Journal of Seed Research

ISSN (Print): 2383-2665
ISSN (Online): 2252-0961

Evaluation of seed germination and seedling growth indices of *Drimia maritima* L. under salinity and temperature stress

Fatemeh Borna[1*], Mokhtar Heidari[2]

[1] Assistant Professor, Department of Horticultural Science, Facuity of Agricultural, Agricultural Sciences and Natural Resources, University of Khuzestan, Mollasani, Iran, Email: borna@asnrukh.ac.ir

[2] Associate Professor, Department of Horticultural Science, Khuzestan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Khuzestan, Iran, Email: mkheidari@yahoo.com

Article Info

Article type:
Research Full Paper

Article history:
Received: 2022-6-28
Revised: 2022-8-21
Accepted: 2022-8-23

Keywords:
Dry weight
Germination index
Seedling vigor index
Squill
Sodium chloride

ABSTRACT

Seed germination is an important stage in the life cycle of plants. Seed germination is affected by various environmental stresses such as salinity, high temperature and drought. Squill (*Drimia maritima*) is a medicinal plant that is used in traditional medicine and the use of seeds is one of the methods of propagation of this plant. There is no information about the effect of environmental stresses on seed germination of this plant. In this study, the effect of temperature treatments (15, 20 and 25 °C) and different salinity levels (0, 50, 100, 150, 200 and 250 mM) on seed germination and seedling growth indices were investigated. The results showed that temperature and salinity treatments have a significant effect on germination and seedling growth indices. At all three temperatures of 15, 20 and 25 °C, seed germination and seedling growth indices decreased under salinity stress and the lowest seed germination and seedling growth were obtained in 200 and 250 mM sodium chloride treatments. At all three temperatures, salinity stress had a inhibitory effect on seedling growth indices such as the length of different seedling sections and the fresh and dry weight of seedlings as well as the seedling vigor index of Squill. The results of the present experiment showed that Squill is sensitive to salinity in the germination stage and the temperature of 20°C is the appropriate temperature for the germination of the Squill's seed.

Cite this article: Borna, F., Heidari, M. (2022). Evaluation of seed germination and seedling growth indices of *Drimia maritima* L. under salinity and temperature stress. *Journal of Seed Research*, 12 (1), 11-23.

©The author(s)
Publisher: Islamic Azad University, Gorgan branch
Doi: 10.30495/jsr.2022.1962102.1236

نشریه تحقیقات بذر
شاپا چاپی: ۲۶۶۵-۲۳۸۳
شاپا الکترونیکی: ۰۹۶۱-۲۳۵۲
دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرگان

ارزیابی شاخص‌های جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه عنصل *Drimia maritima* L. تحت تنش شوری و دما

فاطمه برنا[1*]، مختار حیدری[2]

[1]استادیار، گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی،دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، خوزستان، ایران، رایانامه: borna@asnrukh.ac.ir

[2]دانشیار، گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، خوزستان، ایران، رایانامه: mkheidari@yahoo.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی

تاریخ دریافت:۱۴۰۱/۰۴/۰۷
تاریخ بازنگری:۱۴۰۱/۰۵/۳۰
تاریخ پذیرش:۱۴۰۱/۰۶/۰۱

واژه‌های کلیدی:
شاخص جوانه‌زنی
عنصل
قدرت رشد گیاهچه
کلرید سدیم
وزن خشک

چکیده

جوانه‌زنی بذر یک مرحله مهم در سیکل زندگی گیاهان عالی است. جوانه‌زنی بذر تحت تاثیر تنش‌های محیطی مختلف مانند شوری، درجه حرارت بالا و خشکی قرار می گیرد. عنصل (*Drimia maritima*) یک گیاه دارویی است که در طب سنتی مورد استفاده قرار می گیرد و استفاده از بذر یکی از روش‌های تکثیر این گیاه می‌باشد. در مورد اثر تنش‌های محیطی بر جوانه‌زنی بذر این گیاه اطلاعاتی وجود ندارد. در این پژوهش اثر تیمارهای دمایی(۱۵، ۲۰ و ۲۵ درجه سلسیوس) و سطوح مختلف شوری (۰، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ میلی‌مولار) بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه‌های عنصل در پاییز و زمستان ۱۴۰۰ در گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد تیمارهای دمایی و شوری اثر معنی‌داری بر شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه دارد. در هر سه درجه حرارت ۱۵، ۲۰ و ۲۵ درجه سلسیوس، شاخص‌های جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه تحت تاثیر تنش شوری کاهش یافت و در تیمارهای ۲۰۰ و ۲۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم کمترین جوانه‌زنی بذر (۲/۱۲-۰٪) و رشد گیاهچه حاصل شد. در هرسه درجه حرارت، تنش شوری بر شاخص‌های رشد گیاهچه مانند طول بخش‌های مختلف گیاهچه و وزن تر و خشک گیاهچه و هم چنین قدرت رشد گیاهچه عنصل اثر بازدارنده داشت. نتایج آزمایش حاضر نشان داد گیاه عنصل در مرحله جوانه‌زنی حساس به شوری است و دمای ۲۰ درجه سلسیوس برای جوانه‌زنی بذر عنصل مناسب می‌باشد.

استناد: برنا، ف.، حیدری، م. (۱۴۰۱). ارزیابی شاخص‌های جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه عنصل *Drimia maritima* L. تحت تنش شوری و دما. *نشریه تحقیقات بذر*، ۱۲ (۱)، ۲۳-۱۱.

Doi: 10.30495/jsr.2022.1962102.1236

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد گرگان
© نویسندگان.

