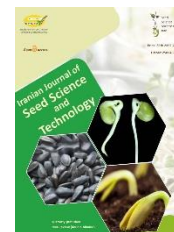




Iranian Journal of Seed Science and Technology



ISSN: 2588-4638

Research Article

Investigating the effect of different chemical and non-chemical treatments on removing the hardness of seeds and stimulating the germination of the Persian camelthorn (*Alhagi camelorum*) seed

Simin Haghanifar¹, Marjan Diyanat^{2*} , Aidin Hamidi³ , Fereidon Ghasem Khan Ghajar⁴, Elias Soltani⁵

1. PhD Student, Faculty of Agricultural and Food Industries Sciences, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
2. Assistant Professor, Faculty of Agricultural and Food Industries Sciences, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
3. Associate Professor, Seed and Plant Certification and Registration Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO)
4. Assistant Professor, Faculty of Agricultural and Food Industries Sciences, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
5. Associate Professor, Department of Agricultural Sciences and Plant Breeding, University of Tehran, College of AbuRaihan.

Article Information

Received: 14 Jun. 2023
Revised: 23 Jul. 2023
Accepted: 21 Aug. 2023

Keywords:

Scarification,
Hot water,
Sulfuric acid

Corresponding Author:

ma_dyanat@yahoo.com



Abstract

In order to investigate the effect of chemical and non-chemical treatments to break the hardness of the seeds of the Persian camelthorn, two separate experiments were conducted in a factorial experiment in the form of a completely randomized design in the laboratory of Seed and Plant Certification and Registration Institute with two seed populations (Gorgan and Mashhad) at temperatures of (10, 20, 25, 30 and 20-30°C) in four replication in 1400. The results showed that the highest germination percentage and Rate of germination is reached in sulfuric acid treatment for 35 minutes. The longest mean germination time was related to 100 °C water for 60 seconds in Gorgan population. The highest Primary shoot dry weight in the Mashhad group was from the 100°C water treatment for 30 seconds and the highest Primary root dry weight in the Gorgan group was related to the 100°C water treatment for 60 seconds. The results showed that Gorgan and Mashhad populations had significant differences in terms of all treatments, and the difference between seed hardness treatments and their interaction effects for all traits was significant at the 1% level. The results showed that the presence of the hard shell is a physical barrier and by limiting water absorption and gas exchange, it acts as a limiting factor for germination, and Applying some seed scratching treatments such as sulfuric acid treatment and 100 °C water improves the germination of Persian camelthorn seeds.

How to cite this paper: Haghanifar, S., Diyanat, M., Hamidi, A., Ghasem Khan Ghajar, F., Soltani, E. (2024). Investigating the effect of different chemical and non-chemical treatments on removing the hardness of seeds and stimulating the germination of the Persian camelthorn (*Alhagi camelorum*) seed. *Iranian Journal of Seed Science and Technology*, 13 (2), 1-15. <https://doi.org/10.22092/ijst.2023.360490.1460>



© 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

Persian camelthorn (*Alhagi camelorum*) is a perennial shrub legume species commonly known as a useful medicinal plant, mainly native to temperate Eurasia and the Middle East region including Iran. The plant has high tolerance to salt and water stresses, and its forage quality is greater than cereal straw and is equal to alfalfa. Therefore, it recently became important as a substitute forage providing resource in drought and warm regions. Persian camelthorn seeds do not germinate easily because of the seed hardness. So, Persian camelthorn cultivation as a crop needs to overcome seed hardness and increase germination. Hence, the study was conducted to investigate the different treatments' effects on removing the seed hardness and stimulating the germination of the Persian camelthorn seed.

Materials and methods

In order to investigate the effect of chemical and non-chemical treatments to remove the hardness of the two Persian camelthorn main populations in Iran, Mashhad and Gorgan populations' seeds, two experiments were conducted in a factorial experiment in the form of a completely randomized design in the laboratory of Seed and Plant Certification and Registration Institute at temperatures of (10, 20, 25, 30 and 20-30°C) in four replications during 2021.

Results and discussion

The results showed that the highest germination percentage and germination rate were achieved in sulfuric acid treatment for 35 minutes. The longest mean germination time belonged to 100°C water for 60 seconds in the Gorgan population. The highest primary shoot dry weight in the Mashhad population resulted in the

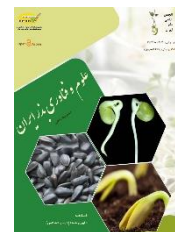
100°C water treatment for 30 seconds and the highest primary root dry weight in the Gorgan group was related to the 100°C water treatment for 60 seconds. The results showed that Gorgan and Mashhad populations had significant differences in terms of all treatments, and the difference between seed hardness treatments and their interaction effects for all traits was significant at the 1% level.

Conclusion

The results of the research showed that the best method to remove the hardness of Persian camelthorn seeds and improve germination was seed treatment with concentrated sulfuric acid (98%) for 30 and 35 minutes, and the highest germination of seeds scratched with sulfuric acid was observed at 30 °C. Also, the treatment of removing hardness of seeds with water at 100°C for 30 seconds and then germinating the seeds at 30°C was ranked next. The increase in the percentage and speed of seed germination due to the application of 100°C water treatment can be attributed to the softening and permeability of the seed coat. Therefore, in order to remove the hardness and impermeability of the shell and to improve the germination of the seeds of the Iranian camelthorn, by scratching, concentrated sulfuric acid was used for 30 and 35 minutes and water at 100°C for 30 seconds, and then the seeds were germinated at 30°C. The danger of working with concentrated sulfuric acid, the use of 100°C water to remove the hardness of the Persian camelthorn seed is recommended. So the hard seed coat is a physical barrier and by limiting water absorption and gas exchange, it acts as a limiting factor for germination, and applying some seed scratching treatments such as sulfuric acid treatment and 100 °C water improves the germination of Persian camelthorn seeds.



نشریه علوم و فناوری بذر ایران



ISSN: 2588-4638

مقاله پژوهشی

بررسی کارآیی ترکیبات شیمیایی و غیر شیمیایی بر رفع سختی بذر و تحریک جوانه‌زنی بذر خارشتر ایرانی (*Alhagi camelorum*)

سیمین حقانی فرا^۱، مرجان دیانات^{۲*}، آیدین حمیدی^۳، فریدون قاسم خان قاجار^۴، الیاس سلطانی^۵

۱. دانشجوی دکتری، دانشکده کشاورزی و صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۲. استادیار، دانشکده کشاورزی و صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۳. دانشیار، مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایران
۴. استادیار، دانشکده کشاورزی و صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۵. دانشیار، گروه علوم زراعی و اصلاح نباتات، دانشکده ابرویحان، دانشگاه تهران، ایران

اطلاعات مقاله

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۳/۲۴

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۵/۰۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۵/۳۰

واژه‌های کلیدی:

اسید سولفوریک،

آب جوش،

خراش دهی

نویسنده مسئول:

ma_dyanat@yahoo.com



چکیده

به منظور بررسی اثر تیمارهای شیمیایی و غیر شیمیایی برای رفع سختی بذر خارشتر ایرانی، دو آزمایش جداگانه به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در آزمایشگاه مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال با دو توده بذری (گرگان و مشهد) در دمای (۱۰، ۲۰، ۲۵، ۳۰ و ۳۰-۲۰ درجه سانتی گراد) با چهار تکرار در سال ۱۴۰۱ انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل غوطه‌وری بذر در آب ۱۰۰ درجه سانتی گراد به مدت ۳۰، ۶۰ و ۱۸۰ ثانیه و عدم خیساندن بذر در آب جوش (شاهد) و تیمار بذر با اسید سولفوریک غلیظ (۹۸ درصد) به مدت ۲۵، ۳۰ و ۳۵ دقیقه و عدم تیمار بذر با اسید سولفوریک (شاهد)، بودند. نتایج نشان داد که بالاترین درصد و سرعت جوانه‌زنی در توده گرگان از تیمار اسید سولفوریک به مدت ۳۵ دقیقه حاصل شد. طولانی‌ترین متوسط مدت جوانه‌زنی مربوط به آب ۱۰۰ درجه سانتی گراد به مدت ۶۰ ثانیه در توده گرگان بود. بیشترین وزن خشک ساقه‌چه در توده مشهد از تیمار آب ۱۰۰ درجه سانتی گراد به مدت ۳۰ ثانیه و بیشترین وزن خشک ریشه‌چه در توده گرگان مربوط به آب ۱۰۰ درجه سانتی گراد به مدت ۶۰ ثانیه بود. نتایج به دست آمده نشان داد که توده گرگان و مشهد از نظر کلیه صفات بررسی شده تفاوت معنی‌داری داشتند و تفاوت بین تیمارهای رفع سختی بذر و اثرات متقابل آنها برای کلیه صفات در سطح یک درصد معنی‌دار بود. نتایج یافته‌ها نشان داد که وجود پوسته سخت به عنوان یک مانع فیزیکی با ایجاد محدودیت در جذب آب و تبادلات گازی به صورت عوامل محدود کننده جوانه‌زنی عمل می‌کند و اعمال یکسری از تیمارهای خراش دهی بذر مانند تیمار اسید سولفوریک و آب ۱۰۰ درجه سانتی گراد جوانه‌زنی بذر خارشتر ایرانی را بهبود می‌بخشد.

نحوه استناد به این مقاله:

Haghanifar, S., Diyanat, M., Hamidi, A., Ghasem Khan Ghajar, F., Soltani, E. (2024). Investigating the effect of different chemical and non-chemical treatments on removing the hardness of seeds and stimulating the germination of the Persian camelthorn (*Alhagi camelorum*) seed. *Iranian Journal of Seed Science and Technology*, 13 (2), 1-15. <https://doi.org/10.22092/ijssst.2023.360490.1460>

مقدمه

خواب بذر به عنوان خصوصیت درونی و ذاتی بذر تعریف می شود که تعیین کننده قدرت جوانه زنی در شرایط محیطی بذر می باشد (Finch - Savage & Leubner, 2006). عوامل دخیل در ایجاد خواب را می توان به سه گروه فیزیولوژیکی، فیزیکی (نفوذ ناپذیری پوسته بذر به آب یا هوا) و مورفولوژیکی (کامل نبودن جنین بذر) دسته بندی کرد. به طور کلی، بذرهایی موجود در خاک هر سه نوع خواب را دارند، اما خواب فیزیولوژیکی، اهمیت بیشتری دارد و خواب فیزیکی در درجه بعدی اهمیت قرار دارد (Baskin & Baskin, 2004). خارشتر (*Alhagi camelorum*) گیاهی بوته ای، نیمه درختچه ای و نیمه چوبی است که در بیشتر مناطق ناحیه ایران و تورانی در سطح مراتع به صورت خودرو می روید (Cirrus et al., 2019). به دلیل پوسته سخت بذر بذرهایی خارشتر از سختی بذر^۱ برخوردار بوده در نتیجه جوانه زنی کمتر از قابلیت جوانه زنی^۲ ذاتی و بالقوه توده بذر است (Hashemi & Rezaejad, 2013). تیمارهای مختلفی از جمله خراش دهی^۳ (ایجاد خراش در پوسته بذر) مکانیکی، خراش دهی شیمیایی (استفاده از اسید سولفوریک)، یخ-آب، آب داغ و امواج التراسونیک جهت برطرف کردن خواب فیزیکی مورد استفاده قرار می گیرند (Baskin & Baskin, 1998). خراش دهی یا شستشو با اسید سولفوریک باعث شکستن خواب و جوانه زنی بذر خارشتر می شود (Moradi et al., 2015). (Muhmmad & Amusa (2003) در بررسی تأثیر تیمارهای مختلف خراش دهی با آب داغ و اسید سولفوریک بر شاخص های جوانه زنی بذور درختان مشعل جنگل^۴ و فلوس^۵ به این نتیجه رسیدند که بذرهایی تیمار شده با آب داغ ۱۰۰ درجه سانتی گراد به مدت ۳۰ دقیقه، به ترتیب، به میزان ۲۰ و ۵۰ درصد جوانه زدند؛ در حالی که بیشترین درصد جوانه زنی بذور مربوط به تیمار اسید سولفوریک غلیظ به مدت ۳۰ دقیقه به میزان ۷۰ درصد بود. گزارش شده است که برای نفوذپذیر کردن پوسته و رفع سختی بذر گیاهان تیره نیام داران، عمدتاً خیساندن بذر در آب داغ در مدت زمان کوتاه یا خراش دهی بذر به روش مکانیکی یا شیمیایی است (Khosh-Khui, 1987; Roleston, 1987). (Vozzo 1989) اعلام کرد برای

جوانه زنی بذرهایی گیاه مشعل جنگل نیاز به خراش دهی با آب داغ و اسید سولفوریک است. در بررسی تأثیر تیمارهای مختلف خراش دهی با آب داغ ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درجه سانتی گراد به مدت ۰-۱-۳ و ۵ دقیقه و حرارت خشک ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درجه سانتی گراد برای ۰، ۶، ۱۲ و ۲۴ ساعت نتایج نشان داد که آب داغ در دمای ۷۵ درجه سانتی گراد به مدت ۵ دقیقه در شکسته سختی بذر گیاه بامیه مؤثر بود، اگرچه با افزایش دما و مدت خیساندن، درصد جوانه زنی کاهش یافت. آب داغ با دمای ۱۰۰ درجه سانتی گراد به مدت ۱ دقیقه درصد جوانه زنی را نسبت به شاهد افزایش داد، اما با افزایش مدت خیساندن بذر، درصد جوانه زنی کاهش یافت. همچنین نتایج این تحقیق نشان داد که درصد سختی بذر بین ارقام مختلف بامیه متفاوت بود. بنابراین آنان بیان داشتند که، به نظر می رسد که قبل از کاشت، باید سختی بذر شکسته شود و در این مورد اجرای تیمار آب داغ در دمای ۷۵ درجه سانتی گراد به مدت ۵ دقیقه می تواند مفید باشد (Ghadir Mohammadi et al., 2012). در مطالعه دیگر، مشاهده شد که مؤثرترین تیمار جهت شکستن خواب بذر خارشتر به ترتیب آب جوش و خراش دهی مکانیکی با کاغذ سنباده هر دو به مدت ۳ دقیقه بود (Esmaili & Eslami, 2010). باتوجه به این که جوانه زنی بذرهایی خارشتر تیمار شده با اسید سولفوریک به طور قابل توجهی بیشتر از بذرهایی بدون پیش تیمار بود، می توان گفت که خواب بذر گیاه خارشتر از نوع خواب فیزیکی و در واقع سختی بذر است. باتوجه به این که تکثیر گیاه خارشتر ایرانی از طریق بذر امکان پذیر بوده ولی به علت وجود پوسته سخت بذر، جوانه زنی به راحتی ممکن نیست، بر همین اساس، در این تحقیق روش های مختلف رفع سختی بذر به منظور تسهیل جوانه زنی بذر خارشتر ایرانی بررسی شد.

