

رابطه بین بیماری فیزیولوژیکی پوسیدگی گلگاه (Blossom End Rot) و آلودگی میوه به کرم غوزه پنبه  
*Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) در مزارع گوجه فرنگی

حسین کیشانی فراهانی<sup>۱</sup>✉، زرغام بی‌غم<sup>۲</sup> و فوزی عطیه<sup>۱</sup>

۱- بخش تحقیقات کشاورزی، آگرونوتیشن، کرن، فرانسه؛ ۲- بخش حشره شناسی گروه گیاهپزشکی،

پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران

(تاریخ دریافت: آبان ۱۳۹۵؛ تاریخ پذیرش: فروردین ۱۳۹۶)

چکیده

کلسیم یکی از مهم‌ترین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه گوجه فرنگی است که کمبود آن منجر به حساسیت این گیاه به تنش‌های محیطی و عوامل زنده می‌شود. کرم غوزه پنبه به عنوان یکی از مهم‌ترین آفات میوه گوجه فرنگی هر ساله باعث کاهش تولید و صرف هزینه‌های بالا برای کنترل خسارت آن می‌شود. تحقیق حاضر به مطالعه رابطه کمبود کلسیم در میوه‌های گوجه‌فرنگی و میزان آلودگی میوه‌ها به کرم غوزه پنبه در دو منطقه آبگرم و قلعه شهدای استان قزوین در طول فصل زراعی ۱۳۹۴ پرداخته است. بر اساس نتایج بدست آمده رابطه مستقیمی بین کمبود کلسیم و میزان ابتلا به کرم غوزه پنبه وجود داشت. همچنین با افزایش اندازه و وزن میوه‌ها میزان آلودگی به آفت کاهش یافته، درحالی‌که میزان کمبود کلسیم در میوه‌ها نیز افزایش می‌یابد. بیشترین میزان آلودگی در مراحل تشکیل میوه و بیشترین میزان کمبود کلسیم در مرحله رنگ‌گیری میوه‌ها مشاهده شد. با توجه به نتایج بدست آمده به نظر می‌رسد که کمبود کلسیم نقش مهمی در میزان خسارت کرم غوزه پنبه روی گوجه فرنگی داشته باشد. از سوی دیگر تغذیه گیاهان با میزان کافی و در زمان مناسب می‌تواند باعث کاهش میزان آلودگی در گیاهان گوجه فرنگی شود. واژه‌های کلیدی: پنبه، تشکیل میوه، رنگ‌گیری میوه، کرم غوزه، گوجه فرنگی.

**The relationship between physiological disease, blossom end rot and infestation to cotton bollworm,  
*Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in the tomato fields**

H. KISHANI FARAHANI<sup>1</sup>✉, Z. BIGHAM<sup>2</sup> and F. ATTIA<sup>1</sup>

1. Department of Agricultural Research, Agro-nutrition, Carbon, France; 2. Department of Entomology of Plant Protection, College of Agriculture and Natural Resources, Tehran University, Karaj, Iran

**Abstract**

Calcium is an important nutrient element for tomato plant, which its deficiency leads to sensitivity to environmental and biotic stress. *Helicoverpa armigera* is a major agricultural pest, which causes severe yield lose and increases the cost of pest control annually. The current research carried out to study relationship between calcium deficiency of tomato fruits and the infection rate offruits to *H. arimigera* in two regions of Qazvin province, Abgram and QleShohad area during 2015 cropping season. According to the obtained results, a positive relationship between calcium deficiency and infection rate of fruits has discovered. Calcium deficient fruits were more susceptible to *H. arimigera*. Also it was found that by increasing fruit size and weight, infection rate to *H. arimigera* has been decreased, whereas deficiency of calcium in the fruits has been increased. The Highest infection rate was observed during fruit setting, while the highest deficiency rate observed during coloring of fruits. According to the results, it seems that calcium deficiency has an important role in tomato fruit worm damage level. On the other hand, managing plants nutrition with appropriate nutritional requirements at the right time can reduce infestation rate to tomato fruit worm.