مقدمه

جوانه‌زنی بذر یک مرحله مهم در سیکل زندگی گیاهان عالی است. جوانه‌زنی بذر طی چند مرحله و بر اثر تغییرات فیزیکی، بیوشیمیایی و آنزیمی درون بذر انجام می‌شود. جذب آب توسط بذر، اولین مرحله و خروج ریشه‌چه مرحله نهایی جوانه‌زنی بذر می‌باشد. جوانه‌زنی بذر تحت تاثیر تنش‌های محیطی مختلف مانند شوری، درجه حرارت بالا و خشکی قرار می گیرد تنش شوری یکی از تنش‌های محیطی رایج در جهان است که با ایجاد تغییر در توازن اسمزی، سمیت یونی و تنش اکسیداتیو بر جوانه‌زنی بذر اثرات بازدارنده دارد (اوچارلی[1]، ۲۰۲۰). کاهش میزان تنظیم کننده‌های رشد تحریک کننده مانند جیبرلین‌ها و سایتوکینین‌ها، افزایش میزان بازدارنده‌های رشد مانند آبسیزیک اسید، تغییر در نفوذپذیری غشا و جذب آب در سلول‌های بذر، برخی دیگر از اثرات تنش شوری بر جوانه‌زنی بذر است (میرانصاری و اسمیت[2]، ۲۰۱٤). جوانه‌زنی سریع و به دنبال آن استقرار گیاهچه موارد مهمی هستند که رشد گیاه در شرایط تنش شوری را تحت تاثیر قرار می دهند (وو[3] و همکاران، ۲۰۱٤) به همین دلیل بررسی عوامل موثر بر جوانه‌زنی بذر در شرایط تنش شوری اهمیت زیادی دارد. یکی از موارد مهم در ارتباط با جوانه‌زنی بذر در شرایط تنش شوری، برهمکنش شوری و سایر تنش‌های محیطی است. با توجه به اینکه درجه حرارت یکی از عوامل موثر بر فعالیت‌های فیزیولوژیکی و آنزیمی در مرحله جوانه‌زنی بذر می‌باشد و برهمکنش درجه حرارت و شوری می تواند از نظر اکو-فیزیولوژیکی اثرات معنی‌داری بر سرعت جوانه‌زنی و زمان شروع رشد گیاه در رویشگاه‌های طبیعی داشته باشد (اونگار[4]،۱۹۹۵؛ زانگ[5]، ۲۰۱۲). بررسی برهمکنش شوری و درجه حرارت یکی از موارد مهم در تکثیر گیاهان در شرایط طبیعی می‌باشد. در مورد بر همکنش اثرات شوری و درجه حرارت بر جوانه‌زنی بذر گیاهان دارویی مختلف مانند سداب *Ruta graveolens* L. از خانواده مرکبات (مغیس[6] و همکاران، ۲۰۱۱)، مریم‌گلی مصری *Salvia aegyptiaca* (گورایی[7] و همکاران، ۲۰۱۱) و هم چنین ۹ گیاه دارویی از گیاهان دارویی موجود در کلکسیون گیاهان دارویی دانشگاه شهید بهشتی تهران (نجفی و همکاران، ۲۰۱۰) گزارش‌هایی منتشر گردیده است.

گیاه عنصل (*Drimia maritima* Syn. *Urginea maritima*) متعلق به خانواده مارچوبه[8] (ژانگ[9] و همکاران، ۲۰۲۲) گیاهی پیازدار و چندساله است که بومی ناحیه مدیترانه بوده و جنوب ایران یکی از رویشگاه‌های این گیاه می‌باشد (توبین و همکاران، ۲۰۰۰). در مورد کاربردهای پیاز گیاه عنصل در طب سنتی(امین، ۱۳۹۵)، سمیت ترکیبات موجود در پیاز عنصل (تانکوک و همکاران، ۱۹۹۵)، جداسازی ماده ارگیناگلسیرید (محمد و همکاران، ۲۰۱٤)، اثرات ضد سرطانی عصاره ریشه (نصری و همکاران، ۱۳۹۸)، ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی (زانگ و همکاران، ۲۰۲۲) و فعالیت آنتی اکسیدانتی برگ و پیاز (ممدوف و همکاران، ۲۰۱۰) گزارش‌هایی منتشر گردیده است.

استفاده از بذر یکی از روش‌های تکثیر گیاه عنصل است (حیدری و کیانی، ۱٤۰۰). بیشترین جوانه‌زنی

1. Uçarli
2. Miransari and Smith
3. Wu
4. Ungar
5. Zhang
6. Mguis
7. Gorai
8. Asparagaceae
9. Zhang

بذر عنصل در دمای ۲۰-۱۵ درجه سلسیوس می‌باشد و عامل بازدارنده جوانه‌زنی در بذر تشخیص داده نشده است (مارکوئس ودراپر، ۲۰۱۰) ولی با توجه به اینکه گیاهچه‌های عنصل تولید شده از بذر رشد کندی دارند(ون هورن و دومینگو، ۱۹۵۰) و بذرهای رها شده توسط گیاهان بالغ در طبیعت، نقش کمی در زادآوری و سیکل زندگی این گیاه دارند (مارکوئس ودراپر، ۲۰۱۰)، بررسی عوامل موثر بر جوانه‌زنی بذر در تکثیر گیاه عنصل اهمیت دارد. یکی از این موارد بررسی اثر تنش‌های محیطی بر جوانه‌زنی بذر می‌باشد. با توجه به اینکه در مورد اثر تنش‌های محیطی بر جوانه‌زنی بذر و رشد گیاه عنصل اطلاعاتی منتشر نگردیده است، در آزمایش حاضر اثر تیمارهای دما و شوری بر جوانه‌زنی بذر و رشد اولیه گیاهچه‌های عنصل مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

آزمایش در پاییز و زمستان ۱۴۰۰ در گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان (ملاثانی، ۳۵ کیلومتری شمال شرقی اهواز) انجام شد. بذرهای گیاه عنصل از گیاهان عنصل رشد یافته در خزانه گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان جمع‌آوری شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با تیمارهای دما (۱۵، ۲۰، ۲۵ درجه سلسیوس) و تیمارهای شوری (غلظت‌های ۰، ۵۰، ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم) با چهار تکرار (هر تکرار یک پتریدیش حاوی ۲۵ بذر) انجام شد. محلول پایه کلرید سدیم (NaCl) با حل کردن مقدار مشخص کلرید سدیم (شرکت سیگما، کشور آلمان) در آب مقطر تهیه شده و غلظت‌های مورد نظر با استفاده از رقیق سازی محلول پایه کلرید سدیم با آب مقطر آماده شد.

