نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۹، شماره ۳ ، سال ۱۳۹۰، ص ۵۴۳-۵۳۵

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 9, No. 3, 2011, p. 535-543

تأثیر پرایمینگ بذر بر رشد گیاهچه‌ای کنجد (*Sesamum indicum* L.) تحت تنش شوری

سمیه فرودل[۱]- رضا صدرآبادی حقیقی[۲*]- سید محسن نبوی کلات[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۱۰/۲۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۱۰/۲۶

چکیده

به منظور مطالعه تأثیر پرایمینگ بذر در کاهش اثرات تنش شوری در مرحله رشد و نمو اولیه گیاهچه کنجد، آزمایش گلدانی در قالب فاکتوریل با طرح پایه کاملاً تصادفی در ۳ تکرار انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل پنج سطح پرایمینگ بذر شاهد (بدون پرایمینگ)، هیدروپرایمینگ، هالوپرایمینگ با نمک‌های $CaCl_2+2H_2O$, KCl , NaCl و پنج سطح تنش شوری صفر ، ۴، ۸، ۱۲ و ۱۶ دسی زیمنس برمتر بود. نتایج نشان داد که تأثیر پرایمینگ بذر و تنش شوری بر درصد سبز شدن گیاهچه، مدت زمان لازم به منظور دستیابی به ۵۰ درصد سبز شدن گیاهچه (E50)، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن خشک برگ ، تعداد برگ و سطح برگ معنی دار بود ($p<۰/۰۱$) . با افزایش غلظت نمک کلیه صفات مذکور به جز نسبت طول ریشه به ساقه کاهش یافت. اگر چه تمام تیمارهای پرایمینگ بذر در کاهش اثرات تنش شوری موثر بودند، اما بالاترین درصد گیاهچه سبز شده و کوتاهترین مدت زمان لازم برای حصول ۵۰ درصد گیاهچه سبز شده در تیمار هیدروپرایمینگ مشاهده شد و تیمارهالوپرایمینگ با $CaCl_2+2H_2O$ بیشترین اثرات مثبت را بر مولفه‌های اصلی رشد از قبیل طول و بیوماس گیاهچه داشت. بنابراین پرایمینگ بذر به ویژه تیمار هالوپرایمینگ با $CaCl_2+2H_2O$ می‌تواند روشی مناسب برای افزایش مقاومت گیاه کنجد به تنش شوری باشد.

واژه‌های کلیدی: کلرید پتاسیم، کلرید سدیم، کلرید کلسیم، کنجد، هالوپرایمینگ، هیدروپرایمینگ

مقدمه

کنجد (*Sesamum indicum* L.) از دانه های روغنی مهم می باشد که به طور وسیعی در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری، جایی که مشکلات ناشی از شوری امری متداول است کشت می‌گردد (۴۷). در بسیاری از کشورها از این گیاه به دلیل داشتن درصد روغن و پروتئین بالا و مواد آنتی اکسیدان، در غذا، مکمل‌های غذایی، دارو و صنعت استفاده می‌شود (۲۸). طبق دسته بندی گیاهان بر اساس تحمل شوری که توسط ماس (۲۹) انجام شده است، گیاه کنجد جزء گیاهان حساس به شوری به شمار می‌آید. شوری یکی از مشکلات محیطی جدی است که باعث ایجاد تنش‌های اسمزی، مسمومیت یونی، کاهش رشد، اختلال در متابولیسم، کاهش عملکرد و کیفیت گیاه می‌گردد (۱۰، ۳۲، ۴۵).

به دلیل افزایش مشکلات ناشی از شوری، نیاز به توسعه محصولاتی با تحمل بیشتر نسبت به شوری به طور بسیار جدی افزایش یافته است (۲). یکی از تکنیک‌های جدید در این راستا، استفاده از پیش تیمارهای بذری است که در حالت کلی تحت عنوان پرایمینگ بذرنامیده می‌شوند. پرایمینگ روشی است که به واسطه آن بذور پیش از قرار گرفتن در بستر خود و مواجه شدن با شرایط اکولوژیکی محیط، به لحاظ فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی آمادگی جوانه زنی را بدست می‌آورند. این امر می‌تواند سبب بروز تظاهرات زیستی و فیزیولوژیکی متعددی در بذر پرایم شده و گیاه حاصل از آن گردد، به طوری که این موارد را می‌توان در چگونگی جوانه زنی، استقرار اولیه نبات، بهره برداری از نهاده‌های محیطی، زودرسی و افزایش کمی و کیفی محصول مشاهده کرد (۳۷). به طور کلی گیاهان در برابر نمک مقاوم نمی‌شوند، مگر آنکه در شرایط شور رشد کنند، به این معنا که باید تحت چنین شرایطی سخت شوند (۱۳). پیش تیمار بذر با نمک‌های معدنی (هالوپرایمینگ[۴])، تکنیکی آسان، ارزان و کم خطر بوده که به طور موثری در غلبه بر مشکلات ناشی از تنش

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشیار و استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مشهد
(*: نویسنده مسئول: Email: rsadrabadi@mshdiau.ac.ir)

4 - Haloproming

شوری استفاده می‌شود (۲۱).

هالوپرایمینگ با نمک‌های NaCl , KCl , $CaCl_2$ در کاهش اثرات تنش شوری بر جوانه زنی و رشد گیاهانی نظیر فلفل، گل همیشه بهار، رازیانه، کلزا، ذرت و گندم به طور موفقیت آمیزی موثر بوده است (۲، ۳، ۲۰، ۲۷، ۳۰، ۳۸، ۴۲). گزارشات متعددی نیز از تأثیر هیدروپرایمینگ بذر در بهبود رشد گیاه تحت تنش شوری وجود دارد (۸، ۳۱، ۴۶).

