



تاثیر محلول پاشی کودهای سیلیکاته در میزان آلودگی به ساقه خوار ذرت *Sesamia cretica*

محمد تاجیک^۱<https://orcid.org/0009-0003-1700-2205>ارسلان جمشیدنیا^{۲*}<https://orcid.org/0000-0002-8004-6249>رضا صادقی^۳<https://orcid.org/0000-0003-3330-1566>

۱، ۲ و ۳- گروه حشره شناسی و بیماری های گیاهی، دانشکده فناوری کشاورزی ابوریحان، دانشگاه تهران، تهران، ایران

چکیده: ساقه خوار ذرت (*Sesamia cretica* Led. (Lepidoptera: Noctuidae) از مخرب ترین آفات ذرت در ایران به شمار می رود. استفاده از کودها و در دسترس قرار دادن برخی عناصر غذایی می تواند منجر به کاهش قابل توجه فعالیت آفت و پیشگیری از خسارت ناشی از آن شود. عنصر سیلیسیم می تواند باعث افزایش مقاومت گیاه در برابر حمله آفات و بیماری های گیاهی شود. در این پژوهش تاثیر تیمارهای کود سیلیکات کلسیم، کود سیلیکات پتاسیم و تلفیق استفاده از کود سیلیکات کلسیم و پتاسیم به صورت محلول پاشی بر میزان آلودگی به ساقه خوار *S. cretica* و عملکرد ذرت در شرایط مزرعه در قالب طرح بلوک کامل تصادفی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که تیمارهای مختلف کود سیلیکات در مقایسه با شاهد باعث کاهش معنی دار درصد مرگ جوانه مرکزی ذرت در اثر فعالیت ساقه خوار ذرت شد. در بررسی ساقه ها در زمان برداشت، تیمار محلول پاشی سیلیکات کلسیم و تیمار تلفیقی سیلیکات کلسیم و پتاسیم کاهش معنی داری را از نظر درصد ساقه و میان گره آلوده نشان داد. همه تیمارهای کودی مورد بررسی در عملکرد خشک و تر ذرت در مقایسه با تیمار شاهد افزایش معنی داری داشتند. بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق، محلول پاشی انواع فرمولاسیون سیلیکات هم به صورت سیلیکات کلسیم و هم به صورت سیلیکات پتاسیم و مصرف تلفیقی آن ها می تواند علاوه بر افزایش عملکرد ذرت، میزان آلودگی به ساقه خوار ذرت را نیز کاهش دهد. بنابراین، کاربرد این دو نوع فرمولاسیون از کود سیلیکات در مدیریت ساقه خوار ذرت بسته به شرایط به تنهایی یا به صورت تلفیقی قابل توصیه است.

تاریخ دریافت:

۱۴۰۵/۴/۲۶

تاریخ پذیرش:

۱۴۰۴/۶/۲۱

واژه های کلیدی: سیلیکات پتاسیم، سیلیکات کلسیم، عملکرد ذرت

Citation: Tajik, M., Jamshidnia, A. & Sadeghi, R. (2026). Effect of foliar application of silicate fertilizers on corn stem borer, *Sesamia cretica* infestation. *Plant Pest Research*, 16(2), 61-73. DOI: <https://doi.org/10.22124/iprj.2026.34268.1704>



*Corresponding author: jamshidnia@ut.ac.ir

مقدمه

ساقه خوار ذرت، *Sesamia cretica* Led. (Lep.: Noctuidae) یک آفت ساقه خوار مهم مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری است. این آفت یکی از آفات کلیدی ذرت، سورگوم، نیشکر و غلات در ایران، مناطق مدیترانه‌ای، خاورمیانه و شمال آفریقا است (Le Ru et al., 2022). خسارت شدید این آفات در مزارع ذرت و نیشکر، به ویژه در استان‌های خوزستان و فارس، گزارش شده است (Soltani Orang et al., 2014). فعالیت این آفت علاوه بر خوزستان، در نواحی مرکزی، شمالی، شمال شرقی و سایر مناطق جنوبی کشور نیز گزارش شده است (Seraj, 2001). همچنین خسارت بالای این آفت در مناطق پاکدشت و ورامین آن را به عنوان مهم‌ترین آفت مزارع ذرت در این مناطق مطرح کرده است (Mirkarimi, 1987; Jamshidnia et al., 2022). دامنه میزبانی *S. cretica* طیف وسیعی از گیاهان خانواده گندمیان (Poaceae) را شامل می‌شود، ولی ترجیح تغذیه‌ای آن روی ذرت دانه‌ای، ذرت خوشه‌ای، نیشکر و سودان گراس است (Seraj, 2001). این گونه همراه با گونه *S. nonagrioides* در مزارع تازه کشت و مزارع بازرویش نیشکر باعث ایجاد آلودگی در ساقه و میان‌گره نیشکر می‌شوند (Jamshidnia, 2023). این آفات مهم در زمان پنجه‌زنی گیاه باعث مرگ جوانه مرکزی، در زمان تشکیل ساقه باعث خسارت به میان‌گره‌ها و در زمان رسیدگی گیاه باعث کاهش ذخیره قندسازی و کیفیت شکر می‌شوند (Cheraghi et al., 2018; Ebrahimifar et al., 2023). بعد از ۴ تا ۶ هفته از جوانه‌زنی ذرت این آفت به آن حمله کرده و با تغذیه از جوانه مرکزی باعث خسارت می‌شود. همچنین در ذرت‌های مسن تر لاروها با ایجاد تونل‌های طولی در ساقه‌ها خسارت زیادی به بوته‌ها می‌زنند (Ezzeldin et al., 2009). خسارت‌های ناشی از آلودگی ساقه خوار ذرت به ویژه گونه *S. cretica* تأثیر چشمگیری بر کاهش عملکرد محصول دارد. بنابراین، مدیریت مؤثر این آفت ضرورتی انکارناپذیر است (Kfir et al., 2002). ساقه خوار ذرت *S. cretica* به عنوان یکی از مخرب‌ترین آفات جهانی، با نفوذ لاروها به درون ساقه و ایجاد تونل‌های تغذیه‌ای، کارایی حشره کش‌های متداول را به طور چشمگیری کاهش می‌دهد (Askarianzadeh et al., 2008; Niazi et al., 2014). این رفتار پنهان‌زیستی، کنترل شیمیایی را به روشی پرهزینه و کم‌بازده تبدیل کرده است و همچنین منجر به آلودگی محیط‌زیست می‌شود. بنابراین، اثرات جانبی منفی زیست محیطی در ارتباط با کنترل شیمیایی ساقه خوار ذرت باعث شده استفاده از ارقام مقاوم و ایجاد مقاومت و تحمل در ذرت جایگزین مناسب‌تری برای کنترل شیمیایی باشد (Ezzeldin et al., 2009). تغذیه گیاه ذرت با کودهای فسفره باعث افزایش مقاومت گیاه و کاهش آلودگی به *S. cretica* شده است (Jamshidnia et al., 2020). در میان عناصر مفید غیر ضروری، سیلیسیم (Si) قرار دارد، که فیزیولوژی گونه‌های متعددی را بهبود می‌بخشد و عملکردهای ساختاری و بیوشیمیایی مختلفی را انجام می‌دهد (Ma, 2004). سیلیسیم در طیف گسترده‌ای از محصولات زراعی اثراتی از قبیل افزایش رشد و عملکرد، مقاومت در برابر سمیت فلزات، تنش شوری، مقاومت در برابر خشکسالی، مقاومت در برابر گیاهخواران و بیماری‌ها را نشان می‌دهد که بیانگر کاربرد بالقوه آن در کشاورزی است (Zia-ur-Rehman et al., 2016). در گیاهان، سیلیسیم امکان فعال‌سازی بیوشیمیایی ژن‌های دفاعی، آنزیم‌ها و فیتوالکسین‌ها و هم‌زمان تغییرات آناتومیکی در ساختار سلول‌ها و مقاومت مکانیکی در بافت‌ها را فراهم می‌کند که در مجموع می‌تواند منجر به توانایی بهتر گیاه در مقاومت در برابر شرایط نامساعد غیرزیستی (مانند شوری، سرما و تابش بیش از حد نور خورشید) و شرایط زیستی نامطلوب (مانند آفات و بیماری‌ها) شود (Ma et al., 2001). سیلیسیم می‌تواند به طور مؤثر در بهبود تحمل گیاه در برابر حمله حشرات نقش داشته باشد، زیرا بسیاری از مکانیسم‌های دفاعی تولید شده توسط گیاهانی که با سیلیسیم در برابر بیماری‌ها غنی شده‌اند، به روشی مشابه مکانیسم‌های ایجاد شده هنگام حمله حشرات به گیاه عمل می‌کنند (Alhousari & Greger, 2018). سیلیسیم همچنین باعث افزایش سنتز ترکیبات فرار می‌شود که دشمنان طبیعی حشرات را جذب می‌کنند و همچنین در تنظیم ژن‌های مربوط به دفاع گیاه نقش دارد (Thaler et al., 2002). افزایش سفتی برگ‌ها به دلیل رسوب سیلیسیم، خوشمزگی و قابلیت هضم را برای مهره‌داران و بی‌مهرگان گیاه خوار کاهش می‌دهد. همچنین می‌تواند باعث ساییدگی قطعات دهانی شود که منجر به کاهش راندمان تغذیه و نرخ رشد و حتی مرگ و میر در این گیاهخواران می‌شود (Massey & Hartley, 2006).

