مجله علوم گياهان زراعي ايران
دوره ۴۰، شماره ۳، ۱۳۸۸ (۹۴-۷۱)

بررسي اثر تنش شوري بر جوانه زني و رشد گياهچة برخي از ژنوتيپ‌ها و ارقام برنج (*Oryza sativa* L.) ايراني

اسفنديار فرهمندفر[1]*، كاظم پوستيني[2]، الهيار فلاح[3]، رضا توكل افشاري[4] و فواد مرادي[5]
۱، ۴،۲، دانشجوي دكتري، استاد و دانشيار، پرديس كشاورزي و منابع طبيعي، دانشگاه تهران
۳، استاديار و عضو هيأت علمي موسسه تحقيقات برنج كشور ـ آمل
۵، استاديار و عضو هيأت علمي موسسه تحقيقات بيوتكنولوژي كشاورزي ايران
(تاريخ دريافت: ۸۷/۲/۲۲- تاريخ تصويب: ۸۷/۸/۱)

چكيده

به منظور مطالعه و ارزيابي فيزيولوژيكي اثرات مقادير مختلف تنش شوري، دو آزمايش جداگانه در شرايط هيدروپونيك (آبكشت) در مرحله جوانه‌زني و گياهچه‌اي گياه برنج (***Oryza sativa* L.**) در محل گلخانه مؤسسه تحقيقات برنج كشور در آمل به صورت فاكتوريل بر پاية طرح كاملاً تصادفي با سه تكرار در سال ۱۳۸۵ انجام گرفت. در اين آزمايش، شانزده ژنوتيپ و ارقام برنج شامل: اهلمي طارم، شفق، غريب، طارم زوارك، خزر، موسي طارم، قشنگه، **PSBR-C88**، هيبريد بهار يك، نعمت **A**، **PSBR-C84**، حسن سرايي، عنبربو، گرده و تايچونگ در ٤ سطح شوري (شاهد، ٤، ٨ و ١٢ دسي زيمنس بر متر) مورد بررسي قرار گرفتند. در مرحله جوانه‌زني پارامترهاي درصد و سرعت جوانه زني، طول ريشه چه و ساقه چه، وزن خشك ريشه چه و ساقه چه و وزن خشك كل گياهچه اندازه‌گيري شدند. در مرحله گياهچه‌اي نيز طول ريشه و ساقه، ارتفاع گياچه، سطح برگ، وزن خشك ريشه و اندام هوايي، غلظت يون**Na+** و **K+** و نسبت**K+/Na+** در ريشه و ساقه و بيوماس كل تعيين گرديدند. تجزيه واريانس نشان داد كه اثر شوري، رقم و اثر متقابل شوري و رقم بر كليه پارامترهاي اندازه‌گيري شده در سطح احتمال ۱ درصد معني‌دار بودند. نتايج حاصل در مرحله جوانه‌زني نشان داد كه كليه صفت‌ها در پاسخ به تنش شوري، اختلاف معني‌داري داشت. در مرحله گياهچه‌اي به جز غلظت يون **Na+** و نسبت **K+/Na+** در ريشه و ساقه، بقيه صفات اندازه‌گيري شده با افزايش شوري كاهش يافتند. مشخص شد كه رقم‌هاي **PSBR-C88** و هيبريد بهار يك در سطوح مختلف شوري به ترتيب با بيشترين و كمترين سرعت رشد به عنوان رقم متحمل و حساس به تنش شوري انتخاب گرديدند. جهت پيش‌بيني روابط بين بيوماس كل و اجزاء آن، تجزيه عليت، بر مبناي رگرسيون گام به گام استفاده شد. نتايج حاصل از رگرسيون گام به گام نشان داد كه صفات وزن خشك ريشه چه و ساقه چه در مرحله جوانه‌زني و صفت‌هاي وزن خشك ريشه و اندام هوايي در مرحله گياهچه‌اي در توليد بيوماس كل سهيم اند؛ ولي نتايج تجزيه عليت مشخص كرد كه فقط دو متغير وزن خشك ساقه چه و اندام هوايي از اهميت زيادي برخوردارند. اين صفات، اثرات مستقيم زيادي بر بيوماس كل دارند و مي‌توانند در برنامه‌هاي اصلاحي برنج مورد استفاده قرار گيرند. تجزيه عليت هم چنين نشان داد كه بخش عمدة همبستگي وزن خشك ريشه‌چه در مرحله جوانه‌زني و ريشه در مرحله گياهچه‌اي با بيوماس كل، مربوط به اثرات غير مستقيم آن‌ها از طريق متغيرهاي ديگر است.

واژه‌هاي كليدي: هيدروپونيك، تنش شوري، ارقام و ژنوتيپ‌هاي برنج، زيست توده، **Na+** و**K+**، جوانه زني بذر و گياهچه.

* نويسنده مسئول: اسفنديار فرهمندفر تلفن: ۰۹۱۱-۳۱۲۳۷۶۴ E-mail: e.farahmand@sanaru.ac.ir

مقدمه

در بسياري از نقاط دنيا به ويژه در مناطق خشک و نيمه خشک که ۳۳ درصد مساحت خشکي‌هاي جهان را شامل مي‌شوند؛ شوري يکي از اصلي‌ترين موانع توليد محصولات زراعي و باغي است و از کل اراضي زير کشت جهان، ۲۴ درصد شور و حدود ۳۷ درصد سديك مي‌باشند (Tangy, 1990). حدود ۹۰ درصد شاليزارهاي دنيا به نوعي تحت تأثير شوري‌اند (Ansari et al., 2001). در ايران به جزء قسمت‌هاي محدودي از کشور، بقيه جزء مناطق خشك و نيمه خشك است و بيش از ۹۰ درصد از اراضي قابل استفاده کشاورزي آن با خطر افزايش شوري مواجه‌اند (Poustini, 1995). هم اکنون نيمي از اراضي قابل کشت ايران (۹/۵ ميليون هکتار) متأثر از شوري است که تأثير عمده‌اي در کاهش سطح زير کشت و عملکرد محصولات کشاورزي خواهد داشت (Abdolzadeh & Safffari, 2002). برنج به تنش شوري نسبتاً حساس است (Lang et al., 2001a) و شوري رشد گياه برنج را در مراحل مختلف رشد از جوانه‌زني تا رسيدن کامل به‌درجات مختلف تحت تأثير قرار مي‌دهد (Lang et al., 2001b). گياه برنج در مرحله جوانه‌زني به شوري نسبتاً متحمل، در اوايل دوره گياهچه‌اي (۳ برگي) خيلي حساس شده و مجدداً در مرحله رشد رويشي مقاوم مي‌گردد. در مرحله گرده‌افشاني و لقاح نيز به شوري حساس و در مرحله رسيدن دانه به طور فزاينده‌اي مقاوم‌تر مي‌گردد (Moradi, 2002; Lang et al., 2001a). بررسي اثر تنش شوري بر سرعت و درصد جوانه‌زني و همچنين رشد ريشه‌چه و ساقه‌چه در بسياري از گياهان زراعي انجام شده است. شوري در مرحله جوانه‌زني و رشد گياهچه‌اي يك آزمون قابل اطمينان در ارزيابي تحمل بسياري از گونه‌ها مي‌باشد که در نتيجه آن کاهش درصد و سرعت جوانه‌زني و همچنين کاهش رشد ريشه‌چه و ساقه‌چه را به همراه خواهد داشت (Munns, 2002). انتخاب گياهان مقاوم به شوري در تمام مراحل زندگي گياه به ويژه مرحله جوانه‌زني بذر اهميت دارد و اگر گياهي بتواند در اين مرحله مقاومت بيشتري نشان دهد، مي‌تواند تمامي دورة اول رويش را با موفقيت طي نمايد و در مراحل بعدي رشد نيز گياهچه‌هاي با مريستم ريشه‌اي قوي‌تر توليد نمايد (Gulzar & Ajmalkhan, 2001). بذر در طي فرآيند جوانه‌زني به عنوان يك واحد زايشي، رشته حيات را که تضمين‌کننده بقاي گونه‌ها است؛ حفظ مي‌کند. جوانه‌زني، پديده‌اي پيچيده است که شامل تغييرات بيوشيميايي و فيزيولوژيکي مي‌باشد که منتهي به فعاليت جنين بذر مي‌گردد (Clarkson, 1980). مرحله جوانه‌زني به علت اهميت فوق‌العاده آن در تعيين نهايي تراکم بوته در واحد سطح بسيار حياتي است. تراکم بوته مناسب در واحد سطح موقعي بدست مي‌آيد که بذرهاي کاشته شده به طور کامل و با سرعت کافي جوانه زنند. در انتخاب گياه براي مناطق شور بايد مقاومت به تنش شوري به ويژه در خلال مرحله جوانه‌زني و گياهچه‌اي، همواره مدنظر باشد. بسياري از تحقيقات، حاکي از آن است که جوانه‌زني يکي از بحراني‌ترين مراحل رشد گياه محسوب مي‌شود (Mer et al., 2000).

در گياه برنج مکانيزم‌هاي مختلفي وجود دارند که باعث کاهش يون Na^+ در بافت‌هاي فعال و در نتيجه منجر به کاهش نسبت Na^+/K^+ در اندام هوايي مي‌شود (Yeo & Flowers, 1986). بنابراين شناخت مکانيزم‌هاي مقاومت به تنش شوري در ارقام موجود و يافتن راه انتقال آن به ارقام پرمحصول و کيفي يکي از راهکارهاي افزايش توليد برنج در کشور مي‌باشد. در حال حاضر استفاده از ارقام مقاوم به تنش شوري يکي از مهم‌ترين روش‌هاي مؤثر در بهره‌برداري و افزايش عملکرد در زمين‌هاي شور و لب‌شور نواحي خشك و نيمه‌خشك محسوب مي‌شود (Ekis et al., 2003). شوري، تنش‌هاي اسمزي و يوني را در گياهان ايجاد مي‌نمايد (Munns et al., 2006) و دفع نمك از بافت‌هاي فتوسنتز کننده به عنوان يك مکانيزم مرتبط با تحمل به تنش شوري در تك لپه‌اي‌ها بسيار مهم و مورد توجه است (Moradi et al., 2003; Davenport et al., 2005). در بررسي مقاومت گياهان به تنش شوري، شناخت دو پارامتر ضروري است: اول، آستانه يا حداکثر شوري مجاز بدون اينکه کاهشي در محصول نسبت به شرايط غيرشور به وجود آيد و دوم اينکه، شيب يا درصد کاهش عملکرد به ازاء هر واحد افزايش شوري، بالاتر از حد آستانه باشد. برنج سطح آستانه‌اي برابر با ۳ دسي‌زيمنس بر متر دارد که از اين لحاظ گونه‌اي حساس محسوب مي‌شود و بيشترين حساسيت برنج در مرحله گياهچه‌اي است (Rayama et al., 2001). گزينش ارقام مقاوم به تنش شوري معمولاً براساس نسبت‌هاي يوني صورت مي‌گيرد. ثبات نسبت K^+/Na^+ در شرايط شور و در بعضي از

گونه‌هاي گياهي به عنوان يكي از مكانيزم‌هاي فيزيولوژيكي مهم در ايجاد مقاومت به تنش شوري مورد توجه قرار گرفته است (Sung shim, 2005). برنج از مهم‌ترين محصولات زراعي جهان بوده و از نظر ميزان توليد و سطح كشت در جهان بعد از گندم در مرتبه دوم قرار داشته و در سال ۲۰۰۳ سطح زير كشت برنج در دنيا نزديك به ۱۵۳/۵ ميليون هكتار و توليد جهاني شلتوك معادل ۵۸۹/۱ ميليون تن با ميانگين عملكرد ۳/۸ تن در هكتار بوده است (FAO, 2003).

همچنين در ايران در سال زراعي ۸۴-۱۳۸۳ طبق آخرين آمار منتشره ۶۲۸۱۰۵ هكتار برنج كشت شده كه از اين سطح، ۲۷۳۶۸۴۳ تن شلتوك با عملكرد ۴۳۵۷/۳۰ كيلوگرم در هكتار توليد شده است (Agricultural statistics, 2006). استان مازندران و گلستان ۶۵ هزار هكتار اراضي شور و قليا دارند كه به طور پراكنده از سمت جنوبي شهرك درياكنار (قسمت مركزي مازندران) شروع و تا بندر گز در سمت شرقي مازندران ادامه دارد (Saadati & Milani, 1998). آمار غير رسمي وزارت جهاد كشاورزي (۱۳۸۴) نشان داد كه ۳۰ هزار هكتار اراضي مازندران و ۶۵ هزار هكتار از اراضي شاليزاري كشور تحت تأثير تنش شوري‌اند. با توجه به موارد اشاره شده و پيشروي آب درياي خزر از يك طرف و همچنين شور بودن آب بعضي از رودخانه‌هاي فصلي و دائم، تهديد جدي را براي شور شدن شاليزارهاي مازندران به همراه دارد. بنابراين ضرورت ايجاب مي‌نمايد كه جهت شناسايي رقم‌هاي متحمل به تنش شوري از ميان ژنوتيپ‌هاي موجود در كشور، اين پژوهش انجام گرفت. هدف از اجراي اين پژوهش، بررسي و ارزيابي تحمل به تنش شوري جوانه‌زني بذر و رشد گياهچه تعدادي از ژنوتيپ‌هاي برنج ايراني و عكس‌العمل آن نسبت به غلظت‌هاي مختلف نمك با استفاده از پارامترهاي مختلف رشد، معيار گزينشي محتواي يوني و همچنين تجزيه همبستگي ساده، تجزيه رگرسيون گام به گام و تجزيه عليت براي پي بردن به آثار مستقيم و غيرمستقيم صفات گوناگون بر وزن خشك در مرحله جوانه‌زني و گياهچه‌اي براي شناسايي ژنوتيپ‌هاي متحمل به شوري و استفاده از آنها در برنامه‌هاي به‌نژادي بود.

مواد و روش‌ها

اين آزمايش در محيط كشت هيدروپونيک با استفاده از محلول كامل غذايي يوشيدا در ارديبهشت ماه ۱۳۸۵ در آزمايشگاه كشت بافت مؤسسة تحقيقات برنج كشور، معاونت مازندران (آمل) با عرض جغرافيايي ۳۶ درجه و۲۸ دقيقه شمالي و ۵۲ درجه و۲۳ دقيقه شرقي به اجرا درآمد. فاكتورهاي آزمايش به ترتيب شامل شانزده رقم و ژنوتيپ برنج: اهلمي طارم، شفق، غريب، زوارک، طارم محلي، خزر، موسي طارم، قشنگه، PSBR-C88، هيبريد بهاريک (IR58025/IR60819R)، A-7963 (نعمت)، PSBR-C84، حسن سرايي، عنبربو، گرده، تايچونگ و چهار سطح شوري (شاهد، ۴، ۸ و ۱۲ دسي زيمنس بر متر) بودند كه به صورت آزمايش فاكتوريل بر پايه طرح كاملاً تصادفي با سه تكرار مورد بررسي قرار گرفتند. به جزء ژنوتيپ‌هاي هيبريد بهار يك و 19R/ نعمتA بقيه رقم‌اند. PSBR-C84، PSBR-C88، تايچونگ و IR58025/IR80819R (هيبريد بهار يك) منشأ خارجي (IRRI) و بقيه منشأ ايراني دارند. كلية ژنوتيپ‌ها و ارقام از مؤسسه تحقيقات برنج كشور تهيه شدند.

از هر ژنوتيپ ۲۵ عدد بذر يكدست و سالم، انتخاب و به طور مجزا در ظرف‌هاي پتري با استفاده از محلول هيپوكلريت‌سديم ۵ درصد ضدعفوني سطحي شدند. پس از هر مرحله ضدعفوني، بذرها سه بار با استفاده از آب مقطر شستشو شده و سپس با قارچ‌كش ويتاواكس به نسبت دو در هزار به مدت ۱۰ دقيقه ضدعفوني شدند. براي كشت از طشتک‌هاي پلاستيكي (پلي اتيلن) به رنگ كاملاً تيره (براي جلوگيري از جلبكي شدن محيط كشت) به حجم هشت ليتر استفاده شد. جهت اجراي آزمايش، يونوليت‌هايي به ضخامت ۳ سانتي‌متر به ابعاد دهانه هر ظرف به صورت شناور انتخاب و هر كدام از آن‌ها به شانزده قسمت مجزا تقسيم گرديد كه هر قسمت محل استقرار ۲۵ عدد بذر از هر ژنوتيپ بوده است. در قسمت زيرين هر قطعه يونوليت، توري مخصوصي نصب شد تا از يک طرف، بذرها به طور مستقيم با محلول كشت مرتبط و از طرفي ديگر از سقوط آن‌ها به داخل طشتک حاوي محلول غذايي ممانعت به عمل آيد. با استقرار كامل بذر، ظرف‌هاي محتوي بذر به اتاقک رشد با ميانگين دماي ۲۵ درجه سانتي‌گراد منتقل و چهل و هشت ساعت بعد يادداشت-

برداري‌ها شروع شد. براي اندازه گيري سرعت جوانه‌زني تعداد بذرهاي جوانه زده در هر روز شمارش شد. براي تغذيه بذرها در سه روز اول با آب مقطر و پس از آن از محيط كشت يوشيدا استفاده شد. محلول غذايي در طول اجراي آزمايش هفته‌اي يک بار تعويض و با استفاده از دستگاه pH متر (مدل 744-METROHM) و NaOH و HCl، اسيديته محلول بين ۶-۵/۵ تنظيم شد. در روز هفتم تعداد بذرهاي جوانه زده شمارش شد و براساس شاخص جوانه‌زني كه خروج حداقل ۲ ميلي‌متر ريشه چه از پوسته بذر مي‌باشد؛ درصد جوانه‌زني بذر از رابطه ذيل محاسبه شد (Glenn et al., 1996):

$$PG=Ni/N \times ۱۰۰ \qquad (۱$$

كه در آن، PG = درصد جوانه زني

Ni = تعداد بذرهاي جوانه زده در روز i ام.

N= تعداد كل بذر مي‌باشند.

همچنين براي محاسبه سرعت جوانه زني از رابطه (۲) استفاده شد (Soltani et al., 2001):

$$\mathbf{Vg} = \frac{\mathbf{n_1t_1 + n_2t_2 + n_3t_3 + ...n_nt_n}}{\mathbf{N}} \qquad (۲$$

در اين رابطه V_g = سرعت جوانه‌زني بر حسب تعداد بذر در روز، n_1 = تعداد بذرهاي جوانه زده در شمارش اول، ... n_n = تعداد بذرهاي جوانه زده در شمارش n ام، t_1 = زمان شمارش اول (برحسب روز)، ... و t_n = زمان شمارش n ام (بر حسب روز) مي‌باشند. در مرحله جوانه زني، درصد و سرعت جوانه زني، طول ريشه چه و ساقه چه، وزن خشک ريشه‌چه و ساقه‌چه و وزن كل خشک گياهچه اندازه‌گيري شدند. در مرحله گياهچه‌اي پارامترهاي مختلف رشد مانند: طول ريشه و ساقه، ارتفاع گياهچه، وزن خشک ريشه و اندام هوايي، وزن خشک كل گياهچه، يون Na^+، K^+ و نسبت K^+/Na^+ در ريشه و ساقه اندازه‌گيري شدند. براي اندازه‌گيري غلظت يون‌هاي Na^+ و K^+ از طريق هضم به روش سوزاندن از سيستم‌هاي جذب اتميک و فلايم فتومتر (مدل GNVEA PSP7) استفاده شد. براي تعيين وزن خشک ريشه و اندام هوايي ابتدا نمونه‌ها در آون با دماي ۷۵ درجه سانتي‌گراد به مدت ۲۴ ساعت خشک، سپس با استفاده از ترازوي بسيار حساس (۰/۰۰۰۱ گرم) توزين شدند. براي تجزيه و تحليل داده‌ها از نرم‌افزار آماري SAS و مقايسه ميانگين تركيبات تيماري از نرم‌افزارMSTAT-C استفاده شد. مقايسه ميانگين‌هاي كليه پارامترها با استفاده از آزمون دانكن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت. براي پي بردن به آثار مستقيم و غيرمستقيم صفات گوناگون بر عملكرد زيست توده از نرم‌افزار Path Analysis استفاده شد.

