

بررسی اثر پیش تیمار بذر با اسید جیبرلیک و پیش سرمادهی بر خصوصیات جوانه‌زنی گونه‌های مریم گلی (*Salvia*)

مریم پالیزدار^۱، رضا توکل افشاری^{۲*}، زیبا جم‌زاد^۳، محمدرضا اردکانی^۴، پریسا نجات‌خواه معنوی^۵

۱. دکتری، گروه زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال
۲. استاد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
۳. استاد مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، تهران، ایران
۴. استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، کرج، ایران
۵. دانشیار گروه زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، تهران، ایران
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۲/۲۳؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۹/۰۹)

چکیده

این پژوهش جهت ارزیابی پاسخ جوانه‌زنی بذور یازده گونه مریم گلی (*Salvia* sp.) نسبت به پرایمینگ با اسید جیبرلیک و پیش سرمادهی طی سال ۱۳۹۶ در مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع ایران به صورت اسپیلیت پلات و در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار انجام شد. تیمارهای مورد استفاده شامل شاهد، ۲ سطح از تیمار پرایمینگ با اسید جیبرلیک ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر (طی ۲۴ و ۴۸ ساعت) و ۲ سطح از تیمار پیش سرمادهی در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد (۲ و ۴ هفته) بود. درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و شاخص بنیه بذر به عنوان صفات فیزیولوژیکی گونه‌های موردنظر مطالعه شدند. بر اساس نتایج حاصله، با پرایمینگ بذور به مدت ۲۴ ساعت در اسید جیبرلیک، مقادیر کلیه صفات مورد بررسی از آنها نسبت به شاهد افزایش دارای معنی‌داری بود؛ اما استفاده از این تیمار به مدت ۴۸ ساعت سبب تغییر معنی‌داری در صفات فوق نسبت به شاهد نگردید. از سوی دیگر، پیش سرمادهی بذور به مدت ۲ هفته نیز سبب افزایش معنی‌دار صفات فوق نسبت به شاهد شد؛ در حالی که صفات مذکور با اعمال تیمار پیش سرمادهی به مدت ۴ هفته نسبت به شاهد، اختلاف معنی‌داری به لحاظ آماری با یکدیگر پیدا نکردند. نتایج فوق‌الذکر نشان می‌دهند با وجود آن که خواب فیزیولوژیکی بذور از طریق القاء جوانه‌زنی با کمک اسید جیبرلیک به عنوان یک تنظیم‌کننده رشد گیاهی می‌تواند قابل شکست باشد، اما اثر سوزاندگی حاصل از تماس اسید با جتین بذور طی مدت زمان طولانی می‌تواند خصوصیات جوانه‌زنی بذور را کاهش دهد. همچنین با وجود آن که پیش سرمادهی بذور به دلیل ایجاد تغییر در نسبت هورمون‌های درونی و افزایش غلظت جیبرلین می‌تواند سبب افزایش خصوصیات جوانه‌زنی بذور گردد، اما اگر بذور بیش از حد در معرض پیش سرمادهی قرار گیرند، جوانه‌زنی آنها به دلیل اثر منفی پیش سرمادهی بر فعالیت آنزیم‌ها و متعاقباً کم شدن فعالیت‌های متابولیسمی و بیوسنتزی مورد نیاز برای جوانه‌زنی، رخ نخواهد داد.

واژگان کلیدی: مریم گلی، اسید جیبرلیک، پیش سرمادهی، صفات جوانه‌زنی، پرایمینگ.

Evaluation of the effects of seed treatment with GA₃ and pre-chilling on seed germination characteristics of *Salvia* species

M. Palizdar¹, R. Tavakkol Afshari^{2*}, Z. Jamzad³, M.R. Ardakani⁴, P. Nejatkhah Manavi⁵

1. PhD, Department of Agronomy, Islamic Azad University, Tehran North Branch, Tehran, Iran
2. Professor, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
3. Professor, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran
4. Professor, Department of Agronomy, Islamic Azad University, Karaj Branch, Karaj, Iran
5. Associate Professor, Department of Agronomy, Islamic Azad University, Tehran North Branch, Tehran, Iran
(Received: May. 13, 2019 – Accepted: Nov. 30, 2019)

Abstract

This research was carried out to evaluate the germination response of eleven *Salvia* species to application of Gibberellic acid (GA₃) and pre-chilling treatments in the Iran Research Institute of Forests and Rangelands during 2012. Germination responses of the seeds were investigated under control treatment, 2-levels of Gibberellic acid (GA₃) treatments with 500 mg/L (for 24 and 48 hours) and 2-levels of pre-chilling treatments at 4°C (for 2 and 4 weeks). The germination percentage and rate, as the physiological traits of the species, were studied based on a completely randomized design with four replications. Based on the results, applying the Gibberellic acid (GA₃) treatment for 24 hours increased both the germination percentages and rates as compared to control; but the treatment for 48 hours was insignificantly changed the two mentioned parameters comparing to control. On the other hand, the pre-chilling treatment of seeds for 2 weeks also caused a significant increase in the above parameters as compared to the control treatment; while they were insignificantly different from the control treatment by the use of pre-chilling treatment for 4 weeks.

Keywords: *Salvia*; Gibberellic acid (GA₃); Pre-chilling; Germination traits; priming

* Email: tavakolafshari@um.ac.ir

بذور تازه گیاهان، عمدتاً در حالت خواب به سر می‌برند. لذا برای جوانه‌زنی این بذور، به برخی پیش‌تیمارها نظیر پیش‌سرمادهی یا سایر روش‌های شکست خواب بذر نیاز است (Budvytyte, 2001; Hashemi & Estilai, 1994).

به طور کلی، برخی از مهمترین روش‌های تحریک جوانه‌زنی و شکست خواب بذر شامل برداشت ماده موسیلاژی، برداشت پوسته بذر، خراش‌دهی، پیش‌سرمادهی، پرایمینگ با انواع اسیدها نظیر اسید جیبرلیک، اسید سولفوریک و اسید کلریدریک و غیره می‌باشند (Finch-Savage *et al.*, 1991). اعمال تیمارهای پیش‌سرمادهی و پرایمینگ بذور با اسید جیبرلیک به عنوان عوامل محرکه اصلی برای جوانه‌زنی و شکست خواب بذر گونه‌های مختلف جنس *Salvia* در بسیاری از تحقیقات پیشین مورد استفاده قرار گرفته که نتایج اکثر آنها نشانگر اثرات مثبت اعمال این تیمارها بر روی صفات درصد و سرعت جوانه‌زنی گونه‌های مورد بررسی بوده است (Finch-Savage *et al.*, 1991). به عنوان نمونه، در یک پروژه تحقیقاتی، نسبت به بررسی اثرات اعمال تیمارهای مناسب برای شکست خواب و تحریک جوانه‌زنی بذر ۲۳ گونه از جنس *Salvia* که ۱۳ گونه مذکور بومی ایران بودند، جهت یافتن راه‌حلی برای محافظت از آنها پرداخته شد. نتایج این تحقیق نشان داد که تیمار بذور به صورت پرایمینگ با اسید جیبرلیک (GA₃) در سطوح مختلف سبب افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی بذور در کلیه گونه‌ها نسبت به شاهد شد؛ اما با این حال، برخی از گونه‌ها در هیچ حالتی، جوانه‌زنی نداشتند که این موضوع نشانگر نیاز به تلاش بیشتر برای حفاظت و جلوگیری از انقراض این گونه‌ها بود. همچنین، نتیجه دیگری که از این تحقیق بدست آمد، آن بود که درصد و سرعت جوانه‌زنی کلیه گونه‌های بومی ایران، نسبت به سایر گونه‌های خودرو و غیربومی بسیار کمتر حاصل گردید که این موضوع بازهم نشان‌دهنده نیاز به حفاظت از گونه‌های بومی ایران می‌باشد

