

## تأثیر پرایمینگ بذر بر رشد گیاهچه چغندر قند (*Vulgaris Beta L.*) تحت تنش شوری Effect of seed priming on sugar beet (*Beta Vulgaris L.*) seedlings growth under salinity stress

عادل پدram، مهدی تاجبخش، آداریوش طالقانی و مهدی قیاسی\*

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۲/۰۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۵/۱۸

نوع مقاله: پژوهشی

DOI: 10.22092/jsb.2019.121576.1189 ; DOR: 20.1001.1.17350670.1398.35.1.4.6

ع. پدram، م. تاجبخش، د. طالقانی و م. قیاسی. ۱۳۹۸. تأثیر پرایمینگ بذر بر رشد گیاهچه چغندر قند (*Vulgaris Beta L.*) تحت تنش شوری. چغندر قند، ۳۵(۱): ۴۵-۶۲.

### چکیده

به منظور مطالعه تأثیر پرایمینگ بذر بر رشد گیاهچه چغندر قند تحت تنش شوری پژوهشی در آزمایشگاه و گلخانه گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه در سال ۱۳۹۵ به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار به اجرا در آمد. فاکتور اول چهار سطح شوری شامل شوری صفر، ۵، ۱۰ و ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر حاصل از کلرید سدیم و فاکتور دوم تیمارهای پرایمینگ شامل آب مغناطیسی، اسید سالیسیلیک، کلرید کلسیم ( $\text{CaCl}_2$ ) و کلرید سدیم ( $\text{NaCl}$ ) به مدت هشت ساعت و عدم پرایمینگ (شاهد) بودند. اثر سطوح شوری بر کلیه صفات مورد بررسی به غیر از شاخص جوانه‌زنی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. اثر پرایمینگ بذر نیز بر کلیه صفات مورد بررسی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. همچنین اثر متقابل دو تیمار بر شاخص جوانه‌زنی و طول گیاهچه در سطح احتمال یک درصد و طول ساقه‌چه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد. نتایج نشان داد سطح ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر شوری درصد نهایی جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه، وزن خشک گیاهچه، شاخص بنیه گیاهچه، سرعت سبز شدن، یکنواختی سبز شدن، درصد سبز شدن نهایی و ضریب سرعت سبز شدن را در مقایسه با سطح شاهد به ترتیب ۸/۸۹، ۳۳/۳۳، ۵۱/۳۵، ۴۶/۴۱، ۴۴/۴۴، ۴۸/۷۵، ۲۵/۲۳، ۱۲/۳۹، ۱۳/۰۵ و ۴۹/۰۵ درصد کاهش و متوسط زمان جوانه‌زنی را ۵۶/۴۹ درصد افزایش داد. در حالی که پرایمینگ با کلرید سدیم ( $\text{NaCl}$ , 1g/100cc) درصد نهایی جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه، وزن خشک گیاهچه، شاخص بنیه گیاهچه، سرعت سبز شدن، یکنواختی سبز شدن، درصد سبز شدن نهایی و ضریب سرعت سبز شدن را در مقایسه با تیمار عدم پرایمینگ ۱۴/۵۵، ۹/۹۵، ۸۴/۲۱، ۲۷/۷۷، ۲۲/۷۲، ۵۸/۹۴، ۲۶/۲۳، ۱۷/۳۲، ۱۰/۰۷ و ۹/۰۹ درصد و متوسط جوانه‌زنی را ۱۳/۱۴ درصد کاهش داد. بیشترین شاخص جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه و طول گیاهچه و کمترین متوسط زمان جوانه‌زنی در سطح صفر شوری و پرایمینگ با کلرید سدیم به دست آمد. همچنین پرایمینگ با کلرید سدیم در دیگر سطوح شوری توانست اثر تنش شوری را بر شاخص‌های مذکور تعدیل نماید و به عنوان بهترین تیمار پرایمینگ شناخته شد.

واژه‌های کلیدی: اسید سالیسیلیک، جوانه‌زنی، چغندر قند، شاخص جوانه‌زنی، کلرید سدیم

۱- دانش آموخته دکترای زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران. بخش تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران.

۲- استاد گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

۳- دانشیار مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

۴- استادیار گروه تولید و ژنتیک گیاهی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران. \*- نویسنده مسئول m.ghiasi@urmia.ac.ir

## مقدمه

چغندر قند به عنوان یک گیاه صنعتی و استراتژیک، اصلی‌ترین منبع تولید شکر مورد نیاز کشور می‌باشد. استان‌های خراسان، فارس، آذربایجان غربی، کرمانشاه، قزوین، اصفهان، خوزستان، کرمان و مرکزی مهم‌ترین تولیدکنندگان چغندر قند در ایران محسوب می‌شوند (Abdollahian Noghbi *et al.* 2005). جوانه‌زنی بذر و استقرار گیاهچه به خصوص در زمان مواجهه با تنش‌های محیطی، یکی از بحرانی‌ترین مراحل زندگی گیاه به شمار می‌رود (Cavusoglu and Kabar 2010). در شرایط تنش، در صورت عبور بذر از مرحله جوانه‌زنی، گیاهچه‌های حاصل شانس بیشتری برای ادامه رشد و توسعه داشته و توانایی بالاتری جهت تحمل و غلبه بر شرایط نامساعد محیطی خواهند یافت (Ghassemi- Golezani *et al.* 2010). در اکثر مناطق دنیا، تنش شوری عمده‌ترین تنش محیطی است که از طریق کاهش پتانسیل اسمزی و اختلال در جذب برخی عناصر غذایی رشد و عملکرد محصولات زراعی را محدود می‌کند. گیاهانی که در خاک‌های شور رشد می‌کنند، به دلیل خواص اسمزی، علاوه بر تنش شوری با تنش کم‌آبی مواجه شده که این عامل سبب کاهش سرعت رشد گیاه می‌شود. همچنین افزایش یون‌های سدیم و کلر موجب کاهش جذب یون‌های ضروری از جمله یون‌های پتاسیم، کلسیم، آمونیم و نیترات شده و از فعالیت آنزیم‌ها کاسته و ساختار غشاء را برهم می‌زند (ShahRajabian and Moradi 2009). تنش شوری با ایجاد پتانسیل منفی از جذب آب برای جوانه‌زنی بذر جلوگیری می‌کند (Soltani *et al.* 2006). از طرف دیگر اثرات مخرب مستقیم یون‌های سدیم و پتاسیم نیز شرایط را برای رشد اولیه گیاه زراعی با مشکل مواجه می‌سازد (Khajeh Hosseini *et al.* 2003). آن‌چنان که ممکن است غلظت‌های

بالای نمک باعث توقف کامل این مرحله از رشد شود (Yagmur and Kaydan 2008; Cavusoglu and Kabar 2010). سطوح بالای تنش شوری باعث برهم زدن هموستازی در پتانسیل آب گیاه شده، توزیع یون در سطح سلول و کل گیاه را مختل کرده و در نهایت منجر به کاهش کمیت و کیفیت عملکرد خواهد شد (Patade *et al.* 2009). همچنین تنش شوری جذب و تجمع عناصر ضروری و مورد نیاز گیاه را با ایجاد رقابت توسط یون‌های سدیم و کلر دچار مخاطره می‌نماید (Zhu 2001). یکی از اولین اثرات تنش شوری کاهش آب قابل دسترس برای گیاه خواهد بود که این شرایط به علت اختلاف اسمزی ناشی از یون‌های نمک در خاک است (Srivastava *et al.* 2010).

امروزه پرایمینگ بذر به طور گسترده و توسعه یافته، جهت اصلاح جوانه‌زنی و سبز شدن گیاه چه تحت تنش‌های محیطی در گستره زیادی از گیاهان استفاده می‌شود. پرایمینگ شامل استفاده از تکنیک‌های مختلفی می‌باشد که سبب تحریک فعالیت جنینی شده و به دنبال آن رشد ریشه‌چه صورت می‌گیرد در نهایت قبل از ظهور ریشه‌چه بذرها دوباره خشک شده (به رطوبت اولیه برگردانده می‌شوند)، سپس ذخیره و یا کاشته می‌شوند (Corbineau and Come 2006). پرایمینگ بذر یکی از روش‌های کاهش اثرات منفی تنش‌ها از جمله شوری است (Yagmur and Kaydan, 2011; Chen *et al.* 2008). که باعث القاء مقاومت اولیه به تنش‌های محیطی می‌شود. علت تسریع جوانه‌زنی در بذر پرایم شده می‌تواند ناشی از افزایش فعالیت آنزیم‌های تجزیه کننده مثل آلفا-آمیلاز، افزایش سطح شارژ انرژی زیستی در قالب افزایش مقدار ATP، افزایش سنتز DNA و RNA، افزایش تعداد و در عین حال ارتقاء عملکرد میتوکندری‌ها باشد (Afzal *et al.* 2002).

