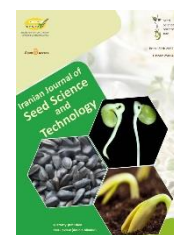




## Iranian Journal of Seed Science and Technology



ISSN: 2588-4638

### Research Article

# The effect of scarification and temperature shock on seed germination and seedling length of *Gundelia tournefortii* L.

Abolfazl Khodadadi<sup>1</sup> , Reyhaneh Amooaghaie<sup>2\*</sup> 

1. MSc Graduate, Plant Science Department, Faculty of Science, Shahrekord University, Shahrekord, Iran

2. Professor, Plant Science Department, Faculty of Science, Shahrekord University, Shahrekord, Iran and Biotechnology Research Institute, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.

### Article Information

Received: 15 Aug. 2023  
Revised: 24 Oct. 2023  
Accepted: 10 Jan. 2024

#### Keywords:

Freezing,  
Hydrochloric acid,  
Hydrogen peroxide,  
Scalpel,  
Sodium hypochlorite

Corresponding Author:

[rayhanehamooaghaie@yahoo.com](mailto:rayhanehamooaghaie@yahoo.com)



### Abstract

*Gundelia tournefortii* L. seeds owing to the strongly lignified disseminule from secondary capitulum, cannot germinate easily. In current study, three individual experiments were done to investigate the impact of chemical scarification (treatment with water, hydrochloric acid, sulfuric acid, acetic acid, sodium hypochlorite and hydrogen peroxide in durations of 20, 40, 60 min), physical scarification (control, scalpel, blade and 5, 10 min sand paper) and temperature shocks (individual or combined treatment with boiled water for 60 min and 1, 2, 3 days freezing on seed germination of chelgerd population). Results showed that in non-scarified seeds, germination was very low, but all mechanical scarification methods increased seed germination. Among chemical scarification treatments, the highest seed germination obtained by 20 min soaking in hydrochloric acid but seedling growth was not favorable. The combined treatment of 60 min soaking in hot water and 3 days freezing, better than individual temperature shock increased germination indices, seedling length and vigor. In sum, results showed that the best method for physical dormancy breaking of kenger seeds was scarifying with scalpel that imparted the maximum germination percentage (58.46%), peak value (3.5 No. in day), mean daily germination (3.2 No. in day) and germination value (11.53).

**How to cite this paper:** Khodadadi, A., & Amooaghaie, R. (2024). The effect of scarification and temperature shock on seed germination and seedling length of *Gundelia tournefortii* L.. *Iranian Journal of Seed Science and Technology*, 13 (4), 81-96. <https://doi.org/10.22092/ijssst.2024.363226.1497>



© 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**

*Gundelia tournefortii* L. is a species of Irano-Turanian origin that its local name is Kenger in Kurdish language, and the same name is applied in English language. This plant has one of the most complicated inflorescence structures in the Asteraceae and its fruit contains a strongly lignified secondary capitulum or disseminule, a single enclosed cypsela and the spiny, free tips as an adhering pappus for dispersal. Despite its importance in the traditional diet and for the livelihoods of local communities in Iran, plants are still mainly gathered for consumption from the wild area. The propagation has been limited due to dormancy and the difficulties of germinating seeds. In seeds with physical dormancy whose embryo growth is mechanically constrained by mostly dead seed-covering layers such as the outer testa or pericarp, the completion of germination requires a reduction of the mechanical constraint associated with the seed-covering layer(s). Therefore, the current study was conducted to explore the effects of different scarification methods and thermal shocks on removing the hardness of cover on seeds of kenger to provide a basis for the future cultivation and domestication of this plant species.

**Materials and methods**

The first experiment was performed to explore the effect of physical scarification by scalpel, blade and 5, 10 min sand paper on seed germination of chelgerd population. The experiment was conducted in a completely randomized design with six replications, and each replication was included a Petri dish containing 15 seeds. Intact seeds were also considered as the control group.

The second experiment was conducted as a factorial arrangement in a completely randomized design with six replications to investigate the effect of soaking in water (control), sulfuric acid, hydrochloric acid, acetic acid, sodium hypochlorite, and hydrogen peroxide (at a concentration of 20%) for 20, 40, and 60 minutes on seed germination and growth of *Gundelia tournefortii* seedlings. It should be noted that in most studies, high concentrations of acids are used for short periods of chemical scarification, which usually has a negative effect on seedling growth. Therefore, in the present study, 20% concentrations of acids and other chemicals were used and the effect of different durations was investigated.

The third experiment was also conducted as a factorial arrangement with a completely randomized design with six replications. The factors were included heat shock with two levels (soaking in tap water as control treatment and soaking the seeds in boiling water at 95°C for 60 minutes) and freezing the seeds with four levels (0, 1, 2 and 3 days of freezing) at -20°C. In all experiments, after scarification, 15 seeds were transferred on filter paper and the Petri dishes were placed in a germinator at 25°C with a photoperiod of 14/10 hours of dark/light and were irrigated with distilled water every day. It should be noted that due to the large size of *Gundelia tournefortii* seed, the number of seeds in each Petri dish was limited, but more replications were performed so that at least 90 seeds could be tested. The number of germinated seeds was recorded every day for a month until no new germination occurred for 3 consecutive days. Then, final germination, peak value, mean daily germination, germination value, seed length and vigor index were calculated for each treatment.

Germination peak value (PV) was calculated as the maximum cumulative germination percentage divided by the number of days required to reaching this germination percentage. The mean daily germination (MDG) was obtained by dividing the

number of germinated seeds by the total number of days of the experiment, and finally the germination value (GV) was calculated as the multiplication of MDG and PV. Seed vigor also was calculated as the multiplication of final germination and seedling length.

**Results and discussion**

Results of the first experiment showed that while control seeds did not germinate, all mechanical scarification methods increased seed germination. Scarification with a razor blade had the least effect, and breaking cover on seeds by a scalpel had the most effect on the final germination of seeds (Figure 1-A). Also, a similar trend was observed for the effect of different physical scarification methods on peak value, mean daily germination, and germination value (Figure 1-B-D). In fact, lignified disseminule from secondary capitulum around seeds is so hard that scarification with a razor blade was not enough to remove its inhibitory effect, and abrasion with sandpaper and especially its breaking with a scalpel were more effective in removing this barrier to root emergence, and as a result, the length of the germinating seed and the vigor index also increased in this treatment (Figure 2).

Results of the second experiment showed that seeds soaked in water (control) had very low germination, but treatment with sulfuric acid, hydrochloric acid, acetic acid, sodium hypochlorite and hydrogen peroxide significantly increased final germination percentage, the peak value, mean daily germination and germination value (Figure 3). This again confirms that the dormancy of kenger seeds is related to the hardness of cover on seeds and these chemical treatments have significantly increased the germination capacity and speed of seed germination by removing the mechanical resistance of this cover. The interaction between the type of chemical compounds and the duration of scarification on seedling length and seed vigor showed that treatment with acetic acid for 20 to 60 minutes, sodium hypochlorite for 20 minutes, and hydrogen peroxide for 60 minutes had more favorable effects on these attributes. In contrast, increasing the duration of treatments especially with hydrochloric acid and sulfuric acid caused a decrease in seed germination, seedling length and seed vigor (Figures 3, 4) and therefore, the use of these treatments is not recommended.

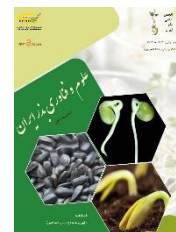
The results of third experiment showed that soaking seeds in boiling water or freezing of seeds increased seed germination, peak value, mean daily germination, germination value, seed length, and vigor index. However, the dual application of these treatments was more effective and better seed germination indices were obtained in the combined treatment with boiling water for 60 minutes and freezing for 3 days (Figure 5). It is likely that exposing the seeds to cold and hot temperature shocks further contributed to the cracking of the hard cover on seeds. However, the effect of combined treatments of boiling water and freezing on germination indices was less than that of scarification with a scalpel.

**Conclusion**

This study showed that the physical dormancy of *Gundelia tournefortii* seeds is related to lignified disseminule from secondary capitulum around the seeds and breaking this cover on seeds with a scalpel was more effective than other physical and chemical scarification methods and shock temperatures. However, it is noteworthy that even with this treatment, germination ultimately reached 60%. Therefore, it is very likely that another part of the seed dormancy be physiological type that should be assessed in future studies.

سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی  
موسسه تحقیقات بذر و نهال

## نشریه علوم و فناوری بذر ایران



ISSN: 2588-4638

مقاله پژوهشی

اثر خراش دهی و شوک دمایی بر جوانه زنی بذر و طول دانه رست  
(*Gundelia tournefortii* L.) کنگر وحشیابوالفضل خدادادی<sup>۱</sup>، ریحانه عموآغایی<sup>۲\*</sup> ID

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه زیست گیاهی، دانشکده علوم، دانشگاه شهر کرد، ایران  
۲. استاد، گروه زیست گیاهی، دانشکده علوم، دانشگاه شهر کرد و عضو پژوهشکده بیوتکنولوژی دانشگاه شهر کرد، ایران

## اطلاعات مقاله

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۵/۲۴

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۸/۰۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/۲۰

## واژه‌های کلیدی:

اسکالپل،

اسید کلریدریک،

پراکسید هیدروژن،

فریز کردن،

هیپوکلریت سدیم

نویسنده مسئول:

[rayhanehamooaghaie@yahoo.com](mailto:rayhanehamooaghaie@yahoo.com)

## چکیده

بذرهای کنگر وحشی به دلیل پوشش به شدت لیگنینی شده حاصل از کاپیتول ثانویه، نمی‌توانند به آسانی جوانه بزنند. در این مطالعه، سه آزمایش جداگانه، برای بررسی اثر خراش دهی شیمیایی (تیمار با آب، هیپوکلریت سدیم، پراکسید هیدروژن، اسید کلریدریک، اسید سولفوریک و اسید استیک ۲۰ درصد به مدت ۲۰، ۴۰ و ۶۰ دقیقه)، خراش دهی مکانیکی (شاهد، ۵ و ۱۰ دقیقه سنباده زنی، تیغ و اسکالپل) و شوک‌های دمایی (کاربرد منفرد یا ترکیبی ۶۰ دقیقه فرورودن در آب جوش و ۱، ۲ و ۳ روز فریز کردن بذر) بر جوانه زنی بذرهای توده چلگرد انجام شد. نتایج نشان داد بدون خراش دهی، جوانه زنی بذرهای بسیار کم بود اما همه روش‌های خراش دهی مکانیکی، جوانه زنی را افزایش دادند. در بین تیمارهای خراش دهی شیمیایی، بیشترین جوانه زنی با تیمار ۲۰ دقیقه فرو بردن در اسید کلریدریک (۵۴/۷۶ درصد) به دست آمد اما ر شد دانه رست مطلوب نبود. تیمار ترکیبی ۶۰ دقیقه خیس‌اندن در آب جوش و سپس ۳ روز فریز بذر، بهتر از شوک دمایی منفرد بود و شاخص‌های جوانه زنی، طول دانه رست و بنیه را افزایش داد. در کل نتایج نشان داد بهترین شیوه برای شکست خواب فیزیکی بذرهای کنگر وحشی، خراش دهی با اسکالپل بود که بیشترین میزان جوانه زنی (۵۸/۴۶ درصد)، عدد پیک (۳/۵ عدد در روز)، میانگین جوانه زنی روزانه (۳/۲ عدد در روز) و ارزش جوانه زنی (۱۱/۵۳) را ایجاد کرد.