مقدمه

مریم گلی با نام علمی *Salvia sp.* یکی از جنس‌های مهم تیره نعنائیان (Lamiaceae) است. این جنس دارای حدود ۱۰۰۰ گونه از گیاهان درختچه‌ای، علفی یک ساله یا چند ساله بوده که در سراسر دنیا دارای پراکنندگی جغرافیایی می‌باشند. به طور کلی، ۶۱ گونه از این جنس در ایران یافت می‌شود که حدود ۳۰ درصد از گونه‌های مذکور، انحصاری ایران هستند (Jamzad, 2012). گونه‌های *Salvia* به واسطه خواص درمانی این گیاه از زمان‌های قدیم، بسیار معروف بوده‌اند. به علاوه، اکثر گونه‌های این جنس به دلیل دارا بودن روغن‌های فرار و روغن‌های دانه برای مصارف غذایی، دارویی و نیز صنعت آرایشی و بهداشتی مورد استفاده قرار می‌گرفته‌اند. با توجه به وجود تعداد زیادی گونه از این جنس در کشور و نیز انحصاری بودن برخی از آنها، می‌توان *Salvia* را از جنس‌های مهم در فلور ایران به حساب آورد (Jamzad, 2012).

وجود اطلاعات تفصیلی از رفتار فیزیولوژیکی نظیر جوانه‌زنی گونه‌های گیاهی مختلف به منظور درک رفتار آنها از منظر استقرار و تحمل در مقابل عوامل گوناگون محیطی دارای اهمیت بسیار زیادی است. به علاوه، این قبیل اطلاعات می‌توانند موجبات اتخاذ راهکارهای مناسب بقاء و ماندگاری گونه‌های گیاهی مذکور را در رابطه با خواب بذر، پیش‌تیمارهای مناسب، شرایط بهینه جوانه‌زنی و غیره در اختیار قرار دهند (Baskin & Baskin, 1998; Ronnenberg *et al.*, 2008; Hamasha & Hensen, 2009). علاوه بر این، بررسی‌ها نشان داده است که عوامل محیطی می‌توانند تا حد زیادی بر درصد و سرعت جوانه‌زنی بذور اثر گذار باشند (Cendán *et al.*, 2013). به طور مثال، عامل دما به عنوان یکی از عوامل مؤثر بر جوانه‌زنی بذور و استقرار اولیه گیاهان مطرح می‌باشد (Huang *et al.*, 2003; El-Keblawy & Al-Rawai, 2005; Al-Khateeb, 2006; Maraghni *et al.*, 2010).

در جدول ۱ ارائه شده است. همچنین برخی داده‌های اقلیمی و آب و هوایی رویشگاه و زیستگاه طبیعی هر گونه شامل متوسط، حداقل و حداکثر دمای سالانه و نیز متوسط، حداقل و حداکثر بارش سالانه آنها و نیز سایر مشخصات گونه‌های مذکور نظیر یک یا چندساله بودن گونه‌ها و وزن هزاردانه آنها در جدول ۲ درج شده‌اند.

لازم بذکر است که در جدول ۱ و به جهت سهولت، برای هر یک از گونه‌های مورد بررسی، یک کُد اختصاری در نظر گرفته شده است. همان طوری که از مندرجات جدول ۱ برمی‌آید، گونه‌های مورد بررسی از مناطق مختلف واقع در سطح کشور جمع‌آوری شدند و همگی توسط متخصصین بخش تحقیقات گیاه‌شناسی در مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع ایران مورد شناسایی و تأیید قرار گرفتند.

تیمارهای مورد استفاده در این تحقیق شامل (الف) شاهد (کنترلی)، (ب) پرایمینگ بذور با اسید جیبرلیک با غلظت ۵۰۰ قسمت در میلیون (ppm) به مدت‌های ۲۴ و ۴۸ ساعت و نیز (ج) تیمار پیش‌سرما دهی بذور در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد طی مدت‌های ۲ و ۴ هفته بودند. برای هر سطح از تیمارهای فوق و برای هر کدام از گونه‌های مورد بررسی، تعداد ۱۰۰ عدد بذر سالم و یکنواخت از نظر اندازه (تعداد ۲۵ عدد بذر در هر تکرار) در داخل ظروف پتری ۹ سانتی‌متری و ضد عفونی شده که در کف آنها کاغذ صافی استریل و اتمن شماره ۳ قرار داشت، انتقال داده شد (Yang et al., 1999). برای آبیاری و حفظ رطوبت بذور در آزمایش شاهد، از آب مقطر استفاده گردید. پس از اعمال تیمارهای فوق، کلیه بذور تحت شرایط استاندارد شامل دمای 25 ± 2 درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی 5 ± 60 درصد، در داخل دستگاه ژرمیناتور، تحت نور ۱۰۰۰ لوکس لامپ فلورسنت با دوره روشنایی ۱۶ ساعته و دوره تاریکی ۸ ساعته منتقل شدند. کلیه نمونه‌ها هر روز یک بار بازمینی شده و تعداد بذور جوانه‌زده (دارای طول ریشه‌چه ۲ میلی‌متر) ثبت شدند (Abdollahi et al., 2012). دوره

(Abdollahi et al., 2012). همچنین، در تحقیقی دیگر، تحریک جوانه‌زنی و شکست خواب بذور ۴۰ گونه مختلف از انواع گیاهان دارویی از جمله برخی گونه‌های جنس *Salvia*، با اعمال تیمارهای مختلفی همانند برداشت ماده موسیلاژی و پوسته بذر، خراش دهی، پیش‌سرما دهی، بکارگیری اسید جیبرلیک و استفاده از KNO_3 مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس نتایج این تحقیق، تیمارهای شکست خواب بر روی گونه‌های مورد بررسی مؤثر و بر روی برخی دیگر از آنها فاقد اثر بود (Aghilian et al., 2014). علی‌رغم تنوع زیاد و نظر به وجود گونه‌های بسیار نادر از این جنس در ایران، تاکنون هیچ نوع فرایند خاصی چه به صورت طبیعی و چه توسط انسان برای مدیریت محافظت از این گیاه در داخل کشور صورت نگرفته است. با توجه به نقش بذر در تجدید حیات طبیعی گیاهان و نقش عوامل محیطی در رویدن بذر، بررسی و مطالعه بر روی صفات فیزیولوژیکی بذر گونه‌های گیاهی از جمله گونه‌های مختلف جنس *Salvia*، اهمیت و ضرورت می‌یابد.