نتايج و بحث

درصد جوانه‌زني

قدرت جوانه‌زني و سرعت گياهچه‌هاي ارقام مختلف در شرايط شوري مي‌تواند معيار مناسبي براي تعيين درجه مقاومت و يا حساسيت آن‌ها باشد. براساس نتايج حاصل از تجزيه واريانس، شوري و رقم بر درصد جوانه‌زني در سطح احتمال۱ درصد معني‌دار شد (جدول۱). همچنين به علت معني‌دار بودن اثر متقابل رقم و شوري بر مؤلفه نامبرده، بيشترين درصد جوانه‌زني مربوط به رقم PSBR-C88 در سطوح مختلف شوري بوده است كه با رقم‌هاي مختلف به جزء تايچونگ در سطوح بالاي شوري تفاوت معني‌داري نداشت و كمترين آن مربوط به رقم نعمت A در شوري ۱۲ دسي‌زيمنس بر متر (۱۳ درصد) بود كه بين رقم‌هاي نعمت A، هيبريد بهاريك و قشنگه تفاوت معني‌دار مشاهده نشد (درصد كاهش در رقم نعمت نسبت به شاهد ۸۰ درصد ولي هيبريد بهاريك ۷۶ درصد بوده است) (جدول ۲). دليل اين است كه تنش شوري با ايجاد سه عامل مهم و اصلي شامل افزايش پتانسيل اسمزي محلول، توليد يون‌هاي سمي و تغيير در تعادل عناصر غذايي، جوانه‌زني بذر برنج را تحت تاثير قرار مي‌دهد. ضمناً غلظت نمک و يون‌هاي تشكيل دهنده محلول، نقش مهمي در كاهش درصد جوانه‌زني دارند. نتايج بدست آمده با تحقيقات Howard et al. (1999)، Alam et al. (2001)، Main et al. (1994) و Jamil et al. (2005) كه اظهار داشته‌اند شوري درصد و سرعت جوانه‌زني را كاهش مي‌دهد و با افزايش تنش شوري بر ميزان اين كاهش افزوده مي‌شود همخواني دارد. آن‌ها بيان داشته‌اند كه در غلظت‌هاي متوسط و يا پايين شوري، كاهش پتانسيل اسمزي عامل محدود كننده جوانه‌زني است. ليكن در غلظت‌هاي بالا، سميت يوني و در پي آن افزايش جذب يون‌ها به خصوص يون Na^+ و عدم تعادل بين عناصر غذايي از عوامل مهم و ايجاد كنندة اختلال و كاهش درصد

جوانه زني محسوب مي‌شوند. بنابراين كاهش جوانه‌زني نسبت به شاهد را مي‌توان به اثرات يوني نمک و همين‌طور كاهش پتانسيل آب، نسبت داد. واضح است كه مهم ترين عامل در فرايند جوانه زني بذر، رطوبت مي‌باشد و چنانچه بذر در شرايطي قرار گيرد كه نتواند رطوبت كافي را جذب نمايد از درصد جوانه زني آن كاهش مي‌يابد. تنش شوري مانع از آن مي‌شود كه بذر بتواند رطوبت مورد نياز خود را به مقدار كافي جذب نمايد و به همين دليل، شوري را نوعي خشكي فيزيولوژيكي نيز مي‌دانند. همچنين اعلام داشته‌اند كه يون Na^+ با مختل نمودن فعاليت حياتي بذرهاي در حال جوانه‌زني علاوه بر كاهش رشد آن مانع از حفظ اختلاف پتانسيل كافي براي وارد شدن آب به بذر و اختلال متابوليسم هيدرات‌هاي كربن و فعاليت آنزيم آلفا- آميلاز در هنگام جوانه‌زني بذر در گياه برنج در اثر تنش شوري مي‌شود. ضمناً در غلظت بالاي نمک، سرعت تجزيه نشاسته كاهش بيشتري مي‌نمايد كه اين موضوع به دليل كاهش فعاليت آنزيم‌هاي α و β- آميلاز، مالتاز و انورتاز در اندوسپرم بذرهاي تحت تنش مي‌باشد. ضمناً گزارش شده است كه شوري باعث اختلال در عمل آنزيم‌هاي فسفاتاز، پيرو فسفا تاز و فيتاز مي‌شود كه اين موضوع، فسفات و انرژي قابل استفاده براي جوانه‌زني بذرها را كاهش مي‌دهد. Ujwala et al. (1990)، Vardhini et al. (2003) و Anuradha et al. (2001) نيز نتايج مشابهي را گزارش كرده‌اند.

سرعت جوانه‌زني

نتايج بدست آمده از تجزيه آماري داده‌هاي آزمايشي (جدول ۱) نشان داد كه اثر متقابل شوري و رقم بر سرعت جوانه‌زني در سطح احتمال ۱ درصد معني‌دار شد؛ به گونه‌اي كه بيشترين سرعت جوانه‌زني مربوط به رقم PSBR-C88 (شوري ۱۲ دسي‌زيمنس بر متر ۲۶/۲ درصد كاهش نسبت به شاهد) و كمترين آن مربوط به رقم هيبريد بهاريك (۸۸/۴ درصد كاهش در شوري ۱۲ دسي‌زيمنس بر متر نسبت به شاهد) بود (جدول ۲). به عبارتي تنش شوري باعث كاهش همه صفات مورد ارزيابي در اين بخش از آزمايش شد ولي نكته قابل توجه در اين آزمايش اين بود كه اين صفات در رقم‌هاي مختلف به چه صورت تغيير مي‌يابند. با بررسي سرعت جوانه‌زني آشكار شد كه در بين ارقام مورد مطالعه، بيشترين سرعت جوانه‌زني مربوط به رقم PSBR-C88 بود كه رقمي نسبتاً متحمل به شوري است و كمترين سرعت جوانه‌زني را رقم هيبريد بهاريك دارد كه رقمي حساس به شوري به حساب مي‌آيد. كاهش سرعت و درصد جوانه‌زني احتمالاً به دليل آن است كه تنش شوري علاوه بر ايجاد مسموميت در گياه باعث افزايش فشار اسمزي در محيط اطراف بذر يا ريشه گياه مي‌شود كه در اين صورت جذب آب توسط بذر و يا ريشه را با اشكال مواجه مي‌سازد و به نظر مي‌رسد كه با افزايش شوري، به دليل حضور بيشتر يون‌ها و همچنين تأثير آن‌ها بر روي نفوذپذيري غشاء و فعاليت آنزيم‌هاي مرتبط با جوانه‌زني روند ابتدايي جوانه‌زني كه همان خروج ريشه‌چه باشد با سرعت بيشتري انجام شده است. همچنين همبستگي مثبت و بسيار معني‌داري ($r=۰/۹۶^{**}$) بين صفت نامبرده با درصد جوانه‌زني مشاهده شد (جدول۳). كاهش درصد و سرعت جوانه‌زني با افزايش تنش شوري در بسياري از گياهان به ويژه غلات گزارش شده است و در بسياري از گزارش‌ها، كاهش سرعت جوانه‌زني را به دليل كاهش پتانسيل آب و كاهش دسترسي بذر به آب مرتبط دانسته‌اند (Zahidn et al., 2002).

همچنين تعدادي از محققين گزارش كرده‌اند كه علت كاهش سرعت جوانه‌زني ممكن است به دليل آن باشد كه تنش شوري علاوه بر ايجاد مسموميت در گياه باعث افزايش فشار اسمزي محيط اطراف بذر و يا ريشه گياه شده كه در اين صورت جذب آب توسط بذر يا ريشه را با اشكال مواجه مي‌سازد. بذرها براي انجام فعاليت‌هاي حياني و شروع جوانه‌زني احتياج كافي به آب دارند. چنانچه جذب آب دچار اختلال شده و يا به كندي صورت پذيرد؛ فعاليت‌هاي متابوليكي بذر به كندي انجام خواهد گرفت و مدت زمان لازم براي خروج ريشه‌چه از بذر، افزايش و سرعت جوانه‌زني كاهش مي‌يابد. Howard et al. (1999)، Alam et al. (2001) و Soltani et al. (2001) نتايج مشابهي را در گياهان مختلف گزارش كرده‌اند. Cerboncini et al. (2004) و Jamil et al. (2005) نيز اعلام كرده‌اند كه شوري باعث افزايش زمان لازم براي جوانه‌زني بذر كلزا مي‌شود. Puppala et al. (1999) نيز موارد فوق را تاييد و اعلام كرده‌اند كه با كاهش پتانسيل آب در محيط اطراف بذر، بذر مدت زمان

بیشتري نیاز دارد تا بتواند آب مورد نیاز خود را جذب کرده و فرایندهاي متابولیکي و فیزیولوژیکي مرتبط با جوانه‌زني را انجام دهد. Mehra & Powell (2003) در آزمایشي روي بذرهاي کلزا دریافتند که شوري، منجر به کاهش سرعت جوانه‌زني ولي در شرایط کنترل با آبگیري مجدد بذرها، باعث افزایش سرعت، درصد جوانه‌زني و بنیه بذر مي‌گردد.

جدول۱- خلاصه تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورد ارزیابي ارقام مختلف برنج در سطوح مختلف شوري در مرحله جوانه‌زني

منابع متغیر (S.O.V)	درجه آزادي (df)	درصد جوانه‌زني	سرعت جوانه‌زني	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	وزن خشك ریشه‌چه	وزن خشك ساقه‌چه	وزن خشك کل گیاهچه
رقم (V)	۱۵	۴۳۰۰/۰۶۵**	۹۷/۸۰۴**	۲/۶۹۱**	۱/۵۴۶**	۰/۰۸۶**	۰/۳۷۴**	۰/۷۸۱**
شوري (S)	۳	۱۳۳۶۵/۰۳۴۷**	۳۸۲/۲۱۲**	۸/۶۶۳**	۶/۲۴۷**	۰/۴۹۶**	۱/۵۷۸**	۳/۶۸۰**
اثر متقابل رقم و شوري (V×S)	۴۵	۲۶۳/۵۷۵**	۵/۵۴۶**	۰/۱۳۲**	۰/۲۴۸**	۰/۰۲۲**	۰/۰۴۳	۰/۰۹۵**
خطاي آزمایش	۱۲۸	۳۵/۸۲۸	۱/۰۰۸۷	۰/۰۲۳	۰/۰۴۳	۰/۰۰۰۹	۰/۰۰۵	۰/۰۰۶۱
ضریب تغییرات (درصد)	-	۸/۸۷۷	۱۲/۳۸۸	۱۴/۲۴۴	۱۳/۲۵۷	۱۲/۶۷۹	۱۲/۹۶۵	۹/۷۶۶

**: بیانگر اختلاف معني‌دار در سطح یك درصد.

جدول ۲- نتایج مقایسه میانگین‌هاي اثر متقابل تنش شوري و رقم بر صفات اندازه‌گیري شدة در مرحله جوانه‌زني

شماره	ژنوتیپ	صفات / شوري dsm^{-1}	درصد جوانه‌زني	سرعت جوانه‌زني (تعداد در روز)		طول ریشه‌چه (سانتي‌متر)		طول ساقه‌چه (سانتي‌متر)		وزن خشك ریشه‌چه (ميلي‌گرم)		وزن خشك ساقه‌چه (ميلي‌گرم)		وزن خشك کل گیاهچه (ميلي‌گرم)	
۱	اهلمي طارم	شاهد	۹۳/۳۳	a-f	۱۱/۳۹	ef-i	۲/۳۶۰	jklm	۱/۹۲۷	g-k	۰/۳۵۳۰	efg	۰/۶۸۰۰	gh-n	۱/۰۳۳	ghi
		۴	۸۱/۳۳	g-k	۹/۸	jklm	۰/۷۱۰۰	tu-xy	۱/۶۴۷	h-s	۰/۱۶۰۰	qrst	۰/۵۴۰۰	n-x	۰/۷۰۰۰	pqr
		۸	۵۸	o-r	۵/۷	stuv	۰/۵۴۷۰	wx-z[\]^-	۱/۵۶۷	j-t	۰/۲۴۰۰	klmn	۰/۴۷۳۳	tu-z[	۰/۷۱۳۰	opqr
		۱۲	۴۹/۳۳	r-t	۴	vwxy	۰/۳۸۷۰	]^-	۱/۰۵۳	u-z	۰/۰۷۳۰	xyz[	۰/۳۱۳۳	\]^-	۰/۳۸۷۰	wx
۲	شفق	شاهد	۹۸/۶۶	ab	۱۴/۶	abcd	۱/۱۴۰	lm-pq	۱/۳۰۷	q-x	۰/۳۴۰۰	fg	۰/۵۵۳۳	m-w	۰/۸۹۳۰	i-n
		۴	۸۵/۳۳	d-i	۱۲/۱۳	efgh	۱/۳۳۳	jklm	۱/۸۶۷	g-m	۰/۱۸۰۰	o-s	۰/۵۸۶۷	k-u	۰/۷۶۷۰	n-q
		۸	۸۷/۳۳	b-h	۱۱/۷۳	fghi	۰/۸۶۰۰	qr-v	۱/۸۴۰	g-m	۰/۱۴۰۰	r-v	۰/۵۰۶۷	o-y	۰/۶۴۷۰	q-t
		۱۲	۸۱/۳۳	ghijk	۹/۶۶۷	jklmn	۰/۹۱۳۰	qr-u	۱/۳۴۰	p-w	۰/۱۹۳۰	n-r	۰/۴۱۳۳	w-z[\]	۰/۶۰۷۰	rst
۳	غریب	شاهد	۹۳/۳۳	a-f	۱۱/۴۷	ghij	۱/۳۸۷	jkl	۱/۹۹۳	e-i	۰/۳۷۳۰	def	۱	b	۱/۳۷۳	bc
		۴	۸۴	e-j	۱۰/۲۰	ijklm	۰/۶۸۷۰	tu-z[\	۱/۹۴۷	f-j	۰/۲۲۷۰	klmmo	۰/۷۰۰۰	g-l	۰/۹۲۷۰	h-l
		۸	۶۸	lmno	۷/۶۶	opqrs	۰/۷۴۷۰	st-x	۱/۷۴۰	g-p	۰/۱۶۰۰	qrst	۰/۴۸۰۰	s-z	۰/۶۴۰۰	qrst
		۱۲	۵۲	qrs	۴/۹۳۳	tuvw	۰/۳۹۳۰	[\]^-	۱/۷۶۷	g-o	۰/۱۹۰۰	n-s	۰/۴۴۳۳	u-z[\	۰/۶۳۳۰	qrst
۴	طارم زوارك	شاهد	۶۰	opqr	۷/۵۶۷	pqrs	۰/۸۰۷۰	rs-w	۱/۶۲۷	h-s	۰/۳۳۰۰	fgh	۰/۸۶۶۷	cde	۱/۱۹۷	def
		۴	۵۸/۶۷	opqr	۷/۱۳۳	pqrs	۰/۵۸۷۰	vw-z[\]^	۱/۵۰۳	l-t	۰/۱۶۷۰	p-t	۰/۶۲۰۰	j-rs	۰/۷۸۷۰	l-q
		۸	۳۱/۳۳	vwx	۳/۱۰۰	wxyz	۰/۴۰۳۰	z[\]^-	۱/۰۳۷	v-z	۰/۰۶۰۰	yz[	۰/۲۲۶۷	-	۰/۳۰۷۰	xy
		۱۲	۲۷/۳۳	wxy	۳/۰۶۷	wxyz	۰/۳۴۳۰	^-	۰/۹۲۰۰	xyz[	۰/۰۴۳۰	z[\	۰/۳۴۰۰	z[\]^-	۰/۳۷۷۰	x
۵	طارم محلي	شاهد	۶۸/۶۷	lmno	۷/۳۳۳	pqrs	۰/۹۷۳۰	pq-t	۱/۵۵۳	j-st	۰/۳۳۳۰	fgh	۰/۵۶۳۳	lm-v	۰/۸۹۷۰	i-n
		۴	۸۲/۶۷	fghijk	۸/۴۰۰	mn-q	۰/۷۰۰۰	tu-yz	۱/۷۵۳	g-p	۰/۱۲۰۰	t-x	۰/۵۶۰۰	lm-v	۰/۶۸۰۰	qrs
		۸	۶۴	mnop	۶/۴۶۷	qr-u	۰/۶۱۷۰	vw-xz[\]^	۱/۷۰۷	g-q	۰/۲۴۰۰	klmn	۰/۶۹۳۳	g-m	۰/۹۳۳۰	h-l
		۱۲	۴۰/۶۷	tuv	۳/۱۳۳	wxyz	۰/۳۴۰۰	^-	۱/۱۸۳	t-y	۰/۱۳۳۰	s-w	۰/۲۶۰۰	^-	۰/۳۹۳۰	vmx
۶	خزر	شاهد	۹۴/۶۷	abcde	۱۳/۴۷	cdef	۱/۳۷۳	jkl	۱/۷۶۰	g-p	۰/۴۸۰۰	c	۰/۷۵۳۳	e-j	۱/۲۳۳	de
		۴	۸۶/۶۷	cdefgh	۱۰/۵۳	hi-l	۰/۹۲۷۰	qr-u	۱/۷۱۳	g-q	۰/۱۴۰۰	rstuv	۰/۶۲۰۰	jk-rs	۰/۷۶۰۰	n-q
		۸	۵۷/۳۳	opqr	۶/۰۶۷	rstu	۰/۴۹۳۰	xy-z[\]^-	۱/۳۱۰	q-x	۰/۰۸۵۰	v-z[	۰/۴۴۰۰	v-z[\	۰/۵۲۵۰	t-w
		۱۲	۳۸/۶۷	tuv	۴/۶۰۰	uvwx	۰/۳۹۰۰	\]^-	۱/۴۱۳	n-v	۰/۰۰۱۰	\	۰/۴۰۶۷	xy-z[\]	۰/۴۰۸۰	u-x
۷	موسي‌طارم	شاهد	۷۷/۳۳	h-l	۷/۹۰۰	no-r	۰/۱۵۰	l-q	۱/۴۰۰	o-v	۰/۲۳۳۰	k-o	۰/۵۳۳۳	op-xy	۰/۷۶۷۰	nopq
		۴	۶۴	m-p	۷/۸۰۰	op-r	۱/۰۲۷	n-s	۱/۲۷۳	s-x	۰/۳۲۰۰	f-i	۰/۶۲۶۷	ij-qr	۰/۹۴۷۰	hijk
		۸	۳۶	uvw	۳	wxyz	۰/۴۲۷۰	yz[\]^-	۰/۹۵۳۰	w-z[	۰/۷۰۰۰	xyz[	۰/۲۹۳۳	]^-	۰/۳۶۳۰	x
		۱۲	۴۰	tuv	۲/۸۰۰	xyz	۰/۳۸۳۰	]^-	۰/۹۵۳۰	w-z[	۰/۰۳۳۰	[\	۰/۳۳۶۷	[\]^-	۰/۳۷۰۰	x
۸	قشنگه	شاهد	۶۴	mnop	۶/۲۶۷	rstu	۱/۵۰۰	h-k	۱/۶۰۰	i-s	۰/۳۳۰۰	fgh	۰/۵۲۶۷	op-xy	۰/۸۵۷۰	j-no
		۴	۶۰	opqr	۶	rstu	۰/۸۶۷۰	q-v	۱/۳۴۰	p-w	۰/۱۹۰۰	n-s	۰/۵۰۳۳	pq-xy	۰/۶۹۳۰	pqrs
		۸	۳۱/۶۷	vwx	۳/۱۳۳	wxyz	۰/۵۲۰۰	w-z[\]^-	۰/۹۲۷۰	x-z[	۰/۱۵۳۰	q-u	۰/۲۷۶۷	]^-	۰/۴۳۰۰	uvwx
		۱۲	۱۸/۶۷	yz	۱/۷۰۰	z[	۰/۲۸۰۰	-	۰/۵۸۷۰	[	۰/۰۸۰۰	w-z[	۰/۲۲۰۰	-	۰/۳۰۰۰	xy

۹	PSBR-C88	شاهد	abc	۹۷/۳۳	abc	۱۵/۲۷	b	۲/۵٦۷	bc	۲/٤۲۰	a	۰/٦۹۳۰	a	۱/۳۵۰	a	۲/۰٤۳
		٤	a	۱۰۰	abcd	۱٤/۸۰	defg	۱/۸۰۷	bcde	۲/۳۸۰	ghij	۰/۳۰۰۰	bc	۰/۹٤۰۰	de	۱/۲٤۰
		۸	abc	۹۷/۳۳	ef-i	۱۱/۹۳	efgh	۱/۷۳۷	bcdef	۲/۳۳۳	ghij	۰/۳۱۰۰	gh-m	۰/٦۸٦۷	ghij	۰/۹۹۷۰
		۱۲	abcde	۹٤/۳۷	hijk	۱۱/۲۷	ghij	۱/۵۷۳	g-r	۱/٦۹۳	de	۰/۳۹۳۰	f-k	۰/۷۲۳۳	efg	۱/۱۱۷

