"نشریه علوم و فناوری بذر ایران"
جلد نهم، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۹
(ص ۴۸-۳۵)
مقاله پژوهشی

Iranian Journal of
Seed Science and Technology
Vol.: 9, No.: 2, Summer 2020
(pp: 35-48)
DOI: 10.22034/ijsst.2019.123675.1230
Research Article

ارزیابی جوانه‌زنی بذرچغندرقند تحت تنش شوری به روشی سریع

سمیرا مقدم[۱]، سعیده ملکی فراهانی[۲]، سمر خیامیم[۳*]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد رشته علوم و تکنولوژی بذر، دانشگاه شاهد تهران
۲. استادیار گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد تهران
۳. استادیار موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی کرج، ایران
(تاریخ دریافت:۱۳۹۷/۰۷/۱۸؛ تاریخ پذیرش:۱۳۹۷/۱۲/۲۳)

چکیده

به منظور ارزیابی اثر تنش شوری بر جوانه‌زنی و غربال ژنوتیپ‌های چغندرقند، آزمایش‌های جداگانه‌ای با استفاده از ۱۵ژنوتیپ با زمینه تحمل به خشکی و ۲۰ ژنوتیپ چندجوانه چغندرقند در آزمایشگاه (به روش جوانه‌زنی بین کاغذ و روش سریع جوانه‌زنی داخل ارلن) در دو سطح شوری صفر(شاهد) و ۲۰ دسی زیمنس بر متر انجام شد. همچنین این ژنوتیپ‌ها در آزمایش دیگری در آزمایشگاه (به روش سریع جوانه‌زنی داخل ارلن) و در گلخانه (مرحله استقرار) در سطوح شوری صفر(شاهد) و ۱۶ دسی زیمنس برمتر به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با چهار تکرار مورد بررسی قرار گرفتند. تنش شوری در روش داخل ارلن باعث کاهش درصد جوانه‌زنی ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی و ژنوتیپ‌های چند جوانه، به ترتیب ۸۰ و ۹۹درصد نسبت به شاهد شد. روش جوانه‌زنی سریع داخل ارلن نسبت به روش بین کاغذ در ارزیابی ژنوتیپ‌های چغندرقند تحت تنش شوری بهتر عمل کرده و دارای مزیت می‌باشد. همچنین مشخص شد ژنوتیپ‌هایی که در مرحله جوانه‌زنی در ارلن دارای شاخص پتانسیل ظهور مزرعه بالایی بودند در مرحله استقرار در گلخانه نیز در شرایط شوری دارای وزن خشک بیشتری بودند. به دلیل مثبت بودن همبستگی شاخص پتانسیل ظهور در مزرعه در دو سطح شوری ۱۶ و ۲۰ دسی زیمنس بر متر، به نظر می‌رسد آزمون جوانه‌زنی سریع داخل ارلن و محاسبه شاخص پتانسیل ظهور مزرعه در هدایت الکتریکی ۱۶ دسی زیمنس بر متر در ارزیابی تعداد زیاد ژنوتیپ‌ها نسبت به تنش شوری مناسب‌تر باشد.

کلمات کلیدی: روش آزمون جوانه‌زنی، ژنوتیپ، شاخص ظهور در مزرعه

Evaluation of sugar beet seed germination under salinity stress by a quick method

S. Moghadam[1], S. Maleki Farahani[2], S. Khayamim[3*]

1. Master of Science (MSc) in Seed Science and Technology, Shahed University, Tehran
2. Assistant Prof. of Agriculture- Department, Shahed University, Tehran, Iran
3. Assistant Prof. of Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran
(Received: Oct. 10, 2018 – Accepted: Mar. 14, 2019)

Abstract

To evaluate the effect of salinity stress on seed germination and screening of sugar beet genotypes, 20 polygerm and 15 sugar beet drought tolerant genotypes were separately tested in between paper and rapid germination test in Erlen under control and 20 dSm^{-1}. Also they were tested in rapid germination test in Erlen and green house experiment under control and 16 dSm^{-1} in factorial experiments based on completely randomized designs with four replicates. Salinity stress in rapid germination test decreased germination index over drought tolerant and polygerm sugar beet genotypes about 80 and 90%, respectively in comparison to normal. Rapid germination test in Erlen was found to be better and more suitable in comparison of sugar beet genotypes under salinity in comparison to between paper tests. Genotypes which had more field emergence potential in laboratory had more total dry weights in green house under salinity condition. There was positive and significant correlation between fast germination tests in EC=20 and 16 dSm^{-1}, so it seems that the rapid germination method in Erlen in EC=16 dSm^{-1} is more efficient to evaluate sugar beet genotypes under saline conditions.

Keywords: germination test method, genotypes, field emergence potential index

* Email: samar.khayam@gmail.com

مقدمه

چغندرقند از جمله گیاهان متحمل به شوری است که در مرحله استقرار به شوری حساس است و به همین دلیل اصلاح ارقام متحمل به شوری به ویژه در مرحله جوانه‌زنی تا استقرار بسیار مهم است (Khayamim *et al.*, 2014). جوانه‌زنی بذر مهمترین مرحله چرخه عمر گیاهان است که بر رشد و عملکرد گیاه تأثیر می‌گذارد (McGrath *et al.*, 2000). جوانه‌زنی، یکی از مراحل حساس در مقابل تنش شوری است (Smart, 1994). شوری، به عنوان یک تنش غیرزنده ناملایمات زیادی را برای بذرها در دوره جوانه‌زنی ایجاد می‌کند. شوری در ابتدا باعث کاهش جذب آب توسط بذرها به دلیل پتانسیل پایین اسمزی محیط شده و در مرحله دوم باعث سمیت و ایجاد تغییر در فعالیت‌های آنزیمی می‌شود (Massai *et al*, 2004).

در اغلب روش‌های آزمون جوانه‌زنی بذر چغندرقند از یک بستر جامد با شرایط رطوبتی و درجه حرارت مشخص استفاده شده است. آزمایش بر روی بسترهای جامد (به عنوان مثال کاغذ، آگار، شن و یا خاک) محدودیت دارد. به عنوان مثال بررسی اثرات محلول بر جوانه‌زنی در بسترهای جامد مشکل است زیرا بذر در یک رابطه فیزیکی (به عنوان مثال کاغذ، آب، هوا) جوانه می‌زند، بطوری که محلول‌ها در سیستم جوانه‌زنی بذر یکنواخت توزیع نمی‌شوند (به عنوان مثال در کشت بین کاغذ و یا کشت بذر در ماسه، آب یا محلول بصورت یکنواخت در بین بذرها توزیع نمی‌شود در حالی که در جوانه‌زنی بذر به حالت غوطه‌وری در مایعات این اتفاق نمی‌افتد). جوانه زنی در مایعات آبی می‌تواند مزایای زیادی نسبت به بسترهای جامد داشته باشد. اول، از آنجا که آب برای جوانه‌زنی مورد نیاز است، محلول‌های آبی محیطی سازگار برای جوانه‌زنی بذر هستند. دوم، ترکیبات محلول در آب می‌توانند در غلظت‌های تعریف شده اضافه شوند و اثر آن‌ها بر جوانه‌زنی قابل ارزیابی است. سوم، بذرها در طول آزمایش در دسترس می‌باشند و این اجازه دسترسی به بافت‌ها را برای تحلیل‌های بیشتر فراهم می‌کند. چهارم، انکوباسیون‌ها را می‌توان در دماهای کنترل شده انجام داد و پتانسیلی ایجاد می‌شود تا غلظت‌های گاز محلول را از طریق انکوباسیون در اتمسفرهای کنترل شده تغییر دهند. در نهایت، روشی ساده، سریع و ارزان است که به طور بالقوه برای غربالگری در مقیاس بزرگ قابل اجرا است (McGrath *et al.*, 2000).

