تأثیر سطوح مختلف نیتروژن بر عملکرد و شاخص‌های رشد گیاه گوجه‌فرنگی تحت تنش کلرید سدیم

غزاله سبحانی[۱*]، احمد گلچین[۱] و فرید شکاری[۲]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۲/۱۴ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۸/۱۷)

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف نیتروژن و شوری آب آبیاری بر عملکرد و شاخص‌های رشد گیاه گوجه‌فرنگی، آزمایشی گلخانه‌ای به‌صورت فاکتوریل با سه تکرار و در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی اجرا گردید. تیمارهای آزمایشی شامل چهار سطح شوری (۰/۵، ۲/۵ ، ۴/۵ و ۶/۵ دسی‌زیمنس بر متر از منبع کلرید سدیم) و چهار سطح نیتروژن (صفر، ۶۰، ۱۲۰ و ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار) بودند. نتایج نشان داد که شوری باعث کاهش عملکرد میوه، ارتفاع گیاه، وزن خشک اندام‌های هوایی و سطح برگ گردید. بیشترین و کمترین مقدار این ویژگی‌ها در شوری‌های ۰/۵ و ۶/۵ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد. با افزایش سطح شوری، وزن خشک ریشه افزایش یافت. بیشترین مقدار عملکرد میوه و ارتفاع گیاه از سطح ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست آمد که با تیمار ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار اختلاف معنی‌دار نداشت. کمترین مقدار عملکرد میوه و شاخص‌های رشد گیاه از تیمار شاهد (صفر کیلوگرم نیتروژن در هکتار) به‌دست آمد. بیشترین مقدار عملکرد و ارتفاع گیاه از سطح ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و ۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر شوری به‌دست آمد. بیشترین مقدار وزن خشک اندام‌های هوایی و سطح برگ گوجه‌فرنگی از سطح ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و ۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر شوری (تیمار شاهد) حاصل شد. کمترین مقدار شاخص‌های رشد گیاه در تیمار صفر کیلوگرم در هکتار نیتروژن و ۶/۵ دسی‌زیمنس بر متر شوری اندازه‌گیری شد. بیشترین وزن خشک ریشه از سطح ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و ۶/۵ دسی‌زیمنس بر متر شوری و کمترین مقدار آن از سطح ۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر شوری و صفر کیلوگرم در هکتار نیتروژن به‌دست آمد. نتایج نشان داد در محیط‌های دارای آب آبیاری شور، مصرف متعادل نیتروژن می‌تواند سبب کاهش و تعدیل اثر نامطلوب شوری بر عملکرد و شاخص‌های رشد گیاه گوجه‌فرنگی شود. ولی با افزایش سطح شوری آب آبیاری، مقدار نیتروژن مورد نیاز برای دستیابی به حداکثر عملکرد کاهش می‌یابد.

واژه‌های کلیدی: سبزی گلخانه‌ای، شوری آب، کود شیمیایی

مقدمه

در بسیاری از مناطق دنیا، به‌ویژه در مناطق خشک، شوری یکی از مشکلات اصلی است که اثرهای نامطلوبی بر فعالیت‌های کشاورزی دارد. شوری با افزایش فشار اسمزی، عدم تعادل عناصر غذایی و سمیت برخی عناصر ویژه، رشد گیاه را محدود می‌کند (۲۳). استفاده بیش از اندازه از انواع کودهای شیمیایی و هم‌چنین آبیاری با آب‌های شور، با افزایش تنش اسمزی، سبب کاهش رشد و تغییر ترکیب شیمیایی گیاهان مختلف از جمله گوجه‌فرنگی می‌شود (۴).

۱. گروه خاک‌شناسی، دانشگاه زنجان

۲. گروه زراعت، دانشگاه زنجان

*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: gazalehsob@yahoo.com

گوجه‌فرنگی (*Lycopersicon esculentum* Mill) یکی از سبزی‌های مهمی است که به‌علت دارا بودن انواع ویتامین‌ها، تقریباً تمامی آمینواسیدهای اصلی، به استثنای تریپتوفان، قند و املاح معدنی نقش مهمی در سلامت انسان دارد (۱۱). این گیاه در اغلب شرایط آب و هوایی و با کیفیت‌های مختلف آب آبیاری رشد می‌کند. گوجه‌فرنگی در تمام استان‌های کشور در سطح نسبتاً وسیعی کشت می‌شود. در میان سبزی‌های گلخانه‌ای، کشت گوجه‌فرنگی به‌منظور مصرف تازه‌خوری، مهم‌ترین کشت گلخانه‌ای بسیاری از کشورهای اروپایی است. با توجه به اهمیت بالای این محصول و نیاز کشور به تولید آن، لازم است تحقیقات بیشتری در خصوص بالا بردن عملکرد و کیفیت میوه انجام گیرد (۵).

شوری از طریق کاهش وزن میوه اثر منفی بر عملکرد دارد. در بسیاری از مطالعات انجام شده، شوری باعث کاهش معنی‌دار وزن خشک و تر میوه گوجه‌فرنگی در مقایسه با تیمار شاهد شده است (۲۱). محققین گزارش کرده‌اند که رشد اندام هوایی گوجه‌فرنگی، به‌ویژه پهنای برگ، بیشتر از رشد ریشه به شوری حساس است (۳۱). شوری می‌تواند به‌طور مستقیم توسعه دیواره سلولی را کاهش دهد (۱۵). در برخی از تحقیقات انجام شده، نشان داده شده است که رشد ریشه و اندام هوایی در محیط آبکشت تحت تأثیر شوری قرار نگرفته، در حالی‌که رشد آنها در خاک کاهش یافته است (۳۷). در آزمایشی، بیشترین و کمترین مقدار عملکرد گوجه‌فرنگی به‌ترتیب از سطوح شوری ۳ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر در محیط آبکشت به‌دست آمد و تعداد میوه با کاربرد ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر شوری به‌صورت معنی‌داری کاهش یافت (۱۲). ساتو و همکاران (۳۶) اظهار داشتند که با افزایش شوری محلول غذایی، وزن تر میوه گوجه‌فرنگی کاهش یافت. هاجر و همکاران (۲۴) نیز کاهش وزن تر و خشک شاخساره و ریشه گوجه‌فرنگی را در شرایط شور گزارش نمودند.

نیتروژن یکی از عناصر غذایی پرمصرف گیاه بوده که مدیریت مصرف آن اهمیت ویژه‌ای در تولید محصول، به‌خصوص در شرایط شور، دارد (۲۰). تغذیه گیاه با نیتروژن هم از لحاظ عملکرد و هم از جنبه کیفیت محصول مهم است (۳۹). مصرف نیتروژن در تمام خاک‌ها ضروری است؛ ولی اهمیت آن در خاک‌های شور بیشتر است (۲۱ و ۳۹). مصرف متعادل نیتروژن به‌عنوان روشی مفید در کاهش اثرهای نامناسب شوری مورد توجه قرار گرفته است (۴۳). کاربرد نیتروژن تأثیر مثبتی بر گیاهان رشد کرده در شرایط شور دارد که احتمالاً به‌دلیل جذب بیشتر نیتروژن و به‌دنبال آن غلظت بیشتر آن در برگ‌های تحت تنش شوری می‌باشد. جذب نیتروژن در ارتباط با مقدار کاربرد آن، خطی است. ولی در شرایط شور، جذب نیتروژن بدون توجه به مقدار آن، متوقف می‌شود و جذب نیتروژن در سطوح پایین شوری به‌صورت معنی‌داری بیشتر از جذب آن در سطوح بالای شوری است. کوددهی بیش از حد نیتروژن ممکن است باعث شور شدن محیط رشد ریشه شود و اثر مخرب شوری را بر گیاه افزایش دهد (۹).

کورتین و همکاران (۱۶) در تحقیقات خود نشان دادند که شوری حاصل از کلرید به‌مراتب بیشتر از شوری حاصل از سولفات، محتوای نیتروژن گیاه را کاهش می‌دهد. این موضوع احتمالاً به‌دلیل رقابت شدید آنیون کلر با نیترات برای تصاحب جایگاه‌های جذب در غشای پلاسمایی است که می‌تواند جذب نیترات از محلول خارجی را متوقف کند.

