

تأثیر محلول پاشی با کلرور کلسیم بر عارضه پوسیدگی گل گاه در دو رقم هندوانه (*Citrullus lanatus* (Thunb) Matsum&Nakai.)

محمد صلاحی فراهی^{۱*} - فرامرز سیدی^۲ - هادی شیخ ویسی^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۹/۰۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۲/۲۱

چکیده

به منظور بررسی اثر محلول پاشی با کلرور کلسیم بر عارضه پوسیدگی گل گاه در دو رقم هندوانه آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار بر روی ارقام چارلستون گری و چارلی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبد و در سال زراعی ۱۳۸۷ اجرا شد. عوامل آزمایش شامل دو رقم هندوانه (چارلستون گری و چارلی) و چهار سطح محلول پاشی کلسیم (۰، ۳، ۵ و ۸ در هزار کلرور کلسیم) بود. صفات اندازه گیری شده شامل: متوسط وزن میوه، متوسط طول میوه، طول قسمت پوسیده میوه، بریکس، ضخامت پوست، عملکرد میوه، تعداد میوه آلوده و تعداد میوه سالم بود. نتایج تجزیه برگ و میوه نشان داد که محلول پاشی با کلرور کلسیم سبب افزایش کلسیم (از ۲۴٪ درصد به ۰/۳ درصد) در بافت آن ها شد. اثر محلول پاشی سطوح مختلف کلرور کلسیم بر متوسط طول میوه، طول قسمت پوسیده، عملکرد میوه و تعداد میوه معنی دار نبود، در حالی که محلول پاشی با کلرور کلسیم تعداد میوه های آلوده را به طور معنی داری کاهش داد، به طوری که تیمارهای صفر در هزار و ۸ در هزار به ترتیب ۱۶۶۷ و ۵۸۸ میوه آلوده در هکتار داشتند.

واژه های کلیدی: چارلستون گری، چارلی، عملکرد، عناصر غذایی و کود

مقدمه

سال ۱۳۹۰ سطح زیر کشت آبی هندوانه در استان گلستان ۱۰۳۱ هکتار، سطح زیر کشت دیم ۳۸۲۹ هکتار، میزان تولید آبی ۲۴۵۲۲ تن بوده و همچنین متوسط عملکرد آبی هندوانه ۲۳۷۸۴ کیلوگرم در هکتار و متوسط عملکرد دیم این محصول ۱۴۸۸۸ کیلوگرم در هکتار گزارش شد (۱). به گفته یانگ هونگ (۲۷) جذب و انتقال کلسیم در گیاه ترکیبی از سه مرحله اصلی است. اولین مرحله عبور از کورتکس ریشه به آوند چوبی، مرحله دوم انتقال داخل آوند چوبی و در نهایت توزیع کلسیم به برگ ها و میوه ها است. وایت و براودلی (۲۶)، اظهار داشت که گیاهان ترجیحاً کلسیم را از محلول خاک از طریق سیستم ریشه بدست می آورند و همچنین بیان نمود که کلسیم از مسیر آپوپلاست (همراه با جریان تعرق) از میان ریشه ها رو به بالا حرکت کرده و از طریق آوند چوبی به اندام های مختلف گیاه انتقال می یابد. تغذیه مطلوب از نظر سلامت، تولید و کیفیت میوه اهمیت دارد. مقدار و نسبت کافی عناصر غذایی در خاک اساس وضعیت مطلوب تغذیه ای گیاه می باشند. اما برخی شرایط ممکن است از جذب عناصر غذایی حتی در خاک هایی که به مقدار کافی عناصر غذایی به آن ها عرضه شده، جلوگیری کنند (۱۲). محلول پاشی برگ معمولاً این نقیصه را جبران یا تخفیف می دهد. سلطانی و همکاران (۲۴)، بیان داشتند که

هندوانه یکی از مهم ترین صیفی جات بوده و در خوراک انسان، تهیه علوفه و الکل به کار می رود. این گیاه بومی مناطق گرم آفریقا بوده و پرورش آن ابتدا در مصر قدیم و هندوستان آغاز شده و از آنجا از طریق دریای مدیترانه به کشورهای مختلف از جمله خاور نزدیک و آسیا گسترش یافته است (۵). سطح زیر کشت هندوانه در دنیا در سال ۲۰۱۲ در حدود ۳/۵ میلیون هکتار و تولید سالانه آن ۱۰۵/۴ میلیون تن میوه بوده است (۶). متوسط عملکرد میوه هندوانه در جهان ۳۰ تن گزارش شده است. سطح زیر کشت هندوانه در همین سال در کشور ۱۴۵ هزار هکتار و تولید آن نیز ۳/۸ میلیون تن بوده است. متوسط عملکرد میوه هندوانه در کشور در حدود ۲۶ تن گزارش شده است. در

۱- دانشجوی دکتری شیمی و حاصلخیزی خاک، دانشگاه ارومیه

* نویسنده مسئول: (Email: Salahimohammad604@gmail.com)