## نحوه استناد به این مقاله:

Khodadadi, A., & Amooaghaie, R. (2024). The effect of scarification and temperature shock on seed germination and seedling length of *Gundelia tournefortii* L.. *Iranian Journal of Seed Science and Technology*, 13 (4), 81-96. <https://doi.org/10.22092/ijssst.2024.363226.1497>

## مقدمه

رشد سریع جمعیت جهان و رویکرد استفاده از فرآورده‌های گیاهی طبیعی به عنوان غذا و دارو موجب شده است تا حفظ و تکثیر گیاهان مرتعی خودرو مورد توجه قرار گیرد. منطقه زاگرس با شرایط محیطی متنوع از جمله نواحی کشور ما است که دارای تنوع زیستی بسیار غنی و محل رویش بسیاری گونه‌های گیاهی بومی ایران می‌باشد (Basiri, 1984). گیاه کنگر با نام علمی *Gundelia tournefortii* L. از جمله گیاهان با ارزش منطقه زاگرس از تیره کاسنی یا آفتابگردان (Asteraceae) است که برای مقاصد خوراکی، صنعتی و علوفه‌ای کاربرد دارد و استفاده از آن در درمان یرقان، مشکلات گوارشی و کبد، بیماری‌های کلیوی و خارش‌های پوستی توصیه شده است (Asadi-Samani et al., 2013). در ایران، کنگر وحشی در مناطق استپی و کوه‌های کرمانشاه، آذربایجان، همدان، لرستان، کردستان، چهارمحال و بختیاری و فارس بصورت خودرو رشد می‌کند (Gahreman, 1983). اما در دهه‌های اخیر برداشت غیراصولی و بیش از حد آن از منابع طبیعی، عرصه‌های رویش طبیعی این گیاه را کاهش داده است و زراعت این گیاه به دلیل خواب بذر برای کشاورزان مشکل است.

خواب بذر ممکن است ناشی از نقص جنین یا مشکلات بافت‌های پوششی احاطه‌کننده جنین باشد. عدم جوانه‌زنی به سبب مشکلات بافت‌های پوششی اطراف جنین معمولاً به عنوان خواب فیزیکی در نظر گرفته می‌شود (Baskin & Baskin, 2014). این نوع خواب علاوه بر این که به دانه فرصت پراکنش می‌دهد، به تشکیل بانک بذر در خاک کمک می‌کند و همچنین به عنوان یک شیوه اجتناب از شرایط نامطلوب محیطی در حفاظت بسیاری از گونه‌های گیاهی اهمیت زیادی دارد. جغرافیای وقوع گونه‌ها، عوامل ژنتیکی، شرایط محیطی در زمان نمو بذر روی گیاه مادری و اقلیم رویش و رشد گیاه در شکل‌گیری این نوع خواب بذر موثر است (Hudson et al., 2015). برای مثال، در اکوسیستم‌های با فصل‌های خشک و مرطوب مشخص، خواب فیزیکی شایع‌تر است (Casas et al., 2017). خواب فیزیکی بیشتر در تیره لگومینوز رایج است که در این دانه‌ها، حضور یک یا چند لایه سلول اسکلتی با دیواره ثانویه لیگنینی شده ضخیم، باعث نفوذناپذیری پوسته بذر نسبت به آب می‌شود. اما در برخی بذرهای دیگر، سختی مکانیکی پوشش بذر یا میوه‌ها موجب

ایجاد خواب فیزیکی می‌شود. این نوع خواب در تیره کاسنی یا آفتابگردان متداول نیست اما وجود خواب فیزیکی در بذرهای کنگر وحشی گزارش شده است که در رابطه با ساختار ویژه گل آذین و میوه در این گیاه است (Mattana et al., 2022).

کنگر وحشی دارای یکی از پیچیده‌ترین ساختارهای گل آذین در تیره آفتابگردان است، که در پراکندگی و ایجاد خواب بذر نقش دارد. در این گیاه ۵-۷ کاپیتول اولیه تک گل در کنار یکدیگر به شکل چندتایی قرار می‌گیرند و تشکیل یک کاپیتول ثانویه می‌دهند. گل‌های کاپیتول اولیه مرکزی همافروdit هستند اما مانند گل‌های ماده عمل می‌کنند و گل‌های کاپیتول‌های اولیه پیرامونی در واقع گل‌های نر هستند (Hind, 2013). در طی تشکیل میوه، نهنج این کاپیتول ثانویه یک ساختار تخم‌مرغی توخالی را به وجود می‌آورد که بعد از مدتی ساختار چوبی پیدا می‌کند و میوه اصلی این گیاه که نوعی فندقه سیسلا است را دربرمی‌گیرد. روی این ساختار با تعدادی برگک پولک مانند پوشانده شده و در انتها دارای تارهای مویی سخت است که به واسطه آنها ممکن است به پوست پستانداران بچسبد و در نتیجه به عنوان بخش‌های منتشر کننده این گیاه عمل می‌کند (Karis et al., 2001). بذر کنگر وحشی شامل یک جنین همراه با ذخیره غذایی است، که با یک پوشش نازک و نفوذپذیر به آب و گازها احاطه شده است. در واقع نه پریکارپ میوه سیسلا و نه پوسته بذر، سخت نیست و این پوشش به شدت لیگنینی شده دربرگیرنده این میوه و بذر است که از جوانه‌زنی ممانعت می‌کند (Mattana et al., 2022).

اگر چه خواب بذر یک سازگاری مفید برای بقای نسل گیاه است اما می‌تواند تکثیر گیاه را محدود کند. چون ممکن است چندین فصل طول بکشد تا بذرهای خواب خود را از دست بدهند و در طول این زمان، شکار بذر، رقابت علف‌های هرز، فرسایش خاک و از دست دادن قوه نامیه می‌تواند منجر به شکست استقرار مجدد گیاه شود. در طبیعت، خواب فیزیکی بذر می‌تواند با سیکل‌های متوالی انجماد و ذوب دانه در خاک، فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک، آتش‌سوزی طبیعی در جنگل (مثلاً آتش باعث ذوب شدن رزین میوه‌های کاج می‌شود)، خورده شدن توسط دام و عوامل دیگر شکسته شود (Kildisheva et al., 2020). هر یک از این فعالیت‌ها ممکن است چندین سال طول بکشد تا تکمیل شود. بنابراین، برای کوتاه کردن زمان لازم برای رفع محدودیت‌های فیزیکی پوشش

شود. آزمایش بصورت طرح کاملاً تصادفی با شش تکرار اجرا شد و هر تکرار شامل یک پتری حاوی ۱۵ بذر بود. دانه‌های دست نخورده هم بعنوان گروه شاهد در نظر گرفته شدند. لازم به یادآوری است که با توجه به درشت بودن ساختار دربرگیرنده بذر کنگر، تعداد بذرها در هر پتری محدود اما تکرارها بیشتر در نظر گرفته شد تا حداقل ۹۰ بذر مورد آزمون قرار گیرد.

پس از خراش‌دهی، بذرها به روی کاغذ صافی منتقل و پتری‌دیش‌ها در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد در ژرمناتور با دوره نوری ۱۴ ساعت تاریکی و ۱۰ ساعت روشنایی قرار داده شدند و هر روز به میزان مساوی با آب مقطر آبیاری شدند. خروج ریشه‌چه در حد ۲ میلی‌متر بعنوان جوانه‌زنی بذر در نظر گرفته شد و تعداد بذرها جوانه‌زده در طی یک ماه هر روز ثبت گردید تا زمانی که ۳ روز متوالی جوانه‌زنی جدید در آنها رخ نداد. درصد جوانه‌زنی نهایی (PG) بذرها کنگر وحشی از طریق رابطه زیر محاسبه گردید.

$$PG = 100(n/N) \quad \text{رابطه ۱}$$

که در این رابطه n تعداد بذرها جوانه زده و N تعداد کل بذرها کشت شده است.

همچنین طول دانه‌رست‌های ۲۰ روزه هر پتری اندازه‌گیری و شاخص بنیه بذر از رابطه زیر محاسبه شد.

