

شناسایی منابع تحمل به تنش شوری در ژرم پلاسما سورگوم بانک ژن گیاهی ملی ایران*

Identification of salinity tolerance in sorghum germplasm in National Plant Gene Bank of Iran

محمد رضا عباسی^۱ و علیرضا نخ فروش^۲

چکیده

عباسی، م. ر. و ع. ر. نخ فروش. شناسایی منابع تحمل به تنش شوری در ژرم پلاسما سورگوم بانک ژن گیاهی ملی ایران. مجله علوم زراعی ایران. ۱۳۹۳. ۱۱(۲): ۱۱-۲۲.

این پژوهش با هدف غربال توده های سورگوم موجود در بانک ژن گیاهی ملی ایران در شرایط تنش شوری بمنظور دستیابی به منابع ژنتیکی تحمل به تنش شوری در این محصول اجرا گردید. تعداد ۱۱۱ توده سورگوم از تیپ های متفاوت موجود در بانک ژن گیاهی ملی ایران در قالب دو آزمایش مزرعه ای جداگانه در اراضی زارعین مجاور ایستگاه تحقیقات پسته فیض آباد استان خراسان رضوی (EC آب ۰/۰۰ و ۰/۰۰ دسی زیمنس بر متر) در قالب طرح بلوک های متعادل گروهی با دو تکرار در سال ۱۳۹۳ ارزیابی شدند. گروه بندی در بلوک ها بر اساس تیپ های متفاوت سورگوم (وحشی، علفی، دانه ای، علوفه ای و جارویی) بود. جهت مقایسه تفاوت بین و درون تیپ های سورگوم از شاخص های SSI و شاخص تحمل به تنش (STI) استفاده گردید. بر این اساس توده های متحمل در هر گروه مشخص شدند. همچنین با استفاده از نمودار بای پلات برای شاخص های SSI و STI پراکنش توده های متحمل و حساس در هر تیپ سورگوم مشخص گردید و در هر کدام از تیپ های سورگوم مواد متحمل برای استفاده در تحقیقات به نژادی سورگوم: ۱۱۱۱ داد. داده های مکان های جمع آوری توده های متحمل، منشاء منحصر به فردی برای این توده ها در کشور نشان نداد، بلکه تعدادی از ژرم پلاسما های دریافتی از خارج کشور نیز جزء مواد متحمل بودند. شاخص های ساده بین شاخص های STI و SSI عملکرد زیست توده و ارتفاع بوته، همبستگی مثبتی بین STI و عملکرد زیست توده در شرایط تنش ($r=0/000^{**}$) وجود داشت. بر اساس نتایج این پژوهش شاخص STI ۱۱۱۱ ۱۱۱۱ ۱۱۱۱ برای ارزیابی تحمل ژنوتیپ ها و توده های سورگوم به تنش شوری بود.

واژه های کلیدی: سورگوم، تنش شوری، توده، تحمل، حساسیت.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۵/۰۵

* این مقاله بر اساس نتایج طرح تحقیقاتی مصوب شماره ۱۱۱۱-۱۱۱۱-۱۱۱۱ مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر تهیه و نگارش شده است.

عضو هیات علمی، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر (مکاتبه کننده): E-mail: rezaabbasi@yahoo.com

عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی

نتیجه‌گیری

یکی از ویژگی‌های نواحی خشک و نیمه خشک کشور، شوری اراضی و منابع آبی است که به دلیل کمبود شدید آب در این نواحی از آب‌های شور برای آبیاری استفاده می‌شود. به عبارت دیگر شرایط آب و هوایی در این مناطق باعث شده است که دو عامل مهم زراعت یعنی آب و خاک چندان از کیفیت مطلوبی برخوردار نباشند (Ramazani Moghadam and Parekar, 2002)

در کشور ایران و از جمله استان خراسان نیز سهم قابل توجهی از اراضی کشاورزی و همچنین آب‌های مورد استفاده در آبیاری محصولات زراعی شور و لب شور بوده و متأسفانه روز به روز بر میزان آن نیز افزوده می‌شود (Velayati and Tavasol, 1991). سورگوم از جمله گیاهان زراعی تابستانه مهم در اراضی کم باران و اقلیم‌های نیمه خشک می‌باشد. این گیاه قادر به تحمل دوره‌های کم آبی بوده و در این شرایط محصول قابل قبولی را نصیب زارع می‌دهد. بر این اساس دسترسی به ارقام پرمحصول و متحمل به تنش شوری جهت پیشبرد پایدار و توسعه کشت این محصول ضروری می‌باشد. با توجه به سازوکارهای خاص تامین نهاده در اقلیم‌های کزینش ژنوتیپ‌هایی که هم به شرایط تنش و هم بدون تنش سازگاری دارند، هدف اصلی به نژادگران است. این راهکار هنگامی مناسب است که ژنوتیپ‌ها در شرایط مطلوب رشد می‌کنند ولی تنش‌های زنده و غیر زنده به شکل دوره‌ای اتفاق می‌افتند (Fernandez, 1992). به طور کلی ارقامی که برای عملکرد بالا در شرایط عادی (بدون تنش) انتخاب شده‌اند، ممکن است در شرایط تنش عملکرد پایینی نداشته‌اند. در حقیقت یک رقم متحمل به تنش را باید در شرایط تنش ارزیابی و سپس انتخاب نمود (Farayedi, 2004). شاخص‌های متفاوتی جهت انتخاب ژنوتیپ‌ها بر اساس پتانسیل تولید آن‌ها در محیط‌های اقلیمی و بدون تنش پیشنهاد گردیده است. روزیلی و هامبلین (Rosielle and Hambelin, 1981)

شاخص تحمل شوری (Tolerance index = TOL) را به صورت تفاضل میان عملکرد در شرایط تنش (YS) و بدون تنش (YP) و شاخص میانگین تولید یا بهره‌وری (Mean of Productivity = MP) را به صورت میانگین عملکرد ژنوتیپ مورد نظر در دو شرایط عادی و تنش معرفی نمودند. فیشر و مورو (Fischer and Maurer, 1978) شاخص تحمل شوری (Stress Susceptibility Index = SSI) را جهت شناخت ژنوتیپ‌های حساس و غیر حساس به شرایط تنش ارائه نمودند. در اینگونه مطالعات همچنین برای غربال نمودن ژنوتیپ‌های متحمل و یا حساس شاخص تحمل به تنش (Stress Tolerance Index = STI) و میانگین هندسی بهره‌وری (Geometrical Mean Productivity = GMP) (Fernandez, 1992) پیشنهاد گردیده است که این روش موجب انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل به تنش با عملکرد بالا می‌شود.

آستانه تحمل شوری سورگوم در منابع مختلف در محدوده‌های متفاوت گزارش گردیده است. آماتچر و همکاران (Amacher, et al., 1997) EC معادل ۱ دسی‌زیمنس بر متر را گزارش نمودند، براساس داده‌های این گزارش در EC معادل ۱ دسی‌زیمنس بر متر عملکرد این گیاه با ۱۰ درصد افت محصول مواجه می‌شود. در حالیکه آستانه تحمل به شوری در گزارشات دیگر ۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر است (Amacher et al., 1997). هلند و همکاران (Holland et al., 1999) EC معادل ۱ دسی‌زیمنس بر متر به تنش شوری بیشتر از آن چیزی است که معمولاً گزارش می‌شود، یافته‌های این محققان در شرایط مزرعه حاکی از آن است که عملکرد دانه و ماده خشک با افزایش شوری خاک خصوصاً از ۱ دسی‌زیمنس بر متر بشدت کاهش می‌یابد.