مواد تغذیه‌ای گیاه یک عامل مهم تعیین‌کننده برای گسترش گیاهخواران و ترجیح رفتاری آنها نسبت به گیاهان میزبان هستند (Busch *et al.*, 1999). پس از گسترش ساقه‌خوار اروپایی ذرت به مناطق وسیع کشت ذرت در ایالات متحده، مشخص شد که هر رقم خاصی از ذرت، بسته به باروری خاک، می‌تواند میزبانی مناسب برای ساقه‌خوار اروپایی ذرت باشد. عامل اصلی تجمع این ساقه‌خوار در نواحی خاص، کیفیت و کمیت گیاهان ذرت است و تغذیه گیاه میزبان بر زنده‌مانی لاروها تأثیر دارد (Cannon Jr *et al.*, 1966). با وجود اینکه تغذیه از طریق خاک یک روش معمول است، اما از نظر دسترسی برای گیاهان محدودیت‌هایی دارد. برخی عناصر در خاک تثبیت می‌شوند و برخی دیگر به راحتی از خاک شسته می‌شوند. بنابراین، در چنین مواردی تغذیه برگ گیاه به افزایش جذب این عناصر می‌تواند کمک کند. با توجه به اینکه در زمینه تأثیر محلول‌پاشی کودهای سیلیکاته بر میزان آلودگی به ساقه‌خوار ذرت تاکنون مطالعه‌ای انجام نشده است، در این پژوهش تأثیر محلول‌پاشی فرمولاسیون‌های مختلف کود سیلیکاته در میزان آلودگی به ساقه‌خوار ذرت و عملکرد ذرت مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مزرعه‌ای واقع در شهرستان پاکدشت در جنوب شرقی استان تهران انجام شد. با توجه به سطح زیر کشت قابل توجه ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴ در منطقه، این رقم برای مطالعه انتخاب شد. پس از تکمیل مراحل آماده‌سازی زمین، کاشت ذرت با به‌کارگیری دستگاه ردیف‌کار در اواخر تیرماه ۱۴۰۳ انجام شد. به منظور بررسی تأثیر فرمولاسیون‌های مختلف کودهای سیلیکاته در میزان آلودگی به ساقه‌خوار ذرت، سیلیس مورد نیاز به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار و چهار تیمار مختلف شامل تیمار بدون کود سیلیکاته، سیلیکات پتاسیم محلول‌پاشی، سیلیکات کلسیم محلول‌پاشی و تلفیق سیلیکات پتاسیم و سیلیکات کلسیم محلول‌پاشی در اختیار گیاه قرار گرفت. منطق استفاده از اسپری‌های برگ با ترکیبات سیلیسیم این فرض است که تغذیه برگ سیلیسیم می‌تواند جذب کم توسط ریشه‌ها را در صورت کمبود سیلیسیم قابل جذب در خاک و فرآیند جذب به‌نسبت پیچیده سیلیسیم توسط ریشه‌ها جبران کند و منجر به افزایش جذب سیلیسیم با اثرات مفید شود (Laane, 2018). تیمار کود سیلیکات پتاسیم محلول‌پاشی در دو مرحله در زمان ۶ تا ۸ برگی شدن و دو هفته بعد از آن به‌صورت محلول‌پاشی تأمین شد. تیمار کودی سیلیکات کلسیم محلول‌پاشی نیز در دو مرحله در زمان ۶ تا ۸ برگی شدن و دو هفته بعد از آن به‌صورت محلول‌پاشی صورت گرفت. در تیمار ترکیبی هم یکبار محلول‌پاشی سیلیکات کلسیم در زمان ۶ تا ۸ برگی شدن انجام شده و دو هفته بعد محلول‌پاشی سیلیکات پتاسیم انجام گرفت. لازم به بیان است که ترکیبات کود سیلیکات پتاسیم شامل ۱۵/۳ درصد پتاسیم (K_2O) و ۲۸/۲ درصد سیلیسیم (SiO_2) می‌باشد. کود سیلیکات کلسیم پودر نیز حاوی ۲۰ درصد سیلیسیم (SiO_2)، ۳۳ درصد کلسیم (CaO)، شش درصد نیتروژن (N)، ۲/۵ پتاسیم (K_2O)، یک درصد (Zn) و ۰/۱ درصد منیزیم (MgO) می‌باشد. کود سیلیکات کلسیم پودر برای محلول‌پاشی به میزان ۱/۵ کیلوگرم در هکتار و کود سیلیکات پتاسیم مایع برای محلول‌پاشی به میزان سه لیتر در هکتار مورد استفاده قرار گرفت. حجم آب مصرفی برای هکتار ۴۰۰ لیتر و غلظت نهایی محلول‌پاشی برای کود سیلیکات کلسیم چهار گرم در لیتر و برای سیلیکات پتاسیم هشت میلی‌لیتر در لیتر در نظر گرفته شد. کود سیلیکات پتاسیم از شرکت Super Max ایتالیا و کود سیلیکات کلسیم پودر از شرکت Tetaco ایران تهیه شد. لازم به بیان است که دلیل نیاز بالای ذرت به عنصر نیتروژن در مرحله شش برگی (حدود ۳۰ روز)، در مرحله ساقه‌دهی (۴۰ تا ۴۵ روز) و در زمان بیشترین رشد (۶۵ روز) کود اوره نیز به‌صورت سرک مصرف 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

