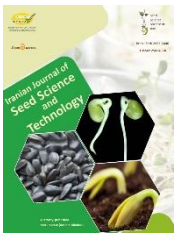
XXXX, XX (X), X-X https://doi.org/10.22092/ijsst.2024.361384.1473

Seed Science Society of Iran

Seed and Plant Certification and Registration Institute

Iranian Journal of
Seed Science and Technology



ISSN: 2588-4638

Research Article

Effect of Scarification Treatmens on Oleaster Seed Emergence (*Elaeagnus angustifolia* L.)

Elaheh Nikoee[1], Maryam Mollashahi[2*], Alireza Moshki[2], Hooman Ravanbakhsh[3]

1. MSc Graduate, Department of Desertification, Faculty of Desert Studies, Semnan University, Semnan, Iran.
2. Assistant Professor, Department of Forestry in Arid Regions, Faculty of Desert Studies, Semnan University, Semnan, Iran.
3. Assistant Professor, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.

In Press

Article Information

Received: 02 Apr. 2024
Revised: 12 May 2024
Accepted: 13 May 2024

Keywords:
Sulfuric acid,
Emergence treatment,
Seed dormancy,
Emergence percentage,
Elaeagnus angustifolia

Corresponding Author:
maryam.mollashahi@semnan.ac.ir

Abstract

Seed emergence is one of the main success factors in the production and establishment of woody species seedlings in horticulture and forestry. Oleaster (*Elaeagnus angustifolia* L.) is distributed in different parts of the Iran with different climatic conditions and has shown a wide ecological range. Due to the fact that *Elaeagnus angustifolia* seed has a hard shell, the present study was conducted to investigate the types of appropriate treatments for emergence of *Elaeagnus angustifolia* seed. The experiment was done in Semnan. Seed treatments performed in a completely randomized design with three replications (12 seed per replication). Experimental treatments to break dormancy of *Elaeagnus angustifolia* seed included control, 60% sodium hydroxide for 20 and 30 minutes, 98% sulfuric acid for 20 and 30 minutes, 1% oxygenated water for 10 and 20 minutes, physical scraping, 90°C boiling water for 15 minutes and ice water(5 days at a temperature of zero degrees and then 24 hours at a temperature of 25 degrees for 3 days).The results showed that there was a significant difference at the level of 1 % between the emergence treatments of *Elaeagnus angustifolia* seed including of emergence percent, emergence rate, and mean time of emergence seed vitality index, and seed vegetative traits such as root length, stem length, number of leaflets and seed emergence indices. The highest emergence percentage was 88.67% in 98% sulfuric acid treatment for 20 minutes. Also, the highest seed vigor index (96%), mean root length(48 mm), mean stem length(60 mm) and average number of leaflets (5.7 number) were observed in this treatment. Totally, the results showed that in all parameters examined that Sulfuric acid treatment of 98% for 20 years obtained the highest values, but two treatments of ice water and boiling water prevented the emergence of Oleaster seeds.

How to cite this paper: Nikoee, E., Mollashahi, M., Moshki, A.R., & Ravanbakhsh, H. (2025). Investigating the role of priming with humic acid on modulating the effect of salinity stress on the germination and growth indices of cucumber (*Cucumis sativus* L. cv. Saba hybrid) seed. *Iranian Journal of Seed Science and Technology*, *XX* (X), X-X. https://doi.org/10.22092/ijsst.2024.361384.1473

© 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

Introductuin

Seed dormancy is a phenomenon where the seeds of a plant, even if placed in the best environmental conditions, are unable to germinate despite being alive. Seed dormancy is actually a type of adaptation in different species that allows them to survive against unfavorable environmental conditions. To break physical seed dormancy, various scarification treatments are recommended, which soften or weaken the seed coat. Hard seeds usually require chemical or physical scarification, soaking in boiling water, stratification, or weathering to facilitate water absorption and germination. The Oleaster tree (*Elaeagnus angustifolia* L.), from the *Elaeagnaceae* family, is native to Europe and Asia and grows in Iran in the Irano-Turanian floristic region. Different species of oleaster (*Hippophae rhamnoides* L., *Elaeagnus rhamnoides* L.) have been widely planted in Iran, but its natural habitats are limited (Asadi & Janighorban, 2016). The oleaster tree is a light-loving plant and is resistant to drought, high pH, soil salinity, and strong winds, but does not grow well in soil with a pH less than 6. This study aimed to investigate the effect of different treatments for breaking physical seed dormancy of Oleaster (*Elaeagnus angustifolia* L) and using this species in the green space of Semnan city.

Method and Materials

This experiment was conducted in 2020 at the Faculty of Desert Studies, University of Semnan. Oleaster fruits were obtained from the nursery of the Department of Natural Resources of Isfahan. The fruits were collected in the summer of 2020 and stored in a cold storage. To conduct the research, after separating the skin and pulp of the fruit, the seeds were soaked in cold water to separate the empty seeds from the healthy seeds. After one hour, the empty seeds floated on the water surface and were separated from the other seeds. The seeds were then washed with distilled water and treated immediately after drying. Ten treatments were considered for this research. A completely randomized design was employed to investigate the effects of various seed treatments on breaking dormancy in Elaeagnus angustifolia seeds, utilizing three replications with 12 seeds per replication. The experimental treatments included the following: Control (no treatment), Sodium hydroxide (60%) exposure for 20 minutes and 30 minutes, Sulfuric acid (98%) exposure for 20 minutes and 30 minutes, H2O2 (1%) exposure for 10 minutes and 20 minutes, scarification, Boiling water at 90°C for 15 minutes, Ice water treatment consisting of 5 days at 0°C, followed by 24 hours at 25°C, repeated over 3 days. For planting, special planting trays (seedling trays with 7x13 holes) were used. Before starting, the seedling trays and soil were disinfected. After 2 months, the average shoot length, average root length, number of leaves, and traits such as percentage of germination, speed of germination, seed vigor index, and average germination time were calculated

Results and Discussion

The results of the present study showed that boiling water at 90 degrees for 15 minutes and ice-water treatments had no effect on seed germination, and the germination rate in these two treatments was zero. The highest percentage of germination was obtained in the sulfuric acid treatment for 20 and 30 minutes, with 88.67% and 75%, respectively. Also, according to the results obtained, it was found that the highest germination speed was in the sodium hydroxide treatment for 20 minutes, which was not significantly different from the 30-minute sulfuric acid treatment, and the lowest speed, except for the ice-water and boiling water treatments in which no seed germination was observed, was in the hydrogen peroxide treatment for 10 minutes. The results showed that the highest seed vigor index belonged to the sulfuric acid treatment for 20 minutes, and the remaining treatments did not show a significant difference.

The Tukey test results showed that the effect of different treatments on the germination characteristics of oleaster seeds is significant. The highest average root length, shoot length, and number of leaves were obtained in the treatment with 98% sulfuric acid for 20 minutes, and the lowest amount was obtained in the scarification treatment. The results obtained from this research showed that treatment with 98% sulfuric acid had a positive effect on increasing the germination of seeds. Concentrated sulfuric acid, by removing the seed coat, allows water to penetrate into the seed and overcomes seed dormancy caused by the impermeability of the seed coat. In addition to the acid concentration, the duration of seed contact with it, the type of seed, and the plant species affect the germination rate of seeds.

Conclusion

Elaeagnus angustifolia seeds exhibit physical dormancy due to their hard outer seed coat. Therefore, in this research, scarification treatments were employed to break seed dormancy and increase seed germination rates. Ultimately, the results obtained from the research showed that the highest percentage of germination, seed vitality index, as well as the highest average radicle length, stem length, and number of leaflets were observed in the treatment using 98% sulfuric acid for 20 minutes. Following the sulfuric acid treatment, sodium hydroxide and mechanical scarification treatments showed the highest germination rates. Among all the treatments performed, neither hot water nor ice water treatments resulted in any seed germination.

دوره XX، شماره X، صفحات X-X

https://doi.org/10.22092/ijsst.2024.361384.1473

نشریه علوم و فناوری بذر ایران

ISSN: 2588-4638

مقاله پژوهشی

اثر تیمارهای خراش‌دهی بر سبزشدن بذر سنجد (*Elaeagnus angustifolia* L.)

الهه نیکوئی[1]، مریم ملاشاهی[2*]، علیرضا مشکی[2]، هومن روانبخش[3]

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد مدیریت و کنترل بیابان، گروه بیابان‌زدایی، دانشکده کویرشناسی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران.

۲. استادیار، گروه جنگلداری در مناطق خشک، دانشکده کویرشناسی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران.