به طور کلی پرایمینگ از طریق افزایش میزان آنزیم‌های لازم برای جوانه زنی نظیر آلفا آمیلاز و افزایش درصد و سرعت جوانه زنی، حفظ تعادل یونی و نیز ایجاد تعادل هورمونی، از گیاه در برابر اثرات نامطلوب تنش شوری محافظت کرده و رشد آن را تحت چنین شرایطی بهبود می‌بخشد (۲، ۱۶،۲۱). بنابراین هدف از این مطالعه، بررسی اثرات پیش تیمار بذر با سه نوع نمک NaCl، KCl و $CaCl_2+2H_2O$ و هیدروپرایمینگ در مرحله سبز شدن و رشد و نمو اولیه گیاهچه کنجد رقم اولتان، تحت تنش شوری می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در سال ۱۳۸۹ در دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مشهد به صورت آزمایش فاکتوریل دو عاملی در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. فاکتور اول، پرایمینگ بذر در پنج سطح شاهد (بدون پرایمینگ)، هیدروپرایمینگ وهالوپرایمینگ با نمک‌های NaCl ، KCl، $CaCl_2+2H_2O$ و فاکتور دوم تنش شوری در پنج سطح ۰ و ۴ و ۸ و ۱۲ و ۱۶ دسی زیمنس بر متر بود. جهت انجام آزمایش از بذور کنجد، رقم اولتان که در موسسه اصلاح بذر کرج تولید شده بودند استفاده شد. قبل از انجام آزمایش بذور توسط محلول ۱۰ درصد هیپوکلرید سدیم به مدت ۱ دقیقه ضدعفونی شدند. بذور ضدعفونی شده به مدت ۲۴ ساعت در آب مقطر به منظور اعمال تیمار هیدروپرایمینگ و به مدت ۸ ساعت به طور جداگانه در هر یک از محلول‌های NaCl ، KCl، $CaCl_2+2H_2O$ 200 $meq.L^{-1}$ برای اعمال تیمارهای هالوپرایمینگ قرار گرفتند. در انتها بذور شسته شده و به مدت ۷۲ ساعت در دمای آزمایشگاه خشک شدند. بذور هر تیمار در سه تکرار شامل ۱۰ بذر در هر تکرار درون گلدان‌هایی با قطر دهانه ۲۵ و ارتفاع ۳۰ سانتیمتر که با خاک مزرعه پر شده بودند کشت شدند. EC خاک برابر با ۸/۱ دسی زیمنس بر متر و بافت خاک شامل ۵۷/۴ درصد شن، ۲۹ درصد سیلت و ۱۳/۶ درصد رس بود. آبیاری گلدان‌ها هر روز با غلظت‌های تهیه شده از نمک NaCl انجام شد و جهت جلوگیری از شوک نمک، هر۱۰ روز یک بار، گلدان‌ها با آب معمولی آبیاری شدند. برای تعیین درصد نهایی سبز شدن گیاهچه‌ها و مدت زمان لازم (روز) تا ۵۰ درصد سبز شدن(E50)، تعداد گیاهچه‌های سبز شده در هر گلدان به طور روزانه ثبت شد و در نهایت تراکم به تعداد ۵ گیاهچه در هر گلدان کاهش یافت . پس از گذشت ۴۰ روز از آغاز سبز شدن در اولین گلدان، گیاهچه‌ها برداشت شده و ارتفاع ساقه‌چه، ریشه‌چه، نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه، تعداد و سطح برگ در هر گیاه و نیز وزن خشک برگ‌ها اندازه گیری شد.

قاعده یقه تا راس بلندترین برگ به عنوان ارتفاع ساقه و محل طوقه تا انتهای طویل ترین ریشه به عنوان طول ریشه در نظر گرفته شد. سطح کل برگ گیاهچه‌ها با استفاده از دستگاه (Li-cor,Inc) LI-3100AREA METER بر حسب سانتیمتر مربع تعیین شد. جهت انجام اندازه گیری‌های مربوط به وزن خشک، نمونه‌های گیاهی به مدت ۷۲ ساعت در درجه حرارت ۷۰ درجه سانتیگراد، خشک و سپس با استفاده از ترازویی با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه گیری شدند. روز تا ۵۰ درصد سبز شدن (E50) بر اساس روش فاروق و همکاران (۱۶) و با استفاده از رابطه ۱ محاسبه شد:

$$E_{50} = t_i + \frac{[(N/2) - n_i][t_{j-}t_i]}{n_j - n_i} \qquad (۱)$$

که در آن N تعداد نهایی بذور سبز شده، n_i و n_j تعداد تجمعی بذور سبز شده در زمان‌های t_i و t_j بوده و در صورتی که $n_i<N/2<n_j$ باشد.

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار MSTAT-C استفاده شد و مقایسه میانگین‌ها به کمک آزمون چند دامنه ای دانکن و در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

درصد سبز شدن

نتایج آزمایش نشان داد اثر تنش شوری، پرایمینگ بذر و اثر متقابل هر دو فاکتور بر درصد سبز شدن معنی دار بود (جدول ۱). با افزایش غلظت نمک از در صد سبز شدن بذور کاسته شد، به گونه ای که بیشترین درصد متعلق به بذوری بود که با آب معمولی آبیاری شدند و کمترین درصد به سطح شوری ۱۶ دسی زیمنس بر متر تعلق داشت (جدول ۲). کاهش درصد سبز شدن بذور همراه با افزایش غلظت نمک مشابه نتایج حاصل از آزمایش خان و همکاران (۲۷) بر روی فلفل می‌باشد. بر اساس نظر یاگمور و کایدان (۴۶) کاهش جوانه زنی و در نتیجه سبز شدن بذور در اثر افزایش سطوح شوری ممکن است به دلیل کاهش شیب پتانسیل آب بین بذور و محیط اطراف باشد که در نتیجه سبب اختلال در سنتز آنزیم‌های لازم برای جوانه زنی می‌شود.

تمامی روش‌های پرایمینگ بذر، با شاهد (بدون پرایم) تفاوت معنی داری در سطح ۵ درصد نشان دادند (جدول ۳). در بین روش‌های مختلف پرایمینگ بذر، هیدروپرایمینگ وهالوپرایمینگ با $CaCl_2+2H_2O$ دارای بالاترین درصد سبز شدن بودند.

جدول۱- میانگین مربعات صفات گیاهچه ای کنجد

منبع تغییر	درجه آزادی	درصد سبز گیاهچه	روز تا ۵۰٪ سبز شدن	طول ساقه	طول ریشه	طول ریشه / طول ساقه	وزن خشک ساقه	وزن خشک ریشه	وزن خشک برگ	تعداد برگ	سطح برگ
پرایمینگ	۴	۱۴۲۳**	۱۹*	۵۲۷**	۱۷۲**	۰/۰۷**	۱۷**	۰/۲۴**	۱/۶۴**	۵۹۶**	۴۷۵۲۲۸**
شوری	۴	۱۰۴۳۶**	۱۳۱**	۲۹۱۰**	۲۹۳**	۰/۰۲**	۲۷**	۰/۸۲**	۳/۰۷**	۱۷۲۹**	۱۳۸۸۴۷۳**
پرایمینگ × شوری	۱۶	۲۳۹**	۶۵**	۶**	۱/۸۳ ns	۰/۰۴**	۱/۳**	۰/۰۲ns	۰/۰۹ns	۸/۰۷ns	۳۱۹۶۱*
خطا	۵۰	۵۶	۶/۲۹	۲/۴۳	۱/۱۶	۰/۰۰۵	۰/۱۸	۰/۰۲	۰/۰۶	۱۲/۷۴	۱۴۱۰۶/۹

به ترتیب ** در سطح ۱ درصد معنی دار، * در سطح ۵ درصد معنی دار، ns عدم تفاوت معنی دار

هالوپرایمینگ با KCl و NaCl در رده‌های بعدی قرار گرفتند. مقایسه میانگین درصد سبز شدن بذور کنجد تحت اثر متقابل تیمارهای شوری و پرایمینگ نشان داد که واکنش کنجد نسبت به تمام تیمارهای پرایمینگ در تمام غلظت‌های نمک به جز ۸ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر مشابه است. تنها در این غلظت‌های نمک است که تیمارهای هیدروپرایمینگ و $CaCl_2+2H_2O$ باعث افزایش درصد سبز شدن نسبت به سایر تیمارهای پرایمینگ شدند. البته در سطح شوری ۱۶ دسی زیمنس بر متر تمام تیمارهای پرایمینگ نسبت به شاهد درصد سبز شدن بالاتری داشتند. برتری تیمار هیدروپرایمینگ در افزایش درصد سبز شدن گیاهچه در مقایسه با دیگر تیمارها می‌تواند به علت اثرات مدت زمان آب نوشی بذر نسبت به سایر تیمارها باشد، زیرا بذور هیدروپرایم شده مدت زمان بیشتری برای جذب آب داشتند و بدون آن که ریشه‌چه آن‌ها خارج شود وارد اولین مرحله جوانه زنی شدند (۲۳، ۳۴).

