

## ارزیابی رشد، تثبیت بیولوژیک نیتروژن و تحمل به شوری پنج رقم شبدر زیرزمینی (*Trifolium subterraneum* L)

سرا ... گالشی و افشین سلطانی

دانشکده علوم زراعی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۸۰/۸/۹؛ تاریخ پذیرش: ۸۱/۳/۱۰

### چکیده

تاثیر شوری (کلورسدیم) بر رشد و تثبیت بیولوژیک نیتروژن و همچنین ارزیابی تحمل به شوری پنج رقم شبدر زیرزمینی به نامهای گاس، یورک، ریورینا، دانمارک و گلبورن در قالب آزمایش فاکتوریل با طرح پایه بلوکهای کامل تصادفی همراه با ۳ تکرار و تیمارهای صفر، ۰/۰۱ و ۰/۰۲ مولار کلورسدیم مورد بررسی قرار گرفت. این آزمایش در محیط کشت شن و آبیاری با محلول غذایی هوگلسند بدون نیتروژن انجام شد. گیاهچه بعد از ۶۰ روز برداشت و تعداد گره، وزن خشک ریشه و بخش هوایی، برگ، سطح برگ هر بوته، نسبت  $K^+/Na^+$ ، درصد نیتروژن و عملکرد نیتروژن اندازه گیری شد. نتایج نشان می دهد با افزایش شوری تعداد گره، سطح برگ، وزن خشک کل بوته، درصد نیتروژن و عملکرد نیتروژن و نسبت  $K^+/Na^+$  کاهش می یابد. در حالیکه وزن مخصوص برگ روند افزایشی را نشان می دهد، بین تیمار ۰/۰۱ و صفر مولار کلورسدیم از نظر تولید ماده خشک هر بوته اختلاف معنی داری وجود نداشت. مقایسه میانگین صفات اندازه گیری شده ارقام نشان داد که رقم گاس از نظر تولید گره، سطح برگ، ماده خشک هر بوته، درصد نیتروژن و عملکرد نیتروژن بهتر از سایر ارقام است، در حالیکه رقم گلبورن کمترین مقادیر را دارا بود. ارقام گاس و گلبورن نیز در مقایسه با شاهد به ترتیب بیشترین و کمترین درصد کاهش نسبت  $K^+/Na^+$  را در تیمار ۰/۰۲ مولار کلورسدیم داشتند. بررسی میزان تحمل به شوری ارقام از طریق محاسبه شاخص حساسیت هر رقم نشان داد که رقم یورک بیشترین و گلبورن کمترین تحمل را نسبت به شوری دارند. بنظر می رسد با توجه به تولید ماده خشک زیاد رقم گاس و کمتر بودن میزان حساسیت رقم یورک می توان از این دو رقم در برنامه های اصلاحی استفاده نمود. نتایج نشان داد که بین صفات اندازه گیری شده و نسبت  $K^+/Na^+$  یک رابطه قوی مثبت وجود دارد. ولی به نظر می رسد رقم یورک در رابطه با تحمل به شوری از مکانیسم تنظیم نسبت  $K^+/Na^+$  جهت تحمل به شوری کمتر استفاده کرده است.

واژه های کلیدی: شبدر زیرزمینی، شوری، تثبیت بیولوژیک نیتروژن.



## مقدمه

یکی از منابع عمده تامین غذای بشر، دام و فرآورده‌های دامی می‌باشد. مجموع تولید علوفه حاصل از مراتع تنها تامین کننده بخشی از غذای مورد نیاز دام است. علاوه بر این فشار بیش از حد دام بر مراتع کشور منجر به فقر پوشش گیاهی و افزایش فرسایش خاک خواهد شد لذا تولید علوفه اهمیت زیادی در تامین غذای دام دارد.

شبدر زیرزمینی (*Trifolium*

*subterraneum* L) یکی از گیاهان تیره بقولات می‌باشد که می‌توان از آن در مراتع جهت تامین علوفه دام استفاده کرد. این گیاه در مناطقی که بارندگی بیشتر از ۴۰۰ میلی متر در سال و ارتفاع منطقه کشت پائین تر از ۱۰۰۰ متر باشد ۳/۵ تن ماده خشک در هکتار تولید می‌کند. علاوه بر آن، این گیاه قادر است از طریق همزیستی با باکتری ریزوبیوم تریفولی (*Rhizobium trifolli*) سالانه به مقدار ۵۵ الی ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن اتمسفری را تثبیت نماید (۲).

وجود شرایط محیطی مناسب برای رشد، عامل مهمی در تولید و قدرت تثبیت بیولوژیک نیتروژن توسط این گیاه محسوب می‌شود. وجود اراضی شور و ضرورت بهره‌برداری از این اراضی می‌تواند در تولید گیاه شبدر زیرزمینی تأثیرگذار باشد. شوری از طریق تأثیر بر رشد گیاه، باکتری و همزیستی گیاه باکتری بر رشد و تثبیت نیتروژن گیاه شبدر زیرزمینی اثر می‌گذارد. اسپرنت و اسپرنت (۱۹۹۰) اعتقاد دارند گره‌بندی در گیاهان تیره بقولات حساسیت بیشتری به نمک نسبت به رشد گیاه دارد. ایکدا (۱۹۹۴) بیان می‌دارد هر مرحله از مراحل گره‌بندی در گیاه تیره بقولات تحت تأثیر شوری قرار می‌گیرد. تحقیقات کمتری اثرات شوری را بر رشد و تثبیت بیولوژیک نیتروژن در گیاه شبدر زیرزمینی مورد بررسی قرار داده‌اند. وست و تابلور (۱۹۸۱) اثر شوری (NaCl) را

بر جوانه زنی و رشد ۱۵ رقم شبدر زیرزمینی مورد بررسی قرار دادند و دریافتند از این نظر بین ارقام اختلاف وجود دارد. شانون و نویسل (۱۹۹۵) دریافتند که با افزایش شوری از حد شاهد (بدون نمک) وزن خشک هوایی و سرعت رشد نسبی گیاه شبدر زیرزمینی کاهش می‌یابد. بسیاری از گیاهان تحت شرایط شوری مقدار زیادی یون  $Na^+$  از خاک دریافت می‌کنند که این امر موجب تغییر نسبت  $K^+/Na^+$  در گیاه می‌شود. گیاهانی که تحمل بیشتری نسبت به شوری دارند از جذب بیش از حد یون  $Na^+$  که باعث آسیب غشاء و کاهش نسبت  $K^+/Na^+$  می‌شود ممانعت بعمل می‌آورند که این امر می‌تواند در شناسایی ارقام متحمل به شوری مناسب باشد. (بساویسرا ۱۹۹۷). گالشی و همکاران (۱۳۷۹) نشان دادند که با افزایش شوری از حد NaCl شاهد (بدون نمک) وزن خشک ریشه، بخش هوایی، تعداد گره، سطح برگ، درصد نیتروژن ریشه و بخش هوایی در شبدر زیرزمینی کاهش می‌یابد که نشان از حساسیت این گیاه نسبت به شوری است.