ادامه جدول ۲

شماره	ژنوتيپ	صفات / شوري dsm^{-1}	درصد جوانه‌زني		سرعت جوانه‌زني (تعداد در روز)		طول ريشه‌چه (سانتي‌متر)		طول ساقه‌چه (سانتي‌متر)		وزن خشك ريشه‌چه (ميلي‌گرم)		وزن خشك ساقه‌چه (ميلي‌گرم)		وزن خشك كل گياهچه (ميلي‌گرم)	
۱۰	هيبريد بهاريك	شاهد	jklm	۷۳/۳۳	pqrs	۷/۲۰۰	r-v	۰/۸٤٦۰	g-l	۱/۸۷۷	qrst	۰/۱٦۰۰	jk-st	۰/٦۱۳۳	m-pq	۰/۷۷۳۰
		٤	vwx	۳۲	no-r	۷/۹۳۳	t-z[	۰/٦۹۰۰	k-l	۱/۵۰۷	rstu	۰/۱۵۰۰	x-z[\]^	۰/٤۰۰۰	stu	۰/۵۵۰۰
		۸	xy	۲٤	wxyz	۳/۳۳۳	xyz[\]^-	۰/٤۸۰۰	v-z	۱/۰۳۳	yz[	۰/۰۵۷۰	-	۰/۲۵۰۰	xy	۰/۳۰۷۰
		۱۲	yz	۱۷	[	۰/۸۳۳۰	^-	۰/۳۳۳۰	\	۰/۱۰۷۰	m-q	۰/۲۱۰۰	'a	۰/۰۰۱۰	yz	۰/۲۱۱۰
۱۱	نعمت A	شاهد	mnop	٦۵/۳۳	hijk	۱۱/۱۳	jklm	۱/۳۳۷	c-h	۲/۰٤۷	lm-p	۰/۲۲۰۰	jk-rs	۰/٦۲۰۰	k-op	۰/۸٤۰۰
		٤	mnop	٦۵/۳۳	wxyz	۳/۳٦۷	m-r	۱/۰٦۷	j-t	۱/۵٦۰	lm-p	۰/۲۲۰۰	qr-xy	۰/٤۹٦۷	opqr	۰/۷۱۷۰
		۸	uvwx	۳۳/۳۳	wxyz	۳/٤٦۷	]^-	۰/۳۸۰۰	r-x	۱/۲۷۷	r-v	۰/۱٤۰۰	yz[\]^	۰/۳۹۳۳	tuv	۰/۵۳۳۰
		۱۲	z	۱۳	yz[	۲/۲۰۰	^-	۰/۳٤۰۰	\	۰/۰۹۳۰۰	t-y	۰/۱۱۳۰	'a	۰/۰٤۰۰	z	۰/۱۵۳۰
۱۲	PSBR-C84	شاهد	ab-g	۹۲	defg	۱۳/۲۰	defg	۱/۸۲۷	f-j	۱/۹٦۷	ijkl	۰/۲۷۳۰	hi-op	۰/٦٤٦۷	hi-m	۰/۹۲۰۰
		٤	mnop	٦۵/۳۳	opqrs	۷/٦٦۷	jklm	۱/۳٤۷	g-n	۱/۸۲۷	jklm	۰/۲٦۳۰	ij-pq	۰/٦٤۰۰	ij-n	۰/۹۰۳۰
		۸	pqr	۵٤/٦۷	qrst	٦/٦٦۷	v-z[\]^	۰/٦۰۷۰	l-t	۱/٤۸۷	u-z	۰/۱۰۰۰	[\]^-	۰/۳۳۳۳	uvwx	۰/٤۳۳۰
		۱۲	stu	٤٤	vw-y	۳/۹۰۰	w-z[\]^-	۰/۵٤۰۰	z[	۰/٦۹۷۰	v-z[	۰/۰۸۳۰	'a	۰/۱۱٦۷	yz	۰/۲۰۰۰
۱۳	حسن‌سرايي	شاهد	a	۱۰۰	ab	۱۵/٤۰	c	۲/۲٦۰	c-h	۲/۰٤۰	b	۰/۵٤۷۰	bcd	۰/۹۲٦۷	b	۱/٤۷۳
		٤	klmn	۷۲	pqrs	۷/۵۰۰	j-n	۱/۳۰۷	o-v	۱/۳٦۰	o-s	۰/۱۸۰۰	no-wx	۰/۵٤۰۰	opqr	۰/۷۲۰۰
		۸	no-r	٦۰/٦۷	pqrs	۷/٤۰۰	k-o	۱/۲۷۳	o-v	۱/۳۸۰	ijkl	۰/۲۷۰۰	rs-y	۰/٤۹۳۳	nopq	۰/۷٦۳۰
		۱۲	tuv	٤۰	stuv	۵/۷۳۳	u-z[\]	۰/٦٦۷۰	yz[	۰/۸۰۰۰	klmn	۰/۲٤۳۰	x-z[\]^	۰/٤۰۰۰	qrst	۰/٦٤۳۰
۱٤	عنبربو	شاهد	a	۱۰۰	bcde	۱۳/٦۷	de	۱/۹۹۳	bcd	۲/۳۸۷	fg	۰/۳٤۰۰	cdef	۰/۸٤۳۳	def	۱/۱۸۳
		٤	ab-g	۹۰/٦۷	ij-m	۱۰/۰۷	jklm	۱/۳۳۳	b	۲/٤۷۳	k-p	۰/۲۲۳۰	defg	۰/۸۰۰۰	ghi	۱/۰۲۳
		۸	hi-l	۷۸/٦۷	klmno	۹/۵۰۰	o-s	۱/۰۰۳	h-s	۱/٦۳۳	k-o	۰/۲۳۰۰	efghij	۰/۷۵٦۷	ghijk	۰/۹۸۷۰
		۱۲	nopq	٦۱	rstu	٦/٦۷	r-w	۰/۷۹۳۰	m-u	۱/٤٤۷	k-no	۰/۲۳۰۰	op-xy	۰/۵۳۳۳	nopq	۰/۷٦۳۰
۱۵	گرده	شاهد	abcd	۹٦	hijk	۱۱/۲۰	cd	۲/۰۷۰	e-i	۱/۹۹۳	fg	۰/۳٤۰۰	efgh	۰/۷۸٦۷	efg	۱/۱۲۷
		٤	cd-gh	۸٦/٦۷	ij-m	۱۰/۰۷	def	۱/۹۳۳	b-g	۲/۱۰۷	qrst	۰/۱٦۰۰	ef-i	۰/۷٦٦۷	hijkl	۰/۹۲۷۰
		۸	ij-m	۷٤/٦۷	pqrs	۷/۲٦۷	ijk	۱/٤٦۰	g-p	۱/۷۵۳	hijk	۰/۲۸۰۰	hi-o	۰/٦۵٦٦	hijkl	۰/۹۳۳۰
		۱۲	jklm	۷۳/۳۳	qrst	٦/۸۰۰	k-p	۱/۲٤۷	g-n	۱/۸۳۰	ghij	۰/۳۰۳۰	efghi	۰/۷٦٦۷	fgh	۱/۰۷۰
۱٦	تايچونگ	شاهد	a	۱۰۰	a	۱۵/٦۷	a	۳/۱٦۷	a	۲/۹۷۳	a	۰/۷٤۰۰	a	۱/۳۰۷	a	۲/۰٤۷
		٤	ab	۹۸/٦۷	bcde	۱۳/۷۳	cde	۲/۰۰۷	g-l	۱/۸۷۳	d	۰/٤۱۰۰	bcde	۰/۸۸۰۰	cd	۱/۲۹۰
		۸	abc	۹۷/۳۳	efgh	۱۲/٤۰	f-i	۱/٦۷۷	d-i	۲/۰۱۳	k-o	۰/۲۳۳۰	gh-mn	۰/٦۸۰۰	ij-mn	۰/۹۱۳۰
		۱۲	fg-jk	۸۲/٦۷	lmnop	۸/۹۳۳	j-n	۱/۲۹۳	gh-q	۱/۷۱۳	k-n	۰/۲٤۳۰	hi-no	۰/٦۵٦٦	ij-mn	۰/۸۹۷۰

تذكر: در هر ستون اعدادي كه داراي حروف مشتركاند در سطح احتمال ۵ درصد با يكديگر اختلاف معني‌داري ندارند.

جدول ۳- ضرايب همبستگي ساده صفات اندازه‌گيري شده در مرحله جوانه‌زني

شماره	صفت	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)	(۵)	(۶)	(۷)
۱	درصد جوانه‌زني	۱						
۲	سرعت جوانه‌زني	۰/۹٦**	۱					
۳	طول ريشه چه	۰/۸۰**	۰/۸۱**	۱				
۴	طول ساقه چه	۰/۹۲**	۰/۸٦**	۰/۷۹**	۱			
۵	وزن خشك ريشه‌چه	۰/۸۰**	۰/۸۲**	۰/۹۲**	۰/۸۱**	۱		
۶	وزن خشك ساقه‌چه	۰/۸۷**	۰/۸۳**	۰/۸۵**	۰/۹۴**	۰/۹۰**	۱	
۷	كل زيست توده	۰/۸۴**	۰/۸۰**	۰/۸۵**	۰/۹۰**	۰/۹۴**	۰/۹۹**	۱

**: در سطح يك درصد معني‌دار مي‌باشد.

طول ریشه‌چه

مقایسه میانگین اثر متقابل شوري و رقم بر طول ریشه‌چه بسیار معني‌دار شد؛ به طوري که بیشترین طول این پارامتر به ترتیب مربوط به رقم‌هاي PSBR-C88 (۳۸/۷ درصد کاهش نسبت به شاهد)، تایچونگ (۳۹ درصد کاهش نسبت به شاهد) و گرده (۳۹/۷ درصد کاهش نسبت به شاهد) و کمترین آن مربوط به رقم‌هاي اهلمي طارم و قشنگه به ترتیب ۸۳/۶ و ۸۱ درصد کاهش نسبت به شاهد بود که با رقم هیبرید بهاریك تفاوت معني‌داري داشته‌اند (جدول۲). نتایج بدست آمده با گزارش Mer et al. (2000) مطابقت دارد. آن‌ها بیان داشته‌اند که طول ریشه گیاهان زراعي مختلف با افزایش تنش شوري کاهش مي‌یابد و علت کاهش رشد گیاهچه‌هاي جوان را در سطوح مختلف شوري به دلیل کاهش شدید جذب آب توسط گیاه مرتبط دانسته‌اند که به واسطه کاهش پتانسیل آب در اطراف ریشه، توسط نمك ایجاد مي‌شود. وقتي پتانسیل آب محیط پایین باشد؛ با نمك‌هاي محلول در سلول انباشته شده که منجربه کاهش پتانسیل آب سلول مي‌گردد. این عمل به سلول امکان مي‌دهد که حتي در پتانسیل‌هاي پایین آب نیز فرآیندهاي زیستي خود را انجام داده و به وظایف خود عمل نماید. Alam et al. (2001)، Nuran et al. (2002) و Zahid et al. (2000) اعلام داشته‌اند که کاهش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در ارقام مختلف برنج با افزایش تنش شوري ممکن است به علت کاهش یون Ca^{2+} و افزایش یون Na^{+} در پارامترهاي نامبرده باشد.

طول ساقه‌چه

شوري و رقم بر طول ساقه‌چه بسیار معني‌دار شد ($P < 0.01$) (جدول ۱). همچنین به علت معني‌دار بودن اثر متقابل شوري و رقم بر مؤلفه نامبرده در سطح احتمال ۱ درصد، حداکثر طول ساقه‌چه مربوط به رقم‌هاي گرده (۱۷/۹ درصد کاهش نسبت به شاهد) و خزر (۱۹/۷ درصد کاهش نسبت به شاهد) بودند که با افزایش تنش شوري پارامتر مورد مطالعه نسبت به سایر ارقام کاهش کمتري یافتند. اما بیشترین تأثیر شوري بر روي رقم‌هاي نعمت و هیبرید بهاریك بود که میزان کاهش طول ساقه‌چه به ترتیب ۹۵ و ۹۴ درصد شاهد بود (جدول ۲). Mer et al. (2000) و Munns et al. (1986) نتایج مشابهي را گزارش داده‌اند. آن‌ها اعلام کرده‌اند که تنش شوري رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه را کاهش داد و با افزایش غلظت نمك میزان کاهش بیشتر شد. Siosemardeh et al. (2003) بیان داشته‌اند؛ ارقامي که الگوي تسهیم مجدد مواد ذخیره‌اي در دانه را بتوانند در راستاي تولید ریشة طویل‌تر و کارآمدتر سوق دهند مي‌توانند از تحمل به شوري بیشتري برخوردار باشند. بنابراین بذوري که در شرایط آزمایشگاه، ریشه‌هاي طویل‌تر و با وزن بیشتري تولید نمایند؛ احتمالاً در مرحله جوانه‌زني نیز تحمل به شوري بیشتري خواهند داشت. نتایج بدست آمده در این آزمایش در رابطه با حساس‌تر بودن طول ریشه‌چه نسبت به ساقه‌چه با یافته‌هاي Munns et al. (1986) مطابقت نداشت؛ زیرا این محققین حساس‌تر بودن اندام هوایي را گزارش کرده‌اند. Diego et al. (2004) اعلام داشته‌اند؛ افزایش انتقال یون Na^{+} از ریشه به ساقه و برعکس، بلوکه کردن یون Na^{+} در ریشه و افزایش نسبت K^{+}/Na^{+} در ساقه در تحمل گیاه به تنش شوري نقش مهمي دارند.

وزن خشک ریشه‌چه

وزن خشك ریشه‌چه، تحت تأثیر اثر متقابل سطوح مختلف شوري و رقم در سطح احتمال ۱ درصد قرار گرفت (جدول۱) به طوري که بیشترین وزن خشك ریشه‌چه مربوط به رقم‌هاي گرده، عنبر بو، PSBR-C88 و شفق (به ترتیب میزان کاهش آن ۱۰/۹، ۳۲، ۴۳ و ۴۳/۲ درصد نسبت به شاهد) و کمترین وزن خشك ریشه‌چه به رقم‌هاي هیبرید بهاریك و خزر تعلق داشت که میزان کاهش آن در شوري ۱۲ دسي‌زیمنس بر متر به ترتیب ۹۹/۷ و ۹۹/۵ درصد شاهد بود (جدول ۲). نتایج بدست آمده با گزارش‌هاي Ekis et al. (2003) و Akita et al. (1990) مطابقت دارد. آن‌ها اعلام داشته‌اند که علت این امر ممکن است از نظر فیزیولوژیکي کاهش بیشتر انتقال مواد غذایي از لپه‌ها به محور جنین باشد و عواملي که در واقع سرعت رشد محور جنیني را تحت تأثیر قرار دهند بر تحرك مواد غذایي و انتقال آن از لپه‌ها به محور جنیني نیز اثر مي‌نماید. نتایج Zeng & Shannon (2000) دلیل بر تأیید موارد فوق است. Diego et al. (2004) و Munns (2002) بیان کرده‌اند که رقم‌هاي متحمل به شوري داراي مکانیسم‌هاي مقاومتي نسبت به تنش شوري‌اند؛ زیرا سلول‌هاي این گیاه در شرایط تنش، آب بیشتري را جذب مي‌نمایند تا پتانسیل آب‌شان نسبت به شرایط محیط کاهش ننمایند و افزایش محتوي آب سلول‌ها را مي‌توان

يكي از دلايل افزايش وزن گياه دانست.

وزن خشك ساقه‌چه

براساس تجزيه واريانس (جدول۱) علاوه بر اثرهاي اصلي، اثر متقابل شوري و رقم بر وزن خشك ساقه‌چه در سطح احتمال ۱ درصد معني‌دار شد. با افزايش تنش شوري وزن خشك ساقه‌چه در رقم‌هاي مختلف كاهش يافت به گونه‌اي كه كمترين كاهش به ترتيب به رقم‌هاي گرده، شفق (۲/۵ و ۲۵/۳ كاهش نسبت به شاهد) و بيشترين كاهش به رقم‌هاي هيبريد بهاريك و نعمت (به ترتيب ۹۹/۸ و ۹۳/۵ درصد كاهش نسبت به شاهد) اختصاص داشت كه با ساير ارقام تفاوت معني‌دار بود (جدول ۲) كه بين تيمارهاي هيبريد بهاريك، نعمت A و PSBR-C84 تفاوت معني‌داري مشاهده نشد. همانطوري كه مشاهده شد افزايش هدايت الكتريكي محلول بر توليد وزن خشك ريشه‌چه و ساقه‌چه اثر كاهشي داشته ولي تأثير آن بر وزن خشك ريشه‌چه بيش از وزن خشك ساقه‌چه بوده است و اين همان مفهوم بيان شده در مورد طول ريشه‌چه و ساقه‌چه را منعكس مي‌سازد. Diego ،(2003) Ekis et al. ،(1990) Akita & Cabuslay et al. (2004) دلايل كم و بيش مشابه ريشه‌چه را مطرح كرده‌اند. نتايج تقريباً مشابهي نيز در مورد برنج توسط Janrdhan et al. (1982) بيان شده است. كاهش وزن خشك اندام‌هاي مختلف گياه در اثر شوري در اكثر مطالعات نيز گزارش شده است؛ به طوري كه در بسياري از مطالعات به عنوان شاخص اصلي تحمل به تنش شوري از آن استفاده شده و تحمل به شوري براساس آن تعريف مي‌گردد (Schatchman, 1991).

وزن خشک کل گياهچه

نتايج بدست آمده از تجزيه واريانس نشان داد كه علاوه بر اثرهاي اصلي، اثر متقابل شوري و رقم بر وزن خشك كل گياهچه در سطح احتمال ۱ درصد معني‌دار شد (جدول۱). ارقام نسبت به تنش شوري واكنش‌هاي متفاوتي نشان دادند. بعضي از ارقام از جمله شفق (۳۲ درصد كاهش نسبت به شاهد)، عنبر بو (۳۵/۵ درصد كاهش نسبت به شاهد) و PSBR-C88 (۴۵/۳ درصد كاهش در مقايسه با شاهد) از نظر وزن كل خشك در برابر شوري واكنش كمتر اما بعضي از رقم‌هاي ديگر مانند نعمت (۸۱/۷ درصد كاهش نسبت به شاهد)، PSBR-C84 (۷۸ درصد كاهش نسبت به شاهد) و هيبريد بهاريك (۷۲/۷ درصد كاهش نسبت به شاهد) واكنش شديدتري نشان داده‌اند به گونه‌اي كه ميزان اين كاهش بيشتر از ساير ارقام بود (جدول ۲) كه نتايج حاصله با پژوهش‌هاي Jamil et al. (2005) مطابقت دارد. اينان بيان داشته‌اند كه با افزايش تنش شوري مكانيزم‌هاي فعال داخل بذر در رقم متحمل كمتر دچار اختلال مي‌گردد. آنچه مسلم است اين است كه بذرها بعد از جذب آب و جوانه زدن قبل از اينكه برگ‌هاي اوليه خود را در معرض نور خورشيد قرار داده و عمل فتوسنتز را انجام دهند از مواد غذايي اندوخته شده در اندوسپرم براي خروج ريشه‌چه و ساقه‌چه استفاده مي‌نمايند. نكته ديگري كه بايد به آن اشاره كرد اين است كه رقم متحمل، بالاترين مقدار وزن خشك ريشه‌چه، ساقه‌چه و طول ريشه‌چه و ساقه‌چه را از خود نشان داد و در شرايط گلخانه نيز داراي بيشترين وزن خشك زيست توده بود و يا به عبارتي ديگر مي‌توان گفت كه رقم متحمل بهتر توانست از شرايط محيطي و ذخاير آبي استفاده نمايد. گزارش شده است كه همزمان با افزايش تنش شوري، درصد زيادي از آمينواسيدهاي موجود در بذر مصرف مي‌گردد، در صورتي‌كه اين مقدار مصرف در سلول‌هاي ژنوتيپ غيرمقاوم خيلي كمتر است. Akita et al. ،(1990) Dionisio et al. (2000) و Godfrey et al. (2004) اظهار داشته‌اند كه با افزايش شوري، وزن خشك كل زيست توده در بسياري از گياهان به ويژه برنج كاهش مي‌يابد و احتمالاً اثر منفي شوري بر روي گياهان، برانگيزنده پتانسيل اسمزي در محيط كشت مي‌گردد. بنابراين سلول‌هاي ريشه نمي‌توانند آب مورد نياز را از محيط كشت دريافت و به سمت اندام هوايي انتقال دهند. بهر حال در گياهان جذب بسياري از مواد غذايي معدني حل شده در آب از طريق شوري محدودكننده است. رشد و توسعه گياهان زراعي در محيط شور به دليل ايجاد اختلال در فرآيندهاي متابوليسمي بازدارنده مي‌شود كه در نهايت منجر به كاهش توليد كل وزن خشك گياهچه مي‌گردد.

