دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اراک
شاپا ٤٦٦٨-٢٠٠٨
http://jer.iau-arak.ac.ir

فصلنامه تخصصی تحقیقات حشره‌شناسی
(علمی- پژوهشی)
جلد ۱۱، شماره٤، سال ۱۳۹۸، (۳۲۹-۳۱۵)

بررسی شاخص‌های زیستی شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی، *Tuta absoluta* Meyrick، روی بوته‌های گوجه‌فرنگی تیمار شده با عناصر غذایی کلسیم و سیلیسیم در شرایط گلخانه‌ای

سعید خوانچه زر[۱]، اکبر قاسمی کهریزه[*۲]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه گیاه پزشکی، واحد مهاباد، دانشگاه آزاد اسلامی، مهاباد، ایران
۲- استادیار گروه گیاه پزشکی، واحد مهاباد، دانشگاه آزاد اسلامی، مهاباد، ایران

چکیده

استفاده بی‌رویه از آفت‌کش‌های شیمیایی در دهه‌های اخیر موجب بروز مشکلاتی در رابطه با محیط زیست، سلامتی انسان، موجودات غیرهدف، آلودگی آب و افزایش مقاومت حشرات شده است. از این رو می‌توان از راهبردهای مختلفی از قبیل استفاده از تغذیه عناصر غذایی جهت مقاومت به آفات استفاده کرد. در تحقیق حاضر شاخص‌های زیستی شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی، *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Ghelechiidae)، بر روی بوته‌های گوجه‌فرنگی رقم فلات تیمار شده با عناصر غذایی کلسیم، سیلیسیم و مخلوط کلسیم+سیلیسیم در شرایط گلخانه‌ای مورد بررسی قرار گرفت. تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که در مورد تمامی صفات مورد بررسی به غیر از طول دوره پیش‌شفیرگی اختلاف بین تیمارها معنی‌دار بود ($P<۰/۰۵$). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که کمترین تراکم لارو، شفیره و حشره کامل بر روی تیمار توام کلسیم+سیلیسیم به ترتیب با میانگین ۱۷/۰۰±۰/٤۱، ۱٦/۰۰±۰/٤۱ و ۱۱/۵۰±۰/۲۹ عدد بر بوته مشاهده گردید در حالی که بیشترین تراکم لارو، شفیره و حشره کامل بر روی تیمار شاهد به ترتیب با میانگین ۲۱/۰۰±۰/٤۱، ۲۰/۲۵±۰/٤۸ و ۲۰/۰۰±۰/۹۲ عدد بر بوته مشاهده شد. کمترین و بیشترین طول دوره لاروی به ترتیب بر روی تیمارهای توام کلسیم+سیلیسیم و شاهد با میانگین ۱۳/۵۰±۰/۲۹ و ۲۱/۰۰±۰/۵۸ روز مشاهده گردید. همچنین کمترین و بیشترین طول دوره شفیرگی به ترتیب بر روی تیمارهای توام کلسیم+سیلسیم و شاهد با میانگین ۹/۷۵±۰/٤۸ و ۱۲/۷۵±۰/٦۳ روز و کمترین و بیشترین طول عمر حشرات کامل به ترتیب بر روی تیمارهای توام کلسیم+سیلسیم و شاهد با میانگین ۱۹/۰۰±۰/۹۱ و ۳۸/۰۰±۰/۸۲ روز مشاهده شد. کمترین وزن لاروی و شفیرگی بر روی تیمار توام کلسیم+سیلسیم به ترتیب با میانگین ۸/۰۰±۰/۵۸ و ٦/۵۰±۰/٦٤ میلی‌گرم و بیشترین وزن لاروی و شفیرگی بر روی تیمار شاهد به ترتیب با میانگین ۲۳/۲۵±۰/۸۵ و ۲۲/۰۰±۱/٤۷ میلی‌گرم مشاهده شد. با توجه به نتایج به دست آمده محلول‌پاشی کلسیم و سیلیسیم می‌تواند باعث مهار زیستی شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی و کاهش خسارت آن گردد.

واژه‌های کلیدی: تغذیه گیاهی، مقاومت گیاهی، مینوز گوجه فرنگی.

* نویسنده رابط، پست الکترونیکی: *ghassemikahrizeh@gmail.com*

تاریخ دریافت مقاله:۹۷/۹/۱۷ - تاریخ پذیرش مقاله:۹۸/۱۱/۱۱

مقدمه

گوجه‌فرنگی (*Lycopersicum esculentum* Miller)، یکی از محصولات مهم کشت شده در جهان است که به عنوان یک میوه، سبزی و یک گیاه دارویی استفاده می‌شود (Rick, 1978). گوجه‌فرنگی گیاهی مدل برای بسیاری از مطالعات آزمایشی بوده، دانش و اطلاعات بدست آمده از این گیاه، در بهبود فرآیند تولید تاثیر بسزایی دارد. از مزایای این محصول می‌توان به سهولت کشت، کوتاه بودن دوره زندگی و سازگاری با روش‌های مختلف باغبانی از قبیل پیوند زدن (پیوند شاخه) و قلمه زدن اشاره کرد (Hille *et al*., 1989). گوجه‌فرنگی همواره در معرض خطر ابتلا به آفات و بیماری‌های متعدد بوده که منجر به ضرر و زیان قابل توجهی در تولید این محصول می‌گردد. از آفات مهم گوجه‌فرنگی می‌توان به سفید بالک گلخانه (مگس سفید)، کنه، تریپس، مینوز برگ، هلیوتیس و اخیرا شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی اشاره کرد.

شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی (*Tuta absoluta* Meyrick) در اکثر نقاط دنیا آفت مهم محصولات کشاورزی نظیر گوجه-فرنگی، سیب‌زمینی، بادنجان، فلفل و تنباکو می‌باشد (Colomo *et al*., 2002). مناطق بومی این آفت کشورهای آمریکای جنوبی به خصوص آرژانتین، پرو، برزیل، بولیوی، ونزوئلا و اروگوئه می‌باشند. این آفت در سال‌های گذشته به عنوان آفت قرنطینه کشور محسوب می‌شد ولی متاسفانه به دلیل عدم رعایت صحیح اصول قرنطینه گیاهی اولین بار در تیرماه ۱۳۸۹ در یکی از مزارع گوجه‌فرنگی اطراف ارومیه جمع‌آوری و شناسایی شد و طی ۱۳ ماه از اولین گزارش توانست مزارع گوجه‌فرنگی را در ٢٤ استان کشور آلوده کند (Baniameri & Cheraghian, 2011). این آفت در شرایط مساعد دیاپوز نداشته و ۱۰ تا ۱۲ نسل در سال ایجاد می کند (Desneux, 2010). لاروهای این آفت درون برگ، ساقه و جوانه‌ی انتهایی نفوذ کرده و دالان حفر می‌کنند. خسارت اصلی این شب‌پره مربوط به تغذیه لاروها از پارانشیم بین دو اپیدرم برگ بوده که باعث کاهش سطح فتوسنتز کننده گیاه و در نتیجه کاهش عملکرد محصول می شود. علاوه برآن تغذیه لاروهای این آفت از جوانه‌های انتهایی یا ساقه گیاهان میزبان باعث دفرمه شدن و کاهش رشد گیاه می شود (Garzia *et al*., 2012). شدت خسارت وارده توسط این شب‌پره به گونه و رقم‌های مختلف گیاه میزبان، شرایط آب و هوایی، تراکم آفت و طول دوره فعالیت آن بستگی دارد (Caparros *et al*., 2013; Erdogan & Babariglu, 2014).