تنش شوری را بر طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و وزن تر گیاه تعدیل نموده است. حسینی و کوچکی (Hosseini and Koocheki 2007) در مطالعه اثر تیمارهای مختلف پرایمینگ بر درصد و سرعت جوانه‌زنی چهار رقم بذر چغندر قند نشان دادند استفاده از آب مقطر و اسید کلریدریک، بیشترین درصد و سرعت جوانه‌زنی را در پی داشته و طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در تیمارهای کلرید سدیم و پلی‌اتیلن گلیکول (PEG) نسبت به تیمار اسید کلریدریک کاهش یافت. روزبه و همکاران (Roozbeh et al. 2016) اظهار داشتند نانو هیدرو پرایمینگ به شکل معنی‌داری باعث بهبود صفات سرعت جوانه‌زنی، درصد جوانه‌زنی و بنیه بذر رقم پارس چغندر قند در مقایسه با هیدرو پرایمینگ شده است. با توجه به بررسی‌های انجام شده بیشتر تحقیقات صورت گرفته بر روی چغندر قند به نقش پرایمینگ بذر بر مقاومت به خشکی و اثر آن بر عملکرد و اجزای عملکرد صورت گرفته است و بررسی اثر پرایمینگ‌های مختلف به خصوص با آب مغناطیس بر خصوصیات جوانه‌زنی و گیاه‌چه‌ای کمتر انجام شده است. بنابراین با توجه به خطر شوری اکثر مزارع کشور و استان آذربایجان غربی این تحقیق با هدف تأثیر تیمارهای مختلف پرایمینگ بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاه‌چه در چغندر قند در شرایط تنش شوری انجام گرفت.

### مواد و روش‌ها

این پژوهش در آزمایشگاه گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه در سال ۱۳۹۵ به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار به اجرا در آمد، فاکتور اول چهار سطح شوری شامل شاهد (صفر شوری)، ۵، ۱۰ و ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر شوری حاصل از کلرید سدیم (Farooq et al. 2006) و فاکتور دوم تیمارهای پرایمینگ بذر شامل استفاده

محققین با اضافه کردن تنظیم‌کننده‌های رشد اسید سالیسیلیک و متیل جاسمونات به محلول پرایمینگ چغندر قند نتیجه گرفتند که سریع‌ترین و بیشترین میزان جوانه‌زنی برای بذرهای مورد مطالعه در تیمارهای حاوی تنظیم‌کننده رشد اتفاق می‌افتد (Govahi et al. 2007). علوی و همکاران (Alavi et al. 2012) به منظور بررسی اثر هیدرو پرایمینگ و اسمو پرایمینگ بر جوانه‌زنی بذر چغندر قند، آزمایشی بر روی چهار ژنوتیپ چغندر قند با تیمارهای نترات پتاسیم ۵/۰ درصد و نترات پتاسیم ۱/۰ درصد انجام دادند. نتایج آنها نشان داد که اسمو پرایمینگ در مقایسه با هیدرو پرایمینگ، درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه و شاخص بنیه بذر را افزایش داد. در تحقیقی که در سال ۲۰۱۴ در زمینه اسمو، هالو و هیدرو پرایمینگ بذرهای چغندر ریشه‌ای انجام شد، نتایج اثربخش این پرایم‌ها بر بذر چغندر قند، حتی پس از گذشت شش ماه مشخص شد و در بین تیمارها هیدرو پرایمینگ به مدت ۱۲ و ۲۴ ساعت با ۳۱ درصد افزایش جوانه‌زنی، بهترین نتیجه را داشت (Kuppusamy and Ranganathan, 2014). دمیر کایا و همکاران (Demir kaya et al. 2006) بیان نمودند هنگامی که بذرها با کلرید سدیم (NaCl) پرایم می‌شود یون‌های  $Na^+$  و  $Cl^-$  به داخل آنها نفوذ نموده و در نتیجه با قرار گرفتن در محیط شور حاصل از کلرید سدیم (NaCl) تعادل اسمزی بین بذرها و محیط اطراف به وجود آمده و اجازه نفوذ آب به داخل بذرها داده می‌شود. جمیل و شیخ‌رها (Jamil and Shik Rha 2008) در مطالعه اثر پرایمینگ با جیبرلیک اسید بر مقدار جذب آب، جوانه‌زنی، رشد اولیه گیاه‌چه در چغندر قند تحت شرایط تنش شوری اظهار داشتند که پرایمینگ بذر درصد جوانه‌زنی نهایی و سرعت جوانه‌زنی را تحت شرایط تنش شوری افزایش داد، جیبرلیک اسید اثرات منفی

بعد از اتمام این دوره صفات زیر اندازه‌گیری شد:

۱- سرعت جوانه‌زنی (GR):

$$\overline{GR} = \frac{n}{\sum Dn} \quad (1)$$

$\overline{GR}$  = سرعت جوانه‌زنی،  $n$  = تعداد کل روزهای آزمایش،  $Dn$  =

تعداد بذر جوانه‌زده در روز  $n$ م

۲- درصد جوانه‌زنی: در پایان آزمون سرعت جوانه‌زنی، در هر

تیمار و تکرار تعداد کل بذرهای جوانه‌زده شمارش گردید و با

توجه به اینکه در هر کاغذ صافی ۲۵ عدد بذر قرار دارد، درصد

جوانه‌زنی یا درصد بذر زنده هر تیمار تعیین گردید (Farooq *et al.* 2006)

*al.* 2006)

۳- میانگین مدت جوانه‌زنی (MGT): با استفاده از رابطه (۲)

محاسبه گردید (Farooq *et al.* 2006).

$$\overline{MGT} = \frac{\sum Dn}{\sum n} \quad (2)$$

در این رابطه  $D$  تعداد روزها پس از آزمون جوانه‌زنی و  $n$  تعداد

بذرهای جوانه‌زده در روز  $D$  می‌باشد.

۴- شاخص جوانه‌زنی با استفاده از رابطه (۳) محاسبه گردید (De

and Kar. 1994).

$$RGI = \frac{G_1}{1} + \frac{G_2}{2} + \frac{G_i}{i} \quad (3)$$

در این رابطه  $G_i$  درصد جوانه‌زنی در روز  $i$ ام می‌باشد.

۵- طول ریشه‌چه و ساقه‌چه: طول ریشه‌چه و ساقه‌چه از محل

طوقه تا دو انتهای گیاه چه با خط‌کش روی سطح صاف (شیشه)

در پتری‌ها اندازه‌گیری و میانگین هر کدام به‌عنوان طول ریشه‌چه

و ساقه‌چه گزارش شد.

۶- وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه: جهت تعیین وزن خشک

ریشه‌چه و ساقه‌چه، این اندام‌ها به‌طور جداگانه در داخل پاکت به

مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد در داخل آون

از آب مغناطیسی (قرار دادن بذر به مدت ۲۰ دقیقه در معرض

محلول که با دو آهن‌ربا با شدت ۰/۵ میلی‌تسلا مغناطیس شده

بود) (Maheshwari and Grewal 2009)، اسید سالیسیلیک به

مقدار ۰/۵ گرم در لیتر به مدت هشت ساعت، کلرید کلسیم به

مقدار ۲/۵ گرم در لیتر به مدت هشت ساعت و کلرید سدیم به

مقدار ۳۵ دسی‌زیمنس به مدت هشت ساعت بودند (Demir

*et al.* 2006). رقم مورد بررسی اکباتان بود این رقم

منوژرم و دیپلوئید است در سال ۱۳۹۲ معرفی شده و به دلیل

عملکرد ریشه بالا و مقاومت به ریزوکتونیا و تحمل به ریزومانیا به

صورت وسیعی در منطقه آذربایجان غربی کشت می‌شود. جهت

انجام آزمایش ابتدا پتری‌ها تمیز شده و به مدت دو ساعت در

دمای ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد در دستگاه آون استریل شدند. کف

هر پتری به تعداد دو لایه کاغذ صافی واتمن شماره یک قرار داده

شد در هر پتری ۲۵ بذر قرار گرفت. پس از اتمام دوره‌های

پرایمینگ مورد نظر، بذر پرایم شده توسط آب مقطر شستشو شد

و تمامی بذر تا رسیدن به وزن اولیه در دمای اتاق و شرایط سایه

برای ارزیابی جوانه‌زنی، ۲۵ عدد بذر از هر تیمار در داخل پتری

دیش‌های شیشه‌ای (با قطر ۹۰ میلی‌متر) بین دو لایه کاغذ صافی

قرار داده شدند. جهت اعمال تنش شوری، به هر پتری دیش ۱۰

میلی‌لیتر از غلظت‌های صفر، ۵، ۱۰ و ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر

کلرید سدیم اضافه و برای جوانه‌زنی به ژرمیناتور با دمای  $25 \pm 2$

درجه سانتی‌گراد (رطوبت نسبی ۴۲ درصد و تاریک) منتقل شدند.

برای خشک کردن نمونه‌ها، به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه

سانتی‌گراد در آون قرار گرفت. شمارش بذرهای جوانه‌زده هر روز

پس از شروع آزمایش انجام گرفت (Hosseini and Koocheki

2007). در روز چهاردهم بعد از انجام آزمایش طول ریشه‌چه و

ساقه‌چه اندازه‌گیری و ثبت شدند.

تعداد بذره‌های سبز شده و یکنواختی جوانه‌زنی به‌طور روزانه ثبت گردید و سپس بر حسب درصد بوته‌های سبز شده بیان گردید. (رابطه‌های ۵ تا ۷).

$$(۵) \quad \text{سرعت سبز شدن} = \frac{\text{تعداد بذور جوانه زده تا روز شمارش}}{\sum \text{شمارش روزها مورد نظر پس از شروع آزمایش تعداد روز}}$$

$$(۶) \quad \text{درصد سبز شدن} = \frac{\text{بذور جوانه زده}}{\text{بذور کل تعداد}}$$

$$(۷) \quad \text{سرعت ضریب جوانه زنی} = \frac{\sum \text{تعداد روز از شروع آزمایش}}{\sum \text{تعداد بذره‌های جوانه زده} \times \text{تعداد روز از شروع آزمایش}}$$

قبل از انجام تجزیه واریانس جهت برقراری مفروضات تجزیه واریانس در مورد صفاتی که از شمارش حاصل شده بودند و یا به‌صورت درصد بودند تبدیل داده (تبدیل آرکسینوس) صورت گرفت سپس داده‌های حاصل با استفاده از نرم افزار SAS.9.2 تجزیه واریانس گردید و همچنین مقایسه میانگین صفات مورد بررسی توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام شد.