ال‌هاگوا و همکاران (Elhagwa et al., 2004) ارزیابی شش رقم سورگوم دانه‌ای در چهار شرایط شوری صفر، ۱ و ۲ دسی‌زیمنس بر متر به وجود اختلاف معنی‌دار بین ارقام از نظر عملکرد دانه و

بالایی برای اغلب صفات در توده های کلکسیون سورگوم بانک ژن گیاهی ملی ایران گزارش شده است (Abbasi, 2003) و توده هایی متحمل به تنش خشکی در کلکسیون سورگوم نیز مشخص شده اند (Naroui et al., 2008). با توجه به اینکه تا کنون توده های موجود در بانک ژن گیاهی ملی ایران نسبت به تنش شوری ارزیابی نشده اند و هیچ گونه اطلاعی در مورد چگونگی واکنش این ژرم پلاسما نسبت به تنش شوری در دست نمی باشد، این پژوهش با هدف غربال توده های سورگوم موجود در کلکسیون بانک ژن گیاهی ملی ایران در شرایط تنش شوری بمنظور شناسایی منابع ژنتیکی تحمل به تنش شوری در این محصول اجرا شد.

مواد و روش ها

این پژوهش با شرکت ۱۱ توده سورگوم از تیپ های متفاوت زراعی موجود در بانک ژن گیاهی ملی ایران در موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر در قالب دو آزمایش مزرعه ای جداگانه در اراضی زارعین مجاور ایستگاه تحقیقات پسته فیض آباد در قالب طرح بلوک های متعادل گروهی با دو تکرار در سال اجرا شد. مزرعه هنرستان کشاورزی با EC آب ۱/۱۱۱ دسی زیمنس بر متر و EC خاک ۱/۱۱۱ دسی زیمنس بر متر به عنوان مزرعه شاهد و مزرعه زارع (آقای مهندس صدری فرد) EC آب ۱/۱۱۱ دسی زیمنس بر متر و خاک ۱/۱۱۱ دسی زیمنس بر متر به عنوان شرایط شور در نظر گرفته شدند.

گروه بندی در بلوک ها بر اساس تیپ های سورگوم (وحشی-علفی، دانه ای، علوفه ای و جارویی) بود. استفاده از این طرح اجازه داد تیپ های سورگوم و همچنین ژرم پلاسما درون هر تیپ با یکدیگر مورد مقایسه قرار گیرند تا متحمل ترین و حساس ترین ژرم پلاسما (Yazdi Samadi et al., 2000) شناسایی شود. توده سورگوم به پنج تیپ به شرح زیر

عملکرد زیست توده دست یافتند. در بررسی بر روی درصد جوانه زنی و وزن خشک گیاهچه (اندام های هوایی) و ۱۱ و ۱۱ روز پس از کاشت مشخص گردید که سطوح مختلف شوری اثر متفاوتی بر جوانه زنی و وزن خشک گیاهچه هر رقم دارند. البته غلظت های بالای شوری (۱۱ دسی زیمنس بر متر) اثر زیانباری را بر این صفات در کلیه ارقام نشان دادند (Holland et al., 1999). وان هورن و همکاران (Van Hoorn et al., 1999) در بررسی اثر شوری خاک در طی مراحل جوانه زنی و رشد اولیه گیاهچه سورگوم ملاحظه نمودند که مراحل اولیه رشد (جوانه زنی) در مقایسه با مراحل بعدی رشد تحمل بیشتری نسبت به شوری دارد. بورسیر و همکاران (Boursier et al., 2005) در بررسی اثر تنش شوری بر نحوه تجمع یون کلر در بخش های مختلف پهنک برگ، غلاف و رگبرگ های ارقام سورگوم در تیمار غلظت های مختلف NaCl ملاحظه نمودند که در غلظت های بالای نمک، یون کلر عمدتاً در غلاف ها تجمع می یابد ولی در غلظت های متوسط تجمع این یون در پهنک برگ بیشتر صورت می گیرد.

در سورگوم مرحله جوانه زنی و استقرار از بقیه مراحل رشد به شوری حساستر است (Fouman and Majidi Hervan, 1992; Krishnamurthy et al., 2003). در استفاده از روش های غربال سورگوم بایستی عملکرد گیاه مد نظر قرار گیرد. بنابراین کمی و کیفیت عملکرد اندام هوایی و دانه ارزیابی شود و تنوع در واکنش گیاه کامل سورگوم به عنوان بهترین شاخص اصلی شناسایی ژنوتیپ ها نسبت به واکنش به تنش شوری در نظر گرفته شود. بر این اساس غربال ژرم پلاسما سورگوم برای تنش شوری در ICRISAT در خاک و در مرحله قبل از کلدی انجام شده است (Krishnamurthy et al., 2003).

تنوع ژنتیکی برای صفات زراعی و مورفولوژیکی می تواند در پاسخ های فیزیولوژیکی نمونه ها نسبت به یک تنش ویژه دخالت داشته باشد. تنوع ژنتیکی بسیار

درون تیپ ها به کار گرفته شدند. مدل ریاضی هریک از شاخص های مذکور به شکل ذیل است:

$$SI = 1 - \left[\frac{\overline{YS}}{\overline{YP}} \right] \quad \text{و} \quad SSI = \frac{1 - \left[\frac{Y_s}{Y_p} \right]}{SI}$$

$$\text{و} \quad STI = \frac{(Y_p)(Y_s)}{YP^2}$$

در این رابطه ها YS و YP به ترتیب عملکرد در شرایط تنش (مزرعه صدی فرد) و شاهد (مزرعه هنرستان) می باشد.

در محاسبات آماری از تبدیل داده ها استفاده نشد، زیرا نزدیکترین پراکنش به منحنی نرمال با استفاده از داده های اصلی (شاخص های حساسیت و تحمل) حاصل گردید. مواد بر اساس مقادیر SSI و STI طبقه بندی شدند و در نهایت جهت تحقیقات تکمیلی دسته بندی شدند.