مدت زمان لازم به منظور دستیابی به ۵۰ درصد سبز شدن گیاهچه(E50)

نتایج تجزیه واریانس نشان داد، اثر تنش شوری بر E50 معنی دار است (جدول۱). کوتاهترین مدت زمان لازم برای حصول ۵۰ درصد سبز شدن در سطح شوری شاهد (صفر دسی زیمنس بر متر) بدست آمد و با افزایش شدت شوری این خصوصیت نیز افزایش یافت. البته تفاوت معنی داری بین E50 دو سطح صفر و ۴ دسی زیمنس بر متر و نیز سه سطح ۸، ۱۲ و ۱۶ دسی زیمنس بر متر مشاهده نشد (جدول ۲).

اثر پرایمینگ نیز بر E50 گیاهان کنجد معنی دار بود (جدول۱). تمامی تیمارهای پرایمینگ در کاهش E50 در مقایسه با تیمار شاهد (عدم پرایمینگ) موثر بودند (جدول۳). تیمار هیدروپرایمینگ به عنوان موثرترین تیمار و تیمارهای KCl ، $CaCl_2+2H_2O$ ، NaCl به ترتیب در رده‌های بعدی قرار داشتند. بررسی اثرات متقابل نشان داد تفاوت تیمار هیدروپرایمینگ با سایر تیمارها مربوط به سطوح شوری ۸، ۱۲ و ۱۶ دسی زیمنس بر متر بوده و در سطوح شوری صفر و ۴ دسی زیمنس بر متر تفاوت بین تیمارهای پرایمینگ معنی دار نبود.کاهش مدت زمان لازم برای سبز شدن با پرایمینگ بذر توسط سایر محققین نیز گزارش گردیده است، به طور مثال فاروق و همکاران (۱۶) گزارش کردند E50 در بذور پرایم شده برنج با $CaCl_2$، KCl و بذور هیدروپرایم شده در مقایسه با بذور پرایم نشده کاهش یافت.

افزایش فعالیت آنزیم‌های تجزیه کننده نظیر آلفاآمیلاز، افزایش ATP، افزایش سنتز DNA و RNA، افزایش تعداد و در عین حال ارتقاء عمل میتوکندری‌ها می‌تواند دلیل افزایش سرعت سبز شدن گیاهچه‌های حاصل از بذور پرایم شده باشد (۷). تفاوت E50 در بذور هیدروپرایم شده که بلافاصله پس از خیسانده شدن در آب مقطر، کاشته شدند و بذورهالوپرایم شده که پس از خیسانده شدن در محلول‌های مورد نظر، به مدت ۷۲ ساعت خشک شده و سپس کاشته شدند می‌تواند به این دلیل باشد که طی مرحله خشک شدن از هیدرولیز نشاسته بذور اسموپرایم شده به دلیل کاهش دسترسی به آب، کاسته می‌شود (۱۶). با دسترسی به آب در زمان کاشت، این بذور نسبت به بذور هیدروپرایم شده به زمان بیشتری برای جذب آب و شروع دوباره فعالیت‌های فرایند متابولیکی خود به منظور جوانه زنی دارند.

طول ساقه‌چه و ریشه‌چه

نتایج بدست آمده نشان دهنده تأثیر معنی دار تنش شوری، پرایمینگ بذر و اثر متقابل آن‌ها بر این عامل است (جدول ۱). به طور کلی با افزایش غلظت نمک طول ساقه‌چه و ریشه‌چه گیاهچه‌های کنجد حاصل از بذور پرایم شده و نشده به طور معنی داری کاهش یافت (جدول۲).

جدول۲- مقایسه میانگین صفات گیاهچه ای کنجد در سطوح مختلف تنش شوری

تنش شوری (ds/m)	درصد سبز	روز تا ۵۰٪ سبز شدن	طول ساقه (cm)	طول ریشه (cm)	طول ریشه/ طول ساقه	وزن خشک ساقه (g)	وزن خشک ریشه (g)	وزن خشک برگ (g)	تعداد برگ کل گیاهچه	سطح برگ(cm^2)
۰	۱۰۰a	۱۲/۱b	۴۵/۶a	۱۷/۳a	۰/۳۷c	۳/۶۴a	۰/۷۰a	۱/۴۴a	۳۴/۵a	۱۰۶a
۴	۹۳b	۱۳/۲b	۳۸b	۹/۱۵b	۰/۴۱bc	۲/۵۲b	۰/۸۴b	۱/۰۵b	۲۷/۴b	۹۵۶/۴b
۸	۷۲c	۱۳/۹a	۲۹/۶c	۱۳/۲c	۰/۴۴ab	۱/۶۸c	۰/۳۹b	۰/۷۰c	۱۹/۴c	۷۲۶/۷c
۱۲	۵۵d	۱۹a	۲۳d	۱۰/۸d	۰/۴۶ab	۰/۶۷d	۰/۲۱c	۰/۵۱d	۱۲/۳d	۶۰۶/۸d
۱۶	۳۶e	۲۰/۴a	۹/۴e	۸/۴e	۰/۴۷a	۰/۳۶e	۰/۱۰d	۰/۳۸e	۸/۳e	۳۲۵/۷e

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ **درصد** تفاوت معنی داری ندارند.

جدول۳- مقایسه میانگین صفات گیاهچه ای کنجد در سطوح مختلف پرایمینگ بذر

پرایمینگ	درصد سبز شدن	روز تا ۵۰٪ سبز شدن	طول ساقه (cm)	طول ریشه (cm)	طول ریشه/ طول ساقه	وزن خشک ساقه (g)	وزن خشک ریشه (g)	وزن خشک برگ (g)	تعداد برگ کل گیاهچه	سطح برگ (cm^2)
Hydro	۸۱a	۱۴/۴۶b	۳۰/۳۸c	۱۲/۹۱c	۰/۴۶a	۱/۶۶c	۰/۳۷bc	۰/۸۷b	۲۰/۴۷c	۸۰۰/۳b
NaCl	۶۷c	۱۷/۰۶a	۲۷/۶۰d	۱۱/۳۳d	۰/۴۰b	۱/۰۶d	۰/۳۱cd	۰/۵۵c	۱۶/۳۳d	۷۳۳/۳b
KCl	۷۳b	۱۶/۰۹ab	۳۳/۴۰b	۱۵/۲۷b	۰/۴۸a	۲/۶۷b	۰/۴۲b	۱/۰۸a	۲۴/۰۷b	۸۱۴/۵b
$CaCl_2$	۷۸ab	۱۶/۷۴ab	۳۴/۷۰a	۱۶/۳۱a	۰/۴۹a	۳/۰۱a	۰/۵۶a	۱/۱۳a	۲۸/۶۷a	۹۲۳/۴a
شاهد	۵۶d	۱۷/۷۲a	۱۹/۷۷e	۷/۷۵e	۰/۳۲c	۰/۵۸e	۰/۲۸d	۰/۳۷c	۱۲/۶۰e	۴۵۰/۲c

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ **درصد** تفاوت معنی داری ندارند.

