Islamic Azad University
Gorgan Branch

Journal of Seed Research

ISSN (Print): 2383-2665
ISSN (Online): 2981-2461

Evaluation of the effect of priming on germination and growth characteristics of sugar beet cultivars (*Beta Vulgaris* L.) under salinity conditions

Seyed GholamReza Salehi[1], Heshmat Omidi[2*], Mehdi Hasani[3], Mohammad Hosein Bijeh Keshavarzi[4]

[1] M.Sc, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran, Iran, Email: s.salehi14@gmail.com
[2] Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran, Iran, Email: omidi@shahed.ac.ir
[3] Assistant Professor, Ph.D., Sugar Beet Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran, Email: m.hasani@areeo.ac.ir
[4] PhD student, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran, Iran, Email: mohammadhosein.keshavarzi@shahed.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Full Paper

Article history:
Received: 2024-1-24
Revised: 2024-5-1
Accepted: 2024-5-12

Keywords:
Hydropriming
Potassium nitrate
Sugar beet cultivars
Germination speed

ABSTRACT

Salinity stress prevents the absorption of water for seed germination by creating a negative potential. In stressful conditions, if the seed passes through the germination stage, the resulting seedlings will have more chances to continue growing and developing and will find a higher ability to tolerate and overcome adverse environmental conditions. This study aims to investigate the effect of priming treatments (control without priming, hydropriming, priming with 0.25% potassium nitrate and priming with 0.5% potassium nitrate) on the germination characteristics of sugar beet cultivars and growth characteristics under five levels of salinity (0, 4, 8, 12, and 16 dS/m) on germination and seedling growth in four replicates in a petri dish in laboratory conditions, in 2023 and as a factorial experiment based on a completely randomized design. The results showed that the effect of seed priming and salinity stress on the average germination time, germination speed coefficient, germination variance, germination uniformity, root length, stem length, stem and root dry weight, water content relatively, chlorophyll a, chlorophyll b and carotenoids were significant. The results showed that in all three genotypes, the number of germinated seeds decreased with the increase in salinity level, and in the control levels and the use of water as a priming factor, this decrease was moderated. With the increase of salt concentration up to 12 ds level, the relative water content increased sigmoidally and showed a relatively stable trend at two levels of 12 and 16 ds. In most of the investigated traits, Shokofa variety has shown less reaction than other genotypes. In the investigation of the reaction process of genotypes to the speed, variance and homogeneity of germination in prime and salinity levels, it has shown a decrease with increasing salinity concentration.

Cite this article: Salehi, S.Gh.R., Omidi, H., Hasani, M., Bijeh Keshavarzi, M.H. (2023). Evaluation of the effect of priming on germination and growth characteristics of sugar beet cultivars (*Beta Vulgaris* L.) under salinity conditions. *Seed Research*, 13 (2), 46-61.

©The author(s)
Publisher: Islamic Azad University, Gorgan branch

تحقیقات بذر
شاپا چاپی: ۲۶۶۵-۲۳۸۳
شاپا الکترونیکی: ۲۴۶۱-۲۹۸۱
دانشگاه آزاد اسلامی
واحد گرگان

بررسی اثر پرایمینگ بر ویژگی‌های جوانه‌زنی و رشدی ارقام چغندر قند (*Beta vulgaris* L.) در شرایط شوری

سیدغلامرضا صالحی[۱]، حشمت امیدی[۲*]، مهدی حسنی[۳]، محمد حسین بیجه کشاورزی[٤]

[۱] کارشناسی‌ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران، رایانامه: s.salehi14@gmail.com
[۲] استاد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران، رایانامه: omidi@shahed.ac.ir
[۳] استادیار، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران، رایانامه: m.hasani@areeo.ac.ir
[٤] دانشجوی دکتری، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران، رایانامه: mohammadhosein.keshavarzi@shahed.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی

تاریخ دریافت: ۱٤۰۲/۱۱/۰٤
تاریخ بازنگری: ۱٤۰۳/۲/۱۲
تاریخ پذیرش: ۱٤۰۳/۲/۲۳

واژه‌های کلیدی:
ارقام چغندرفند
سرعت جوانه زنی
نیترات پتاسیم
هیدروپرایمینگ

چکیده

تنش شوری با ایجاد پتانسیل منفی، از جذب آب برای جوانه‌زنی بذور جلوگیری می‌کند. در شرایط تنش، اگر بذر بتواند از مرحله جوانه زنی عبور کند، گیاهچه های حاصل شانس بیشتری برای ادامه رشد و نمو خواهند داشت و در برابر شرایط نامساعد محیطی مقاوم تر خواهند بود. این پژوهش با هدف بررسی اثر تیمارهای پرایمینگ (شاهد بدون پرایمینگ، هیدروپرایمینگ و پرایمینگ با نیترات پتاسیم ۰/۲۵ و ۰/۵ درصد) بر ویژگی‌های جوانه زنی و رشدی گیاهچه ارقام چغندرقند (شامل رقم شکوفا، رقم حسنا، لاین SBSI 284.) در شرایط شوری در پنج سطح (۰، ٤، ۸،۱۲ و ۱٦ دسی‌زیمنس بر متر) در چهار تکرار در شرایط آزمایشگاهی در سال ۱٤۰۲، به صورت آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملا تصادفی اجرا گردید. نتایج نشان داد که تاثیر پرایمینگ بذر و تنش شوری بر میانگین مدت جوانه زنی، ضریب سرعت جوانه زنی، واریانس جوانه زنی، یکنواختی سبز شدن، طول ریشه چه، طول ساقه، وزن خشک ساقه و ریشه، محتوای آب نسبی، کلروفیل a کلروفیل b و کارتنوئید معنی‌دار بود. نتایج نشان داد که در هر سه رقم تعداد بذور جوانه زده با افزایش سطح شوری، کاهش نشان داده و در سطوح شاهد و استفاده از آب در عامل پرایمینگ، این کاهش به نسبت تعدیل شده است. با افزایش غلظت نمک تا سطح ۱۲ دسی زیمنس بر متر، محتوای نسبی آب به طور سیگموئیدی افزایش یافته و در دو سطح ۱۲ و ۱٦ دسی زیمنس بر متر، روند نسبتا ثابتی نشان داد. در اکثر ویژگی‌های مورد بررسی، رقم شکوفا نسبت به دیگر رقم‌ها، واکنش کمتری نشان داد. در بررسی روند واکنش رقم‌ها به سرعت، واریانس و همگنی جوانه زنی در سطوح پرایم و شوری با افزایش غلظت شوری، کاهش نشان داد.

استناد: صالحی، سیدغلامرضا؛ امیدی، حشمت؛ حسنی، مهدی؛ بیجه کشاورزی، محمد حسین. (۱٤۰۲). بررسی اثر پرایمینگ بر ویژگی‌های جوانه‌زنی و رشدی ارقام چغندر قند (*Beta vulgaris* L.) در شرایط شوری. *تحقیقات بذر*، ۱۳ (۲)، ٦۱-٤٦.

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد گرگان
© نویسندگان.

مقدمه

چغندرقند به‌عنوان یک گیاه صنعتی و استراتژیک، اصلی‌ترین منبع تولید شکر مورد نیاز کشور می‌باشد. استان های آذربایجان‌غربی، خراسان‌رضوی، فارس وکرمانشاه مهمترین تولیدکنندگان چغندرقند در ایران محسوب می‌شوند (Abdollahian et al., 2005). همگام با افزایش جمعیت جهان بایستی میزان تولیدات کشاورزی و مواد غذایی افزایش یابد از طرف دیگر میزان تولید در گیاهان به علت وجود تنش های محیطی که از مهمترین آنها می‌توان به خشکی، سرما و شوری اشاره کرد، تحت تاثیر قرار گرفته است. 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. 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) و این عامل سبب کاهش سرعت رشد گیاه می شود. همچنین افزایش یونهای سدیم و کلر موجب کاهش جذب یون های ضروری ازجمله یونهای پتاسیم، کلسیم، آمونیم و نیترات شده و از فعالیت آنزیم‌ها کاسته و ساختار غشاء را برهم می‌زند (Shah Rajabianand Moradi, 2009).

