

## تأثیر تنش شوری بر فرایند تثبیت بیولوژیک نیتروژن و شاخص‌های رشد

### دو رقم سویا در مراحل مختلف فنولوژیک

آمنه آقاجانی و حسین بشارتی<sup>1</sup>

کارشناس ارشد خاکشناسی (بیولوژی خاک): amene.aghajani@yahoo.com

دانشیار موسسه تحقیقات خاک و آب: besharati1350@yahoo.com

دریافت: 92/1/18 و پذیرش: 92/11/21

### چکیده

مقاومت به شوری در گیاهان یک پدیده‌ی چند وجهی است که عوامل زیادی از جمله ویژگی‌های مورفولوژیک و شرایط فیزیولوژیکی گیاه در آن تأثیر داشته و کاهش رشد و عملکرد گیاه بسته به نوع گیاه، سطح شوری و ترکیب یونی املاح متغیر می‌باشد. در شرایط شوری، در لگوم‌ها، رشد تارهای کشنده، ترشحات موسیلاژی ریشه، نفوذ باکتری‌های ریزوبیوم در ریشه و تشکیل گره توسط آنها و نهایتاً تثبیت بیولوژیک نیتروژن در گیاه کاهش می‌یابد. گره بندی گیاهان تیره لگومینوز نسبت به رشد آنها از حساسیت بیشتری برخوردار است، لذا با شناخت مراحل حساس تر رشد گیاه به شوری و اعمال مدیریت مناسب می‌توان صدمات شوری بر گیاه را کاهش داد، از سوی دیگر استفاده بی‌رویه و غیر اصولی کودهای شیمیایی از جمله کودهای نیتروژنی در اراضی شور باعث تشدید اثر شوری بر گیاه می‌گردد. استفاده از باکتری‌های همزیست با گیاهان لگوم به عنوان یکی از راه کارهای کاهش مصرف کودهای نیتروژنی مطرح بوده و در اراضی شور، ضمن تأمین نیتروژن مورد نیاز گیاه، شوری ناشی از مصرف کودهای نیتروژنی را نیز متغی می‌سازد. تحقیق حاضر با هدف بررسی تأثیر شوری بر رشد و تثبیت بیولوژیکی نیتروژن در همزیستی سویا - ریزوبیوم و جایگزینی بخشی از کودهای نیتروژنی با مایه تلقیح‌های ریزوبیومی و کاهش اثرات سوء ناشی از مصرف کودهای نیتروژنی در شرایط تنش شوری بر روی دو رقم سویا در گلخانه انجام گرفت. آزمایش گلخانه‌ای کشت سویا در قالب طرح بلوک-های کاملاً تصادفی و به صورت فاکتوریل در سه تکرار انجام شد. فاکتورها شامل: فاکتور رقم در 2 سطح (M7, L90)، فاکتور شوری در 4 سطح (آب آبیاری منطقه با شوری 0/53 دسی‌زیمنس بر متر، آب‌هایی با شوری‌های 2/5، 4/5، 6/5 دسی‌زیمنس بر متر از منبع کلرورسدیم)، فاکتور کودی در 3 سطح (بدون کود نیتروژنی و باکتری، با کود نیتروژنی به مقدار 150 کیلوگرم در هکتار و تلقیح با باکتری همزیست)، فاکتور مرحله زمانی در 5 سطح (یک ماه بعد از کشت، گلدهی، تشکیل غلاف، تشکیل دانه و پر شدن دانه) بودند. گیاهان در 5 مرحله زمانی (یک ماه پس از کشت، گلدهی، تشکیل غلاف، تشکیل دانه و پر شدن دانه) برداشت شدند و در هر مرحله زمانی وزن خشک اندام هوایی، ریشه و گره، تعداد گره، غلظت نیتروژن، نیتروژن جذب شده، مؤثر بودن همزیستی اندازه‌گیری شدند. به منظور تحلیل آماری داده‌ها از نرم افزار MSTAT-C و برای مقایسه میانگین شاخص‌های آماری مورد نظر از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده گردید. در مورد تمام شاخص‌های اندازه‌گیری شده، غیر از غلظت نیتروژن و مقدار نیتروژن جذب شده، رقم M7 نسبت به رقم L90 برتری داشت و تفاوت آنها معنی‌دار بود، افزایش شوری باعث کاهش معنی‌دار شاخص‌های اندازه‌گیری شده در هر دو رقم گردید. اثر متقابل شوری و کود نیتروژنی نشان داد که در شرایط بدون تنش شوری (آب آبیاری منطقه با شوری 0/53 دسی‌زیمنس بر متر) مصرف کود نیتروژنی باعث رشد بهتر گیاه و افزایش وزن خشک اندام هوایی شد. شاخص‌های وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه، نیتروژن جذب شده، وزن خشک و تعداد گره، دارای کمترین مقدار در مرحله یک ماه پس از کشت و بیشترین مقدار در مرحله پر شدن دانه بودند؛ شاخص غلظت نیتروژن دارای بیشترین مقدار در مرحله گلدهی و کمترین مقدار در مرحله یک ماه پس از کشت بودند. شاخص‌های مؤثر بودن همزیستی دارای بیشترین مقدار در مرحله گلدهی و کمترین مقدار در مرحله پر شدن دانه بود. تلقیح باکتری نسبت به شاهد تلقیح نشده در تمام مراحل رشد و در تمام سطوح شوری وزن خشک بشتی را تولید نمود و تفاوت دو تیمار باکتری و شاهد فقط در آخرین سطح شوری و در مراحل تشکیل دانه و پر شدن دانه معنی‌دار نبود.