تحقیقات نشان داده که جوانه‌زنی در محلول‌های آبی ممکن است در جداسازی بیشتر توده‌های بذری بر اساس عملکرد نسبی آن‌ها نسبت به آنچه در حال حاضر در دسترس است، مفید باشد. دو جنبه مرتبط با جوانه‌زنی در مایعات مطرح است: اولا، توده بذری با یکنواختی بیشتر در جوانه‌زنی می‌تواند با استفاده از آزمون‌های جوانه‌زنی آبی جداسازی شود. دوم، جوانه‌زنی آبی که در حضور پراکسید هیدروژن انجام می‌شود، نتایج آزمون استاندارد جوانه‌زنی را تایید می‌کند (McGrath *et al.*, 2000).

آزمون جوانه‌زنی استاندارد در شرایط مطلوب برای جوانه‌زنی بذر انجام می‌شود در نتیجه وقتی شرایط مزرعه در موقع کاشت نزدیک به حالت مطلوب باشد، نتایج آزمون جوانه‌زنی استاندارد معمولا همبستگی خوبی با سبزشدن در مزرعه را نشان می‌دهد اما در شرایط نامطلوب، نتایج جوانه‌زنی استاندارد معمولا تخمینی بیشتر از سبزشدن در مزرعه ارایه می‌دهد. از این رو برای پیش بینی بهتر سبز شدن گیاهچه در محدوده وسیعی از شرایط مزرعه، آزمون‌های تکمیلی مورد نیاز می‌باشد که آزمون‌های بنیه از آن جمله می‌باشند. آزمون تنش اسمزی یکی از آزمون‌های بنیه بذر است. در آزمون تنش اسمزی در آزمایشگاه می‌توان شرایط تنش را با استفاده از خاک، محلول خاک و دیگر سیستم‌های محلول غذایی ایجاد کرد (Parmer and Moore, 1968; Sharma, 1973). از آن جا که استانداردسازی وضعیت خاک بسیار مشکل است، یک سیستم محلول غذایی ترجیح داده می‌شود. بذرها در

محلول‌هایی مانند سدیم کلرید، گلیسرول، ساکارز، پلی‌اتیلن گلیکول (PEG) و مانیتول (Parmer and Moore, 1968; Sharma, 1973) با پتانسیل اسمزی معین جوانه می‌زنند. از آنجایی که بذرهای با بنیه قوی توانایی بیشتری در تحمل تنش‌های اسمزی دارند، این روش به عنوان یکی از آزمون‌های بنیه پیشنهاد شده است (Hadas, 1977). در مطالعه‌ای همبستگی مثبت و معنی‌داری بین نتایج آزمون تنش اسمزی با درصد و سرعت سبز شدن نخود در مزرعه وجود داشت. با توجه به نتایج به دست آمده از این آزمایش، به نظر می‌رسد آزمون آزمایشگاهی تنش اسمزی، قابلیت ارزیابی بنیه بذر نخود برای پیش‌بینی سبز شدن و استقرار گیاهچه نخود در شرایط مزرعه را تا حداکثر ۳۰ درصد دارد (Bayat *et al.*, 2017).

در آزمایشی که بر روی جوانه‌زنی بذرهای غوطه ور چغندرقند در پراکسید هیدروژن و آب به عنوان ابزاری برای تبعیض بین ارقام و ویگور توده‌های بذری انجام دادند، مشاهده کردند که جوانه‌زنی کنترل در پراکسید هیدروژن۰/۳٪ ، نتیجه‌ای مشابه سنجش جوانه‌زنی روی فیلترهای کاغذی داشت. آن‌ها شاخص FEP [1] (پتانسیل ظهور مزرعه) که، نسبت درصد جوانه‌زنی در تنش به درصد جوانه‌زنی بدون تنش و معرف تحمل به شوری در طول جوانه‌زنی بوده، را برای توده‌های بذری مختلف محاسبه کردند. نتایج نشان داد که حداقل در برخی از موارد، بالاترین تحمل به تنش شوری در جوانه‌زنی، تحمل به شوری را در طول نه هفته بعد از رشد پیش بینی کرد. همچنین از فواید مشاهده شده در نتاج گیاهچه‌های جوانه‌زده در شوری به نظر می‌رسد که گزینش برای افزایش تحمل به تنش در طول جوانه‌زنی امکان‌پذیر خواهد بود (McGrath *et al.*, 2008). باتوجه به مزایای روش غوطه‌وری بذرها در محلول و نیز لزوم معرفی روشی ساده، ارزان و در عین حال کاربردی برای ارزیابی ژنوتیپ‌های چغندرقند تحت تنش شوری در این پروژه به بررسی روش جوانه‌زنی سریع بذر در ارلن پرداخته شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش با هدف ارزیابی اثر تنش شوری بر جوانه‌زنی بذر و به منظور غربال ژنوتیپ‌های چغندرقند در بهار سال ۱۳۹۶ در موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند به اجرا گذاشته شد. ابتدا بذور از نظر اندازه استاندارد شده و برای رفع مواد بازدارنده پوسته بذر به مدت سه ساعت بر اساس قوانین موسسه بین المللی آزمون بذر (International Seed Testing Association, 1985) شسته شدند. چهار آزمایش بصورت مجزا انجام گرفت. طی آزمایش اول و دوم به ترتیب ۱۵ ژنوتیپ با زمینه تحمل به خشکی و ۲۰ ژنوتیپ چند جوانه چغندرقند (موسسه اصلاح و تهیه بذر چغندرقند) (جدول ۱) در آزمایشگاه (به روش جوانه‌زنی بین کاغذ (Between paper) (ISTA, 1985) و روش سریع جوانه‌زنی داخل ارلن (McGrath *et al.*, 2008) در دو سطح شوری صفر (شاهد) و ۲۰ دسی زیمنس بر متر به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی در چهار تکرار مورد بررسی قرار گرفتند. در روش جوانه‌زنی بین کاغذ (ISTA, 1985) در هر تکرار تعداد ۵۰ عدد بذر در داخل کاغذ چین‌دار کاشته شد و مقدار ۱۵ سی سی از محلول با پتانسیل اسمزی ذکر شده به طور یکنواخت روی کاغذهای جوانه‌زنی اضافه شد؛ سپس در داخل ظروف در بسته مخصوص به ژرمیناتور با دمای ۲۵ درجه سانتی گراد منتقل شدند. پس از ۱۴ روز از زمان کاشت، بذور جوانه‌زده (خروج ریشه چه بیش از ۵ میلیمتر) و دارای جوانه طبیعی و بذور پوک شمارش شدند. در روش سریع جوانه‌زنی در ارلن (McGrath *et al.*, 2008)، در هر تکرار تعداد ۲۵ عدد بذر در داخل ارلن ریخته شده و سپس ۱۵ سی سی از محلول (با پتانسیل اسمزی ۲۰ دسی زیمنس بر متر و یا ۱۶ دسی زیمنس بر متر) به آن اضافه شد و روی

[1] Field Emergence Potential

شیکر با سرعت ۱۰۰rpm در دمای محیط قرارداده شدند و ابتدا پس از ۴۸ ساعت بذور جوانه‌زده شمارش و حذف شدند در نهایت پس از ۹۶ ساعت غوطه‌وری بذرها در محلول، تعداد بذرهای جوانه‌زده (خروج ریشه‌چه بیش از ۰/۵ میلی‌متر) شمارش شد. در آزمون شاهد این روش هم از محلول۰/۳درصد هیدروژن پراکسید استفاده شد.

