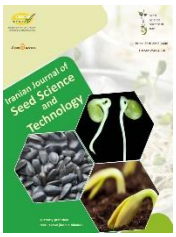
2025, 14 (3), 15-28 https://doi.org/10.22092/ijsst.2024.365727.1527

Seed Science Society of Iran

Seed and Plant Certification and Registration Institute

Iranian Journal of
Seed Science and Technology



ISSN: 2588-4638

Research Article

Assessment of the Effect of Different Treatments in Order to Increase the Percentage of Seed Germination of Three Ornamental Plants

Seyed Abbas Mirjalili[1*]

1. Associate professor, Imam Khomenini Higher Education Center, Agricultural Research, Education And Extension Organization, Tehran, Iran.

Article Information

Received: 13 May 2024
Revised: 30 Jun. 2024
Accepted: 28 Aug. 2024

Keywords:
Seed dormancy,
Ornamental plant,
Salvia,
Bellis,
Alyssum

Corresponding Author:
a.mirjalili@areeo.ac.ir

Abstract

Annual ornamental plants, mostly, propagated by seeds. Seeds of some these plants have difficulties in germination due to ecological adaptations to environmental conditions. In order to investigation about the effect of different treatments on the germination of three ornamental plants, Salvia grandiflora, Bellis perennis and Alyssum maritimum, three separate experiments were accomplished based on Completely Randomized Design by 4 treatments and 4 replications. Treatments include GA3 by three levels (100, 500, 1000 PPM), sulfuric acid 50% in three time (5, 10, 20 minutes), stratification during three weeks in three temperatures (0-2, 3-4, 5-6 ˚C) and control. Statistical analysis was done via Duncan Test by SPSS software. The results showed that gibberellic acid with a concentration of 1000 ppm had the greatest effect on the percentage and speed of Alyssum maritimum seed germination. Cold treatment did not have a significant effect on germination and sulfuric acid treatment caused a significant decrease in Alyssum maritimum seed germination. Different concentrations of gibberellic acid and chilling treatments did not have a significant effect on the germination of Bellis perennis seed, and sulfuric acid caused a significant decrease in germination. Gibberellic acid at the concentration of 1000 ppm increased the germination of Salvia grandiflora. The highest amount of germination in sage was observed in the treatment of gibberellic acid at the rate of 1000 ppm (76.65%) and temperature 0-2, and sulfuric acid in 20 minutes.

How to cite this paper: Mirjalili, S.A. (2025). Assessment of the effect of different treatments in order to increase the percentage of seed germination of three ornamental plants. *Iranian Journal of Seed Science and Technology*, *14*(3), 15-28. https://doi.org/10.22092/ijsst.2024.365727.1527

© Authors, Published by Iranian Journal of Seed Science and Technology. This is an open-access article distributed under the CC BY (license https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

Seed quality includes genetic characteristics, seed dormancy, germination capacity, seed vigor or vigor, seed moisture content, storage quality or seed deterioration. Germination capacity is the ability of a seed to produce a normal plant under favorable conditions (Finch-Savage & Bassel, 2016). Annual ornamental plants, mostly, propagated by seeds. Seeds of some these plants have difficulties in germination due to ecological adaptations to environmental conditions. Therefore, it is essential to understand the ecophysiological factors affecting this phenomenon and to create optimal conditions for the germination of ornamental plant seeds for their propagation and cultivation. The aim of the present study was to find the most effective method for breaking seed dormancy in ornamental plants and to introduce methods for improving the germination percentage of these plants.

Materials and Methods

Among the common ornamental plants in the floriculture industry of Isfahan Province, *Bellis perennis* from the chicory family, ornamental sage (*Salvia grandiflora* syn. *Salvia tomentosa* Mill.) from the mint family, and marigold (*Alyssum maritimum* syn. *Lobularia maritimum*) from the crucifer family, which had difficulty in germination, were selected. Seed germination was determined using the tetrazolium chloride (TTC) method (Kumari & Dahiya, 2007). The seeds were disinfected using a half percent sodium hypochlorite solution for two minutes. Then they were washed four times using distilled water. After the seed preparation steps, they were subjected to the relevant treatments. Three separate experiments were accomplished based on Completely Randomized Design by 4 treatments and 4 replications. Treatments include GA3 by three levels (100, 500, 1000 PPM), sulfuric acid 50% in three time (5, 10, 20 minutes), stratification during three weeks in three temperatures (0-2, 3-4, 5-6 ˚C) and control. Statistical analysis was done via Duncan Test by SPSS software.

Results and Discussion

The results obtained from the treatments studied on *Alyssum maritimum* seeds showed that the highest germination rate and germination rate were at a concentration of 1000 ppm gibberellic acid, and the lowest germination percentage was at a temperature of 0-2 and 100 ppm gibberellic acid, and a time of 20 minutes' sulfuric acid. Previous research findings showed that Salvia species seeds require a pre-chill treatment for germination. Gibberellic acid treatments also significantly increased the germination rate after chilling treatment in species of this genus (Tursun, 2020). Although the results of the present study are consistent with some studies, another study reported that chilling could not increase the percentage and rate of sage seed germination because by increasing the chilling period to four weeks, there was a significant decrease in the percentage and rate of sage seed germination. The results of different treatments on the seeds of *Bellis perennis* showed that the highest germination rate occurred in the control treatment and the lowest germination percentage was observed in the sulfuric acid treatment. The cold and gibberellic acid treatments did not differ much from the control treatment. The lack of significant effect of treatments on the seeds of the grass mint plant indicates that the seeds of this plant do not have difficulty in germination because sulfuric acid even reduced germination, which could be due to the small size of the seeds and also the thin shell that caused the seed embryo to be burned by the acid. Chilling and gibberellic acid, which are used to break seed dormancy and also increase the germination percentage, did not have a desirable effect on the seeds of mint, so much so that they even reduced the germination percentage of these seeds compared to the control treatment. It seems that the use of these methods not only did not increase germination, but also reduced germination. Some researchers have stated that the germination percentage of these seeds may be increased by heat treatment (Khakpoor et al., 2011). Analysis of variance on *Salvia grandiflora* seeds showed that the highest germination rate occurred at 1000 ppm gibberellic acid, 0-2°C temperature, and 50% sulfuric acid for 20 minutes, and the lowest germination rate occurred at 5-6°C temperature, 500 ppm gibberellic acid, and 10 minutes' sulfuric acid. Little research has been done on the seeds of daisies. In a study of seeds from two different populations of *Alyssum linifolium*, it was found that they germinated over a wide range of day/night temperature regimes. The highest germination percentage was observed in the treatment of 20°C day temperature and 10°C night temperature. Seed germination was also affected by pH, with seeds germinating in the range of pH=4 to 9, with germination being maximal at pH=7.

Conclusion

The results showed that gibberellic acid with a concentration of 1000 ppm had the greatest effect on the percentage and speed of *Alyssum maritimum* seed germination. Cold treatment did not have a significant effect on germination and sulfuric acid treatment caused a significant decrease in *Alyssum maritimum* seed germination. Different concentrations of gibberellic acid and chilling treatments did not have a significant effect on the germination of *Bellis perennis* seed, and sulfuric acid caused a significant decrease in germination. Gibberellic acid at the concentration of 1000 ppm increased the germination of *Salvia grandiflora*. The highest amount of germination in sage was observed in the treatment of gibberellic acid at the rate of 1000 ppm (76.65%) and temperature 0-2, and sulfuric acid in 20 minutes.

دوره ۱۴، شماره ۳، صفحات ۲۸-۱۵ https://doi.org/10.22092/ijsst.2024.365727.1527

نشریه علوم و فناوری بذر ایران

ISSN: 2588-4638

مقاله پژوهشی

ارزیابی تاثیر تیمارهای مختلف به منظور افزایش درصد جوانه‌زنی بذر سه گیاه مریم گلی (*Salvia grandiflora*)، مینای چمنی (*Bellis perennis*) و گل مروارید (*Alyssum maritimum*)

سید عباس میرجلیلی[1*]

۱. دانشیار، مرکز آموزش عالی امام خمینی (ره)، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی تهران ایران.

