تأثیر شوری بر خصوصیات رویشی و فیزیولوژیکی دو رقم گوجه‌فرنگی در شرایط هیدروپونیک

علی‌اکبر رامین[۱]، داوود خوشبخت[۲*] و بهفر مدرس[۱]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۷/۱۲ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۲/۲۳)

چکیده

شوری یکی از مهم‌ترین موانع در تولید محصولات باغبانی در بسیاری از نقاط دنیا به‌ویژه مناطق خشک و نیمه‌خشک است. گوجه‌فرنگی با نام علمی (*Lycopersicon esculentum* L.) گیاه یکساله علفی است که تولید جهانی آن به بیش از ۱۵۲ میلیون تن در سال می‌رسد. در مناطق گرم و خشک که اقلیم مناسبی برای تولید گوجه‌فرنگی است، شوری یک مشکل اساسی قلمداد می‌شود. به منظور مطالعه اثر تنش شوری بر خصوصیات رویشی و فیزیولوژیکی گیاه گوجه‌فرنگی ارقام سوپراسترین-بی و ردکلود آزمایشی به روش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در پنج تیمار و سه تکرار انجام شد. بذرهای گیاه گوجه‌فرنگی ارقام سوپراسترین-بی و ردکلود در سینی‌های کاشت پر شده از ماسه شسته شده در محیط گلخانه با رطوبت کافی کاشته شدند. گیاهچه‌ها در مرحله دوبرگی به ظروف حاوی محلول غذایی جانسون منتقل شدند. پس از استقرار گیاهان در محیط هیدروپونیک، گیاهچه‌ها تحت پنج تیمار شوری شامل شاهد (صفر) و غلظت‌های ۴۰، ۸۰، ۱۲۰، ۱۶۰ میلی‌مول نمک کلریدسدیم قرار گرفتند. نتایج نشان داد که تنش شوری وزن خشک اندام هوایی و ریشه، تعداد برگ، سطح برگ، محتوای کلروفیل برگ‌ها و شاخص تنش (Fv/Fm) هر دو رقم را به‌طور معنی‌داری کاهش می‌دهد. سطح ویژه برگ (SLA) در هر دو رقم در اثر تیمار شوری کاهش یافت هرچند این کاهش در رقم ردکلود معنی‌دار نبود. هم‌چنین شوری باعث افزایش معنی‌دار در میزان پرولین اندام هوایی هر دو رقم شد. نتایج بیانگر مقاومت نسبی گیاه گوجه‌فرنگی رقم ردکلود نسبت به رقم سوپراسترین-بی در شرایط تنش شوری است.

واژه‌های کلیدی: گوجه‌فرنگی، تنش شوری، سطح برگ، پرولین، کلروفیل نسبی، شاخص تنش (Fv/Fm)

۱. به‌ترتیب استاد و کارشناس‌ارشد علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۲. دانشجوی سابق کارشناسی‌ارشد علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: davod.khoshbakht@gmail.com

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

شوری یکی از مهم‌ترین موانع در تولید محصولات زراعی و باغی در بسیاری از مناطق دنیا به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک است. همه ساله میلیون‌ها تن نمک از طریق آب آبیاری به خاک اضافه می‌شود (۲ و۱۲). گوجه‌فرنگی با نام علمی (*Lycopersicon esculentum* L.) گیاه یکساله علفی است که تولید جهانی آن به بیش از ۱۵۲ میلیون تن در سال می‌رسد(۵). کشت این محصول در مناطقی که دارای خاک شور یا آب شور می‌باشند، باعث کاهش عملکرد می‌شود (۹). در مناطق گرم و خشک که اقلیم مناسبی برای تولید گوجه‌فرنگی است، شوری یک مشکل اساسی قلمداد می‌شود (۹ و ۱۰). تنش شوری باعث تغییرات فیزیولوژیک و خسارت به گیاه می‌شود (۱۰ و ۱۶).

