

## ارزیابی برخی صفات زراعی و عملکرد لاین‌های جهش‌یافته برنج در نسل‌های M<sub>2</sub>-M<sub>5</sub> در اراضی شور مازندران

الهیار فلاح\*<sup>۱</sup>، لیلا باقری<sup>۲</sup>، علیرضا نبی‌پور<sup>۳</sup>

۱-۳- استادیار، موسسه تحقیقات برنج کشور، معاونت مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی آمل، ۲- پژوهشگر،

پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، پژوهشکده کشاورزی هسته‌ای کرج

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۸/۱ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۲/۴)

### چکیده

تنش شوری، یکی از مشکلات رو به رشد شالیزارهای استان مازندران است. جهت دستیابی به لاین‌های کیفی برنج با قابلیت کشت در اراضی مستعد شوری، بذرهاى ارقام طارم محلی، حسنی و عنبربو با دزهای ۲۰۰، ۲۵۰ و ۳۰۰ گری اشعه گاما پرتوتابی شدند. با کشت بذرهاى پرتوتابی شده در سال ۱۳۹۰، تعداد ۲۲۰۰۰ خوشه انتخاب شدند. در سال ۱۳۹۱، تمامی این خوشه‌ها به تفکیک دژ و رقم، در زمینی با شوری خاک بین چهار تا شش دسی‌زیمنس، به تعداد ۱۰ الی ۱۵ بوته برای هر موتانت، نشاکاری شدند. گزینش از بین لاین‌های جهش‌یافته نسل دوم (M<sub>2</sub>) ارقام طارم محلی، حسنی و عنبربو و بر اساس عملکرد دانه، زودرسی، تیپ خوشه و ارتفاع بوته انجام شد و تعداد ۴۳۲ بوته انتخاب شدند. در سال سوم، ۱۳۴ لاین جهش‌یافته نسل سوم بر اساس ارزیابی مزرعه‌ای انتخاب شدند (M<sub>3</sub>). ۱۳۴ خوشه انتخابی همراه با شاهد‌ها، در یک قطعه زمین شور (پنج تا هشت دسی‌زیمنس بر متر) در قالب طرح آگمنت (حجیم شده) در منطقه جویبار کشت شدند. در مرحله گلدهی، صفات ارتفاع بوته، تعداد خوشه در کپه و تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی، ثبت شدند و در مرحله رسیدن، با برداشت ده خوشه به‌طور تصادفی، اجزای عملکرد اندازه‌گیری شد و در نتیجه، ۳۰ لاین جهش‌یافته بر اساس صفات زراعی و عملکرد دانه انتخاب شدند. خوشه‌های انتخابی در سال ۱۳۹۴ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار مورد ارزیابی قرار گرفتند. دو لاین ۳۲۱۴ و ۳۲۱۵، بیشترین عملکرد را در شرایط شوری داشتند. از ۱۵ لاین جهش یافته نیز در حد یک تا چند خوشه برداشت شد.

**واژه‌های کلیدی:** اشعه گاما، شوری، ارتفاع بوته، عملکرد، زودرسی.

## Agronomical characteristics of M<sub>2</sub>-M<sub>5</sub> mutants of rice in Saline paddy fields of Mazandaran

Allahyar Fallah<sup>\*1</sup>, Liela Bagheri<sup>2</sup>, Alireza Nabipour<sup>3</sup>

1,3. Rice Research Institute of Iran, Mazandaran Branch, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Amol, 2. Radiation Application Research School, Nuclear Science and Technology Research Institute, Karaj

(Received: October 23, 2018 - Accepted: February 23, 2019)

### ABSTRACT

Salinity stress is one of the spreading problems in the paddy fields of Mazandaran Province, north of Iran. In order to develop rice cultivars with good quality and salinity tolerance, seeds of Tarom Mahali, Hasani and Anbarboo varieties of rice were irradiated with gamma ray at 200, 250 and 300 gray. After sowing the irradiated seeds, 22000 panicles were selected in 2011. In 2012, the selected panicles along with check varieties, namely Tarom Mahali, Hasani and Anbarboo, were planted at a saline field in Bahnamier, Mazandaran, with a soil salinity of 4-6 ds/m, 15 seedlings per mutant. Selection of M<sub>2</sub> mutants, based on yield, early- maturity, panicle type and plant height, resulted in 430 selected M<sub>2</sub> mutants in 2012. 134 of M<sub>3</sub> mutants were selected using the same criteria. In 2014, the selected M<sub>3</sub> mutants along with check varieties were planted in a saline field at Juibar, Mazandaran under an augmented block design. At flowering stage, plant height, number of panicles per hill, and days to 50% of flowering were recorded. At maturity stage, ten panicles were randomly harvested from each plot and yield components were measured. In that year, based on agronomical characteristics, 30 lines were selected. In 2015, selected lines were planted with four replications as a randomized complete blocks design. Two mutants, namely 3214 and 3215 had the highest salinity tolerance. One to few panicles were harvested from 15 other mutants

**Keywords:** Early maturity, Gamma ray, plant height, salinity, yield.

\* Corresponding author E-mail: a.fallah@areo.ir

## مقدمه

یا عملی نمی‌باشند؛ بنابراین تهیه ارقام با تحمل بالا در مقابل شوری، باید مورد توجه قرار گیرد.

با توجه به این واقعیت که امکان افزایش سطح زیر کشت برنج در ایران موجود نیست و از طرفی به علت عدم رعایت اصول فنی زراعت، شور شدن اراضی شالیزاری در حال گسترش است (Fallah, 2010)، اصلاح گیاه برنج جهت کاشت در مناطق شور، امری ضروری به نظر می‌رسد. یکی از سریع‌ترین راه‌های رسیدن به ارقام کیفی متحمل به شوری، استفاده از جهش‌القایی در ارقام بومی برنج می‌باشد. با توجه به این‌که جهش‌القایی تنها در گروهی از ژن‌ها جهش ایجاد می‌کند، اولاً احتمال حفظ کیفیت لاین والدینی در لاین‌های جهش‌یافته متحمل به شوری بالا است و ثانیاً به علت کم بودن حجم تغییرات ژنتیکی در لاین‌های جهش‌یافته، خلوص آن‌ها، با سرعت بالاتری نسبت به نسل‌های در حال تفکیک حاصل از تلاقی‌ها حاصل می‌شود.

