قابلیت استفاده از شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش در ژنوتیپ‌های مختلف برنج

سمر جعفری راد[1*]، محسن زواره[2]، محمدرضا خالدیان[3] و مجتبی رضایی[4]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی زراعت دانشگاه گیلان
۲- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه گیلان
۳- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه گیلان
۴- پژوهشگر مؤسسه تحقیقات برنج کشور و دانشجوی دکترای دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
*Samar_jafarirad@yahoo.com

چکیده
به‌منظور بررسی پاسخ هفت ژنوتیپ برنج (خزر، SA13 ، هیبرید دیلم، سنگ جو، سپیدرود، لاین ۸۳۱ و T5)، به سطوح مختلف شوری و تعیین شاخص‌های تحمل و حساسیت آن‌ها بر مبنای عملکرد دانه، آزمایشی به صورت گلدانی زیر بارانگیر، به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار و پنج سطح شوری آب آبیاری (۱، ۲، ۴، ۶ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر) در مؤسسه تحقیقات برنج کشور – رشت در سال ۱۳۹۰ اجرا شد. با استفاده از داده‌های عملکرد دانه در دو محیط با تنش شوری و بدون تنش، شاخص‌های SSI، TOL، MP، GMP، HM، STI، YI و YSI محاسبه و میزان همبستگی آن‌ها با عملکرد دانه برآورد شد. نتایج نشان داد که شاخص‌های تحمل و همچنین، عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها تفاوت بسیار معنی‌داری با یکدیگر داشتند. بررسی شاخص‌های مختلف تحمل و حساسیت به تنش نشان داد که شاخص‌های STI و MP می‌توانند به عنوان مناسب‌ترین شاخص‌ها در شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به شوری برنج مورد استفاده قرار گیرند. در این آزمایش، بیشترین عملکرد در شرایط بدون تنش و تنش مربوط به لاین اصلاحی T5 (به ترتیب ۱۹/۷۱ و ۱۰/۶۹ گرم در گلدان) و کمترین عملکرد در شرایط بدون تنش و تنش به‌ترتیب مربوط به رقم دیلم (۱۱/۸۴ گرم در گلدان) و خزر (۴/۲۹ گرم در گلدان) بود.

کلمات کلیدی:آب آبیاری، برنج، تنش شوری، شاخص تحمل، عملکرد دانه

مقدمه

برنج از جمله گیاهانی است که حساسیت زیادی به شوری داشته و این حساسیت در آغاز مرحله رشد زایشی بیش‌تر از سایر مراحل است (لافیته و همکاران، ۲۰۰۴). استفاده از آب شور در دوره رشد رویشی باعث تأخیر در گلدهی، رسیدگی برنج، کاهش تعداد پنجه، کاهش زیست‌توده و سطح برگ و در مرحله رشد زایشی باعث کاهش تعداد خوشه‌چه پر شده، خوشه بارور، وزن صد دانه، درصد باروری دانه و افزایش نسبت پنجه‌های نابارور می‌شود (کاووسی، ۱۳۷۴؛ کاستلو، ۲۰۰۷). اثرات این تنش بر عملکرد در شرایط هوای گرم و تبخیر زیاد بیشتر می‌شود (آسچ و همکاران، ۲۰۰۰). در این شرایط کاشت ارقام متحمل به تنش شوری برای کاهش اثر شوری لازم به نظر می‌رسد.

برای بررسی واکنش ارقام به تنش شوری از شاخص‌های مقاومت به تنش استفاده می‌شود. یکی از این شاخص‌ها، شاخص حساسیت به تنش (SSI) است که توسط فیشر و مائورر (۱۹۷۸) بیان شده است که مقادیر کمتر آن نشان‌دهنده مقاومت بیشتر یک ژنوتیپ است. روسیل و هامبلین (۱۹۸۱) شاخص‌های تحمل (TOL) و میانگین حسابی یا بهره‌وری تولید (MP) را