مواد و روش ها

این تحقیق در آزمایشگاه مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال در سال ۱۴۰۰ اجرا شد. در این پژوهش تیمارهای رفع سختی بذرهایی دو جمعیت مشهد و گرگان خارشتر ایرانی مورد بررسی قرار گرفتند. بذرها از شرکت خدمات حمایتی کشاورزی پاکان بذر کویر تهیه گردید. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب

¹ Seed Hardness

² Germination ability

³ Scarification

⁴ *Delonixregia*

⁵ *Cassia fistula*

برخی از ویژگی‌های مرتبط با قابلیت جوانه‌زنی به شرح زیر تعیین گردید:

درصد جوانه‌زنی نهایی (FGP)^۴ براساس فرمول مقابل محاسبه گردید.

$$FGP = \sum N_i T_i$$

که در آن، N تعداد بذرهایی است که در فاصله زمانی معین جوانه زدند و T فاصله زمان شروع آزمایش تا پایان یک فاصله اندازه‌گیری تعیین شده را نشان می‌دهد (Draper, 1985; TeKrony & Egli, 1991).

سرعت جوانه‌زنی بذرها^۵ (GR) با استفاده از روش (Maguir 1962) محاسبه شد که برابر با مجموع نسبت Ni/Ti می‌باشد.

$$GR = \sum N_i T_i \times 100$$

که در آن Ni تعداد بذرهایی جوانه‌زده در هر روز و Ti تعداد روزهای پس از کاشت به دست آمد.

متوسط زمان جوانه‌زنی^۶ که شاخصی از سرعت و شتاب جوانه‌زنی است از رابطه زیر محاسبه گردید.

$$MGT = \sum N_i D_i / N$$

که در آن Ni تعداد بذرهایی جوانه‌زده در روز i ام و Di تعداد روزها از شروع آزمون (هنگام کاشت) تا شمارش نام (پایان دوره آزمون) و N تعداد کل بذرهایی جوانه‌زده می‌باشند (Ranal & De Santana, 2006).

متوسط جوانه‌زنی روزانه^۷ که شاخصی از سرعت جوانه‌زنی روزانه می‌باشد از رابطه زیر محاسبه شد.

$$MDG = FGP / D$$

که در آن FGP درصد جوانه‌زنی نهایی و D تعداد روز تا پایان دوره اجرای آزمون است (Ranal & De Santana, 2006).

سرعت جوانه‌زنی روزانه^۸ نیز که عکس متوسط جوانه‌زنی روزانه می‌باشد از رابطه زیر محاسبه گردید (Ranal & De Santana, 2006).

طرح کاملاً تصادفی انجام شد. برای کشت بذرها در همه آزمایش‌ها ۲۵ عدد بذر سالم در هر پتری با قطر دهانه نه سانتی‌متری روی یک لایه کاغذ صافی واتمن شماره دو قرار داده شد و تا پایان آزمایش کاغذ صافی موجود در هر پتری با استفاده از آب مقطر مرطوب نگه‌داشته شد. به‌منظور تعیین بهترین مدت و دمای جوانه‌زنی بذر خارشتر ایرانی با هدف تدوین یک دستورالعمل تکرار پذیر برای جوانه‌زنی بذور این گونه و با توجه عدم وجود دستورالعمل بین‌المللی و ملی آزمون جوانه‌زنی، با تأسی به قوانین بین‌المللی آزمون بذر^۱ انجمن بین‌المللی آزمون بذر (ISTA)^۲ فاصله مدت‌های جوانه‌زنی هفت روزه در نظر گرفته شد (ISTA, 2023) و همه پتری‌ها درون ژرمیناتور تهیه‌دار به مدت‌های ۷، ۱۴، ۲۱ و ۲۸ روز تحت دماهای ثابت ۱±۱۰، ۱±۲۰، ۱±۲۵، ۱±۳۰ درجه سانتی‌گراد و دمای متناوب ۳۰-۲۰ درجه سانتی‌گراد (تحت دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی در دمای ۱±۳۰ درجه سانتی‌گراد و هشت ساعت تاریکی در دمای ۱±۲۰ درجه سانتی‌گراد) قرار گرفتند و هر تیمار شامل چهار تکرار بود و در هر تکرار ۲۵ عدد بذر درون هر پتری بود. شمارش بذرهایی جوانه‌زده هر ۲۴ ساعت انجام شد. معیار جوانه‌زنی بذرها، خروج ریشه‌چه به اندازه دو میلی‌متر در نظر گرفته شد.

تیمارهای اعمال شده برای رفع سختی بذر خارشتر ایرانی شامل: ۱- خراش دهی با اسید سولفوریک به‌صورت تیمار (قراردادن) بذرها در اسید سولفوریک غلیظ (۹۸ درصد) به مدت‌های صفر (شاهد)، ۲۵، ۳۰ و ۳۵ دقیقه و سپس شستشو با آب مقطر استریل و خشک کردن بذرها و تیمار شاهد (عدم تیمار بذرها با اسید سولفوریک) و ۲- تیمار بذرها با آب جوش به‌صورت غوطه‌ور کردن بذرها به مدت‌های صفر (شاهد)، ۳۰، ۶۰ و ۱۸۰ ثانیه در آب ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد بودند. سپس جوانه‌زنی بذرها در پنج دمای ۱±۱۰، ۱±۲۰، ۱±۲۵، ۱±۳۰ و ۲۰-۳۰ درجه سانتی‌گراد درون ژرمیناتور مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفتند. پس از خراش دهی با شمارش روزانه تعداد بذرهایی جوانه‌زده

¹ International Rules for Seed Testing

² International Seed Testing Association (ISTA)

³ Alternative

⁴ Final Germination Percentage (FGP)

⁵ Germination Rate (GR)

⁶ Mean Germination Time (MGT)

⁷ Mean Daily Germination (MDG)

⁸ Daily Germination Speed (DGS)

درصد از تیمار اسید سولفوریک به مدت ۳۵ دقیقه در دمای ۳۰ درجه سانتی گراد (ژرمیناتور) مربوط به جمعیت مشهد بود که از نظر درصد جوانه زنی با سایر تیمارها تفاوت معنی داری نشان داد (جدول ۲). استفاده از اسید سولفوریک به مدت ۳۵ دقیقه در دمای ۳۰ درجه سانتی گراد تأثیر معنی داری در حذف سختی بذر داشت و شاخص جوانه زنی را نسبت به شاهد به میزان ۱۲۵ درصد بهبود بخشید. کمترین درصد جوانه زنی نیز از تیمارهای مختلف بذر با آب جوش در دمای ۱۰ درجه سانتی گراد بدون جوانه زنی (صفر) حاصل گردید. Sharif Rouhani et al., (2007) گزارش نمودند مدت تماس بذر باریجه با اسید سولفوریک بر حیات بذرهای تأثیر به سزایی دارد. (Rahnama & Tavakol-Afshari (2007) بیان داشتند اسید سولفوریک به مدت ۵ یا ۱۰ دقیقه موجب افزایش نفوذپذیری پوسته بذر باریجه شده است. (Labbafi et al. 2018) گزارش کردند استفاده از تیمار اسید سولفوریک موجب افزایش ۷۳ درصد بذرهای باریجه گردید.