نتایج و بحث

پارامترهای آماری صفات مختلف کلکسیون سورگوم در دو مزرعه شاهد و تنش در جدول ۱ ارائه شده است. مقایسه نتایج حاصل از دو مزرعه نشان داد که مواد به خوبی در معرض تنش شوری قرار گرفتند. همچنان که مشاهده می شود در مزرعه شاهد از SSI توده کشت شده، SSI توده سبز شدند و فقط یکی از توده ها SSI توده های سبز شده درصد سبز خوبی را از SSI درصد نشان دادند و اکثر توده ها درصد سبز بالایی داشتند که این موضوع از نمای SSI و همچنین میانگین SSI درصدی این صفت برای کلکسیون استنباط می گردد (جدول ۱). در مزرعه شرایط تنش، گرچه تمام نمونه ها سبز شدند ولی بطور میانگین SSI از بذور هر کرت سبز شدند. بنابراین طبق نظر فومن و مجیدی (Fouman and Majidi Hervan, 1992) و کریشنامورتی و همکاران (Krishnamurthy et al., 2003) می توان اظهار نمود گیاهانی که سبز و مستقر

تیپ یک شامل SSI توده از سورگوم های شبه وحشی تا علفی، تیپ دو با SSI توده از سورگوم های SSI توده از سورگوم های دانه ای، تیپ چهار با SSI توده از سورگوم های علوفه ای و قندی با پانیکل های بیضوی متراکم و تخم مرغی متراکم و تیپ SSI توده از سورگوم های جارویی و نیمه جارویی بودند. قطعه زمین مورد آزمایش به ابعاد 10×10 متر و هر کرت 1×1 متر بود. کشت بصورت خطی انجام شد و فواصل بوته روی ردیف 10×10 سانتیمتر انتخاب گردید. در هر تیپ طول هر ردیف 10×10 بود و هر تیپ بسته به تعداد تیمار (توده در تیپ) از 10×10 ردیف کشت گردید و در صورتی که ردیف آخر هر تیپ کامل نمی شد توده هایی از همان تیپ برای کامل شدن ردیف کشت گردید. تیپ ها و توده های درون آن ها بطور تصادفی کشت شدند.

عملیات آماده سازی زمین در اردیبهشت 1393 اجرا گردید. پس از شخم میزان کود های مورد نیاز براساس آزمون خاک در زمین پخش و توسط دیسک با خاک مخلوط شد. کاشت در نیمه دوم اردیبهشت بصورت خشکه کاری و آبیاری بصورت نشتی با سیفون براساس عرف منطقه و هر $10-15$ روز انجام شد.

از هر کرت یک خط برای چین برداری استفاده گردید و از خط دیگر بعد از چین اول نمونه های لازم برای اندازه گیری سایر صفات یادداشت برداری شد. صفات مراحل فنولوژیک رشد، ارتفاع بوته، طول و عرض پانیکل، ضخامت ساقه، تعداد برگ، تعداد پنجه، عملکرد بیولوژیک و مساحت برگ پرچم (IPGRI/ICRISAT, 1993) و مقدار کلروفیل a و b یادداشت برداری شدند. SSI و همچنین شاخص تحمل به تنش فرناندز (STI) برای صفات عملکرد بیولوژیک و ارتفاع گیاه (به عنوان یکی از اجزای عملکرد) SSI مقادیر حاصل از این شاخص ها در مقایسه بین تیپ ها و

جدول ۱- پارامترهای آماری تمایل به مرکز و پراکندگی صفات زراعی-مورفولوژیکی در ژرم پلاسما سورگوم بانک ژن گیاهی ملی ایران در مزرعه با آب غیر شور (NS) و شور (S)

Table 1. Statistical parameters of distribution and center tendency of agro-morphological traits in sorghum germplasm of National Plant Gene Bank in stressed (S) and non-stressed (NS) conditions

Traits*	و	داده معتبر Valid data		داده گمشده Missing data		میانگین Mean		خطای استاندارد از میانگین Standard error of mean		حالت Mode		انحراف معیاری استاندارد Standard deviation		حداقل Minimum		حداکثر Maximum	
		NS		NS		NS		NS		NS		NS		NS		NS	
		NS	S	NS	S	NS	S	NS	S	NS	S	NS	S	NS	S	NS	S
E (%)	درصد سبز کرت	142	142	1	1	87.7	52.64	1.4	1.79	100	30.18	16.73	0.33	7.5	0.33	100.00	100.00
NPP	تعداد بوته برداشتی	142	119	1	23	18.2	3	0.4	0.2	17.5	3.13	4.78	1.00	2.5	1.00	32.00	17.00
PH (cm)	ارتفاع گیاه در گلدهی (سانتی متر)	142	117	1	25	138.6	60.33	2.12	2.3	137.5	35.2	25.22	4.00	73	4.00	186.50	128.00
PYF (g)	عملکرد علفه کرت چین اول (گرم)	142	142	1	0	3594	262.59	88.93	20.1	3000	338.79	1059.74	20.00	500	20.00	6775.00	2000.00
SPY (g)	عملکرد تک بوته چین اول (گرم)	142	119	1	23	225.6	119.59	9.04	5.95	312.5	91.82	107.7	16.70	66.27	16.70	874.24	550.00
DF	تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی	129	53	14	89	80.3	65.35	1.15	2.27	80	23.28	13.04	50.00	54	50.00	120.00	114.00
NLP	تعداد برگ در بوته	142	112	1	30	13.8	9.97	0.24	0.23	12	3.45	2.82	2.50	6	0	23.00	17.00
WB	واکسی بلومی	142	118	1	24	4.9	4.41	0.12	0.14	5	2.16	1.43	1.00	2	1	8.00	9.00
NTP	تعداد پنجه در گیاه	142	122	1	20	4.1	2.77	0.13	0.09	3.5	1.4	1.55	1.00	1.5	1	13.50	10.00
SD(mm)	قطر ساقه (میلی متر)	141	99	2	43	19.2	16.92	0.89	0.44	16.975	6.19	10.6	2.45	6.615	2.45	125.58	34.52
PHR(cm)	ارتفاع گیاه در رشد مجدد (سانتی متر)	142	-	1	-	87.8	-	2.05	-	93	-	24.45	-	25	-	146.50	-
DM	تعداد روز تا رسیدگی	120	-	23	-	102.5	-	0.84	-	105	-	9.16	-	82.5	-	123.00	-
PW(cm)	عرض پانیکول (سانتی متر)	126	60	17	82	8.3	4.64	0.27	0.2	6	2.18	2.99	2.00	3.5	2	18.50	13.00
PL (cm)	طول پانیکول (سانتی متر)	126	60	17	82	19.4	12.79	0.73	0.55	8.5	6.05	8.18	5.00	5	5	42.50	35.00
GW(g)	وزن ۱۰۰ دانه (گرم)	133	-	10	-	1.85	-	0.16	-	1.15	-	1.84	-	0.6	-	5.50	-
BYSP(g)	عملکرد بیولوژیکی تک بوته (گرم)	141	-	2	-	510.9	-	26.64	-	162.5	-	316.36	-	25	-	1725.00	-
CC a and b	مقدار کلروفیل a,b	142	-	0	-	42	-	0.68	-	40.5	-	8.16	-	0	-	60.25	-
FLA	مساحت برگ پرچم	142	-	1	-	184.9	-	10.52	-	71.9	-	125.35	-	0	-	695.25	-

*: E= Emergence, NPP= No. of plant/plot, PH= Plant height at flowering (cm), PYF= Plot yield at the first cut, SPY= Single plant yeild at first cut, DF= Days to 50% fowering , NLP= No. of leaf /plant, WB= Waxy bloomy, NTP= No. of tiller/plant, SD= Stem diameter, PHR = Plant height at regrowth , DM= Days to maturity, PW= Panicle width, PL= Panicle length (cm), GW= 100-grain weight, BYSP= Biological yield of single plant, CC a and b= Chlrophyl a, b content, FLA= Flag leaf area

111

دارای مقدار شاخص پایین بودند بنابراین جز نمونه های متحمل بودند. در ژرم پلاسما های تیپ علوفه ای و قندی توده 04TN0150 با منشاء کشور هند و در یافتی از کلکسیون سورگوم ICRISAT به شماره IS4242 مقدار شاخص $\frac{SS}{STI}$ هایی در متحمل ترین سطح و توده 04TN0187 با منشاء کشور ایتوپی و در یافتی از کلکسیون سورگوم ICRISAT به شماره IS18758 در مرتبه بعدی قرار گرفت. در تیپ سورگوم های جارویی و نیمه جارویی، توده 04TN0114 جمع آوری شده از خوسف بیرجند در خراسان جنوبی به تنهایی با شاخص $\frac{SS}{STI}$ به عنوان متحمل ترین توده مشخص گردید.