تمامی موجودات زنده از جمله گیاهان برای رشد و نمو نیاز به غذا دارند. خاک تامین‌کننده اکثریت قریب به اتفاق عناصر غذایی مورد نیاز گیاه می باشد. عناصر غذائی لازم و مفید بسته به نوع گیاه و خاک اثرات متفاوتی بر مقاومت گیاه به آفات و بیماری‌ها می‌گذارند. مقاومت گیاهان به آفات و بیماری‌ها با ایجاد تغییرات در آناتومی گیاه (مانند افزایش ضخامت دیواره سلول‌های اپیدرمی، افزایش لیگنین، سیلیسی شدن دیواره سلولی برگ‌ها) و خواص فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی (مانند مواد دفع‌کننده آفات) افزایش می‌یابد (Altieri & Nicholls, 2003). تحقیقات نشان می‌دهد که توانایی یک گیاه زراعی برای مقاومت یا تحمل آفات و بیماری‌ها به خواص مطلوب فیزیکی، شیمیایی و عمدتاً بیولوژیکی خاک گره خورده است. کلسیم عنصری نسبتا غیر متحرک است که به صورت یون Ca^{2+} جذب می شود (Cid, 2007). به طور کلی کلسیم مقاومت اندام‌های گیاهی را در برابر صدمات مکانیکی، شکستگی، آفات و بیماریها افزایش می‌دهد و از طرف دیگر در ساخت آنزیم‌های گیاهی دخالت دارد و هم چنین باعث رشد طولانی ریشه و شاخه نیز می‌گردد (Pirmoradian, 1997).

توازن عناصر مورد نیاز و جذب آنها توسط گیاهان در نهایت باعث ساخته شدن متابولیت‌های ثانویه گیاهی به میزان کافی در گیاهان می‌شود که این امر در طول دوره رشدی گیاهان باعث افزایش مقاومت گیاهان به حمله حشرات گیاه خوار خواهد شد(Herms, 2002). سیلیسیم موجود در خاک به وسیله گیاه جذب شده و به عنوان یک عامل موثر در رشد

و نمو، مقاومت در برابر آفات و بیماری‌های گیاهی و تنش‌های محیطی عمل می‌کند. سیلیسیم در دسترس گیاه، همچنین اثرات مهم و معنی داری در بافت خاک، ظرفیت نگهداری آب، ظرفیت جذب و تثبیت فرسایش خاک دارد (Ma, 2004). اولین قدم در جهت کاهش خسارات ناشی از آفات و بیماری‌های گیاهی در مزارع و باغات، تنظیم برنامه غذایی گیاهان می‌باشد چرا که با افزایش مقاومت گیاه نسبت به آفات و بیماری‌ها می‌توان هزینه‌های جاری کنترل آفات و بیماری‌ها را توسط سموم شیمیایی کاست و به این وسیله مصرف بیش از حد سموم کشاورزی را در مزارع کاهش داد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال ۱۳۹٦ در شرایط گلخانه انجام گرفت. آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی و با ٤ تکرار اجرا شد. گیاهان در اواخر مرحله‌ی رشد رویشی به آفت شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی آلوده شدند. پس از اینکه گیاهان وارد فاز زایشی شدند محلول پاشی با تیمارهای شاهد، کلسیم (۲ در هزار)، سیلیسیم (۳ در هزار) و اختلاط کلسیم و سیلیسیم انجام شد. ۱۰ روز و ۲۰ روز بعد دوباره محلول پاشی با تیمارهای مورد نظر انجام گرفت. آلودگی به آفت در شرایط طبیعی انجام گرفت و تعداد لارو، شفیره و حشرات کامل روی بوته‌ها شمارش شدند. برای این منظور ابتد بذر گوجه‌فرنگی در سینی‌های کشت که حاوی کوکوپیت بود کاشته شد، آبیاری به مدت ۳ هفته، هر روز تا زمانی که گیاه به مرحله ۲-۳ برگی رسید صورت گرفت. سپس آنها به محیط کشت اصلی که همان گلدان‌های پلاستیکی است منتقل شدند. گلدان‌ها در محیط ایزوله که با شرایط دما، نور و رطوبت مناسب بود نگهداری شدند. خاکی که برای گلدان‌ها استفاده شد، ترکیبی از خاک باغچه، خاک برگ و کوکوپیت به نسبت مساوی بود.

تهیه گیاهچه‌های گوجه‌فرنگی

بذور ضدعفونی شده رقم فلات ۱۱۱ (به عنوان رقم حساس) از شرکت فلات ایران تهیه شد. این بذور در گلدان‌های استریل حاوی خاک استریل شامل خاک، ماسه، کود برگ (۱:۱:۲) و مقداری پرلیت (استریل شده با اتوکلاو در دمای ۱۲۱ درجه سلسیوس و فشار ۱/۵ اتمسفر به مدت ۳۰ دقیقه) کشت گردید.

شکل ۱- گلدانهای مورد استفاده در تحقیق

شاخص‌های زیستی

تراکم لارو، شفیره و حشرات کامل، طول دوره جنینی، طول دوره‌های لاروی، پیش‌شفیرگی، شفیرگی و طول عمر حشرات کامل، وزن لارو و وزن شفیره به‌عنوان شاخص‌های زیستی آفت بر روی رقم فلات گوجه‌فرنگی تیمار شده با

غلظت‌های مختلف کلسیم و سیلیسیم مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی با ٤ تکرار و در شرایط دمایی۲±۲۷ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ٥±٦٠ درصد، دوره نوری ١٦ساعت روشنایی و ٨ ساعت تاریکی انجام شد. گیاهان تا مرحله شش برگی روی سکوهای گلخانه، در شرایط فیزیکی و محیطی یکسانی نگهداری شدند. پس از این مرحله روی هر کدام از گلدان‌ها توری با مش بسیار ریز کشیده شد. به منظور افزایش پتانسیل تغذیه و تخم‌گذاری شب‌پره مینوز مطابق روش Parkman *et al*. (1989) اقدام شد.

از شب‌پره مینوز بالغ سه روزه که حداکثر دارای ١٢ ساعت اختلاف سنی بودند، استفاده شد. یک جفت شب‌پره نر و ماده پرورش یافته روی همان رقم توسط اسپیراتور به درون هر یک از محفظه‌های مذکور روی بوته‌ها رها سازی شد. ٢٤ ساعت پس از رها سازی، شب‌پره‌های بالغ به کمک اسپیراتور از محفظه توری خارج شدند. طی روزهای بعد متغیرهای طول دوره جنینی، طول دوره لاروی، طول دوره شفیرگی، طول دوره پیش‌شفیرگی و وزن لاروها و شفیره‌ها ثبت شد. نمونه برداری‌ها از نظر موقعیت قرار گرفتن برگ روی بوته و سطوحی از برگ که در اختیار حشره قرار گرفته بود استاندارد شد (Parrella, 1987). برای آسان شدن مطالعات و دقت بیشتر ارزیابی متغیرها، جهت اندازه‌گیری طول دوران لاروی و شفیرگی، مطابق روش Civelek & Yoldas (2003) برگ‌ها از بوته جدا و انتهایی دمبرگ آن‌ها داخل پنبه آغشته به آب قرار داده شد. ظرف حاوی برگ‌ها، در انکوباتور با دمای۲ ±۲۷ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ٥±٦٠ درصد و دوره نوری ١٦ساعت روشنایی و ٨ ساعت تاریکی قرار داده شد. برگ‌ها به طور روزانه بررسی و داده های بدست آمده ثبت شد. روی برگ‌های چیده شده فقط به یک لارو اجازه رشد داده شد و لاروهای اضافی به منظور جلوگیری از رقابت درون گونه‌ای و کاهش بقا و رشد و نمو حذف شدند (Parrella *et al*., 1983; Quiring & Mc Neil, 1984). برای اندازه گیری وزن شفیره، تمام شفیره‌های تشکیل شده در یک محفظه توری (هر تکرار از هر تیمار) با ترازوی مدل AND با دقت ٠/٠٠١ گرم توزین و میانگین وزن یک شفیره در هر محفظه محاسبه و ثبت شد.