واژه‌های کلیدی: تنش شوری، کود نیتروژنه، مایه تلقیح ریزوبیوم، سویا، مراحل رشد

<sup>1</sup> نویسنده مسئول، آدرس: کرج، میدان استاندارد، جاده مشکین دشت بعد از رزکان نو، بلوار امام خمینی، مؤسسه تحقیقات خاک و آب

## مقدمه

سطح زیر کشت سویا در جهان حدود 72 میلیون هکتار گزارش شده است. ایالات متحده آمریکا با سطح زیر کشت حدود 29/5 میلیون هکتار مقام اول را در جهان دارا می‌باشند و پس از آن به ترتیب برزیل، چین، آرژانتین و هند در رتبه‌های بعدی قرار می‌گیرند. در ایران بیش از 90 درصد از اراضی زیر کشت سویا در استان‌های مازندران و گلستان قرار دارند. در سال زراعی 76-77 سطح زیر کشت سویا در کشور حدود 107 هزار هکتار بوده است. استان مازندران 40/2 درصد، گلستان 50/5 درصد از سطح زیر کشت این محصول را به خود اختصاص داده‌اند (رستمی، 1381).

تنش شوری یک مسئله بسیار مهم در تولید انواع لگوم‌های زراعی است، مخصوصاً در شرایطی که نیتروژن برای رشد این گیاهان ضروری باشد. شوری فعالیت عناصر غذایی در محلول خاک را به واسطه غلظت زیاد یون‌های کلر و سدیم کاهش داده و منجر به اختلالات تغذیه‌ای در گیاهان می‌شود. عکس-العمل گیاهی که تحت تنش شوری می‌باشد به درجه شوری، مرحله رشد گیاه، مقدار عناصر غذایی قابل دسترس، نوع و شکل عناصر غذایی در منطقه ریزوسفر بستگی دارد (پسرکعلی و توکر، 1985).

در گیاهان تحت تنش شوری تعدادی از ترکیبات آلی (محلول سازگارکننده) تجمع می‌یابند، این ترکیبات، تداخلی در فرآیندهای شیمیایی گیاه ایجاد نمی‌کنند. از این ترکیبات می‌توان به انواعی از کربوهیدرات‌های محلول (مانیتول، ساکارز، رافینول و الگوساکاریدها) و ترکیبات نیتروژنه (اسید آمینه، پرولین و گلیسین - بتائین) اشاره کرد. ترکیبات سازگارکننده نقش مهمی در بهبود تنظیم اسمزی در گیاهان تحت تنش شوری دارند (گود و زاپلاچاینسکی، 1994).

محققین گزارش کرده‌اند که میزان مقاومت به شوری در برخی از گیاهان زراعی به علت ممانعت از ورود یون‌های سدیم و کلر به جریان آوندی و یا غیر فعال کردن آنها در سیتوپلاسم بخش‌های هوایی می‌باشد. در طی بروز تنش شوری علاوه بر کاهش جذب آب، تجمع برخی از یون‌ها در غلظت بالا در بافت گیاهان می‌تواند منجر به ایجاد سمیت و یا عدم تعادل یونی شود. به دلیل فراوانی و غالب بودن دو یون سدیم و کلر در خاک و آب‌های شور، از جذب بسیاری از عناصر پر مصرف و کم مصرف کاسته می‌شود (فلورز و همکاران، 1977 و هاروی 1985). نیتروژن یکی از عناصر پر مصرف برای گیاهان به شمار می‌رود و یون کلر نیز یکی از عناصر کم