رابطه ۲ طول کل دانه‌رست × درصد جوانه‌زنی = شاخص بنیه بذر علاوه بر این، عدد پیک (PV=Peak value) از تقسیم حداکثر درصد جوانه‌زنی تجمعی به تعداد روزهای مورد نیاز برای رسیدن به این درصد جوانه‌زنی بدست آمد. میانگین جوانه‌زنی روزانه (MDG) از تقسیم تعداد کل دانه‌های جوانه‌زده به کل روزهای آزمایش محاسبه شد و از حاصلضرب دو کمیت فوق ارزش جوانه‌زنی (GV=germination value) که شاخصی از سرعت و تمامیت جوانه‌زنی است، برآورد شد. این شاخص‌ها از رابطه‌های زیر محاسبه شد (Ali & Aziz 2021).

$$PV = \frac{\text{درصد بیشترین جوانه زنی}}{\text{روز مربوط به بیشترین جوانه‌زنی}} \quad \text{رابطه ۳}$$

$$MDG = \frac{\text{دانه‌های جوانه زده}}{\text{تعداد کل روزهای آزمایش}} \quad \text{رابطه ۴}$$

$$GV = PV \times MDG \quad \text{رابطه ۵}$$

بذر بر اساس تقلید از روش‌های طبیعی فوق، از تیمارهای ویژه مکانیکی و شیمیایی موسوم به خراش‌دهی یا اسکاریفیکاسیون و یا از شوک‌های دمایی استفاده می‌شود. برای این منظور خواب ناشی از پوشش سخت بذر در آزمایشگاه با استفاده از تکنیک‌هایی نظیر سمباده، آب داغ و اسید از بین می‌رود (Mbi et al., 2022; Xue et al. 2016). برای مثال خراش‌دهی پوسته دانه تاتوره (*Datura stramonium* L) بوسیله اسکالپل (Mahmoodzadeh et al., 2005) و خیساندن دانه تهرندی (*Tamarindus indica*) در آب جوش (Mohammad & Amusa, 2003) تاثیر مثبت و معنی‌داری بر روی شکست خواب دانه داشت. (Mondani 2018) et al. هم گزارش کردند تیمار با اسید سولفوریک ۹۸ درصد یا پراکسید هیدروژن ۳۰ درصد (به مدت ۲، ۳ و ۴ دقیقه)، موجب افزایش درصد جوانه‌زنی دانه پنیرک شد.

در تحقیق حاضر سعی شد راهکار شکست خواب بذر کنگر وحشی با استفاده از اثر شیوه‌های مختلف خراش‌دهی شیمیایی و مکانیکی و شوک دمایی شناسایی شود تا در آینده زمینه کشت و زرع و اهلی کردن این گونه گیاهی فراهم گردد.

## مواد و روش‌ها

در این تحقیق بذرها کنگر وحشی از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه شد که بر اساس گزارش این شرکت از منطقه چلگرد استان چهارمحال و بختیاری در سال ۱۴۰۰ جمع‌آوری شده بود. در همه آزمایش‌ها، ابتدا با فرو بردن دانه‌ها در آب، بذرها پوک جدا شدند. کلیه آزمایش‌های این تحقیق در آزمایشگاه فیزیولوژی گیاهی، دانشکده علوم دانشگاه شهرکرد در سال ۱۴۰۱ اجرا شد.

## بررسی اثر انواع شیوه‌های خراش‌دهی مکانیکی بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر کنگر وحشی

در آزمایش اول اثر تیمارهای سنباد زدن با کاغذ سنباد به مدت ۵ و ۱۰ دقیقه، خراش‌دهی پوشش لیگنینی دربرگیرنده بذر با تیغ و یا شکافتن آن با اسکالپل بر جوانه‌زنی بذر بررسی شد. برای اعمال تیمارها، با توجه به اینکه پوشش حاصل از کاپیتول ثانویه روی بذر کنگر به شدت سخت و لیگنینی شده بود، سعی شد قسمتی از این پوشش نزدیک به محل خروج ریشه‌چه با تیغ خراش داده شود و یا با اسکالپل پوشش مجاور این ناحیه یک شکاف (شبه باز کردن ملایم دهانه دو نیمه پوست پسته) ایجاد

شش تکرار انجام شد. فاکتورها شامل آب جوش با دو سطح (تیمار با آب معمولی و فروردن بذرها در آب جوش ۹۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۶۰ دقیقه) و فریز کردن بذرها با ۴ سطح (۰، ۱، ۲ و ۳ روز فریز) در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد بود. در این آزمایش هم پس از انتقال ۱۵ بذر به روی کاغذ صافی در هر پتری‌دیش، میزان جوانه‌زنی روزانه بذرها در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد بررسی شد و مطابق با رابطه‌های ۱ تا ۵ درصد جوانه‌زنی نهایی، عدد پیک، میانگین جوانه‌زنی روزانه، ارزش جوانه‌زنی، طول دانه‌رست و شاخص بنیه برای هر تیمار محاسبه شد.

### آنالیز آماری

در این پژوهش، آزمایش اول با طرح کاملاً تصادفی و آزمایش دوم و سوم به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی اجرا گردید. همه آزمایش‌ها شامل شش تکرار بود و آنالیز واریانس با نرم افزار SPSS نسخه ۲۲ و مقایسه میانگین، با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

### نتایج و بحث

#### اثر انواع خراش دهی مکانیکی بر شاخص های جوانه‌زنی دانه و طول دانه‌رست کنگر وحشی

تجزیه و تحلیل واریانس نشان داد که اثر شیوه‌های مختلف خراش دهی مکانیکی بر درصد جوانه‌زنی نهایی، عدد پیک، میانگین روزانه جوانه‌زنی، ارزش جوانه‌زنی بذر، طول دانه‌رست و شاخص بنیه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱).

#### بررسی اثر انواع شیوه‌های خراش دهی شیمیایی بر شاخص های جوانه‌زنی بذر کنگر وحشی

آزمایش دوم بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با شش تکرار برای بررسی اثر خیساندن در آب (شاهد)، اسید سولفوریک، اسید کلریدریک، اسید استیک، هیپوکلریت سدیم و پراکسید هیدروژن با غلظت ۲۰ درصد در مدت زمان‌های ۲۰، ۴۰ و ۶۰ دقیقه بر جوانه‌زنی بذر و رشد دانه‌رست کنگر انجام شد. لازم به ذکر است که در اغلب مطالعات از غلظت بالای اسیدها با مدت زمان کوتاه برای خراش دهی استفاده می‌شود که معمولاً اثر منفی بر رشد دانه‌رست دارد. اما در تحقیق حاضر از غلظت ۲۰ درصد اسیدها و سایر ترکیبات استفاده شد و اثر مدت زمان‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفت.

پس از تمام شدن زمان تیمارها، دانه‌ها از محلول‌های ترکیبات فوق خارج شدند و با آب شسته شدند تا اسید اضافی یا سایر ترکیبات باقیمانده روی دانه‌ها از بین برود و ۱۵ بذر به روی کاغذ صافی در هر پتری منتقل شدند. سپس میزان جوانه‌زنی روزانه بذرها در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد بررسی شد و مطابق با رابطه‌های ۱ تا ۵ درصد جوانه‌زنی نهایی، عدد پیک، میانگین جوانه‌زنی روزانه، ارزش جوانه‌زنی، طول دانه‌رست و شاخص بنیه برای هر تیمار محاسبه شد.

#### بررسی اثر شوک دمایی بر شاخص های جوانه‌زنی بذر کنگر وحشی

آزمایش سوم هم بصورت فاکتوریل با طرح کاملاً تصادفی با

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر روش‌های مختلف خراش دهی مکانیکی بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر و رشد دانه‌رست کنگر وحشی

Table 1. The analysis of variance related to the effect of various methods of mechanical scarification on seed germination indices and seedling length

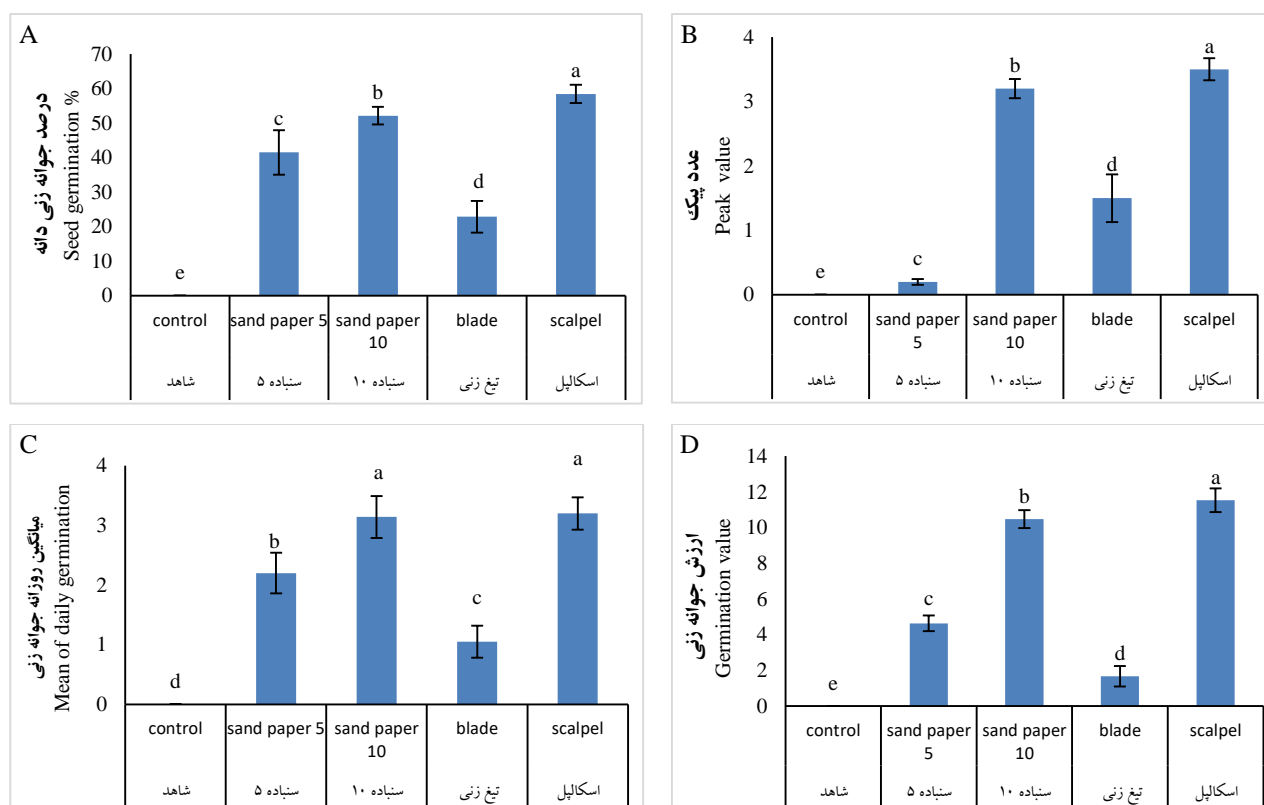
منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	درصد جوانه‌زنی germination percentage	عدد پیک Peak value	میانگین روزانه جوانه- زنی MDG	ارزش جوانه‌زنی germination value	طول دانه‌رست Seedling length	شاخص بنیه Vigor index
روش‌های خراش دهی Scarification methods	4	5086.80**	19.80**	20.67**	279.03**	712.66**	1368.801**
خطا Error	20	2.19	0.6	0.4	1.016	3.254	45.275
ضریب تغییرات C.V.		12.32	3.3	5.16	2.74	2.19	13.02

