اثر مقادیر مختلف نیتروژن و پتاسیم بر برخی صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک ذرت (S .C.۷۰۴) تحت تنش شوری

رویا عالی پور[۱]، فرزاد جلیلی[۲]، رضا ولیلو[۳] و جواد خلیلی محله[۴]

چکیده

به منظور بررسی اثرات شوری بر برخی صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک ذرت آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی در ۴ تکرار بر رقم ۷۰۴ ذرت در شرایط گلخانه‌ای در سال ۱۳۸۸ اجرا گردید. عامل A در دو سطح شامل: (a_1: آب آبیاری به عنوان شاهد a_2: شوری ۶dS/m) ، عامل B در سه سطح شامل (b_1: میزان نیتروژن بر اساس آزمون خاک، b_2: میزان نیتروژن ۵۰ درصد بیشتر از آزمون خاک، b_3: میزان نیتروژن ۱۰۰ درصد بیشتر از آزمون خاک) و عامل C در سه سطح شامل: (C_1: میزان پتاسیم بر اساس آزمون خاک، C_2: میزان پتاسیم ۵۰ درصد بیشتر از آزمون خاک و C_3: میزان پتاسیم ۱۰۰ درصد بیشتر از آزمون خاک) بود. در طی دوره رشد، صفات مورفولوژیکی از قبیل قطر ساقه و ارتفاع بوته در دو مرحله زمانی، تعداد برگ در زمان برداشت، میزان سبزینگی در دو مرحله زمانی، سطح برگ، محتوی آب نسبی و شاخص پایداری غشا مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد اعمال شوری باعث کاهش قطر ساقه، ارتفاع بوته، سطح برگ، محتوی آب نسبی شد. در حالیکه درصد سبزینگی و شاخص پایداری غشا افزایش یافت ولی تاثیر معنی‌داری بر روی تعداد برگ نداشت. با افزایش مصرف نیتروژن در شرایط شور ارتفاع بوته، میزان سبزینگی، سطح برگ، محتوی آب نسبی و شاخص پایداری غشا افزایش یافت. به طوریکه بیشترین سطح برگ معادل ۰/۱۷۸ مترمربع در بوته با مصرف ۵۰ درصد نیتروژن بیشتر از آزمون خاک حاصل شد، مصرف پتاسیم در شرایط شور و بدون شوری باعث ایجاد تغییراتی در شاخص‌های رشد شد به طوریکه در شرایط شور، بیشترین ارتفاع در مصرف ۱۰۰ درصد بیشتر از مقدار پتاسیم حاصل شد که با مقدار ۵۰ درصد بیشتر از آن تفاوت معنی‌داری نداشت.

واژه‌های کلیدی: *ذرت، نیتروژن، پتاسیم، شوری*

تاریخ دریافت: ۸۹/۴/۲۹ **تاریخ پذیرش:** ۹۰/۶/۲۵

۱. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خوی، دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت، خوی، ایران
۲. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خوی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، خوی، ایران(نویسنده مسئول)
Email: Farjalili@yahoo.com
۳. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خوی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، خوی، ایران
۴. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خوی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، خوی، ایران

مقدمه و بررسی منابع

شوری یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده رشد و تولید محصولات کشاورزی می‌باشد. بر اساس برآوردهای انجام شده، حدود ۳۳درصد زمین‌های تحت آبیاری دنیا متأثر از تنش شوری می‌باشد، بنابرین شوری خاک یا ناشی از فرآیندهای طبیعی و یا حاصل آبیاری با آب شور است (Kingbury et al.,2006). در شرایط شور، گیاهان نیاز به مکانیزم‌های ویژه‌ای برای تنظیم شرایط اسمزی داخلی و تغییر فشار در محیط ریشه دارند. گیاهان تحت تنش از طریق تجمع اسیدآمینه‌های آزاد، قندهای محلول و پرولین، پتانسیل اسمزی خود را کاهش می‌دهند و بدین طریق تنظیم اسمزی حاصل می‌شود (Mahmood and Kaiser,2003). درطی بروز تنش شوری علاوه بر کاهش جذب آب، تجمع برخی یون‌ها در غلظت بالا در بافت گیاهان می‌تواند منجر به ایجاد سمیت و یا عدم تعادل یونی شود (Fiehn et al.,2002).گراتان و گریو (Grarttan and Grieve, 1999a)، اظهار داشتند به دلیل فراوانی و غالبیت دو یون Na^+ و Cl^- در خاک و آب‌های شور از جذب بسیاری از عناصر کم‌مصرف و پرمصرف کاسته می‌شود. از این رو نسبت بالایی از یون‌های Cl^-/NO^{3-} و Ca^{2+}/Mg^{2+} و Na^+/Ca^{2+} در بافت گیاهان یافت می‌شود. در شرایط تنش شوری، گیاهان می‌بایست عناصر غذایی مورد نیاز برای فرآیندهای حیاتی خود را جذب کرده و تا حدی مانع ورود یون‌های مضر به اندام‌ها و بافت‌های هوایی شوند. از مهم‌ترین عناصر غذایی که جذب آنها در شرایط شور تحت تأثیر قرار می‌گیرد، نیتروژن است. پسرکلی و دوری (Pessarakli and Durey, 1995) بیان کردند کاهش جذب نیتروژن به وسیله شوری از عوامل مهم کاهش رشد گیاهان به شمار می‌رود. ایشان در آزمایش‌های خود دریافتند که تحت شرایط تنش از جذب و آسیمیلاسیون نیترات ممانعت به عمل می‌آید. از طرفی نیتروژن یکی از عناصر پرمصرف برای تولید گیاهان زارعی به شمار می‌رود و کلر نیز به عنوان عنصر کم‌مصرف، می باشد و بین این دو یون رابطه آنتاگونیستی برای جذب وجود دارد (Daugga et al.,1998). مشخص شده است که بالارفتن غلظت نیتروژن در محلول خاک‌های شور بر جذب دیگر عناصر مانند پتاسیم تأثیر مثبت دارد (Darya, and Singh,1976; Mahmood and Kaiser,2003). همچنین پتاسیم برای فعالیت‌های متابولیسمی سلول مورد نیاز است (Kholdbarrin and Eslamzadeh,2006). گراتان و گریو(Grarttan and Grieve, 1999b)، گزارش کردند غشای سلول‌های ریشه به ویژه در گونه‌های مقاوم به شوری، تمایل زیادی به جذب یون پتاسیم در مقایسه با یون سدیم نشان می‌دهد. در عین حال در شرایط فراوانی یون‌ها در محیط ریشه، پتاسیم با ایفای نقش مشابه سدیم بر فشار حاصل از تنش اسمزی بر گیاه می‌افزاید (Pitman, 1984). رقابت جدی موجود بین این دو می‌تواند