۳. استادیار، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

چکیده

سبزشدن بذر یکی از عوامل اصلی موفقیت در تولید و استقرار نهال گونه‌های چوبی در باغبانی و جنگل کاری به شمار می‌آید. درخت سنجد (*Elaeagnus angustifolia* L.) در نقاط مختلف ایران با شرایط آب‌وهوایی متفاوت پراکنش دارد و دامنه اکولوژیکی وسیعی از خود نشان داده است. از آنجایی که بذر سنجد پوسته سختی دارد، هدف تحقیق حاضر بررسی تیمارهای مختلف خراش‌دهی بذر بر سبز شدن بذر سنجد می‌باشد. این آزمایش در شهر سمنان صورت پذیرفت. تیمار خراش‌دهی بذر در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار (هر تکرار۱۲ بذر) انجام شد. تیمارهای مورد استفاده برای شکستن خواب فیزیکی بذر سنجد شامل تیمار شاهد، NaOH ۶۰ % با مدت زمان ۲۰ و ۳۰ دقیقه، H_2SO_4 ۹۸ % با مدت زمان ۲۰ و ۳۰ دقیقه، آب‌اکسیژنه ۱٪ با مدت زمان ۱۰ و ۲۰ دقیقه، خراش‌دهی فیزیکی، آب جوش با مدت زمان ۱۵ دقیقه و یخ‌آب(۵ روز در دمای صفر درجه و سپس۲۴ ساعت در دمای ۲۵ درجه به مدت ۳ روز) بود. نتایج تحقیق نشان داد که در بین تیمارهای سبز شدن بذر سنجد شامل درصد سبز شدن ، سرعت سبز شدن ، شاخص بنیه بذر و میانگین زمان سبز شدن و نیز صفات سبز شدن بذر از جمله طول ساقه‌چه، تعداد برگچه، طول ریشه‌چه و شاخص‌های سبزشدن بذر مورد اندازه‌گیری اختلاف معنی‌داری وجود داشت. بیشترین درصد سبز شدن به میزان ۸۸/۶۷ درصد در تیمار اسید سولفوریک ۹۸ درصد به مدت ۲۰ دقیقه بود. همچنین بیشترین شاخص بنیه بذر (۹۶درصد)، میانگین طول ریشه‌چه(۴۸ میلی‌متر)، میانگین طول ساقه‌چه (۶۰ میلی‌متر) و میانگین تعداد برگچه(۵/۷ عدد) نیز در این تیمار مشاهده گردید. در مجموع نتایج بدست آمده نشان داد که در تمامی پارامترهای مورد بررسی تیمار اسید سولفوریک ۹۸ درصد به مدت ۲۰ بالاترین مقادیر بدست آمد ولی دو تیمار یخ‌آب و تیمار آب جوش، سبب ممانعت از سبز شدن بذرهای سنجد شدند.

اطلاعات مقاله

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۱/۱۴

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۲/۲۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۲/۲۴

واژه‌های کلیدی:
اسید سولفوریک،
تیمار سبز شدن،
خواب بذر،
درصد سبز شدن،
سنجد

نویسنده مسئول:
maryam.mollashahi@semnan.ac.ir

نحوه استناد به این مقاله:

Nikoee, E., Mollashahi, M., Moshki, A.R., & Ravanbakhsh, H. (2025). Investigating the role of priming with humic acid on modulating the effect of salinity stress on the germination and growth indices of cucumber (*Cucumis sativus* L. cv. Saba hybrid) seed. *Iranian Journal of Seed Science and Technology*, *XX* (X), X-X. https://doi.org/10.22092/ijsst.2024.361384.1473

مقدمه

مهم‌ترین عامل تولیدمثلی درگیاهان بذر می‌باشد که علاوه بر حفاظت ذخایر توارثی، نقش موثری در انتقال خصوصیات وراثتی و مکانیزم‌های پراکنش و استقرار گیاه دارد. در بسیاری از گونه‌های گیاهی، سبز شدن توسط مکانیسمی به نام خواب بذر، تحت کنترل قرار می‌گیرد (Nasiri et al., 2003).

کمون یا خواب بذر، یک رکود موقت در بذر می‌باشد که با وجود قرارگیری بذور در بهترین شرایط کاشت نیز، بذر قادر به جوانه‌زنی نخواهد بود (Bryant, 1996). خواب بذر نقش مهمی در تجدید حیات و زندگی گیاهان دارد زیرا بذر در حالت سکون قرار داشته و فرصت انتشار دارد (Mollashahi et al., 2017). بذر در حالت سکون می‌تواند شرایط نامناسب اقلیمی و تنش‌های محیطی را تحمل نموده تداوم نسل خود را ممکن سازد (Finch savage & Leubner, 2006). طول دوره خواب در یک گونه به اقلیم منطقه و ساختار ژنتیکی گیاه مادری و شرایط مناسب سبز شدن بذر آن بستگی دارد (Fateh et al., 2006).

خواب بذر (Dormancy) پدیده‌ای است که بذور یک گیاه حتی اگر در این وضعیت در بهترین شرایط محیطی قرار گیرند، علیرغم زنده بودن، باز قادر به سبز شدن نخواهند بود. خواب بذر در واقع یک نوع سازگاری در گونه‌های مختلف است که باعث می‌شود در مقابل شرایط نامساعد محیطی زنده بمانند. انواع خواب بذر شامل فیزیکی، مکانیکی، مورفولوژیکی، مورفوفیزیولوژیکی، فیزیولوژیکی و چندگانه است (Valizadeh Kaji & Abbasifar, 2018). درجه سختی پوسته بذر (میزان نفوذ ناپذیری پوسته نسبت به ورود اکسیژن، آب و نیز میزان مقاوت مکانیکی پوسته بذر)، هم چنین درجه رسیدگی جنین (جنین نابالغ، جنین در حال خواب)، وجود مواد بازدارنده در بذرها از جمله عوامل موثر در خواب بذر می‌باشند (Finch savage, 2013). برای از بین بردن خواب بذر فیزیکی روش‌های مختلف تیمارهای خراش‌دهی که باعث نرم شدن یا ضعیف شدن پوسته بذر می‌شوند توصیه می‌گردد. بذور سخت معمولا برای تسهیل جذب آب و سبز شدن به خراش‌دهی شیمیایی، فیزیکی و غوطه‌وری در آب در حال جوشیدن، استراتیفیکاسیون و یا هوادیدگی نیاز دارند. به طور کلی، هر تیماری که نفوذپذیری پوسته‌ی بذر را از بین ببرد یا کاهش دهد، خراش‌دهی یا اسکاریفیکاسیون نامیده می‌شود. روش‌های مختلفی برای نرم کردن پوسته‌های بذر و سایر پوشش‌های همراه بذر مانند خراش‌دهی مکانیکی، خراش دادن با آب گرم، خراش‌دهی با اسید، خراش‌دهی مرطوب گرم و خراش‌دهی با دمای زیاد استفاده می‌شوند. خیساندن این بذور در اسید سولفوریک، اسید رقیق به مدت چند دقیقه نیز سبب نازک شدن پوسته‌ی بذر و تسریع سبز شدن بذر خواهد شد. هم‌چنین برای از بین بردن خواب بذر تیمارهای چینه سرمایی، استفاده از جیبرلین و نیترات پتاسیم توصیه شده است(Mahdavi Faikjor et al., 2015). به عنوان مثال صالحی و همکاران (Salehi *et al*., 2018) با مطالعه اثر تیمارهای مختلف بر جوانه‌زنی بذر گونه *Iris spuria* که از جمله گونه‌هایی با پوسته سخت به شمار می‌آید نشان دادند که تیمار هیدروکسید سدیم بیشترین میزان درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، شاخص بنیه بذر، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و وزن خشک و تر ریشه‌چه و ساقه‌چه می‌شود.هم چنین مطالعات انجام شده نشان داده اند که آب اکسیژنه نیز می‌تواند باعث افزایش جوانه‌زنی در بذور با خواب فیزیکی و فیزیولوژیکی شود(Ahmadloo et al., 2015; Mollashahi et al., 2009).

جهت شکستن خواب بذر و تحریک جوانه‌زنی انجمن بین‌المللی آزمون بذر روش‌های مختلفی را ارائه کرده اند که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به استفاده از مواد شیمیایی محرک جوانه‌زنی مانند اسید نیتریک، پلی اتیلن گلایکول، نیترات پتاسیم، اتانول، جیبرلین، اسکاریفیکاسیون بذر (خراش‌دهی مکانیکی و شیمیایی)، استراتیفیکاسیون بذر (لایه‌پردازی در بسترهای مختلف) و نیز قرار گرفتن در محیط‌هایی با تناوب دمایی و نوری اشاره کرد (Saberi & Tavili, 2010).

درخت سنجد (*Elaeagnus angustifolia L*.) با نام انگلیسی Oleaster از خانواده *Elaeagnaceae*، گیاه بومی مناطق اروپا و آسیا بوده و در ایران در منطقه رویشی ایران و تورانی رویش دارد. گونه‌های مختلف سنجد (*Hippophae rhamnoides* L.)، (*Elaeagnus rhamnoides* (L.) در ایران در سطح وسیعی کاشته شده‌اند ولی رویشگاه‌های طبیعی آن محدود است (Asadi & Janighorban, 2016). درخت سنجد گیاه نور پسند است و نسبت به خشکی، بالا بودن pH و شوری خاک و نیز

بادهای شـدید مقاوم بوده اما در خاکی با pH کمتر از ۶ رشـد مناسبی ندارد.

