

بررسی تأثیر تنش‌های کم‌آبیری و شوری بر خصوصیات مورفولوژیک گیاه گوجه‌فرنگی

سید رضا حسینی^۱، حسین شریفان^۲، کامبیز مشایخی^۲، ابوطالب هزارجریبی^۲

۱- کارشناس ارشد آبیاری و زهکشی ۲- عضو هیئت علمی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

چکیده

تنش‌های آبی و شوری یکی از مشکلات تولید فرآورده‌های کشاورزی در بسیاری از نقاط دنیا است. در طول دهه‌های اخیر راهکارهای متفاوتی برای بهره‌برداری از آب و خاک شور در ایران و جهان مورد استفاده قرار گرفته است. لذا این تحقیق به منظور بررسی اثرات توأمان تنش‌های کم‌آبیری و شوری بر خصوصیات مورفولوژیک (رویشی) گیاه گوجه‌فرنگی (رقم Super Strain B) جهت بکارگیری در برنامه‌ریزی مدیریت آبیاری در گلخانه گرگان اجرا شد. آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۸ تکرار شامل دو فاکتور آب آبیاری و شوری اعمال شد. فاکتور اول، میزان آب آبیاری در ۴ سطح که عبارتند از: ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی و فاکتور دوم، ۵ سطح شوری آب آبیاری شامل: آب معمولی (شاهد) $S_1=0/7$ ، $S_2=1/5$ ، $S_3=2/5$ ، $S_4=3/5$ و $S_5=5$ دسی‌زیمنس بر متر بود که در یک خاک با بافت شنی لومی اعمال شدند. اثر متقابل تنش شوری و آبی بر وزن تر ریشه گوجه‌فرنگی در تیمار S_2I_1 با تیمارهای S_1I_4 ، S_1I_3 ، S_1I_2 ، S_2I_4 و S_2I_1 هم‌چنین در ارتفاع بخش هوایی گیاه، تیمار S_5I_4 نسبت به تیمارهای S_2I_1 و S_2I_2 تأثیر معنی‌داری از طریق اعمال توأم شوری و آبی مشاهده شد. **واژه‌های کلیدی:** تنش‌های کم‌آبیری و شوری، ظرفیت زراعی، گیاه گوجه‌فرنگی، خصوصیات مورفولوژیک (رویشی)

مقدمه

آب یکی از مهم‌ترین منابع مورد نیاز جامعه بشری است. موضوع چگونگی حفظ این منبع حیاتی و بهره‌برداری بهینه از آن، یکی از مهم‌ترین چالش‌های قرن حاضر است. از کل ۱۳۰ میلیارد متر مکعب آب‌های تجدیدشونده در سطح کشور حدود ۱۰۵

میلیارد متر مکعب را جریان‌های سطحی و ۲۵ میلیارد متر مکعب را جریان‌های نفوذی به منابع آب‌های زیرزمینی تشکیل می‌دهد (محمدی و همکاران، ۱۳۸۹). در شرایط فعلی از کل آب‌های قابل استحصال در سطح کشور (۸۷/۵ میلیارد متر مکعب)، رقمی بالغ بر ۸۲ میلیارد متر مکعب یعنی ۹۴ درصد به بخش کشاورزی اختصاص یافته است در این راستا، محدودیت منابع آب و خاک به دلیل موقعیت جغرافیایی و اقلیمی کشور از یک سو و ضرورت تحقق‌پذیری آرمان خودکفایی در امور زیربنایی از سوی دیگر، موجبات بهره‌برداری بهینه از منابع آب و خاک موجود در سطح کشور را امری اجتناب‌ناپذیر می‌سازد (خلیلی راد و همکاران، ۱۳۸۹).

تنش‌های محیطی در زمره مهم‌ترین فاکتورهای محدودکننده برای تولید در سیستم کشاورزی به شمار می‌روند. علاوه بر خصوصیات درونی ویژه گیاهی، بخش قابل توجهی از عملکرد سالانه محصولات کشاورزی توسط تنش زنده یا تحت تأثیر تنش‌های غیر زنده شامل دماهای خارج از محدوده رشد گیاهی، خشکسالی یا شوری خاک از دست می‌رود. در بسیاری از موارد، هر دو فاکتورهای زنده و غیر زنده سبب تشدید اثرات مخرب عوامل بیماری‌زا و ائتلاف عملکرد می‌شوند (احمدی‌خواه، ۱۳۸۸).

با توجه به ارزش آب در کشاورزی و محدودیت این منبع مهم و حیاتی و وجود خشکسالی‌های متناوب در کشور صرفه-جویی در مصرف آب و استفاده بهینه از آب موجود امری لازم و ضروری به نظر می‌رسد. امروزه تکنیک کم‌آبیری یکی از راه-های مؤثر و عملی است که می‌تواند حداقل آب مصرفی با عملکرد قابل قبول و اقتصادی را تعیین و توجیه نماید. کم-آبیری در واقع تعیین کننده حد مجاز کاهش عملکرد ناشی

از کاهش آب مصرفی است. در این تکنیک با کاهش مقدار آب مصرفی و تعیین حد بهینه آن هر چند عملکرد در واحد سطح به ظاهر کاهش می‌یابد ولی با کاهش هزینه‌های استحصال، انتقال و توزیع آب، در نهایت سود بیش‌تری عاید خواهد گردید (توکلی، ۱۳۷۶). در واقع کم‌آبیری یک سیاست بهینه‌سازی است که در آن گیاهان درجه متفاوتی از کمبود آب و کاهش محصول را تحمل می‌کنند (انگلیش و ارلاب، ۱۹۷۸). استفاده از «کم‌آبیری» امری بسیار ضروری می‌باشد. کم‌آبیری یک روش یا سیستم آبیاری نیست بلکه یک نوع مدیریت کارا و پویای بهره‌برداری به شمار می‌رود که اثرات ویژه‌ای در مدیریت منابع آب، استحصال آب، انتقال و مصرف آن و نهایتاً در اقتصاد کشاورزی (افزایش عملکرد و یا سود خالص به ازاء واحد آب مصرفی) دارد (کیپیس و وایس، ۱۹۸۹).

کم‌آبیری یک راهکار بهینه برای به عمل آوردن محصولات تحت شرایط کمبود آب است که همراه با کاهش محصول در واحد سطح و افزایش آن با گسترش سطح می‌باشد. کم‌آبیری راهکار بهینه‌سازی است که در آن آگاهانه به گیاهان اجازه داده می‌شود با دریافت آب کمتر از نیاز، محصول خود را کاهش دهند (انگلیش و همکاران، ۱۹۹۰).

شوری یکی از تنش‌های مهم محدود کننده تولیدات کشاورزی می‌باشد. شوری با تأثیر گذاشتن بر روی بیش‌تر فعالیت‌های فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی، رشد و نمو گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد (بایوردی و همکاران، ۱۳۸۹).

زیادی املاح مختلف در آب آبیاری، گیاه را با تنش شوری مواجه می‌سازد. گیاه با قرار گرفتن در محیط شور با منفی شدن پتانسیل اسمزی محلول خاک و انباشتی یون‌های سمی نظیر سدیم و کلر صدمه می‌بیند (عبدل زاده و همکاران، ۱۳۸۵).

شوری ضمن تأثیر منفی بر عملکرد و اجزاء عملکرد، بسیاری از

فرآیندهای دخیل در رشد و نمو گیاهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد (رئیس، ۱۳۷۳؛ بوام و همکاران، ۱۹۹۴).

تنش شوری از تنش‌های غیر زنده مهم است که اثرات زیان‌باری بر عملکرد گیاه و کیفیت محصول دارد. از مشخصه‌های یک خاک شور، سطوح سمی کلریدها و سولفات‌های سدیم می‌باشد. مسئله شوری خاک به واسطه آبیاری، زهکشی نامناسب، پیشروی دریا در مناطق ساحلی و تجمع نمک در نواحی بیابانی و نیمه بیابانی در حال افزایش است. شوری برای رشد گیاه یک عامل محدود کننده است بدان سبب که باعث ایجاد محدودیت‌های تغذیه‌ای از طریق کاهش جذب فسفر، پتاسیم، نیترات و کلسیم، افزایش غلظت یونی درون سلولی و تنش اسمزی می‌گردد (احمدی خواه، ۱۳۸۸).

کیفیت آب آبیاری در اکثر مناطق ایران پایین بوده و به درجات مختلف با شوری همراه می‌باشد که بروز خشکسالی این مشکل را تشدید کرده است. با اعمال مدیریت‌های صحیح کشاورزی می‌توان از این آب‌ها برای کشت گیاهان متحمل و نیمه متحمل به شوری استفاده کرد. یکی از روش‌های مدیریتی جهت استفاده از آب‌های شور و لب شور، تلفیق آب شور و معمولی می‌باشد (مستشفی حبیب آبادی و همکاران، ۱۳۹۰).

گوجه‌فرنگی یکی از محصولات ارزشمند در خاورمیانه به شمار می‌آید. موطن اصلی گوجه‌فرنگی آمریکای مرکزی و جنوبی و به احتمال زیاد سواحل غربی آمریکای جنوبی است (کسرای و ساعدی، ۱۳۸۹). گوجه‌فرنگی یکی از قدیمی‌ترین گیاهان کشت شده و شناخته شده در نزد مردم پرو^۲ است که در قرن پنجم قبل از میلاد مسیح در آنجا کاشته و مورد استفاده خوراکی قرار می‌گرفته است. با کشف قاره جدید، گوجه‌فرنگی، سیب زمینی و توتون از آنجا به اسپانیا آورده شد. این در حالی

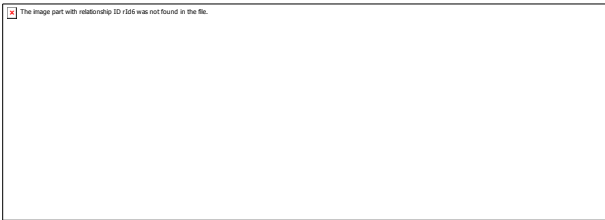
است که در اروپا اعتقاد داشتند که میوه گوجه‌فرنگی سمی می‌باشد لذا آن را تنها به عنوان گیاه زینتی می‌کاشتند. این گیاه در مکزیک به نام توماتل نامیده می‌شد که بعداً در اسپانیا و پرتغال آن را توماته نامیدند. در بسیاری از نقاط اروپا آن را به عنوان توماته آمریکایی می‌شناختند که در نهایت در اروپا برای این محصول همین اسم با تغییراتی، گوجه‌فرنگی نام گرفت. اکنون گوجه‌فرنگی با نام عمومی *Tomato* در سراسر جهان مشهور است (جیحونی، ۱۳۸۸).

روزنه‌های هوایی، منذهای اختصاصی در اپیدرم برگ، برای تبادل گازها هستند. فرآیند تولید انرژی در گیاهان یعنی فتوسنتز، در برگ‌ها و ساقه‌های جوان انجام می‌شود. انجام این فرآیند نیازمند تأمین مقدار زیاد و یکنواختی از دی‌اکسید کربن است که بایستی از هوای اتمسفر به سلول‌های فتوسنتز کننده برگ راه یابد. فتوسنتز همچنین به مقدار مساوی با دی‌اکسید کربن، اکسیژن تولید می‌کند که از برگ‌ها و ساقه‌ها خارج شده و وارد اتمسفر می‌شود. تنظیم مبادلات این گازها از طریق منذهای یا روزنه‌های هوایی برگ انجام می‌شود. گیاه از طریق این روزنه‌ها دی‌اکسید کربن مورد نیاز برای فتوسنتز را جذب می‌کند. همچنین اکسیژن حاصل نیز از این طریق به خارج رانده می‌شود. این روزنه‌ها از یک جفت سلول پارانشیمی تخصصی به نام "سلول‌های محافظ" تشکیل شده است (زالی و همکاران، ۱۳۸۸).

مواد و روش‌ها

تمامی مراحل کشت، داشت و برداشت گیاه گوجه‌فرنگی در این تحقیق در گلخانه گروه مهندسی آب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام شده است.

با توجه به اینکه گلخانه مذکور تازه تأسیس بود، جهت آماده‌سازی بستر گلخانه برای جلوگیری از رشد علف‌های هرز با یک لایه سطحی از گراول کف گلخانه پوشانده شد (شکل ۱). استفاده از گراول با رنگ سفید در کف گلخانه باعث می‌شود که نور جذب شده قبل از تبدیل به گرما، منعکس شود، بنابراین در پایین نکه داشتن درجه حرارت داخل گلخانه تأثیر گذار خواهد بود. جهت تهیه گلخانه، دو عدد کولر آبی در ضلع غربی گلخانه نصب شد و در روبروی آن (درب شرقی) ۲ عدد فن بزرگ در بالای درب گلخانه تعبیه گردید.



