

اثر تیمار پیش جوانه‌زنی بذر چغندر قند در شرایط تنش شوری این‌ویترو

The effect of sugar beet seed advancement on response to salt stress *In vitro* conditions

نسرین یآوری^۱، محمود مصباح^۱ و عبدالرسول غفاری جهرمی^۲

ن. یآوری، م. مصباح و ع.ر. غفاری جهرمی. ۱۳۸۴. اثر تیمار پیش جوانه‌زنی بذر چغندر قند در شرایط تنش شوری این‌ویترو. چغندر قند ۲۱(۱): ۸۷-۹۷

چکیده

حساسیت به شوری خاک در مرحله جوانه‌زنی بذر چغندر قند به‌عنوان مانع اصلی استقرار مطلوب بوته در مزارع محسوب می‌شود. بررسی‌های قبلی نشان داد که کشت ریزنمونه‌های متفاوت چغندر قند در سطوح افزایشی نمک کلرید سدیم در محیط کشت درون شیشه‌ای، تحمل زیاد به تنش شوری دارد. لذا آزمایشی برای مقایسه تحمل شوری در جنین بذر چغندر قند طراحی شد. جنین بذر با پوسته و بدون پوسته بذر، در محیط غذایی استریل PGoB دارای ۳ درصد ساکارز و ۹/۰ درصد آگار، بدون نمک و نیز حاوی نمک کلرید سدیم به میزان ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۵۰ میلی‌مولار در سه تکرار هر بار با ۱۰ ریزنمونه در هر پتری دیش (قطر ۹ سانتیمتری) کشت شد. نتایج این بررسی برای نوع بافت مورد آزمایش، سطوح شوری و اثر این دو عامل بر یکدیگر در دو لاین ۷۲۳۳ و ۶۷-۹۵۹۷ تفاوت معنی‌دار نشان داد. در هر دو لاین، بر خلاف بذر کامل، جنین بذر قادر به جوانه‌زنی در محیط‌های دارای تنش شوری بود. نقش پوسته بذر در جوانه‌زنی با اجرای آزمایش تنش شوری پس از تیمار پیش جوانه‌زنی بررسی شد. بذره‌های لاین‌های ۶۷-۹۵۹۷، ۷۲۳۳ و ۲۶۱ با شستشوی هشت ساعته بذر در محلول تیرام ۲/۰ درصد و سپس کاهش تدریجی رطوبت بذر در دمای ۲۵ سانتی‌گراد در ژرمیناتور پیش تیمار شدند. ۲۵ عدد بذر از هر تیمار در پتری دیش و در چهار تکرار کشت شد. بذره‌های تیمار شده در سطوح آزمایشی تنش شوری جوانه زدند. تجزیه واریانس نتایج آزمایش نشان داد که تفاوت بین لاین‌ها، سطوح تنش و اثر متقابل دو عامل بر یکدیگر معنی‌دار هستند. لاین ۷۲۳۳ مقاوم‌ترین و ۶۷-۹۵۹۷ و ۲۶۱ در درجات بعد برای جوانه‌زنی بذر در شرایط تنش بودند. تیمار پیش جوانه‌زنی بذر چغندر قند برای مقابله با تنش شوری اثر مثبت نشان داد.

واژه‌های کلیدی: استقرار بوته، این‌ویترو، تنش شوری، تیمار پیش جوانه‌زنی، جنین بذر، چغندر قند، لاین ۶۷-۹۵۹۷، لاین

۷۲۳۳، لاین ۲۶۱

۱- اعضاء هیئت علمی مؤسسه تحقیقات چغندر قند

۲- کارشناس ارشد بخش آمار و کامپیوتر- مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر

مقدمه

ایجاد مقاومت به تنش‌های محیطی یکی از اهداف مهم اصلاح‌گران در گیاهان زراعی است. تنش شوری که ناشی از انباشته شدن نمک‌های خاک است؛ موجب زردی و خشک شدن برگ‌ها و در نهایت، آسیب دیدن گیاهان می‌شود. تحمل شوری (Salt tolerance) در گیاهان به‌عنوان توانایی تحمل تراکم یون نمک سدیم (Na^+) یا هر نمک دیگر در محیط خاک (یا کشت) شناخته می‌شود. میزان شوری خاک برحسب مقادیر هدایت الکتریکی (هدایت الکتریکی به میزان یک دسی سیمنس بر متر برابر با یک میلی‌موس بر سانتی‌متر و آن هم معادل مقدار ۶۴۰ میلی‌گرم نمک در یک لیتر محلول) عصاره اشباع خاک بیان می‌شود. گزارش شده است که گیاه چغندر قند، شوری خاک را تا آستانه ۷ dS/m بدون کاهش عملکرد تحمل می‌کند؛ اما به‌ازای افزایش هر یک واحد dS/m با ۵/۹ درصد کاهش عملکرد روبرو خواهد بود (Maas, 1984). تاکنون آزمایش‌های متعددی برای ارزیابی مقاومت به شوری در گیاه چغندر قند در شرایط آزمایشگاهی و نیز در شرایط جوانه‌زنی و رشد کامل در شرایط گلخانه و مزرعه صورت گرفته است (مصباح و یاوری ۱۳۷۰؛ یاوری و هاشمی ۱۳۷۴؛ Mesbah et al. 1992).

حساسیت بذر چغندر قند به شوری خاک در مرحله جوانه‌زنی، به‌عنوان مانع اصلی استقرار بوته در مزارع مطرح است. این حساسیت از یک سو

به‌علت بروز فشار اسمزی بالا و کاهش جذب آب توسط بذر و از سوی دیگر، به‌علت سمیت نمک برای فعالیت‌های بیوشیمیایی برای جنین بذری حایز اهمیت است.

گیاه چغندر قند در سطح سلولی و در حالت گیاه کامل دارای مقاومت به سطوح بالای نمک است و از این رو، بررسی میزان تحمل در سطح سلولی و شرایط گیاه کامل به یکدیگر مطابقت دارد (Smith and McComb 1981).

جوانه‌زنی یکی از شاخص‌های مهم کیفیت بذر گیاهان است که در شرایط آزمایشگاهی و مزرعه‌ای از عوامل ژنتیکی، محیطی و فرآوری متأثر می‌شود (Apostolides and Goulas 1998). بذر گیاه برای جوانه‌زنی به جذب رطوبت، افزایش حجم بافت جنین و برقرار شدن فعالیت‌های بیوشیمیایی مورد نیاز تقسیم سلولی و رشد ریشه‌چه نیاز دارد (Bewely and Black 1985).

حضور هر نوع نمک در محیط رشد گیاه، موجب افزایش فشار اسمزی و بروز تنش آبی می‌شود، اما سمیت نمک‌ها متفاوت است. با وجود این که نمک کلرید سدیم به‌عنوان یک نمک با سمیت کمتر شناخته شده است؛ اما در عین حال، یکی از رایج‌ترین انواع نمک‌ها و در نتیجه یکی از مشکل‌سازترین آن‌ها محسوب می‌شود (Bliss et al. 1984).

در نخستین نتایج بررسی‌های انجام شده در زمینه تنش‌های محیطی، گزارش شد که جوانه‌زنی بذر

چغندر قند در اثر بروز تنش آبی و افزایش شوری خاک با تأخیر روبرو می‌شود (Ayaers 1952). بررسی‌های جدیدتر نشان داده است که میزان جوانه‌زنی بذر چغندر قند در شرایط استاندارد و استقرار گیاه‌چه در مزرعه همبستگی مثبت دارد (Durrant et al. 1985; Durrant and Gummerson 1990).

تحقیقات بلیس و همکاران (۱۹۸۴)، نشان داده است که نمک توسط بذر از محلول اطراف جذب شده و ضمن ورود به محدوده درون سلولی، در سطح غشای سلولی تغییراتی در ترکیب‌های پروتئینی ایجاد می‌کند که می‌تواند در امر جوانه‌زنی بذر عامل تنش و حساسیت محسوب شود.

