

# بررسی تاثیر عنصر کلسیم بر روی گوجه‌فرنگی

مؤلف: نگین حقوقی<sup>۱</sup>

## چکیده

گوجه‌فرنگی یا بادمجان رومی با نام علمی *Lycopersicon Solanum* جزئی از گروه سبزیجات با میوه‌ای سرخ و خوش‌بو است که انواع مختلف آن در سراسر جهان پرورش داده می‌شود و به علت نداشتن هسته در دسته صیفی‌جات قرار می‌گیرد. خاستگاه اصلی آن آمریکای جنوبی بوده و از زمان قدیم در کشورمان کشت آن صورت می‌گرفت. امروزه جزو محصولات مهم صیفی در کشور است که هم بصورت مزرعه‌ای و هم گلخانه‌ای کشت می‌شود و بخاطر اهمیت بالایی که دارد حفظ و نگهداری از آن حائز اهمیت است.

کیفیت گوجه فرنگی به عناصر غذایی که از آن استفاده می‌کند بستگی دارد زیرا وجود این عناصر در رشد بهتر میوه موثر هستند. یکی از این عناصر حیاتی، کلسیم است که علاوه بر بهبود رشد میوه مانند یک چسب در سلول‌ها عمل می‌کند و آنها را در کنار هم نگه می‌دارد و در نهایت استحکام و سفتی میوه حفظ می‌شود. استفاده از این عنصر در کشاورزی، بازاری‌پسندی محصول را بالا برده و مقاومت گوجه را در برابر آفات و عوامل بیماری‌زا بالا می‌برد.

گیاهان کلسیم را به شکل یونی آن یعنی  $Ca^{2+}$  جذب می‌کنند. کلسیم برای افزایش طول سلول و تقسیم سلولی مورد نیاز است و میزان کافی آن به تاخیر در پیری برگ و کاهش سرعت یا جلوگیری از ریزش برگ و میوه کمک می‌کند. از آنجایی که گیاهان قادر به استفاده از کلسیم برگ‌های مسن برای رشد نیستند، کمبود آن اغلب در قسمت‌های در حال رشد و جوان‌ترین برگ‌ها مشاهده می‌شود.

ریشه‌ها معمولاً قبل از قسمت‌های هوایی گیاه تحت تأثیر قرار می‌گیرند و در مواردی که کمبود کلسیم متوسط تا حاد باشد، رشد ریشه به طور قابل توجهی دچار اختلال شده و گیاهان مستعد عارضه پوسیدگی ریشه می‌شوند. تنش‌های محیطی بخصوص تنش خشکی، شوری، درجه حرارت بالا و شدت نور می‌تواند اختلالاتی را در گیاه گوجه فرنگی ایجاد کند، به این علت که کلسیم عنصری غیر متحرک در گیاه است، جذب و انتقال آن وابسته به میزان رطوبت خاک و گیاه دارد بنابراین هرگونه تنش و اختلالی که در روند آبیاری ایجاد شود منجر به کمبود کلسیم و در نهایت پوسیدگی گلگاه در میوه می‌شود.

پوسیدگی گلگاه میوه یا همان *Blossom end rot (BER)* در گوجه‌فرنگی اختلالی است که خسارت زیادی را در بازاری‌پسندی محصول ایجاد می‌کند و همانطور که در بالا به آن اشاره شد علت *BER* معمولاً برهمکنش بین اثرات تابش و دمای محیط بر رشد میوه و اثرات استرس محیطی بر جذب و توزیع کلسیم در کل گیاه است.

## مقدمه

گوجه‌فرنگی محصول بسیار مهمی در سرتاسر دنیاست. این گیاه در ایران، دومین صیفی از نظر اهمیت است و مساحتی حدود ۳ میلیون هکتار از کشت صیفی‌جات را به خود اختصاص داده است. کیفیت میوه گوجه‌فرنگی برای مصرف، به ظاهر، سفتی بافت، ماده خشک و مزه گوجه بستگی دارد. صفت ظاهری شامل رنگ، شکل، اندازه و عاری بودن میوه از نظر ناهنجاری‌های فیزیولوژیکی می‌شود.