اثر تعیین کننده‌ای بر روند رشد گیاهان داشته باشد. تحقیقات نسبتاً زیادی که بر روی جوانه‌زنی گیاهان زارعی مختلف انجام شده بیانگر این واقیعت است که با افزایش شوری طول ریشه‌چه، ساقه‌چه، و همچنین وزن خشک گیاهچه به طور معنی‌داری در مقایسه با تیمار بدون شوری کاهش می‌یابد(Alebrahim et al.,2004; Kaya et al.,2006). سینگ (Singh,1998) گزارش نمود که در خاک‌های شور عملکرد گیاه بامیه و جذب عناصر غذایی توسط آن کاهش می‌یابد، ولی این اثر منفی شوری را می‌توان با مصرف کود نیتروژنه بهبود بخشید، به طوری که با استفاده از مقادیر زیاد نیتروژن در خاک‌های شور، جذب اکثر عناصر غذایی توسط این گیاه افزایش می‌یابد. در آزمایشی‌که ژوسیک و ساریک (Jocic and Saric,1983)روی میزان عرضه نیتروژن، فسفر و پتاسیم بر روی سه گیاه آفتابگردان، چغندر و ذرت انجام دادند، مشاهده کردند که در بین سه گیاه مورد آزمایش، ذرت پایین‌ترین میزان تجمع عناصر ذکر شده را دارد، ولی در مقایسه با دیگر گیاهان از میزان ماده خشک بالاتری برخوردار است، به عبارت دیگر ذرت کارآمدتر از آفتابگردان و چغندرقند در به کار بردن عناصر ذکر شده برای سنتز یک واحد ماده آلی است. برخی پژوهش گران بر این باور هستند که مصرف کودهای شیمیایی در شوری‌های متوسط تا زیاد باعث وخیم‌تر شدن اثرات ناشی از شوری خاک می‌گردد (Lunin, and Gallatin,1965). عمده تحقیقاتی که بر روی اثرات متقابل شوری و نیتروژن انجام شده، روی خاک‌هایی با کمبود نیتروژن صورت گرفته است. کوددهی نیتروژن درخاک‌هایی که شوری شدید ندارند باعث افزایش رشد وعملکرد محصولاتی همچون ذرت (Khalil et al.,1967) و گندم (Soliman, et al.,1994) شده است. در تحقیق دیگری گراتان و گریو (Grarttan and Grieve,1999a) گزارش کردند با بکارگیری مصرف نیتروژن بالاتر از حد بهینه مورد نیاز گیاه در شرایط تنش شوری، بر میزان رشد و عملکرد و جذب عناصر غذایی ضروری افزوده می‌شود. بنلوچ و همکاران (Benlloch et al.,1994)، مشاهده کردند که افزایش پتاسیم در محیط‌های شور، باعث بهبود رشد و عملکرد آفتابگردان و ذرت شده است. خان و همکاران(Khan et al.,1985)،گزارش کردند که افزایش پتاسیم در محیط‌های شور باعث رشد طبیعی گیاه می‌شود. بر اساس یافته‌های گرامر و همکاران(Grammar et al.,1987)، در شرایط شور، مصرف پتاسیم باعث افزایش جذب نیتروژن و تبدیل آن به پروتئین می‌شود.

هدف از اجرای این آزمایش بررسی اثرات شوری و تغذیه با نیتروژن و پتاسیم بر برخی صفات ذرت و مقایسه آن با شرایط غیرشور بود.

مواد وروش‌ها

این تحقیق در سال زارعی ۱۳۸۸ در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوی اجرا گردید. خاک مورد استفاده در گلدان‌ها دارای بافت لومی‌ـرسی بود. آزمایش به صورت فاکتوریل سه عاملی(۳×۳×۲) در قالب طرح کامل تصادفی با چهار تکرار انجام گردید. عامل A شامل (آب آبیاری به عنوان شاهد(a_1) و شوری ۶دسی زیمنس بر متر(a_2))، عاملB سطوح نیتروژن مصرفی شامل مصرف بر اساس آزمون خاک(b_1)، ۵۰ درصد(b_2) و ۱۰۰ درصد(b_3) بیشتر از آزمون خاک) و عامل C شامل سطوح پتاسیم مصرفی شامل مصرف بر اساس آزمون خاک(c_1)،۵۰ درصد(c_2) ، ۱۰۰ درصد(c_3) بیشتر از آزمون خاک بود. رقم ذرت مورد استفاده در این آزمایش سینگل گراس ۷۰۴ بود. نیتروژن از منبع اوره با مقدارN_1=۵۰، N_2=۱۰۰، N_3=۱۵۰ میلی گرم درکیلوگرم و پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم با مقادیر K_1=۰، K_2=۱۰۰، K_3=۲۰۰ میلی گرم درکیلوگرم خاک گلدان استفاده شد. قبل از کاشت به میزان لازم خاک تهیه و به گلخانه حمل شد و پس از آزمون خاک میزان کود لازم مشخص شد. مشخصات خاک مورد استفاده در جدول یک نشان داده شده است.

جدول۱- نتایج تجزیه خاک مورد آزمایش

Table1-The results of soil testing in this research

نیتروژن کل (%T.N.)	پتاسیم قابل جذب $K_{av.}$ (mg/kg)	اسیدیته (pH)	شوری ($EC\int 10^3$)
0.18	285	7.44	0.79

مقدار ۱۰ کیلوگرم خاک در گلدان‌های پلاستیکی با قطر دهانه ۲۶ و ارتفاع۲۰ سانتی متر که گنجایش۱۲ کیلوگرم خاک داشت پر شد. جهت زهکشی آن در ته آن سوراخ ایجاد شده و روی آنها با سفال پوشیده شد شد. پس از آماده‌سازی گلدان‌ها در هر گلدان سه عدد بذر در سه گوشه (یک مثلث فرضی) در شانزدهم خرداد کشت شد. پس از کشت تا مرحله دوبرگی ذرت آبیاری با آب غیر شور انجام شد و برای اعمال تیمارهای شوری و به منظور جلوگیری از تنش ناگهانی، ابتدا با نصف شوری مورد نظر (شوری ۳ دسی زیمنس بر متر) آبیاری انجام و بعد از دو هفته تیمارهای کامل شوری(شوری ۳ دسی زیمنس بر متر) اعمال شد. در هرمرحله آبیاری با آب شور، جهت رسیدن به شوری ۶ دسی زیمنس بر متر، آب شور دریاچه ارومیه با شوری ۳۰۶ دسی زیمنس بر متر با استفاده از رابطه $EC_1V_1= EC_2V_2$ رقیق شد. به منظور کنترل شوری و تجمع نمک از جزء آبشویی(lf) حدود ۰/۵ استفاده شد، از جزء آبشوئی برای خارج نمودن مازاد نمک تجمع یافته در پروفیل خاک در اپر استفاده از آب شور برای آبیاری استفاده می کنند. تاریخ برداشت بیستم شهریور ماه بود بنابراین طول دوره آزمایش از زمان کاشت۹۳ روز خواهد بود. صفات مورد مطالعه در این تحقیق عبارت بودند از: تعداد برگ، ارتفاع در دو مرحله ۴۲(مرحله رشد رویشی) و ۷۲روز (مرحله رشد زایشی) بعد از