زمانی که گیاه در معرض شرایط تنش شوری قرار می‌گیرد، به‌ناچار با مصرف بیشتر انرژی حاصل از متابولیسم، فشار اسمزی درون سلولی را تنظیم می‌کند که این امر موجب کاهش انرژی قابل‌دسترس برای رشد شده و بر عملکرد تولید گیاهی تأثیر منفی بر جای می‌گذارد. در گیاهان مقاوم، توانایی گیاه برای تنظیم شرایط تحمل تنش موجب می‌شود که این گیاهان در مصرف انرژی از سودمندی بالاتری برخوردار باشند و قادر شوند انرژی موردنیاز برای ادامه رشد و تولید گیاهی را به‌نحو مطلوب‌تری حفظ کنند. بدین ترتیب، گیاهان مقاوم یا متحمل به تنش دارای ماده خشک (بیوماس) بیشتری خواهند بود (Rains 1984).

در سال ۲۰۰۲، اثر تنش‌های محیطی در شرایط آزمایشگاهی بر گیاه‌چه‌های چغندر قند نیز با استفاده از عوامل اسمزی مانند محلول‌های مانیتول، پلی‌اتیلن گلیکول (PEG) و نمک‌ها، روی کاغذ صافی در پتری‌دیش مورد مطالعه قرار گرفته است (Ghoulam and Fares 2002).

بروز تنش آبی در مرحله جوانه‌زنی بذر موجب تأخیر و در صورت تداوم تنش، منجر به عدم سبز شدن آن می‌شود. از این‌رو، اجرای روش پرایمینگ یا اسموپرایمینگ در اصل برای بذر سبزیجات شکل گرفت. در این تیمار، بذر گیاه در یک محلول با غلظت اسمزی خاص قرار داده می‌شود که در آن فقط جذب آب صورت می‌گیرد اما از خروج ریشه‌چه ممانعت می‌شود.

سرعت بخشیدن به جوانه‌زنی، در عمل به معنی پیشگیری از حضور طولانی بذر در شرایط نامناسب محیطی و تنش‌زا خواهد بود. پیش جوانه‌زنی بذر به روش‌های گوناگون قابل اجرا است. در این فرآیند از مواد اسمزی با وزن مولکولی بالا مانند پلی‌اتیلن گلیکول (PEG) و نیز استفاده از قندهای غیرمتابولیک با وزن مولکولی کم مانند مانیتول و برخی نمک‌ها استفاده می‌شود (Bewley and Black 1985).

اثر مفید روش خیساندن و خشک کردن مجدد بذر بر میزان جوانه‌زنی بذر هویج در سال ۱۹۶۰ اعلام شده بود (Longden 1971). در پی معرفی و کشت

(primed) و بذر معمولی انجام شده است، نقش پیش تیمار کردن بذر مورد بررسی قرار گرفت. در این پژوهش، جوانه زنی بذر چغندر قند پیش تیمار شده در خاک شور کندتر از خاک معمولی، اما میزان جوانه زنی بذر تیمار شده در شرایط این تنش، نسبت به بذر تیمار نشده بیشتر بود. با توجه به این که افزایش سطح شوری از ۶ تا ۱۲ میلی موس بر سانتی متر موجب کاهش و تأخیر در سبز شدن بذر می شود، بذر تیمار شده در این سطوح در خاک شور میزان جوانه زنی مشابهی با بذر تیمار نشده در کشت خاک شیرین نشان داد (Kaffka et al. 1999).

در این پژوهش، واکنش جنین بذری چغندر قند و اثر تیمار پیش جوانه زنی در شرایط تنش شوری در سطوح فزاینده نمک کلرید سدیم در محیط کشت این ویترو مورد بررسی قرار داده شد.

مواد و روش ها

مواد گیاهی مورد آزمایش شامل بذر لاین های ۷۲۳۳، ۶۷-۹۵۹۷ و ۲۶۱ بود. محیط کشت PGoB دارای ۳ درصد ساکارز و ۰/۸ درصد آگار بدون نمک (شاهد) و حاوی نمک کلرورسدیم به میزان ۱۰۰ میلی مولار (سطح تحمل نمک بدون بروز تنش) ۱۵۰ میلی مولار (سطح تنش محسوس) و ۲۵۰ میلی مولار (سطح تنش بالا) تهیه و در درون پتری دیش (قطر ۹ سانتی متری) توزیع شد (یاوری و هاشمی ۱۳۷۴).