اینکه در هر تیپ سورگوم توده های متحمل و حساس وجود داشتند نکته مثبت پراکنش صفت تحمل به شوری در کلکسیون ژرم پلاسما سورگوم بانک ژن گیاهی ملی ایران بود. چون اگر قرار بود وجود تحمل به شوری فقط به تیپ خاصی از سورگوم محدود $\frac{SS}{STI}$ انتخاب والدین برای تحقیقات به نژادی دچار مشکل بود. زیرا برای انتقال صفت تحمل به شوری از یک تیپ به تیپ دیگر ساختار ژنتیکی نمونه مورد تحقیق به شدت به هم می ریخت و مسیر طولانی تری برای برگشت و تثبیت ریخته اولی ان می بایستی طی شود. ولی در حال حاضر در هر تیپ سورگوم مواد متحمل وجود دارد و برای استفاده در هر تیپ می توان از والدینی با ریخته ژنتیکی و مورفولوژیکی مناسب استفاده نمود.

گروه بندی ژرم پلاسما و پراکنش توده ها با استفاده از روش بای پلات

برخی از توده های متحمل و حساس به شوری بر اساس نتایج مقایسه مقدار شاخص های SSI و STI عملکرد علوفه تک بوته چین اول و ارتفاع گیاه همراه با منشاء توده مربوطه در جدول ۱ نشان داده شده اند. در برخی از گروه ها که تعداد زیادی نمونه متحمل و یا حساس مشخص شدند، فقط یک یا دو نمونه آن در این جدول آمده است و برای اطلاع از وضعیت دقیق هر توده به گزارش $\frac{SS}{STI}$ (Abbasi, 2007) ارجاع داده

می شود. آنچه که از این جدول بر می آید این است که: منشاء واحدی برای توده های متحمل در داخل کشور نمی توان ارایه داد و در هر منطقه ممکن است نمونه های حساس و متحمل در کنار یکدیگر وجود داشته باشند. از طرفی تعدادی از توده های متحمل و یا حساس منشاء خارج کشور از جمله ایالات متحده، سودان، سوریه، هند و لبنان دارند. قابل ذکر است فقط در تیپ جارویی و نیمه جارویی تمامی توده های حساس و یا متحمل منشا داخل کشور داشتند. برخی از توده ها در مقایسه شاخص ها با استفاده از دو یا حتی $\frac{SS}{STI}$ متفاوت نیز جواب مشابهی نشان دادند. مثلا توده 04TN0009 که در مقایسه شاخص بر اساس STI در $\frac{SS}{STI}$ (بیشترین مقدار) و بر اساس SSI (کمترین مقدار) قرار گرفت. توده 04TN0018 از تیپ سورگوم های علوفه ای و قندی در مقایسه با استفاده از STI و همچنین SSI به ترتیب در سطوح متحمل و غیر حساس قرار گرفت (جدول ۱). توده KC90016 که در سورگوم های جارویی با توجه $\frac{SS}{STI}$ پایین آن جز نمونه های متحمل شناسایی شد در ارزیابی کلکسیون به تنش خشکی توسط نارویی و همکاران (Narouei et al., 2008) $\frac{SS}{STI}$ دمتحمل شناسایی شده بود.

مقایسه شاخص های STI و SSI برای هریک از توده ها به تنهایی وضعیتی ان ها را در شرایط مختلف تنش شوری نشان می دهد. در بحث غربال نسبت به یک تنش خاص معمولا ژنوتیپ هایی استفاده می شوند که دارای مقادیر کم SSI $\frac{SS}{STI}$. از طرفی در تولیدات کشاورزی به دنبال دسترسی به ژنوتیپ هایی هستیم که دارای عملکرد بالایی باشند به عبارت دیگر مقدار STI هر چه بیشتر باشد مطلوبتر به نظر می رسد. بنابراین در نظر گرفتن این دو شاخص در کنار یکدیگر برای غربال و تعیین ژرم پلاسما برتر کمک شایانی به محققین در بانک های ژن می $\frac{SS}{STI}$. بر این اساس پراکنش توده ها در هر تیپ سورگوم با استفاده از مقادیر میانگین

جدول ۱- ژرم پلاسما سورگوم متحمل و حساس به تنش شوری با استفاده از مقایسات شاخص های (SSI) و (STI) برای صفات عملکرد بیولوژیکی تک بوته چین اول (Y) و ارتفاع گیاه (PH) به تفکیک تیپ های سورگوم و با مشخصات محل جمع آوری

Table 2. Tolerant and susceptible sorghum germplasm - using stress susceptibility (SSI) and stress tolerance (STI) indices based on the first cutting biological yield (Y)

and plant height (Ph) in different sorghum types with different origin										
شماره شناسایی Accession number	Susceptibility	مقاومت	STI		SSI		Origin		منشاء	
			PH	Y	PH	Y	Country/Province	کشور/استان	*City	شهر
Semi-wild sorghum سورگوم شبه وحشی										
04TN0009	Tolerant	مقاوم	0.32	0.86	1.01	0.82	Sistan and Baluchestan	سیستان و بلوچستان	Saravan	سروان
04TN0038	Tolerant	مقاوم	0.17	0.55	1.01	0.70	Kerman	کرمان		
04TN0050	Susceptible	حساس	0.27	0.24	1.01	1.36	Unknown	نامشخص		
04TN0033	Susceptible	حساس	0.08	0.15	1.07	1.54	USA	آمریکا		
Grass sorghum سورگوم علفی										
04TN0078	Tolerant	مقاوم	0.08	0.5	0.96	0.08	Yazd	یزد	Tabas	تابس
04TN0049	Tolerant	مقاوم	1.58	0.18	1.06	1.58	Unknown	نامشخص		
04TN0102	Tolerant	مقاوم	1.6	0.1	1.08	1.6	Mazandaran	مازندران	Gobad Kavooos	گنبد کاووس
04TN0004	Susceptible	حساس	0.69	0.48	0.9	0.69	Syria	سوریه		
04TN0108	Susceptible	حساس	0.82	0.55	1.04	0.82	Bushehr	بوشهر		
Grain sorghum سورگوم دانه ای										
KC90002	Tolerant	مقاوم	0.38	0.61	2	0.78	Sistan and Baluchestan	سیستان و بلوچستان	Saravan	سروان
04TN0005	Tolerant	مقاوم	0.16	0.54	1.01	1.15	Syria	سوریه		
04TN0191	Tolerant	مقاوم	0.2	0.26	1.03	0.78	Sudan	سودان	IS25017	
04TN0181	Tolerant	مقاوم	0.02	0.17	1.06	1.41	Lebanon	لبنان	IS18175	
04TN0034	Tolerant	مقاوم	0.28	0.21	0.86	1.29	USA	آمریکا		
KC90006	Susceptible	حساس	0.1	0.41	6	0.85	Sistan and Baluchestan	سیستان و بلوچستان	Chabahar	چابهار
KC90015	Susceptible	حساس	0.5	0.41	5	0.96	Markazi	مرکزی	Delijan	دلجان