ابتدا بذرها با هیپوکلریت سدیم ۵ درصد به مدت ۲ دقیقه ضدعفونی سطحی شده و با آب مقطر آبکشی شدند. تعداد ۲۵ عدد بذر روی کاغذ صافی در پتری دیش قرار داده شده و مقدار ۵ میلی‌لیتر محلول از تیمار مورد نظر به هر پتری دیش اضافه شد. پتری‌دیش‌ها به‌مدت ۱۵ روز در ژرمیناتور در دمای مورد نظر نگهداری گردیدند. شمارش بذرهای جوانه زده هر روز انجام شده و در پایان آزمایش، درصد جوانه‌زنی با تعیین نسبت تعداد بذرهای جوانه زده به تعداد کل بذرهای کاشته شده در هر تکرار محاسبه شد. پس از محاسبه درصد جوانه‌زنی و انجام آزمون نرمال بودن توزیع داده‌ها، تبدیل زاویه ای (Arc Sin $X^{1/2}$) انجام شد.

میانگین زمان لازم برای جوانه‌زنی[1] (MGT) بر اساس رابطه زیر انجام شد (المودرس[2]، ۱۹۹۸):

$$MGT = \sum Fx / \sum F$$

که در آن F تعداد بذرهایی است که در روز x جوانه‌زده اند.

شاخص سرعت جوانه‌زنی[3] که نشان‌دهنده درصد جوانه‌زنی بذر در هر روز می‌باشد بر اساس رابطه زیر محاسبه گردید (کادر[4]، ۲۰۰۵):

$$GRI=\sum Gi/Ti$$

Gi درصد جوانه‌زنی روزانه، Ti زمان (روز).

شاخص جوانه‌زنی تیمسون[5] (TGI) براساس رابطه پیشنهادی اجمل خان و اونگار[6] (۱۹۹۸) محاسبه گردید:

$$TGI= \Sigma G/T$$

G= درصد جوانه‌زنی بذر در هر روز، T= طول دوره جوانه‌زنی

1. Mean Germination time
2. Al-Mudaris
3. Germination Rate Index
4. Kader
5. Timson germination index
6. Ajmal Khan and Ungar

طول ریشه چه و ساقه چه با کولیس دیجیتال اندازه‌گیری شده و طول کل گیاهچه تعیین شد. وزن تر گیاهچه‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱± گرم اندازه‌گیری شد. وزن خشک گیاهچه پس از قرار دادن نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۸۰ درجه سلسیوس و اندازه گیری وزن خشک با ترازو محاسبه گردید.

شاخص جوانه‌زنی (G_i) با استفاده از ارتباط نسبت جوانه‌زنی و رشد ریشه چه در تیمارها نسبت به شاهد (آب مقطر) انجام شد:

$$G_i = 100 \times (G_e/G_{H2O}) \times (L/L_{H2O})$$

GN = جوانه‌زنی نرمال شده (بر اساس درصد)

G_e = جوانه‌زنی بذر در نمونه تیمار (بر اساس درصد)

G_{H2O}= جوانه‌زنی بذر در تیمار شاهد (آب مقطر) (بر اساس درصد)

L = طول ریشه‌چه

L_{H2O} = طول ریشه‌چه در تیمار شاهد (آب مقطر) (بر اساس درصد)

شاخص قدرت رشد گیاهچه[1] (SVI) بر اساس رابطه زیر تعیین شد (ماهندر[2] و همکاران، ۲۰۱۵):

SVI= میانگین درصد جوانه‌زنی × میانگین طول گیاهچه

نرمال‌سازی داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف[3] با نرم‌افزار Minitab-16 و تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال خطای ۰/۰۵ انجام شد.

نتایج

شاخص‌های جوانه‌زنی بذر: نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد اثر تیمارهای درجه حرارت، غلظت کلرید سدیم و برهمکنش اثرات درجه حرارت و غلظت کلرید سدیم بر درصد جوانه‌زنی بذر، میانگین زمان جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، شاخص سرعت جوانه‌زنی و شاخص جوانه‌زنی در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود.

درصد جوانه‌زنی: بررسی نتایج اثر تیمارهای شوری و درجه حرارت بر درصد جوانه‌زنی بذر عنصل (جدول ۲) نشان داد بیشترین درصد جوانه‌زنی در تیمار بدون کلرید سدیم و دمای ۲۵ و ۲۰ درجه سلسیوس بود (به‌ترتیب ۷۹/۵٤ و ۷۹/۵٤ درصد) که با درصد جوانه‌زنی در تیمار ۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم و درجه حرارت ۲۰ درجه سلسیوس (٦۹/٤۹ درصد) تفاوت معنی‌داری نداشت ولی به‌طور معنی‌داری بیشتر از درصد جوانه‌زنی بذر در سایر تیمارها بود. در تیمار بدون کلرید سدیم در دمای ۱۵ درجه سلسیوس، درصد جوانه‌زنی بذر عنصل نسبت به دمای ۲۰ و ۲۵ درجه سلسیوس کاهش معنی دار داشت (به‌ترتیب ٦٤/۲٦ در مقایسه با ۷۹/۵٤ و ۷۹/۵٤ درصد). در هر سه درجه حرارت ۱۵، ۲۰ و ۲۵ درجه سلسیوس، افزایش غلظت کلریدسدیم موجب کاهش درصد جوانه‌زنی بذر شد و در غلظت ۲۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم جوانه‌زنی بذر انجام نشد. هم چنین در دمای ۲۰ درجه سلسیوس و تیمارهای ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم، درصد جوانه‌زنی بذر به طور معنی‌داری بیشتر از درجه حرارت ۱۵ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد بود (به‌ترتیب ٤۱، ۳۹ و ۳۵ درصد).