بطور کلی بررسی‌ها نشان می‌دهد که شوری باعث کاهش وزن خشک، تعداد گره، وزن گره و قدرت تثبیت بیولوژیک نیتروژن در گیاهان تیره بقولات می‌شود (ایکدا ۱۹۹۴، اسپرنت و اسپرنت ۱۹۹۰، زهران و اسپرنت ۱۹۸۶، گالشی و اخوان ۱۳۶۷، بوردلیو و پرووست ۱۹۹۴).

برای سنجش شدت تنش باید عملکرد حاصل از کشت در محیط تنش‌زا را با حداکثر عملکرد که معمولاً از کشت در محیط عاری از تنش حاصل می‌شود، مقایسه کرد. برای انجام این کار در مراکز پژوهشی با توجه به شرایط آب و هوایی منطقه سطوح مختلف تنش در نظر گرفته می‌شود. از مقایسه میانگین عملکرد هر آزمایش در شرایط سطوح تنش (YD) با میانگین عملکرد آزمایش در شرایط بدون تنش (YD)



شد. بذور ارقام شبدر زیرزمینی به نامهای یورک، گلبورن، گاس، دانمارک و ریورینا پس از ۳ روز خیساندن در پتری دیش با تراکم ۲۶ بذر در هر گلدان کشت با محلول هوگلند بدون نیتروژن شامل ۲۴/۶۳ گرم  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ، ۱۳/۶ گرم  $KH_2PO_4$ ، ۰/۶ گرم  $Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O$ ، ۰/۴ گرم  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ ، ۰/۱۱ گرم  $CuSO_4 \cdot 2H_2O$ ، ۰/۹ گرم  $MnCl_2 \cdot 2H_2O$ ، ۱/۴۳ گرم  $H_3BO_3$ ، ۳ گرم EDTA، ۲/۴۹ گرم  $K_2SO_4$ ، ۲۱/۷۷ گرم  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ ، ۴۳ گرم  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  در ۱۰۰ لیتر محلول غذایی و اسیدیته ۷/۸ با تیمارهای صفر، ۰/۰۱ و ۰/۰۲ مولار نمک کلرورسدیم آبیاری شدند.

باکتری ریزویوم تریفولی از گره شبدرهای بومی منطقه گرگان در محیط کشت (Y.M) که شامل  $K_2HPO_4$  به مقدار ۰/۵ گرم،  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  به مقدار ۰/۲ گرم،  $NaCl$  به مقدار ۰/۱ گرم، D-Manitol به مقدار ۱۰ گرم، Yeast extrac به مقدار ۰/۸ گرم، Agar به مقدار ۱۵ گرم در لیتر و اسیدیته ۷/۷ جداسازی و خالص سازی شد. ده روز بعد از کشت، گیاهچه‌های ارقام مختلف شبدر زیرزمینی با سوسپانسیون یکنواخت شده باکتری همراه با محلول غذایی تلقیح شدند. گیاهچه‌ها روزانه با ۱۰۰ میلی لیتر محلول غذایی همراه با تیمارهای مورد نظر آبیاری شدند. هر ۳ روز یکبار گلدانها با آب مقطر شستشو شدند. بعد از ۶۰ روز گیاهچه‌ها از گلدان خارج و تعداد، وزن گره، وزن خشک ریشه، بخش هوایی و کل بوته و سطح برگ، درصد نیتروژن کل بوته از طریق میکروکجلدال (نلسون و سامرز ۱۹۷۳) و مقدار سدیم، پتاسیم گیاه (روش فلیم فتومتري) اندازه‌گیری شد. همچنین میزان حساسیت به تنش هر رقم از رابطه:

$$Si = (1 - Ydi/Ypi) / D$$

شدت تنش (D) محیط آن آزمایش اندازه‌گیری می‌شود. بنابراین، شدت تنش یا سختی محیط آزمایش عبارت است از:

$$D = 1 - YD / YP$$

میزان حساسیت ارقام به تنش را از مقایسه عملکرد هر رقم در محیط تنش (YDi) با عملکرد همان رقم در محیط بدون تنش (YPi) در ارتباط با شدت تنش محیط آزمایش اندازه‌گیری می‌کنند. بنابراین، میزان حساسیت به تنش هر رقم عبارت است از:

$$Si = (1 - Ydi/Ypi) / D$$

هر اندازه مقدار (YDi) به (YPi) نزدیکتر باشد به همان اندازه حساسیت رقم به تنش کمتر خواهد بود در نتیجه Si آن رقم کوچکتر خواهد شد. مقدار Si کوچکتر از یک نشان دهنده مقاومت بیشتر به تنش است. مقاومت و یا حساسیت نسبی ارقام به تنش را می‌توان از مقایسه مقادیر Si ارقام تعیین کرد (اهدائی ۱۳۷۲)

در این مطالعه اثر شوری بر رشد و تثبیت بیولوژیک نیتروژن ۵ رقم شبدر زیرزمینی وارداتی و همچنین رابطه بین تثبیت بیولوژیک نیتروژن، رشد گیاه و نسبت  $K^+ / Na^+$  در شرایط شور مورد بررسی قرار گرفته است.

## مواد و روشها

این آزمایش در آزمایشگاه فیزیولوژی گیاهان زراعی دانشکده علوم زراعی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام شد. نخست ماسه کوارتز به ابعاد  $2 \times 2$  میلی‌متر با ظرفیت نگهداری آب ۱۴ درصد شسته شد و بدون مواد آلی به مدت ۲۴ ساعت در کوره با درجه حرارت  $120^\circ$  درجه سانتی‌گراد استریل و سپس کوارتز استریل شده در گلدانها یی با قطر دهانه ۱۷ سانتی‌متر و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر ریخته



مجاسبه گردید (اهدائی ۱۳۷۲). اطلاعات جمع‌آوری شده در قالب آزمایش فاکتوریل با طرح پایه بلوکهای کامل تصادفی با ۳ تکرار مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. مقایسه میانگین بر اساس آزمون LSD ودانکن صورت گرفت.