تجزیه آماری نتایج حاصل از این تحقیق با نرم‌افزار SPSS22 انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون Tukey's HSD در سطح ٥٪ انجام گرفت.

نتایج

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که در مورد تمامی صفات مورد بررسی به غیر از طول دوره پیش-شفیرگی و طول دوره جنینی اختلاف بین تیمارها در سطح یک درصد معنی‌دار بود و در مورد صفت طول دوره جنینی اختلاف بین تیمارها در سطح پنج درصد معنی‌دار بود (جدول‌های ١ و ٢).

جدول١- تجزیه واریانس صفات مربوط به شاخص‌های زیستی شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی پرورش یافته بر روی بوته‌های گوجه‌فرنگی تیمار شده با عناصر غذایی کلسیم و سیلیسیم

Table 1. Analysis of variance of the traits related to the biological indices of tomato leaf miner reared on tomato plants treated with calcium and silicon nutrition elements

Source of Variance	d_f	Mean Squars			
		Incubation Period	Density of Larvae	Larval Period	Larval Weight
Treatment	3	8.229*	10.72**	38.5**	157.062**
Error	12	1.479	0.7291	1.208	2.9791
C.V. (%)		16.92	4.50	6.46	10.82

* و ** به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌دار بودن تفاوتها در سطح پنج و یک درصد می‌باشد.

* and ** are significant at 0.05 and 0.01 levels, respectively.

جدول۲- تجزیه واریانس صفات مربوط به شاخص‌های زیستی شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی پرورش یافته بر روی بوته‌های گوجه‌فرنگی تیمار شده با عناصر غذایی کلسیم و سیلیسیم

Table 2. Analysis of variance of the traits related to the biological indices of tomato leaf miner reared on tomato plants treated with calcium and silicon nutrition elements

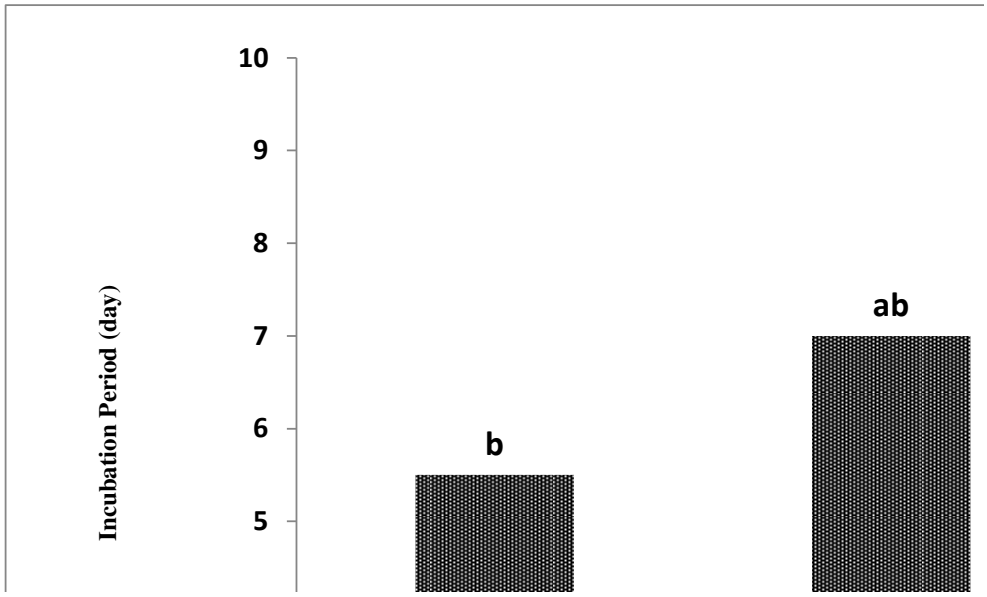
Source of Variance	d_f	Mean Squars					
		Density of Pupae	Pupal Period	Pupal Weight	Pre-pupal Period	Density of Adults	Longevity of Adults
Treatment	3	16.0625**	7.416**	181.583**	4.562^{ns}	48.562**	251.416**
Error	12	0.7291	0.9583	4.416	1.354	1.312	2.4583
C.V. (%)		4.72	9	13.03	8.65	7.3	5.78

ns و ** به ترتیب نشان‌دهنده غیرمعنی‌دار و معنی‌دار بودن تفاوتها در سطح یک درصد می‌باشد.

ns and ** are non significant and significant at 0.01 level, respectively.

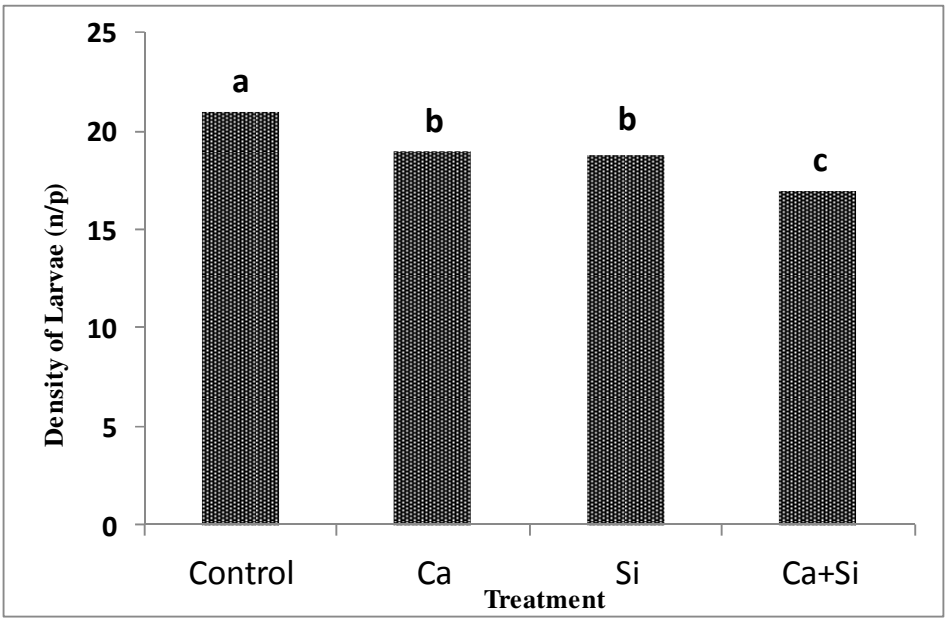
دوره جنینی تخم

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که از نظر دوره جنینی تخم، بین تیمارها تفاوت آماری معنی‌داری در سطح پنج درصد وجود داشت (P<۰/۰۵، F=۵/۵٦ و d_f=۳). بر اساس نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها، بیشترین طول دوره جنینی با میانگین ۹/۰۰±۰/۹۱ روز مربوط به تخمهای جمع آوری شده از بوته‌های گوجه‌فرنگی تیمار شده با مخلوط کلسیم+سیلیسیم بود و کمترین طول دوره جنینی با میانگین ۵/۵۰±۰/۲۹ روز مربوط به تخمهای جمع آوری شده از بوته-های گوجه‌فرنگی شاهد بود ضمن اینکه تیمارهای کلسیم و سیلیسیم اختلاف معنی‌داری با تیمارهای شاهد و مخلوط کلسیم+سیلیسیم نداشتند (شکل ۲).



