

تأثیر نیترات کلسیم بر برخی ویژگی های مورفولوژیکی گوجه فرنگی تحت تنش شوری

سمیه بختیاری فرد^{۱*}، محمد هدایت^۲، ملک حسین شهرياری^۳، فرشته بیات^۴

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه خلیج فارس، ایران

^۲ استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه خلیج فارس، ایران

^۳ استادیار گروه علوم خاک (تغذیه گیاه)، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه خلیج فارس، ایران

^۴ استادیار گروه ژنتیک - اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه خلیج فارس، ایران

*نویسنده مسئول: sbakhtari.f59@yahoo.com

چکیده

گوجه فرنگی یکی از محصولات مهم کشاورزی می باشد که جزو گیاهان حساس به شوری به حساب می آید. از سویی دیگر، مدیریت تغذیه ای مناسب در شرایط شور می تواند موجب بهبود صفات و عملکرد گیاه گردد. از این رو، تحقیق حاضر به منظور بررسی تأثیر محلول پاشی نیترات کلسیم (در دو غلظت صفر و ۶ گرم بر لیتر) بر برخی ویژگی های مورفولوژیکی گوجه فرنگی تحت تنش شوری (عدم شوری و شوری ۶ دسی زیمنس) به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۳ تکرار و به صورت کشت هیدروپونیک در شرایط گلخانه ای انجام شد. نتایج تجزیه واریانس حاکی از تأثیر معنی دار اثر برهمکنش نیترات کلسیم و شوری بر کلیه صفات مورفولوژی مورب بررسی بود. بالاترین شاخص سطح برگ (۲۸۴/۵۹)، وزن تر اندام هوایی (۲۹/۷۹ گرم)، وزن خشک اندام های (۴/۰۳ گرم)، ارتفاع بوته (۲۱۸/۹۱ سانتی متر)، طول میان گره (۱۲/۶۱ سانتی متر) و وزن تر میوه (۱۸۹ گرم) در محلول پاشی ۶ گرم بر لیتر نیترات کلسیم و عدم شوری به دست آمد. به طور کلی، کاربرد غلظت ۶ گرم بر لیتر نیترات کلسیم موجب بهبود صفات مورد بررسی در هر دو شرایط شوری و عدم شوری شد.

واژه های کلیدی: تنش شوری، محلول پاشی، نیترات کلسیم، هیدروپونیک

مقدمه

گوجه فرنگی بانام علمی *Solanum lycopersicum* از تیره *Solanaceae* گیاهی یک ساله و بومی قاره آمریکا است. یکی از میوه های مناسب برای مصرف تازه و همچنین فرآوری (تولید محصولات جانبی) در جهان است و در تیره سیب زمینی سانان دومین محصول مهم گیاهی پس از سیب زمینی در سراسر جهان به شمار می رود (مسیحا و بهنامیان، ۱۳۸۱). این محصول یکی از محصولات مهم کشاورزی است که در زمره گیاهان به نسبت حساس به شوری قلمداد می شود (کافی و همکاران، ۱۳۸۸). تنش شوری از عوامل مهم محدود کننده رشد رویشی و زایشی اکثر محصولات کشاورزی است (سعید و همکاران، ۲۰۰۳). باتوجه به بحران خشک سالی در کشور و استفاده بیش از حد از منابع آب زیرزمینی که موجب شوری آبها شده، پژوهشگران به دنبال راهکارهایی جهت مقاوم سازی گیاهان به تنش های شوری هستند. مدیریت تغذیه ای مناسب در شرایط شور اقدامی برای افزایش کارایی فیزیولوژیک گیاه در شرایط تنش شوری است (ایکوبال و همکاران، ۲۰۰۶). گیاهان راهکارهای مختلف بیوشیمیایی و مولکولی برای مقابله با شوری دارند. یکی از سازوکارهای ایجاد سازگاری با تنش شوری حضور یون کلسیم بوده که موجب بهبود عوارض نامطلوب به دست آمده از شوری می شود. آزمایش ها نشان می دهد کلسیم نقش مهمی در سازگاری با تنش دارد (کافی و همکاران، ۱۳۸۸). از این رو، در این پژوهش تأثیر نیترات کلسیم بر برخی ویژگی های مورفولوژیکی گوجه فرنگی تحت تنش شوری مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش ها

به منظور بررسی تأثیر نیترات کلسیم بر برخی ویژگی های مورفولوژیکی گوجه فرنگی تحت تنش شوری آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۳ تکرار شامل تأثیر دو فاکتور شوری و محلول پاشی نیترات کلسیم بر گوجه فرنگی به صورت کشت هیدروپونیک در شرایط گلخانه ای به اجرا درآمد. فاکتورهای آزمایش شامل دو سطح شوری (شامل محلول غذایی پایه و محلول غذایی با هدایت الکتریکی ۴/۵ dS/m) به همراه دو سطح محلول پاشی نیترات کلسیم (در دو غلظت صفر و ۶ گرم در لیتر) بود. تیمار شوری به این صورت اعمال شد که EC محلول غذایی را به ۴/۵ دسی زیمنس رسانده شد.