پرایمینگ بذر یکی از روش های کاهش اثرات منفی تنش‌ها ازجمله شوری است (که باعث القاء مقاومت اولیه به تنش‌های محیطی می‌شود Yagmur (Chen and et al., 2011; and Kaydan, 2008. علت تسریع جوانه‌زنی در بذور پرایم شده می‌تواند ناشی از افزایش فعالیت آنزیم‌های تجزیه کننده مثل آلفا-آمیلاز، افزایش سطح شارژ انرژی زیستی در قالب افزایش مقدار ATP، افزایش سنتزDNA و RNA، افزایش تعداد و در عین حال ارتقاء عملکرد میتوکندری ها می‌باشد (Afzal and et al., 2002).

امروزه پرایمینگ بذر به‌طور گسترده و توسعه یافته، با هدف بهبود جوانه‌زنی و سبز شدن گیاه‌چه 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 و درنهایت قبل از ظهور ریشه‌چه بذرها دوباره خشک شده (به رطوبت اولیه برگردانده می‌شوند)، سپس ذخیره و یا کاشته می‌شوند (Rajjou and et al., 2012).

جوانه‌زنی بذر و استقرار گیاهچه به‌خصوص در زمان مواجه با تنش‌های محیطی، یکی از بحرانی‌ترین مراحل زندگی گیاه به شمار می‌رود (Cavusoglu and Kabar, 2010). تنش شوری با ایجاد پتانسیل منفی از جذب آب برای جوانه‌زنی بذور 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 مواجهه می‌سازد (Khajeh-Hosseini and et al., 2003). امکان دارد که غلظت‌های بالای نمک باعث توقف کامل این مرحله از رشد شود (Yagmur and Kaydan, 2008 و 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). 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 (Schabes and Sigstad, 2008). از آنجا که پرایمینگ بذور روشی ساده و کم‌هزینه برای تسریع و یکنواختی جوانه‌زنی بخصوص در شرایط نامساعد خاک است و با توجه به افزایش روز افزون شوری خاک و آب کشاورزی در ایران و اهمیت گسترش ارقام ایرانی چغندرقند در نقاط مختلف کشور، این پژوهش با هدف تأثیر تیمارهای مختلف پرایمینگ نیترات پتاسیم بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه در سه رقم چغندرقند در شرایط تنش شوری انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

زمان و محل اجرای آزمایش: این آزمایش در آزمایشگاه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، در سال ۱۴۰۱ بصورت فاکتوریل بر پایه طرح کامل تصادفی و در ٤ تکرار (مجموعاً ۲٤۰ پتری دیش) انجام شد. بذور ارقام چغندرقند (شامل رقم شکوفا، رقم حسنا، لاین SBSI 284.) بهاره- مونوژم- دیپلوئید از موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند ایران تهیه شده‌اند.

تیمارهای آزمایشی شامل: ۱- عامل و پیش تیمار اول پرایمینگ در ٤ سطح (۱- صفر یا کنترل به عنوان شاهد، ۲-هیدروپرایمینگ با آب مقطر به مدت یک ساعت و در دمای زیر ۱۵ درجه سانتی گراد، ۳- نیترات پتاسیم ۰/۲۵ درصد (w/v) به مدت ۱۲ ساعت در دمای زیر ۱۵ درجه، ٤- نیترات پتاسیم ۰/۵ در صد (w/vبه مدت ۱۲ ساعت در دمای زیر ۱۵ درجه)

۲- عامل و پیش تیمار دوم عامل شوری در ۵ سطح (۰، ٤، ۸، ۱۲ و ۱٦ دسی زیمنس بر متر)

۳-عامل سوم ۳ ژنوتیپ چغندرقند (رقم شکوفا، رقم حسنا، لاین SBSI 284)

قبل از شروع آزمایش، بذور چغندر قند با استفاده از محلول هیپوکلریدسدیم ۱۰ درصد به‌مدت سه دقیقه ضدعفونی شدند و سپس به‌منظور حذف مواد ضدعفونی کننده، سه مرتبه با آب مقطر شستشو شدند و همزمان در این مرحله، وسایل مورد نیاز به همراه کاغذهای جوانه‌زنی در اتوکلاو با دمای ۱۸۰ سانتی‌گراد به‌مدت ۲ ساعت استریل شدند. تیمار پرایمینگ با بهره‌گیری از محلول نیترات پتاسیم با غلظت های ذکر شده انجام شد. بعد از خارج کردن بذور از محلول های نیترات پتاسیم، جهت رفع مواد باقیمانده بر روی بذور، به مدت دو دقیقه با آب مقطر شستشو شدند. بذور تیمار شده برای رسیدن به وزن اولیه در دمای اتاق و شرایط تاریکی خشک شدند تا فرایند پرایمینگ پایان یابد. جهت انجام آزمون جوانه‌زنی، دستگاه ژرمیناتور و قفسه‌های آن با پنبه الکل ضدعفونی شدند. پس از قرار دادن دو لایه کاغذ صافی واتمن شماره یک (ISTA, 2013) به ابعاد (۱۰×۱/۵ سانتی متر) در هر تکرار از تیمار داخل هر پتری‌دیش، ۱۰۰ عدد بذر با پراکنش یکنواخت قرار داده شد. جهت اعمال تنش شوری، به هر پتری دیش ۵ میلی‌لیتر از غلظت های صفر (آب مقطر)، ٤، ۸، ۱۲ و ۱٦ دسی‌زیمنس‌برمتر کلریدسدیم اضافه شد. دهانه پتری‌ها جهت کاهش میزان تبخیر آب، با پارافیلم پوشانده شد. پتری‌دیش‌های حاوی بذور در داخل ژرمیناتور با شرایط استاندارد جوانه‌زنی (۱٦ ساعت روشنایی، با شدت ۱۰۰۰ لوکس نوری و ۸ ساعت تاریکی، در دمای ۱±۲۰ درجه سانتی‌گراد (ISTA, 2013) و رطوبت نسبی ۷۰ در صد به صورت تصادفی قرار گرفتند. توالی مراحل انجام آزمایش شامل پرایم بذور چغندر قند با ترکیب نیترات پتاسیم، بررسی شاخص های جوانه زنی و اعمال تنش شوری در مرحله رشد گیاهچه چغندر قند در محیط هوگلند بود.

روش نمونه‌گیری وحجم نمونه: نمونه‌گیری از هر پلات جهت اندازه‌گیری خصوصیات فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی چغندر قند صورت گرفت. خصوصیات

مورد بررسی در این مرحله از رشد گیاهچه چغندر قند عبارتند از:

ثبت تعداد بذور جوانه زده چغندر قند در هر روز:

شمارش بذور جوانه‌زده، از روز دوم و هر ۲٤ ساعت یک بار در ساعتی معین بمدت ۱۵ روز صورت گرفت و معیار جوانه‌زنی جهت شمارش، رشد ریشه‌چه به میزان ۲ میلیمتر و یا بیشتر در نظر گرفته شد.

درصد جوانه زنی با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد.

$$GP= ((No\ of\ germinated\ seeds)/ (Total\ no\ of\ seeds)) \times 100$$

همگنی زمان جوانه زنی

$$UG=(1/VMGT) \times 100$$

برای تعیین وار یانس ز مان جوا نه زنی از راب طه زیر استفاده شد.

$$Variance(X) = (\sum_{i=1}^{n}(X_i - \bar{X})^2) \Big/ (n-1)$$

از راب طه زیر برای ا ندازه‌گیری انحراف است تا ندارد میانگین مدت زمان جوانه زنی استفاده شد.

$$S_e = \sigma/\sqrt{n}$$

در ادا مه برای تعیین ضریب سرعت جوا نه زنی (CVG) که مشخصه سرعت و شتاب جوانه زنی بذر است از رابطه زیر استفاده شد.

$$CVG = \frac{G_1+G_2+\cdots+G_n}{(1\times G_1)+(2\times G_2)+\cdots+(n+G_n)}$$

صفات طول ساقه چه، ریشه چه و ارتفاع کل گیاهچه‌های با جوانه زنی طبیعی با استفاده از کولیس دیجیتال بر حسب میکرومتر تعیین شدند.