## نتایج و بحث

**تعداد گره:** میانگین مربعات تاثیر شوری و رقم بر صفات اندازه‌گیری شده در جدول ۱ نشان داده شده است. نتایج حاصله نشان می‌دهد که رقم و شوری بر تعداد گره در هر بوته اثرات معنی‌داری داشته است. آزمون مقایسه میانگین‌های تعداد گره در هر بوته تحت تاثیر رقم (جدول ۲) نشان می‌دهد که ارقام مختلف اثرات متفاوتی را داشته‌اند. متوسط تعداد گره در هر بوته در تیمارهای مختلف نشان می‌دهد که ارقام گاس و گلبرن به ترتیب دارای بیشتری و کمترین گره در هر بوته می‌باشند. همچنین با افزایش شوری از حد شاهد تعداد گره در هر بوته کاهش یافت (جدول ۳). با افزایش شوری از حد شاهد تا ۰/۰۲ مولار کلوروسدیم تعداد گره در هر بوته به مقدار ۵۰/۹ درصد کاهش یافت. ایکدا (۱۹۹۴) بیان کرد که تعداد ریشه‌های موئین و میزان خمش آنها در شبدر سفید تحت تنش شوری کاهش می‌یابد. علاوه بر این، تعداد باکتری چسبیده به ریشه و در نهایت تعداد گره در بوته کاهش می‌یابد. گالشی و همکاران (۱۳۷۹) نشان دادند با افزایش شوری تعداد گره در شبدر زیرزمینی کاهش می‌یابد. زهران (۱۹۹۱) اعتقاد دارد که رقم میزبان، نژاد باکتری و اثرات متقابل آنها می‌تواند بر روی تحمل به شوری و ایجاد گره در گیاه اثر بگذارد. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد ارقام مختلف عکس‌العمل‌های متفاوتی از نظر گره‌بندی در شرایط شور از خود نشان می‌دهند. با توجه به یکسان بودن شرایط آزمایش می‌توان بیان کرد که

تنوع ژنتیکی موجود بین ارقام نقش بسیار مهمی در تفاوت عمل گره‌بندی در بین آنها دارد. در این رابطه رقم گاس در تمام سطوح تیمارهای شوری برتری نشان داد.

**سطح و وزن برگ:** با افزایش تنش شوری متوسط سطح برگ گیاهان کاهش یافت (جدول ۲). متوسط سطح برگ هر بوته در تیمار ۰/۰۱ و ۰/۰۲ مولار کلوروسدیم به ترتیب به مقدار ۴۹/۳، ۲۴/۳ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت (جدول ۳). همچنین با افزایش شوری وزن خشک برگ هر بوته کاهش یافت که این کاهش در بین تیمار شاهد ۰/۰۱ و مولار کلوروسدیم از نظر آماری معنی‌دار نبود. بنظر می‌رسد با افزایش تیمار شوری هر چند سطح برگ کاهش می‌یابد اما به ضخامت برگ اضافه می‌شود. بررسی وزن مخصوص برگ (جدول ۳) این مسئله را نشان می‌دهد.

بررسی منابع نشان می‌دهد که با افزایش تنش شوری به دلیل ایجاد تنش ثانوی خشکی گیاهان جهت کاهش میزان تعرق از سطح برگ خود می‌کاهند اما ضخامت لایه پارانشیمی و در نهایت ضخامت برگ افزایش می‌یابد (بسرا و بسرا ۱۹۹۷).

مقایسه ارقام از نظر تولید سطح برگ در شرایط تنش شوری (جدول ۲) نشان می‌دهد که رقم گاس با ۳/۵۴ سانتی‌متر مربع در هر بوته و رقم گلبرن با ۱/۱۹ سانتی‌متر مربع در هر بوته به ترتیب دارای بیشترین و کمترین سطح برگ بودند. بین ارقام دانمارک، یورک و ریورینا از این نظر اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. می‌توان نتیجه‌گیری نمود که ارقام مورد آزمایش از نظر تولید سطح برگ در شرایط تنش دارای تنوع ژنتیکی می‌باشند. چنانچه ارتباط بین تولید گره و سطح برگ را از دیدگاه رشد و تثبیت بیولوژیک نیتروژن مورد بررسی قرار دهیم درمی‌یابیم که وجود سطح برگ بیشتر همگام با کارائی بالای





جدول ۱- تجزیه واریانس میانگین مربعات) تاثیر شوری و رقم بر روی صفات اندازه‌گیری شده گیاه شبدر زیرزمینی.

منابع تغییر	درجه	تعداد گره در	سطح برگ	وزن خشک	ریشه هر بوته	وزن خشک برگ	وزن خشک ساقه	وزن خشک	کل هر بوته	درصد نیتروژن	عملکرد نیتروژن	شوری	شوری × رقم
	آزادی	هر بوته	هر بوته	ریشه هر بوته	هر بوته	وزن خشک برگ	وزن خشک ساقه	وزن خشک	هر بوته	درصد نیتروژن	عملکرد نیتروژن		
	**	۳۸۱/۹۰	**	۵۰/۴۱	**	۳۸/۰۶	**	۳۴/۲۶	**	۳۶۱/۲۹	**	۰/۹۷۷	۰/۵۱۴
رقم	۴	**	**	**	**	۳۵/۵۵	**	۵۰/۳۸	**	۳۵۵/۵۶	**	۲/۵۸۵	۰/۶۲۵
شوری	۲	**	**	NS	**	۱/۹۶	NS	۳/۱۳	NS	۱۷/۲۸	**	۰/۰۳۳	۰/۰۰۹
شوری × رقم	۸	**	**	**	**	۳۸/۰۶	**	۳۴/۲۶	**	۳۶۱/۲۹	**	۰/۹۷۷	۰/۵۱۴

\* معنی‌دار در سطح ۵ درصد، \*\* معنی‌دار در سطح ۱ درصد، NS معنی‌دار نمی‌باشد.

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده تحت تاثیر رقم شبدر زیرزمینی.