اثر شوري بر شاخص‌هاي رشد در مرحله گياهچه‌اي طول ريشه

براساس نتايج بدست آمده از تجزيه واريانس علاوه بر شوري و رقم (جدول ٤) اثر متقابل تنش شوري و رقم در سطح احتمال ۱ درصد معني‌دار شد، به طوري كه افزايش

تنش شوري بر روي صفت مورد مطالعه در رقم‌هاي PSBR-C84 و عنبر بو تأثيري نداشت ولي در شوري ۱۲ دسي‌زيمنس بر متر طول ريشه در رقم‌هاي اهلمي طارم ۲/۳ درصد، گرده ۹/۴ درصد، حسن‌سرايي ۱۰/۴ درصد، طارم محلي و PSBR-C88 به ترتيب ۱۷/۱ و ۱۷/۸ درصد كمتر از شاهد بود. اما بيشترين تأثير شوري بر روي رقم هيبريد بهاريك بود كه نسبت به شاهد ۹۲/۵ درصد كاهش نشان داد (جدول۵). نتايج بدست آمده با گزارش‌هاي Veinberg et al. (1984) و Wilkinson (1994) مطابقت دارد. آن‌ها اعلام كردند كه ژنوتيپ‌هاي متحمل، يون‌هاي سمي به ويژه يون Na^+ را در ريشه ذخيره مي‌نمايند و به طور نسبي از انتقال آن به ساقه جلوگيري به عمل مي‌آورند، ولي در ژنوتيپ حساس موضوع كاملاً برعكس است. همچنين كاهش رشد ريشه در اثر شوري از يك طرف به علت افزايش رشد ساقه نسبت به ريشه مرتبط مي‌باشد كه در اين صورت آب بيشتري همراه با مواد غذايي مناسب از خاك جذب شده و به تبع آن مواد غذايي بيشتري نيز در اندام هوايي گياه ذخيره مي‌گردد. از طرف ديگر افزايش تجمع يون‌هاي سمي مانند Na^+ و تقسيم و توزيع آن در قسمت‌هاي مختلف ريشه، شرايط رشد را براي ساقه و اندام هوايي بيشتر مهيا مي‌سازد (Main et al., 1994).

طول ساقه

براساس نتايج حاصل از تجزيه واريانس شوري، رقم و اثر متقابل شوري و رقم بر طول ساقه در سطح احتمال ۱ درصد معني‌دار شد (جدول ٤). طول ساقه تحت تأثير اثر متقابل تنش شوري و رقم قرار گرفت و نتايج نشان داد كه با افزايش تنش، طول ساقه ارقام نيز كاهش يافت؛ به گونه‌اي كه كمترين كاهش به رقم‌هاي گرده (۳۵/٤ درصد كاهش نسبت به شاهد) و عنبر بو (۳۹/۲ درصد كاهش نسبت به شاهد) و بيشترين كاهش طول ساقه به رقم هيبريد بهاريك (۷٦/۳ درصد كاهش نسبت به شاهد) اختصاص داشت كه در مقايسه با ساير ارقام تفاوت معني‌دار است (جدول۵). نتايج فوق مورد تأييد Shepherd et al. (2002) و Huang (2000) است. آن‌ها گزارش كرده‌اند كه تنش‌هاي غيرزنده از جمله شوري و خشكي بيشتر از هر عامل محيطي ديگري رشد گياهچه را محدود مي‌نمايد و وقتي رخ مي‌دهد كه خروج آب از گياه به واسطه فرآيند تعرق، بيشتر از جذب آن از طريقه ريشه باشد و يا اينكه انباشت و تجمع يون‌هايي مانند Na^+ در سيتوپلاسم شرايط را براي سميت يوني فراهم مي‌آورد. در ارتباط با كاهش طول ساقه در اثر تنش شوري محققيني چون Wais (1985) و Mer (2000) اعلام كرده‌اند كه رشد ريشه عموماً نسبت به ساقه بيشتر ولي رشد ساقه و يا اندام هوايي كمتر تحت تأثير شوري قرار خواهد گرفت.

ارتفاع گياه

اثر متقابل شوري و رقم بر ارتفاع گياه در سطح احتمال ۱ درصد معني‌دار شد (جدول ٤). معني و مفهوم آن اين است كه رقم‌هاي مختلف از نظر ارتفاع گياه در اثر تنش شوري واكنش‌هاي متفاوتي نشان دادند؛ به گونه‌اي كه اين صفت در كليه ارقام با افزايش تنش، كاهش يافت. در بعضي از ارقام، از جمله قشنگه و موسي طارم شيب كاهشي آن بيشتر از ديگر ارقام بود. اما نتايج نشان داد كه بيشترين كاهش ارتفاع گياه به رقم‌هاي هيبريد بهاريك (۷۱ درصد كاهش نسبت به شاهد) و نعمت (۷۰ درصد كاهش نسبت به شاهد) و كمترين كاهش آن به رقم‌هاي غريب، گرده، طارم زوارك (به ترتيب؛ ٤۱، ٤۳ و ٤٦ درصد كاهش نسبت به شاهد) اختصاص داشت (جدول ۵). نتايج فوق با تحقيقات Moradi (2002) و Mer et al. (2000) مطابقت دارد. آن‌ها گزارش كردند كه رشد ريشه عموماً نسبت به اندام هوايي، بيشتر تحت تأثير شوري‌اند. نتايج بدست آمده نشان‌دهنده آن است كه كاهش ارتفاع گياهچه ممكن است به دليل رشد پايين ناشي از تنش اسمزي ايجاد شده از طريق غلظت بالاي نمك در منطقه ريشه باشد. تحت شرايط تنش شوري، تجمع مواد محلول در قسمت‌هاي مختلف اندام هوايي، نشان‌دهنده انطباق گياه براي تنظيم اسمزي است. در اين شرايط گياهان به منظور تنظيم پتانسيل اسمزي سلول‌هاي خود از دو مكانيسم تجمع عناصر معدني و تركيبات آلي از جمله قندها استفاده مي‌نمايند. افزايش نمك در گياه ممكن است باعث مختل شدن رشد شود در حالي كه تركيبات آلي، غيرسمي بوده و رشد گياهچه را تقويت مي‌نمايد. Moradi (2002) و Siosemardeh et al. (2003) به نقل از بيزل و پيتمن موارد فوق را تأييد نمودند.

جدول ٤- خلاصه تجزيه واريانس (ميانگين مربعات) پارامترهاي مورد ارزيابي گياهچه ارقام برنج در سطوح مختلف شوري

منابع تغيير (S.O.V)	درجه‌آزادي (df)	طول ريشه	طول ساقه	ارتفاع بوته	سطح برگ	وزن خشك ريشه	وزن خشك اندام‌هوايي	غلظت يون Na^+ در ريشه
رقم (V)	١٥	٢٢/٤٢٦**	١٧/٦٩٠**	١٣٤/٦٠٥**	٤/٨٠٦**	١/٣٥٣**	١٢/٧٩١**	٧٠٢٩٥٣٣٥٣/٩٧**
شوري (S)	٣	٢٢/٥٨٢**	١٥٤/٧٣٦**	١٣٤٥/١٣٤**	٢١٠/٢٧٦**	٧/٠٢١**	١٣١/٦٧٩**	٢٧٠٠٤٥٧٥٧٥٤/٥١**
اثر متقابل رقم و شوري(V×S)	٤٥	٣/٦٦٣**	١/٧٥٨**	١٣/٢٥٧**	٠/٩٨١**	٠/٢٩١**	٢/٠٩٢**	٦٢٠٨٨٣٤٠٥/٨٤**
خطاي آزمايش	١٢٨	٠/٥٥٦	٠/٤٠٢	٢/٦٠٢	٠/٢٢٨	٠/٠٦٢	٠/٥٢١	٨٩٥٩٩١٧/١٩
ضريب تغييرات (درصد)	-	١١/٣٢٣	١٢/٨٠٣	١٠/٢٣٥	١٤/٣١٢	١٢/٠٤٨	١١/٧٢٢	٧/٤٨٢

تبصره: **، بيانگر اختلاف معني‌دار در سطح يك درصد مي‌باشد.

ادامه جدول ٤

منابع تغيير (S.O.V)	درجه‌آزادي	غلظت يون Na^+	غلظت يون K^+	غلظت يون K^+	نسبت K^+/Na^+	نسبت K^+/Na^+	وزن‌خشك كل
رقم (V)	١٥	٤١٦٩٩٣٢١٨/٢٧**	٤٥٧٤٦٨٨٩/٦**	٢٠٤٦١٤٧٤٧/٦٨**	٠/٤٤٥٤**	٤/٤١٧**	٢٠/٥٥٣**
شوري (S)	٣	١٧٠٥٠٥٧٢٤٦٩/٨**	٢٢١٩٦١٠٤٠/٩٨**	١٧٨٧٤٧٨٧٣/٩١**	٥٣/٩٤٧٧**	٥٥٢/٠٦٣**	١٩٧/٣٢٥**
اثر متقابل رقم و شوري (V×S)	٤٥	١٨٤٦٢٠٣٣٦/٠٨**	١٤١٣٦٧٢٨/٣٣**	٢٩٤٠٠٨٤٦/٥٨**	٠/٢٩٠٥**	٢/٦٣١**	٣/٤٤٥**
خطاي آزمايش	١٢٨	٥٧٨٦٤٨١/٥٣	٧٣٠٢٠٧/٢٨	٢٢٤٨٤٠٣/٢٧	٠/٠٢١٦	٠/٢٧٤	٠/٦٥٠
ضريب تغييرات (درصد)	-	٧/٨٧٣	٨/٥٧٧	٧/٢٩٨	٢٠/٢٤٧	٢٣/٢٦٢	٩/٧٩٦

سطح برگ

براساس نتايج بدست آمده از تجزيه واريانس (جدول٤) اثر متقابل اثرهاي اصلي بر سطح برگ در سطح احتمال ١ درصد معني‌دار شد؛ به گونه‌اي كه بيشترين سطح برگ مربوط به رقم‌هاي گرده، طارم محلي و PSBR-C88 (به ترتيب ٤٩/٦، ٥٧/٥ و ٦١/٥ درصد كاهش در مقايسه با شاهد) و كمترين سطح برگ به رقم‌هاي حسن‌سرايي، تايچونگ (به ترتيب ٨٦/٥ و ٨٦ درصد كاهش در مقايسه با شاهد) تعلق داشت كه نشان دهندة حساسيت بعضي از ارقام نسبت به تنش شوري است. در نتيجه افزايش تنش شوري كاهش سطح برگ ارقام را به دنبال داشت كه در بعضي از رقم‌ها احتمالاً به دليل ساز و كارهاي مناسب در محيط شور مي‌تواند تحمل مناسب‌تري را ايجاد نمايد (جدول٥) و رقم متحمل احتمالاً مواد غذايي خود را بيشتر صرف ساخت برگ‌ها نموده و نيز نسبت سطح برگ خود را بيشتر از وزن برگ افزايش خواهد داد. بنابراين مي‌توان نتيجه‌گيري كرد كه چنانچه رقم نامبرده در مراحل بعدي رشد به همين منوال پيش برود، به دليل اختصاص انرژي خود براي توليد برگ‌ها جهت تشكيل منبع وسيع‌تري براي فتوسنتز مي‌تواند عملكرد مناسب‌تري در شرايط عادي و تنش شوري داشته باشد. اين نتايج مشابه گزارش بدست آمده توسط .Jamil et al (2005) در گياه كلزا، و .Mer et al (2000) در گياه جو مي‌باشد. مطالعات گذشته نشان داده شد كه تنش شوري باعث كاهش سطح برگ در گياهان زراعي به ويژه كلزا مي‌شود. كاهش رشد گياه و تجمع ماده خشك به كاهش سطح برگ و فتوسنتز گياه بر اثر تنش شوري نسبت داده مي‌شود. برخي از محققين كاهش سطح برگ در اثر شوري را علت اصلي كاهش فتوسنتز مي‌دانند. همچنين نشان داده شده است كه تنش شوري باعث كاهش آسيميلاسيون CO_2 و فعاليت ريبولوز١ و ٥- بيس فسفات كربوكسيلاز در غلات مي‌گردد (Jamil et al., 2005; Popova et al., 1995).

وزن خشک ريشه

براساس تجزيه واريانس، شوري و رقم بر وزن خشك ريشه بسيار معني‌دار شد ($P<0.01$) (جدول۴). همچنين به علت معني‌دار بودن اثر متقابل شوري و رقم بر مؤلفه نامبرده در سطح احتمال ١ درصد، وزن خشك ريشة ارقام با افزايش شوري كاهش يافت (جدول ٥). مقايسه ميانگين نشان داد كه در بين ارقام مورد مطالعه رقم‌هاي شفق (١/٣ درصد كاهش نسبت به شاهد)، موسي طارم (١٢/٤ درصد كاهش نسبت به شاهد)، عنبر بو و تايچونگ (به ترتيب ٢١/٦ و ٢٤/٥ درصد كاهش) بيشترين مقدار وزن خشك ريشه را به خود اختصاص دادند. اما كمترين وزن خشك ريشه مربوط به رقم‌هاي هيبريد بهاريك و نعمت (به ترتيب ٦٢ و ٦٨ درصد كاهش نسبت به شاهد) بود. با توجه به نتايج فوق، ريشه هيبريد بهاريك و نعمت در مقايسه با ساير ژنوتيپ‌ها از نظر صفت مورد مطالعه، حساسيت بيشتري نسبت به NaCl نشان دادند. نتايج فوق با تحقيق .Janrdhan et al (1982) كاملاً هماهنگ است. آنها علت كاهش وزن خشك گياهچه برنج را در شرايط

شوري، به كاهش شديد جذب توسط ريشه گياه، مربوط دانسته‌اند كه از طريق كاهش پتانسيل آب در اطراف ريشه توسط غلظت ناشي از نمك NaCl ايجاد مي‌گردد. همچنين با افزايش پتانسيل اسمزي در اثر تنش شوري علاوه بر كاهش در طويل شدن سلول، حجم آن نيز كاهش مي‌يابد و با كاهش رشد ريشه در اثر شوري يا خشكي، وزن خشك آن نيز كاهش مي‌نمايد. افزايش نسبت طول ساقه (اندام هوايي) به ريشه در پاسخ به تنش شوري در گندم و جو توسط Mer et al. (2000) و Rawson (1986) گزارش شده است. آن‌ها بيان داشته‌اند؛ گياهاني كه ريشه قوي‌تري دارند؛ در برابر شوري، اين نسبت كاهش بيشتري مي‌يابد مثل گياه هالوفيت *Aeluropus Lagopoides* به دليل ساختار آناتوميكي خاص ريشه، كمتر تحت تأثير قرار مي‌گيرد (Gulzar et al., 2001).

وزن خشك اندام هوايي (كاه و كلش)

براساس نتايج بدست آمده از تجزيه واريانس، علاوه بر شوري و رقم، اثر متقابل رقم و تنش شوري بر پارامتر نامبرده در سطح احتمال ۱ درصد معني‌دار شد (جدول ٤) به گونه‌اي كه بيشترين وزن خشك اندام هوايي مربوط به رقم‌هاي شفق، خزر، طارم محلي و غريب (به ترتيب؛ ۲۶/۸، ۳۰/۵ و ۳۲/۳ درصد كاهش نسبت به شاهد) بود كه با رقم PSBR-C88 و ساير ارقام تفاوت معني‌دار بود و كمترين صفت مورد بررسي در مورد رقم‌هاي نعمت و هيبريد بهاريك (به ترتيب ۸۴/۷ و ۵۹/۴ درصد كاهش نسبت به شاهد) اختصاص داشت. ضمناً نتايج نشان داد كه شوري ۸ دسي‌زيمنس بر متر بر روي صفت مورد مطالعه در رقم هيبريد بهاريك جدي‌تر از شوري ۱۲ دسي‌زيمنس بر متر بود (جدول۵). محققين بيان داشتند كه كاهش رشد اندام هوايي در پاسخ به تنش شوري، عامل اصلي كاهش تعداد برگ‌ها در محور اصلي بوده و از رشد جوانه‌هاي جانبي نيز جلوگيري مي‌نمايد. به اين ترتيب اين مرحله از رشد در شرايط تنش شوري در مقايسه با عملكرد دانه بيشترين محدوديت را در غلات (برنج) ايجاد مي‌نمايد. اين پديدة مهم سبب كاهش پنجه‌زني و در پي آن منجر به كاهش درصد سنبلچه‌ها در واحد سطح مي‌گردد. با افزايش تنش شوري، كاهش پتانسيل اسمزي و در نتيجه كاهش طول ساقه در مرحله گياهچه‌اي، منجر به كاهش وزن خشك اندام هوايي مي‌گردد (NSW, 2000). نظر برخي از محققين حاكي از آن است كه تجمع ماده خشك، حاصل ميزان فتوسنتز در واحد سطح فتوسنز كننده گياه مي‌باشد و تنش شوري با تأثير بر اين پارامتر، به طور مستقيم باعث كاهش ماده خشك مي‌شود و گونه‌هاي متحمل، توانايي حفظ بالاي اين پارامتر را دارا مي‌باشند (Croser et al., 2001; Pichoni et al., 2001).

غلظت يون سديم (Na^+) در ريشه

علاوه بر اثرهاي اصلي، اثر متقابل شوري و رقم بر غلظت يون Na^+ در ريشه در سطح احتمال ۱ درصد معني‌دار شد (جدول٤). مقايسه ميانگين نشان داد (جدول ۵) كه با افزايش تنش شوري، يون Na^+ در ريشه افزايش يافت. بيشترين يون Na^+ در ريشه به رقم‌هاي PSBR-C88 (۸۸۵۷۰ ميلي‌گرم) و غريب(۷۲۵۹۰ ميلي‌گرم) و كمترين آن به رقم‌هاي هيبريد بهاريك (۳۲۷۸۰ ميلي‌گرم)، عنبر بو (۳۳۳۷۰ ميلي‌گرم) اختصاص داشت كه در شوري ۱۲ دسي‌زيمنس بر متر اتفاق افتاد به طوري كه با ساير ارقام تفاوت معني‌دار بود (جدول۵). دليل تجمع بالاي يون Na^+ در ريشه‌هاي اين رقم ممكن است به عنوان مكانيزمي براي تحمل باشد كه اولاً، پتانسيل اسمزي را جهت جذب آب توسط ريشه‌ها تنظيم و نگهداري نمايد. ثانياً گسترش و يا انتشار يون Na^+ در اندام هوايي را محدود نمايد. هم چنين بررسي‌هاي انجام شده بر غلظت يوني گياهچه‌هاي برنج نشان داد كه در گونه‌هاي متحمل به تنش شوري، يون Na^+ در ريشه انباشته شده و يا اگر يون Na^+ به ساقه يا اندام هوايي گياه انتقال يابد؛ به دنبال مكانيزم حذف[1] مجدداً به طرف ريشه بر مي‌گردد تا از بروز سميت اين يون (Na^+) در اندام هوايي خود كه منبع اصلي و عمده توليد فرآورده‌هاي غذايي در گياه است؛ جلوگيري به عمل آورد. نتايج بدست آمده با گزارش‌هاي Renault et al. (2001)، Mehmet et al. (1999) و Ashraf et al. (2004) مطابقت دارد. عده‌اي ديگر از پژوهشگران اعلام داشته‌اند كه سرعت انتقال پايين يون‌هاي Na^+ و Cl^- در ژنوتيپ‌هاي متحمل، تحت تنش شوري به خاطر ارتباط كنترل مناسب‌تر سيستم جذب ريشه توسط اين يون‌ها است كه نمك يا سديم بيشتري را در خود ذخيره‌سازي مي‌نمايد و اصولاً در ريشه‌ها، جريان يون‌ها به ويژه يون Na^+ رو به بيرون[2] و در فضاي بيروني اطراف آنها مي‌باشند (Wang et al., 2006; Orooj et al., 2006).