شکل (۱) پوشش سطحی کف گلخانه با گراول

آزمایش فاکتوریل ۴*۵ در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۸ تکرار شامل دو فاکتور شوری (۵ سطح) و آب آبیاری (۴ سطح) در سال ۱۳۹۰ اعمال گردید. ابتدا تقریباً ۲ تن خاک مزرعه با بافت خاک رسی لومی تهیه شده بود به گلخانه انتقال داده شد. برای حذف کلوخه‌ها و سنگ‌های درشت اقدام به سرند کردن گردید. همچنین کود حیوانی از ایستگاه تحقیقاتی دام تهیه شد. ماسه هم پس از تهیه به طور کامل شستشو گردید تا شوری آن کم‌تر گردد. سپس خاک (۵۸ درصد)، کود (۲۵ درصد) و ماسه (۱۷ درصد) با هم مخلوط گردیدند.

تعداد ۲۰۰ عدد گلدان با قطر دهانه ۲۸ سانتی‌متر و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر تهیه گردید و گلدان‌ها از خاکی که کود و ماسه به آن اضافه شده بود پر شدند. پنج سانتی‌متر بالای گلدان برای اعمال آبیاری خالی در نظر گرفته و بقیه حجم آن از خاک پر

شد. مقدار خاک برای تمامی گلدان‌ها با استفاده از ترازوی ۳۰ کیلوگرمی وزن گردید که برای هر کدام ۸/۵ کیلوگرم خاک وزن شد.



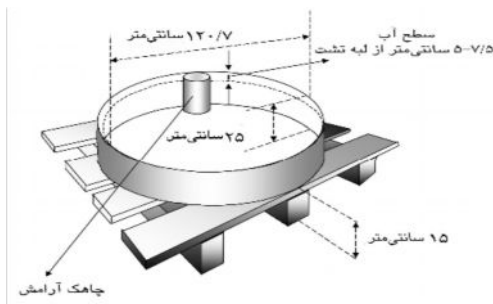
شکل (۲) تهیه خاک، کود حیوانی، ماسه و اختلاط آن‌ها

بعد از اینکه تمامی ۲۰۰ عدد گلدان به میزان یکسان (۸/۵ کیلوگرم) از خاک زراعی مناسب پر شدند، نشاهای گوجه‌فرنگی در گلدان‌ها کشت گردیدند. نشاهای گوجه‌فرنگی در زمان کاشت (۲۰ خرداد ماه ۱۳۹۰) به طور متوسط دارای ارتفاع ۱۵ سانتی‌متر بودند. لازم به ذکر است، در زمان کاشت در گلدان‌های مورد نظر، برای اطمینان از استقرار بوته ۳ عدد نشا قرار داده شد که قبل از اعمال فاکتورهای شوری و آبی اقدام به حذف بوته‌های ضعیف‌تر گردید. همچنین وجین علف‌های هرز نیز در موقع لزوم انجام پذیرفت. جهت استقرار گیاه، نشاهای گوجه‌فرنگی (رقم super strain B) به مدت ۳ هفته در گلدان‌ها و در شرایط یکسان، آبیاری می‌شدند. در تیرماه ۱۳۹۰، تیمارها اعمال شدند.



شکل (۳) تهیه خاک زراعی مناسب و کاشت نشاهای گوجه‌فرنگی

برای اعمال تیمارها ابتدا بعد از کاشت، گلدان‌ها وزن شدند و سپس آبیاری گردیدند. جهت تعیین وزن گلدان در ظرفیت زراعی مزرعه، گلدان با آب شرب شهری اشباع و اجازه داده شد زهکشی در مدت ۷۲ ساعت انجام شود. بعد از این مدت گلدان‌ها با ترازوی دیجیتالی با دقت یک دهم گرم مجدداً توزین شدند که اختلاف حاصل از وزن اولیه و ثانویه همان مقدار آب در حد ظرفیت زراعی بود. برای تعیین دور آبیاری همه تیمارها، پس از ۵۰ درصد تخلیه رطوبت قابل استفاده در تیمار آبیاری کامل، تعیین گردید. جهت مقایسه بهتر و صحیح‌تر مزایا و معایب روش‌های کم‌آبیاری در مقایسه با آبیاری کامل، بایستی ضریب تخلیه مجاز رطوبتی به گونه‌ای انتخاب شود تا در شرایط آبیاری کامل تنشی به گیاه وارد نگردد. بر این اساس و بنابر توصیه اکثر منابع (از جمله علیزاده، ۱۳۸۴) مقدار این ضریب برابر ۵۰ درصد در نظر گرفته شد. این کار در واقع نوعی کم‌آبیاری است که به جای تأمین کامل آب موردنیاز گیاهان، درصدی از آن در هر بار آبیاری تأمین می‌شود. بنابراین، گلدان‌هایی که در حالت ظرفیت زراعی قرار دارند مرتباً وزن شده تا زمانی که ۵۰ درصد رطوبت در گلدان‌هایی که در شرایط ظرفیت زراعی قرار داشتند تبخیر گردید تعیین شود و این مقدار تبخیر توسط تشت تبخیر کلاس A نصب شده در مجاورت گلدان‌ها معادل با ۱۵ میلی‌متر آب به‌دست آمد در ادامه دور آبیاری بر اساس همین مقدار تبخیر از تشت تا انتهای دوره مد نظر قرار گرفت.



شکل (۴) تشت تبخیر کلاس A (استاندارد آمریکا)

با توجه به اینکه در شرایط طبیعی خاک، مخلوطی از نمک-های مختلف وجود دارد، بهتر است که از ترکیبی از نمک‌ها به عنوان عامل شوری استفاده شود در غیر اینصورت استفاده از نمک کلرید سدیم به عنوان تنها عامل شوری باعث محدود شدن گستره‌ی تعمیم‌پذیری نتایج می‌گردد.

با توجه به ترکیب نمک‌ها در خاک‌های شور منطقه، برای شور کردن خاک از نمک‌های کلرید سدیم و کلرید کلسیم با نسبت مساوی استفاده گردید. سطوح تیمارهای شوری از طریق انحلال نمک کلرید سدیم و کلرید کلسیم با نسبت ۱:۱ به آب معمولی تا رسیدن به هدایت الکتریکی مورد نظر بر اساس تیمارهای آزمایش با اندازه‌گیری مداوم شوری مخلوط دو آب توسط دستگاه شوری سنج ایجاد گردید و گلدان‌ها پس از کاشت نشاء، با آب شور در تیمارهای شوری و با آب معمولی در تیمار شاهد آبیاری گردیدند. در زیر هر گلدان، یک زیر گلدانی قرار داده شد تا امکان برگرداندن زه‌آب گلدان، یک زیر گلدانی قرار داده شد تا امکان برگرداندن زه گلدان به درون گلدان فراهم شود.

برای ایجاد زهکشی مناسب و جلوگیری از تجمع نمک در گلدان‌ها، ۳ سوراخ به قطر ۸۰ میلی‌متر در ته هر گلدان تعبیه شد.

۱۶۰ عدد گلدان (۲۰ عدد تیمار با ۸ تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی) مطابق شکل ۵ در گلخانه قرار داده شد و در طول دوره رشد، گلدان‌ها با فاصله ۵۰ سانتی‌متری از هم در گلخانه با شرایط دمایی روزانه 4 ± 35 و شبانه 4 ± 25 در نور طبیعی نگهداری شدند.

علی‌رغم اینکه محیط گلخانه برای گیاهان بسیار مناسب‌تر از محیط بیرون است ولی به همان میزان انتشار آفات و بیماری‌ها زیادتر و با سرعت بیشتری صورت می‌گیرد. به دلیل

درجه حرارت و رطوبت نسبی بالاتر حشرات و بیماری‌ها تهدیدی ثابت برای گلخانه‌ها به شمار می‌آیند. بنابراین اعمالی نظیر سم‌پاشی (حشره‌کش‌ها و قارچ‌کش‌ها) به صورت هفتگی در گلخانه انجام شد. کلیه عملیات داشت شامل آبیاری، دفع علف‌های هرز، مبارزه با آفات و بیماری‌ها بصورت معمول انجام پذیرفت. سموم مورد استفاده شامل مالاتیون، دیازینون و سویین بود. سم‌پاشی نیز به صورت یکسان برای تمام تیمارها با استفاده از سم بنومیل صورت پذیرفت بوته‌های گوجه‌فرنگی کشت شده در گلدان با قارچ‌کش بنومیل ضدعفونی گردیدند.

بعد از برداشت بوته‌ها اقدام به اندازه‌گیری سطح برگ برای هر بوته گردید. بدین ترتیب که هر کدام از برگچه‌ها به طور مجزا از زیر دستگاه سطح برگ سنج عبور داده شد و برای هر بوته تعداد برگچه و میانگین سطح برگ ثبت گردید.



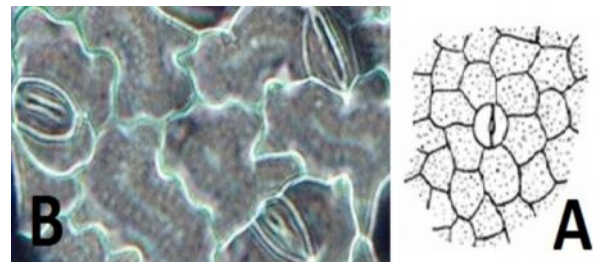
شکل (۵) دستگاه سطح برگ سنج ۳

در انتهای فصل رشد وزن کل قسمت هوایی گیاه، ارتفاع گیاه، قطر ساقه، طول ریشه و وزن خشک ریشه، تعداد گل، خوشه و فاصله میان‌گره‌ها اندازه‌گیری شد. برای جداسازی ریشه‌های گیاهان، خاک درون گلدان‌ها را به آرامی در داخل تشت پلاستیکی ریخته و ریشه‌های موجود در

آنها با دقت زیاد و بطور کامل از خاک جدا گردیدند. بعد از جداسازی ریشه‌ها از خاک، به دقت با استفاده از صاف کن و بالا و پایین بردن در ظرف محتوی آب، به خوبی شسته و تمیز گردیدند. برای خشک کردن گیاهان، پاکت‌های حاوی قسمت‌های هوایی و ریشه گیاهان به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد آون قرار گرفتند. پس از خشک شدن اندام هوایی و ریشه، وزن خشک آنها توسط ترازوی دیجیتالی با دقت یک صدم گرم اندازه‌گیری شد.

روش اندازه‌گیری تعداد روزنه‌های رویی برگ

نمونه‌ها از سطح برگ و از یک مکان مشابه از برگ‌های هم اندازه‌ی گیاه تهیه گردید. بدین صورت که لایه‌ای از چسب لاتکس را توسط قلم مو روی سطح برگ کشیده و پس از خشک شدن، با استفاده از نوار چسب، لایه‌ی خشک شده لاتکس را روی برگ برداشته و روی لام گذاشته و سپس به زیر میکروسکوپ نوری برده و تعداد روزنه مشاهده و ثبت گردید.



شکل (۶) روزنه در برگ گیاه گوجه‌فرنگی (A): شکل شماتیک، B: عکس برداری با میکروسکوپ نوری

محاسبات آماری با نرم‌افزار آماری SAS(9.1) و تجزیه و تحلیل داده‌ها بر اساس آزمایش فاکتوریل ۴×۵ در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. مقایسه میانگین‌ها نیز با آزمون توکی با تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱) نشان می‌دهند که شوری آب آبیاری تأثیر معنی‌داری در سطح یک درصد بر پارامترهای تعداد برگچه‌های خشک شده و تعداد روزنه‌های برگ و در سطح ۵ درصد بر پارامترهای سطح برگ، وزن تر ریشه و قطر ساقه داشته است، ولی شوری آب آبیاری تأثیر معنی‌داری بر تعداد برگچه، طول ریشه، وزن خشک ریشه، ارتفاع، وزن خشک و وزن تر بخش هوایی نداشته است. میزان آب آبیاری نیز در سطح یک درصد بر پارامترهای تعداد برگچه‌های خشک شده، وزن تر ریشه، قطر ساقه، وزن خشک و وزن تر بخش هوایی و در سطح ۵ درصد بر پارامترهای طول ریشه، وزن خشک ریشه و ارتفاع بخش هوایی گیاه گوجه‌فرنگی تأثیر معنی‌داری نداشته است، ولی میزان آب آبیاری بر سطح برگ، تعداد برگچه و تعداد روزنه‌های برگ تأثیر معنی‌داری نداشته است.