۲- مربی پژوهش مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران

۳- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد بجنورد

الکتروشیمیایی، همراه با جذب یا خروج آب در طی روز و فشار ریشه در طی شب مطرح است. مهم‌ترین ناهنجاری‌ها مرتبط با کمبود کلسیم به صورت عارضه پوسیدگی گل‌گاه است. اگرچه غلظت‌های بالایی از کلسیم می‌تواند از تمام این ناهنجاری‌ها جلوگیری نماید، ولی این ناهنجاری‌ها صرفاً به خاطر کمبود کلسیم ظاهر نمی‌شود. اولین شواهد از ارتباط کلسیم با پوسیدگی گل‌گاه توسط رالیق و چوکا (۲۰)، کشف شد. آن‌ها نشان دادند که هر زمان مقدار کلسیم میوه وجود می‌آید. هو و همکاران (۷) نشان دادند که پوسیدگی گل‌گاه به دلیل تأمین کم کلسیم در محیط غذایی نبود، بلکه در اثر افزایش تقاضا برای کلسیم در قسمت بزرگ شدن سریع سلول میوه (قسمت انتهایی میوه) است، که آوند چوبی قدرت تأمین ندارد. آن‌ها در مطالعه روی فلفل، گل‌ها را با چهار گروه مختلف تلقیح کردند که چهار سرعت رشد مختلف میوه دارند. بارگذاری گرده‌ها نشان دادند که با افزایش سرعت رشد میوه (افزایش بار گرده) پوسیدگی گل‌گاه افزایش یافت و پوسیدگی گل‌گاه همبستگی منفی با غلظت کلسیم میوه داشت. همچنین، وقوع پوسیدگی گل‌گاه گوجه فرنگی و هندوانه وقتی که کودهای دارای نیتروژن زیاد (افزایش رشد برگ‌ها، تعرق بیشتر و رشد سریعتر میوه)، گوگرد زیاد، منیزیم زیاد (رقابت با کلسیم)، پتاسیم زیاد (رقابت با کلسیم)، کلر زیاد و کلسیم کم، استفاده شود، بالا می‌باشد. کیت (۱۰) علت اصلی پوسیدگی گل‌گاه را کمبود کلسیم و عواملی مثل تنش‌های رطوبتی، خشکی، شوری و رشد سریع که انتقال کلسیم را به بافت‌های نزدیک به انتهایی میوه با مشکل مواجه می‌کنند، برشمرد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۸۷ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبد واقع در پنج کیلومتری شمال شرقی شهرستان گنبد اجرا شد. خاک منطقه مورد مطالعه جزو خاک‌های کلسی زرال و رژیم حرارتی منطقه ترمیک است. از نظر فیزیوگرافی، زمین مورد مطالعه در یک فیزیوگرافی River alluvial plain قرار گرفته و دارای شیب ملایم می‌باشد. خاک محل اجرای آزمایش شور نبوده و pH آن کمی قلیایی می‌باشد. میزان فسفر، پتاسیم، آهن، بر و کلسیم خاک کافی بوده ولی مقدار روی قابل استفاده آن کم بود (جدول ۱).

علت پوسیدگی گل‌گاه هندوانه نتیجه کمبود کلسیم ناشی از مشکل جذب و انتقال آن به اندام‌های هوایی در اثر تنش‌های رطوبتی هوا و خاک است. هاوارد و همکاران (۸)، در مطالعات خود نتیجه گرفتند، عوامل زیادی باعث بروز عارضه پوسیدگی گل‌گاه هندوانه می‌شود که یکی از مهم‌ترین آن‌ها کمبود کلسیم می‌باشد. به گفته آن‌ها اگرچه کلسیم به مقدار کافی موجود است ولی شرایط خاک و گیاه اجازه جذب آن را نمی‌دهد. آن‌ها در نهایت اظهار داشتند که به دلیل جذب بهتر برگی بهتر است محلول‌پاشی صورت گیرد. کلسیم عنصری است که با سایر عناصر از این نظر که در مقایسه با برگ‌ها به مقدار اندکی وارد میوه‌های گوشتی می‌شود تفاوت دارد (۲۳). شواهدی وجود دارد که در خربزه کلسیم موجب تنظیم نرم شدن و زوال میوه در سطح غشایی می‌شود (۱۱). ماتو و سالوادور (۱۳)، بیان داشتند که پوسیدگی گل‌گاه، اختلال فیزیولوژیکی معمولی است که در هندوانه (*Citrullus lanatus* L.) به وجود می‌آید. پوسیدگی گل‌گاه ممکن است در تمام مناطق تولید هندوانه در دنیا اتفاق افتد و ایجاد خسارت بیش از ۵۰ درصد را نشان دهد. آن‌ها این عارضه را به ناکافی بودن مقدار کلسیم در گل‌گاه میوه بیان مربوط دانستند. ساده‌ترین روش برای حداکثر نمودن سطح کلسیم میوه محلول‌پاشی آن است. اما در بسیاری از موارد رسیدن به این هدف به دلیل محدودیت جذب و نفوذ کلسیم به درون میوه و محدودیت حرکت آن در میوه مشکل است (۱۴). دنیس اسکات و همکاران (۳) طی بررسی اثر مصرف کلسیم بر غلظت عنصر در برگ و پوست میوه سه رقم هندوانه گزارش نمودند که بین ارقام مورد مطالعه آن‌ها (چارلستون‌گری، کریمزون سویت و ترای ایکس) از نظر تجمع کلسیم در بافت پوست هندوانه تفاوت وجود داشت. همچنین گزارش نمودند با افزایش مقدار مصرف کلسیم وقوع عارضه پوسیدگی گل‌گاه فقط در رقم چارلستون‌گری کاهش یافت. اما رابطه‌ای بین مقدار کلسیم در برگ و پوست میوه ارقام هندوانه با پوسیدگی گل‌گاه وجود نداشت.