ناهنجاری‌های فیزیولوژیک بسیار مهم است و نه تنها بر روی ظاهر میوه تاثیر می‌گذارد، بلکه بر روی عملکرد و انبارداری میوه نیز موثر است. یکی از مهم‌ترین عناصر در گوجه‌فرنگی کلسیم است که کمبود کلسیم در گوجه‌فرنگی علائمی را با خود به همراه دارد.

کلسیم ساختار و وظایف غشای سلولی را تحت تاثیر قرار می‌دهد و با متصل کردن پروتئین‌های دارای نقش آنزیمی و غیر آنزیمی به فسفولیپیدهای غشای سلولی، ایفای نقش می‌کند. بدین ترتیب از فعالیت آنزیم‌های تولیدکننده اتیلن که ساختار پروتئینی دارند و به غشای سلولی متصل هستند، می‌کاهد. در نهایت با تولید اتیلن کمتر که تحریک کننده فعالیت آنزیم‌های هیدرولیزکننده دیواره سلولی است، دیواره سلولی کمتر تخریب می‌شود. در نتیجه میوه‌های حاوی کلسیم سفت باقی می‌مانند.

کلسیم علاوه بر حضور در ساختار و غشای سلولی به عنوان یک پیام‌رسان ثانویه ایفای نقش می‌کند. نقش پیام‌رسان کلسیم در برگیرنده پاسخ به تنش‌های ناشی از عوامل فیزیولوژیک و کمک به جذب سایر عناصر غذایی در گیاهان است. همچنین در تنظیم فعالیت‌های سلولی مانند یک هورمون عمل می‌کند. کار آن تنظیم پمپ‌های پروتئینی است که کار جذب و انتقال سایر عناصر غذایی را در ریشه و سرتاسر گیاه برعهده دارند. با توجه به حساسیت گوجه‌فرنگی به کمبود ناشی از کلسیم و اثرات ناشی از کمبود این عنصر در این محصول، در این مقاله به صورت خلاصه تأثیر کلسیم بر گوجه‌فرنگی مورد ارزیابی قرار خواهد گرفت.

## کلسیم، ماده مغذی ثانویه

کلسیم یک ماده مغذی ثانویه است که به مقدار کمتری نسبت به درشت مغذی‌ها (نیتروژن، فسفر و پتاسیم) نیاز است، اما این بدان معنا نیست که اهمیت کمتری دارد به خصوص در مورد رشد گوجه‌فرنگی، کلسیم در سلامت سلولی حیاتی است و می‌تواند از مشکلات رایج گوجه‌فرنگی جلوگیری کند. در مراحل اولیه رشد گیاه، کلسیم به ساخت دیواره‌های سلولی قوی کمک می‌کند و به رشد بافت‌های گیاهی و رشد بهتر ریشه و ساقه نیز کمک می‌کند. همچنین در جذب رطوبت و مواد مغذی از خاک نقش دارد و اطمینان حاصل می‌کند که این عناصر ضروری به قسمت‌هایی از گیاه که به آنها نیاز دارند منتقل می‌شوند.

به خصوص برای گیاهان گوجه‌فرنگی، کلسیم می‌تواند عملکرد را بهبود بخشد و در رشد و رسیدن میوه نقش دارد. کمبود این ماده مغذی در خاک می‌تواند منجر به پوسیدگی گلگاه شود، یک اختلال رایج در گوجه‌فرنگی که باعث می‌شود انتهای میوه‌ها قهوه‌ای یا سیاه، فرورفته و در نهایت از بین بروند.