لذا در این تحقیق، نسبت به بررسی و ارزیابی واکنش جوانه‌زنی بذور یازده گونه مختلف از جنس مریم‌گلی (*Salvia*) با اعمال سطوح مختلفی از تیمارهای پرایمینگ با اسید جیبرلیک و پیش‌سرما دهی و متعاقباً انجام برخی عملیات آماری شامل بررسی نرمال بودن داده‌ها (با توجه به نرمال بودن داده‌ها نیازی به تبدیل آنها نبود) و سپس تجزیه واریانس داده‌ها و سرانجام مقایسه نتایج حاصله تحت اثر تیمارهای مختلف با شاهد اقدام شده است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق طی سال ۱۳۹۶ در مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع ایران به صورت اسپیلیت پلات در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار اجراء شد. گونه‌های مورد نظر شامل ۱۱ گونه از جنس *Salvia* sp. بودند که اسامی علمی و مشخصات محل جمع‌آوری بذور آنها شامل استان و منطقه، طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا

$$GS = \sum_{i=1}^n \frac{S_i}{D_i} \quad (۲)$$

$$Vi = \frac{Ls \times GP}{100} \quad (۳)$$

که در این روابط، GP : درصد جوانه‌زنی بذر؛
 N_G : تعداد بذر جوانه‌زده؛ N_T : تعداد کل بذر؛
 GS : سرعت جوانه‌زنی بذر؛ S_i : تعداد جوانه‌زده در
روز n ام؛ D_i : تعداد روزها از روز اول تا روز n ام،
 n : تعداد روزهای شمارش؛ Vi : شاخص بینه بذر
(ویگور) و Ls : میانگین طول گیاهچه‌ها (میانگین
مجموع طول ریشه‌چه‌ها و ساقه‌چه‌ها) بر حسب میلی‌متر
بودند.

آزمایش و پایان شمارش بذر جوانه‌زده، ۱۴ روز به طول
انجامید (Maguire, 1962) و طول ریشه‌چه‌ها و ساقه‌چه‌ها
نیز با خط‌کش اندازه‌گیری شدند و متعاقباً از میانگین آنها
در محاسبات استفاده گردید. در انتهای آزمایش،
پارامترهای درصد و سرعت جوانه‌زنی به ترتیب بر اساس
روابط (۱) و (۲) محاسبه گردیدند (Maguire, 1962).
همچنین، شاخص بینه بذر نیز بر اساس رابطه (۳) از
حاصلضرب درصد جوانه‌زنی در طول گیاهچه‌ها (میانگین
مجموع طول ریشه‌چه‌ها و ساقه‌چه‌ها) به دست آمد
(Agrawal, 2003).

$$GP = \frac{N_G}{N_T} \times 100 \quad (۱)$$

جدول ۱- اسامی علمی گونه‌های جنس *Salvia* و مشخصات محل جمع‌آوری آنها
Table 1- Scientific names of *Salvia* species and their collection regions

نام علمی گونه Scientific name	کد Code	محل جمع‌آوری بذر Collection region	طول جغرافیایی Longitude (E)	عرض جغرافیایی Latitude (N)	ارتفاع از سطح دریا Above sea level (m)
<i>S. aristata</i>	S1	استان قزوین، منطقه الوانک Alvanak Region, Qazvin Province	50° 05' 53"	36° 24' 54"	1766
<i>S. aegyptiaca</i>	S2	استان هرمزگان، جزیره قشم Qeshm Island, Hormozgan Province	55° 46' 38"	26° 48' 51"	1
<i>S. macrochlamys</i>	S3	استان آذربایجان غربی، ارومیه، دره مارمیشو Marmishoo, Uroomieh, West Azerbaijan Province	44° 37' 57"	37° 34' 39"	1770
<i>S. suffruticosa</i>	S4	استان لرستان، دورود، منطقه اشترانکوه Oshtrankoo Region, Dorood, Lorestan Province	49° 11' 12"	33° 23' 44"	2400
<i>S. multicaulis</i>	S5	استان زنجان، زنجان به سمت بیجار Zanjan to Bijar, Zanjan Province	48° 22' 27"	36° 33' 27"	1925
<i>S. leriifolia</i>	S6	استان خراسان رضوی، منطقه بردسکن Bardsekan Region, Khorasan Razavi Province	57° 58' 38"	35° 22' 38"	1320
<i>S. oligophylla</i>	S7	استان قزوین، منطقه رازمیان Razmian Region, Qazvin Province	36° 34' 47"	50° 12' 16"	1330
<i>S. sclarea</i>	S8	استان تهران، لاریجان، منطقه رینه Rineh Region, Larijan, Tehran Province	52° 10' 36"	35° 35' 52"	2550
<i>S. spinosa</i>	S9	استان کرمانشاه، پاوه به سمت شاهو Paveh to Shahoo, Kermanshah Province	46° 28' 19"	34° 55' 23"	1653
<i>S. hypoleuca</i>	S10	استان قزوین، منطقه آوج Avaj Region, Qazvin Province	49° 13' 22"	35° 34' 47"	1979
<i>S. verticillata</i>	S11	استان تهران، لالون به سمت بازراب Laloon to Bazerab, Tehran Province	51° 35' 12"	36° 00' 02"	2550

جدول ۲- داده‌های اقلیمی رویشگاه و زیستگاه گونه‌های جنس *Salvia* و سایر مشخصات آنها

Table 2- Climate data of the habitat of *Salvia* species and their other characteristics

نام علمی گونه Scientific name	میانگین دمای سالانه Mean Annual Temp. (°C)	حداقل دمای سالانه Min. Annual Temp. (°C)	حداکثر دمای سالانه Max. Annual Temp. (°C)	میانگین بارش سالانه Mean Annual Precip. (mm)	حداقل بارش سالانه Min. Annual Precip. (mm)	حداکثر بارش سالانه Max. Annual Precip. (mm)	نوع (یکساله یا چندساله) Type (Annual or Perennial)	وزن هزارانه 1000 Seed Weight (gr)
<i>S. aristata</i>	14.1	0.6	26.5	29.5	0.2	90.2	چندساله Perennial	37.80
<i>S. aegyptiaca</i>	28.3	20.1	34.7	9.4	0.0	52.9	یکساله Annual	1.25
<i>S. macrochlamys</i>	11.3	-3.1	24.3	27.8	0.2	91.1	چندساله Perennial	13.50
<i>S. suffruticosa</i>	17.0	2.3	30.8	52.4	0.0	180.7	چندساله Perennial	32.40
<i>S. multicaulis</i>	11.6	-3.2	24.9	25.6	0.4	79.9	چندساله Perennial	6.00
<i>S. leriifolia</i>	21.1	7.1	34.4	10.4	0.0	48.9	چندساله Perennial	77.80
<i>S. oligophylla</i>	16.7	0.5	27.8	23.2	0.2	66.4	چندساله Perennial	0.53
<i>S. sclarea</i>	13.3	-0.4	27.8	32.1	0.8	88.6	چندساله Perennial	2.00
<i>S. spinosa</i>	17.4	2.7	31.8	46.2	0.0	153.4	چندساله Perennial	5.60
<i>S. hypoleuca</i>	11.9	-2.1	25.0	32.2	0.4	95.8	چندساله Perennial	2.25
<i>S. verticillata</i>	13.9	1.3	27.1	29.1	0.0	93.5	چندساله Perennial	1.68

نشان داد که اثرات اصلی تکرارها، گونه‌ها و تیمارها و نیز اثر متقابل گونه و تیمار و به علاوه اثر متقابل تکرار و تیمار بر هر پنج صفت درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه-چه، طول ساقه‌چه و شاخص بینه بذور به لحاظ آماری در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار می‌باشند؛ در حالی که اثر متقابل تکرار و گونه بر این پنج صفت فیزیولوژیکی بذور به لحاظ آماری معنی دار نیستند.