**Key words:** Fruit coloring, fruit setting, tomato, tomato fruit worm.

## مقدمه

گوجه فرنگی با نام علمی *Lycopersicon esculentum* Mill. از تیره Solanaceae از مهم‌ترین گیاهان صیفی نواحی نیمه‌خشک و مدیترانه‌ای بوده که از لحاظ سطح زیر کشت در بین سبزیجات در ایران دارای اهمیت ویژه‌ای است. آفات مختلفی به اندام‌های مختلف گوجه فرنگی از جمله برگ، ساقه، گل و میوه خسارت می‌زنند. کرم غوزه پنبه، *Helicoverpa armigera* Huber (Lepidoptera: Noctuidae) از مهم‌ترین آفات شناخته شده گوجه فرنگی در بسیاری از کشورهای دنیا می‌باشد (Singh and Singh, 1995; Haque, 1995). این آفت با سوراخ کردن میوه و وارد کردن بخشی از بدن خود در داخل آن، از محتوای میوه تغذیه می‌کند (Sudbrink and Grant, 1995) و اگر اندازه میوه بسیار بزرگ باشد خسارت کمی وارد می‌کند اما راه را برای نفوذ باکتری و قارچ‌ها باز می‌کند که باعث فساد کامل میوه می‌گردد (Karim, 1994). خسارت ناشی از تغذیه این آفت در حالت طغیانی بین ۸۵ تا ۹۳ درصد برآورد شده است (Tewari, 1984). در حال حاضر، روش اصلی کنترل این آفت در مزارع متکی بر استفاده از آفت‌کش‌های شیمیایی مانند سموم فسفره و نیکوتینوئیدها می‌باشد (Rafiee-Dastjerdi et al., 2008). متأسفانه استفاده بیش از حد از آفت‌کش‌های شیمیایی باعث بروز مقاومت در آفات و نابودی دشمنان طبیعی و ایجاد مسائل زیست محیطی متعددی شده است. از این رو، و در پی افزایش مقاومت *H. armigera* به طیف وسیعی از آفت‌کش‌ها، طراحی استراتژی کنترل این آفت بسیار ضروری می‌باشد (Fathipour and sedaratian, 2013).

تغذیه مناسب در میزان رشد و آمادگی گیاهان در برابر حمله آفات و بیمارگرها نقش موثری دارد (Slansky, 1990). در صورتی که گیاهان در شرایط بهینه محیطی و غذایی رشد نمایند کمتر مورد آسیب آفات قرار می‌گیرند (Datnoff et al., 2007). پاسخ مرفولوژیکی گیاه به تغذیه ممکن است به صورت تغییر در نرخ رشد، افزایش سرعت بالغ شدن یا تأخیر

در بلوغ، تغییر در ضخامت و سختی اپیکوتیکول باشد که میزان خسارت بیشتر گونه‌های آفات را تحت تأثیر قرار می‌دهد. تغذیه گیاه یونجه با مقادیر بالای فسفر و پتاسیم، باعث بالا رفتن حساسیت گیاه و افزایش ۳۴ درصدی جمعیت سرخرطومی یونجه *Hypera postica* Gyllenhal می‌شود، در حالی که جمعیت زنجبرک *Empoasca fabae* Harris در صورت عدم استفاده از میزان کافی این عناصر در مزارع یونجه افزایش می‌یابد (Shaw et al., 1986). همچنین نشان داده شده است که آلودگی گوجه فرنگی به *H. armigera* با کاربرد کودهای ازته کاهش می‌یابد (Kasyap and Batara, 1987). استفاده از کلسیم سیلیکات موجب مرگ و میر بالا در پوره‌های *Thrips palmi* Karny و در نتیجه کاهش آسیب این حشره بر روی بادنجان گردیده است (Almeida et al., 2008).

یکی از مهم‌ترین عناصر مورد نیاز در رشد گیاه بویژه گوجه فرنگی کلسیم می‌باشد که در سال‌های اخیر به دلیل نقشی که در القای تأخیر در پیری میوه و کنترل اختلالات فیزیولوژیکی ایفا می‌کند بیش از پیش مورد توجه قرار گرفته است. کلسیم نقش اساسی در تنظیم انتقال یونی، فعالیت آنزیم‌ها، پایداری دیواره سلولی و فرایندهایی که منجر به حفظ یکپارچگی ساختاری و عملکردی غشای گیاه می‌شود، ایفا می‌کند (Rengel, 1992). کمبود این عنصر در گوجه فرنگی به صورت خشکیدگی نوک برگ‌ها و پوسیدگی گل‌گاه نمایان می‌شود. رایج‌ترین آثار کمبود کلسیم در گیاه شامل: محدودیت رشد، کاهش آماس سلولی، رنگ سبز تیره برگ‌های کوچک که بعد از گذشت مدتی زرد، نارنجی یا ارغوانی می‌شود، میان‌گره‌های کوچک، پیچیدن برگ‌ها و تا شدن آنها، سوختن حاشیه برگ‌ها و سرخشکیدگی برگ‌ها می‌باشد. در شرایط کمبود کلسیم توسعه ریشه ضعیف و ریشه‌های جانبی کم می‌شوند و مراحل تشکیل و رسیدن میوه کند پیش می‌رود (Kasyap and Batara, 1987).

به دلیل اهمیت *H. armigera* در ایران و همچنین عدم وجود مطالعات کافی در زمینه نقش عنصر کلسیم در میزان

T Student با استفاده از نرم افزار SAS مورد مقایسه قرار گرفت.