DGS=1/MDG

پس از پایان آزمایش جوانه زنی تعداد ۲۵ گیاهچه عادی به طور تصادفی از هر تکرار انتخاب شد و پس از خشک کردن گیاهچه‌ها به وسیله آون با دمای ۷۵ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت، وزن ساقه‌چه و گیاهچه با استفاده از ترازوی دقیق با دقت ± 0.01 مشخص می‌گردد. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS و مقایسه میانگین نیز بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی دار (LSD) در سطح احتمال یک درصد انجام شد.

نتایج و بحث

درصد جوانه زنی

تیمارهای اسید سولفوریک و آب ۱۰۰ درجه سانتی گراد، موجب افزایش درصد جوانه زنی بذر در پنج دما (دمای 10 ± 1 ، 20 ± 1 ، 30 ± 1 ، 40 ± 1 و 50 ± 1 درجه سانتی گراد) نسبت به تیمار شاهد گردید. درصد جوانه زنی بذرهای شاهد بسیار پایین بود که نشان دهنده لزوم تیمار بذر برای حصول جوانه زنی است. در مقایسه بین دو جمعیت، نتایج نشان داد که بیشترین درصد جوانه زنی با ۹۹

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات جوانه زنی بین تیمارها و اثر متقابل آنها برای دو جمعیت خارشتر ایرانی در شرایط آزمایشگاه

Table 1- Analysis of variance for germination traits between treatments and their interaction for two Persian camelthorn population in laboratory condition

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی Df	درصد جوانه زنی Germination percentage	نرخ جوانه زنی Rate of germination	میانگین زمان جوانه زنی Mean time of germination (MGT)	میانگین جوانه زنی روزانه Mean daily germination (day7)	میانگین جوانه زنی روزانه Mean daily germination (day14)	میانگین جوانه زنی روزانه Mean daily germination (day21)	میانگین جوانه زنی روزانه Mean daily germination (day28)	وزن خشک ساقه‌چه Primary root dry weight	وزن خشک ریشه‌چه weight Shoot dry primary
دما Temperature	4	18542.5**	1.1251**	990.111**	100.640**	25.176**	11.1829**	6.2918**	0.0000130**	0.0000016**
تیمار رفع سختی بذر Seed Hardness Removal Treatment	6	22011.0**	0.4791**	206.425**	441.893**	110.487**	49.0797**	27.6224**	0.0000017**	0.0000003**
جمعیت Population	1	560.1**	0.0137 ns	29.041**	14.635**	3.647**	1.6266**	0.9176**	0.0000000 ns	0.00000003 ns
دما × تیمار Temperature × Treatment	24	2582.7**	0.0756**	42.137**	17.067**	4.267**	1.8964**	1.0666**	0.0000009**	0.0000002**
دما × جمعیت Temperature × Population	4	76.6*	0.0095 ns	6.652**	1.134*	0.282*	0.1262*	0.0711*	0.0000004**	0.0000001**
تیمار × جمعیت Treatment × Population	6	290.1**	0.0133*	8.382**	2.333**	0.583**	0.2601**	0.1456**	0.0000004**	0.0000001 ns
دما × تیمار × جمعیت Temperature × Treatment × Population	24	129.6**	0.0076**	4.495**	1.581**	0.395**	0.1757**	0.0990**	0.0000003**	0.0000001**
خطا Error	210	26.1	0.0053	1.026	0.354	0.088	0.0393	0.0221	0.0000001	0.00000003
ضریب تغییرات (CV) CV (%)	-	7.7	23.91	17.66	5.64	5.63	5.64	5.64	9.73	16.70

ns غیر معنی دار، * و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد.

ns not significant, * and ** significant at the 0.05 and 0.01 probability levels, respectively.

مبنی بر وجود خواب فیزیکی در شکل‌های مختلف بذره‌های این گونه می‌باشد که نتایج این تحقیق نشان داد، کاربرد اسید سولفوریک در بیشتر صفات مانند درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و متوسط زمان جوانه‌زنی اثر قابل توجهی نسبت به شاهد داشت (Hatami et al., 2019).

وزن خشک ساقه‌چه

نتایج نشان داد که تیمار بذر موجب افزایش معنی‌دار وزن خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه نسبت به شاهد در اکثر دماها شد. وجود پوسته سخت و عدم تخریب آن در بذر خارشتر ایرانی، می‌تواند دلیل کاهش وزن خشک ساقه‌چه گردد، در نتیجه با رفع سختی بذر وزن خشک ساقه‌چه افزایش می‌یابد. بیشترین وزن خشک ساقه‌چه از تیمار اسید سولفوریک و آب ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به دست آمد. طبق نتایج مقایسه میانگین (جدول ۲) بیشترین وزن ساقه‌چه در جمعیت گرگان با تیمار آب ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ ثانیه در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد و اسید سولفوریک به مدت ۲۵ و ۳۵ دقیقه در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد با میانگین به ترتیب ۰/۰۰۳۳، ۰/۰۰۳۳ و ۰/۰۰۳۴ گرم در دمای ۲۰ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد و جمعیت مشهد با تیمار آب ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ ثانیه در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد و کمترین وزن خشک ساقه‌چه مربوط به تیمار در جمعیت گرگان با تیمار آب ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ ثانیه در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد و جمعیت مشهد با تیمار شاهد در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد بود (جدول ۲). نتایج تحقیق (Jabbari et al. (2011) روی بذره‌های گیاه باریجه و زیره سبز نشان داد که کمترین طول و وزن خشک ساقه‌چه در تیمار شاهد بود که با نتایج این بررسی مطابقت داشت.

وزن خشک ریشه‌چه

نتایج نشان داد که بیشترین وزن خشک ریشه‌چه در جمعیت گرگان با تیمار آب ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱ دقیقه و جمعیت مشهد با تیمار اسید سولفوریک به مدت ۲۵ دقیقه در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد با میانگین به ترتیب ۰/۰۰۱۶ و ۰/۰۰۱۴ گرم و کمترین وزن خشک ریشه‌چه مربوط به تیمار شاهد در جمعیت گرگان و مشهد در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد بود

سرعت جوانه‌زنی

تأثیر تیمارهای مختلف بر سرعت جوانه‌زنی بذور خارشتر در سطح یک درصد نشان داد که تیمار اسید سولفوریک و آب ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد، باعث افزایش سرعت جوانه‌زنی بذرها شده است که افزایش سرعت جوانه‌زنی بذرها در نتیجه تخریب پوسته بذر و رفع سختی بذر صورت گرفته است. نتایج مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که توده گرگان با تیمار اسید سولفوریک به مدت ۳۵ دقیقه در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و آب ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ ثانیه در دمای متناوب ۳۰-۲۰ درجه سانتی‌گراد با میانگین ۰/۶۶ بذر در روز بیشترین سرعت جوانه‌زنی را دارا بود و تیمار آب جوش در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد با میانگین ۰/۰۵ بذر در روز کمترین سرعت جوانه‌زنی را به خود اختصاص داد (جدول ۲). (Labbafi et al. (2018) گزارش کردند استفاده از اسید سولفوریک (در دو زمان ۵ و ۱۰ دقیقه) در تمامی تیمارهای شکست خواب بذر، موجب افزایش سرعت جوانه‌زنی در گیاه دارویی باریجه گردید، اما نتایج تحقیق (Nabae et al. 2012) نشان داد که اسید سولفوریک ۷۵ درصد (در دو زمان ۵ و ۱۰ دقیقه)، هیچ‌گونه تأثیری بر افزایش و سرعت جوانه‌زنی بذر گیاه خارمریم نداشت.