جدول ۱- فهرست ژنوتیپ‌های مورد بررسی در آزمون‌های جوانه‌زنی چغندرقند

Table 1- Sugar beet genotypes which used for germination test

نام ژنوتیپ Genotype	مشخصات ژنوتیپ Characteristics	نام ژنوتیپ Genotype	مشخصات ژنوتیپ Characteristics
HSF-91018	متحمل به خشکی Drought tolerant	RR-87-Hs-33	چند جوانه Polygerm
HSF-91040	متحمل به خشکی Drought tolerant	RR-87-Hs-28	چند جوانه Polygerm
HSF-91328	متحمل به خشکی Drought tolerant	AR-Hs-735-91	چند جوانه Polygerm
HSF-91389	متحمل به خشکی Drought tolerant	SBSI-DR-I-HSF-14-P.35	چند جوانه Polygerm
HSF-91479	متحمل به خشکی Drought tolerant	8001-bulk	چند جوانه Polygerm
HSF-91487	متحمل به خشکی Drought tolerant	Motahar	چند جوانه Polygerm
HSF-92842	متحمل به خشکی Drought tolerant	AMP2	چند جوانه Polygerm
HSF-92851	متحمل به خشکی Drought tolerant	Poly8823	چند جوانه Polygerm
HSF-92865	متحمل به خشکی Drought tolerant	shahrood- 95	چند جوانه Polygerm
HSF-92866	متحمل به خشکی Drought tolerant	S1-930770	چند جوانه Polygerm
HSF-92870	متحمل به خشکی Drought tolerant	S1-930772	چند جوانه Polygerm
HSF-92881	متحمل به خشکی Drought tolerant	S1-930792	چند جوانه Polygerm
191*	شاهد حساس sensitive	S1-930882	چند جوانه Polygerm
7233p.29*	شاهد متحمل tolerant	S1-930910	چند جوانه Polygerm
Gazale*	شاهد متحمل tolerant	S1-930982	چند جوانه Polygerm
PB13-s2151-Hsf-915	چند جوانه polygerm	S1-931008	چند جوانه Polygerm

*این ژنوتیپ‌ها در هر دو آزمایش ۱۵ ژنوتیپ متحمل به خشکی و ۲۰ ژنوتیپ چند جوانه به عنوان شاهد وجود داشتند.

*these were control genotypes in 15 drought tolerant and 20 polygerm sugar beet genotypes

در آزمایش سوم و چهارم نیز ۱۵ ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی و۲۰ ژنوتیپ چند جوانه در آزمایشگاه (به روش جوانه‌زنی سریع داخل ارلن) و سپس در گلخانه (به منظور بررسی تنش شوری بر مرحله استقرار) در دو سطح شوری صفر(شاهد) و ۱۶ دسی زیمنس بر متر به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با چهار تکرار مورد بررسی

قرار گرفتند. کشـــت بذر در مرحله گلخانه در گلدان‌های ۲۴تایی حاوی پرلیت انجام گرفت. تیمار صـفر(شـاهد) و شـوری با کلرید سـدیم به میزان ۱۶ دسی زیمنس بر متر به محلول غذایی هوگلند اضافه شد. در دوهفته اول آبیاری با محلول هوگلنـد نیم غلظـت انجام گرفت و تیمارها پس از طی دو هفته اعمال شد. آبیاری و کنترل هدایت الکتریکی زه آب و پرلیت به صـــورت هفتگی تا انتهای آزمایش که حـدودا دومـاه بود ادامه یافت. پس از قراردادن نمونه‌ها در آون با دمای ۷۵درجه سـانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت وزن خشک آن‌ها اندازه‌گیری شد.

در مرحله آزمایشـــگاه درصـــد جوانه‌زنی (رابطه ۱) و شـــاخـص پـتـانســـیـل ظـهـور در مـزرعـه (Field emergence potential) FEP (رابطه ۲) برای بذرها از طریق روابط زیر محاسبه گردید.

رابطه (۱) $$\text{درصد جوانه زنی} = \frac{\text{تعداد بذور جوانه زده}}{\text{تعداد کل بذور}} \times ۱۰۰$$

رابطه(۲) $$FEP = \frac{\text{تعداد بذور جوانه زده در شوری}}{\text{تعداد بذور جوانه زده در } H2O2}$$

برای تجزیه داده‌ها از نرم افزار SAS 9.1 اسـتفاده شد. مقایســه میانگین داده‌ها با اســتفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

الف) آزمون جوانه‌زنی در ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی (آزمایش اول)

تفاوت بین ژنوتیپ‌ها، اثر شـــوری و اثرمتقابل آن‌ها بر درصـــد جوانه‌زنی در روش ســـریع جوانه‌زنی در ارلن در سـطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول۲) در حالی که در روش بین کـاغـذ فقط تفـاوت ژنوتیـپ‌هـا از نظر درصـــد جوانه‌زنی در سـطح یک درصد معنی دار بود و اثر شوری معنی‌دار نشده بود (جدول۲).

جدول ۲- میانگین مربعات صفات جوانه‌زنی ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی چغندرقند تحت تاثیر شوری

Table 2- Mean square of drought tolerant sugar beet genotypes germination traits under salinity stress

منابع تغییرات sov	درجه آزادی df	جوانه‌زنی در روش بین کاغذ Between paper germination	جوانه‌زنی در روش سریع داخل ارلن در هدایت الکتریکی ۲۰ دسی زیمنس بر متر Erlen fast germination method in EC=20 ds/m	جوانه‌زنی در روش سریع داخل ارلن در هدایت الکتریکی ۱۶ دسی زیمنس بر متر Erlen fast germination method in EC=16 ds/m	وزن خشک کل در مرحله استقرار در گلخانه Total dry weight in green house
شوری salt	1	1.008^{ns}	5548.8**	2017.20**	0.02^{ns}
ژنوتیپ genotype	14	505.175**	213.333**	381.65**	0.017**
شوری*ژنوتیپ Salt*genotype	14	3.579^{ns}	115.085**	93.20**	0.09**
خطا error	90	10.275	3.022	2.80	1.5
ضریب تغییرات cv	-	5.52	16.82	13.17	8.6

ns ، * و ** به ترتیب یعنی غیر معنی‌دار، معنی دار در سطح ۵٪ و ۱٪

Ns, *, ** not significant and significant at α=0.05 and 0.01 respectively

ب) آزمون جوانه‌زنی در ژنوتیپ‌های چندجوانه (آزمایش دوم)

تفاوت ژنوتیپ‌ها، اثر شوری و اثرمتقابل آن‌ها بر درصد جوانه‌زنی ژنوتیپ‌های چندجوانه در هر دو آزمون جوانه‌زنی (روش بین کاغذ و روش سریع داخل ارلن) در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول۳). معنی‌دار بودن اثر متقابل شوری و ژنوتیپ حاکی از رفتار متفاوت ژنوتیپ‌ها نسبت به شرایط تنش شوری می‌باشد؛ این نتیجه نشانگر وجود تنوع ژنتیکی در بین ژنوتیپ‌های چغندرقند مورد مطالعه است (Sadeghian and Yavari, 2004; Jalilian and Tavakkoli Afshari, 2004).