واکنش گیاه در مقابل شوری به‌صورت یک مدل دو مرحله‌ای گزارش شده است. در این مدل، عقیده بر این است که در آغاز اعمال تنش شوری، وجود نمک در محیط رشد ریشه، موجب ایجاد خشکی فیزیولوژیک شده که این امر عامل اصلی کاهش رشد سلول هاست. ولی به‌تدریج با گذشت زمان، تجمع املاح در بافت‌های گیاهی افزایش یافته و زمانی‌که غلظت املاح در بافت‌های گیاهی به حد سمیت برسد، خسارت ناشی از مسمومیت بافت‌ها موجب کاهش رشد و در نهایت مرگ گیاه خواهد شد (۷). رشد و نمو اندک گیاهان در شرایط شور، مربوط به بالا بودن فشار اسمزی ناشی از حضور یون‌ها است که در نهایت منجر به کاهش قابلیت استفاده از آب موجود اطراف ریشه برای گیاه می‌شود (۴، ۱۰ و ۱۱). بسیاری از گیاهان با کاهش دادن سطح برگ، مانع از دست دادن آب می‌شوند. کاهش تعداد و سطح برگ و به تبع آن کاهش روزنه‌ها، باعث کاهش فتوسنتز و در نتیجه کاهش رشد خواهد شد (۴، ۹ و ۱۰). کاهش رشد رویشی از یک سو و تجمع موادی مانند پرولین از سوی دیگر می‌تواند با کاهش پتانسیل اسمزی برگ‌ها و جذب آب بیشتر باعث حفظ فشار تورژسانس برای ادامه فعالیت‌های حیاتی از جمله فتوسنتز شود. تجمع پرولین در تمام اندام‌های گیاه در شرایط تنش وجود دارد؛ اما در سیتوپلاسم برگ‌ها سریع‌تر و بیشتر از سایر اندام‌ها است (۷ و ۱۳). کلروپلاست به‌عنوان مرکز اصلی آسیب‌های وارد بر گیاه در شرایط نامساعد محیطی شناخته شده است. به نظر می‌رسد اولین مکان دریافت شرایط محیطی نامساعد، فتوسیستمII باشد که باعث افت فلورسانس و توقف فعالیت‌های فتوسنتزی می‌شود. بنابراین معیار فلورسانس کلروفیل(Fv/Fm) که بیان‌گر تنش وارد بر گیاه است می‌تواند به‌عنوان یک شاخص قابل استفاده در تعیین مقاومت کلروپلاست به تنش مطرح باشد (۶ و ۱۵). اثر تنش شوری در گیاهان مختلف یا ارقام مختلف یک گیاه متفاوت است (۱۳ و ۱۵). نتایج نشان داده است که ضخامت و سطح برگ‌های اولیه گیاه لوبیای رشد یافته در شرایط شوری کاهش می‌یابد. درمورد گیاه گوجه‌فرنگی مشخص شده است که در شرایط تنش شوری، سرعت توسعه برگ، وزن شاخه، طول گیاه، تعداد برگ، طول ریشه، سطح ریشه‌های هر گیاه به شدت کاهش می‌یابد. افزایش سطح شوری باعث کاهش معنی‌دار در توده زنده گیاهی، هم در ریشه، هم در برگ و هم در شاخه می‌شود. در شرایط تنش شوری شکستگی پروتئین‌ها شتاب می‌گیرد و به‌جای رشد، گیاه وزن خود را از دست می‌دهد. وقتی میزان شوری از ۸/۵ دسی زیمنس بر متر به ۱۰/۸ دسی زیمنس در متر رسید ۲۵ درصد کاهش در رشد ساقه و وزن خشک گیاه مرغ ایجاد گردید. علت این امر ممکن است نتیجه کاهش تعداد برگ‌های تشکیل شده در محور اصلی و جلوگیری از فعالیت جوانه‌های جانبی باشد. کاهش در وزن خشک گیاه تحت شرایط تنش شوری در گیاهان چغندرقند و لوبیا نیز گزارش شده است. مطالعه بر روی سویا تحت شرایط شوری نشان داد که رشد سویا نیز با افزایش نمک به‌طور خطی کاهش می‌یابد (۱۲).

پژوهشگران سعی در اصلاح، شناسایی و معرفی ارقام مقاوم به شوری به‌عنوان یک راهکار اساسی برای مقابله با شوری دارند (۱۶). هدف از این پژوهش بررسی اثر غلظت‌های مختلف کلرید سدیم بر جنبه‌های مختلف رشدی گوجه‌فرنگی

