

بررسی اثر تنش شوری بر رشد رویشی توده‌ها و ارقام یونجه

احمد رحمانی^۱ و شاپور حاج رسولیها^۲

چکیده

در این مطالعه مقاومت به شوری توده‌های یونجه بمی، یزدی، رهنانی، همدانی، قره‌یونجه و ارقام رنجر و کریساری مورد بررسی قرار گرفتند. بدین منظور این توده‌ها و ارقام در محلول غذایی Jonson، شور شده با پتانسیل $-۰/۰۷$ ، $-۰/۱۷$ ، $-۰/۳۷$ و $-۰/۵۷$ مگا پاسکال در گلخانه کشت داده شده و زمانی که حدود ۱۰% گیاهان به مرحله گلدهی رسیدند، عمل برداشت انجام گرفت.

تنش شوری باعث کاهش ارتفاع گیاه، وزن خشک قسمت هوایی و ریشه، وزن خشک و سطح برگ و طول ریشه گردید. در صورتی که درصد برگ در اثر شوری افزایش داشته است. توده‌های یزدی، رهنانی و بمی نسبت به سایر توده‌ها و ارقام عملکرد بالاتری را داشتند و رقم کریساری بیشترین درصد برگ را دارا بود. توده‌های همدانی و قره‌یونجه از نظر تمام صفات مورد بررسی به استثنای ارتفاع گیاه کمترین رتبه را داشته‌اند. تجزیه شیمیایی گیاهان نشان داد که تحت تیمار کلرور سدیم عناصر سدیم و کلر در قسمت هوایی و ریشه افزایش داشته است، ولی مقدار افزایش در توده‌ها و ارقام مختلف متفاوت بوده است.

واژه‌های کلیدی: تنش شوری، رشد رویشی، بمی، یزدی و... کریساری.

۱- عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع

۲- عضو هیأت علمی دانشگاه صنعتی اصفهان

مقدمه

یونجه (*Medicago sativa.L*) یکی از بهترین نباتات علوفه‌ای است که از نظر عملکرد زیاد در واحد سطح، مواد غذایی قابل هضم، سازگاری وسیع به شرایط آب و هوایی، مواد مغذی فراوان، درصد بالای پروتئین و دارا بودن انواع ویتامینها اهمیت زیادی دارد.

میان گیاهان تیره بقولات تحمل به شوری طیف وسیعی دارد. Peter و همکارانش (۱۹۸۱) گزارش کردند که گونه‌های درختچه‌ای از جنس *Prosopis* مانند *P. articulata*، *P. Palida* و *P. tamarago* با کاهش محصول، ۱۸۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر کلرید سدیم را تحمل کردند و در شوری ۳۶۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر (که از آب دریا شورتر است) به مقدار کمی رشد نمودند و این اولین گونه از بقولات شناخته شده‌ای است که در شوری آب دریا می‌تواند رشد کند. در حالی‌که بقولات یکساله مانند *Pisum sativum* و *Phseolus vulgaris* مقدار ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر کلرید سدیم را هم به ندرت تحمل می‌کنند.

میان واریته‌های مختلف یونجه از نظر میزان تحمل به شوری تنوع زیادی وجود دارد. ولی به طور کلی در گروه گیاهان به نسبت متحمل قرار می‌گیرند (کلباسی ۱۳۵۹، Ston و همکاران ۱۹۷۹، Waissman و Migamito ۱۹۸۷) و ESP بین ۴۰ تا ۶۰ درصد را تحمل می‌کند. اکثر گزارشها حاکی از این است که مرحله استقرار این گیاه نسبت به مراحل دیگر حساسیت بیشتری به شوری دارد (کلباسی ۱۳۵۹، Lowell ۱۹۶۴، Nobel و همکاران ۱۹۸۴، Wagenet و همکاران ۱۹۸۴).

نمک از طریق افزایش فشار اسمزی محلول خاک، سمیت یونها و بهم زدن تعادل یونها یا کمبود تغذیه ای موجب آسیب رسیدن به گیاه می‌شود (کلباسی ۱۳۵۹، حاج‌رسولینها ۱۳۶۴، Joshi ۱۹۸۴، Levit ۱۹۸۰، Mass و Hoffman ۱۹۷۷، Allen و همکاران ۱۹۸۵، Gorham و همکاران ۱۹۸۵، Redman ۱۹۸۴). صدمه اولیه نمک به

گیاه ابتدا بر اثر اثرات سمی یونها است، تأثیر یونها یا به‌طور مستقیم روی غشاء سیتوپلاسمی است، یا اینکه پس از عبور از آن به پروتوپلاست آسیب می‌رساند (Levite, ۱۹۸۰).

شوری ممکن است از طریق بهم زدن تعادل یونی و اثر بر تغذیه، رشد گیاه را محدود نماید (Joshi ۱۹۸۴، Levite ۱۹۸۰، Lowell ۱۹۶۴، Mass و Hoffman ۱۹۷۷، Mengel و Kirk ۱۹۸۲). برای مثال گزارشهایی مبنی بر کمبود کلسیم در حضور مقدار زیادی سولفات در بعضی گیاهان وجود دارد (Christian ۱۹۷۷)، همچنین در بسیاری از مطالعات انجام شده در حضور سدیم، کاهش جذب پتاسیم در غلظتهای بالای سدیم و وجود خاصیت آنتاگونیسمی بین سدیم و پتاسیم دیده شده است (Joshi ۱۹۸۴، Mengel و Kirk ۱۹۸۲).