مصرف (و عامل شوری) محسوب می‌شود. بین این دو رابطه آنتاگونیستی برای جذب وجود دارد (دهوگا و همکاران، 1988). افزایش غلظت نیتروژن در محلول خاک‌های شور بر جذب دیگر عناصر تأثیر مثبت دارد (محمود و کیزر 2003). لگوم‌ها که محصول پر اهمیت در بسیاری از مناطق دنیا هستند، عموماً گیاهانی حساس به شوری می‌باشند (لسوچلی 1984). تنش شوری در لگوم‌ها با تأثیر نامناسب بر رشد گیاه میزبان، باکتری‌های همزیست، پیشرفت همزیستی و نهایتاً ظرفیت تثبیت نیتروژن، رشد و تولید محصول را محدود می‌کند (زراعی و پراساد 1983). به طور کلی سه دلیل عمده برای اثر منفی شوری بر فرایند تثبیت نیتروژن گزارش شده است (دهوگا و همکاران، 1988)

1- تأثیر بر فرایند آلودگی ریشه به وسیله ریزوبیوم همزیست.

2- تأثیر بر فرایند شکل‌گیری و تکامل گره‌ها.

3- تأثیر مستقیم شوری بر فعالیت گره‌ها.

به طور معمول تنش شوری با محدود ساختن مراحل اولیه ایجاد همزیستی بین گیاه و باکتری، میزان گره‌بندی را کاهش می‌دهد. در شرایط شور به علت کاهش حجم تارهای کشنده سویا (*Glycin max*) و کاهش میزان کلونی‌های باکتری در سطح ریشه، میزان گره‌بندی و در نهایت میزان تثبیت نیتروژن به طور قابل توجهی کاهش می‌یابد (تو 1981). شوری حاصل از کلورسیدیم، با کاهش میزان انتشار اکسیژن به درون گره‌ها از فعالیت آنزیم نیتروژناز و میزان تنفس گره‌ها می‌کاهد. این امر با افزایش فشار اکسیژن در ناحیه ریزوسفر ریشه، تا حدود زیادی اصلاح می‌شود (دهوگا و همکاران، 1988). همچنین کلرید سدیم مانع فعالیت آنزیم نیتروژناز می‌شود که این امر سبب کاهش مقدار نیتروژن در بافت گیاهان تیره لگومینوز می‌شود. کاهش فعالیت آنزیم نیتروژناز به علت کاهش نفوذ اکسیژن به گره‌ها و اثرات مستقیم آن بر فعالیت آنزیم نیتروژناز می‌باشد. با توجه به اینکه آنزیم نیتروژناز دارای نقش اساسی در تثبیت نیتروژن اتمسفری می‌باشد. بنابراین هر عاملی که بر فعالیت این آنزیم مؤثر باشد، بر تثبیت بیولوژیک نیتروژن نیز مؤثر خواهد بود (زهران 1999).

با توجه به مصارف روزافزون آب در جوامع شهری، صنعتی و افزایش سرانه مصرف آن در بسیاری از نقاط جهان منابع آب مناسب برای بهره‌برداری رو به کاهش است (مارتینز 1999). در مناطقی که با کاهش آب روبرو هستند، کشت زمین‌های شور و استفاده از آبهای حاوی نمک‌های محلول مورد توجه قرار می‌گیرد (هاداس

شدند. اندام‌های هوایی و ریشه به صورت مجزا به مدت 24 ساعت در آون با دمای 70-60 درجه سانتیگراد خشک و سپس توزین شدند. اندام هوایی آسیاب و برای عمل هضم آماده گردید. غلظت نیتروژن در نمونه‌ها به روش هضم تر اندازه‌گیری گردید. از حاصلضرب غلظت نیتروژن (درصد) در وزن خشک اندام هوایی مقدار نیتروژن جذب شده در اندام هوایی بدست آمد.

کارایی همزیستی (SE) بر حسب وزن خشک اندام هوایی به کمک رابطه زیر محاسبه گردید:

$$SE = \frac{\text{وزن خشک اندام هوایی در تیمار شاهد} - \text{وزن خشک اندام هوایی در تیمار باکتری}}{\text{وزن خشک اندام هوایی در تیمار شاهد} + \text{وزن خشک اندام هوایی در تیمار کود نیتروژنی}} \times 100$$

نتایج مربوط به وزن خشک اندام هوایی، گره؛ تعداد گره؛ و غلظت و مقادیر جذب شده نیتروژن؛ SE بر حسب نیتروژن جذب شده با استفاده از نرم افزار آماری MSTATC تجزیه و تحلیل شد و مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن صورت گرفت.