درصد کاهش طول ساقه‌چه در سطوح شوری ۴، ۸، ۱۲ و ۱۶ دسی زیمنس بر متر نسبت به تیمار شاهد (صفر دسی زیمنس بر متر) به ترتیب برابر با ۱۶/۷۹، ۳۵/۰۳، ۴۹/۵۲ و ۷۱/۳۸ بود، در حالی که درصد کاهش طول ریشه چه در این سطوح شوری به ترتیب برابر با ۷/۹، ۲۳/۷، ۳۷/۴ و ۵۱/۳ بود.

این نتایج نشان می‌دهد که میزان کاهش طول ریشه‌چه کمتر از طول ساقه‌چه بوده است و به عبارتی طول ساقه‌چه بیشتر از طول ریشه‌چه تحت تأثیر تنش شوری قرار گرفته است. طول ریشه و ساقه شاخص‌های مهمی جهت ارزیابی واکنش گیاهان به تنش شوری می‌باشد (۲۲). کاهش رشد در اثر غلظت‌های زیاد نمک حاصل عواملی نظیر ایجاد تنش آبی، اثر سمی یون‌ها، عدم تعادل یونی و یا کاهش عناصر غذایی می‌باشد (۳۲).

تمامی تیمارهای پرایمینگ باعث افزایش طول ساقه‌چه و ریشه‌چه در مقایسه با تیمار شاهد (عدم پرایمینگ) شدند. بیشترین ارتفاع ساقه‌چه و ریشه‌چه در تیمار $CaCl_2+2H_2O$ حاصل شد. پس از آن تیمارهای KCl، هیدروپرایمینگ و NaCl دارای ارتفاع بیشتری نسبت به شاهد بودند (جدول ۳). بررسی اثرات متقابل نشان داد بلندترین ارتفاع ریشه‌چه و ساقه‌چه در تیمارهای $CaCl_2+2H_2O$ و KCl و در سطح شوری شاهد و کمترین ارتفاع ریشه‌چه و ساقه‌چه (صرف نظر از تیمار بدون پرایم در سطح شوری ۱۶ دسی زیمنس بر متر) در تیمار NaCl و در سطح شوری ۱۶ دسی زیمنس بر متر مشاهده شد (جدول۴).

گزارشات متعددی مبنی بر کاهش اثرات نامطلوب شوری بر روی رشد با استفاده از کاربرد انواع تیمارهای پرایمینگ وجود دارد، به عنوان مثال روی و سیرواستاوا (۴۰) بیان کردند که تیمار بذور گندم با ppm ۱۰۰ از $CaCl_2$ و یا آب از اثرات منفی شوری بر طول ریشه و ساقه می‌کاهد. افضل و همکاران (۱) نیز گزارش کردند که بین پیش تیمارهای بذری هیدروپرایمینگ، $CaCl_2$، آسکوربات و چیلینگ، تیمار با نمک $CaCl_2$ و هیدروپرایمینگ موثرترین تیمارها در افزایش رشد طولی ریشه و ساقه گندم در تنش شوری بودند. گزارشات فاروق و همکاران (۱۴ و ۱۶) نیز حاکی از رشد بیشتر گیاهچه‌های برنج حاصل از بذور پرایم شده با نمک‌های $CaCl_2$ و KCl نسبت به بذور تیمار نشده است. کلسیم از جمله عواملی است که نقش مهمی در سنتز دیواره‌های جدید و به ویژه در ایجاد لامالای میانی که جداکننده سلول‌های تازه تقسیم شده می‌باشد، ایفا می‌کند (۳). بهبود وضعیت رشدی در اثر اعمال تیمار $CaCl_2$ ممکن است حاصل افزایش تقسیم

سلولی در کلاهک‌های ریشه و در نتیجه افزایش رشد گیاهچه باشد (۲، ۳۸).

نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر سطوح شوری ،پرایمینگ بذر و اثر متقابلشان بر نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه معنی دار بود (جدول ۱). افزایش غلظت نمک باعث افزایش نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه شد به گونه ای که بیشترین میزان متعلق به سطح شوری ۱۶ دسی زیمنس بر متر و کمترین متعلق به سطح شوری شاهد بود (جدول ۲). افزایش نسبت طول ریشه به ساقه در شرایط تنش شوری به دلیل بیشتر تحت تأثیر قرار گرفتن رشد ساقه نسبت به رشد ریشه در این شرایط می‌باشد. بر اساس نظر توران و همکاران (۴۵)، ریشه‌ها در مقایسه با ساقه‌ها نسبت به تنش شوری مقاوم تر هستند و می‌توان چنین نتیجه گرفت که در غلظت‌های بیشتر NaCl، رشد ریشه قادر به کاهش اثرات اسمزی خواهد بود.

تمامی تیمارهای پرایمینگ باعث افزایش نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه در مقایسه با تیمار شاهد (عدم پرایمینگ) شدند. اگرچه تفاوت میانگین‌های سه تیمار $CaCl_2+2H_2O$، KCl و هیدروپرایمینگ معنی دار نبود، اما بیشترین نسبت در تیمار $CaCl_2+2H_2O$ مشاهده شد (جدول ۳).

بر اساس بررسی اثرات متقابل، تمام تیمارهای پرایمینگ باعث ایجاد تفاوت معنی دار طول ساقه / طول ریشه در مقایسه با تیمار شاهد (بدون پرایم) در سطح شوری ۱۶ دسی زیمنس بر متر شدند، اگر چه بین چهار تیمار پرایمینگ در این سطح شوری اختلاف معنی داری مشاهده نشد. همچنین در سطوح صفر، ۴ ، ۸ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر بین نسبت طول ریشه به ساقه گیاهچه‌های حاصل از بذور کنجد پرایم شده و پرایم نشده تفاوت معنی داری وجود نداشت (جدول ۴).

پرایمینگ بذر با تأثیر مثبت بر رشد ریشه چه و ساقه‌چه باعث افزایش نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه شد. افزایش رشد ریشه و ساقه در اثر اعمال پرایمینگ بذر در گیاهان متعددی نظیر نخود (۲۶)، فلفل (۲۷)، سویا (۳۱)، رازیانه، گل همیشه بهار (۴۲) و خربزه (۴۴) گزارش شده است. اثر مثبت پرایمینگ بذر بر روی رشد ممکن است به علت زودتر سبز شدن گیاهچه‌های حاصل از بذور پرایم شده نسبت به بذور پرایم نشده باشد. فرانکودانتاس و همکاران (۱۷) بیان می‌کنند پرایمینگ با اثرگذاری بر ترمیم غشاها و اندامک‌های سلولی سبب بهبود کارکرد بذر شده و در نهایت باعث سبز شدن سریعتر بذر و رشد بیشتر گیاهچه می‌شود.

وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه

اثرات اصلی تنش شوری و پرایمینگ بذر بر وزن خشک ریشه و ساقه معنی دار، ولی اثرات متقابل آن‌ها تنها بر وزن خشک ساقه معنی دار بود (جدول ۱). همانند وزن تر، با افزایش غلظت نمک وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه نیز کاهش یافت. بیشترین میزان برای این خصوصیت در سطح شوری شاهد و کمترین در سطح شوری ۱۶ دسی زیمنس بر متر مشاهده شد. بین دو سطح شوری ۴ و ۸ دسی زیمنس بر متر در ارتباط با وزن خشک ریشه تفاوت معناداری وجود نداشت (جدول ۲).