گیاهان از سازوکارهای مختلفی مانند ممانعت (Exclusion)، دفع (Extrusion)، رقیق سازی (Dilution) و تنظیم اسمزی (Osmoregulation) برای مقاومت به شوری استفاده می‌کنند (Levite, ۱۹۸۰). Nobel و همکاران (۱۹۸۴) گزارش کردند که جذب کلر و سدیم در قسمت هوایی گونه‌های مقاوم یونجه نسبت به گونه‌های حساس به کلرید سدیم کمتر بوده است، در نتیجه تحمل به شوری در یونجه را به سازوکار ممانعت که توسط سایر گلیکوفیتها هم عمل می‌شود نسبت داده‌اند. گزارشاتی مبنی بر استفاده بعضی از گلیکوفیتها مانند ذرت و سورگم از سازوکار دفع وجود دارد (Levite, ۱۹۸۰). نتایج تحقیقات مختلف نشان می‌دهد که تنظیم اسمزی نیز یکی از سازوکارهایی است که در یونجه سبب افزایش تحمل به شوری می‌شود (Levite, ۱۹۸۰).

هدف از انجام این تحقیق مقایسه ارقام و توده‌های یونجه از نظر تحمل به شوری و بررسی صفات مختلف یونجه در سطوح مختلف شوری بوده است.

مواد و روشها

در این آزمایش از پنج توده یونجه داخلی بسی، یزدی، رهنانی، همدانی، قره یونجه و دو رقم خارجی رنجر و کریساری استفاده شده است. برای کنترل دقیق مقدار شوری از روش کشت در محلول غذایی شور شده با غلظت‌های مختلف کلرید سدیم استفاده شد. بدین منظور ابتدا بذره‌های گیاهان انتخاب شده با محلول ۱۰ درصد هیپوکلرید سدیم و فارچ کش بنومیل ۲ در هزار ضد عفونی شدند. بعد هر توده یا رقم به‌طور جداگانه در ظرف‌های حاوی ماسه شسته شده کشت گردید. ماسه‌ها پیش‌تر چندین بار با آب شسته شده و ۳ روز در حرارت ۱۵۰ درجه سانتیگراد قرار گرفتند. بذره‌های کشت شده با آب مقطر ابیاری گردیدند تا به مرحله یک برگی رسیدند. سپس تعداد ۳ گیاهچه سالم از هر توده یا رقم انتخاب و در سطوح‌های ۳/۲ لیتری حاوی محلول غذایی Jonson که توسط نمک کلرور سدیم برای ایجاد پتانسیل مورد نظر ۰/۱۷-، ۰/۳۷- و ۰/۵۷- مگاپاسکال شور شده بود منتقل شدند (محلول غذایی جانسون با توان بالقوه ۰/۰۷- مگا پاسکال به‌عنوان شاهد در نظر گرفته شد). محلول هر کدام از ظرفها توسط پمپ هوا بهم زده می‌شد.

ارتفاع گیاهان هر دو هفته یکبار اندازه‌گیری می‌شد. همچنین خصوصیات ظاهری گیاهان، تعداد ساقه در هر بوته و هدایت الکتریکی محلول غذایی در طول آزمایش اندازه‌گیری و یادداشت می‌گردید. اندازه‌گیری تنش آب گیاهان در هفته پنجم توسط دستگاه بمب فشاری (Pressure Bomb) انجام گرفت. طول ساقه و ریشه، وزن خشک قسمت هوایی و ریشه و سطح برگ وقتی که ۱۰ درصد گیاهان به گل رفتند اندازه‌گیری شد.

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار پیاده و تجزیه و تحلیل شد. برای بررسی وضعیت تجمع عناصر غذایی، قسمت هوایی و ریشه خشک شده گیاهان مورد تجزیه قرار گرفتند. برای اندازه‌گیری کلر از روش Aderano

و همکاران (۱۹۷۳) و برای اندازه‌گیری سدیم از فلیم فتومتر با فیلتر مخصوص سدیم استفاده شد.

نتایج

مقایسه میانگین ارتفاع توده‌ها و ارقام در پتانسیل مختلف شوری (جدول شماره ۱) نشان می‌دهد که در توان بالقوه ۰/۰۷- مگاپاسکال توده همدانی بیشترین ارتفاع را نسبت به سایر توده‌ها و ارقام داشته و در توان بالقوه ۰/۵۷- مگاپاسکال میزان کاهش ارتفاع آن ۵۳/۹ درصد بوده که زیادتر از سایر ارقام و توده‌ها بوده است.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان می‌دهد که اثر توده‌ها و ارقام و همچنین اثر شوری بر وزن خشک قسمت هوایی در سطح احتمال ۱٪ و اثر متقابل واریته و شوری در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار می‌باشد. با افزایش شوری، وزن خشک قسمت هوایی، وزن خشک برگ و وزن خشک ریشه کاهش پیدا کرده و میزان کاهش در پتانسیل مختلف با یکدیگر در سطح ۱٪ تفاوت معنی‌داری دارند. کاهش سطح برگ در پتانسیل ۰/۳۷- و ۰/۵۷- نسبت به شاهد معنی‌دار بود (جدول شماره ۲). توده یزدی با اینکه بیشترین عملکرد را در مقایسه با سایر توده‌ها و ارقام دارا است، ولی درصد کاهش وزن خشک قسمت هوایی آن در توان بالقوه ۰/۵۷- مگاپاسکال نسبت به شاهد از تمام توده‌ها و ارقام بیشتر است (۸۷/۵ درصد) و توده بمی در پتانسیل ۰/۷۵- مگاپاسکال نسبت به ۰/۰۷ مگاپاسکال کمترین کاهش وزن را داشته است.