این در حالی است که نتایج بدست آمده از تجزیه واریانس محمدی و همکاران (۱۳۹۱) نشان می‌دهد که شوری، کم‌آبیاری و اثر متقابل شوری و کم‌آبیاری بر وزن خشک اندام هوایی، طول ریشه گوجه‌فرنگی در سطح یک درصد معنی‌دار بوده است. همچنین کم‌آبیاری و شوری بر وزن خشک ریشه در سطح یک درصد اثر معنی‌داری داشته، در حالی که اثر متقابل شوری و کم‌آبیاری بر وزن خشک ریشه اثر معنی‌داری نداشته است. همچنین در این تحقیق نتایج بدست آمده از تجزیه واریانس نشان می‌دهد که کم‌آبیاری و شوری بر ارتفاع گیاه در سطح یک درصد اثر معنی‌داری داشته در حالی که اثر متقابل شوری و کم‌آبیاری بر ارتفاع گیاه اثر معنی‌داری نداشته است.

در تحقیق خلیلی‌راد و همکاران (۱۳۸۹) تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تیمارهای آبی اعمال شده تأثیر معنی‌دار بر وزن مرطوب و خشک ریشه و طول ریشه در سطح ۵ درصد و عملکرد در سطح یک درصد داشت. همچنین در تحقیق ایشان، با افزایش میزان آب آبیاری ویژگی‌هایی مانند وزن مرطوب و خشک ریشه و طول ریشه افزایش یافتند ولی این افزایش به صورت خطی نبود و بیش‌ترین مقدار این پارامترها در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی مشاهده گردید.

در تحقیق صالحی و همکاران (۱۳۹۰) اثر تنش شوری بر میزان تولید زیست توده خشک کوشیا معنی‌دار بود. هرچند که اثر تنش کم‌آبی و اثر متقابل دو تنش بر گیاه در کشت بهاره معنی‌دار نبود. در کشت تابستانه نیز اثر شوری و کم‌آبی معنی‌دار و اثر متقابل دو تنش معنی‌دار نبود.

جدول ۱- تجزیه واریانس پارامترهای مورفولوژیک تحت تأثیر شوری، کم‌آبیاری و اثر توأم شوری و کم‌آبیاری

طبق نتایج ارائه شده در جدول ۲ بررسی مقایسات میانگین سطح برگ، تعداد برگچه، طول ریشه، وزن خشک ریشه، ارتفاع، وزن خشک و تر بخش هوایی گیاه تحت تأثیر فاکتور شوری نشان داد که اختلاف معنی‌داری وجود نداشته است. تعداد برگچه‌های خشک شده در آب شاهد اختلاف معنی‌داری با شوری ۳/۵ دسی‌زیمنس بر متر دارد. وزن تر ریشه در آبیاری با آب شاهد نسبت به آبیاری با شوری ۲/۵ دسی‌زیمنس بر متر به طور معنی‌داری تفاوت دارد. در اندازه‌گیری‌های قطر ساقه گیاه گوجه‌فرنگی در شوری ۵ دسی‌زیمنس بر متر نسبت به آب شاهد نیز تأثیر معنی‌داری مشاهده شد. همچنین تعداد روزنه‌های برگ در آب شاهد و شوری ۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر نسبت به شوری ۵ دسی‌زیمنس بر متر اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید.

اولین واکنش گیاه به شوری کاهش گسترش سطح برگ است که منجر به کاهش رشد می‌شود. کاهش وزن تر و خشک گیاه و ریشه در اثر شوری در مطالعات متعددی گزارش شده است. در تربچه ۸۰ درصد کاهش وزن خشک بوته به کاهش سطح برگ در سطوح شوری بالا و در نتیجه کاهش جذب نور و فتوسنتز ربط داده شده است (پریدا و داس، ۲۰۰۴). همچنین ۲۰ درصد باقی‌مانده کاهش وزن خشک به دلیل کاهش تبادل روزنه‌ای بوده است. کاهش سطح برگ در شوری بالا به کاهش شاخص سطح برگ و افزایش نسبت وزن ریشه به ساقه ربط داده شده است. کوربان و همکاران (۱۹۹۹) گزارش کردند که در سطوح پایین شوری وزن خشک نوعی از حبوبات افزایش می‌یابد، ولی در سطوح بالاتر کاهش می‌یابد. در مطالعه دیگری خان و همکاران (۱۹۹۹) گزارش کردند که نوعی گیاه علفی در تیمار با سطوح شوری بالا با کاهش وزن تر و خشک ریشه رو به رو گردید ولی در تیمار با سطوح شوری پایین از رشد بیش‌تری نسبت به شاهد برخوردار بود.

با افزایش 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 کاهش جذب آب، افزایش تنفس و کاهش ارتفاع و عملکرد گیاه می‌شود. همچنین با افزایش فشار اسمزی محلول خاک، سرعت رشد و رشد رویشی گیاه کاهش می‌یابد (برانسون و همکاران، ۱۹۶۷). مالاش و همکاران (۲۰۰۸) اعلام کردند با افزایش شوری آب آبیاری عملکرد گوجه‌فرنگی کاهش می‌یابد.

در تحقیق محمدی و همکاران (۱۳۹۱) 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، ضمناً با افزایش شوری وزن خشک ریشه نسبت به

تیمار شاهد کاهش یافته است. همچنین گزارش کردند که با افزایش شوری ارتفاع گیاه نسبت به تیمار شاهد، کاهش یافته است. با افزایش تنش شوری، رشد رویشی نسبت به زمانی که تنش خشکی اعمال می‌شود، کمتر کاهش یافته است. در تنش-های خشکی بالاتر با افزایش تنش شوری رشد رویشی گیاه به شدت کاسته شده است.

سوآب (۲۰۰۲) نیز اعلام کرده است که افزایش سطح NaCl به بیش از ۶۰۰ پی پی ام در آب آبیاری باعث کاهش ارتفاع گیاه، سطح برگ و رشد ریشه یونجه شده و در نهایت سبب کاهش محصول می‌گردد.

مورفولوژی ریشه نقش مهمی در جذب آب از خاک شور و افزایش تحمل به شوری گیاه دارد (اسچلیف، ۲۰۰۸). فلورس و همکاران (۲۰۰۲) واکنش گوجه‌فرنگی به شوری را با جدا کردن دو طرف سیستم ریشه بررسی کردند. نتایج نشان داد که رشد اندام هوایی زمانی که نصف ریشه با آب شور آبیاری شد بیش‌تر از زمانی است که تمام ریشه با آب شور و یا غیر شور آبیاری شد و گیاه تنها ۶ درصد از نیاز آبی خود را از محیط شور تأمین کرد و رشد ریشه در محیط غیر شور بیش‌تر از محیط شور بود. یکی از بارزترین اثرات کاهش رشد گیاه کاهش سطح برگ

در اثر افزایش شوری می‌باشد، بنابراین حتی در صورتی که میزان فتوسنتز در واحد سطح برگ تغییر نکند میزان رشد به دلیل کاهش میزان فتوسنتز در کل گیاه کاهش خواهد یافت. در سایر گونه‌های گیاهی نیز از این نظر تفاوت‌هایی وجود دارد (اشرف و همکاران، ۱۹۸۹). با افزایش شوری محیط میزان تبادل دی اکسید کربن را کاهش می‌یابد.

تنش شوری باعث کاهش تولید ماده خشک، سطح برگ و نسبت ساقه به ریشه در تعدادی از گیاهان و از جمله جو می‌شود (سوهایدا و همکاران، ۱۹۹۲).

رانجو سینگلا و نیرا کارگ (۲۰۰۴) گزارش کردند که تنش شوری سبب کاهش معنی‌داری ماده خشک، بخش‌های هوایی و ریشه در همه ارقام لوبیای مورد مطالعه شد، اگرچه میزان این کاهش در برخی ارقام بیش‌تر بود و تأثیر منفی تنش شوری بر روی رشد، سبب کاهش قدرت باروری گیاه گردید.

در آزمایشی که ابل و مکنزی (۱۹۶۴) بر روی سویا انجام دادند، به این نتیجه رسیدند که رشد رویشی سویا رابطه تنگاتنگ با تیمارهای شوری دارد و در غلظت‌های بالای شوری، رشد سویا به شدت کاهش می‌یابد. همچنین در آزمایشی که توسط عبدالله و همکاران (۱۹۹۸) انجام شد، تأثیر سطوح شوری روی رشد سویا بررسی شد. نتایج نشان داد که با افزایش غلظت نمک وزن خشک ساقه و ریشه سویا به طور معنی‌دار کاهش می‌یابد.

افزایش عملکرد در آب‌هایی با هدایت الکتریکی بالاتر ممکن است به دلیل استفاده بیش‌تر گیاه از یون‌ها در تنظیم اسمزی نسبت به آبیاری با آب‌های دارای هدایت الکتریکی کمتر، باشد (مونس، ۲۰۰۲).

بنابر گزارش فولاد و جونز (۱۹۹۱) تنش شوری در گوجه-فرنگی باعث کاهش رشد رویشی و کاهش عملکرد می‌گردد که با نتایج به دست آمده از این پژوهش مطابقت دارد.

در تحقیق مرتضایی‌نژاد و رضایی (۱۳۸۸) تفاوت بین سطوح مختلف شوری از نظر طول ریشه گوجه‌فرنگی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود.

گسترش برگ‌ها پس از این‌که گیاه در معرض شوری قرار گرفت کاهش می‌یابد و تا مدتی این کاهش ادامه می‌یابد. وقتی سرعت زوال برگ‌ها بیش از سرعت گسترش آنها باشد، مقدار مواد ذخیره‌ای کربوهیدرات‌ها گیاه به نسبت کاهش سطح برگ کاهش می‌یابد اما مقدار کربوهیدرات مورد نیاز برای ادامه رشد گیاه به احتمال زیاد افزایش می‌یابد، خصوصاً اینکه با ادامه

یافتن رشد ریشه نسبت به ساقه افزایش می‌یابد و در نهایت گیاه قادر نخواهد بود که کربوهیدرات مورد نیاز برای ادامه رشد کل گیاه را فراهم آورد، لذا گسترش سطح برگ متوقف شده و نهایتاً موجب ضعف شدن بنیه گیاه به مرور زمان می‌شود (کینگسبوری و همکاران، ۱۹۸۴). این مسئله ابتدا با نکروزه شدن برگ‌ها نمود می‌یابد که عموماً این نکروزه شدن با حالت زرد شدن برگ‌ها همراه می‌شود. کاهش تعداد برگ‌ها از جمله دلایلی است که برای کاهش شاخص سطح برگ در گیاهان تحت تنش شوری عنوان شده است (مینز و گریو، ۱۹۹۴). لذا واکنش برگ‌ها به تنفس شوری را می‌توان به دو مرحله تقسیم کرد: مرحله اول کاهش سریع در سرعت گسترش سطح برگ است که قبل از پایدار شدن خسارت به برگ‌های قدیمی‌تر به وقوع می‌پیوندد که طی آن میزان سطح زنده فتوسنتز کننده زیر سطح بحرانی تنزل می‌یابد و این مسئله موجب کاهش کربوهیدرات قابل دسترسی برای گیاه می‌شود. خسارت بافت-های فتوسنتزی و کاهش تبادلات گازی برگ‌ها به علت همبستگی میان غلظت یون‌ها در بافت برگ و سرعت تبادل کربن دی‌اکسید نیز به عنوان یکی از علل تأثیر کاهش سطح برگ بر روند تولید مد نظر قرار گرفته است (راوسون و همکاران، ۱۹۸۳). کاهش فشار تورژسانس لازم جهت توسعه سلولی نیز که در نتیجه کاهش پتانسیل آب می‌باشد به عنوان یک عامل مورد توجه قرار گرفته است (گروود و همکاران، ۱۹۸۳).