چکیده

اغلب گیاهان زینتی یکساله از طریق بذر تکثیر می‌شوند. بذر بعضی از این گیاهان به جهت سازگاری اکولوژیکی با شرایط محیطی دچار سختی در جوانه‌زنی هستند. به منظور بررسی تاثیر تیمارهای مختلف بر جوانه‌زنی بذرهای سه گیاه زینتی مریم گلی زینتی (*Salvia grandiflora*)، مینای چمنی (*Bellis perennis*) و گل مروارید (*Alyssum maritimum*) سه آزمایش مجزا در قالب طرح کاملاً تصادفی در۴ تیمار و۴ تکرار انجام شد. این تیمارها شامل خیساندن در اسید جیبرلیک با غلظت‌های ۱۰۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام و سولفوریک اسید ۵۰٪ در زمان‌های ۵، ۱۰ و ۲۰ دقیقه و تیمار سرمادهی طی ۳ هفته و در دماهای صفر تا ۲، ۳-۴ و ۵-۶ درجه سلسیوس و تیمار شاهد بودند. مقایسه میانگین‌ها با روش دانکن و توسط نرم افزار SPSS انجام گرفت. نتایج نشان داد که تیمار اسید جیبرلیک با غلظت هزار پی‌پی‌ام بیشترین تاثیر در درصد و سرعت جوانه‌زنی گل مروارید داشت. تیمار سرمادهی تاثیر معنی داری روی جوانه‌زنی نداشت و تیمار سولفوریک اسید باعث کاهش معنی دار جوانه‌زنی گل مروارید شد. غلظت‌های مختلف جیبرلیک اسید و سرمادهی تاثیر معنی داری روی جوانه‌زنی گل مینا چمنی نداشت و سولفوریک اسید کاهش معنی دار جوانه‌زنی را باعث شد. اسید جیبرلیک در غلظت ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام افزایش جوانه‌زنی مریم گلی را سبب شد. بیشترین مقدار جوانه‌زنی در مریم گلی در تیمار اسید جیبرلیک به میزان ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام (۷۶,۶۵٪) و درجه حرارت ۲-۰، و سولفوریک اسید در زمان ۲۰ دقیقه مشاهده شد.

اطلاعات مقاله

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۲/۲۴

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۴/۱۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۶/۰۷

واژه‌های کلیدی:

خواب بذر،

جیبرلیک اسید،

خراش‌دهی،

سرمادهی،

گیاه زینتی

نویسنده مسئول:

a.mirjalili@areeo.ac.ir

نحوه استناد به این مقاله:

Mirjalili, S.A. (2025). Assessment of the effect of different treatments in order to increase the percentage of seed germination of three ornamental plants. *Iranian Journal of Seed Science and Technology*, *14*(3), 15-28. https://doi.org/10.22092/ijsst.2024.365727.1527

مقدمه

در صنعت گلکاری، کیفیت بذر اهمیت خاصی دارد. کیفیت بذر شامل مواردی همچون خصوصیات ژنتیکی، خواب بذر، قوه نامیه، قدرت جوانه‌زنی، بنیه یا قدرت بذر، میزان رطوبت بذر، کیفیت انبارداری یا زوال بذر می‌شود. قدرت جوانه‌زنی، توانایی بذر جهت تولید یک گیاه طبیعی در شرایط مساعد است (Finch-Savage & Bassel, 2016). بنابراین تهیه اطلاعاتی در زمینه خصوصیات کیفی بذر گونه‌های زینتی در تولید و پرورش این گیاهان و استقرار آنها در فضای سبز مورد توجه قرار می‌گیرد. از سوی دیگر بذر تعدادی از گونه‌های زینتی به جهت سازگاری اکولوژیکی با شرایط محیطی دچار سختی در جوانه‌زنی بذر خود می‌باشند. بنابراین شناخت عوامل اکوفیزیولوژیکی موثر بر این پدیده و ایجاد شرایط بهینه برای جوانه زنی بذر گیاهان زینتی جهت تکثیر و پرورش آن‌ها یک امر ضروری است (Bayat & Aminifard, 2018).

جوانه‌زنی بذر شامل مجموعه ای از پدیده‌های فیزیولوژیکی است که تحت تأثیر عوامل داخلی (خواب، عدم بلوغ فیزیکی و ژنوتیپ) و خارجی (نور، دما، در دسترس بودن آب و بستر) قرار می‌گیرد (Tursun, 2020). در اختیار داشتن اطلاعاتی در مورد رویش بذر و قدرت حیات آن برای انتخاب نوع کشت (بذرکاری یا نشاکاری) و استقرار گیاهچه اهمیت دارد زیرا می‌تواند یکپارچگی کشت در مزرعه را بیشتر تحت تاثیر قرار دهد (Zutic & Dudai, 2008).

به طور کلی دو نوع خواب بذر وجود دارد: خواب فیزیکی که ناشی از پوشش نفوذ ناپذیر بذر است و خواب فیزیولوژیکی یا درونی که به علت وجود شرایط فیزیولوژیک بویژه جنین دانه، جوانه‌زنی بذر به تاخیر می‌افتد (Khakpoor et al., 2013). محققین نشان دادند که بیشترین خفتگی در گیاهان تیره‌های شب بو، نعنا و کاسنی، فیزیولوژیک بود (Rahimi et al., 2022).

خواب یک سازگاری زیست شناختی بذر است که توسط عوامل متعددی تنظیم می‌شود. دما یکی از عوامل محیطی اصلی است که مسئول تغییرات مختلف در خواب بذر است و خواب را می‌توان با نوسان دما شکست. به طور کلی، گزارش شده است که دماهای نوسانی بیشتر از دمای ثابت باعث افزایش جوانه‌زنی بذر می‌شود (Zhang et al., 2020). خواب بذر یک پدیده رایج برای بسیاری از گیاهان است. بسته به نوع خواب، می‌توان به روش‌های مختلفی آن را شکست. استفاده از هورمون‌ها و چینه بندی سرمایی اغلب برای کاهش خواب استفاده می‌شود (Baskin & Baskin, 2004).

اسید جیبرلیک (GA3) متداول‌ترین تنظیم کننده رشد است که برای شکستن خواب استفاده می شود و راندمان جوانه‌زنی را در مدت کوتاهی بدون نیاز به امکانات جداگانه افزایش می‌دهد. GA3 برای شکستن خواب فیزیولوژیکی موثر شناخته شده است و گزارش شده است که با فعال کردن هیدرولازها در دانه، که هیدرولیز نشاسته به گلوکز را تحریک می‌کند، جوانه‌زنی بذر را تقویت می‌کند. با این حال، GA3 باعث جوانه‌زنی در همه بذرها نمی‌شود و بسته به روش و دوز، حتی می‌تواند از جوانه‌زنی جلوگیری کند. بنابراین، ابزار مناسب تیمار، غلظت و سایر شرایط برای هر گونه باید بررسی شود (Kwon et al., 2020). از روش‌های دیگر شکستن خواب بذر، چینه بندی سرمایی بذر است که نگهداری دانه‌ها در شرایط مرطوب توأم با سرما انجام می‌گیرد (Rouhi et al., 2012). استفاده از سولفوریک اسید سولفوریک اسید یا اسیدهای دیگر نیز برای نفوذپذیر کردن پوسته بذر بسیار شایع است.

بررسی منابع نشانگر استفاده از این تیمارها روی بذرهای گیاهان زینتی مورد مطالعه بود. تاثیر سولفوریک اسیدسولفوریک اسید، استراتیفیه کردن، فیتوهورمون و نیترات پتاسیم برای شکستن خواب بذر و رویش بذر گیاه زینتی لاله آبی (*Tulipa kaufinanniana*) بررسی شد (Rouhi et al., 2012). اثر تیمارهای سرمادهی، سولفوریک اسیدسولفوریک اسید، جیبرلیک اسید و نیترات پتاسیم برای شکستن خواب بذر گیاه سرخارگل مورد بررسی قرار گرفت (Fateh et al., 2012). نتایج این پژوهش نشان داد که تیمار توام سرمادهی و جیبرلیک اسید و غلظت ۶۰۰ پی پی ام جیبرلیک اسید بهترین تیمار برای شکست خواب بذر سرخار گل است.

رویش بذر دو گونه از یونجه یکساله با تاثیر اسید جیبرلیک، غلظت‌های مختلف سولفوریک اسیدسولفوریک اسید، نیترات پتاسیم و پلی اتیلن گلیکول مورد ارزیابی قرار گرفت

(Sadeghi & Rasouli, 2012). نتایج نشان داد که تمام تیمارهای مورد استفاده قادر به شکستن خواب بذر این گیاهان بودند به نحوی که گونه *Medicago rigidula* با سولفوریک اسیدسولفوریک اسید ۹۸ درصد برای مدت دو دقیقه و گونه‌های یونجه با جیبرلیک اسید با ۶۰۰ پی پی ام بهترین نتایج را برای رویش بذرها داشتند. همچنین در پژوهشی نشان داده شد که جیبرلیک اسید می‌تواند میزان رویش بذر گیاه *Penstemon* را بهبود بخشد (Mello et al., 2009).