در ابتدا نشاهای گوجه‌فرنگی در محیط کشت کوکوپیت و پرلایت با نسبت ۶۰ به ۴۰ کاشته شدند و پس از یک ماه، تیمار شوری اعمال گردید و محلول‌پاشی به صورت هر سه هفته یک‌بار تکرار گردید. در پایان، به منظور بررسی میزان اثربخشی محلول‌پاشی در هر دو سطح شور و غیر شور، برخی صفات مورفولوژیکی شامل قطر ساقه، شاخص سطح برگ، وزن تر اندام‌هایی، وزن خشک اندام‌هایی، ارتفاع بوته، طول میان گره، وزن تر میوه اندازه‌گیری شد. در مرحله میوه دهی کلیه صفات مورد نظر اندازه‌گیری خواهد شد. در این آزمایش صفاتی مانند ارتفاع ساقه و طول میان گره را با خط‌کش و برحسب سانتی‌متر، قطر ساقه با استفاده از دستگاه کولیس دیجیتال و برحسب میلی‌متر، وزن میوه و وزن اندام‌هایی با ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری وزن خشک شاخسار، بعد از اندازه‌گیری وزن تر آن‌ها با ترازوی دیجیتال، آن‌ها را درون آون در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده و سپس وزن خشک آن‌ها با ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری و ثبت شد.

داده‌های آزمایش به صورت طرح فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی شامل محلول غذایی پایه و محلول غذایی با هدایت الکتریکی $4/5 \text{ dS/m}$ به همراه با محلول‌پاشی نیترات کلسیم در دو غلظت صفر و ۶ گرم در لیتر با ۳ تکرار در هر تیمار مورد تجزیه آماری قرار خواهد گرفت. پارامترهای اندازه‌گیری شده توسط نرم‌افزار SAS تجزیه و تحلیل شده و مقایسه میانگین تیمارها با روش آزمون جدید چند دامنه‌ای دانکن بررسی شد.

نتایج و بحث

قطر ساقه

نتایج تجزیه واریانس اثر محلول‌پاشی نیترات کلسیم بر قطر ساقه گوجه‌فرنگی تحت تنش شوری در جدول ۱ نشان داده شده است. مطابق با نتایج این جدول، برهمکنش نیترات کلسیم و شوری بر قطر ساقه تأثیر معنی‌دار آماری داشت ($P < 0/01$). به گونه‌ای که باتوجه به نتایج مقایسه میانگین جدول ۲، در شرایط عدم شوری کاربرد غلظت ۶ گرم بر لیتر نیترات کلسیم ($14/72$ میلی‌متر) موجب افزایش قطر ساقه گوجه‌فرنگی نسبت به شاهد ($13/15$ میلی‌متر) شد. در شرایط شوری نیز بین قطر ساقه تحت محلول‌پاشی با نیترات کلسیم و عدم محلول‌پاشی تفاوت معنی‌دار آماری مشاهده نشد (جدول ۲). طباطبائیان (۱۳۹۳) نیز به صورت مشابه نشان داد که اگرچه شوری موجب کاهش معنی‌دار ویژگی‌های مورفولوژیکی و قطر ساقه شد اما افزودن کلسیم موجب بهبود ویژگی‌های مورفولوژیکی گیاهی شد.

شاخص سطح برگ

باتوجه به نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) محلول‌پاشی نیترات کلسیم در شرایط تنش شوری بر شاخص سطح برگ گوجه‌فرنگی از نظر آماری در سطح ۱ درصد مؤثر بود. بالاترین شاخص سطح برگ در شرایط عدم شوری و محلول‌پاشی ۶ گرم بر لیتر نیترات کلسیم ($284/59$) بود. کاربرد نیترات کلسیم در شرایط شوری $4/5$ دسی‌زیمنس نیز موجب بهبود $24/48$ درصد شاخص سطح برگ نسبت به شاهد شد (جدول ۲).