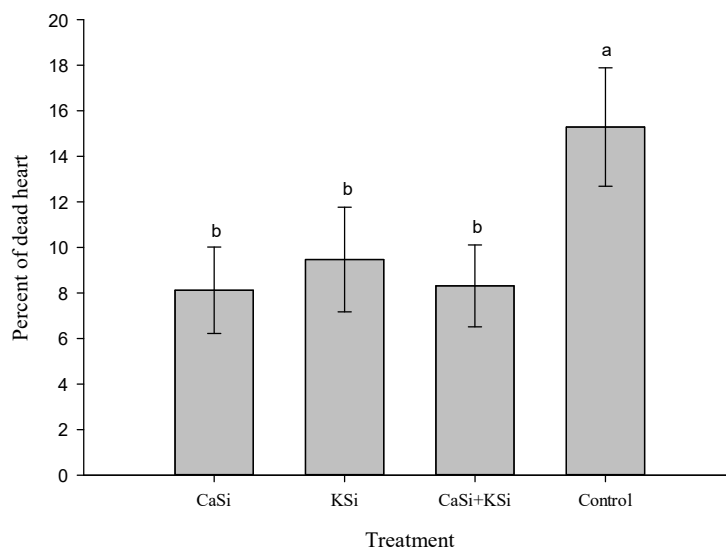
EC (dS.m^{-1})	pH	Organic carbon (%)	Calcium (%)	Total nitrogen (%)	Available phosphorus (ppm)	Available potassium (ppm)	Soil texture
1.65	7.40	0.24	0.01	0.13	13.61	1694.44	Loam

از زمان کشت تا برداشت محصول بر اساس اطلاعات هواشناسی منطقه مورد مطالعه میانگین دمای روزانه از ۳۱/۵ درجه سلسیوس در تیر ماه به میانگین دمای روزانه ۱۸/۵ درجه سلسیوس در مهرماه کاهش یافت و رطوبت نسبی محیط از ۸ درصد در تیر ماه به ۱۹ درصد در مهر ماه افزایش یافت و هیچ بارندگی در دوره رشد محصول ثبت نشد. به منظور ارزیابی میزان خسارت ناشی از ساقه خوار ذرت، درصد آلودگی در دو مرحله رشدی محصول اندازه گیری شد. نخستین مرحله نمونه برداری همزمان با ظهور علائم بارز آلودگی در جوانه های مرکزی ۴۰ روز پس از کشت در ۳۰ مرداد انجام گرفت. در این مرحله، برای تعیین دقیق درصد آلودگی، بررسی در هر کرت آزمایشی به صورت سیستماتیک و از امتداد هر دو قطر کرت صورت پذیرفت. بدین منظور، در هر کرت تعداد ۴۰ کادر یک متر مربعی به کار گرفته شد و درون هر کادر، تعداد کل بوته ها، بوته های سالم و بوته های آلوده به تفکیک شمارش شد. مرحله دوم ارزیابی، پیش از برداشت نهایی محصول و در سوم آبان ماه به اجرا درآمد. در این مرحله، هدف تعیین درصد نهایی آلودگی ساقه های ذرت بود. برای این منظور، از هر کرت آزمایشی تعداد ۲۰ ساقه به طور کاملاً تصادفی انتخاب و از سطح زمین قطع شد. ساقه های آلوده و میان گره های آلوده شمارش و در نهایت درصد ساقه و میان گره آلوده محاسبه شد. به منظور اندازه گیری وزن تر در هر کرت آزمایشی چهار بار کادر یک متر مربعی به صورت تصادفی کادراندازی شد و تعداد کل بوته های هر کادر پس از شمارش کف بر و توزین شد. همچنین از هر کرت چهار گیاه به صورت تصادفی انتخاب و وزن تر هر گیاه اندازه گیری شده و بعد از قرار دادن هر نمونه در ظروف آلومینیومی، نمونه ها در آون به مدت ۷۲ ساعت خشک شد و دوباره توزین شد تا وزن خشک در هر کرت مشخص شود. با توجه به تراکم بوته در هر کادر وزن تر و خشک عملکرد محاسبه شد. تجزیه واریانس داده ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS و مقایسه میانگین ها به روش توکی در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

نتایج

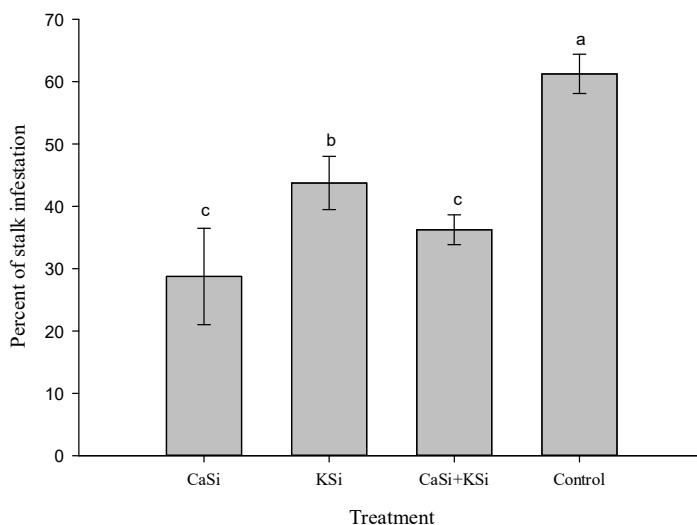
نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده ها نشان داد که تیمارهای مختلف آزمایشی تأثیر معنی داری بر درصد آلودگی جوانه مرکزی ذرت به ساقه خوار داشتند ($F_{3,15}=7.11$; $p=0.005$). مقایسه میانگین درصد بوته های آلوده در مرحله آلودگی جوانه مرکزی در شکل ۱ ارائه شده است. بررسی این نتایج نشان داد که تیمار کودی محلول پاشی سیلیکات کلسیم کمترین میزان آلودگی را به خود اختصاص داد. پس از این تیمار، محلول پاشی تلفیقی کود سیلیکات کلسیم و کود سیلیکات پتاسیم و تیمار محلول پاشی سیلیکات پتاسیم به ترتیب در رتبه های بعدی از نظر کاهش میزان آلودگی جوانه مرکزی قرار گرفتند.

در بررسی ساقه ها در زمان برداشت نیز نتایج تجزیه واریانس در این مرحله حاکی از تأثیر معنی دار تیمارهای مختلف آزمایشی بر درصد ساقه های آلوده بود ($F_{3,15}=6.47$; $p=0.013$). نتایج حاصل از مقایسه میانگین درصد ساقه های آلوده در تیمارهای آزمایشی (شکل ۲) نشان داد که تیمار محلول پاشی کود سیلیکات کلسیم با میانگین ۲۸/۷۵ درصد، کمترین میزان آلودگی ساقه را داشت. در مقابل، تیمار شاهد (بدون مصرف کود) با میانگین ۶۱/۲۵ درصد، بیشترین میانگین ساقه های آلوده را نشان داد. لازم به بیان است که اختلاف میانگین درصد آلودگی در تمام تیمارهای آزمایشی نسبت به تیمار شاهد از نظر آماری معنی دار بود؛ این در حالی است که اختلاف میانگین درصد آلودگی بین محلول پاشی سیلیکات کلسیم و تیمار تلفیقی محلول پاشی سیلیکات کلسیم و پتاسیم با تیمار محلول پاشی سیلیکات پتاسیم از نظر آماری نیز معنی دار بود.



شکل ۱- مقایسه میانگین ($\pm$ خطای معیار) درصد مرگ جوانه مرکزی ذرت توسط *Sesamia cretica* در تیمارهای مختلف کود سیلیکاته.