سائور (۲۲)، نشان داد که حداکثر سرعت نسبی رشد میوه گوجه فرنگی در ۱۲ تا ۱۵ روز بعد از گرده‌افشانی اتفاق می‌افتد. در این دوره توسعه سریع میوه، کلسیم برای جلوگیری از پوسیدگی گل‌گاه ضروری است. پایوا و همکاران (۱۹) نیز بیان کردند که جذب کلسیم همبستگی زیادی با تشعشع خورشیدی و درجه حرارت سیستم ریشه دارد. همچنین موارد و همکاران (۱۶) نشان دادند که جذب کلسیم توسط ریشه به طور وسیع به عنوان یک فرآیند غیرفعال در طول شیب

جدول ۱- نتایج تجزیه خاک محل اجرای تحقیق در سال ۱۳۸۷

Table 1- Results of soil test of the experiment site in 2011

| بافت خاک | B | Zn | Fe | K | P | N | SP | OC | CaCO ₃ | EC | pH |
|--------------------------|------------------------|-----|-----|-----|---|------|----|------|-----------------------|-------|-----|
| Soil texture | (mg.kg ⁻¹) | | | | | (%) | | | (dS.m ⁻¹) | (1:5) | |
| لومی سیلتی Silty-Loam | 2 | 0.6 | 2.6 | 350 | 9 | 0.15 | 52 | 1.46 | 20 | 0.73 | 8.1 |

۲) که اثر غلظت‌های مختلف کلسیم بر ضخامت پوست ارقام هندوانه مورد آزمایش بی‌تأثیر بوده ولی اثر متقابل آن‌ها در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. این نتایج مشابه با یافته‌های دنیس اسکات و همکاران (۳) مبنی بر عدم رابطه بین غلظت کلسیم و ضخامت پوست میوه بود. همچنین دنیس اسکات و همکاران (۳) در بررسی خود جهت تأثیر کاربرد کود کلسیم بر روی ارقام هندوانه بیان کردند که با افزایش غلظت کلسیم، اثر متقابل آنتوزنی (هسته زایی) میوه در روزهای بعد از گلدهی و قسمت گل‌گاه میوه و یا انتهای ساقه، بر غلظت‌های عنصر در بافت پوست مؤثر هستند. عملکرد میوه در بین تیمارهای کلسیمی، تفاوت معنی‌داری وجود نداشت، همچنین اثر متقابل رقم \times کلسیم نیز معنی‌دار نبود (جدول ۲). این نتیجه با مشاهدات دنیس اسکات و همکاران (۳) که حاکی از عدم تأثیر محلول پاشی کلرور کلسیم بر عملکرد میوه بود، منطبق می‌باشد. اگرچه با یافته‌های میلیکان و همکاران (۱۱) مبنی افزایش عملکرد در گوجه فرنگی با افزودن کلسیم و مشاهدات اولسن (۱۸) که در دو روش کاربرد کلسیم به‌صورت خاکی و محلول پاشی، روش محلول پاشی سبب کاهش اندک عملکرد هندوانه شد، در تناقض می‌باشد. اثر کلسیم بر روی تعداد میوه‌های آلوده تأثیر معنی‌داری در سطح ۱ درصد داشته، ولی اثر رقم و اثر متقابل رقم \times کلسیم معنی‌دار نبوده است (جدول ۲). میانگین تعداد میوه آلوده در تیمارهای ۰، ۳، ۵ و ۸ در هزار به ترتیب ۱۶۶۷، ۱۱۴۴، ۸۱۷ و ۵۸۸ میوه آلوده در هکتار بود (جدول ۳). نتایج این تحقیق با مطالعات سیرولی و سیکارس (۲) مطابقت دارد. آن‌ها کاربرد کلسیم را بر روی رقم حساس چارلستون‌گری و رقم نسبتاً مقاوم کریمسون سوئیث هندوانه مورد بررسی قرار داده و مشاهده نمودند که تعداد میوه‌های دچار عارضه پوسیدگی گل‌گاه کاهش یافت. مشاهدات دنیس اسکات و همکاران (۳) تحت عنوان تأثیر کاربرد کلسیم بر بافت برگ و پوست میوه هندوانه نیز مؤید این مسأله است که با افزایش میزان کلسیم درصد میوه‌های آلوده به پوسیدگی گل‌گاه کاهش می‌یابد.