### نتیجه و بحث

بر اساس نتایج بدست آمده مشخص گردید که حساس‌ترین مرحله آلودگی به آفت در مراحل اولیه تشکیل میوه (آبگرم ۴۵ درصد؛ قلعه شهدا ۴۸ درصد) بود، در حالیکه بیشترین حساسیت به کمبود کلسیم در مرحله رنگ‌گیری میوه‌ها، میوه‌های با اندازه بزرگ، مشاهده شد (آبگرم ۷۳ درصد؛ قلعه شهدا ۷۳ درصد) (شکل ۱).

همانطور میزان آلودگی به آفت (آبگرم ۵۷ درصد؛ قلعه شهدا ۶۰ درصد) در زمانی بود که قطر میوه‌ها بین ۲۰-۳۰ میلی‌متر شده بود، در حالیکه میوه‌های با قطر ۳۰-۴۰ میلی‌متر حساس‌ترین میوه‌ها به کمبود کلسیم بودند (شکل ۲). همزمان با رشد میوه‌ها و افزایش وزن آنها میزان آلودگی میوه‌ها به آفت کاهش یافت (شکل ۳). بر اساس نتایج بدست آمده میوه‌های کوچک‌تر، بیشتر مورد حمله آفت قرار می‌گیرند.

با افزایش وزن میوه‌ها میزان کمبود کلسیم در میوه‌های افزایش یافت (شکل ۴). تفاوت معنی‌داری بین میوه‌های شاهد (سالم) با میوه‌های دچار کمبود کلسیم نسبت به آلودگی به آفت در هر دو منطقه آبگرم ( $t=3.53, P=0.004$ ) و قلعه شهدا ( $t=4.1, P=0.0008$ ) در میوه‌های با وزن ۲۰-۳۰ گرم مشاهده گردید (شکل ۵). رابطه مستقیمی بین میزان کمبود کلسیم در میوه‌ها و میزان آلودگی به آفت وجود دارد (شکل ۶).

بر اساس نتایج بدست آمده مشخص گردید که در صورتی که میوه‌ها دچار کمبود کلسیم باشند میزان آلودگی به آفت در این میوه‌ها بیشتر می‌شود. میانگین تعداد میوه‌های آلوده دچار کمبود کلسیم ( $34/3 \pm 3/1$  درصد) در کل فصل زراعی بطور معنی‌داری بیشتر از میوه‌های آلوده فاقد کمبود کلسیم ( $20/5 \pm 4/2$  درصد) بود ( $t=2.64, P=0.011$ ).

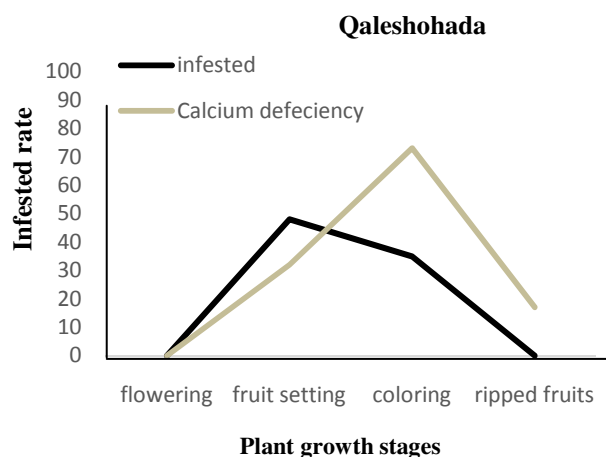
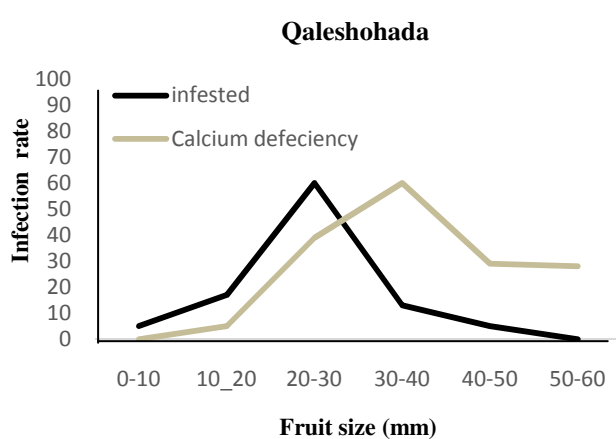
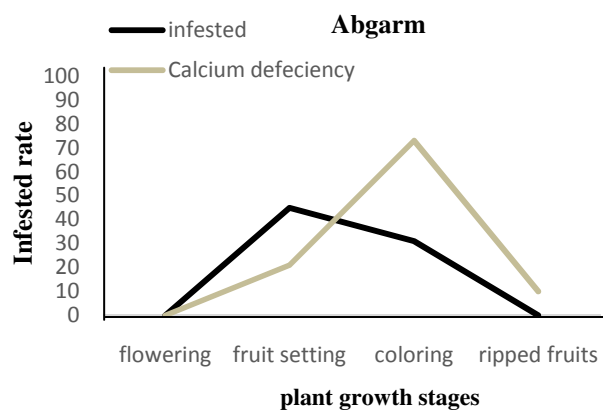
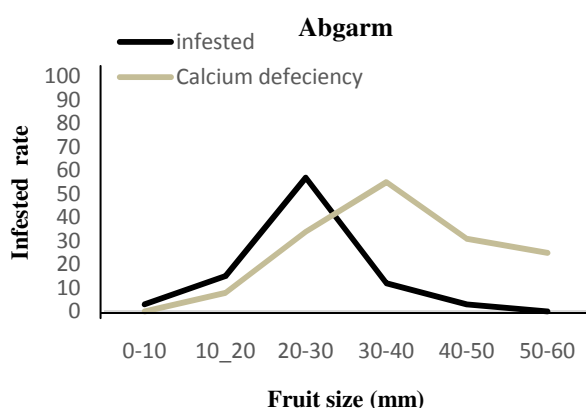
حساسیت میوه گوجه فرنگی به آلودگی آفات، پژوهش حاضر به بررسی رابطه کمبود کلسیم با میزان خسارت *H. armigera* روی گوجه فرنگی پرداخته است.