Figure 1. Comparison of the mean ($\pm$ SE) of dead heart percentage of corn by *Sesamia cretica* in different treatments of silicate fertilizers (CaSi: Calcium silicate, KSi: Potassium silicate). Non-similar letters in columns indicate a significant difference (Tukey test, $P < 0.05$).

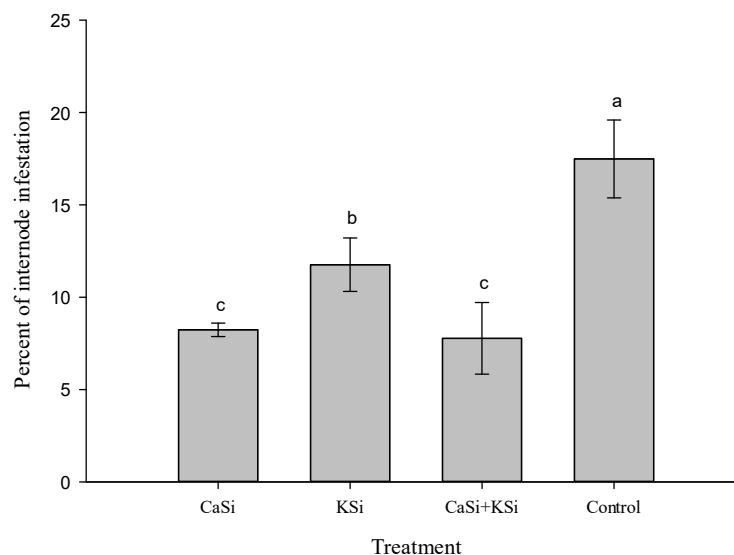


شکل ۲- مقایسه میانگین ($\pm$ خطای معیار) درصد ساقه آلوده ذرت توسط *Sesamia cretica* در تیمارهای مختلف کود سیلیکاته.

Figure 2. Comparison of the mean ($\pm$ SE) percentage of stalk infestation of corn by *Sesamia cretica* in different treatments of silicate fertilizers (CaSi: Calcium silicate, KSi: Potassium silicate). Non-similar letters in columns indicate a significant difference (Tukey test, $P < 0.05$).

تاثیر تیمارهای مختلف کود سیلیکات روی درصد میان گره آلوده نیز معنی دار بود ($F_{3,15}=5.32$; $p=0.014$). مقایسه میانگین تیمارها بیانگر این بود که هر سه تیمار نسبت به شاهد درصد آلودگی کمتری در مورد درصد میان گره آلوده نشان دادند (شکل ۳)؛

هر چند تیمار مصرف تلفیقی محلول پاشی سیلیکات کلسیم و سیلیکات پتاسیم و همچنین تیمار محلول پاشی سیلیکات کلسیم نتیجه رضایت بخش تری داشت. به طوری که تیمار تلفیقی با ۷/۷۷ درصد آلودگی کمترین میانگین میزان آلودگی میان گره و تیمار شاهد با ۱۷/۴۹ درصد آلودگی بیشترین میانگین میزان آلودگی را داشت.

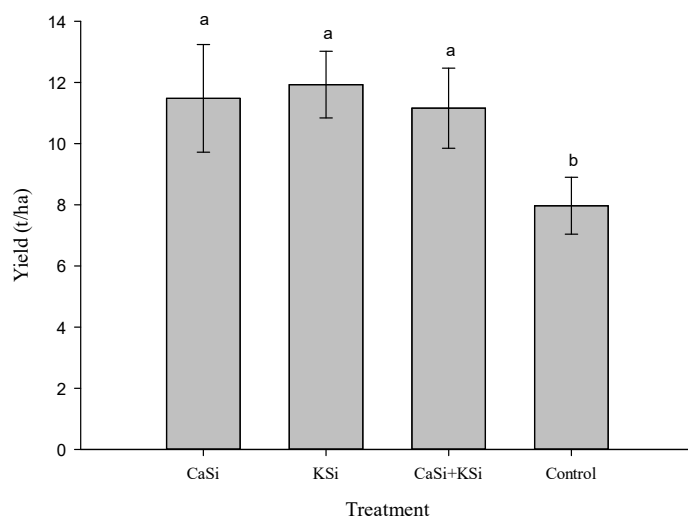


شکل ۳- مقایسه میانگین ($\pm$ خطای معیار) درصد میان گره آلوده ذرت توسط *Sesamia cretica* در تیمارهای مختلف کود سیلیکاته.

Figure 3. Comparison of the mean ($\pm$ SE) percentage of internode infestation of corn by *Sesamia cretica* in different treatments of silicate fertilizers (CaSi: Calcium silicate, KSi: Potassium silicate). Non-similar letters in columns indicate a significant difference (Tukey test, $P < 0.05$).

در بررسی عملکرد کل، تیمارهای مختلف آزمایشی تاثیر معنی داری بر میزان عملکرد (وزن تر) نشان دادند ($F_{3,15}=9.47$; $p=0.003$). همچنین مقایسه میانگین تیمارها نیز نشان داد بیشترین عملکرد مربوط به تیمار محلول پاشی سیلیکات پتاسیم با میانگین ۱۱/۹۳ تن در هکتار و کمترین عملکرد مربوط به تیمار شاهد با میانگین ۷/۹۷ تن در هکتار بوده است (شکل ۴). لازم به بیان است دو تیمار محلول پاشی سیلیکات کلسیم و محلول پاشی تلفیقی سیلیکات کلسیم و پتاسیم نیز عملکرد بسیار بالا و نزدیک به تیمار محلول پاشی سیلیکات پتاسیم از خود نشان دادند.

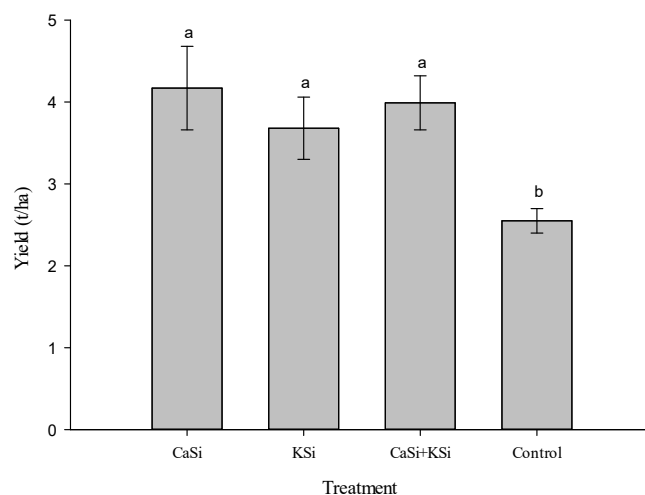
با بررسی عملکرد وزن خشک نیز مشخص شد که تیمارهای مختلف کودهای سیلیکاته تاثیر معنی دار دارند ($F_{3,15}=17.06$; $p=0.001$). همچنین مقایسه میانگین ها در تیمارها نیز نشان داد تیمار محلول پاشی سیلیکات کلسیم با میانگین ۴/۱۷ تن در هکتار بهترین عملکرد وزن خشک را دارد (شکل ۵). تیمار محلول پاشی تلفیقی سیلیکات کلسیم و پتاسیم و تیمار محلول پاشی پتاسیم نیز هر دو در یک گروه و در رتبه بعدی از نظر عملکرد قرار گرفتند. تیمار شاهد نیز با میانگین ۲/۵۵ تن در هکتار کمترین عملکرد را نشان داد.