شکل ۲- مقایسه میانگین طول دوره جنینی شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی پرورش یافته بر روی بوته‌های تیمار شده با کلسیم و سیلیسیم در شرایط گلخانه

Fig 2. Mean comparison of the incubation period of tomato leaf miner reared on calcium and silicon-treated plants under greenhouse conditions



شکل ۳- مقایسه میانگین تراکم لاروهای شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی پرورش یافته بر روی بوته‌های تیمار شده با کلسیم و سیلیسیم در شرایط گلخانه

Fig 3. Mean comparison of the density of tomato leaf miner larvae reared on calcium and silicon-treated plants under greenhouse conditions

تراکم لارو

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که از نظر تراکم لاروهای پرورش یافته بر روی بوته‌های گوجه فرنگی، بین تیمارها تفاوت آماری معنی‌دار وجود داشت ($P<$۰/۰۰۱، F=۱٤/۷۱ و d_f=۳). نتایج حاصل از مقایسه میانگین-ها نشان داد که کمترین و بیشترین تراکم لاروی به ترتیب با میانگین ۱۷/۰۰±۰/٤۱ و ۲۱/۰۰±۰/٤۱ عدد بر بوته مربوط به تیمارهای مخلوط کلسیم+سیلیسیم و شاهد بود و تیمارهای کلسیم و سیلیسیم اختلاف آماری معنی‌داری با همدیگر نداشتند و میانگین تراکم لاروی در این دو تیمار به ترتیب ۱۸/۷۵±۰/٤۸ و ۱۹/۰۰±۰/٤۱ عدد بر بوته بود (شکل ۳).

طول دوره لاروی

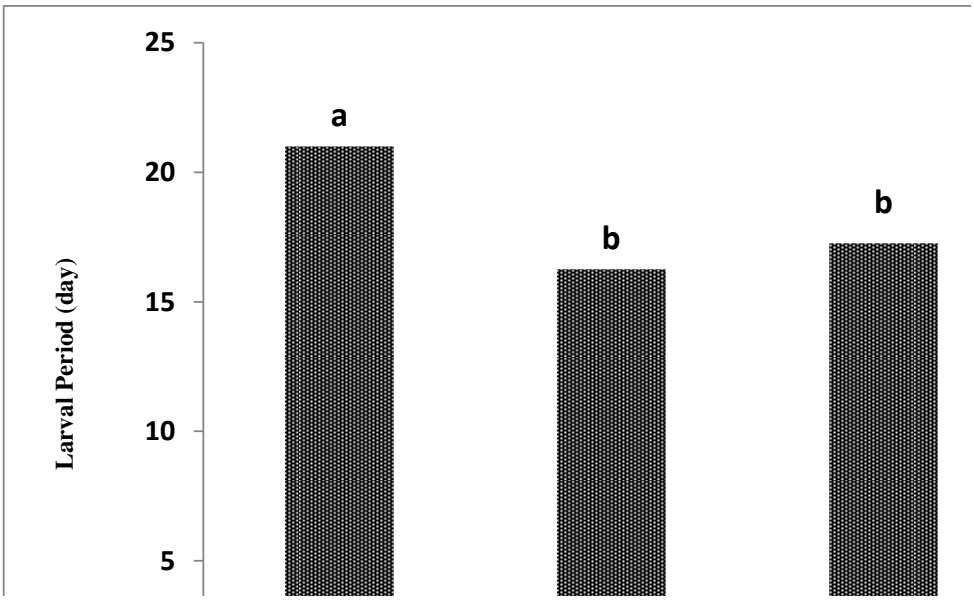
نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که از نظر طول دوره لاروی بین تیمارهای مورد بررسی تفاوت آماری معنی‌دار وجود داشت ($P<$۰/۰۰۱، F=۲٤/۹۷ و d_f=۳). نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد، که تیمارها در سه گروه مختلف آماری قرار گرفتند، بیشترین طول دوره لاروی با میانگین ۲۱/۰۰±۰/۵۸ روز مربوط به تیمار شاهد و کمترین طول دوره لاروی با میانگین ۱۳/۵۰±۰/۲۹ روز مربوط به تیمار مخلوط کلسیم+سیلیسیم بود همچنین دو تیمار کلسیم و سیلیسیم به ترتیب با میانگین ۱۷/۲۵±۰/۷۵ و ۱٦/۲۵±۰/۷۵ روز در یک گروه آماری قرار گرفتند (شکل ٤).

وزن لارو

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که از نظر وزن لاروهای پرورش یافته بر روی بوته‌های گوجه‌فرنگی تیمار شده با عناصر غذایی مورد بررسی، بین تیمارها تفاوت آماری معنی‌دار وجود داشت (P<۰/۰۰۱، F=۵۲/۷۲ و d_f=۳). بر اساس نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها، کمترین وزن لاروی با میانگین ۸/۰۰±۰/۵۸ میلی‌گرم مربوط به لاروهای پرورش یافته بر روی بوته‌های گوجه‌فرنگی تیمار شده با مخلوط کلسیم+سیلیسیم بود و لاروهای پرورش یافته بر روی بوته‌های شاهد با میانگین وزن ۲۳/۲۵±۰/۸۵ میلی‌گرم بیشترین وزن لاروی را به خود اختصاص دادند. لاروهای پرورش یافته بر روی تیمارهای کلسیم و سیلیسیم به ترتیب با میانگین ۱۷/۰۰±۰/۹۱ و ۱۵/۵۰±۱/۰٤ میلی‌گرم با قرار گرفتن در یک گروه آماری با تیمارهای مخلوط کلسیم+سیلیسیم و شاهد اختلاف معنی‌دار داشتند (شکل ۵).

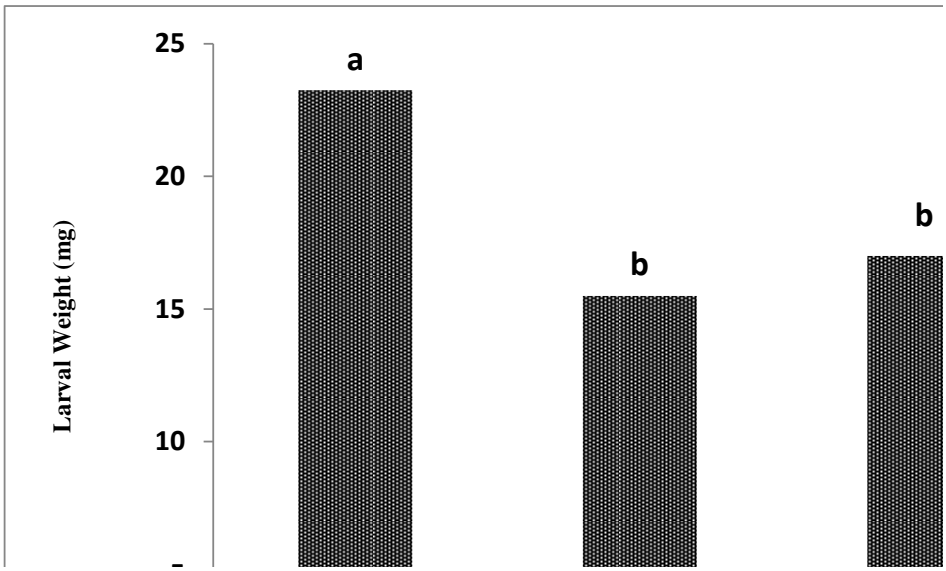
تراکم شفیره

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که از نظر تراکم شفیره‌های شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی پرورش یافته بر روی بوته‌های گوجه‌فرنگی تیمار شده با عناصر غذایی مورد بررسی، بین تیمارها تفاوت آماری معنی‌دار وجود داشت (P<۰/۰۰۱، F=۱٦/٥٤ و d_f=۳). نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نشان داد که کمترین و بیشترین تراکم شفیرگی به ترتیب با میانگین ۱٦/۰۰±۰/٤۱ و ۲۰/۲۵±۰/٤۸ عدد بر بوته مربوط به تیمارهای مخلوط کلسیم+سیلیسیم و شاهد بود و تراکم شفیرگی در دو تیمار کلسیم و سیلیسیم با میانگین ۱۸/۰۰±۰/٤۱ عدد بر بوته با همدیگر برابر بود (شکل ٦).