### روش بررسی

این تحقیق در فصل زراعی سال ۱۳۹۴ در مزارع گوجه فرنگی استان قزوین انجام شد. به این منظور دو مزرعه، هر کدام به مساحت یک هکتار در دو منطقه آبگرم و قلعه شهدا انتخاب شدند به منظور مطالعه رابطه کمبود کلسیم و میزان آلودگی گیاهان گوجه فرنگی به کرم غوزه پنبه تعداد ۲۵۰ گیاه به صورت تصادفی انتخاب و نشانه‌گذاری شدند. نمونه‌برداری‌ها در هر منطقه هر هفته یکبار در طول فصل زراعی از اواخر اردیبهشت ماه (زمان تشکیل میوه‌ها) تا ابتدای مهر ماه (زمان برداشت) انجام شد. به منظور تعیین میزان آلودگی میوه‌های گوجه فرنگی به این آفت، در هر نمونه برداری، در طول فصل زراعی از هر بوته چهار عدد میوه از شرق، غرب، شمال و جنوب هر بوته بصورت تصادفی جمع‌آوری شد و کمبود کلسیم (سیاه شدگی قسمت گلگاه) و وجود آلودگی به آفت، بررسی گردید. میوه‌های انتخاب شده وزن شده و ابعاد آنها ثبت گردید. سپس میوه‌ها تشریح و آلودگی یا عدم آلودگی میوه‌ها به آفت همچنین درصد کمبود میوه‌های با کمبود کلسیم و درصد آلودگی میوه‌ها نیز ثبت شد. روابط میان میزان آلودگی و میزان کمبود کلسیم توسط توابع درجه دو، توابع لجستیک و مدل‌های خطی در قالب رویه NLIN توسط نرم افزار SAS (ver. 9.1) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. مدل لجستیک مورد استفاده عبارت است از (Pesti et al., 2009):

$$y = a / (1 \pm ((a-b)/b) \times e^{-cx})$$

رسم نمودارها توسط نرم افزار sigma plot انجام شد. میانگین تعداد میوه‌های آلوده دچار کمبود کلسیم و میوه‌های آلوده فاقد کمبود کلسیم در کل فصل زراعی توسط آزمون



شکل ۲- میزان آلودگی به *Helicoverpa arimigera*، کمبود کلسیم و اندازه میوه‌های گوجه فرنگی در دو منطقه آبگرم و قلعه شهدا

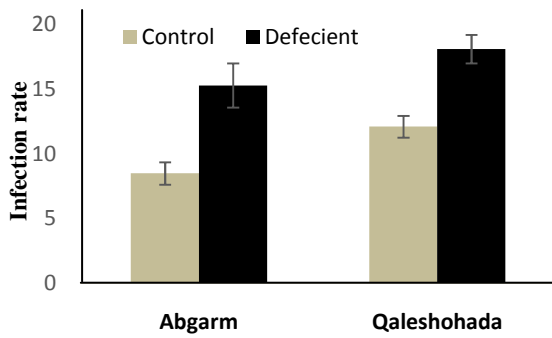
**Fig. 2.** *Helicoverpa arimigera* infestation rate, Calcium deficiency and fruits size of tomato in Abgarm and Qaleshohada

شکل ۱- میزان آلودگی به *Helicoverpa arimigera*، کمبود کلسیم و مراحل رشدی گیاه گوجه فرنگی در دو منطقه آبگرم و قلعه شهدا

**Fig. 1.** *Helicoverpa arimigera* infestation rate, Calcium deficiency and growth stages of tomato in Abgarm and Qaleshohada