Archive of SID

www.SID.ir

ارقام سوپراسترین-بی و ردکلود و مقایسه این دو رقم در شرایط مختلف تنش شوری بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در بهار سال ۱۳۸۸ در گلخانه تحقیقاتی بخش علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان به‌مدت دو ماه انجام گرفت. بذور گیاه گوجه‌فرنگی ارقام سوپراسترین-بی و ردکلود در سینی‌های کاشت فلزی کم عمق پر شده از ماسه شسته شده کاشته شدند. گیاهچه‌ها پس از سبز شدن و در مرحله دوبرگی به ظروف پلاستیکی (ارتفاع ۱۵ و قطر ۷ سانتی‌متر) مخصوص کشت هیدروپونیک منتقل شدند. ظروف حاوی آب مقطر و محلول غذایی جانسون بود (۱۶). در طی مدت آزمایش عمل هوادهی به محیط کشت هیدروپونیک توسط دستگاه پمپ فشار هوا صورت گرفت. پس از استقرار گیاهان در محیط هیدروپونیک، گیاهچه‌ها تحت پنج تیمار شوری شامل شاهد (صفر) و غلظت‌های ۴۰، ۸۰، ۱۲۰، ۱۶۰ میلی‌مول نمک کلریدسدیم قرار گرفتند. نمک طعام به محلول غذایی جانسون اضافه شد. دو ماه پس از شروع آزمایش گیاهان از محیط کشت هیدروپونیک خارج شده و سپس سطح برگ، وزن تر و خشک ریشه، برگ و ساقه، اندازه‌گیری شد. پرولین موجود در برگ‌ها با توجه به دستورالعمل بیتز و همکاران (۱) استخراج و با دستگاه اسپکتروفتومتر مدل UV-160A ساخت Shimadza کشور ژاپن در طول موج ۵۲۰ نانومتر اندازه‌گیری و محاسبه شد. محتوای کلروفیل برگ‌ها توسط دستگاه Chlorophyll content meter مدل C-01 ساخت شرکت Hansatech کشور انگلستان و کارایی فتوسنتز یا تنش وارد بر برگ‌ها به‌وسیله دستگاه فلورسانس کلروفیل (Handy PEA) ساخت شرکت ELE International کشور انگلستان اندازه‌گیری شد. مساحت برگ نیز توسط دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ LAI (Dt-scan) ساخت EYALA کشور ژاپن به‌دست آمد. سطح ویژه برگ‌ها (Specific Leaf Area) (SLA) نیز از حاصل تقسیم سطح کل برگ‌ها بر وزن خشک آنها برحسب سانتی‌مترمربع بر گرم وزن خشک برگ‌ها به‌دست آمد. آزمایش به روش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی درپنج تیمار و سه تکرار و در هر تکرار سه گیاه اجرا شد (در هر تیمار سه ظرف پلاستیکی و در هر ظرف پلاستیکی ۳ گیاه و در مجموع پانزده ظرف پلاستیکی و چهل و پنج گیاه وجود داشت). برای انجام محاسبات آماری از نرم‌افزار سیستم پردازش آماری SAS (نسخه ۸/۱) و برای محاسبات اثرات متقابل عوامل آزمایشی از نرم‌افزار MSTATC، و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت. برای انجام محاسبات جبری، ورود داده‌ها به سیستم و رسم نمودارها از نرم‌افزار اکسل (نسخه ۲۰۰۳) استفاده شد.

نتایج

۱. خصوصیات رویشی

جدول ۱ تأثیر غلظت‌های مختلف نمک کلریدسدیم بر میانگین شاخص‌های رشد اندام هوایی و ریشه دو رقم گوجه‌فرنگی را نشان می‌دهد. تیمار شوری باعث کاهش معنی‌دار تعداد و سطح برگ، سطح ویژه برگ، وزن خشک اندام هوایی و ریشه شد. این کاهش در رقم سوپراسترین-بی نسبت به رقم ردکلود بیشتر بود. در هر دو رقم کمترین تعداد برگ، سطح برگ، سطح ویژه برگ، وزن خشک اندام هوایی و وزن خشک ریشه در تیمار ۱۶۰ میلی‌مول بر لیتر مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری را با شاهد نشان داد. این کاهش در مورد تعداد برگ و وزن خشک ریشه در تیمارهای ۱۲۰ و ۱۶۰ میلی‌مولار اختلاف معنی‌داری نداشت.