\*\* معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

\*\* shows significant differences at 1% probability level

با مقاومت مکانیکی این پوشش غلبه کرده و امکان خروج ریشه‌چه از دانه را فراهم می‌کند و در نتیجه جوانه‌زنی بذر کنگر وحشی را بهبود می‌دهد. مشابه با نتایج ما، Abu-Qaoud & Alkoni (1995) هم گزارش کردند بیشترین درصد جوانه‌زنی بذرهای کنگر وحشی با برداشتن پوشش سخت اطراف بذر و سپس خیساندن در آب بدست آمد. در تحقیق Khajeh-Hosseini et al. (2017) هم در بین همه تیمارهای فیزیکی و شیمیایی تست شده، خراش دهی پوسته بوسیله اسکالپل موثرترین تیمار برای شکست خواب بذرهای جفجغه (*Prosopis farcta* L.) و علف مورچه (*Cressa creticae*) بود. Olga et al. (2011) هم گزارش کردند که خراش دهی مکانیکی بذر *Sphaeralcea munroana* به وسیله سمباده بالاترین درصد جوانه‌زنی (۹۷ درصد) را ایجاد کرد.

مقایسه میانگین درصد جوانه‌زنی نشان داد درحالی که بذرهای کنگر وحشی در تیمارهای شاهد (عدم خراش دهی) اصلاً جوانه نزدند، تیمار با سمباده به مدت ۵ و ۱۰ دقیقه جوانه‌زنی آنها را به ۴۱/۵ و ۵۲/۱۳ درصد رسانید. خراش دهی با تیغ کمترین و شکاف پوشش سخت اطراف بذر با اسکالپل، بیشترین اثر را بر جوانه‌زنی نهایی بذر کنگر وحشی داشت (شکل ۱- A). همچنین، روند مشابهی برای اثر شیوه‌های مختلف خراش دهی مکانیکی بر عدد پیک، میانگین جوانه‌زنی روزانه و ارزش جوانه‌زنی مشاهده شد (شکل ۱- B-D). همانطور که در بخش مقدمه ذکر شد در بذر کنگر وحشی پوسته بذر سخت نیست، اما پوشش به شدت لیگنینی شده حاصل از کاپیتول ثانویه (شبه پوست پسته) به منزله یک سد قوی برای جوانه‌زنی و خروج ریشه‌چه عمل می‌کند (Mattana et al., 2022). به همین دلیل شکاف آن، بر خواب فیزیکی مرتبط



شکل ۱- اثر روش‌های مختلف خراش دهی فیزیکی پوشش دانه بر درصد جوانه‌زنی نهایی بذر (A)،

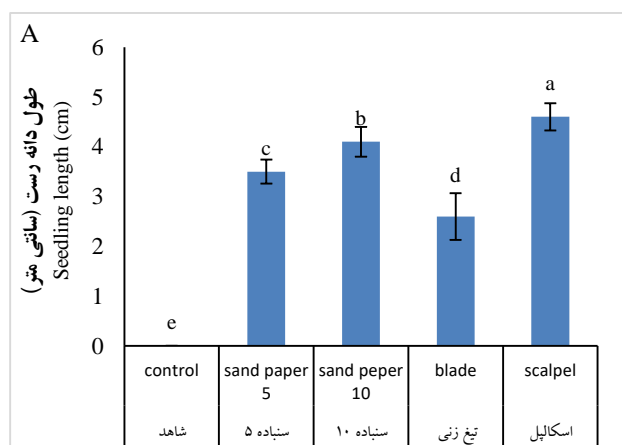
عدد پیک (B)، میانگین روزانه جوانه‌زنی (C) و ارزش جوانه‌زنی (D) بذر کنگر وحشی

ستون‌های دارای حروف مشترک بر طبق آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

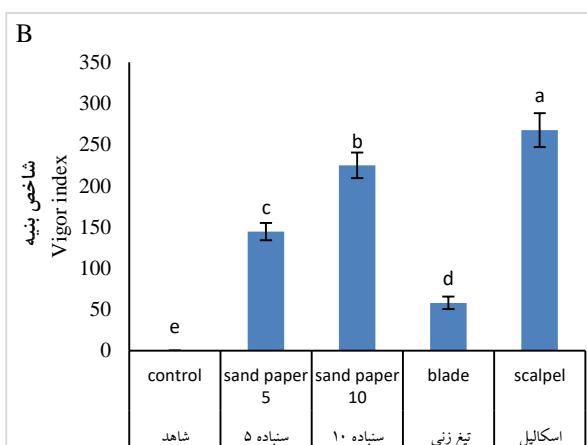
Figure 1- The effect of various methods of physical scarification on final seed germination percentage (A), Peak value (B), MDG (C), and germination value (D), of kenger seeds

The same letters indicate non-significant differences between treatments according to Duncan's multiple range tests at  $P < 0.05$

البته اگر تعداد بذرهای زیاد باشد شکاف دستی پوشش بذر با اسکالپل، بسیار زمان‌بر است و خراش دهی با سنباده یک شیوه آسان‌تر برای حذف مقاومت این پوشش خارجی است. لیکن در این روش هم ممکن است سایش همه بذرهای یکسان نباشد و بعضی از بذرهای خیلی کم و برخی دیگر از بذرهای بیش از حد ساییده شوند و همین امر موجب کاهش یکنواختی جوانه‌زدن بذرهای شود. بنابر این، روش خراش دهی فیزیکی با سنباده روش ساده‌تر و عملی‌تری نسبت به تیغ‌زنی یا شکاف پوشش بذر با اسکالپل است. البته امروزه دستگاه‌های ویژه خراش دهی برای سایش یا شکاف پوسته سخت به بازار عرضه شده است.



همچنین نتایج آزمایش اول نشان داد بیشترین طول دانه‌رست و شاخص بینه در تیمار شکاف پوشش سخت اطراف بذر با اسکالپل و پس از آن در تیمار سنباده‌زنی به مدت ۱۰ دقیقه حاصل شد. در مقابل، مقادیر این صفات با سنباده‌زنی به مدت ۵ دقیقه و تیغ‌زنی در حد معنی‌داری کمتر بود (شکل ۲). در واقع پوشش چوبی حاصل از کاپیتول ثانویه در اطراف بذرهای کنگر وحشی به قدری سخت است که خراش با تیغ برای حذف اثر ممانعت‌کننده آن کافی نبود و سایش با سنباده و مخصوصاً شکاف آن با اسکالپل در حذف این سد برای خروج ریشه‌چه موثرتر بود و در نتیجه طول دانه‌رست و شاخص بینه هم در این تیمار افزایش یافت.



شکل ۲- اثر روش‌های مختلف خراش فیزیکی پوسته دانه بر طول دانه‌رست (A) و شاخص بینه (B) کنگر وحشی ستون‌های دارای حروف مشترک بر طبق آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

Figure 2- The effect of various methods of physical scarification on length of seedling (A), and vigor index (B) of kenger. The same letters indicate non-significant differences between treatments according to Duncan's multiple range tests at  $P < 0.05$

هیدروژن درصد جوانه‌زنی بذرهای کنگر وحشی و عدد پیک، میانگین جوانه‌زنی روزانه و ارزش جوانه‌زنی را در حد معنی‌داری افزایش داد (شکل ۳-A). این دوباره تایید می‌کند که خواب بذرهای کنگر وحشی مربوط به سختی پوشش اطراف آنها است و این تیمارهای شیمیایی با حذف مقاومت مکانیکی این پوشش، توان و سرعت جوانه‌زنی بذر را در حد معنی‌داری افزایش داده است. بررسی اثر متقابل مدت زمان خراش دهی و نوع ترکیبات شیمیایی بر درصد جوانه‌زنی نشان داد تیمار با اسید کلریدریک به مدت ۲۰ دقیقه، بیشترین اثر را بر جوانه‌زنی نهایی بذر (۵۴/۷۶)

### اثر انواع خراش دهی شیمیایی بر شاخص‌های جوانه‌زنی دانه و طول دانه‌رست کنگر وحشی

تجزیه واریانس نتایج آزمایش دوم نشان داد اثر انواع ترکیبات شیمیایی و مدت‌های کاربرد آنها بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر و رشد دانه‌رست کنگر وحشی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بودند (جدول ۲).

مقایسه میانگین اثر انواع ترکیبات شیمیایی بر درصد جوانه‌زنی نشان داد بذرهای کنگر وحشی خیس‌انده در آب (شاهد)، جوانه‌زنی بسیار کمی داشتند اما تیمار با اسید سولفوریک، اسید کلریدریک، اسید استیک، هیپوکلریت سدیم و پراکسید



هستند، شده و در نتیجه، جذب آب و اکسیژن به بذر را افزایش داده و همچنین خروج ریشه‌چه را تسهیل می‌کند و در نهایت درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر و رشد دانه‌رست را افزایش می‌دهد (Mbi et al., 2022). مشابه با نتایج ما، سایر محققان شکست خواب مرتبط با سختی پوسته بذر بوسیله انواع شیوه‌های خراش‌دهی شیمیایی را در گیاهان دیگر نیز گزارش کرده‌اند. برای مثال Okwon & Eboh (2017) اعلام کردند خیس‌اندن بذرهای *Crotalaria verrucosa* L. در اسید کلریدریک به مدت ۲ تا ۳۰ دقیقه در حد معنی‌داری جوانه‌زنی بذر این گیاه را افزایش داد. نتایج تحقیق Pirasteh-Anosheh (2020) نشان داد تیمار اسید سولفوریک ۹۸ درصد به مدت ۲۵ دقیقه منجر به شکست خواب و ۹۶ درصد جوانه‌زنی بذر خراش‌تر شد. (Mollashahi et al., 2017). هم‌گزارش کردند بیشترین جوانه‌زنی بذر نمدار با آب اکسیژنه (۳۸٪) و برای افاقا با آب جوش (۶۶/۶۹٪) بدست آمد. مطالعه Ghanbari et al. (2017) هم نشان داد که خواب بذر گیاه دارویی پنیرباد با تیمار هیپوکلریت سدیم به مدت ۳۰ دقیقه شکسته شد.