برهمکنش بین شوری و عناصر غذایی بر عملکرد گیاه پیچیده بوده و به عوامل مختلفی نظیر جنس و رقم گیاه، ترکیب و سطوح شوری و غلظت سایر عناصر بستگی دارد (۳۴). باتوجه به این‌که کودهای شیمیایی، به‌ویژه کودهای نیتروژن‌دار، املاح محلول بوده و باعث افزایش شوری خاک می‌شوند، بنابراین لازم است مقدار نیتروژن مورد نیاز در شرایط شور تعیین گردد. چون مصرف این کودها مشابه با شرایط غیرشور نه‌تنها عملکرد را افزایش نمی‌دهد، بلکه ممکن است باعث کاهش عملکرد نیز بشود. در برخی از موارد، وزن خشک و تر میوه گیاهان در شرایط شور با افزایش نیتروژن در مقادیر بیشتر از آنچه در شرایط غیر شور لازم است، کاهش و در برخی

موارد افزایش معنی‌داری نشان داده است (۳۳). در آزمایشی نشان داده شد که افزایش نیتروژن محلول غذایی عملکرد میوه گوجه‌فرنگی را افزایش داد؛ در حالی‌که افزایش شوری بر عملکرد بی‌تأثیر بود. هم‌چنین، کیفیت میوه در سطوح پایین شوری و بالای نیتروژن بسیار مطلوب بود (۲۵). زاهدی‌فر و همکاران (۶) نشان دادند که کاربرد نیتروژن در سطوح پایین شوری، اثر منفی شوری را بر رشد و عملکرد گوجه‌فرنگی کاهش داد. ویلاکاستورنا و همکاران (۴۴) عنوان نمودند که کاربرد نیتروژن زیاد در سطوح بالای شوری اثر منفی شوری بر عملکرد فلفل را افزایش داد.

فراهم کردن امکانات لازم برای جلوگیری از گسترش خاک‌های شور و یا اصلاح و زه‌کشی این اراضی، به‌دلیل هزینه بسیار بالا، کاری مشکل و گاه غیرممکن است. لیکن استفاده از ارقام مقاوم به شوری به همراه مدیریت زراعی مناسب، بهره‌برداری از اراضی شور را امکان‌پذیر می‌سازد (۱۴). با توجه به شوری منابع آب و خاک در اکثر نقاط کشور (۳)، تعیین سطوح مناسب نیتروژن برای دستیابی به حداکثر عملکرد گوجه‌فرنگی در شرایط شور از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. به همین دلیل، هدف این تحقیق بررسی تأثیر سطوح مختلف نیتروژن بر عملکرد و شاخص‌های رشد گیاه گوجه‌فرنگی تحت تنش شوری بود. هم‌چنین، تعیین پاسخ گیاه گوجه‌فرنگی رقم یونیژن به نیتروژن و بررسی عملکرد آن در سطوح مختلف شوری آب آبیاری از جمله اهداف دیگر این تحقیق بودند.

مواد و روش‌ها

به‌منظور اجرای این پژوهش، آزمایشی در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان در بهار سال ۱۳۸۹ به‌صورت فاکتوریل، در قالب طرح کاملاً تصادفی، با چهار سطح شوری (۰/۵، ۲/۵، ۴/۵ و ۶/۵ دسی‌زیمنس بر متر) و چهار سطح نیتروژن (صفر، ۶۰، ۱۲۰ و ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار) در سه تکرار اجرا شد. خاک مورد استفاده در آزمایش از مزرعه دانشگاه زنجان و از لایه سطحی (عمق صفر تا ۲۰ سانتی‌متری) تهیه شد. نمونه‌ای از خاک مورد نظر پس از هواخشک شدن، کوبیده و از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شد. سپس، برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن از جمله بافت، پ- هاش گل اشباع، قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع و درصد کربنات کلسیم معادل آن به روش‌های مرسوم در مؤسسه تحقیقات خاک و آب کشور تعیین شدند (۱). نیتروژن کل خاک به روش کجلدال، فسفر قابل جذب به روش اولسن و پتاسیم قابل جذب پس از عصاره‌گیری با استات آمونیوم یک نرمال به کمک دستگاه فلیم فتومتر تعیین گردید. مقادیر عناصر کم‌مصرف قابل استخراج با DTPA به کمک دستگاه جذب اتمی مشخص شدند (جدول ۱). قبل از کشت، با توجه به نتایج آزمون خاک (جدول ۱)، عناصر غذایی ضروری شامل آهن و منگنز برای جلوگیری از کمبود احتمالی به خاک گلدان‌ها اضافه شد.

برای تهیه محلول‌های مورد نظر، از کلرید سدیم (NaCl) استفاده شد و نیتروژن نیز از منبع اوره تهیه و مصرف گردید. در مجموع، ۴۸ واحد آزمایشی به شکل گلدان‌های ۴ کیلویی آماده شد و دو هفته پس از کاشت نشاهای گوجه‌فرنگی (رقم Unigen)، هنگامی‌که بوته‌ها به خوبی مستقر شدند، تیمارهای شوری اعمال شدند. ابتدا در هر گلدان دو نشاء گوجه‌فرنگی کاشته شد که بعداً بهترین بوته حفظ و بوتهٔ دیگر حذف گردید. برای رسیدن به سطوح شوری مورد نیاز آب آبیاری از فرمول زیر استفاده شد:

$$TDS\ (mg/L) = 640\ EC \qquad [۱]$$

با قرار دادن میزان هدایت الکتریکی (EC) مورد نظر (برحسب دسی‌زیمنس بر متر) در فرمول، میزان نمک لازم برای ساختن تیمار شوری مورد نظر برحسب میلی‌گرم نمک در لیتر آب آبیاری به‌دست آمد و در پایان، هدایت الکتریکی محلول ساخته شده به‌وسیله دستگاه شوری‌سنج (EC متر) کنترل گردید. برای ساخت محلول با شوری ۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر (شاهد) از آب گلخانه استفاده شد.

کود اوره در سه نوبت به خاک اضافه شد. نوبت اول ۱۵ روز بعد از کاشت و دو نوبت بعدی به فاصله یک ماه از نوبت

جدول ۱. نتایج ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش

ویژگی	واحد	مقدار	ویژگی	واحد	مقدار
بافت خاک	–	لوم	نیتروژن کل	درصد	۰/۱۵
هدایت الکتریکی	دسی‌زیمنس بر متر	۰/۷	فسفر قابل جذب	میلی‌گرم بر کیلوگرم	۳۰/۵
پ- هاش گل اشباع	–	۷/۶۷	پتاسیم قابل جذب	میلی‌گرم بر کیلوگرم	۳۱۴
میزان رطوبت در حالت ظرفیت مزرعه	درصد	۱۹/۸۵	آهن قابل جذب	میلی‌گرم بر کیلوگرم	۰/۸۴
مقدار کربنات کلسیم معادل	درصد	۱۹/۳۷	روی قابل جذب	میلی‌گرم بر کیلوگرم	۱/۵
			مس قابل جذب	میلی‌گرم بر کیلوگرم	۱
			منگنز قابل جذب	میلی‌گرم بر کیلوگرم	۱

قبلی اعمال شدند. برای جلوگیری از تجمع نمک در منطقه ریشه، در هر مرحله از آبیاری یک برخه آبشویی در نظر گرفته شد که در این حالت مقدار آب آبیاری برابر بود با آب مورد نیاز جهت رساندن رطوبت خاک گلدان‌ها به حالت ظرفیت مزرعه (FC) به‌علاوه ۲۵٪ آن برای آبشویی املاح. پس از برداشت میوه‌ها طی چین‌های مختلف و در پایان آزمایش (پنج ماه پس از کاشت)، صفاتی همچون عملکرد میوه، ارتفاع گیاه، وزن خشک اندام‌های هوایی، وزن خشک ریشه و سطح برگ اندازه‌گیری شدند. برای اندازه‌گیری ارتفاع گیاه، طول بوته از طوقه تا مریستم انتهایی اندازه‌گیری شد. برای اندازه-گیری وزن تر و خشک اندام‌های هوایی، بعد از قطع بوته‌ها از محل طوقه و اندازه‌گیری وزن تر آنها، بوته‌ها در دمای ۵۵ درجه سلسیوس تا رسیدن به وزن ثابت خشک شدند. به‌منظور اندازه‌گیری وزن تر و خشک ریشه‌ها، بعد از برداشت اندام‌های هوایی، گلدان‌ها واژگون شده و بعد از خارج کردن ریشه‌ها، خاک ریشه به‌وسیله فشار آب شسته شد. پس از گرفتن آب آزاد ریشه‌ها به‌وسیله حوله کاغذی و توزین آنها، ریشه‌ها در دمای ۵۵ درجه سلسیوس تا رسیدن به وزن ثابت خشک و مجدداً توزین شدند. به‌منظور اندازه‌گیری متوسط سطح برگ بعد از برداشت گیاه، سطح تمام برگ‌های آن با دستگاه سطح‌سنج (Leaf area meter) اندازه‌گیری و بر تعداد برگ‌ها تقسیم گردید. برای محاسبات آماری و تجزیه واریانس داده‌ها از نرم‌افزار MSTAT-C، از آزمون دانکن برای مقایسه میانگین‌ها و از نرم‌افزار Excel برای رسم نمودارها استفاده شد.