در گیاه برنج، ایجاد جهش‌القایی به علت دارا بودن ژنوم دیپلوئید، نسبت به گونه‌های پلی‌پلوئید راحت‌تر است و به‌خاطر خودگشنی بالا، لاین‌های جهش‌یافته خالص به راحتی تولید می‌شوند و در نتیجه، جهش‌القایی کارایی بیشتری دارد (Rutger, 1982). از جهش‌القایی تاکنون با موفقیت در اصلاح ارقام جدید برنج استفاده شده است. محققین مصری با ایجاد جهش‌القایی به کمک اشعه ایکس و گاما در واریته‌های برنج بومی مصر، به ارقام پاکوتاه، زودرس و پرمحصول دست یافتند (Alizadeh & Esavand, 2006). در مطالعه تاثیر پرتو گاما بر برنج رقم دم‌سیاه در استان گیلان، یک لاین جهش‌یافته مشاهده شد که ۱۵ روز زودرس‌تر از لاین شاهد بود (Esfahani & Fotokian, 2003). Majd *et al.*, (2003) نیز از طریق القای جهش به‌وسیله پرتو دهی گاما، یک لاین متحمل به خوابیدگی را از رقم طارم معرفی کردند. با پرتو دهی رقم طارم محلی در دُزهای ۲۵۰ و ۳۵۰ گری و اداره نسل‌ها تا M<sub>5</sub>، به یک لاین جهش‌یافته برنج، زودرس، پاکوتاه و کیفی دست یافتند

شوری یکی از مشکلات رو به رشد در شالیزارهای ساحلی شمال ایران است. استان‌های مازندران و گلستان، ۶۵ هزار هکتار زمین زراعی شور و قلیایی دارند که به‌طور پراکنده از سمت جنوبی شهرک دریاکنار (قسمت مرکزی مازندران) شروع می‌شود و تا بندر گز در سمت شرقی گلستان ادامه دارد (Sadati, 2000). در چنین مناطقی، آبیاری مزارع برنج با آب‌های لب‌شور صورت می‌گیرد. نمک‌های محلول در این آب‌ها در اراضی شالیزاری تجمع می‌یابند و در درازمدت، سبب شوری یا سدیمی شدن خاک می‌شوند (Fallah *et al.*, 2011).

شوری به‌صورت حضور مقدار بیش از حد نمک‌های محلول در خاک یا آب آبیاری تعریف می‌شود. علت اصلی شوری در طبیعت، غلظت زیاد کاتیون‌های سدیم، کلسیم، منیزیم و آمیون‌های کلر، سولفات و نیترات می‌باشد (Postini & Bieker, 1994). حد بحرانی شوری برای گیاه برنج، بین سه تا چهاردسی‌زیمنس بر متر گزارش شده است، ولی غلظت بحرانی نمک در بافت برگ که باعث خسارت به گیاه برنج می‌شود، در میان ارقام مختلف برنج متفاوت است (Zeng *et al.*, 2003).

آزمایشات نشان داده است که وقتی میزان شوری از سه دسی‌زیمنس بر متر افزایش یابد، علائم خسارت در گیاه برنج مشاهده می‌شود. توانایی پایین برنج در کاهش تعرق از طریق روزه‌ها، مشکل آن را در مواجهه با شوری دو چندان می‌کند (Fallah, 2010). اثر شوری روی برنج، ناشی از تنش‌های اسمزی و اثر یون‌های ویژه و سمیت یون‌ها است (Kafei & Mahdavi, 1999). تنش شوری می‌تواند مستقیماً بر جذب عناصر غذایی اثر گذارد؛ به‌عنوان مثال، یون Na<sup>+</sup> جذب یون K<sup>+</sup> را کاهش می‌دهد و یا Cl<sup>-</sup> از جذب NO<sup>3-</sup> می‌کاهد (Feihn *et al.*, 2002). معمولاً راهکارهای متعددی جهت کاهش خسارت شوری خاک اعمال می‌شود که آبیاری ممتد و زه‌کشی و اصلاح خاک از آن جمله می‌باشند (Asadi *et al.*, 2011)، اما این روش‌ها اغلب مقرون به صرفه نیستند

(Kademián & Babaiean Jelodar, 1999).

هدف از این تحقیق، ایجاد تنوع ژنتیکی در ارقام محلی برنج، با استفاده از جهش القایی و گزینش لاین‌های متحمل به شوری، با در نظر داشتن بهبود برخی صفات زراعی نظیر ارتفاع بوته، زودرسی و عملکرد بود.

## مواد و روش‌ها

برای دستیابی به لاین‌های مناسب برای اراضی شور، ابتدا بذره‌های ارقام طارم محلی، حسنی و عنبربو، با دستگاه گاماسل و تحت تیمار پرتو گاما با دزهای ۳۵۰، ۳۰۰، ۲۵۰، ۲۰۰، ۱۰۰ گری در پژوهشکده کشاورزی هسته‌ای کرج قرار گرفتند. با آزمایش جوانه زنی و اندازه‌گیری صفات رشدی و درصد بقای بذر، دزهای ۲۰۰، ۲۵۰ و ۳۰۰ گری به عنوان دز مناسب انتخاب شدند (Fallah & Bagheri, 2015). بذره‌های تیمار شده با اشعه گاما (M<sub>1</sub>)، در تاریخ ۹۰/۱/۲۳ همراه با بذر ارقام طارم محلی، حسنی و عنبربو، در معاونت موسسه تحقیقات برنج کشور-مازندران (آمل) در خزانه بذرپاشی شدند و سپس در مزرعه اصلی به صورت تک‌بوته نشا شدند. در زمان رسیدگی و بر اساس تنوع ایجاد شده، یک خوشه از هر بوته و در مجموع ۲۲۰۰۰ خوشه انتخاب شدند و در پاکت گذاشته شدند (M<sub>2</sub>). خوشه‌های بوته‌های جهش یافته ارقام طارم محلی و حسنی از دزهای ۲۰۰، ۲۵۰ و ۳۰۰ گری انتخاب شدند ولی لاین‌های جهش یافته رقم عنبربو فقط از دزهای ۲۵۰ و ۳۰۰ گری انتخاب شده بودند.