مکانیزه بذر منورژم چغندر قند، دستیابی به جوانه زنی یکنواخت بذر اهمیت زیادی یافت و تحقیقات در این زمینه توسعه یافت.

نخستین بار دورانت و همکاران (۱۹۸۵) بذر چغندر قند را به مدت ۳/۵ ساعت شستشو داده و در هوا خشک کرده و سپس به مدت سه روز در محلول نمک ۰/۳۴ مولار کلرید سدیم در دمای ۱۵ درجه سانتی گراد نگهداری و در نهایت، شستشو و خشک کردند. این تیمار موجب شد که جوانه زنی بذر چغندر قند و گسترش ریشه گیاهچه در شرایط غیر یکنواخت و نامساعد بستر کشت بذر بهبود یابد (Durrant and Gummerson 1985 ; 1990).

در ادامه بررسی های پیش جوانه زنی، ترکیبی از تیمار شستشوی بذر و استفاده از قارچ کش برای جلوگیری از بیماری بوته میری نیز برای بذر چغندر قند به کار گرفته شد که علاوه بر کنترل قارچ *Phoma betae* عامل این بیماری موجب تسریع در جوانه زنی نیز شناخته شده است (Draycott et al. 2002).

بذر پیش جوانه زده چغندر قند با عنوان Advantage treated seed در سال ۱۹۹۰ به بازار معرفی شد و مورد استقبال قرار گرفت، به طوری که در سال ۲۰۰۲ یک سوم بذر چغندر قند کشت شده از نوع پیش جوانه زده بود (Draycott et al. 2002).

در آزمایشی که توسط محققان آمریکایی در شرایط شوری مزرعه، بر روی بذر پیش تیمار شده

نتایج و بحث

آزمایش کشت جنین بذری دو لاین حساس و مقاوم چغندر قند در مقایسه با بذر کامل (جنین با پوسته) آن‌ها نسبت به سطوح فزاینده نمک در محیط کشت تحمل بیشتری نشان دادند (شکل‌های ۱b و ۱c). در لاین ۷۲۳۳، میانگین جوانه‌زنی بذر کامل برابر با ۲/۵ درصد بود؛ در حالی که برای جنین بذری این لاین ۵۱/۹ درصد و در لاین ۶۷-۹۵۹۷ میانگین برای جوانه‌زنی بذر کامل ۶/۹ درصد و در جنین بذری ۳۳/۸ درصد بود.

نتایج نشان داد که جوانه‌زنی جنین بذری در محیط‌های تنش در مقایسه با بذر کامل (جنین با پوسته) با موانع کمتری روبرو بود. به طوری که در لاین حساس ۶۷-۹۵۹۷، جنین‌های بذری (بدون پوسته)، سطح شوری سوم با ۲۵۰ میلی‌مولار نمک کلرور سدیم که از نظر میزان نمک برابر یا نزدیک به ۱/۵ درصد نمک در محیط کشت بود را نیز تحمل کرده و قادر به رشد و جوانه‌زنی بود. اما بذر کامل این لاین از سطح اول شوری با ۱۰۰ میلی‌مولار نمک که تنها دارای ۰/۵۸ درصد نمک در محیط کشت بود، قادر به جوانه‌زنی نبودند.

تجزیه آماری نتایج این بررسی برای نوع بافت مورد آزمایش، سطوح شوری و اثر متقابل این دو عامل بر یکدیگر در هر دو لاین ۷۲۳۳ و ۶۷-۹۵۹۷ (جدول‌های ۲ و ۱) تفاوت معنی‌دار نشان داد. در هر دو لاین، جنین بذری بر خلاف بذر کامل قادر به جوانه‌زنی

برای تهیه جنین بذری، پوسته‌برداری از بذور مرطوب شده لاین مقاوم (۷۲۳۳) و لاین حساس (۶۷-۹۵۹۷) با استفاده از لوپ بینوکولر اجرا شد (شکل ۱a). کشت بذر کامل و جنین بذری، هر بار به تعداد ده نمونه در محیط کشت‌های آزمایش به همراه شاهد بدون نمک در چهار تکرار اجرا شد.