از آنجا که به خوبی مشخص شده کمبود کلسیم می‌تواند منجر به پوسیدگی گلگاه شود، باغبانان اغلب زمانی که میوه‌هایشان علائم را نشان می‌دهد، به این موضوع توجه می‌کنند. با این حال، آگاهی از برخی از تصورات غلط پیرامون پوسیدگی انتهای گلگاه و علل آن مهم است.

## اهمیت عنصر کلسیم در تغذیه گوجه‌فرنگی

نبود مقادیر کافی از کلسیم در خاک کشاورزی، گلخانه‌ای و باغبانی، منجر به سفت شدن بستر خاک و عدم تهویه کافی شده و کار ریشه برای رساندن مواد غذایی به داخل گیاه سخت می‌شود. هم‌چنین کمبود کلسیم در گیاه، در کمرنگ شدن سبزی‌نگی برگ موثر بوده و گیاه به سمت پژمردگی و مرگ خواهد رفت. غلظت عناصر ریز مغذی به طور کلی در خاک سطحی بیشتر است و با عمق خاک کاهش می‌یابد. علی‌رغم غلظت بالای اکثر عناصر ریز مغذی در خاک، تنها بخش کوچکی در دسترس گیاهان است. ریزمغذی‌ها، که به عنوان عناصر کمیاب نیز شناخته می‌شوند، در مقادیر ریز مورد نیاز هستند، اما کمبود آن‌ها می‌تواند در تولید محصول و هم‌چنین سلامت گیاهان

تأثیرگذار باشد. کمبود ریزمغذی‌ها در مناطق معتدل مرطوب و همچنین در مناطق مرطوب گرمسیری به دلیل شستشوی شدید همراه با بارندگی زیاد شایع‌تر است.

(Gupta Umesh C., WU Kening , LIANG Siyuan, 2008)

نقش کلسیم در گیاه

- حفظ پایداری و نفوذپذیری غشا
- افزایش کیفیت میوه
- افزایش قدرت گیاه در برابر آفات و بیماری‌ها



پوسیدگی انتهای گلگاه

## کلسیم در گیاه

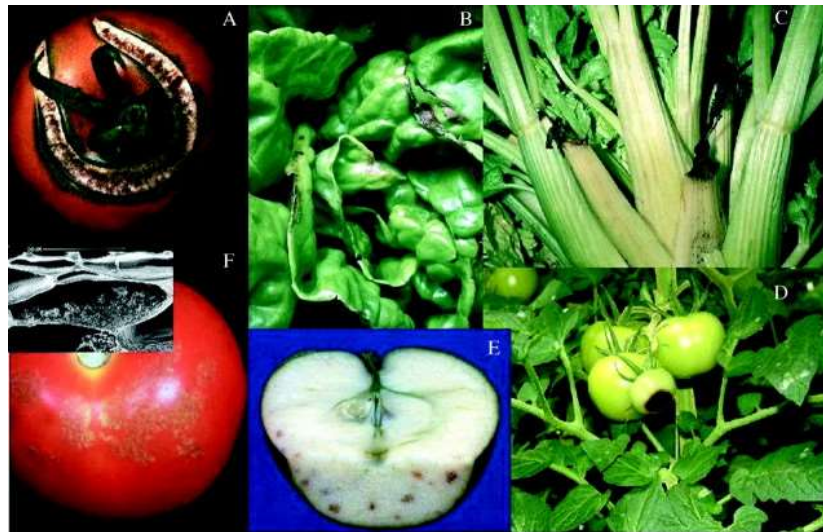
کلسیم یک ماده مغذی ضروری برای گیاه است و به عنوان کاتیون دو ظرفیتی ( $\text{Ca}^{2+}$ ) برای نقش‌های ساختاری در دیواره سلولی و غشاء، به عنوان یک ضد کاتیون برای آنیون‌های معدنی و آلی در واکوئل، و به عنوان یک پیام رسان درون سلولی در سیتوزول مورد نیاز است. (Marschner, 1995)