شکست خواب بذر و نیازهای رویشی دو گونه از جنس *Ferula* با تیمار غلظت‌های مختلف اسید جیبرلیک، سرمادهی و تیمار توأم سرما و جیبرلیک اسید بررسی شد (Keshtkar et al., 2008). نتایج نشان داد که بذرهای شاهد (تیمار نشده) رویش نیافتند و بیشترین میزان جوانه‌زنی در تیمار غلظت‌های بالاتر اسید جیبرلیک بود. بذرهای گونه *Ferula ovina* در غلظت ۱۰۰۰ پی پی ام توأم با سرما به میزان ۷۶ درصد جوانه‌زنی داشتند. برای گونه *Ferula gumosa* بیشترین میزان (۵۳ درصد) جوانه‌زنی مربوط به تیمار اسید جیبرلیک با غلظت ۱۵۰۰ پی پی ام با سرمادهی بود.

شاخص‌های جوانه‌زنی هشت گونه سلوی برای کاربرد زینتی – دارویی بررسی شد (Kalateh et al., 2022). نتایج نشان دهنده افزایش درصد جوانه‌زنی در دمای ۲۵ درجه در اکثر گونه‌های سلوی بود.

بررسی منابع نشان داد که اطلاعات بسیار کمی‌در خصوص اثر تیمارهای مختلف برای افزایش درصد جوانه‌زنی بذرهای گیاهان زینتی وجود دارد (Bayat & Aminifard, 2018; Rahimi et al., 2022; Zammali et al., 2022). لذا در این تحقیق سعی شد تاثیر تیمارهای معمول مورد استفاده در شکستن خواب دانه بر رویش دانه‌های سه گیاه زینتی بررسی شود. همچنین سعی شد تا از کلیه تیمارهای شکننده خواب دانه چه خواب درونی و چه خواب بیرونی استفاده شود تا بتواند شرایط مطلوب تری برای رویش دانه‌های گیاهان مذکور معرفی کند.

هدف از اجرای تحقیق حاضر، یافتن موثرترین روش برای شکستن خواب بذر گیاهان زینتی نام برده شده و معرفی روش‌هایی برای بهبود درصد جوانه‌زنی بذر این گیاهان بود.

مواد و روش‌ها

سه آزمایش مجزا با مواد و روش‌های مشابه ولی مستقل از یکدیگر در قالب طرح کاملاً تصادفی در۴ تیمار و۴ تکرار روی گیاهان زینتی مورد بررسی انجام شد. محاسبات آماری با روش دانکن و توسط نرم افزار SPSS انجام گرفت.

مواد گیاهی: از بین گیاهان زینتی متداول در صنعت گل و گیاه استان اصفهان، گیاهان مینای چمنی (*Bellis perennis*) رقم پاکوتاه از تیره کاسنی، مریم گلی زینتی (*Salvia grandiflora* syn. *Salvia tomentosa* Mill.) از تیره نعنا و گل مروارید (*Alyssum maritimum* syn. *Lobularia maritimum*)، از تیره شب بو که دشواری در جوانه‌زنی داشتند، انتخاب شدند. بذرهای سالم و بالغ مورد استفاده، از بانک ژن شرکت پاکان بذر اصفهان خریداری شدند. تاریخ تولید و انقضای مندرج روی پاکت‌های بذری نشان داد که یک سال از تولید بذرها گذشته و دو سال تا زمان انقضای آنها باقی مانده بود. قدرت رویش بذرها با استفاده از روش تترازولیوم کلراید (TTC) مشخص شد (Kumari & Dahiya, 2007). بذرهای مورد آزمایش با استفاده از محلول هیپوکلریت سدیم نیم در صد برای مدت دو دقیقه ضد عفونی شدند. سپس با استفاده از آب مقطر چهار بار شستشو داده شدند. پس از اقدامات آماده سازی بذرها، آنها تحت تیمارهای مربوطه قرار گرفتند.

تیمار اسید جیبرلیک (GA3): این هورمون گیاهی که برای رفع موانع فیزیولوژیک درون بذر در نظر گرفته شده بود، با غلظت‌های ۱۰۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ پی پی ام استفاده شد. بذرها به مدت ۴۸ ساعت تحت تاثیر این تیمار قرار گرفت.

تیمار سرمادهی: تیمار سرمادهی در دماهای صفر تا ۲، ۳ تا ۴ و ۵ تا ۶ درجه سلسیوس به مدت ۳ هفته قرار گرفتند و پس از سپری شدن این زمان بذرها شست و شو داده شده و به محیط کشت انتقال داده شدند. فرض بر این است که این تیمار برای مینای چمنی که یک گونه سردسیر است شاید بهتر پاسخ دهد.

تیمار سولفوریک اسیدسولفوریک اسید: بذرها در غلظت ۵۰ درصد حجمی در سه زمان کوتاه ۵، ۱۰و ۲۰ دقیقه قرار داده شدند و بعد از سپری شدن زمان مورد نظر، بذرها شست و شو داده شدند و داخل پتریدیش‌ها کشت شدند.

بذرهای تیمار شده با آب مقطر شستشو داده شدند و درون پتری دیش حاوی کاغذ واتمن مرطوب قرار داده شدند. پتری دیش‌ها با پارافیلم پوشانده شدند و داخل اتاقک رشد (ژرمیناتور) در دمای ۲۵ درجه سلسیوس قرار گرفتند. یک سری از بذرها بدون تیمار (آب مقطر) به عنوان شاهد در نظر گرفته شدند.

ظهور ریشه‌چه موید جوانه‌زنی بود و تا زمان اطمینان از عدم رویش بذرها، هر روز تعداد جوانه‌ها یادداشت برداری گردید.

پس از انجام مراحل آماده‌سازی بذرها و پس از شروع جوانه‌زنی اولین بذر، هر روز و در ساعت مشخص بذرهای جوانه زده شمارش و یادداشت شدند. پس از پایان جوانه‌زنی و شمارش بذرها، جدول کلی طراحی شد. متغیرهای درصد جوانه‌زنی وسرعت جوانه‌زنی بذرها محاسبه شد.

درصد جوانه‌زنی با استفاده از رابطه (۱) و مطابق با روش Panwar (۲۰۰۵) محاسبه گردید:

رابطه (۱) $Germination\ rate=n/N*100$

سرعت جوانه‌زنی از رابطه (۲) به دست آمد:

رابطه (۲) $Germination\ speed=\Sigma(ni/ti)$

در این رابطه ها، n= تعداد کل بذرهای جوانه زده در طی دوره، N= تعداد کل بذرهای کاشته شده و ti تعداد روزهای پس از شروع جوانه‌زنی است.

نتایج

الف)گل مروارید

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمار اسید جیبرلیک با غلظت ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام بر درصد جوانه‌زنی در سطح یک درصد و سرعت جوانه‌زنی در سطح پنج درصد در بذر گیاه مروارید معنی‌دار است. به طوری که با خیساندن بذرها در اسید جیبرلیک با غلظت ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام تفاوت معنی‌داری با شاهد داشت ولی تفاوت معنی‌داری بین سطوح ۱۰۰ و ۵۰۰ پی‌پی‌ام با شاهد وجود نداشت (جدول ۱ و شکل ۱).

نتایج تیمار سولفوریک اسید سولفوریک اسید ۵۰ درصد در زمان های ۵،۱۰،۲۰ دقیقه نشان داد که بین تیمار ها تفاوت معنی‌داری در سطح پنج درصد وجود داشت به نحوی که در مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن، بین همه‌ی تیمارهای سولفوریک اسیدسولفوریک اسید، تفاوت معنی‌داری بین میانگین‌ها وجود داشت ولی این تاثیر منفی بود به طوری که باعث جلوگیری از جوانه‌زنی شد (جدول ۱ و شکل ۲).

نتایج تجزیه واریانس تیمار سرمادهی نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین دما های مختلف وجود نداشت و سرمادهی نتوانستدر صد جوانه‌زنی و سرعت آن را افزایش دهد. نتایج نشان داد که سرمای ۲-۰ درجه سلسیوس کاهش جوانه‌زنی را نیز به دنبال داشت و دماهای ۴-۳ و ۶-۵ درجه سلسیوس تفاوت بسیار کمی را با شاهد نشان داد. پس سرما دهی نه تنها تاثیر مثبتی روی جوانه‌زنی بذر مروارید نداشت بلکه در ۲-۰ درجه سلسیوس جوانه‌زنی را کاهش داد (جدول ۱ و شکل ۳).

در مجموع نتایج به دست آمده از تیمارهای مورد بررسی روی بذر گل مروارید نشان داد که بیشترین مقدار جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی در غلظت اسید جیبرلیک ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام بود و کمترین درصد جوانه‌زنی در دمای ۲-۰ و اسید جیبرلیک ۱۰۰ پی‌پی‌ام ، و زمان ۲۰ دقیقه سولفوریک اسیدسولفوریک اسید بود (جدول ۱).

