



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

سیمین حقانی^{۱*}، مرجان دیانت^{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 ایوریحان، دانشگاه تهران، ایران
- (تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۳/۲۴؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۵/۳۰)

چکیده

به منظور بررسی اثر تیمارهای شیمیایی و غیرشیمیایی 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، ۳۰ و ۲۰-۳۰ درجه سانتی‌گراد) با چهار تکرار در سال ۱۴۰۱ انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل غوطه‌وری بذر در آب ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد 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 سانتی‌گراد به مدت ۶۰ ثانیه در توده گرگان بود. بیشترین وزن خشک ساقه‌چه در توده مشهد از تیمار آب ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ ثانیه و بیشترین وزن خشک ریشه‌چه در توده گرگان مربوط به آب ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد 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 تبدلات گازی به صورت عوامل محدودکننده جوانه‌زنی عمل می‌کند و اعمال یکسری از تیمارهای خراش‌دهی بذر مانند تیمار اسید سولفوریک و آب ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد جوانه‌زنی بذر خارشتر ایرانی را بهبود می‌بخشد.

کلمات کلیدی: اسید سولفوریک، آب جوش، خراش‌دهی.

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

S. Haghanifar¹, M. Dianat^{2*}, A. Hamidi³, F. Ghasem Khan Ghajar⁴, A. 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.
- (Received: Jun. 14, 2023 – Accepted: Aug. 21, 2023)

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.

Key words: Scarification, Hot water, Sulfuric acid.

* Email: ma_dyanat@yahoo.com

مقدمه

خواب بذر به عنوان خصوصیت درونی و ذاتی بذر تعریف می‌شود که تعیین کننده قدرت جوانه‌زنی در شرایط محیطی بذر می‌باشد (Finch - Savage and Leubner, 2006). عوامل دخیل در ایجاد خواب را می‌توان به سه گروه فیزیولوژیکی، فیزیکی (نفوذ ناپذیری پوسته بذر به آب یا هوا) و مورفولوژیکی (کامل نبودن جنین بذر) دسته‌بندی کرد. به‌طور کلی، بذره‌های 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 and Baskin, 2004). خارشتر (*Alhagi camelorum*) گیاهی بوته‌ای، نیمه درختچه‌ای و نیمه چوبی است که در بیشتر مناطق ناحیه ایران و تورانی در سطح مراتع به‌صورت خودرو می‌روید (Cirrus et al., 2019). به دلیل پوسته سخت بذر بذره‌های خارشتر از سختی بذر برخوردار بوده در نتیجه جوانه‌زنی کمتر از قابلیت جوانه‌زنی آذاتی و بالقوه توده بذر است (Hashemi and Rezanejad, 2013). تیمارهای مختلفی از جمله خراش‌دهی^۱ (ایجاد خراش در پوسته بذر) مکانیکی، خراش‌دهی شیمیایی (استفاده از اسید سولفوریک)، یخ-آب، آب داغ و امواج التراسونیک جهت برطرف کردن خواب فیزیکی مورد استفاده قرار می‌گیرند (Baskin and Baskin, 1998). خراش‌دهی یا شستشو با اسید سولفوریک باعث شکستن خواب و جوانه‌زنی بذر خارشتر می‌شود (Moradi et al., 2015). محمد و آموسی (Muhmmad and Amusa, 2003) در بررسی تأثیر تیمارهای مختلف خراش‌دهی با آب داغ و اسید سولفوریک بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر درختان مشعل جنگل^۲ و فلوس^۳ به این نتیجه رسیدند که بذره‌های تیمار شده با آب داغ ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰

دقیقه، به ترتیب، به میزان ۲۰ و ۵۰ درصد جوانه زدند؛ در حالی که بیشترین درصد جوانه‌زنی بذر 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 نیام‌داران، عمدتاً خیساندن بذر در آب داغ در مدت زمان کوتاه یا خراش‌دهی بذر به روش مکانیکی یا شیمیایی است (Khosh-Khui, Roleston, 1978; 1987). ووزو (Vozzo, 1989) اعلام کرد برای جوانه‌زنی بذره‌های گیاه مشعل جنگل نیاز به خراش‌دهی با آب داغ و اسید سولفوریک است. در بررسی تأثیر تیمارهای مختلف خراش‌دهی با آب داغ ۷۵، ۵۰ و ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱-۳ و ۵ دقیقه و حرارت خشک ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد برای ۶، ۱۲ و ۲۴ ساعت نتایج نشان داد که آب داغ در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ دقیقه در شکسته سختی بذر گیاه بامیه مؤثر بود، اگرچه با افزایش دما و مدت خیساندن، درصد جوانه‌زنی کاهش یافت. آب داغ با دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱ دقیقه درصد جوانه‌زنی را نسبت به شاهد افزایش داد، اما با افزایش مدت خیساندن بذر، درصد جوانه‌زنی 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 می‌رسد که قبل از کاشت، باید سختی بذر شکسته شود و در این مورد اجرای تیمار آب داغ در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ دقیقه می‌تواند مفید باشد (Ghadir Mohammadi et al., 2012). در مطالعه دیگر، مشاهده شد که مؤثرترین تیمارها جهت شکستن خواب بذر خارشتر به ترتیب آب جوش و خراش‌دهی مکانیکی با کاغذ سنباده هر دو به مدت ۳ دقیقه بود (Esmaili and Eslami, 2010). با توجه به این که جوانه‌زنی بذره‌های خارشتر تیمار شده با اسید سولفوریک به‌طور

¹ Seed Hardness

² Germination ability

³ Scarification

⁴ *Delonixregia*

⁵ *Cassia fistula*

قابل توجهی بیشتر از بذرهای 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 بذرهای دو جمعیت مشهد و گرگان خارشتر ایرانی مورد بررسی قرار گرفتند. بذرهای از شرکت خدمات حمایتی کشاورزی پاکان بذر کویر تهیه گردید. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. برای کشت بذرهای در همه آزمایش ها ۲۵ عدد بذر سالم در هر پتری با قطر دهانه نه سانتی متری 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 نگه داشته شد. به منظور تعیین بهترین مدت و دمای جوانه زنی بذر خارشتر ایرانی با هدف تدوین یک دستورالعمل تکرار پذیر برای جوانه زنی بذر این گونه و باتوجه عدم وجود دستورالعمل بین المللی و ملی آزمون جوانه زنی، با تاسی به قوانین بین المللی آزمون بذر انجمن بین المللی آزمون بذر (ISTA) فاصله مدت های جوانه زنی هفت روزه در نظر گرفته شد (ISTA, 2023) و همه پتری ها درون ژرمیناتور تهویه دار به مدت های ۷، ۱۴، ۲۱ و ۲۸ روز تحت دماهای ثابت ۱۰±۱، ۱±۲۰، ۱±۲۵، ۱±۳۰ درجه سانتی گراد و دمای

متناوب ۲±۳۰- درجه سانتی گراد (تحت دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی در دمای ۱±۳۰ درجه سانتی گراد و هشت ساعت تاریکی در دمای ۱±۲۰ درجه سانتی گراد) قرار گرفتند و هر تیمار شامل چهار تکرار بود و در هر تکرار ۲۵ عدد بذر درون هر پتری بود. شمارش بذرهای جوانه زده هر ۲۴ ساعت انجام شد. معیار جوانه زنی بذرهای، خروج ریشه چه به اندازه دو میلی متر در نظر گرفته شد.

تیمارهای اعمال شده برای رفع سختی بذر خارشتر ایرانی شامل: ۱- خراش دهی با اسید سولفوریک به صورت تیمار (قراردادن) بذرهای در اسید سولفوریک غلیظ (۹۸ درصد) به مدت های صفر (شاهد)، ۲۵، ۳۰ و ۳۵ دقیقه و سپس شستشو با آب مقطر استریل و خشک کردن بذرهای تیمار شاهد (عدم تیمار بذرهای با اسید سولفوریک) و ۲- تیمار بذرهای با آب جوش به صورت غوطه ور کردن بذرهای به مدت های صفر (شاهد)، ۳۰، ۶۰ و ۱۸۰ ثانیه در آب ۱۰۰ درجه سانتی گراد بودند. سپس جوانه زنی بذرهای در پنج دمای ۱±۱۰، ۱±۲۰، ۱±۲۵، ۱±۳۰ و ۳۰-۲۰ درجه سانتی گراد درون ژرمیناتور مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفتند.