ارائه دادند. مقادیر بالای شاخص تحمل (TOL) بیانگر حساسیت بیشتر به تنش بوده و هر چه مقدار آن کمتر باشد، مطلوب‌تر است. روسیل و هامبلین (۱۹۸۱) معتقدند که انتخاب بر مبنای شاخص MP به گزینش ژنوتیپ‌هایی با پتانسیل عملکرد بالاتر ولی با تحمل به تنش پایین‌تر منجر می‌شود. شاخص‌های تحمل به تنش (STI) و میانگین هندسی بهره‌وری (GMP) توسط فرناندز (۱۹۹۲) برای شناسایی ژنوتیپ‌هایی که در هر دو شرایط عادی و تنش عملکرد مطلوبی تولید می‌کنند، پیشنهاد شدند. شاخص GMP حساسیت کمتری به اختلاف عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش دارد، لذا کمتر تحت تأثیر عملکرد نسبتاً بالا در یکی از محیط‌ها قرار می‌گیرد؛ بنابراین، شاخص مناسبی برای تشخیص ارقامی با تولید مطلوب در هر دو محیط تنش و نرمال می‌باشد. فرناندز (۱۹۹۲) بر این عقیده است که شاخص تحمل به تنش (STI) شاخص مناسبی برای انتخاب ژنوتیپ‌ها جهت دستیابی به عملکرد بالا تحت شرایط تنش می‌باشد. این شاخص ژنوتیپ‌هایی که دارای عملکرد بالا در شرایط تنش و بدون تنش هستند را از سایر گروه‌ها جدا می‌کند. فرناندز (۱۹۹۲) ارقام را از نظر واکنش آن‌ها در شرایط وجود و عدم وجود تنش به چهار گروه ژنوتیپ‌هایی که عملکرد بالایی در هر دو محیط تنش و بدون تنش دارند (A)، ژنوتیپ‌هایی که عملکرد بالایی فقط در شرایط محیطی بدون تنش دارند (B)، ژنوتیپ‌هایی که عملکرد خوبی فقط در شرایط تنش دارند (C) و ژنوتیپ‌هایی که عملکرد پایینی در هر دو محیط تنش و بدون تنش دارند (D) تقسیم کرده و گزارش نمود که شاخصی مناسب‌تراست که بتواند ژنوتیپ‌های گروه A را از سایر گروه‌ها تشخیص دهد. ژنوتیپ‌های پایدارتر بر اساس این شاخص دارای مقادیر بالاتر STI هستند، بنابراین انتظار می‌رود که با استفاده از این شاخص ژنوتیپ‌های گروه A از سایر گروه‌ها قابل تفکیک باشند. شاخص دیگری که توسط فرناندز (۱۹۹۲) معرفی شد، میانگین هارمونیک (HM) است.

بوسلاما و اسچاپاواگ (۱۹۸۴) شاخص پایداری عملکرد (YSI) و گاووزی و همکاران (۱۹۹۷) شاخص عملکرد (YI) را معرفی کردند. شاخص عملکرد (YI) موجب رتبه‌بندی ارقام بر حسب میزان عملکرد تولیدی آن‌ها در محیط تنش می‌گردد (سی و سه مرده و همکاران، ۲۰۰۶). شاخص پایداری عملکرد (YSI) نشان‌دهنده میزان مقاومت ژنتیکی رقم به تنش می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۹۰ در مؤسسه تحقیقات برنج کشور واقع در رشت انجام شد. به منظور بررسی پاسخ هفت ژنوتیپ برنج (خزر و SA13 از گروه حساس، هیبرید دیلم از گروه میانه و سنگ جو، سپیدرود، لاین ۸۳۱ و T5 از گروه متحمل به تنش خشکی)، به سطوح مختلف شوری و تعیین شاخص‌های مقاومت و حساسیت آن‌ها بر مبنای عملکرد دانه، آزمایشی به صورت گلدانی زیر بارانگیر، با آرایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار اجرا شد. ژنوتیپ‌های مذکور در پنج سطح شوری NaCl و $CaSO_4$ با نسبت ۱:۲ و هدایت الکتریکی ۱ (شاهد)، ۲، ۴، ۶ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر مورد بررسی قرار گرفتند. آزمایش در گلدان‌هایی با قطر دهانه ۲۵ سانتی‌متر و عمق ۲۷ سانتی‌متر انجام شد و در هر گلدان ۹ کیلوگرم خاک ریخته و ۳ نشاء در آن کاشته شد. آبیاری گلدان‌ها به‌گونه‌ای انجام شد که همیشه حداقل ۵ سانتی‌متر آب روی خاک گلدان‌ها موجود باشد. پس از ده روز آبیاری با آب معمولی، تیمارهای شوری اعمال شدند. در زمان رسیدگی فیزیولوژیک، بوته‌ها برداشت شدند و وزن شلتوک به عنوان عملکرد دانه در نظر گرفته شد.