از شکل‌های ۱ و ۲ برمی‌آید که بیشترین درصد جوانه‌زنی بذور با ۱۰۰ درصد مربوط به شاهد در گونه S9، پرایمینگ با اسیدجیبرلیک به مدت ۲۴ ساعت در گونه S11 و نیز پیش‌سرمادهی به مدت ۲ هفته در گونه‌های S1

با توجه به آن که داده‌های حاصله مربوط به درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و شاخص بینه بذور تحت اثر تیمارهای مختلف و در حالت شاهد، همگی از توزیع نرمال پیروی می‌کردند، لذا نیازی به تبدیل داده‌ها نبود. همچنین به منظور تجزیه واریانس داده‌ها و مقایسه میانگین‌های آنها تحت اثر تیمارهای مختلف با شاهد از نرم‌افزار SPSS Ver.19 استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصله از تجزیه واریانس داده‌ها در جدول ۳

و S8 بوده است؛ در حالی که کمترین درصد جوانه‌زنی به میزان صفر در بسیاری از ژنوتیپ‌ها در شاهد و در گونه‌های S3، S4، S7 و S10، تیمار پرایمینگ با اسید جیبرلیک به مدت ۲۴ ساعت در گونه S7، تیمار پرایمینگ با اسید جیبرلیک به مدت ۴۸ ساعت در گونه‌های S3، S4، S5، S7 و S10، و نهایتاً هر دو تیمار پیش‌سرما دهی به مدت‌های ۲ و ۴ هفته در گونه‌های S2، S3، S6 و S11 به دست آمده‌اند.

جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات اندازه‌گیری شده تحت اثر تیمارهای مختلف

Table 3- Analysis of Variance (ANOVA) of measured traits under different treatments

منابع تغییرات Variation sources	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean squares				
		درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	طول ریشه‌چه Root Length	طول ساقه‌چه Shoot Length	شاخص بنیه بذر Vigor Index
تکرار Replication	3	289.067**	0.834**	38.995**	23.603**	148.765**
گونه Species	10	12302.850**	31.933**	1829.767**	1024.858**	4835.412**
تیمار Treatment	4	4776.255**	12.778**	685.991**	381.943**	1123.547**
تکرار × گونه Replication * Species	30	33.120 ^{ns}	0.104 ^{ns}	5.009 ^{ns}	2.999 ^{ns}	32.49 ^{ns}
تکرار × تیمار Replication * Treatment	12	118.946**	0.627**	18.039**	9.695**	53.823**
گونه × تیمار Species * Treatment	40	2777.615**	7.268**	403.086**	227.553**	1206.098**

ns و **، به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد می‌باشند.

“ns” and **, are non-significant and significant at 1.0% probability level respectively.

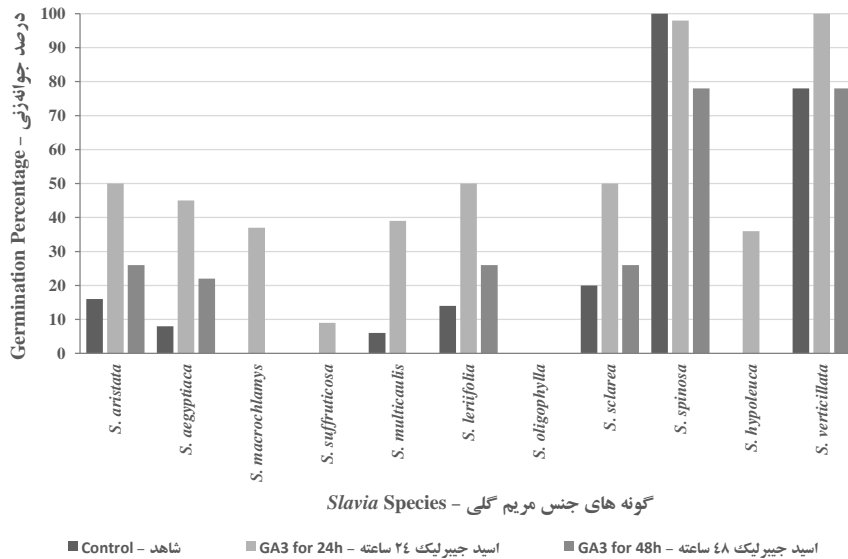
داده‌اند.

به علاوه و مطابق با شکل‌های ۵ تا ۸ واضح است که بیشترین طول ریشه‌چه و ساقه‌چه بذور به ترتیب با مقادیر متوسط ۳۸/۵ و ۲۸/۴ میلیمتر مربوط به شاهد و در گونه S9 می‌باشد؛ در حالی که کمترین طول ریشه‌چه و ساقه‌چه بذور دقیقاً نظیر صفات درصد و سرعت جوانه‌زنی و به میزان صفر در بسیاری از ژنوتیپ‌ها در شاهد و در گونه‌های S3، S4، S7 و S10، تیمار پرایمینگ با اسید جیبرلیک به مدت ۲۴ ساعت در گونه S7، تیمار پرایمینگ با اسید جیبرلیک به مدت ۴۸ ساعت در گونه‌های S3، S4، S5، S7 و S10، و نهایتاً نیز هر دو تیمار پیش‌سرما دهی طی مدت‌های ۲ و ۴ هفته در گونه‌های S2، S3، S6 و S11 رخ داده‌اند.

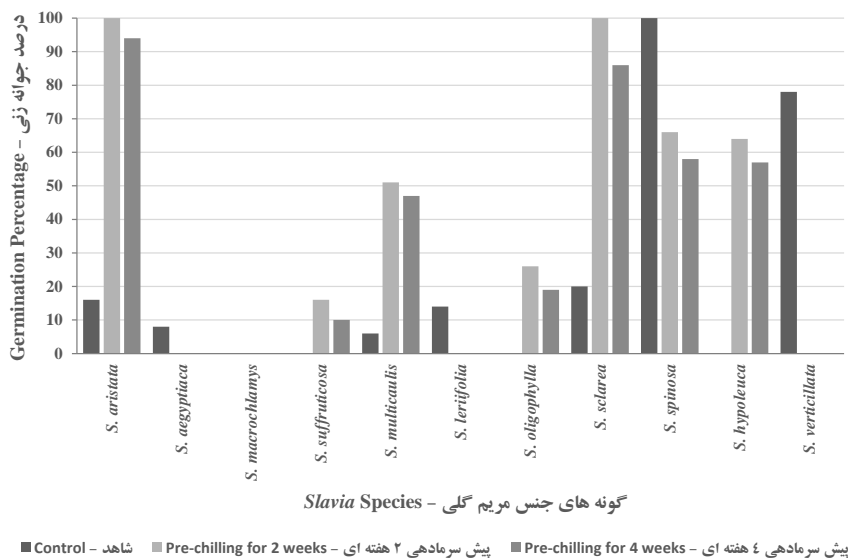
همچنین مطابق شکل‌های ۳ و ۴، بیشترین سرعت جوانه‌زنی بذور با مقدار متوسط ۵/۱۳ بذر در روز مربوط به شاهد و در گونه S9 می‌باشد که پس از آن و به فاصله بسیار نزدیک، سرعت جوانه‌زنی بذور گونه S1 تحت اثر تیمار پیش‌سرما دهی به مدت ۲ هفته و به مقدار متوسط ۵/۰۴ بذر در روز حاصل شده است؛ در حالی که کمترین سرعت جوانه‌زنی دقیقاً نظیر صفت درصد جوانه‌زنی و به میزان صفر در بسیاری از ژنوتیپ‌ها در شاهد و در گونه‌های S3، S4، S7 و S10، تیمار پرایمینگ با اسید جیبرلیک به مدت ۲۴ ساعت در گونه S7، تیمار پرایمینگ با اسید جیبرلیک به مدت ۴۸ ساعت در گونه‌های S3، S4، S5، S7 و S10، و نهایتاً نیز هر دو تیمار پیش‌سرما دهی طی مدت‌های ۲ و ۴ هفته در گونه‌های S2، S3، S6 و S11 رخ