وزن خشک ساقه‌چه نسبت به وزن خشک ریشه‌چه به میزان بیشتری تحت تأثیر شوری قرار گرفت. میزان کاهش وزن خشک ساقه‌چه از ۳۰/۸۸ درصد در سطح شوری ۴ دسی زیمنس بر متر تا ۹۰/۱۲ درصد در سطح شوری ۱۶ دسی زیمنس بر متر در مقایسه با تیمار شاهد بود، در حالی که وزن خشک ریشه‌چه از ۳۰/۸۲ درصد تا ۸۵ درصد کاهش یافت. کاهش پارامترهای رشد درگیاهی که در شرایط شور قرار گرفته است ممکن است به دلیل ایجاد اثر اسمزی ناشی از تنش شوری باشد که باعث به هم زدن تعادل آبی گیاه، بسته شدن روزنه‌ها، کاهش فتوسنتز و در نهایت جلوگیری از رشد می‌شود. به علاوه کاهش رشد گیاهان تنش دیده ممکن است حاصل تجمع یون‌های سمی، جذب ضعیف عناصر غذایی و یا آسیب به اندامک‌های سلولی باشد (۲۵). بر اساس نظر یحیی (۴۷) محدودیت در جلوگیری از انتقال یون Na^+ به ساقه و اثر متقابل این یون با جذب و انتشار یون‌های K^+ و Ca^{2+} و فسفات دلیل حساسیت گیاه کنجد به شوری است. به طور کلی جذب کمتر یون‌های سمی و در مقابل جذب بیشتر یون‌های سودمند با تحمل به شوری اکثر گونه‌های زراعی ارتباط مستقیم دارد (۴۳).

پرایمینگ بذر به طور معنی داری باعث افزایش وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه نسبت به تیمار شاهد شد. بر اساس بررسی اثرات اصلی پرایمینگ، بیشترین وزن خشک ریشه‌چه در تیمار $CaCl_2+2H_2O$ و کمترین در تیمار شاهد (عدم پرایمینگ) مشاهده شد. همچنین پرایمینگ بذر باعث افزایش وزن خشک ساقه‌چه از ۱۸۷ درصد در تیمار NaCl تا ۴۲ درصد در تیمار $CaCl_2+2H_2O$ در مقایسه با تیمار شاهد شد (جدول ۳).

بررسی اثرات متقابل نشان می‌دهد، در تمام سطوح شوری اختلاف بین وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه کلیه گیاهچه‌های حاصل از بذور پرایم شده و نشده کنجد معنی دار بود.

بیشترین وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه به تیمارهای $CaCl_2+2H_2O$ و KCl در سطوح شوری صفر و ۴ دسی زیمنس بر متر تعلق داشت و کمترین وزن خشک (صرف نظر از تیمار شاهد در سطح ۱۶ دسی زیمنس بر متر)، متعلق به تیمارهای NaCl و هیدروپرایمینگ در سطح شوری ۱۶ و نیز تیمار شاهد در سطح شوری ۱۲ دسی زیمنس بر متر بود (جدول۴).

جدول٤- مقایسه میانگین اثرات متقابل پرایمینگ و تنش شوری

پرایمینگ	شوری (ds/m)	درصد سبز شدن نهایی	E50 (روز)	طول ریشه (cm)	طول ساقه (cm)	طول ریشه /طول ساقه	وزن خشک ساقه (g)	وزن خشک ریشه (g)	وزن خشک برگ (g)	تعداد برگ کل گیاهچه	سطح برگ(cm^2)
	۰	۱۰۰a	۱۰/۳i	۱۶/۴cd	۴۶/۷b	۰/۳۵bc	۳/۵۱cd	۰/۷۲abc	۱/۴۸b	۳۳/۶۷bc	۱۰۹۶ab
	۴	۱۰۰a	۱۱/۵hi	۱۵/۹de	۳۹/۴۰ef	۰/۴۱bc	۲/۲۷fg	۰/۴۳def	۱/۳۷bc	۲۶/۳۳def	۱۰۲۰abc
Hydro	۸	۸۶ab	۱۶/۱cdefg	۱۳/۸fg	۳۱/۸h	۰/۴۳bc	۱/۶۱gh	۰/۳۶defg	۰/۷۳efgh	۲۰/۳۳fgh	۸۶۱/۱cdef
	۱۲	۶۶de	۱۵/۷defgh	۱۰/۸ij	۲۲/۹j	۰/۴۷bc	۰/۷۹ijkl	۰/۲۲efghi	۰/۴۸fghi	۱۲/۰۰ijk	۶۳۱/۶ghi
	۱۶	۵۳f	۱۸bcdef	۷/۵lm	۱۱/۰m	۰/۶۸a	۰/۱۵kl	۰/۱۱hi	۰/۲۸hij	۱۰jkl	۳۹۲/۴j
	۰	۱۰۰a	۱۳/۲fghi	۱۶/۲cde	۴۴/۲bc	۰/۳۶bc	۳/۱۲de	۰/۷۱abc	۰/۹۵cdef	۲۹/۶۷cde	۱۰۸۷ab
	۴	۸۶ab	۱۴/۳efghi	۱۴/۹def	۳۷/۵fg	۰/۳۹bc	۱/۱۸hi	۰/۴۲def	۰/۷۳efgh	۲۳/۳۳efg	۱۰۰۸abcd
NaCL	۸	۷۰cde	۱۹/۰abcde	۱۲/۵ghi	۲۹/۲hi	۰/۴۳bc	۰/۶۶ijkl	۰/۲۶efghi	۰/۵۴efghi	۱۵/۳۳hij	۷۶۶/۶efgh
	۱۲	۵۰f	۱۹/۶abcd	۸/۸kl	۲۰/۲k	۰/۴۴bc	۰/۲۸jkl	۰/۱۱ghi	۰/۳۹ghij	۹/۳۳jkl	۶۱۸/۷ghi
	۱۶	۳۰g	۲۰/۱abcd	۴/۰n	۶/۷n	۰/۶۰a	۰/۰۶l	۰/۰۴i	۰/۱۸ij	۶/۰۰lm	۱۵۸/۷kl
	۰	۱۰۰a	۱۱/۲hi	۲۰/۱a	۴۹/۵a	۰/۴۱bc	۵/۰۴a	۰/۷۶ab	۱/۹۴a	۳۸/۰۰ab	۱۱۲۰ab
	۴	۹۰ab	۱۲/۰hi	۱۸/۰bc	۴۰/۶de	۰/۴۴bc	۳/۹۹bc	۰/۵۶bcd	۱/۲۷bcd	۳۰/۶۷cd	۱۰۲۳abc
KCl	۸	۷۶bcd	۱۷/۱bcdefg	۱۵/۹de	۳۴/۹g	۰/۴۶bc	۲/۶۱ef	۰/۳۹def	۰/۸۹defg	۲۴/۶۷defg	۶۴۶/۹fghi
	۱۲	۵۳f	۱۹/۲abcd	۱۳/۵fgh	۲۸/۱i	۰/۴۸bc	۱/۰۸hij	۰/۲۵efghi	۰/۷۴efgh	۱۴/۶۷hij	۷۹۰/۴defg
	۱۶	۴۶f	۲۰/۶abc	۸/۷kl	۱۳/۷l	۰/۶۳a	۰/۶۶ijkl	۰/۱۷ghi	۰/۵۸efghi	۱۲/۳۳jkl	۴۹۲/۴ij
	۰	۱۰۰a	۱۱/۹hi	۲۰/۸a	۵۰/۱a	۰/۴۱bc	۵/۲۴a	۰/۸۳a	۲/۰۹a	۴۳/۶۷a	۱۲۲۶a
	۴	۱۰۰a	۱۲/۷ghi	۱۹/۲ab	۴۲/۵cd	۰/۴۵bc	۴/۵۳ab	۰/۷۹ab	۱/۳۱bcd	۳۸/۶۷ab	۱۰۲۷abc
$CaCl_2$	۸	۸۰bc	۱۷/۳bcdefg	۱۶/۶cd	۳۵/۹g	۰/۴۶bc	۳/۲۷cde	۰/۶۳abcd	۱/۰۲bcde	۲۷/۳۳cde	۹۸۱/۷bcde
	۱۲	۶۰ef	۱۸/۷abcde	۱۴/۲efg	۲۹/۰hi	۰/۴۹b	۱/۱۲hi	۰/۳۸defg	۰/۷۳efgh	۱۸/۳۳ghi	۸۲۳/۷cdefg
	۱۶	۵۰f	۲۲/۷a	۱۰/۵jk	۱۵/۸l	۰/۶۸a	۰/۹۳hijk	۰/۱۸fghi	۰/۵۰fghi	۱۵/۳۳hij	۵۵۸/۲hij
	۰	۱۰۰a	۱۳/۶fghi	۱۳/۰fgh	۳۷/۶fg	۰/۳۴c	۱/۳۱hi	۰/۴۷cde	۰/۷۵efgh	۲۷/۶۷cde	۱۰۰۱abcd
	۴	۸۶ab	۱۵/۴defgh	۱۱/۶hij	۲۹/۹hi	۰/۳۹bc	۰/۶۲ijkl	۰/۳۹def	۰/۵۸efghi	۱۸/۳۳ghi	۷۰۳fghi
شاهد	۸	۵۰f	۲۰/۱abcd	۷/۲lm	۱۶/۴l	۰/۴۴bc	۰/۲۷jkl	۰/۱۷fghi	۰/۳۵hij	۹/۶۶jkl	۳۷۷/۲jk
	۱۲	۴۶f	۲۱/۶ab	۶/۸m	۱۴/۸l	۰/۴۵bc	۰/۱۱kl	۰/۰۹i	۰/۱۶ij	۷/۳۳kl	۱۶۹/۷l
	۱۶	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند.