ب) مینای چمنی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارهای مختلف بر درصد جوانه‌زنی گیاه مینای چمنی معنی‌دار نیست به طوری که خیساندن بذرها با اسید جیبرلیک در غلظت‌های مختلف تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد نشان نداد. تاثیر زمان‌های مختلف سولفوریک اسید ۵۰ درصد بر بذرهای گیاه مینای چمنی نشان داد که بین تیمار ها تفاوت معنی‌دار وجود داشت ولی تاثیر آن معکوس بود، به طوری که هر چه زمان قرارگیری در معرض اسید بیشتر شد در صد جوانه‌زنی کاهش پیدا کرد. در تیمار سرمادهی نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین تیمارها وجود ندارد زیرا بیشترین مقدار جوانه‌زنی در تیمار شاهد بود و کمترین مقدار جوانه‌زنی در دمای ۶-۵ درجه اتفاق افتاد. این نشان‌دهنده آن است که سرمادهی بخصوص در دمای پایین برای جوانه‌زنی مینا اهمیت دارد.

در مجموع نتایج حاصل از تیمارهای مختلف روی بذر گل

مینا نشان داد که بیشترین مقدار جوانه‌زنی در تیمار شاهد رخ داد و کمترین درصد جوانه‌زنی در سولفوریک اسیدسولفوریک اسید دیده شد. تیمار سرمادهی و اسید جیبرلیک هم تفاوت زیادی با تیمار شاهد نداشت.

ج) گیاه مریم گلی

نتایج نشان داد که اثر تیمارهای مختلف بر درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر گیاه مریم گلی در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. به طوری که با خیساندن بذرها در اسید جیبرلیک در غلظت ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام تفاوت معنی‌داری با شاهد ملاحظه شد ولی تفاوت معنی‌داری بین ۱۰۰ و ۵۰۰ پی‌پی‌ام با شاهد وجود نداشت. نتایج تجزیه واریانس با تیمار سولفوریک اسید ۵۰ درصد نشان داد که بین تیمارها و شاهد تفاوت معنی‌داری در سطح پنج درصد وجود داشت. مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن مشخص کرد که بین تیمارهای سولفوریک اسید ۵۰ درصد در مدت زمان ۲۰ دقیقه با تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد وجود داشت به طوری که باعث کاهش شدید جوانه‌زنی شد. نتایج حاصل از تیمار سولفوریک اسید ۵۰ درصد با زمان‌های ۵ و ۱۰ دقیقه و شاهد تفاوت معنی‌داری در سطح پنج درصد بین تیمارها را نشان داد (جدول ۱ و شکل ۲).

نتایج تجزیه واریانس حاصل از تیمار سرمادهی تفاوت معنی‌داری در سطح پنج درصد نشان داد به نحوی که بیشترین مقدار جوانه‌زنی در دمای ۲-۰ درجه و کمترین مقدار جوانه‌زنی در دمای ۶-۵ درجه اتفاق افتاد. این یافته‌ها نشان دهنده آن است که سرمادهی بخصوص در دمای پایین برای جوانه‌زنی مریم گلی اهمیت دارد.

در مجموع نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بیشترین میزان جوانه‌زنی در اسید جیبرلیک به میزان ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام و در جه حرارت ۲-۰، و سولفوریک اسید ۵۰ درصد در ۲۰ دقیقه رخ داد و کمترین درصد جوانه‌زنی در دمای ۶-۵ درجه، اسید جیبرلیک ۵۰۰ پی پی ام ، و زمان ۱۰دقیقه سولفوریک اسید اتفاق افتاد.

نتایج بدست آمده حاکی از این بود که اثر اسید جیبرلیک و سرمادهی نسبت به سولفوریک اسید تاثیر بیشتری بر جوانه‌زنی بذر گیاه مریم گلی داشت.

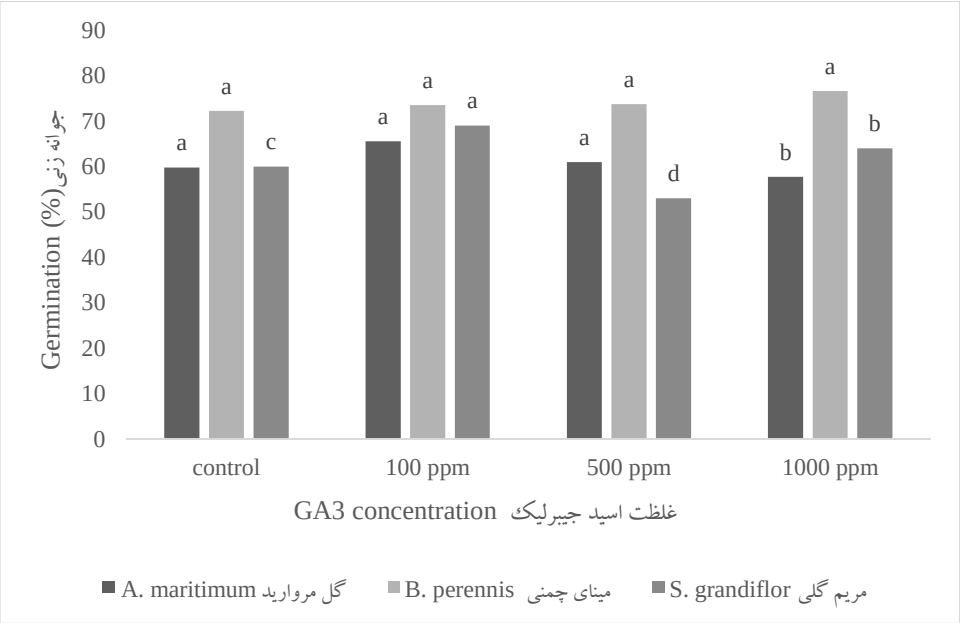
جدول ۱- تجزیه واریانس مقایسه ای درصد و سرعت جوانه‌زنی بذرها در تیمارهای مختلف

Table 1- Comparative variance analysis of percentage and seed germination rate in different treatments

تیمار Treatment	درجه آزادی DF	میزان Level	سرعت جوانه‌زنی(میانگین مربعات) Germination speed (MS)			درصد جوانه‌زنی (میانگین مربعات) Germination (%) (MS)		
			مروارید *A. maritimum*	مینا *B. perennis*	مریم گلی *S. grandiflora*	مروارید *A. maritimum*	مینا *B. perennis*	مریم گلی *S. grandiflora*
اسید جیبرلیک (GA3)	3	control	4.96 n.s	81.5 n.s	85.8 n.s	9.63 n.s	5.972 n.s	4.674 n.s
	3	100 ppm	6.76 n.s	86.3 n.s	132.6 n.s	11.45 n.s	6.543 n.s	7.324 n.s
	3	500 ppm	7.67 n.s	75.4 n.s	176.3 n.s	13.25 n.s	7.389 n.s	9,867*
	3	1000 ppm	10.23*	71.8 n.s	237.6*	18.00*	9.173 n.s	16.859**
سرمادهی به مدت سه هفته Stratification for 3 weeks	3	control	3.28 n.s	132.7 n.s	2.345 n.s	7.23 n.s	13.79 n.s	1.894 n.s
	3	0-2°	3.24 n.s	146.1 n.s	8.112**	9.63*	16.35 n.s	5.134*
	3	3-4°	4.22 n.s	176.3 n.s	3.754 n.s	8.45 n.s	16.87 n.s	2.654 n.s
	3	5-6°	3.57 n.s	182.8 n.s	1.659 n.s	6.99 n.s	10.21 n.s	1.142 n.s
سولفوریک اسید ۵۰ درصد Sulfuric acid (50%)	3	control	10.79 n.s	31.93 n.s	3.54 n.s	14.22 n.s	11.47 n.s	16.41 n.s
	3	5 m	11.37 n.s	66.23*	4.98 n.s	25.34*	27.23**	19.8 n.s
	3	10 m	12.39 n.s	45.76 n.s	3.87 n.s	27.55*	25.33**	38.76**
	3	20 m	13.26 n.s	39.45 n.s	3.69 n.s	29.98**	24.87**	29.76*