انتقال عناصر غذایی از محیط ریشه به اندام‌های هوایی گیاه از طریق آوند چوبی و توزیع مجدد تعدادی از آن‌ها (عناصر پویا و نیمه‌پویا) از یک اندام به اندام دیگر از طریق آوند آبکش انجام می‌گیرد. بعضی از عناصر نظیر پتاسیم به راحتی می‌توانند هم در آوندهای چوبی و هم در آوندهای آبکش حرکت نموده و به اندام‌های موردنیاز برسند، ولی عناصر غذایی غیر پویا نظیر کلسیم پس از انتقال به اندام‌های هوایی که از طریق آوند چوبی انجام می‌گیرد، نمی‌توانند از طریق آوند آبکش جابجایی مجدد شوند و ممکن است ریشه از طریق سیتوپلاسم سلول‌های مرتبط با پلاسمودسماتا (سمپلاست) یا از طریق فضاهای بین سلولی (آپوپلاست) عبور دهد.

تجمع و توزیع کلسیم در میوه به شدت به انتقال آب و برهمکنش دیواره سلولی در آپوپلاسم بستگی دارد. کمبودهای موضعی کلسیم در میوه می‌تواند ناشی از تفاوت در مورفولوژی آوند چوبی باشد. از آنجایی که  $\text{Ca}^{2+}$  یک یون فعال بیولوژیکی است، غلظت و انتقال آن باید به شدت در بافت گیاه تا سطح بخش‌های سلولی و خارج سلولی کنترل شود. اگر غلظت کلسیم بافت بالا باشد، می‌تواند منجر به سمیت سلولی، دیواره‌های سلولی بیش از حد سفت و ناهنجاری‌های رشدی شود. (Conn et al., 2011; Cybulska et al., 2011)

از آنجایی که این تحقیق به تبیین کمبود مواد مغذی و عدم افزایش آن‌ها می‌پردازد لازم است به موضوع روابط شیمیایی در آب و خاک پرداخته شود زیرا آمادگی عناصر برای جذب توسط گیاه به سطح pH خاک بستگی دارد. یک رابطه بین اسیدیته خاک (pH) و جذب مواد مغذی و آماده‌سازی برای گیاهان توسط علم مدرن نشان داده شده است به این صورت که pH خاک عاملی موثر بر دسترسی به ریزمغذی‌ها برای گیاهان است. با افزایش pH، دسترسی به این مواد مغذی کاهش می‌یابد به استثنای Mo (مولیبدن) که در دسترس بودن آن با افزایش pH خاک افزایش می‌یابد. در بیشتر گونه‌های گیاهی، برگ‌ها حاوی مقادیر بیشتری از مواد مغذی نسبت به سایر قسمت‌های گیاه هستند. علائم کمبود بیشتر ریزمغذی‌ها در برگ‌های جوان‌تر و قسمت بالایی گیاه ظاهر می‌شود، در حالی که علائم سمیت عموماً در برگ‌های مسن‌تر گیاهان ظاهر می‌شود. کمبود ریز مغذی‌ها در کشورهای در

حال توسعه که منابع خاکی بسیار فقیرتری نسبت به خاک‌های حاصلخیز اروپا و آمریکای شمالی دارند، گسترده است.



پوسیدگی گلگاه (D) کمبود کلسیم در کرفس (C) سوختگی در کاهو (B) ترک خوردن در میوه گوجه فرنگی (A) لکه طلا در میوه گوجه فرنگی با کریستال‌های اگزالات کلسیم (F) گودال تلخ در سیب (E) در گوجه فرنگی نابالغ

### پوسیدگی گلگاه گوجه فرنگی

پوسیدگی گلگاه عموماً در اوایل فصل و یا پس از یک دوره بسیار خشک در تابستان اتفاق می‌افتد. پوسیدگی انتهای گلگاه ابتدا به صورت لکه‌های آب سوخته در انتهای شکوفه یا پایین گوجه فرنگی ظاهر می‌شود. بافت آسیب دیده به سرعت تجزیه می‌شود و ناحیه فرورفته، قهوه‌ای تیره یا سیاه و چرمی می‌شود. این می‌تواند در هر زمانی که گوجه فرنگی‌ها بالغ می‌شوند و اغلب در اولین گوجه فرنگی‌های فصل اتفاق بیفتد.