وزن تر اندام‌هایی

جدول ۱ نشان داد که برهمکنش نیترات کلسیم و شوری بر وزن تر اندام‌هایی در سطح ۱ درصد آماری مؤثر بود. محلول‌پاشی غلظت ۶ گرم بر لیتر نیترات کلسیم در هر دو شرایط عدم شوری و شوری به ترتیب با وزن $29/79$ گرم و $29/65$ گرم بالاترین وزن تر اندام‌هایی را نشان دادند (جدول ۲). این نتایج مشابه گزارشات نصیرپور و همکاران (۱۳۹۳) بود.

وزن خشک اندام‌هایی

باتوجه به نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) مشخص گردید که برهمکنش نیترات کلسیم و شوری بر وزن خشک اندام‌هایی گوجه‌فرنگی تأثیر معنی‌داری در سطح ۱ درصد داشت. با عنایت به نتایج مقایسه میانگین (جدول ۲) نیز مشاهده شد که کاربرد غلظت ۶ گرم بر لیتر نیترات کلسیم در هر دو شرایط عدم شوری و شوری موجب افزایش وزن خشک اندام‌هایی شد. به گونه‌ای که وزن خشک اندام‌هایی در شرایط محلول‌پاشی نیترات کلسیم (۶ گرم بر لیتر) نسبت به شاهد در هر دو شرایط عدم شوری و شوری به ترتیب $22/08$ و $21/90$ درصد افزایش یافت (جدول ۲). به نظر می‌رسد که کلسیم یکی از عناصری می‌باشد که دارای اثرات حفاظتی بر روی گیاهان بوده و باعث بقای گیاه در شرایط شوری بالا می‌شود (گریجا و همکاران، ۲۰۰۲).

ارتفاع بوته

باتوجه به نتایج جدول ۱ نشان داده شد که اثر برهمکنش محلول پاشی نیترات کلسیم و شوری بر ارتفاع بوته گوجه فرنگی تأثیر قابل ملاحظه‌ای در سطح ۱ درصد آماری داشت. بالاترین ارتفاع بوته (۲۱۸/۹۱ سانتی متر) در شرایط عدم شوری و محلول پاشی ۶ گرم بر لیتر نیترات کلسیم و کمترین ارتفاع بوته (۱۸۲/۵۰ سانتی متر) در شرایط شوری و عدم محلول پاشی با نیترات کلسیم بود (جدول ۲).

جدول ۱: نتایج تجزیه واریانس اثر محلول پاشی نیترات کلسیم بر برخی ویژگی های مورفولوژیکی گوجه فرنگی تحت تنش شوری

میانگین مربعات (MS)								منبع تغییرات
وزن تر میوه	طول میان گره	ارتفاع بوته	وزن خشک اندام‌هایی	وزن تر اندام‌هایی	شاخص سطح برگ	قطر ساقه	درجه آزادی	
۲۴۸/۰۳**	۰/۰۰۵**	۲۰۱/۰۸*	۰/۰۰۸**	۶/۰۰۳**	۷۴۸/۰۵**	۵/۰۱**	۲	بلوک
۱۴۱۳/۱۲۰**	۲۶/۰۹۱**	۱۰۰۳/۰۱**	۰/۰۴۸**	۹/۰۷۸**	۸۸۵۶/۰۱**	۲/۰۰۷*	۱	شوری
۹۳۳۸/۰۵۲**	۱۳/۰۹۳**	۹۸۵/۰۷**	۲/۰۹۱*	۱۳۹/۰۵۶**	۱۰۷۳۶/۰۱**	۰/۰۰۸**	۱	نیترات کلسیم
۹۴۰/۰۴۰**	۲/۰۰۶**	۲۲/۰۰۵**	۰/۰۰۱**	۷/۰۰۹**	۶۲/۰۵۱**	۰/۰۰۹**	۱	شوری × نیترات کلسیم
۱۳/۰۰۴	۰/۰۰۵	۲۵/۰۷۸	۰/۰۰۱	۸/۰۸۹	۱۵۸/۰۳	۰/۰۰۱	۶	خطا
۷/۹۸	۸/۶۱	۹/۲۵	۱۰/۱۲	۸/۲۱	۹/۶۷	۶/۵۲	-	CV %

* و ** به ترتیب نشان دهنده معنی داری در سطح ۵ و ۱ درصد آماری می‌باشد.