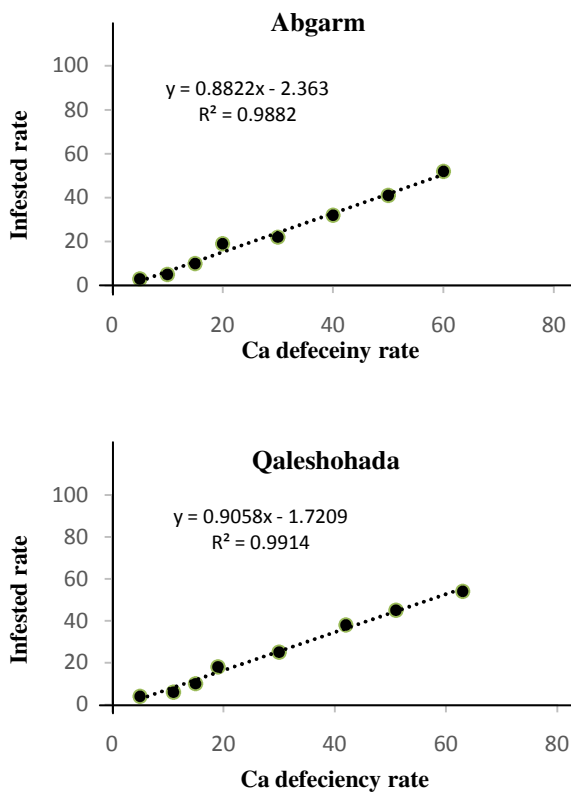
مقاومت و تحمل به آفات و بیماری‌ها می‌باشد. مقاومت گیاهان به آفات با ایجاد تغییرات در آناتومی گیاه (مانند افزایش ضخامت دیواره سلول‌های اپیدرمی، افزایش لیگنین) و خواص فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی (مانند آزاد سازی مواد دفع کننده آفات) افزایش می‌یابد. لیگنینی شدن و سنتز مواد توکسینی مانند فیتوالوکسین‌ها باعث افزایش چشم‌گیر مقاومت گیاهان به آفات می‌شوند (Altieri and Nicholls, 2003).

کیفیت تغذیه گیاهان نه تنها بر میزان تولید محصول گیاهان تاثیر می‌گذارد بلکه حساسیت آنها نسبت به آفات و بیماری‌ها را نیز تحت تاثیر قرار می‌دهد (Krauss, 1999). عناصر غذایی با توجه به نوع گیاه و خاک اثرات متفاوتی بر مقاومت گیاه به آفات و بیماری‌ها می‌گذارند (Minh Chau et al., 2003). علیرغم پیشرفت‌های حاصل در به‌نژادی گیاهان، تغذیه گیاهان باعث ایجاد تغییرات مختلفی در ساختار و ویژگی‌های گیاه می‌شود که در نهایت تعیین کننده میزان



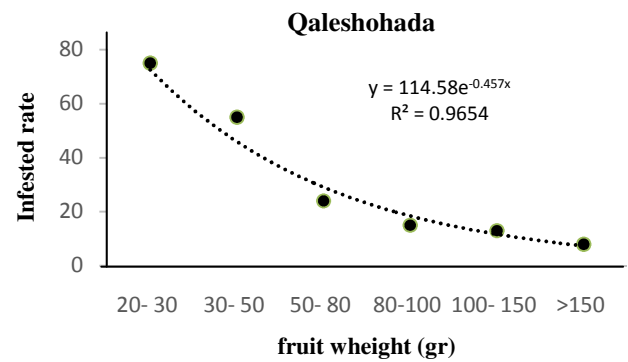
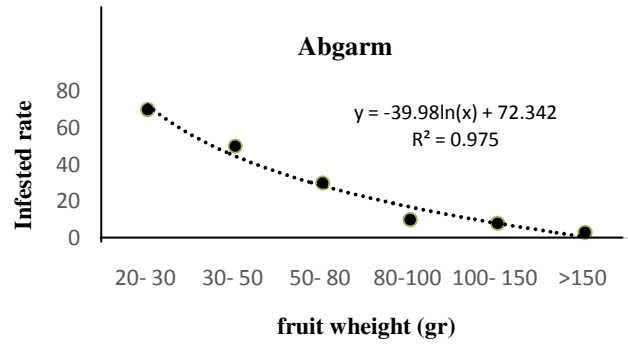
شکل ۵- میزان آلودگی به *Helicoverpa armigera* در میوه‌های سالم و مبتلا به کمبود کلسیم در میوه‌های با وزن ۲۰-۳۰ گرم در دو منطقه آبگرم و قلعه شهدا

Fig. 5. Infection rate to *Helicoverpa armigera*, in control and Ca deficit fruits, 20-30 gr, in Abgarm and Qaleshohada