در اردیبهشت سال ۱۳۹۱، خوشه‌های انتخابی از سال اول در خزانه کشت شدند و پس از انتقال نشاها به سایت آزمایشی بابلسر (ec=۴-۶ ds/m) در تاریخ ۹۱/۳/۵، در سطحی معادل دو هکتار کشت شدند. بذره‌های حاصل از هر خوشه M<sub>2</sub>، در یک ردیف دو متری شامل ۱۰ الی ۱۵ بوته کشت شدند. به ازای هر شش ردیف، یک ردیف شاهد مرتبط، نشاکاری شد. در مرحله گلدهی و رسیدن فیزیولوژیکی و بر اساس معیارهای زودرسی، ارتفاع بوته کوتاه‌تر از شاهد، توان پنجه‌زنی بالا، تیپ خوشه و عملکرد مناسب در شرایط شور، بوته‌های مناسب انتخاب و با روبان علامت‌گذاری

شدند. ارزیابی لاین‌های M<sub>2</sub> از نظر صفات زراعی، بر اساس سیستم استاندارد ارزیابی برنج (IRRI, 2002) صورت گرفت. ژنوتیپ‌هایی که طول دوره بذرپاشی تا برداشت آن‌ها، ۱۱۰ روزه یا کمتر بود، به عنوان زودرس شناخته شدند. بوته‌های حساس به شوری، در مرحله گلدهی دارای برگ‌های کاهی بودند که این کاهی بودن، از نوک برگ به سمت غلاف برگ پیش می‌رفت و در مرحله پر شدن دانه، دارای سنبلیچه دورگه بودند، به طوری که از وسط سنبلیچه به سمت نوک آن، رنگ پریده (کاهی یا خاکستری) بود ولی بوته‌های متحمل، این علائم را نداشتند.

در اردیبهشت ماه سال ۹۲، بذره‌های انتخابی لاین‌های جهش‌یافته نسل سوم (M<sub>3</sub>) به همراه ارقام طارم محلی، حسنی و عنبربو در خزانه کاشته شدند. در تاریخ ۹۲/۲/۳۱، لاین‌های جهش یافته و شاهدها، هر کدام در دو ردیف ۲۰ تایی و به صورت تک‌بوته نشاکاری شدند. همانند سال قبل، انتخاب بوته‌های برتر در مزرعه انجام شد. بذر لاین‌های جهش‌یافته انتخابی نسل چهارم (M<sub>4</sub>) به همراه بذر والدین، به صورت تک‌خوشه و در تاریخ بیستم فروردین ماه ۹۳ در خزانه کاشته شد. یک ماه بعد، نشاها در قالب طرح بلوک‌های حجیم شده (آگمنت) با نه بلوک در زمین شور (با EC برابر چهار تا نه دسی‌زیمنس بر متر) کشت شدند که سه رقم شاهد در تمام بلوک‌ها به صورت تصادفی قرار گرفتند. هر کدام از لاین‌های جهش یافته و شاهدها، به صورت تک بوته و با فاصله کاشت ۲۵×۲۵ سانتی‌متر در کرت‌های ۳۶ بوته‌ای نشا شدند. در دو مرحله و به فاصله ۲۰ و ۴۰ روز بعد از نشاکاری، چهار نوع کود اوره گوگردی، کلرور پتاسیم، سولفات آمونیوم و سوپر پتاسیم پنج فسفات، به میزان یک کیلوگرم به مساحت نشا شده (۵۰۰ متر مربع) افزوده شد. برای مبارزه با علف‌های هرز، دو بار وجین دستی انجام شد. در مرحله ۵۰٪ گلدهی، مزرعه بر علیه بلاست و کرم ساقه‌خوار سمپاشی شد. نمونه‌گیری جهت اندازه‌گیری شوری آب آبیاری و شوری خاک، به صورت هفتگی انجام شد و متوسط آن در طول دور رشد گیاه برنج در جدول (۱) ارائه شد.

جدول ۱- متوسط میزان هدایت الکتریکی آب و خاک مزرعه آزمایشی در طول دوره رشد گیاه برنج  
Table 1. Average electrical conductivity of water and soil of experimental field during the rice growth period

Crop season	Field experiment	Electrical conductivity of water and soil (dS/m)
2012	Bahnamier	4-6
2013	Juibar	4-8
2014	Juibar	4-9
2015	Juibar	6-11

گلدھی در مزرعه انجام شد. در طی فصل رشد، اندازه‌گیری‌های لازم روی صفات تعداد روز تا ۵۰٪ گلدھی، ارتفاع بوته، تعداد خوشه در کپه، تعداد دانه پر، پوک و کل دانه در خوشه و عملکرد انجام شد. گزینش از بین لاین‌های جهش‌یافته نسل دوم (M<sub>2</sub>) ارقام طارم محلی، حسنی و عنبربو و بر اساس عملکرد دانه، زودرسی، تیپ خوشه و ارتفاع بوته انجام شد و تعداد ۴۳۲ بوته انتخاب شدند. در سال سوم، ۱۳۴ لاین جهش‌یافته نسل سوم بر اساس ارزیابی مزرعه‌ای انتخاب شدند (M<sub>3</sub>). تعداد ۱۳۴ خوشه انتخابی همراه با شاهدها، در قالب طرح آگمنت (حجمیم شده) در یک قطعه زمین شور (پنج تا هشت دسی‌زیمنس بر متر) در منطقه جویبار کشت شدند.

### نتایج و بحث

پس از تجزیه واریانس ارقام شاهد در سال ۱۳۹۳ و با توجه به معنی‌دار شدن اثر بلوک برای صفات تعداد دانه پر و تعداد کل دانه (جدول ۲)، تصحیحات لازم در میانگین این صفات در لاین‌های جهش‌یافته نسل چهارم (M<sub>4</sub>) انجام شد. مقایسه میانگین صفات مورد ارزیابی ارقام شاهد در جویبار نشان داد که تعداد خوشه در کپه، تعداد دانه پر و کل و طول خوشه رقم طارم محلی بیشتر از حسنی و عنبربو بود. تعداد روز تا ۵۰٪ گلدھی رقم حسنی و طارم محلی، مشابه و حدود سه هفته کمتر از رقم عنبربو بود. میزان عملکرد رقم طارم محلی بیشتر از حسنی و این دو بیشتر از رقم عنبربو بود. این تفاوت‌ها در سطح پنج درصد و بر اساس روش دانکن معنی‌دار بود (جدول ۳).