در پایان وزن تر ریشه‌چه‌ها و ساقه چه ها و نسبت وزنی اندام زمینی به هوایی و سپس وزن خشک با قرار دادن آنها در آون ۷۵ در جه سانتیگراد بمدت ۲٤ ساعت با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ اندازه‌گیری شد. میانگین مدت زمان جوانه زنی از سرعت و شتاب جوانه زنی محسوب می شود و از طریق رابطه زیر محاسبه شد:

$$MTG = (A1D1 + A2D2 + \cdots + AnDn) / (A1 + A2 + \cdots + An)$$

که در آن A: تعداد بذر جوانه‌زده در زمان D، و n کل تعداد روزها تا آخرین روز شمارش هستند.

محتوی نسبی آب (RWC) ا ندام هوایی (Levitt, 1980)

$$RWC=((FW-DW)/(TW-DW)) \times 100$$

در این رابطه، FW وزن‌تر برگ‌ها، DW وزن خشک برگ ها، TW وزن آ ماس برگ ها و RWC محتوی نسبی رطوبت می‌باشد. برای محاسبه شاخص طولی و وزنی بنیه بذر از روابط زیر استفاده شد.

ا ندازه گیری م قدار کلروف یل a، کلروفیل b و کاروتنوئیدها به روش آرنون (۱۹٦۷) انجام شد. مقدار جذب در طول موج های ٦٦۳ نانومتر برای کلروفیل a، ٦٤٥ نا نو متر برای کلرو فیل b، و ٤۷۰ برای کاروتنوئیدها توسط اسپکتروفتومتر قرائت شد. در نهایت با استفاده از فرمول‌های زیر میزان کلروفیل a b و کاروتنوئید ها بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر نمونه به دست آمد.

$$Chlorophylla = (19.3 * A_{663} - 0.86 * A_{645}) /100$$

$$Chlorophyll\ b = (19.3 * A_{645} - 3.6 * A_{663}) /100$$

$$Chlorophyll\ Total = Chlorophyll\ a + Chlorophyll\ b$$

$$Carotenoids = 100(A470) - 3.27(mg\ chl.\ a) - 104(mg\ chl.\ b)/227$$

V = حجم محلول صاف شده (محلول فوقانی حاص از سانتریفیوژ)

A: جذب نور در طول موج های ٦٦۳، ٦٤٥ و ٤۷۰ نانومتر.

W: وزن‌تر نمونه بر حسب گرم

روش تجزیه و تحلیل داده‌ها

در پایان تجزیه واریانس داده‌ها و محاسبه ضرایب همبستگی بین صفات، تعیین ضرایب رگرسیونی، تجزیه آماری و مقایسه میانگین به ترتیب با استفاده از نرم افزارهای SAS 9.4 و SPSS و آزمون چند دامنه‌ایی دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

برر سی تجزیه واریانس صفات: اثر ژنوتیپ بر کلیه صفات مورد برر سی به غیر از محتوای آب ن سبی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. اثر پرایمینگ بذر و تنش شوری نیز بر کلیه صفات مورد بررسی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد، اثر متقابل دوگانه تیمار بر شاخص جوانه‌زنی و طول گیاهچه در سطح احتمال یک درصد و طول ساقه‌چه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). همچنین اثر رقم، پرایمینگ و شوری بر کلیه صفات مورد بررسی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. (جدول ۱).

جدول ۱- تجزیه واریانس اثرات پرایمینگ بر جوانه‌زنی و صفات فیزیولوژیک ارقام چغندر قند در شرایط شوری

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		میانگین مدت جوانه‌زنی	سرعت جوانه زنی	واریانس جوانه‌زنی	یکنواختی جوانه‌زنی	طول ریشه	طول ساقه	وزن خشک ریشه	وزن خشک ساقه
رقم	۲	۱۲/۹۷**	٦۹۳۷۲/۱۰**	۱۰/۹۹۲**	۰/۲۳۱**	۱٦/۲٤**	۱۵۲/٦۵**	۰/۰۰۰٤**	۰/۰۳۳**
پرایم	۳	۸٦/۳۰**	۹۱۳۸۲/۹٦**	۰/۷۹۵**	۰/۰۲٤**	٤/۹۹**	۱۳۷۸/۲۸**	۰/۰۰۰٦**	۰/۰۲۸**
شوری	٤	۹/٦۵**	۲٤۵۰۸/۲۰**	۰/۱۹٦**	۰/۱۳٤**	۹/۱۷**	۱۳۵۸/۸۵**	۰/۰۰۰۹**	۰/۰۲۱**
ژنوتیپ × پرایم	٦	۱۲/۳۹**	٦۵۰۳۹/۵۲**	۰/٤۵٦**	۰/۰۲۹**	۵/۸٤**	۹۵/۲۰**	۰/۰۰۰۳**	۰/۰۰۲**
رقم × شوری	۸	٦/۳۱**	۱۹۲۰۷/٤۹**	۰/۹۳۱**	۰/۰۱٦**	۱/۲۱**	۵۲/٤۰**	۰/۰۰۰۰٤**	۰/۰۰۲**
پرایم × شوری	۱۲	۱/۳۱**	۱۸۳۲۹/۷۲**	۰/۱۰۵**	۰/۰۱۰**	۱/۲*	۱۰۹/۱۳**	۰/۰۰۰۰٦**	۰/۰۰۲**
رقم × پرایم × شوری	۲٤	۱/٤۲**	۱٤٤۱٦/۵٤**	۰/۹۰۰**	۰/۰٤۱**	۱/۳٦**	۳٤/۲۸**	۰/۰۰۰۰٤**	۰/۰۰۰۹**
خطا	۱۰۰	۰/۲۲	۹٤۵/۵۲	۰/۰۷٦	۰/۰۰۲	۰/۵۲	۹/۰۲	۰/۰۰۰۰۲	۰/۰۰۰۰۲
ضریب تغییرات		۱۲/۰۱	۳۲/۷۱	۹/۲۲	۱۲/۹٦	۱۸/۱٤	۱۰/۸٤	۲٦/۳۱	۱۵/۳۰

ادامه جدول ۱- تجزیه واریانس اثرات پرایمینگ بر جوانه‌زنی و صفات فیزیولوژیک ارقام چغندر قند در شرایط شوری

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		کلروفیل a	کلروفیل b	کارتنوئید	محتوای نسبی آب
رقم	۲	۱٤/٤۰**	۷/۳۰**	۲۲۳۳۷٦/۹۸**	۱٦۸۰/۹۹**
پرایم	۳	۲/۵٦**	۱/٤۲**	۱٦۷۱۵/٦٦**	۲۹۸/۱۱**
شوری	٤	٤/۹۷**	۲/۲٤**	۸۰۰۵۹/۲۹**	۵۳٤۰/۹۹**
رقم × پرایم	٦	۳/۵۸**	۰/٦۱**	۳۲۳۳۳/٤۵**	٦۲۵/٦۵**
رقم × شوری	۸	۱/۲۷**	۱/۰۱**	۱۸۹۰۰/۲۸**	۲۲۲/۱۹**
پرایم × شوری	۱۲	۰/٤۷ ^{ns}	۰/۵۸**	۸۵۹۲/۹٤*	۱٤۹/٦٤^{ns}
رقم × پرایم × شوری	۲٤	۱/۱۲**	۰/٦٦**	۱۳۸۹۸/۹۲**	۲۰۲/٤۰**
اشتباه	۱۰۰	۰/۲٦	۰/۱۹	۳۷۱۱/۲۵	۹/٤۹
ضریب تغییرات		۲٦/۲٦	۳۲/۳۸	۱٦/۷۷	۱۱/۹۱

میانگین مدت جوانه‌زنی: در مطالعه حاضر رقم حسنا و پرایمینگ بذر به صورت معنی‌دار به متوسط زمان جوا نه‌زنی افزود به‌طوری که تحت شوری ۰ و ٤ دسی‌زیمنس بر متر و بدون پرایمی نگ و همچنین سطوح ۸ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر در شرایط پرایمینگ با نیترات پتاسیم ۰/۵ درصد طولانی‌ترین متوسط زمان جوانه‌زنی را به خود اختصاص دادند و کوتاه‌ترین متوسط زمان جوانه‌زنی در رقم شکوفا با

سطوح ۸ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر و شاهد (بدون پرایمینگ) دیده شد.