برای ارزیابی واکنش ژنوتیپ‌ها از لحاظ عملکرد دانه و تعیین ارقام مقاوم‌تر به تنش، از شاخص‌های زیر استفاده شد:

SSI: شاخص حساسیت به تنش (فیشر و مائورر، ۱۹۷۸)، TOL: شاخص تحمل (روسیل و هامبلین، ۱۹۸۱)، MP: میانگین عملکرد یا میانگین بهره‌وری یا میانگین حسابی (روسیل و هامبلین، ۱۹۸۱)، GMP: میانگین هندسی بهره‌وری (فرناندز،

۱۹۹۲)، STI: شاخص تحمل به تنش (فرناندز، ۱۹۹۲)، HM: میانگین همساز یا هارمونیک (فرنانـدز، ۱۹۹۲)، YI: شاخص عملکرد (گاووزی و همکاران، ۱۹۹۷) و YSI: شاخص پایداری عملکرد (بوسلاما و اسچاپااوگ، ۱۹۸۴) به ترتیب از روابط ۱ تا ۸ به دست آمدند:

$$SSI = \frac{(1-\frac{Y_S}{Y_p})}{SI} \quad (۱)$$

$$SI = 1-\frac{\overline{Y}_S}{\overline{Y}_p}$$

$$TOL = Y_{P_}Y_S \quad (۲)$$

$$MP = \left(\frac{Y_p + Y_s}{2}\right) \quad (۳)$$

$$GMP = \sqrt{Y_p . Y_s} \quad (۴)$$

$$STI = \frac{Y_p - Y_s}{\left(\overline{Y}_p\right)} \quad (۵)$$

$$HM = \frac{2Y_pY_s}{\left(Y_p + Y_s\right)} \quad (۶)$$

$$UI = \frac{Y_s}{\overline{Y}_S} \quad (۷)$$

$$YSI = \frac{Y_S}{Y_P} \quad (۸)$$

که در آن‌ها SI = شاخص تنش؛ Y_p = عملکرد ژنوتیپ مورد نظر در محیط بدون تنش؛ Y_s = عملکرد ژنوتیپ مورد نظر در محیط دارای تنش؛ $\overline{Y}_p$ = میانگین عملکرد همه ژنوتیپ‌ها در محیط بدون تنش؛ $\overline{Y}_s$ = میانگین عملکرد همه ژنوتیپ‌ها در محیط دارای تنش است.

نتایج و بحث

یکی از شاخص‌های مورد مطالعه در این آزمایش، شاخص حساسیت به تنش (SSI) بود که پایین بودن مقدار آن، نشان‌دهنده تحمل بیشتر ژنوتیپ به تنش می‌باشد. نتایج این آزمایش (جدول ۱) نشان داد که بر پایه SSI چهار ژنوتیپ خزر، SA13، سپیدرود و ۸۳۱ در گروه حساس به شوری و ژنوتیپ‌های سنگ‌جو، دیلم و T5 در گروه مقاوم به شوری قرار می‌گیرند. از نظر شاخص تحمل (TOL) که مقادیر بالای آن نشانگر حساسیت بیشتر به تنش بوده و مقادیر کمتر آن مطلوب‌تر است، رقم سنگ‌جو کمترین حساسیت را نسبت به تنش نشان داد؛ پس از آن ژنوتیپ‌های دیلم و T5 به عنوان متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها گروه بندی شدند (جدول ۱). انتخاب بر اساس شاخص تحمل (TOL) اغلب موجب گزینش ژنوتیپ‌هایی می‌شود که در شرایط معمول دارای عملکرد نسبتاً پایینی هستند. از لحاظ شاخص تحمل به تنش (STI) و میانگین بهره‌وری تولید (MP) در هر دو شرایط تنش و عدم تنش، لاین T5 و پس از آن لاین ۸۳۱ بیشترین و رقم خزر کمترین مقدار این شاخص‌ها را به خود اختصاص دادند (جدول ۱).