در یک نتیجه‌گیری کلی کاهش برگ‌های گیاه در اثر شوری مورد تأیید بسیاری از پژوهشگران است (بروگنولی و لوتر، ۱۹۹۱؛ گروود و همکاران، ۱۹۸۳؛ راوسون و همکاران، ۱۹۸۳). در همین رابطه مانز و همکاران (۱۹۹۵) معتقدند که جهت درک کاهش رشد گیاهان در محیط‌های شور بایستی به فرآیندهایی که توسعه برگ‌ها را محدود می‌سازد توجه داشت و در واقع در اثر شوری مساحت برگ به عنوان یک مکانیزم اولیه

کاهش می‌یابد در نتیجه آن میزان تولید مواد فتوسنتزی کاسته می‌شود (ماتی و همکاران، ۱۹۷۹). دی بوسر (۱۹۹۹) گزارش کرد که انباشته شدن سمی سدیم و کلر در برگ هم با بستن روزنه و هم از طریق فاکتورهای غیر روزنه‌ای مثل کاهش میزان کلروفیل باعث کاهش محصول فتوسنتزی در گیاه گوجه‌فرنگی می‌شود. عموماً نفوذپذیری ریشه گیاهان در شرایط تنش شوری به شدت کاهش می‌یابد و این کاهش سرعت جذب آب را باعث می‌شود و در نتیجه آن جذب مواد غذایی نیز به طور مشابهی کاهش می‌یابد. همچنین کابا و همکاران (۲۰۰۱) بیان کرد که علائم قابل مشاهده تنش شوری بر روی گیاهان، کاهش رشد بخش‌های هوایی، رشد ریشه و برگ‌های کوچک می‌باشد.

جدول ۲- مقایسه میانگین پارامترهای مورفولوژیک تحت تأثیر شوری آب آبیاری (فاکتور شوری-S)

طبق نتایج ارائه شده در جدول ۳، میانگین سطح برگ، تعداد برگچه، طول ریشه و تعداد روزنه‌های برگ تحت اعمال فاکتور کم آبیاری تأثیر معنی‌داری از خود نشان ندادند. تعداد برگچه‌های خشک شده در حالتی که به اندازه ظرفیت زراعی به گلدان آب داده می‌شد نسبت به حالتی که ۵۰ و ۲۵ درصد ظرفیت زراعی آبیاری صورت می‌گرفت، اختلاف معنی‌داری وجود داشته است. وزن خشک و تر ریشه و ارتفاع بخش هوایی، وزن خشک و تر بخش هوایی در شرایطی که به اندازه ظرفیت زراعی آبیاری اعمال می‌شد نسبت به کم‌ترین میزان آب آبیاری (۲۵ درصد ظرفیت زراعی) تفاوت معنی‌داری مشاهده گردیده است. همچنین قطر ساقه در حالتی که به اندازه ظرفیت زراعی به گلدان آب داده می‌شد نسبت به حالتی که ۷۵ و ۵۰ درصد ظرفیت زراعی آبیاری صورت می‌گرفت، اختلاف معنی‌داری وجود داشته است.

نورجو و همکاران (۱۳۸۰) در تحقیقی به منظور بررسی امکان صرفه‌جویی در مصرف آب و تأثیر کم‌آبیاری در زراعت گوجه‌فرنگی 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.

انصاری و همکاران (۱۳۸۵) گزارش کردند که عملکرد ذرت زودرس در سطوح مختلف آبیاری با کاهش میزان آب داده شده، کاهش محسوسی را نشان داد. آنها همچنین گزارش کردند که ارتفاع ذرت زودرس در سطوح مختلف آبیاری با کاهش میزان آب داده شده، کاهش محسوسی را نشان داد. در تحقیق محمدی و همکاران (۱۳۹۱) با افزایش تنش خشکی، وزن خشک ریشه نسبت به تیمار شاهد کاهش یافته است. آنها همچنین گزارش کردند که با افزایش تنش خشکی ارتفاع گیاه نسبت به تیمار شاهد، کاهش یافته است.

پژوهشگران دیگر نیز گزارش کرده‌اند که تنش آبی باعث کاهش وزن خشک اندام هوایی در گیاه می‌شود و این مورد در گیاهان ماش، نخود، سویا، یونجه و شیدر زیرزمینی گزارش شده است (مرما و همکاران، ۱۹۹۷) دلیل این امر کاهش سطح برگ بوده که باعث کاهش دریافت نور و میزان فتوسنتز می‌شود (اورکات و نیلسن، ۲۰۰۰)

در تحقیق کموچ و همکاران (۱۹۵۷) با افزایش رطوبت، رشد قسمت‌های هوایی بیش از ریشه افزایش یافت. تنش ابتدا از قسمت‌های هوایی گیاه شروع می‌شود و اندام هوایی بیش از ریشه‌ها در معرض تنش قرار دارد. همچنین از آنجا که بیوماس ریشه‌ها کمتر از قسمت‌های هوایی گیاهان است، کمبود آب بر ریشه‌ها کمتر از قسمت‌های هوایی گیاهان تأثیر می‌گذارد.

تنش آبی به طور محسوسی باعث کاهش وزن مرطوب و خشک ریشه، سطح و طول ریشه گردید. این نتایج با نتایج مارایس و ویرسما (۱۹۷۵) و الیور و باربر (۱۹۶۶) هم‌خوانی

داشت. این محققان در آزمایش‌های خود به این نتیجه رسیدند که وجود رطوبت مناسب و کافی رشد ریشه را افزایش داد و با فاصله از مقدار بهینه رطوبت رشد ریشه کاهش پیدا کرد. نتایج این تحقیق نشان داد که تنش آبی، همچنین باعث کاهش عملکرد شد که این کاهش عملکرد در اثر وجود تنش آبی و در نتیجه کاهش در مقدار توسعه ریشه‌ها، در تحقیقات ولیام (۱۹۹۸) و ولف و همکاران (۱۹۸۳) نیز گزارش شده است. همچنین آسنگ و همکاران (۱۹۹۸) نیز کاهش رشد ریشه‌ها و محدود شدن آنها به لابه‌های بالایی خاک در اثر کمبود آب را در تحقیقات خود گزارش کردند.

ریشه‌ها به علت نزدیکی به منبع آب و مواد غذایی اولین فرصت را برای استفاده از آب و مواد غذایی دارند در حالی که در مورد استفاده از مواد فتوسنتزی تشکیل شده در ساقه آخرین شانس را دارند. به همین دلیل تأثیر کاهش آب و مواد معدنی روی ریشه در مقایسه با قسمت‌های هوایی کم‌تر می‌باشد که این امر افزایش نسبت ریشه به شاخه در اثر وقوع تنش آبی را به دنبال خواهد داشت. افزایش نسبت وزن ریشه به شاخه در نتیجه وقوع تنش آبی در تحقیقات گیو و همکاران (۱۹۹۹) نیز گزارش شده است. هر چند این محققان نیز بیان داشتند که ریشه‌های توسعه یافته تحت شرایط رطوبتی کم در مقایسه با ریشه‌های توسعه یافته تحت شرایط رطوبتی مطلوب، ریزترند و انشعابات کم‌تری دارند و عمق نفوذ آنها نیز کمتر است. در حالی که در شرایط مرطوب عمق ریشه دوانی بیش‌تر خواهد بود.

سرعت طویل شدن ریشه‌ها و همچنین سرعت افزایش در سایر پارامترهای مورد اندازه‌گیری کاهش یافت. به نظر می‌رسد این امر به دلیل نیاز بیش‌تر قسمت‌های زایشی گیاه به آب و مواد غذایی باشد. این امر سبب انتقال بیش‌تر آب و مواد غذایی از ریشه به قسمت‌های هوایی و اندام‌های زایشی گیاه گردیده

است و نتیجه آن کاهش سرعت رشد ریشه‌ها بوده است. این کاهش در سرعت رشد ریشه توسط زو و همکاران (۲۰۰۳) نیز گزارش شده است.

کرده و همکاران (۲۰۰۴) اثر کم‌آبیاری و خشک کردن جزئی ناحیه ریشه ۴ (PRD) را بر روی گوجه‌فرنگی داخل گلخانه مورد بررسی قرار دادند. همچنین محمدی و همکاران (۱۳۹۱) بیان داشتند، افزایش تنش خشکی بر روی ارتفاع گیاه اثر معنی‌داری داشته و باعث کاهش آن می‌شود. نتایج فوق با دستاوردهای این پژوهش مطابقت دارد.

در هر نوبت آبیاری، در تیمارهایی که کم‌آبیاری اعمال شده، رطوبت کم‌تری در اطراف و در منطقه توسعه ریشه موجود بوده است. این امر باعث افزایش مقاومت مکانیکی خاک در مقابل توسعه ریشه گشته و در نتیجه باعث کاهش طول و تراکم ریشه در تیمارهای کم‌آبیاری گشته است. بنابراین با توجه به دلایل مذکور در تیمارهایی که کم‌آبیاری صورت نمی‌گیرد، آب در محیط ریشه بیش‌تر حفظ شده و گیاه از طریق متراکم کردن ریشه‌های خود، از آب بهتر استفاده نموده و در نتیجه استفاده مؤثر از آب در این تیمارها نسبت به تیمارهای کم‌آبیاری افزایش یافته است. در مورد وزن خشک ریشه علاوه بر دلایل مذکور، به طور کلی از آنجایی که رشد گیاه بستگی به تأمین کربوهیدرات‌های مورد لزوم از شاخه‌ها و قسمت هوایی دارد لذا عوامل محدود کننده فتوسنتز از قبیل نور و آب علاوه بر کاهش عملکرد گیاه، رشد ریشه را نیز تقلیل می‌دهند (علیزاده، ۱۳۸۴) و این امر دلیل اصلی اختلاف در وزن خشک ریشه در تیمارهای مختلف می‌تواند باشد.

تنش آبی باعث کاهش پتانسیل آب برگ، توقف گسترش سطح برگ، کاهش توسعه سلولی ریشه و کاهش توسعه ریشه

می‌شود. ممکن است علت کاهش سطح برگ، کاهش جذب پتاسیم ناشی از کاهش توسعه ریشه باشد (لیپتای و همکاران، ۱۹۹۸). متخصصان نیوزلندی مشاهده کردند که وزن تر گیاه عملکرد محصول و سطح برگ گیاه گوجه‌فرنگی تحت تیمار پتاسیم در شرایط رطوبتی کم خاک مزرعه به ترتیب ۷، ۱۵ و ۱۰ درصد افزایش نسبت به تیمار شاهد داشته است (بهبودیان و اندرسون، ۱۹۹۰).

بیوتری و همکاران (۱۹۹۳) در تحقیقات خود به این نتیجه رسیدند که در اثر تنش خشکی تعداد روزنه‌ها کاهش یافته و این موضوع نیز بر میزان سنتر ماده خشک در اندام‌های هوایی تأثیر می‌گذارد. آنتولین و سانچز (۱۹۹۳) نیز نشان دادند که تنش خشکی باعث افزایش نسبت ریشه به اندام‌های هوایی در یونجه‌های چند ساله می‌گردد.

جدول ۳- مقایسه میانگین پارامترهای مورفولوژیک تحت تأثیر میزان آب آبیاری (فاکتور کم آبیاری - I)

بر اساس نتایج ارائه شده در جدول ۴، اثر توأم شوری آب آبیاری و میزان آب آبیاری بر پارامترهای طول ریشه، وزن خشک ریشه و قطر ساقه معنی‌دار نیست. اثر توأم شوری و کم آبیاری بر سطح برگ در تیمار S_3I_2 نسبت به تمامی تیمارها به جز S_2I_1 ، S_5I_2 و S_5I_4 تأثیر معنی‌داری داشته است. مقایسه میانگین تعداد برگچه‌ها نشان داد که در تیمار S_4I_1 با تیمارهای S_1I_4 ، S_2I_4 ، S_2I_1 ، S_3I_4 و S_4I_2 اختلاف معنی‌داری وجود دارد، همچنین میانگین تعداد برگچه‌ها در تیمار S_4I_2 (۶۳/۳۳) بسیار کم‌تر از تیمارهای S_5I_2 (۳۶۰) و S_5I_3 (۳۹۷) است، لذا اختلاف معنی‌داری وجود دارد.

اثر متقابل تنش شوری و آبی بر تعداد برگچه‌های خشک شده در تیمار S_3I_1 نسبت به تیمارهای S_1I_2 ، S_1I_3 ، S_1I_4 ، S_2I_4 ، S_5I_4 و S_5I_3 معنی‌دار است. همچنین بین تعداد برگچه-

¹ Partial root drying

های خشک شده تیمار S_2I_2 و S_1I_3 نیز اختلاف معنی داری وجود دارد.