در حال حاضـر در اکثر نقاط دنیا از جمله ایران رویشـگاه این گونه به دلیل کاشـت توسـط انسـان افزایش یافته و در حال حاضـر در بسـیاری از مناطق درخت به طور طبیعی تجدید حیات نموده و سطح رویشگاه‌های آن افزایش یافته است. این گونه در بسیاری از نقاط دنیا از جمله ایالات متحده آمریکا با اهدافی چون تولید میوه برای پرندگان نیز با هدف ایجاد بادشـکن تحت کاشـت قرار می‌گیرد و در کشـورهایی چون ، انگلسـتان، فرانسـه و آمریکا به جهت زیبایی ظاهری درخت در فضای سبز از آن استفاده می‌شود (Jazirehi, 2001). از گونه سـنجد در زمینه‌های خوراکی و دارویی و نیز اهداف زیست محیطی استفاده می‌شود. از چوب آن به عنوان چوب سوخت استفاده می‌شود و گره‌های چوبی موجود در آن موجب ایجاد نقوش زیبا شده که از آن ابزارهای زینتی تهیه می‌شـود. درخت سـنجد به دلیل فرم خاص درخت آن، و رنگ برگ‌های خاص آن و نیز عطر تند گل‌های آن، به فراوانی در فضای سبز مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در ایران، کاشـت درخت سـنجد بیشـتر با هدف تولید میوه رواج دارد. اولویت تکثیر این گونه اغلب به وسـیله بذر بوده اما روش‌های تکثیر غیرجنسـی مانند قلمه‌زدن و خوابانیدن نیز برای تکثیر این گیاه استفاده می‌شود (Muzika & Randall,1997). از جمله مطالعاتی که روی این گونه انجام شـده می‌توان به تحقیق Jinks & Ciccarese,(1997) اشاره کرد که نشان با قرار دادن بذر گونه سنجد (*Elaeagnus angustifolia* L) در آب به مدت چند روز و سپس سرمادهی بذر می توان موجب افزایش سبز شدن در این گونه گردید. Guilbault et al. (2012) نیز با مطالعه بر روی گونه سـنجد (*Elaeagnus angustifolia* L) نشـان دادند که سرمادهی بذر یکی از عوامل اصلی افزایش سبز شدن و شکست خواب بذر در این گونه می‌باشد. Ahani et al. (2016) با مطالعه بر روی جوانه‌زنی بـذور بـا مبـداهـای مختلف بـذر سـنجـد (*Elaeagnus angustifolia* L) نشـان دادند که مبدا آذربایجان شرقی بیشترین میزان جوانه‌زنی را داشته است.

از دیگر مطالعات انجام شـده در خانواده سـنجد می توان به تحقیق Ahani et al. (2015) اشاره کرد که به بررسی تیمارهای جوانه‌زنی گونه *Hippophae rhamnoides* از خانواده *Elaeagnaceae* پرداختند و نشان دادند که تیمار یخ‌آب بیشترین میزان جوانه‌زنی را داشته است. Olmez & Olcum (2017) با بررسـی اثر تیمارهای جوانه‌زنی بر روی گونه *Hippophae rhamnoides* از خانواده *Elaeagnaceae* بیان کردند که تیمار اسید سولفوریک بیشترین جوانه‌زنی را نشان داده است. این مطالعه با هدف بررسـی اثر تیمارهای مختلف برای شـکسـتن خواب فیزیکی بـذر سـنجـد (*Elaeagnus angustifolia* L) و استفاده از این گونه در فضای سبز شهر سمنان انجام شد.

مواد وروش‌ها

این آزمایش در سـال ۱۳۹۹ در دانشـکده کویرشـناسـی دانشـگاه سـمنان انجام شـد. میوه های سـنجد از نهالسـتان اداره منابع طبیعی اصفهان تهیه شدند. میوه‌ها در تابستان سال ۱۳۹۹ جمع‌آوری شده و در سـردخانه نگهداری شـدند. جهت انجام تحقیق، پس از جداسازی پوست و گوشت میوه، در ابتدا برای جداسازی بذرهای پوک از بذرهای سالم، بذرها داخل آب سرد خیسانده شدند. پس از یک ساعت بذرهای پوک بر روی سطح آب شناور شده و از سایر بذور جدا گردیدند(Esmaili et al., 2012). سپس بذرها با آب مقطر شسته شده و بلافاصله بعد از خشک شدن بذور تحت تیمار قرار گرفتند. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصـادفی و با ۳ تکرار صـورت پذیرفت. برای انجام این تحقیق ۱۰ تیمار در نظر گرفته شد (جدول ۱).

جهت انجام تیمار خراش‌دهی با اسـتفاده از کاغذ سـمباده (Siliciummcarbid P220) به کمک دسـت و با فشـار کم و حرکتی در اندازه ۲ سـانتی‌متر روی کاغذ، خراشـی بر روی بذور در ناحیه ای غیر از ناف ایجاد شـد(Shamsodinn et al., 2018). پس از انجام تیمارها، بذرها با آب مقطر شستو داده شدند تا مواد مورد استفاده روی بذر باقی نماند.

آماده سازی بستر کاشت

برای کاشت بدور از سینی‌های مخصوص کاشت (سینی های نشاء مخصوص با تعداد حفره ۷×۱۳) استفاده گردید. قبل از شروع کار، سـینی‌های نشـاء و خاک ضـدعفونی شـدند. برای این کار از دسـتگاه اتوکلاو انجام اسـتفاده شـد. سـینی‌های کاشـت در دمای

محیط با نور کافی قرار داده شدند و آزمایش تا سبزشدن آخرین بذر به مدت دو ماه به طول انجامید. رطوبت بذرها هر روزه به وسیله آب‌پاشی و به محض خشک شدن سطح خاک تامین و میزان سبزشدن به طور روزانه شمارش شد. ملاک سبز شدن بذور، خروج ریشه‌چه به طول میلی‌متر۲ بود (Soltani et al., 2001).

جدول ۱- تیمارهای سبز شدن بذر سنجد

Table1- Oleaster *seed emergence treatments*

Number of treatments	تیمارها (Treatment)	مشخصات (Characterizes)
1	شاهد (Control)	بذر بدون تیمار (Seed without Treatment)
2	هیدروکسید سدیم ۲۰ دقیقه (NaOH 20 Min)	قرار دادن بذرها در محلول هیدروکسید سدیم ۶۰ درصد به مدت ۲۰ دقیقه (Soaking in NaOH 60% for 20 min) (Sahlehi et al., 2018)
3	هیدروکسید سدیم ۳۰ دقیقه (NaOH 30 Min)	قرار دادن بذرها در محلول هیدروکسید سدیم ۶۰ درصد به مدت ۳۰ دقیقه (Soaking in NaOH 60% for 30 min)
4	اسید سولفوریک ۲۰ دقیقه (H_2SO_4 20 Min)	قرار دادن بذرها در اسید سولفوریک غلیظ ۹۸ درصد به مدت ۲۰ دقیقه (Soaking in H_2SO_4 98% for 20 min) (Olmes & Olcum, 2017)
5	اسید سولفوریک ۳۰ دقیقه (H_2SO_4 30 Min)	قرار دادن بذرها در اسید سولفوریک غلیظ ۹۸ درصد به مدت ۳۰ دقیقه (Soaking in H_2SO_4 98% for 30 min)
6	آب اکسیژنه ۱۰ دقیقه (H_2O_2 10 Min)	(Ahmadlo et al., 2015)
7	آب اکسیژنه ۲۰ دقیقه (H_2O_2 20 Min)	قرار دادن بذرها در آب اکسیژنه ۱ درصد به مدت ۲۰ دقیقه (Soaking in H_2O_2 1% for 20 min)
8	خراش‌دهی فیزیکی (Scarification)	خراش‌دهی پوسته بذر به وسیله کاغذ سمباده (seed coat scarification by sand paper) (Hatami Moghadam & Htami, 2008)
9	یخ‌آب (Ice/water)	قرار دادن بذرهادر یخ آب پس از هر ۵ روز در دمای صفر درجه به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳ دوره (Soaking seed in Ice water after freezing in 0 °C temperature for 24 h in 25 °C in periods) (Ahani et al., 2015)
10	آب جوش (Hot water)	قرار دادن بذرها در آب جوش ۹۰ درجه سلسیوس به مدت ۱۵ دقیقه (Soaking seed in Hot water 90 °C for 15 min) (Hatami Moghadam & Htami, 2008)

پس از گذشت ۲ ماه، میانگین طول ساقه‌چه، میانگین طول ریشه‌چه، تعداد برگچه و صفات درصد سبز شدن، سرعت سبز شدن، شاخص بنیه بذر و میانگین زمان سبز شدن محاسبه شدند (Ahani et al., 2015).

روش اندازه‌گیری شاخص‌های سبز شدن

برای محاسبه شاخص‌های سبز شدن شامل سرعت سبز شدن و درصد سبز شدن (Panwar & Bahardwaj, 2005)، شاخص بنیه بذر (Abdul-Baki & Anderson, 1973) و میانگین زمان سبز شدن (Kulkarni et al., 2007) فرمول‌های زیر مورد استفاده قرار گرفت.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

آزمایش‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی، با ۳ تکرار و با استفاده از آنالیز تجزیه واریانس یک طرفه[1] انجام گردید. نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف - اسمیرنوف[2] و برابری واریانس‌ها با کمک تست لون[3] بررسی و از آزمون توکی[4] جهت

[1] One Way ANOVA
[2] Kolmogorov - Smirnov
[3] Levene's Test
[4] Tukey

In Press

مقایسه میانگین‌ها استفاده شد. کلیه آنالیزهای آماری در محیط نرم افزار SPSS و رسم نمودارها نیز در برنامه Excel انجام شد.