شوری سبب افزایش درصد برگ یونجه می‌شود. تفاوت میان درصد برگ در تمام سطوح شوری از نظر آماری معنی‌دار بوده است (جدول شماره ۲). در میان ارقام و توده‌های مورد استفاده رقم کربساری بیشترین درصد برگ و توده همدانی کمترین درصد برگ را داشته‌اند (جدول شماره ۳).

شوری باعث کاهش وزن خشک ریشه یونجه شده است. مقایسه میانگین وزن ریشه توده‌ها و ارقام نشان می‌دهد که توده یزدی بیشترین وزن ریشه و توده همدانی کمترین وزن ریشه را داشته‌اند (جدول شماره ۳).

توده یزدی با اینکه بیشترین عملکرد را در مقایسه با سایر توده‌ها و ارقام دارا است، ولی درصد کاهش وزن خشک قسمت هوایی آن در پتانسیل $0/57$ - مگاپاسکال نسبت به شاهد از تمام توده‌ها و ارقام بیشتر است ($87/5$ درصد) و توده بمی در پتانسیل $0/57$ - مگاپاسکال نسبت به $0/07$ - مگاپاسکال کمترین کاهش وزن خشک و سطح برگ را داشته است (جدول شماره ۴ و ۵). شوری سبب کاهش پتانسیل آب در تمام توده‌ها و ارقام شده است. توده بمی کمترین کاهش ($24/1$) و یزدی بیشترین ($53/7$) کاهش را در پتانسیل $0/57$ - مگاپاسکال نسبت به شاهد داشته‌اند (جدول شماره ۶).

تجزیه شیمیایی گیاهان نشان داد که تحت تیمار کلروسدیم، عناصر سدیم و کلر در قسمت هوایی و ریشه تمام توده‌ها و ارقام افزایش داشته است (نمودارهای شماره ۱ تا ۴). مقدار سدیم و کلر قسمت هوایی توده رهنانی در سطوح بالای شوری از سایر توده‌ها و ارقام بیشتر است. توده بمی کمترین مقدار کلر را در قسمت هوایی و ریشه خود داشته است.

بحث

از نظر ارتفاع گیاهان توده همدانی با وجود آنکه در توان بالقوه $0/07$ - مگاپاسکال بیشترین ارتفاع را داشته به میزان بیشتری تحت تأثیر شوری قرار گرفته است و در اثر شوری بیشترین کاهش ارتفاع را نشان داده است. این نتایج با تحقیقات Brown و Tanner (۱۹۸۳) که اثر خشکی را بر ارتفاع گیاهان بررسی کرده‌اند مطابقت دارد. آنها اظهار داشتند که هر چه ارتفاع گیاه بیشتر باشد میزان کاهش ارتفاع آن در اثر خشکی

بیشتر خواهد بود. کاهش ارتفاع یونجه در اثر شوری توسط محققان دیگر نیز گزارش شده است (Brown و Hayward ۱۹۵۶، Wageenet و همکاران ۱۹۸۴).

کاهش رشد و واکنش متفاوت توده‌ها و ارقام با یکدیگر نتیجه مستقیم پتانسیل فیزیولوژیکی متفاوتی است که گیاهان استفاده می‌کنند. عملکرد زیاد توده یزدی در شرایط غیرشور (شاهد) نشان می‌دهد که این توده از توان بالقوه تولید بالایی نسبت به سایر توده‌ها و ارقام برخوردار بوده است. در سطوح بالای شوری (توان بالقوه ۰/۳۷- و ۰/۵۷- مگا پاسکال) توده‌های بمی و رهنانی از نظر وزن خشک قسمت هوایی نسبت به توده یزدی برتری دارند. توده بمی از نظر سطح برگ در سطوح بالای شوری نیز برتری خود را حفظ کرده و کمترین درصد کاهش سطح برگ را دارا بوده است. این برتری نشان می‌دهد که توده بمی در شرایط شور بهتر از سایر توده‌ها و ارقام خود را با شرایط شور منطبق می‌نماید. کاهش کمتر وزن خشک ریشه این گیاه در شرایط شور یکی از ساز و کارهای مقاومت به شوری این توده می‌تواند باشد که به آن امکان می‌دهد که از آب موجود در محیط ریشه بهتر استفاده کند. مقایسه توان بالقوه آب توده بمی با سایر توده‌ها و ارقام در سطوح بالای شوری (جدول شماره ۴) مؤید این مطلب است که این گیاه نسبت به سایر توده‌ها و ارقام توانسته است در شرایط شور، توان بالقوه آب خود را بالا نگاه دارد و اثر سوء ناشی از غلظت زیاد نمک را کاهش دهد که علت آن احتمالاً زیاد بودن ریشه‌های این توده و جذب آب بیشتر در شرایط شور بوده است.