پوسیدگی انتهای گلگاه به دلیل کمبود کلسیم در بافت گوجه فرنگی ایجاد می‌شود. کلسیم از طریق ریشه وارد گیاه می‌شود اما در قسمتی از گیاه ته‌نشین می‌شود. این به این معنی است که پوسیدگی می‌تواند حتی زمانی که مقدار زیادی کلسیم در خاک، ساقه یا برگ وجود دارد، رخ دهد.

بخش‌هایی از گیاه که به طور فعال در حال رشد هستند، مانند میوه‌های گوجه فرنگی‌های در حال رشد، برای جلوگیری از ایجاد این لکه‌ها باید منبع کلسیم مداومی داشته باشند. شرایطی که باعث پوسیدگی انتهای گلگاه

می‌شود، ارتباط نزدیکی با رطوبت ناسازگار خاک در طول فصل رشد دارد. از آنجایی که کلسیم فقط با رطوبت کافی به گیاه منتقل می‌شود، هنگامی که تنش خشکی رخ می‌دهد میوه همچنان به رشد خود ادامه می‌دهد اما تحت تأثیر کمبود کلسیم قرار می‌گیرد. رشد سریع گیاهان می‌تواند باعث پوسیدگی انتهایی گلگاه شود زیرا زمانی که گوجه‌فرنگی در حال رشد است به کلسیم نیاز دارد و ممکن است گیاه قادر نباشد به اندازه کافی کلسیم کافی را از طریق ریشه جذب کند. اگرچه انتظار برای اولین گوجه‌فرنگی‌های رسیده از باغچه خانه دشوار است، اما مهم است که گیاهان را مجبور نکنید خیلی سریع رشد کنند تا از این پوسیدگی جلوگیری شود. آسیب ریشه هم‌چنین می‌تواند منجر به کاهش جذب رطوبت شود. کشت متراکم و یا استفاده بیش از حد کود می‌تواند جذب مواد غذایی و آب از طریق ریشه را کاهش دهد. در سیستم‌های آبیاری غرقابی نیز تداخل بر جذب مواد غذایی با ریشه وجود دارد.

خاک‌های باغ نیز ممکن است سطوح پایینی از کلسیم داشته باشند. این را می‌توان با آزمایش خاک تعیین کرد و با افزودن آهک همان‌طور که در گزارش آزمایش خاک توصیه شده است و آن را اصلاح کرد. از آنجایی که غالب خاک‌های ایران قلیایی هستند و وجود آهک می‌تواند موجب قلیایی‌تر شدن خاک‌ها شود لذا بدون اینکه ابتدا خاک خود را آزمایش کنید، آهک را به آن اضافه نکنید.



پوسیدگی انتهایی گلگاه (BER)