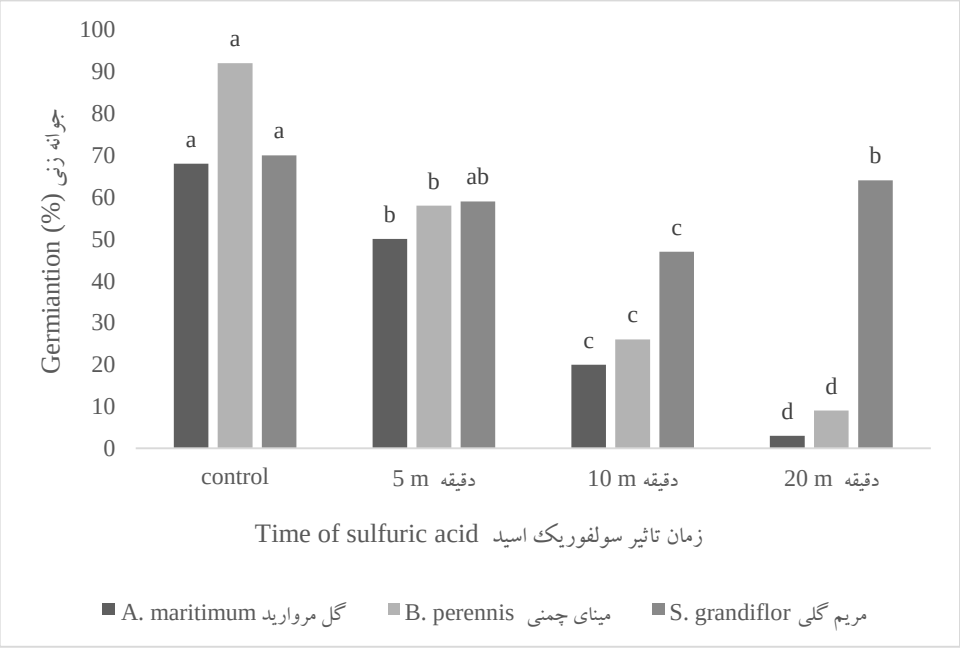
ns، * و ** به ترتیب به غیر معنی‌داری، معنی‌دار در سطح پنج درصد و معنی‌داری در سطح یک درصد اشاره دارند.

ns, * and **: no significance, significance at the statistical level of 5 and 1 percent, respectively.



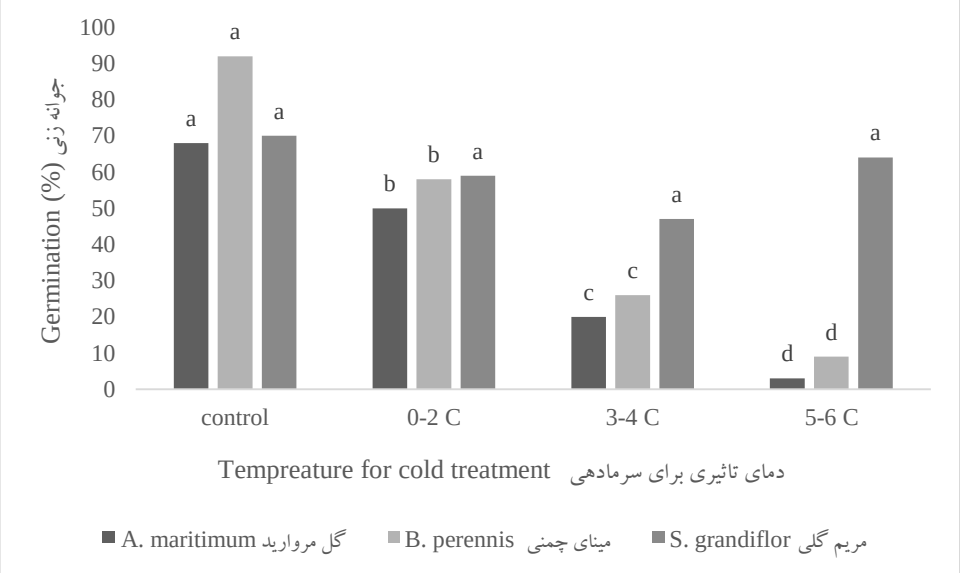
شکل ۱- مقایسه میانگین‌های تاثیر تیمار اسید جیبرلیک بر درصد جوانه‌زنی بذرهای سه گیاه زینتی

Figure 1- Mean Comparison on effects of Gibberellic acid treatment on seed germination percentage of three ornamental plants



شکل ۲- مقایسه میانگین‌های تاثیر تیمار سولفوریک اسید بر درصد جوانه‌زنی بذرهای سه گیاه زینتی

Figure 2- Mean Comparison on the effects of Sulfuric acid treatment on the percentage of seed germination of three ornamental plants



شکل ۳- مقایسه میانگین‌های تاثیر تیمار سرمادهی بر درصد جوانه‌زنی بذرهای سه گیاه زینتی

Figure 3- Mean Comparing on the effect of chilling treatment on the percentage of seed germination of three ornamental plants

بحث

در سال‌های اخیر، سرعت شهرنشینی، تقاضا برای ایجاد فضای سبز را در بسیاری از کشورها افزایش داده است. بدین منظور تلاش برای تسریع رشد و گلدهی برای جذابیت بیشتر مشتریان، اهمیت خاصی دارد (Zammali et al., 2022).

در بیشتر گونه‌های گیاهی فرار از خواب کاملاً بستگی به دریافت نوسانات دمایی دارد. به طوری که بذر بسیاری از گونه‌های تابستانه معمولاً در پاییز به خواب رفته و در طول زمستان با دریافت نوسانات حرارتی طبیعی محیط، کم کم از خواب خارج شده و برای جوانه‌زنی در بهار آماده می‌شوند (Benech-Arnold et al., 2000). تاثیر سرمادهی بر شکستن خواب بذرهای گیاهان مختلف توسط پژوهشگران گزارش شده است (Gupta et al., 2011, Karimian fariman et al., 2011; Khakpoor et al., 2011; Rouhi et al.,2012; Tursun, 2020).

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که سرمادهی در دمای ۲-۰ درجه در سطح یک درصد روی درصد جوانه‌زنی و روی سرعت جوانه‌زنی بذر مریم گلی در سطح پنج درصد معنی‌دار شد. دماهای بالاتر نیز نتوانست در درصد و سرعت جوانه‌زنی تاثیرگذار باشد. بررسی منابع نشان داد که بذر گونه‌های *Salvia* به دلیل نفوذ ناپذیر بودن پوسته بذر دارای خواب هستند. ماده موسیلاژ مانند موجود در پوسته این گونه باعث ایجاد خواب می‌شود (Ozcan et al., 2014). از آنجایی که سرعت جوانه‌زنی بذر در بذرهای این گیاهان پایین است، تجزیه و تحلیل عوامل موثر بر خواب و جوانه‌زنی اهمیت دارد (Khakpoor et al., 2015). یافته‌های تحقیقات قبلی نشان داد که بذر گونه‌های *Salvia* برای جوانه‌زنی به یک پیش تیمار سرمادهی نیاز دارند. همچنین تیمارهای اسید جیبرلیک به طور قابل توجهی سرعت جوانه‌زنی را پس از تیمار سرمادهی در گونه های این جنس افزایش دادند (Tursun, 2020). اگرچه نتایج تحقیق حاضر با برخی تحقیقات همراستا است لیکن در تحقیقی دیگری گزارش شد که سرمادهی نمی‌تواند درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر مریم گلی را افزایش دهد زیرا با افزایش مدت زمان سرمادهی به چهار هفته، کاهش چشمگیری در کاهش در صد و سرعت جوانه‌زنی بذر مریم گلی رخ داد (Khakpoor et al., 2011). همچنین بررسی انجام شده روی ۴۰ گیاه دارویی نشان داد که سرمادهی باعث افزایش جوانه‌زنی در مریم گلی (*Salvia officinalis*) نمی‌شود (Aghilian et al., 2014). اعمال تیمارهای مختلف روی گونه‌ای مریم گلی (*Salvia leriifolia*) نشان داد که سرمادهی نقشی در شکستن خواب بذر این گونه ندارد و در نهایت چنین نتیجه گرفته شد که عدم رویش بذر این گونه بیشتر ناشی از سختی و نفوذ

ناپذیری بذر است (Estaji et al., 2012). دقت در نتایج مطالعات گزارش شده، نشانگر تفاوت بین گونه‌های مورد بررسی در پاسخ به تیمار سرمادهی است و تفاوت گونه ای می‌تواند شرط لازم برای اختلاف در ماهیت خواب بذر باشد. پس مغایریت نتایج می‌تواند بر مبنای تفاوت گونه ای تفسیر شود.

