

اثر توأم تنش شوری و خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد گوجه فرنگی در شرایط مزرعه‌ای

مسعود محمدی^{۱*}، عبدالمجید لیاقت^۲ و حسین مولوی^۳

*۱- نویسنده مسئول، دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج، دانشگاه تهران masoudm_64@yahoo.com

۲- استاد گروه آبیاری و آبادانی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج، دانشگاه تهران

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج، دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۱۰/۱۰

تاریخ پذیرش: ۹۰/۲/۱۴

چکیده

تنش شوری و خشکی یکی از مشکلات تولید فراورده‌های کشاورزی در بسیاری از نقاط دنیا و به ویژه مناطق خشک و نیمه خشک است. لذا این تحقیق به منظور بررسی اثر توأم تنش شوری و خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد گوجه فرنگی (رقم Super Strain B) جهت به کارگیری در برنامه ریزی مدیریت آبیاری در منطقه کرج اجرا شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار شامل دو فاکتور شوری و آب آبیاری اعمال شد. چهار سطح شوری آب آبیاری شامل (آب شرب) $S_1=0/7$ ، $S_2=4$ ، $S_3=8$ و $S_4=12$ دسی زمینس بر متر و سه سطح آب آبیاری شامل آبیاری کامل (100 نیاز آبی) W_1 ، $W_2=75\%W_1$ و $W_3=50\%W_1$ بود که در یک خاک با بافت شن لومی اعمال شدند. نتایج نشان داد که با افزایش شوری و تنش خشکی، مقدار عملکرد محصول کاهش یافت و حداکثر عملکرد ($3/91$ کیلو گرم در متر مربع) مربوط به تیمار W_1S_1 و حداقل آن ($0/789$ کیلو گرم در متر مربع) مربوط به تیمار W_3S_4 بود. شوری، کم آبیاری و اثر متقابل شوری و کم آبیاری بر وزن خشک اندام هوایی، طول ریشه و تبخیر و تعرق گوجه فرنگی در سطح یک درصد اثر معنی دار داشت اما بر تعداد میوه اثر معنی دار نداشت. همچنین اثر متقابل شوری و کم آبیاری بر ارتفاع گیاه و وزن خشک گیاه اثر معنی دار نداشت. تیمار W_1S_1 بیشترین و تیمار W_3S_4 کمترین رشد رویشی را در طول فصل رشد داشتند.

کلید واژه‌ها: تنش شوری و خشکی، عملکرد، گوجه فرنگی.

مقدمه

رشد می‌باشد و بیشتر پژوهش‌های مربوط به این زمینه در همین مرحله از رشد انجام گرفته است (۲۰). آستانه‌های متفاوت تحمل شوری خاک و آب و نرخ متفاوت کاهش عملکرد برای آستانه تحمل، نشان می‌دهد که گیاهان مکانیزم‌های متفاوتی برای تحمل شوری دارند. نوع خاک و شرایط محیطی نظیر کمبود فشار بخار، تشعشع و دما نیز ممکن است تحمل به شوری را تغییر دهد. آثار مخرب شوری بر رشد گیاهان ممکن است به دلیل سمیت یونی (عمدتاً Na^+ ، Cl^- و SO_4^{2-}) و تنش اسمزی باشد (۱۴). تحت شرایط تنش شوری و کم آبی، نفوذ ریشه به اعماق خاک کاهش یافته و در نتیجه وزن خشک گیاه نیز کم می‌شود (۱۶، ۱۷ و ۳۱). با افزایش شوری یا خشکی خاک، جذب همه عناصر در گیاه کاهش می‌یابد. همزمانی تنش شوری و خشکی، ماندگاری گیاه را تا ۷۱ درصد نسبت به تیمار شاهد (بدون تنش) کاهش می‌دهد. وقتی رطوبت خاک خیلی کم می‌شود، غلظت نمک در ناحیه بین ریشه و خاک به طور شگرفی افزایش می‌یابد و در زمانی که این دو تنش همزمان اتفاق می‌افتد شاید اثر تنش شوری روی گیاه

کمبود آب و شوری خاک در مناطق خشک، دو عامل مهم محدود کننده تولیدات کشاورزی هستند. شوری و تنش آبی، جذب آب و مواد غذایی را کاهش می‌دهند. تحت شرایط هر دو تنش به طور همزمان، گیاه باید انرژی بیشتری مصرف کند تا آب را جذب کند در حالی که این مقدار انرژی برای هر تنش به طور جداگانه کمتر است. در مناطق خشک و نیمه خشک، گیاهان با شدت‌های مختلف در معرض شوری و تنش آبی قرار می‌گیرند (۹ و ۲۹). استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی و مدیریت نادرست کشت و آبیاری بی‌رویه، باعث تشدید گسترش مناطق شور می‌گردد. تنش شوری از طریق پتانسیل اسمزی، سمیت یون‌ها و اختلال در جذب برخی از عناصر غذایی، آثار سوء خود را اعمال می‌کند (۱۸). تنش‌های شوری و خشکی ممکن است مراحل مختلف رشد گیاه را تحت تأثیر قرار دهند. ویژگی‌های جوانه‌زنی گونه‌های مختلف و حتی ارقام مختلف یک گونه ممکن است تحت تأثیر این تنش‌ها با یکدیگر متفاوت باشند (۱۹). حساس‌ترین مرحله رشد از نظر تنش‌های شوری و خشکی در اکثر گونه‌های گیاهی، مراحل اولیه