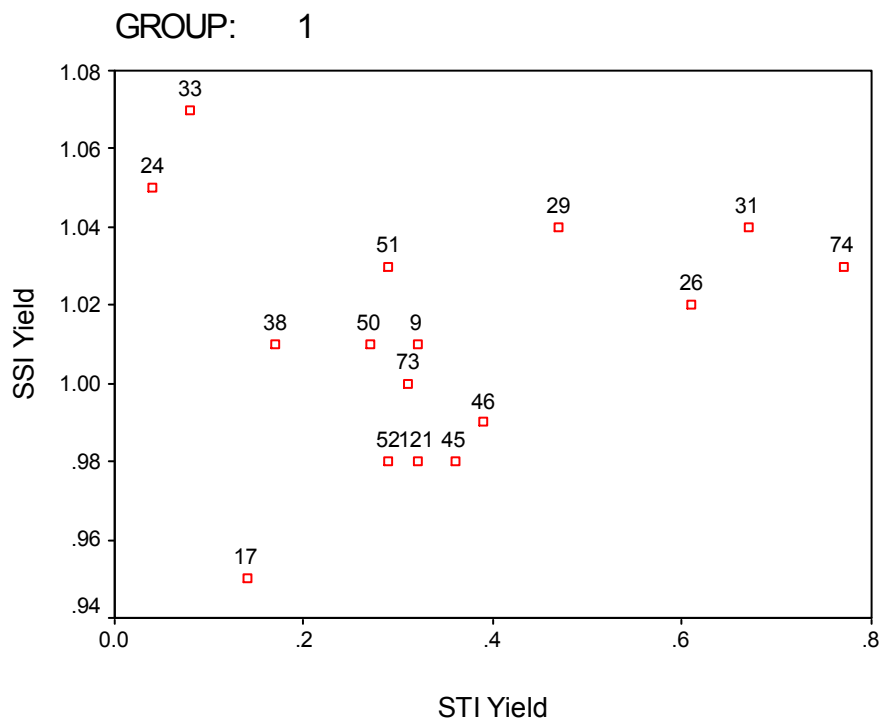
ادامه جدول ۱.

Table 2: Continued.

شماره شناسایی Accession number	Susceptibility	مقاومت	STI		SSI		Origin		منشاء	
			PH	Y	PH	Y	Country/Province	کشور/استان	*City	شماره
Forage and sugar sorghum سورگوم علوفه ای و قندی										
04TN0042	Tolerant	مقاوم	2.91	0.86	1.00	0.85	Fars	فارس	Fasa	۰۰۰
04TN0018	Tolerant	مقاوم	0.59	0.73	0.95	0.69	Yazd	یزد	Tabas	۰۰
04TN0039	Tolerant	مقاوم	1.31	0.74	0.95	0.96	Sistan and Baluchestan	سیستان و بلوچستان	Iranshahr	ایران شهر
04TN0113	Tolerant	مقاوم	1.65	0.45	0.99	1.15	Bushehr	بوشهر	Dashtestan	دشتستان
04TN0150	Tolerant	مقاوم	0.35	0.31	0.51	1.08	India	هند	IS4242	
04TN0187	Tolerant	مقاوم	0.31	0.15	0.69	1.18	Ethiopia	اتیوپی	IS18758	
04TN0071	Susceptible	حساس	0.43	0.28	1.07	1.49	Kerman	کرمان	Kerman	کرمان
04TN0083	Susceptible	حساس	1.1	0.53	0.94	0.75	Khorasan	خراسان	Ferdos	فردوس
04TN0070	Susceptible	حساس	0.59	0	1.04	1.79	Fars	فارس	Abadeh	آباد
04TN0167	Susceptible	حساس	0.33	0.06	0.73	1.02	Sudan	سودان	IS9639	
Broom sorghum سورگوم جارویی و نیمه جارویی										
04TN0115	Tolerant	مقاوم	4.37	0.93	0.94	0.62	Yazd	یزد	Taft	۰۰
04TN0101	Tolerant	مقاوم	1.13	0.91	0.96	0.63	Golestan	گلستان	Gonbad Kavooos	گنبد کاووس
04TN0114	Tolerant	مقاوم	0.41	0.43	0.76	0.76	Sorthern Khorasan	خراسان	Birajnd	۰۰۰۰
04TN0089	Tolerant	مقاوم	0.6	0.64	0.94	0.53	Ilam	ایلام	Ilam	ایلام
04TN0014	Susceptible	حساس	0.38	0.32	1.06	1.23	Qom	قم	Qom	قم
04TN0103	Susceptible	حساس	0.73	0.14	1.01	1.52	Kerman	کرمان	Baft	۰۰۰
04TN0112	Susceptible	حساس	0.44	0.12	0.99	1.44	Golestan	گلستان	Gobad Kavooos	گنبد کاووس

*: or Accession number of ICRISAT sorghum collection

*: شماره کلکسیون سورگوم ICRISAT



شکل ۱- پراکنش توده های تیپ شبه وحشی سورگوم در بای پلات با استفاده از شاخص های SSI و STI بدست آمده بر مبنای عملکرد تک بوته چین اول علوفه (شماره های قید شده در پلات شماره TN و یا KC توده مربوطه است)

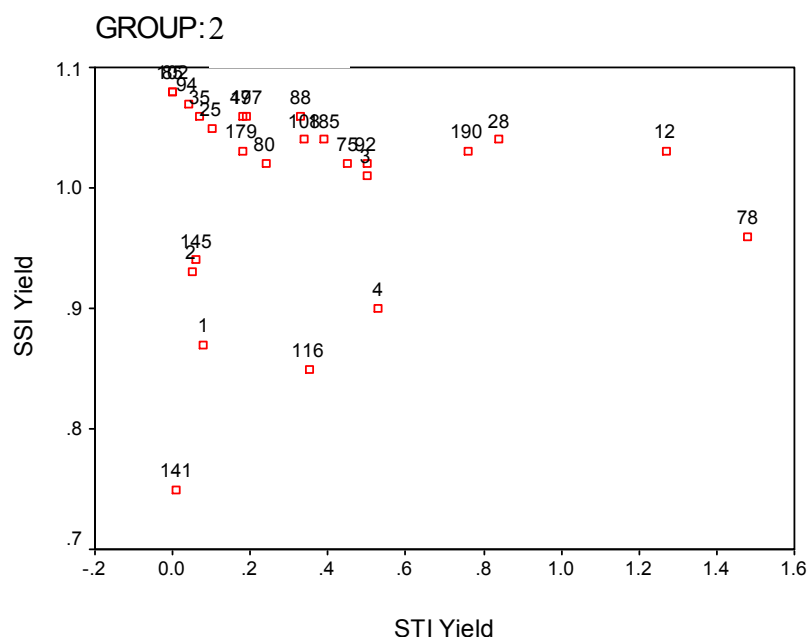
Fig. 1. Distribution of semi-wild sorghum accessions in biplot using SSI and STI for the first cutting yield (numbers in the plot indicate accession number in Gene Bank)