شکل ۱- کاشت بذرها درون سینی‌های نشاء

Fig 1. Planting the seeds in the seedling trays

جدول ۲-نحوه محاسبه صفات سبز شدن بذر سنجد

Table 2- Analysis method of Oleaster *seed Emergence*

شاخص های جوانه‌زنی بذر Germination seed indexes	محاسبه صفات Characteristic Measurement
درصد جوانه زنی Germination Percentage	$(GP) = (n/N)*100$
سرعت جوانه زنی Germination rate	$(Gr) = \Sigma(n_i / t_i)$
شاخص بنیه بذر Seed Vigour Index	$SVI = GP * Mean (PL + RL) / 100$
میانگین زمان جوانه زنی Mean time to Germination	$MTG = \Sigma (ni * ti) / \Sigma n$

در روابط بررسی شده، n = تعداد کل بذرهای جوانه زده در طی دوره، ti = تعداد روزهای پس از شروع جوانه زنی، N= تعداد بذرهای کاشته شده، PL= طول ساقه‌چه (میلی‌متر)، ni = تعداد بذرهای جوانه زده در یک فاصله زمانی مشخص و RL برابر طول ریشه‌چه به میلی‌متر می‌باشد.

نتایج و بحث

نتایج بررسی اثر تیمارهای مختلف بر سبز شدن بذر سنجد

بررسی حاصل از تجزیه واریانس یک طرفه (One Way ANOVA) نشان داد که تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۱ میان تیمارهای مختلف جهت سبز شدن بذر سنجد و شاخص‌های سبز شدن وجود دارد (جدول ۵).

درصد و سرعت سبز شدن

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که تیمارهای آب جوش ۹۰ درجه به مدت ۱۵ دقیقه و تیمار یخ‌آب در سبز شدن بذر تاثیرنداشته و میزان سبز شدن در این دو تیمار صفر بوده است. بنابراین این دو تیمار در مقایسات آماری در نظر گرفته نشدند. به نحوی که سبز شدن در این دو تیمار مشاهده نگردید. بیشترین درصد سبز شدن در تیمار اسید سولفوریک به مدت ۲۰ و ۳۰ دقیقه به ترتیب به میزان ۸۸/۶۷ درصد و ۷۵ درصد بدست آمد. بنابراین می‌توان عنوان نمود تیمار اسید سولفوریک از روش‌های موثر جهت افزایش سبز شدن در بذر سنجد است. البته به لحاظ آماری درصد سبز شدن تیمارهای هیدروکسید سدیم ۲۰ دقیقه، آب کسیژنه ۱۰ دقیقه و خراش‌دهی نیز با تیمار اسید سولفوریک تفاوت معنی‌داری نداشتند.

In Press

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف بر شاخص‌های سبز شدن بذر

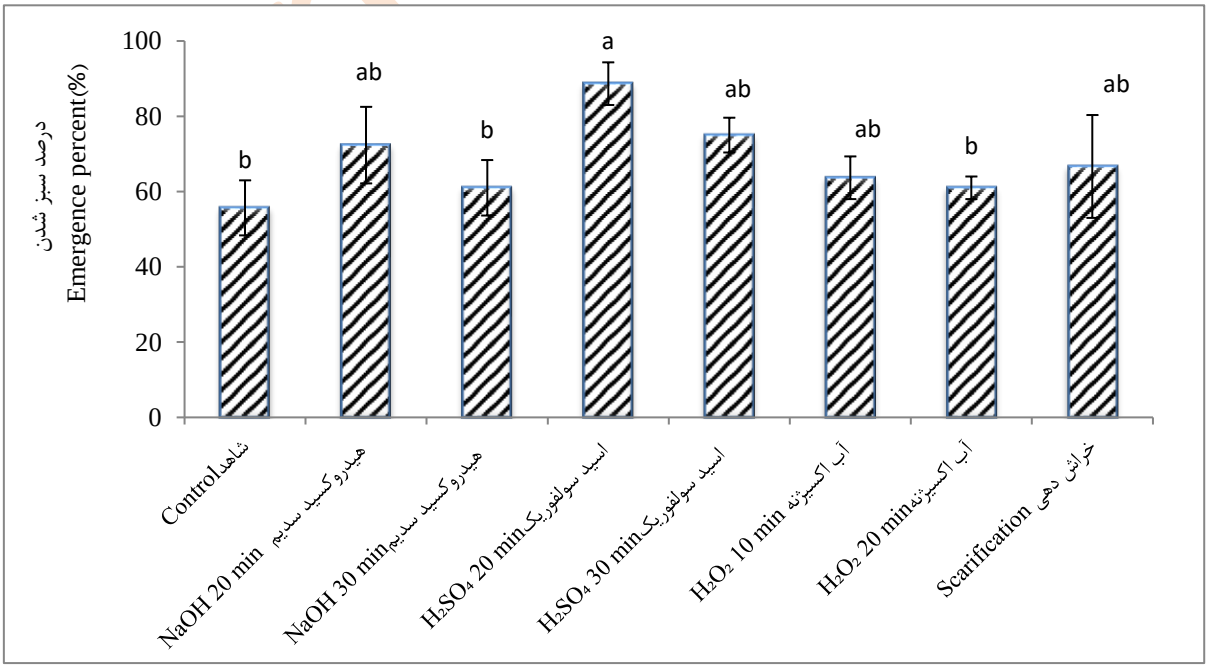
Table 3- Variance analysis results of different treatments on seed Emergence characteristics

منابع تغییرات Source of Variance	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of Square: شاخص بنیه بذر Seed vitality index	سرعت سبز شدن Emergence rate	درصد سبز شدن Emergence percent	میانگین زمان سبز شدن Mean time of Emergence
تیمار Treatment	7	**1606.92	0.69**	*328.09	**229.4
خطا Eror	23	5.66	0.1	3.03	1.8
ضریب تغییرات Coefficient Variance		1.2	1.1	1.77	1.39
Significant		0.01	0.00	0.05	0.00

**Mean significant at the 0.01 probility level — **معنی داری در سطح احتمال ۰/۰۱ درصد

*Mean significant at the 0.05 probility level — *معنی درای در سطح احتمال ۰/۰۵ درصد

هم چنین افزایش تیمار بذرها در تیمارهای اسید سولفوریک، هیدروکسید سدیم و آب آکسیژنه موجب کاهش درصد سبز شدن بذرها شد که علت آن را می‌توان آسیب به جنین بذر عنوان نمود (شکل ۲). همچنین با توجه به نتایج بدست آمده مشخص شد که بیشترین سرعت سبز شدن در تیمار هیدروکسید سدیم به مدت ۲۰ دقیقه بوده که با تیمار اسیدسولوفوریک ۳۰ دقیقه تفاوت معنی‌داری نداشت و کمترین سرعت آن به جز تیمارهای یخ‌آب و آب‌جوش که در آن سبز شدن بذر مشاهده نگردید، در تیمار آب اکسیژنه به مدت ۱۰ دقیقه بوده است (شکل ۳). میانگین‌های دارای حرف مشترک در سطح احتمال ۰/۰۱ آزمون توکی تفاوت معنی‌داری ندارند.

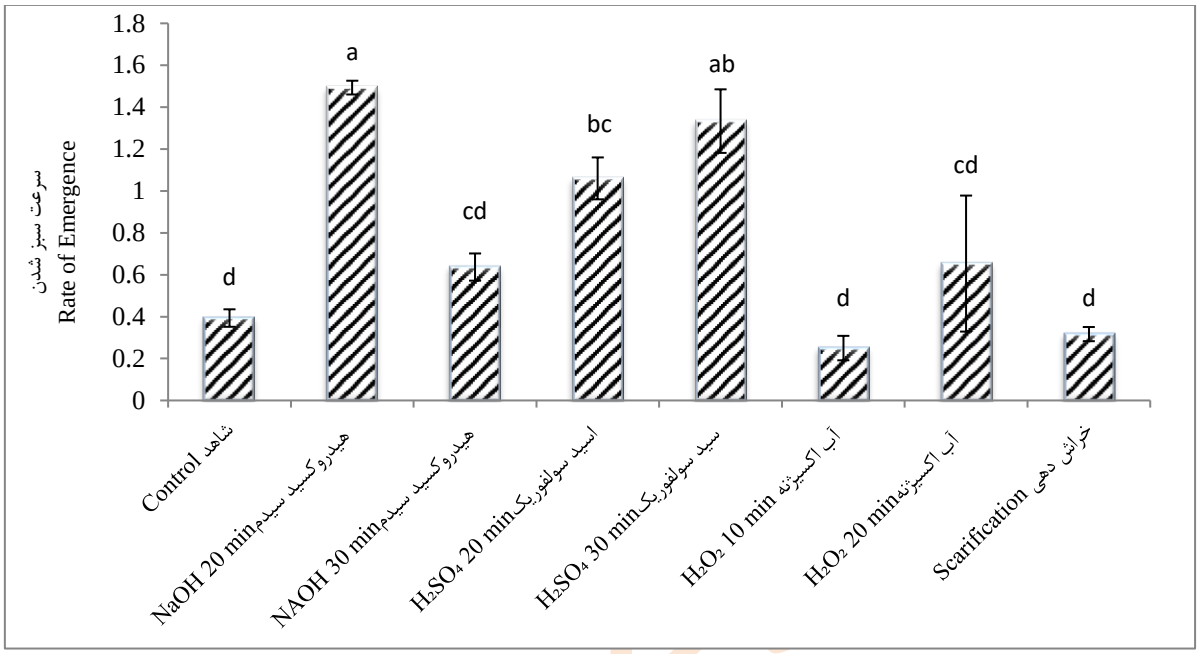


شکل ۲- مقایسه اثر تیمارهای خراش‌دهی بر درصد سبز شدن بذر سنجد

Fig 2- Comparison of different scarification treatments on Oleaster seed Emergence percent

میانگین‌های دارای حرف مشترک در سطح احتمال ۰/۰۱ آزمون توکی تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means with the same letter do not differ significantly at the 0.01 probability level of the Tukey test.