نتایج و بحث

اثر سطوح مختلف شوری و نیتروژن بر عملکرد (وزن تر میوه)

نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر سطوح مختلف شوری و نیتروژن و اثر متقابل آنها بر عملکرد گوجه‌فرنگی در سطح احتمال ۱٪ آزمون دانکن معنی‌دار بود (جدول ۲).

اثر سطوح شوری بر عملکرد میوه

شوری باعث کاهش معنی‌دار عملکرد گوجه‌فرنگی شد. به‌طوری‌که بیشترین عملکرد (۱۹۰/۹ گرم در بوته) در تیمار ۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر شوری (تیمار شاهد) و کمترین عملکرد گوجه‌فرنگی (۱۳۲/۳ گرم در بوته) در تیمار ۶/۵ دسی‌زیمنس بر متر شوری به‌دست آمد (شکل ۱). ساتو و همکاران (۳۶) گزارش کردند که با افزودن نمک کلرید سدیم به محلول غذایی، وزن تر میوه گوجه‌فرنگی نسبت به تیمار شاهد ۲۹٪ کاهش یافت. فلورس و همکاران (۲۱) نیز نتایج مشابهی را در گیاه گوجه‌فرنگی گزارش کردند. کاهش وزن تر میوه در اثر شوری در مورد گیاهانی مانند ذرت (۳۲)، بادمجان (۳۸) و زیتون (۴۰) نیز گزارش شده است. از جمله دلایلی که افزایش شوری باعث کاهش عملکرد گوجه‌فرنگی می‌شود، تأثیر منفی

شوری بر تعداد و وزن میوه‌های گوجه‌فرنگی است. وقتی گیاه به رشد زایشی وارد شد، شوری می‌تواند در بسیاری از فرآیندهای خاص این مرحله، که برای به‌دست آوردن بیشترین

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس اثر ساده و متقابل تیمارهای شوری و نیتروژن بر عملکرد میوه، ارتفاع گیاه، وزن خشک اندام‌های هوایی، وزن خشک ریشه و سطح برگ گوجه‌فرنگی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)				
		عملکرد (گرم در بوته)	ارتفاع گیاه (سانتی‌متر)	وزن خشک اندام‌های هوایی (گرم در بوته)	وزن خشک ریشه (گرم در بوته)	میانگین سطح برگ (سانتی‌مترمربع)
سطوح شوری	۳	۳٤۳٦۸/۱**	۱۳۲/۲**	۱۰٤/٦**	٥/٤٦**	۲۷۰٦۹۷/۹۹**
سطوح نیتروژن	۳	۷٦۸۸/٦**	۱۰٤/۳**	۲۲/٥**	۹/۷**	٤٦۸۲٦/۳۸۳**
سطوح شوری × نیتروژن	۹	٥٤۲۸/٥**	۱۹٤/۲**	۱٤/۸**	٤**	٥۸۱۲/۹٤٤**
اشتباه آزمایشی	۹٦	٦۹۹/۱	۱۱/۷	۰/۸	۰/۱	۲۰۱۷/۱٥۷
ضریب تغییرات (٪)	–	۱٦/۱	۷/۱۹	۱۱/٦	۱۲/۷	۱٥/٦

** و *: به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪

مقدار عملکرد مورد نیاز است، اختلال ایجاد نموده و به رشد زایشی گیاه صدمه وارد سازد. به‌علاوه، هر عاملی که رشد رویشی را کاهش دهد می‌تواند باعث ایجاد تغییر در اندام‌های تولید مثل گردد. مهم‌ترین اثر شوری، افزایش غلظت سدیم و کلر در بافت-های گیاهی است. سدیم و کلر اضافی می‌توانند منجر به تغییراتی در وضعیت تغذیه عناصر دیگر شوند. مثلاً کاهش جذب پتاسیم و جذب نیترات و کاهش رشد و عملکرد به‌ترتیب از نتایج افزایش حضور سدیم و کلر است (۲۲).

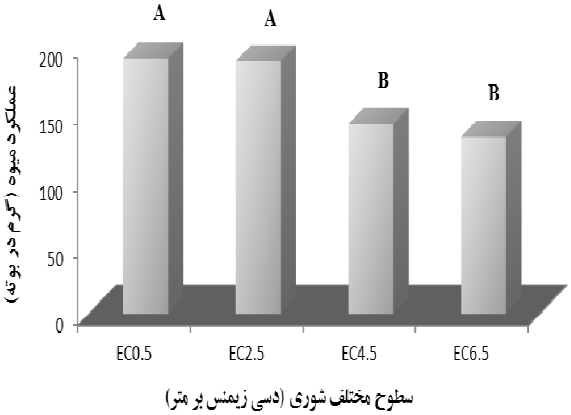
اثر سطوح نیتروژن بر عملکرد میوه

با افزایش سطح مصرف نیتروژن، عملکرد گوجه‌فرنگی به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. به‌طوری‌که بیشترین عملکرد (۱۷۵/۹ گرم در بوته) در تیمار ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار اندازه‌گیری شد که با سطح ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار اختلاف معنی‌داری نداشت. کمترین عملکرد (۱۴۷/۷گرم در بوته) از تیمار شاهد (سطح صفر کیلوگرم نیتروژن در هکتار) به‌دست آمد (شکل ۲). نیتروژن یکی از مهم‌ترین عناصر غذایی است و کمبود آن عامل محدودکننده رشد گیاهان است که نقش مهمی در افزایش عملکرد دارد (۸). طی بررسی که روی اثر سطوح مختلف نیتروژن بر عملکرد گوجه‌فرنگی در شرایط غیرشور صورت گرفت، مشخص گردید که مصرف ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار برای دستیابی به حداکثر عملکرد کافی می‌باشد و در سطوح بالاتر از ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار عملکرد کاهش می‌یابد (۱۸ و ۳۵). فرهمند و همکاران (۱۰) با بررسی تأثیر سطوح مختلف نیتروژن بر گوجه‌فرنگی گزارش نمودند که تیمارهای نیتروژن بر عملکرد تأثیر معنی‌داری داشت و بیشترین مقدار عملکرد از تیمار ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به‌دست آمد و در سطوح بالاتر عملکرد کاهش یافت، که با نتایج به‌دست آمده در این تحقیق هماهنگی کامل دارد.