بررسی اثر تیمارهای مختلف شامل: خراش دادن پوست با کاغذ سنباده، تیمار با اسید جیبرلیک ۵۰۰ ppm به مدت ۲۴ و ۴۸ ساعت، سرما دهی به مدت ۲ و ۴ هفته بر بذر گونه *Salvia verticillata* نشان داد که اثر تیمارهای مختلف بر درصد جوانه‌زنی بذر این گیاه معنی‌دار بود. خراش دادن پوست با سمباده، تیمار اسید سیتریک به مدت ۱۰، ۲۰ و ۳۰ دقیقه و تیمار جیبرلیک اسید به مدت ۲۴ ساعت، درصد جوانه‌زنی را در مقایسه با شاهد افزایش داد. مقایسه سرعت جوانه‌زنی بذرهای تازه و یک ساله *Salvia verticillata* نشان داد که بذرهای تازه جوانه‌زنی بیشتری داشتند (Khakpoor et al., 2015). یافته‌های تحقیق حاضر روی مریم گلی زینتی در تایید نتایج به دست آمده توسط محققین قبلی است.

تیمار سولفوریک اسید روی بذرهای گونه *Salvia verticillata* نشان داد که سرعت جوانه‌زنی با افزایش مدت زمان قرار گرفتن در معرض سولفوریک اسید از ۶۰ ثانیه به ۱۵ دقیقه، افزایش یافت. هنگامی که قرار گرفتن در معرض بیش از ۱۵ دقیقه بود، سرعت جوانه‌زنی به زیر ۲۰ درصد کاهش یافت (Tursun, 2020). برخی گزارش‌ها هم نشان داد که تیمار بذرها با سولفوریک اسید به مدت ۱۰-۵ دقیقه سرعت جوانه‌زنی را بالاتر برده است، در حالی که از نظر آماری کاهش معنی داری در سرعت جوانه‌زنی با افزایش زمان مشاهده شد (Tuncer & Ummuhan, 2017). در تحقیق مشابه دیگری، پیش تیمار ۲۰ دقیقه ای سولفوریک اسید بالاترین سرعت جوانه‌زنی (۳۲ درصد) را در سولفوریک اسید بذر *Capparis spinosa* L. نشان داد (Al-Safadi & Elias, 2011). این میزان در تیمار ۳۰ دقیقه سولفوریک اسید کاهش یافت در حالی که در تیمارهای ۴۵ و ۶۰ دقیقه سولفوریک اسید جوانه‌زنی نداشت. نتایج این تحقیق نشان داد که تیمار سولفوریک اسید اگرچه تاثیر معنی داری بر جوانه‌زنی بذر مریم گلی گونه *Salvia grandiflora* داشته است لیکن نسبت به شاهد از درصد جوانه‌زنی کمتری برخوردار بوده است. نتایج تحقیق حاضر بیانگر عدم سختی بذر در گیاه مریم گلی زینتی بود، لذا تفاوت گونه ای به طور قطع می تواند یکی از عوامل این اختلاف باشد. همچنین با توجه به عدم تاثیر سولفوریک اسید و تاثیر معنی‌دار اسید جیبرلیک و سرمادهی بر درصد جوانه‌زنی بذرهای مریم گلی چنین استنباط می شود که احتمالاً سختی جوانه‌زنی مریم گلی به دلیل وجود خواب شیمیایی در بذر این گیاه است.

نتایج ما نشان داد که تیمار اسید جیبرلیک بر بذر گل مروارید تاثیر معنی داری داشت و غلظت ۱۰۰۰ پی پی ام توانست درصد و سرعت جوانه‌زنی را نسبت به شاهد افزایش دهد. همچنین سولفوریک اسید تاثیر معکوس در افزایش جوانه‌زنی داشت و سرمادهی تاثیر معنی داری در درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر گل مروارید نداشت. همانگونه که ذکر شد، یکی از انواع خواب‌های بذر، خواب شیمیایی است که این خواب به دلیل وجود مواد شیمیایی بازدارنده در پوسته خارجی بسیاری از میوه‌ها و بذرهاست که باعث بروز این پدیده در آنها می‌شود. این مواد در میوه‌های آبدار و نیز در غلاف یا کپسول میوه‌های خشک وجود دارند. به طور مصنوعی می‌توان این مواد را از پوسته بذر با آب جاری شست یا از تیمار سرما دهی و یا هورمون‌هایی مثل GA3 استفاده کرد تا خواب شیمیایی پوسته بذر را از بین برد. از نتایج به دست آمده احتمال می‌رود سختی جوانه‌زنی بذر گل مروارید به دلیل وجود خواب شیمیایی در بذر این گیاه باشد. در تحقیق حاضر، بذرهای گل مروارید به تیمارهای سرمادهی و سولفوریک اسید عکس العمل منفی نشان داده و درصد جوانه‌زنی در آنها نسبت به شاهد کاهش یافته است. در خصوص تیمار جیبرلیک اسید در غلظت ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام تفاوت معنی داری نشان داده است که می‌تواند نشانگر خواب شیمیایی یا فیزیولوژیک باشد و اگر غلظت‌های بالاتر از این میزان مورد بررسی قرار گیرد شاید نتایج قانع کننده‌تری به دست آید. علاوه بر این، گل مروارید مورد بررسی در این آزمایش، نوعی قدومه محسوب می‌شود و قدومه‌ها واجد موسیلاژ در اطراف پوسته بذر خود هستند. موسیلاژ به طور معمول با جذب آب متورم شده وحالت ژله ای به خود می‌گیرد. به نظر می‌رسد که عدم تاثیر اسید جیبرلیک ناشی از نرسیدن این

هورمون به داخل پوسته بذر به واسطه متورم شدن موسیلاژ باشد. لذا شاید رفع مواد موسیلاژی با شیوه‌های مختلف از جمله سنباده زنی (Khakpoor et al., 2015) بتواند تاثیر اسید جیبرلیک روی بذر گل مروارید و افزایش جوانه‌زنی آن را باعث شود.

مواد تنظیم کننده رشد گیاهی در ایجاد و تنظیم خواب فیزیولوژیکی بذر نقش کلیدی دارند. در بین این مواد جیبرلیک اسید از طریق القاء جوانه‌زنی، خواب بذر را تنظیم می‌کند. نقش اسید جیبرلیک در غلبه بر خواب حاصل از پوسته بذر مورد تایید قرار گرفته است (Mello et al., 2009). اسید جیبرلیک قادر است با القاء جوانه‌زنی تمامی‌خصوصیات جوانه‌زنی بذر را افزایش دهد (Khakpoor et al., 2013; Nadjafi, et al., 2006).

نتایج ما نشان داد که کاربرد جیبرلیک اسید جوانه‌زنی بذرهای هر سه گیاه زینتی را تحریک کرده است؛ لیکن تنها در مورد درصد جوانه‌زنی بذر مریم گلی و گل مروارید این تحریک معنی‌دار شده است. این پاسخ بذرها به تیمار هورمونی، به غلظت اسید جیبرلیک به کار برده شده بستگی دارد به نحوی که بیشترین درصد و نرخ جوانه‌زنی در غلظت ۱۰۰۰ پی پی ام به دست آمد. اگرچه این آزمایش با زمان ثابت ۷۲ ساعت غوطه ور سازی بذرها در محلول جیبرلیک اسید انجام شد ولی در تحقیق دیگری مشخص شد که نه تنها افزایش غلظت جیبرلیک اسید بر رویش بذرها تاثیر مثبت دارد بلکه افزایش زمان از ۴۸ به ۷۲ ساعت این روند مثبت و بهبود جوانه‌زنی را در سطح معنی‌دار پنج درصد تشدید کرد (Nadjafi et al., 2006). همچنین نتایج به دست آمده حاکی از این بود که تاثیر اسید جیبرلیک نسبت به سولفوریک اسید و سرمادهی مطلوبتر بود و باعث جوانه‌زنی بهتر در گیاه گل مروارید شد. این تاثیر اسید جیبرلیک همسو با سایر یافته‌های محققین در خصوص تاثیر این هورمون گیاهی بر شکست خواب است (Aghilian et al., 2014; Khakpoor et al., 2013).