اثر متقابل تنش شوری و آبی بر وزن تر ریشه گوجه فرنگی در تیمار S_2I_1 با تیمارهای S_1I_3 ، S_1I_4 ، S_2I_4 و S_2I_3 معنی دار بوده است. همچنین در ارتفاع بخش هوایی گیاه گوجه فرنگی تیمار S_5I_4 نسبت به تیمارهای S_2I_1 و S_2I_2 تأثیر معنی داری از طریق اعمال توأم شوری و آبی مشاهده شد. تأثیر توأم شوری آب آبیاری و میزان آب آبیاری بر وزن خشک بخش هوایی گیاه در تیمارهای S_2I_1 و S_3I_1 نسبت به تیمارهای S_2I_3 ، S_2I_4 ، S_2I_2 ، S_2I_4 ، S_2I_3 ، S_2I_4 ، S_2I_3 ، S_2I_4 معنی دار است. تنش همزمان شوری و آبی بر پارامتر وزن تر بخش هوایی گیاه در تیمار S_2I_1 نسبت به تیمارهای S_5I_2 و S_4I_4 تأثیر معنی داری از خود نشان داد. همچنین تیمارهای S_1I_4 ، S_2I_4 و S_3I_4 با تیمارهای S_2I_1 ، S_2I_2 و S_5I_2 اختلاف معنی داری داشتند. اثر متقابل شوری آب آبیاری و میزان آب آبیاری بر تعداد روزنه های برگ گوجه فرنگی در تیمارهای S_1I_2 ، S_2I_2 و S_2I_1 با تیمارهای S_2I_3 ، S_2I_2 ، S_2I_4 ، S_2I_3 و S_5I_1 اختلاف معنی داری داشته است.

تحت شرایط تنش شوری و کم آبی، نفوذ ریشه به اعماق خاک کاهش یافته و در نتیجه وزن خشک گیاه نیز کم می شود (فروتا و توکر، ۱۹۷۸؛ گریو و همکاران، ۱۹۹۹؛ یلدریم و همکاران، ۲۰۰۶). با افزایش شوری یا خشکی خاک، جذب همه عناصر در گیاه کاهش می یابد. طبق نتایج جدول ۴-۶ همزمانی تنش شوری و خشکی، ماندگاری گیاه گوجه فرنگی را تا ۵۷ درصد نسبت به تیمار شاهد (بدون تنش - S_1I_1) کاهش می دهد.

وقتی رطوبت خاک خیلی کم می شود، غلظت نمک در ناحیه بین ریشه و خاک به طور شگرفی افزایش می یابد و در

زمانی که این دو تنش همزمان اتفاق می افتد شاید اثر تنش شوری روی گیاه تشدید شود (برون و همکاران، ۲۰۰۶).

طبق تحقیقات بوگل و همکاران (۱۹۸۹) تنش یکنواخت در طول فصل رویش گوجه فرنگی عملکرد رویشی را به میزان زیادی کاهش می دهد.

در تحقیق محمدی و همکاران (۱۳۹۱) در یک سطح آبیاری مشخص (W_1)، با افزایش شوری، وزن خشک اندام هوایی برای تیمارهای W_1S_2 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 می باشد.

گریو و همکاران (۱۹۹۹) و یلدریم و همکاران (۲۰۰۶) گزارش کردند که تحت شرایط تنش شوری و کم آبی، نفوذ ریشه به اعماق خاک کاهش یافته و در نتیجه وزن خشک گیاه نیز کم می شود. همچنین سلطانی و همکاران (۱۳۸۷) اعلام کردند که شوری و کم آبیاری در سطح یک درصد بر درصد ماده خشک کلزا معنی دار شده است. به طوری که در اثر اعمال توأم تیمارهای شوری و کم آبیاری بر کلزا، با افزایش شوری تا ۱۰ دسی زیمنس بر متر، درصد ماده خشک ۱۴/۶ درصد افزایش و سپس در شوری ۱۳ دسی زیمنس بر متر ۱۰/۹ درصد کاهش یافت. درصد ماده خشک گیاه در تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی نسبت به تیمار آبی کامل حد. ۶/۵ درصد کاهش یافت ولی این کاهش معنی دار نبود.

کمبود آب و تنش شوری به خصوص در دوره رشد رویشی، توسعه ریشه را کاهش می دهد که این امر دلیل اصلی اختلاف

در وزن خشک ریشه در تیمارهای مختلف می‌باشد (محمدی و همکاران، ۱۳۹۱). در یک سطح آبیاری مشخص، با افزایش شوری، طول ریشه کاهش یافته و همچنین در یک سطح شوری مشخص (آب شاهد) نیز با افزایش تنش خشکی، طول ریشه کاهش یافته است (محمدی و همکاران، ۱۳۹۱).

تحت شرایط تنش شوری و کم‌آبی، نفوذ ریشه به اعماق خاک کاهش می‌یابد و به عبارتی طول ریشه کم‌تر می‌شود (گریو و همکاران، ۱۹۹۹؛ یلدیریم و همکاران، ۲۰۰۶). در تحقیق خوشکام (۱۳۸۸) تنش‌های شوری و خشکی باعث کاهش رشد اندام‌های هوایی و ریشه در خیار شدند. اثر منفی تنش شوری بر روی اکثر صفات مورد اندازه‌گیری شدیدتر از اثر منفی خشکی بود. علت احتمالی آن مربوط به اثرهای سمی یون‌های جذب شده توسط اندام‌های مختلف می‌باشد. نتایج تیمار شاهد به دلیل داشتن ساقه‌های تقریباً قوی و برگ نسبتاً بزرگ و نبود بوته‌های از بین رفته بر اثر بوته‌میری عملکرد بیش‌تری نسبت به تیمارهای شوری و خشکی داشت. تیمارهایی که دارای عملکرد مناسب بودند اغلب از لحاظ رویشی نیز دارای وضعیت بهتری بودند، افزایش تعداد برگ‌ها و تولید برگ‌های جوان که با افزایش طول ساقه امکان‌پذیر می‌باشد نقش مؤثری در انجام فتوسنتز و تولید بیش‌تر مواد غذایی دارد. داشتن ساقه‌های مقاوم و قوی نیز در حمایت و نگهداری سایر اندام‌های رویشی و همچنین اندام‌های زایشی مؤثر می‌باشد.

جدول ۴- مقایسه میانگین پارامترهای مورفولوژیک تحت تأثیر اثر توأم شوری و کم‌آبیاری

تشکر و قدردانی

از جناب آقایان مهندس صدوقی، مهندس عزیزی (آزمایشگاه هیدرولیک، آزمایشگاه آبیاری و زهکشی)، مهندس علاء الدین (آزمایشگاه خاکشناسی)، مهندس آتشی (آزمایشگاه باغبانی)، مهندس زاهدی (آزمایشگاه گیاه‌پزشکی)، مهندس

صلاحی (آزمایشگاه زراعت) که در مراحل مختلف این تحقیق همکاری کردند، بی‌نهایت سپاسگزاریم.

منابع

- احمدی خواه، ا. ۱۳۸۸. در ترجمه واکنش گیاهان به تنش‌های محیطی غیر زنده، هیرت. ه. و شینوزاکی. ک. (مؤلفان). انتشارات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ص ۳۲۶.
- انصاری، ح.، میر لطفی، س.، م. و فرشی، ع. ا. ۱۳۸۵. تأثیر کم‌آبیاری بر عملکرد و کارایی مصرف آب ذرت زودرس. مجله علوم خاک و آب، (۲): ۲۰، ص ۴۷-۵۷.
- بایبوردی، ا.، سید طباطبایی، س. ج. و احمداف، ع. ۱۳۸۹. تأثیر تنش شوری ناشی از کلرور سدیم بر خصوصیات فیزیولوژیکی، کمیت و کیفیت ارقام پاییزه کلزا. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). (۲): ۲۴، ص ۳۳۴-۳۴۶.
- توکلی، ع. ۱۳۷۶. بهینه‌سازی کم‌آبیاری بر اساس توابع تولید، مجموعه مقالات دومین کنگره ملی مسائل آب و خاک در کشور، ص ۳۶۹-۳۵۴.
- جیحونی، م. ۱۳۸۸. نشریه فنی گوجه فرنگی، دفتر طراحی کادر نو، ص ۹-۴.
- خلیلی‌راد، ر.، میرنیا، س. خ. و بهرامی، ح. ۱۳۸۹. تأثیر مقادیر مختلف آب خاک بر توسعه ریشه ذرت. نشریه آب و خاک. (۳): ۲۴، ص ۵۶۴-۵۵۷.
- خلیلی‌راد، ر.، میرنیا، س. خ. و بهرامی، ح. ۱۳۸۹. تأثیر مقادیر مختلف آب خاک بر توسعه ریشه ذرت. نشریه آب و خاک. (۳): ۲۴، ص ۵۶۴-۵۵۷.
- خوشکام، س. گ. ۱۳۸۸. اثر تنش‌های شوری و خشکی در مرحله جوانه‌زنی، رشد رویشی، عملکرد میوه و امکان استفاده از

مواد شیمیایی برای بهبود تنژیدن در خیار گلخانه‌ای. چهارمین همایش منطقه‌ای ایده‌های نو در کشاورزی. دانشگاه آزاد واحد خوراسگان (اصفهان).

رئیس س. ۱۳۷۳. بررسی مقدماتی ارقام مختلف کلزا در منطقه‌ی گرگان و گنبد. سومین کنگره‌ی علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران - تبریز. ص ۱۶۵.

زالی، س.ح. ۱۳۸۸. آناتومی گیاهی. انتشارات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۵۴۱ صفحه.

سلطانی، س.، موسوی، س.، ف. و مصطفی‌زاده فرد، ب. 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، (۳):۲، ص ۶۵-۷۶.

صالحی، م.، کافی، م. و کیانی، ع.ر. ۱۳۹۰. اثر تنش شوری و کم‌آبی بر تولید زیست توده کوشیا (*Kochia scoparia*) و روند شوری خاک. مجله به‌زراعی نهال و بذر. (۲):۲۷، ۴۳۳-۴۱۷.

عبدل زاده ا.، ملک جهانی ز.، گالشی س.، یغمایی ف. ۱۳۸۵. بررسی اثر توأم شوری و تغذیه نیتروژن بر رشد گیاه کلزا. مجله‌ی علوم کشاورزی و منابع طبیعی. جلد ۱۳. ص ۳۳-۲۰.

علیزاده ا.، ۱۳۸۴. رابطه آب، خاک و گیاه. انتشارات

دانشگاه امام رضا.

کسرایی، ر. و ساعدی، س. ۱۳۸۹. تأثیر لجن فاضلاب مجتمع پتروشیمی تبریز بر رشد گیاه گوجه‌فرنگی. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). (۱):۲۴، ص ۲۰-۱۰.

محمدی م.، لیاقت ع و مولوی ح.، ۱۳۹۱. اثر توأم تنش شوری و خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد گوجه‌فرنگی در شرایط مزرعه‌ای. مجله علوم و مهندسی آب اهواز (پذیرفته شده و در نوبت چاپ)

محمدی، م.، لیاقت، ع. و مولوی، ح. ۱۳۸۹. بهینه‌سازی مصرف آب و تعیین ضرایب حساسیت گوجه‌فرنگی در شرایط توأمان تنش شوری و خشکی در منطقه کرج. نشریه آب و خاک. (۳):۲۴، ص ۵۹۲-۵۸۳.

مرتضایی‌نژاد، ف. و رضایی، پ. ۱۳۸۸. ارزیابی تحمل به شوری NaCl در ۵ رقم گوجه‌فرنگی. پژوهش نامه کشاورزی، (۲):۱، ۱۰۲-۹۳.

مستشفی حبیب آبادی، ف.، شایان نژاد، م.، دهقانی، م. و طباطبایی، س.ح. ۱۳۹۰. بررسی تأثیر چهار نوع رژیم تلفیقی آبیاری با آب شور بر روی شاخص‌های کمی و کیفی آفتابگردان. مجله آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، (۴):۲۵، ص ۷۰۷-۶۹۸.

نورجو، ا.، زمردی، ش. و امامی، ع. ۱۳۸۰. بررسی اثرات سطوح مختلف آبیاری در زراعت گوجه فرنگی. مجموعه مقالات اولین کنفرانس ملی بررسی راهکارهای مقابله با بحران آب، جلد سوم.

Abd-Alla, T.D. Vuong, and J.E. Harper. 1998. Genotypic differences in dinitrogen Fixation Response to Nacl stress in Intact and Grafted Soybean. *Crop Sci.* 38:72-77

Abel, G.H. and Mackenzie, A.J. (1964) Salt tolerance of soybean varieties (*Glycine max L. Merrill*) during germination and later growth. *Crop Science*, 4:157-161.

Antolin, M.C. and D.M. Sanches. 1993; Effects of temporary drought on photosynthesis of alfalfa plants. *Journal of Experimental Botany*. 44:265, 1341-1349.