اثر متقابل سطوح شوری و نیتروژن بر عملکرد میوه

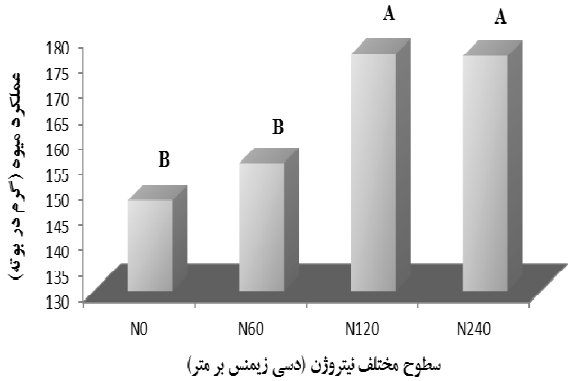
در سطوح پایین شوری (۰/۵ و ۲/۵ دسی‌زیمنس بر متر)، افزایش میزان نیتروژن مصرفی از صفر به ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار، عملکرد میوه را به‌طور معنی‌داری افزایش داد. به‌طوری‌که در سطح شوری ۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر،با افزایش میزان نیتروژن مصرفی از صفر به ۱۲۰کیلوگرم در

هکتار، عملکرد گوجه‌فرنگی از ۱۸۳/۷ به ۲۳۰/۶ گرم در بوته افزایش یافت. ولی در سطح شوری ۲/۵ دسی‌زیمنس



شکل ۱. اثر سطوح شوری بر عملکرد میوه گوجه‌فرنگی

بر متر، حداکثر عملکرد در اثر مصرف همین مقدار نیتروژن اندکی کمتر بود و عملکرد از ۱۸۷/۱ به ۲۰۰/۳ گرم در



شکل ۲. اثر سطوح نیتروژن بر عملکرد میوه گوجه‌فرنگی

بوته افزایش یافت. در سطح شوری ۴/۵ دسی‌زیمنس بر متر، مقدار نیتروژن لازم برای دستیابی به حداکثر عملکرد کاهش یافت. به‌طوری‌که در این سطح شوری، افزایش مصرف نیتروژن از صفر به ۶۰ کیلوگرم در هکتار، عملکرد گوجه‌فرنگی را از ۱۲۳/۷ گرم در بوته به حداکثر مقدار یعنی به ۱۹۳/۷ گرم در بوته افزایش داد. در سطح شوری ۶/۵ دسی‌زیمنس بر متر، مصرف نیتروژن عملکرد را اندکی افزایش داد که در بسیاری از موارد این افزایش معنی‌دار نبود.

اثر سطوح مختلف شوری و نیتروژن بر شاخص‌های رشد

نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر تیمارهای شوری و نیتروژن و اثر متقابل آنها بر ارتفاع گیاه گوجه‌فرنگی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۲).

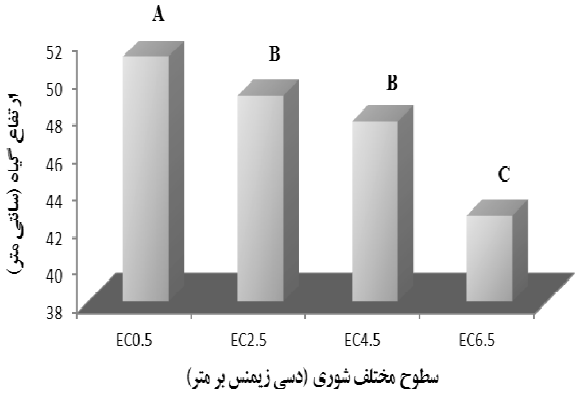
اثر سطوح شوری بر ارتفاع گیاه

شوری سبب کاهش ارتفاع گیاه شد. بیشترین مقدار ارتفاع گیاه گوجه‌فرنگی (۵۰/۱ سانتی‌متر) از تیمار ۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر شوری و کمترین مقدار ارتفاع گیاه (۴۵/۵ سانتی‌متر) از تیمار ۶/۵ دسی‌زیمنس بر متر شوری به‌دست آمد (شکل ۳). شوری با اختلال در اکثر فرآیندهای حیاتی گیاه منجر به کاهش رشد و نقصان عملکرد گیاهان می‌شود (۹). هاجر و همکاران (۱۱) اظهار داشتند که ارتفاع گیاه گوجه‌فرنگی با افزایش شوری کاهش یافت. احتمالاً افزایش فشار اسمزی محلول خاک، کاهش جذب آب، افزایش غلظت سدیم و کلر بر اثر کاربرد نمک و کاهش غلظت بعضی از عناصر غذایی مانند کلسیم، نیتروژن و فسفر در گیاه سبب کاهش رشد گیاه گوجه‌فرنگی شده باشد. کاهش رشد گیاه در تنش‌های شوری کوتاه‌مدت به‌علت تنش اسمزی است. ولی در تنش‌های بلندمدت، به‌علت ورود نمک به داخل بافت‌های گیاه، تنش‌های دیگری نظیر سمیت و عدم تعادل یونی نیز به تنش اسمزی اضافه می‌شود (۲۷). کاهش رشد ساقه در اوایل اعمال تنش شوری در گیاه ممکن است بر اثر تولید هورمون‌های بازدارنده رشد در ریشه باشد که موجب می‌شود رشد ساقه بیش از رشد ریشه تحت تأثیر سوء تنش شوری قرار گیرد. این امر توسط مونس و ترمات (۳۱) نیز مورد توجه قرار گرفته است.

اثر سطوح نیتروژن بر ارتفاع گیاه

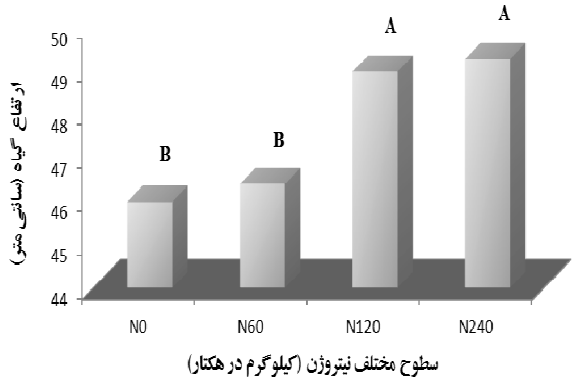
افزودن نیتروژن به محیط رشد گیاه سبب افزایش ارتفاع گیاه شد (شکل ۴). بیشترین مقدار ارتفاع گیاه گوجه‌فرنگی (۴۹/۲

سانتی‌متر) از تیمار ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به‌دست آمد که با تیمار ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن اختلاف معنی‌داری



شکل ۳. اثر سطوح شوری بر ارتفاع گیاه گوجه‌فرنگی

نداشت و در یک کلاس آماری قرار گرفت. کمترین مقدار ارتفاع گیاه (۴۵/۹ سانتی‌متر) در تیمار شاهد اندازه‌گیری شد



شکل ۴. اثر سطوح نیتروژن بر ارتفاع گیاه گوجه‌فرنگی

(شکل ۴). در واقع، شوری ضمن کاهش نفوذپذیری غشای پلاسمایی سلول‌های ریشه (ناشی از افزایش غلظت آبسیزیک اسید در بافت‌های گیاهی)، فعالیت آنزیم‌های گیاهی را نیز کاهش داده و مستقیماً جذب و متابولیسم بعضی از عناصر غذایی را محدود می‌کند. ولی مصرف نیتروژن، با کاهش نسبت اسید آبسیزیک/جیبرلین، باعث افزایش رشد رویشی گیاهان در شرایط شور می‌گردد (۲). محققین بسیاری نشان دادند که با افزایش سطح نیتروژن، ارتفاع گیاه گوجه‌فرنگی افزایش یافت و رابطه مثبتی بین مصرف نیتروژن و ارتفاع گیاه وجود داشت (۱۸ و ۳۵).

اثر متقابل سطوح شوری و نیتروژن بر ارتفاع گیاه

در کلیه سطوح شوری، با افزایش مقدار نیتروژن مصرفی، ارتفاع گیاه گوجه‌فرنگی افزایش یافت. به‌طوری‌که در هر سطحی از شوری، حداکثر ارتفاع گیاه از مصرف ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست آمد که با سطح ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن تفاوت معنی‌داری نداشت. تأثیر مصرف نیتروژن بر افزایش ارتفاع گیاه در شوری‌های بالاتر بیشتر بود (جدول ۳). این امر نشان می‌دهد که مصرف متعادل نیتروژن برای کاهش اثر سوء شوری بر رشد و نمو گیاهان لازم می‌باشد. هم‌چنین، مقایسه میانگین‌های برهمکنش شوری و نیتروژن نشان داد که بیشترین ارتفاع گیاه (۵۳ سانتی‌متر) از تیمار ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و ۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر شوری به‌دست آمد که با تیمار ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و ۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر شوری اختلاف معنی‌داری نداشت و در یک کلاس آماری قرار گرفت. کمترین ارتفاع گیاه (۳۷/۹ سانتی‌متر) از تیمار صفر کیلوگرم نیتروژن در هکتار و ۶/۵ دسی‌زیمنس بر متر شوری اندازه‌گیری شد (جدول ۳).

اثر سطوح شوری بر وزن خشک اندام‌های هوایی گیاه

نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر سطوح مختلف شوری بر وزن خشک اندام‌های هوایی گیاه گوجه‌فرنگی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۲).