پس از خراش دهی با شمارش روزانه تعداد بذرهای جوانه زده برخی از ویژگی های مرتبط با قابلیت جوانه زنی به شرح زیر تعیین گردید:

درصد جوانه زنی 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 اندازه گیری تعیین شده را نشان می دهد (Draper, 1985; TeKrony and Egli, 1991).

سرعت جوانه زنی بذرهای (GR)^۵ با استفاده از روش

¹ International Rules for Seed Testing

² International Seed Testing Association (ISTA)

³ Alternative

⁴ Final Germination Percentage (FGP)

⁵ Germination Rate (GR)

نتایج و بحث

درصد جوانه‌زنی

تیمارهای اسید سولفوریک و آب ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد، موجب افزایش درصد جوانه‌زنی بذر در پنج دما (دمای ۱۰±۱، ۲۰±۱، ۲۵±۱، ۳۰±۱ و ۳۰-۲۰ درجه سانتی‌گراد) نسبت به تیمار شاهد گردید. درصد جوانه‌زنی بذرهای شاهد بسیار پایین بود که نشان دهنده لزوم تیمار بذر برای حصول جوانه‌زنی است. در مقایسه بین دو جمعیت، نتایج نشان داد که بیشترین درصد جوانه‌زنی با ۹۹ درصد از تیمار اسید سولفوریک به مدت ۳۵ دقیقه در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد (ژرمیناتور) مربوط به جمعیت مشهد بود که از نظر درصد جوانه‌زنی با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری نشان داد (جدول ۲). استفاده از اسید سولفوریک به مدت ۳۵ دقیقه در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد تأثیر معنی‌داری در حذف سختی بذر داشت و شاخص جوانه‌زنی را نسبت به شاهد به میزان ۱۲۵ درصد بهبود بخشید. کمترین درصد جوانه‌زنی نیز از تیمارهای مختلف بذر با آب جوش در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد بدون جوانه‌زنی (صفر) حاصل گردید. شریف روحانی و همکاران (Sharif Rouhani *et al.*, 2007) گزارش نمودند مدت تماس بذر باریجه با اسید سولفوریک بر حیات بذرها تأثیر به‌سزایی دارد. ره‌نما و توکل افشاری (Rahnama and Tavakol-Afshari, 2007) بیان داشتند اسید سولفوریک به مدت ۵ یا ۱۰ دقیقه موجب افزایش نفوذپذیری پوسته بذر باریجه شده است. لبافی و همکاران (Labbafi *et al.*, 2018) گزارش کردند استفاده از تیمار اسید سولفوریک موجب افزایش ۷۳ درصد بذرهای باریجه گردید.

ماگوئر (Maguir, 1962) محاسبه شد که برابر با مجموع نسبت Ni/Ti می‌باشد.

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

که در آن N_i تعداد بذرهای جوانه‌زده در هر روز و T_i تعداد روزهای پس از کاشت به دست آمد.

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

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

که در آن N_i تعداد بذرهای جوانه‌زده در روز i ام و D_i تعداد روزها از شروع آزمون (هنگام کشت) تا شمارش نام (پایان دوره آزمون) و N تعداد کل بذرهای جوانه‌زده می‌باشند (Ranal and De Santana, 2006).

متوسط جوانه‌زنی روزانه 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 and De Santana, 2006).

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

$$DGS = 1 / MDG$$

پس از پایان آزمایش جوانه‌زنی تعداد ۲۵ گیاهچه عادی به‌طور تصادفی از هر تکرار انتخاب شد و پس از خشک کردن گیاهچه‌ها به‌وسیله آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت، وزن ساقه‌چه و گیاهچه با استفاده از ترازوی دقیق با دقت ± 0.001 مشخص می‌گردد. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS و مقایسه میانگین نیز بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال یک درصد انجام شد.