گوجه فرنگی را کاهش اما میزان مواد جامد محلول، درصد قند، میزان اسید سیتریک و پتاسیم را افزایش می‌دهد. جهت رفع مشکلات پیش روی کشاورزان در مراحل کاشت، داشت و برداشت گیاه گوجه فرنگی نیاز به تحقیقات گسترده و همه جانبه در تخصص‌های مختلف کشاورزی به منظور ارائه راهکارهای مناسب می‌باشد. به همین دلیل در تحقیق حاضر، اثر توأم تنش شوری و خشکی بر عملکرد و اجزای رشد و عملکرد گوجه فرنگی در منطقه کرج تحت شرایط مزرعه‌ای بررسی شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۸۸ در اراضی تحقیقاتی جنب ایستگاه هواشناسی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی واقع در شهرستان کرج اجرا شد. محل اجرای آزمایش در ۳۵ درجه و ۵۵ دقیقه عرض جغرافیایی و ۵۰ درجه و ۵۴ دقیقه طول جغرافیایی واقع شده و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۳۱۲/۵ متر است. متوسط بارندگی سالانه در منطقه ۲۶۰ میلی‌متر می‌باشد. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار شامل دو فاکتور شوری و آب آبیاری اعمال گردید. چهار سطح شوری آب آبیاری شامل (آب شرب) $S_1=0/7$ ، $S_2=4$ ، $S_3=8$ و $S_4=12$ دسی-زیمنس بر متر و سه سطح آب آبیاری شامل آبیاری کامل (۱۰۰٪ نیاز آبی) $W_1 = 75\%$ ، $W_2 = 50\%$ و $W_3 = 25\%$ بود که در یک خاک شنی لومی با وزن مخصوص ظاهری ۱/۴۱ گرم بر سانتی متر مکعب اعمال شد. تعداد ۳۶ گلدان پلاستیکی با قطر دهانه ۲۸ سانتی‌متر و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر تهیه گردید. به منظور جلوگیری از ایجاد جریان ترجیحی بین دیواره گلدان‌ها و خاک، دیواره‌ها با استفاده از چسب و ماسه پوشیده شدند. پنج سانتی‌متر بالای گلدان برای اعمال آبیاری خالی در نظر گرفته و بقیه حجم آن از خاک پر شد. جهت تعیین وزن گلدان‌ها در ظرفیت زراعی مزرعه (FC^5) و همین‌طور رفع شوری خاک، گلدان‌ها با آب شرب شهری اشباع و اجازه داده شد تا زهکشی تا ۴۸ ساعت انجام شود. بعد از این مدت گلدان‌ها با ترازوی دیجیتالی با دقت یک صدم گرم وزن شد و این وزن به عنوان وزن گلدان‌ها در FC در نظر گرفته شد. سپس گلدان‌ها در هوای آزاد، داخل خاک قرار داده شدند. نشاهای گوجه فرنگی (رقم Super Strain B) به مدت یک ماه در گلدان‌ها و در شرایط یکسان، آبیاری می‌شدند. در تاریخ ۵ شهریور ماه ۱۳۸۸، تیمارها اعمال شدند. دور آبیاری برای تمامی تیمارها ۴ روز (۵ تا ۲ مهرماه) و در اواخر دوره رشد ۶ روز (۲ تا ۲۰ مهرماه) در نظر گرفته شد. برای تعیین مقدار آب مورد نیاز در هر آبیاری، ابتدا گلدان‌ها وزن شدند و سپس از طریق اختلاف وزن اندازه‌گیری شده با وزن گلدان در ظرفیت زراعی مزرعه و در نظر گرفتن ضریب تیمارهای آبیاری (۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد)، میزان آب لازم برای هر گلدان به دست آمد. اینکار در واقع نوعی کم‌آبیاری است که به جای تأمین کامل آب مورد نیاز گیاهان، درصدی از آن

تشدید شود (۱۳). در شرایط شوری‌های زیاد و تنش‌های خشکی، کاهش جذب کلسیم توسط گیاه مشاهده شده است (۱۳، ۱۷، ۲۱ و ۲۴). گوجه فرنگی از سبزی‌های فصل گرم بوده که از لحاظ سطح زیر کشت در بین سبزیها در ایران دارای اهمیت ویژه‌ای است. این گیاه، بومی کشور پرو در آمریکای جنوبی است که اواسط قرن شانزدهم به عنوان یک گیاه زینتی مورد استفاده اروپاییان قرار گرفت. اما در اواخر قرن هیجدهم به عنوان یک گیاه خوراکی شناخته شد (۲۷). اهمیت گوجه فرنگی به لحاظ غذایی به علت وجود انواع ویتامین‌ها و املاح معدنی است که به مقادیر زیاد در آن یافت می‌شود (۱۰). گوجه فرنگی یکی از سبزی‌های مهم، خوش طعم و مفید است که به تازگی با توجه به صدور فرآورده‌های آن به دیگر کشورها، رونق بازار جهانی تولیدات حاصل از این فرآوری و امکانات وسیع تولید و فرآوری آن در ایران، اهمیت اقتصادی زیادی یافته و با توجه به ارزش آوری مناسب، مورد توجه بسیاری از متولیان کشاورزی قرار گرفته است (۳). طبق تحقیقات بوگل و همکاران^۱ (۱۱) تنش یکنواخت در طول فصل رویش گوجه فرنگی، عملکرد را به میزان زیادی کاهش می‌دهد. در گزارش‌های شریراستارا و همکاران^۲ (۳۰)، مراحل حساس گیاه گوجه فرنگی به تنش خشکی، زمان گل‌دهی و رشد میوه‌ها است. بر مبنای تحقیقی که روی گوجه‌فرنگی با دوره‌های آبیاری یک، دو و چهار روز با عمق آب ۳ و ۶ میلی‌متر در روز انجام شد، مشخص شد که در عمق آب ۶ میلی‌متر در روز، عملکرد بیشتر ولی اندازه میوه‌ها کوچکتر بود (۳) نورجو و همکاران (۸) در تحقیقی به منظور بررسی امکان صرفه جویی در مصرف آب و تأثیر کم‌آبیاری در زراعت گوجه فرنگی، به این نتیجه رسیدند که اثر تیمارهای آبیاری به میزان ۱۲۵، ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی، بر عملکرد محصول در سطح یک درصد معنی‌دار است. بطوری‌که افزایش ۲۵ درصد آب آبیاری مازاد بر نیاز آبی گیاه فقط موجب افزایش سه درصد تولید و کاهش آب آبیاری به میزان ۲۵ و ۵۰ درصد به ترتیب موجب کاهش عملکرد به مقدار ۲۹/۳ و ۴۰/۶ درصد شده است. آنان همچنین گزارش نمودند که میزان آب آبیاری در سطح ۵ درصد بر مقدار مواد جامد محلول مؤثر بود و با افزایش میزان آب آبیاری، از درصد مواد جامد محلول کاسته شده ولی تأثیر آن بر مقدار اسیدیته و pH محصول معنی‌دار روبینو و تارانینو^۳ (۲۶) با اعمال هشت تیمار آبیاری (۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰، ۱۰۰، ۱۲۰، ۱۴۰ و ۱۶۰ درصد تبخیر و تعرق) نشان دادند که ماده خشک گوجه فرنگی با افزایش میزان آبیاری کاهش می‌یابد. همچنین مجموع مواد جامد محلول میوه به طور متوسط در تیمارهای کم آبیاری بیشتر بوده ولی اسیدیته نسبت به آبیاری تغییر نداشت است. میشل و همکاران^۴ (۲۳) نشان دادند که کم آبیاری، عملکرد و آب ذخیره شده در