شوری باعث کاهش وزن خشک اندام‌های هوایی گوجه‌فرنگی نسبت به تیمار شاهد شد. به‌طوری‌که بیشترین وزن خشک اندام‌های هوایی (۹/۶ گرم در بوته) از تیمار ۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر شوری (تیمار شاهد) و کمترین وزن خشک اندام‌های هوایی (۶/۱ گرم در بوته) از تیمار ۶/۵ دسی‌زیمنس بر متر شوری به‌دست آمد (شکل ۵). ناوارو و همکاران (۳۳) نشان دادند که با کاربرد ۶۰ میلی‌مولار نمک کلرید سدیم وزن تر و خشک شاخساره گیاه گوجه‌فرنگی در محیط آبکشت کاهش یافت. طنطاوی و همکاران (۴۱) بیان کردند که شوری باعث

کاهش ارتفاع گیاه، سطح برگ، وزن تر قسمت هوایی و آبکشت بیان کردند که با کاربرد ۳۰ و ۶۰ میلی‌مولار نمک، وزن عملکرد در گیاه گوجه‌فرنگی شد. فرناندز-گارسیا و همکاران (۱۹) با بررسی اثر شوری بر رشد گوجه‌فرنگی در محیط

جدول ۳. اثر متقابل سطوح شوری و نیتروژن بر عملکرد میوه، ارتفاع گیاه، وزن خشک اندام‌های هوایی، وزن خشک ریشه و میانگین سطح برگ گیاه گوجه‌فرنگی

تیمار	عملکرد میوه (گرم در بوته)	ارتفاع گیاه (سانتی‌متر)	وزن خشک اندام‌های هوایی (گرم در بوته)	وزن خشک ریشه (گرم در بوته)	میانگین سطح برگ (سانتی مترمربع)
$EC_{0.5}N_0$	۱۸۳/۷^{bc}	۴۷/۱^{cde}	۷/۶^{cd}	۱/۷^{i}	۳۱۰/۸ ^{abcde}
$EC_{0.5}N_{60}$	۱۵۳/۳^{d}	۵۲^{ab}	۹/۶^{b}	۲/۲^{h}	۳۴۸/۵ ^{abc}
$EC_{0.5}N_{120}$	۲۳۰/۶^{a}	۵۲/۳^{a}	۹/۹^{b}	۳/۷^{b}	۳۷۷/۱^{abc}
$EC_{0.5}N_{240}$	۱۹۵/۹^{b}	۵۳^{a}	۱۱/۸^{a}	۲/۹^{ef}	۴۵۲/۱^{a}
$EC_{2.5}N_0$	۱۸۷/۱^{bc}	۴۸/۵^{bcd}	۷/۳^{cde}	۲/۵^{gh}	۲۹۵/۸^{cdef}
$EC_{2.5}N_{60}$	۱۶۸/۳^{cd}	۴۸/۸^{bcd}	۷/۷^{c}	۳^{def}	۳۲۱ ^{abcde}
$EC_{2.5}N_{120}$	۲۰۰/۳^{b}	۴۹/۳^{abcd}	۹/۱^{b}	۳/۴^{bcd}	۳۳۵^{abcd}
$EC_{2.5}N_{240}$	۲۰۰^{b}	۴۹/۴^{abcd}	۱۱/۴^{a}	۳/۲^{cde}	۴۱۳/۶^{ab}
$EC_{4.5}N_0$	۱۲۳/۷^{ef}	۴۱/۵^{f}	۶^{g}	۲/۸^{efg}	۲۳۱^{cdef}
$EC_{4.5}N_{60}$	۱۹۳/۷^{bc}	۴۸/۸^{bcd}	۶/۸^{cdefg}	۲/۹ef	۲۴۴/۶^{cdef}
$EC_{4.5}N_{120}$	۱۲۵/۸^{ef}	۴۹/۴^{abcd}	۶/۷^{defg}	۳/۵^{bc}	۲۶۷/۷^{cdef}
$EC_{4.5}N_{240}$	۱۲۵/۳^{ef}	۵۰/۸^{abc}	۷/۲^{cde}	۳/۲^{cde}	۲۸۹/۱ ^{bcdef}
$EC_{6.5}N_0$	۱۲۵/۱^{ef}	۳۷/۹^{g}	۴/۹^{cdef}	۲/۷^{fg}	۱۵۷/۱^{f}
$EC_{6.5}N_{60}$	۱۱۵/۵^{f}	۴۲/۱^{f}	۶/۲^{fg}	۲/۷^{fg}	۱۷۶/۶^{ef}
$EC_{6.5}N_{120}$	۱۴۴/۴^{de}	۴۳/۸^{ef}	۶/۴^{efg}	۵/۲^{a}	۱۸۵^{ef}
$EC_{6.5}N_{240}$	۱۴۴/۳^{de}	۴۶/۶^{de}	۷^{h}	۳/۸^{b}	۲۰۰^{def}

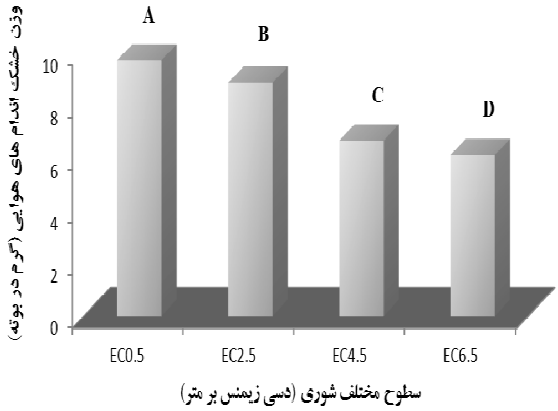
میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند دارای تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ با آزمون دانکن نمی‌باشند.

خشک گیاه کاهش یافت.

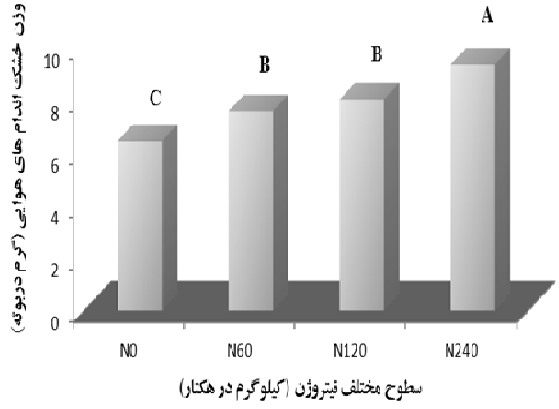
اثر سطوح نیتروژن بر وزن خشک اندام‌های هوایی گیاه

نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر سطوح مختلف نیتروژن بر وزن خشک اندام‌های هوایی گیاه گوجه‌فرنگی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۲).افزودن نیتروژن به محیط کشت گیاه سبب افزایش وزن خشک اندام‌های هوایی گیاه شد. به‌طوری‌که بیشترین وزن خشک اندام‌های هوایی گیاه (۸/۷ گرم در بوته) از سطح ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و کمترین وزن خشک اندام‌های هوایی گیاه (۶/۸ گرم در بوته) از تیمار شاهد نیتروژن به‌دست آمد (شکل ۶). ال بهیدی و همکاران (۱۷) نیز افزایش وزن خشک ساقه گوجه‌فرنگی را با افزایش سطوح نیتروژن گزارش کرده‌اند. تأثیر نیتروژن بر رشد رویشی و محصول گوجه‌فرنگی از تأثیر عناصر دیگر بیشتر است. افزایش ماده خشک تولیدی با مصرف نیتروژن می‌تواند به‌دلیل تأثیر نیتروژن بر گسترش سطح برگ و تداوم بیشتر آن و در نتیجه افزایش میزان کربن‌گیری گیاه و تشدید فتوسنتز باشد. نیتروژن با تسریع رشد سلول‌های

مریستم انتهایی گیاه زمینه لازم را برای رشد گیاه فراهم می‌کند (۹).



شکل ۵. اثر سطوح شوری بر وزن خشک اندام‌های هوایی گیاه گوجه‌فرنگی



شکل ۶. اثر سطوح نیتروژن بر وزن خشک اندام‌های هوایی گیاه گوجه‌فرنگی

اثر متقابل سطوح شوری و نیتروژن بر وزن خشک اندام‌های هوایی گیاه

نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر متقابل شوری و نیتروژن بر وزن خشک اندام‌های هوایی گیاه گوجه‌فرنگی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۲).