شکل ۳- مقایسه اثر تیمارهای خراش‌دهی بر سرعت سبز شدن بذر سنجد در سطح ۰/۰۱

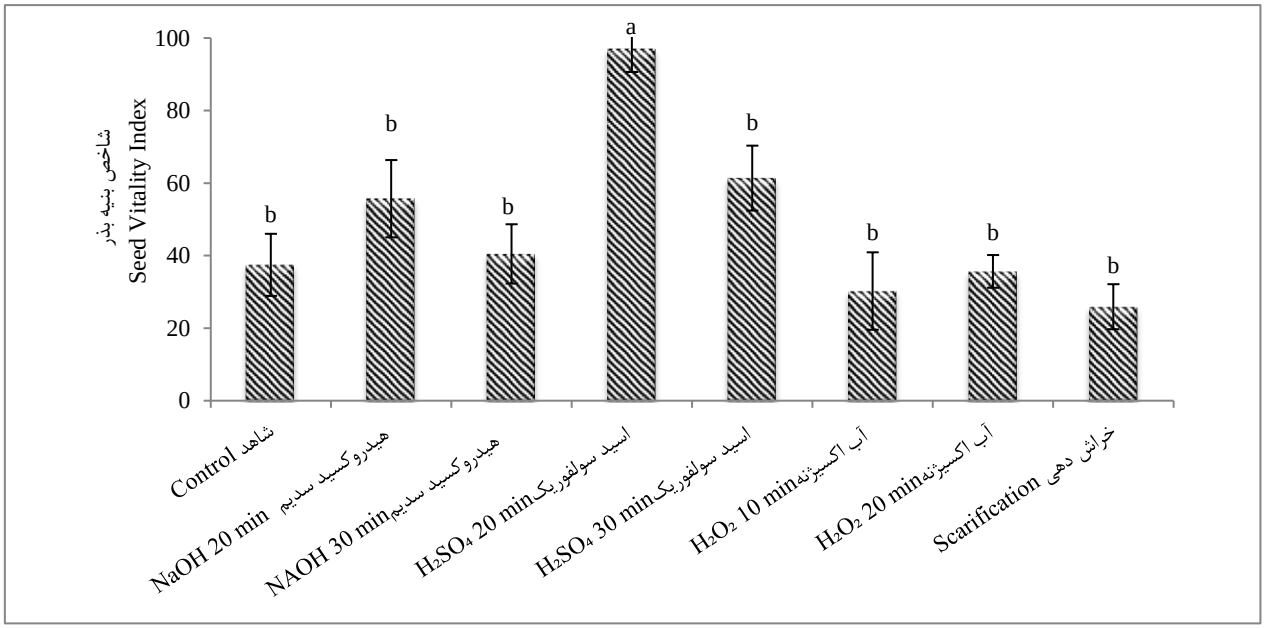
Fig 3- Comparison of different scarification treatments on Oleaster seed Emergence rate

میانگین‌های دارای حرف مشترک در سطح احتمال ۰/۰۱ آزمون توکی تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means with the same letter do not differ significantly at the 0.01 probability level of the Tukey test.

شاخص بنیه بذر

نتایج نشان داد که بیشترین شاخص بنیه بذر به ترتیب متعلق به تیمار اسید سولفوریک به مدت ۲۰ دقیقه بوده و باقی تیمارها تفاوت معنی‌داری را نشان ندادند(شکل ۴). با توجه به رابطه مستقیم شاخص بنیه بذر با درصد سبز شدن و طول گیاهچه، زیاد بودن اندازه این شاخص در تیمار اسید سولفوریک را می‌توان ناشی از زیاد بودن درصد سبز شدن و طول گیاهچه در این تیمار بیان نمود.



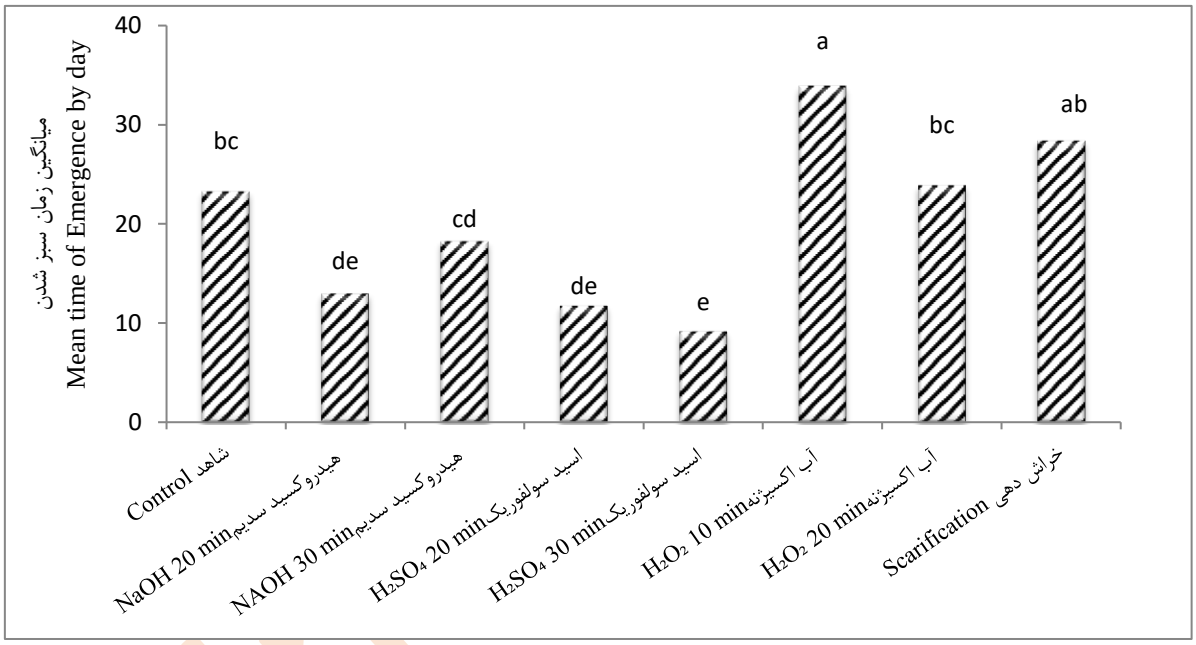
شکل ۴- مقایسه اثر تیمارهای خراش‌دهی بر شاخص بنیه بذر سنجد در سطح احتمال ۰/۰۱

Fig 4- Comparison of different scarification treatments on Oleaster seed Emergence viability

میانگین‌های دارای حرف مشترک در سطح احتمال ۰/۰۱ آزمون توکی تفاوت معنی‌داری ندارند.

میانگین زمان سبز شدن

بر اساس نتایج بدست آمده مشخص شد که بیشترین میانگین زمان سبز شدن در تیمار آب اکسیژنه به مدت ۱۰ دقیقه و کمترین میزان آن در تیمار اسید سولفوریک به مدت ۳۰ دقیقه بوده است. همچنین تیمار خراش‌دهی نیز از میانگین تعداد بذر سبز شده بالایی برخوردار بوده و به لحاظ آماری با تیمار آب اکسیژنه ۱۰ دقیقه تفاوت معنی‌داری را نشان نداد (شکل ۵). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که هرچه میانگین زمان سبز شدن افزایش یابد، از سرعت سبز شدن کاسته می‌شود.



شکل ۵- مقایسه اثر تیمارهای خراش‌دهی بر میانگین زمان سبز شدن بذر سنجد در سطح احتمال ۰/۰۱

Fig 5- Comparison of different scarification treatments on Oleaster mean time of Seed Emergence

میانگین‌های دارای حرف مشترک در سطح احتمال ۰/۰۱ آزمون توکی تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means with the same letter do not differ significantly at the 0.01 probability level of the Tukey test.