تیمارهای اسمزی پیش جوانه‌زنی بذر شامل شستشو با آب معمولی، نمک (کلرور سدیم ۳۰۰ میلی‌مولار)، مانیتول (۶۰ میلی‌گرم در لیتر) به مدت ۲۴ ساعت پیش از کشت در محیط تنش و تیمار پیش جوانه‌زنی (Draycott et al. 2002) با استفاده از محلول ضد عفونی کننده تیرام (Thiram=tetra-) (methyl thiuram disulphide) مورد بررسی قرار گرفت. به این منظور، بذور سه لاین ۶۷-۹۵۹۷، ۷۲۳۳ و ۲۶۱، با شستشوی هشت ساعته بذر در محلول تیرام ۰/۲ درصد و سپس کاهش تدریجی رطوبت بذر در دمای ۲۵ سانتی‌گراد در ژرمیناتور انجام شد.

برای کلیه تیمارها کشت ۲۵ عدد بذر از هریک از لاین‌ها در پتری‌دیش حاوی محیط آب- آگار و در چهار تکرار اجرا شد. طرح آماری فاکتوریل برای دو عامل بافت و تنش شوری در بذور لاین‌های متفاوت مورد استفاده قرار گرفت. درصد باززایی و درصد جوانه‌زدن بذر پس از چهار هفته در کلیه آزمایش‌ها ثبت شد و مورد تجزیه واریانس قرار گرفت و میانگین تیمارها به روش دانکن (DMRT) و F test مقایسه و گروه‌بندی شد.

۰/۲ درصد و سپس کاهش تدریجی رطوبت بذر در دمای ۲۵ سانتی گراد جوانه زنی بذور به خوبی انجام شد و تشخیص تفاوت در تحمل به تنش شوری میان لاین‌های آزمایش به دست آمد (شکل ۶). در این آزمایش بذر تیمار شده لاین ۷۲۳۳ در تنش شوری بیشترین جوانه زنی (۹۲/۸ درصد)، لاین ۶۷-۹۵۹۷ (۵۳/۱ درصد) و لاین ۲۶۱ (۳۳ درصد) را نشان دادند.

در محیط‌های تنش شوری بود. نتایج نشان می‌دهد که مسئله مقاومت به شوری یا حساسیت به شوری در مرحله جوانه زنی بذر چغندر قند به موانع جذب آب توسط پوسته بذر مربوط می‌باشد.

اجرای تیمار شستشوی بذر کامل با آب، محلول نمک و نیز مانیتول به مدت ۲۴ ساعت و سپس کشت در شرایط تنش موجب جوانه زنی بذور نشد؛ اما با اجرای پیش تیمار شستشوی هشت ساعته بذر در محلول تیرام

جدول ۱ نتایج تجزیه واریانس تیمارها در آزمایش جوانه زنی جنین بذری و بذر کامل در لاین‌های ۶۷-۹۵۹۷ و ۷۲۳۳

Table 1 ANOVA results for 7233 and 9597-67 lines embryo and seed germination treatments

منابع تغییرات Source of variance	درجه آزادی df	میانگین مربعات (MS)		
		7233	9597-67	
Seed coat	پوسته بذر	1	5778.1**	19503.1**
Salinity	شوری	3	1803.1**	911.5**
Seed coat*Salinity	پوسته بذر* شوری	3	294.8**	494.8**
Error	خطا	24	6.2	9.4
CV			12.4	11.3