شکل ۴- مقایسه میانگین ($\pm$ خطای معیار) عملکرد تر ذرت در تیمارهای مختلف کود سیلیکاته.

Figure 4. Comparison of the mean ($\pm$ SE) wet yield of corn by *Sesamia cretica* in different treatments of silicate fertilizers (CaSi: Calcium silicate, KSi: Potassium silicate).

Non-similar letters in columns indicate a significant difference (Tukey test, $P < 0.05$).



شکل ۵- مقایسه میانگین ($\pm$ خطای معیار) عملکرد خشک ذرت در تیمارهای مختلف کود سیلیکاته.

Figure 5. Comparison of the mean ($\pm$ SE) dry yield of corn by *Sesamia cretica* in different treatments of silicate fertilizers (CaSi: Calcium silicate, KSi: Potassium silicate).

Non-similar letters in columns indicate a significant difference (Tukey test, $P < 0.05$).

بحث

محلول پاشی با کودهای سیلیکاته یک روش سازگار با محیط زیست می باشد؛ زیرا در مقایسه با کاربرد آنها در خاک مقادیر کمتری از کود مورد استفاده قرار می گیرد. در شیوه محلول پاشی، جذب سیلیسیم به شدت به فرمولاسیون آن بستگی دارد، ولی به طور کلی جذب از طریق کوتیکول برگ، روزنه ها و کرک ها انجام می شود (Puppe & Sommer, 2018).

نتایج حاصل از این تحقیق نشان می دهد که استفاده از کود سیلیکاته در مراحل مختلف رشدی گیاه ذرت (از پنجه زنی تا پایان مرحله رشدی) باعث کاهش میزان آلودگی به *S. cretica* می شود. در مقایسه فرمولاسیون های مختلف، سیلیکات کلسیم کمترین میزان آلودگی به آفت ساقه خوار را هم در مرحله پنجه زنی و هم در مراحل انتهایی رشد نشان داد.

سیلیسیم در میان عناصر مفید قرار دارد، که فیزیولوژی گونه های متعددی را بهبود می بخشد و عملکردهای ساختاری و بیوشیمیایی مختلفی را انجام می دهد (Ma, 2004). بررسی های انجام شده روی ساقه خوار *S. calamistis* Hampson نشان داد که نیتروژن، زنده ماننی 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 می شود و از طرفی دیگر، باعث افزایش فعالیت ساقه خواران *Sesamia* spp. می شوند (Sétamou et al., 1995). استفاده از سیلیکات کلسیم در نیشکر در خوزستان باعث کاهش قابل توجه در جمعیت ساقه خواران نیشکر *Sesamia* spp. و خسارت ناشی از آنها شده است (Nikpay et al., 2015). همچنین گزارش شده است که نیتروژن و سیلیسیم اثرات متفاوتی روی ساقه خواران دارند. مصرف کودهای نیتروژنه باعث افزایش جمعیت آفت، زنده ماننی بیشتر لاروها و باروری بالاتر حشرات کامل می شود، در حالی که مصرف سیلیسیم منجر به کاهش زنده ماننی لارو و کاهش جمعیت آفت شد (M. Sétamou et al., 2009). بنابراین، این ناجور بودن غلظت مواد می تواند با تغییر دادن سطوح مواد مغذی و ترکیبات ساختاری بافت گیاه بر حساسیت گیاهان به حشرات آفت تاثیر بگذارد (Altieri & Nicholls, 2003). بر اساس بررسی های انجام شده در زمینه تاثیر نیتروژن و سیلیسیم نشان داده شد که هر دو عنصر با تراکم جمعیت آفت زنجرک در برنج مرتبط هستند. هنگامی که سیلیکات کلسیم ۱۴۰ کیلوگرم در هکتار یا بیشتر با دوزهای بالای نیتروژن اضافه شد، جمعیت زنجرک های *Nilaparvata lugens* (Stal) و *N. virescens* (Stal) کاهش یافت. در نتیجه، تعامل بین نیتروژن و سیلیسیم نقش مهمی در مقاومت در برابر این آفات ایفا می کند (Satpathi, 2024). همچنین در پژوهشی دیگر تیمارهای بالای نیتروژن با تعداد بیشتر تریپس *Fulmekiola serrata* Kobus همراه بود، در حالی که تیمارهای سیلیسیم تاثیر قابل توجهی بر هجوم تریپس نداشت. کاهش زنده ماننی کرم ساقه خوار *Eldana saccharina* Walker و آسیب به ساقه توسط کاربرد سیلیسیم در تمام سطوح نیتروژن نشان می دهد که در شرایط مزرعه، فرصتی برای بهینه سازی عملکرد نیشکر از طریق حفظ تغذیه کافی نیتروژن وجود دارد، در حالی که جمعیت *E. saccharina* با استفاده از روش های مدیریت تلفیقی آفات (IPM) که شامل بهبود تغذیه سیلیسیم محصول و کاهش تنش آبی گیاه است، کاهش می یابد. مدیریت بهبود یافته تغذیه نیتروژن نیز ممکن است گزینه ای برای IPM تریپس فراهم کند. اثرات متضاد سیلیسیم بر ساقه خوار و تریپس نشان می دهد که مقاومت القا شده توسط سیلیسیم در برابر حشرات گیاه خوار در نیشکر، دارای اجزای مکانیکی و بیوشیمیایی است که در بافت های ساقه (که هدف *E. saccharina* می باشد) به خوبی تکامل یافته اند، اما در جوانه های برگ (که *F. serrata* در آنجا حضور دارد) به طور ضعیفی توسعه یافته اند (Keeping et al., 2014). مطالب موجود نشان می دهد که سیلیسیم به طور گسترده برای جویات مفید است و اثرات تنش ها از جمله سمیت فلزات، شوری، قلیائیت و عوامل بیماری زا را کاهش می دهد. از همه مهم تر، شواهدی نیز وجود دارد که نشان می دهد سیلیسیم تعامل جویات-ریزوبیا از جمله افزایش گره زایی ریشه، تعداد باکتری ها و تثبیت نیتروژن را در چندین گونه جویات تقویت می کند (Putra et al., 2020).

در مطالعه حاضر با توجه به اینکه تمام تیمارها از نظر میزان آلودگی اختلاف معنی داری با شاهد داشتند، به نظر می رسد سیلیسیم در کاهش میزان آلودگی به ساقه خوار ذرت مؤثر است. سیلیسیم با تجمع در دیواره سلولی و ایجاد لایه های سیلیسی، مانع از نفوذ و تغذیه لاروها می شود و با القای مقاومت سیستمیک در گیاه، نقش مهمی در کاهش خسارت آفات ایفا می کند (Ma & Yamaji, 2006).

تیمارهای مختلف محلول پاشی کودهای سیلیکات باعث افزایش معنی دار وزن تر و وزن خشک گیاه نسبت به تیمار شاهد شدند. این نتیجه با پژوهش های متعددی همسو است که نشان می دهند سیلیسیم باعث تقویت دیواره سلولی، بهبود مقاومت به خشکی و افزایش فتوسنتز و در نتیجه رشد بیشتر گیاه می شود (Ma & Yamaji, 2006). بررسی های انجام شده روی ذرت نشان داده است که

محلول پاشی با سیلیسیم می تواند رشد ذرت و عملکرد آن را به خصوص در شرایط خشک و محدودیت آب بهبود بخشد (Lamlom *et al.*, 2025; Lima *et al.*, 2024). همچنین گزارش شده است که محلول پاشی با سیلیسیم از طریق کاهش تعلق در برگ ها کارایی مصرف آب را افزایش می دهد (Gao *et al.*, 2006).