### نتایج و بحث

در هر دو رقم M7 و L90 در مرحله گلدهی در تیمار آب آبیاری (با شوری 0/53 دسی‌زیمنس بر متر) بیشترین غلظت نیتروژن در اندام هوایی (جدول 1) و کارایی همزیستی (جدول 2) مشاهده شد. کمترین شاخص‌های مذکور نیز در مرحله پرشدن دانه در تیمار آب شور (با شوری 6/5 دسی‌زیمنس) بدست آمد. مقدار نیتروژن جذب شده نیز در هر دو رقم در مرحله یک ماه پس از کشت در تیمار آبیاری با آب شور (6/5 دسی‌زیمنس بر متر) کمترین و در مرحله پر شدن دانه (در رقم M7) و تشکیل دانه (در رقم L90) تیمار آب آبیاری (شوری 0/53 دسی‌زیمنس بر متر) بیشترین مقدار را نشان داد (جدول 2).

شاخص وزن خشک گره و تعداد گره در هر دو رقم در مرحله پر شدن دانه در تیمار آب آبیاری (با شوری 0/53 دسی‌زیمنس بر متر) بیشترین و در مرحله یک ماه پس از کشت در تیمار آب شور (6/5 دسی‌زیمنس بر متر) کمترین مقدار را دارا بود (جدول 4). بررسی اثر متقابل مراحل رشد، شوری و تیمار کودی نشان داد که اولاً در تمام سطوح شوری، وزن خشک ریشه و اندام هوایی در مرحله پر شدن دانه به طور معنی‌داری بیشتر از سایر مراحل دیگر رشد بود، ثانیاً در تمام مراحل رشد گیاه

و فرنکل (1982). بنابراین از نظر کشاورزی، آگاهی از واکنش‌های متفاوت گیاهان در مراحل مختلف رشد نسبت به شوری و تغییراتی که در نتیجه استفاده از آبهای شور، در گیاه حادث می‌گردد، حائز اهمیت است. از جمله راه‌های کاربرد آبهای شور در کشاورزی، کشت گیاهان مقاوم به شوری و اعمال مدیریت مناسب به نحوی که در مراحل حساس به شوری شناخته شده و انجام مراقبت لازم برای گیاهان می‌باشد. هدف این تحقیق بررسی تغییرات تثبیت بیولوژیک نیتروژن و عملکرد دو رقم سویا در مراحل مختلف رشد در شرایط تنش شوری بود، تا بتوان با کاربرد نتایج، در مرحله یا مراحل حساس با اعمال مدیریت خاص (افزایش آبشویی و . . .) رشد گیاه و عملکرد را بهبود بخشید.

### مواد و روش‌ها

آزمایش گلخانه‌ای کشت سویا به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. فاکتورها شامل: فاکتور رقم در 2 سطح (M7, L90)، فاکتور شوری در 4 سطح (آب آبیاری منطقه با شوری 0/53 دسی‌زیمنس بر متر، آب‌هایی با شوری 2/5، 4/5 و 6/5 دسی‌زیمنس بر متر)، فاکتور کود نیتروژن در 3 سطح (شاهد بدون کود نیتروژنی و باکتری، کود نیتروژنی به مقدار 150 کیلوگرم در هکتار و تلقیح با باکتری همزیستی)، فاکتور مرحله زمانی در 5 سطح (یک ماه بعد از کشت، گلدهی، تشکیل غلاف، تشکیل دانه، پر شدن دانه) بودند. برای ایجاد شوری در آب آبیاری از نمک کلرورسدیم استفاده شد. بذور جوانه‌دار شده در گلدان‌ها با تراکم 10 بذر در هر گلدان کشت گردیدند. در گلدان‌هایی که نیاز به تیمار باکتری داشتند، بذور به مایه تلقیح آغشته شدند (از مایه تلقیح تجارتي با جمعیت حدود 10 میلیون سلول در گرم استفاده گردید). هر 2 روز یکبار گلدان‌ها با آب شور (شوری 2/5، 4/5 و 6/5 دسی‌زیمنس بر متر) آبیاری شدند.

کود اوره در دو مرحله، یکبار پس از سبز شدن و بار دوم پس از گذشت 10 روز به گلدان‌های مورد نظر اضافه گردید. سایر عناصر غذایی براساس آزمون خاک در گلدان‌ها مصرف گردید. در مرحله 3 برگی گیاهان تنک شده و تعداد بوته‌ها به 3 بوته در گلدان تقلیل یافت. گیاهان در 5 مرحله زمانی (یک ماه پس از کشت، گلدهی، تشکیل غلاف، تشکیل دانه و پر شدن دانه) برداشت شدند. لازم به ذکر است که برداشت گیاهان در 5 مرحله یاد شده به روش حذفی (destructive) صورت گرفت فلذا در مجموع از 360 گلدان استفاده شد و در هر مرحله پس از برداشت گیاهان گلدان‌های برداشت شده حذف