اعمال تیمار شوری، قطر ساقه در دو مرحله (مرحله رشد رویشی) ۴۸ و ۸۶روز (مرحله رشد زایشی) بعد از اعمال تیمار شوری، درصد سبزینگی، سطح برگ، محتوای نسبی آب[1] و ضریب نشت غشا.

برای اندازه‌گیری درصد سبزینگی از دستگاه پرتابل کلروفیل‌متر (مدلSpad-502)، استفاده شد. برای اندازه‌گیری RWC با استفاده از پنج (pinch) از قسمت میانی پهنک برگ روی بلال، دیسک‌هایی به قطر هشت میلی‌متر تهیه شد (از هر واحد آزمایشی ۱۰ دیسک برگی)، پس از توزین دیسک‌ها به کمک ترازوی دیجیتالی (با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم) آنها را به پتری‌دیش‌های درب‌دار حاوی آب مقطر منتقل کرده و به مدت ۴ ساعت در دمای ۴ درجه‌سلسیوس و در تاریکی قرار داده شدند. پس از خارج کردن دیسک‌ها از آب مقطر جهت حذف رطوبت اضافی سطح دیسک‌ها، آنها را در بین دو لایه کاغذ صافی خشک نموده و سپس وزن آماس آنها اندازه‌گیری شد. پس از تعیین وزن آماس، دیسک‌های برگی را به آون ۷۰ درجه‌سلسیوس منتقل کرده و پس از گذشت ۴۸ ساعت، وزن خشک آنها تعیین گردید. و در نهایت RWC با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد (Turner.1981).

$$RWC = \frac{X_1 - X_2}{X_3 - X_2} \times 100$$

X_1= وزن تر دیسک‌های برگی، X_2= وزن خشک دیسک‌های برگی، X_3= وزن آماس دیسک‌های برگی.

برای اندازه‌گیری سطح برگ، یک بوته از هر گلدان انتخاب و طول و عرض هر برگ با استفاده از خط‌کش اندازه‌گیری و در عدد ۰/۶۸ ضرب شد(Majidian et al.,2008) و برحسب مترمربع گزارش شد. همچنین برای اندازه‌گیری ضریب نشت غشا، تعداد ۲ دیسک از برگ‌های هر واحد آزمایشی را تهیه و در لوله‌های آزمایشی حاوی ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر نگهداری و یکی از این دیسک‌ها به مدت نیم ساعت در دمای معمولی اتاق و دیگری هم در داخل دستگاه بن‌ماری که دمای آن در ۱۰۰°C تنظیم شده بود نگهداری شد. سپس هدایت الکتریکی محلول حاوی املاح خارج شده از بافت به وسیله EC سنج اندازه‌گیری شد و با استفاده از فرمول ذیل محاسبه گردید (Noorinia, 2001).

$$MEI = \left[1 - (\frac{C_1}{C_2}) \times 100\right]$$

C_1: میزان هدایت الکتریکی در دمای ۴۰°C

C_2: میزان هدایت الکتریکی در دمای ۱۰۰°C

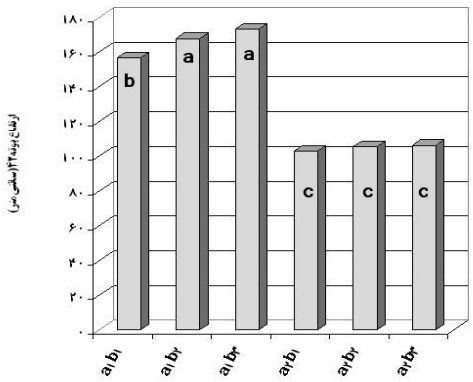
تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌های صفات اندازه‌گیری شده با استفاده از نرم‌افزار MSTATC و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD (حداقل اختلاف معنی‌دار) انجام گرفت.

1 -Relative Water Content (RWC)

نتایج و بحث

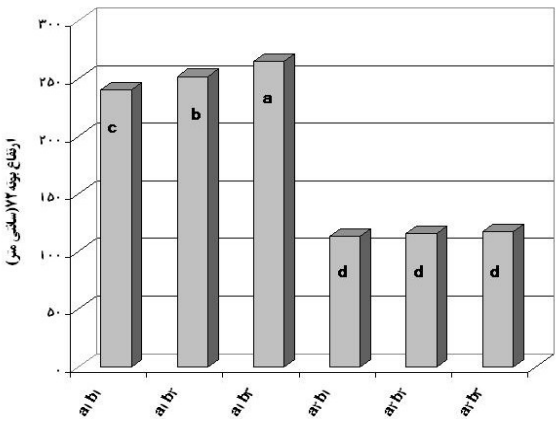
قطر ساقه: نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که تنش شوری تاثیر معنی‌دار ($p\leq ۰/۰۱$) بر روی قطر ساقه در هر دو مرحله اندازه‌گیری (۴۸ و ۸۶ روز بعد از اعمال شوری) داشت. اثر نیتروژن بر این صفت در مرحله اول اندازه گیری معنی‌دار بود. در حالی که اثرات در مرحله دوم اندازه گیری به سطح معنی داری نرسید اما مصرف پتاسیم تاثیر معنی‌داری ($p \leq ۰/۰۵$) بر قطر ساقه در مرحله دوم اندازه‌گیری داشت (جدول ۲). اثرات متقابل دوجانبه و سه‌جانبه بر قطر ساقه در هیچ یک از مراحل اندازه‌گیری معنی‌دار نگردید (جدول ۲). طبق نتایج جدول ۳ اعمال تنش شوری در مرحله اول اندازه‌گیری باعث افزایش قطر ساقه از ۹/۱ به ۱۱/۶ میلی‌متر شد ولی در مرحله دوم اندازه‌گیری باعث کاهش قطر ساقه از ۱۵/۳ میلی‌متر به ۱۳/۰ میلی‌متر شد، از آنجائی که اثر شوری بر ارتفاع بوته نیز معنی دار بود(جدول۲) به نظر می رسد با کاهش ارتفاع بوته در اثر افزایش شوری به خاطر افزایش تراکم و ضخامت سلولی، قطر ساقه نیز افزایش می یابد که چنین وضعیتی در مرحله رشد رویشی که رشد و تکپیر سلولی زیاد است بیشتر خواهد بود. و همچنین مصرف کود پتاسیم باعث افزایش قطر ساقه از ۱۳/۷ به ۱۴/۴ میلی‌متر شد. طبق تحقیقات نوکلئوس و نسیلاکاکیس (Neocleous and Nasilakakis,2007)، تحت تنش شوری قطر ساقه تمشک قرمز کاهش یافت. آنها علت این کاهش را اثرات منفی پتانسیل اسمزی محلول خاک اعلام نمودند که جذب آب و عناصر غذایی را کاهش داده و در نهایت باعث کاهش قطر ساقه می‌گردد. در تحقیق محمد دوست شیدی (Mohamaddost Shidi et al.,2009) ، نیز با اعمال شوری، قطر ساقه گیاه آنقوزه به شدت کاهش یافت. بررسی اثر تنش شوری در زیره سبز (Salami et al.,2005)، زیره پارسی (Safarnajad et al.,2007a)، رازیانه (Safarnajad et al., 2008a)، سیاهدانه (Parid and Das,2005) نشان دادند که با افزایش غلظت نمکNaCl شاخص‌های مورفولوژیک کاهش می‌یابد.