جدول ۲: مقایسه میانگین اثر محلول پاشی نیترات کلسیم بر برخی ویژگی های مورفولوژیکی گوجه فرنگی تحت تنش شوری

وزن تر میوه (گرم)	طول میان گره (سانتی - متر)	ارتفاع بوته (سانتی متر)	وزن خشک اندام‌هایی (گرم)	وزن تر اندام‌هایی (گرم)	شاخص سطح برگ	قطر ساقه (میلی متر)	نیترات کلسیم (گرم بر لیتر)	شوری (دسی - زیمنس)
۱۱۵/۵۰ c	۱۱/۳۶ b	۲۰۳/۵۰ b	۳/۱۴ ab	۲۴/۵۸ ab	۲۲۰/۲۲ b	۱۳/۱۵ b	صفر	عدم شوری
۱۸۹/۰۰ a	۱۲/۶۱ a	۲۱۸/۹۱ a	۴/۰۳ a	۲۹/۷۹ a	۲۸۴/۵۹ a	۱۴/۷۲ a	۶	
۱۱۱/۵۰ c	۷/۵۰ d	۱۸۲/۵۰ c	۳/۰۳ b	۲۱/۲۴ b	۱۷۰/۴۳ c	۱۵/۲۵ a	صفر	۴/۵
۱۴۹/۵۸ b	۱۰/۵۳ c	۲۰۳/۳۳ b	۳/۸۸ ab	۲۹/۶۵ a	۲۲۵/۷۰ b	۱۵/۳۰ a	۶	

حروف غیرمشترک در هر ستون نشان دهنده وجود معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

نصیریپور و همکاران (۱۳۹۳) نیز به صورت مشابه گزارش نمودند که با افزایش غلظت نمک ارتفاع گیاه، وزن تر و خشک شاخسار کاهش معنی داری یافت. همچنین اشاره داشتند که با افزودن کلسیم شاخص‌های فوق بهبود یافتند و افزایش معنی داری داشتند.

طول میان گره

نتایج جدول ۱ نشان دهنده تأثیر معنی دار برهمکنش کاربرد نیترات کلسیم و شوری بر طول میان گره از نظر آماری بود ($<0/01$). در شرایط عدم شوری و کاربرد غلظت ۶ گرم بر لیتر نیترات کلسیم بالاترین طول میان گره (۱۲/۶۱ سانتی متر) به دست آمد. کاربرد محلول پاشی نیترات کلسیم در شرایط شوری نیز موجب افزایش ۲۸/۷۷ درصدی طول میان گره نسبت به شاهد شد (جدول ۲). مختاری و همکاران (۱۳۸۷) نیز در گزارشات خود اظهار داشتند که کلسیم موجب بهبود آسیب‌های ناشی از تنش شوری بر ویژگی‌های گوجه فرنگی شد.

وزن تر میوه

نتایج جدول ۱ حاکی از تأثیر معنی‌دار برهمکنش محلول‌پاشی نیترات کلسیم و شوری بر وزن تر میوه در سطح آماری ۱ درصد می‌باشد. به گونه‌ای که باتوجه به نتایج مقایسه میانگین (جدول ۲)، در عدم شوری و کاربرد غلظت ۶ گرم بر لیتر نیترات کلسیم بالاترین وزن تر میوه (۱۸۹ گرم) به دست آمد. کمترین وزن میوه گوجه‌فرنگی نیز در شرایط عدم محلول‌پاشی نیترات کلسیم و عدم شوری و شوری ۴/۵ دسی‌زیمنس به ترتیب با میانگین ۱۱۵/۵۰ گرم و ۱۱۱/۵۰ گرم مشاهده شد (جدول ۲).

جواد طباطبائیان (۱۳۹۳) به طور مشابه در بررسی تأثیر کلسیم در بهبود آسیب‌های ناشی از تنش شوری در گیاه گوجه‌فرنگی به این نتیجه رسیدند که افزایش شوری موجب کاهش معنی‌دار محتوای نسبی آب بافت، پایداری غشاء سیتوپلاسمی و غلظت کلروفیل برگ، کاهش عملکرد وزن خشک ریشه و شاخسار گردید. همچنین شرایط رشد در محلول‌های کلرید کلسیم و کلرید سدیم به علاوه کلرید کلسیم بهتر شد. نتایج متشرع زاده و همکاران (۱۳۹۶) نیز حاکی از آن بود که کاربرد نیترات کلسیم بسته به شرایط اقتصادی به‌ویژه به میزان ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش عملکرد، ویتامین ث، ماده خشک و بالارفتن جذب کاتیون‌ها در گوجه‌فرنگی می‌گردد. ضمن این‌که کاربرد آن در اغلب سطوح، تأثیر مثبتی بر عملکرد محصول و نیز جذب عنصرهای غذایی نیتروژن، کلسیم و منیزیم نشان داد. در این تحقیق نیز مشخص گردید که کاربرد غلظت ۶ دسی‌زیمنس نیترات کلسیم در شرایط شوری و عدم شوری موجب بهبود صفات مورفولوژیکی نسبت به عدم کاربرد نیترات کلسیم شد.

