چغندرقند/ جلد ۳۶/ شماره ۲/ ۱۳۹۹

ارزیابی مقدماتی ژرم پلاسم جدید چغندرقند از نظر تحمل به شوری

Preliminary evaluation of new sugar beet germplasm for salinity tolerance

زهرا عباسی* و مهرداد محلوجی[۱]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۶/۲۴ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۱/۲۱

DOI: 10.22092/jsb.2021.351869.1248

چکیده

بهبود تحمل به تنش شوری در گیاهان زراعی نیازمند وجود منابع ژنتیکی متنوع است. این تحقیق در سال ۱۳۹۴ به‌منظور ارزیابی تحمل به شوری ژنوتیپ‌های جدید وارداتی به‌صورت آزمایش فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۱۵ ژنوتیپ مولتی‌ژرم چغندرقند و دو شاهد (جمعاً ۱۷ ژنوتیپ) به‌عنوان فاکتور اول و دو سطح شوری صفر و ۱۶ دسی زیمنس بر متر به‌عنوان فاکتور دوم در گلخانه مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی استان اصفهان با سه تکرار انجام شد. صفات درصد سبز شدن، درصد استقرار بوته و شاخص STI (تحمل به شوری) ثبت گردید. براساس نتایج، همه ۱۵ ژنوتیپ مورد بررسی تفاوت معنی‌دار با شاهد متحمل 7233-P.29 داشتند و در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی، ژنوتیپ‌های شماره ۱، ۲، ۳، ۵، ۷، ۸، ۱۰، ۱۱، ۱۲ و ۱۴ جزء ژنوتیپ‌های متحمل شناخته شدند. نتایج نشان داد که بین ژنوتیپ‌های جدید با شاهد متحمل در شرایط تنش، بارزترین تفاوت در درصد استقرار نهایی بوته در شرایط تنش به‌دست آمد. میانگین درصد جوانه زنی ژنوتیپ‌های جدید نسبت به شاهد متحمل حدود شش درصد افزایش نشان داد، اما میانگین درصد استقرار بوته که یک صفت مهم در تحمل به شوری می‌باشد در ژنوتیپ‌های جدید نسبت به شاهد، ۵۳/۲۵ درصد افزایش نشان داد.

واژه‌های کلیدی: درصد سبز شدن، درصد استقرار بوته، درصد سبز شدن، درصد استقرار بوته *Beta vulgaris*، شاخص STI

۱- استادیار بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران.

*- نویسنده مسئول zary_abasi@yahoo.com

CC BY

مقدمه

تغییرات جهانی آب و هوایی که ناشی از افزایش مداوم سطح دی اکسید کربن جوی است (CO_2) به همراه تغییرات نامنظم بارندگی و کاهش میانگین بارش در بسیاری از مناطق خشک و نیمه‌گرمسیری، از موانع دسترسی به زمین‌های کشاورزی دارای کیفیت مطلوب می‌باشند (Zandalinaz *et al.* 2018). تنش‌های غیرزنده به‌طور بالقوه باعث تجمع گونه‌های فعال اکسیژن (ROS)، از جمله رادیکال سوپراکسید، هیدروزن پراکسید (H_2O_2) و رادیکال هیدروکسید می‌شود که به عنوان مولکول‌های انتقال سیگنال عمل می‌کنند و از طرف دیگر باعث آسیب گسترده سلولی و فرایندهای تخریبی می‌شوند (Baxter *et al.* 2014). بنابراین در مواجهه با تنش‌ها بایستی گیاهان دارای سیستم آنتی‌اکسیدانی کارامد باشند که از رویکردهای کارآمدی، دستیابی به ارقام متحمل به تنش‌ها می‌باشد. افزایش تولید چغندرقند در خاک‌های شور و کم کیفیت اهمیت بهبود تحمل شوری را از طریق اصلاح برجسته می‌کند. به این منظور، بهتر است در برنامه‌های اصلاحی صفات تحمل به شوری ژنوتیپ‌ها شناسایی گردیده و هدایت برنامه‌ها براساس عملکرد و صفات مهم انجام پذیرد تا ارقام چغندرقند با درجه تحمل بالا به تنش‌شوری شناسایی و معرفی گردد.