در مغایرت با نتایج این مطالعه موحد و سامز (۱۷) در مطالعه‌ای با عنوان اثرات کلسیم بر روی عملکرد و شیوع پوسیدگی گل‌گاه سه رقم گوجه فرنگی (مونتاین، سلبریتی و سان رایز)، مشاهده کردند که استفاده از کلسیم به شکل کلرور کلسیم نتوانست تأثیر معنی‌داری بر کاهش تعداد میوه‌های آلوده داشته باشد. بیشترین تعداد میوه‌های آلوده مربوط به تیمار عدم محلول پاشی کلسیم و کمترین تعداد میوه‌های آلوده از تیمار محلول پاشی با غلظت ۸ در هزار کلرور کلسیم بود (شکل ۱)

آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار اجرا شد. عوامل آزمایشی شامل دو رقم هندوانه (چارلستون‌گری و چارلی) تولیدی شرکت (Asgrow USA) و چهار سطح محلول پاشی کلسیم (۰، ۳، ۵ و ۸ در هزار کلرور کلسیم) بود. هر کرت شامل چهار خط کاشت ۱۰ متری بود. فواصل ردیف و روی ردیف به ترتیب ۳ و ۰/۷۵ متر بود. در هر کپه سه بذر کاشته شده که همراه با وجین اول تنک شدند. آبیاری در شش مرحله (بدون تنش رطوبتی) به‌صورت جوی و پشته انجام شد. محلول پاشی کلرور کلسیم قبل از تشکیل میوه به فاصله ۱۵ روز در سه نوبت انجام شد. تعداد میوه سالم، متوسط وزن میوه، تعداد میوه‌های آلوده به پوسیدگی گل‌گاه در دو ردیف وسط، با رعایت حاشیه از طرفین، به‌طور جداگانه برداشت و تعیین شدند. برای اندازه‌گیری کلسیم و پتاسیم بافت آلوده میوه در هر سه چین در زمان رسیدگی برداشت نمونه‌های بافت آلوده جدا شده و سپس در پایان این نمونه‌ها با یکدیگر ترکیب شده و نمونه‌های مرکب مورد تجزیه قرار گرفتند. برای اندازه‌گیری کلسیم بافت برگ و گل در هر سه چین در زمان گلدهی چهارمین برگ از قسمت بالای بوته انتخاب و بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شده و مورد تجزیه قرار گرفتند. بریکس نیز با دستگاه رفرکتومتر دستی با مشخصات OSK 7926 ساخت کشور آلمان اندازه‌گیری شد. پس از جمع‌آوری داده‌ها از مزرعه، تجزیه و تحلیل داده‌ها از طریق نرم‌افزار SAS انجام شد.

نتایج و بحث

همان‌طوری که در جدول ۲ مشاهده می‌نمائید، تأثیر محلول پاشی با کلرور کلسیم و اثر رقم بر طول میوه هندوانه معنی‌دار نبود، همچنین اثر متقابل رقم \times کلسیم بر متوسط طول میوه هندوانه معنی‌دار نبود (جدول ۲).

محلول پاشی با غلظت‌های مختلف کلرور کلسیم تأثیر معنی‌داری بر طول قسمت پوسیده میوه هندوانه نداشت، این صفت تحت تأثیر ارقام نیز نبود (جدول ۲). این نتایج در تناقض با یافته‌های میلیکیان و همکاران (۱۵) که افزایش طول میوه با محلول پاشی کلسیم را گزارش کردند، بود. بریکس یا درصد مواد جامد محلول، صفت مهمی در هندوانه می‌باشد که بالا بودن آن بازار پسندی محصول را افزایش می‌دهد. کلسیم هیچ‌گونه تأثیری در افزایش یا کاهش معنی‌داری بر بریکس نداشت، همچنین اثر رقم و اثر متقابل رقم \times کلسیم نیز معنی‌دار نشد (جدول ۲). نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد (جدول

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مختلف ارقام هندوانه تحت تاثیر محلول پاشی کلرور کلسیم
Table 2. ANOVA of different traits of watermelon varieties affected by calcium chloride spraying