¹ Mean Germination Time (MGT)

² Mean Daily Germination (MDG)

³ Daily Germination Speed (DGS)

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات جوانه‌زنی 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

| S.O.V منابع تغییرات | درجه آزادی df | درصد جوانه‌زنی Germination percentage | سرعت جوانه‌زنی Rate of germination | متوسط زمان جوانه‌زنی Mean time of germination (MGT) | متوسط جوانه‌زنی روزانه Mean daily germination (day7) | متوسط جوانه‌زنی روزانه Mean daily germination (day14) | متوسط جوانه‌زنی روزانه Mean daily germination (day21) | متوسط جوانه‌زنی روزانه Mean daily germination (day28) | وزن خشکک ساقه‌چه Primary root dry weight | وزن خشکک 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 × جمعیت × Temperature × Treatment × Population | 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 × Population × Treatment | 6 | 290.1** | 0.0133* | 8.382** | 2.333** | 0.583** | 0.2601** | 0.1456** | 0.0000004** | 0.0000001 ns |
| دما × تیمار × جمعیت × Temperature × Population × Treatment | 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(%) | - | 7.7 | 23.91 | 17.66 | 5.64 | 5.63 | 5.64 | 5.64 | 9.73 | 16.70 |

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

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

سرعت جوانه‌زنی

سانتی‌گراد با میانگین ۰/۰۵ بذر در روز کمترین سرعت جوانه‌زنی را به خود اختصاص داد (جدول ۲). لپافی و همکاران (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 نبی و همکاران (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.

تأثیر تیمارهای مختلف بر سرعت جوانه‌زنی بذر 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

متوسط زمان جوانه‌زنی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمارهای مختلف

گرم در دمای ۲۰ و ۳۰ درجه سانتی گراد و جمعیت مشهد با تیمار آب ۱۰۰ درجه سانتی گراد به مدت ۳۰ ثانیه در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد و کمترین وزن خشک ساقه‌چه مربوط به تیمار در جمعیت گرگان با تیمار آب ۱۰۰ درجه سانتی گراد به مدت ۳۰ ثانیه در دمای ۱۰ درجه سانتی گراد و جمعیت مشهد با تیمار شاهد در دمای ۱۰ درجه سانتی گراد بود (جدول ۲). نتایج تحقیق جباری و همکاران (Jabbari et al, 2011) روی بذرهای 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 سانتی گراد به مدت ۱ دقیقه و جمعیت مشهد با تیمار اسید سولفوریک به مدت ۲۵ دقیقه در دمای ۳۰ درجه سانتی گراد با میانگین به ترتیب ۰/۰۱۶ و ۰/۰۱۴ گرم و کمترین وزن خشک ریشه‌چه مربوط به تیمار شاهد در جمعیت گرگان و مشهد در دمای ۱۰ درجه سانتی گراد بود (جدول ۲). تیمارهای مختلف شیمیایی و غیرشیمیایی باعث رفع سختی بذر خارشتر ایرانی گردید و با ایجاد خراش در سطح پوسته بذر، موانع خروج ریشه‌چه را برطرف ساخت که این عمل باعث خروج آسان‌تر و سریع‌تر ریشه‌چه و در نهایت افزایش وزن ریشه‌چه شد. عباسی و همکاران (Fallah-Imani et al., 2014) دریافتند اسید سولفوریک باعث افزایش وزن خشک ریشه‌چه بذر گیاه گواوا (*Pasidum guajava*) از ۰/۵ گرم در تیمار شاهد به ۳/۵ گرم شد. محققان دیگر نیز گزارش کردند اسید سولفوریک با تأثیرگذاری بر خواب بذر و شکستن پوسته بذرهای گیاه باریجه، تاج خروس، سلمه‌تره و اسفناج باغی (*Atriplex canescens*) منجر به خروج آسان‌تر ریشه‌چه و در نهایت افزایش طول و وزن خشک آن شد (Rahnama-Ghahfarokhi and Tavakol-Afshari, 2010; Jamaati-Soomarin et al, 2007).