متوسط زمان جوانه‌زنی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمارهای مختلف رفع سختی بذر، اثر معنی‌داری بر متوسط زمان جوانه‌زنی گیاه خارشتر در سطح یک درصد داشتند (جدول ۱). تیمار بذر، متوسط زمان جوانه‌زنی را در اکثر دماها نسبت به شاهد کاهش داد و این نشان دهنده آن است که تیمار بذر روشی مؤثر برای تسریع جوانه‌زنی و کاهش متوسط زمان جوانه‌زنی در بذرهایی است که دارای پوسته سخت و نفوذ ناپذیر می‌باشند. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین متوسط زمان جوانه‌زنی با ۱۸/۷۳ روز مربوط به جمعیت گرگان با تیمار آب ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱ دقیقه در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد و کمترین متوسط زمان جوانه‌زنی با ۱/۵۴ و ۱/۵۹ روز به ترتیب به جمعیت گرگان و مشهد با تیمار اسید سولفوریک به مدت ۳۵ و ۳۰ دقیقه در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد اختصاص یافت (جدول ۲). اثر مثبت اسید سولفوریک بر شکست خواب بذره‌های زرین گیاه (بادرنجبویه) شاهد دیگری

محققان دیگر نیز گزارش کردند اسید سولفوریک با تأثیر گذاری بر خواب بذر و شکستن پوسته بذرهای گیاه باریجه، تاج خروس، سلمه تره و اسفناج باغی (*Atriplex canescens*) منجر به خروج آسان تر ریشه چه و در نهایت افزایش طول و وزن خشک آن شد (Jamaati-Soomarin et al., 2010; Rahnama-Ghahfarokhi) (& Tavakol-Afshari, 2007).

(جدول ۲). تیمارهای مختلف شیمیایی و غیر شیمیایی باعث رفع سختی بذر خار شتر ایرانی گردید و با ایجاد خراش در سطح پوسته بذر، موانع خروج ریشه چه را بر طرف ساخت که این عمل باعث خروج آسان تر و سریع تر ریشه چه و در نهایت افزایش وزن ریشه چه شد. (Fallah-Imani et al. (2014) دریافتند اسید سولفوریک باعث افزایش وزن خشک ریشه چه بذر گیاه گواوا (*Pasidum guajava*) از ۰/۵ گرم در تیمار شاهد به ۳/۵ گرم شد.

جدول ۲- مقایسه میانگین تیمارهای مختلف بر صفات جوانه زنی برای دو جمعیت خار شتر ایرانی در شرایط آزمایشگاه

Table 2- Analysis of variance for germination traits between treatments and their interaction for two Persian camelthorn population in laboratory condition.

دمای جوانه زنی Germination temperature	تیمار رفع سختی بذر Seed Hardness Removal Treatment	درصد جوانه زنی نهایی Final germination percentage		سرعت جوانه زنی (بذر/روز) Rate of germination (Seed/Day)		متوسط زمان جوانه زنی (روز) Mean Germination Time (MGT) (Day)		وزن خشک ساقچه (گرم) Primary Root dry weight (gr)		وزن خشک ریشه چه (گرم) Primary Shoot dry weight (gr)	
		جمعیت Population		جمعیت Population		جمعیت Population		جمعیت Population		جمعیت Population	
		گرگان Gorgan	مشهد Mashhad	گرگان Gorgan	مشهد Mashhad	گرگان Gorgan	مشهد Mashhad	گرگان Gorgan	مشهد Mashhad	گرگان Gorgan	مشهد Mashhad
۱۰۰°C	آب ۳۰ ثانیه 100°C water for 30 seconds	0 p	0 o	0.08 nop	0.05 t	13.78 c	19.05 a	0.0015klm	0.0017 mn	0.000 j-m	0.0008mno
	آب ۱ دقیقه 100°C water for 1 minute	0 p	0 o	0.06 p	0.06 st	18.73 a	18.53 a	0.0017 jk	0.0018lmn	0.0008 i-m	0.0009lmn
	آب ۳ دقیقه 100°C water for 3 minute	0 p	0 o	0.06 p	0.06 st	16.40 b	18.45 a	0.0013 m	0.0013 op	0.0006 m	0.0006 op
	شاهد Control	0 p	0 o	0.07 nop	0.07 rst	14.08 c	13.63 b	0.0014 lm	0.0012 p	0.0006 lm	0.0005 p
	اسید سولفوریک به مدت ۲۵ دقیقه Sulfuric acid for 25 minutes	77 hi	87 bcd	0.11 m-p	0.12 q-t	9.06 d	8.66±1.34	0.0018 jk	0.0020j-m	0.0009g-m	0.0009 j-m
۱۰°C	اسید سولفوریک به مدت ۳۰ دقیقه Sulfuric acid for 30 minutes	79 f-i	74 ghi	0.12 m-p	0.11 qrst	8.42 d	9.38 c	0.0023 gh	0.0020klm	0.0011 c-i	0.0009 k-n
	اسید سولفوریک به مدت ۳۵ دقیقه Sulfuric acid for 35 minutes	89 cde	90 bcd	0.14 l-o	0.16 o-t	7.01 ef	6.36 efg	0.0018 jk	0.0025 e-h	0.0009h-m	0.001175c-g

Table 2- Continued

ادامه جدول ۲

دمای جوانه‌زنی Germination temperature	تیمار رفع سختی بذر Seed Hardness Removal Treatment	درصد جوانه زنی نهائی Final germination percentage		سرعت جوانه‌زنی (بذر/روز) Rate of germination (Seed/Day)		متوسط زمان جوانه‌زنی (روز) Mean Germination Time (MGT) (Day)		وزن خشک ساقچه (گرم) Primary Root dry weight (gr)		وزن خشک ریشه‌چه (گرم) Primary Shoot dry weight (gr)	
		جمعیت Population		جمعیت Population		جمعیت Population		جمعیت Population		جمعیت Population	
		گرگان Gorgan	مشهد Mashhad	گرگان Gorgan	مشهد Mashhad	گرگان Gorgan	مشهد Mashhad	گرگان Gorgan	مشهد Mashhad	گرگان Gorgan	مشهد Mashhad
۲۰°C	آب ۱۰۰°C مدت ۳۰ ثانیه 100°C water for 30 seconds	86 def	79 efg	0.12 m-p	0.07 rst	8.99 d	13.66 b	0.0033 a	0.0034 a	0.0013 a-e	0.00135ab
	آب ۱۰۰°C مدت ۱ دقیقه 100°C water for 1 minute	78 ghi	67 ij	0.43 de	0.37 g-k	2.37 jk	3.03 j-n	0.0030 bc	0.0028 c-f	0.0012b-g	0.0011 f-j
	آب ۱۰۰°C مدت ۳ دقیقه 100°C water for 3 minute	51 kl	63 jk	0.16 klm	0.20 m-p	6.17 f	5.05 ghi	0.0018 jk	0.0022h-k	0.0007klm	0.0009lmn
	شاهد Control	19 o	7 o	0.13 m-p	0.07 rst	7.88 de	14.31 b	0.0031 ab	0.0021 i-l	0.0013 a-e	0.0008 no
	اسید سولفوریک به مدت ۲۵ دقیقه sulfuric acid for 25 minutes	72 ij	69 ij	0.28 g-j	0.25 l-p	3.69 ghi	4.07 hij	0.0024e-h	0.0030bcd	0.0010e-k	0.001175c-g
اسید سولفوریک به مدت ۳۰ دقیقه Sulfuric acid for 30 minutes	66 j	74 ghi	0.31 f-i	0.33 h-l	3.37 g-j	3.08 j-n	0.0027cde	0.0026e-h	0.0011 d-i	0.0010 h-l	
اسید سولفوریک به مدت ۳۵ دقیقه Sulfuric acid for 35 minutes	82 e-h	77 fgh	0.36 efg	0.25 k-p	2.77 h-k	4.02 hij	0.0031 ab	0.0030 bc	0.0012 b-f	0.001175c-g	