همه تیمارهای حاوی سیلیسیم در این پژوهش باعث کاهش معنی دار مرگ جوانه مرکزی، درصد آلودگی ساقه و میان گره نسبت به تیمار شاهد شدند. این یافته با پژوهش های زیادی مطابقت دارد که نشان می دهد سیلیسیم باعث القای مقاومت در گیاهان در برابر آفات و کاهش آلودگی می شود (Reynolds *et al.*, 2009). سیلیسیم با ایجاد سد فیزیکی در دیواره سلولی و نیز القای تولید ترکیبات دفاعی مانند فیتوالکسین ها، مقاومت گیاه را افزایش می دهد (Sun *et al.*, 2010). تیمار تلفیقی محلول پاشی سیلیکات کلسیم و سیلیکات پتاسیم در بسیاری از پارامترها بهترین عملکرد را نشان داد که به احتمال ناشی از اثر سینرژیستی این دو ترکیب است. این نتیجه با مطالعه گونتر و همکاران (Guntzer *et al.*, 2012) همسو است که نشان دادند ترکیب منابع سیلیسمی می تواند اثر بهتری نسبت به استفاده جداگانه داشته باشد. در رابطه با تفاوت در نوع منبع سیلیسیم، برخی پژوهش ها از سیلیکات سدیم، سیلیسیک اسید، سیلیکات منیزیم، نانوذرات سیلیس یا حتی خاک دیاتومه استفاده کرده اند که ممکن است میزان جذب و اثرگذاری متفاوتی داشته باشند (Salem, 2020). همچنین شرایط خاک و آب و هوا مثل pH خاک، رطوبت، دما و بافت خاک می توانند بر قابلیت جذب سیلیسیم و اثر آن تأثیر بگذارند (Chaiwong & Prom-u-thai, 2022). از طرفی نوع گیاه و آفت اعم از رقم ذرت مورد استفاده و نژاد آفت نیز در پاسخ به سیلیسیم مؤثر هستند (Visarto *et al.*, 2001). کاربرد کود سیلیکاته حاوی K_2SiO_3 به طور قابل توجهی طول عمر و باروری شته های بالغ *Aphis gossypii* Glover را در پنبه کاهش دادند (Tawfeek & Eldesouky, 2022). همچنین اثرات سمی و دورکنندگی برخی از منابع مختلف سیلیسیم به صورت پودری و مایع روی مگس میوه هلو *Bactrocera zonata* مشاهده شد (Ali & El-Mahdy, 2024). در مطالعه ای دیگر تیمار کودهای سیلیکاته برشته برگ ذرت، *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) باعث کاهش تعداد شته و کاهش تولید پوره شد (Maanju *et al.*, 2025). در نهایت روش مصرف کودهای سیلیکاته نظیر محلول پاشی، خاک کاربرد، نوع و زمان استفاده می توانند در نتایج تفاوت ایجاد کنند (Amine *et al.*, 2022). به این ترتیب اختلاف های مشاهده شده در نوع و میزان اثر با برخی پژوهش های دیگر ناشی از عوامل محیطی، نوع منبع سیلیسیم و روش کاربرد آن است. نتایج این پژوهش به وضوح نشان می دهد که استفاده از سیلیسیم به صورت محلول پاشی کودهای سیلیکاته به ویژه به صورت تلفیقی می تواند رشد گیاه را بهبود بخشیده و خسارت ناشی از آفت را کاهش داده و میزان عملکرد را تا حد زیادی افزایش دهد. این اثرات از طریق مکانیسم های فیزیکی و بیوشیمیایی شامل تقویت دیواره سلولی و القای پاسخ های دفاعی گیاه صورت می گیرد که توسط سایر پژوهشگران این حوزه نیز تایید شده است.

سیلیکات ها با تقویت دیواره سلولی از طریق تجمع سیلیکا-سلولز کمپلکس، استحکام مکانیکی ساقه را افزایش می دهند (Epstein, 1999). همچنین بررسی ها نشان داده اند این ترکیبات جذب کلسیم را بهبود بخشیده و تقسیم سلولی را تحریک می کنند. همین امر در مصرف کودهای سیلیکات به ویژه کودهای حاوی کلسیم مثل سیلیکات کلسیم باعث رشد بیشتر بوته ها شد. پژوهش ها کاهش ۷۰٪ خسارت ساقه خوار اروپایی ذرت با محلول پاشی K_2SiO_3 را تأیید می کند (Rodrigues *et al.*, 2019). به نظر می رسد محلول پاشی سیلیکات پتاسیم به همین طریق باعث کنترل خوب لارو ساقه خوار شد و آلودگی را تا ۵۹ درصد کاهش داد. پتاسیم نقش کلیدی در فعال سازی آنزیم های فتوسنتزی دارد، درحالی که کلسیم در ارسال سیگنال های دفاعی مشارکت می کند (Ma & Yamaji, 2006). استفاده از این دو یون در تیمار محلول پاشی تلفیقی سیلیکات کلسیم و پتاسیم با اثر سینرژیستی منجر به افزایش ۳۳٪ عملکرد خشک نسبت به شاهد شد. ذرات سیلیکات در اپیدرم گیاه با ایجاد ساینده گی در دستگاه گوارش لاروها، باعث کاهش میزان تغذیه می شوند (Keeping *et al.*, 2021). به این ترتیب همانطور که نتایج پژوهش نشان داد محلول پاشی انواع کودهای حاوی سیلیکات منجر به تقویت دفاع ساختاری گیاه می شود. تیمار محلول پاشی سیلیکات پتاسیم به دلیل دارا بودن پتاسیم با بهبود پتانسیل آبی برگ و افزایش محتوای پرولین، تحمل به تنش های محیطی را افزایش داده و فعالیت پمپ های غشایی (H^+ -ATPase)

را تا ۳۵٪ تقویت می کند (Zargar et al., 2019). از طرفی سیلیکات ها با تنظیم مثبت ژن های مرتبط با مسیر اسید جاسمونیک (JA) مانند AOS و LOX، پاسخ دفاعی را تسریع می کنند (Ye et al., 2013; Danso Ofori et al., 2025). این یافته ها کاهش ۴۵/۸ درصد آلودگی در تیمار محلول پاشی تلفیقی سیلیکات کلسیم و پتاسیم را توجیه می کند.

به نظر می رسد سیلیکات باعث القای مقاومت به گیاه ذرت در برابر آفت ساقه خوار ذرت می شود و با توجه به تامین تدریجی سیلیسیم مورد نیاز گیاه در تمام مراحل رشدی، این مقاومت پایدارتر می باشد. محلول پاشی انواع کودهای حاوی سیلیکات علاوه بر کاهش قابل توجه خسارت ساقه خوار *S. cretica* و بالا بردن عملکرد ذرت، مصرف سموم کشاورزی را نیز کاهش می دهد و بنابراین، در برنامه مدیریت تلفیقی ساقه خوار ذرت قابل توصیه می باشد. با وجود این، با توجه به محدودیت های پژوهش حاضر از قبیل یک ساله بودن آزمایش و مطالعه روی یک رقم، پیشنهاد می شود بررسی در سال های مختلف و مکان های مختلف روی سایر ارقام تجاری ذرت نیز انجام شود.

