"مجله علوم زراعی ایران"
جلد سیزدهم، شماره ۱ بهار ۱۳۹۰

اثر تنش شوری بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر چغندر قند درشرایط آزمایشگاه و گلخانه

Effect of salinity stress on sugar beet seed germination indices in laboratory and greenhouse conditions

سمر خیامیم[۱]، رضا توکل افشاری[۲]، سید یعقوب صادقیان مطهر[۳] و کاظم پوستینی[۴]

چکیده

خیامیم،س.، ر.توکل افشاری، س. ی. صادقیان مطهر و ک. پوستینی. ۱۳۹۰. اثر تنش شوری بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر چغندر قند درشرایط آزمایشگاه و گلخانه. **مجله علوم زراعی ایران. ۱۳ (۱) ۱۷-۱.**

این آزمایش با هدف ارزیابی اثر سطوح شوری بر صفات جوانه‌زنی بذر و به منظور غربال ژنوتیپ‌های چغندرقند به اجرا گذاشته شد. در آزمایش اول ۲۰ لاین و جمعیت چغندرقند در چهار سطح هدایت الکتریکی شاهد (آب منطقه با هدایت الکتریکی برابر با ۳ دسی زیمنس بر متر)، ۱۶، ۲۰ و ۲۴ دسی زیمنس بر متر از نظر تاثیر بر صفات مرتبط با جوانه‌زنی شامل درصد جوانه‌های طبیعی و جوانه‌های غیر طبیعی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی‌با چهار تکرار، باهم مقایسه شدند. در آزمایش دوم یک لاین حساس و یک لاین متحمل در دو نوع پرلیت (ریز و درشت) در گلخانه در معرض محلول غذایی با هدایت الکتریکی ۱۶ و ۲۰ دسی زیمنس بر متر با هم مقایسه شدند. در آزمایش سوم جوانه‌زنی ۱۹ لاین چغندرقند در دو شرایط شاهد و شوری (۱۶ دسی زیمنس بر متر) در گلخانه و در محیط کشت ماسه به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا" تصادفی با سه تکرار مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج این سه آزمایش نشان داد که جوانه‌زنی بذر در شوری‌های ۱۶ و ۲۰ دسی زیمنس بر متر در آزمایشگاه مشابه بود با این وجود، شوری ۱۶ دسی زیمنس بر متر در شرایط گلخانه به عنوان آستانه ۵۰ درصد خسارت، بیشترین اثر تمایز فنوتیپی را در گیاهان داشت. در بین صفات گیاه‌چه‌ای، طول ریشه چه و تعداد جوانه‌های غیر طبیعی در غربال اولیه منابع ژنتیکی، موثرتر به نظر رسیدند. در بستر کشت ماسه‌ای با هدایت الکتریکی ۱۶ دسی زیمنس بر متر، میزان جوانه‌زنی بذر تا حدود ۳۵ درصد کاهش و تعداد گیاهان از بین رفته به ۸۰ درصد رسید. به نظر می رسد که علاوه بر این که چغندرقند در مرحله جوانه‌زنی به شوری حساس است، تا مرحله استقرار نیز این حساسیت وجود دارد. در شرایط تنش شوری ۱۶ دسی زیمنس بر متر، میزان جوانه زنی در بستر پرلیت بیشتر از ماسه و در پرلیت درشت بیشتر از پرلیت ریز بود. در بین مواد ژنتیکی مورد ارزیابی لاین‌های BP Karaj، 7219 P. 69، 7233 p.29، و هیبرید 7233p 29*MSc2 به عنوان متحمل و لاین‌های 436 Bigerm 9597 p. 12، OT -428 ، 8150 p. 9، 452 ، 191 و 7221 به عنوان نیمه متحمل تا حساس برای تحقیقات بعدی مشخص شدند.

واژه‌های کلیدی: بستر کاشت، چغندرقند، حد بحرانی، شاخص‌های جوانه‌زنی و شوری.

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۳/۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۶/۲۴

۱- دانشجوی‌دکتری دانشگاه تهران، مربی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند (مکاتبه کننده) (پست الکترونیک:khayamim@ut.ac.ir)
۲- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
۳- استاد موسسه ثبت و گواهی بذر و نهال
۴- استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

مقدمه

با توجه به روند افزایش اراضی شور در ایران و محدود بودن افزایش تولید از طریق افزایش سطح کشت، لازم است که به این عامل تنش‌زای محیطی توجه خاصی مبذول شود و کشت گیاهان متحمل به شوری مورد توجه قرار گیرد. چغندرقند از گیاهان صنعتی و از جمله گیاهان متحمل به شوری است که در مرحله جوانه‌زنی به شوری حساس است و به همین دلیل اصلاح ارقام متحمل به شوری بویژه در مرحله جوانه‌زنی بسیار مهم است.

در منابع مختلف مقادیر متفاوتی در مورد آستانه خسارت شوری به گیاه چغندرقند گزارش شده است، به طوری که کاهش درصد جوانه‌زنی بذر در هدایت الکتریکی هشت دسی زیمنس بر متر نیز گزارش شده است (Jafarzadeh and Aliasgharzadeh, 2007). در عین حال گزارش شده است که شوری ۱۲ دسی زیمنس بر متر، ضمن کاهش طول ریشه‌چه اثر معنی‌داری بر درصد جوانه‌زنی نداشت (Mohammadian *et al.*, 1995). آستانه خسارت ۵۰ درصد نیز بین سطوح شوری ۱۵ (Doorenbaos and Kassam, 1979) به نقل از سازمان خوار و بار جهانی) و ۲۰ دسی زیمنس بر متر متفاوت بوده است (Mesbah *et al.,1991 a*؛ Ebrahimian and Ranji, 2004 a,b). آستانه ۵۰ درصد خسارت شوری بر چغندرقند از رابطه زیر محاسبه می‌شود (Abrol, *et. al* 1988).

$$Y= (100(EC_o-EC_e))/(EC_o-EC_{100}) \quad \text{(رابطه ۱)}$$

در این رابطه Y عملکرد مورد انتظار (به طور مثال ۵۰ درصد عملکرد مورد انتظار باشد)، EC_o هدایت الکتریکی که عملکرد در آن صفر است، EC_{100} هدایت الکتریکی که عملکرد در آن ۱۰۰ است و EC_e هدایت الکتریکی که در آن عملکرد معادل Y بدست می‌آید، هستند.البته لازم به ذکر است که این آستانه عدد قطعی و ثابت نبوده و بسته به شرایط می‌تواند متفاوت باشد (Abrol, *et. al* 1988).

جوانه‌زنی مهم‌ترین صفت کیفی بذر است و ارتباط آن در شرایط آزمایشگاه با استقرار مناسب بوته در مزرعه (Sadeghian and Yavari, 2004) بر اهمیت این صفت می‌افزاید. این صفت تحت تاثیر ژنتیک، محیط (مکان و زمان) و فرآوری بذر (تیمار بذر) است (Apostolidens and Goulas, 1998). گزارش شده که درصد جوانه‌زنی و استقرار گیاه نسبت به سرعت جوانه‌زنی بیشتر تحت کنترل عوامل ژنتیکی قرار دارد (Sadeghian and Khodaii, 1998). کاهش جوانه‌زنی در اثر تنش شوری به اثر اسمزی (Garg, 2010) و یا به علت اثر سمی یون‌ها (Al-Taisan, 2010) ارتباط داده شده است. با این وجود گیسلر و همکاران (Geisler *et al.,* 2009) معتقدند که چغندرقند تنظیم اسمزی را با تجمع یون‌ها انجام می‌دهد. در آزمایش‌های مختلف صفات طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه (Sadat Noori and McNeily, 2000) ، قابلیت جوانه‌زنی، تعداد جوانه‌های طبیعی (Habibi, 1993) و سرعت جوانه‌زنی چغندرقند (Mohammadian *et al., 1995*) تحت تاثیر مقادیر مختلف شوری در آزمایشگاه قرار گرفت. در ضمن گزارش شده است که سرعت ظهور ریشه‌چه و ساقه‌چه در اثر تنش شوری به تاخیر می‌افتد (Abo Kassem, 2007) . در برخی آزمایش‌ها افزایش میزان شوری باعث کاهش بیشتر رشد ساقه‌چه نسبت به ریشه‌چه گردید (Shonjani, 2002). اندازه‌گیری طول ریشه‌چه چغندرقند در فشار اسمزی بالا در آزمایشگاه به عنوان روشی سریع و مناسب جهت تشخیص ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی و شوری پیشنهاد شده است (Habibi, 1993).