نتایج بررسی اثر تیمارهای مختلف بر صفات سبز شدن بذر سنجد

نتایج بدست آمده از تجزیه واریانس یک طرفه نشان داد که میان تیمارهای مختلف بر روی شاخص‌های طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و تعداد برگچه اختلاف معنی‌داری در سطح ۹۹ درصد وجود دارد (جدول ۴).

جدول ۴-نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف بر صفات سبز شدن بذر سنجد

Table 4- Results of analysis variance of different treatments on Oleaster *Emergence* characteristics

		میانگین مربعات Mean of Square		
منابع تغییرات Source of Variance	درجه آزادی df	تعداد برگچه Leaf number	طول ساقه‌چه (Shoot length)	طول ریشه‌چه (Root length)
تیمار Treatment	7	**51.99	5573.12**	3211.42**
خطا Eror	287	0.16	1.85	1.4
ضریب تغییرات Coefficient Variance		0.84	0.83	0.82

Significant	0.00	0.00	0.00

**Mean significant at the probility level

**معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۱ درصد

نتایج آزمون توکی نشـــان داد که اثر تیمارهای مختلف بر صفات سبز شدن بذر سنجد معنی‌دار است، به نحوی که بیشترین میانگین طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و تعداد برگچه در تیمار اسید سـولفوریک ۹۸ درصـد به مدت ۲۰ دقیقه و کمترین میزان آن در تیمار خراش‌دهی بدســـت آمد. در تیمار آب جوش و یخ‌آب نیز بذر سـبز شـده ایی مشـاهده نگردید و میزان سـبز شـدن در آن ها صفر بوده است (جدول ۵).

جدول ۵- نتایج مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف بر صفات سبز شدن بذر سنجد

Table 5- Comparison mean of different treatments on Oleaster *seed Emergence charectristics*

تیمارها (Pretreatment)	تعداد برگچه Leaf number	طول ساقه‌چه Shoot length (mm)	طول ریشه‌چه Root length(mm)
شاهدControl	3.25±0.52 ab	35.22±5.60bcd	30.11±4.83bc
هیدروکسید سدیم ۲۰ دقیقه (NaoH 20 Min)	3.44±0.4ab	42.72±5.23bc	29.05±3.38bc
هیدروکسید سدیم ۳۰ دقیقه (NaoH 30 Min)	3.33±0.51ab	35.08±5.62bcd	29±4.31bc
اسید سولفوریک ۲۰ دقیقه (H_2so_4 20Min)	5.72±0.39a	60.08±4.22a	48.41±3.45a
اسید سولفوریک ۳۰ دقیقه (H_2so_4 30Min)	4.27±0.48b	48.05±5.43ab	33.22±3.79b
آب اکسیژنه ۱۰ دقیقه (H_2o_2 10 Min)	2.11±0.33b	25.50±3.93cd	19.91±2.85bc
آب اکسیژنه ۲۰دقیقه (H_2o_2 20 Min)	2.72±0.45ab	39.97±5.41bcd	25.30±3.94bc
خراش‌دهی (Scarification)	2.05±0.32b	21.38±3.35cd	17.50±2.84bc

میانگین‌ها به همراه انحراف داده‌ها نمایش داده شدند.

The averages were displayed along with the data deviations.

میانگین های دارای حرف مشترک در سطح احتمال ۰/۰۱ آزمون توکی تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means with the same letter do not differ significantly at the 0.01 probability level of the Tukey test.

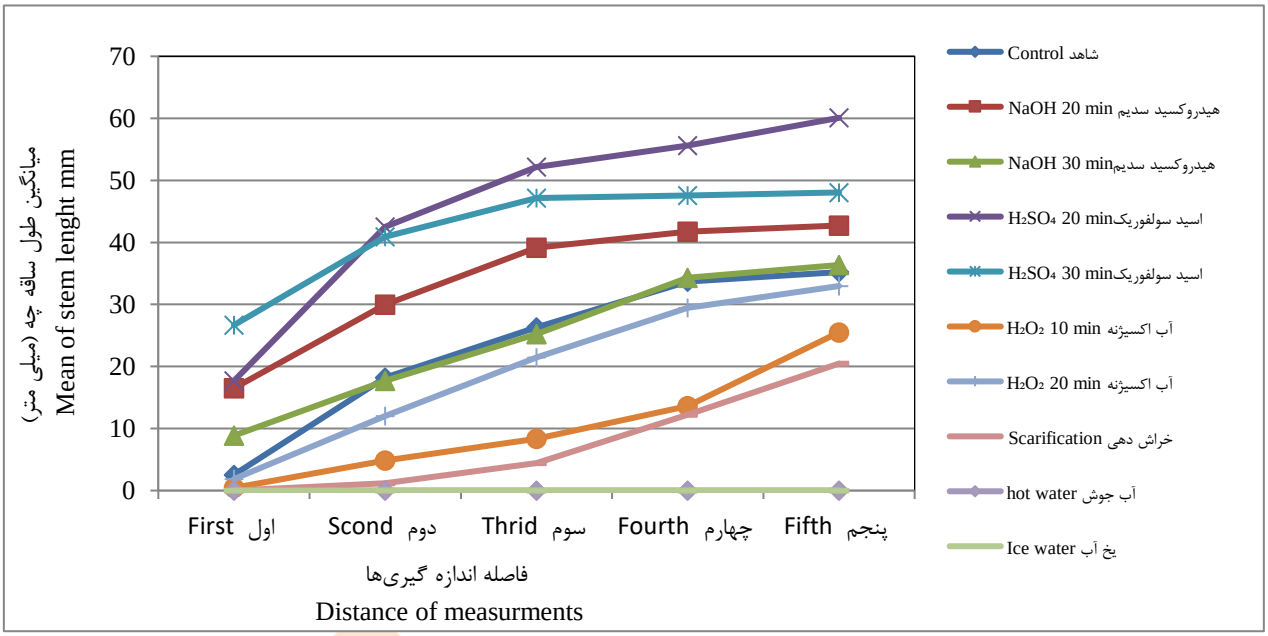
میانگین رشد طولی ساقه‌چه

شکل ۶ نتایج بدست آمده از اندازه‌گیری رشد طولی ساقه‌چه در فواصـل زمانی ۱۰ روزه (در مجموع ۵ زمان مختلف) را نشـان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود بیشترین و کمترین میانگین رشـد طولی ساقه‌چه به ترتیب در تیمار اسید سـولفوریک به مدت ۲۰ دقیقه و خراش‌دهی بوده است.

نتایج بدســـت آمده از این تحقیق نشـــان داد که تیمار اســـید سـولفوریک ۹۸ درصـد تاثیر مثبتی بر افزایش سـبز شـدن بذرهای سـنجد داشـته اسـت. اسـید سـولفوریک غلیظ با حذف پوسـته بذر، باعث نفوذ آب به داخل بذر شـــده و برخواب بذر ناشـــی از نفوذ ناپذیری پوســـته غلبه می کند. علاوه بر غلظت اســـید، مدت زمان تماس بذر با آن، نوع بذر و گونه گیاهی بر میزان سبز شـدن بذرها اثر دارد (Sacheti & Al – Rawahy, 1998). بیشترین درصد سبز شـدن ، بنیه بذر، میانگین طول ریشـه‌چه و میانگین طول سـاقه‌چه متعلق به تیمار اسـید سـولفوریک به مدت ۲۰ دقیقه بود که با نتایج Fazli et al. (2020) بر روی بذر لیلکی (*Gleditsia caspica* Desf.) که نشـان دادند بیشـترین درصـد سـبز شـدن در تیمار اسـید

In Press

سولفوریک ۹۸ درصد به مدت ۲۰ و ۴۰ دقیقه بوده و به میزان ۱۰۰ ٪ است مطابقت دارد. این موضوع در تحقیقات دیگری نیز مورد توجه قرار گرفته است. برای مثال نتایج تحقیق Mahmoudi et al. (2014) بر روی بذر *Prospopis juliflora*، Rosner & Harrington (2003) بر روی بذر *Shepherdia* L. *Canadensis* (از خانواده سنجد)، و Goktur & Olmez (2099) بر روی سبز شدن گونه *Colutea armena* و Pipinis et al. (2011) بر روی گونه ارغوان معمولی (*Cercis siliquastrum* L.) نیز حاکی از افزایش درصد میزان سبز شدن بذرها به وسیله تیمار اسید سولفوریک می‌باشد.



شکل ۶- میانگین رشد طولی ساقه‌چه سنجد

Fig 6- Mean of length growth of Oleaster *stem*

درصد سبز شدن در تیمار اسید سولفوریک به مدت ۲۰ دقیقه به میزان ۸۷/۶۷ درصد بدست آمد که این میزان بیشتر از درصد سبز شدن در تیمار اسید سولفوریک به مدت ۳۰ دقیقه به میزان ۷۵ درصد بود که با نتایج تحقیق Farhoudi *et al* (2006) بر روی بذر روناس (*Rubia tinctorum* L.) که از نظر وزن و اندازه مانند بذر سنجد تلخ از خانواده سنجد می‌باشد و در آن میزان سبز شدن بذرها در تیمار اسید سولفوریک به مدت ۱۵ دقیقه بیشتر از ۲۰ دقیقه بوده است و نیز نتایج تحقیق Fazli et al. (2020) بر روی بذر لیلکی که بیان کردند که درصد سبز شدن در تیمار اسید سولفوریک ۹۸ درصد به مدت ۲۰ دقیقه بیشتر از ۶۰ دقیقه بوده است مطابقت داشت که دلیل آن آسیب رسیدن جنین و کاهش درصد سبز شدن بر اثر افزایش زمان تیمار بذرها با اسید سولفوریک غلیظ است (Muhmmad & Amusa, 2003).