جلوگیری از ورود یونها یکی از ساز و کارهای اجتناب از شوری است. پایین بودن غلظت کلر و سدیم در قسمت هوایی توده بمی گواه این است که احتمالاً این توده از ساز و کار ممانعت استفاده کرده و غلظت عناصر را پایین نگاه داشته است. Nobel و همکارانش (۱۹۸۴) نیز تحمل به شوری یونجه را به توانایی آنها در جلوگیری از ورود یونهای کلر و سدیم به قسمت هوایی گیاه نسبت داده‌اند و گزارش نمودند که گیاهان

متحمل به شوری یونجه نسبت به گیاهان حساس‌تر مقدار کمتری کلر و سدیم در قسمت هوایی خود داشته‌اند. این ساز و کار در گیاهان دیگر نیز گزارش شده است (Nobel و همکاران ۱۹۸۴). به نظر می‌رسد که توده رهنانی از ساز و کار دیگری برای تحمل شوری استفاده کرده است. زیاد بودن درصد کلر و سدیم در قسمت هوایی این توده بیانگر این است که ساز و کار جلوگیری از ورود یون در این توده کارآیی ندارد و بالا بودن وزن مخصوص برگ این توده نشان می‌دهد که احتمالاً این توده از طریق تنظیم اسمزی شوری را تحمل می‌کند. گزارشهایی مبنی بر احتمال وجود ساز و کار تنظیم اسمزی در یونجه وجود دارد (Nobel و همکاران ۱۹۸۴).

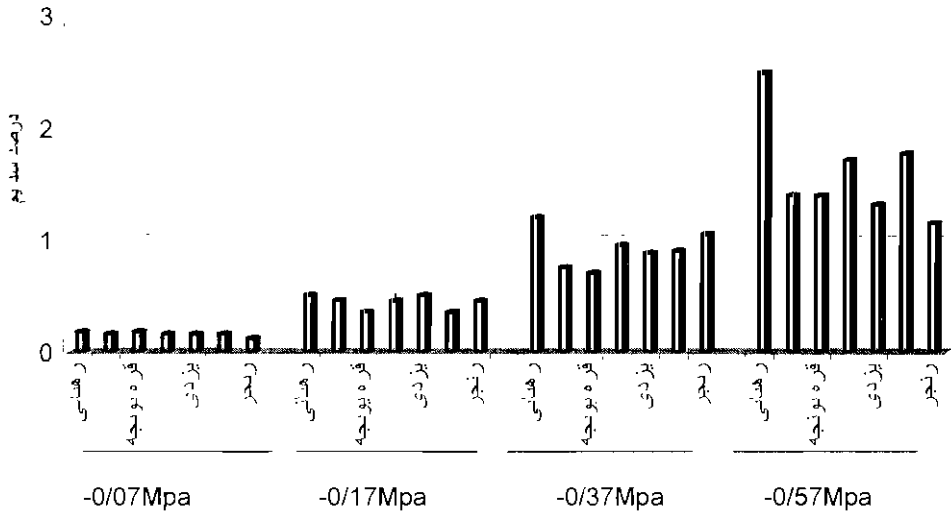
دو توده همدانی و قره‌یونجه از نظر وزن خشک قسمت هوایی، وزن خشک برگ، وزن خشک ریشه و سطح برگ نسبت به سایر توده‌ها حداقل رتبه را دارند. بالا بودن نسبت تاج به ریشه در دو توده قره‌یونجه و همدانی تحت تیمار شوری (جدول شماره ۳) نشان‌دهنده رشد کم ریشه این توده‌ها در مقایسه با سایر توده‌ها و ارقام می‌باشد. رشد کم ریشه علاوه بر اینکه ممکن است در انتقال آب و مواد غذایی اثر بگذارد، از طریق تأثیر بر توازن هورمون‌ها، رشد قسمت هوایی را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد. همچنین به علت اینکه ریشه منبع تخلیه مواد فتوسنتزی است، رشد کم آن به منزله عدم توانایی این اندام برای مصرف مواد فتوسنتزی بوده که منجر به ایجاد سیستم باز دارنده پس‌خورد (Feed back inhibition) می‌شود و فتوسنتز کاهش می‌یابد، در نتیجه رشد قسمت هوایی نیز کاهش خواهد داشت. Balasubramanian و همکاران (۱۹۷۶) نیز عدم رشد مناسب برخی از گیاهان در محیط شور را به حساسیت ریشه این گیاهان به شوری نسبت داده‌اند.

رقم کریساری در مقایسه با سایر توده‌ها از درصد برگ بالاتری برخوردار بود که بیانگر رشد بیشتر سطح فتوسنتز کننده این گیاه نسبت به سایر اندامها است. این توده با