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 نفوذناپذیر می‌باشند. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین متوسط زمان جوانه‌زنی با ۱۸/۷۳ روز مربوط به جمعیت گرگان با تیمار آب ۱۰۰ درجه سانتی گراد به مدت ۱ دقیقه در دمای ۱۰ درجه سانتی گراد 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 سانتی گراد اختصاص یافت (جدول ۲). اثر مثبت اسید سولفوریک بر شکست خواب بذرهای زرین گیاه (بادرنجبویه) شاهد دیگری مبنی بر وجود خواب فیزیکی در شکل‌های مختلف بذرهای این گونه می‌باشد که نتایج این تحقیق نشان داد، کاربرد اسید سولفوریک در بیشتر صفات مانند در صد 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 سانتی گراد به دست آمد. طبق نتایج مقایسه میانگین (جدول ۲) بیشترین وزن ساقه‌چه در جمعیت گرگان با تیمار آب ۱۰۰ درجه سانتی گراد به مدت ۳۰ ثانیه در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد و اسید سولفوریک به مدت ۲۵ و ۳۵ دقیقه در دمای ۳۰ درجه سانتی گراد با میانگین به ترتیب ۰/۰۳۳، ۰/۰۳۳ و ۰/۰۳۴

جدول ۲- مقایسه میانگین تیمارهای مختلف بر صفات جوانه زنی برای دو جمعیت خارشتر 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.

| دما 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 |
| 100°C | آب ۱۰۰°C به مدت 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 ۱۰۰°C به مدت 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 ۱۰۰°C به مدت 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 |
| 10°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 ede | 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 دفع سختی بذر Seed Hardness Removal Treatment | درصد جوانه زنی نهائی | | سرعت جوانه‌زنی (بذر/روز) | | متوسط زمان جوانه‌زنی (روز) | | وزن خشک ساقه‌چه (گرم) | | وزن خشک ریشه‌چه (گرم) | |
|--|---|------------------------------|---------|--------------------------------|----------|-----------------------------------|----------|------------------------------|------------|-------------------------------|-------------|
| | | Final germination percentage | | Rate of germination (Seed/Day) | | Mean Germination Time (MGT) (Day) | | Primary Root dry weight (gr) | | Primary Shoot dry weight (gr) | |
| | | جمعیت | | جمعیت | | جمعیت | | جمعیت | | جمعیت | |
| | | Population | | Population | | Population | | Population | | Population | |
| | | گرگان | مشهد | گرگان | مشهد | گرگان | مشهد | گرگان | مشهد | گرگان | مشهد |
| | | Gorgan | Mashhad | Gorgan | Mashhad | Gorgan | Mashhad | Gorgan | Mashhad | Gorgan | Mashhad |
| | آب ۱۰۰°C به مدت ۳۰ دقیقه 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 به 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 به 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 |
| 20°C | 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 | 0.0030bed | 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

| مدت جوانه زنی Germination temperature | تسارغ سختی بذر Seed Hardness Removal Treatment | درصد جوانه زنی نهائی | | سرعت جوانه زنی (بذر/روز) | | متوسط زمان جوانه زنی (روز) | | وزن خشک ساقچه (گرم) | | وزن خشک ریشه چه (گرم) | |
|---|---|------------------------------|---------|--------------------------------|----------|-----------------------------------|----------|------------------------------|------------|-------------------------------|-------------|
| | | Final germination percentage | | Rate of germination (Seed/Day) | | Mean Germination Time (MGT) (Day) | | Primary Root dry weight (gr) | | Primary Shoot dry weight (gr) | |
| | | جمعیت | | جمعیت | | جمعیت | | جمعیت | | جمعیت | |
| | | Population | | Population | | Population | | Population | | Population | |
| | | گرگان | مشهد | گرگان | مشهد | گرگان | مشهد | گرگان | مشهد | گرگان | مشهد |
| | | Gorgan | Mashhad | Gorgan | Mashhad | Gorgan | Mashhad | Gorgan | Mashhad | Gorgan | 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 | 0.0029ede | 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