شرایط تنش شوری تعداد ریشه‌های موین، خمش آنها و نیز تعداد باکتری‌های چسبیده به ریشه و نهایتاً تعداد گره در گیاه کاهش می‌یابد (تو 1981). زهران و اسپرنت (1986) گزارش نمودند که با افزایش تنش شوری تعداد تارهای کشنده، قدرت چسبندگی باکتری به تارها، نفوذ اکسیژن به گره‌ها کاهش یافته و سمیت یونی و کاهش فعالیت آنزیمی فعالیت تثبیت نیتروژن را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

وزن خشک اندام هوایی گیاه سویا در تیمار آب آبیاری (0/53 دسی‌زیمنس بر متر) و کود نیتروژنی بیشترین و در تیمار آبیاری با آب شور (6/5 دسی‌زیمنس بر متر) و شاهد کمترین مقدار را دارا بود. به طور کلی تیمار تلقیح و تیمار کود نیتروژنی در مقایسه با شاهد باعث افزایش معنی‌دار وزن خشک اندام هوایی سویا شدند و کود نیتروژنی بهتر از تیمار باکتری ظاهر شد. لازم به ذکر است که در اکثر موارد تفاوت معنی‌داری بین آنها مشاهده نشد و تنها در سطوح بالای شوری تفاوت آنها معنی‌دار بود که احتمالاً علت آن است که در سطوح شوری بالا به دلیل اختلالات تغذیه‌ای که در گیاه ایجاد می‌شود، مقدار ترکیبات کربنی که به غده‌ها می‌رسد کمتر شده و تثبیت نیتروژن در غده‌ها کاهش می‌یابد، لذا نیتروژن کمتری در اختیار گیاه قرار می‌گیرد در حالیکه تیمار کود نیتروژنی، مقادیر نیتروژن بیشتری را در مقایسه با تیمار تلقیح در اختیار گیاه قرار داده و در نهایت رشد اندام هوایی در تیمار نیتروژنی بهتر از تیمار تلقیح می‌باشد.

سمیت یونی ناشی از تنش شوری در تمام فعالیت‌های زیستی و متابولیسمی گیاهان اختلال ایجاد نموده و در نهایت باعث کاهش وزن اندام هوایی می‌گردد (گرهام، 1996). همچنین گیاه در مواجهه با تنش شوری برای برقراری تعادل اسمزی مقادیری ترکیبات آلی را تولید می‌کند که با مصرف انرژی زیاد و طبعاً کاهش وزن اندام هوایی گیاه همراه می‌باشد سینگ و پال 2001، کرپسی و گالیا). رستمی و همکاران (1383) کاهش وزن خشک اندام هوایی سو تحت تأثیر نمک را گزارش نمودند.

سویا دو تیمار کود نیتروژنی و تلقیح باکتری ریزوبیوم نسبت به تیمار شاهد از لحاظ وزن خشک اندام هوایی و ریشه برتری داشتند و این برتری در سطوح شوری کمتر، بارزتر بود (جدول 5).

شاخص مقدار نیتروژن جذب شده توسط اندام هوایی گیاه سویا که حاصلضرب غلظت نیتروژن در وزن خشک اندام هوایی می‌باشد، در هر دو رقم در تیمار آبیاری با معمولی (شوری 0/53 دسی‌زیمنس بر متر) و مرحله پر شدن دانه بیشترین مقدار را دارا بود. شوری با افزایش فشار اسمزی محلول خاک، اثرات سمی یون‌ها و بهم زدن تعادل تغذیه‌ای گیاه رشد و نمو ریشه و اندام هوایی را کاهش می‌دهد. فلذا با افزایش شوری رشد اندام هوایی گیاه محدود شده و وزن خشک اندام هوایی گیاه کاهش می‌یابد. در تیمار آب معمولی (با شوری 0/53 دسی‌زیمنس بر متر) گیاه سویا رشد خوبی داشته بنابراین حاصلضرب غلظت نیتروژن در اندام هوایی (نیتروژن جذب شده) بیشترین مقدار را ایجاد نموده است. این در حالی است که در سطح شوری 6/5 دسی‌زیمنس بر متر که رشد گیاه در مقایسه با سطوح پائین‌تر شوری، کمتر بوده است، نیتروژن جذب شده نیز حداقل مقدار را به فرد اختصاص داده است (جدول 2).