1. Bogle et al.
2. Shrirastara et al.
3. Rubino and Tarantino.
4. Mitchell et al.

گیاه باید صرف جذب آب از خاک نماید افزایش می‌یابد که این عمل باعث کاهش جذب آب، افزایش تنفس و کاهش ارتفاع و عملکرد گیاه می‌شود (۱۲). انصاری و همکاران (۲) گزارش کردند که عملکرد ذرت زودرس در سطوح مختلف آبیاری با کاهش میزان آب داده شده، کاهش محسوس را نشان داد. مالاش و همکاران^۲ (۲۲) نیز اعلام کردند با افزایش شوری آب آبیاری، عملکرد محصول گوجه فرنگی کاهش می‌یابد. نوری و همکاران (۸) به منظور بررسی امکان صرفه جویی در مصرف آب و تاثیر کم آبیاری در زراعت گوجه فرنگی به این نتیجه رسیدند که کاهش آب آبیاری به میزان ۲۵ و ۵۰ درصد به ترتیب موجب کاهش عملکرد به مقدار ۲۹/۳ و ۴۰/۶ درصد شده است.

ب) قطر میوه

نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان می‌دهد که شوری بر قطر میوه گوجه فرنگی در سطح یک درصد اثر معنی‌داری داشته است در حالی که کم آبیاری و اثر متقابل شوری و کم آبیاری بر قطر میوه اثر معنی‌دار نداشته است. به طوری که بیشترین قطر میوه (۴/۱۲ سانتی‌متر) مربوط به تیمار W_1S_1 و کمترین آن (۲/۴۹ سانتی‌متر) مربوط به تیمار W_3S_4 می‌باشد. همان‌طور که شکل ۱ نشان می‌دهد با افزایش شوری قطر میوه نسبت به تیمار شاهد (S_1)، در تیمارهای S_2 ، S_3 و S_4 به ترتیب ۲۰/۳۲، ۲۱/۳۱ و ۳۶/۱۲ درصد کاهش یافته است. روند کاهش قطر میوه نشان می‌دهد از شوری S_2 به بعد، این کاهش قابل اغماض است و معنی‌دار نمی‌باشد. با توجه به نتایج این تحقیق می‌توان گفت که در شرایط تنش شوری احتمالاً کاهش رشد ریشه و جذب عناصر غذایی و نیز کاهش رشد اندام هوایی و تولید مواد فتوسنتزی در زمان شکل‌گیری میوه سبب کاهش قطر میوه شده است. دل‌امار و همکاران^۳ (۱۵) اعلام کردند که شوری آب آبیاری اثر معنی‌دار در کاهش قطر و تعداد میوه گوجه فرنگی دارد ولی کیفیت محصول را افزایش می‌دهد که با نتایج این مطالعه مطابقت دارد.

ج) تعداد میوه

نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان می‌دهد که شوری، کم آبیاری و اثر متقابل شوری و کم آبیاری بر تعداد میوه اثر معنی‌دار نداشته است ولی به‌طور کلی با افزایش تنش شوری و خشکی تعداد میوه کاهش می‌یابد به‌طوری که بیشترین آن (۴/۶۷) مربوط به تیمار W_2S_1 و کمترین آن (۲) مربوط به تیمار W_3S_3 بود. دل‌امار و همکاران (۱۵) اعلام کردند که شوری آب آبیاری اثر معنی‌داری در کاهش قطر و تعداد میوه گوجه فرنگی دارد ولی

در هر بار آبیاری تأمین می‌شود (۵). همچنین به منظور ایجاد شرایط طبیعی مزرعه، هنگام آبیاری گلدان‌ها اطراف آنها نیز آبیاری می‌شد. از آنجا که آب مورد نیاز در این طرح شامل چهار شوری ۰/۷ (آب شرب)، ۴، ۸ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر بود، لذا این کیفیت‌ها از طریق اختلاط آب شرب شهری با مقدار مشخصی سنگ نمک طبیعی که مقدار آن در هر آبیاری با دستگاه EC متر محاسبه می‌شد، تهیه گردید. برای بررسی اثر تنش‌های شوری و خشکی و همچنین اثر توأم این تنش‌ها بر روی رشد قسمت هوایی گیاه در طول دوره رشد، ارتفاع گیاه قبل از هر آبیاری و همچنین بعد از برداشت محصول اندازه‌گیری شد. در تاریخ ۲۱ مهرماه به دلیل سرد شدن هوا، اقدام به برداشت محصول شد. سپس وزن کل میوه، وزن خشک گیاه، ارتفاع گیاه، قطر و تعداد میوه، طول ریشه، وزن تر و خشک ریشه اندازه‌گیری شد. وزن میوه و وزن ریشه‌ها به ترتیب با استفاده از ترازوهای دیجیتال با دقت یک‌صدم و یک‌هزارم گرم اندازه‌گیری شدند. داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS تحلیل و میانگین‌ها با آزمون دانکن^۱ مقایسه شدند.

از آنجایی که نیاز آبی تیمارهای مختلف براساس بیلان وزنی رطوبت خاک به منظور جبران رطوبت تا حد FC تعیین می‌شد، در نتیجه مجموع مقادیر آبیاری در طول فصل رشد برای هر تیمار به عنوان تبخیر و تعرق کل گیاه در طول فصل رشد در نظر گرفته شد.