میانگین زمان جوانه‌زنی: نتایج نشان داد در تمام تیمارهای کلرید سدیم، دمای پایین موجب افزایش میانگین زمان جوانه‌زنی گردید (جدول ۲). بیشترین میانگین زمان جوانه‌زنی در دمای ۱۵ درجه سلسیوس و تیمار شوری ۱۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم بود (۱۲/۵٦ روز) که بامیانگین زمان جوانه‌زنی در دمای ۱۵ درجه سلسیوس و غلظت‌های صفر، ۵۰ و ۱۰۰

1. Seedling vigor index
2. Mahender
3. Kolmogorov- Smirnov

میلی‌مولار کلرید سدیم (به‌ترتیب ۹/۷۵، ۱۱/۴۸ و ۱۲/۰۳ روز) و یا غلظت ۲۰۰ میلی‌مولار کلریدسدیم و دمای ۲۰ درجه سلسیوس (۱۲ روز) تفاوت معنی‌داری نداشت ولی به‌طور معنی‌داری بیشتر از میانگین زمان جوانه‌زنی در سایر تیمارها بود. در تیمار شاهد (بدون کلرید سدیم) و در هر سه دمای ۱۵، ۲۰ و ۲۵ درجه سلسیوس، میانگین زمان جوانه‌زنی تفاوت معنی‌داری نداشت.

شاخص سرعت جوانه‌زنی: بیشترین شاخص سرعت جوانه‌زنی در تیمار بدون کلرید سدیم و درجه حرارت‌های ۲۰ و ۲۵ درجه سلسیوس بود (به‌ترتیب ۰/۸۵ و ۰/۸۵ درصد در روز) که به‌طور معنی‌داری بیشتر از شاخص سرعت جوانه‌زنی در سایر تیمارها بود (جدول ۲). شاخص سرعت جوانه‌زنی در تیمار بدون کلرید سدیم و دمای ۱۵ درجه سلسیوس (۰/٦ درصد در روز) به طور معنی‌داری کمتر از این شاخص در درجه حرارت‌های ۲۰ و ۲۵ درجه سلسیوس و بدون کاربرد کلرید سدیم بود که نشاندهنده کند شدن سرعت جوانه‌زنی بذر عنصل در دمای پایین از ۲۰ درجه سلسیوس می‌باشد. در هرسه درجه حرارت، افزایش غلظت کلرید سدیم باعث کاهش شاخص سرعت جوانه‌زنی گردید و کمترین شاخص سرعت جوانه‌زنی در غلظت‌های ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم مشاهده شد که نشاندهنده اثر منفی تیمار شوری ناشی از کلرید سدیم بر سرعت جوانه‌زنی بذر عنصل می‌باشد.

شاخص جوانه‌زنی تیمسون: بیشترین شاخص جوانه‌زنی تیمسون در تیمار بدون کلرید سدیم مشاهده شد و این در حالی بود که بین تیمارهای دمایی در نمونه‌های شاهد اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در خصوص سطوح مختلف تنش شوری بجز در تیمار ۵۰ میلی‌مولار و دمای ۲۵ درجه سانتی گراد (۱۹/۱۷ ٪) که با سطوح مختلف دمایی اختلاف معنی‌داری داشت، در سایر سطوح تنش شوری بین تیمارهای دمایی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

جدول ۱: نتایج تجزیه واریانس اثرات کلرید سدیم و درجه حرارت بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر عنصل

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)				
		درصد جوانه‌زنی بذر	زمان لازم برای جوانه‌زنی	شاخص سرعت جوانه‌زنی	شاخص جوانه‌زنی تیمسون	شاخص جوانه‌زنی
درجه حرارت	۲	۰/۲۹ **	۱۳۱/٤٦ **	۰/۳ **	۱۹۸۷/۰۲ **	٤٦٤/۵۱ **
شوری	۵	۰/۹۷**	۷٤/۷٦**	۱/۰۵**	۳۱۲۲/۹۱ **	۱۷٦۳۳/۷ **
درجه حرارت × شوری	۱۰	۰/۰۰۵۸**	٤۵/۷۲**	۰/۰٦ **	۲۹۱/۹٦ **	۲۵۲/۵٤ **
خطا	۵۱	۸/٤۷	۷/۸۱	۰/۰۰۷	۱٤/۰۷	۵۹/٦۲
ضریب تغییرات (٪)	-	۱۸/۸۸	٤۲/۹۱	۲۳/۵۵	۲۱/٦۵	۲۵/۹۸

* و ** به‌ترتیب نشان‌دهنده تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و ns عدم وجود تفاوت معنی‌دار

شاخص‌های رشد گیاهچه: بررسی نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد اثر تیمارهای درجه حرارت، غلظت کلرید سدیم و برهمکنش اثرات درجه حرارت، غلظت کلرید سدیم بر وزن تر و وزن خشک گیاهچه، طول ریشه‌چه، طول گیاهچه و شاخص قدرت رشد گیاهچه در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود.

جدول ۲: اثرات درجه حرارت و کلرید سدیم بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر گیاه عنصل

درجه حرارت (سلسیوس)	کلرید سدیم (میلی‌مولار)					
	۰	۵۰	۱۰۰	۱۵۰	۲۰۰	۲۵۰
	درصد جوانه‌زنی					
۱۵	٦٤/٢ bc	٦٢/٨٥ bc	٤٩/٩٩ d	٣٧/٨٩ e	٠/٠٠ f	٠/٠٠ f
۲۰	٧٩/٥٤ a	٦٩/٤٩ ab	٦٧/٤٢ b	٦٣/٢٧ bc	٢٩/٦٦ e	١٠/٠٧ f
۲۵	٧٩/٥٤ a	٤٩/٩٩ d	٥٥/٢٩ cd	٥/٠٣ f	٧/٦٩ f	٠/٠٠ f
	میانگین زمان جوانه‌زنی (روز)					
۱۵	٩/٧٥ abc	١١/٤٨ ab	١٢/٠٣ ab	١٢/٥٦ a	٣/٧٥ defg	٠٠/٠٠ g
۲۰	٦/٣٣ cdef	٦/٤٠ cdef	٦/٥٥ cde	٧/٧٥ bcd	١٢/٠٠ ab	٥/٥٠٠ cdef
۲۵	٥/٢٦ cdef	٥/٩٢ cdef	٨/٠٧ bcd	٢/٠٠ efg	١/٨٨ fg	٠٠/٠٠ g
	شاخص سرعت جوانه‌زنی					
۱۵	٠/٦٠٠ b	٠/٥٨٣ bc	٠/٣٨٣ d	٠/٢٣٣ e	٠/٠١٦ fg	٠/٠ g
۲۰	٠/٨٥٠ a	٠/٦٨٣ b	٠/٦٥٠ b	٠/٥٨٣ bc	٠/١٥٠ ef	٠/٠٣٣ fg
۲۵	٠/٨٥٠ a	٠/٣٨٣ d	٠/٤٦٦ cd	٠/٠١٦ fg	٠/٠٣٣ fg	٠/٠٠ g
	شاخص جوانه‌زنی تیمسون(٪)					
۱۵	١٠٠/٠ a	٥٤/٦٣ b	٢٨/٥٠ c	١١/٣٩ de	٠/٠ e	٠/٠ e
۲۰	١٠٠/٠ a	٥٢/٦٦ b	٢٩/٧١ c	٨/١١ de	٢/١٢ e	٠/٠ e
۲۵	١٠٠/٠ a	١٩/١٧ cd	٢٨/٠٦ c	٠/٢٧ e	٠/٣٦ e	٠/٠ e
	شاخص جوانه‌زنی (٪)					
۱۵	١٠٠/٠ a	٥٤/٦٣ b	٢٨/٥٠ c	١١/٣٩ de	٠/٠ e	٠/٠ e
۲۰	١٠٠/٠ a	٥٢/٦٦ b	٢٩/٧١ c	٨/١١ de	٢/١٢ e	٠/٠ e
۲۵	١٠٠/٠ a	١٩/١٧ d	٢٨/٠٦ c	٠/٢٧ e	٠/٣٦ e	٠/٠ e