ارتفاع بوته: اثر متقابل تنش شوری با میزان نیتروژن مصرفی بر ارتفاع بوته در هر دو مرحله تاثیر معنی‌داری ($P\leq ۰/۰۵$) داشت (جدول ۲). که تغییرات در هر دو مرحله روند مشابهی داشت



شکل ۱- اثر متقابل شوری و نیتروژن بر ارتفاع بوته در ۴۲ روز بعد از اعمال تنش شوری

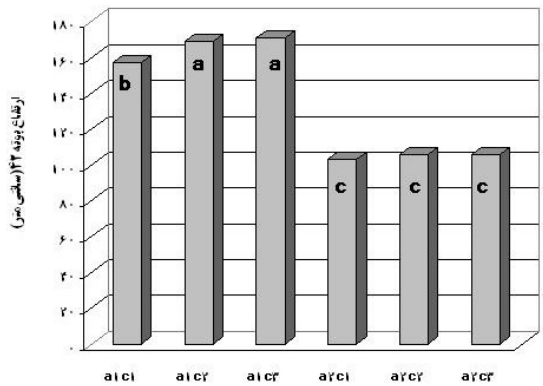
Fig1- The effect of salinity and N on steam high(42 day after salinity stress)



شکل ۲- اثر متقابل شوری و نیتروژن بر ارتفاع بوته در ۷۲ روز بعد از اعمال تنش شوری

Fig2- The effect of salinity and N on steam high (72 day after salinity stress)

نتایج حاصل از شکل ۱ و۲ نشان می‌دهند با افزایش میزان نیتروژن در شرایط عدم تنش شوری ارتفاع بوته افزایش یافت. در حالی که در شرایط شوری افزایش نیتروژن تاثیر چندانی بر ارتفاع بوته در هیچ یک از مراحل اندازه‌گیری نداشت. همچنین اثر متقابل شوری و مصرف پتاسیم نیز تاثیر معنی‌داری بر ارتفاع بوته در مرحله اول اندازه‌گیری ($P\leq ۰/۰۵$) داشت(جدول۲).



شکل ۳- اثر متقابل شوری و پتاسیم بر ارتفاع بوته در ۴۲ روز بعد از اعمال تنش شوری

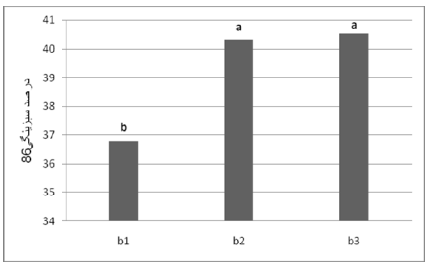
Fig3- The effect of salinity and K on steam high (42 day after salinity stress)

بیشترین ارتفاع بوته به میزان ۱۷۰/۸ سانتی‌متر از مصرف پتاسیم به میزان ۱۰۰ درصد بیشتر از آزمون خاک در تیمار آبیاری با آب غیر شور بدست آمد. مصرف پتاسیم در شرایط آبیاری با آب غیرشور تأثیر بیشتری نسبت به آب شور داشت به طوری که در شرایط تنش بین کمترین و بیشترین میزان پتاسیم مصرفی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۳). کاهش ارتفاع گیاهان تحت تنش شوری می‌توانند به دلیل کاهش ذخایر انرژی گیاه باشد که منجر به ایجاد اختلال در فعالیت‌های زیستی و متابولیسمی گیاه می‌گردد. بنابرین می‌توان این طور استنباط نمود که شوری باعث اختلال در فرایند رشد ذرت از طریق تاثیر گذاری بر سطوح فتوسنتزی می گردد. نتیجه حاصله با یافته‌های شانون (Shanoon,1986) مطابقت داشت. براساس نتایج حاصله با افزایش شوری ارتفاع گیاه ذرت کاهش یافت زیرا با افزایش شوری خاک، پتانسیل اسمزی و در نتیجه انرژی آزاد آب کاهش یافته و گیاه برای جذب آب با مشکل مواجه می‌شود و منجر به کاهش ارتفاع گیاه می‌شود. این نتایج با نتایج Safarnajad و همکاران (۲۰۰۸b)، در روی گیاه سیاهدانه نیز مطابقت داشت.

تعداد برگ: نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد (جدول ۲) که تعداد برگ در ذرت تحت تأثیر هیچ یک از فاکتورهای آزمایشی و همچنین اثرات متقابل دوجانبه و سه‌جانبه قرار نگرفته است. این موضوع احتمالاً بیانگر آن است

که صفت تعداد برگ تحت کنترل ژن‌ها بوده و با تغییر شرایط محیطی در این آزمایش تغییرات در تعداد برگ به سطح معنی داری نرسید. این نتایج توسط کاتزولاکیس و لوپاساکی (Chartzoulakis and Loupassaki,1997)، در گیاه بادمجان نیز گزارش شده است.