** Significant at 1% probability

** معنی دار در سطح احتمال یک درصد

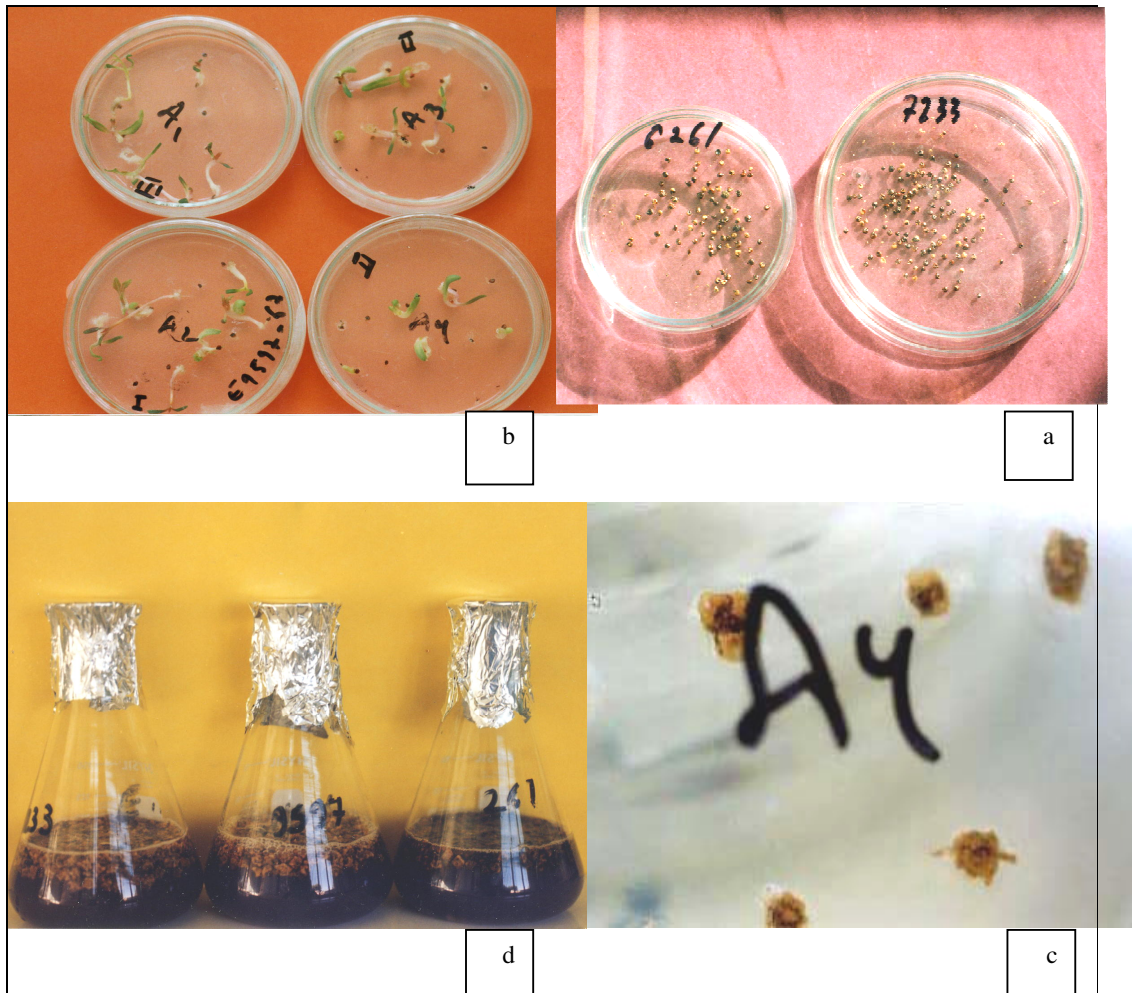


Fig. 1
 1a Sugar beet zygotic embryos with coats removed
 1b Sugar beet embryos germination in salt stress conditions
 1c Sugar beet seeds in salt stress conditions
 1d Advancement treatment (0.2% thiram- 8hrs)

شکل ۱
 ۱a جنین بذری چغندر قند پس از پوسته برداری
 ۱b جوانه زنی جنین بذری چغندر قند در شرایط تنش شوری
 ۱c بذر کامل چغندر قند در شرایط تنش شوری
 ۱d تیمار پیش جوانه زنی با محلول ۰/۲ درصد تیرام

جدول ۲ گروه بندی میانگین تیمارها در آزمایش جوانه زنی جنین بذری و بذر کامل در لاین های ۷۲۳۳ و ۶۷-۹۵۹۷