با اسید جیبرلیک به مدت ۲۴ ساعت در گونه S7، تیمار پرایمینگ با اسید جیبرلیک به مدت ۴۸ ساعت در گونه‌های S3، S4، S5، S7 و S10، و نهایتاً هر دو تیمار پیش سرمادهی به مدت‌های ۲ و ۴ هفته در گونه‌های S2، S3، S6 و S11 به دست آمده‌اند.

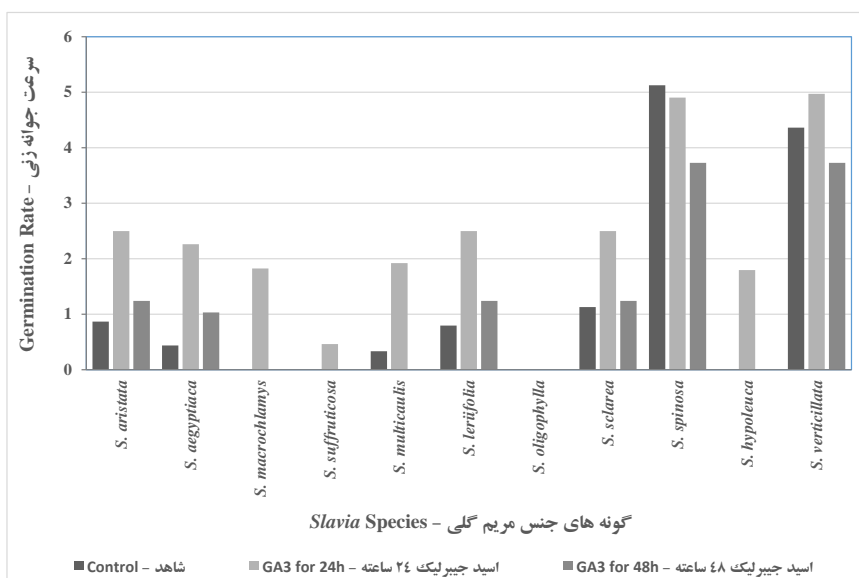
نهایتاً نیز بر اساس شکل‌های ۹ و ۱۰، بیشترین شاخص بنيه بذور با مقدار ۶۶/۹۳ مربوط به شاهد در گونه S9 بوده است؛ در حالی که کمترین شاخص بنيه بذور دقیقاً نظیر صفات قبلی به میزان صفر در بسیاری از ژنوتیپ‌ها در شاهد و در گونه‌های S3، S4، S7 و S10، تیمار پرایمینگ



شکل ۱- مقایسه میانگین درصد جوانه زنی بذر گونه‌های *Salvia* تحت اثر تیمارهای اسید جیبرلیک و شاهد
Figure 1- Mean Comparisons for the seed germination percentage of *Salvia* species under GA₃ and control treatments

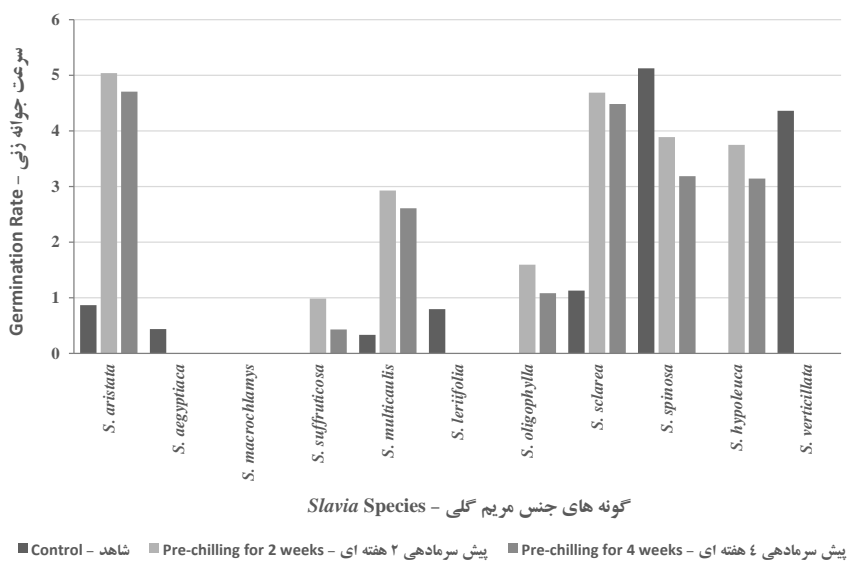


شکل ۲- مقایسه میانگین درصد جوانه زنی بذر گونه‌های *Salvia* تحت اثر تیمارهای پیش سرمادهی و شاهد
Figure 2- Mean Comparisons for the seed germination percentage of *Salvia* species under pre-chilling and control treatments



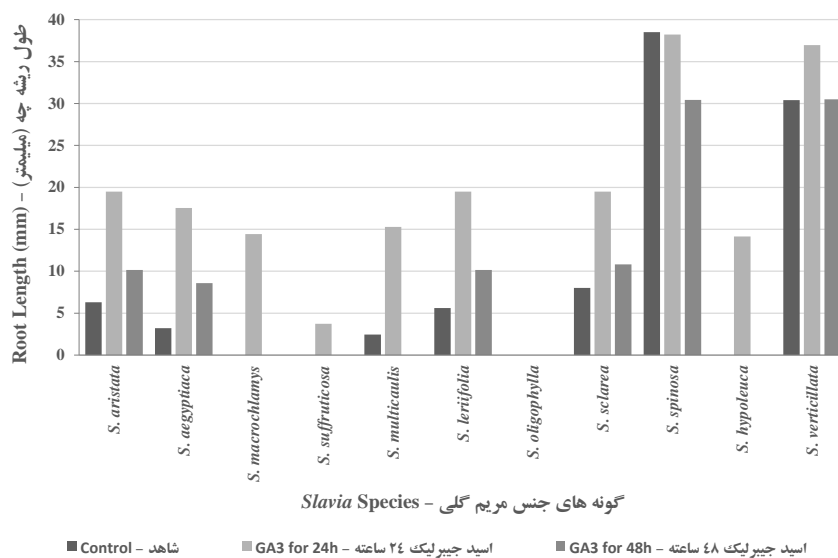
شکل ۳- مقایسه میانگین سرعت جوانه زنی بذر گونه‌های *Salvia* تحت اثر تیمارهای اسید جیبرلیک و شاهد

Figure 1- Mean Comparisons for the seed germination rate of *Salvia* species under GA₃ and control treatments