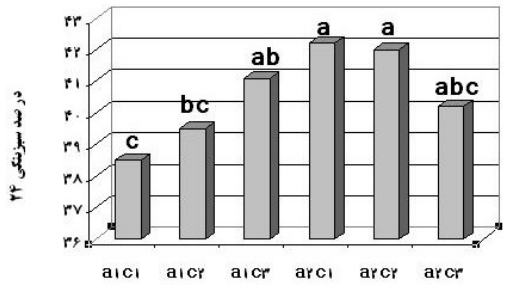
درصد سبزینگی: تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد (جدول ۲) که تنش شوری تاثیر معنی‌داری ($P\leq ۰/۰۱$) بر شاخص سبزینگی در هر دو مرحله اندازه‌گیری (۴۸ و ۸۶ روز بعد از اعمال تنش) داشت. مصرف نیتروژن و پتاسیم بر شاخص سبزینگی در مرحله دوم اندازه‌گیری تاثیر معنی‌داری داشت ($P\leq ۰/۰۱$). در بین اثرات متقابل دوجانبه و سه‌جانبه نیز تنها اثر متقابل شوری و مصرف پتاسیم در مرحله اول معنی‌دار بود (جدول۲). مقایسه میانگین‌های اثرات اصلی بیانگر آن است که تفاوت معنی‌داری در صفت درصد سبزینگی بین سطوح مختلف شوری، نیتروژن و پتاسیم وجود دارد. بنا به نتایج جدول ۳ با افزایش سطوح شوری درصد سبزینگی افزایش یافت بطوریکه از ۳۷/۳ به ۴۰/۷ درصد رسید.



شکل ۴- تاثیر نیتروژن بر درصد سبزینگی در ۸۶ روز بعد از اعمال تنش شوری

Fig4- The effect of N on SPAD reading (86 day after salinity stress)

در بین سطوح مختلف مصرف نیتروژن بیشترین میزان این شاخص با مقدار ۴۰/۵ درصد مربوط به مصرف نیتروژن ۱۰۰ درصد بیشتر از آزمون خاک بود (شکل ۴). همچنین بنا به نتایج جدول ۲ بیشترین مقدار این شاخص با مقدار ۴۱/۶ درصد مربوط به مصرف پتاسیم ۱۰۰ درصد بیشتر از آزمون خاک است.



شکل ۵- اثر متقابل شوری و پتاسیم بر درصد سبزینگی در ۴۸ روز بعد از اعمال تنش شوری

Fig5- The effect of salinity and K on SPAD reading (48 day after salinity stress)

نتایج حاصله نشان داد بیشترین میزان این شاخص با مقدار ۴۲/۲ درصد مربوط به مصرف پتاسیم بر اساس آزمون خاک در آبیاری با آب شور بود و کمترین آن با مصرف پتاسیم بر اساس آزمون خاک در آبیاری با آب معمولی به دست آمد (شکل ۵). Krishnamurathy و همکاران (۱۹۸۷)، اظهار داشتند میزان کلروفیل برگ ارقام مقاوم به شوری برنج با افزایش غلظت یون سدیم افزایش می‌یابد. Yang و همکاران (۲۰۰۱) اظهار داشتند که در همه سطوح شوری ضخامت برگ‌های برنج افزایش می‌یابد و این تغییر در ضخامت برگ‌ها موجب افزایش میزان کلروفیل می‌شود. Wang و همکاران (۲۰۰۱)، میزان کلروفیل برگ سویا را در سطوح مختلف شوری اندازه‌گیری کرده و

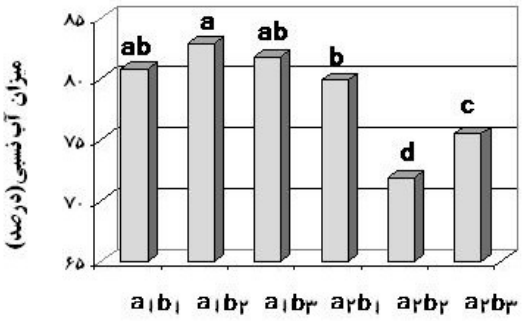
گزارش کردند که افزایش شوری تا ۱۰ dS/m میزان کلروفیل برگ را افزایش می‌دهد و این افزایش کلروفیل با تیره شدن برگ‌ها در ارتباط است که مطالب فوق با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

سطح برگ: سطح برگ ذرت، نسبت به سایر صفات حساسیت بیشتری به هر یک از فاکتورهای آزمایشی و همچنین اثرات متقابل آنها (P≤۰/۰۱) نشان داد (جدول ۲).

نتایج شکل ۶ نشان داد مصرف پتاسیم و نیتروژن باعث افزایش معنی‌دار سطح برگ شد که اختلاف بین سطوح مختلف مصرف این عناصر موید این موضوع می‌باشد بطوریکه بیشترین مقدار آن زمانی حاصل شد که در شرایط آبیاری معمولی از سطح سوم کود نیتروژن و پتاسیم استفاده شد. با مصرف پتاسیم و نیتروژن در شرایط شور که میزان جذب عناصر به علت عدم توسعه کافی ریشه‌ها کم می‌باشد می‌توان تا حدود زیادی باعث افزایش سطح برگ‌های گیاه شد و از این طریق نیز می‌توان فتوسنتز کل را در گیاه بالا برد. در شرایط تنش شوری ابتدا توسعه سطح برگ‌ها کاهش یافته و برگ‌ها کوچک می‌شوند در پی کاهش سطح برگ جذب نور کاهش یافته و ظرفیت کل فتوسنتزی گیاه یا تاج پوشش کاهش می‌یابد که منجر به کاهش تامین مواد فتوسنتزی لازم برای رشد می‌گردد. علاوه بر این، پیر شدن سطح برگ‌ها در اثر تنش شوری به کاهش دوام سطح برگ منجر می‌گردد (Barrin et al., 2006). کاهش سطح برگ در مطالعه انجام شده توسط Yang و همکاران (۲۰۰۱)، روی سورگوم با نتایج این آزمایش مشابهت دارد. Hasani (۲۰۰۳) گزارش کرد که به دنبال کاهش سطح برگ و پدیده کلروزه شدن و ریزش برگ‌ها در ریحان در اثر شوری مقدار شاخص سطح برگ کاهش می‌یابد. با کاهش سطح برگ، گیاه آب کمتری را از طریق تعرق از دست داده بنابراین محدود شدن سطح برگ را شاید بتوان بعنوان یکی از مکانیسم‌های دفاعی گیاه برای اجتناب از شوری در نظر گرفت. تنش شوری در بسیاری از گونه‌ها علاوه بر کاهش کل ماده خشک و ارتفاع گیاه، سبب کاهش مساحت سطح برگ نیز می‌شود. در شرایط شور گسترش سطح برگ و ارتفاع خیلی سریع‌تر از سایر پارامترهای فنولوژیکی کاهش می‌یابد. زیرا در چنین شرایطی تجمع ماده خشک توسط گیاه، که حاصل میزان فتوسنتز خالص و سطح فتوسنتز کننده است کاهش می‌یابد (Soliman,1988). در نهایت می‌توان نتیجه‌گرفت اگر چه تعداد برگ تحت تاثیر شوری قرار نمی‌گیرد ولی از میزان سطح برگ‌ها تحت این شرایط به شدت کاسته شده و در نهایت منجر به کاهش سطح فتوسنتز کننده و مواد آسیمیلاتی شده و در نتیجه رشد و عملکرد گیاه به شدت افت می‌کند.