* در هر شاخص، میانگین‌های دارای حرف(حروف) مشترک در سطح احتمال خطای ۰/۰۵ آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند

جدول ۳: نتایج تجزیه واریانس اثرات کلرید سدیم و درجه حرارت بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر عنصل

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)				
		وزن تر گیاهچه	وزن خشک گیاهچه	طول ریشه چه	طول گیاهچه	قدرت رشد گیاهچه
درجه حرارت	۲	٢٦٨/٧٨**	١/٢٨ **	١٠٠/٨٣**	٥١٧/٥٧**	١٥٠٦٠٣٤/٤٣ **
شوری	۵	١٣٠٩/٣**	٧/٠٨**	٤٨٨/٧٣**	٢٦٩١/٨٥**	٦٠٨٢٢٧٨/٨٦**
درجه حرارت × شوری	۱۰	٤٤/٦٢**	٠/٣٨**	٢٥/٢٦**	٨٤/٥٥**	٤٢٢٣٨٤/٠٧**
خطا	۵۱	٧/٥٩	٠/١٠١	٤/٢٧	١١/٧٥	٣٢٥٥٨/٤٢
ضریب تغییرات (٪)	–	٢٧/٦٥	٣٧/٨٥	٣٢/٨٣	٢٣/١٢	٣٢/٨٠

* و ** به ترتیب نشان‌دهنده تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و ns عدم وجود تفاوت معنی‌دار

طول ریشه‌چه: بیشترین طول ریشه‌چه عنصل در تیمار شاهد (بدون کاربرد کلرید سدیم) و درجه حرارت‌های ۲۰ و ۲۵ درجه سلسیوس بود (به‌ترتیب ۲۱/۳۷ و ۱۹/٦۷ میلی‌متر) که به‌طور معنی‌داری بیشتر از طول ریشه چه در سایر تیمارها بود. در غلظت‌های ۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم و دمای ۲۰ درجه سلسیوس، طول ریشه چه به طور معنی‌داری بیشتر از دماهای ۱۵ و ۲۵ درجه سلسیوس بود (به ترتیب ۱٦/٤۵ و ۲٦/۰۳ میلی متر). در هر سه درجه حرارت، افزایش غلظت کلرید سدیم از ۱۰۰ تا ۲۵۰ موجب کاهش معنی‌دار طول ریشه‌چه شد ولی تفاوتی بین طول ریشه چه در این تیمارها وجود نداشت (جدول ٤).

شاخص جوانه‌زنی: بررسی شاخص جوانه‌زنی (ارتباط نسبت جوانه‌زنی بذر و رشد ریشه چه در تیمارها نسبت به شاهد) نشان داد در هر سه درجه حرارت ۱۵، ۲۰ و ۲۵ درجه سانتیگراد، در تمام غلظت‌های کلرید سدیم شاخص جوانه‌زنی نسبت به تیمار شاهد کاهش معنی‌داری داشت. هم چنین در هر درجه حرارت، با افزایش غلظت کلرید سدیم از صفر تا ۱۵۰ میلی‌مولار، روند کاهش شاخص جوانه‌زنی هم معنی‌دار بود. در دمای ۲۵ درجه سلسیوس، شاخص جوانه‌زنی در غلظت‌های ۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم (۱۹/۱۷ درصد) به طور معنی‌داری کمتر از این شاخص در درجه حرارت‌های ۱۵ و ۲۰ درجه سلسیوس و غلظت‌های ۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم بود (جدول ۲).

طول گیاهچه: بیشترین طول گیاهچه عنصل در تیمار شاهد و درجه حرارت ۲۰ درجه سلسیوس بود (٤۷/۸۷ میلی متر) که به طور معنی‌داری بیشتر از طول گیاهچه در سایر تیمارها بود. در غلظت‌های ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم، طول گیاهچه عنصل در دمای ۱۵ درجه سانتیگراد به طور معنی‌داری کمتر از دماهای ۲۰ و ۲۵ درجه سلسیوس بود. در هر سه درجه حرارت، افزایش غلظت کلرید سدیم موجب کاهش معنی دار طول گیاهچه شد.

وزن تر گیاهچه: بیشترین وزن تر گیاهچه در تیمار شاهد (بدون کلرید سدیم) و دمای ۲۰ درجه سلسیوس بود (۳۳/۵۸ میلی‌گرم) که به طور معنی‌داری بیشتر از وزن تر گیاهچه در سایر تیمارها بود. در هر سه درجه حرارت، وزن‌تر گیاهچه در تیمار شاهد و غلظت ۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم تفاوت معنی‌داری داشتند ولی در غلظت ۱۰۰ میلی‌مولار وزن تر گیاهچه در درجه حرارت‌های ۲۰ و ۲۵ درجه سلسیوس به طور معنی‌داری بیشتر از وزن تر گیاهچه در دمای ۱۵ درجه سانتیگراد بود (به ترتیب ۱۱/٦۳ و ۱۳/۹۳ میلی‌گرم در مقایسه با ۵/۱۹ میلی‌گرم). با افزایش غلظت کلرید سدیم، در غلظت‌های ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ میلی‌مولار کلریدسدیم، وزن تر گیاهچه در هر سه درجه حرارت تفاوت معنی‌داری نداشتند.