Table 2 DMRT results for 7233 and 9597-67 embryo and seed germination treatments

منابع تغییرات Source of variance	میانگین درصد جوانه زنی Mean germination percent	F test			
		Germination			
		7233		9597-67	
بذر کامل Whole Seed	6.9	5%	1%	5%	1%
جنین Embryo	33.8	b	b	b	b
		a	a	a	a

جدول ۳ نتایج تجزیه واریانس در تیمار پیش جوانه زنی بذور کامل

Table 3 ANOVA results for whole seed advancement treatment

منابع تغییرات Source	df	MS	F
لاین Line	2	14793.8	327.3 **
شوری Salinity	3	2715.1	60.1 **
لاین در شوری Line * Salinity	6	564.3	12.5 **
خط Error	36	45.2	11.3

CV=11.3

Significant at 1%

** معنی دار در سطح یک درصد

probability level

جدول ۴ گروه بندی میانگین ها در تیمار پیش جوانه زنی بذور کامل

Table 4 DMRT results for seed advancement treatment

لاین Lines	میانگین درصد جوانه زنی Mean %	D.M.R.T	
		5 %	1 %
7233	92.8	a	a
9597-67	53.1	b	b
IR261	33.0	c	c

استقاده از قارچ کش که توسط دورانت و همکاران (Durrant et al. 1993?) گزارش شد و برای جلوگیری از بیماری بوته‌میری برای بذر چغندر قند به کار رفت، علاوه بر کنترل قارچ *Phoma betae* عامل این بیماری به دلیل دفع عوامل بازدارنده رشد در پوسته موجب تسریع در جوانه‌زنی و افزایش استقرار بوته شناخته شده است (Draycott et al. 2002).

در بررسی حاضر، اجرای آزمایش مقایسه تحمل‌پذیری در سطح جنین بذری با پوسته و بدون پوسته بذر که به منظور بررسی مسئله حساسیت چغندر قند در مرحله جوانه‌زنی انجام گرفت، نشان داد که در محیط‌های تنش شوری مورد آزمایش، جنین بدون پوسته در لاین حساس ۶۷-۹۵۹۷ و در لاین مقاوم ۷۲۳۳، قادر به جوانه‌زنی بودند در حالی که جنین بذری کامل (با پوسته) همین لاین‌ها جوانه‌زنی نشان ندادند.

نتایج اجرای آزمایش پیش جوانه‌زنی و کشت بذر در شرایط این‌ویتر و نشان می‌دهد که مسئله مقاومت به شوری یا حساسیت به شوری در مرحله جوانه‌زنی بذر چغندر قند به موانع پوسته بذر مربوط می‌شود و در مطابقت با بررسی‌های دیگر محققان است.

در اجرای این پژوهش، اهمیت به‌کارگیری تیمار پیش جوانه‌زنی بذور برای مقابله با تنش شوری نشان داده شد. برای تسریع در جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه‌های چغندر قند، اجرای تیمار پیش جوانه‌زنی بذور توصیه می‌شود.

در اجرای تیمار پیش جوانه‌زنی بذور، اثر پوسته بذر در ممانعت از جوانه‌زنی بر طرف شد و بذر لاین‌های متفاوت در سطوح مورد بررسی تنش شوری، جوانه زدند. تجزیه آماری نتایج این آزمایش نشان داد که تفاوت مشاهده شده در لاین‌ها، سطوح تنش و اثر این دو عامل بر یکدیگر معنی‌دار بوده است (جدول‌های ۴ و ۳). لاین ۷۲۳۳ مقاوم‌ترین و ۶۷-۹۵۹۷ و ۲۶۱ در درجات بعد جوانه‌زنی بذر در شرایط تنش تعیین شد.

نتایج بررسی‌های گذشته نشان داده است که به‌طور کلی بافت‌های چغندر قند از لاین‌های مورد بررسی با وجود تفاوت در میزان تحمل‌پذیری در شرایط کشت درون شیشه‌ای قادر به ادامه باززایی در کلیه سطوح تا سطح ۲۵۰ میلی‌مولار (۱/۵ درصد) کلرور سدیم بودند. قدرت تطبیق‌پذیری بافت‌های گوناگون در لاین‌های مختلف چغندر قند را می‌توان نمایانگر ویژگی این گونه گیاهی محسوب کرد (یاوری و هاشمی ۱۳۷۴؛ یاوری ۱۳۸۲).