## جلوگیری از پوسیدگی انتهای گلگاه

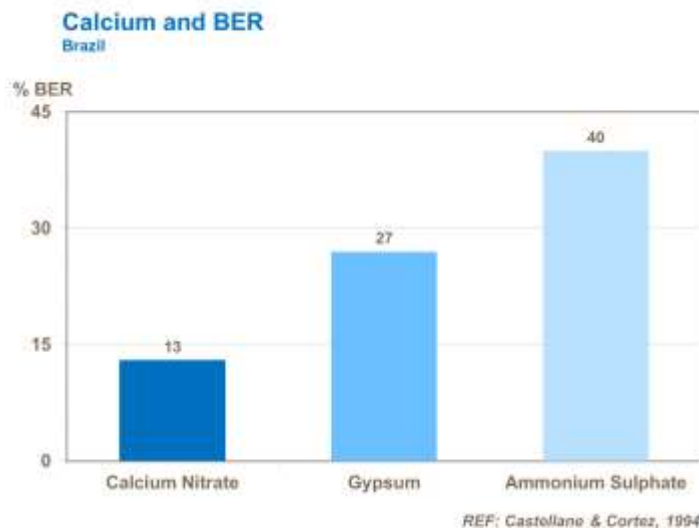
گوجه فرنگی را در خاکی با زهکشی خوب با مواد آلی بالا و با pH خاک بین ۶.۵ تا ۷.۵ کشت کنید. کود و آهک را همانطور که توسط آزمایش خاک توصیه شده است اعمال کنید. از کودهای NPK با درصد نیتروژن کم، اما سوپر فسفات بالا می‌توان استفاده کرد که احتمال پوسیدگی انتهای گلگاه را کاهش می‌دهد.

پس از میوه‌دهی گیاه گوجه‌فرنگی تا حد امکان از کشت عمیق در اطراف این گیاه بخصوص در هوای خشک خودداری کنید.

تامین یکنواختی از رطوبت خاک در طول فصل رشد، به ویژه هنگامی که میوه در حال رشد است، اهمیت زیادی دارد. گوجه‌فرنگی به ۰.۰۲۵۴ متر آب آبیاری در هفته نیاز دارد که به صورت بارندگی یا آبیاری تامین می‌شود.

استفاده از مالچ در کشت گوجه‌فرنگی به حفظ رطوبت در خاک کمک می‌کند. از مالچ‌های ارگانیک مانند کاه بدون بذر علف‌های هرز، علف‌های بریده شده، پیت ماس یا خرده چوب استفاده کنید.

میوه‌های آلوده را به محض شناسایی حذف کنید. با این کار پوسیدگی از گیاهی به گیاه دیگر یا از میوه‌ای به میوه دیگر سرایت نمی‌کند، بنابراین حتی اگر در اولین میوه‌های تشکیل شده این موضوع اتفاق بیفتد، ممکن است روی گوجه‌فرنگی‌های بعدی همان گیاه تأثیری نگذارد. قارچ‌کش‌ها و حشره‌کش‌ها به عنوان اقدامات کنترلی برای این اختلال بی‌فایده هستند.



رابطه کمبود کلسیم و بروز BER



## بحث

مصرف مناسب کلسیم برای رشد نرمال ریشه، تشکیل میوه سالم و رشد میوه با کیفیت لازم است، همزمان با تحریک فتوسنتز و استفاده کارآمد از نیتروژن، کلسیم بعنوان یک عنصر مهم برای گیاه است.

به طور خلاصه، از آنجایی که کلسیم یک عنصر غیرفعال است، برای رسیدن به هدف خود به تدریج متکی است: ریشه‌های گیاه کلسیم مورد نیاز را در طول فرآیند تدریجی می‌گیرند و آن را به قسمت‌های در حال رشد جدید منتقل می‌کنند.

شرایطی که تدریج را کند می‌کند، مانند دمای سرد یا رطوبت بالا، می‌تواند باعث کمبود کلسیم شود. اولین علائم اختلالات کلسیم معمولاً ابتدا در برگ‌ها و میوه‌های جوان ظاهر می‌شود.

به خاطر داشته باشید که محلول‌های کودی با سطوح بالای منیزیم، سدیم یا پتاسیم می‌توانند به دلیل رقابت جذب کاتیون، کمبود کلسیم را در گیاه ایجاد کنند.

برخی از اختلالات فیزیولوژیکی مرتبط با کلسیم شامل مرگ نقاط رشد، ریزش زودرس شکوفه‌ها و جوانه‌ها، سوختگی نوک برگ، پوسیدگی انتهایی گلگاه (BER) و گودال تلخ می‌باشد. سایر علائم کمبود کلسیم بر کیفیت و سفتی میوه تأثیر می‌گذارد، طعم و ماندگاری میوه‌هایی مانند طالبی و گوجه فرنگی را می‌توان به میزان قابل توجهی کاهش داد و شاید این مهم‌ترین جنبه اقتصادی این موضوع باشد.