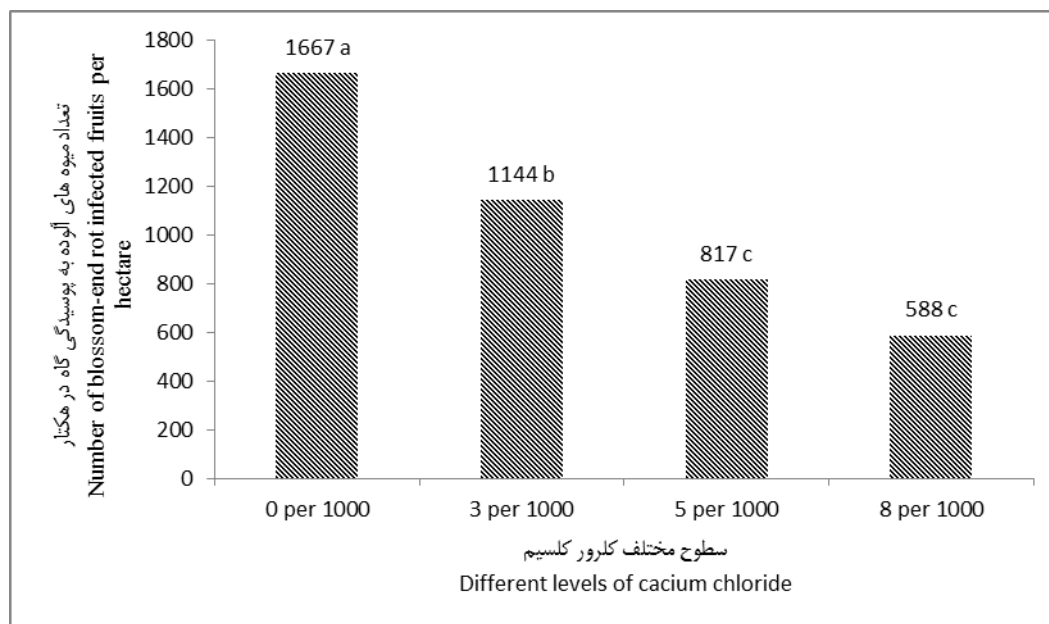
| منابع تغییرات | درجه آزادی | میانگین مربعات | | | | | | | | | |
|---------------|------------|-----------------------|---------------------|---------------------|-----------------------------------|---------------------|--------------------|---------------------------|--------------------------|-------|-------------------|
| | | عملکرد میوه | ضخامت پوست | بریکس | طول قسمت پوسیده میوه | متوسط طول میوه | متوسط وزن میوه | تعداد میوه آلوده | تعداد میوه سالم | S.O.V | Degree of freedom |
| | | Fruit yield | Rind diameter | Brix | Length of rotten section of fruit | Fruit length | Mean fruit weight | Number of infected fruits | Number of healthy fruits | | |
| تکرار | 2 | 77787803** | 0.003 ^{ns} | 0.073 ^{ns} | 0.44 ^{ns} | 1.63 ^{ns} | 1.79 ^{ns} | 62460.3 ^{ns} | 395679.9 ^{ns} | | |
| Rep | | | | | | | | | | | |
| رقم | 1 | 1816320 ^{ns} | 0.007 ^{ns} | 0.002 ^{ns} | 0.12 ^{ns} | 13.47 ^{ns} | 0.03 ^{ns} | 129756.9 ^{ns} | 78512.7 ^{ns} | | |
| Var | | | | | | | | | | | |
| کلسیم | 3 | 6133733 ^{ns} | 0.012 ^{ns} | 0.2 ^{ns} | 0.49 ^{ns} | 15.06 ^{ns} | 2.59 ^{ns} | 1313033.1** | 732142.9* | | |
| Ca | | | | | | | | | | | |
| رقم × کلسیم | 3 | 8504252 ^{ns} | 0.025* | 0.28 ^{ns} | 0.18 ^{ns} | 0.68 ^{ns} | 0.28 ^{ns} | 134029.7 ^{ns} | 364722.9 ^{ns} | | |
| Var×Ca | | | | | | | | | | | |
| خطا | 14 | 10419653 | 0.01 | 0.11 | 0.38 | 5.89 | 0.89 | 55145.8 | 177814.7 | | |
| Error | | | | | | | | | | | |
| ضریب تغییرات | | 16.12 | 9.24 | 3.72 | 33.45 | 8.75 | 14.51 | 22.28 | 13.48 | | |
| CV | | | | | | | | | | | |

به ترتیب عدم تفاوت معنی دار و معنی دار با احتمال ۱ و ۵ درصد ns و **، *، **، ns show significance at 5 and 1 % probability level and non-significance, respectively

جدول ۳- میانگین‌های صفات مورد بررسی ارقام هندوانه تحت تاثیر محلول پاشی کلرور کلسیم
Table 3. Means of traits studied in watermelon varieties affected by calcium chloride spraying

| تیمار | عملکرد میوه | ضخامت پوست | بریکس | طول قسمت پوسیده | متوسط طول میوه | متوسط وزن میوه | تعداد میوه سالم |
|----------------------|---------------------|--------------------|----------|--------------------|-------------------|-------------------|-----------------------------------|
| Treatment | Fruit yield (Kg/ha) | Rind diameter (cm) | Brix (%) | Rotten Length (cm) | Fruit length (cm) | Fruit weight (Kg) | Number of healthy fruits (No./ha) |
| ارقام Var | | | | | | | |
| چارلستون گری C.Grey | 19744 a | 0.83 a | 8.98 a | 1.92 a | 28.47 a | 6.56 a | 3010 a |
| چارلی Charlie | 20295 a | 0.86 a | 8.99 a | 1.78 a | 26.97 a | 6.48 a | 3132 a |
| کلسیم Ca | | | | | | | |
| ۰ در هزار 0 per 1000 | 21223 a | 0.87 a | 9.17 a | 1.51 a | 29.28 a | 7.30 a | 2907 ab |
| ۳ در هزار 3 per 1000 | 20221 a | 0.78 a | 8.93 a | 1.83 a | 27.42 a | 6.45 a | 3135 ab |
| ۵ در هزار 5 per 1000 | 19860 a | 0.88 a | 9.10 a | 2.21 a | 25.64 a | 5.70 a | 3484 a |
| ۸ در هزار 8 per 1000 | 18744 a | 0.88 a | 8.75 a | 1.86 a | 28.54 a | 6.63 a | 2832 b |
| | ns | ns | ns | ns | ns | ns | * |

اعداد هر گروه در هر ستون که حداقل در یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت معنی دار آماری بر اساس آزمون LSD هستند
Values at each column with at least one similar letter do not have significant differences based on LSD test



شکل ۱- تاثیر محلول پاشی با غلظت‌های مختلف کلرور کلسیم بر تعداد میوه‌های آلوده به پوسیدگی گل‌گاه هندوانه
Figure 1- Effects of spraying with different levels of calcium chloride on number of blossom-end rot infected fruits of watermelon