سپاسگزاری

این پژوهش با حمایت دانشکده فناوری کشاورزی ابوریحان دانشگاه تهران انجام شده است. نویسندگان مقاله بدین وسیله مراتب امتنان و سپاس خود را اعلام می نمایند.

References

- Alhousari, F., & Greger, M. (2018). Silicon and mechanisms of plant resistance to insect pests. *Plants*, 7(2), 33. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants7020033>
- Ali, E. A., & El-Mahdy, S. M. (2024). Performance of some soil minerals and potassium silicate on peach fruit fly, *Bactrocera zonata* (Saunders) (Diptera: Tephritidae) under laboratory conditions. *Journal of Plant Protection and Pathology*, 15(10), 311-319. DOI: <https://doi.org/10.21608/jppp.2024.315188.1258>
- Altieri, M. A., & 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. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0167-1987\(03\)00089-8](https://doi.org/10.1016/S0167-1987(03)00089-8)
- Amine, H. M., Hamed, S. A., Anbar, H. A., Shalaby, G. A., Khazal, N. M., & Abd ElRahman, H. A. (2022). Effect of different silica sources on cotton leafworm population in sugar beet plants, and their influence on sugar beet yield. *Jornal of Entomology and Zoology Studies*, 10(3), 55-60. DOI: <https://doi.org/10.22271/j.ento.2022.v10.i3a.9011>
- Askarianzadeh, A., Moharramipour, S., Kamali, K., & Fathipour, Y. (2008). Evaluation of damage caused by stalk borers, *Sesamia* spp. (Lepidoptera: Noctuidae), on sugarcane quality in Iran. *Entomological Research*, 38, 263-267. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1748-5967.2008.00183.x>
- Busch, J. W., & Phelan, P. L. (1999). Mixture models of soybean growth and herbivore performance in response to nitrogen-sulphur-phosphorous nutrient interactions. *Ecological Entomology*, 24(2), 132-145. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2311.1999.00185.x>
- Cannon, J. R., W. N., & Alejandro Ortega, C. (1966). Studies of *Ostrinia nubilalis* larvae (Lepidoptera: Pyraustidae) on corn plants supplied with various amounts of nitrogen and phosphorus. i. survival. *Annals of the Entomological Society of America*, 59(4), 631-638. DOI: <https://doi.org/10.1093/aesa/59.4.631>
- Chaiwong, N., & Prom-u-thai, C. (2022). Significant roles of silicon for improving crop productivity and factors affecting silicon uptake and accumulation in rice: A review. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 22, 1970-1982. DOI: <https://doi.org/10.1007/s42729-022-00787-y>
- Cheraghi, A., Shishshbor, P., Kocheili, F., Rasekh, A., & Jamshidnia, A. (2018). Effects of egg age in *Sesamia cretica* (Lepidoptera: Noctuidae) on parasitism, development and reproduction of *Telenomus busseolae* (Hymenoptera: Platygasteridae). *Journal of Crop Protection*, 7, 125-133. DOR: <https://doi.org/20.1001.1.22519041.2018.7.2.11.6>
- Danso Ofori, A., Su, W., Zheng, T., Datsomor, O., Titriku, J. K., Xiang, X., Kandhro, A. G., Ahmed, M. I., Mawuli, E. W., Awuah, R. T., & Zheng, A. (2025). Jasmonic acid (JA) signaling pathway in rice defense against *Chilo suppressalis* infestation. *Rice*, 18(1), 7. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12284-025-00761-z>

- Ebrahimifar, J., Naseri, H., Zali Kakesh, P., Delphie, E., & Shokr, A. (2023). Impact of stem borers *Sesamia* spp. (Lep.: Noctuidae) on qualitative and some chemical traits of sugarcane varieties in Iran. *Sugar Tech*, 25, 1486-1491. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12355-023-01311-x>
- Ezzeldin, H. A., Sallam, A. A. A., Helal, T. Y., & 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. DOI: <https://doi.org/10.1080/03235400601037180>
- Epstein, E. (1999). Silicon. *Annual Review of Plant Biology*, 50, 641-664. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.50.1.641>
- Gao, X., Zou, C., Wang, L., & Zhang, F. (2006). Silicon decreases transpiration rate and conductance from stomata of maize plants. *Journal of Plant Nutrition*, 29(9), 1637-1647. DOI: <https://doi.org/10.1080/01904160600851494>
- Jamshidnia, A., Feyzi Sartakalto, P. & Sadeghi, R. (2020). Effect of phosphorus fertilizer on the corn stem borer, *Sesamia cretica* Led. infestation. *Plant Pest Research*, 9(4), 1-10. DOI: <https://doi.org/10.22124/iprj.2020.3950>
- Jamshidnia, A. (2023). Sugarcane stem borers, *Sesamia* spp. (Lepidoptera: Noctuidae) infestation in plant and ratoon crops. *Journal of Entomological Society of Iran*, 43, 317-321. (in Farsi). DOI: <https://doi.org/10.52547/jesi.43.3.8>
- Keeping, M. G., Miles, N., & Sewpersad, C. (2014). Silicon reduces impact of plant nitrogen in promoting stalk borer (*Eldana saccharina*) but not sugarcane thrips (*Fulmekiola serrata*) infestations in sugarcane. *Frontiers in Plant Science*, 5, 289. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2014.00289>
- Kfir, R., Overholt, W. A., Khan, Z. R., & Polaszek, A. (2002). Biology and management of economically important lepidopteran cereal stem borers in Africa. *Annual Review of Entomology*, 47, 701-731. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.47.091201.145254>
- Laane, H. M. (2018). The effects of foliar sprays with different silicon compounds. *Plants*, 7(2), 45. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants7020045>
- Lamlom, S. F., Abdelghany, A. M., Ren, H., Ali, H. M., Usman, M., Shaghaleh, Hamoud, Y. A., & El-Sorady, G. A. (2024). Revitalizing maize growth and yield in water-limited environments through silicon and zinc foliar applications. *Heliyon*, 10(15), e35118. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e35118>
- Le Ru, B., Hévin, N. M. C., Capdevielle-Dulac, C., Musyoka, B. K., Sezonlin, M., Conlong, D., & Kergoat, G. J. (2022). Phylogenetics, integrative taxonomy and systematics of the *Sesamia cretica* species group (Lepidoptera: Noctuidae: Apameini: Sesamiina), with the description of 21 new species from the Afrotropical region. *Annales de La Société Entomologique de France (N.S.)*, 58(5), 387-454. DOI: <https://doi.org/10.1080/00379271.2022.2113341>
- Lima, M. D. L., Flores, R. A., Xavier, M. F. N., Sousa, R. G. D., Casaroli, D., Dapper, F. P., Capuchinho, F. F., Santos, G. G., Abdala, K. D. O., & Momesso, L. (2025). Silicon as a strategy to mitigate abiotic stresses and improve physiological performance and grain yield of maize grown under tropical climate conditions. *Plants*, 14(17), 2755. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants14172755>
- Ma, J. F., Miyake, Y., & Takahashi, E. (2001). Silicon as a beneficial element for crop plants. *Studies in Plant Science*, 8, 17-39. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0928-3420\(01\)80006-9](https://doi.org/10.1016/S0928-3420(01)80006-9)
- Ma, J. F. (2004). Role of silicon in enhancing the resistance of plants to biotic and abiotic stresses. *Soil Science and Plant Nutrition*, 50(1), 11-18. DOI: <https://doi.org/10.1080/00380768.2004.10408447>
- Ma, J. F., & Yamaji, N. (2006). Silicon uptake and accumulation in higher plants. *Trends in plant Science*, 11(8), 392-397. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2006.06.007>
- Maanju, S., Yadav, S. S., Jasrotia, P., Jat, M. K., Sharma, P., & Singh, G. (2025). Potential of potassium silicate application on barley, *Hordeum vulgare* for management of corn-leaf aphid, *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) L. *Crop Protection*, 197, 107311. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2025.107311>
- Massey, F. P., & Hartley, S. E. (2006). Experimental demonstration of the antiherbivore effects of silica in grasses: impacts on foliage digestibility and vole growth rates. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 273, 2022-2029. DOI: <https://doi.org/10.1098/RSPB.2006.3586>
- Mirkarimi, A. (1987). Biological studies on sorghum borer *Sesamia cretica* Led. (Lep.: Noctuidae). *Iranian Journal of Agriculture Science*, 18, 17-36. (in Farsi).
- Niazi, A., Manzoor, S., Asari, S., Bejai, S., Meijer, J., & Bongcam-Rudloff, E. (2014). Genome Analysis of *Bacillus amyloliquefaciens* Subsp. *plantarum* UCMB5113: A rhizobacterium that improves plant