نتایج نشان داد که کاربرد نیتروژن در محیط شور باعث افزایش وزن خشک اندام‌های هوایی گیاه گوجه‌فرنگی گردید. اما در سطوح پایین شوری (۲/۵ دسی‌زیمنس بر متر) افزودن کود نیتروژنه به محیط رشد گیاه نسبت به سطوح بالای شوری (۶/۵ دسی‌زیمنس بر متر) تأثیر بیشتری در افزایش وزن خشک گیاه داشت (جدول ۳). به‌طوری‌که بیشترین وزن خشک اندام هوایی گیاه (۱۱/۸ گرم در بوته) از سطح ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و ۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر شوری و کمترین وزن خشک اندام هوایی گیاه (۴/۹ گرم در بوته) از سطح شاهد نیتروژن و ۶/۵ دسی‌زیمنس بر متر شوری به‌دست آمد (جدول ۳).

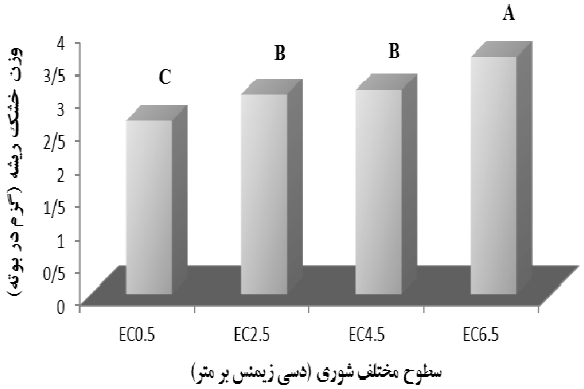
اثر سطوح شوری بر وزن خشک ریشه گیاه

نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر تیمارهای شوری بر وزن خشک ریشه گیاه گوجه‌فرنگی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۲).

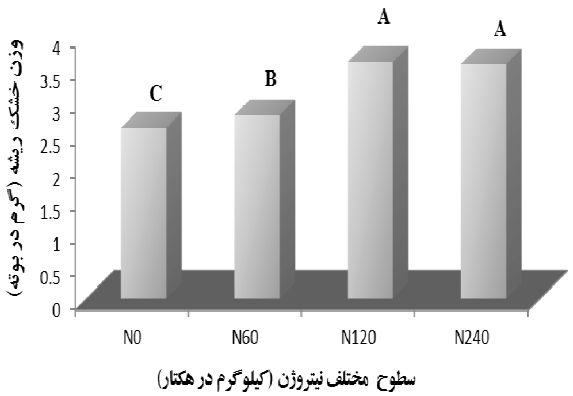
با افزایش شوری، میانگین وزن خشک ریشه نسبت به تیمار شاهد افزایش معنی‌داری یافت. به‌طوری‌که بیشترین وزن خشک ریشه گیاه (۳/۶ گرم در بوته) از سطح ۶/۵ دسی‌زیمنس بر متر شوری و کمترین وزن خشک ریشه گیاه (۲/۶ گرم در بوته) از سطح ۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر شوری به‌دست آمد (شکل ۷). افزایش شوری خاک به‌دلیل افزایش فشار اسمزی محیط اطراف ریشه گیاه باعث کاهش آب قابل استفاده گیاه می‌شود و گیاه برای جذب آب و مواد غذایی کافی باید اندازه ریشه خود را افزایش دهد که این کار با صرف انرژی همراه است. لذا، رشد رویشی ریشه گیاه نسبت به حالت نرمال افزایش می‌یابد و در عوض از رشد رویشی اندام هوایی گیاه کاسته می‌شود و این عمل در کل منجر به کاهش عملکرد گیاه می‌شود (۱۲). آماچر و همکاران (۱۳) افزایش معنی‌دار زیست‌توده ریشه گیاه گوجه‌فرنگی تحت تنش شوری را در مقایسه با گیاهان عادی گزارش کرده‌اند. مس و هافمن (۲۸) نیز افزایش زیست‌توده غلات را در اثر افزایش شوری گزارش نمودند.

اثر سطوح نیتروژن بر وزن خشک ریشه گیاه

نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که



شکل ۷. اثر سطوح شوری بر وزن خشک ریشه گیاه گوجه‌فرنگی



شکل ۸. اثر سطوح نیتروژن بر وزن خشک ریشه گیاه گوجه‌فرنگی

تأثیر تیمارهای نیتروژن بر وزن خشک ریشه گیاه گوجه‌فرنگی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۲).

با افزودن نیتروژن به محیط رشد گیاه، وزن خشک ریشه افزایش معنی‌داری یافت. به‌طوری‌که بیشترین وزن خشک ریشه گیاه (۳/۶ گرم در بوته) از سطح ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست آمد که با سطح ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار اختلاف معنی‌داری نداشت و در یک گروه آماری قرار گرفت. کمترین وزن خشک ریشه گیاه (۲/۶ گرم در بوته) از تیمار شاهد نیتروژن به‌دست آمد (شکل ۸). گیاهانی که در محیط غنی از نیتروژن کاشته شده باشند شاخ و برگ گسترده و فراوان تولید می‌کنند؛ ولی ریشه‌های آنها کم و محدود می‌باشد (۷). هوت و دتمان (۲۶) بیشترین وزن خشک ریشه گیاه گوجه‌فرنگی را با کاربرد ۱۵۰ میلی‌گرم نیتروژن در لیتر و ملتون و دوفالت (۲۹) بیشترین وزن خشک ریشه گیاه گوجه‌فرنگی را با کاربرد ۲۲۵ میلی‌گرم نیتروژن در لیتر گزارش کردند. نتایج به‌دست آمده در این تحقیق نشان می‌دهد که در مقایسه با آزمایش‌های فوق‌الذکر حداکثر وزن ریشه از سطح کمتر نیتروژن حاصل شده است که دلیل آن می‌تواند شوری محیط رشد و انجام آزمایش در محیط خاک در مقایسه با محیط آبکشت و تأمین بخشی از نیتروژن مورد نیاز توسط ماده آلی خاک باشد.

اثر متقابل سطوح شوری و نیتروژن بر وزن خشک ریشه گیاه

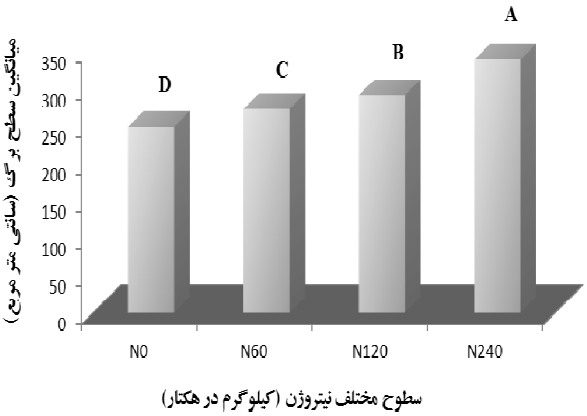
نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر متقابل تیمارهای شوری و نیتروژن بر وزن خشک ریشه گیاه گوجه‌فرنگی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۲).

در تمام سطوح شوری، با افزایش سطح نیتروژن از صفر به ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار، وزن خشک ریشه گیاه افزایش یافت. اما در سطوح بالاتر از ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن (یعنی ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن) وزن خشک ریشه گیاه در کلیه سطوح شوری کاهش یافت. به‌طوری‌که بیشترین وزن خشک ریشه گیاه (۵/۲ گرم در بوته) از سطح ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و ۶/۵ دسی‌زیمنس بر متر شوری و کمترین وزن خشک ریشه گیاه (۱/۷ گرم در بوته) از سطح ۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر شوری و صفر کیلوگرم در هکتار نیتروژن به‌دست آمد (جدول ۳).