Table 2- Continued

ادامه جدول ۲

دمای جوانه‌زنی Germination temperature	تیمار رفع سختی بذر Seed Hardness Removal Treatment	درصد جوانه زنی نهانی Final germination percentage		سرعت جوانه‌زنی (بذر/روز) Rate of germination (Seed/Day)		متوسط زمان جوانه‌زنی (روز) Mean Germination Time (MGT) (Day)		وزن خشک ساقچه (گرم) Primary Root dry weight (gr)		وزن خشک ریشه‌چه (گرم) Primary Shoot dry weight (gr)	
		جمعیت Population		جمعیت Population		جمعیت Population		جمعیت Population		جمعیت Population	
		گرگان Gorgan	مشهد Mashhad	گرگان Gorgan	مشهد Mashhad	گرگان Gorgan	مشهد Mashhad	گرگان Gorgan	مشهد Mashhad	گرگان Gorgan	مشهد Mashhad
	آب ۱۰۰°C به مدت ۳۰ ثانیه 100°C water for 30 seconds	81 fgh	91 abc	0.22 i-l	0.18 o-r	4.52 g	5.63 fg	0.0022 hi	0.0025e-h	0.0009 f-l	0.0011 f-j
	آب ۱۰۰°C به مدت ۱ دقیقه 100°C water for 1 minute	91 bcd	83 def	0.27 hij	0.26 k-o	3.72 gh	3.88 ijk	0.0029bcd	0.0029cde	0.0013 a-e	0.0012 b-f
	آب ۱۰۰°C به مدت ۳ دقیقه 100°C water for 3 minute	77 hi	84 c-f	0.25 h-k	0.30 j-n	4.08 g	3.37 j-m	0.0026 efg	0.0028 c-f	0.0011 c-i	0.00115d-h
25°C	شاهد Control	33 n	26 n	0.16 klm	0.16 o-t	6.25 f	6.61 ef	0.0024 fgh	0.0030 bc	0.0010 d-i	0.001325abc
	اسید سولفوریک به مدت ۲۵ دقیقه Sulfuric acid for 25 minutes	92 d	70 hij	0.52 cd	0.30 m	1.97 k	3.36 j-m	0.0023 gh	0.0030 bc	0.0010 e-j	0.0013abcd
	اسید سولفوریک به مدت ۳۰ دقیقه Sulfuric acid for 30 minutes	96 abc	90 abc	0.62 ab	0.63 a	1.62 k	1.59 n	0.0024e-h	0.0020j-m	0.0010 d-i	0.0008 mno
	اسید سولفوریک به مدت ۳۵ دقیقه Sulfuric acid for 35 minutes	97 ab	98 a	0.65 a	0.56 abc	1.54 k	1.82 n	0.0023 gh	0.0025fgh	0.0010e-k	0.00105 g-k

Table 2- Continued

ادامه جدول ۲

دمای جوانه‌زنی Germination temperature	تیمار رفع سختی بذر Seed Hardness Removal Treatment	درصد جوانه زنی نهانی Final germination percentage		سرعت جوانه‌زنی (بذر/روز) Rate of germination (Seed/Day)		متوسط زمان جوانه‌زنی (روز) Mean Germination Time (MGT) (Day)		وزن خشک ساقچه (گرم) Primary Root dry weight (gr)		وزن خشک ریشه‌چه (گرم) Primary Shoot dry weight (gr)	
		جمعیت Population		جمعیت Population		جمعیت Population		جمعیت Population		جمعیت Population	
		گرگان Gorgan	مشهد Mashhad	گرگان Gorgan	مشهد Mashhad	گرگان Gorgan	مشهد Mashhad	گرگان Gorgan	مشهد Mashhad	گرگان Gorgan	مشهد Mashhad
		Gorgan	Mashhad	Gorgan	Mashhad	Gorgan	Mashhad	Gorgan	Mashhad	Gorgan	Mashhad
30°C	آب ۱۰۰°C به مدت ۳۰ ثانیه 100°C water for 30 seconds	96 abc	86 bcde	0.22 jkl	0.18 opqr	4.61 g	5.51 fgh	0.0027 c-f	0.0025e-h	0.0011 c-i	0.0011 f-j
	آب ۱۰۰°C به مدت ۱ دقیقه 100°C water for 1 minute	94 abc	85 cde	0.42 e	0.43 d-h	2.43 h-k	2.31 lmn	0.0034 a	0.0026d-g	0.0016 a	0.0011 e-i
	آب ۱۰۰°C به مدت ۳ دقیقه 100°C water for 3 minute	58 k	58 kl	0.38 ef	0.46±0.18	2.74 h-k	2.60 j-n	0.0027 def	0.0031abc	0.0011 c-i	0.001325abc
	شاهد Control	44 kl	28 n	0.15 lmn	0.17 o-s	6.88 ef	6.29 efg	0.0027cde	0.0025fgh	0.0012b-g	0.00105 g-k
	اسید سولفوریک به مدت ۲۵ دقیقه Sulfuric acid for 25 minutes	95 abc	93 ab	0.37 ef	0.41 e-i	2.72 h-k	2.45 k-n	0.0033 a	0.0033 ab	0.0014abc	0.0014 a
	اسید سولفوریک به مدت ۳۰ دقیقه Sulfuric acid for 30 minutes	80 fgh	79 fg	0.58 abc	0.49 b-f	1.78±0.36	2.06 mn	0.0032 ab	0.0031abc	0.0014abc	0.00135 ab
	اسید سولفوریک به مدت ۳۵ دقیقه Sulfuric acid for 35 minutes	99 a	98 a	0.58 abc	0.50 b-f	1.76 k	2.01 mn	0.0034 a	0.0031abc	0.0014 ab	0.00135 ab

Table 2- Continued

ادامه جدول ۲

دمای جوانه‌زنی Germination temperature	تیمار رفع سختی بذر Seed Hardness Removal Treatment	درصد جوانه زنی نهانی Final germination percentage		سرعت جوانه‌زنی (بذر/روز) Rate of germination (Seed/Day)		متوسط زمان جوانه‌زنی (روز) Mean Germination Time (MGT) (Day)		وزن خشک ساقچه (گرم) Primary Root dry weight (gr)		وزن خشک ریشه‌چه (گرم) Primary Shoot dry weight (gr)	
		جمعیت Population		جمعیت Population		جمعیت Population		جمعیت Population		جمعیت Population	
		گورگان Gorgan	مشهد Mashhad	گورگان Gorgan	مشهد Mashhad	گورگان Gorgan	مشهد Mashhad	گورگان Gorgan	مشهد Mashhad	گورگان Gorgan	مشهد Mashhad
20-30°C	آب ۱۰۰°C برای ۳۰ ثانیه 100°C water for 30 seconds	85 d-g	87 bcd	0.66 a	0.53 a-e	1.68 k	2.04 mn	0.0024e-h	0.0023h-k	0.0010 d-i	0.0010 h-l
	آب ۱۰۰°C برای ۱ دقیقه 100°C water for 1 minute	76 hi	55 l	0.42 e	0.57 ab	2.39 ijk	1.94 mn	0.0019 ij	0.0015 no	0.0008i-m	0.0007 op
	آب ۱۰۰°C برای ۳ دقیقه 100°C water for 3 minute	42 m	59 kl	0.31 fgh	0.39 f-j	3.31 g-j	3.73 i-l	0.0017 jkl	0.0019lmn	0.0013a-e	0.0008 no
	شاهد Control	39 mn	42 m	0.16 lmn	0.14 p-t	6.56 f	7.39.74	0.0022 hi	0.0020j-m	0.0009 f-l	0.0008 mno
	اسید سولفوریک به مدت ۲۵ دقیقه sulfuric acid for 25 minutes	97 ab	86 d-g	0.44 de	0.43 e-h	2.37 jk	2.49 k-n	0.0031 ab	0.0024 f-i	0.0013a-d	0.0010 g-k
	اسید سولفوریک به مدت ۳۰ دقیقه Sulfuric acid for 30 minutes	95 abc	88 bcd	0.52 cd	0.55 a-d	1.95 k	1.93 mn	0.0025 efg	0.0029 dc	0.0011 d-i	0.001275a-e
اسید سولفوریک به مدت ۳۵ دقیقه Sulfuric acid for 35 minutes	95 abc	88 bcd	0.55 bc	0.60 ab	1.81 k	1.67 n	0.0027cde	0.0023 ghi	0.0012b-h	0.0010 i-m	
LSD		7.29	7.03	0.08	0.11	1.3	1.52	0.0003	0.0004	0.0003	0.0002