خیساندن و خشک کردن بذر بر اثر مثبت آن بر میزان جوانه‌زنی بذر هویج بیش از ۴۰ سال پیش در سال ۱۹۶۰ میلادی اعلام شده است (Longden 1971). افزایش عملکرد زراعت با اجرای تیمار فوق (Drought-Hardening) در بسیاری از گیاهان از جمله در جو، ذرت، چغندر قند، چغندر لیبوی، هویج و گوجه‌فرنگی به ترتیب به‌میزان ۱۱، ۲۴، ۲۴، ۷، ۱۱ و ۸۳ درصد گزارش شده است (Bewely and Black 1985).

به نقل از دری کات و همکاران (Draycott et al. 2002) ترکیب شستشوی بذر و

References:**منابع مورد استفاده:**

مصباح م. و ن. یاوری (۱۳۷۰). نتایج بررسی میزان تحمل به شوری در لاین‌های مختلف چغندر قند در شرایط گلخانه‌ای، مؤسسه تحقیقات چغندر قند- کرج.

یاوری ن. (۱۳۸۲). بررسی تحمل‌پذیری و تطبیق یافتن بافت چغندر قند در سطوح مختلف پلوئیدی به شرایط تنش شوری در محیط بازرایی. گزارش نهایی طرح، مؤسسه تحقیقات چغندر قند- کرج.

یاوری ن. و پ. هاشمی. ۱۳۷۴. بررسی اثر غلظت یون کلسیم و کلرید سدیم در کشت درون شیشه بافت کوتیلدونی. چغندر قند. جلد ۱۱ ص ۴۱-۵۲.

Apostolides G, Goulas C (1998) Seed crop environment and processing effects on sugar beet (*Beta vulgaris* L.) certified hybrid variety seed quality. Seed Sci. & Technol. 26: 223-235.

Ayers AD (1952) Seed germination as affected by soil moisture and salinity. Agron. J. 44 (1): 82-84.

Bewely JD, Black M (1985) Seeds Physiology of Development and Germination. Plenum Publishing Corp. N.Y. PP: 124-125 and 343-346.

Bliss RD, Platt-Aloia KA, Thomson WW (1984) Effects of cell membrane of germinating seeds. California Agriculture. PP: 24-25.

Draycott Ph, Smith H, Heyes V, Prince J (2002) Seed Advancement- Theory and Practice. British Sugar Beet Review, Vol.70, No. 2: 2-5.

Durrant MJ, Brown SJ, Bould A (1985) The assessment of the quality of sugar beet seed. Journal of Agricultural Science 104: 71-84.

Durrant MJ, Gummerson RJ (1990) Factors associated with germination of sugar beet seed in the standard test and establishment in the field. Seed Science and Technology 18: 561-575.

Ghoulam C, Fares K (2002) Effect of salinity on seed germination and early seedling growth of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). Seed Sci. & Technol. 29: 357-364.

- Kaffka S, Hembree K, Pedersen G, Daxue D (1999) Sugar beet seeds emerged well under moderately saline conditions. URL: <http://www.Sugar-beet.UC-Davis.Edu/SBPM/Stand/New/Seeds.Html>
- Longden PC (1971) Advanced Sugar beet Seed. Journal of Agricultural Science, Cambridge, 77: 43-46.
- Maas, EV (1984) Crop tolerance , California Agriculture. PP: 20-21.
- Mesbah M, Yavari N, Alimoradi I (1992) High salt tolerant shoots of a monogerm diploid sugar beet genotype obtained in vitro, XIII th EUCARPIA Congress Book of Poster Abstracts. PP: 681- 682.
- Ranis D W (1984) Metabolic energy cost for plant cells exposed to salinity. California Agriculture. PP: 22.
- Smith MK, Mc Comb JA (1981) Effect of NaCl on the growth of whole plants and their corresponding callus culture. Aust. J. Plant Physiol. 8: 267-175.