در ارزیابی عوامل محیطی و ژنوتیپی موثر بر رشد گیاه، در مورد بستر مناسب آزمایش‌های شوری، آزمایش‌های متعددی انجام شده‌است. ماسه به عنوان یک بستر یکنواخت برای آزمون تحمل به شوری تعداد زیادی از ژنوتیپ‌های چغندرقند مورد استفاده قرار

گرفته است، زیرا در آن امکان رشد قارچ‌ها کمتر بوده و فضا و آب کافی برای رشد ریشه ایجاد شده و انتقال گیاهچه‌ها از ماسه به آسانی انجام می‌گیرد (Beatty and Ehlig, 1973). با کشت بذر در آب و ماسه امکان کنترل دقیق عناصر غذایی وجود دارد (Mesbah *et al.*,1991 b). محیط محلول غذایی به علت ظهور بهتر جوانه‌ها، مناسب‌تر از محیط آگار مورد استفاده در کشت بافت برای غربال ژنوتیپ‌های متحمل به تنش شوری است (Ranji *et al.*, 1996).

در این تحقیق، روش‌های ارزیابی اثر شوری با هدف تعیین حد بحرانی تحمل به شوری، ارزیابی مواد ژنتیکی چغندرقند از نظر شاخص‌های جوانه‌زنی در تنش شوری و شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل و حساس در محیط آزمایشگاه و گلخانه مورد توجه بوده‌است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت سه آزمون مجزا (یک آزمایش در آزمایشگاه و دو آزمایش در گلخانه) اجرا شد. برای این منظور، قوه نامیه بذر مواد ژنتیکی چغندرقند پس از پولیش و استاندرد کردن بذور بر اساس قوانین موسسه بین المللی آزمون بذر (International Seed Testing Association, 1985) تعیین شد. پوسته بذر چغندرقند حاوی مواد بازدارنده جوانه‌زنی است و این مواد در بذور چغندرقند وحشی *Beta marithima* بیشتر می‌باشد. برای‌رفع این اثر تمامی بذور با استفاده از روش (Sadeghian and Lexander, 1993) شسته شدند (در مجموع هفت ساعت شستشوی بذر انجام شد).

آزمایش اول: تعداد ۲۰ لاین و جمعیت چغندرقند (تهیه شده از بخش به‌نژادی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقندکه در آزمایش‌های مربوط به ارزیابی اثر تنش‌های محیطی (Ebrahimian, 2004 a ,b) صفات مورفولوژیک و زراعی آنها مورد مطالعه قرار گرفته بود)، در چهار سطح هدایت الکتریکی شاهد (آب یک بار تقطیر)، ۱۶، ۲۰ و ۲۴ دسی زیمنس بر متر (کلرید سدیم) در یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملا" تصادفی با چهار تکرار از نظر درصد جوانه‌زنی، جوانه‌های غیر طبیعی (ISTA, 1985)، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه (Jamil, 2006; Habibi, 1993) مورد ارزیابی قرار گرفتند. برای هر محلول طی یک دوره ۱۵ روزه سه بار (روزهای پنجم، دهم و چهاردهم) تعداد بذرهای جوانه زده (طول ریشه‌چه بیشتر از پنج میلی‌متر) و جوانه‌های غیر طبیعی شمارش و طول ریشه‌چه و ساقه‌چه از پنج نمونه بذر در هر تیمار اندازه‌گیری و میانگین آنها ثبت شد.

آزمایش دوم: این آزمایش با هدف تعیین حد بحرانی‌شوری برای‌تمایز ژنوتیپ‌های حساس و متحمل در گلخانه و ارزیابی بستر مناسب مطالعه اثر تنش شوری انجام شد. در این آزمایش گلدان‌ها با پرلیت ریز (قطر کمتر از نیم میلی‌متر) و پرلیت درشت (قطر یک تا چهار میلی‌متر) پر شدند. یک لاین حساس و یک لاین متحمل با محلول هوگلند (آبدهی از پایین گلدان‌ها) با هدایت الکتریکی ۱۶ و ۲۰ دسی زیمنس بر متر در دو نوع پرلیت با هم مورد مقایسه قرار گرفته و طی یک دوره ۱۷ روزه، جوانه‌زنی آنها سه بار شمارش گردید.

آزمایش سوم: این آزمایش به منظور شناسایی مواد ژنتیکی از نظر تحمل و حساسیت به تنش شوری، روی ۱۹ لاین و جمعیت چغندرقند مربوط به آزمایش اول انجام شد. کشت بذر در گلدان حاوی ماسه شسته شده انجام گرفته و تیمار شاهد (آب نرمال با هدایت الکتریکی حدود ۳ دسی زیمنس بر متر) و شوری با کلرید سدیم به میزان ۱۶ دسی زیمنس بر متر (Annonyous 2000)، به محلول غذایی هوگلند اضافه و در طول آزمایش غلظت آن با استفاده از دستگاه هدایت سنج کنترل شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار انجام شد. آبیاری اول با آب مقطر و آبیاری دوم با محلول شور ۱۶ دسی زیمنس بر متر انجام شد. آبیاری به صورت

هفتگی و از بالا و با کنترل هدایت الکتریکی زه‌آب و ماسه تا انتهای آزمایش که حدود دو ماه بود، ادامه یافت. سپس تعداد و درصد جوانه‌زنی و درصد گیاهان زنده شمارش و ثبت گردید.

با توجه به این که تبدیل داده‌ها به آرک سینوس و لگاریتم تاثیری بر تجزیه واریانس و خطای آزمایش نداشت، از داده‌های اولیه استفاده گردید و فقط اعداد مرتبط با درصد جوانه‌های غیرطبیعی در محیط آزمایشگاه و تعداد گیاهچه‌های از بین رفته در گلخانه با تبدیل به ریشه دوم در محاسبات مورد استفاده قرار گرفتند. به منظور استاندارد کردن درصد جوانه‌زنی و حذف تفاوت ناشی از قوه نامیه، از شاخص درصد جوانه‌زنی استاندارد (Adjusted germination) استفاده شد (Sadeghian and Yavari, 2004; Shonjani, 2002; Sadat Noori and Mc Neilly, 2000).

(رابطه ۲)

$$\frac{\text{درصد جوانه‌زنی هر یک از ژنوتیپ‌هادر شرایط شور}}{\text{قوه نامیه}} \times ۱۰۰$$

برای تجزیه داده‌ها از نرم افزار MSTATC و SPSS 10 استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال پنج درصد انجام و منحنی‌ها با استفاده از نرم افزار Excel رسم گردید. برای صفات درصد جوانه‌های غیرطبیعی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه که اثر متقابل مواد ژنتیکی در سطوح تنش معنی‌دار گردید، برش‌دهی اثر متقابل در هریک از سطوح تنش شوری با استفاده از نرم افزار SAS صورت گرفت (Radaee, 2009). خوشه بندی مواد ژنتیکی برای صفات درصد جوانه‌زنی و طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه بر اساس روش Ward انجام گرفت.