## نتایج و بحث

### صفات آزمایشگاهی

اثر سطوح شوری بر کلیه صفات مورد بررسی به غیر از شاخص جوانه‌زنی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. اثر پرایمینگ بذر نیز بر کلیه صفات مورد بررسی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود، همچنین اثر متقابل دو تیمار بر شاخص جوانه‌زنی و طول گیاهچه در سطح احتمال یک درصد و طول ساقچه‌چه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۱).

الکتریکی قرار داده و با استفاده از یک ترازوی حساس با دقت ۰/۰۰۱ گرم وزن شدند.

۷- شاخص بنیه گیاهچه: در پایان دوره آزمایش وزن خشک گیاهچه اندازه‌گیری شد و با استفاده از داده‌های به‌دست‌آمده شاخص بنیه گیاهچه (SVI) تعیین گردید (رابطه ۴).

$$(۴) \quad \text{SVI} = \text{FGP} \times \text{SDW}$$

در این رابطه  $\text{FGP} = \text{درصد جوانه‌زنی نهایی}$  و  $\text{SDW} = \text{وزن خشک گیاهچه}$

### صفات گل‌خانه‌ای

در این بررسی بذور پرایمینگ شده در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه با نور ۲۰۰ میکرومول بر مترمربع در ثانیه و دمای روز و شب ۲۵ و ۱۵ درجه سانتی‌گراد در گلدان‌های شش لیتری حاوی پرلیت درشت (اندازه بزرگتر از چهار میلی‌متر) با ۲۴ سلول قرار گرفتند که در هر سلول یک گیاه کاشته شد (Khayamim et al. 2014). گلدان‌ها با مواد غذایی هوگلند آبیاری با شوری‌های صفر ۵، ۱۰ و ۱۵ دسی زیمنس آبیاری شدند. محلول غذایی هوگلند با ECهای موردنظر که با کلرید سدیم ایجاد شده بود، هر هفته دوبار به ارتفاع سه سانتی‌متر از تخلیه محلول قبلی با اضافه کردن به‌طور مساوی به هر گلدان پر شدند تا تغییرات شوری مورد نظر به حداقل برسد.

برای اندازه‌گیری تعداد بوته‌های سبز شده در واحد سطح با مشاهده اولین جوانه‌های بیرون آمده از خاک تعداد بذره‌های سبز شده در هر قاب نمونه‌برداری شمارش گردید و این کار هر روز تکرار شد تا تعداد بوته‌های سبز شده به وضعیت ثابت رسید و افزایش پیدا نکرد. عدد به‌دست آمده به‌عنوان تعداد بوته در هر مترمربع در نظر گرفته شد. برای تعیین درصد بذره‌های سبز شده،

**جدول ۱** تجزیه واریانس مؤلفه‌های جوانه‌زنی در شرایط شوری تحت تیمارهای مختلف پرایمینگ بذر

میانگین مربعات (MS)											
منابع تغییر	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی نهایی	متوسط زمان جوانه‌زنی	شاخص جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه	وزن خشک ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	وزن خشک ساقه‌چه	طول گیاه‌چه	وزن خشک گیاه‌چه	شاخص بنیه بذر
شوری	۳	۱۴۶/۰۸**	۱/۰۲**	۶/۶۷ <sup>ns</sup>	۹/۱۲**	۰/۰۱**	۱۰/۰۶**	۰/۰۳**	۳۵/۳۲**	۰/۴**	۴/۰۸**
پرایمینگ	۴	۳۴۴/۱۴**	۸/۰۹**	۲۰۷/۱۲**	۱/۲۱**	۰/۰۳**	۱/۷۳**	۰/۰۵**	۵/۵۰**	۰/۰۸*	۱/۳۱**
شوری × پرایمینگ	۱۲	۲۵/۱۸ <sup>ns</sup>	۰/۱۲ <sup>ns</sup>	۱۷/۸۳**	۰/۲۱ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۳ <sup>ns</sup>	۰/۲۱*	۰/۰۰۲ <sup>ns</sup>	۰/۶۶*	۰/۰۰۲ <sup>ns</sup>	۰/۲۴ <sup>ns</sup>
خطا	۴۰	۱۸/۸۴	۰/۰۷	۳/۳۷	۰/۱۶	۰/۰۰۵	۰/۰۸	۰/۰۰۲	۰/۲۶	۰/۰۲۶	۰/۱۳
ضریب تغییرات	-	۵/۳۱	۷/۶۶	۶/۰۱	۹/۴۶	۱۶/۲۱	۶/۵۱	۱۲/۷۷	۵/۴۷	۱۰/۱۰	۱۹/۸۰

ns, \* و \*\* به ترتیب عدم معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

**جدول ۲** مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده در تیمارهای شوری و پرایمینگ بذر

شاخص بنیه گیاه‌چه	وزن خشک گیاه‌چه (گرم)	طول گیاه‌چه (سانتی‌متر)	وزن خشک ساقه‌چه (گرم)	وزن خشک ریشه‌چه (گرم)	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر)	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)	شاخص جوانه‌زنی	متوسط زمان جوانه‌زنی (روز)	درصد جوانه‌زنی نهایی	شوری (دسی‌زیمنس بر متر)
۲/۴۰a	۰/۰۲۷a	۱۰/۰۲a	۰/۰۲۴a	۰/۰۰۳۷a	۵/۸۲a	۵/۱۹a	۳۱/۳۶a	۳/۵۴a	۸۵/۴۶a	(شاهد)
۲/۱۷b	۰/۰۲۶a	۹/۰۲b	۰/۰۲۳a	۰/۰۰۳b	۴/۳۶b	۴/۷۱b	۳۰/۹۰a	۴/۰۱a	۸۲/۲۰b	۵
۱/۶۹c	۰/۰۲b	۸/۱۲c	۰/۰۱۸b	۰/۰۰۲۲c	۴/۲۳bc	۳/۸۹c	۳۰/۴۵a	۴/۴۶a	۸۱/۴۰b	۱۰
۱/۲۳d	۰/۰۱۵c	۷/۰۵d	۰/۰۱۴c	۰/۰۰۱۸c	۴/۰۴c	۳/۴۶d	۲۹/۵۷a	۵/۵۴a	۷۷/۸۶c	۱۵
۱/۵۱c	۰/۰۲۲b	۸/۳۲c	۰/۰۱۸b	۰/۰۰۱۹c	۴/۲۰c	۴/۱۲b	۲۴/۳۹c	۴/۴۹a	۷۳/۳۳c	پرایمینگ شاهد
۲/۴a	۰/۰۲۷a	۸/۴۰c	۰/۰۲۳a	۰/۰۰۳۵a	۴/۳۶bc	۴/۵۳a	۳۲/۸۸a	۳/۰۹c	۸۴/۰۰a	کلرید سدیم
۱/۸۵b	۰/۰۲۱b	۸/۶۰c	۰/۰۱۸b	۰/۰۰۲۶b	۴/۴۸b	۴/۷۶a	۲۸/۱۷b	۳/۰۱c	۷۹/۶۶b	آب مغناطیسی
۱/۷۱bc	۰/۰۲۱b	۹/۸۶a	۰/۰۱۹b	۰/۰۰۲۶b	۵/۰۹a	۴/۱۲b	۳۳/۸۱a	۳/۳۹b	۸۵/۰۸a	کلرید کلسیم
۱/۸۹b	۰/۰۲b	۹/۳۹b	۰/۰۱۹b	۰/۰۰۲۷b	۴/۹۲a	۴/۰۳b	۳۳/۶۰a	۳/۰۹c	۸۶/۵۸a	اسید سالیسیلیک

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، با یکدیگر اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد با آزمون دانکن ندارند.

در شوری بالا (۱۵ و ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر) باعث افزایش معنی‌دار درصد جوانه‌زنی و کاهش معنی‌دار میانگین زمان جوانه‌زنی شد. محققین با اضافه کردن تنظیم‌کننده رشد اسید سالیسیلیک و متیل جاسمونات به محلول پرایمینگ چغندرقد نتیجه گرفتند که سریع‌ترین و بیشترین میزان جوانه‌زنی برای بذره‌های مورد مطالعه در تیمارهای حاوی تنظیم‌کننده رشد اتفاق می‌افتد (Govahi et al. 2007).

**متوسط زمان جوانه‌زنی:** با افزایش سطح شوری از صفر به ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر شوری به صورت معنی‌دار بر متوسط زمان جوانه‌زنی افزوده شد. به طوری که سطح شاهد با متوسط ۳/۵۴ علاوه بر اینکه کمترین مدت زمان جوانه‌زنی را به خود اختصاص داد. مقدار صفت مذکور را در مقایسه با سطوح ۵، ۱۰ و ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب ۱۳/۲۷، ۲۵/۹۸ و ۵۶/۴۹ درصد کاهش داد. جمیل و شیخ رها (2008) اظهار داشتند تنش شوری مدت‌زمان جوانه‌زنی را در بذور چغندرقد افزایش داد.

