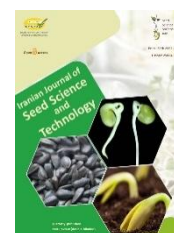




Iranian Journal of Seed Science and Technology



ISSN: 2588-4638

Research Article

Ecology and the effects of different treatments on seed germination of the medicinal plant *Ziziphus spina-christi* (L.) Desf. maternal trees in Fars and Bushehr Provinces

Zeinab Tahamtan¹, Sasan Mohsenzadeh², Atena Eslami-Farouji^{3*}

1. Master's graduate, Department of Biology, College of Science, Shiraz University, Shiraz, Iran.

2. Professor, Department of Biology, College of Science, Shiraz University, Shiraz, Iran.

3. Assistant Professor, Department of Biology, College of Science, Shiraz University, Shiraz, Iran.

Article Information

Received: 22 Mar. 2025

Revised: 21 Jun. 2025

Accepted: 28 Jun. 2025

Keywords:

Ecology,
Germination,
Pigment,
Proline,
Ziziphus spina-christi..

Corresponding Author:

atena.eslami@shirazu.ac.ir



Abstract

Water scarcity in Iran's ecosystem and the limited availability of endemic drought-resistant species highlight the significance of plants adapted to arid environments. Seed germination is one of the important stages in the plant's life cycle, depends on ecological and physiological factors. The study aims to investigate the effect of ecological, environmental, and physiological factors of the maternal trees on the germination of *Ziziphus spina-christi* seeds from Fars and Bushehr provinces. Experiments were conducted under controlled conditions, including six different treatments. Cluster and Principal Coordinate Analysis (PCoA) were performed using Euclidean similarity coefficient in PAST software to examine the relationships between regions and key traits. The highest germination was in the treatment without pericarp and soaking in distilled water (48 hours). Alternatively, pigment comparison demonstrated the highest levels in the maternal leaves of Shiraz and Kangan. Maximum proline content was in Firouzabad leaves. The highest electrical conductivity was in Jam, while the maximum soil phosphorus and potassium were reported in Shiraz. The percentage of clay and silt was higher in Firouzabad, whereas the maximum percentage of sand was reported in Kangan. Cluster analysis categorized the regions into two distinct groups, aligning with PCoA results. In Detrended Correspondence Analysis, the most important factor for Shiraz was potassium, whereas silt percentage, carotenoids, and leaf area clustered Kangan and Dahrom. The results indicate that the ecological and physiological conditions of maternal trees directly affect seed germination, determining plant growth and adaptation, which can influence the cultivation of this tree in Fars and Bushehr provinces.

How to cite this paper: Tahamtan, Z., Mohsenzadeh, S., & Eslami-Farouji, A. (2026). Ecology and the effects of different treatments on seed germination of the medicinal plant *Ziziphus spina-christi* (L.) Desf. maternal trees in Fars and Bushehr Provinces. *Iranian Journal of Seed Science and Technology*, 14 (4), 1-22. <https://doi.org/10.22092/IJSST.2025.368968.1555>



© 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

Due to climate change, it is predicted that warm winters will occur worldwide in the near future. The unfavorable conditions prevailing in the Iranian ecosystem and the limited number of endemic species adapted to these conditions highlight the significance and value of low-maintenance plants more than ever before. Seed production and germination are among the most complex stages in a plant's life cycle, requiring professional knowledge of existing ecological, biological, and physiological conditions. The genus *Ziziphus* Mill. is naturally centered in tropical and subtropical regions of the world, and comprises approximately 68 species worldwide, with around six species in Iran. One of the drought-resistant species in southern Iran and the Persian Gulf is *Ziziphus spina-christi* (L.) Desf, locally known as Konar. This species is noted for its economic, ornamental, and medicinal value. Interestingly, the extract of the fruits, seeds, leaves, roots, and bark of this species possesses amazing medicinal properties and is extensively used for alleviating symptoms of insomnia, skin diseases, inflammation, and fever.

Materials and Methods

In this study, *Ziziphus spina-christi* was identified using valid sources. For subsequent studies, healthy and ripe seedlings and fruits of Konar were collected from five different regions of the Fars and Bushehr provinces (Shiraz, Firouzabad, Dahrom, Jam, Kangan) over two consecutive years. The germination of Konar seeds was investigated using different treatments. The six distinct treatments are as follows: 1. seed cultivation with the pericarp intact, 2. seed cultivation without the pericarp, 3. seed cultivation without the pericarp, followed by soaking in distilled water for 24 hours, 4. seed cultivation without the pericarp, followed by soaking in distilled water for 48 hours, 5. seed cultivation without the pericarp, followed by soaking in distilled water for 72 hours, 6. seed cultivation without the pericarp, followed by soaking in distilled water and chilling at 4°C for 48 hours. Additionally, their ecological characteristics, such as the physical and chemical properties of the soil, and companion species, were estimated using common methods. To measure pigments after initial preparation, chlorophyll a and b, and carotenoids were calculated by spectrophotometer at wavelengths of 663, 645, and 470, respectively. The amount of proline was also measured by the ninhydrin method. Additionally, cluster analysis and Principal Coordinate Analysis (PCoA) using the Euclidean similarity coefficient in statistical analyses were performed to examine the distance, the similarity of the studied regions, and the most important quantitative and qualitative traits determining germination in different areas using PAST software.