شاخص	عملکرد نیتروژن (mg)	نیتروژن	درصد	K <sup>+</sup> /Na <sup>+</sup>	درصد کاهش K <sup>+</sup> /Na <sup>+</sup>	درصد کاهش NaCl	در ۰/۰۲ مولار NaCl	در ۰/۰۱ مولار NaCl	کل هر بوته (mg)	وزن خشک	وزن خشک ساقه	وزن خشک ریشه	وزن خشک برگ	وزن خشک	تعداد گره	سطح برگ	هر بوته cm <sup>2</sup>	در بوته
(Si)					نسبت به شاهد	نسبت به شاهد												
۰/۸۳۹	۰/۹۳۶ a	۳/۱۱ a	۴۷/۲۹ e	۳۲/۲۲ b	۲۹/۵۸ a	۹/۹۹ a	۷/۴۸ b	۶/۸۱ b	۹/۵۳ a	۱۰/۰۰ a	۲/۵۴ a	۲۷/۸۵ a	۲۲/۸۵ a	۲۷/۸۵ a	۲۲/۸۵ a	۲۷/۸۵ a	۲۲/۸۵ a	۲۷/۸۵ a
۳۳۷/۰	۰/۵۷۹ b	۷/۸۶ b	۶۰/۶۶ d	۳۴/۳۴ b	۱۹/۹۰ b	۷/۴۸ b	۶/۸۱ b	۶/۸۱ b	۶/۸۱ b	۶/۸۱ b	۶/۸۱ b	۶/۸۱ b	۶/۸۱ b	۶/۸۱ b	۶/۸۱ b	۶/۸۱ b	۶/۸۱ b	۶/۸۱ b
۶۸۷/۰	۰/۵۲۴ c	۲/۷۵ c	۶۲/۶۲ c	۵۰/۹۱ a	۱۹/۸۰ b	۷/۴۸ b	۷/۴۸ b	۷/۴۸ b	۷/۴۸ b	۷/۴۸ b	۷/۴۸ b	۷/۴۸ b	۷/۴۸ b	۷/۴۸ b	۷/۴۸ b	۷/۴۸ b	۷/۴۸ b	۷/۴۸ b
۷۶۴/۰	۰/۴۵۹ d	۲/۵۶ d	۶۷/۹۳ b	۶۱/۰۹ a	۱۷/۵۷ b	۶/۰۲ b	۶/۰۲ b	۶/۰۲ b	۶/۰۲ b	۶/۰۲ b	۶/۰۲ b	۶/۰۲ b	۶/۰۲ b	۶/۰۲ b	۶/۰۲ b	۶/۰۲ b	۶/۰۲ b	۶/۰۲ b
۱/۷۵۱	۲/۷۶ e	۷/۳۳ e	۷۲/۱۳ a	۵۵/۷۱ a	۱۲/۰۵ c	۴/۶۷ c	۴/۶۷ c	۴/۶۷ c	۴/۶۷ c	۴/۶۷ c	۴/۶۷ c	۴/۶۷ c	۴/۶۷ c	۴/۶۷ c	۴/۶۷ c	۴/۶۷ c	۴/۶۷ c	۴/۶۷ c

میانگین‌هایی که حروف یکسان دارند از نظر آماری بین آنها اختلاف معنی‌داری وجود ندارد.



فتوستتزی گیاه می‌تواند نقش مهمی در تولید کربوهیدرات لازم جهت باکتریهای تثبیت‌کننده نیتروژن داشته باشد.

**وزن خشک ریشه، بخش هوایی و کل بوته:** با اعمال تنش شوری وزن خشک ریشه، بخش هوایی و کل بوته کاهش یافت (جدول ۲). با افزایش شوری از حد شاهد تا ۰/۰۲ مولار کلرورسدیم به ترتیب به مقدار ۴۲/۷، ۴۰/۶۵، ۳۷/۹ درصد وزن خشک ریشه، بخش هوایی و کل بوته کاهش یافت (جدول ۳). کاهش وزن خشک کل بوته از بین تیمار صفر و ۰/۰۱ مولار کلرورسدیم معنی‌دار نبود. به عبارت دیگر با آنکه وزن خشک کل کاهش یافت اما بنظر می‌رسد گیاه بتواند بدون اینکه کاهش معنی‌داری در وزن خشک خود ایجاد نماید شوری تا ۰/۰۱ مولار را تحمل کند. با توجه به اینکه افزایش شوری باعث کاهش تعداد گره و سطح برگ هر بوته شده است (جدول ۲) بنظر می‌رسد که با کاهش سطح برگ میزان دریافت نور در نتیجه میزان فتوستتزی رو به کاهش گذاشته و در نهایت فتوستتزی خالص و تجمع ماده خشک کاهش یافته است. کاهش وزن خشک بوته تحت تأثیر نمک قبلاً توسط تو (۱۹۸۱) در سویا، گالشی و اخوان خرازیان (۱۳۶۷) در یونجه، شانون و نوبل (۱۹۹۵) و گالشی و همکاران (۱۳۷۹) در شبدر زیر زمینی گزارش شده است.

بین ارقام از نظر تولید ماده خشک اختلاف معنی‌داری وجود دارد (جدول ۲). که رقم گاس بیشترین و رقم گلبورن کمترین وزن خشک بوته را داشتند. بنابراین با توجه به اطلاعات موجود در جدولهای ۳ و ۲ می‌توان نتیجه‌گیری نمود که در بین ارقام از نظر تولید ماده خشک اختلاف معنی‌داری وجود داشته است. هماهنگی بین تولید و سطح برگ، تعداد گره و ماده خشک تولیدی هر بوته نشان می‌دهد که رقم گاس با داشتن

بیشترین تعداد گره و سطح برگ نسبت به سایر ارقام از توان تولید فتوستتزی بالاتری برخوردار می‌باشد. بنابراین این رقم توانسته است در شرایط شوری مختلف متوسط وزن خشک بیشتری نسبت به سایر ارقام تولید نماید، در حالیکه رقم گلبورن با داشتن کمترین تعداد گره و سطح برگ در هر بوته کمترین ماده خشک را تولید کرده است.