حروف غیر مشابه به مفهوم اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵٪ به روش آزمون LSD می‌باشد.

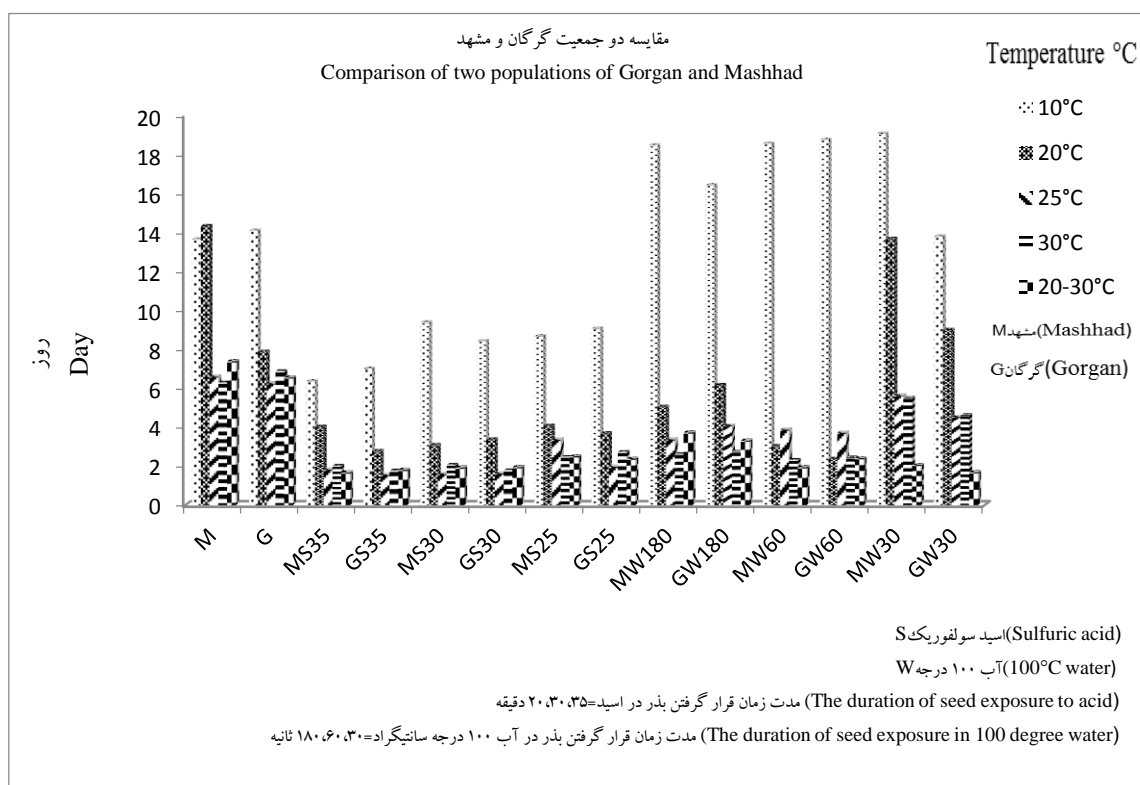
Dissimilar letters in each column mean significant difference at the 5% level using LSD test

مقایسه میانگین متوسط جوانه‌زنی روزانه نشان داد که بیشترین متوسط جوانه‌زنی روزانه در جمعیت مشهد با تیمار اسید سولفوریک به مدت ۳۵ دقیقه در دمای ۲۵ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد و در جمعیت گرگان با تیمار اسید سولفوریک به مدت ۲۵ و ۳۵ دقیقه به ترتیب در دمای (متناوب) ۳۰-۲۰، ۲۵ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد و کمترین متوسط جوانه‌زنی روزانه در جمعیت مشهد با تیمار شاهد در دمای ۱۰ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد و در جمعیت گرگان با تیمار شاهد در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد بود (شکل ۱). در تحقیقی نشان دادند که خراش دهی تمر هندی با آب داغ و اسید سولفوریک میانگین زمان ظهور را تا ۵۰ درصد نسبت به شاهد کاهش می‌دهد (Mackay et al., 2001).

(Fallah-Imani et al., 2014) در تحقیقی نشان دادند که تیمار اسید سولفوریک ۹۸ درصد با تأثیر بر پوسته بذر و اکسیژن رسانی بهتر به جنین باعث افزایش طول و وزن خشک ریشه‌چه گیاه گل اختر (*Canna indica* L.) گردید که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت.

متوسط جوانه‌زنی روزانه

نتایج نشان داد اکثریت تیمارهای اسید سولفوریک و آب ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد، رفع سختی بذر خارشتر ایرانی را به همراه داشته است و در نتیجه متوسط جوانه‌زنی روزانه را در اکثر دماها نسبت به شاهد افزایش داد و با گذشت زمان، سرعت متوسط جوانه‌زنی روزانه کلیه تیمارها کاهش یافت.



شکل ۱- متوسط جوانه‌زنی روزانه برهم کنش دما × تیمار رفع سختی بذر × جمعیت گرگان و مشهد خارشتر ایرانی

Table 1- Mean Germination day Temperature × Seed Hardness Removal Treatment × Gorgan and Mashhad Population of Persian camelthorn

خراش دهی شده با اسید سولفوریک در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد. همچنین تیمار رفع سختی بذر با آب ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ ثانیه و سپس جوانه‌زنی بذر در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد در رتبه بعدی قرار داشت. افزایش درصد و سرعت

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد برترین روش رفع سختی بذر خارشتر ایرانی و بهبود جوانه‌زنی، تیمار بذر با اسید سولفوریک غلیظ (۹۸ درصد) به مدت ۳۰ و ۳۵ دقیقه و بیشترین جوانه‌زنی بذرهای

Di Tomaso, J. M., & Healy, E. A. (2007). Weeds of California and other Western States. Agriculture and Natural Resources Press.

Draper, S.R. (1985). International rules for seed testing. *Seed Science and Technology*, 13, 342-343.

Fallah-Imani, A., Salehi-Sardoei, A., & Shahdadneghad, M. (2014). Effect of H₂SO₄ on seed germination and viability of *Canna indica* L. ornamental plant. *International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research*, 2, 223-229.

Finch-Savage, W. E., & Leubner, G. (2006). Seed dormancy and the control of germination. *New Phytology*, 171, 501-523.