محتوی نسبی آب برگ: با توجه به نتایج (جدول۲) مشاهده می‌شود که هر یک از فاکتورهای آزمایشی تأثیر معنی‌داری (p≤۰/۰۱) بر

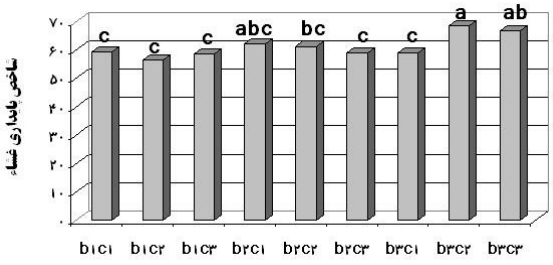
میزان آب نسبی برگ‌ها داشته است. اثرات متقابل شوری و مصرف نیتروژن نیز بر روی این صفت معنی‌دار ($p\leq ۰/۰۱$) شد. با توجه به نتایج (جدول ۲) مشاهده می‌شود بیشترین میزان آب نسبی برگ در مصرف بالای پتاسیم(C_3) یعنی با مصرف پتاسیم در ۱۰۰ درصدبیش از آزمون خاک با مقدار ۷۹/۶ درصد بدست آمد.



شکل ۷- اثر متقابل شوری و نیتروژن بر میزان آب نسبی
Fig7- The effect of salinity and N on RWC

نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل شوری و مصرف نیتروژن بیانگر تأثیر منفی مصرف بیش از اندازه این عنصر در شرایط شور می‌باشد به طوریکه کمترین میزان نسبی آب برگ مربوط به مصرف نیتروژن ۵۰ درصد بیشتر از آزمون خاک در تیمار اعمال تنش بود و بیشترین مقدار آن به میزان ۸۲/۹ درصد مربوط به مصرف نیتروژن در سطح دوم در شرایط آبیاری با آب معمولی بود (شکل ۷). جلوگیری از جذب پتاسیم توسط گیاه در اثر وجود سدیم در محیط رشد، باعث اختلال در فعالیت‌های حیاتی گیاه نظیر فعالیت‌های آنزیم‌های وابسته به پتاسیم و حفظ فشار آماس سلول می‌گردد و این اختلال به عنوان عدم تعادل یونی در نتیجه تنش شوری شناخته شده است (Nemati et al., 2008) سطوح پتاسام مصرفی بر این صفت نیز معنی دار بود(جدول۲) بطوری که بیشترین میزان اب نسبی به میزان ۷۶/۶ درصد در تیمار مصرف پتاسیم به مقدار ۱۰۰درصد بیش از آزمون بدست آمد که با تیمار مصرف پتاسیم به مقدار ۵۰ درصد بیش از آزمون خاک در یک گروه آماری قرار داشت که هر دو این تیمارها تفاوت معنی داری با مصرف پتاسیم بر اساس آزمون خاک داشت.

ضریب نشت غشا: نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان دهنده تأثیر معنی‌دار ($p\leq ۰/۰۱$) تنش شوری و مصرف نیتروژن بود و اثرات متقابل مصرف نیتروژن و پتاسیم در سطح احتمال ۵ درصد نیز تأثیر معنی‌داری بر ضریب نشت غشاء داشت (جدول ۱). بین سطوح مختلف شوری از نظر شاخص پایداری غشاء تفاوت معنی‌داری وجود داشت بطوریکه با افزایش شوری بر میزان این شاخص افزوده شد و مقدار آن از ۵۷/۴ به ۶۵/۲ واحد رسید(جدول۳).



شکل ۸- اثر متقابل نیتروژن و پتاسیم بر شاخص پایداری غشاء
Fig8- The effect of N and K on MCI

بنا به نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل مصرف نیتروژن و پتاسیم، بیشترین میزان این شاخص زمانی حاصل شد که از سطح سوم کود نیتروژن و سطح دوم کود پتاسیم استفاده گردید لیکن با مصرف پتاسیم در سطح سوم(C_3) تفاوت معنی داری بین سطح دوم(C_2) و سوم(C_3) در این صفت ایجاد نکرد(شکل ۸). از نتایج حاصله می‌توان نتیجه گرفت نشت الکترولیت‌ها در شرایط تنش شوری افزایش می‌یابد این نتایج با یافته‌های Davis (۱۹۹۵)، همخوانی دارد. Stuiver و همکاران (۲۰۰۲)، اظهار داشتند که میزان شاخص پایداری غشا در رقم جو EMB82-12 در شرایط شور افزایش می‌یابد، هر چند که ذرت گیاهی حساس به شوری است و آستانه تحمل به شوری آن کمتر از جو می‌باشد با این حال با افزایش شوری در ذرت شاخص پایداری افزایش یافت که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد چراکه نشت الکترولیت‌ها، آسیب‌های غشایی القا شده توسط تنش‌ها را منعکس می‌کند.

در نهایت می‌توان اظهار داشت اعمال شوری باعث کاهش قطر ساقه، ارتفاع بوته، سطح برگ و محتوی آب نسبی شد در حالیکه درصد سبزینگی و شاخص پایداری غشا افزایش یافت ولی تاثیر معنی‌داری بر روی تعداد برگ نداشت و همچنین مصرف بالای پتاسیم و نیتروژن در مقایسه با مصرف پایین آن در شرایط شور روند کاهش صفات را کند کرده است بنابراین ، به نظر می رسد در شرایط شور با توجه به تاثیر پتاسیم، مصرف بالای آن احتمالا تاثیر مثبتی بر میزان ماده خشک خواهد داشت.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه

Table2- Result of analysis of variance

منابع تغییرات	درجه آزادی	قطر ساقه (۱)	قطر ساقه (۲)	ارتفاع بوته (۱)	ارتفاع بوته (۲)	تعداد برگ	درصدسبز ینگی (۱)	درصدسبزینگی (۲)	سطح برگ	میزان آب نسبی	شاخص پایداری غشاء
شوری (a)	1	28.9**	95.5**	66978**	337842**	0.12^{ns}	59.3**	167.1**	606.5**	654.6**	1088.8**
نیتروژن (b)	2	0.77**	2.9^{ns}	639.4**	1261.8**	0.18^{ns}	10.1^{ns}	103.2**	26.5**	52.5**	265.8**
شوری*نیتروژن (ab)	2	0.14^{ns}	2.4^{ns}	272.7*	632.3*	0.54^{ns}	1.9^{ns}	17.0^{ns}	25.5**	152.4*	36.8^{ns}
پتاسیم (c)	2	1.4^{ns}	4.1*	439.9**	464.1^{ns}	1.2^{ns}	1.0^{ns}	136.5**	95.5**	39.4*	21.2^{ns}
پتاسیم*شوری (ac)	2	0.38^{ns}	1.6^{ns}	190.7*	27.3^{ns}	0.12^{ns}	33.9*	19.7^{ns}	23.0**	8.9^{ns}	45.0^{ns}
نیتروژن*پتاسیم (bc)	4	0.81^{ns}	0.87^{ns}	119.2^{ns}	369^{ns}	0.38^{ns}	1.3^{ns}	19.9^{ns}	4.6**	23.4^{ns}	109.9*
شوری*نیتروژن*پتاسیم (abc)	4	2.4^{ns}	0.72^{ns}	30.8^{ns}	372.6^{ns}	0.54^{ns}	0.98^{ns}	9.7^{ns}	29.2**	8.0^{ns}	36.4^{ns}
خطا	54	1.20	1.3	58.24	164.35	1.04	7.68	13.28	0.475	10.06	43.77
ضریب تغییرات (درصد)		8.91	8.16	5.64	6.97	7.24	6.82	9.28	4.02	4.02	10.79

ns، * ،** به ترتیب فاقد اختلاف معنی‌دار ، معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد.

جدول ۳- نتایج مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در سطوح مختلف شوری

Table3- Result of comparision means of characteristics in different rates of salinity

فاکتورهای آزمایشی	قطر ساقه(۱)(mm)	قطر ساقه(۲) (mm)	درصدسبزینگی (۲)	**شاخص پایداری غشاء(٪)**
a_1	9.12a	15.3a	37.3b	57.4b
a۲	11.6b	13.0b	40.7a	65.2a
LSD5%	0.5181	0.5470	1.722	3.12

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون فاقد تفاوت معنی‌دار در سطوح پنج در صد با آزمون LSD می‌باشند.

a۱: شوری آب آبیاری به عنوان شاهد a۲: شوری ۶dS/m

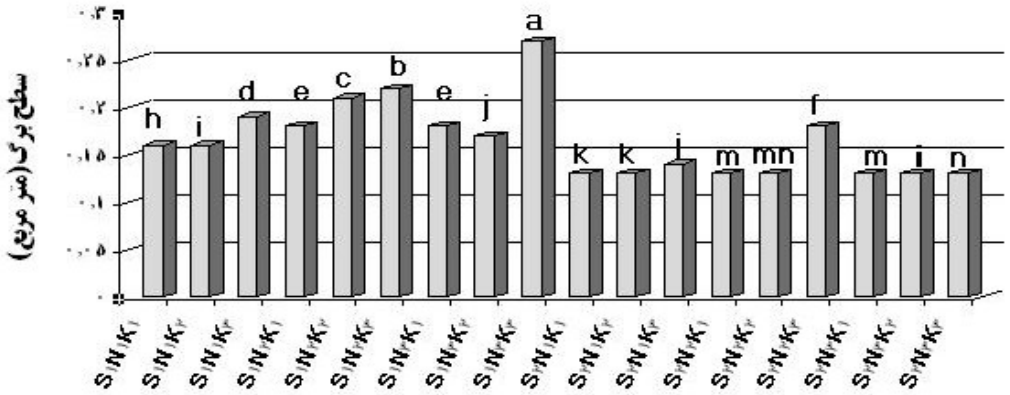
جدول ۴- نتایج مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در سطوح مختلف پتاسیم

Table4- Result of comparision means of characteristics in different rates of K

فاکتورهای آزمایشی	قطر ساقه(۲)(mm)	درصدسبزینگی (۲)	میزان آب نسبی(٪)
C_1	13.7 b	36.8c	77.3b
C_2	14.4a	39.2b	79.5a
C_3	14.4a	41.6a	79.6a
LSD5%	0.670	2.109	1.836

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون فاقد تفاوت معنی‌دار در سطوح پنج درصد با آزمون LSD می‌باشند

C۱: میزان پتاسیم بر اساس آزمون خاک، C۲: میزان پتاسیم ۵۰ درصد بیشتر از آزمون خاک و C۳: میزان پتاسیم ۱۰۰ درصد بیشتر از آزمون خاک



شکل ۶- اثر متقابل شوری، نیتروژن و پتاسیم بر سطح برگ

Fig6- The effect of salinity, N and K on Leaf area

منابع مورد استفاده References

✓ Alebrahim,M.T., N.Sabaghnia , A.Ebad,and M.Mohebodini. 2004. Investigation the effect of salt and drought stress on seed germination of thyme medicinal plant (*thymus vulgar is*). J. Res. Agric. Sci.1:13_20.

✓ Barrin,M., N AliAsgarzadeh, A.Samadi. 2006. Effect of NaCl salinity on proline concentration and some growth characteristics of tomato in symbiosis of VAM. J.Iranian Agric.Sci.(in Persian),37(1):139-147.

✓ Benlloch, M., M. A. Ojeda, and A. Rodriguez-Navarro. 1994. Salt sensitivity and low discrimination between potassium and sodium in bean plants. Plant Soil, 166:117-123.

✓ Chartzoulakis, K. S. and M. H. Loupassaki,. 1997. Effects of NaCl salinity on germination, growth, gas exchange, yield of greenhouse eggplant.Water Management. 32: 215-225.

✓ Darya, S.S.,and M.Singh. 1976. Effects of salinity, alkalinity and iron application on the availability of iron, manganese, phosphorus and sodium in pea crop .Plant and Soil.44:697-702.

✓ Davies,K.J. 1995. Oxidative stress: The paradox of aerobic life. Brioch Soc. Symp. 61:1-31.

✓ Daugga, K.S.J.G. Wanes, and L. Leanard.1988. Nitrate absorbtion by corn roots, Inhibition by phenylglyoxal. Plant Physical.86:759-763.

✓ Durey, R.S, and M. Pessarakli .1995. Physical mechanism of nitrogen absorption and assimilation in plants under stress conditions. Pp. 605-625 in: pessarakli (Ed), handbook of plants and crop physiology. Marcel Dekker Inc., New York.