نتایج و بحث

اثرشستشوی بذر به مدت هفت ساعت در مقایسه با روش معمول که در آن بذور به مدت سه ساعت شسته می‌شوند، در تسریع جوانه‌زنی کلیه ژنوتیپ‌ها به خصوص بذر چغندرقند وحشی *Beta marithima* که پوسته آن مواد بازدارنده بیشتری دارد، موثرتر بود (جدول۱). به نظر می‌رسد که ژنوتیپ و محیط به طور توأم بر ضخامت پوسته بذر و تجمع مواد بازدارنده جوانه‌زنی، اثر دارند. به طور کلی هوای گرم و خشک که پر شدن دانه را سرعت می‌بخشد در افزایش ضخامت پوسته نیز موثراست. به علاوه ژنوتیپ‌های منوژرم که بذر گردتری دارند، دارای پوسته کمتری نیز می‌باشد (Lexander, 1987). به هر حال شستشو که نوعی پیش تیمار کردن بذر است، در تسریع جوانه‌زنی و کاهش اثر تنش‌های محیطی در مرحله پر شدن دانه موثر است. کافکا و همبری (Kaffka and Hembree, 1999) نیز با کشت بذر چغندرقند در مزرعه شور غیر سدیمی در آمریکا گزارش کردند که با افزایش هدایت الکتریکی خاک به میزان بیش از ۶ دسی زیمنس بر متر، تعداد جوانه‌های سبز شده و ماده خشک بوته‌های جوان کاهش پیدا کرد و این کاهش در بذوری که قبل از کشت، پیش تیمار شده بودند کمتر از بذور پیش تیمار نشده بود.

نتایج آزمایش اول (تعیین حد بحرانی‌شوری و انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل در آزمایشگاه)

اثر سطوح شوری بر درصد جوانه‌زنی در شرایط آزمایشگاهی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود، اما میزان جوانه‌زنی بذور و مقدار کاهش آن نسبت به تیمار شاهد در شوری‌های ۱۶ و ۲۰ دسی زیمنس بر متر، در یک گروه آماری قرار گرفتند (Mesbah *et al.*, 1991a، Ebrahimian and Ranji, 2004 a, b) (شکل ۱ و جدول ۳). برای اطمینان از میزان غلظت نمک در تمایز ژنوتیپ‌ها، آزمایش دیگری در شرایط گلخانه انجام گرفت تا میزان دقیق هدایت الکتریکی بحرانی که حداکثر تغییرات ژنوتیپی را نشان می‌دهد مشخص شود که نتایج آن در قسمت نتایج آزمایش دوم ارائه شده است. به نظر می‌رسد که چغندرقند در آزمایشگاه در

جدول ۱- درصد جوانه زنی ۲۰ لاین و جمعیت چغندرقند در دو روش شستشوی بذر؛ به مدت سه (روش معمول) و هفت ساعت

Table 1. Germination percentage of sugar beet lines and population in two seed washing methods; 3 (normal method) and 7 hours

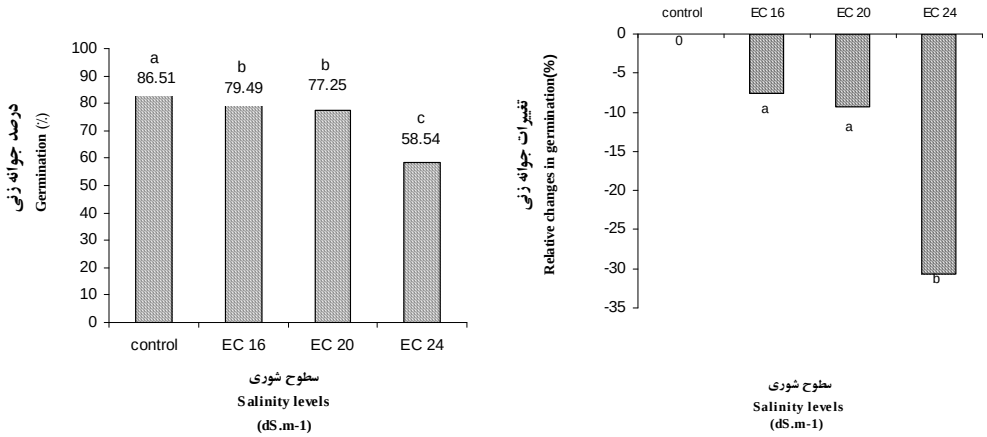
	اسامی لاین‌ها و جمعیت چغندرقند Sugar beet lines and population		درصد جوانه‌زنی در روش معمول Germination in normal method (%)	درصد جوانه‌زنی پس از ۷ ساعت شستشو Germination after 7 hour hydropriming (%)
1	BP Mashhad	پلی ژرم Polygerm	89	89
2	BP Karaj	پلی ژرم Polygerm	84	82
3	7219 p. 69	پلی ژرم Polygerm	78	80
4	9572 p. 12	پلی ژرم Polygerm	89	94
5	*B. Marithima**	پلی ژرم Polygerm	0	43
6	7112 Firuzkuh**	مونوژرم Monogerm	47	47
7	436	مونوژرم Monogerm	87	91
8	436 Bigerm	پلی ژرم Polygerm	76	81
9	9671 p.11	مونوژرم Monogerm	84	89
10	Orbis	مونوژرم Monogerm	95	94
11	9597 p. 12	مونوژرم Monogerm	87	95
12	428 OT	مونوژرم Monogerm	89	87
13	8150 p.9	مونوژرم Monogerm	80	84
14	7233 p.29	پلی ژرم Polygerm	95	97
15	7233 p.12	پلی ژرم Polygerm	95	96
16	261 OT	مونوژرم Monogerm	91	93
17	452	مونوژرم Monogerm	83	86
18	7221	پلی ژرم Polygerm	75	75
19	191	پلی ژرم Polygerm	94	93
20	7233p.29*MSC2	پلی ژرم Polygerm	89	97

*گونه وحشی با حداقل میزان جوانه زنی. ** لاین خالص با حداقل میزان جوانه‌زنی

* Wild type with minimum germination. ** Pure line with minimum germination

هدایت‌های الکتریکی بالاتر قادر به جوانه‌زنی است زیرا مشخص شده که ترکیب نمک‌ها در مقایسه با کلرید سدیم (به تنهایی)، جوانه‌زنی چغندرقند را بیشتر کاهش داده و اثر سمّیت ترکیب نمک‌ها بر جوانه‌زنی گیاه، بیشتر از کلرید سدیم است (Jafarzadeh and Aliasgharzadeh, 2007). گزارش شده است که جوانه‌زنی بذور در سطوح شوری پایین‌تر عصاره خاک در مقایسه با کلرید سدیم کاهش بیشتری می‌یابد (Duan *et al.*, 2004). بنابراین در خاک و یا محیط‌های دیگری که نمک‌هایی غیر از کلرید سدیم حضور دارند، جوانه‌زنی گیاه در هدایت الکتریکی پایین‌تر، کاهش می‌یابد. لذا علت تفاوت جوانه‌زنی چغندرقند در کاغذ و خاک به اثرات متقابل ژنوتیپ و محیط رشد برای توانایی جوانه‌زنی نسبت داده شده است (Sadeghian and Khodaii, 1998).