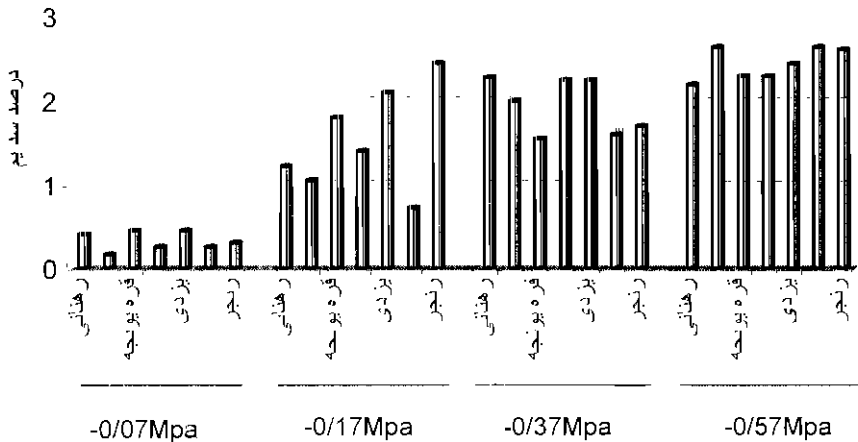
درصد برگ زیاد می‌تواند از کیفیت علوفه بهتری نسبت به سایر توده‌ها و ارقام برخوردار باشد.

مقایسه توده‌ها و ارقام از نظر وزن مخصوص برگ نشان می‌دهد که رقم رنجر نازکترین برگ را داشته که این صفت می‌تواند ساز و کار خوبی برای جذب انرژی خورشید و بالا بردن بازده فتوسنتز باشد. اثر شوری بر وزن مخصوص و سطح برگ گیاهان نشان می‌دهد که غلظت زیاد نمک سبب افزایش معنی‌دار وزن مخصوص برگ و کاهش معنی‌دار سطح برگ شده است. سطح برگ و وزن مخصوص برگ رابطه‌ای مستقیم با رشد برگ دارد و کاهش سطح برگ و افزایش وزن مخصوص در پتانسیل کم (شوری زیاد) نشان داد که غلظت‌های بالای نمک رشد را تحت تأثیر قرار داده است.

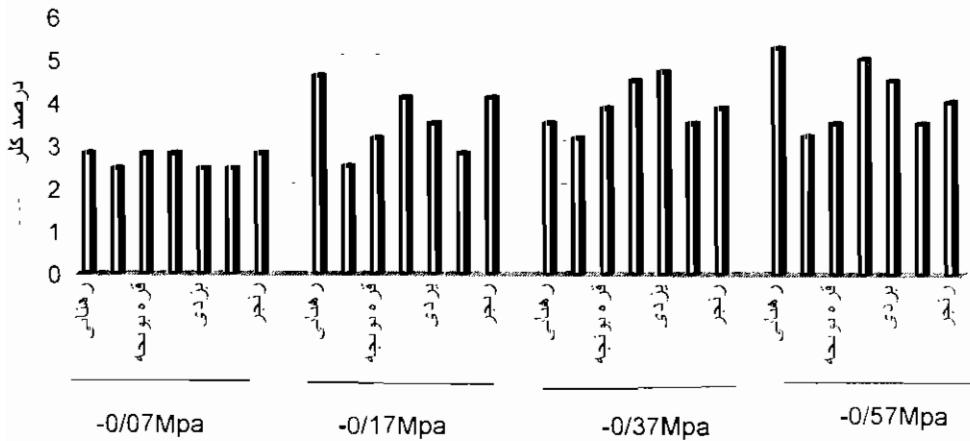
بررسی وزن خشک قسمت هوایی، وزن برگ، سطح برگ و طول گیاه در پتانسیل مختلف شوری نشان می‌دهد که سطح برگ و طول گیاه کمتر از دو صفت دیگر تحت تأثیر شوری قرار گرفته است. اگر وزن خشک قسمت هوایی را معیاری از فتوسنتز و طول گیاه و سطح برگ را معیاری از رشد بدانیم، می‌توانیم نتیجه بگیریم که در گیاه یونجه، شوری، فتوسنتز را بیشتر از رشد تحت تأثیر قرار می‌دهد.



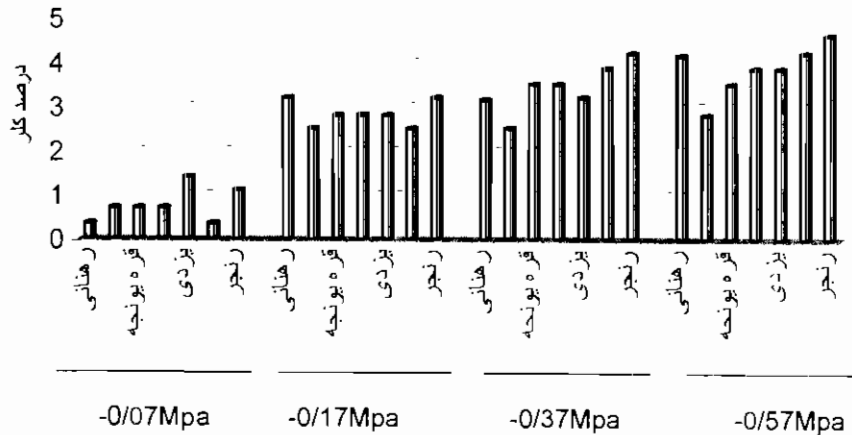
نمودار شماره ۱- درصد سدیم قسمت هوایی ارقام و توده‌های یونجه در توان بالقوه مختلف نمک