SSI پایین می تواند جز نمونه های انتخابی باشد (شکل ۱) ولی توده 04TN0001 هر چند که حساسیت پایینی به تنش نشان داد ولی به دلیل مقدار STI بالا نمی تواند نمونه مطلوبی برای تحمل به شوری باشد (شکل ۲). ژرم پلاس 04TN0085 که به عنوان نمونه حساس به تنش در جدول معرفی شده است در اینجا نیز به دلیل مقادیر SSI بالا و STI پایین جزء نمونه های بسیار حساس می باشد (شکل ۳). اصولاً تمام ژرم پلاس واقع در منطقه بای پلات، هرچه نزدیکتر به محور عرض ها باشند و مقدار SSI بالایی داشته باشند جز نمونه های غیر انتخابی قرار می گیرند، بنابراین توده های 04TN0025، 04TN0179 و 04TN0088 جزء این گروه هستند (شکل ۴).

توده های متحمل می باشد که در جدول نیز این توده به عنوان نمونه متحمل نشان داده شده است. بعد از

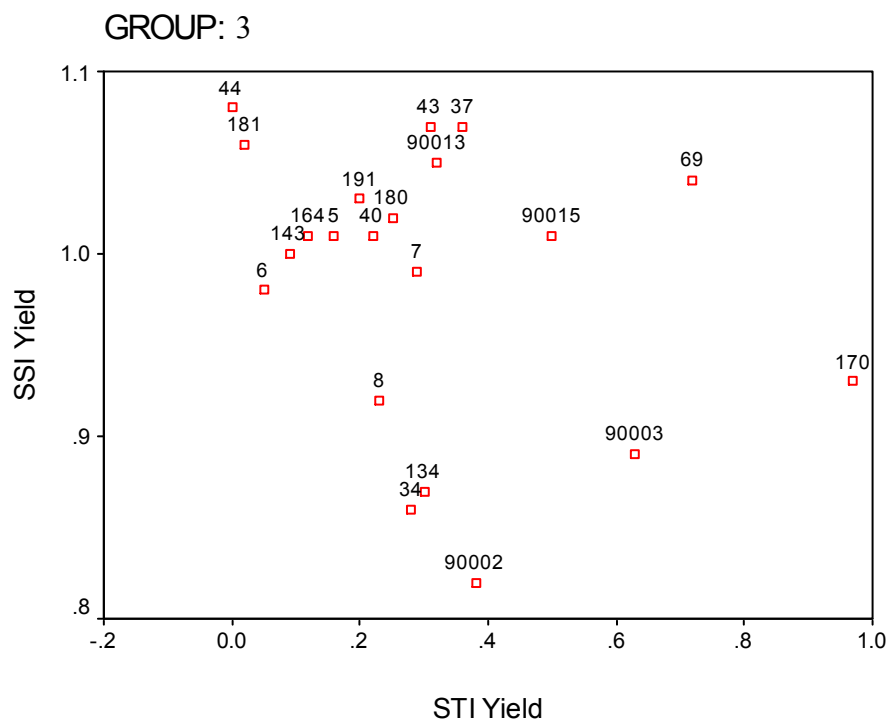
دو تکرار برای هر توده در شاخص های SSI و STI ارائه گردیده است (شکل های ۱ و ۲). به این ترتیب توده هایی که در منطقه بای پلات (منطقه ای با SSI بالا و STI پایین) یا نزدیک به آن منطقه قرار گرفته اند به عنوان توده های مقاومتر می توانند کزینش شوند.

در تیپ سورگوم های شبه وحشی اگرچه توده های 04TN0074 و 04TN0031 دارای STI بالا بودند (شکل ۱) ولی از طرفی این توده ها دارای SSI بالا نیز میباشند و در شرایط شور برای استفاده در برنامه های به نژادی سورگوم مناسب نمی باشند. در تیپ سورگوم های علفی توده 04TN0078 به عنوان مناسب ترین ژرم پلاس برای تحمل به شوری معرفی شد. همچنین ژرم پلاس 04TN0004 که در جدول ۱ عنوان نمونه برتر مشخص شده است در اینجا نیز به دلیل



شکل ۱- پراکنش ژرم پلاسما تیپ علفی سورگوم در بای پلات با استفاده از شاخص های SSI و STI بدست آمده بر مبنای عملکرد تک بوته چین اول علوفه (شماره های قید شده در پلات شماره TN و یا KC توده مربوطه است)

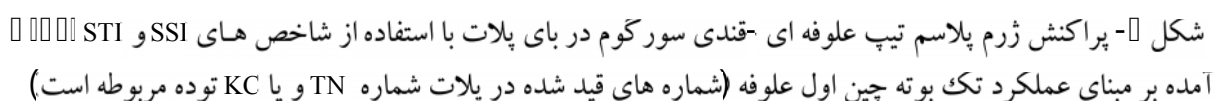
Fig. 1. Distribution of grass sorghum accessions in biplot -using SSI and STI for the first cutting yield (numbers in the plot indicate accession number in Gene Bank)



شکل ۱- پراکنش ژرم پلاسما تیپ دانه ای سورگوم در بای پلات با استفاده از شاخص های SSI و STI بدست آمده بر مبنای عملکرد تک بوته چین اول علوفه (شماره های قید شده در پلات شماره TN و یا KC توده مربوطه است)

Fig. 1. Distribution of grainy sorghum accessions in biplot using SSI and STI for the first cutting yield (numbers in the plot indicate accession number in Gene Bank)

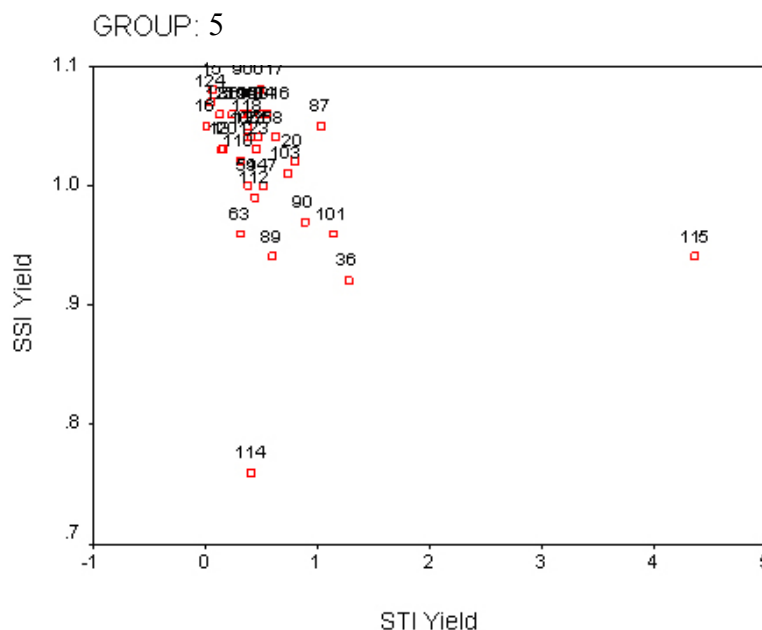
در تیپ سورگوم های علوفه ای و قندی توده های 04TN0042 و 04TN0150 به ترتیب بدلیل مقادیر STI بالا و SSI پایین جزء نمونه های متحمل بودند. STI و SSI برای 04TN0049 خیلی بالا بود ولی به دلیل مقدار STI بالا، این نمونه جزء نمونه های متحمل



111

نمونه های متحمل به تنش شوری انتخاب شوند. از طرفی توده های 04TN0124 و 04TN0014 جز حساس ترین ژرم پلاسما به تنش شوری (شکل ۱).