پرایمینگ بذر اثرات نامطلوب تنش شوری بر متابولیسم یونی و رشد گیاه را از طریق کاهش یون Na^+ و افزایش جذب و غلظت Ca^{2+}، K^+ ، p و N در گیاه کاهش می‌دهد (۳۳، ۴۴). افضل و همکاران (۲) بیان کردند که در شرایط شور غلظت یون‌های K^+ و Ca^{2+} در ساقه گیاهچه‌های حاصل از بذور گندم تیمار شده با نمک $CaCl_2$ نسبت به تیمار شاهد بیشتر بود. هر دو یون K^+ و Ca^{2+} عناصر ضروری رشد محسوب می‌شوند و در فعالیت‌های آنزیمی به صورت کوفاکتور عمل کرده و در تعادل اسمزی نقش دارند، تمامیت غشا را حفظ می‌کنند و در چرخه‌های سلولی به عنوان انتقال دهنده عمل می‌کنند (۱۶). پرایمینگ با NaCl در مقایسه با پرایمینگ با نمک‌های دیگر اثر چندان زیادی بر رشد گیاهچه‌های کنجد در شرایط تنش شوری نداشت. این وضعیت احتمالا باید به دلیل تمایل بذور تیمار شده باNaCl به جذب بیشتر Na^+ یا Cl^- از محلول نمکی بوده و در نهایت باعث اثرات سمی شود (۲).

وزن خشک برگ

اثرات اصلی سطوح شوری و پرایمینگ بر وزن خشک برگ معنی دار بود در حالی که اثرات متقابلشان بر این پارامترمعنی دار نبود (جدول ۱). با افزایش غلظت شوری، وزن خشک برگ کاهش یافت (جدول۲). سطوح شوری ۴، ۸، ۱۲ و ۱۶ دسی زیمنس بر متر به ترتیب باعث کاهش ۲۶٪، ۵۰٪، ۶۴٪ و ۷۳٪ در وزن خشک برگ نسبت به تیمار شاهد شدند. قرار گرفتن گیاه در معرض نمک NaCl،

سبب افزایش یون Na^+ و کاهش یون‌های K^+ و Ca^{2+} در برگ‌ها می‌شود. به علاوه در شرایط تنش شوری تجمع Na^+ تعادل یونی نظیر Ca:Na و K:Na در گیاه را تغییر می‌دهد (۶، ۹، ۳۵، ۳۹).

گیاهچه‌های حاصل از بذور پرایم نشده کنجد دارای کمترین و گیاهچه‌های حاصل از بذور پرایم شده با نمک $CaCl_2+2H_2O$ دارای بیشترین وزن خشک برگ بودند، هرچند که تفاوت معنی داری بین دو تیمار $CaCl_2+2H_2O$ و KCl به عنوان بیشترین دارندگان وزن خشک برگ و نیز بین دو تیمار NaCl و شاهد به عنوان کمترین دارندگان وزن خشک برگ مشاهده نشد (جدول۳).

بررسی اثرات متقابل نشان داد که بیشترین میزان وزن خشک برگ متعلق به تیمارهای $CaCl_2+2H_2O$ و KCl در سطح شوری صفر بوده و کمترین میزان متعلق به تیمارهای شاهد (بدون پرایمینگ) و NaClدر سطوح شوری ۸ ، ۱۲ و ۱۶ دسی زیمنس بر متر و نیز تیمار هیدروپرایمینگ در سطح شوری ۱۶ دسی زیمنس بر متر بوده است (جدول ۴)

نائم و محمد (۳۳) در آزمایش خود بر روی گیاه جو گزارش کردند که بیشترین جذب یون Na^+ در سلول‌های برگ گیاهان حاصل از بذور پرایم نشده دیده شد، در حالی که کمترین میزان در سلول‌های برگ گیاهان حاصل از بذور پرایم شده موجود بود. بر اساس نظر آن‌ها مقدار بیشترین یون Na^+ در برگ به دلیل اثر آنتاگونیستی که با یون K^+ دارد مانع رشد و نمو برگ می‌شود. تأثیر پرایمینگ بذر با نمک‌های $CaCl_2$ و KCl در بهبود وضعیت رشدی گیاه در مطالعات متعددی گزارش شده است به عنوان مثال : گزارشات روئان و همکاران (۴۱) و فاروق همکاران (۱۵) حاکی از افزایش رشد گیاهچه‌های برنج حاصل از بذور پرایم شده با نمک KCl و $CaCl_2$ می‌باشد. کاتیرسان و همکاران (۲۴) شاهد افزایش رشد بذور آفتاب گردان پرایم شده با نمک $CaCl_2$ بودند. پُل و کادهِری (۳۶) در مطالعه خود بر روی گندم گزارش کردند که گیاهان حاصل از بذور پرایم شده با نمک‌های پتاسیم نسبت به بذور پرایم نشده دارای رشد بیشتری بودند.