معنی‌دار نبودن تاثیر تیمارهای اعمال شده بر بذرهای گیاه مینای چمنی حاکی از آن است که بذر این گیاه دچار سختی جوانه‌زنی نیست زیرا سولفوریک اسید حتی باعث کاهش جوانه‌زنی شد که این می‌تواند به دلیل کوچکی بذر و همچنین داشتن پوسته نازک آن باشد که باعث سوختگی جنین بذر توسط اسید شده است. سرمادهی و اسید جیبرلیک هم که در شکستن خواب بذر استفاده می‌شوند و همچنین درصد جوانه‌زنی را افزایش می‌دهند روی بذر مینا اثر مطلوبی نگذاشتند به طوری که حتی باعث کاهش درصد جوانه زنی این بذر نسبت به تیمار شاهد هم شدند. به نظر می‌رسد به کارگیری این روش‌ها نه تنها باعث افزایش جوانه‌زنی نشده است، بلکه باعث کاهش جوانه‌زنی هم شده است. برخی محققین بیان کرده اند که شاید بتوان با تیمار گرمایی درصد جوانه زنی این بذر را افزایش داد (Khakpoor et al., 2011). بررسی میدانی بذرهای اصلاح شده مینای چمنی از شرکت‌های فروشنده بذر، نشان دادکه دمای مطلوب برای جوانه‌زنی بذر بین ۱۸ تا ۲۲ درجه سلسیوس توصیه شده است. لذا به نظر می‌رسد سرمادهی تاثیری در افزایش جوانه‌زنی بذرهای اصلاح شده نداشته باشد.

بررسی منابع نشان داد که کشت بذرهای مینای چمنی خودرو که در مراتع به صورت علف هرز رویش داشت، در شرایط آزمایشگاهی درون پتری دیش با شدت نور کم و زیاد و در تاریکی، جوانه‌زنی بذر در همه شرایط ۱۰۰ درصد بود. در مزرعه، طبق برخی گزارش‌ها، بذرها در تابستان و پاییز و بر اساس برخی گزارش ها در بهار و پاییز جوانه زدند (Bond et al., 2007). حدود ۱۷ درصد از بذرهایی که در یک لایه ۷۵ میلی‌متری خاک در استوانه‌های باز در مزرعه کاشته شده و به صورت دوره‌ای بهم زده می‌شدند، بلافاصله پس از کاشت در پاییز ظاهر می‌شدند. محققین معتقدند که ماندگاری و انتشار بذرهای مینای چمنی مدت زمان زیادی به درازا نمی‌کشد. بذرهای این گیاه بیش از ۴ سال در خاک زراعی باقی نمی‌ماند؛ اگرچه بذرها به تعداد زیاد در خاک زیرین مراتع وجود دارند. مینای چمنی انعطاف پذیری فنوتیپی و تنوع ژنتیکی قابل توجهی از خود نشان می‌دهد. بررسی‌ها نشان داد که بوته‌های مینای چمنی در علفزارها زمانی که گل ندهند، توانایی رشد رویشی از طریق ریشه‌های رونده و استولون را دارند (Bond et al., 2007). این مطالعات و مقایسه آن با بذور اصلاح شده زینتی نشان دهنده تفاوت فراوان در توان رویشی بذر آنهاست. قوه نامیه بذرهای خریداری شده برای انجام این آزمایش، به میزان ۸۷ درصد توسط تولید کننده پیش بینی شده بود. بذرهای مینای چمنی که در بازار به صورت فله فروخته می‌شود، حداکثر ۶۰ تا ۷۰ درصد قدرت جوانه‌زنی دارد.

تحقیقات اندکی روی بذرهای گونه‌های گل مروارید انجام شـــده اســـت. در تحقیقی روی بذرهای دو توده متفاوت از گونه *Alyssum linifolium* مشـخص شـد که آنها در طیف وسـیعی از رژیم‌های دمایی روز/ شب جوانه زدند. بالاترین در صد جوانه‌زنی در تیمار ۲۰ درجه سلسیوس دمای روزانه به ۱۰ درجه سلسیوس دمای شـبانه مشـاهده شـد. همچنین جوانه‌زنی بذرها تحت تاثیر میزان pH قرار داشـت به نحوی که بذرها در محدوده pH=4 تا ۹ جوانه زدند و جوانه‌زنی در pH=7 حداکثر بود. حداکثر ظهور دانه‌رست‌ها زمانی رخ داد که بذرها با خاک کمی پوشانده شدند، اما سـبز شـدن با افزایش عمق پوشـش خاک کاهش یافت، و بذرهای کشت شده در عمق بیش از سه سانتی‌متر سبز نشدند. این نتایج نشان می‌دهد که *A. linifolium* در طیف وسیعی از شرایط آب و هوایی جوانه می‌زند و می‌تواند به مناطق جدید گسـترش یابد (Mobli et al., 2019).

گل مروارید گونه‌ای از جنس قدومه (*Alyssum*) اسـت. گونه‌های این جنس به داشـتن موسـیلاژ در اطراف بذر مشـهور هستند. در تحقیقی به نقش موسیلاژ در پراکندگی بذر و جوانه‌زنی گونه‌ای قدومه (*Alyssum minus*) که یک گیاه یک ساله است، پرداخته شد. موسیلاژ بذر، پس از جذب آب، متورم شده و عرض بذرهای جذب شـده با موسـیلاژ سـه برابر بیشـتر از بذرهای بدون موسـیلاژ می شـوند و قابلیت چسـبندگی به اشـیا را دارند. اسـید جیبرلیک جوانه‌زنی بذرهای این گونه را با و بدون موسـیلاژ افزایش داد. حضـور موسـیلاژ بر روی بذرها در زمان جذب آب، به طور قابل توجهی باعث افزایش درصـد جوانه‌زنی، علی رغم افزایش تنش آبی شد. محققین نشان دادند که موسیلاژ *A. minus* نقش مهمی در پراکنـدگی بـذر، چسـبنـدگی بـذر بـه خـاک، هیدراتاسـیون بذر از طریق افزایش تماس سـطحی با بسـتر دارد و می‌تواند برای جوانه‌زنی، به ویژه در شرایط تنش رطوبتی به عنوان یک مخزن آب عمل کند (Sun et al., 2012).

تحقیقات نشـان داد که بذرهای تازه *A. minus* درجاتی از خواب فیزیولوژیکی را نشـان می‌دهند به نحوی که دانه‌های تازه برداشـت شـده در دمای بهینه ۱۵ درجه سـلسـیوس درصـد کمی جوانه زدند، در حالی که بذرهایی که به مدت حدود سـه ماه انبار شده بودند تا حدود ۱۰۰ در صد جوانه زدند. علاوه بر این، GA3 در افزایش جوانه‌زنی بذرهای تازه برداشـت شـده که در دمای پایین انکوبه شـده بودند، موثر بود. بذرهای علف هرز یکسـاله زمستانی *Alyssum alyssoides* از نظر فیزیولوژیکی در زمان بلوغ غیرفعال بودند، اما پس از ۴ هفته نگهداری خشـک در دمای اتاق به لحاظ فیزیولوژیک کامل شـدند. وجود موسـیلاژ اثر مهاری بر جوانه‌زنی گونه *A. minus* به ویژه بر روی بذرهای تازه در دمای بالا داشـت، ، اما برای بذرهایی که به مدت ۸ یا ۱۲ هفته ذخیره شده و در دمای ۱۵ درجه سلسیوس انکوبه شده بودند، بازدارنده نبود. بنـابراین، وجود موسـیلاژ ممکن اسـت به جلوگیری از جوانه‌زنی کمک کند. گزارش‌های متناقضی وجود دارد که نشان می‌دهـد وجود موسـیلاژ دانـه بـاعـث افزایش(برای مثـال: Penfield et al. 2001; Western, 2012) یـا مـهـار (مـثـال Lu et al. 2010; Western, 2012) جوانه‌زنی شده و یا هیچ تأثیری روی جوانه‌زنی نداشـته اسـت. در *A. monosperma*، موسـیلاژ سـرعت جوانه‌زنی را مهار کرد، اما درصـد نهایی جوانه‌زنی را مهار نکرد. به طور کلی تصور می‌شود که موسیلاژ با بهبود روابط خاک و آب بذر جوانه‌زنی را تقویت می‌کند و با جلوگیری از انتشـار اکسیژن به جنین از آن جلوگیری می‌کند (Sun et al., 2012).

نتایج ما نشان داد که بذرهای گل مروارید به تیمار جیبرلیک اسید پاسـخ مناسـبی نداد و در خصـوص سـرمادهی و سـولفوریک اسـید پاسـخی معکوس داد. تکرار آزمایش با غلظت‌های بالاتر جیبرلیک اسید شاید بتواند افزایش معنی‌داری در جوانه‌زنی این بذر نشان دهد.

تعارض منافع

نویسـنده این مقاله اعلام می‌دارد که هیچ‌گونه تعارض منافعی در رابطه با نگارش و یا انتشار این مقاله ندارد.

References

Aghilian, S., Khajeh-Hosseini, M., & Anvarkhah, S. (2014). Evaluation of seed dormancy in forty medicinal plant species. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, *7*(10), 760–768.