صفات تعداد روز تا ۵۰٪ گلدھی، ارتفاع بوته، تعداد خوشه در کپه، عملکرد و اجزای عملکرد در تمام کرت‌ها اندازه‌گیری شد. تجزیه و تحلیل‌های آماری برای تیمارهای شاهد، بر اساس مدل طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایشی برای صفات مورد مطالعه، بر اساس طرح بلوک‌های حجمیم شده انجام شد. مقایسه میانگین‌های تصحیح شده لاین‌های جهش‌یافته، به روش حداقل اختلاف معنی‌دار انجام شد (Yazdi Samadi *et al.*, 2006) (LSD 5%, 1%) که در آن، از رابطه زیر برای برآورد خطای استاندارد مقایسه استفاده شد:

$$sd = \sqrt{MSE(2c+1)/c}$$

که در این رابطه: MSE، میانگین مربعات خطای آزمایش برای ارقام شاهد برای هر صفت و c، تعداد ارقام شاهد است.

در شانزدهم فروردین سال ۱۳۹۴، بذرها انتخابی لاین‌های جهش‌یافته نسل پنجم (M<sub>5</sub>) به همراه والدین در خزانه به صورت تک‌خوشه کشت شدند. طرح آزمایشی به صورت بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار بود که در زمینی شور (EC برابر شش تا ۱۱ دسی‌زیمنس بر متر) اجرا شد. نشاکاری در تاریخ ۹۴/۲/۲۰ در کرت‌هایی شامل ۶۳ بوته با فاصله کاشت ۲۵×۲۵ سانتی‌متر بود. به‌علت شوری بالای مزرعه، میزان کود مصرفی تنها شامل ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره، سولفات آمونیوم و سوپر فسفات تریپل بود که ده روز بعد از نشاکاری مصرف شد. برای مبارزه با علف‌های هرز دو بار وجین دستی انجام شد و سمپاشی بر علیه بلاست و کرم ساقه‌خوار، در مرحله ۵۰٪

جدول ۲- جدول میانگین مربعات صفات زراعی ارقام شاهد طارم محلی، حسنی و عنبربو

Table 2. Mean square of agronomic characteristics of Tarom Mahali, Hasani and Anbarboo of check varieties

Source of variation	df	Days to 50% flowering	Plant height	Panicle number	Panicle length	Number of filled grains	Number of empty grains	Total grains	Yield
Block	8	2.44ns	40.64ns	2.29ns	1.34ns	165.06**	17.08ns	143.69*	155430.8ns
Treatment	2	1492.25**	2143.45**	57.89**	11.56**	3978.8**	2585.19**	1948.03**	4797101.8**
Error	16	6.86	34.35	1.89	0.298	38.44	31.48	50.51	94380.07
C.V%		3.58	5.05	16.12	2.49	23.31	20.9	13.3	21.14

ns، غیرمعنی دار و \* و \*\* به ترتیب معنی دار در سطح پنج و یک درصد

\* and \*\*: significant at 5% and 1% level of probability, respectively; ns: non significant

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات زراعی ارقام شاهد عنبربو، حسنی و طارم محلی در شرایط شور

Table 3. Mean comparison of agronomic characteristics of Tarom Mahali, Hasani and Anbarboo check varieties in saline condition

Variety	Days to 50% flowering	Plant height (cm)	Panicle number per hill	Panicle Length (cm)	Number of filled grains per panicle	Number of empty grains per panicle	Number of Total grains per panicle	Yield (Kg/ha)
Tarom Mahali	66.2b	123.3a	10.3a	23.1a	48.3a	20.3b	68.6a	1505.7a
Hasani	64.9b	98.2b	5.6b	20.7c	25b	14.2c	39.2c	685.1b
Anbarboo	87.8a	126.3a	9.6a	21.9b	6.4c	46.1a	52.5b	49.4c

در هر ستون، اعدادی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند از نظر آماری اختلاف معنی داری با یکدیگر در سطح پنج درصد (با روش دانکن) ندارند

For each column, means followed by at least one common letter do not differ significantly at the 0.05 probability level according to DRMT.

جهش یافته، کمتر یا مشابه شاهد بود. در لاین‌های جهش یافته عنبربو، برتری این صفت معنی دار نبود (جدول ۴). از نظر طول خوشه، همه لاین‌های جهش یافته طارم محلی نسبت به شاهد طارم، طول کمتری داشتند ولی در جهش‌یافته‌های حسنی و عنبربو، به ترتیب ۱۴ و ۱۳ لاین، طول خوشه بیشتری نسبت به شاهد حسنی و عنبربو داشتند (جدول ۴).

متوسط تعداد دانه پر در خوشه در بین جهش‌یافته‌های طارم محلی، بین ۳۲ تا ۶۰ عدد متغیر بود که از نظر آماری، با متوسط تعداد دانه پر در خوشه طارم محلی شاهد (۴۸/۳) مشابه بود. در ۱۲ لاین جهش‌یافته حسنی، تعداد دانه پر در خوشه بین ۷۳-۴۵ بود و ۲۷ ژنوتیپ جهش‌یافته نسل چهارم عنبربو، دارای تعداد دانه پر در خوشه بین ۷۳-۲۷ بودند که در نتیجه نسبت به شاهد، در سطح یک درصد برتری داشتند (جدول ۴). تعداد دانه پوک در خوشه لاین‌های جهش‌یافته طارم محلی و حسنی مشابه تعداد آن در شاهدها بود ولی ۱۵ لاین از لاین‌های جهش‌یافته عنبربو نسبت به شاهد، تعداد دانه پوک در خوشه کمتری داشتند (جدول ۴). از نظر تعداد کل دانه در خوشه، تفاوتی بین لاین‌های جهش‌یافته نسل چهارم طارم محلی با شاهد وجود نداشت ولی در نه لاین جهش‌یافته حسنی، تعداد دانه کل در خوشه نسبت به شاهد حسنی بیشتر بود (جدول ۴).