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که پس از تیمار اسید سولفوریک به ترتیب به مدت ۲۰ و ۳۰ دقیقه، تیمار هیدروکسید سدیم با غلظت ۶۰ درصد در زمان ۲۰ دقیقه از بیشترین میزان درصد سبز شدن، سرعت سبز شدن ، میانگین طول ساقه‌چه و تعداد برگچه برخوردار بوده است. محلول هیدروکسید سدیم با حذف مواد بازدارنده موجب جذب آب به داخل بذر و تغییر اسیدیته بذر و قلیایی شدن محیط آن شد که خود موجب کاهش سطح آبسزیک اسید در بذر و باعث افزایش سبز شدن بذرها شد (Lee et al, 2007: Hu et al, 2014). این موضوع، با نتایج تحقیق Salehi et al. (2018) بر روی بذر *Iris spuria* L.، Sun et al. (2006) بر روی بذر نوعی زنبق (*Iris lactea* var. *Chinensis*) و Okeyo et al.(2011) بر روی *Zanthoxylum gilletii* که ثابت کردند استفاده از محلول هیدروکسید سدیم به مدت زمان ۲۰ دقیقه می‌تواند سبب بهبود سبز شدن بذر نسبت به شاهد شود هم‌خوانی دارد.

نتایج بدست آمده نشان داد که تیمار خراش‌دهی نیز اثر مثبتی بر روی درصد سبز شدن بذرهای سنجد داشته است که با نتایج تحقیق Sharifi et al. (2015) بر روی بذر روناس (*Rubia tinctorum*)، Arjmand et al. (2018) بر روی بذر اقاقیا (*Robinia peseudoacacia* L.) و Talebi et al., (2012) بر روی بذر دغدغک (*Colutea persica* Boiss.) مطابقت داشت.

تیمار آب اکسیژنه به مدت ۱۰ دقیقه نیز موجب افزایش درصد سبز شدن بذرهای سنجد گردید که با نتایج تحقیق Ahmadloo et al. (2015) بر روی بذر زالزالک ایروانی (*Crataegus pseudoheterophylla*)، Rasouli et al. (2016) بر روی جنس *Prunus* و Mollashahi et al., (2017) بر روی گونه نمدار (*Tilia begonifolia* Stev.) که بیان کردند تیمار آب اکسیژنه سبب افزایش سبز شدن بذرها می‌شود، مطابقت دارد. علت افزایش سبز شدن بذرها در تیمار آب اکسیژنه نفوذ پذیر شدن دیواره بذر و فعال شدن بذر و تسریع در انتفال ذخایر غذایی به درون جنین بیان نمود (Muller et al, 2009). همچنین نتایج نشان داد که بیشترین میانگین زمان سبز شدن و کمترین سرعت سبز شدن نیز متعلق به تیمار آب اکسیژنه یک درصد به مدت ۱۰ دقیقه بوده است که با نتایج تحقیق Rasouli et al. (2016) بر روی *Prunus persica* L. که بیان نمودند بیشترین میانگین زمان سبز شدن و کمترین سرعت سبز شدن در تیمار آب اکسیژنه یک درصد بوده است مطابقت دارد.

همچنین نتایج نشان داد که تیمار یخ‌آب اثر مثبتی بر سبز شدن بذرهای سنجد نداشته است و سبز شدن بذر در این تیمار مشاهده نگردید که با نتایج تحقیق Ahani et al. (2015) بر روی بذر سنجد تلخ (*Hippophae rhamnoides* L.) مغایرت دارد که علت آن را می‌توان به دلیل متفاوت بودن جنس این دو گونه دانست. همچنین بر اساس نتایج بدست آمده مشخص شد که تیمار آب‌جوش ۹۰ درجه به مدت ۱۵ دقیقه نیز سبب مهار سبز شدن بذرهای سنجد می‌گردد که با نتایج Mahmoudzadeh et al. (2016) بر روی بذر تاتوره (*Datura stramonium* L.) که نشان دادند تیمار آب‌جوش اثر بازدارندگی بر روی بذرها داشته و اثر بازدارندگی آن ۱۰۰ درصد بوده است مطابقت دارد. همچنین نتایج تحقیقات Nabaei et al. (2011) بر روی بذر ریواس (*Rheum ribes* L) و Ahani et al. (2015) بر روی گونه سنجد تلخ نیز به کاهش درصد سبز شدن بذرها در تیمار آب جوش اشاره می‌نمایند که با نتایج این تحقیق هم‌خوانی دارد که دلیل آن آسیب دیدگی جنین و از بین رفتن توانایی سبز شدن در دمای بالا است (Patane & Gresta,2006).

نتیجه‌گیری نهایی

بذر سنجد به دلیل پوسته سخت خارجی دارای خواب بذر از نوع فیزیکی است لذا در تحقیق حاضر به استفاده از تیمار های خراش‌دهی در جهت شکستن خواب بذر و بالا بردن میزان سبز شدن بذر پرداخته شد. در نهایت نتایج بدست آمده از تحقیق نشان داد که بیشترین درصد سبز شدن و شاخص بنیه بذر و همچنین بیشترین میانگین طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و تعداد برگچه در تیمار اسید سولفوریک ۹۸ درصد به مدت ۲۰ دقیقه بوده است. بعد از تیمار اسید سولفوریک، تیمارهای هیدروکسید سدیم و خراش‌دهی بیشترین میزان سبز شدن را نشان دادند و در بین تمامی تیمارهای انجام شده، در دو تیمار آب‌جوش و یخ‌آب هیچ کدام از بذور سبز نشدند.

تعارض منافع

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

References

Abdul-Baki, A. A., & Anderson, J. D. (1973). Vigor determination in soybean seed by multiple criteria 1. *Crop Science*, 13(6), 630-633. https://doi.org/10.2135/cropsci1973.0011183X001300060013x

Ahani, H., Jalilvand, H., Vaezi, J., & Sadati, S. E. (2015). Effect of different treatments on Hippophae rhamnoides seed germination in laboratory. *Iranian Journal of Forest*, 7(1), 45–56 [In Persian]

Ahani, H., Jalilvand, H., Vaezi, J., & Sadati, S. E. (2016). Studying the seed germination traits of Seabuckthorn (*Elaeagnus rhamnoides*) of Iran, China, and Tibet. *Journal of Forest and Wood Product, Iranian Journal of Natural Forest*, 225–235. https://doi.org/10.22059/jfwp.2016.59038 [In Persian]

Ahmadloo, F., Tabari Kochaksaraei, M., Azadi, P., & Hamidi, A. (2015). Improving the germination of *Crataegus pseudoheterophylla* seed and determining the chemical compositions of fruit and seed. *Iranian Journal of Forest*, 7(3), 285–297. [In Persian]

Airi, S., Bhatt, I. D., Bhatt, A., Rawal, R. S., & Dhar, U. (2009). Variations in seed germination of *Hippophae salicifolia* with different presoaking treatments. *Journal of Forestry Research*, 20, 27–30.

In Press

Arjmand, K., Moshki, A. R., Ravanbakhsh, H., Mollashahi, M., & Kianian, M. K. (2018). Effect of provenance, mechanical and chemical treatments on seed viability and germination rate of *Robinia pseudoacacia*. *Iranian Journal of Seed Science and Research*, 5(2), 71–81. https://doi.org/10.22124/jms.2018.2912 [In Persian]

Asadi, M., & Janighorban, M. (2016). A contribution to the taxonomy of the genus *Elaeagnus* (*Elaeagnaceae*) in Iran as a native and cultivated tree. *Nova Biologica Reperta*, 3(2), 118–122. https://doi.org/10.21859/acadpub.nbr.3.2.118

Bryant, J. (1996). *Seed physiology*. Mashad University, Jihad Press.