درصد) داشت. همچنین خراش‌دهی با اسید سولفوریک به مدت ۴۰ دقیقه، جوانه‌زنی بذر را به ۵۱/۴ درصد رسانید. اثر خراش‌دهی با اسید استیک کمتر از دو اسید فوق بود و کاربرد اسید استیک به مدت ۶۰ دقیقه درصد جوانه‌زنی نهایی را به ۳۷/۳۳ درصد رساند (شکل ۳-۳). احتمالاً چون این ترکیب از نظر قدرت اسیدی ضعیف‌تر است، برای نرم کردن پوشش چوبی حاصل از کاپیتول ثانویه در اطراف بذرهای کنگر وحشی باید به مدت بیشتری آنها را در این اسید تیمار کرد. تیمار با هیپوکلریت سدیم به مدت ۲۰ و ۴۰ دقیقه، هم اثر مثبتی بر جوانه‌زنی نهایی بذر داشت اما کاربرد هیپوکلریت سدیم به مدت ۶۰ دقیقه تأثیر کمتری بر جوانه‌زنی نهایی کنگر وحشی داشت. تیمار با پراکسید هیدروژن به مدت ۲۰ دقیقه نسبت به همه ترکیبات شیمیایی کمترین اثر را داشت و بیشترین اثر با این ترکیب در مدت زمان ۶۰ دقیقه بدست آمد که درصد جوانه‌زنی نهایی را به ۳۴/۵ درصد رسانید (شکل ۳-۳). احتمالاً تیمار با اسیدها یا ترکیباتی مانند هیپوکلریت سدیم و پراکسید هیدروژن موجب تجزیه برخی لپیدها و موم‌ها و مواد لیگنینی که عامل سختی یا ناتراوایی پوسته

جدول ۲- آنالیز واریانس اثر انواع روش‌ها و مدت زمان‌های مختلف خراش‌دهی شیمیایی بر شاخص‌های جوانه‌زنی و طول دانه‌رست کنگر وحشی

Table 2- The analysis of variance related to the effect of various methods and different durations of chemical scarification on seed germination indices and seedling length

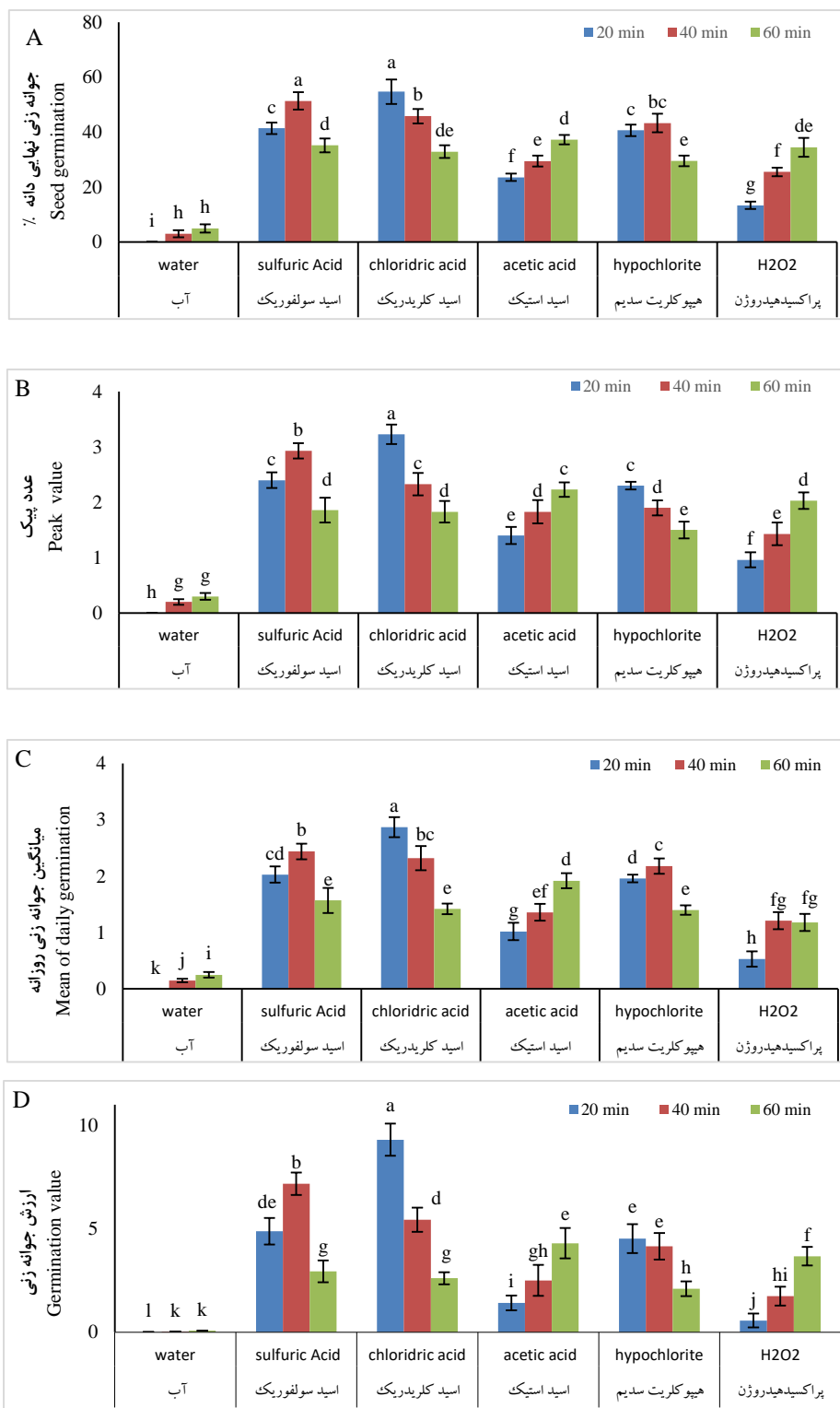
منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	درصد جوانه‌زنی germination percentage	عدد پیک Peak value	میانگین روزانه جوانه‌زنی MDG	ارزش جوانه‌زنی germination value	طول دانه‌رست Seedling length	شاخص بیه Vigor index
روش‌های خراش‌دهی Scarification methods	5	648.17**	1.55**	1.55**	22.01**	1.62**	1086.89**
مدت زمان Duration	2	117.49**	0.165**	0.317**	5.45**	0.727**	1320.03**
روش‌های خراش‌دهی*مدت زمان Scarification methods * duration	10	271.42**	1.01**	1.03**	15.16**	0.92**	4244.78
خطا Error	90	1.90	0.024	0.004	0.134	0.18	30.5
ضریب تغییرات C.V.		14.2	4.20	2.57	11.13	5.11	13.9

\*\* معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد

\*\* shows significant differences at 1% probability level

کلریدریک به مدت ۲۰ دقیقه و پس از آن در تیمار با اسید سولفوریک به مدت ۴۰ دقیقه بدست آمد اما زمان‌های طولانی‌تر تیمار با این اسیدها اثر منفی بر صفات فوق داشت.

بررسی اثر متقابل انواع تیمارهای شیمیایی و مدت زمان کاربرد آنها نشان داد بهترین مقادیر عدد پیک، میانگین روزانه جوانه‌زنی و ارزش جوانه‌زنی نیز در تیمار خراش‌دهی با اسید



شکل ۳- اثر انواع روش‌ها و مدت زمان‌های مختلف خراش دهی شیمیایی بر درصد جوانه‌زنی نهایی بذر (A)،

عدد پیک (B)، میانگین روزانه جوانه‌زنی (C) و ارزش جوانه‌زنی (D) بذر کنگر وحشی

ستون‌های دارای حروف مشترک بر طبق آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

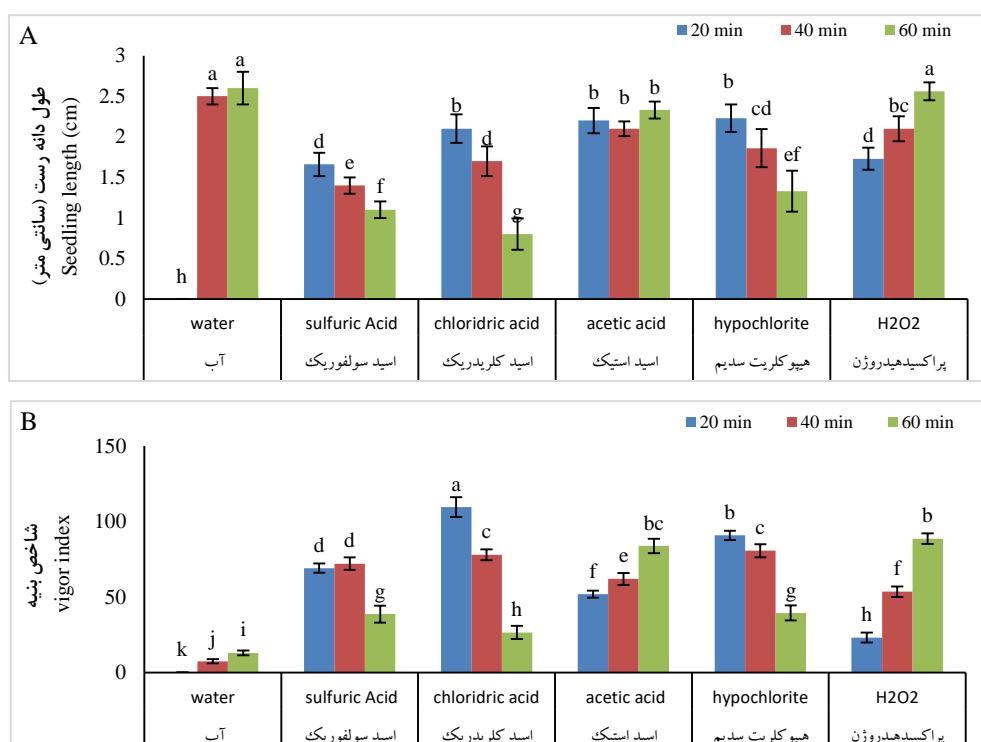
Figure 3- The effect of various methods and different durations of chemical scarification on final seed germination percentage (A), Peak value (B), MDG (C), and germination value (D), of kenger seeds. The same letters indicate non-significant differences between treatments according to Duncan's multiple range tests at  $P < 0.05$

شاخص‌های جوانه‌زنی را تا حدود زیادی بهبود داد اما تیمار آب ژاول تاثیر معنی‌داری نداشت (Sepehrfar et al., 2011). گزارش شده است که در طبیعت تغذیه پرندگان از برخی بذرها با پوست سخت و هضم این پوسته بوسیله اسیدهای موجود در سیستم گوارشی آنها باعث می‌شود تا پس از دفع بذر از سیستم گوارشی پرندگان، این بذرها قادر به جوانه‌زنی باشند. بنابراین تیمار با اسیدها یا سایر ترکیبات هاضم در آزمایشگاه نوعی تقلید از این روش طبیعی محسوب می‌شود (Xue et al., 2016).