مقایسه میانگین‌های صفات مورد مطالعه برای لاین‌های جهش‌یافته نسل چهارم (جدول ۴) نشان داد که تعدادی از جهش‌یافته‌های طارم محلی، حسنی و عنبربو، از شاهد‌های خود زودرس‌تر بودند. از بین ۶۶ جهش‌یافته طارم محلی، سه مورد زودرس‌تر از شاهد طارم محلی بودند و طی ۵۵ روز به مرحله ۵۰٪ گلدهی رسیدند. تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی پنج جهش‌یافته حسنی ۵۵ و ۵۶ بود. در ۲۸ لاین جهش‌یافته نسل چهارم عنبربو، تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی بین ۶۰-۵۶ روز برآورد شد.

از نظر ارتفاع بوته، ۱۸ لاین جهش‌یافته نسل چهارم طارم محلی، ارتفاع کمتری نسبت به شاهد طارم داشتند. ارتفاع بوته این لاین‌ها، بین ۱۰۳-۹۳ سانتی‌متر و متوسط ارتفاع بوته شاهد طارم محلی، ۱۲۳ سانتی‌متر بود. پنج لاین از جهش‌یافته‌های حسنی نیز ارتفاع بوته کمتری از شاهد حسنی (۹۸ سانتی‌متر) داشتند و ارتفاع بوته این آن‌ها بین ۷۷-۷۱ سانتی‌متر بود. ارتفاع بوته همه جهش‌یافته‌های عنبربو (۷۱-۱۰۲ سانتی‌متر)، کمتر از شاهد عنبربو (۱۲۶ سانتی‌متر) (جدول ۴) بودند.

در بین لاین‌های جهش‌یافته طارم محلی و حسنی، دو لاین از هر کدام، تعداد خوشه در کپه بیشتری نسبت به شاهد داشتند. تعداد خوشه در کپه این لاین‌ها بین ۱۱-۱۴، متوسط تعداد آن در شاهد طارم محلی، ۱۰/۳ و شاهد حسنی ۵/۶ بود. تعداد خوشه در سایر لاین‌های

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات ارزیابی شده برخی جهش‌یافته‌های نسل چهارم در شرایط شور

Table 4. Mean comparison of agronomic characteristics of some mutants of the fourth generation (M<sub>4</sub>) in saline

Parent	Code of M4 mutant	Days to 50% flowering	Plant height (cm)	Panicle number per hill	Panicle Length (cm)	Number of filled grains per panicle	Number of empty grains per panicle	Total No. of grains per panicle	Yield (Kg/ha)
Tarom Mahali	112	61c	111.5c	10.0c	22.9c	49.2c	18.0c	67.2c	1706.4c
Tarom Mahali	114	61c	123.5c	7.5c	22.8c	51.9c	11.4c	63.3c	2333.6c
Tarom Mahali	117	60c	120.3c	6.0c	21.7c	36.4c	11.1c	47.5c	2780.9c
Tarom Mahali	1116	61c	109.8c	7.0c	17.7c	32.7c	6.4c	39.1d	2387.4c
Tarom Mahali	1119	62c	123.8c	10.5c	20.6d	42.3c	8.2c	50.5c	2387.4c
Tarom Mahali	121	60c	117.3c	21.0a	19.6e	40.5c	16.6c	57.1c	2592.7c
Tarom Mahali	122	55d	113.0c	5.5d	20.6d	55.1c	12.8c	67.9c	2238.8c
Tarom Mahali	126	60c	95.0c	9.5c	20.1e	48.6c	17.2c	65.8c	2324.4c
Tarom Mahali	127	55d	124.8c	12.0c	23.85c	60.1c	18.0c	78.1c	2405.8c
Tarom Mahali	136	60c	105.5c	8.8c	21.15d	37.8c	14.4c	52.2c	2374.0c
Tarom Mahali	1316	64c	119c	14.3c	23.2c	51.2c	16.2c	67.4c	2528.6b
Tarom Mahali	check	66.2	123.3	10.3	23.1	48.3	20.3	68.6	1505.7
Hasani	214	55d	95.5c	9.5c	21.7c	73.2a	3.8c	77.0a	1830.9b
Hasani	215	56d	92.5c	8.0c	24.5a	54.1b	9.2c	63.3b	2084.9a
Hasani	216	61c	106.8c	9.0c	25.3a	23.5c	28.5c	52.0c	3046.8a
Hasani	225	60c	85.0c	4.3c	24.0a	40.5c	14.4c	54.9c	1682.7b
Hasani	227	59c	97.5c	4.8c	18.5d	26.5c	12.6c	39.1c	1111.9c
Hasani	2212	60c	85.3c	5.0c	21.3c	27.7c	4.8c	32.5c	1347.3c
Hasani	232	60c	96.5c	4.0c	23.6a	23.7c	21.8c	45.5c	2041.9b
Hasani	2310	59c	91.5c	7.5c	19.6c	64.3c	9.0c	73.3a	2098.9a
Hasani	2315	62c	85.5c	6.3c	22.8b	46.3c	17.8c	64.1b	1634.5c
Hasani	2318	59c	97.3c	4.8c	28.3a	38.1c	15.4c	53.5c	2075.5a
Hasani	check	64.9	98.2	5.6	20.7	25	14.2	39.2	681.1
Anbarboo	325	57e	82.0e	6.0c	22.4c	49.9a	39.8c	89.7a	1297.0b
Anbarboo	326	57e	94.0e	4.3d	22.0c	50.5a	15.4c	65.6c	1681.8a
Anbarboo	328	61e	102.3d	4.5d	24.5a	57.9a	19.8e	77.7b	1149.9b
Anbarboo	3212	72e	90.5e	10.2c	21.1c	38.9a	19.6e	58.5c	1471.1a
Anbarboo	3213	70e	86.8e	10.0c	26.1a	49.5a	42.8c	92.3a	1637.2a
Anbarboo	3214	69e	93.5e	12.8c	27.2a	36.5d	30.0c	66.5c	2290.7a
Anbarboo	3215	72e	92.8e	7.8c	26.8a	37.7a	30.8c	68.5c	2191.8a
Anbarboo	3228	75e	74.8e	9.0c	23.3c	40.9a	17.6e	58.5c	1683.7a
Anbarboo	3229	72e	100.3d	12.0c	24.3b	31.5d	18.2e	49.7c	1541.6a
Anbarboo	check	87.8	126.3	9.6	21.9	6.4	46.1	52.5	49.4
LSD5%		8.48	18.98	4.45	1.77	20.08	18.16	23.01	994.9
LSD1%		11.16	26.14	6.13	2.43	27.65	25.01	31.7	1370.3