وزن خشک گیاهچه: بیشترین وزن خشک گیاهچه در غلظت ۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم و درجه حرارت ۲۰ درجه سلسیوس بود (۲/۱۵ میلی‌گرم) که با وزن خشک گیاهچه در تیمار بدون کلریدسدیم و درجه حرارت‌های ۲۰ و ۲۵ درجه سلسیوس (به ترتیب ۲/۱۲ و ۲/۱۱ میلی‌گرم) تفاوت معنی‌داری نداشت ولی به طور معنی‌داری بیشتر از وزن خشک گیاهچه در سایر تیمارها بود. در تیمار بدون کلرید سدیم و غلظت ۱۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم، وزن خشک گیاهچه در دمای ۱۵ درجه سلسیوس (۱/۳۹ میلی‌گرم) به طور معنی‌داری کمتر از وزن خشک گیاهچه در درجه حرارت‌های ۲۰ و ۲۵ درجه سلسیوس بود.

جدول ٤: اثرات درجه حرارت و کلرید سدیم بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر گیاه عنصل

درجه حرارت (سلسیوس)	کلرید سدیم (میلی‌مولار)					
	۰	۵۰	۱۰۰	۱۵۰	۲۰۰	۲۵۰
	طول ریشه چه (میلی‌متر)					
۱۵	۱۰/٦٦ bc	۵/۹۹ de	٤/۲٦ ef	۳/۰۰ efg	۰/۰۰ g	۰/۰۰ g
۲۰	۲۱/۳۷ a	۱۳/۵۹ b	۸/۰٦ cd	۲/٤۲ fg	۲/۰۰ fg	۰/۰۰ g
۲۵	۱۹/٦۷ a	۸/۱۹ cd	۸/۷۲ cd	۲/۲۵ fg	۳/۰۸ efg	۰/۰۰ g
	طول گیاهچه (میلی‌متر)					
۱۵	۲٦/۵۹ d	۱٦/٤۵ e	۸/۹۳ f	۵/۱۱ fgh	۰ h	۰ h
۲۰	٤۷/۸۷ a	۳۲/۲٤ c	۱۹/۹۸ e	٦/٤۹ fg	۲/۰۰ gh	۰ h
۲۵	٤۱/٦۲b	۲٦/۰۳ d	۲۰/۹٤ e	۷/۹۲ f	٤/۷۵ fgh	۰ h
	وزن تر گیاهچه (میلی‌گرم)					
۱۵	۱۸/۵۰d	۱۱/۲۷ f	۵/۱۹ gh	۱/۷۷ hi	۰ i	۰ i
۲۰	۳۳/۵۸ a	۲۳/۲٤ c	۱۱/٦۳ f	۳/۱۵ ghi	۱/۸۳ hi	۰ i
۲۵	۲۸/۲۵b	۱۷/٦۵ de	۱۳/۹۳ ef	٦/۵۳ g	٤/۷۵ ghi	۰ i
	وزن خشک گیاهچه (میلی‌گرم)					
۱۵	۱/۳۸۷ cd	۱/۰۷۵ de	۰/٦۹۳ ef	۰/۲۹٤ fg	۰/۰ g	۰/۰ g
۲۰	۲/۱۲۱ ab	۲/۱٤٦ a	۱/۱۷٦ cd	۰/۲۸۳ fg	۰/۱۸۰ g	۰/۰ g
۲۵	۲/۱۱۰ ab	۱/۱۸٦ cd	۱/٦۵۰ bc	۰/٤۵۳ fg	۰/۳۸۳ fg	۰/۰ g
	شاخص قدرت رشد گیاهچه					
۱۵	۹٤٦/۲۰ d	۵٦۷/۸٤ e	۲۰۰/۱۷ f	٦۷/۹۹ f	۰۰ f	۰۰ f
۲۰	۲٤۳۵/۰۵ a	۱۳۲٦/۳۹ c	۷۷۹/۸۵ de	۲۲٤/٤٦ f	۲۲/۰۰ f	۰۰ f
۲۵	۲۱۳۰/٤۵ b	۵۹٤/۸۱ e	۵۹٦/۷۹ e	٦/۰۰ f	٤/۰۰ f	۰۰ f

* در هر شاخص، میانگین‌های دارای حرف(حروف) مشترک در سطح احتمال ۰/۰۵ آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند.

وزن خشک گیاهچه در هر سه درجه حرارت و غلظت‌های ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ میلی‌مولار تفاوت معنی‌داری نداشتند و به‌طور معنی‌داری کمتر از وزن خشک گیاهچه در سایر تیمارها بودند.

شاخص قدرت رشد گیاهچه: بیشترین شاخص رشد گیاهچه در دمای ۲۰ درجه سلسیوس و بدون کاربرد کلرید سدیم (تیمار شاهد) بود (۲٤۳۵/۰۵) که به‌طور معنی‌داری بیشتر از شاخص قدرت رشد گیاهچه در سایر تیمارها بود. با افزایش شوری این شاخص کاهش یافت و در تیمارهای ۲۰۰ و ۲۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم به کمترین میزان رسید و تفاوت معنی‌داری بین هر سه درجه حرارت وجود نداشت.

بحث

نتایج آزمایش نشان داد در شرایط تنش شوری، در مقایسه با سایر تیمارهای درجه حرارتی، ۲۰ درجه سلسیوس درجه حرارت بهینه برای جوانه‌زنی بذر گیاه عنصل می‌باشد (جدول ۲). مغیس و همکاران (Moghis et al., 2013) نیز گزارش دادند با افزایش یا کاهش درجه حرارت نسبت به درجه حرارت بهینه، جوانه‌زنی بذر ممانعت می شود. پیشنهاد گردیده است در مرحله جوانه‌زنی بذر، درجه حرارت بر فرآیندهای مختلفی تاثیر می گذارد و در نتیجه توانایی جوانه‌زنی بذر تحت تاثیر قرار می گیرد. نفوذ پذیری غشا، فعالیت پروتئین‌های متصل به غشا و فعالیت آنزیم‌های سیتوسولی برخی از مهمترین فعالیت‌های فیزیولوژیکی در بذر هستند که تحت تاثیر درجه حرارت قرار می گیرند (بولی و بلک[1]، ۱۹۹٤؛ شزربا[2] و همکاران ۲۰۲۱).