جدول ۳- میانگین مربعات صفات جوانه‌زنی ژنوتیپ‌های چندجوانه چغندرقند تحت تاثیر شوری

Table 3- Mean square of polygerm sugar beet genotypes germination traits under salinity stress

منابع تغییرات sov	درجه آزادی df	جوانه‌زنی در روش بین کاغذ Between paper germination	جوانه‌زنی در روش سریع داخل ارلن در هدایت الکتریکی ۲۰ دسی زیمنس بر متر Erlen fast germination method in EC=20 ds/m	جوانه‌زنی در روش سریع داخل ارلن در هدایت الکتریکی ۱۶ دسی زیمنس بر متر Erlen fast germinationmethod in EC=16 ds/m	وزن خشک کل در مرحله استقرار در گلخانه Total dry weight in green house
شوری salt	1	19250.15**	653.10**	9672.1**	0.070**
ژنوتیپ genotype	19	1128.86**	1.130**	86.71**	0.14**
شوری*ژنوتیپ Salt*genotype	19	430.57**	0.840**	50.41**	0.34**
خطا error	120	37.72	0.08	3.1	0.058
ضریب تغییرات cv	-	7.51	11.24	18.29	14.04

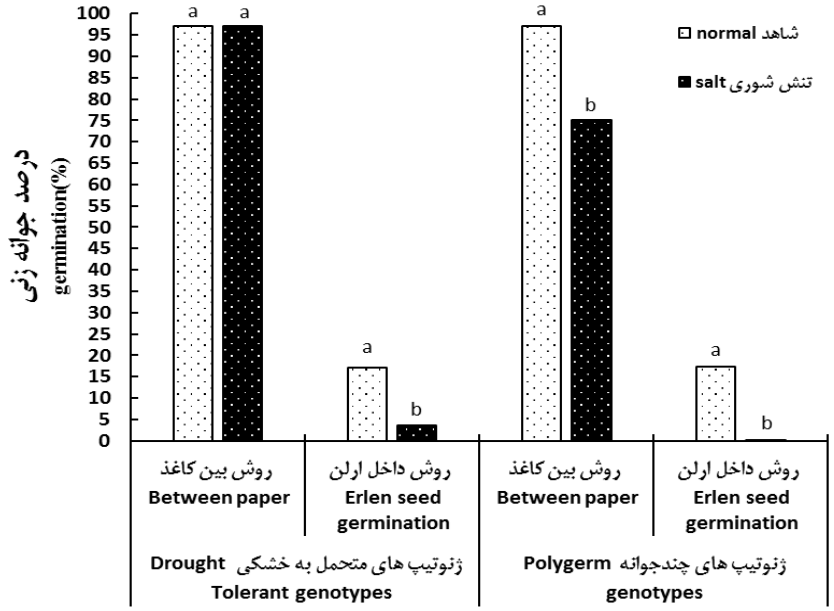
ns ، * و ** به ترتیب یعنی غیر معنی‌دار، معنی دار در سطح ۵٪ و ۱٪

Ns, *, ** not significant and significant at α=0.05 and 0.01 respectively

در روش جوانه‌زنی بین کاغذ برای ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی تفاوت معنی‌داری بین درصد جوانه‌زنی بذر در تیمار شاهد و تنش شوری وجود نداشت درصورتی که در روش جوانه‌زنی سریع داخل ارلن، شوری باعث کاهش ۸۰ درصدی جوانه‌زنی نسبت به شاهد شد (لازم به ذکر است که این آزمایش دو بار تکرار شده و نتایج ارائه شده میانگین دو بار تکرار آزمایش است) (شکل ۱ سمت چپ). در ژنوتیپ‌های چندجوانه نیز تنش شوری باعث کاهش درصد جوانه‌زنی در روش بین کاغذ و روش سریع جوانه‌زنی در داخل ارلن به ترتیب حدود ۳۳ و ۹۹ درصد نسبت به شاهد شد (شکل۱ سمت راست). در این مورد می‌توان گفت روش جوانه‌زنی سریع داخل ارلن نسبت به روش بین کاغذ در ارزیابی ژنوتیپ‌های چغندرقند تحت تنش شوری بهتر عمل کرده و دارای مزیت می‌باشد. از این رو بیان شده است که جوانه‌زنی در محلول‌های آبی، در جداسازی بیشتر توده‌های بذری بر اساس عملکرد نسبی آن‌ها نسبت به آنچه در حال حاضر انجام می‌شود موثرتر هستند (McGrath *et al.*, 2000, 2008).

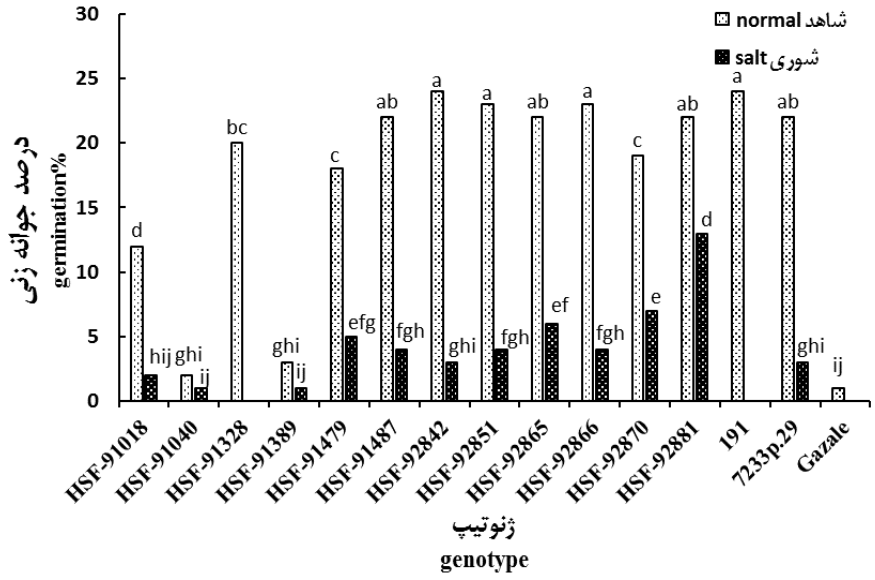
در هدایت الکتریکی ۲۰ دسی زیمنس بر متر محاسبه شاخص پتانسیل ظهور مزرعه (FEP) در روش جوانه‌زنی

سریع داخل ارلن نشان داد که ۱۱ ژنوتیپ متحمل به خشکی و ۳ ژنوتیپ چندجوانه دارای مقادیر بالایی از شاخص پتانسیل ظهور مزرعه (FEP) بودند (جدول ۴).



شکل ۱- تاثیر شوری بر صفت درصد جوانه‌زنی ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی (سمت چپ) و چندجوانه چغندرقند (سمت راست) در دو روش جوانه‌زنی بین کاغذ و روش داخل ارلن

Fig 1- Effect of salinity on seed germination of sugar beet drought tolerant (Left) and polygerm genotypes (right) in "between paper" and "Erlen seed germination" tests



شکل ۲- اثر متقابل شوری و ژنوتیپ بر درصد جوانه‌زنی ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی در روش جوانه‌زنی سریع داخل ارلن در هدایت الکتریکی ۲۰ دسی زیمنس بر متر(آزمایش اول)

Fig 2- Cross effect of salinity and genotypes on seed germination of drought tolerant sugar beet genotypes which was tested in Erlen seed germination test under EC=20 dS/m (First experiment)

جدول ۴- شاخص پتانسیل ظهورمزرعه (FEP) در دو هدایت الکتریکی ۱۶ و ۲۰ دسی زیمنس برمتر در ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی و چندجوانه چغندرقند

Table 4- Field emergence potential (FEP) of polygerm and drought tolerant sugar beet genotypes in EC= 16 and 20 dS/m