تعداد و سطح برگ

تأثیر سطوح مختلف شوری و تیمارهای پرایمینگ بر تعداد و سطح برگ گیاه کنجد معنی دار بود در حالی که اثر متقابل آن‌ها تنها بر سطح برگ معنی دار بود و بر تعداد برگ معنی دار نبود (جدول ۱). افزایش غلظت نمک باعث کاهش تعداد و سطح برگ گیاه شد، به گونه ای که کمترین تعداد برگ و نیز کوچکترین سطح برگ در گیاه در سطح شوری ۱۶ دسی زیمنس بر متر مشاهده شد، در صورتی که بیشترین تعداد برگ و بزرگترین سطح برگ متعلق به تیمار شاهد (شوری صفر) بود (جدول۲). تمامی تیمارهای پرایمینگ باعث افزایش تعداد و کل سطح برگ نسبت به تیمار شاهد شدند. بیشترین افزایش در گیاهان حاصل از بذور پرایم شده با $CaCl_2+2H_2O$ مشاهده شد. لازم به ذکر است بین سه تیمار KCl، هیدروپرایمینگ و NaCl تفاوت معنی داری در افزایش سطح برگ وجود نداشت (جدول ۳).

بررسی اثرات متقابل نشان می‌دهد که بزرگترین سطح برگ در هر تیمار پرایمینگ متعلق به سطوح شوری شاهد و کوچکترین متعلق به سطوح ۱۶ دسی زیمنس بر متر بود. در سطح شاهد (شوری صفر) بین گیاهان حاصل از کلید بذور پرایم شده و نشده از نظر سطح برگ تفاوت معناداری وجود نداشت. همچنین در سطح ۴ دسی زیمنس بر متر تفاوت بین چهار تیمار پرایمینگ معنادار نبود (جدول ۴).

از میان تیمارهای پرایمینگی که در این مطالعه استفاده شد،$CaCl_2+2H_2O$ موثرترین تیمار در بهبود وضعیت رشدی گیاه در شرایط شور و غیر شور بود. کلسیم عنصری است که در حفظ گیاهان در برابر اثرات نامطلوب نمک نقش داشته و سبب بهبود رشد آن‌ها در شرایط تنش شوری می‌شود (۱۲). اقبال و همکاران (۲۱) گزارش کردند که پرایمینگ بذر با نمک $CaCl_2$ اثرات نامطلوب تنش شوری بر تعادل هورمونی گندم را از طریق کاهش آبسزیک اسید و افزایش سالسیلیک اسید،ایندول استیک اسید و ایندول بوتریک اسید آزاد برگ، کاهش می‌دهد و در نتیجه منجر به افزایش رشد در چنین شرایطی می‌شود. سالسیلیک اسید و ایندول استیک اسید هورمون‌هایی هستند که در تنظیم واکنش‌های گیاه به تنش شوری نقش دارند (۱۹). ایندول استیک اسید با تغییر در تعداد و اندازه برگ‌ها تحت تنش شوری، موازنه آبی گیاه را تنظیم می‌کند (۱۱).

نتیجه گیری

به طور کلی نتایج این مطالعه نشان داد که افزایش غلظت نمک تمامی مولفه‌های مربوط به رشد گیاهچه را به طور منفی تحت تأثیر قرار داده است. تأثیر تنش شوری بر رشد اندام‌های هوایی گیاهچه در مقایسه با اندام زیرزمینی شدیدتر بود. به طوری که با افزایش شوری طول ساقه و وزن تازه و خشک ساقه در مقایسه با ریشه کاهش بیشتری نشان دادند. همچنین نسبت طول ریشه به ساقه افزایش بیشتری داشت که حاکی از اثرات شدیدتر غلظت‌های بالای نمک بر رشد اندام هوایی بود. این بررسی نشان داد که تمامی روش‌های پرایمینگ بذر در کاهش اثرات تنش شوری موثر است. اماهالوپرایمینگ با $CaCl_2+2H_2O$ بیشترین اثرات مثبت را بر مولفه‌های اصلی رشد گیاهچه از قبیل طول و بیوماس اندام‌های زیرزمینی و هوایی گیاهچه داشت و پس از آن هالوپرایمینگ با KCl قرار گرفت. البته هیدروپرایمینگ بذر از نظر درصد گیاهچه سبز شده و مدت زمان لازم برای ظهور گیاهچه بسیار موثر بود ولی در مراحل بعدی رشد گیاهچه اثر قابل توجهی از ایجاد مقاومت به شرایط تنش

در گیاهچه‌های تحت این تیمار مشاهده نگردید.