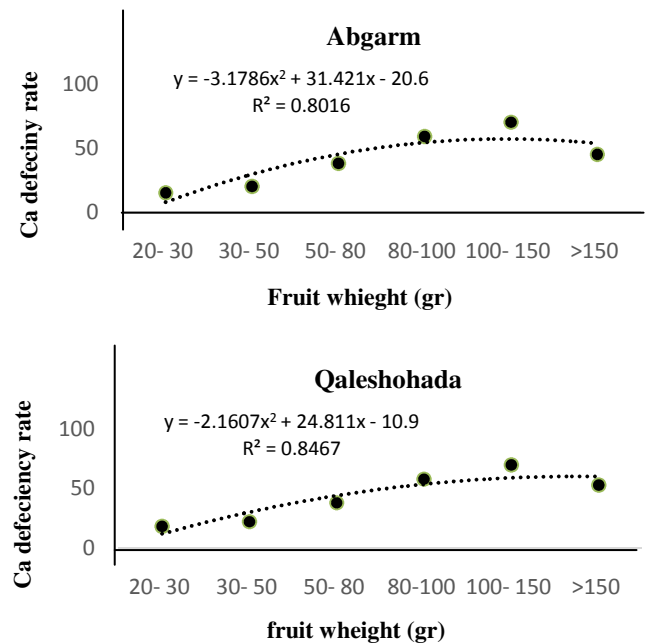
شکل ۶- رابطه بین میزان آلودگی به *Helicoverpa armigera* و کمبود کلسیم در میوه‌های گیاه گوجه فرنگی در دو منطقه آبگرم و قلعه شهدا

Fig. 6. The relationship between *Helicoverpa armigera* infestation and Calcium deficiency of tomato fruit in Abgarm and Qaleshohada



شکل ۳- رابطه بین آلودگی به *Helicoverpa armigera* و وزن میوه‌های گیاه گوجه فرنگی در دو منطقه آبگرم و قلعه شهدا

Fig. 3. The relationship between *Helicoverpa armigera* infestation and fruits weight of tomato in Abgarm and Qaleshohada



شکل ۴- رابطه بین کمبود کلسیم و وزن میوه‌های گیاه گوجه فرنگی در دو منطقه آبگرم و قلعه شهدا

Fig. 4. The relationship between Calcium deficiency and fruits weight of tomato in Abgarm and Qaleshohada

ایفای نقش می‌کند. نقش پیام‌رسانی کلسیم در برگ‌برنده پاسخ به تنش‌های ناشی از عوامل فیزیولوژیکی و غیرفیزیولوژیکی و کمک به جذب سایر عناصر غذایی در گیاهان است (Hepler, 2005; Hetherington and Brownlee, 2004; Reddy and Reddy, 2004) و در تنظیم فعالیت‌های سلولی مانند یک هورمون عمل می‌کند (Hirschi, 2004; Sze *et al.*, 2000). کار کلسیم تنظیم پمپ‌های پروتئینی است که کار جذب و انتقال سایر عناصر غذایی را در ریشه و سرتاسر گیاه بر عهده دارند (Marschner, 1999; Hepler, 2005). کمتر بودن میزان آلودگی به آفت در میوه‌های حاوی کلسیم کافی می‌تواند به دلیل تولید بیشتر متابولیت‌های ثانویه، همین‌طور سلامت بیشتر گیاه به دلیل جذب بیشتر و مناسب عناصر غذایی باشد که به گیاه کمک می‌کند تا در برابر تنش‌های ناشی از عوامل زنده مانند حمله آفات، مقاومت بیشتری داشته باشند. همانطور که نتایج بدست آمده نشان دادند میوه‌های دچار کمبود کلسیم، بیشتر مورد حمله آفت قرار گرفتند.

عدم تعادل در میزان عناصر فسفر، کلسیم و منیزیم در گیاهان باعث افزایش و یا کاهش میزان تغذیه حشرات می‌شود (Syrový and Prasad, 2010). در مطالعات انجام شده روی گونه‌های شوکران نشان داده شده است که وجود عنصر کلسیم به میزان کافی در گیاه باعث مقاومت به آلودگی به آفت *Adelges tsugae* Annand می‌شود از سوی دیگر محلول پاشی گیاهان با کلسیم باعث کاهش میزان آلودگی به آفت می‌گردد (Pontius *et al.*, 2006). در تحقیقات مشابه نشان داده شده است که میزان کلسیم در برگ‌های گونه‌های تنباکو مقاوم به شته‌ها ۱۰ تا ۱۰۰ برابر گونه‌های حساس می‌باشد (Harada *et al.*, 1996).

مطالعات روی مقاومت تنباکو به شته نشان داده است بالا بودن میزان کلسیم در سطح برگ برای شته سمیت ایجاد می‌کند (Harada *et al.*, 1996). گیاه *Medicago truncatula* در صورتی که تولید لایه کریستالی کلسیم اگزالات اطراف بافت آوند متوقف بشود مقاومت این گیاه نسبت به