چغندرقند (*Beta vulgaris* L) به‌عنوان گیاه متحمل به شوری شناخته می‌شود که پتانسیل زیادی برای کشت در مناطق دارای نمک نشان می‌دهد (Wang *et al.* 2017)، به طوری که در شوری زیر ۳ میلی‌مولار وضعیت رشد بهتری نسبت به کلرید سدیم (NaCl) صفر میلی‌مولار نشان داده است. در چغندرقند، انتخاب برای تحمل به تنش در مرحله گیاه‌چه، باعث بهبود استقرار گیاه در مزرعه بوده است (McGrath *et al.* 2008). تحمل به شوری در چغندرقند یک ویژگی پیچیده است که توسط بسیاری از مکانیسم‌های فیزیولوژیکی و متابولیکی از جمله: تجمع یون سدیم (Na^+) و یون کلر (Cl^-) در برگ‌ها و دمبرگ‌های قدیمی، افزایش تجمع املاح سازگار مانند بتائین و اسیدهای آمینه آزاد، افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان تعیین می‌شود (Wang *et al.* 2017).

بهبود تحمل به تنش شوری در گیاهان زراعی نیازمند وجود منابع ژنتیکی متنوع است. در طی پروژه‌هایی در داخل کشور منابع موجود مؤسسه مورد ارزیابی گرفته است (Ebrahimian *et al.* 2007; Khorshid 2019; Abbasi 2012). تعداد ۱۱۲ ژنوتیپ چغندرقند از منابع ژنتیکی مختلف شامل گرده افشان‌های مقاوم به بیماری‌های ریزومانیا و ریزوکتونیا، گرده‌افشان‌های متحمل به خشکی و لاین‌های اتایپ را ابتدا در گلخانه تحت تنش‌شوری ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر ارزیابی کرد و از بین آنها ۳۰ ژنوتیپ برتر را که نسبت به شاهد و سایر ژنوتیپ‌ها تحمل بهتری نشان دادند را در مزرعه تحت شرایط شوری بالا (حدود ۱۵ دسی‌زیمنس) مورد ارزیابی قرارداد و تعداد هشت ژنوتیپ برتر را با استفاده از دو شاخص تحمل به تنش (Stress tolerance index, STI) و ظهور پتانسیل مزرعه (Field emergence potential, FEP) و صفت عملکرد ریشه معرفی کرد.

در این‌پژوهش هدف از ارزیابی‌ژنوتیپ‌های جدید مولتی‌ژرم چغندرقند تحت شرایط تنش‌شوری در گلخانه: تعیین درصد استقرار بوته ژنوتیپ‌های جدید در شرایط کنترل شده تحت تنش شوری و گزینش ژنوتیپ‌های متحمل به شوری برای برنامه‌های اصلاحی بعدی می‌باشد.

مواد و روش

آزمایش در گلخانه مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی استان اصفهان در سال ۱۳۹۴ انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل: ۱۵ ژنوتیپ وارداتی مولتی‌ژرم چغندرقند و دو سطح شوری صفر و ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر بودند. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار صورت گرفت. این ژنوتیپ‌ها از مرکز کشاورزی آمریکا (United States Department of Agriculture, USDA) ارسال شده‌اند و فاقد مشخصات می‌باشند. در این مطالعه جمعیت 7233-P.29به‌عنوان شاهد

متحمل و رقم IC به‌عنوان شاهد حساس استفاده شد. در این مطالعه تعداد ۲۴ عدد بذر از هر ژنوتیپ در گلدان‌های پلاستیکی به قطر ۲۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۱۸ سانتی‌متر با بستر پرلیت (سایز متوسط) در عمق حدود ۲ سانتی‌متر کشت شدند و تیمار شوری با استفاده از نمک طعام از زمان کاشت اعمال گردید. بیست روز پس از کاشت، محلول هوگلند (Hoagland) استاندارد با غلظت ۵۰ درصد اعمال گردید. پس از جوانه‌زنی بذور، روزانه بذور جوانه‌زده شمارش و پس از حدود دو ماه، درصد نهایی استقرار بوته براساس تعداد بوته‌های مستقر در گلدان محاسبه گردید. درصد جوانه‌زنی از نسبت مجموع تعداد بذور جوانه زده به کل تعداد بذور کاشته شده به‌دست آمد. درصد نهایی استقرار از نسبت تعداد بوته مستقر در گلدان به کل تعداد بذور کاشته شده به‌دست آمد. با استفاده از پارامترهای گیاهچه (درصدسبز شدن و درصد استقرار گیاه‌چه) در تیمار بدون اعمال تنش (Yp) و تیمار تنش‌شوری (Ys)، شاخص تحمل به تنش (STI) (Fernandez 1991) به‌صورت رابطه ۱ محاسبه گردید:

$$STI = \frac{(Yp)(Ys)}{(Yp)^2} \qquad (۱)$$

بوته‌هایی که در گلخانه در برابر تنش شوری ۱۶ دسی‌زیمنس متحمل بوده و استقرار کامل داشتند، برای تکثیر بذر به مؤسسه تحقیقات چغندرقند منتقل شدند. پس از طی مراحل ورنالیزاسیون، بذور تولیدی ژنوتیپ‌ها با نام AM1 تا AM10 و شماره دفتر ۳۳۲۷۰ تا ۳۳۲۷۸ در بانک ژن مؤسسه برای ارزیابی‌های بعدی نگه‌داری شدند.

تجزیه واریانس داده‌ها و مقایسه میانگین به روش LSD بر روی صفات مورد ارزیابی در گلخانه (صفت درصد جوانه‌زنی و درصد نهایی استقرار بوته و شاخص این دو صفت) با نرم افزارSAS ورژن ۹ انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات ارزیابی شده درگلخانه و شاخص STI برای صفات مربوطه (جدول ۱) نشان داد که بین ژنوتیپ‌ها از نظر درصد جوانه‌زنی در سطح احتمال پنج درصد و از نظر درصد استقرار بوته در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌دار وجود داشت. تغییرات درصد جوانه‌زنی ژنوتیپ‌ها و درصد استقرار نهایی بوته در دو محیط تنش و بدون‌تنش روند یکسان نشان داد، و اثر متقابل ژنوتیپ× تنش شوری برای این صفات معنی‌دار نشد (جدول ۱). شاخص STI برمبنای درصد استقرار بوته در سطح احتمال پنج درصد بین ژنوتیپ‌ها تفاوت نشان داد.

جدول ۱ نتایج تجزیه واریانس صفات درصد جوانه زنی و استقرار نهایی بوته و شاخص STI برای این دو صفت

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		درصد جوانه زنی	درصد نهایی استقرار بوته	¥شاخص STI برای جوانه زنی	شاخص STI برای استقرار بوته
ژنوتیپ	۱۶	۳۷۳/۳*	۳۹۰/۹**	*۰/۰۶۴	۰/۰۵۲*
تنش شوری	۱	۳۶۰۳**	۹۴۳۰**	-	-
ژنوتیپ× تنش شوری	۱۶	۲۱۵/۸ ns	۱۹۸/۳ ns	–	-
اشتباه آزمایشی طرح فاکتوریل	۶۸	۱۲۶/۶	۹۸/۹۳		
اشتباه آزمایشی طرح کاملاً تصادفی	۳۴	-	-	۰/۰۳۸	۰/۰۱۶

**، * و ns به ترتیب: معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد، پنج درصد و عدم‌معنی‌دار بودن

¥ با توجه به اینکه شاخص STI بر اساس داده‌های تنش و نرمال محاسبه می‌گردد، تجزیه واریانس شاخص مذکور برای دوصفت درصد جوانه‌زنی و استقرار بوته به‌صورت طرح کاملاً تصادفی با یک فاکتور انجام گرفت.

در شرایط تنش (جدول۲)، میزان جوانه‌زنی در دامنه ۵۳/۳۳ تا ۹۵/۵۵ درصد بود و تنها ژنوتیپ شماره ۳ از نظر درصد جوانه‌زنی برتر از شاهد متحمل بود. درصد استقرار نهایی گیاهچه در شرایط تنش نشان داد که برای تمامی ژنوتیپ‌های مورد بررسی تفاوت آماری بسیار معنی‌دار با شاهد متحمل وجود داشت. در بین خود ژنوتیپ‌های مورد بررسی ژنوتیپ‌های شماره ۴، ۶، ۱۳ و ۱۵ نسبت به بقیه ژنوتیپ‌ها تحمل کمتری نشان دادند. در این آزمایش تفاوت شاهد حساس و متحمل از نظر درصد جوانه‌زنی و درصد استقرار بوته به خوبی نشان داده شد که نشان از انتخاب درست شاهدها و دقت بالای اعمال تیمار تنش می‌باشد. براساس مقادیر شاخص STI بر مبنای صفت درصد جوانه‌زنی مشخص شد که ژنوتیپ شماره ۳ با بالاترین میزان شاخص STI، تفاوت معنی‌دار با ژنوتیپ‌های شماره ۱۱ و ۱۴ نشان نداد. مقادیر شاخص STI برای استقرار نهائی بوته نشان داد که تنها چهار ژنوتیپ شماره ۴، ۶، ۱۳ و ۱۵ بدون داشتن تفاوت معنی‌دار با شاهد متحمل در گروه ژنوتیپ‌های با تحمل کم نسبت به بقیه ژنوتیپ‌ها قرارگرفتند. در بسیاری از تحقیقات، استفاده از شاخص STI برای تشخیص ژنوتیپ‌های متحمل و حساس به تنش شوری گزارش شده است (Kim *et al*. 2016; Sakina *et al*. 2016; Abbasi *et al*. 2018).