در هر سه درجه حرارت، با افزایش غلظت کلرید سدیم، علاوه بر درصد جوانه‌زنی، شاخص‌های سرعت جوانه‌زنی بذر عنصل کاهش یافت و با افزایش غلظت کلرید در همه تیمارهای درجه حرارت، افزایش میانگین زمان لازم برای جوانه‌زنی و کاهش شاخص سرعت جوانه‌زنی از موارد مهم در زمینه کاهش سرعت جوانه‌زنی بود (جدول ۲). میانگین زمان لازم برای جوانه‌زنی، شاخص سرعت جوانه‌زنی و ضریب سرعت جوانه‌زنی[3] (CVG) از شاخص‌هایی هستند که برای ارزیابی سرعت جوانه‌زنی بذر استفاده می شوند (پانوچیو[4] و همکاران، ۲۰۱٤)، چارتزولاکسی و کلاپاکی (۲۰۰۰) نیز کندشدن روند جوانه‌زنی بذر دورگه نسل اول فلفل تحت تاثیر تش شوری را گزارش دادند. اسمیت و کومب[5] (۱۹۹۱) تنش اسمزی موجب کند شدن فعالیت‌های متابولیکی و یا ممانعت از انجام برخی مراحل متابولیکی در روند جوانه‌زنی و در نتیجه موجب کند شدن بروز تاخیر در روند جوانه‌زنی بذر می گردد

در هر سه درجه حرارت ۱۵، ۲۰ و ۲۵ درجه سلسیوس، شاخص‌های جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه تحت تاثیر تنش شوری کاهش یافت و در تیمارهای ۲۰۰ و ۲۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم کمترین جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه بود (جدول ۲ و جدول٤). اثرات دما و شوری بر جوانه‌زنی بذر احتمالا ناشی از تاثیر شوری بر جذب آب توسط بذر گیاه عنصل می‌باشد. ژانگ و همکاران (Zhang et al., 2012) پیشنهاد دادند جذب یون سدیم توسط بذر و جذب آب در جوانه‌زنی بذر و رشد اولیه رویان در شرایط تنش شوری موثر است و تحت تاثیر دما قرار می گیرد. در نتیجه کاهش جوانه‌زنی بذر در غلظت‌های زیاد کلرید سدیم می تواند ناشی از تنش اسمزی و یا کاهش فعالیت آنزیم‌ها باشد. آنزیم آلفا- آمیلاز که در تجزیه ذخیره نشاسته و افزایش دسترسی رویان به قندها دخالت دارد، یکی از آنزیم‌هایی است که فعالیت آن در مرحله جوانه‌زنی بذر تحت تاثیر تنش شوری قرار می گیرد (ال منصوری و همکاران، ۲۰۰۲).

نتایج آزمایش حاضر نشان داد در هر سه درجه حرارت، تنش شوری بر شاخص‌های رشد گیاهچه مانند طول بخش‌های مختلف گیاهچه و وزن تر و خشک گیاهچه و هم چنین قدرت رشد گیاهچه عنصل اثر بازدارنده داشت و این اثر در غلظت بیشتر از ۱۰۰ میلی‌مولار شدیدتر بود (جدول ٤). گوپتا و هوانگ[6] (Gupta and Huang, 2014) عنوان داشتند یکی از اولین اثرات تنش شوری، کاهش روند رشد

1. Bewley and Black
2. Szczerba
3. Coefficient of velocity of germination (CVG)
4. Panuccio
5. Smith and Comb
6. Gupta and Huang

رویشی می‌باشد. آنارادها[1] (Anuradha, 2014) نیز کاهش طول شاخساره در غلظت‌های زیاد شوری را گزارش دادند. دلیل کاهش رشد طولی ریشه چه و ساقه چه گیاهچه و وزن تر گیاهچه با اثر یونهای سدیم و کلر در کاهش پتانسیل آب و در نتیجه اختلال در جذب آب توسط سلول‌های گیاهچه ارتباط دارد. مانس و تستر (Munns and Tester, 2008) عنوان داشتند کاهش وزن تر بافت‌های گیاهی در شرایط تنش شوری دلیل کاهش توانایی جذب آب از محیط رشد به دلیل بروز خشکی فیزیولوژیکی[2] می‌باشد.

با توجه به عدم وجود اطلاعات قبلی در مورد اثر تنش شوری بر جوانه‌زنی بذر عنصل و با در نظر گرفتن این موضوع که در گیاهان شور رست[3] و شیرین رست[4]، مرحله جوانه‌زنی بذر نسبت به تنش شوری حساس می‌باشد (خان و همکاران، ۲۰۰۲). نتایج آزمایش حاضر می تواند برای مطالعه بررسی سازگاری اکولوژیکی این گیاه در رویشگاه‌های طبیعی در مناطقی مانند استان خوزستان مورد استفاده قرار گیرد. زیرا پیشنهاد گردیده است تحمل به تنش شوری در مرحله جوانه‌زنی می تواند در استقرار گیاه در خاک‌های شور اثر تعیین کننده ای داشته باشد (اونگار[5]، ۱۹۹۵).

تشکر و قدردانی

مقاله فوق بخشی از نتایج طرح پژوهشی مصوب در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان می‌باشد. بدینوسیله از معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان به خاطر حمایت مالی از اجرای این طرح تشکر و قدردانی می‌گردد.

Refrences

Ajmal Khan, M., and Ungar, I. 1998. Germination of the salt tolerant shrub *Suaeda fruticosa* from pakistan: salinity and temperature responses. Seed Science and Technology, 26, 657-67.

Almansouri, M., Kinet, J.M. and Lutts, S. 2001. Effect of salt and osmotic stresses on germination in durum wheat (*Triticum durum* Desf.) Plant and Soil, 231 (2001), pp. 243-254.