- growth and stress management. *PLoS ONE*, 9(8), e104651. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0104651>
- Nikpay, A., Soleyman-Nejadian, E., Goldasteh, S., & Farazmand, H. (2015). Response of sugarcane and sugarcane stalk borers *Sesamia* spp. (Lepidoptera: Noctuidae) to calcium silicate fertilization. *Neotropical Entomology*, 44(5), 498-503. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13744-015-0298-1>
- Puppe, D., & Sommer, M. (2018). Experiments, uptake mechanisms, and functioning of silicon foliar fertilization. A review focusing on maize, rice, and wheat. *Advances in Agronomy*, 152, 1-49. DOI: <https://doi.org/10.1016/bs.agron.2018.07.003>
- Putra, R., Powell, J. R., Hartley, S. E., Johnson, S. N. (2020). Is it time to include legumes in plant silicon research? *Functional Ecology*, 34(6), 1142-1157. DOI: <https://doi.org/10.1111/13652435.13565>
- Salem, A. A. (2020). Comparative insecticidal activity of three forms of silica nanoparticles on some main stored product insects. *Journal of Plant Protection and Pathology*, 11(4), 225-230. DOI: <https://doi.org/10.21608/jppp.2020.96009>
- Satpathi, C. R. (2024). Impact of nitrogen and silicon amendments on hopper population in rice. *Indian Journal of Entomology*, 86(3), 905. DOI: <https://doi.org/10.55446/IJE.2024.1589>
- 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).
- Sétamou, M., Schulthess, F., Bosque-Pérez, N. A., & 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. DOI: <https://doi.org/10.1017/S000748530002931X>
- Sétamou, M., Schulthess, F., Bosque-Pérez, N. A., & 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. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.1995.tb02002.x>
- Soltani Orang, F., Ranjbar Aghdam, H., Abbasipour, H., & Askarianzadeh, A. (2014). Effect of temperature on developmental rate of *Sesamia cretica* (Lepidoptera: Noctuidae) immature stages. *Journal of Insect Science*, 14(1), 1-7. DOI: <https://doi.org/10.1093/jisesa/ieu059>
- Tawfeek, M. E., & Eldesouky, S. E. (2022). Influence of potassium silicate on the survival, development and reproduction of *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae). *Alexandria Science Exchange Journal*, 43(1), 1-9. DOI: <https://doi.org/10.21608/asejaiqsae.2022.214669>
- Thaler, J. S., Farag, M. A., Paré, P. W., & Dicke, M. (2002). Jasmonate-deficient plants have reduced direct and indirect defences against herbivores. *Ecology Letters*, 5(6), 764-774. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1461-0248.2002.00388.x>
- Visarto, P., Zalucki, M. P., Nesbitt, H. J., & Jahn, G. C. (2001). Effect of fertilizer, pesticide treatment, and plant variety on the realized fecundity and survival rates of brown planthopper, *Nilaparvata lugens* (Stål) (Homoptera: Delphacidae) - generating outbreaks in Cambodia. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 4(1), 75-84. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1226-8615\(08\)60107-7](https://doi.org/10.1016/S1226-8615(08)60107-7)
- Zargar, S. M., Mahajan, R., Bhat, J. A., Nazir, M., & Deshmukh, R. (2019). Role of silicon in plant stress tolerance: opportunities to achieve a sustainable cropping system. *Biotech*, 9(3), 73. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13205-019-1613-z>
- Zia-ur-Rehman, M., Khalid, H., and Akmal, F., Waqar, M., Rizwan, M., Qayyum, F., & Nadeem, M. (2016). Silicon and antioxidant defense system against abiotic stresses. In Datnoff, L. E., Rodrigues, F. A., and Heckman, R. A. (Eds). *Silicon in plants: Advances and future prospects*: CRC Press. pp. 303-319. DOI: <https://doi.org/10.1201/9781315369310-18>

Effect of foliar application of silicate fertilizers on corn stem borer, *Sesamia cretica* infestation

M. Tajik¹, A. Jamshidnia^{*2} and R. Sadeghi³

1, 2 & 3. Department of Entomology and Plant Pathology, Faculty of Abureihan Agricultural Technology, University of Tehran, Tehran, Iran

✉ mohammad.tajik22@yahoo.com

✉ jamshidnia@ut.ac.ir

✉ rsadeghi@ut.ac.ir

 <https://orcid.org/0009-0003-1700-2205>

 <https://orcid.org/0000-0002-8004-6249>

 <https://orcid.org/0000-0003-3330-1566>

Received: 18 July 2026 | Accepted: 13 September 2026 |

Abstract

The corn stem borer, *Sesamia cretica* Led. (Lepidoptera: Noctuidae), is one of the most destructive pests of maize in Iran. The use of fertilizers and certain nutrients can lead to a significant reduction in pest activity and prevent the resulting damage. Silicon is an element that can enhance plant resistance against pest and plant diseases. In this study, the effects of foliar application of calcium silicate fertilizer, potassium silicate fertilizer, and a combination of both fertilizers were investigated on the infestation level of *S. cretica* and maize yield under field conditions using a randomized complete block design. The results showed that various silicate fertilizer treatments significantly reduced the percentage of dead heart (central shoot) caused by corn stem borer compared to the control treatment. Upon examination of the stalks at harvest time, the calcium silicate and the combined calcium-potassium silicate treatments showed a significant reduction in the percentage of infested stalks and internodes. All fertilizer treatments studied led to a notable enhancement in both wet and dry maize yield compared to the control. Based on the findings of this research, foliar application of different silicate formulations, either as calcium silicate, potassium silicate, or their combination, can significantly increase maize yield while effectively reducing corn stem borer infestation. Therefore, the application of these two types of silicate fertilizer formulations, either individually or in combination depending on the conditions, is recommended for the management of the corn stem borer.

Key words: Calcium silicate, maize yield, potassium silicate

Citation: Tajik, M., Jamshidnia, A. & Sadeghi, R. (2026). Effect of foliar application of silicate fertilizers on corn stem borer, *Sesamia cretica* infestation. Plant Pest Research, 16(2), 61-73. DOI: <https://doi.org/10.22124/iprj.2026.34268.1704>



*Corresponding author: jamshidnia@ut.ac.ir