شکل ۱- پراکنش ژرم پلاسما تیپ جارویی نیمه جارویی سورگوم در بای پلات با استفاده از شاخص های SSI و STI



شکل ۱- پراکنش ژرم پلاسما تیپ جارویی نیمه جارویی سورگوم در بای پلات با استفاده از شاخص های SSI و STI آمده بر مبنای عملکرد تک بوته چین اول علوفه (شماره های قید شده در پلات شماره TN و یا KC توده مربوطه است)

Fig. 1. Distribution of broom sorghum accessions in biplot using SSI and STI for the first cutting yield (numbers in the plot indicate accession number in Gene Bank)

STI عملکرد سپس STI ارتفاع گیاه بهترین شاخص جهت ارزیابی کلکسیون ژرم پلاسما سورگوم نسبت به تنش شوری معرفی شده است. در صورتی که SSI ارتفاع گیاه و SSI عملکرد در مراحل بعدی از STI ارجحیت در بکارگیری برای این منظور می باشند. نارویی و همکاران (Narouie, et al., 2008) STI را به عنوان یکی از شاخص های مناسب جهت ارزیابی کلکسیون ژرم پلاسما سورگوم بانک ژن گیاهی ملی ایران در شرایط تنش خشکی با قطع آب در زمان کلدی مشخص کرده اند، در تحقیق آن ها SSI در بین پنج شاخص بررسی شده در مکان اخر قرار گرفته بود. اساس انتخاب این پژوهش برای ارزیابی ژرم پلاسما سورگوم در شرایط

همبستگی ساده بین شاخص های SSI و STI با صفات عملکرد و ارتفاع گیاه در شرایط تنش و بدون تنش در جدول ارائه شده است. همبستگی بین STI ارتفاع گیاه و ارتفاع گیاه در شرایط تنش شوری ($r = 0.87^{**}$) و بعد از آن به عملکرد و عملکرد تک بوته چین اول در شرایط تنش عملکرد ($r = 0.695^{**}$) مشاهده در صورتی که بیشترین همبستگی بین SSI ارتفاع گیاه و ارتفاع گیاه در شرایط تنش ($r = -0.787^{**}$) مشاهده گردید. در کنار از جمله روزیل و هامبلین (Rosielle and Hamblin, 1981) شاخصی را بهتر می دانند که با عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش همبستگی داشته و بتواند ارقام برتر را در هر دو شرایط مشخص کند. بنابراین در این بررسی STI بوته

جدول ۳- ضرایب همبستگی شاخص های (SSI) و (STI) و عملکرد علوفه تک بوته در چین اول در توده ها در دو شرایط تنش شوری و

Table 3. Correlation coefficients between stress susceptibility (SSI) and stress tolerance (STI) indices with biological yield in the stressed and non-stress conditions

Traits	صفات	عملکرد گیاه در شرایط تنش		STI		SSI		عملکرد گیاه در شرایط تنش +
		PYNS	PHNS	ارتفاع گیاه PH	عملکرد Y	ارتفاع گیاه PH	عملکرد Y	PYS
PHS	ارتفاع گیاه در تنش	0.042 ^{ns}	0.258 ^{**}	0.787 ^{**}	0.267 ^{**}	-0.732 ^{**}	0.063 ^{ns}	0.543 ^{**}
PYS	عملکرد گیاه در تنش	0.082 ^{ns}	0.054 ^{ns}	0.359 ^{**}	0.695 ^{**}	-0.380 ^{**}	-0.209 ^{**}	
SSIY	عملکرد SSI	0.068 ^{ns}	0.141 [*]	0.076 ^{ns}	-0.064 ^{ns}	0.035 ^{ns}		
SSIPH	ارتفاع گیاه SSI	0.063 ^{ns}	-0.106 ^{ns}	-0.575 ^{**}	-0.232 ^{**}			
STIY	عملکرد STI	0.472 ^{**}	0.168 ^{**}	0.240 ^{**}				
STIPH	ارتفاع گیاه STI	0.039 ^{ns}	0.372 ^{**}					
PHNS	ارتفاع گیاه در شاهد	0.264 ^{**}						

* و **: احتمال ۵٪ و ۱٪

* and **: Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively

ns: غیر معنی دار

ns: Non-significant

+: PYS = Plant yield in stressed condition, SSIY = SSI using yield, SSIPH = SSI using plant height, STIY = STI using yield, STIPH = STI using plant height, PHNS= Plant height in non-stress condition, PYNS = Plant yield in non-stress condition, PHS = Plant height in stressed condition.

تنش شوری نیز شاخص STI بدست آمده از ارزیابی عملکرد بیولوژیکی تک بوته پیشنهاد می شود. نکته قابل توجه در این تحقیق، رشد و رویش $\square\square\square\square\square$ ی از ژرم پلاسِم جمع اوری شده از استان [زرد ($\square\square$)] و جنوب خراسان (فردوس و بیرجند) بود. بطوریکه برخی از سورگوم های محلی با نام ارزن سیاه که از [آن] مناطق جمع اوری شده بودند در هر دو مزرعه رشد و دانه بندی خوبی را نشان دادند. $\square\square\square$ کاهش ارتفاع و رشد این ژرم پلاسِم ها در مقایسه با کشت آن ها در کرج (Abbasi, 2003) که برای اکثر نمونه های دیگر دیده می شد مشهود نبود و اساسا واکنش به تنش شوری از قبیل نکروزه شدن حاشیه برگ ها را نشان ندادند و یا بطور جزئی نشان دادند. این یافته می تواند ارزش منابع ژنتیکی بومی سورگوم کشور ($\square\square\square\square$) که مرکز اولیه تنوع سورگوم ایران نمی باشد) و سازگاری آن ها با شرایط محیطی حاکم بر منطقه در طی زمان را نشان دهد (Abbasi, 2003). این ژرم پلاسِم (ارزن سیاه) در تحقیق همتی و عباسی (Hemati and Abbasi, 2000) به عنوان منابع مقاومت به شته برگ ذرت نیز معرفی شده اند که بدین وسیله

ارزش منابع ژنتیکی سورگوم بومی کشور مجدداً تأکید می گردد. نتایج این تحقیق نشان داد که ژرم پلاسِم مورد بررسی می تواند به عنوان والدین متحمل به شوری در برنامه های به نژادی تیپ های متفاوت سورگوم برای مناطق مختلف کشور مورد استفاده قرار گیرند. البته پیشنهاد می شود بررسی های مولکولی سازوکار های تحمل در نمونه های حساس و متحمل به شوری در این ژرم پلاسِم در برنامه های تحقیقات تکمیلی مد نظر قرار گیرد.

