African Journal of Biotechnology** 8(24): 7182–7186.

Barrow, N. J. and Debnath, A. 2014. Effect of phosphate status on the sorption and desorption properties of some soils of northern India. **Plant and Soil** 378: 383–395.

Busch, J. W. and Phelan, P. L. 199). Mixture models of soybean growth and herbivore performance in response to nitrogen–sulphur–phosphorous nutrient interactions. **Ecological Entomology** 24(2): 132-145.

Datnoff, L. E., Elmer, W. H. and Huber, D. M. 2007. Mineral nutrition and plant disease. American Phytopathological Society (APS Press).

Dordas, C. 2008. Role of nutrients in controlling plant diseases in sustainable agriculture. A review. **Agronomy for Sustainable Development** 28(1): 33-46.

Ezzeldin, H. A., Sallam, A. A. A., Helal, T. Y. and Fouad, H. A. 2009. Effect of some materials on *Sesamia cretica* infesting some maize and sorghum varieties. **Archives of Phytopathology and Plant Protection** 42(3): 277-290.

Ghahramani, M., Fallahzadeh, M. and Tabrizian, M. 2015. Evaluation of some factors on the efficiency of *Sesamia cretica* (Lepidoptera, Noctuidae) pheromone traps in Fars province, Iran. **Plant Protection Journal** 7(1): 59-70. (in Farsi).

Howard, D. D., Essington, M. E. and Logan, J. 2002. Long-term broadcast and banded phosphorus fertilization of corn produced using two tillage systems. **Agronomy Journal** 94(1): 51-56.

Huberty, A. F. and Denno, R. F. 2006. Consequences of nitrogen and phosphorus limitation for the performance of two plant hoppers with divergent life-history strategies. **Oecologia** 149(3): 444-455.

Kfir, R., Overholt, W. A., Khan, Z. R. and Polaszek, A. 2002. Biology and management of economically important lepidopteran cereal stem borers in Africa. **Annual Review of Entomology** 47(1): 701-731.

Mirkarimi, A. 1987. Biological studies on sorghum borer *Sesamia cretica* Led. (Lep.: Noctuidae). **Iranian Journal of Agriculture Science** 18: 17-36. (in Farsi).

Niazi, I. A. K., Rafique, A., Rauf, S., da Silva, J. A. T. and Afzal, M. 2014. Simultaneous selection for stem borer resistance and forage related traits in maize (*Zea mays* ssp. *mays* L.)× teosinte (*Zea mays* ssp. *mexicana* L.) derived populations. **Crop Protection** 57: 27-34.

Nikpay, A., Soleyman-Nejadian, E., Goldasteh, S. and Farazmand, H. 2015. Response of sugarcane and sugarcane stalk borers *Sesamia* spp. (Lepidoptera: Noctuidae) to calcium silicate fertilization. **Neotropical Entomology** 44(5): 498-503.

Pimentel, D. and Burgess, M. 2014. Environmental and economic costs of the application of pesticides primarily in the United States. In: Pimental, D. and Peshin, R. (Eds.). Integrated pest management: Pesticide problem. Springer, Netherlands. pp. 47-71.

Rashid, M. M., Jahan, M. and Islam, K. S. 2016. Impact of nitrogen, phosphorus and potassium on brown planthopper and tolerance of its host rice plants. **Rice Science** 23(3): 119-131.

Reddy, P. P. 2017. Agro-ecological Approaches to Pest Management for Sustainable Agriculture. Springer Nature, Singapore.

Reuveni, R. and Reuveni, M. 1998. Foliar-fertilizer therapy- a concept in integrated pest management. **Crop Protection** 17 (2): 111-118.

Sétamou, M., Schulthess, F., Bosque-Pérez, N. A. and Thomas-Odjo, A. 1993. Effect of plant nitrogen and silica on the bionomics of *Sesamia calamistis* (Lepidoptera: Noctuidae). **Bulletin of Entomological Research** 83(3): 405-411.

Sétamou, M., Schulthess, F., Bosque-Pérez, N. A. and Thomas-Odjo, A. 1995. The effect of stem and cob borers on maize subjected to different nitrogen treatments. **Entomologia Experimentalis et Applicata** 77(2): 205-210.

Seraj, A. A. 2001. Damage and assessment of losses caused on sugar-cane borer by *Sesamia cretica* Led. (Lepidoptera, Noctuidae) in Khuzestan region. **Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources** 5 (2): 169-180. (in Farsi).

Soltani Orang, F., Ranjbar Aghdam, H., Abbasipour, H. and Askarianzadeh, A. 2014. Effect of temperature on developmental rate of *Sesamia cretica* (Lepidoptera: Noctuidae) immature stages. **Journal of Insect Science** 14(1): 1-7.

Teixeria, R. S., Silva, I. R., Sousa, R. N., Mattiello, E. M. and Soares, E. M. B. 2016. Organic acid coated-slow-release phosphorus fertilizers improve P availability and maize growth in a tropical soil. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition** 16 (4): 1097-1112.

Withers, P. J. A., Sylvester-Bradley, R., Jones, D. L., Healey, J. R. and Talboys, P. J. 2014. Feed the crop not the soil: rethinking phosphorus management in the food chain. **Environmental Science and Technology** 48: 6523–6530.

Plant Pest Research
2020- 9 (4): 1-10

Effect of phosphorus fertilizer on the corn stem borer, *Sesamia cretica* Led. infestation

A. Jamshidnia*, P. Feyzi Sartakalto and R. Sadeghi
Department of Entomology and Plant Pathology, College of Aburaihan, University of Tehran, Tehran, Iran

(Received: November 10, 2019- Accepted: February 1, 2020)

Abstract

The corn stem borer *Sesamia cretica* Led. (Lepidoptera. Noctuidae) is one of the most important corn pests in Iran. Chemical control of this pest is rather difficult due to larval living inside the corn stem. As the role of nutrients is critical in plant resistance to pests, adequate crop fertilization can be a good preventive measure to control this pest. Phosphorus (P) is one of the essential elements required for plant's performance, otherwise its limitation can impose severe consequences on cellular function and the growth rate. In the current study, the effect of different phosphorus fertilizer formulations was conducted on the corn stem borer infestation in a randomized block design of field conditions. Stem borer infestations were evaluated by the number of dead hearts and the percentage of infested stalks. The establishment of larvae under the greenhouse conditions were investigated. Results showed that the lowest and highest dead hearts were related to the application of P slow release fertilizer treatment with 1.15 % and the control treatment with 4.53 %. A significant decrease in infestation was observed when the slow-release phosphorus treatment by 10% stem compared to control and other treatments. Minimal and maximal percentages of larval establishment were observed in slow-release phosphorus treatment with 10% larvae and control with 57.5% larvae per plant respectively. Based on the results of this research, application of slow-release phosphorus fertilizer in corn stem borer management is recommended.

Key words: Corn stem borer, Maize, Slow-release phosphorus fertilizer

*Corresponding author: jamshidnia@ut.ac.ir