تحقیقات نشان داده‌اند که توانایی یک گیاه زراعی برای مقاومت یا تحمل آفات و بیماری‌ها به خواص مطلوب فیزیکی، شیمیایی و عمدتاً بیولوژیکی خاک و در نهایت تغذیه مناسب گیاه گره خورده است (Altieri and Nicholls, 2003). بر اساس نتایج بدست آمده مشخص گردید که کمبود کلسیم می‌تواند باعث افزایش حساسیت میوه‌های گوجه‌فرنگی به آلودگی آفت گردد. کلسیم با استقرار در دیواره سلولی به عنوان اتصال دهنده بین مولکولی به ترکیبات تیغه میانی ثابت می‌بخشد و کاهش آن باعث کاهش میزان نرمی بافت می‌گردد (Sze *et al.*, 2000; White and Broadley, 2003; Hirschi, 2004; Hepler, 2005). از سویی این عنصر ساختار و وظایف غشای سلولی را تحت تأثیر قرار می‌دهد و با متصل کردن پروتئین‌های دارای نقش آنزیمی و غیرآنزیمی به فسفولیپیدهای غشاء سلولی ایفای نقش کرده بدین ترتیب از فعالیت آنزیم‌های تولید کننده اتیلن که ساختار پروتئینی داشته و به غشای سلولی متصل هستند، می‌کاهد (Hirschi, 2004; White and Broadley, 2003). در نهایت با تولید کمتر اتیلن، که تحریک کننده فعالیت آنزیم‌های هیدرولیز کننده دیواره یاخته‌ای است دیواره سلولی کمتر تخریب شده و میوه‌های حاوی کلسیم سفت باقی می‌مانند (Baker and Ray, 1965; Hepler, 2005). بنابراین کلسیم با قرار گرفتن در دیواره سلولی و استحکام بخشیدن به آن و نیز کاهش تولید اتیلن در حفظ سفتی بافت میوه نقش خود را ایفا می‌کند. به نظر می‌رسد دلیل بالاتر بودن میزان آلودگی به آفت در میوه‌های مبتلا به کمبود کلسیم بخاطر نرم‌تر بودن بافت میوه و در نتیجه نفوذ راحت‌تر لاروهای سن یک آفت به درون میوه می‌باشد.

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 گیاه‌خوار خواهد شد (Herms, 2002). کلسیم علاوه بر حضور در ساختار و غشاء سلول، به عنوان یک پیام‌رسان ثانویه نیز

متخصصین، مصرف بهینه این نهاده‌ها می‌باشد تا در کنار تولید محصول مناسب از نظر کمی و کیفی، محیط زیست و عوامل مفید موجود در طبیعت نیز کم‌ترین صدمه را ببینند. به نظر می‌رسد که یکی از روش‌های کاهش خسارات ناشی از آفات و بیماری‌های گیاهی در مزارع و باغ‌ها، تنظیم برنامه غذایی گیاهان می‌باشد (Minh Chau *et al.*, 2003) چرا که با افزایش مقاومت گیاه نسبت به آفات و بیماری‌ها می‌توان هزینه‌های جاری کنترل آفات و بیماری‌ها بوسیله آفت‌کش‌های شیمیایی و در نهایت مصرف بیش از حد آفت‌کش‌ها را در مزارع کاهش داد.

*Spodoptera exigua* Hubner شکسته می‌شود. این لایه کریستالی باعث فرسایش قطعات دهانی این آفت می‌شود (Harada *et al.*, 1996). با توجه به نتایج تحقیقات مشابه مشخص می‌گردد که تأمین نیاز گیاه به عنصر کلسیم باعث افزایش مقاومت گیاه و کاهش خسارات ناشی از حمله آفات به گیاهان می‌شود.

هر ساله مبالغ هنگفتی صرف مبارزه شیمیایی با آفات و بیماری‌ها می‌شود و در کنار این هزینه‌ها، مخاطرات زیست محیطی ناشی از مصرف این سموم را نیز باید در نظر گرفت. استفاده از کودها و سموم کنترل آفات و بیماری‌ها در سیستم کشاورزی نوین اجتناب ناپذیر می‌نماید. ولی توصیه تمام