سیاسگزاری

نکارندگان مراتب سپاس و قدردانی خود را از مدیریت محترم مرکز تحقیقات کشاورزی خراسان رضوی به ویژه ایستگاه تحقیقات پسته فیض آباد تربت حیدریه و همچنین مدیریت محترم بخش تحقیقات ژنتیک و بانک ژن گیاهی ملی ایران به جهت فراهم کردن بستر مناسب برای انجام این تحقیق و جناب آقای عبدالناصر مهدی پور بدلیل زحمات فراوان در طول اجرای تحقیق، اعلام مـی کنند.

References

منابع استفاده

- Abbasi, M. R. 2007. Screening for salinity stress in sorghum collection held by National Plant Gene Bank of Iran. Final report of Research . Seed and Plant Improvement Institute. Agricultural Research and Education Organization No:86/1206.
- Abbasi, M. R. 2003. Genetic diversity in sorghum collection of National Plant Gene Bank of Iran. Seed and Plant. 19(3): 353-367.
- Amacher, K., J. R. Koenig and B. Kitchen. 1997. Salinity and plant tolerance. Utah State University. Extension Electronic Publishing.
- Boursier, P., J. Lynch, A. Lauchi and E. Epstein. 2005. Chloride partitioning in leaves of salt-stressed sorghum, maize wheat and barley. Aust. J. Plant Physio.: 14(4): 463-473.
- Elhagwa, A., C. Richter, Z. I. Ali and A. Elmobarak. 2004. Salt –tolerance of grain sorghum genotypes for salt affected soils of Sudan. "Rural Poverty Reduction through Research for Development". Deutscher Tropentog, October 5-7. Berlin.

- Farayedi, Y. 2004.** Study of drought stress in Kabouli chickpea genotypes. *Journal of Agricultural Sciences*. 6(2): 27-38.
- Fernandez , G. C. J. 1992.** Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In : C. G. KUO (ed.) *Adaptation of food crops to temperature and water stress*. AVRDC. Shanhua. Taiwan. Pp. 257-270.
- Fischer, R. A. and R. Maurer. 1978.** Drought resistance in spring wheat cultivar. Grain yield responses. *Aust. J. Agric. Res.*: 29: 897-912.
- Fouman, A. and E. Majidi Hervan. 1992.** Evaluation of salt tolerance in sorghum. *Seed and Plant*: 8(1&2): 27-32.
- Hemmati, F. and M. R. Abbasi. 2000.** Field evaluation of sorghum accessions for resistance to corn leaf aphid in Iran. *International Sorghum and Millet Newsletter*. 41: Pp. 47-49. ICRISAT, India.
- Holland, J., I. Daniells, and T. Bernardi. 1999.** Salinity drastically reduces sorghum yields. IPGRI/ICRISAT 1993. *Descriptors for sorghum*. ICRISAT, Patencheru, Andhra Pradesh, India.
- Krishnamurthy L., B. V. S. Reddy. and R. Seraj. 2003.** Screening sorghum germplasm for tolerance to soil salinity. *International Sorghum and Millets Newsletter*. No. 44: 90-93
- Levay. A. and J. Bauder. 2002.** Screening for salt tolerant in forage species. Montana State University, Plant Growth Center, U.S.A.
- Netondo, G. W., J. C. Onyango and E. Beek. 2004.** Sorghum and salinity. II. Gas exchange and chlorophyll fluorescence of sorghum under salt stress. *Crop Sci*. 44: 806-811.
- Ramazani Moghadam, M. R. and M. Parekar. 2002.** Effect of planting methods on cotton yield in salinity stress of water and soil. In *Proceedings of the 7th Iranian Crop Sciences Congress*. Aug. 24-26, 2002, Karaj, Iran. P. 155.
- Rosielle , A. T. and J. Hamblin. 1981.** Theoretical aspect of selection for yield in stress and non – stress environment. *Crop Sci*. 21: 493-497.
- Van Hoorn, J. W. 1991.** Development of soil salinity during germination and early seedling growth and its effect on several crops. *Agric. Water Management*. 20: 17-28.
- Velayati, S. and S. Tavasoli. 1991.** The resources and problems of water in Khorasan province. Astan-E Ghods-E Razavi Publications. First edition.
- Yazdi Samadi, B., A. Rezaei and M. Valizadeh. 2000.** *Statistical Designs in Agricultural Research*. Tehran University Publications.
- Narouei Rad, M. R., M. R. Abbasi, H. R. Fanaei, and M. M. Ghasemi. 2008.** Evaluation of drought stress tolerance using of stress tolerance indices in sorghum germplasms in National Plant Gene Bank of Iran. *Pajouhesh-Va-Sazandegi in Natural Resources*. 78.

Identification of salinity tolerance in sorghum germplasm in National Plant Gene Bank of Iran

Abbasi¹, M. R. and A. R. Nakhfroush²

ABSTRACT

Abbasi, M. R. and A. R. Nakhfroush. Identification of salinity tolerance in sorghum germplasm in National Plant Gene Bank of Iran. **Iranian Journal of Crop Sciences.** 10(2): 191-207.

In order to screen sorghum germplasm in National Plant Gene Bank of Iran for salinity tolerance, 142 sorghum accessions from five different types were planted in two different field growing conditions. Electronic conductivity (EC) of irrigation water was 2.12 and 14.8 ds/m in non-stress and salinity stress conditions, respectively. Experimental design was Balanced Group Blocks with two replications. The grouping in each block was based on sorghum types (wild, grass, grain, forage, and broom sorghums). This experimental design allowed us to compare sorghum types in order to differentiate and identify the most tolerant and susceptible germplasm. Stress susceptibility index (SSI) and stress tolerant index (STI) based on single plant biological yield and plant height traits were used in the analysis. Based on these indices the tolerant accessions were identified within and between sorghum types. The distribution of tolerant and susceptible accessions in each type was determined by using biplot for SSI and STI. These analyses facilitated the identification of the tolerant germplasm in both local or introduced accessions. These germplasm can be used in sorghum breeding programs for tolerance to salinity. Passport data showed that there was no correlation between the tolerance to salinity and the origin of germplasm. However, the correlation coefficients of STI, SSI, yield and plant height showed a high relationship between STI and the first cutting yield ($r = 0.695^{**}$), implying that STI is the most suitable index for screening sorghum germplasm for tolerance to salinity stress.

Key words: Sorghum, Salinity stress, Accession, Tolerance and Susceptibility.

Received: January, 2007

1. Faculty member, Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran, (Corresponding author)

E-mail address: rezaabbasi@yahoo.com

2. Faculty member, Agriculture and Natural Resources Research Center of Khorasan Razavi.