در این مطالعه همچنین اگرچه افزایش غلظت کلرور کلسیم سبب افزایش میزان کلسیم برگ و گل در مرحله گلدی شد و غلظت کلسیم در اثر کاربرد کلرور کلسیم در اندام‌های هوایی مثل برگ و گل هندوانه در مرحله گلدی از ۱/۹۱ تا ۲/۳۳ درصد ماده خشک افزایش یافت، ولی این میزان نسبت به میزان متداول کلسیم در برگ و گل اندام‌های هوایی هندوانه بسیار کمتر بود. دامنه غلظت کلسیم در اندام‌های هوایی هندوانه ۳/۶۶ تا ۵/۲۴ درصد ماده خشک گزارش شده است دنیس اسکات (۳). از طرفی غلظت کلسیم بافت آلوده میوه در این تحقیق در دامنه ۰/۲۴ تا ۰/۳۰ درصد ماده خشک بود که مشابه غلظت متداول آن که در دامنه ۰/۲ تا ۰/۳ درصد بافت میوه می‌باشد و در مشاهدات محققین دیگر گزارش شده است، بود (۳). بنابراین مشاهده می‌شود که پوسیدگی گل‌گاه در این مطالعه عمدتاً تحت تأثیر غلظت کلسیم برگ و گل در مرحله گلدی قرار گرفته است و غلظت کلسیم بافت‌های آلوده بر این مسأله مؤثر نبود.

تعداد میوه سالم با محلول پاشی غلظت‌های مختلف کلرور کلسیم تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد داشتند، اگرچه اثر رقم و اثر متقابل رقم \times کلسیم بر تعداد میوه سالم از نظر آماری بی‌تأثیر بود (جدول ۲). نتایج تجزیه واریانس مقادیر مختلف کلسیم در بافت میوه‌های آلوده به پوسیدگی گل‌گاه نشان می‌دهد، با افزایش غلظت محلول کلرور کلسیم میزان کلسیم بافت میوه نیز معنی‌دار شده است (جدول ۴). همچنین اثر کلسیم بر غلظت کلسیم برگ و گل در مرحله گلدی معنی‌دار شد (جدول ۴). اثر کلسیم بر میزان پتاسیم بافت میوه معنی‌دار نشد (جدول ۴). این نتایج منطبق با مشاهدات کاشی و همکاران (۹) می‌باشد که با محلول پاشی کلسیم میزان کلسیم برگ در هندوانه به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. به گفته هو و همکاران (۷) تقاضای گیاه برای جذب کلسیم در مرحله بزرگ شدن سریع میوه افزایش می‌یابد و آوندهای گیاه قدرت تأمین کلسیم را ندارند. بنابراین محلول پاشی با کلسیم بهترین گزینه می‌باشد.

جدول ۴- تجزیه واریانس مقادیر کلسیم و پتاسیم در بافت میوه آلوده و بافت برگ و گل در مرحله گلدی ارقام هندوانه

Table 4. ANOVA of calcium and potassium content in tissues of BER infected fruits and leaves at flowering stage in watermelon varieties.

| منابع تغییرات | درجه آزادی | کلسیم بافت آلوده میوه در مرحله رسیدگی برداشت | پتاسیم بافت آلوده میوه در مرحله رسیدگی برداشت | کلسیم برگ و گل در مرحله گلدی |
|------------------------------------|-------------------|--|---|---------------------------------|
| SOV | Degree of freedom | Calcium of rotten fruit tissue at ripening | Potassium of rotten fruit tissue at ripening | Leaf and flower Ca at flowering |
| تکرار Rep | 2 | 0.005 ^{ns} | 0.29 ^{ns} | 0.008 ^{ns} |
| رقم Var | 1 | 0.0004 ^{ns} | 0.17 ^{ns} | 0.015 ^{ns} |
| کلسیم Ca | 3 | 0.004 ^{**} | 0.17 ^{ns} | 0.187 ^{**} |
| رقم \times کلسیم Ca \times Var | 3 | 0.0003 ^{ns} | 0.3 ^{ns} | 0.005 ^{ns} |
| خطا Error | 14 | 0.0002 | 0.14 | 0.005 |
| ضریب تغییرات C.V. | | 5.89 | 13.27 | 3.46 |

*, **, ns به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد و عدم تفاوت معنی‌دار

*, **, ns show significance at 5 and 1 % probability level and non-significance, respectively

معنی‌داری بر متوسط وزن میوه، متوسط طول میوه، طول قسمت پوسیده، شاخص بریکس، ضخامت پوست و عملکرد میوه داشته باشد، در حالی که بر تعداد میوه‌های آلوده مؤثر بود. علی‌رغم وجود کلسیم کافی در خاک‌های منطقه مورد آزمایش به دلیل آهکی بودن، ریشه هندوانه در موقع رشد سریع میوه، توانایی جذب کلسیم را نداشته و از این رو گیاه در این زمان با کمبود کلسیم مواجه شده و عارضه

به عبارت دیگر حتی در شرایط محلول پاشی با غلظت ۸ در هزار کلرور کلسیم، اگرچه میزان کلسیم برگ و گل در مرحله گلدی نسبت تیمار بدون محلول پاشی (شاهد) افزایش معنی‌داری یافته است (جدول ۵)، ولی مقدار آن نسبت به دامنه نرمال کلسیم در این اندام‌ها بسیار کمتر بود (شکل ۲). در این مطالعه محلول پاشی کلرور کلسیم نتوانست تأثیر