جدول ۲ مقایسه میانگین درصد جوانه زنی و استقرار بوته و شاخص STI صفات در ژنوتیپ‌های چغندرقند

ژنوتیپ	درصد جوانه زنی در شرایط تنش شوری	درصد استقرار بوته در شرایط تنش شوری	شاخص STIدرصد جوانه زنی	شاخص STIدرصد استقرار بوته
۱	۸۲/۲۲^{abcd}	۸۴/۴۵^{a}	۰/۹^{ab}	۰/۹۵^{a}
۲	۶۰^{bcd}	۷۷/۷۸^{abc}	۰/۶۱^{d}	۰/۸۴^{ab}
۳	۹۵/۵۵^{a}	۸۴/۴۵^{ab}	۱/۱۴^{a}	۰/۹۵^{a}
۴	۵۳/۳۳^{d}	۴۲/۲۲^{e}	۰/۶۵^{cd}	۰/۵۴^{cd}
۵	۸۰^{abcd}	۶۶/۶۷^{bcde}	۰/۸۸^{abc}	۰/۷۷^{abc}
۶	۸۰^{abcd}	۴۶/۶۷^{de}	۰/۸۱^{abc}	۰/۴۳^{d}
۷	۶۴/۴۴^{bcd}	۶۸/۸۹^{abcd}	۰/۶۴^{cd}	۰/۷۱^{abc}
۸	۸۴/۴۴^{abcd}	۷۳/۳۳^{abc}	۰/۹۲^{ab}	۰/۷۴^{abc}
۹	۸۲/۲۲^{abcd}	۷۱/۱۱^{abcd}	۰/۸۱b^{cd}	۰/۶۱^{bcd}
۱۰	۹۲/۱۱^{ab}	۸۰/۰۰^{ab}	۰/۹۵^{ab}	۰/۸۲^{ab}
۱۱	۹۱/۱۱^{abc}	۸۰/۰۰^{abc}	۱/۰۲^{a}	۰/۹۳^{a}
۱۲	۵۷/۷۸^{cd}	۸۰/۰۰^{abc}	۰/۵۲^{d}	۰/۷۷^{abc}
۱۳	۸۴/۴۵^{abcd}	۶۰/۰۰^{cde}	۰/۸۵^{abc}	۰/۶۰^{bcd}
۱۴	۹۱/۱۱^{abc}	۸۰/۰۰^{abc}	۱/۰۶^{a}	۰/۸۴^{ab}
۱۵	۷۳/۳۳^{bcd}	۶۴/۴۴^{bcde}	۰/۶۹^{bcd}	۰/۵۴^{cd}
میانگین	۷۸/۱۴	۷۰/۵۳	۰/۸۳	۰/۷۴
شاهد حساس	۵۷/۰۵^{d}	۱۰/۲^{f}	۰/۵۱^{d}	۰/۰۹^{e}
شاهد متحمل	۷۳/۹۵^{abcd}	۴۶/۱۱^{e}	۰/۸۶^{abc}	۰/۴۱^{d}
LSD (0.05)	۲۱/۳۵	۱۹/۳۵	۰/۲۹	۰/۲۶

در مجموع نتایج ارزیابی گلخانه‌ای نشان داد که بارزترین تفاوت بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی با شاهد متحمل در استقرار نهایی بوته در شرایط تنش به‌دست آمد، به‌طوری که میانگین درصد جوانه‌زنی ژنوتیپ‌های جدید نسبت به شاهد متحمل ۵/۵۷ درصد افزایش نشان داد، اما میانگین درصد استقرار بوته که یک صفت مهم در تحمل به شوری می‌باشد در ژنوتیپ‌های جدید نسبت به شاهد متحمل، ۵۳/۲۵ درصد افزایش نشان داد (جدول ۲). به نظر می‌رسد این ژنوتیپ‌ها با مکانسیمی تجمع نمک و در نتیجه سمیت