✓ Fiehn,O., J.Kopka,N.Trethewey, and L.Willmitzer. 2002 .Identification of uncommon plant metabolites based on calculation of composition using gas chromatography and quadropole mass spectrometry. Anal. Chem.72, 3573_3580.

✓ Grarttan, S.R., and C.M Grieve.1999a. Mineral nutrient acquisition and response by plant grown in saline environments. In: Handbook of Plant and Crop Stress Ed. Pessarakli, M., PP.203-229.Marcel Dekker New York.

✓ Grattan, S .R. and C.M.Grieve. 1994b. Mineral nutrient acquisition and response by Plants grown in saline environments .In: Handbook of Plant and Crop Stress(Ed).M. Pessarakli, marcel Decker, New York.

✓ Grammar, G. R., J. Lynch, A. Lauchli and E. Epstein. 1987. Influx Na^+, K^+, and Ca^+ form the plasma of root cells. A primary response of salt stress. Plant physiol. 79: 207-211.

✓ Hasani,A. 2003. Effect of salinity and drought stress from NaCl in some morphological and physiological characteristics of basil(*ocimum basilicum*) var.Kashkani lolo,Ph.D. thesis in Agronomy, Tarbiat modares university,Tehran

✓ Jocic, B. and M. R. Saric.1983.Efficiency of nitrogen, phosphorus, and potassium use by corn, sunflower, and sugar beet to the synthesis of organic matter. Plant Soil. 72:219-223.

✓ Kaya, M. D. G.Okcu, M. Atak, Y. Cikili, and O. Kolsarici.2006.seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuls* L.). Europe. J. Agron. 24:291-295.

✓ Khalil, M. A. F. Amer and M.M. Elgabaly. 1967. A sailinity –fertitity interaction study on corn and cotton .Soil. Sci. Am. Proc .31:689-686.
✓ Khan. M. A. and I. A. Ungar. 1985. The role of hormones in regulators.The germination of polymorphic seeds and early seeding growth of atriplex triangular is under saline condition. Physiol. Plant., 63:109-113.
✓ Kingbury, R.W.Epstein, E., and pearcy,. 2006. Salt Sensitivity in wheat. Plant Physiology. 80:651_654.
✓ KholdBariin,B., T.Eslamzadeh. 2003. mineral nutrition of higher plant, Shiraz university press,797 pp.(in Persian)
✓ Krishnamurathy, R., M. Anbazhagan, and K. B. Bhagwat.1987.Effects of sodium chloride toxicity on chlorophyll break down in rice.Indain Agric. Sci. 57: 567-570.
✓ Lunin, J. and M.H. Gallatin.1965. Salinity fertitity interaction in relation to growth and composition of bean. I: Effect of N, P and K. Agron. J. 57:339-342.
✓ Mahmood,T.and W.M.Kaiser. 2003. Growth and solute composition of the salt tolerant kaller grass (*heptachlor fuscal.*)Vas affected by nitrogen source. Plant Soil.252:359_366.
✓ Mohamaddoost Shidi,A. Z., A.Safarnajad, and H.Hamidi. 2009. Effect of morphological and biochemical characteristics of *Ferula persica* in salinity stress,J.Gen. Breed.Pasture Plant,17(1):38-49.
✓ Majidian,M., A.Galavand, A.A.Gandomkar,N.A.Karimian.2008.Effect of drought stress,nitrogen and inorganic fertilizer ocn chlorophyll meter reading,yield and it"s components of grain corn of Single cross 704.J.Agron.Sci.10(3):23-31.(in Persian)
✓ Neocleous, D. and M. Nasilakakis. 2007 .Effects of NaCl stress on red raspberry (*Rubus idoeusl Autumn Bliss*). Sci. Hort. 112:282-289.
✓ Nemati,F.,M.A. Esmaelii, S.Golizadeh. 2008.Effect of salinity stress on water relationship,osmotic adjustment,destrubition of Na and K in seedling of two genotypes of rice,J.Iranian Agron. Sci.,1(2):146-164.
✓ Noorinia.A. 2001. Evaluetion the effect of different genotypes of wheat hexoploedes to salinity stress.Ph.D. thesis in Agronomy,IAU,research and science branch,Tehran.
✓ Parid, A. K., and A. B. Das. 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants a review. Ecotoxicology and Environmental Safety. 60:324-349.
✓ Pitman, M.G.1984.Whole plants in solute transport in plant co I. A.colls tissues. (eds) Baker,D.A.,and J.L.Hall.Jahn Wiley . New York.
✓ Salami,M.R., A.Safarnajad, and H.Hamidi. 2005. Effect of salinity stress on morphological characteristics of cemin seed(*Cuminum cyminum*) and basil(*ocimum basilicum*), J.Res. Constr.(in prersian):82:72-77.
✓ Safarnajad,A.,M.R.Salami, and H.Hamidi. 2009a. Effect of morphological characteristics of flea wort(*Plantago psyllium*) in salinity stress, J.Res. Constr. 76:152-160. .(in Persian)
✓ Safarnejad, A., A. Sadr, and H. Hamidi. 2008b. Salt effect on omrphologic characteristics of *Nigell sativa*, Journal of Rangelands and Forest Plant Breeding and Genetic Res .15: 75-84.
✓ Shannon, M. C. 1986. Breading selection and the in plants of salt tolerance in: salinity tolerance in plants (eds: R. C. staples, and G. H. Toenniesn):231-252.
✓ Singh, O. 1998. Effect of soil salinity and nitrogen on yield and nutrient uptake in okva (Hibiscus esculents). Ind. J. Agron. 43:333-337.

✓ Soliman, M. F. 1988. Effects of salinity on growth and micronutrient composition of corn plants. Agronomy Chem., 32: 337-342.

✓ Soliman, M. S., H. G. Shalabi, and W.F. Campbell. 1994. Interaction of salinity, nitrogen, and phosphorus fertilization on wheat K., Plant Nut. 17:1163-1173.

✓ Stuiver,C.E.,P.J.C. Kuiper, and H.Marschenar. 2002. Lipids. Form bean, barley and sugar in relation to Res. Physiol. Plant. 42:124-128.

✓ Turner, N. C. 1981. Techniques and experimental approaches for the measurement of plant water status. Plant Soil, 58: 339-366.

✓ Wang, D., M. C. Shannon and C. M. Grieve. 2001. Salinity reduces radiation absorption and use efficiency in soybean .Field Crops Res. 69: 267-277.

✓ Yang, J., J. Zhang, Z. Wag, Q. Zho and W. Wang. 2001.Remobilization of carbon reserves to water deficit during grain-filling of rice. Field Crop Res.71:97-55

This document was created with Win2PDF available at http://www.daneprairie.com.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.