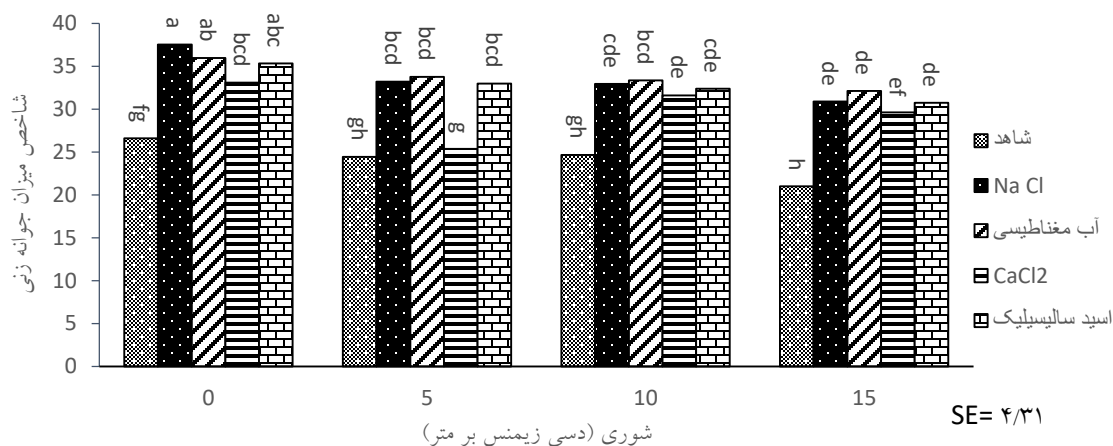
در مطالعه حاضر پرایمینگ بذر به صورت معنی‌دار از متوسط زمان جوانه‌زنی کاست به طوری که پرایمینگ بذر با کلرید سدیم، آب مغناطیس و اسید سالیسیلیک علاوه بر اینکه کمترین متوسط زمان جوانه‌زنی را به خود اختصاص دادند مقدار صفت مذکور را در مقایسه با تیمار عدم‌پرایمینگ به ترتیب ۳۱/۱۸، ۳۲/۹۶ و ۳۱/۱۸ درصد کاهش دادند (جدول ۲). پرایمینگ می‌تواند یک ساز و کار مهم برای شروع آماده‌سازی غشاء و سوخت و ساز داخلی بذر برای جوانه‌زنی از طریق افزایش میزان آنزیم‌های لازم برای جوانه‌زنی و افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی، حفظ تعادل یونی و نیز ایجاد تعادل هورمونی، از گیاه در برابر اثرات نامطلوب تنش محافظت کرده و آن را تحت چنین شرایطی بهبود می‌بخشد (Yuan-Yuan et al. 2010).

**درصد جوانه‌زنی:** در بررسی حاضر سطوح شاهد شوری و ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر شوری به ترتیب با متوسط ۸۵/۴۶ و ۷۷/۸۶ درصد بیشترین و کم‌ترین درصد جوانه‌زنی نهایی را به خود اختصاص دادند (جدول ۲). کاهش درصد جوانه‌زنی در شرایط افزایش شوری می‌تواند به دلیل اثرات اسمزی و یا سمیت یون سدیم باشد. تأثیر منفی تنش شوری بر جذب آب بذر و تغییر در پتانسیل رادوکس با کاهش قابلیت دسترسی به آب یا تداخل با متابولیسم گیاه از جوانه‌زنی جلوگیری می‌کند (Khan and Ungar 2001). علاوه بر آن تنش شوری باعث جلوگیری از بیان ژن‌های مسئول سنتز اسید جیبرلیک در بذر می‌شود (Kim and Park 2008). افزایش شوری با ایجاد تنش اکسیداتیو باعث جلوگیری از جوانه‌زنی شده است. (Amor et al. 2005). برخی از مطالعات نشان می‌دهد که تنش شوری در کاهش جوانه‌زنی و تأخیر در سبز شدن بذر گونه‌های چغندرقد (*Beta vulgaris L.*) نقش دارد (Jamil and Shik Rha 2008).

پرایمینگ با کلرید سدیم کلرید کلسیم و اسید سالیسیلیک به ترتیب با متوسط ۸۴، ۸۵/۰۸ و ۸۶/۵۸ درصد بالاترین و تیمار شاهد (بدون پرایمینگ) با متوسط ۷۳/۳۳ درصد کمترین درصد جوانه‌زنی را به خود اختصاص دادند (جدول ۲). بهبود صفات مختلف در بذر پرایمینگ شده با کلرید سدیم (NaCl) می‌تواند دلیل افزایش سرعت تقسیم سلولی و ظهور سریعتر گیاه‌چه توسط این پیش تیمار در بذر باشد (Bose and Mishra 1992). همین‌طور دمیر کایا و همکاران (2006) نیز اثر مثبت پرایمینگ با کلرید سدیم را بر بهبود شاخص‌های جوانه‌زنی بذور آفتابگردان گزارش کردند. در مطالعه دیانتیتیلکی و همکاران (Dianati-Tilaki et al. 2011) پرایمینگ بذور گونه (*Festuca ovina L.*) با کلرید سدیم (۳۰ دسی‌زیمنس بر متر)

۳۰/۸۹ واحد در مقایسه با عدم پرایمینگ به ترتیب ۴۱/۰۹، ۳۵/۹۹، ۳۳/۶۸ و ۴۶/۵۳ درصد افزایش داد (شکل ۱). در تحقیق حاضر تیمار بذور با هر چهار نوع پرایمینگ به خصوص در دو سطح شوری ۱۰ و ۱۵ دسی‌زیمنس مقدار شاخص جوانه‌زنی را در مقایسه با تیمار شاهد (عدم پرایمینگ) به صورت معنی‌دار افزایش دادند. هالوپرایمینگ (پرایمینگ نمکی) با نمک‌های کلرید کلسیم، کلرید پتاسیم و کلرید سدیم در کاهش اثرات تنش شوری و خشکی بر جوانه‌زنی مانند شاخص جوانه‌زنی نظیر عدس (Saglam *et al.* 2010) و گندم (Yagmur and Kaydan 2008) به طور موفقیت‌آمیزی مؤثر بوده است.

**شاخص میزان جوانه‌زنی:** با افزایش سطح شوری از صفر به ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر شوری از شاخص جوانه‌زنی بذر کاسته شد اما پرایمینگ بذر هم در شرایط عدم شوری و هم در شرایط شوری بر مقدار شاخص مذکور افزود. به طوری که سطح عدم پرایمینگ در تیمارهای شوری ۵، ۱۰ و ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب با متوسط ۲۴/۴۵، ۲۴/۶۷، ۲۱/۲۴ واحد شاخص جوانه‌زنی را در مقایسه با سطح صفر شوری با متوسط ۲۶/۶ واحد به ترتیب ۸/۰۸، ۷/۳۶ و ۲۰/۷۵ درصد کاهش دادند اما پرایمینگ با کلرید سدیم علاوه بر اینکه بالاترین شاخص جوانه‌زنی را به خود اختصاص داد مقدار صفت مذکور را در سطوح شاهد، ۵، ۱۰ و ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب با متوسط ۳۷/۵۳، ۳۳/۲۵، ۳۲/۹۴ و



شکل ۱ مقایسه میانگین اثر متقابل شوری و پرایمینگ بر شاخص جوانه‌زنی بذر چغندر قند

می‌گیرد کاهش رشد ریشه دور از انتظار نبود. در مطالعه حسینی و کوچکی (Hosseini and Koocheki 2007) طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در تیمارهای کلرید سدیم نسبت به تیمار شاهد کاهش نشان داد. در مقایسه میانگین اثر نوع پرایمینگ بر طول ریشه‌چه چغندر قند تیمارها به دو دسته تقسیم شدند دسته اول شامل دو تیمار پرایمینگ کلرید سدیم و آب مغناطیسی بود که به ترتیب با

**طول ریشه‌چه:** با افزایش سطح شوری از طول ریشه‌چه کاسته شد به نحوی که سطوح ۵، ۱۰ و ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر شوری به ترتیب با متوسط ۴/۷۱، ۳/۸۹ و ۳/۴۶ سانتی‌متر طول ریشه‌چه را در مقایسه با تیمار شاهد (با متوسط ۵/۱۹ سانتی‌متر) به ترتیب ۹/۲۴، ۲۵/۰۴ و ۳۳/۳۳ درصد کاهش دادند (جدول ۲). با توجه به اینکه ریشه به صورت مستقیم در معرض اثرات مضر نمک قرار



سالسیلیک با متوسط  $0/0027$  گرم، وزن خشک ریشه‌چه را در مقایسه با تیمار شاهد (عدم پرایمینگ) با متوسط  $0/0019$  گرم، به ترتیب  $84/21$ ،  $36/84$ ،  $36/85$  و  $42/10$  درصد افزایش دادند (جدول ۲). سیوریتیپ و همکاران (Sivritepe et al. 2003) بر روی بذر هندوانه، خان و همکاران (Khan et al. 2009) و روی بذر فلفل قرمز (*Capsicum annuum* L.) نشان دادند که پرایمینگ با کلرید سدیم باعث افزایش جوانه‌زنی و وزن خشک ساقه‌چه، ریشه‌چه و گیاه‌چه می‌گردد که هم‌سو با نتایج مطالعه حاضر است.