Al-Safadi, B., & Elias, R. (2011). Improvement of caper (*Capparis spinosa* L.) propagation using in vitro culture and gamma irradiation. *Scientia Horticulturae*, *127*(3), 290–297. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2010.10.014

Bayat, H., & Aminifard, M. H. (2018). Effects of salinity and drought stresses on seed germination, growth, and proline content of common daisy (*Bellis perennis* L. "Bellissima mixture") seedling. *Iranian Journal of Seed Science and Research*, *5*(2), 83–93. https://doi.org/10.22124/jms.2018.2913 [In Persian]

Benech-Arnold, R. L., Sanchez, R. A., Forcella, F., Kruk, B. C., & Ghersa, C. M. (2000). Environmental control of dormancy in weed seed banks in soil. *Field Crops Research*, *67*, 105–122. https://doi.org/10.1016/S0378-4290(00)00087-3

Bond, W., Davies, G., & Turner, R. (2007). *The biology and non-chemical control of* Bellis perennis *L.* [PDF document]. https://www.gardenorganic.org.uk/sites/www.gardenorganic.org.uk/files/organic-weeds/bellis-perennis.pdf

Estaji, A., Hosseini, B., Dehghan, E., & Pirzad, A. (2012). Seed treatment to overcome dormancy of *Salvia leriifolia* Bent. *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*, *3*(10), 2003–2008.

Fariman, Z. K., Azizi, M., & Noori, S. (2011). Seed germination and dormancy breaking techniques for *Echinacea purpurea* L. *Journal of Biological and Environmental Sciences*, *5*(13), 7–10.

Fateh, E., Malekpourlashkariani, N., & Gerami, F. (2012). Effects of various treatments on *Echinacea purpurea* L. seed dormancy breaking and germination. *International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences*, *2*(3), 188–194.

Finch-Savage, W. E., & Leubner-Metzger, G. (2006). Seed dormancy and the control of germination. *New Phytologist*, *171*(3), 501–523. https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2006.01787.x

Finch-Savage, W. E., & Bassel, G. W. (2016). Seed vigour and crop establishment: Extending performance beyond adaptation. *Journal of Experimental Botany*, *67*(3), 567–591. https://doi.org/10.1093/jxb/erv490

Finkelstein, R., Reeves, W., Ariizumi, T., & Steber, C. (2008). Molecular aspects of seed dormancy. *Annual Review of Plant Biology*, *59*, 387–415. https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.59.032607.092740

Gupta, S. M., Pandey, P., Grover, A., & Ahmed, Z. (2011). Breaking seed dormancy in *Hippophae salicifolia*, a high-value medicinal plant. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, *17*(4), 403–406. http://doi.org/10.1007/s12298-011-0082-6

Kalateh, M., Kazemi, F., & Samiei, L. (2022, March 14). Investigating the effect of various factors on germination indices of *Salvia* species. In *The Fifth National Conference on New Technologies in Agriculture, Natural Resources and Environment*. Tehran, Iran. https://civilica.com/doc/1472194.pdf [In Persian]

Keshtkar, H. R., Azarnivand, H., Etemad, V., & Moosavi, S. S. (2008). Seed dormancy-breaking and germination requirements of *Ferula ovina* and *Ferula gummosa*. *Desert*, *13*, 45–51. https://doi.org/10.22059/JDESERT.2008.27174

Khakpoor, A., Habibi Bibalani, Gh., & Mahdavi, Kh. (2011). Influence of scabbing and hot water treatment on germination of *Salvia verticillata* seeds. *Annals of Biological Research*, *2*(5), 52–55.

Khakpoor, A., Habibi Bibalani, Gh., & Mahdavi, Kh. (2013). Breaking seed dormancy and germination stimulation in *Salvia verticillata*. *Natural Ecosystems of Iran*, *3*(1), 12–17.

Khakpoor, A., Habibi Bibalani, Gh., & Mahdavi, Kh. (2015). Optimal treatment increased the seed germination of *Salvia verticillata* L. *Journal of BioScience & Biotechnology*, *4*(3), 255–261.

Kumari, P., & Dahiya, O. S. (2007). Dormancy, seed viability, and seed vigour. In S. S. Narwal, B. Politycka, & C. L. Goswami (Eds.), *Plant physiology research methods* (pp. 41–57). Scientific Publishers.

Kwon, H. J., Shin, S. L., Kim, Y. R., & Kim, S. Y. (2020). Effects of temperature, gibberellic acid, and KNO_3 treatments on seed germination of *Maesa japonica*. *Seed Science and Technology*, *48*(1), 65–72. https://doi.org/10.15258/sst.2020.48.1.09

Lu, J. J., Tan, D. Y., Baskin, J. M., & Baskin, C. C. (2010). Fruit and seed heteromorphism in the cold desert annual ephemeral *Diptychocarpus strictus* (Brassicaceae) and possible adaptive significance. *Annals of Botany*, *105*(6), 999–1014. https://doi.org/10.1093/aob/mcq041

Mello, A. M., Streck, N. A., Blankenship, E. E., & Paparozzi, E. T. (2009). Gibberellic acid promotes seed germination in *Penstemon digitalis* cv. Husker Red. *HortScience*, *44*(3), 870–873. https://doi.org/10.21273/HORTSCI.44.3.870

Mobli, A., Mijani, S., Ghanbari, A., & Rastgoo, M. (2019). Seed germination and emergence of two flax-leaf alyssum (*Alyssum linifolium* Steph. Ex. Willd.) populations in response to environmental factors. *Crop and Pasture Science*, *70*(9), 807–813. https://doi.org/10.1071/CP19162

Nadjafi, F. M., Bannayan, L., Tabrizi, M., & Rastgoo, M. (2006). Seed germination and dormancy-breaking techniques for *Ferula gummosa* and *Teucrium polium*. *Journal of Arid Environments*, *64*(3), 542–547. https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2005.06.009

Ozcan, I. I., Arabaci, O., & Oğretmen, N. G. (2014). The determination of different germination applications on some sage species. *Turkish Journal of Agricultural Food Science & Technology*, *2*(5), 203–207.

Panwar, P. B., & Hardwaj, S. D. (2005). *Handbook of practical forestry*. Agrobios.

Penfield, S., Meissner, R. C., Shoue, D. A., Carpita, N. C., & Bevan, M. W. (2001). MYB61 is required for mucilage deposition and extrusion in the *Arabidopsis* seed coat. *The Plant Cell*, *13*(12), 2777–2791. https://doi.org/10.1105/tpc.010265

Rahimi, H., Malek, M., & GhaderiFar, F. (2022). Seed dormancy: A review on importance, dormancy types, and elimination methods, with emphasis on the trend of seed dormancy research in Iran. *Iranian Journal of Seed Research*, *8*(2), 131–150. https://sid.ir/paper/1137141/en [In Persian]

Rouhi, H. R., Karimi, F. A., Shahbodaghlo, A. R., Sheikhalian, M., Rahmatabadi, R., & Samadi, M., & Karimi, F. (2012). Effects of sulfuric acid, stratification, phytohormone, and potassium nitrate on dormancy breaking and germination of *Tulipa kaufmanniana* Regel. *International Journal of AgriScience*, *2*(2), 136–142.

Sadeghi, H., & Rasouli, M. (2012). Effective methods for improving seed germination of *Medicago scutellata* and *Medicago rigidula*. *Romanian Agricultural Research*, *29*, 37–41.

Sun, Y., Tan, D. Y., Baskin, C. C., & Baskin, J. M. (2012). Role of mucilage in seed dispersal and germination of the annual ephemeral *Alyssum minus* (Brassicaceae). *Australian Journal of Botany*, *60*(5), 439–449. https://doi.org/10.1071/BT11314

Tuncer, B., & Ummuhan, F. (2017). Research on overcoming the dormancy problem of *Corchorus olitorius* L. seeds. *Turkish Journal of Agricultural Research*, *4*(3), 268–274. http://dergipark.gov.tr/download/article-file/334867

Tursun, A. O. (2020). The effects of low temperature applications on dormancy of *Salvia verticillata* L. and *Rumex crispus* L. seeds. *Pakistan Journal of Botany*, *52*(6), 1885–1890. https://doi.org/10.30848/PJB2020-6(18)

Wester, T. L. (2012). The sticky tale of seed coat mucilages: Production, genetics, and role in seed germination and dispersal. *Seed Science Research*, *22*(1), 1–25. https://doi.org/10.1017/S0960258511000249

Zammali, I., Dabbous, A., Youssef, S., & BenHamed, K. (2022). Effects of chemical priming on the germination of the ornamental halophyte *Lobularia maritima* under NaCl salinity. *Seeds*, *1*(2), 99–109. https://doi.org/10.3390/seeds1020009

Zutić, I., & Dudai, N. (2008). Factors affecting germination of *Salvia officinalis* seed. *Acta Horticulturae*, *782*, 121–126. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2008.782.12