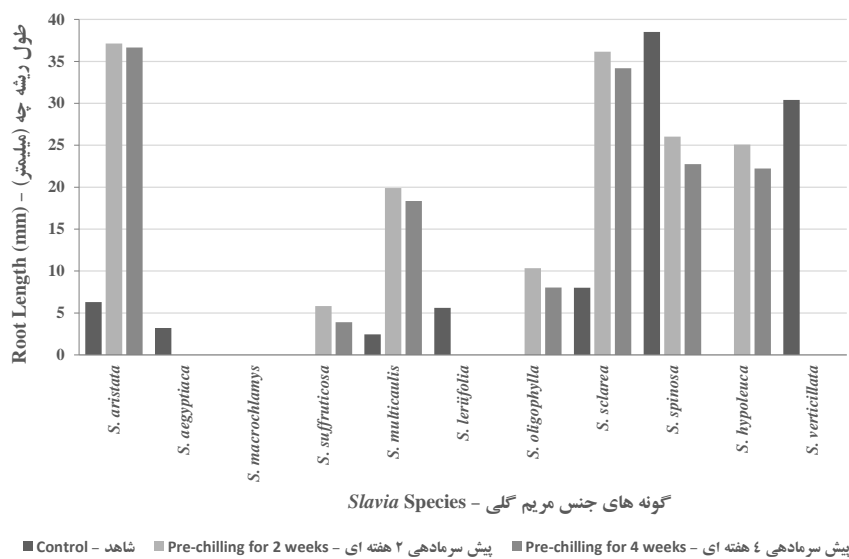
شکل ۴- مقایسه میانگین سرعت جوانه زنی بذر گونه‌های *Salvia* تحت اثر تیمارهای پیش سرمادهی و شاهد

Figure 4- Mean Comparisons for the seed germination rate of *Salvia* species under pre-chilling and control treatments



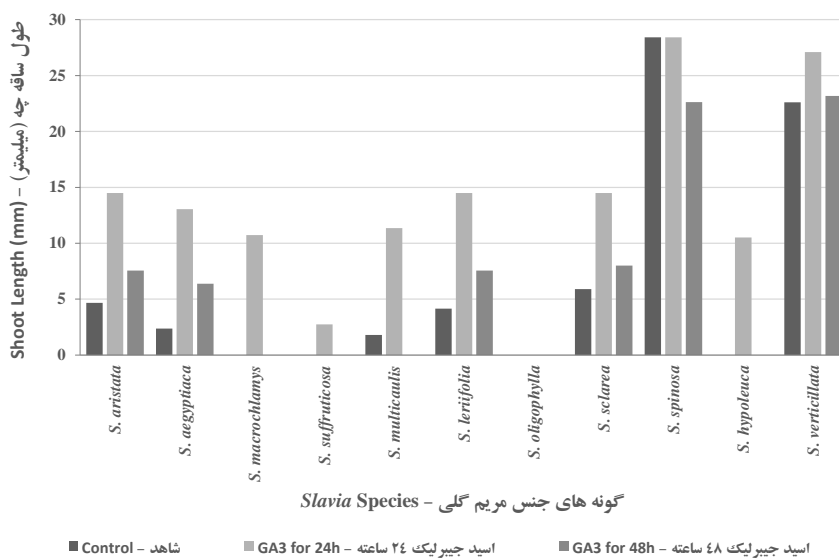
شکل ۵- مقایسه میانگین طول ریشه چه بذر گونه‌های *Salvia* تحت اثر تیمارهای اسید جیبرلیک و شاهد

Figure 5- Mean Comparisons for the root length of *Salvia* species under GA₃ and control treatments



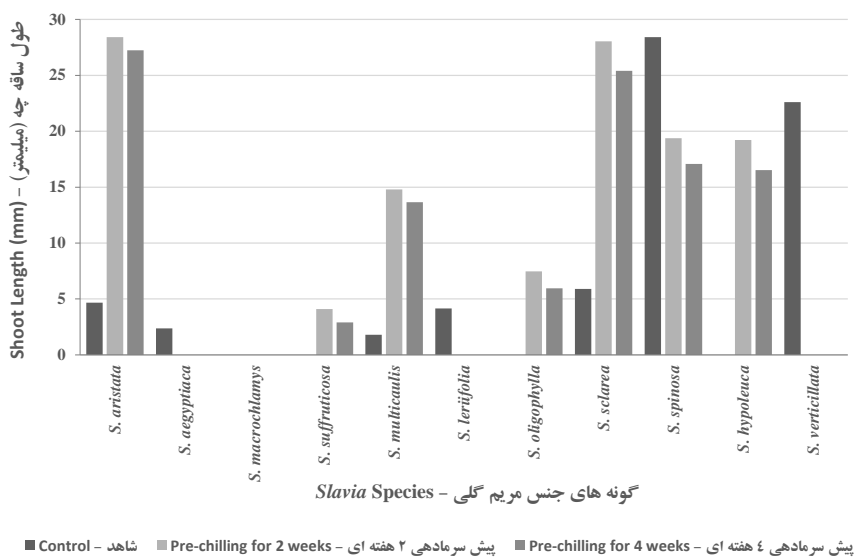
شکل ۶- مقایسه میانگین طول ریشه چه بذر گونه‌های *Salvia* تحت اثر تیمارهای پیش سرمادهی و شاهد

Figure 6- Mean Comparisons for the root length of *Salvia* species under pre-chilling and control treatments



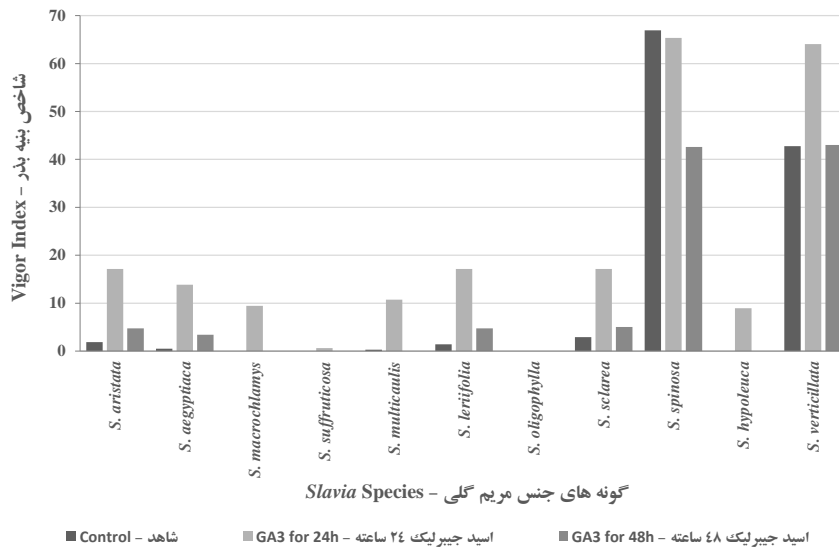
شکل ۷- مقایسه میانگین طول ساقه چه بذر گونه‌های *Salvia* تحت اثر تیمارهای اسید جیبرلیک و شاهد

Figure 7- Mean Comparisons for the shoot length of *Salvia* species under GA₃ and control treatments