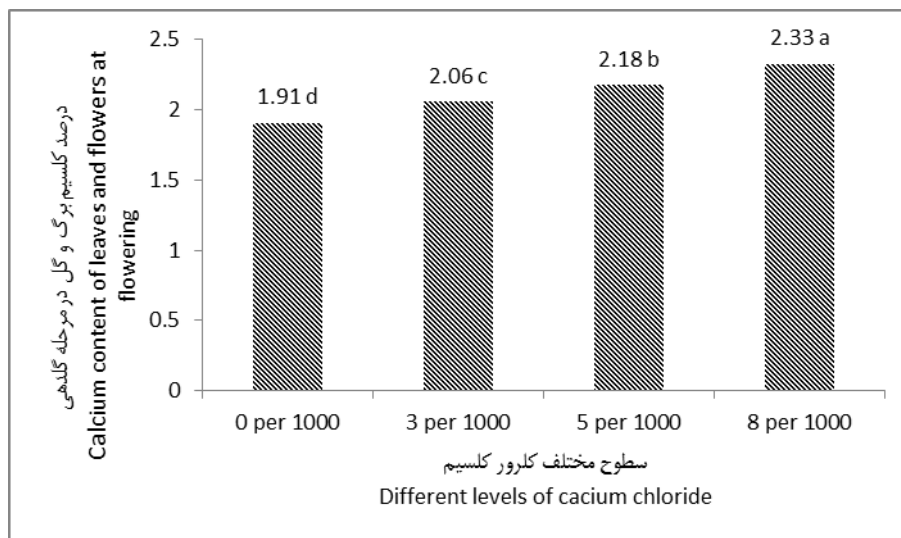
پوسیدگی گل گاه در بعضی از میوه‌ها مشاهده می‌شود.

جدول ۵- مقایسه میانگین‌های مقادیر مختلف کلسیم و پتاسیم بافت میوه آلوده و بافت برگ و گل در مرحله گلدهی ارقام هندوانه
Table 5- Mean comparison of various amounts of Ca and K in rotten fruit tissues and leaf and flower tissues of watermelon varieties at flowering and at different calcium levels.

| تیمار Treatment | پتاسیم بافت آلوده میوه در مرحله رسیدگی Potassium of rotten fruit tissue at ripening (%) | کلسیم بافت آلوده میوه در مرحله رسیدگی برداشت Calcium of rotten fruit tissue at ripening (%) | کلسیم برگ و گل در مرحله گلدهی Leaf and flower Ca at flowering (%) |
|---------------------------------|---|---|---|
| ارقام Var | | | |
| چارلستون گری Charleston Gray | 2.80 a | 0.26 a | 2.15 a |
| چارلی Charlie | 2.55 a | 0.26 a | 2.10 a |
| کلسیم Ca | | | |
| ۰ در هزار ۱۰۰۰ 0 per 1000 | 2.70 a | 0.24 c | 1.91 d |
| ۳ در هزار ۱۰۰۰ 3 per 1000 | 2.62a | 0.25 b | 2.06 c |
| ۵ در هزار ۱۰۰۰ 5 per 1000 | 2.75 a | 0.26 b | 2.18 b |
| ۸ در هزار ۱۰۰۰ 8 per 1000 | 2.65 a | 0.30 a | 2.33 a |

اعداد هر گروه در هر ستون که حداقل در یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت معنی دار آماری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد هستند

Values at each column with at least one similar letter do not have significant differences based on LSD test at 0.05 probability level



شکل ۲- تأثیر محلول پاشی با غلظت‌های مختلف کلرور کلسیم بر درصد کلسیم برگ و گل در مرحله گلدهی

Figure 2- Effects of spraying with different levels of calcium chloride on calcium content of leaves and flowers at flowering

هدف میوه جوان قبل از مشاهده هر نوع علامت پوسیدگی گل گاه انجام شود. گاهی عدم موفقیت محلول پاشی کلسیم در جلوگیری از پوسیدگی گل گاه ممکن است به دلیل کاربرد نامشخص روی پوشش کامل گیاه، بدون ارزیابی نمو میوه باشد. با توجه به اینکه در طول دوره رشد هندوانه در این پروژه، بیشتر روزها درجه حرارت کمتر از ۱۸ درجه سانتی‌گراد بوده تأثیر گرما بر پوسیدگی گلگاه قابل توجه نبود.

بنابراین بهترین راهکار، محلول پاشی با کلرور کلسیم برای کاهش تعداد میوه‌های آلوده می‌باشد. پوسیدگی گل گاه را می‌توان علامت کمبود کلسیم در بافت تحتانی میوه در طی توسعه سریع سلول در نظر گرفت. از این رو، می‌توان این عارضه را در هندوانه، با محلول پاشی کلسیم بر روی بوته‌های جوان به حداقل رساند. بهر حال این تیمار فقط زمانی می‌تواند مفید واقع شود که محلول پاشی منظم کلسیم با

عملکرد هندوانه موثر نبود، ولی در کاهش عارضه پوسیدگی گلگاه هندوانه که بازار پسندی و قابلیت نگهداری هندوانه را کاهش می‌دهد، به صورت معنی‌داری تاثیر داشت. با توجه به هزینه اندک محلول‌پاشی کلرور کلسیم به کشاورزان عزیز توصیه می‌شود محلول‌پاشی با کلرور کلسیم با غلظت ۸ در هزار صورت گیرد، تا محصول بهتر به بازار عرضه شود.