افزایش تنش شوری‌در اکثر لاین‌ها باعث کاهش

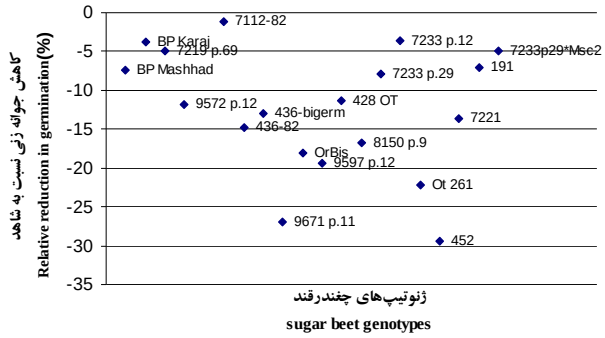


شکل ۱- درصد جوانه‌زنی بذور چغندر قند (سمت چپ) و درصد کاهش جوانه زنی نسبت به تیمار شاهد (راست) در تیمارهای تنش شوری(S_x=1.07 و S_x=2.04) در سطح احتمال پنج درصد

Fig. 1. Seed germination percentage of sugar beet (left) and relative reduction in germination compared with the normal condition (right) in salt stress treatment (S_x=1.07, S_x=2.04 and α=0.05)

جوانه‌زنی گردید (جدول ۳ و شکل ۲). بیشترین کاهش درصد جوانه‌زنی (حدود ۲۸ درصد کاهش نسبت به شاهد) در لاین‌های 9671 و 452 مشاهده شد (شکل۲). همچنین مشخص شد که جوانه‌زنی ژنوتیپ‌های 7112-82, Bp Karaj, 7233 p.12, 7219 p.60 و MSC *7233 p.29 در شرایط تنش شوری حدود پنج درصد نسبت به شاهد کاهش یافت، بنابراین می‌توان این ژنوتیپ‌ها را از نظر درصد جوانه‌زنی جزء گروه‌های متحمل تقسیم بندی نمود (شکل ۲).

علاوه بر معنی‌دار بودن اثر اصلی ژنوتیپ، اثر متقابل ژنوتیپ و سطوح شوری برای صفات درصد جوانه‌های غیر طبیعی، طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). با افزایش تنش شوری درصد جوانه‌های غیر طبیعی افزایش و در اکثر ژنوتیپ‌ها طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه کاهش یافت. پس از برش‌دهی اثر متقابل روی هر سطح تنش شوری و از مجموع این سه صفت (جدول ۴) نتیجه گرفته شد که ژنوتیپ‌های7219 p.69، 7233 p.29، 7233



شکل۲- درصد کاهش جوانه زنی ژنوتیپ‌های چغندرقند در تیمارهای تنش شوری نسبت به شاهد **(**S_x = 5.27)

Fig. 2. Relative reduction in germination of sugar beet genotypes in salt stress treatments compared to normal (S_x=5.27 and α=0.05)

جدول ۲-تجزیه واریانس صفات درصد جوانه‌های غیر طبیعی، طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه ۲۰ لاین و جمعیت چغندرقند در تیمارهای تنش شوری

Table 2. Analysis of variance for abnormal seedling percentage, radicle and hypocotile length of 20 sugar beet lines and populations in salt stress treatments.

		میانگین مربعات (MS)		
منابع تغییر S.O.V	درجه‌آزادی d.f	جوانه غیر طبیعی Abnormal seedling	طول ریشه‌چه Radicle length	طول ساقه‌چه Hypocotile length
شوری(S) Salinity	3	29.33**	17894**	3385**
ژنوتیپ(G) Genotype	19	4.91**	4213**	2757**
شوری× ژنوتیپ S × G	57	1.3**	110**	287**
خطای آزمایش Error	240	0.795	50.04	32.89
ضریب تغییرات CV(%)		46.31	11.04	10.9

** Significant at 1% probability level ** معنی دار در سطح احتمال یک درصد

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات درصد جوانه زنی استاندارد و درصد کاهش جوانه زنی ۲۰ لاین و جمعیت چغندرقند در تیمارهای تنش شوری

Table 3. Analysis of variance for germination and relative reduction in germination of 20 sugar beet lines and populations in salt stress treatments

منابع تغییر S.O.V	درجه‌آزادی d.f	درصد جوانه زنی Germination percent	درصد کاهش جوانه زنی Relative reduction in germination
شوری(S) Salinity	2	13399**	13234**
ژنوتیپ(G) Genotype	19	5485**	1483**
شوری× ژنوتیپ S × G	57	344	342
خطای آزمایش Error	240	338	333

** Significant at 1% probability level ** معنی دار در سطح احتمال یک درصد

p.12 و MSC2* p.29 7233 از فراوانی بیشتری برخوردار بوده و به عنوان متحمل ارزیابی شدند. ژنوتیپ‌های Firuzkuh 7112، OT 261 و 7221 نیز به دلیل کاهش بیشتر طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و افزایش بیشتر جوانه‌های غیرطبیعی در گروه حساس قرار گرفتند. با وجود جوانه‌زنی چغندرقند در شوری‌های بالا، (کاهش جوانه‌زنی جمعیت ۷۲۲۱ حدود ۱۴ درصد بود (شکل ۲)، اما این جوانه‌ها طبیعی و سالم نبوده و نمی‌توانند به گیاه کامل تبدیل شوند. بنابراین اثر بازدارندگی شوری روی رشد و اندازه گیاهچه و در نتیجه استقرارآن بوده است (Durrant *et al*, 1974). اثر تنش شوری بر کاهش رشد گیاهچه در سایر گیاهان مثل ارزن (Al-Taisan, 2010)، نخود (Okcu *et. al*,2005) نیز بیشتر از درصد جوانه زنی بوده است.

با وجود این که در برخی گزارش‌ها به اثر شوری بر کاهش طول ساقه‌چه اشاره شده است (AboKasem, 2007; Ramoliya and Pandey 2002) اما در این آزمایش اثر افزایش شوری بر کاهش طول ریشه‌چه نسبت به ساقه‌چه کاملا مشهود بود. نتایج مشابهی توسط سایر محققان نیز گزارش شده است (Jafarzadeh, and Aliasgharzad 2007).

به طور کلی گیاهان متحمل‌تر به تنش شوری کارایی بیولوژیکی بیشتری (از نظر طول ریشه‌چه و ساقه‌چه) دارند. این موضوع در سایر تنش‌های محیطی مثل خشکی نیز مشاهده شده است (Sadeghian and Yavari, 2004). در طی جوانه‌زنی بذر، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه بیشتر از سایر خصوصیات تحت تاثیر تنش شوری قرار می‌گیرند. با توجه به این که ریشه در تماس مستقیم با خاک بوده و آب را از خاک جذب می‌کند، در اثر شوری جذب آب و توسعه سلولی کاهش و لذا از طویل شدن ریشه‌چه بیشتر از ساقه‌چه جلوگیری می‌شود (Jamil *et al*. 2006)، در نتیجه طول ریشه‌چه در کمترین میزان شوری نیز تحت تاثیر قرار می‌گیرد (Jafarzadeh and Aliasgharzad. 2007). گزارش شده است که علاوه بر اجزای موثر در فرایند جوانه‌زنی بذر در شرایط تنش، خصوصیات گیاهچه‌ای نیز می‌تواند برای اهداف اصلاحی مد نظر قرار گیرند (Sadeghian and Yavari, 2004).

نتایج آزمایش دوم (تعیین حد بحرانی‌شوری‌در گلخانه و بستر مناسب کاشت)

با توجه با این که جوانه‌زنی بذور در آزمایشگاه در هدایت الکتریکی ۱۶ و ۲۰ دسی زیمنس بر متر تفاوت معنی‌داری نداشتند (شکل ۱)، بنابراین جوانه‌زنی‌در شرایط گلخانه نیز مورد ارزیابی قرار گرفت. مقایسه بسترهای کاشت نشان داد که گیاهان در پرلیت درشت جوانه‌زنی بهتری داشتند به طوری که جوانه‌زنی طی دو هفته آزمایش در پرلیت درشت حدود پنج برابر پرلیت ریز بود و پس از دو هفته، تفاوت جوانه زنی دو نوع پرلیت در سطح پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۵).