بررسی اثر متقابل نوع ترکیبات شیمیایی و مدت زمان خراش دهی بر طول دانه‌رست نشان داد که تیمار با آب به مدت ۴۰ و ۶۰ دقیقه، اسید استیک به مدت ۲۰ تا ۶۰ دقیقه، هیپوکلریت سدیم به مدت ۲۰ دقیقه و پراکسید هیدروژن به مدت ۶۰ دقیقه اثرات مطلوب‌تری بر رشد طولی دانه‌رست داشتند. در مقابل، افزایش مدت زمان تیمار با اسید کلریدریک و اسید سولفوریک باعث کاهش طول دانه‌رست شد (شکل ۴).

بیشترین اثر تیمارهای اسید استیک و پراکسید هیدروژن بر عدد پیک، میانگین جوانه‌زنی روزانه و ارزش جوانه‌زنی با مدت ۶۰ دقیقه اما در تیمار با هیپوکلریت سدیم با مدت ۲۰ یا ۴۰ دقیقه حاصل شد که در حد معنی‌داری کمتر از اثر تیمار با اسید کلریدریک و اسید سولفوریک در مدت‌های ۲۰ و ۴۰ دقیقه بود (شکل ۳-B-D). به‌طور مشابهی، (Ali & Aziz (2021) هم گزارش کردند تیمار بذرها با اسید کلریدریک و اسید سیتریک اثر مطلوبی بر میانگین روزانه جوانه‌زنی، عدد پیک و ارزش جوانه‌زنی داشت اما ماکزیمم ارزش جوانه‌زنی در دانه‌های تیمار شده با اسید سیتریک به مدت ۱۵ دقیقه بدست آمد و زمان‌های طولانی‌تر اثر منفی بر جوانه‌زنی دانه و رشد دانه‌رست کنگر وحشی داشت.

بررسی اثر تیمارهای آب داغ به مدت ۱۰ دقیقه، آب ژاول به مدت (۳۰ دقیقه، ۱، ۱۲ و ۲۴ ساعت)، سطوح مختلف اسید سولفوریک (۲/۵ تا ۲۲/۵ درصد) و تیمار شاهد (آب مقطر) بر جوانه‌زنی بذر گیاه *Albizia julibrissin* هم نشان داد که تیمار آب داغ و اسید سولفوریک به دلیل نرم کردن پوسته بذر



شکل ۴- اثر انواع روش‌ها و مدت زمان‌های مختلف خراش دهی شیمیایی بر طول دانه‌رست و شاخص بینه کنگر وحشی ستون‌های دارای حروف مشترک بر طبق آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

Figure 4- The effect of various methods and different durations of chemical scarification on length (A), and vigor index (B) of kenger seedling. The same letters indicate non-significant differences between treatments according to Duncan's multiple range tests at  $P < 0.05$

در درجه سختی پوسته دانه گونه‌های گیاهی مختلف، مدت زمان مورد نیاز با این تیمار متفاوت بوده و باید بصورت تجربی برای هر گونه تعیین شود. اما در کل غلظت و مدت زیاد تیمار با اسیدهای قوی نه تنها اثرات منفی بر جوانه‌زنی دارد بلکه همانطور که در شکل ۴ نشان داده شده است طول دانه‌رست کنگر وحشی را نیز کاهش می‌دهد. در خراش دهی با اسیدها تعیین مدت زمان مناسب برای تیمار با اسید بسیار مهم است. خراش دهی با اسیدها معایبی دارد. از جمله آن‌که ورود اسید به محیط ممکن است آلودگی زیست محیطی ایجاد نماید. علاوه بر این ممکن است ضخامت بافت‌های پوششی اطراف بذرهای مختلف یک توده بذری یکسان نباشد یا برخی از آن‌ها ترک خوردگی داشته باشند که این موجب می‌شود اسید بیش از حد در برخی بذرها نفوذ کند و در نتیجه به رویان بذر آسیب برساند.

#### اثر تیمار فریز کردن و آب داغ بر جوانه‌زنی بذر و رشد دانه‌رست کنگر وحشی

تجزیه واریانس نشان داد که اثر مستقل و همچنین اثر متقابل فرو بردن در آب جوش و فریز کردن بذرهای کنگر وحشی بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر، طول دانه‌رست و شاخص بنيه در سطح ادرصد معنی‌دار بوده است (جدول ۳).

بیشترین شاخص بنيه در تیمار با اسید کلریدریک به مدت بیست دقیقه بدست آمد (شکل ۴-B) که احتمالاً نتیجه اثر قوی این تیمار بر درصد جوانه‌زنی بود. چون بنيه از حاصلضرب جوانه‌زنی نهایی بذر در طول دانه‌رست محاسبه می‌شود. به هر حال تیمار با پراکسید هیدروژن به مدت ۶۰ دقیقه و با هیپوکلریت سدیم به مدت ۲۰ دقیقه و تیمار با اسید استیک به مدت ۶۰ دقیقه در سطح دوم از نظر اثر بر شاخص بنيه کنگر وحشی قرار گرفتند و کمترین اثرات بر طول دانه‌رست و شاخص بنيه با کاربرد اسید کلریدریک و سولفوریک به مدت ۶۰ دقیقه بدست آمد. مشابه با نتایج این تحقیق، Amooaghaie & Rafiei (2024) گزارش کردند که تیمارهای مکانیکی ۱۰ دقیقه سنباده‌زدن و خراش دهی با تیغ به طور موثرتری نسبت به خیساندن در آب داغ و ۵ دقیقه تیمار با اسید سولفوریک ۹۰ درصد، جوانه‌زنی بذرهای گیاه مورد را افزایش داد و اسید سولفوریک با آسیب به رویان باعث تضعیف رشد ریشه‌چه شد. Shamsodinn et al. (2020) هم گزارش کردند که در جمعیت صوفی‌آباد بذر کهورک، اثر تیمار مکانیکی با سمباده بیشتر بود و با افزایش زمان تیمار با اسید سولفوریک از ۱۰ به ۲۰ و ۳۰ دقیقه از جوانه‌زنی بذر کاسته شد اما در جمعیت جنگلی سوکان ۱۰ دقیقه تیمار با اسید سولفوریک موثرتر بود. بنابر این به نظر می‌رسد بسته به نوع و غلظت اسید و همچنین با توجه به تنوع

جدول ۳- آنالیز واریانس اثر آب جوش و فریز کردن بر شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد دانه‌رست کنگر وحشی

Table 3- The analysis of variance related to the effect of boiled water and freezing on seed germination indices and seedling length

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	درصد جوانه‌زنی germination percentage	عدد پیک Peak value	میانگین روزانه جوانه‌زنی MDG	ارزش جوانه‌زنی germination value	طول دانه‌رست Seedling length	شاخص بنيه Vigor index
مدت خیساندن در آب جوش Duration of soaking in boiled water	1	7838.44**	32.79**	30.38**	347.27**	27.33**	99950.08**
مدت فریز Freezing duration	3	355.10**	2.23**	2.25**	30.42**	4.07**	8299.93**
آب جوش * فریز Freezing * boiled water	3	8.73**	0.297**	0.163**	14.70**	0.225**	1727.01
خطا Error	40	1.618	0.09	0.03	1.069	0.037	70.75
ضریب تغییرات C.V.		5.42	3.3	5.4	13.7	6.08	24.4