Ashraf M., Bokhari M.H., and Mehmood S. 1989. Effect of four different salts on germination and seedling growth of four Brassica species. *J. Biol.* 35, 173-187.

Behboudian, R. & J. Anderson. 1990 Effects of potassium deficiency on water relations and photosynthesis of tomato plant. *Plant and Soil*. 127-139

- uptake and reduction. *Journal of Plant Nutrition* 25: 177-187.
- Foolad, M.R. and R.A. Jones. 1991. Genetic analysis of salt tolerance during germination in *Lycopersicon*. *The Applied Genetic* 81: 821-326.
- Frota, J.N.E., and Tucker, T.C. 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.
- Greud, I. J., P.N. Drolsom, and D.A. Rohweder. 1983. Salt tolerance of grasses and legumes for roadside use. *Agron. J.* 77: 76-80.
- Grieve, C.M., Shannon, M.C., and Dierig, D.A. 1999. Salinity effects on growth, shoot:root relations, and seed production of *Lesquerella fendleri*. Reprinted from: *Perspectives on New Crops and New Uses*, J. Janick (Ed.), ASHS Press, Alexandria, VA.
- Kaya, C., Higges, D., Kirnak, H., (2001). The effects of high salinity (NaCl) and supplementary phosphorus and potassium on physiology and nutrition development of spinach. *BULG. J. plant physiol.* 27, 47-59.
- Kingsbury, R.W., E. Epstein, and R.W. Pearcy. 1984. Physiological responses to salinity in selected lines of wheat. *Plant physiol. J.* 74: 417-423.
- Kipis, T., I Vais man and I. Granoth (1989): Drought stress and alfalfa production in Mediterranean environment: *irrig Sci* (1984):10:113-115.
- Kirda C, Cetin M, Dasgan Y, Topcu S, Kaman H, Ekici B, Deric MR and Ozguven AI, 2004. Yield response of greenhouse grown tomato to partial root drying and conventional deficit irrigation. *Agricultural Water Management* 69: 191-201.
- Kmoch H.G., Raming R.E., Fox R.L. and Koelher F.E. 1957. Root development of winter wheat as influenced by soil moisture and nitrogen fertilization. *Agron. J.* 49: 20-85.
- Liptay, A., P. Sikkema, & W. Fonteno. 1998. Transplant growth control through water deficit stress. *Hort Technology*. 8:540-543.
- Boem, F.H.G., Scheiner, J.D., Lavadi, R.S., (1994). Some effect of soil salinity on growth, development and yield of rapeseed (*Brassica napus* L.). *Crop Sci.* 137, 182-187.
- Bogle, C.R., Hatrz, T.K., and Nunez, C. 1989. Comparison 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.
- Branson, F.A., Miller, R.F., and McQueen, J.S. 1967. Geographic distribution and factors affecting the distribution of salt desert shrubs in the United State, *Journal of Range Management*, 20: 287 - 296.
- Brown, C.E., Pezeshki, S.R., and DeLaune, R.D. 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.
- Brugnoli, E. and M. Lauter. 1991. Effects of salinity on stomatal conductance, photosynthetic capacity and carbon isotope discrimination of salt tolerant (*Gossypium hirsutum* L.) and salt-sensitive (*Phaseolus vulgaris* L.) C3 non halophytes plant *Physiol. J.* 95: 628-635.
- Buttery B.R., C.S. Tan, R.L. Buzzell, J.D. Gaynor and D.C. Mactavish. 1993; Stomatal numbers of soybean and response to water stress. *Plant and Soil.* 149:283-288.
- Debosier, A.S. 1999. Root and shoot responses of *Taxodium distichum* seedlings subjected to saline flooding. *Environ. Exp. Bot.* 41: 15-23.
- English, M.J. 1990. Deficit irrigation: Analytic framework. *ASCE, J. Irrig. and Drain. Eng.* 116(3): 399-412.
- English, M.J. and Orlob, G.T. 1978. Decision theory applications and irrigation optimization. California Water Resources Center Contribution, No. 174, University of California, Davis, CA.
- Flores, P., Botella, M.A., Martinez, V., and Cerda, A. 2002. Response to salinity of tomato seedlings with a split-root system: nutrient

- per ear in wheat cultivars and 120 progeny. *Aust. J. Plant Physiol.* 1: 503-514.
- Saoub, H.M. 2002. Response of six *Medicago sativa* cultivars to NaCl concentrations in irrigation water, *Pakistan Journal of Agronomy*, 1(4):107-109.
- Schleiff, U. 2008. Analysis of water supply of plants under saline soil conditions and conclusions for research on crop salt tolerance. *Journal of Agronomy and Crop Sciences* 194: 1-8.
- Suhayda, C. G., R. E. Redmann, B. L. Harvey and A. L. Cipywnyk. 1992. Comparative response of cultivated and wild barley species to salinity stress and calcium supply. *Crop Sci.* 32: 154-163.
- William D. 1998. Role of water stress in yield variability. *Intergrated Crop Management*. Iowa State University.
- Wolf, D. W., Fereres E. and Ronald E. Voss, 1983. Growth and yield response of two potato cultivars to various levels of applied water. *Irrig. Sci.* 3: 211-222.
- Xue Q., Zhu Z., Musick J. T., Stewart B. A. and Dusek D. A. 2003. Root growth and water uptake in winter wheat under deficit irrigation. *Plant and Soil* 257: 151-161.
- Yildirim, E., Taylor, A.G., and Spittler, T.D. 2006. Ameliorative effects of biological treatments on growth of squash plants under salt stress. *Scientia Horticulturae*, 111, 1-6.
- Malash, N.M., Flowers, T.J., and Ragab, R. 2008. Effect of irrigation methods, management and salinity of irrigation water on tomato yield, soil moisture and salinity distribution. *Irrigation Science*, 26,313-323.
- Marais J. N. and Wiersma D. 1975. Phosphorous uptake by soybean as influenced by moisture stress in the fertilized zone. *Agron. J.* 67: 777-781.
- Meaz, E.V. and C.M. Grieve. 1994. Salt tolerance of plants at different stages of growth. *Proc. Int. Conf. Current Developments in salinity and drought tolerance of plants*. Tandojam, Pakistan. 7-11 Jan 1990 *Atomic Energy Agric. Res.*
- Mrema A.F., Granhall U., and Sennerby-Forsse L. 1997. Plant growth, leaf water potential, nitrogenase activity and nodule anatomy in *Leucaena leucocephala* as affected by water stress and nitrogen availability. *Trees* 12:42-48
- Munns, R. (2002). Comparative physiology of salt and water stress. *Plant Cell Environ*, 25, 239-250.
- Munns, R.D., P. Schachtman and A.G. Condon. 1995. The significance of a two phase growth response to salinity in wheat and barley. *Aust. J. Plant Physiol.* 22: 561-569.
- Muthy, A.S., M.N. Venkataramu, and J.S.P. Yadav. 1979. Effect of saline water irrigation on sodium and potassium uptake in upto 301 wheat (*Triticum aestivum* L.) *Ann. Arid Zone* 18: 62-67.
- Oliver S. and Barber S. A. 1966. An evaluation of the mechanisms governing the supply of Ca and Na to soybean roots. *Soil Sci. Soc. A. J.* 30: 82-84.
- Ourcut D.M., and Nilsen E.T. 2000 Salinity stress in: physiology of plants under stress. KA/PP pp177-235
- Ranju Singla and Neera Garg. 2004. Influence of salinity on growth and yield attributes in Chickpea cultivars. *Turk J Agric for.* 29: 231-35.
- Rowson, H., M. Hindmash, R.A Fischer, and Y.M. Stockman. 1983. Changes in leaf photosynthesis with plant ontogeny and relationships with yield

جدول ۱- تجزیه واریانس پارامترهای مورفولوژیک تحت تأثیر شوری، کم آبیاری و اثر توأم شوری و کم آبیاری

میانگین مربعات							منابع تغییرات	درجه آزادی
وزن تر ریشه	وزن خشک	طول ریشه	تعداد برگچه‌های خشک شده	تعداد برگچه	سطح برگ	ارتفاع بخش هوایی گیاه		
(gr)	ریشه (gr)	(cm)			(cm ²)	(cm)		
۱۴۱/۱۴*	۳۳/۰۹ ^{ns}	۶/۴۵ ^{ns}	۲۱۱۷۵/۱۲**	۳۲۷۰۹/۸۰ ^{ns}	۱۰۰۷/۹۱*	۴	شوری	
۳۷۹/۴۰**	۶۴/۴۶*	۲۹/۲۳*	۲۹۲۳۷/۴۸**	۲۴۶۸۳/۰۴ ^{ns}	۲۲۷/۷۶ ^{ns}	۳	کم آبیاری	
۱۳۱/۳۷**	۲۷/۶۴ ^{ns}	۱۳/۱۹ ^{ns}	۱۵۲۶۳/۲۲**	۲۷۹۵۲/۰۲**	۸۱۷/۱۹**	۱۹	شوری × کم آبیاری	

منابع تغییرات	درجه آزادی	قطر ساقه (mm)	ارتفاع بخش هوایی گیاه (cm)	وزن خشک بخش هوایی گیاه (gr)	وزن تر بخش هوایی گیاه (gr)	برگ
شوری	۴	۳/۲۸*	۱۴۱/۶۵ ^{ns}	۳۸/۸۸ ^{ns}	۳۴۲/۱۳ ^{ns}	۳۰۵/۵۴**
کم آبیاری	۳	۷/۳۹**	۲۵۵/۵۱*	۶۹۳/۷۴**	۱۴۲۴۴/۹۶**	۵۳/۰۰ ^{ns}
شوری × کم آبیاری	۱۹	۲/۷۵*	۱۳۶/۲۲*	۱۴۰/۹۱**	۳۲۹۶/۷۹**	۲۱۳/۰۷**

** معنی دار در سطح ۱٪، * معنی دار در سطح ۵٪ و ns معنی دار نیست.

جدول ۲- مقایسه میانگین پارامترهای مورفولوژیک تحت تأثیر شوری آب آبیاری (فاکتور شوری-S)

سطوح شوری	سطح برگ (cm ²)	تعداد برگچه	تعداد برگچه‌های خشک شده	طول ریشه (cm)	وزن خشک	وزن تر
				ریشه (gr)	ریشه (gr)	ریشه (gr)
S _۱ = ۰/۷ ds/m	۲۰/۴۲ ^a	۲۰۵/۱۷ ^a	۱۲۴/۵ ^b	۱۶/۹۸ ^a	۷/۰۲ ^a	۱۷/۰۶ ^b
S _۲ = ۱/۵ ds/m	۱۶/۰۲ ^a	۲۲۰/۲۵ ^a	۱۵۵/۱۷ ^{ab}	۱۷/۲۷ ^a	۱۰/۳۶ ^a	۲۴/۰۳ ^{ab}
S _۳ = ۲/۵ ds/m	۳۴/۱۴ ^a	۱۸۹ ^a	۱۹۸/۴۳ ^{ab}	۱۸/۸۵ ^a	۱۰/۶۳ ^a	۲۶/۰۷ ^a
S _۴ = ۳/۵ ds/m	۱۴/۳۶ ^a	۲۰۱/۰۸ ^a	۲۲۲/۲۵ ^a	۱۸/۰۷ ^a	۹/۱۵ ^a	۲۳/۴۵ ^{ab}
S _۵ = ۵ ds/m	۳۲/۱۱ ^a	۳۱۷/۹۲ ^a	۱۳۴/۲۵ ^b	۱۷/۷۲ ^a	۱۱/۱۹ ^a	۲۴/۰۵ ^{ab}

سطوح شوری	قطر ساقه (mm)	ارتفاع بخش هوایی گیاه (cm)	وزن خشک بخش هوایی گیاه (gr)	وزن تر بخش هوایی گیاه (gr)	تعداد روزنه‌های برگ
S _۱ = ۰/۷ ds/m	۹/۱۶ ^a	۶۷/۷۵ ^a	۳۰/۳۳ ^a	۱۳۹/۲۵ ^a	۱۷/۷۵ ^a
S _۲ = ۱/۵ ds/m	۸/۴۶۸ ^{ab}	۶۸/۲۵ ^a	۳۱/۷۷ ^a	۱۴۰/۶۳ ^a	۱۹/۶۷ ^a
S _۳ = ۲/۵ ds/m	۸/۴۶۶ ^{ab}	۶۴/۴۲ ^a	۳۰/۳۵ ^a	۱۳۴ ^a	۱۱/۵۰ ^{ab}
S _۴ = ۳/۵ ds/m	۸/۱۷ ^{ab}	۶۷ ^a	۲۸/۷۶ ^a	۱۴۲/۳۳ ^a	۱۳/۲۵ ^{ab}
S _۵ = ۵ ds/m	۷/۷۲ ^b	۵۹/۹۳ ^a	۲۷/۰۶ ^a	۱۴۸/۷۵ ^a	۷/۰۰ ^b