| مدت جوانه زنی Germination temperature | تسارغ سختی بذر Seed Hardness Removal Treatment | درصد جوانه زنی نهائی | | سرعت جوانه زنی (بذر/روز) | | متوسط زمان جوانه زنی (روز) | | وزن خشک ساقچه (گرم) | | وزن خشک ریشه چه (گرم) | |
|---|---|------------------------------|---------|--------------------------------|-----------|-----------------------------------|----------|------------------------------|-----------|-------------------------------|-------------|
| | | Final germination percentage | | Rate of germination (Seed/Day) | | Mean Germination Time (MGT) (Day) | | Primary Root dry weight (gr) | | Primary Shoot dry weight (gr) | |
| | | جمعیت | | جمعیت | | جمعیت | | جمعیت | | جمعیت | |
| | | Population | | Population | | Population | | Population | | Population | |
| | | گرگان | مشهد | گرگان | مشهد | گرگان | مشهد | گرگان | مشهد | گرگان | مشهد |
| | | Gorgan | Mashhad | Gorgan | Mashhad | Gorgan | Mashhad | Gorgan | Mashhad | Gorgan | Mashhad |
| | 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 |
| 30°C | 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 جوانه زنی Germination temperature | تیمار رفع سختی بذر Seed Hardness Removal Treatment | درصد جوانه زنی نهائی 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 | | جمعیت | | جمعیت | | جمعیت | | جمعیت | |
| | | Population | | Population | | Population | | Population | | Population | |
| | | گرگان | مشهد | گرگان | مشهد | گرگان | مشهد | گرگان | مشهد | گرگان | مشهد |
| | | Gorgan | Mashhad | Gorgan | Mashhad | Gorgan | Mashhad | Gorgan | Mashhad | Gorgan | Mashhad |
| | آب ۱۰۰°C به مدت 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 به مدت 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 به مدت 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 |
| 20-30°C | 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 می باشد.

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

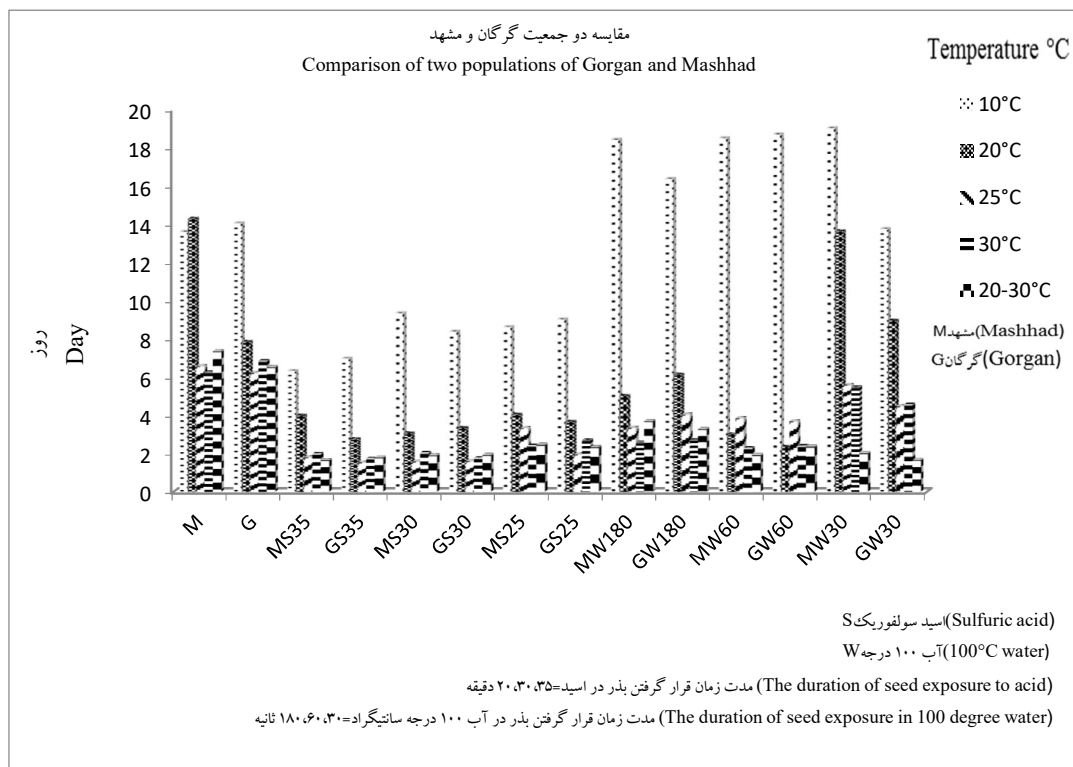
کاهش یافت.