٪ در هر ستون، c به معنای مشابه با شاهد، d نشانگر مقدار کمتر از شاهد در سطح ۵٪، e- کمتر از شاهد در سطح ۱٪، b- بیشتر از شاهد در سطح ۵٪، a- بیشتر از شاهد در سطح ۱٪ با روش LSD

٪: In each column, c represents a value similar to respective check, d represents a value statistically lower than check at the level of 5%, e= lower than check at the level of 1%, b= higher than check at level of 5%, a= higher than check at 1% probability- by using LSD

به‌دست نیامد. لاین‌های شماره ۱۱۴، ۱۱۱۷، ۱۱۱۶، ۱۲۶، ۱۲۷، ۱۳۳، ۱۱۲۶، ۱۳۱۶، ۱۳۸، ۲۱۵، ۲۲۱، ۳۲۶، ۳۲۱۴، ۳۲۱۵، ۳۲۱۸ و ۳۲۲۸، تحمل نسبی بالاتری به تنش شوری داشتند و از هر کدام، بین یک تا ۳۰ خوشه برداشت شد. بیشترین تعداد خوشه سالم را لاین‌های جهش‌یافته ۳۲۱۴ و ۳۲۱۵ داشتند و در نتیجه به‌عنوان متحمل‌ترین لاین‌های جهش‌یافته شناخته شدند. نتایج این بررسی نشان داد که شاهد عنبربو، متحمل‌تر از شاهد طارم و حسنی بود ولی به علت دیررس بودن، مناسب منطقه نبود و در نتیجه در مازندران می‌توان کشت ارقام طارم محلی و حسنی را به کشاورزان توصیه نمود. برنج عنبربو، بومی استان‌های ایلام و خوزستان است و بنابراین از نظر آب و هوایی، به اندازه ارقام بومی مازندران با این منطقه سازگاری ندارد.

از نظر عملکرد، نه لاین جهش‌یافته نسل چهارم از طارم محلی انتخاب شدند که عملکرد متوسط بیشتری نسبت به شاهد طارم (۱۵۰۵ کیلوگرم در هکتار) داشتند؛ هرچند که فقط برتری دو لاین از آن‌ها از نظر آماری معنی‌دار بود. هفت لاین جهش‌یافته نسل چهارم حسنی انتخاب شدند که عملکرد متوسط آن‌ها به‌طور معنی‌داری بیشتر از شاهد حسنی (۶۸۵ کیلوگرم در هکتار) بود (جدول ۳ و ۴). متوسط عملکرد هشت لاین جهش‌یافته منتخب نسل چهارم عنبربو، بیشتر از شاهد عنبربو (۴۹ کیلوگرم در هکتار) بود (جدول ۴). شوری خاک و آب آبیاری مزرعه در سال زراعی ۱۳۹۴ بیشتر از سال ۱۳۹۳ بود (جدول ۱). با توجه به بالا بودن میزان شوری در مزرعه آزمایشی، بسیاری از لاین‌ها به خوشه نرفتند و داده‌های زراعی لازم برای تجزیه واریانس

### تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی

برخی از لاین‌های جهش‌یافته، خصوصاً دو لاین ۳۲۱۴ و ۳۲۱۵، تعداد خوشه زیادی تولید کردند. بنابراین به نظر می‌رسد که جهش القایی در این مطالعه، میزان تحمل به شوری این لاین‌ها را از طریق افزایش تعداد پنجه بارور افزایش داده بود.

در اراضی شور، گیاهان به دلیل کاهش جذب آب ناشی از کاهش پتانسیل اسمزی، عموماً علائمی مشابه تنش خشکی را نشان می‌دهند. صرف نظر از آن که منبع شوری، آب آبیاری یا خاک باشد، شوری در دوره رویشی، باعث تاخیر در گلدهی و رسیدگی می‌شود. شاهد‌های کشت شده در شرایط شور، به تعداد روزهای بیشتری نیاز داشتند تا وارد فاز زایشی شوند و تولید خوشه نمایند که موافق گزارش Khatun & Flowers (1995) بود. با این وجود، تعدادی از لاین‌های جهش‌یافته با تغییراتی که در ژنوم آن‌ها ایجاد شده بود توانستند زودتر از ارقام شاهد خود به گلدهی برسند. استفاده از چنین ژنوتیپ‌هایی می‌تواند شانس تولید محصول را در شرایط شوری آخر فصل افزایش دهد.

### ارتفاع

کاهش ارتفاع بوته لاین‌های جهش‌یافته نسبت به ارقام طارم محلی، حسنی و عنبربو نکته مثبتی است زیرا ارتفاع بوته ارقام محلی برنج، بلند است و ورس بالایی دارند، به‌طوری‌که در صورت بارندگی یا باد شدید در زمان رسیدگی، عملاً برداشت ماشینی مزرعه ممکن نیست و میزان ریزش و تلفات دانه‌ها زیاد می‌شود. همچنین، کاهش ارتفاع بوته همراه با افزایش کودپذیری رقم، باعث افزایش عملکرد می‌شود که یکی از نقاط ضعف ارقام محلی است. با توجه به این‌که گزینش لاین‌های جهش‌یافته در جهت کاهش ارتفاع بوته بوده است، کوتاه بودن قد لاین‌های جهش‌یافته در نسل‌های بالاتر، نشان‌دهنده توارث‌پذیر بودن این صفت و پایدار بودن جهش‌های ایجاد شده است.