نتایج و بحث

عملکرد و اجزای عملکرد گوجه فرنگی

الف) عملکرد

نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان می‌دهد که شوری، کم آبیاری و اثر متقابل شوری و کم آبیاری بر عملکرد گوجه فرنگی در سطح یک درصد اثر معنی‌دار داشته است و حداکثر عملکرد (۳/۹۱ کیلو گرم در متر مربع) مربوط به تیمار W_1S_1 و حداقل آن (۰/۷۸۹ کیلو گرم در متر مربع) مربوط به تیمار W_3S_4 می‌باشد. جدول ۲ اثر تنش شوری و خشکی را بر عملکرد و اجزای عملکرد گوجه فرنگی نشان می‌دهد. در جدول ۲ مشاهده می‌شود که در یک سطح آبیاری مشخص (W_1)، با افزایش شوری، عملکرد گوجه فرنگی برای تیمارهای W_1S_2 ، W_1S_3 و W_1S_4 بترتیب ۲۳، ۵۱/۱ و ۶۹/۴ درصد کاهش یافته است. همچنین در یک سطح شوری مشخص (S_1)، با افزایش تنش خشکی، عملکرد برای تیمارهای W_2S_1 و W_3S_1 به ترتیب ۱۰/۵ و ۵۳/۸ درصد کاهش یافته است. گیاه گوجه فرنگی درست بعد از نشاکاری، در دوره گل‌دهی و شکل‌گیری عملکرد به کمبود آب و تنش شوری حساس می‌باشد به طوری که کمبود آب در دوره گل‌دهی سبب ریزش گل‌ها می‌شود. با افزایش غلظت املاح، فشار اسمزی محلول خاک زیاد می‌شود، در نتیجه مقدار انرژی که

2. Malash et al.
3. Del Amor et al.

1. Duncan.

S_2 ، S_3 و S_4 به ترتیب ۱۳/۶۲، ۴۳/۱۴ و ۵۷/۳۹ درصد کاهش یافته است. همچنین تیمار S_1 با تیمارهای S_2 و S_3 اختلاف معنی‌دار ندارد ولی با تیمار S_4 این اختلاف معنی‌دار است. کمبود آب و تنش شوری به خصوص در دوره رشد رویشی، توسعه ریشه را کاهش می‌دهد که این امر دلیل اصلی اختلاف در وزن خشک ریشه در تیمارهای مختلف می‌باشد.

(و) طول ریشه

نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان می‌دهد که شوری، کم‌آبایی و اثر متقابل شوری و کم‌آبایی بر طول ریشه در سطح یک درصد اثر معنی‌دار داشته است. بیشترین طول ریشه (۷۳/۸ سانتی‌متر) مربوط به تیمار W_1S_1 و کمترین آن (۴۸/۳۳ سانتی‌متر) مربوط به تیمار W_3S_4 می‌باشد. همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود در یک سطح آبیاری مشخص (W_1)، با افزایش شوری، طول ریشه برای تیمارهای W_1S_2 ، W_1S_3 و W_1S_4 به ترتیب ۳/۱۱، ۱۰/۱۶ و ۱۶/۹۷ درصد کاهش و همچنین در یک سطح شوری مشخص (S_1)، با افزایش تنش خشکی، طول ریشه برای تیمارهای W_2S_1 و W_3S_1 به ترتیب ۳/۰۷ و ۱۳/۷۳ درصد، کاهش یافته است. تحت شرایط تنش شوری و کم‌آبی، نفوذ ریشه به اعماق خاک کاهش می‌یابد و به عبارتی طول ریشه کمتر می‌شود (۱۷ و ۳۱).

(ز) تبخیر و تعرق

نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان می‌دهد که شوری، کم‌آبایی و اثر متقابل شوری و کم‌آبایی بر تبخیر و تعرق در سطح یک درصد اثر معنی‌دار داشته است و بیشترین تبخیر و تعرق (۴۰۵/۴ میلی‌متر) مربوط به تیمار W_1S_1 و کمترین آن (۲۳۰/۵ میلی‌متر) مربوط به تیمار W_3S_4 می‌باشد. در جدول ۲ مشاهده می‌شود که در یک سطح آبیاری مشخص (W_1)، با افزایش شوری، تبخیر و تعرق برای تیمارهای W_1S_2 ، W_1S_3 و W_1S_4 به ترتیب ۱۰/۷، ۱۸/۲ و ۲۳/۶ درصد کاهش یافته است. همچنین در یک سطح شوری مشخص (S_1)، با افزایش تنش خشکی، تبخیر و تعرق برای تیمارهای W_2S_1 و W_3S_1 به ترتیب ۹/۶ و ۳۱/۲ درصد، کاهش یافته است. می‌توان گفت در شرایط تنش خشکی، کاهش تبخیر و تعرق به دلیل کمبود آب و در شرایط تنش شوری به دلیل کاهش جذب آب در اثر پایین رفتن پتانسیل اسمزی محیط ریشه می‌باشد. به طور کلی اگر پتانسیل خاک یا محلولی که گیاه در آن می‌روید کاهش یابد، اختلاف پتانسیل که نیروی محرکه جذب است نیز کاهش یافته و در نتیجه میزان آب تقلیل پیدا می‌کند (۷). رومرو آراندا و همکاران^۳ (۲۵) اعلام کردند که شوری آب آبیاری جذب آب، نسبت تعرق به جذب و جذب CO_2 و به دنبال آن رشد و انتقال مواد غذایی داخل گیاه را کاهش می‌دهد.

کیفیت محصول را افزایش می‌دهد که تقریباً با نتایج این مطالعه مطابقت دارد.