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).

فلاح ایمانی و همکاران (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 ریشه چه 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



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

نتیجه گیری

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 خارشتر 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 جوانه‌زنی بذر 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 خارشتر دهی از اسید سولفوریک غلیظ به مدت ۳۰ و ۳۵ دقیقه و آب ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ ثانیه و سپس جوانه‌زنی بذر 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.

Reference

منابع

- Abbasi, M., M. Heydari, and M. Rahimi. 2014. Improving germination of guava (*Psidium guajava*) seeds by acid scarification. J. Hort. Sci. 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*. Afr. J. Biotechnol. 3: 179-181.
- Amiri, B., M. Assareh, M. Jafari, B. Rasuli and A. Jafari. 2012. Effect of NaCl and Na₂SO₄ on germination and seedling growth of *Salicornia herbacea* and *Alhagi persarum*. Iran. J. Rangelands Desert Res., 19: 233-243. DOI: 10.22092/ijrdr.2012.103154. (In Persian)
- Baskin, J.M., and C.C. Baskin. 2004. A classification system for seed dormancy. Seed Sci. Research, 14: 1-16. DOI:10.1017/S0960258515000033.
- Baskin, C.C., and J. M. Baskin. 1988. Germination Ecology of seeds with physical dormancy. Pp 101-132. In C.C. Baskin and J.M. Baskin (eds). Seeds: Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination. Academic Press, U.S.
- Cirrus, A., D. Goodarzi and E. Jahangiri. 2019. Effects of burning sweat on the removal of ureter stones. J. Arak Univ. Med. Sci. (R and D). 13: 562-505.
- Dewir, Y.H., M.E. El-Mahrouk and Y. Naidoo. 2011. Effects of some mechanical and chemical treatments on seed germination of *Sabal palmetto* and *Thrinax morrisii* palms. Aust. J. Crop Sci. 5(3): 248.
- Di Tomaso, J.M., and E.A. Healy. 2007. Weeds of California and Other Western States. Agriculture and Natural Res. press, California, U.S.
- Fallah-Imani, A., A. Salehi-Sardoei, and M. Shahdadneghad. 2014. Effect of H₂SO₄ on seed germination and viability of *Canna indica* L. ornamental plant. International J. Adv. Biol. Biomed. Res. 2: 223-229.
- Finch – Savage, W.E, and G. Leubner. 2006. Seed dormancy and the control of germination. New Phytol. 171: 501-523.
- Maguire, J.D. 1962. Speed of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. Crop Sci. 2: 176-177
- Mohammadi, GH., E.M. Khan, S. Jalali Honarmand, A. Shirkhani and G.H. Shabani. 2012. Effects of Seedhardness Breaking Techniques on Okra (*Abelmoschus esculentus* L.) Germination. Int. J. Agric. Crop Sci. 6: 264-273.