**درصد و عملکرد نیتروژن:** با توجه به اینکه محلول غذایی مورد استفاده در این آزمایش جهت تغذیه گیاه عاری از نیتروژن بود بنابراین نیتروژن موجود در بوته را می‌توان به فعالیت تثبیت بیولوژیکی نیتروژن گیاه که حاصل همزیستی گیاه با باکتری ریزوبیوم تریفولی می‌باشد، مرتبط دانست. نتایج نشان می‌دهد (جدولهای ۳ و ۲) که بین ارقام از نظر قدرت تثبیت بیولوژیکی نیتروژن اختلاف وجود دارد. مقایسه میانگین‌های درصد نیتروژن بافت گیاه نشان می‌دهد که ارقام گاس و گلبورن به ترتیب دارای بیشترین و کمترین مقدار می‌باشند. با توجه به اینکه ریزوبیوم تریفولی استفاده شده در این آزمایش در بین تمام ارقام یکسان بوده است بنابراین اختلاف موجود مربوط به اثر رقم می‌باشد. تحمل ارقام نسبت به شوری و رشد مناسب آنها می‌تواند در رابطه همزیستی اثرات مثبتی بگذارد. رقم گاس قادر بوده است با معدل بالاتر از نظر تعداد گره، سطح برگ و وزن خشک بوته شرایط تنش شوری را بهتر تحمل نماید و در این شرایط از نور و سایر شرایط محیطی استفاده بهتر نموده و ماده خشک بیشتری تولید نماید، بنابراین در چنین شرایط تولید و ارسال کربوهیدرات به ریشه در این رقم از سایر ارقام بهتر بوده این مسئله در وزن خشک ریشه این رقم کاملاً مشهود می‌باشد که نسبت به سایر ارقام بیشتر می‌باشد. در نتیجه این عمل باکتری تثبیت‌کننده نیتروژن توانسته است فعالیت بهتری بنماید و با تثبیت نیتروژن اتمسفری درصد نیتروژن گیاه را افزایش دهد. در حالیکه رقم

گلبورن در بین ارقام کمترین درصد نیتروژن را دارا می‌باشد. نگرش دقیق به جدول ۲ و اطلاعات موجود در مورد تعداد گره، سطح برگ و ماده خشک بوته این رقم این کاهش را توجیه می‌نماید. هر چند افزایش تعداد گره به این دلیل که شاید همه گره‌ها فعال نبوده‌اند نمی‌تواند بیان‌کننده افزایش درصد نیتروژن باشد. اما بطور نسبی می‌توان نتیجه‌گیری کرد که افزایش درصد نیتروژن بافت گیاه نتیجه فعالیت بیشتر باکتریهای تثبیت‌کننده نیتروژن درون این گره‌ها می‌باشد.

با افزایش شوری درصد نیتروژن بافت گیاه کاهش یافت (جدول ۳) که این کاهش از نظر آماری معنی‌دار می‌باشد. درصد نیتروژن موجود در بافت گیاه در تیمار ۰/۰۲ مولار کلرورسدیم نسبت به شاهد حدود ۲۶/۵ درصد کاهش نشان می‌دهد. در حالیکه این کاهش برای تیمار ۰/۰۱ مولار نسبت به شاهد ۱۴/۷ درصد می‌باشد. با افزایش شوری تاثیر بازدارندگی کلرورسدیم بر درصد نیتروژن افزایش می‌یابد. زهران و اسپرانت (۱۹۸۶)، سینگلتن و بهلول (۱۹۸۴) و بوردلیو و پرووست (۱۹۹۴) اعتقاد دارند با افزایش تنش شوری تعداد تارهای کشنده، قدرت چسبندگی باکتری به تارهای کشنده، نفوذ اکسیژن به گره‌ها و نفوذ باکتری به تارهای کشنده کاهش می‌یابد. علاوه بر این، در شرایط تنش شوری با ایجاد تنش ثانویه خشکی، سمیت یونی و کاهش فعالیت آنزیمی رشد گیاه دچار مشکل شده و فعالیت تثبیت نیتروژن را تحت تاثیر قرار می‌دهد. کاهش درصد نیتروژن در شبدر زیرزمینی توسط گالشی و همکاران (۱۳۷۹) نیز گزارش شده است.

عملکرد نیتروژن هر بوته که حاصل ضرب درصد نیتروژن در وزن خشک کل هر بوته می‌باشد (جدولهای ۲ و ۳) همان روند موجود در رابطه با درصد نیتروژن در بین ارقام و تیمارهای شوری را نشان می‌دهد. به عبارت دیگر، با افزایش

شوری علاوه بر کاهش وزن خشک بوته درصد نیتروژن هم کاهش یافته و در نتیجه منجر به کاهش عملکرد نیتروژن هر بوته خواهد شد. درصد کاهش عملکرد نیتروژن در تیمار ۰/۰۲ مولار کلرورسدیم ۵۴/۷ درصد نسبت به شاهد می‌باشد. با توجه به کاهش درصد نیتروژن در این تیمار نسبت به شاهد (۲۶/۵ درصد) می‌توان نتیجه‌گیری نمود که کاهش وزن خشک هر بوته عملکرد نیتروژن هر بوته را بیشتر تحت تاثیر قرار داده است، زیرا درصد کاهش وزن خشک هر بوته در تیمار ۰/۰۲ مولار کلرورسدیم ۳۸ درصد است در حالیکه کاهش درصد نیتروژن همین تیمار نسبت به شاهد ۲۶/۵ درصد می‌باشد. گزارشهای متعددی بیان می‌دارند که حساسیت گیاه میزبان به شوری بیشتر از باکتری می‌باشد (گالشی و اخوان خرازیان ۱۳۶۷، اسپرنت و اسپرنت ۱۹۹۰).

بررسی اثرات متقابل رقم و شوری بر میانگین تعداد گره، مساحت برگ و وزن خشک هر بوته، درصد نیتروژن و عملکرد نیتروژن هر بوته نشان می‌دهد (جدول ۴) رقم گاس در تیمار شاهد و رقم گلبورن در تیمار ۰/۰۲ مولار کلرورسدیم بیشترین و کمترین مقدار صفات ذکر شده را دارا می‌باشند.

**درصد کاهش  $K^+ / Na^+$  و شاخص حساسیت به تنش:** یکی از روشهای تحمل به شوری در گیاهان کاهش جذب یون سدیم و یا به عبارت دیگر کاهش اندک نسبت  $K^+ / Na^+$  در تیمارهای شور نسبت به شاهد می‌باشد. در بسیاری از گیاهان متحمل به شوری نسبت  $K^+ / Na^+$  در شرایط شور نسبت به گیاهان حساس کمتر است و یا اینکه سدیم جذب شده در ریشه نگه داشته و یا در واکنش خود تجمع داده و جهت تنظیم اسمزی از آن استفاده می‌شود (بسرا و بسرا ۱۹۹۷).