تعیین این نکته مهم است که نیاز به کلسیم برای رشد میوه مهم است و در میان تمام مواد مغذی مورد نیاز برای رشد و نمو گیاه، کلسیم یک عنصر ضروری است. از یک سو، کلسیم نقش مهمی در عملکردهای مختلف فیزیولوژیکی گیاهان از جمله تنظیم رشد و نمو گیاهان به عنوان پیام‌رسان دوم و پاسخ به تنش‌های بیولوژیکی و غیرزیستی مختلف دارد. از سوی دیگر، کلسیم جزء مهمی از دیواره سلولی و غشاء است، بنابراین به حفظ ساختار و عملکرد طبیعی سلول‌ها و کاهش یا تأخیر آسیب به غشای سلولی کمک می‌کند.

در عین حال، کلسیم با کنترل توزیع مکانی و زمانی یون‌های کلسیم یا گیرنده‌های آنها (کالمودولین)، میتوز سلول‌های گیاهی را تنظیم می‌کند، که با مصرف کربن آلی همبستگی مثبت دارد. کلسیم همچنین بر توانایی گیاهان در جذب عناصر دیگر تأثیر می‌گذارد و اثرات متضاد و هم‌افزایی بین عناصر دیگر وجود دارد. کلسیم یک ماده مغذی ضروری برای رشد گیاه است و می‌تواند بیان ژن‌های رشد گیاه را تنظیم کند، عملکرد سلولی را حفظ کند، رشد و نمو گیاه را تقویت کند و تحمل گیاه به محیط را بهبود بخشد.

(Naeem et al., 2017; Pathak et al., 2020) . محلول پاشی  $Ca^{2+}$  به طور قابل توجهی رشد ذرت، گوجه فرنگی و حتی فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای، سرعت تعرق و تجمع کل قندهای محلول را بهبود می‌بخشد. (Naeem et al., 2018) هنگامی که گیاهان کمبود کلسیم داشته باشند، دیواره سلولی نمی‌تواند تشکیل شود، زیرا تقسیم و تشکیل سلولی تحت تأثیر قرار می‌گیرد. تجزیه لیزین تحت تأثیر قرار می‌گیرد و منجر به تجمع اسید پیکولیک در شروع این مسیر متابولیک می‌شود و در نتیجه باعث کاهش تجمع زیست توده گیاهی و ایجاد بیماری‌های فیزیولوژیکی می‌شود. (CinčeroVá, 1976; De Freitas et al., 2016) با این حال، کلسیم بیش از حد نه تنها منجر به سمیت سلولی می‌شود و متابولیسم طبیعی بیوشیمیایی، متابولیسم عناصر غذایی و سایر فرآیندها را در گیاهان از بین می‌برد، بلکه بر مورفولوژی گیاه و تغییرات در ساختار داخلی، مانند دیواره‌های سلولی بیش از حد سفت و سخت، تأثیر می‌گذارد (Tyler and Olsson, 2009; Conn et al., 2011; Cybulska et al., 2011)

مقدار کلسیم می‌تواند رشد گیاه و تجمع زیست توده را تحت تأثیر قرار دهد. استفاده از کلسیم منجر به تغییرات مشخصی در سطوح مواد مغذی برگ‌ها مانند منیزیم، نیتروژن، فسفر و غیره می‌شود که منجر به افزایش رنگدانه فتوسنتزی و سطح محصول فتوسنتزی و در نهایت افزایش رشد و زیست توده گیاه نیز می‌شود.