Jamil و ShekRha (2008) اظهار داشتند تنش شوری مدت زمان جوانه‌زنی را در بذور چغندرقند افزایش داد. پرایمینگ می‌تواند یک ساز و کار مهم برای شروع آماده‌سازی غشاء و سوخت و ساز داخلی بذر برای جوانه‌زنی را 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.

Jamin and ShekRha (2008) در مطالعه اثر پرایمینگ با جیبرلیک اسید بر مقدار جذب آب، جوانه‌زنی، رشد اولیه گیاهچه در چغندرقند 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 تنش شوری را بر طول ر یشه‌چه و ساقه‌چه و وزن‌تر گیاه تعدیل نموده است.

در برخی موارد درصد سبز شدن نهایی بذرهای پرایم شده و پرایم نشده برابر است اما سبز شدن بذرهای پرایم شده با سرعت بیشتری نسبت به پرایم نشده هاست. Demir and Mavi (2004) با کار بر روی بذرهای پرایم شده و پرایم نشده هندوانه مشاهده کردند که بذرهای پرایم نشده با ٤ روز تأخیر نسبت به بذرهای پرایم شده سبز شدند.

در بررسی Saadatian و همکاران (2012) بذور مرزه تحت تنش شوری پرایم شده با نیترات پتاسیم از نظر میانگین مدت جوانه‌زنی، برتری معنی‌داری نسبت به بذور هیدروپرایمینگ و شاهد نشان دادند. Kaya و همکاران (2006) با کار روی جوا نه زنی آفتابگردان تحت تنش خشکی و شوری بیان کردند که هیدروپرایمینگ باعث بهبود سرعت جوانه زنی و متوسط زمان جوانه زنی در شرایط تنش شوری و خشکی می شود. Shivankar و همکاران (2003) نیز به این نتیجه رسیدند که هیدروپرایمینگ دارای پتانسیل بالا در بهبود سبز شدن یکنواخت و تضمین زود گلدهی و برداشت در شرایط تنش به ویژه در مناطق خشک است.

آز مایش های متعددی بر روی گیا هان مختلف ازجمله مرزه (Saadatian et al., 2012) و ریحان (Mousavi and Jouyban, 2012) صورت گرفته که حاکی از اثرات منفی تنش شوری بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی است، که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد. همچنین توانایی بالاتر جذب آب در بذور پرایم شده نسبت به بذور پرایم نشده، به علت تأثیر مثبت پرایمینگ بذر بر میانگین جوانه‌زنی است (Balochi and AhmadpourDehkordi, 2013). افزایش سرعت جوانه‌زنی در بذور پرایم شده را می‌توان به‌وسیله افزایش سرعت تقسیم سلولی و تحریک برخی فعالیت‌های متابولیکی درگیر در فاز اولیه جوانه‌زنی بذر، توجیه نمود. علاوه بر این فعالیت‌های متابولیکی انجام شده طی فرایند پرایمینگ، تولید ترکیباتی مانند آنتی‌اکسیدان‌ها را در پی دارد که نقش مهمی در کاهش اثرات تنش و رشد بهتر گیاهچه خواهد داشت (Saadatian et al., 2012).

آب شویی و رفع ترکیبات بازدارنده اطراف پو سته بذر و افزایش جذب اکسیژن ممکن است یکی دیگر از دلایل مهم در افزایش جوانه‌زنی بذر باشد (Bahmani et al., 2014). همچنین نمک نیترات پتاسیم سبب انباشت نیتروژن و پتاسیم در بذر شده و تعادل هورمونی در بذر را به هم زده و مواد بازدارنده رشد را کاهش می‌دهد (Bahmani et al., 2014). اثرات مطلوب پرایمینگ بذرها را می‌توان به افزایش متابولیسم پروتئین و RNA بذرهای پرایم شده، افزایش فعالیت‌های آنزیمی از قبیل فسفاتاز،

فسفوگلیسیرید که متابولیسم مواد ذخیره‌ای بذرها را در پی دارند و منجر به افزایش جوانه‌زنی می‌شوند و افزایش سنتز پروتئین در جنین مرتبط دانست (Balochi and AhmadpourDehkordi, 2013). در بررسی Rostami و همکاران (2018) پرایمینگ کردن بذور با آب مقطر بیشترین تأثیر را بر درصد جوانه‌زنی ریحان داشت.

سرعت جوانه‌زنی: سرعت جوانه‌زنی در رقم شکوفا با تیمار شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر و شاهد بدو پرایمینگ و بعد از آن با اختلاف معنی‌دار در رقم شکوفا و تحت تیمار ۸ دسی‌زیمنس بر متر شوری و شاهد بدون پرایمینگ دیده شد و کمترین ضریب رقم حسنا و شوری ٤ دسی‌زیمنس بر متر و شاهد (بدون پرایمینگ) به خود اختصاص داد که با برخی از تیمارها در یک گروه آماری قرار داشت.

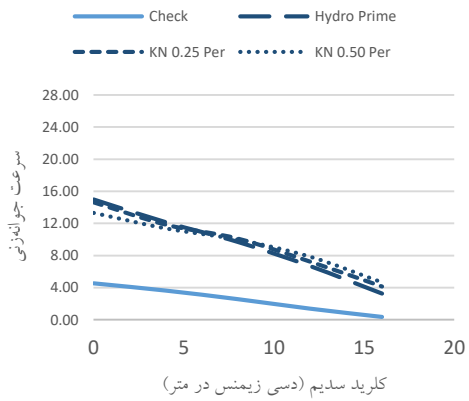
در تحقیق (Pedram et al., 2019) با افزایش سطح شوری از ضریب سرعت جوانه‌زنی کاسته شد و در بین تیمارهای پرایمینگ تیمار شاهد (عدم پرایمینگ) و کلرید کلسیم کمترین و تیمارهای کلرید سدیم و اسید سالیسیلیک بیشترین ضریب سرعت جوانه‌زنی را به خود اختصاص دادند.

Bybordi and Tabatabaei (2009) بیان داشتند که تنش شوری در جذب آب توسط بذر در مرحله آبگیر و تورژسانس بذر اختلال ایجاد کرده و موجب کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی و سبز شدن بذر می شود. کاهش در صفات مرتبط با جوانه‌زنی درگندم (Ghaderi- Mousavi and Omidi 2017) همسو با نتایج تحقیق حاضر است. بررسی Ghotbi و همکاران (2019) همبستگی مثبت میزان آنزیم آلفا آمیلاز با درصد و سرعت جوانه‌زنی نشان می‌دهد که این آنزیم نقش مهمی را در بهبود سرعت و درصد جوانه‌زنی چغندرقند دارد. در بررسی مشابهی (Mori et al, 2012) و (Tajlil et al., 2014) نشان دادند که پرایمینگ بذرهای برنج و نخود با آهن و روی باعث افزایش معنی‌دار میزان آنزیم آلفا آمیلاز می‌شود. این آنزیم با تجزیه نشاسته موجود در لپه‌ها و انتقال آن به گیاهچه‌ها، نقش کلیدی در جوانه‌زنی بذر گیاهان دارد.

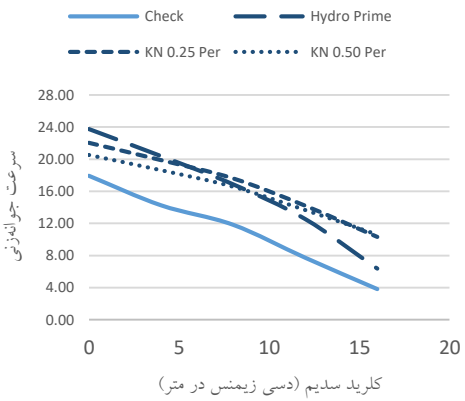
در بررسی نمودارهای ۱، کمترین سرعت جوانه زنی در تیمار شاهد (بدون پرایمینگ) در هر سه ژنوتیپ مشاهده شد. در رقم شکوفا، بیشترین سرعت جوانه زنی در شرایط هیدروپرایمینگ بوده است و پرایم با نیترات پتاسیم در دو سطح به کار رفته، (با تفاوت ناچیزی از هم) با شرایط کاربرد هیدروپرایمینگ تفاوت آماری نشان نداد. در بررسی روند واکنش ژنوتیپ‌ها به سطوح پرایم و شوری رقم شکوفا کاهش بارزی در سطوح هر دو فاکتور نسبت به رقم حسنا و لاین نشان داد. رقم حسنا سرعت جوانه زنی بیشتری نسبت به لاین SBSI 284 داشت، با افزایش غلظت شوری، سرعت جوانه زنی کاهش نشان داده است.