کارایی تثبیت نیتروژن (SE) در هر دو رقم سویا، در مرحله گلدهی در تیمار آبیاری با آب معمولی (شوری 0/53 دسی‌زیمنس بر متر) حداکثر و در تیمار آبیاری با شوری 6/5 دسی‌زیمنس بر متر حداقل بوده است. زیرا شوری تشکیل ریشه‌های موئین و در نهایت تشکیل غده‌ها در ریشه را محدود می‌نماید (جدول 4). از طرفی دیگر شوری با محدود کردن جذب آب و عناصر غذایی توسط ریشه‌های گیاه، انجام فتوسنتز و در نهایت تولید مواد کربنی در گیاه را کاهش داده و مقدار ترکیبات آلی را که به غده‌ها منتقل می‌شود را با اشکال مواجه ساخته و باعث فعالیت کمتر گره‌ها و تثبیت کمتر نیتروژن در گره‌های ریشه‌ای گیاه می‌شود. نوع گیاه میزبان، سویه باکتری و اثرات متقابل آنها بر تحمل به شوری و تشکیل گره در گیاه میزبان مؤثر می‌باشد (زهران، 1991). در

جدول 1- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در کشت گلخانه‌ای سویا

شن	سیلت درصد	رس	EC (dS/m)	pH (گل اشباع)	SP	TNV درصد	O.C	P میلی‌گرم در کیلوگرم	K میلی‌گرم در کیلوگرم
43	38	19	0/47	7/76	37	3/2	0/98	8/1	128

جدول 2- مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم، شوری و مراحل رشد بر غلظت و جذب نیتروژن در اندام هوایی دو رقم سویا

غلظت نیتروژن (درصد)				غلظت نیتروژن شده (میلی گرم در گلدان)				رقم
یک ماه پس از کشت	یک ماه پس از کشت	یک ماه پس از کشت	یک ماه پس از کشت	یک ماه پس از کشت	یک ماه پس از کشت	یک ماه پس از کشت	یک ماه پس از کشت	
46/ 22a	37/ 02cd	34/ 83def	37/ 04cd	16/ 60no	2/ 691cdf	2/ 684cdf	2/ 116kl	M7
33/ 26efg	31/ 15egh	30/ 36fgh	26/ 74hij	13/ 83opq	2/ 137jkl	2/ 324i	2/ 810bcd	
27/ 35hij	25/ 19ijk	24/ 44ijklm	22/ 88klm	10/ 80q	1/ 923no	2/ 078klm	2/ 218ijk	
22/ 18;klmno	22/ 55jklm	17/ 95mno	18/ 68mno	6/ 149r	1/ 170pq	1/ 914no	1/ 829op	
41/ 60bc	44/ 41ab	35/ 29def	39/ 14cd	19/ 79lm	2/ 672def	3/ 227a	2/ 825bc	
39/ 29ghi	32/ 42efg	30/ 61fgh	30/ 55fgh	13/ 10pq	2/ 088klm	2/ 628klm	2/ 710cdef	
18/ 72mno	24/ 92ijkl	26/ 41hij	24/ 65ijkl	11/ 83q	1/ 798op	2/ 272j	2/ 482h	
18/ 89mn	17/ 74mno	20/ 76klmn	22/ 91jklm	8/ 72mno	1/ 607q	1/ 972nm	2/ 199ijkl	
0/1246								
4/387								
LSD 5%								

در مورد هر شاخص اندازه‌گیری شده، میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر در سطح 5% (روش دانکن) ندارند.

جدول 3- مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم ، شوری و مراحل رشد بر کارایی همزیستی دو رقم سویا

SE بر اساس وزن خشک اندام هوایی (درصد)		SE بر اساس جذب شده (درصد)		یک ماه پس از کاشت	یک ماه پس از کاشت	شوری	رقم			
تشکیل غلاف	تشکیل غلاف	تشکیل غلاف	تشکیل غلاف							
48/ 89ghi	54/ 97ghi	77/ 04cd	93/38a	80/69bc	44/ 90hij	53/ 41efg	73/35bc	86/ 27a	80/ 73 ab	EC(ds/m) آب آبیاری(0.53)
44/ 30klmn	48/ 02ghijkl	54/ 18ghij	78/ 17bcd	70/27de	34/ 97jklm	46/ 68h	54/ 01defg	64/ 42cd	64/ 33cd	2.5
36/ 99nop	39/ 83lmno	45/ 51ijklm	65/50ef	46/ 35ijklm	27/ 95m	33/ 96klm	47/89gh	56/ 16def	47/07h	4.5
22/ 30rs	26/ 04qrs	30/ 07pqr	44/ 60jklmn	38/11mno	21/ 77no	27/ 10m	35/ 00lmn	48/ 73jkl	37/90n	6.5
47/ 63hijk	51/ 46ghi	65/34ef	86/ 15ab	82/61bc	46/ 12hi	49/ 75fgh	58/ 14def	78/ 58ab	72/ 50 bc	آب آبیاری (0.53)
40/ 03lmno	44/ 22klmn	45/ 78ijklm	73/ 66cde	57/25fg	35/ 97ijklm	44/ 34hijk	52/ 47efgh	63/ 30cde	53/ 62defg	2.5
26/ 94qrs	32/ 64opq	44/ 06klmn	56/ 67gh	48/05ghijkl	27/ 17m	33/ 45lm	34/ 57jklm	54/ 46defg	43/ 81hijkl	4.5
18/52s	26/ 51qrs	37/ 45nop	47/ 20ijklm	38/29mno	20/ 73no	26/ 83m	32/ 57lmn	47/ 03jkl	35/ 70lmn	6.5
8/062		9/320		LSD 5%						