جدول ۱- مقایسه میانگین شاخص‌های تحمل و عملکرد دانه ژنوتیپ‌های برنج در محیط بدون تنش (N) و دارای تنش (S)

رقم	Y_N	Y_S	TOL	SSI	STI	GMP	MP	HM	YSI	YI
خزر	۱۴/۰۶^{dc}	۴/۲۹^{c}	۹/۷۶^{a}	۱/۲۸^{a}	۰/۲۵^{c}	۶/۰۸^{d}	۹/۱۷^{c}	۵/۳۱^{c}	۰/۳۱^{b}	۰/۶۰^{c}
SA13	۱۶/۲۸^{bc}	۵/۰۹^{bc}	۱۱/۱۸^{a}	۱/۲۹^{a}	۰/۳۶^{bc}	۷/۰۹^{cd}	۱۰/۶۸^{bc}	۶/۲۹^{bc}	۰/۳۰^{b}	۰/۷۲^{bc}
سپیدرود	۱۶/۴۵^{bc}	۶/۹۰^{bc}	۹/۵۵^{a}	۱/۰۶^{ab}	۰/۴۵^{bc}	۹/۵۸^{bc}	۱۱/۶۷^{bc}	۸/۶۰^{bc}	۰/۴۲^{ab}	۰/۹۴^{bc}
لاین ۸۳۱	۱۸/۴۲^{ab}	۸/۲۱^{ab}	۱۰/۲۰^{a}	۱/۰۱^{ab}	۰/۶۱^{ab}	۱۰/۸۸^{ab}	۱۳/۳۱^{ab}	۹/۹۲^{ab}	۰/۴۵^{ab}	۱/۱۳^{ab}
دیلم	۱۱/۸۴^{d}	۶/۸۲^{bc}	۵/۰۱^{bc}	۰/۵۸^{b}	۰/۳۵^{bc}	۸/۳۴^{bcd}	۹/۳۳^{c}	۷/۷۰^{bc}	۰/۶۹^{a}	۰/۹۲^{bc}
سنگ‌جو	۱۲/۴۲^{d}	۸/۵۱^{ab}	۳/۹۰^{c}	۰/۵۸^{b}	۰/۴۴^{bc}	۹/۹۳^{bc}	۱۰/۴۶^{c}	۹/۵۰^{ab}	۰/۶۸^{a}	۱/۱۸^{ab}
T5	۱۹/۷۱^{a}	۱۰/۷۰^{a}	۹/۰۱^{ab}	۰/۸۴^{ab}	۰/۸۷^{a}	۱۳/۵۶^{a}	۱۵/۲۰^{a}	۱۲/۵۰^{a}	۰/۵۴^{ab}	۱/۴۹^{a}

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ ندارند.