(د) وزن خشک اندام هوایی

نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان می‌دهد که شوری، کم‌آبایی و اثر متقابل شوری و کم‌آبایی بر وزن خشک اندام هوایی گوجه فرنگی در سطح یک درصد معنی‌دار بوده است. جدول ۲ نشان می‌دهد در یک سطح آبیاری مشخص (W_1)، با افزایش شوری، وزن خشک اندام هوایی برای تیمارهای W_1S_3 و W_1S_4 به ترتیب ۲۶/۴۵ و ۴۲/۶۴ درصد کاهش و برای تیمار W_1S_2 ، ۱۷/۵۸ درصد افزایش یافته است. همچنین در یک سطح شوری مشخص (S_1)، با افزایش تنش خشکی، وزن خشک اندام هوایی برای تیمارهای W_2S_1 و W_3S_1 به ترتیب ۱۹/۶۵ و ۶۵/۳۷ درصد کاهش یافته است. به طوری که بیشترین وزن خشک اندام هوایی (۶۰ گرم) مربوط به تیمار W_1S_2 و کمترین آن (۱۷/۶۷ گرم) مربوط به تیمار W_3S_1 می‌باشد. با افزایش غلظت املاح، فشار اسمزی محلول خاک زیاد می‌شود. همچنین با افزایش فشار اسمزی، رشد ریشه، سرعت رشد و رشد رویشی گیاه کاهش می‌یابد در نتیجه وزن خشک اندام هوایی کاهش می‌یابد. گریو و همکاران^۱ (۱۷) و ییلدیریم و همکاران^۲ (۳۱) گزارش کردند که تحت شرایط تنش شوری و کم‌آبی، نفوذ ریشه به اعماق خاک کاهش یافته و در نتیجه وزن خشک گیاه نیز کم می‌شود. همچنین سلطانی و همکاران (۶) اعلام کردند که شوری و کم‌آبایی در سطح یک درصد بر درصد ماده خشک کلزا معنی‌دار شد به طوری که در اثر اعمال توأم تیمارهای شوری و کم‌آبایی بر کلزا، با افزایش شوری تا ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر، درصد ماده خشک ۱۴/۶ درصد افزایش و سپس در شوری ۱۳ دسی‌زیمنس بر متر ۱۰/۹ درصد کاهش یافت. درصد ماده خشک گیاه در تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی نسبت به تیمار آبیاری کامل حدود ۶/۵ درصد کاهش یافت ولی این کاهش معنی‌دار نبود.

(ه) وزن خشک ریشه

نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان می‌دهد که کم‌آبایی و شوری بر وزن خشک ریشه در سطح یک درصد معنی‌دار بوده، در حالی که اثر متقابل شوری و کم‌آبایی بر وزن خشک ریشه اثر معنی‌دار نداشته است. به طوری که بیشترین وزن خشک ریشه (۱۱/۴۲ گرم) مربوط به تیمار W_1S_1 و کمترین آن (۲/۳۷ گرم) مربوط به تیمار W_3S_4 می‌باشد. شکل ۲ نشان می‌دهد که با افزایش تنش خشکی، وزن خشک ریشه نسبت به تیمار شاهد (W_1)، در تیمارهای W_2 و W_3 به ترتیب ۷/۴۴ و ۳۴/۴۸ درصد کاهش یافته است. با توجه به شکل ۳، با افزایش شوری، وزن خشک ریشه نسبت به تیمار شاهد (S_1) در تیمارهای

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس پارامترهای اندازه‌گیری شده در آزمایش توأمان تنش شوری و خشکی

میانگین مربعات (M.S)				منابع تغییرات
خطا	شوری × خشکی	شوری	خشکی	
۲۴	۶	۳	۲	درجه آزادی
۰/۰۵۸	۰/۶۱ ^{**}	۸/۲۲۳ ^{**}	۵/۰۶ ^{**}	عملکرد
۰/۳۸	۰/۳۵ N.S	۳/۰۶ ^{**}	۰/۲ N.S	قطر میوه
۱/۱۴	۰/۷۴ N.S	۲/۵۲ N.S	۲/۱۱ N.S	تعداد میوه
۲۲/۹۷	۱۲۹/۰۹ ^{**}	۸۱۸/۰۱ ^{**}	۱۶۹۶/۹۶ ^{**}	وزن خشک اندام هوایی
۰/۸۱	۰/۴۸ N.S	۶۱/۶ ^{**}	۲۷/۳ ^{**}	وزن خشک ریشه
۰/۵۲	۳/۳۱ ^{**}	۳۱۲/۹۴ ^{**}	۴۰۴/۲۴ ^{**}	طول ریشه
۱۰/۲۷۴	۸۴۹/۱۵ ^{**}	۱۳۲۷/۵ ^{**}	۳۱۱۹۹/۷ ^{**}	تبخیر و تعرق
۲/۸۴	۱/۷۲ N.S	۹۰/۵۷ ^{**}	۱۸۲/۶۵ ^{**}	ارتفاع گیاه

^{**} معنی‌دار در سطح یک درصد و NS معنی‌دار نمی‌باشد.

جدول ۲- اثر توأمان تنش شوری و خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد

تیمار	عملکرد (kg)	وزن خشک اندام هوایی (gf)	طول ریشه (cm)	تبخیر و تعرق (mm)
W ₁ S ₁	۳/۹۱ a	۵۱/۰۳ b	۷۳/۸ a	۴۰۵/۴ a
W ₁ S ₂	۳/۰۱ c	۶۰ a	۷۱/۵ b	۳۶۲ b
W ₁ S ₃	۱/۹۱۲ de	۳۷/۵۳ c	۶۶/۳ d	۳۳۱/۹ c
W ₁ S ₄	۱/۱۹۸ ghi	۲۹/۲۷ d	۶۱/۲۷ f	۳۰۹/۹ d
W ₂ S ₁	۳/۴۹۸ b	۴۱ c	۷۱/۵۳ b	۳۶۵/۶ b
W ₂ S ₂	۲/۲۸ d	۴۵bc	۶۸/۷۷ c	۳۱۳/۴ d
W ₂ S ₃	۱/۴۷۵ fg	۲۴/۶۷ de	۶۲/۳۳ f	۲۷۱/۸ f
W ₂ S ₄	۰/۶۰۲ j	۱۹/۳۳ e	۵۹/۲۳ g	۲۳۹/۴ h
W ₃ S ₁	۱/۸۰۸ ef	۱۷/۶۷ e	۶۳/۶۷ e	۲۷۹ e
W ₃ S ₂	۱/۳۰۲ gh	۲۶/۶۷ de	۶۰/۰۳ g	۲۵۴ g
W ₃ S ₃	۰/۹۵۸ hij	۱۹ e	۵۶/۲۷ h	۲۳۸/۲ h
W ₃ S ₄	۰/۷۸۸ ij	۱۹/۳۷ e	۴۸/۳۳ i	۲۳۰/۵ i

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک هستند از لحاظ آماری در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