در مورد هر شاخص اندازه‌گیری شده ، میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند، اختلاف معنی داری با یکدیگر در سطح 5% (روش دانکن) ندارند.

جدول 4- مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم، شوری و مراحل رشد تعداد و وزن خشک گره دو رقم سویا

وزن خشک گره (گرم در گلدان)				تعداد گره (عده در گلدان)				شوری	رقم
پر شدن دانه	تشکیل غلاف	گلدهی	یک ماه پس از کشت	پر شدن دانه	تشکیل غلاف	گلدهی	یک ماه پس از کشت		
0/18a	0/146c	0/104g	0/061o	0/024yz	76c	56g	45j	39n	EC(dS/m) آب آبیاری (0.53)
0/12e	0/101h	0/074m	0/045s	0/022A	55h	40m	35q	36p	
0/096i	0/077i	0/057p	0/035u	0/019BD	38o	33s	30t	28u	4.5
0/04s	0/038t	0/030w	0/019BD	0/015E	30t	28u	25v	24w	6.5
0/17b	0/129d	0/095i	0/054q	0/020B	70d	55h	40m	35q	آب آبیاری (0.53)
0/116f	0/088j	0/067n	0/039t	0/018D	42i	36p	34r	30t	
0/08k	0/061o	0/047r	0/028x	0/015E	36p	34r	28u	25v	4.5
0/03V	0/02Y	0/023zA	0/015E	0/013F	28u	24w	20x	17y	6.5
0/001626				0/001626				LSD 5%	

در مورد هر شاخص اندازه‌گیری شده، میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر در سطح 5% (روش دانکن) ندارند.

جدول 5- مقایسه میانگین اثرات متقابل شوری، تیمار کودی و مراحل رشد بر وزن خشک اندام هوایی و ریشه سویا

وزن خشک ریشه (گرم در گلدان)				وزن خشک اندام هوایی (گرم در گلدان)				شوری		
بر شدن دانه	تشکیل غلاف	تشکیل غلاف	یک ماه پس از کشت	دانه	تشکیل دانه	تشکیل غلاف	یک ماه پس از کشت			
0/683bcdef	0/403efgh	0/3033efgh	0/248hijk	1/520cd	1/270ghi	1/132mn	0/988rstu	0/667ABD	تیمار کودی شاهد	EC(dS/m)
1/137a	0/9067ab	0/496bcdef	0/3417efg	1/743a	1/477de	1/313gh	1/262ghij	0/815xy	کود نیتروژنی	آب آبیاری
0/806abcd	0/643bcdef	0/498bcd	0/2917efg	1/627b	1/325g	1/267ghij	1/237ijk	0/787yz	باکتری	(0.53)
0/558bcdef	0/346efgh	0/256ghijk	0/1850jkl	1/397	1/213jkl	1/050pqr	0/87vwxyz	0/562C	شاهد	
0/838abc	0/700bcde	0/513bcd	0/2633fghi	1/558c	1/415ef	1/250hij	1/067noq	0/732ZA	کود نیتروژنی	2.5
0/648bcdef	0/528bcdef	0/403defg	0/2283hijk	1/456de	1/267ghi	1/152lm	1/020qrs	0/663BD	باکتری	
0/421cdefg	0/351efghij	0/261fghij	0/1450jkl	1/248hij	1/037pq	0/932tuv	0/847xy	0/488F	شاهد	
0/696bcde	0/571bcdef	0/420cdef	0/308efghij	1/445ef	1/247hij	1/215jkl	0/970stu	0/690AB	کود نیتروژنی	4.5
0/516bcdef	0/421cdefg	0/321efgh	0/185jkl	1/308ghi	1/105mn	1/058opqr	0/922vwxy	0/585E	باکتری	
0/313efghij	0/248hijk	0/1783ijk	0/0983k	1/168kl	0/997qrs	0/850xy	0/802xy	0/398G	شاهد	
0/556bcdef	0/448cdefg	0/351efgh	0/1817jkl	1/318gh	1/115mn	1/068nopq	0/918uvwx	0/612DE	کود نیتروژنی	6.5
0/438cdefg	0/353efghij	0/280efgh	0/1433jkl	1/200jkl	1/017qrs	0/925tuv	0/855wxyz	0/480F	باکتری	
0/3355				0/06230				LSD 5%		

در هر شاخص اندازه‌گیری شده، میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر در سطح 5% (روش دانکن) ندارند.