نام ژنوتیپ Genotype	مشخصات ژنوتیپ Characteristics	شاخص پتانسیل ظهور مزرعه در هدایت الکتریکی ۱۶ دسی زیمنس بر متر FEP in Ec=16ds/m	شاخص پتانسیل ظهور مزرعه در هدایت الکتریکی ۲۰ دسی زیمنس بر متر FEP in Ec=20ds/m
HSF-92881	متحمل به خشکی Drought tolerant	1.091	0.591
HSF-91040	متحمل به خشکی Drought tolerant	1	0.5
HSF-92870	متحمل به خشکی Drought tolerant	0.895	0.368
HSF-91389	متحمل به خشکی Drought tolerant	-	0.333
HSF-91479	متحمل به خشکی Drought tolerant	0.722	0.278
HSF-92865	متحمل به خشکی Drought tolerant	0.318	0.273
HSF-91487	متحمل به خشکی Drought tolerant	0.773	0.182
7233p.29	متحمل / چند جوانه Polygerm tolerant	0.412	0.176
HSF-92851	متحمل به خشکی Drought tolerant	0.522	0.174
HSF-92866	متحمل به خشکی Drought tolerant	0.522	0.174
HSF-91018	متحمل به خشکی Drought tolerant	0.25	0.167
HSF-92842	متحمل به خشکی Drought tolerant	0.333	0.125
AMP2	چند جوانه Polygerm	0. 45	0.09
AR-Hs-735-91	چند جوانه Polygerm	0.458	0
S1-930910	چند جوانه Polygerm	0.417	0
Poly8823	چند جوانه Polygerm	0.38	0
SBSI-DR-I-HSF-14-P.35	چند جوانه Polygerm	0.158	0
S1-930882	چند جوانه Polygerm	0.111	0
HSF-91328	متحمل به خشکی Drought tolerant	0.15	0
shahrood- 95	چند جوانه Polygerm	0.095	0
S1-930982	چند جوانه Polygerm	0.091	0
191	چند جوانه Polygerm	0.08	0
PB13-S2151-Hsf-915	چند جوانه Polygerm	-	0.05
S1-930770	چند جوانه Polygerm	0.053	0
S1-930792	چند جوانه Polygerm	0.053	0
S1-930772	چند جوانه Polygerm	0.048	0

- It is not tested - تست انجام نشده است

شاخص پتانسیل ظهور مزرعه (FEP) درمیان ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی چغندرقند از ۰ تا ۰/۵۹۱ و در بین ژنوتیپ‌های چندجوانه چغندرقند از ۰ تا ۰/۱۷۶ متغیر بود (جدول ۴). تنها دو ژنوتیپ HSF-92881 و HSF-91040 دارای شاخص پتانسیل ظهور مزرعه (FEP) بیش از ۰/۵ بود که یعنی در این ژنوتیپ‌ها، جوانه‌زنی در تنش شوری، بیش از ۵۰٪ جوانه‌زنی در شرایط شاهد است. در روش جوانه‌زنی سریع در ارلن حدود ۱۵٪ از ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی و ۸۰٪ از ژنوتیپ‌های چندجوانه چغندرقند درتنش شوری جوانه نزدند با وجود اینکه تمام این بذرها دارای قوه نامیه مناسب بودند(داده‌ها نشان داده نشده است).

در هدایت الکتریکی ۲۰ دسی زیمنس بر متر محاسبه شاخص پتانسیل ظهور مزرعه (FEP) در روش جوانه‌زنی سریع داخل ارلن نشان داد که ۱۱ ژنوتیپ متحمل به خشکی و ۳ ژنوتیپ چندجوانه دارای مقادیر بالایی از شاخص پتانسیل ظهور مزرعه (FEP) بودند (جدول ۴). شاخص پتانسیل ظهور مزرعه (FEP) درمیان ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی چغندرقند از ۰ تا ۰/۵۹۱ و در بین ژنوتیپ‌های چندجوانه چغندرقند از ۰ تا ۰/۱۷۶ متغیر بود (جدول ۴). تنها دو ژنوتیپ HSF-92881 و HSF-91040 دارای شاخص پتانسیل ظهور مزرعه (FEP) بیش از ۰/۵ بود که یعنی در این ژنوتیپ‌ها، جوانه‌زنی در تنش شوری، بیش از ۵۰٪ جوانه‌زنی در شرایط شاهد است. در روش جوانه‌زنی سریع در ارلن حدود ۱۵٪ از ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی و ۸۰٪ از ژنوتیپ‌های چندجوانه چغندرقند درتنش شوری جوانه نزدند با وجود اینکه تمام این بذرها دارای قوه نامیه مناسب بودند(داده‌ها نشان داده نشده است).

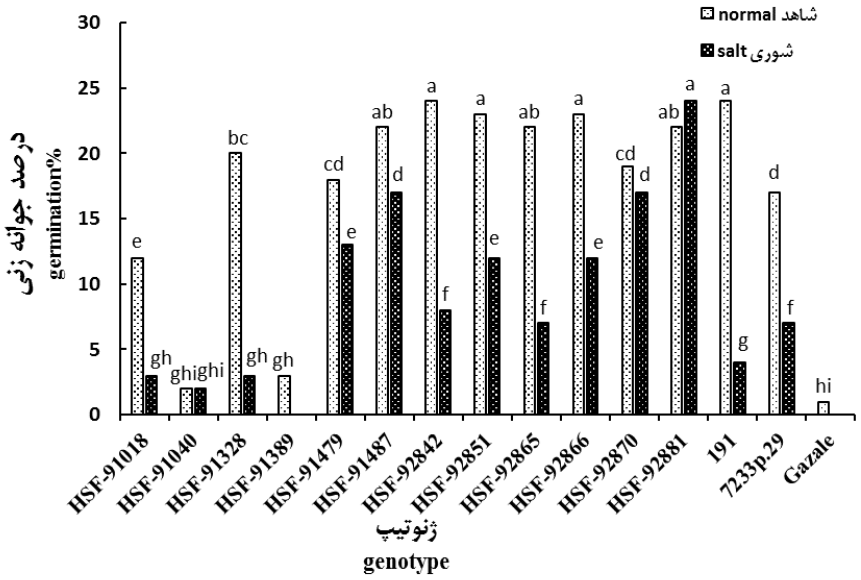
ج) آزمون جوانه‌زنی سریع داخل ارلن در هدایت الکتریکی ۱۶ دسی زیمنس در ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی و چندجوانه (آزمایش سوم):

تفاوت ژنوتیپ‌ها، اثر شوری و اثرمتقابل آن‌ها بر درصد جوانه‌زنی ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی و ژنوتیپ‌های چندجوانه در روش جوانه‌زنی سریع داخل ارلن در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول۲و۳). میزان شاخص پتانسیل ظهور مزرعه (FEP) در دو هدایت الکتریکی ۱۶ و ۲۰ دسی زیمنس در روش سریع داخل ارلن نشان داد که با کاهش سطح شوری این شاخص در بین ژنوتیپ‌ها افزایش یافته است. بطوری که ۱۲ ژنوتیپ متحمل به خشکی شاخص و ۳ ژنوتیپ چندجوانه پتانسیل ظهور مزرعه (FEP) بالای صفر داشتند (جدول ۴). در هدایت الکتریکی ۱۶ دسی زیمنس بر متر پتانسیل ظهور در مزرعه از ۰/۰۴ تا بیشتر از یک متغیر بود و دو ژنوتیپ HSF-92881 و HSF-91040 دارای بیشترین مقدار این شاخص در هدایت الکتریکی ۱۶ بودند (جدول ۴).بررسی همبستگی شاخص پتانسیل ظهور مزرعه (FEP) در دو سطح شوری ۲۰و ۱۶ دسی زیمنس بر متر نشان داد که همبستگی این دو شاخص (r=۰/۷۵۵) مثبت بوده و در سطح یک درصد معنی‌دار می‌باشد. با توجه به کاهش میزان شاخص پتانسیل ظهور مزرعه در اثر افزایش سطوح شوری همچنین مثبت بودن همبستگی این شاخص در دو سطح شوری ۱۶ و ۲۰ دسی زیمنس بر متر، به نظر می‌رسد آزمون جوانه‌زنی سریع داخل ارلن و محاسبه شاخص پتانسیل ظهور مزرعه در هدایت الکتریکی ۱۶ دسی زیمنس بر متر در ارزیابی ژنوتیپ‌ها موفق‌تر باشد. در این آزمایش بیشترین درصد جوانه‌زنی در شرایط شور متعلق به ژنوتیپ متحمل به خشکی HSF-92881(۲۴ درصد) (شکل ۳) و ژنوتیپ چندجوانه AR-Hs-735-91 (۱۱درصد) (شکل ۴) است.