جدول ۳- مقایسه میانگین پارامترهای مورفولوژیک تحت تأثیر میزان آب آبیاری (فاکتور کم آبیاری- I)

تعداد برگچه-						
سطوح آبی	سطح برگ (cm ²)	تعداد برگچه	های خشک شده	طول ریشه (cm)	وزن خشک ریشه (gr)	وزن تر ریشه (gr)
I ₁	۲۱/۵۱ ^a	۲۵۶/۴ ^a	۲۲۵/۱۳ ^a	۱۸/۹۹ ^a	۱۲/۲۶ ^a	۲۸/۸۴ ^a
I _۲	۲۷/۷۶ ^a	۲۴۴/۲۷ ^a	۱۷۷/۲۷ ^{ab}	۱۷/۹۱ ^a	۱۰/۴۰ ^{ab}	۲۴/۶۰ ^{ab}
I _۳	۱۹/۰۳ ^a	۲۳۹/۲۷ ^a	۱۳۳/۱۳ ^b	۱۸/۴۲ ^a	۸/۲۵ ^{ab}	۲۱/۳۰ ^{bc}
I _۴	۲۵/۳۵ ^a	۱۶۶/۸ ^a	۱۳۲/۱۳ ^b	۱۵/۷۹ ^a	۷/۷۷ ^b	۱۶/۹۷ ^c

سطوح آبی	قطر ساقه (mm)	ارتفاع بخش هوایی گیاه (cm)	وزن خشک بخش هوایی گیاه (gr)	وزن تر بخش هوایی گیاه (gr)	تعداد روزنه های برگ
I ₁	۹/۳۹ ^a	۶۹/۸۰ ^a	۳۷/۱۲ ^a	۱۷۳ ^a	۱۶/۲۰ ^a
I _۲	۸/۰۸ ^b	۶۷/۲۷ ^{ab}	۳۲/۸۰ ^a	۱۵۴/۱۳ ^{ab}	۱۳/۸۰ ^a
I _۳	۷/۷۷ ^b	۶۴/۶۷ ^{ab}	۲۷/۲۷ ^b	۱۳۶/۲۰ ^b	۱۳/۷۳ ^a
I _۴	۸/۳۴ ^{ab}	۶۰/۱۳ ^b	۲۱/۴۴ ^c	۱۰۰/۶۳ ^c	۱۱/۶۰ ^a

جدول ۴- مقایسه میانگین پارامترهای مورفولوژیک تحت تأثیر اثر توأم شوری و کم آبیاری

سطوح شوری	سطوح آبی	سطح برگ (cm ²)	تعداد برگچه	تعداد برگچه های خشک شده	طول ریشه (cm)	وزن خشک ریشه (gr)	وزن تر ریشه (gr)
S _۵	I _۴	۵۰/۱۹ ^{ab}	۲۶۶/۶۷ ^{abc}	۹۸/۳۳ ^{bc}	۱۵/۶۳ ^a	۹/۷۹ ^a	۳۰/۲۸ ^{abc}
	I _۳	۳۸/۳۳ ^{abc}	۳۹۷/۰۰ ^{ab}	۸۵/۳۳ ^{bc}	۱۵/۷۷ ^a	۸/۸۲ ^a	۲۰/۰۵ ^{abc}
	I _۲	۲۲/۸۴ ^{bc}	۳۶۰/۰۰ ^{ab}	۱۶۰/۶۷ ^{abc}	۱۸/۵۰ ^a	۱۴/۹۸ ^a	۳۲/۳۸ ^{ab}
	I _۱	۱۷/۰۶ ^{bc}	۲۴۸/۰۰ ^{abc}	۱۹۲/۶۷ ^{abc}	۲۱/۰۰ ^a	۱۱/۲۰ ^a	۲۳/۴۹ ^{abc}
S _۴	I _۴	۱۹/۲۰ ^{bc}	۱۴۹/۳۳ ^{abc}	۲۰۵/۳۳ ^{abc}	۱۵/۹۷ ^a	۸/۴۷ ^a	۲۰/۷۹ ^{abc}
	I _۳	۱۲/۷۷ ^{bc}	۱۵۲/۰۰ ^{abc}	۲۴۷/۳۳ ^{abc}	۲۲/۰۰ ^a	۹/۸۵ ^a	۲۵/۸۹ ^{abc}
	I _۲	۵/۰۰ ^c	۶۳/۳۳ ^c	۲۹۱/۳۳ ^{ab}	۱۷/۸۰ ^a	۷/۱۱ ^a	۱۹/۷۳ ^{abc}
	I _۱	۲۰/۴۸ ^{bc}	۴۳۹/۶۷ ^a	۱۴۵/۰۰ ^{abc}	۱۶/۵۰ ^a	۱۱/۱۷ ^a	۲۷/۴۰ ^{abc}
S _۳	I _۴	۱۱/۶۱ ^{bc}	۱۳۲/۰۰ ^{bc}	۱۷۶/۳۳ ^{abc}	۱۶/۱۰ ^a	۹/۴۳ ^a	۱۶/۵۵ ^{bc}
	I _۳	۱۰/۵۶ ^{bc}	۱۸۱/۶۷ ^{abc}	۱۵۲/۶۷ ^{abc}	۲۰/۸۳ ^a	۸/۸۵ ^a	۲۶/۶۴ ^{abc}
	I _۲	۷/۶۰ ^a	۲۹۹/۳۳ ^{abc}	۱۵۳/۳۳ ^{abc}	۱۹/۰۰ ^a	۱۰/۶۳ ^a	۲۶/۶۸ ^{abc}
	I _۱	۳۸/۳۹ ^{abc}	۱۴۳/۰۰ ^{bc}	۳۱۱/۳۳ ^a	۱۹/۵۰ ^a	۱۳/۶۴ ^a	۳۴/۴۱ ^{ab}
S _۲	I _۴	۴۳/۳۷ ^{bc}	۱۴۲/۰۰ ^{bc}	۹۵/۳۳ ^{bc}	۱۶/۳۳ ^a	۶/۴۱ ^a	۱۶/۶۱ ^{bc}
	I _۳	۱۶/۶۸ ^{bc}	۲۷۹/۶۷ ^{abc}	۱۱۳/۳۳ ^{abc}	۱۸/۱۷ ^a	۷/۴۰ ^a	۱۸/۵۹ ^{abc}
	I _۲	۱۶/۸۲ ^{bc}	۲۲۱/۶۷ ^{abc}	۱۷۸/۳۳ ^{abc}	۱۷/۱۰ ^a	۱۰/۱۴ ^a	۲۳/۵۴ ^{abc}

۳۷/۳۹ ^a	۱۷/۵۰ ^a	۱۷/۴۷ ^a	۲۳۳/۶۷ ^{abc}	۲۳۷/۶۷ ^{abc}	۱۶/۲۶ ^{bc}	I _۱
۱۰/۶۵ ^c	۴/۷۵ ^a	۱۴/۹۳ ^a	۹۰/۳۳ ^{bc}	۱۴۴/۰۰ ^{bc}	۳۱/۳۷ ^{bc}	I _۴
۱۵/۳۶ ^{bc}	۶/۳۴ ^a	۱۵/۳۳ ^a	۶۲/۰۰ ^c	۱۸۶/۰۰ ^{abc}	۱۶/۸۰ ^{bc}	I _۳
۲۰/۷۰ ^{abc}	۹/۱۷ ^a	۱۷/۱۷ ^a	۱۰۲/۶۷ ^{bc}	۲۷۷/۰۰ ^{abc}	۱۸/۱۶ ^{bc}	I _۲
۲۱/۵۳ ^{abc}	۷/۸۲ ^a	۲۰/۵۰ ^a	۲۴۲/۰۰ ^{abc}	۲۱۳/۶۷ ^{abc}	۱۵/۳۷ ^{bc}	I _۱

ادامه جدول ۴- مقایسه میانگین پارامترهای مورفولوژیک تحت تأثیر اثر نوآم شوری و کم آبیاری

تعداد روزنه‌های برگ	وزن تر بخش هوایی گیاه (gT)	وزن خشک بخش هوایی گیاه (gT)	ارتفاع بخش هوایی گیاه (cm)	قطرساقه (mm)	سطوح شوری	سطوح آبی
۶/۳۳ ^{de}	۱۰۹/۰۰ ^{bcd}	۲۰/۴۵ ^{fg}	۵۱/۰۰ ^b	۷/۰۰ ^a	I _۴	S _۵
۷/۶۷ ^{cde}	۱۶۲/۶۷ ^{abcd}	۲۶/۱۰ ^{defg}	۶۷/۳۳ ^{ab}	۶/۹۰ ^a	I _۳	
۷/۶۷ ^{cde}	۱۷۸/۳۳ ^c	۳۳/۴۷ ^{abcde}	۶۰/۶۷ ^{ab}	۸/۳۳ ^a	I _۲	
۶/۳۳ ^{de}	۱۴۵/۰۰ ^{abcd}	۲۸/۲۲ ^{bcdefg}	۶۰/۶۷ ^{ab}	۸/۶۵ ^a	I _۱	
۱۷/۶۷ ^{abcd}	۱۰۷/۰۰ ^{cd}	۲۲/۵۴ ^{efg}	۶۱/۶۷ ^{ab}	۸/۴۷ ^a	I _۴	S _۴
۱۷/۰۰ ^{abcde}	۱۳۳/۰۰ ^{bcd}	۲۹/۳۱ ^{bcdefg}	۶۷/۰۰ ^{ab}	۷/۷۷ ^a	I _۳	
۱۳/۳۳ ^{abcde}	۱۱۲/۶۷ ^{bcd}	۲۶/۷۵ ^{cdefg}	۷۴/۳۳ ^{ab}	۶/۷۷ ^a	I _۲	
۵/۰۰ ^e	۲۱۶/۶۷ ^a	۳۶/۴۳ ^{abcd}	۶۵/۰۰ ^{ab}	۹/۷۰ ^a	I _۱	
۸/۶۷ ^{cde}	۹۷/۰۰ ^d	۱۹/۹۶ ^g	۶۱/۰۰ ^{ab}	۷/۷۰ ^a	I _۴	S _۳
۵/۰۰ ^e	۱۲۵/۳۳ ^{bcd}	۲۸/۹۴ ^{bcdefg}	۶۲/۰۰ ^{ab}	۸/۰۷ ^a	I _۳	
۷/۰۰ ^{de}	۱۵۵/۰۰ ^{abcd}	۳۲/۷۵ ^{bcdefg}	۶۲/۳۳ ^{ab}	۸/۸۰ ^a	I _۲	
۲۵/۳۳ ^{abcd}	۱۵۸/۶۷ ^{abcd}	۳۹/۷۴ ^{ab}	۷۲/۳۳ ^{ab}	۹/۳۰ ^a	I _۱	
۷/۶۷ ^{cde}	۹۳/۸۳ ^d	۲۱/۰۵ ^{efg}	۵۸/۰۰ ^{ab}	۸/۵۰ ^a	I _۴	S _۲
۲۶/۶۷ ^{abc}	۱۲۷/۶۷ ^{bcd}	۲۵/۹۲ ^{defg}	۶۱/۳۳ ^{ab}	۷/۵۱ ^a	I _۳	
۱۲/۳۳ ^{bcde}	۱۵۹/۳۳ ^{abcd}	۳۸/۰۰ ^{abcd}	۷۶/۳۳ ^a	۸/۲۳ ^a	I _۲	
۳۲/۰۰ ^a	۱۸۱/۶۷ ^d	۴۲/۱۳ ^a	۷۷/۳۳ ^a	۹/۶۳ ^a	I _۱	
۱۷/۶۷ ^{abcde}	۹۶/۳۳ ^{bcd}	۲۳/۲۱ ^{efg}	۶۹/۰۰ ^{ab}	۱۰/۰۷ ^a	I _۴	S _۱
۱۲/۳۳ ^{bcde}	۱۳۲/۳۳ ^{abcd}	۲۶/۰۷ ^{defg}	۶۵/۶۷ ^{ab}	۸/۶۳ ^a	I _۳	
۲۸/۶۷ ^{ab}	۱۶۵/۳۳ ^{abcd}	۳۳/۰۰ ^{abcdef}	۶۲/۶۷ ^{ab}	۸/۲۷ ^a	I _۲	
۱۲/۳۳ ^{bcde}	۱۶۳/۰۰	۳۹/۰۷ ^{abc}	۷۳/۶۷ ^{ab}	۹/۶۷ ^a	I _۱	

The image part with relationship ID 15113 was not found in the file.