فهرست منابع:

1. رستمی، م. 1381. تأثیر شوری بر تثبیت بیولوژیک نیتروژن در یازده رقم سویا، پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گرگان.
2. رستمی هیر، م.، س. گالشی، ا. سلطانی و ا. زینلی. 1383. تأثیر تنش شوری کلرید سدیم بر رشد و تثبیت بیولوژیک در یازده رقم سویا. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی 11 (2): 127-136.
3. Dhugga, K. S., J. G. Wanes. and L. Leonard. 1988. Nitrate absorption by corn roots. Inhibition by phenylglyoxal. *Plant Physiol.* 86: 759-763.
4. Flowers, T. J., P. F. Troke. and A. R. Yeo. 1977. The mechanism of salt tolerances in halophytes. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 28:89-121.
5. Good, A. and S. Zaplachinski. 1994. The effects of drought on free amino acid accumulation and protein synthesis in *Brassica napus*. *Physiol. Plant.* 90: 9-14.
6. Gorham, J., 1996. Mechanisms of salt tolerance of halophytes. In: *Halophytes ecologic agriculture.* (eds: R. C. Allah, C. V. Nalcolm and A. Aamdy). Marcel Dekker. Inc., 30-53.
7. Hadas, A. and H. Frenkel. 1982. Information as affected by long-term use of sodic-saline water for irrigation. *Soil Soc. Am. J.* Vol. 46. No 2:524-530.
8. Harvey, D. M. R. 1985. The effects of salinity on ion concentrations within the root cells of *Zea mays* L. *Planta.* 165:242-248.
9. Kerepesi, H. and G. Galiba. 2000. Osmotic and salt stress Induced alteration in soluble carbohydrate content in wheat seedling. *Crop Sci.*, 40: 482-487.
10. Lewis, O. A. A., D. M. James. and E. J. Ewith. 1982. Nitrogen assimilation in barely in response to nitrate and ammonium nutrition. *Ann. Bot.* 49:39-49.
11. Lsuchli, A. 1984. Salt exclusion: an adaptation of legumes for crops and pastures under saline conditions. In: Staples RC, Toenniessen GH, eds. *Salinity tolerance in plants-strategies for crop improvement.* New York: J. Wiley and Sons, 171-88.
12. Mahmood, T. and W. M. Kaiser. 2003. Growth and solute composition of the salt-tolerant Kallar grass (*Leptochloa fusca* L.) as affected by nitrogen source. *Plant Soil* 252: 359-366.
13. Martinez, J. 1999. Irrigation with saline water. *Agric. Water Management.* Vol. 40. No 2: 183-194.
14. Pessarakali, M. and T. c. Tucker. 1985. Uptake of nitrogen-15 by cotton under salt stress. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 49:149-152.
15. Rai, R. and V. Prasad. 1983. Salinity tolerance of *Rhizobium* mutants: growth and relative efficiency of symbiotic nitrogen fixation. *Biol. Biochem.* 15: 217-19.
- Singh, L., and B., Pal. 2001. Effect of saline water and fertility levels on yield, potassium, zinc content and uptake by blonde psyllium (*Plantago ovata* Forsk). *Crop Rese. (Hisar).*, 22: 424-431.
16. Tu, J. C. 1981. Effect of salinity on *Rhizobium*-root hair interaction, nodulation and growth of soybean. *Can. J. Plant Sci.* 61:231-239.
17. Zahran, H. H., and J. I. Sprent. 1986. Effects of sodium chloride and polyethylene glycol on root-hair infection and nodulation of *Vicia faba* plant by *R. Leguminosarum*. *Planta* 167: 303-309.
18. Zahran, H. H. 1991. Condition for successful rhizobium legume symbiosis in saline environments. *Biol. Fertili. Soil.* 12: 73-80.
19. Zahran, H. H. 1999. *Rhizobium*-legume symbiosis and nitrogen fixation under severe conditions and in an arid climate. *Microbiol. Biol. Rev.* 63:968-989.