**طول ساقه‌چه:** در کلیه تیمارهای پرایمینگ افزایش سطح شوری از صفر به ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر از طول ساقه‌چه کاست به نحوی که ترکیب شاهد (عدم شوری) همراه با پرایمینگ بذر با کلرید سدیم و آب مغناطیسی به ترتیب با متوسط  $6/45$  و  $6/02$  سانتی‌متر بالاترین و ترکیب تیماری ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر شوری همراه با تیمار شاهد پرایمینگ (عدم پرایمینگ) با متوسط  $3/70$  سانتی‌متر کمترین طول ساقه‌چه را به خود اختصاص داد (شکل ۲). همچنین مقایسه میانگین ترکیبات تیماری نشان داد در سطح شاهد، ۵ و ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر شوری تنها پرایمینگ با کلرید سدیم و آب مغناطیسی توانست طول ساقه‌چه را در مقایسه با شاهد افزایش دهد. در سطح ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر شوری نیز تیمار پرایمینگ با آب مغناطیسی توانست طول ساقه‌چه را در مقایسه با تیمار شاهد (عدم پرایمینگ) و دیگر تیمارها افزایش دهد. طول ریشه‌چه و ساقه‌چه شاخص‌های مهمی جهت ارزیابی واکنش گیاهان به تنش شوری می‌باشند (Demir Kaya et al. 2006). کاهش رشد در اثر غلظت زیاد نمک حاصل عواملی نظیر ایجاد تنش آبی، اثر سمی یون‌ها، عدم تعادل یونی و یا کاهش مواد غذایی می‌باشد (Nun et al. 2003). فرهودی و همکاران

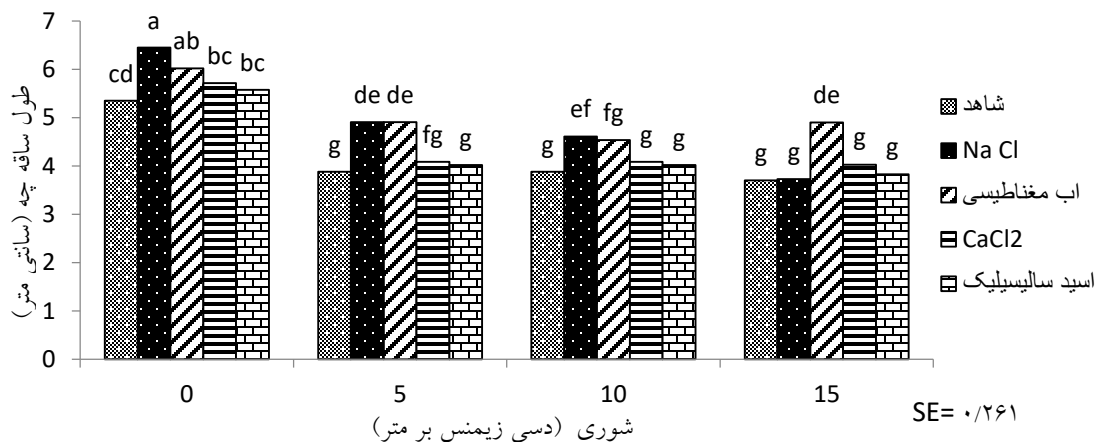
متوسط طول ریشه‌چه  $4/53$  و  $4/76$  سانتی‌متر بالاترین و دسته دوم شامل تیمارهای شاهد (عدم پرایمینگ)، کلرید کلسیم و اسید سالسیلیک بود که به ترتیب با متوسط  $4/12$ ،  $4/12$  و  $4/03$  سانتی‌متر کمترین طول ریشه‌چه را به خود اختصاص دادند (جدول ۲). سرعت بالای جوانه‌زنی در تیمارهای پرایمینگ می‌تواند باعث افزایش سرعت استفاده از مواد ذخیره‌ای در بذر شده و افزایش طول ریشه‌چه را به دنبال داشته باشد. بهبود خصوصیات رشدی ریشه‌چه در تیمار با کلرید سدیم در تحقیقات دیگر محققین گزارش شده است (Sivritepe et al. 2003; Khan et al. 2009).

**وزن خشک ریشه‌چه:** با افزایش سطح شوری از وزن خشک گیاه‌چه کاسته شد هر چند این کاهش از سطح ۱۰ به ۱۵ دسی‌زیمنس از لحاظ آماری معنی‌دار نبود در تحقیق حاضر سطح شاهد و سطح ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر شوری به ترتیب با متوسط  $0/0037$  و  $0/0018$  گرم کمترین و بیشترین وزن خشک ریشه‌چه را به خود اختصاص دادند (جدول ۲). ماکر و همکاران (Macar et al. 2009) گزارش کردند که تحت تنش شوری هم در مرحله جذب آب و هم استقرار گیاه‌چه علاوه بر کاهش در جذب آب، یون‌های اضافی نیز جذب می‌شود و ممانعت از ظهور ریشه‌چه عمدتاً به علت کاهش در شیب پتانسیل آب بین محیط بیرون و بذر می‌شود.

در این مطالعه اگرچه پرایمینگ با کلرید سدیم بالاترین وزن خشک ریشه‌چه را به خود اختصاص داد اما کلیه تیمارهای پرایمینگ در مقایسه با شاهد (عدم پرایمینگ) از وزن خشک ریشه‌چه بالاتری برخوردار بودند. در بررسی حاضر پرایمینگ بذر با کلرید سدیم با متوسط  $0/0035$  گرم، آب مغناطیسی با متوسط  $0/0026$  گرم، کلرید کلسیم با متوسط  $0/0026$  گرم و اسید

شوری شد. جمیل و شیخ رها (2008) گزارش کردند پرایمینگ بذر چغندرقد با اسید جیبرلیک اثرات منفی تنش شوری را بر طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و وزن تر گیاه تعدیل نمود.

(Farhoudi *et al.* 2006) گزارش کردند که پرایمینگ بذر کلزا با محلول کلرید سدیم سبب افزایش رشد گیاهچه، کاهش جذب سدیم و افزایش جذب پتاسیم در گیاهچه کلزا تحت تأثیر تنش



شکل ۲ مقایسه میانگین اثر متقابل شوری و پرایمینگ بر طول ساقه‌چه چغندرقد

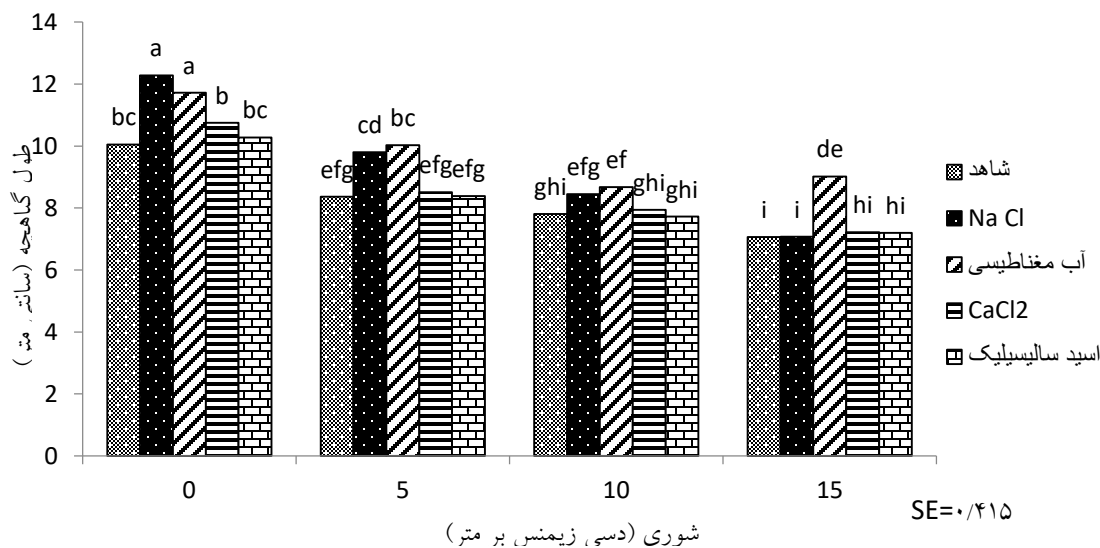
با کلرید سدیم باعث افزایش سرعت تقسیم سلولی در بذرهای باعث افزایش درصد جوانه‌زنی و کاهش میانگین زمان جوانه‌زنی و افزایش وزن ساقه می‌شود (Bose and Mishra 1992). علوی و همکاران (Alavi *et al.* 2012) نشان دادند که اسموپرایمینگ در مقایسه با هیدروپرایمینگ، درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه و شاخص بنیه بذر را در چغندرقد افزایش داد.