یونی را در برگ تحمل می‌کنند و همزمان بخشی از انرژی تولید شده در گیاه را برای رشد برگ‌های جدید مصرف می‌کنند. نتایج مطالعه عباسی و همکاران (2018) در ارزیابی۳۶ ژنوتیپ مختلف چغندرقند تحت شرایط گلخانه و مزرعه نشان داد که تنها در شرایط غیرتنش برای درصد جوانه‌زنی ۳/۴۶ درصد و برای استقرار بوته ۲/۱ درصد ژنوتیپ‌ها نسبت به شاهد متحمل 7233-P.29 برتری داشتند. افزایش غلظت کلرید سدیم (NaCl) تبادل یونی سلول‌های گیاهی را برهم زده و باعث عدم‌تعادل در عناصر غذایی گیاهان می‌شود که این امر بر درصد و سرعت جوانه‌زنی و رشد گیاه تأثیر منفی می‌گذارد (Jamil *et al*. 2007).

منابع مورد استفاده: References:

Abbasi Z. Evaluation of different germplasm of sugar beet in terms of salinity tolerance. Final report. Isfahan Agricultural and Natural Resources Research Center. Iran. 2012. (in Persian, abstract in English)

Abbasi Z, Golabadi M, Khayamim S, Pessarakli M. The response of drought-tolerant sugar beet to salinity stress under field and controlled environmental conditions. Journal of Plant Nutrition. 2018; 41(20): 2660- 2672.

Baxter A, Mittler R, Suzuki N. ROS as key players in plant stress signaling. Journal of Experimental Botany. 2014; 65: 1229–1240.

Ebrahimian H, Ranji Z, Rezae M, Abbasi Z. Screening sugar beet genotypes under salinity stress in the greenhouse and field conditions. 2007. 24(1): 1-21. (in Persian, abstract in English).

Fernandez GCJ. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance, p. 13-18 In KCC, ed. Adaptation of food crops to temperature and water stress. Providence Annual International Symposium. Aug. 1991; Asian Vegetable Research and Development Center., Taiwan.

Jamil M, Rehman S, Rha ES. Salinity effect on plant growth, PSII photochemistry and chlorophyll content in sugar beet (*Beta vulgaris* L.) and cabbage (*Brassica oleraceacapitata* L.). Pakistan Journal of Botany. 2007; 39(3): 753-760.

Khorshid A, Rajabi A, Bernousi I, Moghadam AF, Malekzadeh MR. Evaluation of salinity tolerance of sugar beet breeding populations and hybrids in greenhouse and field conditions. Journal of Sugar beet. 2019; 35(2), doi:10.22092/jsb.2020.120128.1172. (in Persian, abstract in English).

Kim J, Liu Y, Zhang X, Zhao B, Childs KL. Analysis of salt-induced physiological and proline changes in 46 switchgrass (*Panicum virgatum*) lines indicates multiple response modes. Plant Physiololgy Biochemistry. 2016; 105: 203-212.

McGrath JM, Elawady A, El-Khishin D, Naegele RP, Carr KM, De los Reyes B. Sugar beet germination: Phenotypic selection and molecular profiling to identify genes involved in abiotic stress response. Acta Horticulturae. 2008; 782: 35-38.

Mini ML, Sathya M, Arulvadivookarasi K, Jayachandran KS, Anusuyadevi M. Selection of salt tolerant cowpea genotypes based on salt tolerant indices of morpho-biochemical traits. Current Trends in Biotechnology and Pharmacy. 2015; 9(4): 306-316.

Sakina A, Ahmed I, Shahzad A, Iqbal M, Asif M. Genetic variation for salinity tolerance in Pakistani rice (*Oryza sativa* L.) germplasm . Journal of Agronmy Crop Science. 2016; 202(1): 25-36.

Wang Y, Stevanato P, Yu L, Zhao H, Sun X, Sun F, Li J, Geng G. The physiological and metabolic changes in sugar beet seedlings under different levels of salt stress. Journal of Plant Research. 2017; 130: 1079–1093.

Win KT, Aung ZO, Hirasawa T, Ookawa T, Yutaka H. Genetic analysis of Myanmar Vigna species in responses to salt stress at the seedling stage. African Journal of Biotechnology. 2011; 10(9): 1615-1624.

Zandalinas SI, Mittler R, Balfagón D, Arbona V, Gómez-Cadenas A. Plant adaptations to the combination of drought and high temperatures. Physiology Plant. 2018; 162(1): 2-12.