اندازه‌گیری میزان یون سدیم و پتاسیم و محاسبه درصد کاهش  $K^+ / Na^+$  در بین ارقام مورد آزمایش و مقایسه میانگین‌های آنها (جدول ۲) نشان





جدول ۳- مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده گیاه شیدر زیرزمینی تحت تاثیر شوری (NaCl).

شوری NaCl	تعداد گره	سطح برگ	وزن برگ (cm <sup>2</sup> )	وزن خشک ریشه (mg)	وزن خشک ساقه (mg)	وزن خشک کل (mg)	وزن خشک برگ (mg)	وزن برگ (mg/cm <sup>2</sup> )	نسبت K <sup>+</sup> /Na <sup>+</sup>	درصد	صفحه‌د تیروزن	صمغ‌د تیروزن (mg)
صفر*	۱۸/۲۲ a	۲/۰۰ a	۷/۴۵ a	۸/۳۹ a	۲۲/۸۳ a	۲۲/۳۴ a	۷/۶۶ a	۷/۵۵ b	۱/۵۵۳ a	۷/۱۳ a	۰/۷۵ a	
۰/۰۱	۱۳/۹۹ b	۲/۲۷ b	۷/۴۰ b	۷/۸۴ a	۲۲/۳۴ a	۲۲/۳۴ a	۷/۴۴ a	۷/۲۷ a	۰/۷۶۸ b	۷/۱۷ b	۰/۵۸ b	
۰/۰۲	۸/۹۵ c	۱/۵۲ c	۴/۳۷ c	۴/۹۸ b	۱۴/۱۶ b	۱۴/۱۶ b	۴/۸۹ b	۷/۲۲ a	۰/۵۷۶ c	۷/۳۰ c	۰/۳۴ c	

\* میانگین‌هایی که حروف یکسانی دارند از نظر آماری بین آنها اختلاف معنی‌داری وجود ندارد.

جدول ۴- اثر متقابل رقم و شوری (NaCl) بر میانگین تعداد گره، مساحت برگ، وزن خشک، درصد و صمغ‌د تیروزن هر یونه گیاه شیدر زیر زمینی.

رقم	تعداد گره (در هر یونه)	سطح برگ هر یونه (cm <sup>2</sup> )	وزن خشک هر یونه (میلی‌گرم)	درصد تیروزن	صمغ‌د تیروزن	صمغ‌د تیروزن (میلی‌گرم در یونه)
دوبرینا	۱۹/۲۹	۲/۷۶	۷/۱۸	۲/۲۰	۰/۷۷	۰/۷۷
	۱۶/۵۱	۳/۰۸	۶/۵۸	۲/۸۷	۰/۵۹	۰/۵۹
۰/۰۱	۱۱/۳۷	۱/۸۵	۵/۰۱	۲/۵۲	۰/۳۸	۰/۳۸
گاس	۳۰/۰۸	۴/۴۱	۱۱/۲۷	۲/۴۳	۱/۱۸	۱/۱۸
۰/۰۱	۲۲/۵۹	۳/۶۰	۱۰/۷۲	۲/۲۱	۱/۰۱	۱/۰۱
۰/۰۲	۱۵/۸۹	۲/۶۲	۸/۱۷	۲/۶۸	۰/۶۱	۰/۶۱
دانمارک	۱۹/۰۳	۲/۷۹	۷/۷۸	۲/۱۶	۰/۷۱	۰/۷۱
	۱۳/۱۱	۱/۷۵	۶/۳۵	۲/۷۳	۰/۵۲	۰/۵۲
۰/۰۱	۸/۶۱	۱/۱۳	۴/۹۴	۲/۳۵	۰/۳۴	۰/۳۴
گلپورن	۶/۹۳	۱/۶۱	۴/۲۷	۲/۷۸	۰/۴۷	۰/۴۷
۰/۰۱	۴/۷۱	۱/۱۲	۵/۴۲	۲/۰۷	۰/۲۹	۰/۲۹
۰/۰۲	۲/۰۹	۰/۸۴	۱/۶۱	۱/۸۵	۰/۰۹	۰/۰۹
بورک	۱۵/۷۸	۲/۴۴	۶/۷۸	۳/۰۸	۰/۶۱	۰/۶۱
۰/۰۱	۱۳/۰۷	۱/۸۱	۸/۱۳	۲/۴۸	۰/۴۸	۰/۴۸
۰/۰۲	۵/۸۳	۱/۱۵	۴/۷۱	۲/۱۲	۰/۲۹	۰/۲۹
LSI (درصد)	۷/۸۳	۰/۳۰	۰/۲۳۷	۰/۰۹	۰/۰۴	۰/۰۴



می‌دهد که از این نظریین ارقام اختلاف معنی‌داری وجود دارد. اطلاعات موجود نشان می‌دهد که رقم گاس در بین ارقام کمترین درصد کاهش  $K^+/Na^+$  را در تیمارهای ۰/۰۱ و ۰/۰۲ مولار نسبت به شاهد داشته است. درحالی‌که رقم گلبورن بیشترین کاهش را نشان می‌دهد. درصد کاهش نسبت  $K^+/Na^+$  در تیمار ۰/۰۱ مولار کلرورسدیم نسبت به شاهد نشان می‌دهد که بین ارقام گاس و ریورینا اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. درحالی‌که با افزایش شوری (تیمار ۰/۰۲ مولار کلرورسدیم) حتی بین این دو رقم اختلاف معنی‌دار می‌شود به عبارت دیگر، با افزایش شوری رقم گاس توانسته است کنترل دقیق‌تری نسبت به جذب سدیم داشته باشد. همچنین بین ارقام دانمارک، یورک و گلبورن در تیمار ۰/۰۱ مولار کلرورسدیم از نظر درصد کاهش  $K^+/Na^+$  نسبت به شاهد اختلاف معنی‌داری وجود ندارد، اما با افزایش شوری تمام ارقام مورد آزمایش پتانسیل تنظیم جذب یون سدیم نسبت به پتاسیم خود را نشان داده و اختلاف در بین تمام ارقام معنی‌دار می‌شود. اطلاعات موجود نشان می‌دهد که بیشترین درصد کاهش  $K^+/Na^+$  نسبت به شاهد در تیمار ۰/۰۱ مولار کلرورسدیم بوده است و با افزایش شوری از شدت کاهش کاسته می‌شود. اشرف و همکاران (۱۹۸۶) بیان می‌دارند گیاهانی که شوری را کمتر تحمل می‌کنند در شرایط غلظت بالای سدیم محیط ریشه کاهش شدیدی در جذب پتاسیم و افزایش جذب سدیم در اندامهای هوایی نشان می‌دهند که این امر باعث کاهش نسبت  $K^+/Na^+$  در گیاه می‌شود. این الگوی توزیع یونها بیشتر از آنکه مکانیسم سازگاری تلقی شود نشانگر علائم خسارت در مقابل شوری است، زیرا در این حالت با کاهش سرعت رشد و علائم خسارت نمک به اندامهای هوایی همراه است (گرین وی و مانس

۱۹۸۰).