از طرفی با آبیاری منظم خشکی نیز تاثیر گذار نبوده است. بنابراین محلول‌پاشی با کلرور کلسیم و با غلظت ۸ در هزار می‌تواند تا حد زیاد موثر باشد.

نتیجه‌گیری کلی

تحت شرایط این آزمایش محلول‌پاشی کلرور کلسیم بر بهبود

منابع

- 1- Agricultural statistical book.2011.Agricultural products.Ministry of Jihad-e-agriculture.Deputy of planning and finance.Office of statics and information technology. 1: 61-70
- 2- Cirulli, M., and Cicarese F. 1981. Effect of mineral fertilizers on the incidence of blossom end rot of watermelon.The American phytopathology Society. 71: 50-53.
- 3- Denis Scott W., Mc Craw B.D.Motes J.E and Smith W. 1993. Application of calcium to soil and cultivar affect elemental concentration of watermelon leaf and rind tissue. Am. Soc. Hort. Sci. 118: 201-206
- 4- Dris R.F., Abdelaziz H. and Sain S.M. 2003.Plant nutrition, growth and diagnosis.313 pp.
- 5- Feher T. 1993. Watermelon (*Citrulluslanatus* L.), In: Genetic improvement of vegetable crops, Pergamon Press Oxford, New York, Seoul, Japan.Ho L.C., Adams P. Li X.Z. Shen J. and XuZ.H. 1995. Response of calcium-inefficient tomato cultivars to salinity in plant growth, calcium accumulation and blossom end rot. J. Hort. Sci. 70: 909-918.
- 6- Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAOSTAT database (FAOSTAT,2012), [online] available on [http:// faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx? PageID=567](http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567). Last accessed 2/27/2016.
- 7- Ho L.C., Adams P. Li X.Z. Shen J. and XuZ.H. 1995. Response of calcium-inefficient tomato cultivars to salinity in plant growth, calcium accumulation and blossom end rot. J. Hort. Sci. 70: 909-918.
- 8- Howard R.J.,Garland J.A and seaman W.L. 1994. Diseases and pests of vegetable crops in Canada.The Canadian phytopathological society and the entomological society of Canada, Ontario.554 pp.
- 9- KashiA. 2013. The effects of irrigation periods and reduction of residues of tea on quantitative and qualitative characteristics of watermelon cultivar Charleston gray. Agricultural Science.24:13-25
- 10- Keith S.M. 1998. University of California Cooperative Extension Farm Advisor, Imperial County.
- 11- Lamikanra, O.andWatson, M.A. 2004.Effect of calcium treatment temperature on fresh-cut cantaloupe melon during storage. Journal of Food Science 69(6), 468-472.
- 12- Lanauskas, J.andKivikliene, N. 2006. Effect of calcium foliar application on some fruit quality characteristics. Agronomy Research 4(1), 31-36.
- 13- Matthew D. T., and SalvadorJ.L. 2004. Blossom end rot: A calcium deficiency. Hort. Sci. 27: 123-139.
- 14- Mengel, K. 2002. Alternative or complementary role of foliar supply in mineral nutrition.ActaHorticulturae 594, 33-47.
- 15- Millikan. C.R., Bjarnason E.N.sbornR.K.and Hanger B.C. 1993. Calcium concentration in tomato fruits in relation to the incidence of blossom end rot. Aust. J. Exp. Agri. Anim. 52: 570-575
- 16- Morard P., Lacoste L. and Silverstre J. 2000.Effect of calcium deficiency on nutrient concentration of xylem sap of excised tomato plants. J. Plant Nutr. 23: 1051-1062.
- 17- Muhammad H.W.C., and Sams E. 1996. Effect of calcium on yield and Incident of blossom end rot of three tomato cultivars.J. Am. Hort. Sci. 31, 672.
- 18- Olson, S. M. 2000. Effect of supplemental calcium on watermelon yield, fruit weight, soluble solids and calcium of leaves and fruit. Am. Hort. Sci. 35: 488-489.
- 19- Paiva E.A.S., Martinez H.E.P.Casali V.W.D. andPadilha L. 1998. Occurrence of blossom end rot in tomato as a function of calcium dose in the nutrient solution and air relative humidity. J. Plant Nutr. 21: 2663-2670.
- 20- Raleigh S.M., and Chucka G. A. 1944.Effect of nutrient ratio and concentration on growth and composition of tomato plants and on the occurrence of blossom end rot of the fruit. Plant Physiol. 19: 671-678.
- 21- Rasouli, M. H. and Malakooti, M. G. 2010.The importance of calcium in postharvest physiological and nutritional disorders, of apple fruit.Ministry of jihad of agriculture.Agricultural Research, Education and extension.Soil and Water Research Institute.Journal of Soil and water.1-22.

- 22- Saure, M.C. 2001. Blossom end rot of tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill) A calcium or a stress-related disorder? Sci. Hort. 90: 193-208.
- 23- Saure, M.C. 2005. Calcium translocation to fleshy fruit: its mechanism and endogenous control. ScientiaHor