Esmaili, A., Isavand, H. R., Rezaee Neja, A. H., Samii, K., & Zabeti, S. M. (2012). Studying the indicators and characteristics of seed germination of medicinal plants (*Myrtus communis* L). *Scientific-Research Quarterly of Lorestan University of Medical Sciences*, 14(2), 71–80. http://yafte.lums.ac.ir/article-1-755-en.html [In Persian]

Farhoudi, R., Makyzaeh Taftey, M., Sharifzadeh, F., & Naghdibad, H. A. (2006). Breaking methods of seed dormancy in *Rubia tinctorum*. *Journal of Pajouhesh -va-Sazandegi*, 19(1), 2–7. [In Persian]

Fateh, E., Majnoun Hosseini, N., Madah Arefi, H., & Sharifzadeh, F. (2006). Seed dormancy methods breakage in *Astragalus tribuloides*. *Iranian Journal of Rangeland and Forest Plant Breeding and Genetic Research*, 13(4), 345–360. [In Persian]

Fazli, M., Akbarinia, M., Tabari Kouchak Saraei, M., Yousefzadeh, H., & Moslemi, S. M. (2020). The effect of scarification treatments on seed germination of Persian honey locust. *Iranian Journal of Forest*, 12(3), 305–315. [In Persian]

Finch-Savage, B. (2013). *Seeds: Physiology of development, germination, and dormancy*. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4693-4

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

Guilbault, K. R., Brown, C. S., Friedman, J. M., & Shafroth, P. B. (2012). The influence of chilling requirement on the southern distribution limit of exotic Russian olive (*Elaeagnus angustifolia*) in western North America. *Biological Invasions*, 14, 1711–1724. https://doi.org/10.1007/s10530-012-0182-4

Hatami Moghadam, Z., & Htami, E. (2008). Investigating the performance of prechilling, and chemical and mechanical scarification treatments on breaking seed dormancy in velvetleaf (*Abutilon theophrasti*). *Journal of Crop Production*, 1(1), 17–37. http://doi.org/20.1001.1.2008739.1387.1.1.2.3

Hu, X. W., Wu, Y. P., Ding, X. Y., Zhang, R., Wang, Y. R., Baskin, J. M., & Baskin, C. C. (2014). Seed dormancy, seedling establishment, and dynamics of the soil seed bank of *Stipa bungeana* (Poaceae) on the loess plateau of Northwestern China. *PLoS ONE*, 9(11), e112579. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0112579

Jazirehi, M. H. (2001). *To afforest in arid environments*. Tehran University Press.

Jink, L. R., & Ciccarese, L. (1997). Effects of soaking, washing, and warm pretreatment on the germination of Russian-olive and autumn-olive seeds. *Tree Planter's Notes*, 48(2), 18–23.

Kulkarni, M. G., Street, R. A., & Staden, J. V. (2007). Germination and seedling growth requirements for propagation of *Dioscorea dregeana* (Kunth) Dur. and Schinz—a tuberous medicinal plant. *South African Journal of Botany*, 33, 131–137.

Lee, Y., Lu, F., Chung, C., & Lee, N. (2007). Developmental changes in endogenous abscisic acid concentrations and asymbiotic seed germination of the terrestrial orchid *Calanthe tricarinata* Lindl. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 132(2), 246–252. https://doi.org/10.21273/JASHS.132.2.246

Mahdavi Faikjor, A., Sarikhani, H., & Tbaie Oghbaie, S. R. (2015). Investigating the physical and physiological stagnation of the seeds of the black alder medicinal plant (*Frangula alnus*). *Journal of Plant and Biome*, 45, 175–186. [In Persian]

Mahmoudi, A., Bijanzadeh, A., & Shekari, M. (2014). Effect of different treatments on the recovery characteristics of germination of *Acacia victoria* and *Prosopis juliflora*. *Desert Ecosystem Engineering Journal*, 3(4), 35–42. [In Persian]

Mahmoudzadeh, A., Nojavan, M., & Bagheri, Z. (2006). Effects of different treatments on breaking of dormancy and seed germination of *Datura stramonium* L. *Iranian Journal of Biology*, 18(4), 341–349. [In Persian]

Mollashahi, M., Hosseini, S. M., Bayat, D., Naseri, B., Rezaee, A., & Vatani, L. (2009). Effect of collection time on germination and viability of *Tilia platyphylus* (Basswood). *Iranian Journal of Forest and Polar Research*, 16(3), 478–485. [In Persian]

Mollashahi, M., Moshki, A. R., 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/ijsst.2017.113247. [In Persian]

Muhammad, S., & Amusa, A. (2003). Effects of sulphuric and hot water treatments on seed germination of *Tamarindus indica* L. *African Journal of Biotechnology*, 2(9), 276–279.

Muller, K., Linkies, A., Vreeburg, R. A. M., Fry, S. C., Liszkay, A. K., & Metzger, G. L. (2009). In vivo cell wall loosening by hydroxyl radicals during seed germination and elongation growth. *Plant Physiology*, 150, 1855–1865. https://doi.org/10.1104/pp.109.139204

Muzika, R. M., & Randall, J. M. (1997). *Russian olive*. Alien Plant Working Group, USDA Forest Service, USA.

Nabaei, M., Roshandel, A., & Mohammadkhani, A. (2011). Effective techniques to break seed dormancy and stimulate seed germination in *Rheum ribes* L. *Iranian Journal of Medical and Aromatic Plants*, 27(2), 212–223. https://doi.org/10.22092/ijmapr.2011.6398 [In Persian]

Nasiri, M., Babakhanloo, P., & Maddah-Arefi, H. (2003). First report on breaking dormancy and seed germination of *Diplotaenia damavandica* Mozaffarian. *Iranian Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research*, 2, 258–274. [In Persian]

Okeyo, M. M., Ochoudho, J. O., Muasya, R. M., & Omondi, W. O. (2011). Investigation on the germination of *Zanthoxylum gilletii* (African satinwood) seed. In *Innovations as key to the green revolution in Africa* (pp. 683–691). Dordrecht: Springer.

Olmez, Z., & Gokturk, A. (2009). Effects of cold stratification, sulphuric acid, submersion in hot and tap water pretreatments in greenhouse and open field conditions on germination of bladder-senna (*Colutea armeniaca* Boiss. & Huet.) seeds. *Seed Science and Technology*, 35(2), 266–271.

Olmez, Z., & Olcum, B. A. (2017). Effects of cold stratification and H2SO4 pre-treatments on germination of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) seeds under open field and greenhouse conditions. *Fresenius Environmental Bulletin*, 26(8), 5142–5146.

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

Passioura, J. B. (2002). Environment, plant biology, and crop improvement. *Functional Plant Biology*, 29, 537–546.

Patane, C., & Gresta, F. (2006). Germination of *Astragalus hamosus* and *Medicago orbicularis* as affected by seed-coat dormancy breaking techniques. *Journal of Arid Environments*, 67, 165–173. https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2006.02.001

Pipinis, E., Milios, E., Smiris, P., & Gioumousidis, C. (2011). Effect of acid scarification and cold moist stratification on the germination of *Cercis siliquastrum* L. seeds. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 35, 259–264. https://doi.org/10.3906/tar-1003-848

Rasouli, M., Tavakkoli Benizi, R., & Imani, A. (2016). Effect of some chemical and hormonal treatments on breaking seed dormancy of some almond species and peach (*Prunus spp.*). *Iranian Journal of Horticultural Science*, 46(4), 623–635. [In Persian]

Rosner, L. S., & Harrington, J. T. (2003). Optimizing acid scarification and stratification combinations for russet buffaloberry seeds. *Native Plants Journal*, 4(2), 81–86. https://doi.org/10.3368/npj.4.2.81

Saberi, M., & Tavili, A. (2010). Evaluation of different priming treatments influences on *Puccinellia distans* germination characteristics. *Journal of Rangeland and Desertification*, 17(1), 51–60. [In Persian]

Sacheti, U., & Al-Rawahy, S. H. (1998). The effects of various treatments on the germination of important leguminous shrub-tree species in the Sultanate of Oman. *Seed Science and Technology*, 26, 691–699.

Salehi, M., Shoor, M. A., Tehranifar, M., & Samiei, L. (2018). Evaluation of different treatments to improve germination of *Iris spuria* subsp. *Musulmanica*. *Journal of Plant Productions* (Scientific Journal of Agriculture), 41(3), 105–118. https://doi.org/10.22055/ppd.2018.21219.1449 [In Persian]

Sharifi, H., Khajeh-Hosseini, M., & Rashed-Mohassel, M. (2015). Study of seed dormancy in twelve medicinal species. *Iranian Journal of Seed Research*, 6(18), 11–18. https://doi.org/10.29252/yujs.2.1.25 [In Persian]

Soltani, A., Zeinali, E., Galeshi, S., & Latifi, N. (2001). Genetic variation for and interrelationships among seed vigor traits in wheat from the Caspian Sea coast of Iran. *Seed Science and Technology*, 29, 653–662. [In Persian]

Sun, Y. C., Zhang, Y. J., Wang, K., & Qiu, X. J. (2006). NaOH scarification and stratification improve germination of *Iris lactea* var. *Chinensis* seed. *Horticultural Sciences*, 41(3), 773–774. https://doi.org/10.21273/HORTSCI.41.3.773

Talebi, T., Iran Nejad Parizi, M. H., Mosleh Arani, A., & Shirvany, A. (2012). The effect of chemical and physical treatments on the germination of bladder senna (*Colutea persica* Boiss.) seeds. *Iranian Journal of Forest*, 4(3), 221–229. [In Persian]

Valizadeh Kaji, P., & Abbasifar, B. (2018). The effects of plant growth regulators and stratification on seed dormancy breaking and morphological, physiological, and biochemical parameters of seedlings of Persian walnut (*Juglans regia* L.). *Plant Research Journal* (Iranian Biology Journal), 31(1), 197–207. https://doi.org/20.1001.1.23832592.1397.31.1.20.6