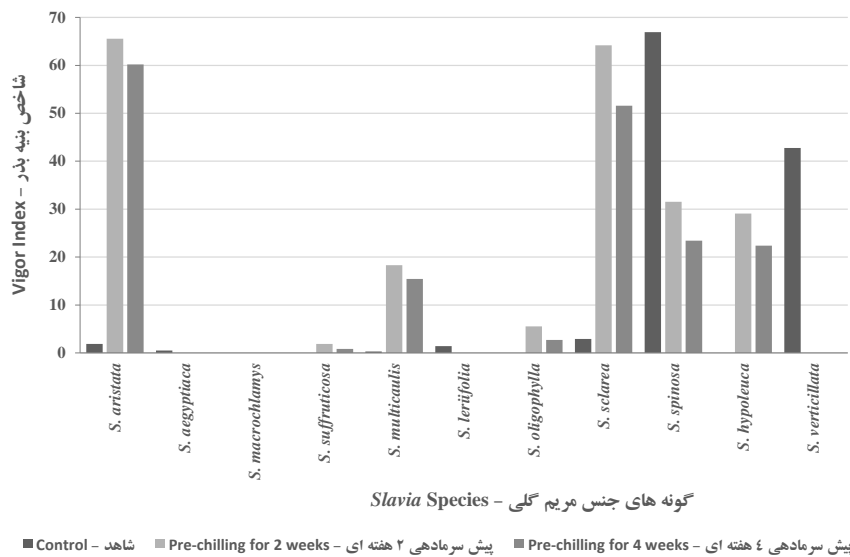
شکل ۸- مقایسه میانگین طول ساقه چه بذر گونه‌های *Salvia* تحت اثر تیمارهای پیش سرمادهی و شاهد

Figure 8- Mean Comparisons for the shoot length of *Salvia* species under pre-chilling and control treatments



شکل ۹- مقایسه میانگین شاخص بنیه بذر گونه های *Salvia* تحت اثر تیمارهای اسید جیبرلیک و شاهد

Figure 9- Mean Comparisons for the Vigor Index of *Salvia* species under GA₃ and control treatments



شکل ۱۰- مقایسه میانگین بنیه بذر گونه های *Salvia* تحت اثر تیمارهای پیش سرمادهی و شاهد

Figure 10- Mean Comparisons for the Vigor Index of *Salvia* species under pre-chilling and control treatments

طول ریشه چه و طول ساقه چه و نیز شاخص بنیه بذور در اکثر گونه های مورد بررسی به لحاظ آماری و در سطح احتمال ۱ درصد گردید؛ به طوری که مقادیر میانگین صفات درصد و سرعت جوانه زنی بذور به ترتیب از

همان طوری که از نتایج تحقیق حاضر مشخص گردید، استفاده از تیمار پرایمینگ بذور با اسید جیبرلیک به میزان ۵۰۰ ppm به مدت ۲۴ ساعت نسبت به شاهد سبب افزایش هر پنج صفت درصد و سرعت جوانه زنی،

همچنین از نتایج تحقیق حاضر چنین برمی آید که استفاده از تیمار پیش‌سرمادهی بذور در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲ هفته نسبت به شاهد سبب افزایش هر پنج صفت درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه و نیز شاخص بینه بذور در اکثر گونه‌های مورد بررسی به لحاظ آماری و در سطح احتمال ۱ درصد گردید؛ به طوری که مقادیر میانگین صفات درصد و سرعت جوانه زنی بذور به ترتیب از ۲۲/۰۰ درصد و ۱/۱۹ بذور در روز تحت شاهد به مقادیر میانگین ۳۸/۴۵ درصد و ۲/۰۸ بذور در روز، مقادیر میانگین صفات طول ریشه‌چه و ساقه‌چه به ترتیب از ۸/۵۹ و ۶/۳۶ میلیمتر به مقادیر میانگین ۱۴/۵۹ و ۱۱/۰۴ میلیمتر و نهایتاً مقدار میانگین شاخص بینه بذور نیز از ۱۰/۶۰ به ۱۹/۶۴ تحت تیمار مذکور تبدیل شدند. به طور کلی، اثر پیش‌سرمادهی بذور در افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی آنها به دلیل ایجاد تغییرات در نسبت هورمون‌های درونی بذور و افزایش غلظت جیبرلین رخ می‌دهد که این هورمون‌ها بعد از فعال نمودن آنزیم‌های تجزیه‌کننده ذخایر غذایی در بذور موجب فراهم شدن این مواد و تغذیه مناسب جنین و در نهایت جوانه‌زنی بذور خواهند شد. این هورمون‌ها می‌توانند به عنوان مناسبی جهت رفع نیاز سرمایی بذور و حتی تمامی عوامل مؤثر بر جوانه‌زنی بذور باشند (Nasiri, 1984; Bewley and Blak, 1994).

در طی دوره پیش‌سرمادهی، بذور می‌توانند تحت اثر مجموعه‌ای از فرایندهای درونی و بیرونی قرار گیرند که در واقع این فرایندها می‌توانند با گذشت زمان و به تدریج سبب بروز جوانه‌زنی بذور گردند. بنابراین، چنانچه بذور به مدت کافی و نه زیادتر از حد، در معرض پیش‌سرمادهی قرار گیرد، محتوای درونی هورمونی آنها به منظور بروز جوانه‌زنی کفایت نموده و اگر در هر صورتی و به هر دلیلی، جوانه‌زنی رخ ندهد، این موضوع می‌تواند به سبب هر گونه مشکلی بعده غیر از خواب فیزیولوژیکی آنها باشد (Nasiri, 1984; Sarmadnia, 1996).

به علاوه، تحقیق حاضر نشان داد که بکارگیری تیمار

۲۲/۰۰ درصد و ۱/۱۹ بذور در روز تحت شاهد به مقادیر میانگین ۴۶/۷۳ درصد و ۲/۳۳ بذور در روز، مقادیر میانگین صفات طول ریشه‌چه و ساقه‌چه به ترتیب از ۸/۵۹ و ۶/۳۶ میلیمتر به مقادیر میانگین ۱۸/۰۸ و ۱۳/۴۰ میلیمتر و نهایتاً مقدار میانگین شاخص بینه بذور نیز از ۱۰/۶۰ به ۲۰/۴۰ تحت تیمار مذکور تبدیل شدند.

به طور کلی، یکی از انواع مختلف خواب بذور، خواب فیزیولوژیکی بوده که در واقع از نوع خواب اولیه درونی آنها محسوب می‌شود و با استفاده از انواع مختلف مواد تنظیم‌کننده رشد گیاهی نظیر اسید جیبرلیک قابل ایجاد و کنترل خواهد بود (Fulbright and Redente, 1983). در واقع، اسید جیبرلیک با قابلیت غلبه بر خواب حاصل از پوسته بذور گیاهان، می‌تواند خواب بذور را از طریق القاء جوانه‌زنی کنترل نموده و کلیه خصوصیات جوانه‌زنی بذور را افزایش دهد (Nadjafi et al., 2006).