۲. خصوصیات فیزیولوژیکی

جدول ۲ میانگین شاخص‌های فیزیولوژیکی اندام هوایی دو رقم گوجه‌فرنگی در تیمارهای مختلف شوری را نشان می‌دهد. میزان پرولین برگ‌ها در هر دو رقم مورد پژوهش با افزایش غلظت شوری، زیاد شد. مقایسه میانگین‌ها حاکی از آن است که رقم ردکلود مقادیر پرولین بیشتری نسبت به رقم سوپراسترین-بی

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۱. مقایسه میانگین درصد شاخص‌های رشد دو رقم گوجه‌فرنگی نسبت به شاهد در تیمارهای مختلف شوری براساس آزمون LSD

شوری (میلی‌مول نمک در لیتر)	تعداد برگ (درصد)		سطح برگ (درصد) (سانتی‌مترمربع)		سطح ویژه برگ (SLA) (درصد) (سانتی‌مترمربع بر گرم وزن خشک برگ‌ها)		وزن خشک اندام هوایی (درصد) (گرم)		وزن خشک ریشه (گرم)	
	سوپراسترین- بی	ردکلود	سوپراسترین- بی	ردکلود	سوپراسترین- بی	ردکلود	سوپراسترین- بی	ردکلود	سوپراسترین- بی	ردکلود
شاهد(۰)	۱۰۰ a	۱۰۰ a	۱۰۰ a	۱۰۰ a	۱۰۰ a	۱۰۰ a	۱۰۰ a	۱۰۰ a	۱۰۰ a	۱۰۰ a
۴۰	۹۰ b	۹۳ b	۷۲ c	۸۲ b	۸۰ d	۸۸/۱ b	۶۸ c	۸۱ b	۶۰ c	۷۲ b
۸۰	۶۰ de	۶۸ c	۵۰ de	۵۸ d	۸۳/۳ cd	۸۵/۳ bc	۴۵ f	۶۰ d	۴۹ e	۵۳ d
۱۲۰	۵۸ ef	۶۲ d	۳۴ f	۴۵ e	۵۸/۶ f	۷۲/۵ e	۳۲ g	۵۱ e	۴۰ f	۴۶ e
۱۶۰	۵۵ f	۶۰ de	۲۵ g	۳۰ fg	۴۵/۵ h	۵۰ g	۲۷ h	۴۲ f	۴۰ f	۴۶ e

اعدادی که دارای حروف مشترک می‌باشند، تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد براساس آزمون LSD ندارند.

جدول۲. مقایسه میانگین شاخص‌های فیزیولوژیکی اندام هوایی دو رقم گوجه‌فرنگی در تیمارهای مختلف شوری براساس آزمون LSD

شوری (میلی‌مول نمک در لیتر)	پرولین(میکرومول بر گرم وزن تر برگ)		شاخص تنش(Fv/Fm)		کلروفیل نسبی برگ (SPAD)	
	سوپراسترین- بی	ردکلود	سوپراسترین- بی	ردکلود	سوپراسترین- بی	ردکلود
شاهد(۰)	۱۳/۳ d	۱۴ d	۰/۷۷ a	۰/۷۹ a	۱۴ ab	۱۴/۷ a
۴۰	۱۵/۳ d	۲۱ b	۰/۷۴ ab	۰/۷۷ a	۱۳ ab	۱۳/۹ ab
۸۰	۱۸/۳ c	۲۶ a	۰/۶۷ cd	۰/۷۵ ab	۸/۴ cd	۱۲/۴ b
۱۲۰	۲۰ bc	۲۴/۶ a	۰/۶۴ d	۰/۷ bc	۷ de	۱۰ c
۱۶۰	۲۱ b	۲۶/۵ a	۰/۵ e	۰/۶۵ cd	۶/۲ e	۹ c

اعدادی که دارای حروف مشترک می‌باشند، تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد براساس آزمون LSD ندارند.

Archive of SID

www.SID.ir

تولید کرد. در رقم سوپراسترین-بی در غلظت‌های ۱۲۰ و ۱۶۰ و در رقم ردکلود در غلظت‌های بالاتر از ۸۰ میلی‌مول بر لیتر تفاوت‌های معنی‌دار دیده نشد. با افزایش غلظت نمک در تنش شوری، شاخص تنش (Fv/Fm) در برگ گیاه هر دو رقم کاهش یافت. به‌طوری‌که این کاهش در رقم سوپراسترین-بی در تیمارهای ۸۰، ۱۲۰ و ۱۶۰ میلی‌مولار و در رقم ردکلود در تیمارهای ۱۲۰ و ۱۶۰ میلی‌مولار نسبت به شاهد معنی‌دار بود. این موضوع بیان‌گر حساسیت بیشتر رقم سوپراسترین-بی نسبت به رقم ردکلود در برابر تنش شوری است. با افزایش غلظت نمک کلریدسدیم در محلول‌های غذایی، میزان کلروفیل نسبی برگ‌ها در هر دو رقم کاهش یافت که در مورد رقم ردکلود در تیمارهای ۸۰، ۱۲۰ و ۱۶۰ میلی‌مول نمک نسبت به تیمار شاهد معنی‌دار بود؛ اما تیمار ۴۰ میلی‌مول اختلاف معنی‌داری با شاهد نشان داد. کاهش کلروفیل در رقم سوپراسترین-بی در تیمارهای ۴۰، ۸۰، ۱۲۰ میلی مولار نسبت به هم اختلاف معنی‌داری نداشت. در غلظت ۱۶۰ میلی‌مولار نمک، کاهش معنی‌دار محتوای کلروفیل نسبت به تیمارهای شاهد و ۴۰ میلی‌مولار دیده شد.