1. Exclusion mechanism
2. efflux

جدول ۵- نتايج مقايسه ميانگين‌هاي اثر متقابل تنش شوري و رقم بر صفات اندازه‌گيري شده در مرحله گياهچه‌اي

شماره	ژنوتيپ	صفات / شوري dsm^{-1}	طول ريشه (سانتي‌متر)		طول ساقه (سانتي‌متر)		ارتفاع گياه (سانتي‌متر)		سطح برگ (سانتي‌مترمربع)		وزن خشك ريشه (ميلي‌گرم)		وزن‌خشك‌اندام‌هوايي (ميلي‌گرم)		غلظت يون Na^+ در ريشه (ميلي‌گرم)
۱	اهلمي طارم	شاهد	۵/۹۷۳	mn-u	۸/۰۹۳	cde	۲۵/۸۵	bcd	۵/۹۱۳	bcde	۲/۲۰۰	gh-op	۷/۷۲۷	cd-hi	٤۰۰۷	z
		٤	۵/۸۵۳	no-u	٦/۰٦۷	h-m	۱۹/۹۵	hijkl	۳/۹۹۳	ijklm	۲/۰۲۷	jkl-qr	۷/۰٤۰	ef-lm	۷۹۳٤۰	c
		۸	٦/۰۸۷	lm-u	٤/۰۱۰	r-y	۱۳/٤۳	tu-z	٤/۰۱۰	r-y	۱/۷٦۰	pq-tu	۵/۹٦۷	lm-st	٤۱۱۱۰	rst
		۱۲	۵/۸۳۳	no-u	۳/۲۸۰	x-z[\]^	۱۰/۳۲	z[\]^	۳/۲۸۰	x-z[\]^	۱/۷۵۳	pq-tu	٤/۳٤۷	uv-y	٤۹۰۵۰	klmno
۲	شفق	شاهد	۷/٤۸۰	bc-m	۵/۸۲۰	i-p	۱۸/۵۷	jk-o	۵/۲۸۳	efgh	۲/٤۹۳	de-ij	٦/٤۲۰	hi-pq	۷۲۸۷	z
		٤	٦/٦۵۳	fg-pq	۳/۸٦۷	st-z	۱۵/٤٤	op-uv	۲/۸۹۳	nopq	۲/۲۵۳	gh-op	٦/۹۲۷	fg-mn	۵۳۱٦۰	hijkl
		۸	۷/۲۵۳	cd-mn	۲/۱۹۰	^-	۱۱/۹۷	wx-z[\]	۱/۸۹۳	rs-yz	۲/٤٤۰	de-kl	٦/٦۰۰	hi-op	۵٦۱۰۰	hi
		۱۲	۷/٦۷۳	bc-jk	۲/٦۲۰	z[\]^	۹/۲۹۳	\]^-	۱/۱۹۷	xyz[	۲/٤٦۰	de-jk	٤/۷۰۰	tu-x	٤۳۲۳۰	pqrs
۳	غريب	شاهد	۵/٤۰۷	qr-u	۸/۵۲۰	bcd	۲۱/۰۲	abc	۵/۳۵۰	a	۲/۵۳۳	cd-hi	۸/۵۸۷	bc	٤۲۷۳	z
		٤	٤/۹۹۳	stu	٦/٤٤۰	f-j	۲۷/۷۹	fghi	٤/۸٤۰	fghi	۲/۱۷۳	gh-op	۸/٤۸۰	bcdc	۳٤۸۲۰	uvw
		۸	۵/۰۱۳	rstu	۵/۵۹۰	i-n	۲۳/۲۳	defg	۳/۱۹۷	lmno	۲/۳۲۷	ef-mn	٦/۹۰۰	fg-mn	٤۷۵٤۰	lmnopq
		۱۲	۳/۱۷۰	v	۵/۰۰۷	l-t	۱۲/۳۹	v-z[\	۱/۳۲۰	vwxyz[	۲/۱۳۰	hi-op	۵/۲۱۳	pq-uv	۷۲۵۹۰	d
٤	طارم زوارك	شاهد	۶/۵۰۷	hi-pq	۷/۳۱۳	efg	۲۱/۰۵	gh-k	۵/۸٦۰	bcde	۲/۰۷۳	ijk-pq	٦/۸۲۷	fg-n	۵۸۸۷	z
		٤	٦/۲۰۰	kl-tu	۵/۸٦۰	i-o	۱۸/۵۷	jk-o	٤/۱۲۰	ijk	۱/۹۱۳	mn-rs	٦/۷۳۳	fg-no	٤۱۹۳۰	qrs
		۸	٦/۹۲۷	de-op	۵/۱۰۰	k-s	۱٤/۸۹	pq-w	۲/۵۰۳	nop-s	۱/۷۸۰	op-tu	۵/۷۲۷	lm-u	٦۲۰۳۰	fg
		۱۲	٦/۲۲۷	jk-tu	۳/۱٦۷	x-z[\]^	۱۱/۳۳	yz[\]	۱/٤۲۷	uv-yz[	۱/۳۱۳	uvmx	۳/٦۹۷	wxyz	٤۹۲٤۰	klmno
۵	طارم محلي	شاهد	۷/۸۲۷	bc-hi	۹/۳۲۰	ab	۲۵/۰۷	bcde	۶/۰۳۷	bcde	۲/۰٤۳	ij-qr	۷/۰۰۷	f-m	۵۰۰۰	z
		٤	۷/۱۳۳	cde-o	۷/۲٤۰	e-h	۱۹/۳۱	ij-m	٤/۰۳۳	ijkl	۱/۸٤۰	no-st	٦/۹۲۰	f-n	٤۰٤۳۰	rst
		۸	٦/۷۲۷	fg-pq	٤/۵۳۳	q-w	۱٤/٦۷	qr-x	۱/۷۷۷	rs-z[	۱/۸۲۰	no-st	۵/۳۵۳	op-v	۸۷٦۳۰	b
		۱۲	٦/٤۸۷	hi-r	۳/۷۱۳	u-z[	۱۳/۲۰	uv-z[	۱/۷۳۷	rs-yz[	۱/۵۸۷	qr-uv	٤/۷٤۰	st-x	۳۹۲۰۰	rstur
٦	خزر	شاهد	۵/٦۸۰	op-tu	٦/۱۸۷	g-l	۱۵/۷۳	op-u	۵/۹۱۷	bcde	۲/۳۱۳	ef-mn	۵/۳۷۰	op-uv	۵۹۵۷	z
		٤	۵/۵۷۳	pq-u	٦/۰۲۰	i-m	۱۵/۸۰	no-tu	٤/۷۰۷	ghij	۱/۸٤۷	no-st	٦/٦۸۰	gh-no	۲۷۵۹۰	y
		۸	٦/۹۸۰	de-op	٤/۱۰۷	r-y	۱۲/۱۳	w-z[\]	۱/٦۱۳	st-yz[	۱/۷۸۰	op-tu	٤/۵٦۰	tu-wx	٦۷۹٤۰	de
		۱۲	٦/٤۳۷	hi-rs	۲/٤۹۳	[\]^	۸/۲۲۷	^-''a	۰/۹۳۷۰	[	۱/۷٤۷	pq-tu	۳/۷۳۰	wxyz	٤۰۱۷۰	rstu
۷	موسي‌طارم	شاهد	۸/۳٦۷	bcd	۱۰/۰۱	a	۲۷/٦۳	ab	۶/۲۳۰	bcd	۲/۱۷۳	gh-op	۸/۱۲۰	cdef	۵۲۷۷	z
		٤	۷/۲٦۰	cd-n	۵/۲۲۰	jk-r	۱۷/۲۳	lm-r	۳/۱۱۰	mnop	۱/۹۲۷	mn-rs	٦/۲۷۳	jk-qr	۳۱٦٦۰	wxy
		۸	۷/۷۳۳	bc-j	٤/۲٦۰	rs-y	۱۳/۵٤	st-y	۲/۲۰۷	pq-uv	۲/۱۱۳	hi-op	۵/۵۰۷	no-tu	۳۸۸۰۰	stuv
		۱۲	٦/۰۰۷	mn-u	۳/۵۰۰	v-z[\	۱۰/۰۷	[\]^	۰/۹۹۰۰	z[	۱/۹۰۳	mn-rs	٤/۸۵۳	rs-x	۵۲۵۷۰	hi-lm
۸	قشنگه	شاهد	۹/۹۸۰	abc	۹/۹۸۰	abc	۲۷/۳	abc	۶/۲٤۰	bcd	۲/۲۱۳	gh-op	۸/۰٦۰	cdefg	٦۵۳۳	z
		٤	۵/۹٤۰	i-n	٦/۲۷۳	j-u	۱۹/۸۸	hi-l	۴/۷۲۰	ghij	۱/۹۲۷	mn-rs	۷/۵۲۷	cd-jk	٤۷۷۲۰	lm-op
		۸	٤/۹٦۰	tu	٤/۳٤۰	rs-x	۱۱/٦۲	xyz[\]	۲/۱۰۷	qr-wx	۱/۵۷۳	qr-uv	۵/۰۸۷	qr-vm	٦۷۹۳۰	de
		۱۲	٤/۸۲۰	u	۳/۰۵۷	yz[\]^	۹/۱۲۷	]^-	۰/۹۷۷۰	z[	۱/۲۰۷	vwx	۳/٤۵۳	xyz	۵۵۳۷۰	hij

ادامه جدول ۵

شماره	ژنوتیپ	صفات / شوري dsm^{-1}	طول ریشه (سانتي‌متر)		طول ساقه (سانتي‌متر)		ارتفاع گیاه (سانتي‌متر)		سطح برگ (سانتي‌مترمربع)		وزن خشك ریشه (ميلي‌گرم)		وزن‌خشك‌اندام‌هوايي (ميلي‌گرم)		غلظت یون Na^+ در ریشه (ميلي‌گرم)	
۹	PSBR-C88	شاهد	۱۰/۰۲	a	۹/۷۰۰	a	۲۹/۱۵	a	٦/٤۹۳	abc	۳/۸۱۳	a	۱۰/۱۵	a	٦٦۳۸	z
		٤	۷/۹۸۰	bc-h	۷/۵۵۳	def	۲۳/۲۳	defg	۵/٦۲۳	cdef	۲/٦۰۰	cd-gh	۸/۷٤۷	bc	۵٦۰۳۰	hi
		۸	۸/۲۹۳	bcde	۵/۰۸۷	lm-s	۱۸/۳۵	kl-o	۳/۲۱۳	lmno	۲/۲۷۳	fg-no	٦/۸۱۳	fg-mn	۱۲۴۹۰۰	a
		۱۲	۸/۲٤۰	bcde	٤/٦۹۳	n-v	۱٤/۳۵	rs-y	۲/۵۰۰	no-rs	۱/۸۹۳	mn-rs	۵/۰۰۷	qr-vm	٦٦۷٦۰	ef
۱۰	هیبریدبهاریك	شاهد	۸/۸۹۳	ab	۵/٦۰۰	ij-pq	۱۷/۸۳	lm-p	٦/۲۵۷	fghi	۲/۵۷۷	cd-n	٤/۸۲۷	fghi	۵۳۹۱	z
		٤	۲/٤۱۰	vW	۰/۹۰۷۰	\	٦/۲۳۳	'ab'	۲/۱۰۳	qr-wx	۱/۱۲۰	vwx	۳/۱٤۰	yz	۲۸٤۳۰	xy
		۸	۱/۳٦۷	wx	٤/٤۵۰	b'	۱/۱٦۷	-\	۱/۱٤۷	yz[	۰/۹۲۷۰	x	۱/۷۵۳	[	٤۳۸۱۰	op-s
		۱۲	۰/٦٦	x	۱/۳۲۷	-\	۵/۳۳۳	'ab'	۱/۳۰۷	uw-z[	۰/۹۷۷۰	x	۲/۵٦۰	z[	٤۲۷۸۰	p-s
۱۱	نعمت A	شاهد	۷/۸۲۷	bc-i	٦/۷٤۰	fghi	۲۲/٤۳	e-h	٦/٦۱۰	ab	۳/۳۵۳	b	۱۰/۰۰	a	۷٤٤٦	z
		٤	۵/۷٤۰	op-u	۳/۸۰۰	tu-z	۱٤/۲٦	rs-xy	۳/۳٦۷	klmn	۲/۳۹۷	de-qr	۵/۹۸۷	lm-st	۲۷۹۸۰	y
		۸	٦/۸۰۰	ef-q	۳/٦٤۰	uv-z[\	۱۳/٦۷	st-y	۲/۱٤۷	qr-vw	۲/۰۰۰	jk-lm	۵/۵٤۰	no-tu	۵۱۸۵۰	ij-m
		۱۲	۳/۱۷۳	v	۲/۲۲۷	]^-	٦/٦٦۷	'ab'	۱/۰۲۰	z[	۱/۰٦۰	wx	۱/۵۳۳	[	۵٤٦۵۰	hijk
۱۲	PSBR-C84	شاهد	۸/٤۸۰	bc	۵/۸٤۷	ij-o	۱۸/۸۷	ij-n	۵/۲۹۰	efgh	۲/۷۸۰	cde	۸/٤۲۷	bcde	۵۳۵۵	z
		٤	۸/۰۲۰	bc-fg	۵/۱۰۰	kl-s	۱٦/٦٦	mn-s	۳/۹٦۳	ijklm	۲/۵۹۰	cd-gh	۷/۰۹۳	def-kl	٤۰۳۸۰	rst
		۸	۸/٤۸۰	bc	۳/٤۵۳	vw-z[\]^	۱۱/۹۹	wx-[\]	۱/٤۲۰	vwxyz[	۱/۹۰۷	mn-rs	۵/۹٦۰	lm-st	۳۵۵۸۰	tuvw
		۱۲	۸/۹۰۰	ab	۳/۱۷۳	x-z[\]^	۷/۷۷۰	^-''a	۰/۸۳۳۰	[	۱/۵۵۷	rs-v	٤/۰۳۳	vwxy	۵۳٦۸۰	hijk
۱۳	حسن‌سرایي	شاهد	۷/٤٦۰	bc-m	٦/٤٤۰	fghij	۱۹/۸۹	hi-l	۷/۲٦۷	a	۱/۹۹۳	jk-rs	۷/۸٤۰	cd-gh	٦۲٦٦	z
		٤	٦/٤۷۳	hi-rs	۵/۸۰۷	ij-p	۱۷/٤۹	lm-q	٤/٤٦۷	hij	۱/۹٤۰	lm-rs	٦/۳۱۳	ij-pq	۳٤۲۲۰	vw
		۸	٦/۹٦۰	de-p	۳/٦۷۰	u-z[\	۱۳/۷۵	st-y	۲/٤۲۰	op-st	۱/۵٤۷	rs-v	٤/۷٦۰	st-x	٤٤٤۸۰	no-s
		۱۲	٦/٦۸۷	f-pq	۳/۷۲۰	u-z[	۱۰/۳۷	z[\]^	۰/۹۷۷۰	z[	۱/۳٦۷	tu-x	۳/٦۸۷	wxyz	٦۸۹۸۰	de
۱٤	عنبربو	شاهد	۶/۵٦۰	gh-q	۷/۵٤۰	def	۲٤/۱٦	cdef	٦/۵۲۰	abc	۲/۷٤۷	cdef	۹/۵۸۷	ab	۷۹۲٤	z
		٤	٦/٤۰۰	i-t	٦/۳٤۰	gh-k	۲۱/۳۰	f-k	۵/٤۱۰	defg	۲/۵۳۳	cd-i	۸/۵٦۷	bc	٤۰۹٦۰	rst
		۸	۵/۱۰۷	kl-rs	۷/۵۳۳	b-kl	۱٦/۵۵	mn-t	۲/٦۵۷	no-r	۱/۹٦۷	kl-rs	٦/۷٤۰	fg-no	۸۰۸۷۰	c
		۱۲	٦/۷۱۳	f-q	٤/۵۸۷	pq-v	۱۲/۱٦	w-z[\]	۱/۹۸۳	qr-y	۲/۱۵۳	gh-p	۵/٦۲۷	mn-u	۳۳۳۷۰	wx
۱۵	گرده	شاهد	۸/۸۱۳	ab	٤/٦۸۷	o-v	۱٤/٤۷	q-y	۳/۱٤۰	lmno	۲/۸۵۳	cd	۸/۷٦۰	bc	٤۰۰٤	z
		٤	۷/۸۸۷	b-i	۳/۵۸۷	u-z[\	۱۳/٤۰	tu-z	۲/۵۲۰	no-s	۲/٦۵۰	cdefg	۸/٤۰۷	bcde	٦۵٦٦۰	ef
		۸	۸/۱۲۰	bc-f	۲/٤٤۰	\]^	۹/٦۸۰	\]^	۱/۵۸۳	st-z[	۱/۹۹۷	jk-qr	٦/۱۵۳	kl-rs	۵۸۰۷۰	gh
		۱۲	۷/۹۸۰	bc-h	۳/۰۲۷	yz[\]^	۸/۲٦۰	^-''a	۱/۰۰۷	z[	۱/٤۹۳	stuvw	۵/۲۲۷	pq-v	٤۹۹۱۰	jk-n
۱٦	تایچونگ	شاهد	۸/٦۱۳	bc	٦/۵۹۳	fg-i	۲۱/٦۱	f-j	٦/٦۳۷	ab	۲/۹۸۷	bc	۷/۵٦۰	cd-jk	٦۰۳۱	z
		٤	٦/۵۸۷	g-q	٤/۸۳۳	m-u	۱٦/۹۱	l-r	۳/۸۸۳	jklm	۲/٤۷۳	de-ij	۷/٦٦۷	cd-ij	٤٤۵٤	no-rs
		۸	۵/٦٤۷	o-u	۳/۳۰۷	w-z[\]^	۱۲/۰۸	w-z[\]	۱/۵٤۰	tu-z[	۲/۱۸۰	gh-p	٤/٦۲۰	tu-x	٤٤۷۰۰	no-r
		۱۲	۵/٤۹۳	p-u	۳/۰۷۳	yz[\]^	۹/۹۱۳	\]^	۰/۹۱۳	[	۲/۲۵۳	gh-p	٤/۲۹۳	u-y	٤۷۲۷۰	mn-q

در هر ستون اعدادي كه حروف مشترك دارند در سطح احتمال ۵ درصد با يكديگر اختلاف معني‌داري ندارند.