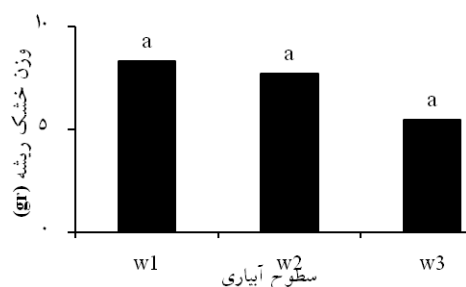
ح) ارتفاع گیاه

نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان می‌دهد که کم‌آبیاری و شوری بر ارتفاع گیاه در سطح یک درصد اثر معنی‌دار داشته در حالی که اثر متقابل شوری و کم‌آبیاری بر ارتفاع گیاه اثر معنی‌دار نداشته است. به طوری که بیشترین ارتفاع گیاه (۳۷/۶ سانتی‌متر) مربوط به تیمار W₁S₁ و کمترین آن (۲۲/۵۰ سانتی‌متر) مربوط به تیمار W₃S₄ می‌باشد. شکل ۴ نشان می‌دهد با افزایش تنش خشکی، ارتفاع گیاه نسبت به تیمار شاهد (W₁) در تیمارهای W₂ و W₃ به ترتیب ۱۰/۷ و ۲۳/۶ درصد کاهش یافته است و با توجه به شکل ۵، با افزایش شوری ارتفاع گیاه نسبت به تیمار شاهد (S₁) در تیمارهای S₂، S₃ و S₄ به ترتیب ۹/۹۲، ۱۸/۳۵ و ۲۱/۱۱ درصد کاهش یافته است. همین‌طور شکل ۶ نشان می‌دهد که تیمار W₁S₁ بیشترین و تیمار W₃S₄ کمترین رشد رویشی را در طول فصل رشد داشته‌اند. به طوری که در تیمار آبیاری کامل (W₁)، تنش شوری اثر کمتری نسبت به تنش خشکی بر روی رشد رویشی گوچه فرنگی داشته است. به عبارتی با افزایش تنش شوری، رشد رویشی نسبت به زمانی که تنش خشکی اعمال می‌شود، کمتر کاهش یافته است. در تنش‌های خشکی بالاتر با افزایش تنش شوری رشد رویشی گیاه به شدت کاسته شده است. در شکل ۶ محور افقی نشان دهنده زمان‌های اندازه‌گیری ارتفاع گیاه به ترتیب در تاریخ‌های ۱۱/۱۶، ۱۹/۱۶، ۲۳/۱۶، ۲۷/۱۶، ۰۲/۱۷، ۰۷/۱۷ و ۲۰/۱۷ می‌باشد. با افزایش

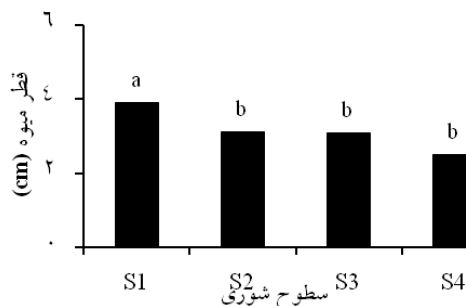
نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان می‌دهد که کم‌آبیاری و شوری بر ارتفاع گیاه در سطح یک درصد اثر معنی‌دار داشته در حالی که اثر متقابل شوری و کم‌آبیاری بر ارتفاع گیاه اثر معنی‌دار نداشته است. به طوری که بیشترین ارتفاع گیاه (۳۷/۶ سانتی‌متر) مربوط به تیمار W₁S₁ و کمترین آن (۲۲/۵۰ سانتی‌متر) مربوط به تیمار W₃S₄ می‌باشد. شکل ۴ نشان می‌دهد با افزایش تنش خشکی، ارتفاع گیاه نسبت به تیمار شاهد (W₁) در تیمارهای W₂ و W₃ به ترتیب ۱۰/۷ و ۲۳/۶ درصد کاهش یافته است و با توجه به شکل ۵، با افزایش شوری ارتفاع گیاه نسبت به تیمار شاهد (S₁) در تیمارهای S₂، S₃ و S₄ به ترتیب ۹/۹۲،

کردند که اثر دور آبیاری و نیاز آبی در سطح یک درصد اختلاف معنی‌دار بر ارتفاع بوته ذرت دانه‌ای داشت و بیشترین ارتفاع بوته (۲۱۱/۱ سانتی‌متر) در دور آبیاری ۱۱ روز و نیاز آبی ۱۰۰ درصد (۲۱۱ سانتی‌متر) و کمترین ارتفاع بوته برای دور آبیاری ۱۹ روز (۱۸۹/۳ سانتی‌متر) به دست آمد. سوآب^۱ (۲۸) نیز اعلام کرده که افزایش مقدار NaCl به بیش از ۶۰۰۰ ppm در آب آبیاری باعث کاهش ارتفاع گیاه، سطح برگ، رشد ریشه یونجه شده و در نهایت کاهش محصول گردید.

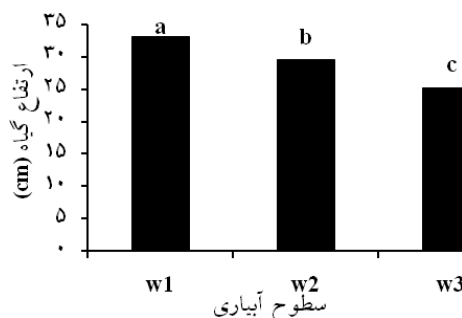
غلظت املاح، فشار اسمزی محلول خاک زیاد می‌شود، در نتیجه مقدار انرژی که گیاه باید صرف جذب آب از خاک نماید افزایش می‌یابد که این عمل باعث افزایش تنفس و کاهش ارتفاع و عملکرد گیاه می‌شود (۱۲). همچنین با افزایش فشار اسمزی محلول خاک، سرعت رشد و رشد رویشی گیاه کاهش می‌یابد (۴). انصاری و همکاران (۲) گزارش کردند که ارتفاع ذرت زودرس در سطوح مختلف آبیاری با کاهش میزان آب داده شده، کاهش محسوسی را نشان داد. همچنین احمدآلی و خلیلی (۱) اعلام