نمودار شماره ۲- درصد سدیم ریشه ارقام و توده‌های یونجه در پتانسیل مختلف نمک



نمودار شماره ۳- درصد کلر قسمت هوایی ارقام و توده‌های یونجه در پتانسیل مختلف نمک



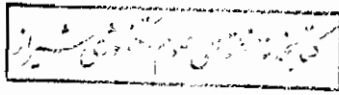
نمودار شماره ۴- درصد کلر ریشه ارقام و توده‌های یونجه در پتانسیل مختلف نمک

جدول شماره (۱): مقایسه میاگین * ارتفاع گیاهان (سانتیمتر) در زمان برداشت (هفته پنجم) و درصد کاهش ارتفاع نسبت به شاهد (داخل پرانتز)

در توانهای بالقوه مختلف شوری

ارقام و توده‌ها							توان بالقوه اسمزی (مگا پاسکال)
رتبه	همدانی	یزدی	کرسازی	قره یونجه	بسی	رهنایی	
۷۷/۳۳abc	۸۷/۵۵a	۷۵/۳۹abcd	۷۰/۲۲bcde	۸۲/۵۵ab	۷۲/۹۹abcd	۷۶/۱۷abcd	-۰/۰۷
۲۰/۵۶defg (۲۱/۱۹)	۷۴/۵۶abcd (۱۳/۸۵)	۳۳/۳۳bcd (۷/۳۳)	۳۳/۳۳abcd (۰)	۷۷/۰۰abc (۶/۷۲)	۶۸/۱۱bcdef (۶/۵۶)	۷۵/۵۶abcd (۱/۵۴)	-۰/۱۷
۵۰/۱۷ghij (۳۴/۴۷)	۵۷/۵۶efgh (۳۳/۴۹)	۵۵/۲۳fghi (۳۶/۷۵)	۵۰/۸۹ghij (۳۷/۵۳)	۵۷/۱۱efgh (۳۰/۸۲)	۶۵/۱۷cdef (۹/۹۰)	۵۳/۱۱efgh (۳۶/۸۲)	-۰/۳۷
۳۹/۲۲j (۴۹/۳۸)	۳۹/۸۹j (۵۳/۹۱)	۴۰/۷۷j (۴۵/۹۳)	۳۸/۹۹j (۴۴/۴۷)	۴۷/۵۵ghij (۴۳/۴۰)	۴۳/۰۰hij (۴۱/۰۰)	۴۱/۱۱j (۴۶/۳۸)	-۰/۵۷

* میاگین‌ها توسط آزمون چند دامنه دانکن در سطح احتمال ۱٪ مقایسه شده‌اند.



جدول شماره (۲): مقایسه میانگین * هفت خصوصیت ارقام و توده‌های بونجه در توانهای بالقوه مختلف شوری

درصد برگ	وزن مخصوص برگ میلی گرم بر (سانتی‌متر مربع)	طول ریشه (سانتی‌متر)	سطح برگ (سانتی‌متر مربع)	وزن خشک ریشه (گرم)	وزن خشک برگ (گرم)	وزن خشک قسمت هوایی (گرم)	توان بالقوه اسمزی (مگا پاسکال)
۴۷/۴۹d	۴/۳۷ab	۳۵/۸۲ab	۴۴۲/۳۲a	۰/۸۸a	۱/۹۰a	۲/۹۷a	-۰۰۰۷
۵۱/۶۶c	۴/۳۶b	۳۹/۴۳a	۳۸۲/۶۷a	۰/۶۶b	۱/۶۶b	۲/۱۹b	-۰/۱۷
۵۶/۳۶b	۴/۶۶ab	۳۷/۷۱a	۱۸۴/۰۵b	۰/۳۵c	۰/۸۵c	۱/۱۵b	-۰/۳۷
۶۰/۱۷a	۴/۹۲a	۳۱/۹۵b	۸۳/۵۲c	۰/۱۷c	۰/۴۰d	۰/۶۶d	-۰/۵۷

* میانگین‌ها توسط آزمون چنددامنه دانکن در سطح احتمال ۱٪ مقایسه شده‌اند. در هر ستون تفاوت بین هر دو میانگین که دارای حروف مشترک هستند از نظر آماری معنی دار نیست.

جدول شماره (۳): مقایسه میانگین * صفات مختلف ارقام و توده‌های بونجه در مرحله رشد رویشی تحت شرایط شوری

توده‌ها و ارقام	وزن خشک قسمت هوایی (گرم)	وزن خشک برگ (گرم)	وزن خشک ریشه (گرم)	وزن خشک سطح برگ (سانتی‌متر مربع)	طول ریشه (سانتی‌متر)	وزن مخصوص برگ (پیلی‌گرم بر سانتی‌متر مربع)	درصد برگ	وزن تاج / وزن ریشه
پروزی	۳/۱۱۸	۱/۵۸۸	۰/۷۵۸	۳۵۶/۴۰۸	۳۵/۰۰۸b	۵۳/۹۰d	۵۴/۷۷ab	۴/۱۵
یعنی	۷/۵۶ab	۱/۳۴ab	۰/۵۶۸	۳۰۶/۴۲۸	۳۸/۵۰a	۵۵/۰۰c	۵۴/۷۷ab	۴/۵۷
رعدانی	۲/۷۰ab	۱/۴۰ab	۰/۵۵۸	۲۹۰/۷۰ab	۳۸/۳۳a	۶۰/۱۰a	۵۳/۶۶ab	۴/۶۵
کریساری	۲/۳۵bc	۱/۲۴b	۰/۵۸۸	۳۰۰/۳۵a	۳۷/۰۰ab	۵۳/۶۰d	۵۵/۹۳a	۴/۰۵
رنجر	۱/۲۷bc	۱/۱۷b	۰/۵۶۸	۲۷۳/۶۸bc	۳۸/۷۵a	۵۱/۶۰e	۵۴/۸۰ab	۴/۰۵
قره بونجه	۱/۷۵cd	۰/۸۷c	۰/۳۱b	۱۹۸/۳۶bc	۳۱/۱۷b	۵۸/۴۰b	۵۱/۸۹ab	۵/۷۱
همانی	۱/۵۸d	۰/۷۴c	۰/۳۶b	۱۸۱/۷۲c	۳۴/۹۳ab	۵۳/۴۰d	۵۰/۸۹b	۶/۰۸

* میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه دانکن در سطح احتمال ۱٪ مقایسه شده‌اند. در هر ستون تفاوت بین هر دو میانگین که دارای حرف مشترک هستند از نظر آماری معنی‌دار نیست.

جدول شماره (۴): مقایسه میانگین * وزن خشک قسمت هوایی توده‌ها و ارقام مختلف یونجه (گرم) و درصد کاهش وزن نسبت به شاهد (داخل پراتنز) در توانهای بالقوه مختلف شوری

		ارقام و توده‌ها							توان بالقوه	
رنگ	همدانی	یزدی	کریاری	قره یونجه	بمی	رهتانی	اسمزی (مگا پاسکال)			
۴/۱۹b	۳/۲۵bcde	۵/۷۸a	۳/۷۱bc	۳/۰۵bcde	۳/۹۱bc	۴/۱۹b	-۰/۰۷			
۳/۲۲bcde (۲۳/۱۵)	۱/۸۱ghij (۴۴/۳۱)	۴/۱۷b (۲۷/۸۵)	۲/۶۶bcd (۷/۴۲)	۲/۳۷efgh (۲۲/۳۹)	۲/۸۷cdef (۲۴/۰۴)	۴/۱۸b (۰/۲۴)	-۰/۱۷			
۱ jki (۷۶/۱۳)	۰/۸۱ijk (۷۵/۰۸)	۱/۸۹ghij (۲۹/۰۳)	۱/۴۷hijk (۲۱/۷۲)	۱/۱۳ijk (۲/۹۵)	۲/۵۶defg (۳۴/۵۳)	۱/۸۹fghi (۵۴/۸۹)	-۰/۳۷			
۰/۳۷ jk (۸۴/۰۰)	۰/۴۴ k (۸۷/۴۶)	۰/۷۲ ijk (۸۷/۵۴)	۰/۷۵ jk (۸۲/۴۸)	۰/۵۵ k (۸۱/۹۷)	۰/۸ ijk (۷۹/۷۹)	۰/۸ ijk (۸۰/۹۱)	-۰/۵۷			

* میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه دانکن در سطح احتمال ۵٪ مقایسه شده‌اند.

جدول شماره (5): مقایسه میانگین * سطح برگ توده‌ها و ارقام یونجه و درصد کاهش ارتفاع نسبت به شاهد (داخل پرانتز) در توانهای بالقوه مختلف شوری

ارقام و توده‌ها							توان بالقوه
رتبه	همدانی	یزدی	کریساری	قره یونجه	بهمی	رهائی	اسبزی (مگا پاسکال)
457/04abcd	340/11bcde	602/11a	481/80ab	303/13defg	437/08bcd	442/8abcd	-0/7
407/04bcde	188/41fghi	504/77ab	439/70abc	303/13defg	378/10bcde	430/4abcd	-0/7
(10/90)	(52/44)	(13/13)	(2/51)	(0/05)	(11/47)	(7/38)	
136/4thi	91/05i	230/13efgh	160/87ghi	125/4thi	322/71cdef	193/23fghi	-0/37
(77/33)	(70/25)	(51/80)	(33/23)	(59/31)	(24/44)	(50/39)	
104/11i	51/11i	42/30-i	89/11i	50/11i	97/80-i	92/70-i	-0/57
(77/22)	(83/89)	(82/29)	(81/50)	(81/49)	(77/10)	(79/07)	

* میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه دانکن در سطح احتمال 5٪ مقایسه شده‌اند.

جدول شماره (۶): مقایسه میانگین * توان بالقوه آب توده‌ها و ارقام مختلف یونجه و درصد کاهش نسبت به شاهد (داخل پرانتز) در سطوح نسبت به شاهد (داخل پرانتز) در سطوح مختلف شوری