**طول گیاهچه:** ترکیب تیماری شاهد شوری همراه با تیمار پرایمینگ با کلرید سدیم و آب مغناطیس به ترتیب با متوسط ۱۲/۲۸ و ۱۱/۷۲ سانتی‌متر بالاترین طول گیاهچه را به خود اختصاص دادند کمترین طول گیاهچه نیز به ترکیب تیماری شوری ۱۵ دسی‌زیمنس همراه با شاهد پرایمینگ (عدم پرایمینگ) و پرایمینگ با کلرید سدیم به ترتیب با متوسط ۷/۰۶ و ۷/۰۷ سانتی‌متر تعلق داشت (شکل ۳). در این تحقیق شوری به صورت

**وزن خشک ساقه‌چه:** دو سطح شاهد و ۵ دسی‌زیمنس شوری با متوسط ۰/۰۲۴ و ۰/۰۲۳ گرم بالاترین و سطح ۱۵ دسی‌زیمنس شوری با متوسط ۰/۰۱۴ کمترین وزن خشک ساقه‌چه را به خود اختصاص داد (جدول ۲). یکی از دلایل عمده‌ای که کاهش وزن خشک ساقه‌چه را در پتانسیل‌های بالا توجیه کند، تحریک مواد غذایی و انتقال آن‌ها از لپه به محور رویانی است قابل ذکر است عواملی که سرعت رشد محور رویانی را تحت تأثیر قرار می‌دهند می‌توانند بر تحریک مواد غذایی و انتقال آن‌ها از لپه‌ها به محور رویانی تأثیر بگذارند (Khan *et al.* 2009). در بین تیمارهای پرایمینگ، تنها اختلاف معنی‌دار بین تیمار پرایمینگ با کلرید سدیم و دیگر تیمارها مشاهده شد به نحوی که تیمار مذکور با متوسط ۰/۰۲۳ گرم بالاترین وزن خشک ساقه‌چه را به خود اختصاص داد. بین دیگر تیمارهای پرایمینگ اختلاف معنی‌داری از نظر وزن خشک ساقه‌چه مشاهده نشد (جدول ۲). پرایمینگ

سه فاز جوانه‌زنی، از طریق کاهش مدت‌زمان سوخت و ساز شده و بدین ترتیب باعث تسریع جوانه‌نی می‌شود و ثانیاً در طی پرایمینگ بذر سنتز پروتئین و دی‌نوکلئیک اسید افزایش یافته و همچنین بر فسفولیپیدهای سلول‌های غشائی جنین تأثیرگذار می‌باشد (Nelson 2000). رشید و همکاران (Rashid *et al.* 2006) بهبود جوانه‌زنی بذرهای پرایم شده تحت تأثیر تنش شوری را ناشی از عواملی نظیر تنظیم جذب یون‌ها و جلوگیری از اختلال در فرایندهای غشایی تحت تأثیر تحریک پروتئین‌های حفاظتی بیان نمودند. همچنین در این روش افزایش انعطاف‌پذیری دیواره سلول نیز گزارش شده است (Akram-Ghaderi *et al.* 2008).

معنی‌دار از طول گیاهچه کاست به طوری که سطوح شوری ۵، ۱۰ و ۱۵ دسی‌زیمنس مقدار طول گیاهچه را در مقایسه با سطح شاهد شوری به ترتیب ۱۶/۸۱، ۲۲/۲۸ و ۲۹/۷۵ درصد کاهش داد اما پرایمینگ با کلرید سدیم در سطوح شوری شاهد، ۵، ۱۰ و ۱۵ دسی‌زیمنس به ترتیب ۱۸/۱۵، ۱۶/۶۵، ۹/۹۱ و ۱۱/۹۷ درصد افزایش داد. کاهش رشد گیاهچه‌ها در پاسخ به تنش شوری به دلیل اثرات اسمزی و کمبود آب، اثرات سمی یون‌ها و مواد غذایی لازم، بوده است که در این حالت ممکن است جنبه‌های متابولیسم گیاه را تحت تأثیر قرار بدهد. علت برتری بذرهای پرایم شده نسبت به پرایم نشده در گونه‌های مختلف گیاهی را می‌توان چنین استنباط نمود که اولاً پیش تیمار بذر با آب سبب توسعه فاز دو از



شکل ۳ مقایسه میانگین اثر متقابل شوری و پرایمینگ بر طول گیاهچه چغندرقد

کاهش جوانه‌زنی و رشد اولیه بذرهای می‌شود. همچنین ممکن است غلظت بالای یون‌های سدیم و کلر موجود در نمک کلرید سدیم باعث مسموم شدن بذرهای شده و اجازه جذب و نفوذ آب را به آنها ندهد (Khajeh-Hosseini *et al.* 2003). تیمار پرایمینگ با کلرید سدیم با متوسط ۰/۰۲۷ گرم علاوه بر اینکه بالاترین وزن

وزن خشک گیاهچه: بالاترین و پایین‌ترین وزن خشک گیاهچه به ترتیب با متوسط ۰/۰۲۷ و ۰/۰۱۵ گرم به ترتیب به سطوح شاهد (صفر شوری) و ۱۵ دسی‌زیمنس اختصاص داشت (جدول ۲). در واقع شوری با ایجاد پتانسیل اسمزی خارجی (محیط اطراف بذر) از نفوذ آب به داخل بذرهای جلوگیری کرده و در نتیجه باعث

تیمار شاهد (عدم پرایمینگ) اختصاص داشت. در این مطالعه پرایمینگ با کلرید سدیم، آب مغناطیسی، کلرید کلسیم و اسید سالیسیلیک شاخص بنیه گیاهچه را در مقایسه با تیمار شاهد به ترتیب ۵۸/۹۴، ۲۲/۵۱، ۱۳/۲۴ و ۲۵/۱۶ درصد افزایش دادند. بلوچی و احمد پور دهکردی (Balouchi and Ahmadpour 2013) گزارش کردند در شرایط بدون تنش شوری و شوری ۷۵ میلی مولار تیمار هیدروپرایمینگ در مقایسه با دیگر تیمارها به خصوص شاهد بیشترین شاخص بنیه بذر را در گیاه سیاهدانه به خود اختصاص داد.

### صفات گلخانه‌ای

اثر سطوح شوری و نوع پرایمینگ بر صفات سرعت سبز شدن نهایی، یکنواختی سبز شدن، درصد سبز شدن نهایی و ضریب سرعت سبز شدن در گلخانه معنی‌دار بود (جدول ۳).

**سرعت سبز شدن:** در تحقیق حاضر با افزایش سطح شوری از سرعت سبز شدن بذر کاسته شد به طوری که سطح شاهد با متوسط ۴/۲۴ درصد در روز بیشترین و تیمار ۱۵ دسی‌زیمنس با متوسط ۲/۱۶ درصد در روز کمترین سرعت سبز شدن بذر را به خود اختصاص دادند (جدول ۴). سرعت سبز شدن واکنش مثبتی به پرایمینگ‌های مختلف بذر نشان داد به طوری که پرایمینگ بذر با کلرید سدیم، آب مغناطیسی، کلرید کلسیم و اسید سالیسیلیک سرعت سبز شدن را در مقایسه با تیمار شاهد (عدم پرایمینگ) به ترتیب ۲۶/۲۲، ۱۰/۳۸، ۱۵/۸۴ و ۲۰/۷۶ درصد افزایش دادند (جدول ۴). همان طوری که ملاحظه می‌شود بالاترین سرعت جوانه‌زنی به پرایمینگ بذر با کلرید سدیم و اسید سالیسیلیک بود.

**یکنواختی سبز شدن:** در تحقیق حاضر بالاترین و پایین‌ترین یکنواختی سبز شدن به ترتیب به سطوح شوری شاهد (صفر

خشک گیاهچه را به خود اختصاص داد مقدار صفت مذکور را در مقایسه با تیمارهای شاهد (عدم پرایمینگ)، آب مغناطیسی، کلرید کلسیم و اسید سالیسیلیک به ترتیب ۲۲/۷۲، ۲۸/۵۷، ۲۸/۵۷ و ۳۵ درصد افزایش داد (جدول ۲). سیوریتپوهمکاران (2003)، طی آزمایشی با پیش تیمار بذر خربزه توسط کلرید سدیم و کشت در محیط شور بیان داشتند وزن خشک گیاهچه در بذر پرایم شده نسبت به بذر پرایم نشده به‌طور معنی‌داری بیشتر بود. نتایج اثربخشی پرایمینگ بذر چغندر قند، حتی پس از گذشت شش ماه مشاهده شده است (Kuppusamy and Ranganathan 2014).

**شاخص بنیه گیاهچه:** در تحقیق حاضر با افزایش غلظت شوری از صفر به ۱۵ دسی‌زیمنس از شاخص بنیه گیاهچه چغندر قند کاسته شد به طوری که سطوح ۵، ۱۰ و ۱۵ دسی‌زیمنس شاخص بنیه گیاهچه را در مقایسه با سطح شاهد به ترتیب ۹/۵۸، ۲۹/۵۸ و ۴۸/۷۵ درصد کاهش دادند (جدول ۲). با توجه به اینکه در مطالعه حاضر شاخص بنیه گیاهچه از حاصل ضرب وزن خشک گیاهچه و سرعت جوانه‌زنی به دست آمد و تنش شوری هر دو صفت مذکور را کاهش داد کاهش شاخص بنیه گیاهچه دور از انتظار نبود. تنش شوری عموماً باعث تأخیر در جوانه‌زنی، کاهش سرعت و درصد جوانه‌زنی، تأخیر در ظهور ریشه‌چه و ساقه‌چه و در نتیجه کاهش رشد گیاهچه‌ها در محیط‌های شور می‌گردد. این اثرات می‌تواند به دلیل مشکلات اسمزی (پتانسیل اسمزی منفی در خاک)، به هم خوردن تعادل غذایی، تأثیر یون‌های خاص، سمیت یونی و یا ترکیبی از این چهار فاکتور باشد که در اثر ترکیبات مؤثر در شوری و یا به علت غلظت‌های آنان برای گیاهان و بذرهای آنها به وجود می‌آید (Schabes and Sigstad 2008). در بین تیمارهای پرایمینگ بالاترین شاخص بنیه گیاهچه به تیمار پرایمینگ با کلرید سدیم اختصاص داشت کمترین مقدار شاخص مذکور نیز به

در تحقیق حاضر با افزایش سطح شوری از شاخص‌های مورد بررسی در محیط گلخانه کاسته شد بایبوردی و طباطبایی (Bybordi and Tabatabaei 2009) بیان داشتند که تنش شوری در جذب آب توسط بذر در مرحله آبیگر و تورژانس بذر اختلال ایجاد کرده و موجب کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی و سبز شدن بذر می‌شود. کاهش در صفات مرتبط با جوانه‌زنی در بذور کدو (Mousavi and Omid 2017) و گندم (Ghaderi- Far et al. 2012) گزارش شده است که همسو با نتایج تحقیق حاضر است.