### تعداد خوشه در کپه

تعداد پنجه‌های بارور در هر کپه، یکی از اجزای مهم تعیین‌کننده عملکرد در گیاه برنج است که در شرایط شور، تحت تاثیر قرار می‌گیرد و تعداد آن کاهش می‌یابد. تنش شوری می‌تواند ظهور پنجه و تولید خوشه را به تأخیر اندازد و در صورت شدت، باعث حذف کامل پنجه‌های بارور می‌شود (Francois et al., 1994). در سال چهارم که تنش شوری در حد بالایی قرار داشت، بسیاری از لاین‌ها قادر به تولید پنجه بارور نشدند در حالی که

### طول خوشه، تعداد دانه پر، پوک و کل دانه

طول خوشه یکی از صفات موثر بر تعداد دانه و عملکرد است. همانطور که در جدول ۴ دیده می‌شود، جهش القایی باعث ایجاد تنوع در طول پانیکل شد، به‌طوری‌که برخی از لاین‌های جهش‌یافته، پانیکل بلندتر از شاهد و گروهی پانیکل کوتاه‌تری نسبت به شاهد داشتند (جدول ۴). در طول دوره پر شدن دانه، سه فرآیند فتوسنتز، انتقال مواد تولید شده از فتوسنتز به دانه و رشد دانه‌ها، به‌طور همزمان به وقوع می‌پیوندند. کاهش ماده خشک دانه‌ها و افزایش دانه‌های پوک در شرایط تنش شوری، ناشی از اختلال در هریک از این فرآیندها می‌باشد (Akbar et al., 1986). Aisha et al. (2005) نیز کاهش باروری در ژنوتیپ‌های برنج تحت تاثیر تنش سدیم کلراید را گزارش نمودند. بر اساس نظرات آن‌ها، دلایلی که باعث کاهش طول خوشه و انشعابات اصلی خوشه و همچنین افزایش دانه‌های پوک در محیط شور می‌شود را می‌توان به تجمع بالای سدیم و غلظت پایین یون پتاسیم در قسمت‌های مختلف گل در وارپته‌های حساس برنج یا بازدارندگی معنی‌دار فعالیت آنزیم آمیلاز در نمو دانه‌ها مربوط دانست. خسارت به سنبلیچه‌های گیاه برنج، ناشی از تجزیه و فساد انشعابات اصلی و فرعی در خوشه‌ها و پریموردیای گل در اثر تنش شوری است. زمانی‌که گیاهان در مرحله خوشه‌دهی و یا گلدهی در معرض تنش‌های شوری بالا قرار گیرند، قابلیت و زیست‌پذیری دانه‌های گرده کاهش می‌یابد. یکی از علت‌های بالقوه دیگر برای عقیم شدن سنبلیچه‌های برنج، حضور مقادیر بالایی از ABA در بساک پرچم است که مانع حمل و نقل هیدرات کربن‌ها و دیگر متابولیت‌های ضروری برای توسعه دانه‌های گرده می‌شود و عقیمی دانه‌های گرده را تحت تنش شوری در پی دارد (Moradi, 2002). نتایج یک آزمایش نشان داد که سه جفت ژن در تحمل به نرعیمی ناشی از قرار گرفتن در معرض شوری دخالت دارند (Yeo & Flowers, 1986). اگر تراکم دانه در واحد طول

عملکرد بالا دست یافتند. مصری‌ها با استفاده از اشعه ایکس و گاما در گیاه برنج توانستند به لاین جهش یافته زودرس با عملکرد بهتر از شاهد دست یابند ( Alizadeh & Esavand, 2006).

هر چند که مکانیسم تحمل به شوری در لاین‌های متحمل این آزمایش مشخص نیست و نیاز به بررسی‌های بیشتر دارد، اما به‌طور کلی برنج، گندم و جو، دو روش برای تحمل به نمک در اندام هوایی دارند: اول کاهش غلظت نمک‌ها و دوم اختصاص املاح به برگ‌های مسن‌تر (Kingsbury *et al.*, 1983). آزمایش‌های به‌گزینی ارقام برنج در مقابل شوری نشان داد که ارقام دارای سرعت رشد ژنتیکی زیاد، نسبت به ارقام دارای سرعت رشد کم، تحمل به شوری بیشتری از خود نشان دادند ( Fallah, 2010). در اثر تجمع نمک، برگ‌های مسن از بین می‌روند ولی گیاه برای حفظ سطح فتوسنتز کننده و رشد، به تولید برگ جدید ادامه می‌دهد؛ بنابراین انتخاب باید به سمتی باشد که گیاه بتواند جذب و جایگزینی سدیم را به شکلی انجام دهد که در آن، سرعت رشد بالا باشد.

### نتیجه‌گیری کلی

ایجاد تنوع ژنتیکی، اساس انتخاب یک لاین جدید است که در جمعیت آزمایشی مورد بررسی در این پژوهش، از طریق جهش القایی اتفاق افتاد و در نتیجه لاین‌های جهش‌یافته زودرس، پاکوتاه و دارای تعداد دانه پر در خوشه و تعداد خوشه در کپه بیشتری نسبت به والدین خود (طارم محلی، حسنی و عنبربو) به‌دست آمد. ده لاین از لاین‌های جهش یافته در این آزمایش در مقایسه با والدین، دارای عملکرد دانه بالاتری در شرایط تنش شوری نسبت به والدین خود بودند و در طول سال‌های بررسی، تقریباً به خلوص رسیدند که در مراحل پیشرفته‌تر و در آزمایش سازگاری (چند سال و چند مکان) بررسی خواهند شد.

### سپاسگزاری

بدین‌وسیله از پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، پژوهشکده کشاورزی هسته‌ای و معاونت موسسه تحقیقات برنج کشور در مازندران (آمل) به‌خاطر تقبل هزینه‌های این تحقیق، تشکر و قدردانی می‌شود.

خوشه ثابت باشد، تغییر طول خوشه، باعث تغییر تعداد دانه در خوشه می‌شود. در مقابل، ثابت ماندن تعداد دانه در خوشه، همراه با تغییر طول خوشه، باعث تغییر میزان تراکم دانه در واحد طول خوشه می‌شود. در بین لاین‌های جهش‌یافته، افزایش تعداد دانه پر در خوشه در برخی از لاین‌ها نسبت به شاهد معنی‌دار بود. این در حالی است که در برخی از آن‌ها، افزایش طول خوشه نسبت به شاهد اتفاق افتاد و در برخی اتفاق نیفتاده بود (جدول ۴). بنابراین در این پژوهش، جهش القایی باعث تغییر تراکم دانه در واحد طول خوشه نیز شد.