باتوجه به کاهش تعداد گره، سطح برگ، وزن خشک، درصد نیتروژن و عملکرد نیتروژن هر بوته تحت تاثیر تیمار شوری در این آزمایش می‌توان توجه نمود که با کاهش نسبت  $K^+/Na^+$  در گیاه و ایجاد تغییراتی در غشاء سلول و سمیت یونی گیاه در رابطه همزیستی با باکتری شدیداً تحت تاثیر قرار می‌گیرد.

در این بین رقم گاس با تنظیم مناسب تر جذب سدیم نسبت به سایر ارقام از عملکرد بهتری برخوردار می‌باشد. درحالی‌که برای رقم گلبورن و سایر ارقام این وضعیت مناسب وجود ندارد.

دفع نمک، گوشتی شدن و کنترل بازخوری تعرق از راه اثرات سدیم بر روزه‌ها صفات ثانویه ویژه‌ای هستند که به گیاهان شوری و یا متحمل به شوری اجازه مصرف کلرورسدیم را به‌عنوان یک منبع اسـمزی ارزان می‌دهد. درحالی‌که گیاهان حساس قادر نخواهند بود جذب بیش از حد سدیم را تحمل نمایند بنابراین گیاهانی که در شرایط شورا  $K^+/Na^+$  بالاتری برخوردار باشند و یا اینکه درصد کاهش این نسبت در تیمارهای شوری کمتر باشد مناسب‌تر می‌باشند (بسراو بسرا ۱۹۹۷).

بررسی تغییرات وزن مخصوص برگ تحت تاثیر شوری (جدول ۳) نشان می‌دهد که با اعمال تنش وزن مخصوص برگ افزایش می‌یابد به عبارت دیگر برگها ضخیم تر می‌شوند. همچنین با اعمال تنش شوری (جدول ۳) نسبت  $K^+/Na^+$  در گیاه کاهش می‌یابد. که این کاهش با شروع تیمار ۰/۰۱ مولار کلرورسدیم بسیار شدیدتر از زمانی است که گیاهان تحت تاثیر ۰/۰۲ مولار کلرورسدیم قرار می‌گیرند.

با توجه به اطلاعات موجود هر چند بین ارقام مورد آزمایش از نظر کاهش  $K^+/Na^+$  نسبت به شاهد اختلاف معنی‌داری وجود دارد اما بطور کلی



جدول ۵ - مقادیر شاخص حساسیت (Si) ارقام مختلف شبدر زیر زمینی بر اساس تولید ماده خشک.

ردیف	رقم	شاخص حساسیت (Si)
۱	یورک	۰/۶۴۸
۲	گاس	۰/۸۳۹
۳	ریورینا	۰/۸۴۴
۴	دانمارک	۰/۹۷۹
۵	گلبورن	۱/۷۵۱

بیشترین حساسیت را دارا می‌باشد. با توجه به عملکرد ماده خشک و کاهش نسبت  $K^+/Na^+$  ارقام می‌توان نتیجه‌گیری نمود هر چند ارقام گاس، ریورینا، دانمارک، گلبورن از این دیدگاه همبستگی مناسبی با شاخص حساسیت Si داشته‌اند اما رقم یورک این همبستگی را نشان نمی‌دهد. به عبارت دیگر کاهش میانگین عملکرد ماده خشک رقم یورک در تیمارهای تنش‌زا نسبت به بدون تنش کمتر از سایر ارقام بوده و این رقم جهت تحمل به شوری کمتر از مکانیسم تنظیم نسبت  $K^+/Na^+$  استفاده نموده است. با وجود اینکه این رقم از نظر درصد کاهش نسبت  $K^+/Na^+$  در تیمارهای ۰/۰۱ و ۰/۰۲ مولار کلرور سدیم در مقام چهارم قرار دارد و درصد کاهش  $K^+$  آن زیاد می‌باشد اما قادر بوده است از نظر شاخص حساسیت به شوری در مقام اول قرار گیرد. بنظر می‌رسد این رقم از مکانیسم‌های دیگری جهت تحمل به شوری استفاده نموده است. به عبارت دیگر، با اینکه این رقم در شرایط شور یون سدیم بیشتری را جذب نموده است اما این جذب به دلایلی که برای ما روشن نمی‌باشد تأثیری زیادی بر تولید ماده خشک نداشته است. بطور کلی می‌توان نتیجه‌گیری نمود که بالا بودن عملکرد رقم گاس در تیمارهای شوری به دلیل تولید ماده خشک زیاد این رقم در تیمار

اعمال تیمارشوری شرایط را برای جذب یون سدیم مساعد نموده و این یون قادر است در جذب جایگزین یون پتاسیم شود. نسبت  $K^+/Na^+$  در تیمار ۰/۰۱ و ۰/۰۲ به ترتیب به مقدار ۵۰/۵۴ و ۶۲/۹ درصد نسبت به شاهد کاهش نشان می‌دهد. بنابراین با افزایش تیمار شوری از ۰/۰۱ به ۰/۰۲ مولار کلرور سدیم از شدت کاهش  $K^+/Na^+$  نسبت به شاهد کاسته می‌شود. برای سنجش شدت تنش شوری بر عملکرد و میزان حساسیت ارقام مورد مطالعه نسبت به این تنش از شاخص حساسیت به تنش (Si) (اهدائی ۱۳۷۲) استفاده شد. هر چه مقدار (Si) کمتر باشد نشان دهنده تحمل بیشتر رقم به تنش مورد نظر می‌باشد. بنابراین مقاومت یا حساسیت نسبی ارقام به تنش را می‌توان از مقایسه مقادیر (Si) ارقام تعیین کرد.