Y_N= عملکرد در شرایط بدون تنش، Y_S= عملکرد در شرایط تنش

نتایج مقایسه میانگین شاخص‌های GMP و HM نیز نشان داد (جدول ۱) که لاین T5 و پس از آن لاین ۸۳۱ بیشترین مقدار این شاخص‌ها و رقم خزر کمترین مقدار را به خود اختصاص داده است. همچنین لاین T5 دارای بیشترین میانگین عملکرد دانه در شرایط بدون تنش (۱۹/۷۱ گرم در گلدان) و دارای تنش شوری (۱۰/۶۹ گرم در گلدان) بود (جدول ۱). به‌علاوه بیشترین مقدار شاخص عملکرد (YI) نیز متعلق به لاین T5 بود. بر اساس شاخص پایداری عملکرد (YSI)، ارقام دیلم و سنگ‌جو به‌ترتیب با میانگین ۶۹/. و ۶۸/. گرم در گلدان و بدون تفاوت معنی‌دار با یکدیگر بیشترین مقدار این شاخص را به خود اختصاص دادند (جدول ۱). در مجموع لاین T5 دارای بیشترین میزان شاخص‌های STI، MP، GMP، HM و YI و متحمل به تنش می‌باشد ولی رقم خزر در همه این شاخص‌ها بیشترین حساسیت را نشان داده است و رقم سنگ‌جو مقادیر پایین‌تر شاخص‌های SSI و TOL را نسبت به سایر ارقام دارا می‌باشد در نتیجه نسبت به شوری مقاوم‌تر است. در این مطالعه شاخص STI به‌خوبی توانست ژنوتیپ‌هایی که در هر دو محیط عملکرد نسبتاً بالایی داشتند را شناسایی نماید (جدول ۱). از آنجا که بر مبنای تقسیم‌بندی فرناندز (۱۹۹۲) ژنوتیپ‌هایی که در گروه A قرار می گیرند، برای گزینش بهتر هستند، لذا، می توان انتظار داشت که ژنوتیپ‌های T5 و ۸۳۱ در هر دو محیط عملکرد بالاتری داشته باشند. فرشادفر و شوتکا (۲۰۰۳) نیز شاخص STI را به‌عنوان مطلوب‌ترین شاخص مقاومت به تنش در ارزیابی مقاومت به خشکی لاین‌های جانشینی گندم معرفی کرده‌اند. نعمت اللهی و سعیدی (۲۰۱۱) نیز با بررسی برخی از ژنوتیپ‌های بزرگ بیان نمودند که STI مناسب‌ترین شاخص و بعد از آن MP و GMP نیز برای شناسایی ژنوتیپ‌های دارای تحمل و پایداری بیشتر مؤثر بودند. در این بررسی نیز STI و MP به‌عنوان مناسب‌ترین شاخص‌ها معرفی شده و به‌خوبی توانستند ژنوتیپ‌ها را از هم تفکیک نمایند.

جدول ۲- ضرایب همبستگی بین شاخص‌های تحمل و عملکرد ژنوتیپ‌های برنج در محیط بدون تنش (N) و دارای تنش (S)

	Y_N	Y_S	TOL	SSI	STI	MP	GMP	HM	YSI	YI
Y_N	۱	۰/۴۵	۰/۷۲	۰/۴	۰/۷۷*	۰/۹**	۰/۶۱	۰/۵۵	۰/۴۶	-۰/۴۱
Y_S		۱	-۰/۳	-۰/۶	۰/۹**	۰/۸*	۰/۹۸**	۰/۹۹**	۰/۱**	۰/۶
TOL			۱	۰/۹۱**	۰/۱۱	۰/۳۴	-۰/۱	-۰/۱۸	-۰/۲۸	-۰/۹۱**
SSI				۱	-۰/۲۵	-۰/۰۴	-۰/۴۶	-۰/۵۲	-۰/۵۹	-۰/۱**
STI					۱	۰/۹۷**	۰/۹۶**	۰/۹۴**	۰/۹۱**	۰/۲۴
MP						۱	۰/۹**	۰/۸۶*	۰/۸۱*	۰/۰۲
GMP							۱	۰/۱**	۰/۹۸**	۰/۴۴
HM								۱	۰/۹۹**	۰/۵
YSI									۱	۰/۵۸
YI										۱

Y_N= عملکرد در شرایط بدون تنش، Y_S= عملکرد در شرایط تنش.