واریانس جوانه‌زنی: بیشترین واریانس جوانه‌زنی در هر سه رقم با شوری صفر و تیمار پرایمینگ نیترات پتاسیم ۰/۲۵ درصد و همچنین ارقام حسنا و لاین SBSI 284 با شوری صفر و تیمار نیترات پتاسیم ۰/۵ درصد ب.د و کمترین آن در رقم شکوفا با شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر و شاهد (بدون پرایمینگ) مشاهده شد.

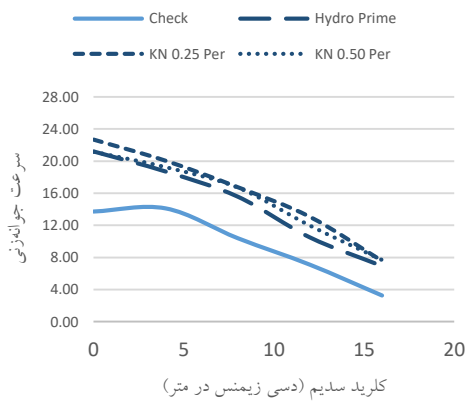
یکنواختی جوانه‌زنی: مقایسه میانگین تیمارهای شوری و پرایمینگ بر ارقام چغندرقند نشان داد رقم شکوفا و شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر در شرایط بدون پرایمینگ (شاهد) با متوسط یکنواختی معادل ۰/۸۷ درصد و رقم حسنا با شوری ٤ دسی‌زیمنس بر متر و بدون پرایمینگ (شاهد) بالاترین رقم حسنا در شوری صفر و پرایمینگ با نیترات پتاسیم ۰/۲۵ درصد با متوسط ۰/۲۳ درصد کمترین یکنواختی سبز شدن را به خود اختصاص دادند.



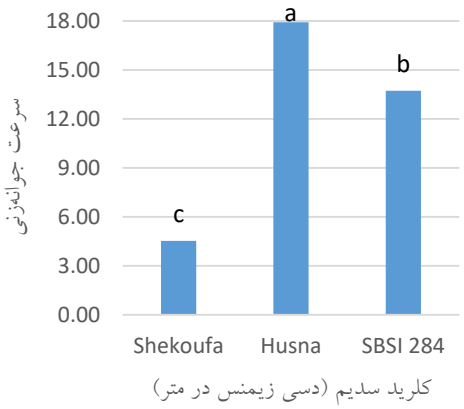
الف. رقم شکوفا



ب. رقم حسنا



چ. لاین SBSI 284



د. مقایسه ژنوتیپ‌ها در سطح صفر پرایم و شوری

شکل ۱- سرعت جوانه‌زنی در ژنوتیپ‌های مورد بررسی در اثرات متقابل پرایم و شوری

طی آزمایشی نشان داده شد که شوری درصد و سرعت یکنواختی جوانه زنی را کاهش داد، ولی این اجزاء به طور یکسان تحت تأثیر تنش شوری قرار نگرفتند (Reggiani et al., 1995). Beheshti و همکاران (2000) نیز بیان کردند که با افزایش شوری درصد و سرعت جوانه زنی برای همه ارقام یونجه تحت بررسی، روند کاهشی داشت. Hossini and Koochaki (2007) در مطالعه اثر تیمارهای مختلف پرایمینگ بر درصد و سرعت جوانه‌زنی چهار رقم بذر چغندرقند نشان دادند استفاده از آب مقطر و اسیدکلریدریک، بیشترین درصد و سرعت جوانه‌زنی را در پی داشت.

به نظر می‌رسد هیدروپرایمینگ باعث از بین رفتن ترکیبات شیمیایی ممانعت کننده جوانه‌زنی موجود در پوسته بذر شده است. با برطرف شدن آثار منفی این مواد در روند جوانه‌زنی، بذرهای پرایم شده هنگام قرار گرفتن در شرایط مزرعه سریعتر جوانه‌زده و با بهره‌گیری از شرایط مساعد نوری، سطح کانوپی خود را سریعتر و یکنواخت‌تر گسترش می‌دهند.

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 سه فاز جوانه‌زنی، از طریق کاهش مدت زمان سوخت و ساز شده و بدین ترتیب باعث

تسریع جوانه‌زنی می شود و ثانیاً در طی پرایمینگ بذر سنتز پروتئین و دی‌نوکلئیک اسید افزایش یافته و همچنین بر فسفولیپیدهای سلول‌های غشائی جنین تأثیرگذار می‌باشد (Nelson 2000).

Rashid و همکاران (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 تاثیرات تحریک پروتئین های حفاظتی بیان نمود ند. همچنین در این روش افزایش انعطاف‌پذیری دیواره سلول نیز گزارش شده است (Akram-Ghaderi et al., 2008).

طول ریشه‌چه: در مقایسه میانگین اثرات متقابل سه گانه ژنوتیپ، پرایمینگ و تنش شوری بر طول ریشه‌چه چغندرقند تیمارهای رقم شکوفا با پرایم ۰/۲۵ درصد نیترات پتاسیم و شوری ۰، ٤ و ۸ دسی‌زیمنس بر متربه ترتیب بامتوسط طول ریشه‌چه ٦/۸۵، ٦/۰۲، ٦/۰۱ و ۵/۸۱ میلیمتر در تیمار شکوفا با هیدروپرایمینگ و شوری صفر بالاترین طول ریشه‌چه و تیمار رقم حسنا با هیدرو پرایمینگ و شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر با متوسط ۲/۵۲ میلیمتر به همراه تعدادی از تیمارها کمترین طول ریشه‌چه را به خود اختصاص دادند.

طول ساقه‌چه: بیشترین طول ساقه برابر با ٤۳/٤۳ میلی‌متر در تیمار اثر متقابل رقم شکوفا، نیترات پتاسیم ۰/۵ درصد و شوری صفر بود که با برخی دیگر از تیمار ها در یک گروه آماری قرار گرفتند. کمترین مقدار معادل ١٤/۸۷ میلیمتر در تیمار اثر متقابل رقم حسنا، هیدروپرایمینگ و شوری ۸ دسی‌زیمنس بر مترمشاهده شد و با برخی از تیمارها تفاوت بارزی نشان نداد.

وزن خشک ریشه: حداکثر مقدار وزن خشک ریشه برابر با ۰/۰۲۵ گرم در رقم شکوفا و شوری صفر در شرایط تیمار با هیدروپرایمینگ بود که البته با برخی تیمارها در یک گروه آماری قرار داشت و حداقل مقدار آن برابر با صفر در رقم شکوفا تحت شرایط عدم تنش شوری وهمچنین شوری ٤، ۸ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر و عدم پرایمینگ (شاهد) و همچنین و تیمارهای لاین SBSI 284 و سطح شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متردر شرایط بدون پرایمینگ (شاهد) و رقم حسنا با شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر و هیدروپرایمینگ بود.

بررسی طول ساقه‌چه و ریشه‌چه در شرایط تنش شوری از معیارهای تحمل به تنش شوری است زیرادرشرایط تنش شوری تقسیم سلولی و رشد سلول‌ها کاهش یافته و می‌تواند منجر به کاهش طول ساقه‌چه و ریشه‌چه شود (Munns, 2002). بررسی طول ریشه‌چه لاین‌های چغندرقند تحت تأثیر تنش شوری در غربالگری ارقام متحمل به شوری این گیاه در مرحله جوانه‌زنی مؤثر است (Khayamimet al., 2014). در آزمایش Farhoudi and Khyamim (2020) بررسی واکنش ارقام تجاری ایرانی چغندرقند به تنش شوری در مرحله جوانه‌زنی و رشد رویشی نشان داد ارقام شکوفا و آریا در سطوح بالای شوری از طول ریشه‌چه و ساقه‌چه کمتری برخوردار بودند که مؤید حساسیت این ارقام به تنش شوری است.