بحث

کاهش رشد در واقع اولین عکس‌العمل گیاه به تنش شوری می‌باشد (۱۶). مطالعات نشان داده است که کاهش تورژسانس سلولی مهم‌ترین عامل بازدارندگی رشد گیاهان تحت شرایط شوری است. کاهش فشار تورژسانس بر تقسیم و طویل‌شدن سلولی، بسته شدن روزنه‌ها و تبادلات گازی فتوسنتز اثر می‌گذارد و در نتیجه باعث جلوگیری از رشد می‌گردد (۴ و ۱۲). کاهش آهنگ رشد ابتدا از توسعه برگ‌ها شروع می‌شود که می‌تواند به‌دلیل تولید برگ‌های کوچک‌تر باشد. این امر نشانگر آن است که سلول‌های برگ در شرایط تنش شوری به حداکثر رشد خود نمی‌رسند. گزارش شده است که اندازه سلول‌ها در گیاهان تحت تنش شوری در مقایسه با سلول‌های گیاهانی که تنش را تجربه نکرده‌اند، حدود ۸۰ درصد کاهش می‌یابد. تولید تعداد برگ کمتر، دلیل دیگری برای کاهش سطح برگ گیاه است (۱۲). کاهش سطح برگ‌های گیاه منجر به کاهش سطح ویژه برگ خواهد شد. سطح ویژه برگ (SLA) شاخصی از ظرافت برگ است و چون سطح برگ‌ها را نسبت به وزن خشک آنها در نظر می‌گیرد، پس معیاری از وزن مخصوص یا نازکی نسبی برگ است (۱۵). بنابراین کاهش سطح ویژه برگ در شرایط این پژوهش قابل انتظار است. کاهش سطح ویژه برگ در اثر شوری در گوجه‌فرنگی در تحقیقات قبلی نیز دیده شده است (۸ و ۹). افزایش سطح شوری باعث کاهش معنی‌دار توده زنده گیاهی، در ریشه، برگ و شاخه می‌شود (۱۲). در این شرایط شکستگی پروتئین‌ها شتاب گرفته و در نتیجه گیاه وزن خود را از دست می‌دهد. کاهش وزن تر اندام‌ها در هنگام تنش شوری به‌علت کاهش جذب آب و ایجاد تنش خشکی ناشی از شوری است (۱۵). کاهش وزن خشک گیاه تحت تنش شوری در گیاهان چغندرقند و لوبیا نیز گزارش شده است (۱۴). براساس گزارش‌های، تیمار شوری باعث کاهش محتوای کلروفیل می‌شود (۱۲و ۱۵) که با نتایج این پژوهش هماهنگ است.

کاهش کلروفیل در شرایط تنش شوری، ناشی از کاهش سنتز ۵- آمینولوولینات و بازدارندگی عمل آنزیم‌های مسیر ساخت کلروفیل مانند گلوتامات‌دی‌آمیناز می‌باشد (۳). کارآیی فتوسنتز (Fv/Fm) نشان‌دهنده محافظت دستگاه فتوسنتزی و حداکثر راندمان کوآنتومی فوتوسیستم Π می‌باشد (۶). بنابراین کاهش Fv/Fm بیانگر آشفتگی در کلروفیل، تخریب کلروپلاست و کاهش فعالیت زنجیره انتقال الکترون است (۱۵). در شرایط تنش شوری فعالیت آنزیم‌های چرخه کلوین، روبیسکو و سایر آنزیم‌های مؤثر در فتوسنتز نیز محدود شده که این عوامل منجر به کاهش Fv/Fm می‌شود (۱۲). از سوی دیگر تنش شوری با کاهش پتانسیل اسمزی محلول خاک، نوعی خشکی فیزیولوژیک ایجاد می‌کند. چنین خشکی فیزیولوژیکی می تواند باعث نابسامانی در فتوسیستم II شده که همین امر با کاهش فلورسانس کلروفیل (Fv/Fm) در ارتباط است (۷).