د) بررسی تاثیر تنش شوری بر ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی و چندجوانه در مرحله استقرار درگلخانه (آزمایش چهارم)

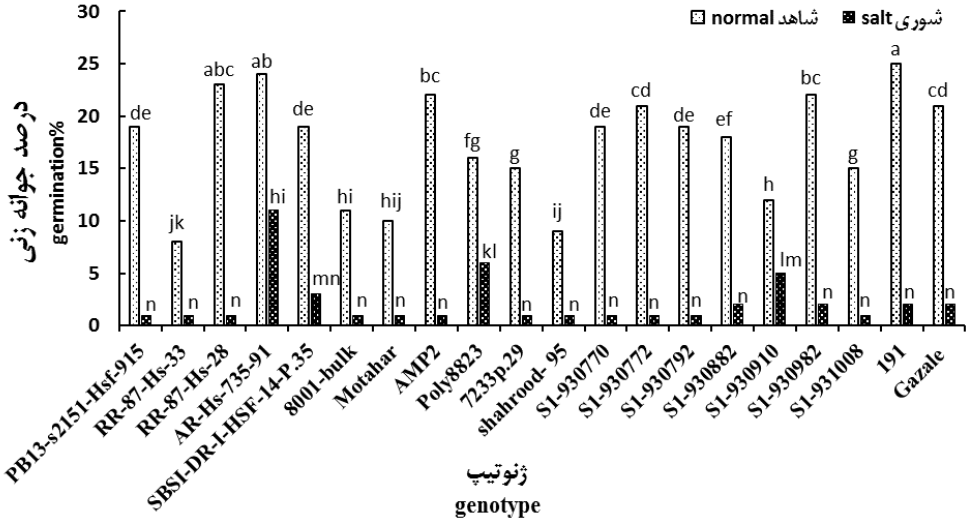
برای انجام بررسی‌های بیشتر در مورد میزان تحمل به شوری و استقرار ژنوتیپ‌های مورد بررسی در این پژوهش، آزمایش دیگری طراحی شد که بر این اساس

ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی و چندجوانه در محیط گلخانه و در دو سطح شوری صفر (شاهد) و ۱۶ دسی زیمنس بر متر مورد بررسی قرار گرفتند. در این آزمایش به بررسی صفت وزن خشک کل که یکی از صفات مهم در مرحله استقرار چغندرقند است پرداخته شد. تفاوت ژنوتیپ‌ها و اثر متقابل ژنوتیپ و شوری بر صفت وزن خشک کل ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی در سطح یک درصد معنی دار بود (جدول۲).



شکل ۳- اثر متقابل شوری و ژنوتیپ بر درصد جوانه‌زنی ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی
در روش جوانه‌زنی سریع داخل ارلن در هدایت الکتریکی ۱۶ دسی زیمنس بر متر (آزمایش سوم)

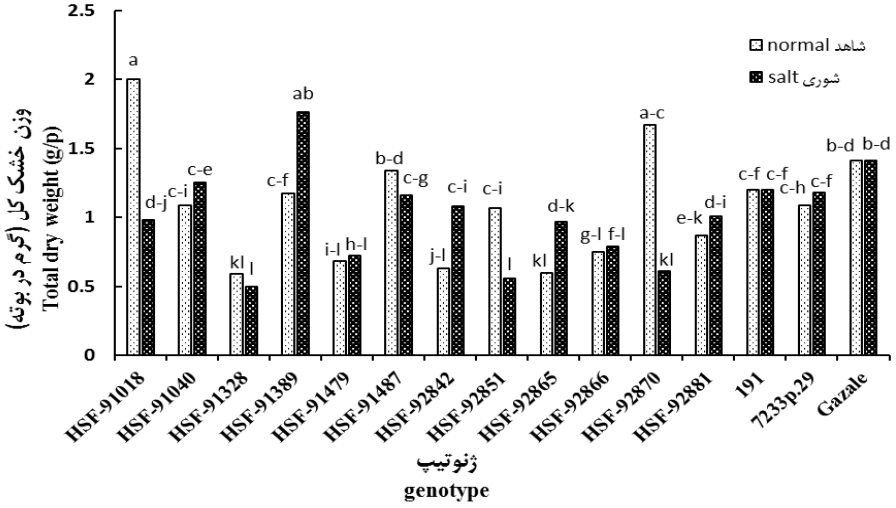
Fig 3- Cross effect of salinity and genotypes on seed germination of drought tolerant sugar beet genotypes which was tested in Erlen seed germination test under EC=16 dS/m (Third experiment)



شکل ۴- اثر متقابل شوری و ژنوتیپ بر درصد جوانه‌زنی ژنوتیپ‌های چندجوانه در روش جوانه‌زنی سریع داخل ارلن
در هدایت الکتریکی ۱۶ دسی زیمنس بر متر (آزمایش سوم)

Fig 4- Cross effect of salinity and genotypes on seed germination of polygerm sugar beet genotypes which was tested in Erlen seed germination test under EC=16 dS/m (Third experiment)

واکنش ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی از نظر صفت ماده خشک کل در اثر تنش شوری متفاوت بود بطوری که در برخی ژنوتیپ‌ها با افزایش تنش شوری کاهش میزان ماده خشک مشاهده شد درصورتی که در برخی دیگر از ژنوتیپ‌ها مانند HSF-92881، HSF-91040، HSF-91479، HSF-91865، 7233p.29 و HSF-91389 افزایش میزان ماده خشک کل در اثر تنش شوری مشاهده شد (شکل ۵). ژنوتیپ‌هایی که در اثر تنش شوری، وزن خشک کل آن‌ها افزایش یافته بود در مرحله جوانه‌زنی نیز دارای شاخص پتانسیل ظهور مزرعه بالایی بودند. وزن خشک کل در چغندرقند یکی از معیارهای اساسی جهت تجزیه و تحلیل رشد است در صورتی که در اکثر گیاهان زراعی مانند گیاهان علوفه‌ای از وزن خشک اندام هوایی برای آنالیز رشد استفاده می‌شود (Ghasemi Phirouzabadi, 2009).