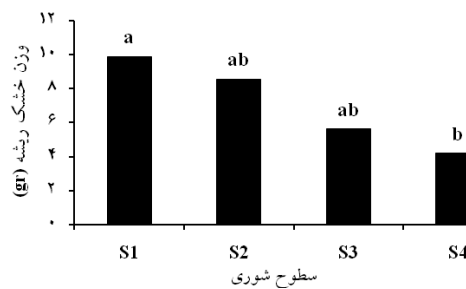
شکل ۲- اثر تنش خشکی بر وزن خشک ریشه



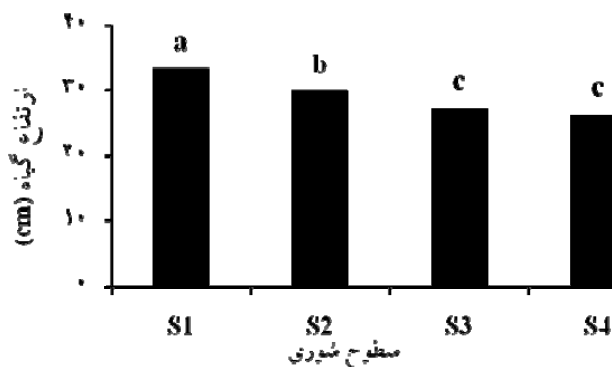
شکل ۱- اثر تنش شوری بر قطر میوه



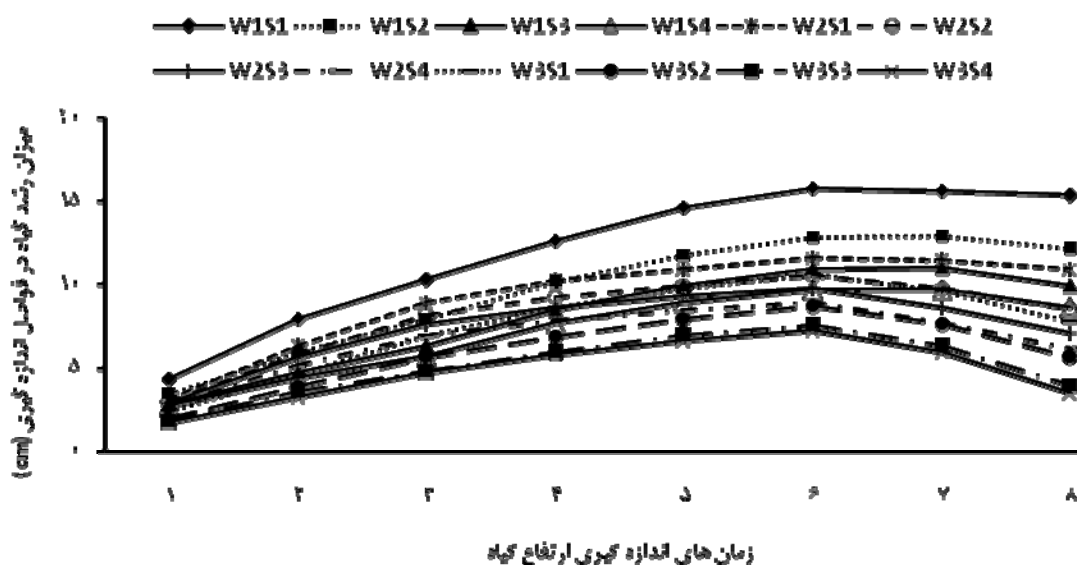
شکل ۴- اثر تنش خشکی بر ارتفاع گیاه



شکل ۳- اثر تنش شوری بر وزن خشک ریشه



شکل ۵- اثر تنش شوری بر ارتفاع گیاه



شکل ۶- میزان افزایش ارتفاع گوجه فرنگی در فواصل اندازه‌گیری

نتیجه‌گیری

در آزمایش اثر توأمان تنش شوری و خشکی بر گوجه فرنگی، با افزایش شوری و همین‌طور افزایش تنش خشکی، مقدار عملکرد محصول کاهش یافت. بیشترین عملکرد (۳/۹۱ کیلو گرم در متر مربع) مربوط به تیمار W_1S_1 و کمترین آن (۰/۷۸۹ کیلو گرم در متر مربع) مربوط به تیمار W_3S_4 بود. در یک سطح شوری مشخص (S_1)، با افزایش تنش خشکی، عملکرد برای تیمارهای W_2S_1 و W_3S_1 به ترتیب ۱۰/۵ و ۵۳/۸ درصد کاهش یافت. نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس نشان داد که شوری، خشکی و اثر متقابل شوری و خشکی بر وزن خشک اندام هوایی، طول ریشه و تبخیر و تعرق گوجه فرنگی در سطح یک درصد اثر معنی‌دار داشت ولی بر تعداد میوه معنی‌دار نبود. در یک سطح آبیاری مشخص (W_1)، با افزایش شوری، وزن خشک اندام هوایی برای تیمارهای

W_1S_3 و W_1S_4 به ترتیب ۲۶/۴۵ و ۴۲/۶۴ درصد کاهش و برای تیمار W_1S_2 ، ۱۷/۵۸ درصد افزایش یافت. می‌توان این-طور نتیجه گرفت که با افزایش شوری تا یک مقدار مشخص (۴ دسی زیمنس بر متر)، وزن خشک اندام هوایی افزایش و از آن به بعد کاهش داشت. اثر متقابل شوری و خشکی بر ارتفاع گیاه و وزن خشک گیاه اثر معنی‌دار نداشت. تیمار W_1S_1 بیشترین و تیمار W_3S_4 کمترین رشد رویشی را در طول فصل رشد داشتند. به عبارتی با افزایش تنش شوری، رشد رویشی نسبت به زمانی که تنش خشکی اعمال می‌شد، کمتر کاهش یافت ولی در تنش‌های خشکی بالاتر با افزایش تنش شوری رشد رویشی گیاه به شدت کاهش یافت.

منابع

۱. احمدآلی، ج. و م. خلیلی. ۱۳۸۶. ارزیابی اثر کم‌آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای در منطقه میان‌دوآب. مجله پژوهش آب ایران، جلد یک، شماره یک، صفحات ۲۳-۱۷.
۲. انصاری، ح. میر لطفی، س. م. و ع. ا. فرشی. ۱۳۸۵. تأثیر کم‌آبیاری بر عملکرد و کارایی مصرف آب ذرت زودرس. مجله علوم خاک و آب. جلد دوم، شماره دوم، صفحات ۴۷-۵۷.