مقایسه درصد جوانه‌زنی‌در سطوح شوری ۱۶ و ۲۰ دسی زیمنس بر متر نیز نشان داد که درصد جوانه‌زنی در محیط گلخانه در هدایت الکتریکی ۱۶ حدود سه برابر بیشتر از هدایت الکتریکی ۲۰ دسی زیمنس بر متر بود. با توجه به این که حداقل و حداکثر میزان هدایت الکتریکی که چغندرقند در آن آسیب می‌بیند به ترتیب هشت (Jafarzadeh and Aliasgharzad, 2007) و ۲۴ دسی زیمنس بر متر (Abrol *et al*, 1988) است، لذا آستانه هدایت الکتریکی برای ۵۰ درصد کاهش جوانه زنی بر اساس رابطه ابرول و همکاران (Abrol *et al*, 1988) حدود ۱۶ دسی زیمنس بر متر برآورد شد. با وجود مشابه بودن میزان جوانه‌زنی‌در سطوح شوری ۱۶ و ۲۰ دسی زیمنس برمتر در آزمایشگاه (شکل ۱) و گزارش مقادیر متفاوت برای آستانه ۵۰ درصد خسارت (Mesbah *et al.,1991 a*؛ Ebrahimian and Ranji, 2004 a,b)، در آزمایش حاضر آستانه شوری مناسب برای تفکیک ژنوتیپ‌های چغندرقند در محیط گلخانه، ۱۶ دسی زیمنس بر متر بدست آمد.

جدول ۴- رتبه بندی ژنوتیپ‌های چغندرقند برای صفات درصد جوانه غیر طبیعی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه پس از برش‌دهی در تیمارهای تنش شوری.

Table 4. Mean ranking of sugar beet germplasm based on abnormal seedling percentage, radicle and hypocotile length after slicing at different salinity levels.

		جوانه‌های غیر طبیعی Abnormal seedlings (%)				طول ریشه‌چه Root length (mm)				طول ساقه‌چه Hypocotile length (mm)			
ژنوتیپ‌های چغندرقند		EC ($dS.m^{-1}$)				EC ($dS.m^{-1}$)				EC ($dS.m^{-1}$)			
Sugar beet Genotypes		control	16	20	24	control	16	20	24	control	16	20	24
1	BP Mashhad	14a	18bc	8a	13a-c	12a-e	9c-f	14e-h	7b-e	8b-e	16ab	15e-h	4abc
2	BP Karaj	7a	4ab	2a	18a-c	17cde	6abc	9b-g	9b-f	11d-g	13ab	10b-h	6a-d
3	7219 p. 69	6a	15abc	15a	6ab	4abc	5abc	4a-d	4abc	10c-g	2ab	1a	1a
4	9572 p. 12	5a	14abc	14a	2a	3ab	4abc	3abc	3abc	6b-e	7ab	4a-d	15c-e
5	*B. Marithima*[*]	20a	20c	19a	20c	20f	20h	20i	20h	20h	20c	20i	20f
6	7112 Firuzkuh[**]	1a	13abc	1a	17a-c	18de	16fg	15f-h	17fg	17g	14ab	19i	18de
7	436	4a	12abc	10a	5ab	19e	14e-g	19h	19g	13d-g	6ab	8g	11b-e
8	436 Bigerm	13a	11abc	4a	3a	8a-d	12d-g	17gh	13d-f	2b	10ab	14d-h	14c-e
9	9671 p.11	12a	19c	20a	16a-c	5abc	7a-d	7a-e	12d-f	4bcd	3ab	6b-f	8b-d
10	Orbis	11a	2a	3a	12a-c	1a	3abc	2ab	1a	7b-e	12ab	18hi	19e
11	9597 p. 12	10a	17bc	6a	11a-c	9a-d	11c-f	18gh	10c-f	3bc	1a	13c-h	7b-d
12	428 OT	9a	3ab	9a	4a	14a-e	13e-g	11c-g	18fg	16g	9ab	5a-e	12b-e
13	8150 p.9	19a	10abc	18a	9a-c	11a-e	10c-f	10b-g	11c-f	12d-g	4ab	17g-i	13b-e
14	7233 p.29	18a	9abc	13a	19a-c	2ab	2abc	1a	2ab	5b-f	17b	9b-g	9b-d
15	7233 p.12	8a	7abc	17a	8a-c	6abc	1a	8a-f	5abc	19h	15ab	2ab	2ab
16	261 OT	17a	6abc	12a	1a	15b-e	19c	12d-h	14d-f	15fg	11ab	16f-i	16c-e
17	452	16a	5abc	16a	14a-c	13a-e	17fg	16gh	16ef	14efg	18b	7b-g	10b-d
18	7221	3a	1a	5a	7a-c	7a-d	15fg	6a-e	15d-f	9b-f	19b	12b-h	17c-e
19	191	2a	8abc	7a	10a-c	16cde	8b-e	13e-h	8b-e	18g	8ab	11b-h	5abc
20	7233p.29*MSC2	15a	16bc	11a	15a-c	10a-d	18fg	5a-e	6a-d	1a	5ab	3abc	3ab
	S_x	1.13	2.4	1.25	1.36	5.22	2.69	2.63		4.06	2.8	2.19	1.95

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی داری ندارند

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Duncan's Multiple Range Test

نتایج آزمایش سوم (آزمون جوانه‌زنی‌در هدایت الکتریکی شاهد و ۱۶ دسی زیمنس بر متر در بستر کشت ماسه)

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین ژنوتیپ‌های مورد آزمایش، تفاوت معنی داری برای صفات درصد جوانه‌زنی و تعداد گیاه از بین‌رفته در تیمارهای شوری و در محیط کشت ماسه وجود داشت. شوری با میزان هدایت الکتریکی ۱۶ دسی زیمنس بر متر به طور متوسط باعث کاهش جوانه‌زنی تا حدود ۳۵ درصد شد، اما میانگین مرگ گیاهان تا حدود ۸۰ درصد افزایش یافت (جدول ۶). به عبارت دیگر با اعمال تنش شوری از ابتدای جوانه‌زنی گیاه، علاوه بر کاهش درصد جوانه‌زنی، تعدادی از گیاهان جوانه زده نیز آسیب دیده و از بین می روند. لازم به ذکر است که گیاهی که بیشترین درصد جوانه‌زنی در خاک را داشته باشد، قادر به تولید جوانه‌های سالم و قوی خواهد بود (Sadeghian and Khodaii, 1998). بذر چغندرقند می‌تواند در شرایط آزمایشگاه و حتی در گلخانه در سطوح شوری خیلی بالا جوانه بزند، اما قادر به ادامه حیات نخواهد بود، چون با افزایش تجمع املاح در محیط کشت، به تدریج از بین خواهد رفت. بنابراین می‌توان اظهار داشت که چغندرقند نه تنها در مرحله جوانه‌زنی به شوری حساس است، بلکه پس از آن نیز بایستی از تحمل کافی برخوردار باشد تا استقرار مناسبی در خاک داشته باشد (جدول‌های ۴ و ۶).

همبستگی مثبت و معنی‌دار (در سطح احتمال یک درصد)

جدول ۵- مقایسه میانگین درصد جوانه‌زنی ژنوتیپ‌های چغندرقند در پرلیت ریز و درشت و سطوح شوری ۱۶ و ۲۰ دسی زیمنس برمتر

Table 5. Mean comparison of sugar beet genotypes germination in fine and large size of Perlit medium in 16 and 20 $dS.m^{-1}$ salinity levels

		درصد جوانه‌زنی پس از یک هفته Germination (%) after one week	درصد جوانه‌زنی پس از دو هفته Germination (%) after two weeks
نوع پرلیت Perlit size	ریز Fine	7.8	4.17
	درشت Large	34.9	19.79
T value (d.f =6)		-2.3364	-2.611*
هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)	16	32.8	16
	20	9.9	7
+T value (d.f =3)		2.73	4.13*