ادامه جدول ۵

شماره	ژنوتيپ	صفات / شوري dsm^{-1}	غلظت يون Na^+ در ساقه (ميلي‌گرم)		غلظت يون K^+ در ريشه (ميلي‌گرم)		غلظت يون K^+ در ساقه (ميلي‌گرم)		نسبت K^+/Na در ريشه		نسبت K^+/Na در ساقه		وزن خشك كل بوته (ميلي‌گرم)	
۱	اهلمي طارم	شاهد	۲۷۸۶	z	۱۰۰۷۰	klmno	۲۲۲۶۰	fg-nop	۲/۵۳۰	c	۸/۰۷۷	bcd	۹/۹۲۷	ef-k
		٤	۲۵۵۷۰	wxy	۱۰۰۲۰	klmno	۲۳۲۳۰	fg-jk	۰/۱۲۷۰	j	۰/۹۱۷۰	i	۹/۰۶۷	hi-op
		۸	٤٤۰۶۰	ghij	۱۰۱۸۰	jklmn	۲۳۱۶۰	fg-kl	۰/۲٤۸۰	hij	۰/۵۲۸۰	i	۷/۷۲۷	op-tu
		۱۲	۲۷۰۹۰	vwxy	۸۱۹۰	qr-xyz	۲۷۷۱۰	bc	۰/۱۶۷۰	j	۱/۰۲۳	i	۶/۱۰۰	vwxy
۲	شفق	شاهد	۳۵۵۸	z	۱۳۷۷۰	d	۱۰۶۱۰	[\	۱/۸۹۸	f	۲/۹۸۹	h	۸/۹۱۳	ij-pq
		٤	۵۳۱٤۰	de	۳٤٤۵	^	۵۲٤۱	]	۰/۰۶۵۰۰	j	۰/۰۹۹۰۰	i	۹/۱۸۰	gh-no
		۸	۵۲٤۶۰	de	۷۸۱۶	st-z[	۱۸۲۶۰	rs-wx	۰/۱٤۱۰	j	۰/۳٤۸۰	i	۹/۰٤۰	hi-op
		۱۲	۶۰۱۱۰	c	٤۵۶۲	]^	۹۸٤۸	\	۰/۱۰۶۰	j	۰/۱۶٤۰	i	۷/۱۶۰	rs-uv
۳	غريب	شاهد	۳۱۵٤	z	۱۲۷۵۰	de-h	۲٤۹۷۰	cd-hi	۲/۹۹۵	b	۷/۹۳٤	cde	۱۱/۱۲	cdef
		٤	۲۷۱۰۰	vwxy	۷۸۷۲	st-xy	۱۸۳۷۰	rs-wx	۰/۲۲۶۰	ij	۰/۶۷۹۰	i	۱۰/۶۵	defg
		۸	۳۶۸۷۰	mn-q	۸۹۷۷	op-st	۱۶۳۷۰	vwxy	۰/۱۹۰۰	ij	۰/٤٤۷۰	i	۹/۲۲۷	gh-no
		۱۲	٤۵۱۶۰	gh-i	۷۲۳۰	w-z[	۱۷۰۹۰	uv-y	۰/۱۰۰۰	j	۰/۳۷۹۰	i	۷/۳٤۳	qr-uv
٤	طارم زوارك	شاهد	۳۲۵۷	z	۱۱۲۰۰	hi-m	۲۰۲٤۰	lm-t	۱/۹۱۳	f	۶/۲۳۸	f	۸/۹۰۰	ij-pq
		٤	۳۲۶۱۰	qrst	۷٤۹۱	tu-z[	۱۸۷۸۰	rs-w	۰/۱۷۹۰	j	۰/۵۸۲۰	i	۸/۶٤۷	jk-qr
		۸	۵۱۹۱۰	de	۶٤۸۳	[\	۲۱۰۰۰	jk-pqr	۰/۱۰۵۰	j	۰/٤۰۶۰	i	۷/۵۰۷	pq-uv
		۱۲	٤۰۹۱۰	hi-lm	۷۳۸۸	uv-z[	۱۵۰۱۰	yz	۰/۱۵۱۰	j	۰/۳۶۷۰	i	۵/۰۱۰	xyz
۵	طارم محلي	شاهد	۳۲۶٤	z	۱۳٤٤۰	d	۲۵۱۲۰	cd-g	۲/۷۱۲	c	۷/۷۳۱	cde	۹/۰۵۰	hi-op
		٤	۲٤۶۲۰	y	۱۱۶۳۰	fg-jk	۱۹۷۷۰	n-tu	۰/۲۸۶۰	hij	۰/۸۰۳۰	i	۸/۷۶۰	ijk-qr
		۸	۵۰۱۱۰	ef	۷۵۳۶	tu-z[	۲۲۷۳۰	fg-m	۰/۸۶۰۰	j	۰/٤۵٤۰	i	۷/۱۷۳	rstuv
		۱۲	۳۳۰۲۰	qrst	۶۵۸۳	z[\	۲۰۸۶۰	jk-qr	۰/۱۶۸۰	j	۰/۶۳۲۰	i	۶/۳۲۷	uvwx
۶	خزر	شاهد	۳۰۵۱	z	۱۳۲۱۰	def	۲۶۲۱۰	bcde	۲/۲۱٤	de	۸/۶۸۳	bc	۷/۶۸۳	op-uv
		٤	۲۹۶٤۰	tu-m	۸۳۹٤	pq-xy	۱۱۶۳۰	no-tu	۰/۳۰۹۰	hij	۰/۶۶۷۰	i	۸/۵۲۷	kl-qr
		۸	۳۸٤۹۰	k-o	۹۱۵۷	op-st	۱۵۶۹۰	xy	۰/۱۳۵۰	j	۰/٤۰۸۰	i	۶/۳٤۰	uvwx
		۱۲	٤۵۲۸۰	gh	۷۶۶۲	tu-z[	۱۹٤٤۰	pq-u	۰/۱۹۲۰	ij	۰/٤۳۲۰	i	۵/٤۷۷	wxyz
۷	موسي‌طارم	شاهد	۲۷۸۰	z	۱۸۵۲۰	a	۲۸۶۵۰	ab	۳/۵۱۳	a	۱۰/٤۰	a	۱۰/۲۹	de-i
		٤	۳۱۵۱۰	r-v	۱۶۵۳۰	bc	۲۸٤۳۰	ab	۰/۵۲۲۰	h	۰/۹۰۱۰	i	۸/۲۰۰	mn-st
		۸	۵٤۸۰۰	d	۹۶۸۸	mn-r	۲۲۰۵۰	ij-pq	۰/۲۵۱۰	hij	۰/٤۰٤۰	i	۷/۶۲۰	op-uv
		۱۲	٤۱۷۷۰	hi-l	۹۳۵۷	no-rs	۱۹۱٤۰	qr-uv	۰/۱۸۰۰	j	۰/٤۵۸۰	i	۶/۷۵۷	tuvw
۸	فشنگه	شاهد	۵۷۱۸	z	۱۲۱۵۰	de-i	۲۰۷۰۰	kl-r	۱/۸۵۸	f	۳/۶۵۸	h	۱۰/۲۷	def-i
		٤	۳۵٤۶۰	no-r	۱۶۰۸۰	bc	۱۹۳۰۰	pq-tu	۰/۳۳۸۰	hij	۰/۵٤۸۰	i	۹/٤۵۳	g-n
		۸	٤۷۶۵۰	fg	۷۱۹۸	xyz[	۲۰۵۳۰	kl-rs	۰/۱۰۶۰	j	۰/٤۳۳۰	i	۶/۶۶۰	tuvw
		۱۲	۵٤۷۰۰	d	۸۸۰۰	op-x	۷۰۷۱	]	۰/۱۵۹۰	j	۰/۱۳۰۰	i	٤/۶۶۰	yz[
۹	PSBR-C88	شاهد	۲۹۷٤۵	z	۸۳۵۷	pq-y	۲۵۰۲۰	cd-h	۱/۲۶۰	g	۸/٤۹۵	bc	۱۳/۹۶	a
		٤	۳۱۵۲۰	rs-v	۷۰۰۵	yz[\	۲٤۰۹۰	ef-i	۰/۱۲۶۰	j	۰/۷۶۸۰	i	۱۱/۳۵	cde
		۸	۲۵۵۳۰	wxy	٤۸۹۰	]^	۲۷۱۶۰	bcd	۰/۰۳۹۰۰	j	۱/۱۰۹	i	۹/۰۸۷	hi-p
		۱۲	۳۰۷۳۰	stuv	۵٤۸۶	\]	۲٤۳۹۰	de-i	۰/۰۸۲۰۰	j	۰/۸۰۲۰	i	۶/۹۰۰	s-w
۱۰	هيبريدبهاريك	شاهد	۳۲۳۹	z	۱۸۵۱۰	a	۱۷۰۱۰	uv-y	۳/٤۶۵	a	۵/۲۵۸	g	۸/۸۶۳	i-q
		٤	۳۰٤٤۰	s-v	۶۸٤۹	yz[\	۱۲۵۶۰	z[	۰/۲٤۱۰	hij	۰/٤۱۳۰	i	٤/۲۶۰	z[
		۸	۵۰۹۶۰	def	۱۱۷٤۰	df-j	۱۲۷۵۰	z[	۰/۲۷۱۰	hij	۰/۲۵۰۰	i	۲/۶۸۰	\
		۱۲	۷۷۰۹۰	a	۱۱۳۲۰	h-l	۱۲۶۶۰	z[	۰/۲۶۷۰	hij	۰/۱۶٤۰	i	۳/۵۳۷	[\

ادامه جدول ۵

شماره	ژنوتيپ	صفات غلظت يون Na^+ در ساقه (ميلي‌گرم) / شوري dsm^{-1}		غلظت يون K^+ در ريشه (ميلي‌گرم)		غلظت يون K^+ در ساقه (ميلي‌گرم)		نسبت K^+/Na در ريشه		نسبت K^+/Na در ساقه		وزن خشك كل بوته (ميلي‌گرم)
۱۱	نعمت A	شاهد	z	٤٦٦٠	c	١٥٤٠٠	a	٣٠٦٣٠	def	٢/٠٨١	f	٦/٦٣٧	ab	١٣/٣٥
		٤	tu-x	٢٩٢٤٠	de	١٣٣٣٠	de-i	٢٤٣٥٠	hi	٠/٤٨١٠	i	٠/٨٣٥٠	kl-rs	٨/٣٨٣
		٨	m-q	٣٦٨٠٠	i-n	١٠٨٦٠	fg-no	٢٢٥١٠	ij	٠/٢١٠٠	i	٠/٦١٧٠	pq-uv	٧/٥٤٠
		١٢	k-o	٣٨٧٠٠	d-h	١٢٧٢٠	mn-tu	١٩٩٤٠	hij	٠/٢٣٤٠	i	٠/٥١٨٠	\	٢/٥٩٣
۱۲	PSBR-C84	شاهد	z	٢٩٥٣	ef-j	١١٧٦٠	hi-pq	٢٢٠٩٠	de	٢/١٩٦	de	٧/٥٤٧	cdef	١١/٢١
		٤	ij-m	٤٠٧٤٠	lm-q	٩٨٦٠	kl-qr	٢٠٥٨٠	hij	٠/٢٤٤٠	i	٠/٥٠٦٠	fg-m	٩/٦٨٣
		٨	l-p	٣٧٥٠٠	v-z[	٧٣٢٩	pq-tu	١٩٤٦٠	ij	٠/٢٠٦٠	i	٠/٥١٩٠	no-tu	٧/٨٦٧
		١٢	b	٦٦٣٥٠	j-no	١٠٤٢٠	wxy	١٦٠٩٠	ij	٠/١٩٤٠	i	٠/٢٤٢٠	wxyz	٥/٥٩٠
۱۳	حسن‌سرايي	شاهد	z	٢٩٤٥	b	١٦٩٦٠	bcde	٢٦٢٠٠	c	٢/٧٤٧	b	٩/٠٠٣	ef-kl	٩/٨٣٣
		٤	xy	٢٥٠٥٠	op-x	٨٧٧٠	rs-x	١٨١١٠	hij	٠/٢٥٦٠	i	٠/٧٣٢٠	lm-st	٨/٢٥٣
		٨	uv-y	٢٧٦٤٠	d-g	١٢٩٨٠	cdef	٢٥٢٠٠	hij	٠/٢٩٤٠	i	٠/٩١٩٠	uvwx	٦/٣٠٧
		١٢	rs-v	٣١٤٥٠	r-z[	٨١١٨	e-jk	٢٣٤٠٠	j	٠/١١٩٠	i	٠/٧٤٥٠	xyz	٥/٠٥٣
۱٤	عنبربو	شاهد	z	٢٦٤٩	g-kl	١١٤٥٠	e-ij	٢٣٦٦٠	g	١/٤٤٣	b	٩/٠٢٠	bc	١٢/٣٣
		٤	pq-t	٣٣٧٤٠	no-rs	٩٥٠٥	fg-n	٢٢٥٨٠	hij	٠/٢٣٥٠	i	٠/٦٧٥٠	cdef	١١/١٠
		٨	hi-kl	٤١٧٣٠	rs-z[	٨١٤٩	c-g	٢٥٠٩٠	j	٠/١٠١٠	i	٠/٦٠١٠	ij-qr	٨/٧٠٧
		١٢	lm-p	٣٧٦٤٠	tu-[\	٧٥٩٦	o-u	١٩٥٧٠	ij	٠/٢٢٨٠	i	٠/٥٢٥٠	op-tu	٧/٧٨٠
۱٥	گرده	شاهد	z	٢٨٦٥	o-tu	٩٠٧٩	d-i	٢٤٣٧٠	d	٢/٢٦٩	bc	٨/٥٦٤	cd	١١/٦١
		٤	klmn	٣٩٢٣٠	qr-xy	٨٣٢٥	g-p	٢٢١٧٠	j	٠/١٢٨٠	i	٠/٥٧٠٠	cdef	١١/٠٦
		٨	hijk	٤٢٥٦٠	no-s	٩٣٩٤	cdef	٢٥٢٥٠	j	٠/١٦٢٠	i	٠/٥٩٦٠	mn-st	٨/١٥٠
		١٢	op-s	٣٤٢٩٠	w-z[	٧٢٥٦	bcde	٢٦٣٢٠	j	٠/١٤٦٠	i	٠/٧٦٩٠	tuvw	٦/٧٢٠
۱٦	تايچونگ	شاهد	z	٢٩٩٦	ef-j	١١٧١٠	jk-qr	٢١١١٠	ef	١/٩٥٥	ef	٧/١١٦	de-h	١٠/٥٥
		٤	rstu	٣٢٠٧٠	de-hi	١٢١٩٠	s-xy	١٧٦١٠	hij	٠/٢٧٥٠	i	٠/٥٥٠٠	de-ij	١٠/١٤
		٨	jklm	٤٠٦١٠	op-w	٨٩٣١	s-xy	١٧٣٢٠	ij	٠/٢٠٠٠	i	٠/٤٢٩٠	s-w	٦/٨٠٠
		١٢	kl-op	٣٨٠٢٠	rs-z[	٨٠١٨	rs-x	١٨١٥٠	j	٠/١٧٠٠	i	٠/٤٧٧٠	t-w	٦/٦٤٧

در هر ستون اعدادي كه حروف مشترك دارند در سطح احتمال ۵ درصد با يكديگر اختلاف معني‌داري ندارند.

غلظت يون سديم (Na^+) در ساقه

روند تغييرات غلظت يون Na^+ در ساقه شبيه روند تغييرات آن در ريشه است و با افزايش نمك در محيط كشت، يون Na^+ در ساقة ارقام نيز افزايش يافت. اثر متقابل غلظت شوري و رقم بر يون Na^+ در ساقه بسيار معني‌دار شد($P<0.01$) (جدول٤) به گونه‌اي كه بيشترين مقدار غلظت يون Na^+ در ساقه مربوط به رقم هيبريد بهاريك با ميانگين ۷۷۰۹۰ ميلي‌گرم و پايين‌ترين مقدار آن به‌ترتيب مربوط به رقم‌هاي اهلمي طارم و PSBR-C88 با ميانگين ۲۷۰۹۰ و ۳۰۷۲۰ ميلي‌گرم در شوري ۱۲ دسي‌زيمنس بر متر بود كه با ديگر ارقام تفاوت معني‌داري را نشان داده است (جدول ۵). تحقيقات گذشته نشان داده است كه ژنوتيپ‌هاي حساس برنج آنهايي هستند كه ميزان جذب نمك بيشتري را داشته و يون Na^+ بيشتري را به اندام هوايي و ساقه‌ها انتقال مي‌دهند. ضمناً اگر ميزان شوري بالا باشد و گياه نيز قابليت ضعيفي براي حذف نمك داشته باشد ممكن است صدمات قابل ملاحظه‌اي طي روزهاي بعد در برگ‌هاي مسن‌تر رخ دهد. خسارت و صدمه نمك به دليل تجمع يون‌هاي Na^+ و Cl^- و يا هر دوي آنها در برگ‌هاي تنفس كننده در حد زياد مي‌باشد كه اين مقدار بيشتر از توانايي گياه جهت ذخيره‌سازي اين يون‌ها در واكوئول است. سپس اين يون‌ها در سيتوپلاسم

به سرعت تجمع يافته و از فعاليت آنزيمي ممانعت به عمل مي‌آورد و يا اينكه در ديواره‌هاي سلول، تجمع كرده و به سرعت دهيدراته مي‌شوند. در صورتي كه رقم‌هاي PSBR-C88 و اهلمي طارم احتمالاً يون Na^+ كمتري را از ريشه به سمت بخش هوايي گياه، انتقال داده است و در نتيجه از تجمع زيادي نمك در سيتوپلاسم و يا ديواره سلولي، ممانعت كرده و بخش اعظمي از آن را احتمالاً در واكوئول سلول‌هاي اندام هوايي و يا در غلاف ساقه و حتي برگ‌هاي مسن‌تر ذخيره مي‌نمايد. نتايج بدست آمده با تحقيقات Munns (2002) و Jian- Kang (2003) كاملاً مطابقت دارد. Akita et al. (1990) گزارش كرده‌اند كه با افزايش شوري تا $۱۲ds.m^{-۱}$ پس از ۸ روز تنش شوري، مقدار يون Na^+ در بخش هوايي حدود چهار برابر افزايش يافت. آنان دليل اين افزايش را با افزايش شيب غلظت سديم ارتباط داده و علت كاهش رشد ارقام مختلف را به اثرات سمي اين يون در گياه برنج مي‌دانند.

غلظت يون پتاسيم **(K^+)** در ريشه

علاوه بر معني‌دار بودن اثرهاي اصلي (جدول ٤) اثر متقابل شوري و رقم در سطح احتمال ۱ درصد بر غلظت يون K^+ در ريشه معني‌دار شد. مقايسه ميانگين نشان داد كه با افزايش تنش شوري، غلظت يون K^+ در ريشه كاهش يافت. مقدار يون K^+ در سطح شاهد عمدتاً در كليه ارقام بالا بود و به تدريج با افزايش شوري مقدار آن كاهش يافت به گونه‌اي كه پايين‌ترين مقدار آن در شوري ۱۲ دسي‌زيمنس بر متر بود. در بين ارقام مورد بررسي كمترين غلظت يون K^+ در ريشه مربوط به رقم‌هاي شفق (٤٥٦٢ ميلي‌گرم) و PSBR-C88 (٥۴۸۶ ميلي‌گرم) و بيشترين آن به رقم‌هاي نعمت (۱۲۷۲۰ ميلي‌گرم) و هيبريد بهاريك (۱۱۳۲۰ ميلي‌گرم) در شوري ۱۲ دسي‌زيمنس بر متر اختصاص داشت (جدول ٥). اين آزمايش نشان داد كه رقم‌هاي حساس و نسبتاً حساس، بيشترين و رقم PSBR-C88 به عنوان رقم متحمل، كمترين مقدار يون K^+ را در ريشه‌ها ذخيره نموده‌اند. همچنين نتايج اين تحقيق، نشان دهنده اين است كه رقم‌هاي حساس در اثر عدم توانايي مكانيزم تحمل، يون K^+ را بيشتر در ريشه‌ها ذخيره ساختند؛ در صورتي كه رقم متحمل با استفاده از مكانيزم خاصي يون K^+ را به ساقه‌ها و اندام هوايي انتقال داده تا با استفاده از مواد غيرآلي (K^+، Ca^{2+} و غيره) و آلي (گلايسين بتائين، كربوهيدرات‌ها و گاهي اوقات پرولين و غيره) بتواند تنش اسمزي را تنظيم نمايد. ديگر محققين (Taban, 2000; Mehmet et al., 1999) در ارتباط با بررسي اثر تنش شوري بر توزيع عناصر در بعضي از ارقام برنج نتايج عكس را نشان داده‌اند و گزارش نموده‌اند كه يون Na^+ در شرايط تنش شوري از جذب يون K^+ توسط ريشه جلوگيري مي‌نمايد. Moradi (2000) در بررسي واكنش ارقام مختلف برنج به تنش شوري اعلام كرد كه با اعمال تيمار شوري با استفاده از كلريد سديم، تجمع يون Na^+ در برگ‌هاي برنج افزايش مي‌يابد. همچنين گزارش داد كه در ريشه ارقام متحمل و حساس برنج، تنش شوري ميزان K^+ را كاهش و مقدار يون Na^+ را افزايش مي‌دهد. Sung et al. (2006)، Chen et al. (2005) گزارش داده‌اند كه تغييرات ژنوتيپي، پاسخ به تنش شوري در ميان ارقام مختلف جو با ظرفيت آنها نسبت به كاهش رو به بيرون يون K^+ از منطقه ريشة بالغ تحت شرايط شوري ارتباط نزديك دارد و ارقام با تحمل به شوري بالاتر، K^+-efflux پايين‌تري داشته‌اند. اندازه‌گيري ميزان K^+-efflux به عنوان يك پارامتر مورد انتخاب و قابل اطمينان براي تحمل به شوري مي‌باشد (Chen et al., 2005). Pitman (1984) اظهار كرده است كه سرعت رشد نسبي متناسب با ميزان ورود يون K^+ به ريشه و سرعت انتقال آن از ريشه به قسمت‌هاي هوايي مي‌باشد كه مي‌توان به عنوان معياري براي مقاومت به نمك مورد توجه قرار گيرد.

غلظت يون پتاسيم **(K^+)** در ساقه

غلظت يون K^+ در ساقه تحت تأثير اثر متقابل شوري و رقم در سطح احتمال ۱ درصد قرار گرفت (جدول ٤). عمدتاً غلظت يون پتاسيم در ساقة ارقام مورد مطالعه در سطح شاهد زياد بود ولي با افزايش تنش شوري مقدار آن در بسياري از رقم‌ها كاهش يافت (جدول ٥). بيشترين كاهش به ترتيب به رقم‌هاي قشنگه (در سطح شاهد ۲۰۷۰۰ ميلي‌گرم و در شوري ۱۲ دسي‌زيمنس بر متر به ۷۰۷۱ ميلي‌گرم كاهش يافت) و نعمت (از ۳۰٦۳۰ ميلي‌گرم در سطح شاهد به ۱۹۹٤۰ ميلي‌گرم در شوري ۱۲ دسي‌زيمنس بر متر كاهش يافت) و كمترين كاهش به ترتيب به رقم‌هاي PSBR-C88 (از ۲٥۰۲۰ ميلي‌گرم در سطح شاهد به ۲۴۳۹۰ ميلي‌گرم در بالاترين سطح تنش) و شفق (از ۱۰٦۱۰ ميلي‌گرم در سطح شاهد به ۹۴۴۸ ميلي‌گرم در شوري۱۲دسي‌زيمنس‌برمتر) اختصاص داشت.