۳. بهنامیان، م. و س. مسیحا. ۱۳۸۱. گوجه‌فرنگی. انتشارات ستوده.
۴. رحیمی‌تنها، ح. مجیدی، ا. و م. شهبازی. ۱۳۷۷. ارزیابی شاخصهای فیزیولوژی بر مقاومت به تنش شوری در سورگوم علوفه‌ای. چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات مؤسسه تحقیقات اصلاح بذر و نهال.
۵. سپاسخواه، ع. توکلی، ع. و س. ف. موسوی. ۱۳۸۵. اصول و کاربرد کم‌آبیاری و زهکشی ایران، نشریه شماره ۱۰۰، ۲۸۸ صفحه.
۶. سلطانی، س. موسوی، س. ف. و ب. مصطفی‌زاده فرد. ۱۳۸۷. اثر توأم کم‌آبیاری و شوری بر میزان عناصر غذایی و ماده خشک کلزا و پروفیل شوری خاک تحت شرایط گلخانه‌ای. مجله پژوهش آب ایران، جلد دوم، شماره سوم، صفحات ۶۵-۷۶.
۷. علیزاده، ع. ۱۳۸۴. رابطه آب، خاک و گیاه. انتشارات دانشگاه امام رضا.
۸. نورجو، ا. زمردی، ش. و ع. امامی. ۱۳۸۰. بررسی اثرات سطوح مختلف آبیاری در زراعت گوجه فرنگی. مجموعه مقالات اولین کنفرانس ملی بررسی راهکارهای مقابله با بحران آب، جلد سوم.
۹. همایی، م. ۱۳۸۱. واکنش گیاهان به شوری. انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، شماره ۵۸.
10. Abushita, A. A. Daood, H. G. and A. Biacsp. 2000. Change in carotenoids and antioxidant vitamins in tomato as a function of varietal and technological factors. American Chemical Society. 48: 2075- 2081.
11. Bogle, C. R. Hatrz, T. K. and C. Nunez. 1989. Comparision of subsurface trickle and furrow irrigation on plastic-mulched and bare soil for tomato production. Journal of the American Society, for Horticultural Science, 114(1): 40- 43.
12. Branson, F. A. Miller, R. F. and J. S. Mcqueen. 1967. Geographic distribution and factors affection. The distribution of salt desert shrubs in the United State. Journal of Range Management, 20: 287 - 296.
13. Brown, C. E. Pezeshki, S. R. and R. D. DeLaune. 2006. The effects of salinity and soil drying on nutrient uptake and growth of *Spartina alterniflora* in a simulated tidal system. Environmental and Experimental Botany, 58: 140-148.
14. Chinnusamy, V. Jagendorf, A. and J. K. Zhu. 2005. Understanding and improving salt tolerance in plants. Crop Science, 45: 437-448.
15. Del Amor, F. M. Martinez, V. and A. Cerda. 2001. Salt tolerance of tomato plants as affected by stage of plant development. Hortscience, 36(7):1260-1263.
16. Frota, J. N. E. and T. C. Tucker. 1978. Absorption rates of ammonium and nitrate by red kidney beans under salt and water stress. Soil Science Society of America Journal, 42: 753-756.
17. Grieve, C. M. Shannon, M. C. and D. A. Dierig. 1999. Salinity effects on growth, shoot-ion relations and seed production of *Lesquerella fendleri*. Reprinted from: Perspectives on New Crops and New Uses. J. Janick (Ed.). ASHS Press. Alexandria. VA.
18. Khan, A. H. and M.Y. Ashraf . 1988. Effect of sodium chloride on growth and mineral composition of sorghum. Acta Physiologiae Plantarum, 10(3): 257-264.
19. Salim, M. 1989. Salinity effects on growth and ionic relations of two triticale varieties differing in salt tolerance. Journal of Agronomy, 162(1): 35-42.

20. Zekri, M. and L. R. Parsons. 1990. Comparative effects of NaCl and polyethylene glycol on root distribution, growth and stomatal conductance of sour orange seedlings. *Plant Soil*, 129: 137-143.
21. Lynch J. and A. Lauchli. 1988. Salinity effects intracellular calcium in corn root protoplasts. *Plant Physiology*, 87: 351-356.
22. Malash, N. M. Flowers, T. J. and R. Ragab. 2008. Effect of irrigation methods, management and salinity of irrigation water on tomato yield, soil moisture and salinity distribution. *Irrigation Science*, 26: 313-323.
23. Mitchell, J. P. Shennan, C. Grarran, S. R. and D. M. May. 1991. Tomato fruit yields and quality under deficit and salinity. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 116:215.
24. Rengel, Z. 1992. The role of calcium in salt toxicity. *Plant, Cell and Environment*, 15. 625- 632.
25. Romero-Aranda, R. Sorai, T. and J. Cuartero. 2001. Tomato plant-water uptake and plant-water relationships under saline growth conditions. *Plant Science*, 160: 265-272.
26. Rubino, P. and E. Tarantino. 1988. Influence of irrigation techniques on behaviour of some processing tomato cultivars. *Acta- Horticultras*, 228:109-118.
27. Saggu, S. S. and M. P. Kaushal. 1992. Comparison of drip and furrow irrigation systems for Tomato crop. *Journal of Research, Punjab Agricultural University*, 29(1): 91- 98.
28. Saoub, H. M. 2002. Response of six medicago sativa cultivars to NaCl concentrations in irrigation water. *Pakistan Journal of Agronomy*, 1(4):107-109.
29. Shani, U. and L. M. Dudley. 2001. Field studies of crop response to water and salt stress. *Soil Science Society of America Journal*, 65: 1522-1528.
30. Shrirastara, P. K. Parikh, M. M. Sawani, N. G. and S. Raman. 1994. Effect of drip irrigation and mulching on tomato yield. *Agricultural Water Management*, 25(2): 179- 184.
31. Yildirim, E. Taylor, A. G. and T. D. Spittler. 2006. Ameliorative effects of biological treatments on growth of squash plants under salt stress. *Scientia Horticulturae*, 111: 1-6.