## نتیجه گیری

بطور کلی نتایج آزمایشات مختلف نشان می‌دهد که کشت موفق گوجه فرنگی و کاهش پوسیدگی انتهای گلگاه در آن به میزان کلسیم دریافتی آن بستگی دارد. کشاورزان باید به این نکته توجه داشته باشند، در زمان رشد گوجه، برای جلوگیری از ابتلا به پوسیدگی انتهای گلگاه به کلسیم نیاز است؛ همچنین گیاهانی که در معرض تنش آبی قرار دارند نه تنها اندازه‌شان کاهش می‌یابد بلکه خصوصیات ساختمانی و بخصوص برگ‌های آنها نیز تغییر می‌کند. اگر شدت تنش آبی زیاد باشد این امر باعث کاهش شدید فتوسنتز و مختل شدن فرآیندهای فیزیولوژیکی و سرانجام خشک شدن و مرگ گیاه می‌گردد .

## منابع

1-مختاری، ایران، ابریشم چی، پروانه، و گنجعلی، علی. (۱۳۸۷). بررسی تاثیر کلسیم در بهبود آسیب های ناشی از تنش شوری بر جوانه زنی بذور گوجه فرنگی (*Lycopersicon esculentom L*). علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۲(۱)، ۸۹-۱۰۰. SID.

2- Correia, S., Queirós, F., Ribeiro, C., Vilela, A., Aires, A., Barros, A. I., et al. (2019). Effects of calcium and growth regulators on sweet cherry (*Prunus avium L.*) quality and sensory attributes at harvest. *Scient Horticult.* 248, 231–240.

3- Cinčerová, A.. (1976). Effect of calcium deficiency on L-lysine- $\alpha$ -ketoglutarate aminotransferase in wheat plants. *Zeitschrift für Pflanzenphysiol.* 80, 348–353.

4-Gupta Umesh C., WU Kening, LIANG Siyuan, 2008, Micronutrients in Soils, Crops, and Livestock, Volume 15, Issue 5, Pages 110-125.

5- Hao, X., and Papadopoulos, A. P. (2004). Effects of calcium and magnesium on plant growth, biomass partitioning, and fruit yield of winter greenhouse tomato. *HortScience.* 39, 512–515.

6- Gupta Umesh C. ,WU Kening, Liang Siyuan,2008, Micronutrients in Soils, Crops and Livestock,Earth science frontiers,volume 15,Issue 5, Pages 110-125.

7- Md Abdul Kader, Sylvia Lindberg, 2010, Cytosolic calcium and PH signaling in plants under salinity stress , Plant signaling and Behavior, Volume 5, 2010 - Issue 3, Pages 233-238.

8- Naeem, M. U. H. A. M. M. A. D., Naeem, M. S., Ahmad, R., and Ahmad, R. (2017). Foliar-applied calcium induces drought stress tolerance in maize by manipulating osmolyte accumulation and antioxidative responses. *Pak. J. Bot.* 49, 427–434.

9-Niu, X. L., Ma, W. F., Chen, G. M., Liang, J., and Zhang, H. Y. (2018). Effect of foliar spraying calcium fertilizer on mineral elements contents in gold silk jujube. *Econ. Forest Res.* 36, 141–146.

10- Okafor, N., and Okeke, B. C. (2017). “*Modern Industrial Microbiology and Biotechnology*”, CRC Press.

11- P.Adams & L.C.Ho,1993, Effects of environment on the uptake and distribution of calcium in tomato and on the incidence of blossom-end rot,Plant and soil,volume 154, pages127–132

13- Petrochenko, K., Kurovsky, A., Godymchuk, A., Babenko, A., Yakimov, Y., and Gusev, A. (2019). A case study of woody leaf litter vermicompost as a promising calcium fertilizer. *Bulgar. J. Agric. Sci.* 25, 646–653.

14-Philip J White ,Martin R Broadley,2003,Calcium in plants.*Annals of Botany*, Volume 92, Issue 4, Pages 487–511.