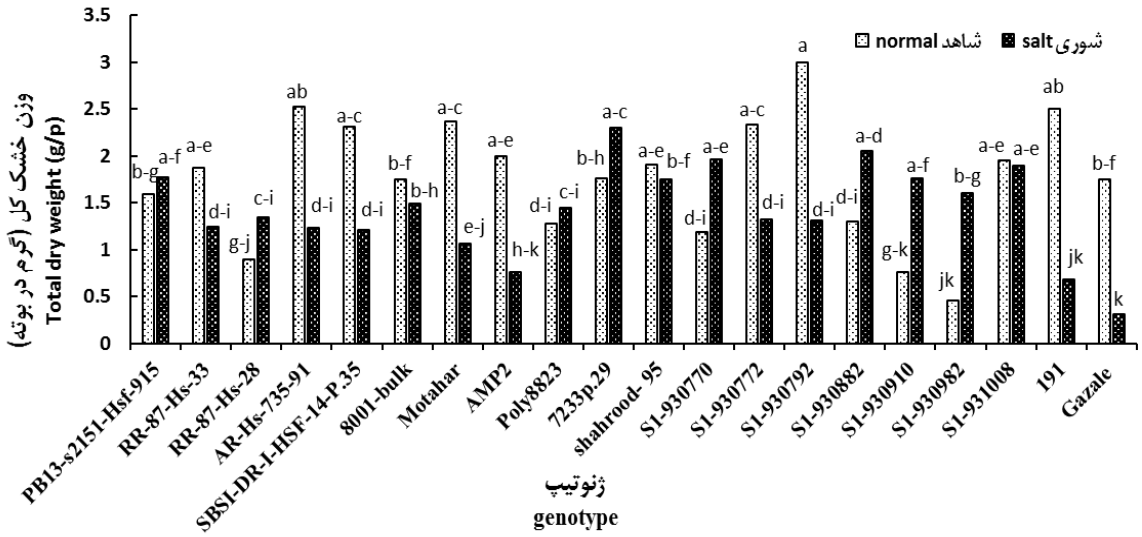


شکل ۵- اثر متقابل شوری و ژنوتیپ بر کل وزن خشک ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی در مرحله استقرار گلخانه در هدایت الکتریکی ۱۶ دسی زیمنس بر متر (آزمایش چهارم)

Fig 5- Cross effect of salinity and genotypes on total dry weight of drought tolerant sugar beet in establishment stage under EC=16 dS/m (Fourth experiment)

اثر شوری، تفاوت ژنوتیپ‌ها و اثر متقابل ژنوتیپ و شوری بر صفت وزن خشک کل ژنوتیپ‌های چندجوانه در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول۳). واکنش ژنوتیپ‌های چندجوانه نیز در صفت ماده خشک کل بر اثر شوری متفاوت بود. در ژنوتیپ‌هایی مانند PB13-S2151-Hsf-915، Poly8823، 7233p.29، S1-930770، S1-930882، S1-930910 و S1-930982 که در اثر شوری، افزایش میزان وزن خشک کل نشان دادند (شکل ۶)، در مرحله جوانه‌زنی نیز دارای شاخص پتانسیل ظهور مزرعه بالایی بودند.

اگرچه تنش شوری در تمام مراحل رشدی گیاه می‌تواند رخ دهد، اما با توجه به اینکه شرایط استقرار اولیه گیاه، در عملکرد نهایی تاثیر زیادی دارد، لذا تنش شوری در مرحله گیاهچه‌ای، می‌تواند برای گیاه بسیار مضر باشد (Rauf et al., 2007). آگاهی از نحوه پاسخ گونه‌ها و ارقام گیاهی به تنش شوری طی مرحله جوانه‌زنی از جنبه‌های اکولوژیکی و فیزیولوژیکی بسیار حائز اهمیت است، زیرا جوانه‌زنی یک مرحله بحرانی برای استقرار گیاه است (Aiazzi *et al.*, 2004). 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 شده است (Sadat Noori and McNeilly, 2000).



شکل ۶- اثر متقابل شوری و ژنوتیپ بر کل وزن خشک ژنوتیپ‌های چندجوانه در مرحله استقرار گلخانه
در هدایت الکتریکی ۱۶ دسی زیمنس بر متر(آزمایش چهارم)

Fig 6- Cross effect of salinity and genotypes on total dry weight of polygerm sugar beet genotypes in establishment stage under EC=16 dS/m (Fourth experiment)

آزمون‌های جوانه‌زنی در مایعات آبی که در این پروژه به بررسی یکی از این آزمون‌ها (روش سریع جوانه‌زنی داخل ارلن) پرداخته‌شد نسبت به آزمون‌های معمول جوانه‌زنی در زمینه غربال ژنوتیپ‌ها دارای مزایای زیادی هستند. اولین مزیت این آزمون مدت زمان کوتاه آن(در حدود چهار روز) در مقابل مدت زمان معمول آزمون‌های جوانه‌زنی بذر است که در بذر چغندرقند این مدت زمان در حدود ۱۴روز است. دومین مزیت آن این است که در این روش می‌توان حجم زیادی از ژنوتیپ‌ها را بطور همزمان و در مدت زمان مشخص مورد بررسی قرار داده و غربال کرد. در آزمون‌های معمول جوانه‌زنی، بذرها را برای از بین بردن مواد بازدارنده موجود در پوسته آن‌ها باید قبل از انجام آزمون، شست و شو داد ولی مزیت دیگر آزمون‌های جوانه‌زنی در مایعات این است که، محلول‌های آبی قادر به از بین بردن مواد بازدارنده موجود در پوسته بذر هستند. همچنین استفاده از موادی همچون پراکسید هیدروژن می‌تواند باعث افزایش درصد جوانه‌زنی شود. با توجه به نتایج به دست آمده روش جوانه‌زنی سریع داخل ارلن همچنین محاسبه شاخص پتانسیل ظهور مزرعه در این مرحله میتواند تاثیر بسزایی در گزینش مناسب ژنوتیپ‌ها در مرحله جوانه‌زنی داشته باشد. در تحقیقی که بر روی ۶ نتاج چغندرقند انجام گرفت، میزان شاخص پتانسیل ظهور مزرعه (FEP) در نتاج هر خانواده بیش از میزان این شاخص در والدین بود که این نشان دهنده پاسخ به گزینش در جوانه‌زنی بوده است (McGrath et al., 2008). بیان شده که پریکارپ اطراف بذر در چغندرقند مانع رسیدن آب و اکسیژن به آن می‌شود که با شستشوی بذر این موانع برطرف می‌شود (Jalilian and Tavakkoli Afshari, 2004).

همانطور که در نتایج مشخص شد در آزمایش اول، اثر شوری بر درصد جوانه‌زنی ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی در آزمون بین کاغذ معنی‌دار نشده بود (جدول۲). این نشان دهنده این است که درصد جوانه‌زنی ژنوتیپ‌ها در دو سطح شوری و شاهد بسیار نزدیک به هم هستند که در این صورت غربال ژنوتیپ‌ها بسیار سخت است در صورتی که مقایسه میانگین اثر شوری بر صفت درصد جوانه‌زنی در آزمون سریع جوانه‌زنی داخل ارلن به خوبی نشان داد