* significant at 5% probability level

+ t test was conducted for pair samples

* معنی دار در سطح احتمال پنج درصد

+ آزمون t به صورت نمونه‌های جفتی انجام شد

بین طول هیپوکوتیل با جوانه‌های از بین رفته در کشت گلخانه (داده‌ها ارائه نشده‌است) نشان داد که فراوانی جوانه‌های با طول هیپوکوتیل بلندتر در محیط ماسه کمتر است. این موضوع نشان می‌دهد که ماسه احتمالا بیشتر از محیط‌های دیگر به هیپوکوتیل‌های خارج شده از آن آسیب می‌رساند. باوجود این که ماسه یک روش ساده و یکنواخت برای آزمون تحمل به شوری تعداد زیادی از لاین‌های چغندرقند بوده (Beatty and Ehlig, 1973) و با کشت در آب و ماسه امکان کنترل دقیق عناصر غذایی وجود دارد (Mesbah *et al.*, 1991 b)، اما در شرایطی که نیاز به جابجایی گلدان یا ظرف‌های حاوی ماسه باشد، به علت سنگین بودن ظروف حاوی ماسه، به نیروی کارگری بیشتری نیاز است و با وجود شور شدن ماسه، بهتر است از محیط‌های‌دیگر کشت همانند پرلیت که سبک تر بوده و کمتر شور می‌شود، همراه با محلول غذایی

جدول ۶- مقایسه میانگین درصد جوانه‌زنی و تعداد گیاه از بین رفته ژنوتیپ‌های چغندرقند در شوری ۱۶ دسی زیمنس بر متر در محیط ماسه

Table 6. Mean comparison of seed germination percentage and number of dead seedling of sugar beet genotypes in 16 $dS.m^{-1}$ salinity

تیمار Treatment	درصد جوانه‌زنی Seed germination (%)	تعداد گیاه‌از بین رفته No. of dead seedlings
نرمال normal	80 a	1.53 b
شور (EC=16)	52 b	10.51a
خطای استاندارد S_x	3.23	0.07
BP Mashhad	71 bcd	4.8 de
BP Karaj	63 bcd	4.5de
7219 p.69	83 abc	9.2abc
9572 p.12	67 bcd	6.0 abcde
B, Marthima	73bcd	4.3 de
7112-82	66 bcd	3.0 ef
436-82	100 a	1.0 f
436-bigerm	65 bcd	9.3 abcd
9671 p.11	61 bcd	4.7 def
OrBis	47 d	4.5 de
9597 p.12	56bcd	6.7 cde
428 OT	51cd	3.7 def
8150 p.9	48 d	5.5 cde
7233 p.29	58 bcd	12.5 ab
7233 p.12	57 bcd	12.7 a
Ot 261	69 bcd	5.8 de
28207-84	86 ab	6.3 bcde
7221	57bcd	6.7 bcde
191	67 bcd	3.2 ef
خطای استاندارد S_x	9.97	0.21

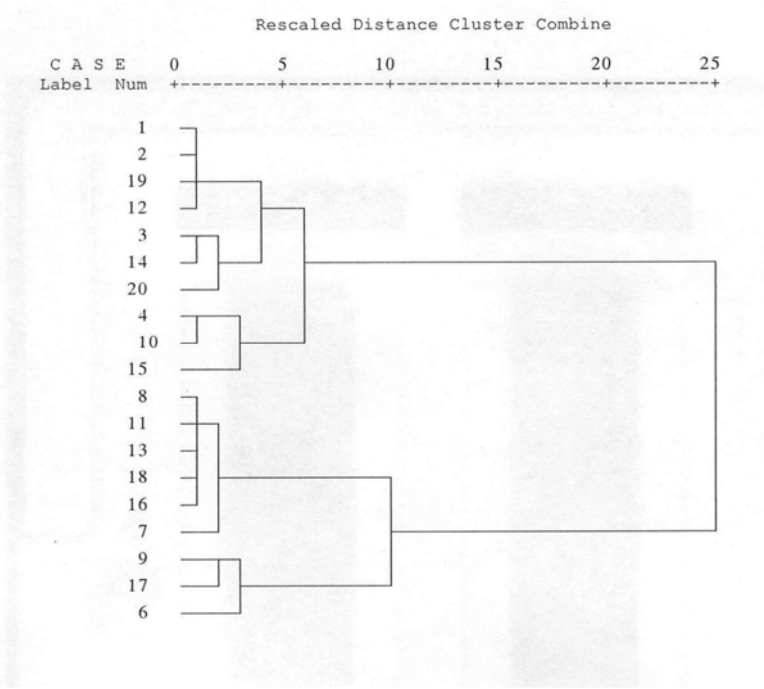
در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی دار ی ندارند

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Duncan's Multiple Range Test

(Ranji *et al*., 1996) برای آزمایش‌های شوری استفاده شود.

گروه‌بندی ژنوتیپ‌های چغندرقند نشان داد که ۱۹ ژنوتیپ که بر اساس صفات درصد جوانه زنی، طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه بهترین خوشه‌بندی داشتند، در چهار خوشه قرار گرفتند (شکل ۳). *B. Marthima* به علت این که جوانه نزده و سبز نشد، در یک خوشه قرار گرفته و از تجزیه کلاستر حذف گردید. ژنوتیپ‌های BP Mashhad، BP Karaj، 191، 428 OT، 7219 p.69، 7233 p.29، MSC2 * 7233 p.29 به عنوان متحمل و ژنوتیپ‌های 9572. p 72 ،Orbis و 7233p.12 به عنوان نیمه متحمل گروه‌بندی شدند. ژنوتیپ‌های 436 Bigerm، 9597 p.12، 8150. p.9، 7221، 261 OT و 436 در گروه نیمه حساس و ژنوتیپ‌های 9671 p.11، 452 و Firuzkuh 7112 بر اساس این گروه بندی در گروه حساس قرار گرفتند.

لاین 7233 که در آزمایش‌های قبلی (Mohammadin et al., 1995; Mesbah *et al*., 1991 a) به عنوان متحمل شناسایی‌شده بود، در این آزمایش نسبت به لاین‌های‌دیگر حساس تر بود (جدول ۶)، اما هیبرید یکی از نتاج آن (MSC2 *p.29 7233) جزء ژنوتیپ‌های متحمل بود (شکل ۲ و ۴). این موضوع



شکل ۴- نمودار خوشه‌ای تقسیم بندی ژنوتیپ‌های چغندرقند با روش وارد بر اساس صفات جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه

Fig. 3. Dendrogram cluster of sugar beet genotype using Ward's method based on seed germination, seedling root and hypocotile length characteristics

نشان می‌دهد روند گزینشی و تهیه هیبرید آن مثبت بوده‌است. لاین‌هایی که در تنش خشکی (Sadeghian and Yavar, 2004) مقاوم بودند(BP Mashhad، BP Karaj و 7219 P. 69) در تنش شوری نیز به عنوان متحمل شناخته شدند (شکل ۴) که این موضوع مشترک بودن سازکارهای گیاهان برای‌تحمل به تنش‌های محیطی را نشان می‌دهد (Ashraf and Haris, 2004). لاین 9597 p.12 که در مطالعات قبلی (Fotuhi *et al.*, 2006) به عنوان حساس شناخته شده بود، در این آزمایش به عنوان نیمه حساس شناخته شد (شکل ۴). به طور کلی‌در بین ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی، لاین‌های BP Karaj، 7219 P. 69، 436 Bigerm، 7233 p.29 ، 191 و هیبرید 7233p 29*MSc2، و لاین‌های 9597 p. 12 OT، 428-، 8150 p.9، 452 و 7221 برای ادامه تحقیقات انتخاب شدند.