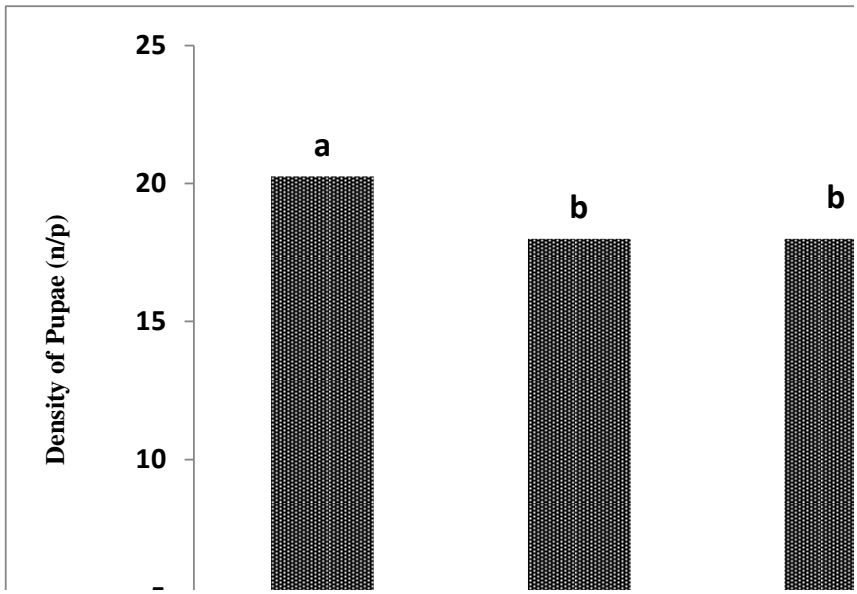
شکل ٤- مقایسه میانگین طول دوره لاروی شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی پرورش یافته بر روی بوته‌های تیمار شده با کلسیم و سیلیسیم در شرایط گلخانه

Fig 4. Mean comparison of the larval period of tomato leaf miner reared on calcium and silicon-treated plants under greenhouse conditions



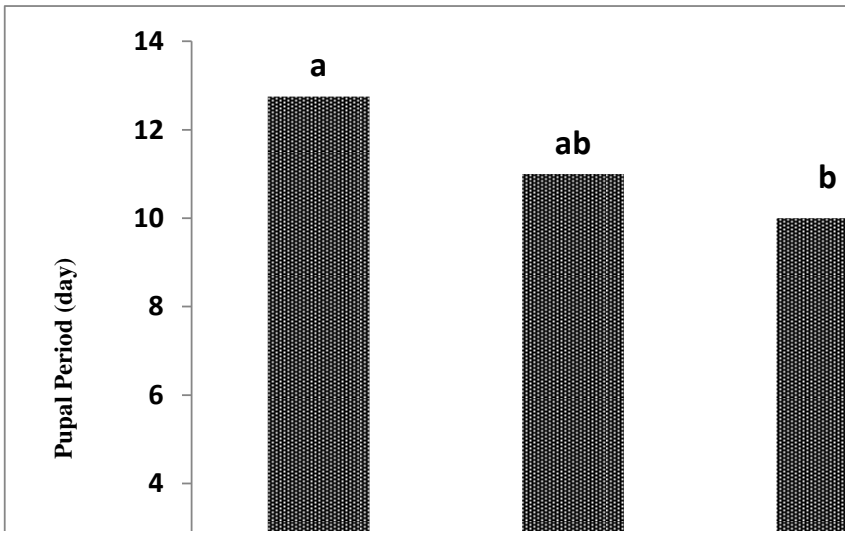
شکل ۵- مقایسه میانگین وزن لاروهای شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی پرورش یافته بر روی بوته‌های تیمار شده با کلسیم و سیلیسیم در شرایط گلخانه

Fig 5. Mean comparison of the larval weight of tomato leaf miner reared on calcium and silicon-treated plants under greenhouse conditions



شکل ٦- مقایسه میانگین تراکم شفیره‌های شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی پرورش یافته بر روی بوته‌های تیمار شده با کلسیم و سیلیسیم در شرایط گلخانه

Fig 6. Mean comparison of the density of tomato leaf miner pupae reared on calcium and silicon-treated plants under greenhouse conditions



شکل ۷- مقایسه میانگین طول دوره شفیرگی شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی پرورش یافته بر روی بوته‌های تیمار شده با کلسیم و سیلیسیم در شرایط گلخانه

Fig 7. Mean comparison of the pupal period of tomato leaf miner reared on calcium and silicon-treated plants under greenhouse conditions

طول دوره شفیرگی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که از نظر طول دوره شفیرگی شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی پرورش یافته بر روی بوته‌های گوجه‌فرنگی تیمار شده با عناصر غذایی مورد بررسی، بین تیمارها تفاوت آماری معنی‌دار وجود داشت (P<۰/۰۰۱، F=۷/۷٤ و d_f=۳). هم‌چنین نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین طول دوره شفیرگی با میانگین ۱۲/۷۵±۰/٦۳ روز مربوط به تیمار شاهد و کمترین طول دوره شفیرگی با میانگین ۹/۷۵±۰/٤۸ روز مربوط به تیمار مخلوط کلسیم+سیلیسیم بود همچنین طول دوره شفیرگی در دو تیمار کلسیم و سیلیسیم به ترتیب با میانگین ۱۰/۰۰±۰/٤۱ و ۱۱/۰۰±۰/٤۱ روز بود و اختلاف معنی‌داری با همدیگر نداشتند (شکل ۷).