با توجه به نتایج آزمایش گلخانه‌ای مشاهده شد پرایمینگ بذور با کلرید سدیم و اسید سالیسیلیک در مقایسه با شاهد و دیگر تیمارهای پرایمینگ از سرعت سبز شدن، یکنواختی سبز شدن، درصد سبز شدن نهایی و ضریب سرعت جوانه‌زنی برخوردار بودند. گزارش‌های مختلف نشان می‌دهد که پرایمینگ، درصد، سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی و سبز شدن بذر را افزایش می‌دهد (Akram- Ghaderi et al. 2008; Soltani et al. 2007; Murungu et al. 2003)

**جدول ۳** میانگین مربعات مؤلفه‌های جوانه‌زنی در شرایط شوری تحت تیمارهای مختلف پرایمینگ بذر چغندر قند در گلخانه

میانگین مربعات (MS)			درجه آزادی	منابع تغییر
ضریب سرعت جوانه‌زنی	درصد سبز شدن نهایی	یکنواختی سبز شدن		
۰/۰۴۳**	۷۱/۴۱*	۲۳۴/۷۳ <sup>NS</sup>	۱/۰۲**	۳ شوری
۱/۱۲**	۷۸/۹۰**	۸۹۷/۷۵**	۱/۸۱**	۴ نوع پرایمینگ
۰/۰۰۹ <sup>NS</sup>	۸/۴۱ <sup>NS</sup>	۸۳/۰۹ <sup>NS</sup>	۰/۰۴ <sup>NS</sup>	۱۲ شوری × پرایمینگ
۰/۰۰۵	۱۸/۲۶	۱۴۴/۳۷	۰/۰۳	۴۰ خطا
۸/۸۱	۸/۸۲	۸/۱۲	۹/۳۲	- ضریب تغییرات

<sup>NS</sup> و <sup>\*\*</sup> به ترتیب عدم معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

شوری) با متوسط ۸۷/۷۱ درصد اختصاص داشت که البته این اختلاف به لحاظ آماری معنی‌دار نبود. مقایسه میانگین تیمارهای پرایمینگ نشان داد پرایمینگ با کلرید سدیم، آب مغناطیسی و اسید سالیسیلیک با متوسط یکنواختی معادل ۸۵-۹۰ درصد بالاترین و تیمار شاهد پرایمینگ با متوسط ۷۶/۸۴ درصد کمترین یکنواختی سبز شدن را به خود اختصاص دادند.

**درصد سبز شدن نهایی:** با افزایش سطح شوری از درصد سبز شدن نهایی کاسته شد به نحوی که سطح صفر شوری (شاهد) با متوسط ۹۰/۸۶ درصد بالاترین مقدار صفت مذکور را به خود اختصاص داد. اگر چه کمترین درصد جوانه‌زنی نهایی با متوسط ۷۸/۲۰ درصد به سطح ۱۰ دسی‌زیمنس اختصاص داشت اما بین سطح مذکور و سطح ۱۵ دسی‌زیمنس با متوسط ۷۹/۶۰ درصد اختلاف معنی‌دار دیده نشد. در بین تیمارهای پرایمینگ بذر تنها اختلاف معنی‌دار بین تیمار پرایمینگ بذر با کلرید سدیم و تیمار شاهد (عدم پرایمینگ) دیده شد تیمارهای مذکور به ترتیب با متوسط ۸۴/۳۳ و ۹۲/۸۳ درصد به ترتیب بالاترین و پایین‌ترین درصد نهایی سبز شدن بذور چغندر قند را به خود اختصاص دادند.

**ضریب سرعت جوانه‌زنی:** در تحقیق حاضر با افزایش سطح شوری از ضریب سرعت جوانه‌زنی کاسته شد به نحوی که سطح شاهد شوری با متوسط ۰/۸۶ واحد بیشترین و سطح ۱۵ دسی‌زیمنس با متوسط ۰/۶۶ واحد کمترین مقدار صفت مذکور را به خود اختصاص دادند. در بین تیمارهای پرایمینگ تیمار شاهد (عدم پرایمینگ) و کلرید کلسیم به ترتیب با متوسط ۰/۶۶ و ۰/۶۷ واحد کمترین و تیمارهای کلرید سدیم و اسید سالیسیلیک با متوسط ۰/۷۲ و ۰/۷۱ واحد بیشترین ضریب سرعت جوانه‌زنی را به خود اختصاص دادند.

بیشترین اثر نامطوب را بر صفت مذکور نشان داد. در این بررسی پرایمینگ با کلرید سدیم بر وزن خشک ریشه‌چه ساقه‌چه و گیاهچه و شاخص بنیه مؤثر بوده و بر صفات دیگر با سایر تیمارها در گروه مشترک قرار گرفت. همچنین پرایمینگ با کلرید سدیم (1g/100cc) بیشترین اثر مثبت را بر وزن خشک ریشه‌چه داشت و شاخص مذکور را در مقایسه با تیمار شاهد ۸۴/۲۱ درصد افزایش داد. می‌توان گفت پرایمینگ بذر از طریق افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت از قبیل گلوکاتایون و آسکوربات، فعالیت پراکسیداسیون لیپید را طی جوانه‌زنی کاهش داده و باعث افزایش شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه و عملکرد ریشه در شرایط شوری می‌شوند همچنین پرایمینگ با توسعه فاز دو از سه فاز جوانه‌زنی از طریق کوتاه نمودن مدت زمان سوخت و ساز باعث تسریع جوانه‌زنی در این شرایط می‌شود (Demir Kaya et al. 2006). بنابراین پرایمینگ بذر (به خصوص با کلرید سدیم) می‌تواند راهکار مفیدی بهبود رشد اولیه چغندر قند در شرایط محیطی نرمال (بدون تنش) و تنش شود بنابراین جهت بهبود شاخص‌های جوانه‌زنی و رشدی گیاهچه چغندر قند پرایمینگ بذر به خصوص با کلرید سدیم که ارزان و در دسترس است می‌تواند راهکار مؤثری جهت افزایش سطح زیر کشت و عملکرد ریشه چغندر قند در مناطق شور و لب‌شور باشد.

## References:

- Abdollahian Noghahi M, Sheykholeslami R, Babaei B. Terms and meanings of technological quantity and quality of sugarbeet. Journal of Sugar beet. 2005; 21: 101-104. (in Persian, abstract in English)
- Afzal I, Ahmad N, Basra SMA, Ahmad R, Iqbal A. Effect of different seed vigour enhancement techniques on hybrid maize (*Zea mays* L.). Pakistan Journal of Agricultural Sciences. 2002; 12 (1);51-63.
- Akram-Ghaderi F, Kamkar B, Soltani A. Principles of seed science and technology. 2005 Jahad Daneshgahi Mashhad Press, p: 512. (in Persian, abstract in English)

## جدول ۴ مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده در

تیمارهای شوری و پرایمینگ بذر چغندر قند در محیط گلخانه

شوری (دسی‌زیمنس/متر)	سرعت سبزشدن (درصد/روز)	یکنواختی سبزشدن	درصد سبزشدن	ضریب سرعت جوانه‌زنی
(شاهد)	۴/۲۴a	۸۷/۷۱a	۹۰/۸۶a	۰/۸۶a
۵	۴/۱۶a	۸۱/۲۵a	۸۹/۱۳ab	۰/۸۱ab
۱۰	۳/۸۴b	۸۲/۹۸a	۷۸/۲۰b	۰/۷۴b
۱۵	۲/۱۶c	۷۶/۲۶a	۷۹/۶۰b	۰/۶۶c
پرایمینگ شاهد	۳/۶۶c	۷۶/۸۴c	۸۴/۳۳b	۰/۶۶b
کلریدسدیم	۴/۶۲a	۹۰/۱۵a	۹۲/۸۳a	۰/۷۲a
آب مغناطیسی	۴/۰۴b	۸۷/۱۵ab	۸۸/۸۳ab	۰/۶۹ab
کلریدکلسیم	۴/۲۴b	۸۵/۰۷b	۸۹/۵۰ab	۰/۶۷b
اسید سالیسیلیک	۴/۴۲a	۸۹/۵۵a	۹۱/۰۰ab	۰/۷۱a

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، با یکدیگر اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد با آزمون دانکن ندارند.