Al-Mudaris, M. 1998. Notes on various parameters recording the speed of seed germination. Der Tropenlandwirt, 99, 147-54.

Amin, G., Zaguri, M., Khatamsaz, M. and Zulfiqari, B. 2015. Ansal (Esqil). Journal of Traditional Medicine of Islam and Iran. Volume 7. Number 2. Pages: 237-233.

Anuradha, C. 2014. Effect of salt stress on seedling growth of sunflower (*Helianthus annuus* L.). Biotechnology, 3: 15–22.

Bewley J.D. and Black, M. 1994. Seeds: Physiology of development and germination, 2nd ed., Plenum Press, New York, 445 p.

Bouslama, M. and Schapaugh, W.T. 1984. Stress tolerance in soybeans. 1. Evaluation of three screening techniques for heat and drought tolerance. Crop Science 24: 933-937.

Chartzoulakis, K. and Klapaki, G. 2000. Response of two greenhouse pepper hybrids to NaCl salinity during different growth stages. Sci. Hortic., 86: 247-260.

Gorai, M., Gasmi, H. and Neffati, M. 2011. Factors influencing seed germination of medicinal plant *Salvia aegyptiaca* L. (Lamiaceae). Saudi Journal of Biological Sciences. 18(3):255-260.

1. Anuradha
2. Physiological drought
3. Halophyte
4. Glycophyte
5. Ungar

Gupta, B., and Huang, B. 2014. Mechanism of salinity tolerance in plants Physiological, biochemical, and molecular characterization. International Journal of Genomics, 2014: 701596.

Heydari, M. and Kayani, S. 1400. The effect of planting medium on seed germination and seedling growth of Ansal (*Drimia maritima* L.). Seed research. 11th year number one. pp.: 46-56.

Kader, M.A. 2005. A Comparison of Seed Germination Calculation Formulae and the Associated Interpretation of Resulting Data. Journal & Proceedings of the Royal Society of New South Wales, 138: 65–75.

Khan M.A., Gul, B. and Weber, D.J. 2002. Seed germination in relation to salinity and temperature in *Sarcobatus vermiculatus*. Biologia Plantarum, 45: 133-135.

Mahender, A., Anandan, A. and Pradhan, S.K. 2015. Early seedling vigour; an imperative trait for direct-seeded rice: An overview on physio-morphological parameters and molecular Markers. Planta, 241: 1027–1050.

Mammadov, R., Makasci-Afacan, A. and Uysal- Demir, D. 2014. Determination of Antioxidant Activities of Different *Urginea maritima* (L.) Baker Plant Extracts. Iranian Journal of Chemistry and Chemical Engineering. 29 (3): 47-53.

Munns, R., and Tester, M. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. Annual Review of Plant Biology, 59: 651–681.

Nadjafi, F., Shabahang, J. and Mahdavi, A. 2010. Effects of salinity and temperature on germination and seedling growth of nine medicinal plants. Seed Technology. 32(2): 96-17.

Nasri, S., Amin, G., Sedekhi Azad, Z., Borbour, M. and Shamhammadi, F. 2018. Anticancer effect of ethanolic extract of Ansul root on Hella cancer cells in culture medium. Experimental animal biology. 8th year, 2nd issue, consecutive 30, 45-50.

Panuccio M.R., Jacobsen S.E., Akhtar S.S., Muscolo A. 2014. Effect of saline water on seed germination and early seedling growth of the halophyte quinoa. AoB Plants, 6: plu047.

Smith, P.T. and Comb, B.G. 1991. Physiological and enzymatic activity of pepper seeds (*Capsicum annuum*) during priming. Physiol. Plant., 82: 71-78.

Szczerba, A., Płazek, A., Pastuszak, J., Kope´c, P., Hornyák, M., and Dubert, F. 2021. Effect of Low Temperature on Germination, Growth, and Seed Yield of Four Soybean (*Glycine max* L.) Cultivars. Agronomy, 11, 800.

Tobyn, G., Denham, A. and Whitelegg, M. 2000. *Drimia maritima*, Squill. In: The Western Herbal Tradition. pp. 155-164. Tuncok, Y., Kozan, O., Cavdar, C., Guven, H. and Fowler, J. 1995. *Urginea maritima* (Squill) toxicity. Clinical Toxicology.33(1): 83-86.

Uçarli, C. 2020. Effects of salinity on seed germination and early seedling stage. In: Abiotic stress in plants. (Ed. Fahad, S., Saud, S., Chen, Y., Wu, C. and Wang, D.). pp. 1-20.

Ungar, I.A. 1982. Germination ecology of halophytes. In: Contribution to the ecology of halophytes. D.N. Sen and K.S. Rajpurohit (ed.), W. Junk Publishers, The Hague 143-154.

Ungar, I.A. 1995. Seed germination and seed-bank ecology of halophytes. In: Seed development and germination. J. Kigel and G. Galili. (ed.), Marcel Dekker, New York, 599-627.

Van Horn, D.L. and Domingo, W.E. 1950. Comparison of seed and vegetative propagation methods for red squill. Economic Botany. 4: 350-353.

Wu, G.Q., Liang, N., Feng, R.J., Zhang, J.J. 2013. Evaluation of salinity tolerance in seedlings of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) cultivars using proline, soluble sugars and cation accumulation criteria. Acta Physiologiae Plantarum, 35: 2665–2674.

Wu, G.Q., Jiao, Q. and Shui, Q.Z. 2015. Effect of salinity on seed germination, seedling growth, and inorganic and organic solutes accumulation in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Plant Soil Environment. 61(5): 220-226.

Zhang, H., Irving, L.J., Tian, Y., Zhou, D. 2012. Influence of salinity and temperature on seed germination rate and the hydrotime model parameters for the halophyte, *Chloris virgata*, and the glycophyte, *Digitaria sanguinalis*. South African Journal of Botany 78; 203–210.

Zhang, L., Zengin, G., Fawzi Mahomoodally, M., Yıldıztugay, E., Jugreet, Sh., Simal-Gandara, J., Rouphael, Y., Pannico, A., and Lucini, L. 2022. (Untargeted Phenolic Profiling and Functional Insights of the Aerial Parts and Bulbs of *Drimia maritima* (L.) Stearn. Plants, 11, 600.