## References

- ALMEIDA, G. D., D. PRATISSOLI, J. C. ZANUNCIO, V. B. VICENTINI, A. M. HOLTZ and J. C. SERRAO, 2008. Calcium silicate and organic mineral fertilizer applications reduce phytophagy by *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae) on eggplants (*Solanum melongena* L.). *Interciencia*, No. 33: 835–838.
- ALTIERI, M. A. and C. I. NICHOLLS, 2003. Soil fertility management and insect pests: harmonizing soil and plant health in agroecosystems. *Soil and Tillage Research*, No. 72: 203–211.
- BAKER, D. B. and P. M. RAY, 1965. Direct and indirect effects of auxin on cell wall synthesis in oat coleoptile tissue. *Plant Physiology*, No. 40: 345–352.
- DATNOFF, L. E., W. H. ELMER and D. M. HUBER, 2007. Mineral nutrition and plant disease. American Phytopathological Society Press.
- FATHIPOUR, Y. and A. SEDARATIAN, 2013. Integrated management of *Helicoverpa armigera* in soybean cropping systems. INTECH Open Access Publisher.
- HAQUE, M. M. 1995. Insect pest of tomato in: Curriculum Outline and Training Support Materials, Training Manual: Winter Vegetables and Spices Production. Horticulture Research and Development Project, DAE, BADC, Dhaka, pp: 180-181.
- HARADA, H., H. TAKAHASHI, T. MATSUZAKI and M. HAGIMORI, 1996. Calcium chloride as a major component contributing to aphid resistance of *Nicotiana benthamiana*. *Journal of Chemical Ecology*, No. 22 (9): 1579-1589.
- HEPLER, P. K. 2005. Calcium: A Central Regulator of Plant Growth and Development. *The Plant Cell*, No. 17: 2142–2155.
- HERMS, D. A. 2002. Effects of Fertilization on Insect Resistance of Woody Ornamental Plants: Reassessing an Entrenched Paradigm. *Environmental Entomology*, No. 31(6): 923-933.
- HETHERINGTON, A. M. and C. BROWNLEE, 2004. The generation of Ca<sup>2+</sup> signals in plants. *Annual Review of Plant Biology*, No. 55: 401–427.
- HIRSCHI, K. D. 2004. The calcium conundrum. Both versatile nutrient and specific signal. *Plant Physiology*, No. 136: 2438–2442.
- KARIM, M. A. 1994. Insect pest management of vegetable crops. Proceeding of a symposium on recent advances in vegetable development of Bangladesh, 24-25, April, pp: 198-199.
- KASYAP, R. K. and B. R. BATARA, 1987. Influence of some crop management practices on the incidence of *Heliothis armigera* (Hubner) and yield of tomato

- (*Lycopersicon esculentum* Mill.) in India. Tropical Pest Management, No. 33:166-169.
- KRAUSS, A. 1999. Balanced nutrition and biotic stress. IFA Agricultural Conference on Managing Plant Nutrition, pp: 21-24.
- MARSCHNER, H. 1999. Mineral Nutrition of Higher Plants. Second edition. Academic Press.
- MINH CHAU, M., H. DUC CAT, P. THI BEN, L. THI PHUONG, J. CHENG and K. L. HEONG, 2003. Impacts of nutrition management on insect pests and diseases of rice. Omonrice, No. 11: 93-102.
- PESTI, G. M., D. VEDENOV, J. A. CASON and L. BILLARD, 2009. A comparison of methods to estimate nutritional requirements from experimental data. British Poultry Science, No. 50(1): 16-32.
- PONTIUS, J. A., R. A. HALLETT and J. C. JENKINS, 2006. Foliar chemistry linked to infestation and susceptibility to hemlock woolly adelgid (Homoptera: Adelgidae). Environmental Entomology, No. 35(1): 112-120.
- RAFIEE-DASTJERDI, H., M. J. HEJAZI, G. NOURIGANBALANI and M. SABER, 2008. Toxicity of some biorational and conventional insecticides to cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) and its ectoparasitoid, *Habrobracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae). Journal of Entomological Society of Iran, No. 28: 27-37.
- REDDY, V. S. and A. S. N. REDDY, 2004. Proteomics of calcium - signaling components in plants. Phytochemistry, No. 65: 1745-1776.
- RENGEL, Z. 1992. The role of calcium in salt toxicity. Plant Cell Environment, No. 15: 625-632.
- SHAW, M.C., WILSON, M.C. and RHYKERD, C. L. 1986. Influence of phosphorus and potassium fertilization on damage to alfalfa, *Medicago sativa* L., by the alfalfa weevil, *Hypera postica* (Gyllenhal) and potato leafhopper, *Empoasca fabae* (Harris). Crop Protection, No. 5: 245-249
- SINGH, H. and G. SINGH, 1977. *Heliothis armigera* Hubner in Punjab. Indian Journal management of tomato fruit borer with insecticides, neem products and virus. Madras Agricultural Pawar and Journal, 84(2): 82-84
- SLANSKY, F., 1990. Insect nutritional ecology as a basis for studying host plant resistance. Florida Entomologist 73, 354-378.
- SUDBRINK, J. D. L. and J. F. GRANT, 1995. Wild host plants of *Helicoverpa armigera* and *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) in eastern Tennessee. Environmental Entomology, No. 24: 1080-1085.
- SYROVY, L. and R. PRASAD, 2010. Brix manipulation for reducing pest pressure: Literature Review, E. S. Cropconsult Ltd.
- SZE, H., F. LIANG, I. WANG, A. C. CURRAN and J. F. HARPER, 2000. Diversity and regulation of plant Ca21 pumps: Insights from expression in yeast. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular biology, No. 51: 433-462.
- TEWARI, G. C. 1984. Field efficacy of synthetic pyrethroids against *Heliothis armigera* (Hubner) infesting tomato. Singapore Journal of Primary characters Industries, No. 13(1): 51-56.
- WHITE, P. J. and M. R. BROADLEY, 2003. Calcium in plants. Annals of Botany, No. 92: 487-511.