منابع

- طباطبائیان، ج. ۱۳۹۳. بررسی تأثیر کلسیم در بهبود آسیب‌های ناشی از تنش شوری در گیاه گوجه‌فرنگی. نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی. ۲۱(۲)، ۱۳۷-۱۲۵.
- متشرع‌زاده، ب.، م. ضربی‌زاده، غ. ثواقبی، م. دلشاد، م. حسینی و ف. بخردی. ۱۳۹۶. تأثیر کاربرد سطوح مختلف نیترات کلسیم بر برخی صفات مورفوفیزیولوژیک و تغذیه‌ای گوجه‌فرنگی (*Solanum lycopersicum Mill*). علوم باغبانی ایران. ۴۸(۳)، ۵۳۵-۵۴۴.
- متشرع‌زاده، ب.، م. ضربی‌زاده، غ. ثواقبی، م. دلشاد، م. حسینی و ف. بخردی. ۱۳۹۶. تأثیر کاربرد سطوح مختلف نیترات کلسیم بر برخی صفات مورفوفیزیولوژیک و تغذیه‌ای گوجه‌فرنگی (*Solanum lycopersicum Mill*). علوم باغبانی ایران. ۴۸(۳)، ۵۳۵-۵۴۴.
- مختاری، ا.، ابریشم چی، پ.، گنجعلی، ع.، ۱۳۸۷. بررسی تأثیر کلسیم در بهبود آسیب‌های ناشی از تنش شوری بر جوانه زنی بذور گوجه‌فرنگی (*Lycopersicon esculentum L.*). علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۲(۱): ۱۰۰-۸۹.
- مسیحا، س. و م. بهنامیان. ۱۳۸۱. گوجه‌فرنگی. چاپ اول. انتشارات ستوده. ۲۸-۲۲.
- نصیر پور، مهدی و دلخوش، فهیمه و کشاورز، سعید و عابدی، بهرام. ۱۳۹۳. بررسی اثر هیومیک اسید و کلسیم بر گیاهچه گوجه‌فرنگی در شرایط شوری، دومین همایش ملی مهندسی و مدیریت کشاورزی، محیط زیست و منابع طبیعی پایدار، ۱۱-۱.
- Girija, C. B. N, Smith and P. M, Swamy. (2002). Interactive effects of sodium chloride and calcium chloride on the accumulation of proline and glycinebetaine in peanut (*Arachis hypogaea L.*). Environmental and Experimental Botany. 47(1), 1-10.
- Iqbal, N., M. Y. Ashraf, F. Javed, V. Martinez and K. Ahmad. 2006. Nitrate reduction and nutrient accumulation in wheat grown in soil salinized with four different salts. Journal of plant nutrition. 29(3): 409-421.
- Saied, A. S., N. Keutgen and G. Noga. 2003. Effects of NaCl stress on leaf growth photosynthesis and Ionic contents of strawberry cvs 'Elsanta' and 'Korona'. Acta Hort. 609: 67-73.

The effect of potassium nitrate on some morphological characteristics of tomatoes under salinity stress

Somayeh Bakhtiari Fard^{*1}, Mohammad Hedayat², Malek Hussein Shahriari³, Fereshteh Bayat⁴

¹ Master student of Horticulture, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Persian Gulf University, Iran.

² Assistant Professor of Horticulture Department, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Persian Gulf University, Iran.

³ Assistant Professor of Soil Science (Plant Nutrition) Department, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Persian Gulf University, Iran

⁴ Assistant Professor of Genetics - Plant Breeding Department, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Persian Gulf University, Iran

**Corresponding Author: sbakhtiari.f59@yahoo.com*

Abstract

Tomato is one of the essential agricultural products that is considered as one of the plants sensitive to salinity. On the other hand, proper nutrition management in saline conditions can improve plant traits and yield. Therefore, this study was conducted to investigate the effect of foliar application of nitrate-calcium (0 and 6 g/l) on some morphological characteristics of tomatoes under salinity stress (lack of salinity and six dS salinity) was performed in factorial at a randomized complete block design with three replications and hydroponic culture in greenhouse conditions. The results of variance analysis showed a significant effect of the interaction of nitrate-calcium and salinity on all morphological traits. The highest leaf area index (284.59), shoot fresh weight (29.79 g), shoot dry weight (4.03 g), plant height (218.91 cm), internode length (61/61) 12 cm, and fresh weight of fruit (189 g) were obtained by spraying six g/l nitrate-calcium and lack of salinity. In general, the application of 6 g/l nitrate-calcium improved the studied traits in both salinity and non-salinity conditions.

Keywords: Salinity stress, Foliar application, Calcium nitrate, Hydroponics