رتجر	ارقام و توده‌ها								توان بالقوه اسمزی (مگا پاسکال)
	همدانی	یزدی	کریساری	قره یونجه	بسی	رهنایی			
-۸/۸۲a	-۹/۳۳a	-۸/۷۶a	-۱۰/۳۳a	-۹/۷۶a	-۹/۷۶a	-۸/۷۶a	-۸/۷۶a	-۰/۰۷	
-۱۱/۷۶a (۳۲/۱۶)	-۱۱/۷۶a (۲۵/۰۸)	-۱۱/۳۳a (۳۰/۷۸)	-۹/۷۶b (۰)	-۱۰/۷۶ab (۱۰/۳۴)	-۹/۷۶b (۰)	-۹/۳۳b (۷/۶۱)	-۹/۳۳b (۷/۶۱)	-۰/۱۷	
-۱۲/۷۶abc (۴۳/۴۹)	-۱۱/۷۶bc (۲۵/۰۸)	-۱۲/۰bc (۳۸/۴۱)	-۱۲/۳۳ab (۲۹/۰۴)	-۱۳/۷۶a (۴۱/۳۶)	-۱۰/۰c (۱۳/۷۵)	-۱۱/۷۶c (۲۸/۸۲)	-۱۱/۷۶c (۲۸/۸۲)	-۰/۳۷	
-۱۲/۳۳ab (۵۰/۹۶)	-۱۲/۳۳ab (۳۲/۱۵)	-۱۲/۳۳ab (۵۳/۷۵)	-۱۲/۸۲ab (۲۴/۲۰)	-۱۴/۰a (۴۴/۷۸)	-۱۲/۰b (۲۴/۰۹)	-۱۲/۷۶ab (۴۶/۱۴)	-۱۲/۷۶ab (۴۶/۱۴)	-۰/۵۷	

* میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه دانکن در سطح احتمال ۵٪ مقایسه شده‌اند.

* میانگین‌ها توده‌ها و ارقام در هر یک از توانهای بالقوه و به‌طور مجزا از سایر توانهای بالقوه توسط آزمون چند دامنه دانکن در سطح احتمال ۵٪ مقایسه شده‌اند. در هر ردیف تفاوت بین هر دو میانگین که دارای حرف مشترک هستند از نظر آماری معنی‌دار نیست.

منابع

- ۱- حاج‌رمولیه‌ها، شاپور، ۱۳۶۴. کیفیت آب برای کشاورزی، ترجمه، مرکز نشر دانشگاهی، تهران. ۱۳۷ صفحه.
- ۲- کلباسی، محمود، ۱۳۵۹. رشد گیاهان در زمینهای شور، ترجمه، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۴۹ صفحه.
- 3- Adriano, D.C., P.F Pratt and K.M. Holtzelaw.1973. Comparison of two simple methods of chlorine analysis in plant materials. Agron. J.. 65:133-134.
- 4- Allen, S.G., A.K. Dobrenz, M.H Shonhorst, and J.E. Stoner. 1985. Heritability of NaCl tolerance in germinating alfalfa seeds. Agron. J.,77:99-101
- 5- Balasubramanian. V., and S.K. Sinha. 1976. Effect of salt stress on growth, nodulation and nitrogen fixation in Cawpea and Mung beans. Physiol. Plant . 36:197-200.
- 6- Brown J.W., and H.E. Hayward. 1956 Salt tolerance of alfalfa varieties. Agron. J.. 48:18-21.
- 7- Brown, P.W., and C.B. Tanner. 1983. Alfalfa stem and leaf growth during water stress. Agron.J., 75:799-805.
- 8- Christian. K.R. 1977. Effect of environment on the growth of alfalfa. Advances in Agron. 29:182-219.
- 9- Gorham, J., R.G.Wynjones., and E. Mc Donnell. 1985. Some mechanism of salt tolerance in crop plants. Plant and Soil.. 89: 15-40.
- 10- Joshi, S.S. 1984. Effect of salinity stress on organic and mineral constituents in leaves of Pigeopea Plant and Soil.. 82:77-85.
- 11- Levit, J. 1980 Responses of plants to environmental stress. Vol. 2, Water, Radiation, Salt and other stress. Academic Press. U.S.A. 607p.
- 12- Lowell, E.V, 1964. Salinity in relation to irrigation. Advance in Agron., 16:157-163.
- 13- Mass. E.V., and G.J. Hoffman. 1977. Crop salt tolerance. Journal of the Irrigation and Drainage Division. 103:115-135.
- 14- Mengel, K., and E.A. Kirk. 1982. Principles of plant nutrition. 3rd Edt. International Potash Institute. Bern, Switzerland. 655 p.
- 15- Nobel, C.L., G.M. Hllorn, and D.W. West. 1984. Identification and selection for salt tolerance in Lucerne (Medicago sativa). Aust. Agric. Res., 35:239-252.

- 16- Peter, F., P.R.Clark, A.E.Laag, and P.F.Pratt. 1981. Salinity tolerance of the tree legumes: Mesquite (*Prosopis glandulosa* var. *Torreyana*, *P. velutina* and *P. articulata*) Algarrobo (*P. chilensis*), Kiawe (*P. pallida*) and Tamarugo (*P. tamarugo*) grown in sand culture on nitrogen-free media. *Plant and soil*. 61:311-317.
- 17- Redman, R.E. 1974. Osmotic and specific ion effects on the germination of alfalfa. *Can. J. Bot.*, 52:803-808.
- 18- Stone, S.J., D.B.Mark, and A.K.Dobrenz. 1979. Interaction of Sodium chloride and temperature on germination of two Alfalfa cultivars. *Agron.J.* 71:425-427.
- 19- Wageenat, R.J., T.J. Keck., W.F. Campbell and R.E. Krighton. 1984. Effect of water and salt stress on growth and acetylene reduction in alfalfa. *Soil. Sci. Soc. Am.J.*, 48:1310-1316.
- 20- Waissman, N.A., and S.Miyamoto. 1987. Salt effects on Alfalfa emergence. *Agron.J.* 79:710-714.