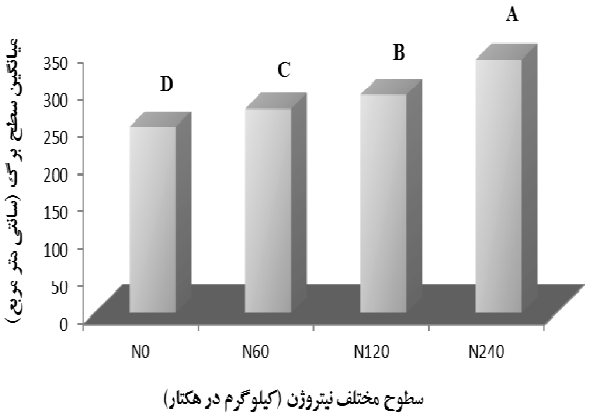
اثر سطوح شوری بر میانگین سطح برگ گیاه

نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر تیمارهای شوری بر میانگین سطح برگ گیاه گوجه‌فرنگی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۲).

با افزایش سطوح شوری، از میانگین سطح برگ گیاه گوجه‌فرنگی کاسته شد. بیشترین میانگین سطح برگ گیاه (۳۷۲/۱۸ سانتی‌مترمربع) در تیمار ۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر شوری و کمترین میانگین سطح برگ گیاه (۱۷۹/۷ سانتی‌مترمربع) در تیمار ۶/۵ دسی‌زیمنس بر متر شوری اندازه‌گیری شد (شکل ۹). وانگ و همکاران (۴۵) عنوان نمودند که در حضور مقدار زیادی نمک در محیط ریشه، میزان آب



شکل ۹. اثر سطوح شوری بر میانگین سطح برگ گیاه گوجه‌فرنگی



شکل ۱۰. اثر سطوح نیتروژن بر میانگین سطح برگ گیاه گوجه‌فرنگی

قابل دسترس گیاه کاهش می‌یابد که این موضوع از یک طرف موجب محدود شدن تقسیم سلولی و از طرف دیگر باعث کاهش تورم سلول‌های برگ (تورژسانس) شده که در نهایت از گسترش سطح برگ می‌کاهد. به‌علاوه، شوری با ایجاد سمیت یونی و صدمه به غشاها، از گسترش سطح برگ‌ها جلوگیری می‌کند.

اثر سطوح نیتروژن بر میانگین سطح برگ گیاه

نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر تیمارهای نیتروژن بر میانگین سطح برگ گیاه گوجه‌فرنگی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۲).

افزایش مصرف نیتروژن سبب افزایش میانگین سطح برگ گیاه شد. بیشترین میانگین سطح برگ گیاه (۳۳۴/۹۸ سانتی‌مترمربع) در اثر مصرف ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست آمد (شکل ۱۰). با توجه به این‌که نیتروژن در ساختمان کلروفیل به‌کار رفته و هر مولکول کلروفیل دارای چهار اتم نیتروژن می‌باشد، مصرف نیتروژن باعث افزایش میزان کلروفیل، گسترش کلروپلاست‌ها و در نتیجه سطح برگ می‌شود. به‌همین دلیل، استفاده از این عنصر در حد مطلوب تأثیر بسیار مثبتی بر شاخص‌های رشد گیاه، از جمله سطح برگ، دارد. بسیاری از محققین نشان داده‌اند که کاربرد نیتروژن تأثیر مثبتی بر سطح برگ داشت و تأثیر نیتروژن بر رشد سبزینه‌ای و محصول گوجه‌فرنگی از عناصر دیگر بیشتر بود (۳۰). در حضور نیتروژن کافی، به‌علت افزایش میزان فتوسنتز و تولید بیشتر کلروفیل، سطح برگ افزایش می‌یابد (۲).

اثر متقابل سطوح شوری و نیتروژن بر میانگین سطح برگ گیاه

نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر متقابل تیمارهای شوری و نیتروژن بر میانگین سطح برگ گیاه گوجه‌فرنگی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۲).

در کلیه سطوح شوری، افزایش سطح نیتروژن از صفر به ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش میانگین سطح برگ گیاه گوجه‌فرنگی شد. اما در سطوح پایین شوری (۲/۵ دسی‌زیمنس بر متر) نسبت به سطوح بالای شوری (۶/۵ دسی‌زیمنس بر متر) نیتروژن تأثیر بیشتری در افزایش سطح برگ گیاه داشت. به‌طوری‌که بیشترین میانگین سطح برگ گیاه (۴۵۲/۱۶ سانتی‌مترمربع) در تیمار ۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر شوری و ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و کمترین میانگین سطح برگ گیاه (۱۵۷/۱۶ سانتی‌مترمربع) در تیمار ۶/۵ دسی‌زیمنس بر متر شوری و صفر کیلوگرم نیتروژن در هکتار اندازه‌گیری شد (جدول ۳). توماس و لنگدیل (۴۲) نشان دادند که واکنش شاخص‌های رشد گیاه به کودپاشی نیتروژنی در خاک‌های شور ممکن است در نتیجه جذب بیشتر

آنیون نیترات باشد که جانشین آنیون کلر می‌شود و باعث افزایش غلظت آنیون‌های آلی در گیاه می‌گردد. گیاهانی که در معرض سطوح بالای کلرور سدیم قرار دارند، به‌دلیل کمبود نیترات ناشی از زیادی کلر دچار کندی رشد می‌شوند.

نتیجه‌گیری

در تحقیق حاضر، افزایش شوری آب آبیاری باعث کاهش ارتفاع گیاه، وزن خشک اندام‌های هوایی، سطح برگ و عملکرد میوه گیاه گوجه‌فرنگی نسبت به تیمار شاهد شد. ولی میانگین وزن خشک ریشه نسبت به تیمار شاهد افزایش معنی‌داری یافت. در پژوهش حاضر، آستانه تحمل گوجه‌فرنگی به شوری ۲/۵ دسی‌زیمنس بر متر بود و از این سطح به بعد کاهش معنی‌داری در عملکرد میوه مشاهده شد. کاربرد نیتروژن سبب افزایش ارتفاع گیاه، میانگین سطح برگ، وزن تر میوه و وزن خشک شاخساره و ریشه نسبت به تیمار شاهد شد. نتایج نشان داد که در محیط‌های دارای آب آبیاری شور، مصرف متعادل نیتروژن می‌تواند سبب کاهش و تعدیل اثرهای نامطلوب شوری بر عملکرد و شاخص‌های رشد گیاه گوجه‌فرنگی شود. با افزایش شوری آب آبیاری، مقدار نیتروژن مورد نیاز برای دستیابی به حداکثر عملکرد میوه کاهش یافت و در شوری زیاد تأثیر نیتروژن بر شاخص‌های رشد گیاه ناچیز بود. نتایج به‌دست آمده از این تحقیق می‌تواند برای تولید گوجه‌فرنگی در مناطقی از کشور که کشت گلخانه‌ای گوجه‌فرنگی با آب شور انجام می‌شود مورد استفاده قرار گیرد.

منابع مورد استفاده

۱. احیایی، م. و ع. ا. بهبهانی‌زاده. ۱۳۷۲. شرح روش‌های تجزیه شیمیایی خاک. نشریه فنی شماره ۸۹۳، موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران.

۲. خلدبرین، ب. و ط. اسلام زاده. ۱۳۸۲. تغذیه معدنی گیاهان عالی. انتشارات دانشگاه شیراز.

۳. جعفری، م. ۱۳۷۳. سیمای شوری و شوری در ایران. نشریه وزارت جهاد سازندگی، معاونت آموزش و تحقیقات، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور.

۴. خوگر، ز.، ک. ارشد و م. ج. ملکوتی. ۱۳۷۹. اثرات مصرف بهینه کود در افزایش عملکرد گوجه فرنگی. موسسه تحقیقات خاک و آب. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، وزارت کشاورزی، نشریه فنی ۶۵(۳): ۱-۱۰.

۵. دلشاد، م.، م. بابالار و ع. کاشی. ۱۳۷۹. اثر شاخص نیتروژن محلول‌های غذایی در تغذیه معدنی ارقام گوجه فرنگی گلخانه‌ای در کشت هیدروپونیک. مجله علوم کشاورزی. ۲۱(۳): ۶۱۳-۶۲۵.

۶. زاهدی فر، م.، ع. رونقی، س. ع. ا. موسوی و ص. صفرزاده شیرازی. ۱۳۸۹. تاثیر سطوح شوری و نیتروژن بر رشد، عملکرد و جذب ناصر غذایی گوجه فرنگی تحت شرایط آبکشت. علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای. ۱(۲): ۳۱-۴۰.

۷. سالاردینی، ع. ا. و م. مجتهدی. ۱۳۸۴. حاصلخیزی خاک. انتشارات دانشگاه تهران.