از سوی دیگر و مطابق نتایج حاصله مشخص شد که بکارگیری تیمار پرایمینگ بذور با اسید جیبرلیک به میزان ppm ۵۰۰ به مدت ۴۸ ساعت، با وجود افزایش مقادیر میانگین درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه به ترتیب از مقادیر میانگین ۲۲/۰۰ درصد، ۸/۵۹ و ۶/۳۶ میلیمتر تحت شاهد به مقادیر میانگین ۲۳/۲۷ درصد، ۹/۱۵ و ۶/۸۴ میلیمتر تحت تیمار فوق و نیز کاهش مقادیر میانگین سرعت جوانه‌زنی و شاخص بینه بذور به ترتیب از مقادیر میانگین ۱/۱۹ بذور در روز و ۱۰/۶۰ تحت شاهد به مقادیر میانگین ۱/۱۱ بذور در روز و ۹/۴۲ تحت تیمار مذکور، سبب ایجاد تفاوت‌های آماری معنی‌داری در پنج صفت مذکور در بذور اکثر گونه‌های مورد بررسی نگردید. یکی از دلایل اصلی این نتیجه می‌تواند بروز اثر سوزاندگی اسید بر روی جنین بذور در اثر تماس با آنها طی مدت زمان بیشتر از ۲۴ ساعت باشد که سبب شده است تا تغییر و تفاوت قابل‌ملاحظه و معنی‌داری در نتایج بکارگیری این تیمار نسبت به نتایج حاصله تحت اثر شاهد ایجاد نگردد (Nadjafi et al., 2006).

مورد بررسی نشد.

یکی از دلایل اصلی این نتیجه می تواند بروز اثر منفی پیش سرمادهی به مدت طولانی بر فعالیت آنزیم ها و متعاقباً کم شدن فعالیت های متابولیکی و بیوسنتزی مورد نیاز برای جوانه زنی باشد که سبب شده است تا تغییر و تفاوت قابل ملاحظه و معنی داری در نتایج بکارگیری این تیمار نسبت به نتایج حاصله تحت اثر شاهد ایجاد نگردد (Arbabiyan et al., 2009; Shakeri-Almshiri et al., 2009).

پیش سرمادهی بذور در دمای ۴ درجه سانتی گراد به مدت ۴ هفته نسبت به شاهد، با وجود افزایش میانگین مقادیر میانگین درصد و سرعت جوانه زنی بذور به ترتیب از ۲۲/۰۰ درصد و ۱/۱۹ بذر در روز تحت شاهد به مقادیر میانگین ۳۳/۷۳ درصد و ۱/۷۹ بذر در روز، افزایش مقادیر میانگین صفات طول ریشه چه و ساقه چه به ترتیب از ۸/۵۹ و ۶/۳۶ میلیمتر به مقادیر میانگین ۱۳/۲۸ و ۹/۸۹ میلیمتر و نهایتاً افزایش مقدار میانگین شاخص بنیه بذر نیز از ۱۰/۶۰ به ۱۶/۰۵ تحت این تیمار، موجب بروز تفاوت های آماری معنی داری در پنج صفت مذکور در بذور اکثر گونه های

Reference

منابع

- Abdollahi, J., M. Ebrahimi, H.A. Ramshini, A. Ashraf Jaafari, M. Eftekhari, Y. Siah Mansouri, and M.A. Sheikh Beig Goharrizi. 2012. Seed germination as the major conservation issue of endemic Iranian *Salvia* species. *J. Med. Plants Res.* 6(1): 37-46.
- Aghilian, S., M. Khajeh-Hosseini, and S. Anvarkhah. 2014. Evaluation of seed dormancy in forty medicinal plant species. *Int. J. Agric. Crop Sci.* [Online] Available at www.ijagcs.com
- Al-Khateeb S.A. 2006. Effect of salinity and temperature on germination, growth and ion relations of *Panicum-turgidum* Forssk. *Bioresources Technol.* 97: 292-298.
- Arbabiyan, S., M. Moghanloo, and A. Majd. 2009. The effect of different treatments on seed dormancy of *Astragalus fridae* Rech. *J. Biol. Sci.* 2(7): 45-50.
- Baskin, C.C., and J.M. Baskin. 1998. *Seeds: Ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination.* Academic Press, San Diego.
- Bewley, J.D., and M. Blak. 1994. *Seeds: physiology of development and germination.* Second edition. Plenum press, New York.
- Bischoff, A., B. Vonlanthen, T. Steinger, and H. Müller-Schärer. 2006. Seed provenance matters - effects on germination of four plant species used for ecological restoration on arable land. *Basic Appl. Ecol.* 7: 347-359.
- Budvytyte, A. 2001. The effect of long-term storage conditions on seed germination in vegetables and medicinal plants. *Biol.* 2: 8-10.
- Cendán, C., L. Sampedro, and R. Zas. 2013. The maternal environment determines the timing of germination in *Pinus pinaster*. *Environ. Exp. Bot.* 94: 66-72.
- El-Keblawy, A., and A. Al-Rawa. 2005. Effects of salinity, temperature and light on germination of invasive *Prosopis juliflora* (Sw.) D.C. *J. Arid Environ.* 61: 555-565.
- Finch-Savage, W.E., D. Gray, and G.M. Dickson. 1991. Germination responses of seven bedding plant species to environmental conditions and gibberellic acid. *Seed Sci. Technol.* 19: 487-494.
- Fulbright, I.E., E.F. Redente, and A.M. Wilson. 1983. Germination requirements of green needlegrass (*stipa viridula* Trin.). *J. Range Manage.* 36: 390-394.
- Gorai, M., W. Aloui, X. Yang, and M. Neffati. 2014. Toward understanding the ecological role of mucilage in seed germination of a desert shrub *Henophyton deserti*: interactive effects of temperature, salinity and osmotic stress. *Plant Soil.* 374: 727-738.

- Hamasha, H., and I. Hensen. 2009.** Seed germination of four Jordanian *Stipa* spp: differences in temperature regimes and seed provenances. *Plant Spec. Biol.* 24: 127-132.
- Hashemi, A., and A. Estilai. 1994.** Seed germination response of golden chia (*Salvia columbariae* Benth.) to low temperature and gibberellins. *Ind. Crops Prod.* 2: 107-109.
- Huang, Z., X. Zhang, G. Zheng, and Y. Gutterman. 2003.** Influence of light, temperature, salinity and storage on seed germination of *Haloxylon ammodendron*. *J. Arid Environ.* 55: 453-464.
- Maraghni, M., M. Gorai, and M. Neffati. 2010.** Seed germination at different temperatures and water stress levels, and seedling emergence from different depths of *Ziziphuslotus*. *S. Afr. J. Bot.* 76: 453-459.
- Nadjafi, F., M. Bannayan, L. Tabrizi, and M. Rastgoo. 2006.** Seed germination and dormancy breaking techniques for *Ferula gummosa* and *Teucrium polium*. *J. Arid Environ.* 64: 542-547.
- Nasiri, M. 1984.** Investigation of effective factors on dormancy, germination and development of seeds. Organization of Research Training and Coupling Agriculture Publication, Tehran, Iran. (In Persian)
- Ronnenberg, K., K. Wesche, and I. Hensen. 2008.** Germination ecology of Central Asian *Stipa* spp: differences among species, seed provenances, and the importance of field studies. *Plant Ecol.* 196: 269-280.
- Sarmadnia, G.H. 1996.** Seed technology. Mashhad university publication. 288p. (In Persian)
- Shakeri-Almshiri, M., M. Mianabadi, and R. Yazdanparast. 2009.** Effects of different treatments on seed dormancy of *Teucrium polium*. *Iran. J. Range. For. Plant Breed. Genet. Res.* 17(1): 100-111 (In Persian).