کاهش رشد در اثر غلظت زیاد نمک حاصل عواملی نظیر ایجاد تنش آبی، اثر سمیت ها، عدم تعادل یونی و یا کاهش مواد غذایی می‌باشد (Nun et al., 2003). Farhoudiet and Sharifzadeh (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 شوری شد.

Jamil and ShekRha (2008) گزارش کردند پرایمینگ بذور چغندرقند با اسید جیبرلیک اثرات منفی تنش شوری را بر طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و

وزن‌تر گیاه تعدیل نمود. با توجه به اینکه ریشه به‌صورت مستقیم در معرض تنش شوری قرار می‌گیرد، کاهش رشد ریشه در اثر تنش شوری دور از انتظار نبود. از طرفی 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 بررسی (Pedram et al., 2019) گزارش شد. این پژوهشگران بیان داشتند بالاترین طول ریشه‌چه چغندر قند در شرایط تنش شوری در تیمار پرایمینگ کلرید سدیم و آب مغناطیسی مشاهده شد. Alavi و همکاران (۲۰۱۲) به منظور بررسی اثر هیدروپرایمینگ و اسموپرایمینگ بر جوانه‌زنی بذر چغندرقند، آزمایشی بر روی چهار ژنوتیپ چغندرقند با تیمارهای نیترات پتاسیم ۰/۵ درصد و نیترات پتاسیم ۰/۱ درصد انجام دادند. نتایج آنها نشان داد که اسموپرایمینگ در مقایسه با هیدروپرایمینگ، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه را افزایش داد.

وزن خشک ساقه: بالاترین و وزن خشک ساقه با متوسط ۰/۱۵ گرم به رقم حسنا درسطوح ٤ دسی زیمنس و هیدروپرایمینگ اختصاص داشت. پایین‌ترین آن در رقم شکوفا در شوری ٤، ۸ و ۱۲ و بدون پرایمینگ (شاهد) بود که بالاین SBSI 284 تحت شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر و بدون پرایمینگ (شاهد) اختلاف معنی‌داری نداشت.

محتوای کلروفیل a: در مقایسه میانگین اثرمتقابل رقم در تنش شوری و پرایمینگ بیشترین محتوی کلروفیل aدر رقم شکوفا تحت تنش شوری صفردسی‌زیمنس بر متر در هیدروپرایمینگ با میانگین ٤/۱۳ میکروگرم بر گرم وزن‌تر گیاهچه به دست آمد که با لاین SBSI 284 در شوری صفر و ۱۲ وپرایمینگ با نیترات پتاسیم ۰/۲۵ و ۰/۵ درصد از نظر آماری در یک گروه بودند. کمترین میانگین این صفت در رقم SBSI 284 با سطح شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر و هیدروپرایمینگ با میانگین ۰/۹۷ میکروگرم بر گرم وزن‌تر گیاهچه مشاهده شد که با برخی تیمارهای از نظر آماری در یک گروه بود.

محتوای کلروفیل b: در مقایسه میانگین اثر متقابل تنش شوری در پرایمینگ بیشترین محتوی کلروفیل b در رقم شکوفا، تنش شوری صفرو هیدروپرایمینگ و تیمار لاین SBSI 284، شوری ۱۲ دسی‌زیمنس و نیترات پتاسیم ۰/۵ درصد و کمترین میانگین این صفت در هر سه ژنوتیپ با سطوح شوری صفر، ٤ و ۸ و هیدروپرایمینگ بود که با برخی تیمارها از نظر آماری اختلاف معنی‌داری نداشت.

یکی از اثرات منفی شوری کاهش محتوای کلروفیل روی گیاهان است که باعث کاهش فعالیت فتوسنتزی در گیاه می‌شود و آن نیز موجب کاهش مقدار کلروفیل و کاهش جذب کربن دی‌اکسید و ظرفیت فتوسنتزی می‌گردد (Francis et al., 2002). Cha-um and Kirdmanee (2009) گزارش کردند که شوری در گیاه ذرت غلظت کلروفیل را کاهش داد. در بررسی Sheikhi and Amini Deheghi (2018) بیشترین محتوای کلروفیل در زیره سبز در تنش شوری ٤ دسی‌زیمنس بر متر در هیدروپرایمینگ به مدت ٤۸ ساعت به دست آمد. کاهش میزان کلروفیل با اعمال تنش شوری بامطالعه بر روی گوجه‌فرنگی (Mostofi and Khavarinejad, 1998) و برگ‌های درخت چندل (Parida et al., 2000) گزارش شد.

محتوای کارتنوئید: بیشترین محتوای کارتنوئید بترتیب برابر با ٥/٦٤ و ٥/٥٧ در رقم شکوفا، و شوری صفر با هیدروپرایمینگ و لاین SBSI 284، شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر و پرایمینگ با نیترات پتاسیم ۰/۲۵ درصد بود و کمترین مقدار برابر با ۲۳۱/۰۵ در رقم شکوفا و شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر در شرایط

هیدروپرایمینگ بود. افزایش رنگدانه‌های فتوسنتزی در گیاهان حاصل از پرایمینگ نتیجه پویایی و اثر محافظتی آن بر فتوسنتز، شاخص کلروفیل و رنگدانه‌های فتوسنتزی در گیاهان تحت تنش شوری است (EL-Tayeb, 2005).

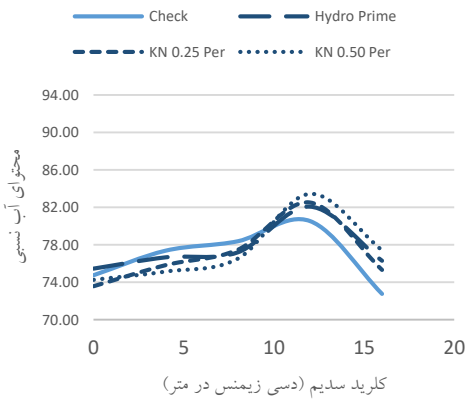
محتوای رطوبت نسبی: بیشترین محتوای رطوبت نسبی برگ مقدار برابر با ۱۰۲/۹ و لاین SBSI 284 با شوری صفر و تیمار نیترات پتاسیم ۰/۵ درصد بود که با برخی تیمارها در یک گروه آماری قرار داشت و کمترین مقدار برابر با ٤۹/۹ لاین SBSI 284 با شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر وپرایمینگ با نیترات پتاسیم ۰/۲۵ درصد بود که با برخی تیمارهای در یک گروه بود (شکل ۲).

در بررسی Rostami و همکاران (2018) بر روی تأثیر تیمارهای مختلف پرایمینگ و تحمل به شوری ریحان بیشترین میزان محتوای رطوبت نسبی برگ مربوط به شرایط بدون تنش شوری و گیاهان حاصل از بذور پرایم شده با نیترات پتاسیم به دست آمد و در این آزمایش با افزایش تنش شوری از میزان محتوای رطوبت نسبی برگ کاسته شد. مطابق با پژوهش حاضر در آزمایشی پرایمینگ بذر تحت شرایط تنش‌های محیطی سبب بهبود روند واکنش‌های فیزیولوژیکی در بذر شده و درنتیجه مقاومت به تنش‌های محیطی در این بذور را به‌طور قابل ملاحظه‌ای ارتقا می‌دهد (Kaya et al., 2006).