### عملکرد

تنش شوری باعث کاهش عملکرد برنج شد و بسته به نوع واکنش ژنوتیپ، باعث عدم خوشه‌دهی و حتی از بین رفتن کامل گیاه می‌شود. افت عملکرد در پی کاهش تعداد پنجه‌های بارور و کاهش تعداد دانه‌های پر به‌وجود می‌آید. با شور شدن تدریجی زمین‌های ساحلی و کاهش عملکرد ارقام برنج در این زمین‌ها، به‌تدریج این زمین‌ها کاربرد شالیزاری خود را از دست می‌دهند. یکی از مهم‌ترین راهکارها برای تداوم کشت برنج در چنین زمین‌هایی، استفاده از ارقام متحمل به شوری است. تنوع ارقام از نظر تحمل به تنش شوری سبب می‌شود تا در شرایط شوری ملایم تا متوسط که ارقام دیگر قادر به زنده ماندن یا تولید دانه نیستند، برخی از ارقام بتوانند محصول قابل قبولی تولید نمایند. در این بررسی نیز محصول عنبربو در مقایسه با دو رقم دیگر بسیار کم‌تر بود و می‌توان نتیجه گرفت که به‌خاطر دیررس بودن و مواجهه با خشکی و افزایش تنش شوری، تحمل این رقم به شوری کم است (جدول ۳).

با توجه به این‌که استقبال کشاورزان در شمال ایران از ارقام پرمحصول در مقابل ارقام محلی چندان زیاد نبوده است، استفاده از ارقام بومی به عنوان ماده اولیه اصلاحی در تولید ارقام متحمل می‌تواند شانس موفقیت ارقام جدید را افزایش دهد. یکی از روش‌های سریع و کارآمد در اصلاح ارقام متحمل به شوری، استفاده از جهش القایی است چراکه جهش، باعث بروز تغییرات کوچک در ژنوم می‌شود که باعث می‌شود تا فرآیند خالص شدن لاین و رسیدن به رقم خالص زودتر اتفاق افتد. Wani & Anis (2008) از طریق القای جهش در نخود، به سه لاین با



## REFERENCES

1. Asadi, R., Rezaei, A. & Amiri, A. (2011). Effect of different levels of salinity on yield and yield component of improved rice varieties. *Plant breeding crops journal*, 1(3), 24-37 (In Persian).
2. Alizadeh, M. A. & Esavand, H. R. (2006). Rice in Egypt. Translated by Ministry of Agriculture, Agronomy deputy, Office of rice and puls, 171-184 (In Persian).
3. Akbar, M., Gunawardena, I. E. & Ponnampuruma, F. N. (1986). Breeding for Soil Stress. Progress in rainfed lowland rice, IRRI, Los Banos. Philippines.
4. Aisha, S., Munmtaz, S. Raza, M. Khan, A. & Solgani, S. (2005). Salinity effect on seedling growth and yield component of different inbred rice lines. *Pakistan Journal of Botany*, 37(1), 131-139.
5. Fallah, A. (2010). *Investigation of some physiological mechanisms associated with salt stress tolerance in Iranian rice cultivars*. Agricultural Research, Education and Extension Organization, Rice Research Institute of Iran, Deputy of Mazandaran, Amol, Iran. 76Pp (In Persian).
6. Fallah, A., Farahmandfar, E. & Elyasi, H. (2011). Effects of different levels of water salinity on yield and yield components of two rice varieties. *Prepublication of Journal of Agronomic Improvement*. Islamic Azad University, Chalous Branch, 2, 47-56.
7. Fallah, A. & Bagheri, L. (2015). Producing of tolerant cultivars to salinity stress in rice (*Oryza sativa* L.) using mutation and biotechnology. Agricultural Research, Education and Extension Organization, Rice Research Institute of Iran, Deputy of Mazandaran, Amol, Iran. Pp50 (In Persian).
8. Feihn, O., Kopha, J. & Trethewey N. (2002). Identification of uncommon plant metabolites based on calculation using gas chromatography and quadruple mass spectrometry. *Annual Chemestery*, 72: 3573-358.
9. Francois, L. E., Cathherin, E. & Grieve, M. (1994). Time of salt stress affects growth and yield components of irrigated wheat. *Agronomy Journal*, 89, 100-106.
10. IRRI (2002). Standard Evaluation System for Rice. International Rice Research Institute, Manila. 65p.
11. Kafai, M. & Mahdavi Damghani, A. (1999). Tolerance mechanisms in environmental stress of plants. University of Ferdowsi Press. 467Pp (In Persian).
12. Khatun, S. & Flowers, T. J. (1995). Effects of salinity on seed set in rice. *Plant Cell and Environment*, 18, 61-67.
13. Kingsbury, R. W., Epestin, E. & Percy R. W. (1983). Physiological responses to salinity in selected lines of wheat. *Plant Physiology*, 74, 417-423
14. Majd, F., Rahimi, M. & Rezazadeh, M. (2003). Evolving of mutant lines resistant to lodging, and high yield in rice by induce mutation using gamma ray (physical mutagen). *Journal of Nuclear Science and Technology*, 26, 37-43(In Persian)
15. Moradi, F. (2002). *Physiological characterization of rice cultivars for salinity tolerance during vegetative and reproductive stage*. Ph.D. Thesis. University of Philippines at Los Banos. Laguna. Philippines. 190Pp.
16. Postini, K. & Bieker, A. (1994). The photosynthesis reaction of two wheat varieties related to salt stress. *Journal of Agricultural Science of Iran*, 26(2), 57-64. (In Persian).
17. Rutger, J. N. (1982). Use of induced and spontaneous mutants in rice genetics and breeding. In: Proceedings of a Research Coordinating Meeting IAETCDOC-268, 119-126.
18. Sadati, N. (2000). *Optimize management of salinity water in paddy field*. Final Report of Project. Agricultural Research, Education and Extension Organization, Rice Research Institute of Iran, Deputy of Mazandaran, Amol, Iran. 26Pp (In Persian).
19. Yazdi Samadi, B., Rezaei A. & Valizadeh, M. (2006). *Experimental deigns in agricultural science*. University of Tehran Press. P 495- 520 (In Persian).
20. Yeo, A. R. & Flowers, T. J. (1986). Salinity resistance in rice (*Oryza sativa* L.) and pyramiding approach to breeding varieties for saline soils. *Australian Journal of Plant Physiology*, 13, 161-173.
21. Wani, A. & Anis, M. (2008). Gamma ray- and EMS-induced bold-seeded high-yielding mutants in chickpea (*Cicer arietinum*). *Turkish Journal of Biology*, 32, 1-5.
22. Zeng, L., James, A. P., Wilson, C., Draz, A. S. E., Gregorio, G. B. & Grieve, C. M. (2003). Evaluation of salt tolerance in rice genotypes by physiological characters. *Euphytica*, 129: 281-292.