منابع

1- Afzal, I., S.A.M. Basra, A. Hamid and M. Farooq. 2006. Phisiological enhancements for alleviation of salt stress in wheat. Pak. J. Bot. 38: 1649-1659.
2- Afzal, I., S. Rauf, S.M.A. Basra and G. Murtaza. 2008. Halopriming improves vigor, metabolism of reserves and ionic contents in wheat seedlings under salt stress. Plant Soil Environ. 9: 382-388.
3- Ashraf, M and H. Rauf. 2001. Inducing salt tolerance in maize (*Zea mays* L.*)* through seed priming with chloride salts: Growth and ion transport at early growth stages. Acta Physiol Plant. 23: 407-414.
4- Ashraf, M. 2004. Some important physiological selection criteria for salt tolerance in plants. Flora. 199: 361-376.
5- Ashraf, M and P.J.C. Harris. 2004. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. Plant Sci. 160: 3-16.
6- Alian, A., A. Altman and B. Heuer. 2000. Genotypic difference in salinity and water stress tolerance of fresh market tomato cultivars. Plant Sci. 152: 59-65.
7- Bray, C.M., P.A. Davision, M. Ashraf and R.M. Tylor. 1989. Biochemical changes during osmopriming of leak seeds. Ann. Bot. 6: 93-185.
8- Cassaro-Silvia, M. 2002. Pre-hydration and dehydration effect on *Senna macranthera* (collad) Irwin et Barn. (Caesalpiniaceae) seed germination under salin stress. Rev Agr. 77:231-242.
9- Chartzoulakis, K and G. Klapaki. 2000. Response of tow greenhouse pepper hybrids to NaCl salinity during different growth stages. Sci. Hortic. 86: 247-260.
10- Cherki, G., A. Foursy and K. Fares. 2002. Effects of salt stress on growth, inorganic ions and prolin accumulation in relation to osmotic adjustment in five sugar beet cultivars. Environ and Experim. Bot. 47: 39-50.
11- Cleland,R.E. 1987. Auxin and cell elongation. In: P.J. Davies (ed). Plant hormones and their role in plant growth and development. Kluwer. Dordrecht, The Netherland. pp: 132-148.
12- Cramer, G.R., E. Epstein and A. Lauchli. 1990. Effects of sodium,potassium and calcium on salt-stressed barley. Physiol Plant. 80: 83-88.
13- Farhoudi,R and F.Sharifzadeh. 2006. The effects of NaCl priming on salt tolerance in canola (*Brassica napus* L.) seedlings grown under salin conditions. Indian J. Crop Sci. 1: 74-78.
14- Farooq, M., S.M.A. Basra, N.Ahmad and G.Murtaza. 2009. Enhancing the performance of transplanted coarse rice by seed priming. Paddy Water Environ. 7: 55-63.
15- Farooq, M., S.M.A. Basra and A.Wahid. 2006. Priming of field-sown rice seed enhances germination, seedling establishment, allometry and yield. Plant growth Regul. 49: 258-294.
16- Farooq, M., A. Wahid, N. Ahmad and S.A. Asad. 2010. Camparative efficacy of surface drying and re-drying seed priming in rice: changes in emergence, seedling growth and associated metabolic events. Paddy Water Environ. 8: 15-22.
17- Francodantas,B., L. De Saribeiiro and C. Albertoaragao. 2005. Phisiological response of cowpea seeds to salinity stress. Rev. Bras. Sementes. 27: 144-148
18- Ghassemi, G., A.A. Aliloo, M. Valizadeh and M. Moghadam. 2008. Effects of hydro and osmopriming on seed germination and field emergence of lentil (*Lens culinaris* Medik*)*. Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj. 36: 29-33.
19- Hamdia, M.A and M.A.K. Shaddad. 2010. Salt tolerance of crop plants. JSPB. 6: 64-90.
20- Iqbal,M and M. Ashraf. 2007. Seed preconditioning modulates growth, ionic relations, and photosynthetic capacity in adult plants of hexaploid wheat under salt stress. J. Plant Nutr. 30: 381-396.
21- Iqbal, M., M. Ashraf, A. Jamil and S. Ur-Rehman. 2006. Dose seed priming induce changes in the levels of some endogenous plant hormones in hexaploid wheat plants under salt stress? J. Integr Plant Biol. 48: 181-189.
22- Jamil, M and E.S. Rha. 2004. The effect of salinity (NaCl) on the germination and seedling of sugar beet (*Beta Vulgaris* L.) and cabbage (*Brassica oleracea capitita* L.). Korean Reso. 7: 226-232.
23- Kaya, M.D., G. Okcu, M. Atak, Y.Cikili and O. kolsarici. 2006. Seed treatment to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Europ. J. Agron. 24: 291-295.
24- Kathiresan, K., V. Kalyain and J.L. Ganarethinam. 1984. Effect of seed treatments on field emergence, early growth and some physiological processes of sunflower (*Helianthus annuus* L.). Field Crop Res. 9: 215-217.
25- Kattab, H. 2007. Role of glutathione and polyadenylic acid on the oxidative defense systems of two different cultivars of canola seedlings grown under saline condition. Aust. J. Basic app. Sci. 1: 323-334.
26- Kaur, s., A.K. Gupta and N. Kaur. 2002. Effect of osmo and hydropriming of chickpea seeds on seedling growth and carbohydrate metabolism under water deficite stress. Plant Growth Regul. 37: 17-22.
27- Khan, H.A., C.M. Ayub, M.A. Pervez, R.M. Bilal, M.A. Shahid and K. Ziaf. 2009. Effect of seed priming with NaCl on salinity tolerance of hot pepper (*Capsicum annuum* L.) at seedling stage. Soil & Environ. 28: 81-87.
28- Koca, H., M. Bor, F. Ozdemir and I. Turkan. 2007. The effect of salt stress on lipid peroxidation, antioxidative

enzymes and prolin content of sesame cultivars. Environ. Exp. Bot. 60: 344-351.
29- Maas, E. V. 1986. Crop tolerance to saline soil and wathe. Proeus park Bio Saline Res. Work shop. Karachi. Pakistan, 205.
30- Mohammadi, G.R. 2009. The influence of NaCl priming on seed germination and seedling growth of canola (*Brassica napus* L.*)* under salinity conditions. American-Eurasian J. Agric & Environ. Sci. 5: 696-700.
31- Mohammadi, G.R. 2009. The effect of seed priming on plant traits of late spring seeded soybean (*Glycine max* L.). American-Eurasian J. Agric & Environ. Sci. 5: 322-326.
32- Muhammad, z and F. Hussain. 2010. Vegetative growth performance of five medical plants under NaCl salt stress. Pak. J. Bot. 42: 303-316…..
33- Naeem, A.M and S. Muhammad. 2006. Effect of seed priming on growth of barley (*Hordeum Vulgare*) by using brackish water in salt affected soiles. Pak. J. Bot. 38: 613-622.
34- Neamatollahi, E., M. Bannayan, A. Souhani Darban and A. Ghanbari. 2009. Hydropriming and osmopriming effects on cumin (*Cuminum Cyminum* L.) seeds germination. World Academy of Science, Engineering and Technology. 57: 526-529.
35- Pardossi, A., G.Bagnoli, F. Malorgio, C.A. Campiotti and F. Tofnoni. 1999. NaCl effects on celery (*Apium graveolens* L.) grown in NFT. Scientia Hortic. 81: 229-242.
36- Paul, S.R and A.K. Choudhary. 1991. Effect of seed priming with salts on growth and yield of wheat under rainfed conditions. Ann. Agric. Res. 12: 415-418.
37- Pill, W.G. and A. D. Necker. 2001. The effects of seed treatments on germination and establishment of Kentucky bluegrass. Seed Sci. Technol. 29: 65-72.
38- Rafiq, S., T. Iqbal, A.Hameed, Z.A. Rafiq and N. Rafiq. 2006. Morphobiochemical Analysis of salinity stress response of wheat. Pak. J. Bot. 38: 1759-1767.
39- Romero-Aranda, R., T.Soria and J. Cuartero. 2001. Tomato plant water uptake and plant water relationships under salin growth conditions. Plant Sci. 160: 256-272.
40- Roy, N.K and A.K.Srivastava. 1999. Adverse effect of salt stress condition on chlorophyll content in wheat (*Triticum aestivum* L.) leaves and its amelioration through presoaking treatments. Indian J. Agri. Sci. 70: 777-778.
41- Ruan,S., Q. Xue and K. Tylkowska. 2002. Effects of seed priming on emergence and health of rice (*Oryza sativa L.*) seeds. Seed sci. Technol. 30: 451-458.
42- Sedghi, M., A. Nemati and B. Esmaielpour. 2010. Effect of seed priming on germination and seedling growth of two medical plants under salinity. Emir. J. Food Agric. 22: 130-139.
43- Shannon, M.C. and C.M. Grieve. 1999. Tolerance of vegetable crops to salinity. Sci. Hortic. 78: 5-38.
44- Sivritepe,N., H.O. Sivritepe and A. Eris. 2003. The effects of NaCl priming on salt tolerance in melon seedlings grown under salin conditions. Sci. Hort. 97: 229-237.
45- Turan, M.A., A.H.A. El karim, N. Taban and S. Taban. 2010. Effect of salt stress on growth and ion distribution and accumulation in shoot and root of maiz plant. African. J. Agric. Res. 5: 584-588.
46- Yagmur, M and D. Kaydan. 2008. Alleviation of osmotic stress of water and salt in germination and seedling growth of triticale with seed priming treatments. African. J. Biotech. 7: 2156-2162.
47- Yahya, A. 1998. Salinity effects on growth and on uptake and distribution and some essential mineral nutrients in sesame. J. Plant Nutrition. 21: 1439-1451.