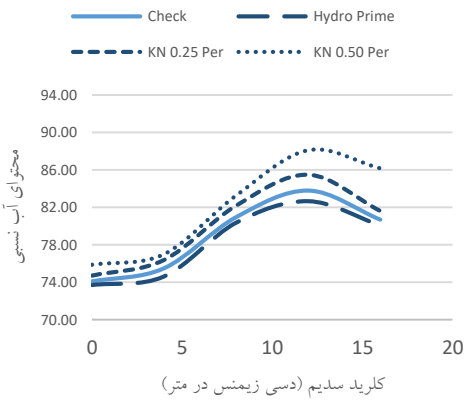
محتوای رطوبت نسبی برگ همبستگی بالایی با پتانسیل آب برگ دارد و کاهش محتوای رطوبت نسبی برگ در ابتدا به دلیل بسته شدن روزنه‌ها و کاهش فتوسنتز و با افزایش به دلیل توقف انتقال الکترون و ممانعت نوری در چرخه فتوسنتزی است (Kamali et al., 2012). محققان افزایش محتوای رطوبت نسبی بذور گندم را با افزایش سطوح پرایمینگ گزارش کردند (Singhand Usha, 2003).

Rostami و همکاران (2018) بیان داشتند بیشترین میزان محتوای رطوبت نسبی برگ ریحان مربوط به شرایط بدون تنش شوری و گیاهان حاصل از بذور پرایم شده با نیترات پتاسیم می‌باشد. در بررسی نمودارهای ۲، روند افزایش محتوای آب نسبی در تیمارهای پرایمینگ در هر سه ژنوتیپ به طور نسبتاً موازی با افزایش سطوح نیترات پتاسیم، افزایش نشان داد. در هر سه ژنوتیپ، در سطوح ۸، ۱۲ و ۱٦ دسی زیمنس بر متر به ترتیب هیدرو پرایمینگ و نیترات پتاسیم در دو مقدار ۰/۲۵ و ۰/۵ به کار رفته بالاترین محتوای آب نسبی را به خود اختصاص داده‌اند.

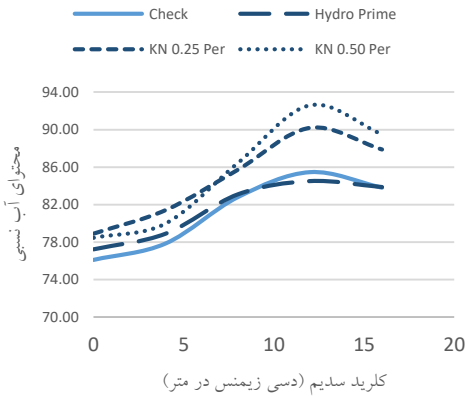
سطح شاهد عامل پرایم با هیدروپرایمینگ در هر سه ژنوتیپ واکنش یکسانی نشان دادند. اما در استفاده از دیگر سطوح عامل های پرایمینگ، محتوای آب نسبی افزایش قابل توجه‌ای داشته است. نتایج نشان داد که در هر سه ژنوتیپ با افزایش غلظت نمک تا سطح ۱۲ دسی زیمنس بر متر محتوای آب نسبی به طور سیگموئیدی افزایش یافته و در دو سطح ۱۲ و ۱٦ دسی زیمنس بر متر، روند نسبتاً ثابتی نشان داد. در رقم شکوفا نسبت به دیگر ژنوتیپ‌ها، واکنش کمتری نشان داده است. در شرایط شوری، گیاه یکسری متابولیت تولید می‌کند که منجر به افزایش ظرفیت جذب آب در گیاه شده و محتوای آب نسبی افزایش نشان می‌دهد



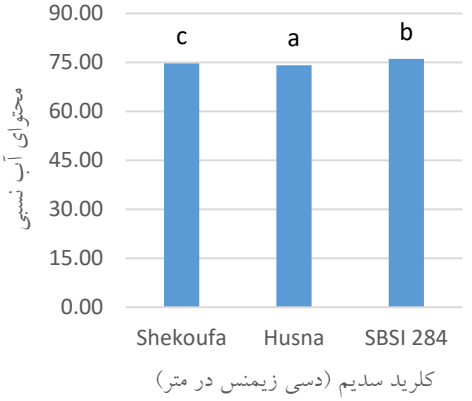
الف. رقم شکوفا



ب. رقم حسنا



چ. لاین SBSI 284



د. مقایسه ژنوتیپ‌ها در سطح صفر پرایم و شوری

شکل ۲. محتوای آب نسبی در ژنوتیپ‌های مورد بررسی در اثرات متقابل پرایم و شوری

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد که تأثیر پرایمینگ بذر و تنش شوری بر میانگین مدت جوانه زنی، ضریب سرعت جوانه زنی، واریانس جوانه زنی، یکنواختی سبز شدن، طول ریشه چه، طول ساقه وزن خشک ساقه و ریشه محتوای آب نسبی، کلروفیل a کلروفیل b و کارتنوئید معنی‌دار بود. در هر سه ژنوتیپ تعداد بذور جوانه زده با افزایش سطح شوری، کاهش نشان داده و در سطوح شاهد و استفاده از آب در عامل پرایمینگ، این کاهش نسبتاً تعدیل شده بود. با افزایش غلظت نمک تا سطح ۱۲ دسی زیمنس بر متر محتوای آب نسبی به طور سیگموئیدی افزایش یافته و در دو سطح ۱۲ و ۱۶ دسی زیمنس بر متر، روند نسبتاً ثابتی نشان داد. در اکثر صفات مورد بررسی، رقم شکوفا نسبت به دیگر ژنوتیپ‌ها، واکنش کمتری نشان داده است. در بررسی روند واکنش ژنوتیپ‌ها به سرعت، واریانس و همگنی جوانه زنی در سطوح پرایم و شوری با افزایش غلظت شوری، کاهش نشان داده است.

References

Abdollahian Noghabi, M., Sheykholeslami, R. and Babaei, B. 2005. Terms and meanings of technological quantity and quality of Sugar beet. Sugar beet Journal. 21: 101-104. (In Persian, abstract in English)

Akram-Ghaderi, F., Soltani, E., Soltani, A. and Miri, A.A. 2008. Effect of priming on response of germination to temperature in cotton. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources. 15: 44-51. (In Persian).

Alavi, Z.S., Roushanfekr, H., Hasibi, P. and Mesgarbashi, M. 2012. Effect of Osmo and Hydro-priming on the rate and percent of germination of sugar beet genotypes under salt stress. Proc. Second Conf. Seed Sci. Technol. Mashhad.

Bahmani, M., Jalali, Gh. and Tabari, M. 2014. Effects of halopriming on germination traits of medicinal plant caper small shrub (*Capparis spinosa* var. parviflora) seeds. Arid Biome Scientific and Research Journal. 4(1): 79-82. [In Persian with English summary].

Balochi, H.R. and Ahmadpour Dehkordi, S. 2013. Effect of different seed priming on germination traits in black cumin (Nigella sativa) under salinity stress. Journal of Plant Production. 20(3): 1-25. [In Persian with English summary].

Beheshti, A., Tavakoli, H.R. and Kochaki, A. 2000. Combination effect of salinity stress and temperature on the germination of Alfalfa cultivars. Agricultural Sciences and Technology Journal. 14(1): 71-79.

Bybordi, A. and Tabatabaei, J. 2009. Effect of salinity stress on germination and seedling properties in canola cultivars (*Brassica napus* L.). Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca. 37(2): 71- 76.

Cavusoglu, K. and Kabar, K. 2010. Effects of hydrogen peroxide on the germination and early seedling growth of barley under NaCl and high temperature stresses. EurAsian Journal of Bioscience. 4: 70-79.

Cha-um, S. and Kirdmanee, C. 2009. Effect of salt stress on prolin accumulation, photosynthetic ability and growth characters in two maize cultivars. Pakistan Journal of Botany. 41: 87-98.

Chen, K., Fessehaie, A. and Arora, R. 2011. 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. 48: 1-11.

Demir, I. and Mavi, K. 2004. The effect of priming on seedling emergence of differentially matured watermelon (Citrullus lanatus (Thunb.) Matsum and Nakai) seeds. Scientia Horticulturae 102: 467-473.

EL-Tayeb, M.A. 2005. Response of barley grains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. Plant Growth Regulation. 3: 215-225.