\*\* معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

\*\* shows significant differences at 1% probability level

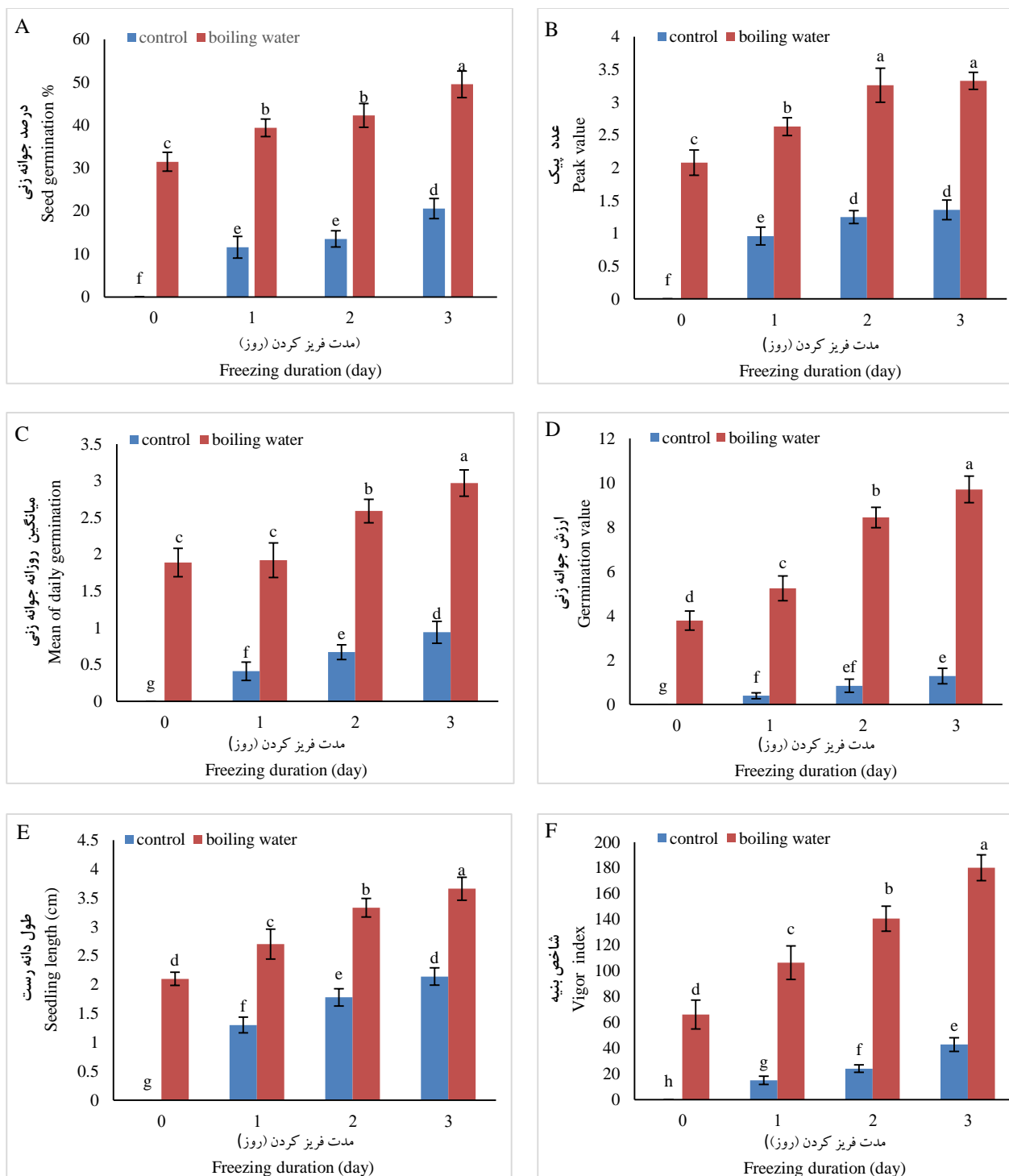
افزایش داد. در دانه‌های تیمار نشده با آب داغ، فریز اثر معنی‌دار اما محدودی داشت و فریز کردن به مدت ۲،۱ و ۳ روز جوانه‌زنی آنها به ترتیب به ۱۱/۶، ۱۳/۵ و ۲۰/۶ درصد رسانید. همچنین با ۳ روز فریز کردن طول دانه‌رست و بنیه به ترتیب به ۲/۱۴ سانتی‌متر و ۴۲/۸ ر سید (شکل ۵). در مقابل (Ali & Aziz (2021) گزارش کردند با ۴۸ ساعت فریز کردن، جوانه‌زنی بذر کنگر وحشی به ۹۹ درصد رسید اما تیمار با آب جوش فقط منجر به ۲۳ درصد جوانه‌زنی شد و هر دو تیمار آب جوش و فریز کردن بذرها، وزن تر و خشک گیاهچه کنگر وحشی را افزایش داد. به هر حال این محققان اثر توأم این دو تیمارها را بررسی نکردند.

بررسی اثر متقابل تیمار بذرها با آب جوش و فریز کردن نشان داد که کاربرد دو گانه این تیمارها برای تحریک جوانه‌زنی بذرها موثرتر بود و بیشترین میزان شاخص‌های جوانه‌زنی بذر، عدد پیک، میانگین جوانه‌زنی روزانه و ارزش جوانه‌زنی، رشد طولی دانه‌رست و شاخص بنیه کنگر وحشی با تیمار دو گانه آب جوش به مدت ۶۰ دقیقه و ۳ روز فریز کردن بذرها بدست آمد. این تیمار جوانه‌زنی، طول دانه‌رست و شاخص بنیه را به ترتیب به ۵۰ درصد، ۳/۶۶ سانتی‌متر و ۱۸۰/۱۹ رسانید. همچنین تیمار ترکیبی ۶۰ دقیقه فرو بردن در آب جوش و سپس ۳ روز فریز بذر، عدد پیک را به ۳/۳۳، میانگین جوانه‌زنی روزانه را به ۲/۹۷ و ارزش جوانه‌زنی را به حدود ۹/۷ رسانید (شکل ۵). احتمالاً در معرض قرار گرفتن بذرها با شوک دمای سرد و گرم بیشتر به شکافتن پوشش سخت بذر کمک کرده است. مشابه با نتایج ما، تیمار خراش دهی پوسته و در معرض قرارگیری با دوره‌های متوالی سرمادهی و گرمادهی برای نفوذپذیر کردن پوسته و شکستن خواب بذر سه گونه

زالزالک بومی ایران یعنی *Crataegus babakhanloui*، *C. amirii persica* (Mirzadeh Vaghefi et al., 2010) نیز گزارش کردند که بذرهای گیاه *Oxytropis racemosa* دارای خواب فیزیکی مرتبط با سختی پوسته هستند که به وسیله خراش دهی مکانیکی پوسته بذر و یا سیکل‌های پی در پی گرمادهی مرطوب و آب یخ شکسته می‌شود.

مقایسه میانگین‌های درصد جوانه‌زنی در بین تیمارها نشان داد بذرهای کنگر بدون تیمار با آب جوش یا فریز کردن جوانه‌زنی نداشتند اما تیمار ۶۰ دقیقه فرو بردن در آب جوش به تنهایی، جوانه‌زنی بذرها را به ۳۱/۵ درصد رسانید و اثر مطلوبی بر عدد پیک، میانگین جوانه‌زنی روزانه و ارزش جوانه‌زنی، طول دانه‌رست و شاخص بنیه داشت (شکل ۵). (Yazdanshenas et al. (2014) هم گزارش کردند که تیمار آب جوش روی شکست خواب دانه تاج خروس اثر مطلوب داشت و جوانه‌زنی را از ۷ درصد در تیمار شاهد به ۳۶ درصد در تیمار آب جوش رسانید. مطالعه دیگری نشان داد که تیمار فرو بردن بذر در آب جوش به مدت پنج دقیقه با نرم کردن پوسته، میزان و سرعت جوانه‌زنی بذر شیرین بیان را افزایش داد، اما تیمارهای سرمادهی در فریزر و گرمادهی در آون در مقایسه با تیمار شاهد تاثیری بر میزان شاخص‌های جوانه‌زنی بذر این گیاه نداشت (Sheidai Karkaj et al., 2021). عقیده بر آن است که تیمار آب جوش از راه نرم کردن پوسته بذر باعث کم کردن مقاومت مکانیکی دانه و نفوذپذیری بیشتر پوشش بذر نسبت به آب و اکسیژن می‌شود و یا ممکن است باعث شستشو و کاهش مواد بازدارنده بذر شود (Mondani et al. 2018). با توجه به این که در تحقیق حاضر درصد جوانه‌زنی بذر کنگر وحشی در تیمار با آب داغ به مدت ۶۰ دقیقه معادل ۳۵ درصد بود (شکل ۵) که در حد معنی‌داری کمتر از اثر تیمار با اسید کلریدریک و اسید سولفوریک در مدت‌های ۲۰ و ۴۰ دقیقه بود که به‌طور متوسط ۵۳ تا ۵۵ درصد جوانه‌زنی را راه‌اندازی کردند (شکل ۲)، می‌توان پیشنهاد کرد که احتمالاً خواب بذر کنگر بیشتر مکانیکی بوده و کمتر به وجود مواد بازدارنده در پوسته مرتبط است. (Zare & Lotfi Jalalabadi (2021) نیز گزارش کردند فرو بردن در آب جوش جوانه‌زنی بذر دم عقربی را افزایش داد اما تیمار با اسید سولفوریک تاثیر بیشتری بر سرعت جوانه‌زنی داشت.

نتایج این آزمایش نشان داد که فریز کردن بذرها نیز در حد معنی‌داری جوانه‌زنی بذر، عدد پیک، میانگین جوانه‌زنی روزانه، ارزش جوانه‌زنی، طول دانه‌رست و شاخص بنیه کنگر وحشی را



شکل ۵- اثر متقابل فرو بردن دانه‌ها در آب جوش (۶۰ دقیقه) و فریز کردن (به مدت ۱، ۲ و ۳ روز) بر جوانه‌زنی نهایی (A)، عدد پیک (B)، میانگین جوانه‌زنی روزانه (C)، ارزش جوانه‌زنی بذر (D)، طول دانه‌رست (E) و شاخص بنیه (F) کنگر وحشی  
 ستون‌های دارای حروف مشترک بر طبق آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

Figure 5. Interactive effect of boiled water (0, 60 min) and freezing (0, 1, 2, 3 days ) on final seed germination percentage (A), Peak value (B), MDG (C), and germination value (D), length (E), and vigor index (F) of kenger seedling

The same letters indicate non-significant differences between treatments according to Duncan's multiple range tests at  $P < 0.05$

**Amooghaie, R., & Rafiei, A. (2024).** The effect of various scarification methods, He-Ne laser, and sodium nitroprusside on seed dormancy breaking and the growth of myrtle (*Myrtus communis* L.) seedlings. *Iranian Journal of Seed Science Research*, 10(2), 81–93. [In Persian]

**Asadi-Samani, M., Rafieian-Kopaei, M., & Azimi, N. (2013).** Gundelia: A systematic review of medicinal and molecular perspectives. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 16(21), 1238–1247. <https://doi.org/10.3923/pjbs.2013.1238.1247>

**Basiri, M. (1984).** *A brief overview of pasture and grazing issues*. Isfahan Industrial University Publisher. [In Persian]

**Baskin, C. C., & Baskin, J. M. (2014).** *Seeds: Ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination* (2nd ed.). Academic Press.

**Bewley, J. D., Bradford, K. J., Hillhorst, H. W. M., & Nonogaki, H. (2013).** *Seeds: Physiology of development, germination and dormancy*. Springer-Verlag.