Archive of SID

www.SID.ir

مطالعات نشان داده است با افزایش شوری، میزان پرولین در برگ زیاد می‌شود که این افزایش می‌تواند در رابطه با کاهش سنتز پروتئین‌ها یا افزایش در تغییر و تبدیل آنها باشد(۷ و ۱۵). تجمع پرولین در برگ با مقاومت به تنش شوری ارتباط مستقیم دارد. این مسأله با نتایج به‌دست آمده در این پژوهش هماهنگ است. وجود پرولین بیشتر در گیاه باعث کاهش پتانسیل آب سلول‌ها از یک سو، جذب بیشتر کلسیم و ممانعت از جذب سدیم از سوی دیگر می‌شود که هر دو پدیده به بقای گیاه در شرایط تنش شوری کمک می‌کند (۱۵).

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به‌دست آمده، می‌توان نتیجه گرفت که گوجه‌فرنگی رقم ردکلود در مقایسه با رقم سوپراسترین-بی، با ممانعت از کاهش بیش از حد کلروفیل، جلوگیری از آسیب فتوسیستم Π و افزایش میزان پرولین برگ‌ها، مقاومت بیشتری در برابر تنش شوری نشان می‌دهد.

منابع مورد استفاده

1. Bates, L. S., R. P. Waldren and I. D. Teare. 1973. Rapid determination of proline for water stress studies. *Plant and Soil* 39: 205-207.
2. Bhattarai, S., L. Pendergast and D. J. Midmore. 2006. Root aeration improves yield and water use efficiency of tomato in heavy clay and saline soils. *Scietia Horticulture* 108: 278-288.
3. Birendra, K., S. Bijendra, B. Kumar and B. Singh. 1996. Effect of plant hormones on growth and yield of wheat irrigation with saline water. *Annals of Agricultural Research* 17: 209-212.
4. Bohnert, H. J. and R. G. Jansen. 1996. Strategies for engineering water stress tolerance in plant. *Trends in Biotechnology* 14: 89-97.
5. FAO. 2010. Fao stat-agricultural statistic database, available online at http://www.Fao.org/ fao stat/agricultural statistic database.
6. Guny, C. 1990. Cold acclimation and freezing stress tolerance: role of protein metabolism. *Annual Review of Plant Physiology* 41: 187-223.
7. Hale, M. C. and D. M. Oreuh. 1987. The Physiology of Plant under Stress. John Wiley & Sons Pub., London.
8. Karlberg, L., A. Ben-Gal, P. E. Jansson and U. Shani. 2006. Modeling transpiration and growth in salinity stressed tomato under different climatic conditions. *Ecological Modeling* 190: 15-40.
9. Katerji, N., J. W. Hoorn, A. Hamdy and M. Mastrorilli. 1998. Response of tomatoes, a crop of indeterminate growth, to soil salinity. *Agricultural Water Management* 38: 59-68.
10. Maggic, A., S. De Pascale, G. Angelino, C. Ruggiero and G. Beriberi. 2004. Physiological response of tomato to saline irrigation in long term Stalinized soils. *European Journal of Agronomy* 21: 149-159.
11. Mulholland, B. J., I. B. Taylor, A. C. Jackson and A. J. Thompson. 2003. Can ABA mediate response of salinity stressed tomato? *Environmental and Experimental Botany* 50: 17-28.
12. Paridda, A. K. and A. B. Das. 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants: A review. *Ectoxicology and Environmental Safety* 324-349.
13. Ramin, A. A. 2005. Effect of Salinity and temperature on germination and seedling establishment of sweet Basil (*Ocimum basilicum* L.). *Journal of Herb, Spices & Medicinal Plants* 11: 81-90.
14. Romero-Aranda, R., T. Soria and J. Cuartero. 2001. Tomato plant-water uptake and plant-water relationships under saline growth conditions. *Plant Science* 160: 265-272.
15. Torres- Netto, A., E. Compostrinill, J. G. Oliveiral and O. K. Yananishi. 2002. Portable chlorophyll meter for quantification on photosynthetic pigments, nitrogen and the possible use for assessment of the photochemical process in *Carica papaya*. *Brazilian Journal of Plant Physiology* 14: 205-210.
16. Yurtseven, E., G. D. Kesmez and A. Unlukara. 2005. The effects of water salinity and potassium levels on yield, fruit quality and water consumption of a native central Anatolian tomato species (*Lycopersicun esculentum*). *Agricultural Water Management* 78: 128-135.

Archive of SID

www.SID.ir