۸. ملکوتی، م. ج. و پ. کشاورز. ۱۳۸۴. نگرشی بر حاصلخیزی خاکهای ایران. انتشارات دانشگاه تهران.

۹. ملکوتی، م. ج. و م. همایی. ۱۳۸۳. حاصلخیزی خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک (مشکلات و راه حل‌ها). انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

۱۰. فرهمند، ع.، ح. فرداد، ع. لیافت و ع. کاشی. ۱۳۸۵. بررسی تأثیر میزان آب آبیاری و کود ازت بر عملکرد و بازده مصرف آب در گوجه فرنگی. مجله علوم کشاورزی. ۲(۳۷): ۲۷۳-۲۷۹.

۱۱. قشم، ر. و م. کافی. ۱۳۷۸. گوجه فرنگی صنعتی از کاشت تا برداشت. انتشارات جهاد دانشگاهی، مشهد.

12. Adams, P. 1991. Effects of increasing the salinity of the nutrient solution with major nutrients or Sodium Chloride on the yield, quality and composition of tomatoes grown in rockwool. J. Hort. Sci. 66(2): 201-210.
13. Amacher, K., J. R. Koenig and B. Kitchen. 1997. Utah State University. Extension Electronic Publishing.
14. Ashraf, M. and W. Oleray. 1996. Response of some newly developed salt tolerant genotypes of spring wheat to salt stress. I. Yield components A sand and ion distribution. J. Agron and Crop Sci. 76: 91-101.
15. Bressan, R. A., D. E. Nelson, N. M. Iraki, P. C. Larosa, N. K. Singh, P. M. Hasegawa and N. C. Carpita. 1990. Reduced cell expansion and changes in cell walls of plant cells adapted to NaCl. PP. 137-177. *In:* F. Katterman (ED.), Environmental Injury to Plant, Acadmic Press, New York.
16. Curtin, D., H. Stephan and F. Sells. 1993. Plant responses to sulfate chloride: growth and ionic relation. Soil Sci. Soc. AM. J. 57: 1304-1310.
17. El-Beheidi, M. A., A. A. El-Sherbeiny and M. H. El-Sawah. 1990. Influence of different irrigation methods and potassium fertilizer on tomato plants in new reclaimed sandy soil. Sci. Hort. 17(1): 37-45.
18. Erdal, I., A. Ertek, U. Senyigit and H. I. Yilmaz. 2006. Effects of different irrigation programs and nitrogen levels on nitrogen concentration, uptake and utilization in processing tomatoes. Astralian J. Aust Exp Agr. 46(12): 1653-1660.
19. Fernandez-Garcia, N., V. Martinez and M. Carvjal. 2004. Effect of salinity on growth, mineral composition, and water relations of salinity on growth, mineral composition, and water relations of grafted tomato plants. J. Plant Nutr. Soil Sci. 167: 616-622.
20. Flores, P., M. Carvajal, A. Cerda and V. Martinez. 2001. Salinity and ammonium/nitrate interaction tomato plant development, nutrition and metabolites. J. Plant Nutr. 24: 1561-1573.
21. Flores, P., J. M. Navarro, M. carvajal, A. Cerda and V. Martinez. 2003. Tomato yield and quality as affected by nitrogen source and salinity. Agronomy. 23: 249-256.
22. Greenway, H. and R. Munns. 1980. Mechanisms of salt tolerance in non-halophytes. Ann. Rev. Plant Physiol. 31: 149-190.
23. Gunes, A., A. Inal and M. Alpaslan. 1996. Effect of salinity on stomatal resistance, proline and mineral composition of pepper. J. Plant Nutr. 19: 389-396.
24. Hajar, A. S., A. A. Malibari, H. S. Al-Zahrani and O. A. Almaghrabi. 2006. Responses of three tomato cultivars to sea water salinity I. Effect of salinity on seedling growth. Afr. J. Biotechnol. 5: 855-861.
25. Hall, D. A. 1983. The influence of nitrogen concentration and salinity of recirculating solutions on the early-season vigour and productivity of glasshouse tomatoes. Hart. Sci. 58(3): 411-415.
26. Huett, D. and E. Dettmann. 1988. Effect of nitrogen on growth, fruit quality and nutrient uptake of tomatoes grown in sand culture. Astralian J. Aust Exp Agr. 28(3): 391-399.
27. Mass, E. V. and J. A. Poss. 1989. Salt sensivity of wheat at various growth stages. Irrig. Sci. 10: 29-40.
28. Mass, E. V. and G. J. Hoffman. 1997. Crop salt tolerance current assessment. Plant Soil. 103: 115-134.
29. Melton, R. R. and R. J. Dufault. 1991. Nitrogen, phosphorus, and potassium fertility regimes affect tomato transplant growth. Hortic Sci. 26(2): 141-142.
30. Moniruaaman, M. S., M. L. Rahman, M. G. Kibria, M. A. Rahman and M. M. Hossani. 2007. Effect of boron and nitrogen on yield and hollow stem of Broccoli. Soil Sci Plant Nutr. 1(3).
31. Munns, R. and A. Termaat. 1986. Whole-plant responses to salinity. Aust. J. Plant Physiol. 13: 143-160.
32. Murat, A. T., A. H. A. Elkarim, N. Taban and S. Taban. 2009. Effect of salt stress on growth, stomatal resistance, proline and chlorophyll concentrations on maize plant. Afr. J. Agric. Res. 4: 893-897.
33. Navarro, J. M., V. Martinez and M. Carvajal. 2000. Ammonium, bicarbonate and calcium effects on tomato plants grown under saline conditions. Plant Sci. 157: 89-96.
34. Petersen, K. k., J. Willumsen and K. Kach. 1998. Composition and taste of tomato as affected by increased salinity and different salinity sources. J. Hort. Sci. Biotechnol. 73: 205-215.
35. Rahman, M. J., A. T. Mondol, M. A. I. Rahman, M. N. Bgume and Alam, M. K. 2007. Effect of irrigation on tomato yield in the grey terraces soil of Bangladesh. J. Plant Nutr. 1(3): 01-04.
36. Sato, S., S. Sakaguchi, H. Furucawa and H. Ikeda. 2006. Effects of NaCl application to hydroponic nutrient solution on fruit characteristics of tomato (*lycopersicon esculentum* Mill). Scientia Hort. 109: 248-253.
37. Snapp, S. S. and C. Shennan. 1992. Effects of salinity on root growth and death dynamics tomato, *Lycopersicon esculentum* Mill. New Phytol. 121: 71-79.
38. Savvas, D. and F. Lenz. 2000. Effects of NaCl or nutritent-induced salinity on growth, yield, and composition of eggplants grown in rockwool. Sci Hortic. 84: 37-47.
39. Shen, D., Q. Shen, Y. Liang and Y. Liu. 1994. Effect of nitrogen on the growth and photosynthetic activity of salt stressed barley. J. Plant Nutr. 17: 187-199.
40. Tabatabaei, S. J. 2006. Effects of salinity and N on the growth, photosynthesis and N status of olive (*olea europaea* L.) trees. Sci. Hortic. 108: 432-438.

41. Tantawy, A. S., A. M. R. Abdel-Mawgoud, M. A. El-Nemr and Y. Ghorra Chamoun. 2009. Alleviation of salinity effects on tomato plants by application of amino acids and growth regulator. Europ. J. Scientific. Res. 30: 484-494.
42. Thomas, J. R. and G. W. Langdale. 1980. Ionic blance in coastal bermudagrass influenced by nitrogen fertilization and soil salinity. Agronomy. 12: 449-452.
43. Veen, B. W. and A. Kleinedorst. 1985. Nitrate accumulation and osmotic regulation in Italian ryegrass (*lolium multiflorum* Lam). J. Exp. Bot. 36: 211-218.
44. Villa- Castorena, M. A., L. Ulery, E. A. Catalan-Valencia and M. d. Remmenga. 2003. Salinity and nitrogen rate effects on the growth and yield of chile pepper plants. Soil Sci. Soc. Am. J. 1181-1189.
45. Wang, W. X., B. Vinocur, O. Shoseyov and A. Altman. 2001. Biotechnology of plant osmotic stress tolerance: Physiology and molecular considerations. Acta Hort. 560: 258-292. 1): 31-36.