**Casas, R., Willis, C. G., Pearse, W. D., Baskin, C. C., Baskin, J. M., & Cavender-Bares, J. (2017).** Global biogeography of seed dormancy is determined by seasonality and seed size: A case study in legumes. *New Phytologist*, 214, 1527–1536. <https://doi.org/10.1111/nph.14498>

**Erickson, T. E., Merritt, D. J., & Shane, R. T. (2016).** Overcoming physical seed dormancy in priority native species for use in arid-zone restoration programs. *Australian Journal of Botany*, 64(5), 401–416. <https://doi.org/10.1071/BT16059>

**Gahreman, A. (1983).** *Flora of Iran in natural colors*. Research Institute of Forests and Rangelands Publications. [In Persian]

**Ghanbari, M., Modarres-Sanavy, S. A. M., & Mokhtassi-Bidgoli, A. (2018).** Germination characteristics and seed activity of enzymes of different landraces of Indian cheese maker (*Withania coagulans*) in response to sodium hypochlorite and pre-chilling. *Iranian Journal of Seed Research*, 5(1), 119–135. <https://doi.org/10.29252/yujs.5.1.119> [In Persian]

**Hind, N. (2013).** *Gundelia tournefortii*. *Curtis's Botanical Magazine*, 30, 114–138. <https://doi.org/10.1111/curt.12027>

**Hu, D., Baskin, J. M., Baskin, C. C., Yang, X., & Huang, Z. (2018).** Ecological role of physical dormancy in seeds of *Oxytropis racemosa* in a semiarid sandland with unpredictable rainfall. *Journal of Plant Ecology*, 11(4), 542–552. <https://doi.org/10.1093/jpe/rtx063>

**Hudson, A. R., Ayre, D. J., & Ooi, M. K. J. (2015).** Physical dormancy in a changing climate. *Seed Science Research*, 25, Special Issue 2: Seed Dormancy, 66–81. <https://doi.org/10.1017/S0960258514000403>

## نتیجه گیری کلی

نتایج این تحقیق نشان داد بخش بزرگی از خواب فیزیکی بذرهای کنگر وحشی مرتبط با پوشش دربرگیرنده این بذرها است. با توجه به اینکه این پوشش به شدت لیگنینی است شکاف پوشش اطراف بذر با اسکالپل برای تحریک جوانه زنی و رشد بعدی دانه رست موثرتر از خراش با تیغ یا سنباده زنی بود. انواع اسیدها و هیپوکلریت سدیم و پراکسید هیدروژن هم با هضم مواد لیگنینی تا حدودی جوانه زنی را تحریک کرد اما اغلب آنها خصوصاً با اسید کلریدریک و سولفوریک در مدت زمان‌های طولانی تیمار، اثر منفی بر رشد دانه رست داشت و بنابراین، استفاده از این تیمارها توصیه نمی‌شود. تیمارهای ترکیبی آب جوش و فریز کردن هم تاثیر مطلوبی بر شاخص‌های جوانه زنی و رشد دانه رست داشت اما اثر آن کمتر از خراش دهی با اسکالپل بود. به هر حال قابل توجه است که حتی با شکاف پوشش اطراف بذر با اسکالپل، جوانه زنی در نهایت به ۶۰ درصد رسید. بنابراین، بسیار محتمل است که بخش دیگری از خواب بذرهای کنگر از نوع فیزیولوژیکی باشد. به هر حال لازمه موفقیت برای کشت و زرع این گیاه ارزشمند در مزرعه آن است که بتوان درصد جوانه زنی را به بالاتر از ۹۰ درصد رساند. بنابراین، در مطالعات آینده باید اثر تیمارهای دیگری مانند جبرلین یا سرمادهی در رفع خواب فیزیولوژیکی بذرهای کنگر خراش دهی شده مورد بررسی قرار گیرد.

## سپاسگزاری

بدینوسیله از دانشگاه شهرکرد برای پشتیبانی مالی این پژوهش در قالب پایان‌نامه کارشناسی ارشد سپاسگزاری می‌شود.

## تعارض منافع

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

## References

- Abu-Qaoud, H., & Alkoni, R. (1995).** The effect of different seed treatments on seed germination of *Gundelia tournefortii* L. seeds. *An-Najah Journal Research*, 3(9), 58–72.
- Ali, V. D., & Aziz, F. H. (2021).** Seed germination of *Gundelia tournefortii* L. under dormancy-breaking treatments. *Plant Archives*, 21(1), 1064–1079. <http://doi.org/10.51470/PLANTARCHIVES.2021.v21.n01.141>

- Kildisheva, O. A., Dixon, K. W., Silveira, F. A. O., Chapman, T., Sacco, A. D., Mondoni, A., Turner, S. R., & Cross, A. T. (2020).** Dormancy and germination: Making every seed count in restoration. *Restoration Ecology*, 28(S3), S256-S265. <https://doi.org/10.1111/rec.13140>
- Karis, P. O., Eldenäs, P., & Källersjö, M. (2001).** New evidence for the systematic position of *Gundelia* L. with notes on delimitation of Arctoteae (Asteraceae). *Taxon*, 50, 105–114. <https://doi.org/10.2307/1224514>
- Khajeh-Hosseini, M., Alinaghizadeh, M., Hosseini, S. A., & Rashed Mohasel, M. H. (2017).** Study of seed germination and dormancy of *Prosopis farcta*, *Launaea acanthodes*, and *Cressa cretica* in pistachio orchards of Rafsanjan. *Iranian Journal of Seed Science and Technology*, 5(2), 199–213. [In Persian]
- Mahmoodzadeh, A., Nojvan, M., & Bagheri, Z. (2005).** Effects of different treatments on breaking of dormancy and seed germination of *Datura stramonium* L. *Journal of Plant Research*, 18, 341–349. [In Persian]
- Mattana, E., Gómez Barreiro, P., Hani, N. Y., Khaled Abulaila, K. H., & Ulian, T. (2022).** Physiological and environmental control of seed germination timing in Mediterranean mountain populations of *Gundelia tournefortii*. *Plant Growth Regulation*, 97, 175–184. <https://doi.org/10.1007/s10725-021-00717-5>
- Mbi, T. K., Ntsefong, N. G., & Lenzemo, T. E. (2022).** Seed dormancy: Induction, maintenance and seed technology approaches to break dormancy. In J. Jimenez-Lopez (Ed.), *Seed Biology Updates*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.106153>
- Mirzadeh Vaghefi, S., Jamzad, Z., Jalili, A., & Nasiri, M. (2010).** Study on dormancy breakage and germination in three species of hawthorn (*Crataegus aminii*, *C. persica*, and *C. babakhanloui*). *Forest and Poplar Research*, 17(4), 559–544. [In Persian]
- Mohammad, S., & Amusa, N.A. (2003).** Effects of sulfuric acid and hot water treatments on seed germination of tamarind. *African Journal of Biotechnology*, 2(9), 276–279.
- Mollashahi, M., Moshki, A., Ravanbakhsh, H., & Arjmand, K. (2017).** Investigation of viability rate and the effects of different breaking treatments of physical dormancy on seed germination of two tree species (Basswood and Black locust). *Iranian Journal of Seed Science and Technology*, 6(1), 89–100. <https://doi.org/10.22034/ijst.2017.113247> [In Persian]
- Mondani, F., Jalilian, A., & Olfati, A. (2018).** Efficiency of chemical and mechanical priming in breaking seed dormancy and germination traits of *Malva* (*Malva neglecta*). *Iranian Journal of Seed Research*, 5(1), 55–70. <https://doi.org/10.29252/yujs.5.1.55> [In Persian]
- Okonwu, K., & Eboh, I. G. (2017).** Effects of seed treatment on the germination of *Crotalaria verrucosa* L. *Journal of Applied Life Sciences International*, 10(2), 1–8. <https://doi.org/10.9734/JALSI/2017/31027>
- Kildisheva, O. A., Kasten Dumroese, R., & Davis, A. S. (2011).** Overcoming dormancy and enhancing germination of *Sphaeralcea munroana* seeds. *Horticultural Science*, 46, 1672–1676. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.46.12.1672>
- Pirasteh-Anosheh, H. (2020).** Breaking seed dormancy of camelthorn (*Alhagi maurorum*) using different treatments and salinity tolerance threshold level evaluation at germination stage. *Iranian Journal of Seed Research*, 7(1), 181–192. <https://doi.org/10.29252/yujs.7.1.181> [In Persian]
- Sepehrfar, D. (2021).** Comparison of the dormancy effects of *Albizia julibrissin* by hot water, bleach, and sulfuric acid. *Iranian Journal of Seed Research*, 11(2), 54–61. <https://doi.org/10.30495/JSR.2022.1942717.1225> [In Persian]
- Shamsodinn, F., Moshki, A., Ravanbakhsh, H., & Mollashahi, M. (2020).** Effect of seed breaking dormancy treatments on *Prosopis farcta* L. seed collected from desert and plantation ecosystems of Semnan. *Iranian Journal of Seed Science and Technology*, 8(2), 189–198. <https://doi.org/10.22034/ijst.2018.122430.1212> [In Persian]
- Sheidai Karkaj, E., Amani, M., Younessi-Hamzekhanlu, M., & Jahantab, E. (2021).** Effect of different treatments on breaking seed dormancy and germination indices in medicinal species of *Glycyrrhiza glabra* L. *Journal of Plant Research* (Iranian Journal of Biology), 34(4), 967–980. [In Persian]
- Tiwari, A. K., Tiwari, T. N., & Prasad, S. R. (2016).** Seed dormancy in ornamental plants: A review. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 86(5), 580–592. <https://doi.org/10.56093/ijas.v86i5.58245>
- Xue, T., Shen, Y., Liu, J., & Shi, F. (2016).** Advances in research of seed physical dormancy. *Chinese Bulletin of Botany*, 51(6), 863–871. <https://doi.org/10.11983/CBB15161>
- Yazdanshenas, H., Tavili, A., & Nasiri, M. (2016).** Effects of physicochemical treatments on the germination properties of seeds of the ornamental-medicinal plant (*Amaranthus cruentus*). *Journal of Plant Research* (Iranian Journal of Biology), 28(5), 1129–1136. [In Persian]
- Zare, A., & Lotfi Jalalabadi, A. (2017).** Evaluation of different mechanical, chemical, and physical treatments on breaking dormancy of prickly scorpions (*Scorpiurus muricatus* L.). *Iranian Journal of Seed Science and Technology*, 6(1), 89–100. <https://doi.org/10.22034/ijst.2017.113247> [In Persian]