- Hashemi, Z., and F. Rezanejad. 2013.** Morphological and developmental study of *Alhagi pseudoalhagi* (M.B.) Desv. flower and anatomical features. Iranian J. Plant Biol. 15: 31-44. (In Persian) Dor : 20.1001.1.20088264.1392.5.15.4.0.
- Hatami, M., M.R. Samadi, and P. Khanizadeh. 2019.** The effect of different treatments on breaking seed dormancy and stimulate germination in dragonhead (*Dracocephalum kotschy Boiss.*). Iran. J. Range. Desert Res. 26: 918-931. DOI: 10.22092/ijdr.2019.120683. (In Persian, with English Abstract)
- Jabbari, R., M. Amini-Dehaghi, F. Ganji-Arjenaki, and K. Agahi. 2011.** How duration and methods of priming may affect the germination of cumin seeds (*Cuminum Cyminum L.*). J. Agron. Sci. 4: 23-30. (In Persian, with English Abstract)
- Jamaati-Soomarin, S., S.H. Alipoor and R. Zabihi-Mahmoodabad, 2010.** Evaluation of sulfuric acid application in breaking dormancy of goosefoot and red-root amaranth seeds. Plant Ecophysiol. 2: 127-131.
- Khosh-Khui, M. 1987.** Propagation methods of ornamental pants (6th Ed). Shiraz Univ. Press, Shiraz, Iran. (In Persian)
- Labbafi, M.R., A. Mehrafarin, H. Naghdi Badi, M. Ghorbani and M. Tavakoli. 2018.** Investigating the effect of various chemical and non-chemical treatments break dormancy galbanum seeds *Ferula gummosa Boiss.* J. Med. Plants. 22:80-88. Dor.: 20.1001.1.23223235.1397.6.2.7.5. (In Persian)
- Mackay, W.A., T.D. Davis, and D. Sankhla. 2001.** Influence of scarification and temperature on seed germination of *Lupinus arboreus*. Seed Sci. Technol. 29: 543-548.
- Mohammad, S., and N.A. Amusa. 2003.** Effects of sulphuric acid and hot water treatment on seed germination of *Tamarindus indica*. Afr. J. Biotechnol. 2: 270-274.
- Moradi, A.R., A. Ghanbari, M.H. Rashed Mohassel, and Izadi E. Darbandi. 2015.** Investigations on the cardinal temperatures for germination of *Alhagi pseudalhagi*. J. Plant Prot. 29: 283-290. DOI:10.22067/JPP.V29I2.41339
- Nabae, M., P. Roshandel, and A. Mohamad Khani. 2012.** Effects of various chemical and non-chemical treatments to break seed dormancy in *Silybum marianum L.* Gaertner. Agronomy J. (Pajouhesh and Sazandegi). 103: 48-54. DOI: 10.22092/AJ.2014.101204. (In Persian)
- Muhmmad, S., and A. Amusa. 2003.** Effects of sulphuric and hot wate treatments on seed germination Tamarind (*Tamarinusindica L.*). Afr. J. Biotechnol. 2:276-279.
- Rajabian, T., Saboora, A., Hassani, B and H. Fallah Hosseini. 2007.** Effects of GA3 and chilling on seed germination of *Ferula assa-foetida*, as a medicinal plant. Iran. J. Med. Aromatic Plants. 23: 391-404. (In Persian)
- Rahnama, A., and R. Tavakol-Afshari. 2007.** Methods for dormancy breaking and germination of Galbanum seeds (*Ferula gummosa Bioss.*). Asian J. Plant Sci. 6: 611-616.
- Razavi, S.M. 2012.** Breaking of seed dormancy in *Prangos pabularia* and *Prangos uloptera* growing in Iran. Insight Bot. 2: 7-11. DOI:10.5567/BOTANY-IK.2012.7.11.
- Roleston, M.P. 1978.** Water impermeable seed dormancy. Bot. Rev. 44: 365-396.
- Sabongari, S. 2001.** Effect of soaking duration on germination and seedling establishment of selected varieties *Lycopersicum*. M.Sc. Thesis. Department of Biological Sci. Usmunu Danfodiyo Univ. Sokoto, Nigeria.
- Sharifi, H. 2013.** Determining type of seed dormancy species of important medicinal plants growing Western Iran. M.Sc. Thesis. Univ. Ferdowsi, Mashhad, Iran. (In Persian, with English Abstract)
- Vozzo, J.A. 1989.** Effect of hot water treatment on the germination of seeds of *Albizia lebbeck* and *Delonix regia*. Delonixregia. Bano-Biggyan-Patrika. 18: 63- 64.