آزمایش فاکتوریل ۴×۴ در قالب طرح کلاسه تصادفی با ۸ تکرار شامل دو فاکتور شوری (سطح) و آب آبیاری (سطح) اجرا گردید.

S ₁ L ₁	S ₁ L ₂	S ₁ L ₃	S ₁ L ₄	S ₁ L ₅	S ₁ L ₆	S ₁ L ₇	S ₁ L ₈	S ₁ L ₉	S ₁ L ₁₀	S ₁ L ₁₁	S ₁ L ₁₂	S ₁ L ₁₃	S ₁ L ₁₄	S ₁ L ₁₅	S ₁ L ₁₆	S ₁ L ₁₇	S ₁ L ₁₈	S ₁ L ₁₉	S ₁ L ₂₀
S ₂ L ₁	S ₂ L ₂	S ₂ L ₃	S ₂ L ₄	S ₂ L ₅	S ₂ L ₆	S ₂ L ₇	S ₂ L ₈	S ₂ L ₉	S ₂ L ₁₀	S ₂ L ₁₁	S ₂ L ₁₂	S ₂ L ₁₃	S ₂ L ₁₄	S ₂ L ₁₅	S ₂ L ₁₆	S ₂ L ₁₇	S ₂ L ₁₈	S ₂ L ₁₉	S ₂ L ₂₀
S ₃ L ₁	S ₃ L ₂	S ₃ L ₃	S ₃ L ₄	S ₃ L ₅	S ₃ L ₆	S ₃ L ₇	S ₃ L ₈	S ₃ L ₉	S ₃ L ₁₀	S ₃ L ₁₁	S ₃ L ₁₂	S ₃ L ₁₃	S ₃ L ₁₄	S ₃ L ₁₅	S ₃ L ₁₆	S ₃ L ₁₇	S ₃ L ₁₈	S ₃ L ₁₉	S ₃ L ₂₀
S ₄ L ₁	S ₄ L ₂	S ₄ L ₃	S ₄ L ₄	S ₄ L ₅	S ₄ L ₆	S ₄ L ₇	S ₄ L ₈	S ₄ L ₉	S ₄ L ₁₀	S ₄ L ₁₁	S ₄ L ₁₂	S ₄ L ₁₃	S ₄ L ₁₄	S ₄ L ₁₅	S ₄ L ₁₆	S ₄ L ₁₇	S ₄ L ₁₈	S ₄ L ₁₉	S ₄ L ₂₀
S ₅ L ₁	S ₅ L ₂	S ₅ L ₃	S ₅ L ₄	S ₅ L ₅	S ₅ L ₆	S ₅ L ₇	S ₅ L ₈	S ₅ L ₉	S ₅ L ₁₀	S ₅ L ₁₁	S ₅ L ₁₂	S ₅ L ₁₃	S ₅ L ₁₄	S ₅ L ₁₅	S ₅ L ₁₆	S ₅ L ₁₇	S ₅ L ₁₈	S ₅ L ₁₉	S ₅ L ₂₀
S ₆ L ₁	S ₆ L ₂	S ₆ L ₃	S ₆ L ₄	S ₆ L ₅	S ₆ L ₆	S ₆ L ₇	S ₆ L ₈	S ₆ L ₉	S ₆ L ₁₀	S ₆ L ₁₁	S ₆ L ₁₂	S ₆ L ₁₃	S ₆ L ₁₄	S ₆ L ₁₅	S ₆ L ₁₆	S ₆ L ₁₇	S ₆ L ₁₈	S ₆ L ₁₉	S ₆ L ₂₀
S ₇ L ₁	S ₇ L ₂	S ₇ L ₃	S ₇ L ₄	S ₇ L ₅	S ₇ L ₆	S ₇ L ₇	S ₇ L ₈	S ₇ L ₉	S ₇ L ₁₀	S ₇ L ₁₁	S ₇ L ₁₂	S ₇ L ₁₃	S ₇ L ₁₄	S ₇ L ₁₅	S ₇ L ₁₆	S ₇ L ₁₇	S ₇ L ₁₈	S ₇ L ₁₉	S ₇ L ₂₀
S ₈ L ₁	S ₈ L ₂	S ₈ L ₃	S ₈ L ₄	S ₈ L ₅	S ₈ L ₆	S ₈ L ₇	S ₈ L ₈	S ₈ L ₉	S ₈ L ₁₀	S ₈ L ₁₁	S ₈ L ₁₂	S ₈ L ₁₃	S ₈ L ₁₄	S ₈ L ₁₅	S ₈ L ₁₆	S ₈ L ₁₇	S ₈ L ₁₈	S ₈ L ₁₉	S ₈ L ₂₀
S ₉ L ₁	S ₉ L ₂	S ₉ L ₃	S ₉ L ₄	S ₉ L ₅	S ₉ L ₆	S ₉ L ₇	S ₉ L ₈	S ₉ L ₉	S ₉ L ₁₀	S ₉ L ₁₁	S ₉ L ₁₂	S ₉ L ₁₃	S ₉ L ₁₄	S ₉ L ₁₅	S ₉ L ₁₆	S ₉ L ₁₇	S ₉ L ₁₈	S ₉ L ₁₉	S ₉ L ₂₀
S ₁₀ L ₁	S ₁₀ L ₂	S ₁₀ L ₃	S ₁₀ L ₄	S ₁₀ L ₅	S ₁₀ L ₆	S ₁₀ L ₇	S ₁₀ L ₈	S ₁₀ L ₉	S ₁₀ L ₁₀	S ₁₀ L ₁₁	S ₁₀ L ₁₂	S ₁₀ L ₁₃	S ₁₀ L ₁₄	S ₁₀ L ₁₅	S ₁₀ L ₁₆	S ₁₀ L ₁₇	S ₁₀ L ₁₈	S ₁₀ L ₁₉	S ₁₀ L ₂₀
S ₁₁ L ₁	S ₁₁ L ₂	S ₁₁ L ₃	S ₁₁ L ₄	S ₁₁ L ₅	S ₁₁ L ₆	S ₁₁ L ₇	S ₁₁ L ₈	S ₁₁ L ₉	S ₁₁ L ₁₀	S ₁₁ L ₁₁	S ₁₁ L ₁₂	S ₁₁ L ₁₃	S ₁₁ L ₁₄	S ₁₁ L ₁₅	S ₁₁ L ₁₆	S ₁₁ L ₁₇	S ₁₁ L ₁₈	S ₁₁ L ₁₉	S ₁₁ L ₂₀
S ₁₂ L ₁	S ₁₂ L ₂	S ₁₂ L ₃	S ₁₂ L ₄	S ₁₂ L ₅	S ₁₂ L ₆	S ₁₂ L ₇	S ₁₂ L ₈	S ₁₂ L ₉	S ₁₂ L ₁₀	S ₁₂ L ₁₁	S ₁₂ L ₁₂	S ₁₂ L ₁₃	S ₁₂ L ₁₄	S ₁₂ L ₁₅	S ₁₂ L ₁₆	S ₁₂ L ₁₇	S ₁₂ L ₁₈	S ₁₂ L ₁₉	S ₁₂ L ₂₀
S ₁₃ L ₁	S ₁₃ L ₂	S ₁₃ L ₃	S ₁₃ L ₄	S ₁₃ L ₅	S ₁₃ L ₆	S ₁₃ L ₇	S ₁₃ L ₈	S ₁₃ L ₉	S ₁₃ L ₁₀	S ₁₃ L ₁₁	S ₁₃ L ₁₂	S ₁₃ L ₁₃	S ₁₃ L ₁₄	S ₁₃ L ₁₅	S ₁₃ L ₁₆	S ₁₃ L ₁₇	S ₁₃ L ₁₈	S ₁₃ L ₁₉	S ₁₃ L ₂₀
S ₁₄ L ₁	S ₁₄ L ₂	S ₁₄ L ₃	S ₁₄ L ₄	S ₁₄ L ₅	S ₁₄ L ₆	S ₁₄ L ₇	S ₁₄ L ₈	S ₁₄ L ₉	S ₁₄ L ₁₀	S ₁₄ L ₁₁	S ₁₄ L ₁₂	S ₁₄ L ₁₃	S ₁₄ L ₁₄	S ₁₄ L ₁₅	S ₁₄ L ₁₆	S ₁₄ L ₁₇	S ₁₄ L ₁₈	S ₁₄ L ₁₉	S ₁₄ L ₂₀
S ₁₅ L ₁	S ₁₅ L ₂	S ₁₅ L ₃	S ₁₅ L ₄	S ₁₅ L ₅	S ₁₅ L ₆	S ₁₅ L ₇	S ₁₅ L ₈	S ₁₅ L ₉	S ₁₅ L ₁₀	S ₁₅ L ₁₁	S ₁₅ L ₁₂	S ₁₅ L ₁₃	S ₁₅ L ₁₄	S ₁₅ L ₁₅	S ₁₅ L ₁₆	S ₁₅ L ₁₇	S ₁₅ L ₁₈	S ₁₅ L ₁₉	S ₁₅ L ₂₀
S ₁₆ L ₁	S ₁₆ L ₂	S ₁₆ L ₃	S ₁₆ L ₄	S ₁₆ L ₅	S ₁₆ L ₆	S ₁₆ L ₇	S ₁₆ L ₈	S ₁₆ L ₉	S ₁₆ L ₁₀	S ₁₆ L ₁₁	S ₁₆ L ₁₂	S ₁₆ L ₁₃	S ₁₆ L ₁₄	S ₁₆ L ₁₅	S ₁₆ L ₁₆	S ₁₆ L ₁₇	S ₁₆ L ₁₈	S ₁₆ L ₁₉	S ₁₆ L ₂₀
S ₁₇ L ₁	S ₁₇ L ₂	S ₁₇ L ₃	S ₁₇ L ₄	S ₁₇ L ₅	S ₁₇ L ₆	S ₁₇ L ₇	S ₁₇ L ₈	S ₁₇ L ₉	S ₁₇ L ₁₀	S ₁₇ L ₁₁	S ₁₇ L ₁₂	S ₁₇ L ₁₃	S ₁₇ L ₁₄	S ₁₇ L ₁₅	S ₁₇ L ₁₆	S ₁₇ L ₁₇	S ₁₇ L ₁₈	S ₁₇ L ₁₉	S ₁₇ L ₂₀
S ₁₈ L ₁	S ₁₈ L ₂	S ₁₈ L ₃	S ₁₈ L ₄	S ₁₈ L ₅	S ₁₈ L ₆	S ₁₈ L ₇	S ₁₈ L ₈	S ₁₈ L ₉	S ₁₈ L ₁₀	S ₁₈ L ₁₁	S ₁₈ L ₁₂	S ₁₈ L ₁₃	S ₁₈ L ₁₄	S ₁₈ L ₁₅	S ₁₈ L ₁₆	S ₁₈ L ₁₇	S ₁₈ L ₁₈	S ₁₈ L ₁₉	S ₁₈ L ₂₀
S ₁₉ L ₁	S ₁₉ L ₂	S ₁₉ L ₃	S ₁₉ L ₄	S ₁₉ L ₅	S ₁₉ L ₆	S ₁₉ L ₇	S ₁₉ L ₈	S ₁₉ L ₉	S ₁₉ L ₁₀	S ₁₉ L ₁₁	S ₁₉ L ₁₂	S ₁₉ L ₁₃	S ₁₉ L ₁₄	S ₁₉ L ₁₅	S ₁₉ L ₁₆	S ₁₉ L ₁₇	S ₁₉ L ₁₈	S ₁₉ L ₁₉	S ₁₉ L ₂₀
S ₂₀ L ₁	S ₂₀ L ₂	S ₂₀ L ₃	S ₂₀ L ₄	S ₂₀ L ₅	S ₂₀ L ₆	S ₂₀ L ₇	S ₂₀ L ₈	S ₂₀ L ₉	S ₂₀ L ₁₀	S ₂₀ L ₁₁	S ₂₀ L ₁₂	S ₂₀ L ₁₃	S ₂₀ L ₁₄	S ₂₀ L ₁₅	S ₂₀ L ₁₆	S ₂₀ L ₁₇	S ₂₀ L ₁₈	S ₂₀ L ₁₉	S ₂₀ L ₂₀