## نتیجه‌گیری

در تحقیق حاضر با افزایش سطح شوری از کلیه شاخص‌های جوانه‌زنی، گیاهچه‌ای و سبزشدن بذر چغندر قند کاسته شد. بالاترین اثر منفی شوری در تحقیق حاضر روی وزن خشک ریشه‌چه مشاهده شد به طوری که سطح ۱۵ دسی‌زیمنس مقدار صفت مذکور را در مقایسه با شاهد (عدم شوری) ۵۱/۳۵ درصد کاهش داد؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت به دلیل اینکه این اندام به صورت مستقیم در معرض شوری قرار دارد شوری

## منابع مورد استفاده:

- Akram-Ghaderi F, Soltani E, Soltani A, Miri AA. Effect of priming on response of germination to temperature in cotton. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*. 2008; 15: 44-51. (in Persian)
- Alavi ZS, Roushanfekr H, Hasibi P, Mesgarbashi M. Effect of osmo and hydro-priming on the rate and percent of germination of sugar beet genotypes under salt stress. 2012. Proc. Second Conference Seed Science and Technology- Mashhad. (in Persian, abstract in English)
- Amor NB, Hamed KB, Debez, A, Grignon C, Abdely C. Physiological and antioxidant responses of the perennial halophyte *Crithmum maritimum* to salinity. *Plant Science*. 2005; 168: 889–899.
- Balouchi HR, Ahmadpour Dehkordi S. Effect of different seed priming on germination traits in Black cumin (*Nigella sativa*) under salinity stress. *Journal of Plant Production*, 2013; 20 (3): 1-26. (in Persian, abstract in English)
- Bose B, Mishra T. Response of wheat seed to pre-sowing seed treatment with Mg (NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>. *Annuals of Agricultural Research*. 1992; 13: 132-136.
- Bybordi, A, Tabatabaei J. Effect of salinity stress on germination and seedling properties in canola cultivars (*Brassica napus* L.). *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. 2009; 37(2): 71- 76.
- Cavusoglu K, Kabar K. Effects of hydrogen peroxide on the germination and early seedling growth of barley under NaCl and high temperature stresses. *EurAsian Journal of Bioscience*. 2010; 4: 70-79.
- Chen K, Fessehaie A, Arora R. Dehydrin metabolism is altered during seed osmopriming and subsequent germination under chilling and desiccation in *Spinaciaoleracea* L. cv. Bloomsdale: Possible role in stress tolerance. *Plant Science*. 2011;48: 1- 11.
- Corbineau F, Come D. Priming: a Technique for Improving Seed Quality. *Seed Testing International*. 2006.132: 38-40.
- De F, Kar RK. Seed germination and seedling growth of mung bean under water stress induced by PEG 6000. *Seed Science and Technology*. 1994; 23.301-304.
- Demir Kaya M, Okcu G, Atak M, Cikili Y, Kolsarici O. Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *European Journal of Agronomy*. 2006. 24: 291-295.
- Dianati-Tilaki G, Shakarami B, Tabari M, Behtari B. The effect of NaCl priming on germination and early growth of seeds of *Festuca ovina* L. under salinity stress conditions. *Iranian Journal of Range and Desert Research*. 2011;18 (3):425-642. (in Persian, abstract in English)
- Farhoudi R, Sharifzadeh F. The effects of NaCl priming on salt tolerance in canola (*Brassica napus* L.) seedlings grown under saline conditions. *Indian Journal of Crop Science*. 2006;1 (1–2): 74-78.
- Farooq M, Basra SMA, Tabassum R, Ahmed N. Evaluation of seed vigor enhancement techniques on physiological and biochemical basis in coarse rice (*Oryza sativa* L.). *Seed Science and Technology*. 2006; 34: 741-750.

- Ghaderi-Far F, Alimagham SM, Kameli AM, Jamali M. Isabgol (*Plantago ovata* Forsk) seed germination and emergence as affected by environmental factors and planting depth. International Journal of Plant Production. 2012; 6: 185-194.
- Ghassemi-Golezani K, Chadordooz-Jeddi A, Nasrullahzadeh S, Moghaddam M. Influence of hydro-priming duration on field performance of pinto bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars. African Journal of Agricultural Research. 2010; 5(9): 893-897.
- Govahi M, Arvin MJ, Safari G. Incorporation of plant growth regulators into the priming solution improves sugar beet germination, emergence and seedling growth at low-temperature. Pakistan Journal of Biological Sciences. 2007;10(19): 3390-3394.
- Hosseini A, Koocheki A. Effects of priming on seed germination and germination rate of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) cultivars. Iranian Journal of Agricultural Research. 2007; 5 (1): 76-69. (in Persian, abstract in English)
- Jamil M, Shek Rha ES. Gibberellic acid (GA3) enhance seed water uptake, germination and early seedling growth in sugar beet under salt stress. Pakistan Journal of Biological Sciences. 2008; 10(4): pp.654-658.
- Khajeh-Hosseini M, Powell AA, Bingham IJ. The interaction between salinity stress and seed vigor during germination of soybean seeds. Seed Science and technology. 2003; 31(3): 715-725.
- Khan HA, Ayub CM, Pervez MA, Bilal RM, Shahid MA, Ziaf K. Effect of seed priming with NaCl on salinity tolerance of hot pepper (*Capsicum annuum* L.) at seedling stage. Journal of Soil and Environment. 2009; 28(1): 81-87.
- Khan MA, Ungar IA. Seed germination of *Triglochin maritime* as influenced by salinity and dormancy relieving compounds. Journal of Biological Plant. 2001; 44: 301-307.
- Khayamim S, Jahadakbar MR, Noshad H, Rozbeh F, Zavieh Mavadat L. Effect of salt stress on photosynthetic components of sugar beet in the greenhouse and field conditions. Journal of Sugar Beet. 2014; 30(1): 33-41.
- Kim SG, Park CM. Gibberellic acid-mediated salt signaling in seed germination. Plant Signal Behavior. 2008; 3: 877-879.
- Kuppusamy N, Ranganathan U. Storage potential of primed seeds of okra (*Abelmoschus esculentus*) and beet root (*Beta vulgaris*). Australian Journal of Crop Science. 2014; 8(9):1290-1297.
- Macar TK, Turan Ö, Ekmekçi Y. Effects of water deficit induced by PEG and NaCl on chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars and lines at early seedling stages. Gazi University Journal of Science. 2009; 22(1): 5-14
- Maheshwari BL, Grewal HS. Magnetic treatment of irrigation water: its effect on vegetable crop yield and water productivity. Agricultural Water Management. 2009; 96: 1229–1236.
- Mousavi SA, Omidi H. Effect of Biomedical Treatments on Germination, Growth and Physiologic Parameters of Paper Pumpkin Seedling in Salinity. Journal of Seed Research. 2017. 7(2): 10-20. (in Persian, abstract in English)



- Murungu FS, Nyamugafata P, Chiduzza C, Clark LJ, Whalley WR. Effects of seed priming aggregate size and soil matrix potential on emergence of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) and maize (*Zea mays* L.). *Soil and Tillage Research*. 2003; 74: 161- 168.
- Nelson CP. Water potential: The key to successful seed priming. Decagon Devices, Inc. 2000. AN4101 - 10.
- Nun NB, Plakhine D, Joel DM, Mayer AM. Changes in the activity of the alternative oxidase in orobanche seeds during conditioning and their possible physiological function. *Phytochemistry*. 2003; 64(1): 235-241.
- Patade VY, Bhargava S, Suprasanna P. Halopriming imparts tolerance to salt and PEG induced drought stress in Sugarcane. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 2009; 134: 24-28.
- Rashid A, Hollington PA, Harris D, Khan P. On-farm seed priming for barley on normal, saline and saline-sodic soils in North West Frontier Province, Pakistan. *European journal of agronomy*. 2006; 24(3): 276-281.
- Roosbeh, Davoudi D, Khayam S. Improvement of sugar beet seed germination traits and indices using priming with multi-wall carbon nanotubes. *Journal of Seed Science and Technology of Iran*. 2016; 5 (2): 157.167.
- Saglam S, Sibel DAY, Gamze KA, GÜRBÜZ A. Hydropriming increases germination of lentil (*Lens culinaris Medik.*) under water stress. *Notulae Scientia Biologicae*. 2010; 2(2): 103-115.
- Schabes FI, Sigstad EE. Calorimetric studies of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *seed Science*. 2008;13: 121-138.
- Shah Rajabian MH, Moradi K. The effect of hydropriming time on tomato seed germination percent and seedling early growth in salinity stress. *Agricultural bulletin*. Islamic Azad University, Takestan unit. 2009; 1(3): 26-32. (in Persian, abstract in English)
- Sivritepe N, Sivritepe HO, Erifl A. The effects of NaCl priming on salt tolerance in melon seedlings grown under saline conditions. *Scientia Horticulturae*. 2003; 97: 229-237.
- Soltani A, Gholipoor M, Zeinali ME. Seed reserve utilization and seedling growth of wheat as affected by drought and salinity. *Environmental and Experimental Botany*. 2006; 55: 195-200.
- Soltani E, Akram-Ghaderi F, Maemar H. The effect of priming on germination components and seedling growth of cotton seeds under drought. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*. 2007; 14: 9-16. (in Persian)
- Srivastava AK, Suprasanna P, Srivastava S, D'Souza SF. Thiourea mediated regulation in the expression profile of aquaporins and its impact on water homeostasis under salinity stress in *Brassica juncea* roots. *Plant Science*. 2010; 178: 517-522.
- Yagmur M, Kaydan D. Alleviation of osmotic stress of water and salt in germination and seedling growth of triticale with seed priming treatments. *African Journal of Biotechnology*. 2008; 7 (13): 2156-2162.

Yuan-Yuan SUN, Yong-Jian SUN, Ming-Tian WANG, Xu-Yi LI, Xiang GUO, Rong HU, Jun MA. Effects of seed priming on germination and seedling growth under water stress in rice. *Acta Agronomica Sinica*. 2010; 36(11):1931-1940.

Zhu JK. Plant salt tolerance trends. *Plant Science*. 2001; 6: 66-72.