وزن شفیره

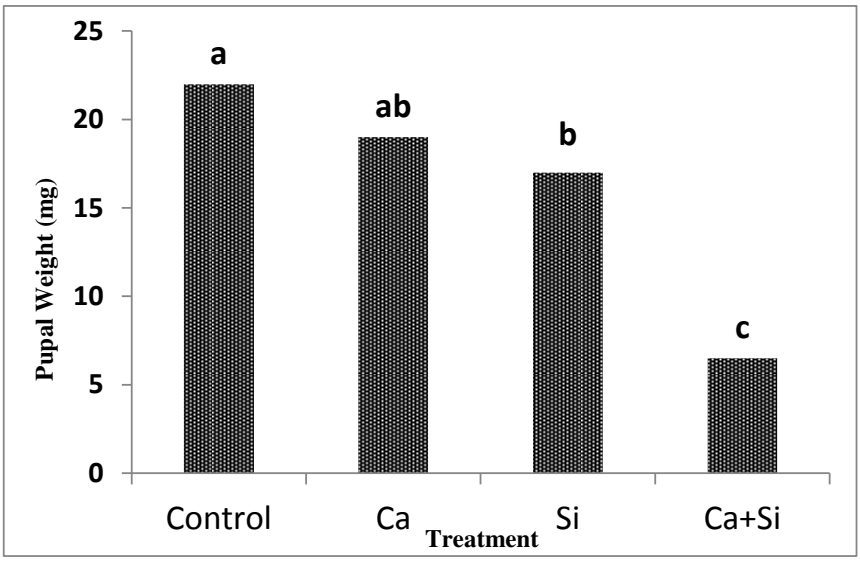
نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که از نظر وزن شفیره‌های شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی پرورش یافته بر روی بوته‌های گوجه‌فرنگی تیمار شده با عناصر غذایی مورد بررسی، بین تیمارها تفاوت آماری معنی‌دار وجود داشت (P<۰/۰۰۱، F=٤۱/۱۱ و d_f=۳). بر اساس مقایسه میانگین‌ها کمترین و بیشترین وزن شفیرگی به ترتیب با میانگین ٦/۵۰±۰/٦٤ و ۲۲/۰۰±۱/٤۷ میلی گرم مربوط به تیمار مخلوط کلسیم+سیلیسیم و شاهد بود و میانگین وزن شفیرگی تیمارهای کلسیم و سیلیسیم به ترتیب ٦/۵۰±۰/٦٤ و ۲۲/۰۰±۱/٤۷ میلی گرم بود و اختلاف آماری معنی‌داری در سطح پنج درصد با همدیگر نداشتند (شکل ۸).

طول دوره پیش شفیرگی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که از نظر طول دوره پیش‌شفیرگی شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی پرورش یافته بر روی بوته‌های گوجه‌فرنگی تیمار شده با عناصر غذایی مورد بررسی، بین تیمارها تفاوت آماری معنی‌دار وجود نداشت (جدول ۲) ولی بیشترین طول دوره پیش‌شفیرگی با میانگین ۱۵/۰۰±۰/۴۱ روز مربوط به تیمار سیلیسیم بود و میانگین دوره پیش‌شفیرگی مربوط به تیمارهای کلسیم، شاهد و مخلوط کلسیم+سیلیسیم به ترتیب ۱۲/۷۵±۰/۴۸، ۱۲/۷۵±۰/۸۵ و ۱۳/۲۵±۰/۴۸ روز بود.

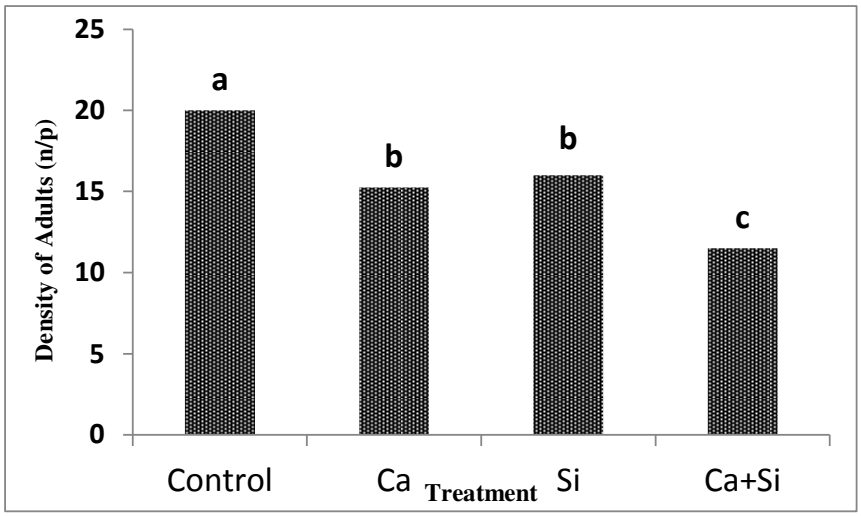
تراکم حشرات کامل

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که از نظر تراکم حشرات کامل شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی پرورش یافته بر روی بوته‌های گوجه‌فرنگی، بین تیمارها تفاوت آماری معنی‌دار وجود داشت (P<۰/۰۰۱، F=۳۷/۰۰ و df=۳). بر اساس نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها تیمارها در سه گروه مختلف آماری قرار گرفتند، بطوری که تیمار شاهد با میانگین ۲۰/۰۰±۰/۹۲ عدد بر بوته بیشترین تراکم حشرات کامل خود را به خود اختصاص داد و کمترین تراکم حشرات کامل با میانگین ۱۱/۵۰±۰/۲۹ عدد بر بوته در تیمار مخلوط کلسیم+سیلیسیم مشاهده گردید. تیمارهای کلسیم و سیلیسیم به ترتیب با میانگین ۱۶/۰۰±۰/۴۱ و ۱۵/۲۵±۰/۴۸ عدد بر بوته حشره کامل در یک گروه آماری قرار گرفتند (شکل ۹).



شکل ۸- مقایسه میانگین وزن شفیره‌های شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی پرورش یافته بر روی بوته‌های تیمار شده با کلسیم و سیلیسیم در شرایط گلخانه

Fig 8. Mean comparison of the pupal weight of tomato leaf miner reared on calcium and silicon-treated plants under greenhouse conditions

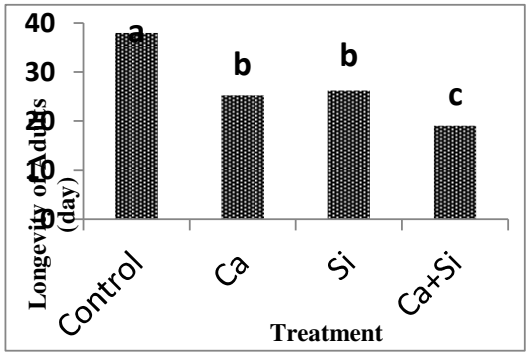


شکل ۹- مقایسه میانگین تراکم حشرات کامل شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی پرورش یافته بر روی بوته‌های تیمار شده با کلسیم و سیلیسیم در شرایط گلخانه

Fig 9. Mean comparison of the density of tomato leaf miner adults reared on calcium and silicon-treated plants under greenhouse conditions

طول عمر حشرات کامل

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که از نظر طول عمر حشرات کامل بین تیمارهای مورد بررسی تفاوت آماری معنی‌دار وجود داشت ($P<$۰/۰۰۱، F=۹۰/۰٦ و d_f=۳). نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمارها در سه گروه مختلف آماری قرار گرفتند. بیشترین طول عمر حشرات کامل با میانگین ۰/۸۲±۳۸/۰۰ روز مربوط به تیمار شاهد و کمترین طول عمر حشرات کامل با میانگین ۰/۹۱±۱۹/۰۰ روز مربوط به تیمار مخلوط کلسیم+سیلیسیم بود. تیمارهای کلسیم و سیلیسیم به ترتیب با میانگین ۰/۷۵±۲٦/۲۵ و ۰/۸۵±۲۵/۲۵ روز در یک گروه آماری قرار گرفتند (شکل ۱۰).