دليل كاهش يون K^+ در رقم هيبريد بهاريك را مي‌توان به جايگزيني يون Na^+ به جاي يون K^+ در بافت گياه نسبت داد كه يكي از عوامل مهم ايجاد سميت مي‌باشد. ضمناً يون K^+ به دليل نقش قابل توجه‌اش در تورژسانس و توسعه سلول و همچنين به عنوان يك كوفاكتور در فعال‌سازي بسياري از آنزيم‌ها و روزنه‌ها عمل كرده و همبستگي خوبي با تحمل به شوري دارد. در صورت كاهش اين يون در شرايط شوري باعث ايجاد اختلال در رشد گياه برنج مي‌شود. نتايج حاصله با تحقيقات Kyu- Seong et al. (2003) و Garcia et al. (1997) مطابقت دارد. Cramer et al. (1994) و Chihipa et al. (1995) نيز اعلام داشته‌اند كه با افزايش ميزان تنش شوري، مقدار يون K^+ در اندام هوايي گياه كاهش مي‌يابد كه اين موضوع مي‌تواند به دليل زيادي جذب يون Na^+ باشد. گياهان غيرشور پسند مانند گندم در غلظت بالاي نمك توانايي ندارند مقدار يون K^+ را در اندام‌هاي خود ثابت نگه دارند و كاهش ميزان يون مربوطه، رشد گياه را مختل مي‌نمايد.

نسبت يون پتاسيم به سديم **(K^+/Na^+)** در ريشه

اثر متقابل شوري و رقم بر نسبت K^+/Na^+ در ريشه در سطح احتمال ۱ درصد معني‌دار شد (جدول٤). روند تغييرات نسبت K^+/Na^+ در ريشه ارقام شبيه روند تغييرات آن در غلظت يون K^+ در ريشه است. به طور كلي نسبت صفت مورد بررسي در سطح شاهد و در تمامي رقم‌هاي مورد مطالعه روند افزايشي داشت اما با افزايش تنش شوري به شدت كاهش يافت به گونه‌اي كه كمترين كاهش به رقم‌هاي عنبر بو (٨٤ درصد كاهش نسبت به شاهد) و نعمت (٨٨ درصد كاهش نسبت به شاهد) و بيشترين كاهش به رقم‌هاي غريب (٩٦ درصد كاهش نسبت به شاهد) و حسن‌سرايي (٩٥/٥ درصد كاهش نسبت به شاهد) در شوري ۱۲ دسي‌زيمنس بر متر اختصاص داشت كه با ساير ارقام به طور نسبي تفاوت معني‌دار مشاهده نشد (جدول ۵). در اين آزمايش هم‌چنين همبستگي مثبت و كاملاً معني‌داري ($r = ۰/۷۶^{**}$) بين نسبت K^+/Na^+ با يون K^+ در ريشه نشان داده شد (جدول ٦). نسبت K^+/Na^+ در حقيقت نشان دهنده رابطه آنتاگونيستي بين دو كاتيون است و دليل اين كاهش را مي‌توان با افزايش جذب Na^+ توسط ريشه در رقم متحمل برنج نسبت داد. در صورتي كه ژنوتيپ‌هاي حساس به دليل افزايش غلظت يون Na^+ در بخش هوايي خود حساسيت بيشتري داشته كه در نتيجه آن گياه توانايي حفظ اين يون در ريشه را ندارد. نتايج فوق با گزارش Akita et al. (1990) و Davenport et al. (2005) همخواني دارد. آنها گزارش كرده‌اند كه در شرايط تنش شوري انتقال و بارگيري يون Na^+ توسط آوند چوبي از سلول‌هاي ريشه به اندام هوايي در بعضي از گونه‌هاي گندم durum متحمل به شوري بسيار پايين است. همچنين در واريته ذرت متحمل به تنش شوري به نام Maverik بارگيري يون Na^+ توسط آوند چوبي براي انتقال به اندام هوايي به طور مشخص و بارزي كاهش و در نتيجه نسبت K^+/Na^+ در ريشه افزايش يافت. ضمناً Wang et al. (2006) نشان داده‌اند كه گونه‌اي از آرابيدوپسيس به نام *Thellungia halophila* در ۱۰۰ ميلي‌مولار Nacl غلظت يون Na^+ بيشتري در مقايسه با يون K^+ در ريشه باقي ماند. در صورتي كه Ashraf & Neilly (2004) باقي ماندن نسبت بالاي K^+/Na^+ را معيار مهمي در انتخاب براي مقاومت به شوري در كلزا پيشنهاد كرده‌اند.

نسبت يون پتاسيم به سديم **(K^+/Na^+)** در ساقه (اندام هوايي)

براساس تجزيه واريانس، شوري، رقم و اثر متقابل شوري و رقم در سطح احتمال ۱ درصد معني‌دار شد (جدول ٤). مقايسه ميانگين داده‌هاي ناشي از اثر متقابل شوري و رقم بر نسبت K^+/Na^+ نشان داد كه رقم موسي طارم در سطح شاهد بيشترين نسبت را به خود اختصاص داد؛ در حالي كه كمترين نسبت K^+/Na^+ در سطح شوري ٤ دسي‌زيمنس بر متر مربوط به رقم شفق بود (جدول ۵). روند تغييرات نسبت K^+/Na^+ در ساقه شبيه روند تغييرات آن در ريشه است. نسبت مورد مطالعه در كليه ارقام و در سطح شاهد بالا است وليكن با افزايش تنش شوري به شدت كاهش يافت و عمدتاً بيشترين كاهش آن در بالاترين سطح تنش اختصاص داشت. نتايج نشان داد (جدول ۵) كه كمترين كاهش نسبت K^+/Na^+ در اندام هوايي مربوط به رقم‌هاي اهلمي طارم (از ۸/۰۷۷ در سطح شاهد به ۱/۰۲۳ در سطح شوري ۱۲ دسي‌زيمنس بر متر و ۸۷ درصد كاهش نسبت به شاهد) و PSBR-C88 (از ۸/۴۹۵ در سطح شاهد به ۰/۸۰۲ در شوري ۱۲ دسي‌زيمنس بر متر و ۹۰ درصد كاهش نسبت به شاهد)

اختصاص داشت ولي بيشترين كاهش نسبت K^+/Na^+ در اندام هوايي به ترتيب به رقم‌هاي هيبريد بهاريك (۹۶/۸ درصد كاهش)، PSBR-C84 و قشنگه (با ۹۶ درصد كاهش) مرتبط بود كه با ساير ارقام تفاوت معني‌داري مشاهده نشد. همچنين همبستگي مثبت و بسيار معني‌داري ($r = ۰/۸۹^{**}$) بين نسبت K^+/Na^+ با يون K^+ در ساقه مشاهده شده است (جدول ٦). محققين نسبت K^+/Na^+ را به عنوان يك پارامتر قابل اطمينان براي تعيين تحمل به تنش شوري در گياهان زراعي مختلف مانند گوجه‌فرنگي (Dasgan et al., 2006)، پنبه (Ashraf, 2002)، برنج (Aslam et al., 2003) و گندم (Poustini & Siosemardeh, 2004; Colmer et al., 2006) گزارش كرده‌اند. از آنجايي كه يون Na^+ از جذب يون K^+ ممانعت و با آن رقابت مي‌نمايد. كاهشي كه در نسبت K^+/Na^+ ساقه با افزايش سطح شوري مشاهده مي‌شود به دليل افزايش سرعت جذب يون Na^+ نسبت به يون K^+ مي‌باشد. با توجه به نتايج بدست آمده مي‌توان افزايش نسبي نسبت K^+/Na^+ در اندام هوايي رقم PSBR-C88 را به تحمل اين رقم در شرايط شور مرتبط دانست كه با ممانعت از ورود يون Na^+ به بخش هوايي و يا با انجام مكانيزم حذف، اين نسبت تا حد امكان تعديل خواهد شد. نتايج فوق با گزارش‌هاي Munns et al. (2006) و Kurth et al. (1980) همخواني دارد. گزارش‌هاي متعددي نشان داده‌اند كه كاهش ظرفيت انتقال يون Na^+ از ريشه به بخش هوايي گياهچه در بعضي از ارقام به مقدار زياد در تحمل به سميت بالاي ناشي از كلريد سديم سهيم‌اند. ضمناً مشخص شده است كه تحمل به نمك در بعضي ارقام گندم با مقادير پايين انتقال يون Na^+ از ريشه به اندام هوايي گياه مرتبط است (Husain et al., 2004; Munng et al., 2003).

وزن خشك كل بوته

اثر متقابل شوري و رقم بر روی وزن خشك كل بوته در سطح احتمال ۱ درصد معني‌دار شد (جدول۴) به طوري كه ژنوتيپ PSBR-C88 در سطح شاهد با ميانگين ١٤ ميلي‌گرم بيشترين مقدار وزن خشك در حالي كه رقم نعمت A در شوري ۱۲ دسي‌زيمنس بر متر با ميانگين ۲/۶ ميلي‌گرم كمترين مقدار را داشت (جدول ۵). تنش شوري باعث كاهش وزن كل خشك ارقام در مرحله‌ای از رشد گياهچه‌اي برنج شد؛ به گونه‌اي كه كمترين كاهش پارامتر مورد مطالعه به رقم شفق (۱۹/۷ درصد كاهش نسبت به شاهد) و بيشترين كاهش به ترتيب به رقم‌هاي نعمت (۸۰ درصد كاهش نسبت به شاهد) و هيبريد بهاريك (۶۰ درصد كاهش نسبت به شاهد) اختصاص داشت كه با ساير ارقام تفاوت معني‌داري نشان داده است. كاهش در مقدار وزن كل خشك نيز ممكن است به دليل اثرات ثانويه تنش شوري (اثر سميت يوني) باشد زيرا كاهش در ميزان رشد به علت اثرات ثانويه نمك است نه اثر اسمزي آن. اصولاً گياهاني كه بتوانند در شرايط تنش، ميزان توليد و عملكرد خود را افزايش داده و تغييرات كمتري را از خود نشان دهند؛ مي‌توانند مطلوب باشند، زيرا قادرند با استفاده از ساز و كارهاي خاص در برابر تنش مقاومت نموده و فرآيندهاي توليد را ادامه دهند. نتايج بدست آمده با دست‌آوردهاي Munns (2005) مطابقت دارد (نقل از Zabet et al., 2003). Moradi (2002) طي گزارشي اعلام كرد كه تنش شوري باعث كاهش بيوماس ژنوتيپ‌هاي مقاوم و حساس برنج مي‌شود. ايشان بيان داشته‌اند بسياري از محققين معتقدند كه كاهش رشد تحت شرايط تنش شوري به دليل كاهش فشار تورژسانس در اثر ايجاد تنش اسمزي مي‌باشد؛ اما اينكه تنها دليل براي كاهش ناشي از شوري، فقط اين باشد؛ هنوز مشخص نشده است. Shani et al. (2005)، James et al. (2002) و Moradi & Abdelbagi (2007) گزارش كرده‌اند كه كاهش مشاهده شده در بيوماس كل گياهچه برنج، ممكن است به علت كمبود يون‌ها و تركيبات مفيد ناشي از تنش اسمزي، جهت رشد و نمو گياه باشد و علاوه بر كاهش پتانسيل تورژسانس دلايل ديگري نيز براي كاهش رشد در اثر تنش خشكي ناشي از شوري نيز وجود دارد. لذا نتيجه گرفتند كه اگر تنظيم اسمزي‌سبب تنش تورژسانس بالاتري در گياه شود؛ توسعه سلولي گياهان در شرايط تنش شوري، كمتر مي‌شود.

تجزيه عليت صفات موثر بر وزن خشك كل گياهچه در مرحله جوانه‌زني و رشد اوليه گياهچه

ضرايب همبستگي ساده ميان كليه صفات اندازه‌گيري شده در مرحله جوانه‌زني و رشد اوليه گياهچه در جدول ۳ و ۶ ارائه شده است. نتايج نشان داد كه صفاتي مانند وزن خشک ساقه‌چه، ريشه‌چه و طول ساقه‌چه بيشترين همبستگي (به ترتيب: **۹۹، **۹۴ و **۹۰ درصد) را با وزن خشك كل گياهچه در مرحله جوانه‌زني داشته، در صورتي

که صفاتي مانند وزن خشک اندام هوايي، وزن خشك ريشه و ارتفاع بوته، بيشترين همبستگي (به ترتيب: **۹۹، **۸۶ و **۶۷ درصد) را با وزن خشك كل گياهچه داشتند. تجزيه عليت بر پايه نتايج حاصل از رگرسيون گام به گام انجام گرفت. متغير وزن خشك كل گياهچه در مرحله جوانه‌زني بذر به عنوان متغير وابسته در برابر متغيرهاي وزن خشک ريشه‌چه و ساقه‌چه، به عنوان متغيرهاي مستقل مورد تجزيه عليت قرار گرفت؛ كه نتايج آن در جدول (۷) نشان داده شده است. ملاحظه مي‌شود كه وزن خشک ساقه‌چه داراي بيشترين اثر مستقيم بر وزن خشك كل گياهچه مي‌باشد. همچنين مشاهده گرديد كه اين متغير داراي بيشترين همبستگي مثبت با وزن خشك گياهچه است (جدول۳). پس از اين صفت، وزن خشک ريشه‌چه داراي كمترين اثر مستقيم بر وزن خشك گياهچه بود و در واقع بخش عمده همبستگي ميان وزن خشک ريشه‌چه با وزن خشك گياهچه ناشي از اثر غيرمستقيم اين صفت از طريق وزن خشک ساقه‌چه بود. بار ديگر تجزيه عليت بر پايه نتايج حاصل از تجزيه رگرسيون گام به گام در مرحله رشد اوليه گياهچه انجام گرفت و وزن خشك كل بوته به عنوان متغير وابسته در برابر وزن خشک ريشه و وزن خشک اندام هوايي مورد تجزيه عليت قرار گرفت كه نتايج آن در جدول (۸) نشان داده شده است. وزن خشک اندام هوايي داراي بيشترين اثر مستقيم بر وزن خشك كل بوته بود. همچنين اين متغير، بيشترين همبستگي مثبت با وزن خشك كل بوته را به خود اختصاص داد (جدول۶).

پس از اين صفت، وزن خشک ريشه، كمترين اثر مستقيم را داشت و بخش عمده همبستگي اين صفت با وزن خشك كل بوته، ناشي از اثر غيرمستقيم آن از طريق وزن خشک اندام هوايي بود. Amaranthath et al. (1990) و Sutgihno et al. (1992) در بررسي‌هايي كه روي گياه سويا انجام داده‌اند؛ با استفاده از تجزيه عليت نشان داده‌اند كه صفات مختلف از جمله وزن خشك ساقه و ريشه و همچنين تعداد غلاف بوته اثر قابل توجهي بر عملكرد دارند. به طور كلي، نتايج حاصل از تجزيه عليت نشان داد كه در اين آزمايش، وزن خشک ساقه‌چه و ريشه‌چه و همچنين وزن خشک اندام هوايي در دو مرحله از رشد گياه برنج، براي توليد بيوماس بيشتر، از اهميت بسياري برخوردارند. آشكار است كه متغيرهاي ديگر نيز در نهايت از طريق اين دو صفت بر بيوماس كل مؤثر خواهند بود. در اين پژوهش مشخص گرديد كه بهره‌گيري از تجزيه عليت مي‌تواند در درک روابط اساسي ميان متغيرها كارساز باشد و تنها استناد به روابط همبستگي ساده براي توجيه روابط ميان متغيرها كافي نيست.

جدول ٦- ضرايب همبستگي سادة صفات اندازه‌گيري شده با محتواي يوني در مرحله گياهچه‌اي

شماره	صفت	(۱)	(۲)	(۳)	(٤)	(٥)	(٦)	(۷)	(۸)	(۹)	(۱۰)	(۱۱)	(۱۲)	(۱۳)
۱	طول ريشه	۱												
۲	طول ساقه	۰/۲۵^{ns}	۱											
۳	ارتفاع بوته	۰/۲۲^{ns}	۰/۹٦**	۱										
٤	سطح برگ	۰/۰۵^{ns}	۰/۸۵**	۰/۸۸**	۱									
٥	وزن‌خشك‌ريشه	۰/۵۷*	۰/۲۷^{ns}	۰/٤۱^{ns}	۰/۳۰^{ns}	۱								
٦	وزن‌خشك‌ساقه	۰/٦۰*	۰/٦۳*	۰/۷۱**	۰/۵۱*	۰/۷۷**	۱							
۷	غلظت‌يون Na^{+} در ريشه	۰/٤۵^{ns}	۰/۵٤*	۰/۵۹*	۰/۵۱*	۰/٤٤^{ns}	۰/٦۲*	۱						
۸	غلظت يون Na^{+} در ساقه	-۰/۲۲^{ns}	-۰/۵٦*	-۰/۵۳*	-۰/٦۰*	-۰/۲۲^{ns}	-۰/٤۱^{ns}	-۰/٤٦^{ns}	۱					
۹	غلظت يون K^{+} در ريشه	-۰/٤۲^{ns}	-۰/۲۵^{ns}	-۰/۳۱^{ns}	-۰/۲۳^{ns}	-۰/۵۰^{ns}	-۰/۵۲*	-۰/٦۷**	۰/۰٦^{ns}	۱				
۱۰	غلظت يون K^{+} در ساقه	۰/٤۳^{ns}	۰/٤۷^{ns}	۰/٤۰^{ns}	۰/۳۲^{ns}	۰/۲۱^{ns}	۰/٤۷^{ns}	۰/۳٤^{ns}	-۰/۸۱**	۰/۱۳^{ns}	۱			
۱۱	نسبت K^{+}/Na^{+} در ريشه	-۰/٤۹^{ns}	-۰/۲۵^{ns}	-۰/۳۱^{ns}	-۰/۳٦^{ns}	-۰/۵۸*	۰/۵۵*	-۰/٦۷**	۰/۱۵^{ns}	۰/۷٦**	۰/۰۰	۱		
۱۲	نسبت K^{+}/Na^{+} در ساقه	۰/۳۷^{ns}	۰/٤۵^{ns}	۰/۳٦^{ns}	۰/۳٤^{ns}	۰/۱۹^{ns}	۰/۳۹^{ns}	۰/۱۷^{ns}	-۰/۷۷**	۰/۱۰^{ns}	۰/۸۹**	۰/۱٦^{ns}	۱	
۱۳	وزن خشك كل بوته	۰/٦۲*	۰/۵۷*	۰/٦۷**	۰/٤۷^{ns}	۰/۸٦**	۰/۹۹**	۰/٦۰*	-۰/۳۸^{ns}	-۰/۵٤*	۰/٤۲^{ns}	-۰/۵۸*	۰/۳٦^{ns}	۱

*، ** و ns به ترتيب بيانگر اختلاف معني‌دار در سطح پنج درصد، يك درصد و غيرمعني‌دار مي‌باشد.