* و**: به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪

غفاری (۲۰۰۸) نیز بین شاخص STI و عملکرد دانه در هر دو محیط تنش و بدون تنش، همبستگی مثبت و معنی‌داری را گزارش کرد. براساس نتایج این پژوهش (جدول ۱)، لاین T5 و ۸۳۱ در گروه A (دارای عملکرد بالایی در هر دو محیط)، لاین SA13 در گروه B (در محیط بدون تنش عملکرد بالایی داشته ولی کاهش عملکرد در اثر تنش (۶۸/۷۳ درصد) باعث شد که در شرایط تنش، عملکرد بالایی نداشته باشد)، رقم سنگ‌جو و دیلم در گروه C (در محیط تنش دارای عملکرد بالایی بودند اما این ژنوتیپ‌ها در محیط بدون تنش نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها عملکرد کمتری داشته و جزء ژنوتیپ‌های مناسب قرار نگرفتند) و رقم خزر در گروه D (در هر دو محیط دارای عملکردی پایین) قرار دارند. با توجه به این‌که بهترین شاخص برای غربال کردن ژنوتیپ‌های متحمل‌تر به تنش شاخصی است که همبستگی بالایی با عملکرد دانه در هر دو شرایط عادی و تنش داشته باشد (صادق زاده آهاری، ۲۰۰۶)، ضرایب همبستگی‌ها مورد بررسی قرار گرفت که نشان داد دو شاخص STI و MP دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار با عملکرد دانه در هر دو شرایط نرمال و تنش بودند (جدول ۲). بین شاخص‌های YI و TOL با عملکرد دانه همبستگی معنی‌داری دیده نشد. بررسی همبستگی بین شاخص‌های مختلف با عملکرد دانه در دو شرایط تنش و بدون تنش نشان داد که شاخص‌های STI و MP در شناسایی ژنوتیپ‌هایی که در هر دو شرایط توانایی تولید عملکرد بیشتری دارند، موفق‌تر بوده‌اند. به بیان دیگر، STI و MP بهترین شاخص برای گزینش ژنوتیپ‌های متحمل به تنش در هر دو شرایط تنش و بدون تنش می‌باشند. بنابراین، بر پایه این دو شاخص، لاین T5 به عنوان متحمل‌ترین و رقم خزر به عنوان حساس‌ترین ژنوتیپ در نظر گرفته می‌شوند. عملکرد دانه لاین T5 در رژیم‌های آبیاری معمول و تنش شوری به ترتیب معادل ۱۹/۷۱ و ۱۰/۶۹ گرم در گلدان و برای رقم خزر به ترتیب برابر ۱۴/۰۶ و ۴/۲۹ گرم در گلدان بود (جدول ۱).

منابع

۱- نعمت‌اللهی ز و سعیدی ق، ۱۳۹۰. بررسی تحمل به خشکی برخی از ژنوتیپ‌های بزرگ. مجله پژوهش آب در کشاورزی. ۲۵(۱): ۵۷-۶۵

2- Asch F, Dingkuhn M, Dorffling K. 2000. Salinity increases CO_2 assimilation but reduces growth in field-grown irrigated rice. Land and Soil. 218: 1–10.

3- Bouslama M. and Schapaugh W.T. 1984. Stress tolerance in soybean. Part 1: evaluation of three screening techniques for heat and drought tolerance. Crop Sci. 24: 933-937.
4- Castillo EG, Toung Phuc TO, Abdelbaghi MA, Kazuyuki I. 2007. Response to salinity in rice: comparative effects of osmotic and Ionic stress. Plant Pro. Sci. 10(2): 159-170.
5- Ghafari M. 2008. Evaluation and selection of sunflower inbred lines under normal and drought stress conditions. Plant and Seed J. 23: 633-649.
6- Farshadfar E, and Shutka J. 2003. Multivariate analysis of drought tolerance in wheat substitution lines. Cereal Res. Commun. 31: 33-40.
7- Fernandez GC. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In: Kuo C.G. (ed.). Proceedings of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and other Food Crop to Temperature and Water Stress. Taiwan, 13-18 August, pp. 257-270.
8- Fischer RA, and Maurer R. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield response. Aust. J. Agric. Res. 29: 897-912.
9- Gavuzzi P, Rizza F, Palumbo M, Campaline RG, Ricciardi GL, Borghi B. 1997. Evaluation of field and laboratory predictors of drought and heat tolerance in winter cereals. Can. J. Plant Sci. 77: 523-531
10-Lafitte HR. Ismail A. Bennett J. 2004. Abiotic stress tolerance in rice for Asia: progress and the future. International Rice Research Institute.
11-Sadeghzadeh-Ahari D. 2006. Evaluation for tolerance to drought stress in dry land - promising durum wheat genotype. Crop Sci. 8: 30-45.