شکل ۱۰- مقایسه میانگین طول عمر حشرات کامل شب‌پره مینوز گوجه فرنگی پرورش یافته بر روی بوته‌های تیمار شده با کلسیم و سیلیسیم در شرایط گلخانه

Fig 10. Mean comparison of the longevity of tomato leaf miner adults reared on calcium and silicon-treated plants under greenhouse conditions

بحث

به‌طور کلی نتایج تحقیق حاضر حاکی از تاثیرپذیری کلی تمامی صفات در حضور تیمارهای تغذیه‌ای بود و در حضور تیمارهای تغذیه‌ای عناصر معدنی مورد بررسی، تاثیرات متفاوت بر شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی مشاهده شد، لذا کیفیت مواد تغذیه‌ای دارای تاثیر بخصوص و مهمی در فعالیت شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی می‌باشد. بر اساس نتایج مقایسه میانگین داده‌ها، تراکم لاروهای شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی در تیمارهای مختلف و در حضور عناصر کلسیم و سیلیسیم کاهش یافت. نتایج مشابه در مورد تراکم شفیره، حاکی از کاهش تراکم شفیره‌ها در حضور تیمارهای مواد معدنی در گیاه بود، به تبع آن تراکم حشرات کامل نیز در تیمارهای تغذیه‌ای رو به افول گذاشت، که در تمامی این موارد با توام شدن عناصر سیلسیم و کلسیم، تاثیر منفی این عناصر بر تراکم لارو، شفیره و حشرات کامل بیشتر شد. مورد دیگر تاثیر تیمارهای تغذیه‌ای کلسیم و سیلیسیم بر طول دوره‌های نشو و نموی شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی بود به‌طوری که طول دوره‌های لاروی و شفیرگی و طول عمر حشرات کامل شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی در حضور تیمارهای کلسیم و سیلیسیم در مقایسه با تیمار شاهد کاهش یافت که این مورد می‌تواند از تاثیر سوء این عناصر غذایی بر شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی ناشی از ایجاد مقاومت القایی در بوته‌های مورد بررسی توسط عناصر تغذیه‌ای مزبور (کلسیم و سیلیسیم) باشد. همچنین وزن لاروها و شفیره‌های پرورش یافته بر روی بوته‌های تیمار شده با عناصر غذایی کلسیم و سیلیسیم در مقایسه با شاهد کاهش معنی‌دار داشت که مبین القای مقاومت در بوته‌های مورد بررسی توسط عناصر تغذیه‌ای کلسیم و سیلیسیم بود. اما دوره جنینی تخم افزایش نشان داد که حشرات مورد تغذیه از تیمارهای سیلیسیم و کلسیم دارای دوره رکودی برای خروج از تخم می‌باشند.

یک تحقیق جدید در سال ۲۰۰٤ نشان داد که منابع سیلیسیم (سیلیکات کلسیم) به طور معنی‌داری میزان بقایای لاروهای ساقه‌خوار و خسارت آن‌ها در ارقام مختلف نیشکر (در محصول پلنت و راتون) را کاهش داد. این کاهش در رقم حساس N27 معنی‌دار بود ولی در رقم مقاوم N33 کاهش بقایایی لاروی معنی‌دار نبود (Keeping *et al* ., 2004). در پژوهشی در برزیل تحت شرایط مزرعه‌ای ١٦رقم نیشکر را به وسیله سیلیکات کلسیم و سیلیکات منیزیم با غلظت۸۰۰ کیلوگرم در هکتار تیمار کرده و دریافت که تغذیه گیاه با سیلیسیم تعداد پوره‌های سن‌های کف مانند *Mahanarva fimbriolata* Stal را در کرت‌های تیمار شده کاهش داد (Korndorfer, 2010)، که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت داشت. هم چنین Korndorfer *et al.* (2011) در پژوهش دیگری دریافتند تیمار سیلیسیم (سیلیکات پتاسیم) طول دوره رشدی حشرات ماده و نر سن‌های کف مانند را در رقم SP80-1816 نیشکر نسبت به شاهد کاهش داد طوری که طول عمر حشرات بالغی که از گیاهان تیمار شده با سیلیسیم تغذیه کرده بودند نسبت به حشرات شاهد دو روز کم‌تر گزارش شد. این کاهش موجب کم شدن تعداد تخم‌های گذاشته شده توسط حشرات ماده، کاهش تعداد نتاج و در نتیجه کاهش تزریق بزاق سمی حشره به گیاهان گردید که همسو با نتایج تحقیق حاضر است. این نتایج با نتایج حاصل از تحقیق Luna (1988) که با محلول‌پاشی کلسیم روی لوبیا نشان داد که تراکم تریپس *Heliothrips haemorrhoidalis* (Bouche) کم می‌شود مطابقت دارد. هم‌چنین با نتایج تحقیقی که جهت بررسی اثرات نیتروژن و کلسیم روی شته *Myzus persicae* (Sulzer) انجام گرفت و معلوم گردید که نیتروژن سبب افزایش و کلسیم موجب کاهش تراکم این آفت روی گیاهچه‌های کلم می‌شود، همخوانی داشت (Ma, 2004).

در یک تحقیق تاثیر یکبار پاشش بهاره کلسیم، روی و اوره برتراکم جمعیت پسیل معمولی پسته *Agonoscena pistaciae* Burckhardt and Lauterer در شرایط باغ‌های پسته رفسنجان بررسی شد و مشخص شد که اثر محلول‌های غذایی بر تخم در سطح ۵ درصد و پوره‌ها در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌دار داشت که با نتایج تحقیق حاضر مشابهت دارد. نتایج تحقیق مزبور نشان داد که عناصر غذایی به کار برده شده نسبت به آفت‌کش اثر بیشتری در کنترل جمعیت پوره‌های پسیل معمولی پسته دارند (Rouhani & Samih, 2012) و از طرفی کاهش طول دوره لاروی در تیمارهای مورد بررسی نشان از کم شدن دوره تغذیه در حشره بود.

در تحقیق حاضر تیمارهای تغذیه‌ای هیچ تاثیری بر طول دوره پیش شفیره‌گی نداشت، که البته ممکن است این مرحله از زندگی حشره، دارای تاثیرپذیری خاصی از نوع تغذیه حشره نباشد. هم‌چنین در تیمارهای تغذیه‌ای، کاهش طول عمر حشرات کامل مشاهده گردید که این کاهش می‌تواند سبب کاهش سایر فرآیندهای فیزیولوژیکی و در نتیجه کاهش زادآوری حشره را به دنبال داشته باشد و همچنان که مشخص است وزن لاروها و به تبع آن وزن شفیره‌ها خود ناشی از تغذیه آفت بوده، که این صفات نیز در حضور تیمارهای تغذیه‌ای آفت رو به کاهش بوده و میزان این وزن‌ها کاهش نشان می‌دهد و در واقع نشان از عدم تغذیه آفت از گیاهان به دلیل وجود ماده میکروسیلیسیم و کلسیم در تیمارهای مورد بررسی می‌باشد. در مورد گندم و ذرت خوشه نیز مصرف کودهای محتوی سیلیسیم تاثیری منفی بر نرخ رشد شته سبز داشته است (Askareen Zadeh & Jafari, 2007).

برابر یافته‌های تحقیق حاضر تمامی شاخص‌های زیستی آفت تحت تاثیر تیمارهای کلسیم و سیلیسیم قرار گرفتند، بطوری که تراکم لاروی، شفیرگی و حشرات کامل، طول دوره‌های لاروی و شفیرگی، طول عمر حشرات کامل، وزن لاروها و شفیره‌ها در حضور تیمارهای کلسیم و سیلیسیم کاهش یافتند. دوره جنینی تخم شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی در حضور تیمارهای کلسیم و سیلیسیم افزایش یافت.

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: 203-211.

Askareen Zadeh, A. and Jafari, S. 2007. Effect of potassium silicate fertilizer on sugar cane fields on contamination rate of *Sesamia spp*. stem and sugarcane yield, 10th Iranian soil congress, Karaj, College of Agriculture and Natural Resources, Tehran University.