جدول ۷- اثر مستقيم و غيرمستقيم دو متغير وزن خشك ريشه‌چه و ساقه‌چه بر وزن خشك كل گياهچه در مرحله جوانه‌زني بذر ارقام برنج مورد بررسي

متغير	اثر مستقيم	اثر مستقيم از طريق		همبستگي كل با وزن خشك كل گياهچه
		وزن خشك ريشه‌چه	وزن خشك ساقه‌چه	
وزن خشك ريشه‌چه	۰/۲۱	-	۰/۷۲	۰/۹۳
وزن خشك ساقه‌چه	۰/۸۰	۰/۱۸٤	-	۰/۹۸

اثرات باقي‌مانده= ۰/۱۱

جدول ۸- اثر مستقيم و غيرمستقيم دو متغير وزن خشك ريشه و اندام هوايي بر وزن خشك كل بوته در ارقام برنج مورد بررسي

متغير	اثر مستقيم	اثر مستقيم از طريق		همبستگي كل با وزن خشك كل بوته
		وزن خشك ريشه	وزن خشك اندام هوايي	
وزن خشك ريشه	۰/۲۵۸	-	۰/٦۵۱	۰/۹۱
وزن خشك اندام‌هوايي	۰/۷۸	۰/۱۹۹	-	۰/۹۸

اثرات باقي‌مانده= ۰/۱۱

نتيجه‌گيري

آنچه از آزمايش جوانه‌زني و رشد گياهچه در حضور غلظت‌هاي مختلف تنش شوري (صفر، ٤، ۸ و ۱۲ دسي‌زيمنس بر متر) مشخص گرديد، رقم PSBR-C88 تحمل بيشتري نسبت به ساير ارقام، دارا است؛ زيرا از نظر صفات مختلف مورد بررسي در مراحل نامبرده تقريباً بيشترين ميانگين را به خود اختصاص داده است. اين رقم را مي‌توان براي پژوهش‌هاي بعدي جهت بررسي مكانيزم تحمل به تنش شوري و همچنين جداسازي ژن‌هاي مؤثر در تحمل به شوري بكار برد. برتري ژنوتيپ‌هاي متحمل به نمك به خصوص رقم PSBR-C88 در آزمايش‌هاي جوانه‌زني و رشد اوليه گياهچه، نسبت به ارقام ديگر، بيانگر وجود تحمل بالا در ژرم پلاسم‌هاي آن‌ها است. به نظر مي‌رسد كه مكانيزم‌هاي تحمل به تنش در اين رقم فعال و پويا است كه براي تحمل به شوري در شرايط تنش سخت بسيار مناسب است. بنابراين رقم PSBR-C88 به عنوان متحمل‌ترين ژنوتيپ در اين آزمايش معرفي مي‌شود.

سپاسگزاري

بخشي از اين تحقيق با استفاده از اعتبار پژوهشي دانشگاه تهران (دانشكده كشاورزي كرج) در معاونت تحقيقات برنج كشور (آمل) انجام شده است. بدين وسيله مراتب سپاس و قدرداني را از معاونت‌هاي پژوهشي دانشكده و دانشگاه اعلام مي‌دارد. از دوستان عزيز آقايان: مهندس بهرامي معاون، مهندس محمديان مسئول بخش و مهندس احساني مسئول آزمايشگاه خاكشناسي مؤسسه تحقيقات برنج آمل و همچنين از برادران گرانقدر آقايان: مهندس بحرالعلومي كارشناس مسئول و مهندس مؤمني كارشناس آزمايشگاه كارشناسي و كارشناس آزمايشگاه خاكشناسي دانشگاه علوم كشاورزي ساري، جهت همكاري‌هاي دوستانه در ارائه برخي از امكانات در اجراي اين پژوهش و همچنين از تلاش و كمك‌هاي بي‌شائبه فرزند عزيزم مهندس رضا فرهمند كه در طول اجراي اين تحقيق سختي‌هايي را قبول زحمت فرمودند، صميمانه قدرداني و سپاسگزاري مي‌گردد.

REFERENCES

1. Abdolzadeh A. & Saffari, N. (2002). Comparison of salt tolerance in eleven varieties of wheat with emphasize on ions accumulation. *J Agric Sci Natur Resour*, 9(2), 95-103.
2. Agricultural statistics. (2006). 1st issue. *Agronomic and horticultural production*. Jehad- e- Agticuliture, Deputy of planning and economic. Buria of statistics and Technology. No. 85/09.
3. Akita, S. & Cabuslay, G. S. (1990). Physiological basis of differential response to salinity in rice cultivars. *Plant and Soil*, 123, 227-294.
4. Alam, M. Z. (2001). *The effects of salinity on germination, growth and mineral composition of modern rice cultivars*. Ph. D. Thesis. Department of Agriculture and Foresty. University of Aberdeen. UK.
5. Alam, M. Z., Stuchbury., T. & Naylor, R. E. L. (2002). Effect on NaCl and PEG induced osmotic potentials on germination and early seedling growth of rice cultivars differing in salt tolerance. *Pakstian Journal of Biological Sciences*, 5(11), 1207-1210.
6. Amaranthath, K. C. & Viswantaha, S. R. (1990). Path coefficient analysis for some quantitative characters in soybean. *J Agric Sci*, 24(3), 312-315.
7. Ansari, R.M., Shereen, A., Flowers, T. J. & Yeo, A. R. (2001). Identification rice lines for improved salt tolerance from a mapping population. In: peng, S. and B. Hardy (eds.). Rice research for food security and poverty alleviation. In: Proceeding of *the International rive research conference*, 31 March. Los Banos. pp: 285-291.

8. Anuradha, S. & Rao, S. S. R. (2001). Effect of Brassinosteroids on salinity growth of rice (*Oryza sativa* L.) *plant Growth Regulation*, 33, 151-153.
9. Ashraf, A. & Neilly, T. M. (2004). Salinity tolerance in *Brassica* oilseeds. *Critical Reviews in Plant Science*, 23(2), 157-174.
10. Ashraf, M. (2002). Salt tolerance of cotton: Some new advances. *Crit Rev Plant Sci*, 21, 1-30.
11. Aslam, M., Muhammad, N., Qureshi, R. H., Ahmad, Z., Nawaz, S. & Akhtar, J. (2003). Calcium and salt tolerance of rice. *Common Soil Sci Plant Anal*, 34, 3013-3031.
12. Cerboncini, C., Phap, V. A., Brandt, A., Krause, J., Friebe, A. & Schabl, H. (2004). Influence of salt stress on photosynthesis in moder rice varieties (*Oryza sativa* L.) In: Proceedins of *the 13th Int. Congress of Photosynthesis*, Montreal, Canada. Allenpress- Quebec. CA, Canada. pp: 851.
13. Chen, Z., New man, I., Zhou, M., Medham, N., Xhang, G. & Shabala, S. (2005). Screening plants for salt tolerance by measuring K^+ flux: a case study for barely. *Plant Cell Environ*, 28, 1230-1246.
14. Chhipa, B. R. & Lal, P. (1995). Na^+/K^+ ratios as the basis of salt tolerance in wheat. *Aust J Agric Res*, 46, 553-539.
15. Clarkson, D. T. & Hanson, J. B. (1980). The mineral nutrition of higher plants. *Ann Rev Plant Physiol*, 31, 239-250.
16. Colmer, T. D., Flowers, T. J. & Munns, R. (2006). Use of wild relatives to improve salt tolerance in wheat. *J Exp Bot*, 57, 1059-1078.
17. Cramer, G. R., Alberico, G. J., Schmidt, C. (1994). Salt tolerance is not associated with the sodium accumulation of two maize hybrids. *Aust J Plant Physiol*, 21(5), 675-682.
18. Croser, C., Renault, S., Franklin, J. & Zwiazek, J. (2001). The effets of salinity on the emergence and seedling growth of *Picea mariana*, *Picea glauca*, and *Pinus banksiana*. *Environmental Polluation*. 115, 9-16.
19. Dasgan, H. Y., Aktas, H., Abas, K., Abak, K. & Cakmak, I. (2002). Determination of screening techniques to salinity tolerance in tomatoes and investigation of variety responses. *Plant Sci*, 163, 695-703.
20. Davenport, R., James, R. A., Plogander, Z. A., & Munns, R. (2005). Control of sodium transport in durum wheat. *Plant Physiology*, 137, 807-818.
21. Diego, A. M., Gulotta, M. R., Matinez, C. A. & Oliva, M. A. (2004). The effects of salt stress on growth, nitrate reduction and proline and glycine betaine accumulation in *Prosopis alba*.
22. Dionisio, S. M. L. & Tobita, S. (2000). Effects of salinity on sodium content and photosynthetic responses of rice seedling deffering in salt tolerance. *J Plant Physiol*, 157, 54-58.
23. Effect of salt in germination grouth solible sugar coritent in chenopodium Quinoa will. *Seeds Bot Bull Acad Sin*, 41, 47-34.
24. Ekis, H. & yilmaz, A. (2003). Determination of the salt tolerance of some barely genotypes and the characteristics affecting tolerance. *Turk J Agric For*, 27, 257-260.
25. FAO. (2003). *Food and agriculture organization of the united nation*. Quaterly bulletin of statistics. Rome, Italy.
26. Gareia, A. C., Rizzo, A., Bartos, L., Senakhi, D., Flowers, T. J. & Yeo, A. R. (1997). Sodium and potassium transport to the xylem independently in rice and the mechanism of sodium: potassium selectivity differs between rice and wheat. *Plant Cell and Environment*, 20, 1167-1174.
27. Glenn, B. G., Senadhira, D. & Mendza, R. D. (1996). *Screening rice for salinity tolerance*. Mannuals of plant breeding, Genetics and Biochemistry division, IRRI discussion paper series. 22, 1-17.
28. Godfrey, W. N., Onyango, J. C. & Beck, E. (2004). Crop physiology and metabolism. *Crop Sci*, 44, 797-805.
29. Gulzar, S. & Ajmalkhan, M. (2001). Seed germination of a halophyte grass *Aeluropus Lagopoides*. *Annals of Bortany*, 87, 319-324.
30. Howard, R. J., Irving, A. & Edelssohw, M. (1999). Salinity as aconstraint in growth of oligohaline marh macrophytes. L. species variation in stress tolerance. *American J Bot*, 86(6), 585-594.
31. Huang, B. (2000). *Role of Morphological and physiological characteristics in drought resistance of plants*. In: will kinson., [Eds.]. Plant- Environmental Interactions. Marcel dekker inc. Newyork. PP: 39-64.
32. Husain, S., Caemmerer, V. & Munns, R. (2004). Control of salt transport from roots to shoots of wheat in saline soil. *Func Plant Biol*, 31, 1115-1126.
33. James, R. A., Rivelli, A. R., Munns, R. & Caemmerer, V. (2002). Factors affecting CO_2 assimilation, Leaf injury and growth in slat stressed durum wheat. *Functional plant Biology*, 29, 1393-1403.
34. Jamil, M., Lee, C., Rehman, S. U., Lee, D. B., Ashraf, M. & Rha, E. S. (2005). Salinity (NaCl) to lerance of Brassica species at germination and early seedling growth. Electronic Journal.
35. Janrdhan, R. P. & Yanaht, R. V. (1982). Note on the salt tolerance of some rice varieties of Andra pradesh during germination and early seedling growth. *Indian J Agric Sci*, 52(7), 472-474.
36. Jian- Kang, Z. (2003). Regulation of ion homeostasis under salt stress. *Current Opinion in Plant Biology*, 6, 441-445.

37. Kurth, E., Cramer, G. R., Lauchli, A. & Epstein. (1980). Effects of NaCl and $CaCl_2$ on cell enlargement and cell production in cotton roots. *Plant Physiol*, 82, 1102-1106.
38. Kyu- Seong, L., Choi, W. Y., Sookim, J. C. K. & Gregorio, G. B. (2003). Salinity tolerance of Japonica and Indica rice (*Oryza Sativa* L.) at the seedling stage. *Panta*, 216, 1043-1046.
39. Lang, N. T., Yanagihara, S. & Buu, B. C. (2001a). A microsatellite marker for gene contributing salt tolerance on rice at the vegetative and reproductive stages. *Journal of Breeding and Genetics*, 33, 1-10.
40. Lang, N. T., Yanagihara, S. & Buu, B. C. (2001b). QTL analysis of salt tolerance in rice (*Oryza sativa* L.) *Journal of Breeding and Genetics*, 33, 11-20.
41. Main, M. A. R. & Nafziger, E. D. (1994). Seed size and water potential effects on germination and salinity growth of winter wheat. *Crop Sci*, 34, 169-171.
42. Majidi, H. I. & Shabazi, M. (1994). Methodological study of salinity tolerance in bread wheat cultivars. *Iranian J Agric Sci*, 25(1), 1-8.
43. Mehmet, A. P., et al. (1999). Salinity resistance of certain rice (*Oryza sativa* L.) Cultivars. *J of Biology*, 23, 499-509.
44. Mehra, V. T. R. & Powell, A. A. (2003). Aerated hydration treatment improves the response of *Brassica compestris* seeds to stress during germination. *Seed Sci and Technol*, 31(1), 57-70.
45. Mer, R. K., Prajith, P. K., Pandya, D. H. & Dandey, A. N. (2000). Growth of young plants of Hourdum vulgare, Triticum aestivum. Cicer aritinum and Brassica Juncea. *J Agronomy and Crop Science*, 185, 209-217.
46. Mer, R. K. P., Pandya, D. H. & Dandey, A. N. (2000). Growth of young plants of *Hordeum vulgare*, *Triticum aestivum*, *Cicer aritinum* and *Brassica Juncea*. *J Agronomy and Crop Sci*, 185, 209-217.
47. Moradi, F. (2002). Physiological characterization of rice cultivars for soil salinity tolerance during vegetative and reproductive stages. PhD dissertation. The University of Philippines at Los Banos. Laguna. Phylippine.
48. Moradi, F., Ismail, A. M., Gregorio, G. B., Egdane, J. A. (2003). Salinity tolerance of rice during reproductive development and association with tolerance at the seedling stage. *Indian Journal of Plant Physiology*, 8, 276-287.
49. Moradi, F. & Abdelbagi, M. I. (2007). Response of photosynthesis, chlorophyll Fluorescence and ROS-Scavenging Systemes to Salt stress during seedling and reproductive stages in rice. *Annals of Botany*, 1-13.
50. Munns, R. (2002). Comparative physiology of salt and water stress. *Plant Cell and Environment*, 25, 239-250.
51. Munns, R. & Termaat, A. (1986). whole- plant responses to salinity. *Aus J Plant physiol*, 13, 143-160.
52. Munns, R. & James, R. A. (2003). Screening methods for salinity tolerance: a case study with tetraploid wheat. *Plant Soil*, 253, 201-215.
53. Munns, R., James, R. A. & Lauchli, A. (2006). Approches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. *Journal of Exprimental Botany*, 57, 1025-1043.
54. *NSW salinity strategy*. Published by the NSW Department of land water conservation. August 2000.
55. Nuran, C. & Cakirlar, H. (2002). The effect of salinity on some physiological parameters in two Maize cultivars. *Plant Physiol*, 28, 66-74.
56. Orooj, A. & Ashraf, M. (2006). Salt stress effects on growth, ion accumulation and seed oil concentration in an arid zone traditional medicinal plant ajwain (*Trachyspermum spraque*). *Journal of Arid Environments*, 64, 209-220.
57. Pichoni, G. A. & Graham, C. J. (2001). Salinity, growth, and ion uptake selectivity of container grown *Crataegus opaca*. *Scientia Horticulture*, 90, 151-166.
58. Pitman, M. G. (1984). Transport across the root and shoot/ root interactions, In: *Salinity tolerance in plants*, staples. R. C. and G. H. Toenniessen, John wiley newyork. PP: 93-123.
59. Popova, L. P., Stoinova, Z. G. & Maslenkova, L. T. (1995). Involvement of absisic acid in ph tosynthetic process in *Hordeum vulgaris* during salinity stress. *Journal of Plant Growth Regulation (historical archive)*, 14(4), 211-216.
60. Poustini, K. (1995). Physiological responses of two wheat cultivars to salinity stress. *Iranian J Agric Sci*, 26(2). (In Farsi).
61. Poustini, K. & Siosemardeh, A. (2004). Ion distribution in wheat cultivars in response to salinity stress. *Field Crops Res*, 85, 125-133.
62. Puppala, N., Foler, J. L., Poindexter, L. & Bhardwaj, H. L. (1999). *Evaluation of salinity tolerance of canola germination*. ASHS Press. Alexandria, VA.
63. Rawson, H. M. (1986). Gas exchange and growth in wheat and barely grown is salt. *Aust J Plant physiol*, 13, 475-489.
64. Rayama, M., Leversley, A., Roebner, R. M. D., Flowers, T. J. & Yeo, A. R. (2001). Quantitive trait loci for component physiological traits determining salt tolerance in rice. *Plant Phy*, 125, 406-422.

65. Renault, S., Croser, C., Franklin, J. A. & Zwiazek, J. J. (2001). Effect of NaCl and Na_2SO_4 on red-osier dogwood(*Cornus stolonifera Michx*). *Plant Soil*, 233, 261-268.
66. Saadati, N. & Milani, M. (1998). Study *of desodification curves of salinity and alkaline soils of Mazandaran province*. Rice Research Institute of Itan. Deputy of Mazandaran- Amol.
67. Schatchman, B. P. B., A. J., & Dvorak, J. (1989). Salt toleranta *Triticum* X *Lophoyrum* derivatives limit the accumulation of sodium and choloride ions sunder saline stress. *Plant Cell Environ*, 12, 47-55.
68. Shani, U. & Ben- Galm, A. (2005). Long- term response of grapevines to salinity: Osmotic effects and ion toxicity. *American Journal of Ecology and Viticulture*, 56, 148-154.
69. Shepherd, A., Mc Ginn, S. M, Wyseure, G. C. L. (2005). Simulation of the effect of water shortage on the yields of winter wheat in England. *Ecological Modeling*, 147, 41-52.
70. Sioseh Mardeh, A., Sabokdast, M. & Poustini, K. (2003). Na^+, K^+ and soluble carbohydrate responses of wheat plants to NaCl salinity. *Agric Sci*, 14(3), 134-147.
71. Soltani, A., Galeshi, S., Zeinali, E. & Latifi, N. (2001). Germination seed reserve utilization and wheat to salt stress throught potassium application. *Seed Abs*, 21(10), 470.
72. Song, J. Q., Mei, X. R. & Fujiyama, H. (2006). Adequate internal water status of NaCl- salinized rice shoots enhanced selective calcium and potassium absorbtion. *Soil Sci Plant Nutr*, 52, 300-304.
73. Sung, S., Guy, H. T., Sung shim, I. E., Chiro, K., Yashi, K. & Usui, K. (2005). Effects of salt stress on ion accumulation and antioxidative enzyme activities. *Weed Biology and Management*, 5, 1-7.
74. Sutgihno, R. & Sudjono, M. S. (1992). Correlation and path coefficient analysis of seven quantitative traits in soybean using multiple regression program. *Penelitian (Indonesia) Agric Res,* 9(1), 16-18.
75. Taban, S. (2000). Effects of salt stress on growth and mineral elements concentrations in shoot and root of maize plant. *Jarim Bilimleri Dergisi*, 2, 119-122.
76. Tangy, K. K. (1990). Nature and Extent of Agriculture salinity. In: Ed. Kr. Tangy. *Agricultural salinity assessment and management*. Published by America Society of Civil Engineers. Newyork.
77. Torres, W. & Echevarria, I. (1994). Germination and seedling growth of rice (*Oryza sativa L.*) at different NaCl concentrations. *Cultivos Tropicals*, 15, 44-47.
78. Ujwala, T. A., Parkash, L. & Prathapasenan, G. (1190). Effect of Gibberellic acid on seedling growth and Carbohydrate metabolism during germination of rice under saline condition. *J Agron and Crop Sci*, 165,6-13.
79. Vardhini, B. V. & Rao, S. S. R. (2003). Amelioration of osmotic stress by brassinosteroids on seed germination and seedling growth of three varieties of sorghum. *Plant Growth Regulation*, 41, 25-31.
80. Vienberg, R. H. R. L. & Mayber, A. P. (1984). Changes in growth and water soluble solute concentration in *Sorghum bicolor* stressed with sodium and potassium salts. *Plant Phisiol*, 62, 472-480.
81. Wais, Y. (1985). The stimulating effects of NaCl on root growth of Rhodes grass (chloris gayang). *Physiol Plant*, 64. 519-522.
82. Wang, B., Volkol, R. J. D. & Amtmann, A. (2006). Low unidirectional sodium influx into root cells restricts net sodium accumulation in *Thellungiella halophila*, a salt- tolerant relative of *Arabidopsis thaliana*. *J Exp Bot*, 57, 1161-1170.
83. Wilkinson, R. E. (1994). *Plant- environment interactions. Whole plant response to salinity*. PP: 199-243.
84. Yeo, A. R. & Flowers, T. J. (1986). Salinity resistance in rice and a pyramiding approach to breeding varieties for Saline Soils. *Aust Journal of plant Physiology*, 13, 161-173.
85. Zabet, M., Hosienzade, A. H., Ahmadi, A. & Khialparast, F. (2003). Effect of water stress index in Mungbean (*Vigna radiata* L.). *Iranian J Agric Sci*, 34(4), 889-898. (In Farsi).
86. Zahid, P., Afzal, M. & Ancheng, Y. L. (2002). Selection criteria for salt tolerance in wheat cultivars at seedling stage. *Asian Journal of Plant Sci*, 1(2), 85-87.
87. Zeng, L. & Shannon, M. C. (2000). Effect of salinity on grain yield and yield components of rice at different seedling densities. *Agro J*, 92, 418-425.