در مجموع ضمن مشخص شدن اثر مثبت شستشوی بذور بر از بین بردن مواد بازدارنده پوسته به‌ویژه در بذر چغندر علوفه‌ای و وحشی و افزایش درصد جوانه‌زنی، مشخص شد که علی‌رغم جوانه‌زنی یکسان ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی در شوری‌های ۱۶ و ۲۰ دسی زیمنس بر متر در شرایط آزمایشگاه (Mesbah *et al.*, 1991 a، Ebrahimain and Ranji, 2004 a, b) که بیانگر واکنش چغندرقند در آزمایشگاه به شوری‌های بالاتر است (Jafarzadeh and Aliasgharzadeh, 2007)، حد هدایت الکتریکی برای مطالعات شوری بر اساس نتایج آزمایش گلخانه‌ای، ۱۶ دسی زیمنس بر متر در نظر گرفته شد. با وجود ارتباط بسیار معنی‌داری که بین جوانه‌زنی روی کاغذ صافی با گلخانه وجود دارد، اما تمایز ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش‌های محیطی در شرایط گلخانه قابل تشخیص‌تر از آزمایشگاه (کاغذ صافی) است

(Sadeghian and Yavari, 2004). در شرایط یاد شده حتی با وجود سبز شدن بذر، با پیشرفت فصل رشد و تشدید اثر شوری، بذور جوانه زده بعد از مدتی از بین می روند. در شرایط مزرعه به علت تشدید اثر سایر یون‌های موجود درخاک (Duan *et al*, 2004)، آسیب دیدن به گیاه حتی در شوری‌های کمتری به وقوع می‌پیوندد. در چنین شرایطی شوری با تاثیر بر رشد و اندازه گیاه بر استقرارآن نیز اثر می گذارد (Durrant *et* al, 1974). بنابراین علاوه بر این که چغندرقند در مرحله جوانه‌زنی به شوری حساس است، اما بقای آن تا مرحله استقرار نیز بسیار حائز اهمیت می‌باشد. این موضوع در گیاهانی مثل گندم دوروم نیز گزارش شده‌است (Sadat Noori and McNeilly, 2000).

همبستگی منفی و بسیار معنی‌دار بین جوانه‌های غیرطبیعی در آزمایشگاه با درصد جوانه‌زنی بذور در گلخانه (داده‌ها ارائه نشده‌است) نشان داد که شمارش این جوانه‌ها در مراحل اولیه غربال ژنوتیپ‌ها جهت تحمل به شوری، می‌تواند موثر باشد. انتخاب ارقام بر اساس درصد گیاهان مرده و زنده و بقای گیاهچه در شرایط تنش شوری در سایر گیاهان نیز به عنوان یک روش مناسب غربال ژنوتیپ‌ها در کنار درصد جوانه‌زنی و طول گیاهچه گزارش شده‌است (Sadat Noori and McNeilly, 2000). البته تشخیص جوانه‌های غیرطبیعی نسبت به طبیعی نیاز به مهارت فنی و دقت زیادی دارد. با وجود این که در برخی‌موارد اثر شوری بر کاهش طول ساقه‌چه بیشتر گزارش شده (AboKasem, 2007; Ramoliya and Pandey 2002)، اما هبستگی مثبت و معنی‌دار طول ریشه‌چه با درصد جوانه‌زنی‌در آزمایشگاه، حاکی از آن است که این صفت نیز می‌تواند به عنوان یک شاخص خوب در غربالگری آزمایشگاهی مورد استفاده قرار گیرد که سایر محققان (Jafarzadeh, and Aliasgharzad 2006؛2007 و Jamil *et al* Sadeghian and Yavari, 2004) نیز به‌این موضوع اشاره داشته‌اند. با توجه به این که صفات بذری مانند درصد جوانه‌زنی، استقرار گیاهچه و وزن هزار دانه بیشتر تحت کنترل ژنتیکی و صفاتی نظیر قدرت رویش و سرعت جوانه زنی بیشتر تحت تاثیر محیط می‌باشند و با توجه به این که خصوصیات بذر می‌تواند به اندازه خصوصیات کیفی ریشه برای اصلاح ارقام چغندرقند موثر باشد (Sadeghian and Khodaii, 1998). بنابراین با توجه به نتایج این آزمایش می‌توان از صفات درصد جوانه‌زنی، جوانه‌های غیرطبیعی و طول ریشه‌چه گیاهچه چغندرقند در شرایط آزمایشگاه برای غربال اولیه ژنوتیپ‌ها استفاده نمود. همچنین مشخص شد بذوری که در این آزمایش بیشترین جوانه‌زنی در شرایط آزمایشگاه و گلخانه را داشتند (مانند BP Karaj) در سایر آزمایش‌ها و شرایط مزرعه و از نظر عملکرد شکر سفید نیز (Ebrahimian *et al*, 2008) جزء ژنوتیپ‌های متحمل به شوری قرار می‌گیرند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که تنش شوری در ابتدا با کاهش درصد جوانه‌زنی و طول گیاهچه (ریشه‌چه) و تولید جوانه های ناسالم، باعث کاهش استقرار و در نهایت کاهش عملکرد خواهد شد.

ماسه با وجود این که یک محیط کشت ساده و یکنواخت برای غربال کردن ژنوتیپ‌ها برای شوری است (Beatty and Ehlig, 1973)، اما به دلیل سنگینی و افزایش تدریجی میزان شوری درآن و آسیب پذیری هیپوکوتیل‌های چغندرقند در زمان یادداشت برداری، چندان قابل توصیه نیست. بنابراین محیط‌های‌دیگر کشت مانند پرلیت همراه با محلول غذایی برای مطالعات شوری مناسب‌تر به نظر می‌رسد. از طرف دیگر با توجه به جذب زیاد آب توسط پرلیت ریز، عدم تهویه کافی و در نتیجه کاهش جوانه‌زنی بذر در آن و در نهایت افزایش میزان خطا، پیشنهاد می‌شود که از پرلیت درشت برای انجام مطالعات گلخانه‌ای در رابطه با ارزیابی اثر نش شوری استفاده شود.

سپاسگزاری

از موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند و همکاران محترم آزمایشگاه تکنولوژی‌بذر به‌ویژه جناب آقای‌دکتر چگینی که امکان اجرای این تحقیق را فراهم نموده‌اند، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع مورد استفاده **References**

AboKassem, E. ED. M. 2007. Effects of salinity: calcium interaction on growth and nucleic acid metabolism in five spices of *chenopodiaceae*. Turk. J. Bot. 31: 125-134.

Abrol, I. P., J. S. P. Yadav and F. I. Massoud. 1988. Crops in saline soils in: Salt-Affected Soils and their Management. FAO SOILS BULLETIN 39 [online]. Available at: http://www.fao.org/docrep/x5871e/x5871e00.htm#Contents.

Al-Taisan, W. A. 2010. Comparative effects of drought and salt stresses on germination and seedling growth of *Pennisetum divisum* (Gmel.) Henr. Amer. J. Appl. Sci. 7(5):640-646

Anonymous. 2000. Salinity stress. In Orcut, D. M. and E. T. Nilsen. Physiology of plants under stress. Soil and Biotic Factors. John Wiley. 177-236.

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

Ashraf, M. and P. J. C. Harris. 2004. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. Plant Sci. 166: 3-16.

Beatty, K. D. and C. F. Ehlig. 1973. A technique for testing and selecting for salt tolerance in sugar beet. J. A.S. S. B. T. 17(4): 295-299.

Doorenbaos, J. and A. N. Kassam. 1979. Yield response to water, FAO Irrigation and Drainage. Paper 33.

Duan, D., X. liu, M. Ajmal Khan and B. Gul. 2004. Effect of salt and water stress on the germination of *chenopodium glaucum* L. seed. Pak. J. Bot. 36 (4): 793-800.

Durrant, M. J., A. P. Draycott and P. A. Payne. 1974. Some effect of sodium chloride on germination and seedling growth of sugar beet. Annal. Bot. 38: 1045-1051.

Ebrahimian, H. R., and Z. Ranji. 2004a. Preparing tolerant variety to salt stress with diurnal halfsib selection. Final report. Sugar Beet Seed Institute (SBSI). Karaj. (In Persian with English abstract).

Ebrahimian, H. R., and Z. Ranji. 2004b. Comparison of salt tolerant variety 7233- 29 * MST with current variety sown in Esfahan. Final report. Sugar Beet Seed Institute (SBSI). Karaj. (In Persian with English abstract).