Maguire, J. D. (1962). Speed of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, 2, 176-177.

Mohammadi, G. H., Khan, E. M., Jalali Honarmand, S., Shirkhani, A., & Shabani, G. H. (2012). Effects of seed hardness breaking techniques on okra (*Abelmoschus esculentus* L.) germination. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 6, 264-273.

Hashemi, Z., & Rezanejad, F. (2013). Morphological and developmental study of *Alhagi pseudoalhagi* (M.B.) Desv. flower and anatomical features. *Iranian Journal of Plant Biology*, 15, 31-44. [In Persian]

Hatami, M., Samadi, M. R., & Khanizadeh, P. (2019). The effect of different treatments on breaking seed dormancy and stimulate germination in dragonhead (*Dracocephalum kotschy* Boiss.). *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 26, 918-931. <https://doi.org/10.22092/ijrdr.2019.120683> [In Persian]

Jabbari, R., Amini-Dehaghi, M., Ganji-Arjenaki, F., & Agahi, K. (2011). How duration and methods of priming may affect the germination of cumin seeds (*Cuminum cyminum* L.). *Journal of Agronomy Science*, 4, 23-30. [In Persian]

Jamaati-Soomarin, S., Alipoor, S. H., & Zabihi-Mahmoodabad, R. (2010). Evaluation of sulfuric acid application in breaking dormancy of goosefoot and red-root amaranth seeds. *Plant Ecophysiology*, 2, 127-131.

Khosh-Khui, M. (1987). *Propagation methods of ornamental plants* (6th ed.). Shiraz University Press. [In Persian]

Labbafi, M. R., Mehrafarin, A., Naghdi Badi, H., Ghorbani, M., & Tavakoli, M. (2018). Investigating the effect of various chemical and non-chemical treatments to break dormancy of galbanum seeds *Ferula gummosa* Boiss. *Journal of Medicinal Plants*, 22, 80-88. [In Persian]

جوانه‌زنی بذرها در اثر اعمال تیمار آب ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد را می‌توان به نرم شدن و نفوذپذیر شدن پوسته بذر نسبت داد. بنابراین برای رفع سختی و نفوذناپذیری پوسته و بهبود جوانه‌زنی بذر خارشتر ایرانی با خراش دهی از اسید سولفوریک غلیظ به مدت ۳۰ و ۳۵ دقیقه و آب ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ ثانیه و سپس جوانه‌زنی بذرها در دمای ۳۰ سانتی‌گراد استفاده نمود و به علت خطر کار با اسید سولفوریک غلیظ، استفاده از آب ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد برای رفع سختی بذر خارشتر ایرانی توصیه می‌گردد.

تعارض منافع

نویسندگان این مقاله اعلام می‌دارند که هیچ گونه تعارض منافی در رابطه با نگارش و یا انتشار این مقاله ندارند.

Reference

Abbasi, M., Heydari, M., & Rahimi, M. (2014). Improving germination of guava (*Psidium guajava*) seeds by acid scarification. *Journal of Horticultural Science*, 27, 394-399. [In Persian]

Aliero, B. L. (2004). Effects of sulphuric acid, mechanical scarification and wet heat treatments on germination of seeds of African locust bean tree, *Parkia biglobosa*. *African Journal of Biotechnology*, 3, 179-181.

Amiri, B., Assareh, M., Jafari, M., Rasuli, B., & Jafari, A. (2012). Effect of NaCl and Na₂SO₄ on germination and seedling growth of *Salicornia herbacea* and *Alhagi persarum*. *Iranian Journal of Rangelands and Desert Research*, 19, 233-243. <https://doi.org/10.22092/ijrdr.2012.103154> [In Persian]

Baskin, J. M., & Baskin, C. C. (2004). A classification system for seed dormancy. *Seed Science Research*, 14, 1-16. <https://doi.org/10.1017/S0960258515000033>

Baskin, J. M., & Baskin, C. C. (1988). Germination ecology of seeds with physical dormancy. In C. C. Baskin & J. M. Baskin (Eds.), *Seeds: Ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination* (pp. 101-132). Academic Press.

Cirrus, A., Goodarzi, D., & Jahangiri, E. (2019). Effects of burning sweat on the removal of ureter stones. *Journal of Arak University of Medical Sciences*, 13, 562-505. [In Persian]

Dewir, Y. H., El-Mahrouk, M. E., & Naidoo, Y. (2011). Effects of some mechanical and chemical treatments on seed germination of *Sabal palmetto* and *Thrinax morrisii* palms. *Australian Journal of Crop Science*, 5(3), 248.

- Mackay, W. A., Davis, T. D., & Sankhla, D. (2001).** Influence of scarification and temperature on seed germination of *Lupinus arboreus*. *Seed Science and Technology*, 29, 543-548.
- Mohammad, S., & Amusa, N. A. (2003).** Effects of sulphuric acid and hot water treatment on seed germination of *Tamarindus indica*. *African Journal of Biotechnology*, 2, 270-274.
- Moradi, A. R., Ghanbari, A., Rashed Mohassel, M. H., & Darbandi, I. E. (2015).** Investigations on the cardinal temperatures for germination of *Alhagi pseudoalhagi*. *Journal of Plant Protection*, 29, 283-290. <https://doi.org/10.22067/JPP.V29I2.41339>
- Nabae, M., Roshandel, P., & Mohamad Khani, A. (2012).** Effects of various chemical and non-chemical treatments to break seed dormancy in *Silybum marianum* L. Gaertner. *Agronomy Journal (Pajouhesh and Sazandegi)*, 103, 48-54. <https://doi.org/10.22092/AJ.2014.101204> [In Persian]
- Muhammad, S., & Amusa, A. (2003).** Effects of sulphuric and hot water treatments on seed germination of *Tamarind (Tamarindus indica L.)*. *African Journal of Biotechnology*, 2, 276-279.
- Rajabian, T., Saboora, A., Hassani, B., & Fallah Hosseini, H. (2007).** Effects of GA3 and chilling on seed germination of *Ferula assa-foetida*, as a medicinal plant. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 23, 391-404. [In Persian]
- Rahnama, A., & Tavakol-Afshari, R. (2007).** Methods for dormancy breaking and germination of *Galbanum* seeds (*Ferula gummosa* Boiss). *Asian Journal of Plant Sciences*, 6, 611-616.
- Razavi, S. M. (2012).** Breaking of seed dormancy in *Prangos pabularia* and *Prangos uloptera* growing in Iran. *Insight Botany*, 2, 7-11. <https://doi.org/10.5567/BOTANY-IK.2012.7.11>
- Roleston, M. P. (1978).** Water impermeable seed dormancy. *Botanical Review*, 44, 365-396. <https://doi.org/10.1007/BF02957854>
- Sabongari, S. (2001).** *Effect of soaking duration on germination and seedling establishment of selected varieties Lycopersicum* [Unpublished M.Sc. Thesis]. Usmanu Danfodiyo University.
- Sharifi, H. (2013).** *Investigating dormancy and germination characteristics in the seeds of 30 species of medicinal plants in Lorestan province*. [Unpublished M.Sc. Thesis]. Ferdowsi University of Mashhad. [In Persian]
- TeKrony, D.M. & Egli, D.B.(1991).** Relationship of seed vigor to crop yield: a review. *Crop Science*, 31, 816-822.
- Vozzo, J. A. (1989).** Effect of hot water treatment on the germination of seeds of *Albizia lebbeck* and *Delonix regia*. *Bano-Biggyan-Patrika*, 18, 63-64.