کـه ژنوتیـپ‌های متحمل به خشـکی تحت تاثیر سـطوح شـوری قرار گرفته‌اند (شـکل۱). شـاخص پتانسـیل ظهور مزرعه (FEP) محاسـبه شـده در آزمون جوانه‌زنی سـریع داخل ارلن در آزمایش اول توانسـت به خوبی ۱۲ ژنوتیپ که بالاترین جوانه‌زنی در تنش شوری داشتند را از میان ۱۵ ژنوتیـپ متحمـل به خشـکی غربال کند که از این بین دو ژنوتیـپ HSF-92881 و HSF-92865 دارای شـاخص پتانسیل ظهور مزرعه (FEP) بیش از ۰/۵ بودند (جدول۴). در آزمایش سوم با محاسبه شاخص پتانسیل ظهور مزرعه (FEP) برای ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی و ژنوتیپ‌های چنـدجوانـه در آزمون سـریع جوانـه‌زنی داخـل ارلن در هدایت الکتریکی ۱۶ دسـی زیمنس و مقایسـه این شاخص بـا شـاخص پتـانسـیـل ظهور مزرعـه (FEP) در هـدایت الکتریکی ۲۰ دسـی زیمنس (آزمایش اول) مشـخص شـد کـه با کاهش سـطح تنش شـوری، جوانه‌زنی ژنوتیپ‌ها افزایش یافته هم چنین ۲ ژنوتیپ متحمل به خشـکی و ۱۱ ژنوتیـپ چنـدجوانـه کـه در هدایت الکتریکی ۲۰ دسـی زیمنس بر متر قادر به جوانه‌زنی در شـرایط تنش نبودند در هدایت الکتریکی ۱۶ دسی زیمنس بر متر، جوانه‌زنی آن‌ها افزایش یـافت (جدول۴). اگرچه در بعضـی آزمایشـات جوانه‌زنی بذور در آزمایشـگاه در هدایت الکتریکی ۱۶ و ۲۰ دسـی زیمنس بر متر تفـاوت معنی‌داری نـداشـتنـد (Khayamim *et al.*, 2014) ولـی بـا توجـه بـه افزایش شاخص پتانسیل ظهور مزرعه (FEP) در هدایت الکتریکی ۱۶ دسی زیمنس بر متر و طبق نتایج همبستگی این شاخص در هدایت الکتریکی ۲۰ دسی زیمنس با همان شاخص در هدایت الکتریکی ۱۶ دسـی زیمنس که مثبت و معنی‌دار (r=۰/۷۵۵) بوده اسـت، می‌توان بیان کرد که برای ارزیابی ژنوتیپ‌ها در آزمون سـریع داخل ارلن، هدایت الکتریکی ۱۶ دسی زیمنس موثرتر اسـت. از طرفی اسـتفاده از روش جوانه‌زنی سریع داخل ارلن علاوه بر فواید آن (مدت زمان کوتاه، سادگی و...) نسبت به روش بین کاغذ، می‌تواند در غربـال ژنوتیپ‌ها تحت شـرایط تنش شـوری نیز بسـیار کارآمد باشـد. همچنین مشـخص شـد ژنوتیپ‌هایی که در مرحلـه جوانـه‌زنی دارای شـاخص پتانسـیل ظهور مزرعه (FEP) بـالایی بودند در مرحله اسـتقرار در گلخانه نیز در شـرایط شوری دارای بیشترین مقدار وزن خشک کل بوته بودند. وزن خشـک کل از صـفات مهم در مرحله اسـتقرار گیاه چغندرقند برای گزینش ژنوتیپ‌های متحمل شـناخته می‌شود. بر اساس شاخص پتانسیل ظهور مزرعه (FEP) در آزمون جوانه‌زنی سـریع داخل ارلن و مقایسـه میانگین اثر متقابل شـوری و ژنوتیپ‌ها بر صـفت وزن خشـک کل در بین ژنوتیـپ‌هـای متحمـل بـه خشـکی، ژنوتیـپ‌هـای HSF-92881، HSF-91040 و HSF-91389 و در بیـن ژنـوتیـپ‌هـای چنـدجوانـه، ژنوتیـپ‌هـای 7233p.29، S1-930770 و S1-930882 متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها نسبت به تنش شوری شناخته شدند.

نتیجه‌گیری

روش جوانه‌زنی سـریع داخل ارلن نسـبت به روش بین کـاغذ برای غربال تعداد زیاد ژنوتیپ تحت تنش شـوری سریع‌تر و موثر بوده و از حساسیت بیشتری برخوردار است. نظر به این که وراثت پذیری این صـفت نیز بالاسـت و در نـتـاج هـیـبـریـدهـا نـتـایـج مشـابـه والـدین می‌دهـد (McGrath *et al.*, 2008) می‌توان در غربال آزمایشگاهی تعـداد زیادی ژنوتیپ چغندرقند مورد آزمایش قرار گیرد. از طرفی هـدایـت الکتریکی منـاسـب برای این غربـال بر خلاف آزمون بین کاغذ می تواند هدایت ۱۶ دسی زیمنس در نظر گرفته شود تا تعداد ژنوتیپ بیشتری در غربال اولیه انتخـاب شـونـد. امـا برای غربـال دقیق تر ژنوتیـپ‌هـای چغندرقند تحت تنش شـوری حتما لازم اسـت که غربال گلخانه‌ای در مرحله استقرار نیز صورت پذیرد.

Reference منابع

Aiazzi M.T., P.D. Carpane, J.A. Arguello, and B. Piotto, 2004. Salt tolerance at the germination stage of *Atriplex cordobensis* from different provinces. Seed Sci. Technol. 32:43-52.

Bayat, P., M. Ghobadi, M.E. Ghobadi, and G. Mohammadi, 2017. Assessing the ability of osmotic stress test to predict emergence and establishment of chickpea (*Cicer arietinum* L.) seedlings in the field. Env. Str. Crop Sci. 10(1): 79-89. (In Persian, with English abstract)

Ghasemi Phirouzabadi, A.A., M. Jafari, H. Heidari sharifabad, H. Azarnivand, and H.R., Abbasi. 2009. Investigation of the morphologic- physiologic changes of *puccinelia distance* and *Aeluropus littoralis* to salinity and drought resistance. Iran J Ran. Des. Res. 16(1):1-10.

Hadas, A. 1977. A suggested method for testing seed vigor under water stress in simulated arid conditions. Seed Sci. Technol. 5:519-525.

International Seed Testing Association. 1985. International rules for seed testing. Rules 1985. Seed Sci.

Jalilian, A., and R. Tavakkoli Afshari, 2004. Study of effects of osmo-priming on seed germination of sugar beet under drought stress conditions. Agri. Sci. J. 2: 23-35. (In Persian, with English abstract)

Khayamim, S., R. Tavakkol afshari, Y. Sadeghian, K. Poustini, F. Rouzbeh, and Z. Abbasi. 2014. Seed Germination, Plant Establishment, and Yield of Sugar Beet Genotypes under Salinity Stress. Agric. Sci. Technol. 16:779-790.

Massai, R., D. Remorin, and M. Tattini, 2004. Gas exchange, water relation and osmotic adjustment in tow scion/rootstock combinations of prunus under various salinity concentrations. Plant Soil. 259:153-162.

McGrath, J.M., C.A. Derrico, M. Morales, L.O. Copeland, and D.R. Christenson. 2000. Germination of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) seed submerged in hydrogen peroxide and water as a means to discriminate cultivar and seed lot vigor. Seed Sci. Technol. 28:607-620.

McGrath, J.M., A. Elawady, D. El-Khishin, R.P. Naegele, K.M. Carr, and B. Reyes. 2008. Sugar beet germination: Phenotypic selection and molecular profiling to identify genes involved in abiotic stress response. Acta Hortic. 782: 35-50.

Parmer, M.T., and R.P. Moore. 1968. Carbowax 6000, mannitol, and sodium chloride for simulating drought conditions in germination studies of corn (*Zea mays* L.) of strong and weak vigor. J. Agron. 60:192-195.

Rauf, M., M. Afzal, and M. Munir, 2007. Performance of wheat genotypes under osmotic stress at germination and early seedling growth stage. Afr. J. Biotechnol. 6: 971- 975.

Sadat Noori, S.A., and T. McNeilly. 2000. Assessment of Variability in salt tolerance based on seedling growth in Triticum durum Desf. Genet Resour. Crop Ev. 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.

Sharma, M.L. 1973. Simulation of drought and its effect on germination of five pasture species. J. Agron. 65:982-987

Smart, J. 1994. The groundnut crop: A scientific basis for improvement. London. Chapman & Hall.