Farhoudi, R. and Khyamim, S. 2020. Evaluation of Iranian sugar beet commercial varieties under salinity stress in germination and establishment growth stages. Plant Process and Function. 9(36): 397-412

Farhoudi, R. and Sharifzadeh, F. 2006. The effects of NaCl priming on salt tolerance in canola (Brassica napus L.) seedlings grown under saline conditions. Indian Journal Crop Science. 1(1–2): 74-78.

Francis, G., Jhon, L., Jifon, S., Micaela, C. and James, P.S. 2002. Gas exchange, Chlorophyll and nutrient contents in relation to Na and Cl accumulation in sunburst mandarin grafted on different root stocks. Plant Science. 35: 314-320.

Fujikura, Y., Kraak, H.L., Basra, A.S. and Karssen, C.M. 1993. Hydropriming, a simple and inexpensive priming method. Seed Sci. Technol. 21: 639– 642.

Ghassemi-Golezani, K., Chadordooz-Jeddi, A., Nasrullahzadeh, S. and Moghaddam, M. 2010. Influence of hydro-priming duration on field performance of pinto bean (Phaseolus vulgaris L.) cultivars. African Journal of Agricultural Research. 5(9): 893-897.

Hossini, A. and Koochaki, A. 2007. The effect of different priming treatments on germination rate and percentage of four varieties of sugar beet seed. Journal of Iranian Agriculture Research. 9: 69-76 (In Persian).

ISTA. 2003. International Seed Testing Association. ISTA Handbook on Seedling Evaluation, 3rd ed.

Jamil, M. and ShekRha, E.S. 2008. Gibberellic acid (GA3) enhance seed water uptake, germination and early seedling growth in sugar beet under salt stress. Pakistan Journal of Biological Sciences. 10(4): 654-658

Kamali, M., Kharazi, M., selahverzi, Y. and Tehranifar, A. 2012. Effect of salycilic acid on growth and some morphophysiologic characteristics of *Gomphrena globosa* L. under salt stress. Journal of Horticultural Science. 26(1): 104-112. [In Persian with English summary].

Kaya, M.D., Okcu, G., Atak, M., Cıkılı, Y. and Kolsarıcı, O. 2006. Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annus* L.). Europ. J. Agronomy. 24: 291-295.

Kaya, M.D., Okcu, G., Atak, M., Cıkılı, Y. and Kolsarıcı, O. 2006. Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annus* L.). European Journal. Agronomy. 24: 291-295.

Khajeh-Hosseini, M., Powell, A.A and Bingham, I.J. 2003. The interaction between salinity stress and seed vigor during germination of soybean seeds. Seed Science and technology. 31(3): 715-725

Khayamim, S., Jahadakbar, M.R., Noshad, H., Rozbeh, F. and Zavieh Mavadat, L. 2014. Effect of salt stress on photosynthetic components of sugar beet in the greenhouse and field conditions. Journal of Sugar Beet. 30(1): 33-41.

Mori, S., Fujimoto, H., Watanabe, S., Ishioka, G., Okabe, A., Kamei, M. and Yamauchi, M. 2012. Physiological performance of iron-coated primed rice seeds under submerged conditions and the stimulation of coleoptile elongation in primed rice seeds under anoxia. Soil Science and Plant Nutrition. 58: 469-478.

Mousavi, S.A. and Omidi, H. 2017. Effect of Biomedical Treatments on Germination, Growth and Physiologic Parameters of Paper Pumpkin Seedling in Salinity. Journal of Seed Research. 7(2): 10-20. (in Persian, abstract in English)

Mousavi, S.G. and Jouyban, Z. 2012. Effect of salinity stress on germination and growth parameters of seedlings of basil (*Ocimum basilicum* L.). Technical Journal of Engineering and Applied Sciences. 2(4): 84- 87.

Munns, R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. Plant Cell and Environment 25(2): 239-250.

Nelson, C.P. 2000. Water potential: The key to successful seed priming. Decagon Devices, Inc. 2000. AN4101- 10.

Nun, N.B., Plakhine, D., Joel, D.M. and Mayer, A.M. 2003. Changes in the activity of the alternative oxidase in orobanche seeds during conditioning and their possible physiological function. Phytochemistry. 64(1): 235-241.

Parida, A.K. and Das, A.B. 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review, Ecotoxicology and Environmental Safety. 60: 324-349.

Pedram, A., Tajbakhsh, M., Taleghani, D. and Ghiyasi, M. 2019. Effect of seed priming on sugar beet (*Beta Vulgaris* L.) seedlings growth under salinity stress. Journal of Suger Beet. 35(1): 35-62.

Rajjou, L., Duval, M., Gallardo, K., Catusse, J., Bally, J. and Job, C. 2012. Seed Germination and Vigor. Annual Review of Plant Biology. 63: 507–33.

Rashid, A., Hollington, P.A., Harris, D. and Khan, P. 2006. On-farm seed priming for barley on normal, saline and saline–sodic soils in North West Frontier Province, Pakistan. European journal of agronomy. 24(3): 276-281.

Reggiani, R., Bozo, S. and Bertani, A. 1995. Effect of salinity on early seedling growth of seeds of three wheat (*Triticum aestivum* L.) Cultivars. Can. J. Plant Sci. 75: 175-177.

Rostami, Gh., Moghaddam, M., Narimani, R. and Mehdizadeh, L. 2018. The effect of different priming treatments on germination, morphophysiological, and biochemical indices and salt tolerance of basil (*Ocimum basilicum* L. cv. Keshkeni Levelou). Journal of Environmental Stresses in Crop Sciences. 11(4): 1107-1123.

Saadatian, B., Ahmadvand, G. and Soleimani, F. 2012. Effect of seed priming on germination traits of Satureja hortensis under drought and salinity stress. Journal of Seed Science and Technology. 2(2): 33-44. [In Persian with English summary].

Saadatian, B., Ahmadvand, G. and Soletmani, F. 2012. Effect of Seed Priming on Summer Savory (*Satureja Hortensis*) Germination Characteristic Under Drought and Salinity Stress. Seed Research (Journal of Seed Science and Technology). 2(2): 35-44.

Schabes, F.I. and Sigstad, E.E. 2008. Calorimetric studies of quinoa (Chenopodium quinoa Willd.). Seed Science. 13: 121-138.

Shah Rajabian, M.H. and Moradi, K. 2009. The effect of hydropriming time on tomato seed germination percent and seedling early growth in salinity stress. Agricultural bulletin. Islamic Azad University, Takestan unit. 1(3): 26-32. (In Persian, abstract in English)

Sheikhi, M.R. and Amini Deheghi, M. 2018. The effect of priming on some physiological traits of cumin medicinal plant (*Cuminum Cyminum* L) of Sabzevar massif under salt stress. The 6th Scientific Congress on the Development and Promotion of Agricultural Sciences and Natural Resources in Iran.

Shivankar, R.S., Deore, D.B. and Zode, N.G. 2003. Effect of pre-sowing seed treatment on establishment and seed yield of unflower. J. Oilseeds Res.20, 299–300.

Singh, B. and Ushu, K. 2003. Salicylic acid induced physiological and biochemical changes in wheat seedlings under water stress. Plant Growth Regulators. 39(2): 137-141.

Singh, B.G. and Rao, G. 1993. Effect of chemical soaking of sunflower (*Helianthus annuus* L.) seed on vigour index. Indian J. Agric. Sci. 63: 232–233.

Soltani, A., Gholipoor, M. and Zeinali, M.E. 2006. Seed reserve utilization and seedling growth of wheat as affected by drought and salinity. Environmental and Experimental Botany. 55: 195-200.

Srivastava, A.K., Suprasanna, P., Srivastava, S.D. and Souza, S.F. 2010. Thiourea mediated regulation in the expression profile of aquaporins and its impact on water homeostasis under salinity stress in Brassica juncea roots. Plant Science. 178: 517–522.

Tajlil, A.H., Pazoki, A. and Eradatmand Asli, D. 2014. Effects of seed priming by mannitol and zinc sulfate on biochemical parameters and seed germination of chickpea. International Journal of Farming and Allied Sciences. 3: 294-298.

Yagmur, M. and Kaydan, D. 2008. Alleviation of osmotic stress of water and salt in germination and seedling growth of triticale with seed priming treatments. African Journal of Biotechnology. 7 (13): 2156-2162.