Baniameri, V. and Cheraghian, A. 2012. The first report and control strategies of *Tuta absoluta* in Iran. EPPO Bulletin, 42: 322-324.

Caparros, M. R., Brostaux, Y., Haubruge, E. and Verheggen, F. J. 2013. Propensity of the leaf miner, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae), to develop on four potato plant varieties. Americn Journal of Potato Research, 90: 255-260.

Cid, M. C., Morales, L. and Scorro, A. R. 2007. Influence of additional night irrigations on petal calcium levels and post-harvest life of soilless roses. Acta Horticulturae, 747: 513-517.

Civelek, H. S. and Yoldas, Z. 2003. Population densities of *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard, 1926) (Diptera: Agromyzidae) in insecticide-treated and non-treated cucumber producing greenhouses in the izmir region. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 27: 43-48.

Colomo, M. V., Dominga, C. B. and Chocobar, J. 2002. EI complejo de imenopteros parasitoides queatacan a la polilla del tomate *tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechidae) en la Argentina. Acta Zoologica Lilloana, 46:81-92.

Conway, W. S. 1987. The effects of postharvest infiltration of calcium, magnesium, or strodium on decay, firmness, respiration, and ethylene production in apples. Journal of the American Society for Horticultural Science, 112: 300-303

Desneux, N., Wajnberg, E., Wyckhuys, K. A. G., Burgio, G., Arpaia, S., Narváez-Vasquez, C. A., González-Cabrera, J., Catalán Ruescas, D., Tabone, E., Frandon, J.,Pizzol, J., Poncet, C., Cabello, and T. and Urbaneja, A. 2010. Biological invasion of European tomato crops by *Tuta absoluta*: ecology, history of invasion and prospects for biological control. Journal of Pest Science, 83: 197-215.

Erdogan, P. and Babaroglu, N. E. 2014. Life table of the tomato leaf miner, *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae). Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpasa University, 31: 80-89.

Garzia, G. T., Siscaro, G., Biondi, A. and Zappala, L. Z. 2012. *Tuta absoluta*, South American pest of tomato now in the EPPO region: biology, distribution and damage. EPPO Bulletin, 42: 205-210.

Herms, D. A. 2002. Effects of Fertilization on Insect Resistance of Woody Ornamental Plants: Reassessing an Entrenched Paradigm. Environmental Entomology, 31:923-933.

Hille, J., Koornneef, M., Ramanna, M. S. and Zabel, P. 1989. Tomato: a crop species amenable to improvement by cellular and molecular methods. Euphytica, 42: 1-23.

Keeping, M. G., Meyer, J. H. and Brenchley, P. 2004. Silicon enhances of resistance of sugarcane to African stalk borer *Eldana saccharina* Walker, Abstracts of XXII International Congress of Entomology, Brisbane, Australia.

Korndorfer, A. P. 2010. Effect of silicon in the induction of resistance to the spittlebug *Mahanarva fimbriolata* Stal (Hemiptera: Cercopidae) on sugarcane cultivars. Ph. D. Thesis for Entomology, University of Uberlandia Brazil.

Korndorfer, G. H., Snyder, G. H., Ulloa, M., Powell, G. and Datnoff, L. E. 2011. Calibration of soil and plant silicon for rice production. Journal of Plant Nutrition, 24: 1071-1084.

Luna, J. M. 1988. Influence of soil fertility practices on agricultural pests. In: Proceedings of the Sixth International Science Conference of IFOAM on Global Perspectives on Agroecology and Sustainable Agricultural Systems, Santa Cruz, CA, pp. 589–600.

Ma, J. F. 2004. Role of silicon in enhancing the resistance of plants to biotic and abiotic stresses. Soil Science and Plant Nutrition, 50: 11-18.

Rouhani, M. and Samih, M. A. 2012. The effect of once spring application of Calcium, Zinc and Urea on population density of common pistachio psylla *Agonoscena pistaciae* (Hem: Aphalaridae) in pistachio orchards of Rafsanjan. Plant Pests Research, 2: 35-44. (in Persian with English summary). Foliar nutrition of fruit trees. Tehran: Nashr Jahan Publications. 32 pages 1997.

Pirmoradian, M. Parkman, P., Dusky, J. A., and Waddill, V. H. 1989. Biological Studies of *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae) on Castor Bean. Environmental Entomology, 18: 768-772.

Parrella, M. P. 1987. Biology of *Liriomyza*. Annual Review of Entomology, 32: 201-224.

Parrella, M. P., Robb, K. L., and Bethke, J. A. 1983. Influence of selected host plants on the biology of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae). Annals of the Entomological Society of America, 76: 112-115.

Quiring, D. T., and McNeil, J. N. 1984. Influence of intraspecific larval competition and mating on the longevity and reproductive performance of females of the leaf miner *Agromyza frontella* Rondani. Canadian Journal of Zoology, 62: 2197-2200.

Rick, C. M. 1978. The tomato. Scientific American, 239: 67-76.

Journal of Entomological Research
Volume 11, Issue 4, pages:315-329

Islamic Azad University, Arak Branch
ISSN 2008-4668
http://jer.iau-arak.ac.ir

Evaluation of the biological indices of tomato leaf miner, *Tuta absoluta* Meyrick, on tomato plants treated with calcium and silicon nutrition in greenhouse conditions

S. Khanchahzar[1], A. Ghassemi-Kahrizeh[*2]

1. Ms. C. Graduated, Department of Plant Protection, Mahabad Branch, Islamic Azad University, Mahabad, Iran.
2. Assistant Professor, Department of Plant Protection, Mahabad Branch, Islamic Azad University, Mahabad, Iran.

Abstract

Excessive use of chemical pesticides in recent decades has caused problems in relation to the environment, human health, non-target organisms, water pollution and increased resistance of insects. Therefore, various strategies can be used, such as the use of nutrition for resistance to pests. In this research, the biological indices of tomato leaf miner, *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Ghelechiidae), was investigated on tomato plants (Falat cultivar) treated with nutrients calcium, silicon and mixture of calcium+silicon in greenhouse conditions. Significant differences were observed between treatments for all studied traits except pre-pupal period ($P<0.05$). Means comparison revealed that the lowest density of larvae, pupae and adults was observed on mixture treatment calcium+silicon with means values of 17.00±0.41, 16.00±0.41 and 11.50±0.29 number per plant, respectively while the greatest density of larvae, pupae and adults was observed on control with means values of 21.00±0.41, 20.25±0.48 and 20.00±0.92 number per plant, respectively. The lowest and greatest larvae periods was observed on mixture treatment calcium+silicon and control with means values of 13.25±0.29 and 21.00±0.58 days, respectively, also, the lowest and greatest pupae periods was observed on mixture treatment calcium+silicon and control with means values of 9.75±0.48 and 12.75±0.63 days, respectively. The lowest and greatest longevity of adults was observed on mixture treatment calcium+silicon and control with means values of 19.00±0.91 and 38.00±0.82 days, respectively. The lowest larvae and pupae weights was observed on mixture treatment calcium+silicon with means values of 8.00±0.58 and 6.50±0.64 mg, respectively. The greatest larvae and pupae weights was observed on control with means values of 23.25±0.85 and 22.00±0.82 mg, respectively. The results showed that calcium and silicon foliar application can be caused biological control of tomato leaf miner and can be reduced its injury.

Keywords: Plant nutrition, plant resistance, tomato leaf miner

* Corresponding Author, E-mail*: ghassemikahrizeh@gmail.com*
Received:8 Dec. 2019 – Accepted: 31 Jan. 2020