در این مطالعه متوسط عملکرد ارقام در محیط بدون تنش (بدون نمک) و میانگین عملکرد ارقام در محیط‌های تنش‌زا (معدل ۰/۰۱، ۰/۰۲ مولار کلرور سدیم) جهت محاسبه (Si) استفاده شد. نتایج بدست آمده در جدول ۲ نشان داده شده است. با توجه به کمتر بودن مقدار Si رقم یورک نسبت به سایر ارقام می‌توان نتیجه‌گیری کرد که این رقم تحمل بیشتری نسبت به شوری از خود نشان داده است، در حالیکه رقم گلبورن



حساسیت) پارامترهای مهمی در برنامه‌های اصلاحی و تولید علوفه گیاه شبدر زیرزمینی می‌باشند.

### سپاسگزاری

بدین وسیله از دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان به دلیل تأمین هزینه‌های انجام طرح پژوهشی این مقاله تشکر و قدردانی بعمل می‌آید.

شاهد می‌باشد هر چند از نظر شاخص حساسیت بین این رقم و رقم یورک اختلاف اندکی مشاهده می‌شود اما با توجه به این شاخص درصد کاهش عملکرد رقم گاس در تیمار شوری نسبت به رقم یورک بیشتر می‌باشد، در حالیکه پتانسیل تولید ماده خشک بیشتر این رقم نسبت به رقم یورک توانسته است میانگین عملکرد ماده خشک این رقم را در تیمارهای شوری نسبت به یورک در سطح بالاتری نگه دارد. بنابراین توان تولید بسالای ماده خشک رقم گاس و زیاد بودن تحمل به شوری رقم یورک (با توجه به شاخص

### منابع

۱. اهدائی، ب. ۱۳۷۲. انتخاب برای مقاومت به خشکی در گندم. مقالات کلیدی اولین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران - کرج. انتشارات دانشگاه تهران دانشکده کشاورزی. ص. ۶۲-۴۳.
۲. دری، م. خداپنده، ن و ح. حیدری شریف آباد. ۱۳۷۶. مقایسه عملکرد ارقام شبدر زیرزمینی با تراکم‌های مختلف در منطقه گرگان. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.
۳. گالشی، س و م. اخوان خرازیان. ۱۳۷۶. بررسی کارایی تثبیت ازت باکتری ریزوبیوم ملیوتی در شرایط شور. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان.
۴. گالشی، س. حیدری شریف آباد، ح. طهماسبی سروستانی، ذ و س.ع. مدرس ثانوی. ۱۳۷۹. تاثیر شوری بر رشد و تثبیت نیتروژن در شبدر زیرزمینی (*Trifolium subterraneum* L.). پژوهش و سازندگی شماره ۴۶ - ص. ۴۸-۵۱.

۸۱



5. Ashraf, M., T. Mcaeilly, and A.D. Bradshaw. 1986. The potential for evolution of salt (NaCl) tolerance in seven grass species. *New Physiologist*. 103: 299-309.
6. Basra, A.S., and R.K. Basra. 1997. Mechanisms of environmental stress resistance in plants. Harwood Academic Publishers. p: 83-111.
7. Bordeleau, L.M., and D. Provost. 1994. Nodulation and nitrogen fixation in extreme environments. *Plant Soil*. 161: 115- 125.
8. Greenway, H., and R. Munns. 1980. Mechanisms of salt tolerance in non halophytes. *Annual. Review Plant Physio*. 31: 149-190.
9. Ikeda, J. 1994. The effect of short term withdrawal of NaCl stress on nodulation of white clover. *Plant Soil*. 158: 23- 27.
10. Nelson, D.W., and L.E. Sommers. 1973. Determination of total nitrogen in plant material. *Agron. J*. 65: 109-111.
11. Shannon, M.C., and C.L. Noble. 1995. Variation in salt tolerance and ion accumulation among subterranean clover cultivars. *Crop. Sci*. 35: 798- 804.
12. Singleton P.W., and B. Bohlool. 1984. Root- hair interaction and growth of soybean. *Can. J. Plant. Sci*. 61: 231-239.
13. Sprent, J.I., and P. Sprent. 1990. Nitrogen fixing organisms pure and applied aspects. Chapman and Hall. London.

14. West, D.W., and J.A. Taylor. 1981. Germination and growth of cultivars of *Trifolium subterraneum*, L in the presence of sodium chloride salinity. *Plant Soil* 62: 221-230.
15. Zahran, H.H. 1991. Condition for successful rhizobium legume symbiosis in saline environments. *Biol. Ferteli. Soil.* 12: 73-80.
16. Zahran, H.H., and J. Sprent. 1986. Effects of sodium chloride and polyethylene glycol on root- hair infection and nodulation of *vicia faba* L. Plant by *Rhizobium Leyuminosarom*. *Planta.* 167: 303-309.



---

## Evaluation of growth, biological nitrogen fixation and salinity tolerance in five subterranean clover cultivars (*Trifolium subterraneum* L.)

S. Galeshi and A. Soltani

Department of Agronomy Gorgan University of Agricultural Sciences, Gorgan, Iran.

---

### Abstract

Effect of salinity (sodium chloride) on growth, biological nitrogen fixation (BNF) and salinity tolerance of five *Subterranean clover* cultivars (Goss, York, Riverina, Denmark, and Golburn) was investigated using a factorial experiment in randomized complete blocks with three replicates. Salinity treatments were 0, 0.01, 0.02 m sodium chloride solutions. Sand culture with combination of Haugeland nutrient solution without nitrogen was used. Seedlings were harvested after 60 days and nodule number, leaf, root and shoot dry weights, leaf area,  $K^+/Na^+$  ratio, nitrogen percentage and nitrogen yield were measured. Results showed that with increasing salinity, all the traits decrease, but specific leaf weight increases. Similar dry matter production was observed in salinity treatments of 0 and 0.01 m sodium chloride. Mean comparison showed that cv. Goss is better than other cultivars with respect to nodule number, leaf area, dry weights, nitrogen percentage and nitrogen yield. Golburn was the worst. Highest and lowest decrease in  $K^+/Na^+$  ratio was observed in Goss and Golburn, respectively. Calculation of sensitivity index showed that York and Golburn have the lowest tolerance to salinity. It seems that cv. Goss (with highest dry matter production) and York (with lowest sensitivity index) are promised for breeding efforts. A positive correlation was observed between all the traits and  $K^+/Na^+$  ratio. It was concluded that regulation of  $K^+/Na^+$  ratio is not the mechanism of salinity tolerance in cv. York.

۸۳



**Keywords:** Subterranean clover; Salinity; Biological nitrogen fixation.