Ebrahimian, H. R., Z. Ranji, M. A. Rezaee and Z. Abbasi. 2008. Screening sugar beet genotypes under salinity stress in the green house and field conditions. J. Sugar Beet. 24(1): 1-21. (In Persian with English abstract).

Fotuhi, K. 1999. Assessment of sugar beet germplasm to salt stress. M.Sc thesis. Islamic Azad University of

Karaj. (In Persian with English abstract).

Fotuhi, K., M. Mesbah, S. Y. Sadeghian, Z. Ranji and M. R. Orazizadeh. 2006. Assessment salt tolerance in sugar beet lines. J. Sugar Beet. 22 (2): 1-18. (In Persian with English abstract).

Garg, G. 2010. Response in germination and seedling growth in *Phaseoulus mungo* under salt and drought stress. J. Env. Bio. 31: 261-264.

Geissler, N., S. Hussin and H. W. Koyro. 2009. Interactive effect of NaCL salinity and elevated atmospheric CO_2 concentration on growth, photosynthesis, water relations and chemical composition of the potential cash crop halophyte *Aster Tripolium* L. Env. Exp. Bot 65:220-231.

Habibi, D. 1993. Selection of sugar beet tolerant progenies to drought and salt stress in germination phase. M. Sc Thesis. Islamic Azad University. Science and Research Branch. (In Persian with English abstract).

International Seed Testing Association. 1985. International rules for seed testing. Rules 1985. Seed Sci. Tech. 13: 299-355

Jafarzadeh, A. A. and N. Aliasgharzad. 2007. Salinity and salt composition effects on seed germination and root length of four sugar beet cultivars. Bio. Brati. 62(5): 562-564.

Jamil, M., D. B. Lee, K. Y. Jung, M. Ashraf, S. C. Lee, and E. S. Rha. 2006. Effect of salt (NaCl) stress on germination and early seedling growth of four vegetables species. J. Cent. Europ. Agric. 7(2): 273-282.

Kaffka, S. R. and K. Hembree. 1999. The emergence of autumn-planted sugar beet seedlings under saline conditions. Proceeding of 62 th IIRB congress. Brussels 195-200.

Lexander, K. 1987. Characters related to the vernalization requirement of sugar beet. In: Atherton, J. C. (Ed). Manipulation of flowering. London. Boston. 436p. (147-158).

Mesbah, M., N. Yavari, A. R. Motahari, N. Arjmand, and I. Alimoradi. 1991a. Results of salt tolerance assessment in different sugar beet lines. Final report. Sugar Beet Seed Institute (SBSI). (In Persian).

Mesbah, M., N. Yavari, and R. Gholizadeh. 1991b. Abstract of used technique and works to improve salt tolerant plants. Final report. Sugar Beet Seed Institute (SBSI). (In Persian).

Mohammadin, R., K. Ghasemi Golozani, M. Moghaddam, and S. Y. Sadeghian. 1995. Effects of seed exhausted in germination, seedling and establishment of seven sugar beet lines under salt stress. M.Sc Thesis. Tabriz University. (In Persian)

Okcu, G., M. D. Kaya and M. Atak. 2005. Effects of salt and drought stresses on germination and seedling growth of pea (*Pisum sativum* L.). Turk J. Agric. Fores. 29:237-242

Radaee, Z. 2009. Effects of drought stress in farm and it's relation with stress in poly ethylene glycole for screening sugar beet genotypes.. Ms Thesis. University of Tehran. (In Persian)

Ramoliya P.J. and A. N. Pandey. 2002. Effect of increasing salt concentration on emergence growth and survival of seedling of *Salvadora oleoides*. J. Arid Env. 51: 121-132.

Ranji, Z., S. Y. Sadeghian, N. Yavari, N. Arjmand, R. Gholizade, and H. Fazli. 1996. Physiological

assessment of inbred sugar beet salt tolerant lines. Final report. Sugar Beet Seed Institute (SBSI). (In Persian).

Sadat Noori, S.A. and T. McNeilly. 2000. Assessment of Variability in salt tolerance based on seedling growth in *Triticum durum* Desf. Genet. Resourc. Crop Evol. 47: 285-291.

Sadeghian, S. Y. and N. Yavari. 2004. Effect of water deficit stress on germination and early seedling growth in sugar beet. J. Agron. Crop Sci. 190: 138-144.

Sadeghian, S.Y. and A. Khodaii. 1998. Diallel cross analysis of seed germination traits in sugar beet. Euphytica, 103: 259-263.

Sadeghian, S. Y. and K. Lexander. 1993. Fatty acid composition of plasma membrane in relation to bolting in sugar beet. Flowering News. 16: 39-43

Shonjani, S. 2002. Salt sensitivity of rice, maize, sugar beet and cotton during germination and early vegetative growth. Inaugural dissertation. Institute of Plant Nutrition. Justus Leibig University. 164 p.

Effect of salinity stress on sugar beet seed germination indices in laboratory and greenhouse conditions

Khayamim, S.[1], R. Tavakol Afshari[2], S. Y. Sadeghian-Motahhar[3] and K. Poustini[4]

ABSTRACT

Khayamim, S., R. Tavakol Afshari, S. Y. Sadeghian-Motahhar and K. Poustini. 2011. Effect of salinity stress on sugar beet seed germination indices in laboratory and greenhouse conditions. **Iranian Journal of Crop Sciences. 13 (2) 1-17. (In Persian)**

To identify a reliable procedure for studying effects of salinity on sugar beet seed germination under controlled and outdoor conditions as well as to find out the range of salinity concentrations for discriminatiation of genotypic differences for physiological characteristics, three separate experiments were conducted. In the first experiment four levels of salinity (Normal, EC=16, EC=20 and EC=24 $dS.m^{-1}$) and 20 sugar beet genotypes were studied using factorial arrangement in completely randomized design with four replications. Seedling characteristics as; seed germination, abnormal seedlings, root and hypocotyls length were measured and recorded. The first experiment was a factorial experiment on the basis of a completely randomized design with four replications. The second experiment was carried out in two sizes of Perlits (small and large) as growing media in the greenhouse. It consisted of a tolerant and a susceptible lines that were identified at two EC=16 and EC=20 levels in the previous experiment. In the third experiment, seed germination of 19 sugar beet genotypes were assessed under normal and salt concentrations of EC=16 factorial arrangement in completely randomized design with three replications. Results showed that seed germination was similar in EC=16 and EC=20 $dS.m^{-1}$ under laboratory conditions and 50% seedling losses was observed at EC=16 $dS.m^{-1}$ in the greenhouse conditions. Radicle length and number of abnormal plants were determined as useful traits for screening germplasm for salt stress tolernace in laboratory. Sugar beet seed germination decreased to 35% and dead seedlings increased to 80% by growing seeds in sand medium at EC=16 $dS.m^{-1}$ which showed the importance of sugar beet seedling survival in plant establishment in saline conditions. Seedling growth on Perlit, especially large size, was more vigorous than in sand. Genotypes: Bp Karaj, 7219 p.69, 436 Bigerm, 7233 p.29, 191and hybrid 7233 p.29 × MSc2, 9597 p.12, 428 OT, 452, 8150 p.9 and 7221, were identified as suitable germplasm for further experiments.

Key words: Germination indices, Planting medium, Salinity, Sugar beet and Threshold.

Received: May, 2010 Accepted: September, 2010

1- PhD. Student, The university of Tehran and Faculty member of Sugar Beet Seed Research Institute, Karaj, Iran. (Corresponding author) (Email:khayamim@ut.ac.ir
2- Associated Prof., Agriculture and Natural Resources Campus, The University of Tehran, Karaj, Iran
3- Prof., Seed Control and Certification Research Institute, Karaj, Iran
4- Prof., Agriculture and Natural Resources Campus, The University of Tehran, Karaj, Iran