Results and Discussion

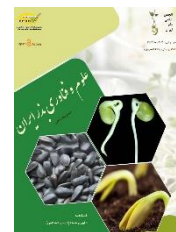
The lowest and highest germination rates belonged to seeds with a pericarp and seeds without a pericarp, respectively, that were soaked for 48 hours in distilled water. The maximum and minimum leaf areas were related to the Firouzabad and Kangan regions, respectively. Chlorophyll a and b levels in the leaves of Shiraz and Kangan trees were the highest and lowest. The highest and lowest carotenoid levels were reported for Shiraz and Dahrom regions. The highest proline was reported in the leaves of the Firouzabad region. The maximum and minimum percentages of soil saturation were detected in Shiraz and Kangan. The highest and lowest electrical conductivity of the soil were found in the Jam and Jahrom regions. The total saturation acidity of the studied areas was somewhat alkaline. The percentage of neutralizable substances showed the highest and lowest values in the Jahrom and Jam regions, respectively. Soil phosphorus and potassium showed their maximum values in Shiraz. The percentage of clay and silt were higher in Firouzabad, while the maximum percentage of sand was reported in Kangan. The minimum amount of clay, silt, and sand were observed in Shiraz and Kangan, respectively. Based on cluster analysis, the studied areas were placed in two distinct clusters. The results of PCoA correspond to UPGMA. Based on DCA analysis, the most important factor for the Shiraz region was potassium, while Kangan and Dahrom were placed together due to the percentage of silt, carotenoids, and leaf area. Iran's rich flora, comprising over 7000 plant species, necessitates further research on the cultivation and development of endemic plants to bolster the sustainability of Iran's natural ecosystems. Over the past three decades, the *Z. spina-christi* tree has not been effectively utilized in the country's forestry and green space projects. Unfortunately, invasive species have gradually supplanted the endemic species of Iranian flora. To develop the natural flora of the southern regions of the country, which suffer from adverse climatic conditions and face numerous limitations in ecosystem sustainability, research on endemic trees such as *Z. spina-christi* has been conducted.

Conclusion

This study investigated the influence of ecological and environmental factors on seed germination in maternal trees of *Ziziphus spina-christi* across various regions of Fars and Bushehr provinces, highlighting its adaptability to arid environments. Due to Iran's climatic conditions, the annual increase in temperature and the reduction in precipitation, it is recommended to cultivate endemic plants of critical significance for food, medicine, and decoration. Studying the germination of wild plants in various regions and the environmental conditions necessary for their survival is indeed a priority. Accordingly, these seeds can be used for forest development.



نشریه علوم و فناوری بذر ایران



ISSN: 2588-4638

مقاله پژوهشی

بوم‌شناسی و تأثیر تیمارهای مختلف بر جوانه‌زنی بذر گیاه دارویی درختان مادر کنار *Ziziphus spina-christi* (L.) Desf. در استان‌های فارس و بوشهر

زینب تهمتن^۱، ساسان محسن‌زاده^۲، آتنا اسلامی فاروجی^{۳*}

۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.

۲. استاد، گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.

۳. استادیار، گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.

اطلاعات مقاله

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۱/۰۲

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۳/۳۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۴/۰۷

واژه‌های کلیدی:

بوم‌شناسی،

پرولین،

جوانه‌زنی،

رنگیزه،

کنار.

نویسنده مسئول:

atena.eslami@shirazu.ac.ir



چکیده

کمبود آب در زیست‌بوم ایران و محدود بودن گونه‌های بومی مقاوم، اهمیت گیاهان سازگار به خشکی را نمایان می‌سازد. جوانه‌زنی بذر یکی از مهم‌ترین مراحل در چرخه زندگی گیاهان است و وابسته به شرایط بوم‌شناختی و فیزیولوژیک گیاه می‌باشد. هدف مطالعه تأثیر عوامل بوم‌شناختی، محیطی و فیزیولوژیکی درختان مادر بر جوانه‌زنی بذر کنار در استان‌های فارس و بوشهر است. آزمایش‌ها در محیط کنترل‌شده شامل شش تیمار مختلف انجام شد. تحلیل خوشه و مختصات اصلی با ضریب تشابه اقلیدوسی و نرم‌افزار PAST برای بررسی رابطه مناطق و صفات تعیین‌کننده انجام شد. بیشترین جوانه‌زنی در تیمار فاقد برون‌بر و خیساندن در آب مقطر (۴۸ ساعت) بود. از سوی دیگر مقایسه رنگیزه‌ها، در برگ درختان مادر شیراز و کنگان بالاترین میزان را نشان داد. بالاترین پرولین در برگ‌های فیروزآباد بود. بیشینه هدایت الکتریکی در جم و بیشینه سفر و پتاسیم خاک در شیراز بود. درصد رس و سیلت در فیروزآباد بیشتر بود، اما حداکثر درصد شن در کنگان گزارش گردید. تحلیل خوشه، مناطق را در دو خوشه مجزا قرار داد که با نتایج تحلیل مختصات اصلی تطابق دارد. در تحلیل تطبیقی قوس‌گیری شده، مهمترین عامل قرارگیری شیراز پتاسیم بود، درحالی‌که کنگان و دهرم به علت درصد سیلت، کاروتنوئید و مساحت برگ در کنار یکدیگر قرار گرفتند. نتایج نشان می‌دهد که شرایط بوم‌شناختی و فیزیولوژیکی درختان مادر، تأثیر مستقیمی بر جوانه‌زنی بذور دارد و رشد و سازگاری گیاه را تعیین می‌کند که توجه به این امر می‌تواند در توسعه کاشت این درخت در استان‌های فارس و بوشهر بسیار مؤثر باشد.

نحوه استناد به این مقاله:

Tahamtan, Z., Mohsenzadeh, S., & Eslami-Farouji, A. (2026). Ecology and the effects of different treatments on seed germination of the medicinal plant *Ziziphus spina-christi* (L.) Desf. maternal trees in Fars and Bushehr Provinces. *Iranian Journal of Seed Science and Technology*, 14 (4), 1-22. <https://doi.org/10.22092/IJSST.2025.368968.1555>

مقدمه

مدل‌های تغییر آب و هوا پیش‌بینی می‌کند که در آینده‌ای نه چندان دور بسیاری از نقاط جهان تغییرات دما و افزایش خشکسالی را تجربه خواهند کرد (Allen et al., 2010; Wong et al., 2014). اقلیم جهان در حال تغییر است، آفات مهاجم و بیماری‌ها در حال گسترش است و نیاز جوامع به فضای سبز، الوار، چشم‌اندازهای طبیعی و زینتی در محیط‌های شهری بیش از پیش احساس می‌شود (Castro-Díez et al., 2019; Pötzelsberger et al., 2020). تغییر اقلیم تمام کشورها را تحت تأثیر قرار داده است و منجر به کاهش امنیت غذایی، کاهش کیفیت آب و خاک و افزایش سطح خشکی‌ها شده است (Usman et al., 2024). افزایش دما باعث افزایش مرگ‌ومیر انسان، افزایش فرسایش خاک و مانع به دستیابی اهداف توسعه پایدار شده است و بر روی سلامت، جمعیت و اقتصاد جهانی تأثیر گذاشته است (Usman et al., 2024).

ایران دارای مناطق اقلیمی متعدد است و نواحی خشک و نیمه‌خشک (ایرانی-تورانی) نسبت به نواحی بارانی (هیرکانی) غالب است (Emadodin et al., 2019). کاهش بارندگی در سال‌های اخیر و افزایش بی‌رویه مصرف آب، بیابان‌زایی را تسریع کرده است (Emadodin et al., 2019). بیابان‌زایی را نمی‌توان در آینده به طور کامل متوقف کرد، اما با استراتژی‌های مدیریت پایدار می‌توان آن را کاهش داد (Emadodin et al., 2019; Eskandari Dameneh et al., 2021). در شهرها به علت افزایش بی‌رویه جمعیت و افزایش ساخت و ساز، جزایر حرارتی متعددی ایجاد شده است که در گذر زمان باعث افزایش شدید دما خواهد گردید. یکی از گزینه‌های مطلوب جهت بیابان‌زدایی و کاهش دما در این مناطق به خصوص جنوب ایران، استفاده از گونه‌های درختی و درختچه‌ای بدون نیاز به آبیاری مداوم و مقاوم به خشکی است. امروزه نقش مطالعه کشت گیاهان بومی بسیار مورد توجه واقع شده است زیرا به نظر می‌رسد که گیاهان بومی یک منطقه، اثرات مثبت فراوانی در منطقه خود ایفا می‌نمایند (Arcos-LeBert et al., 2021).

سرده کنار (*Ziziphus* Mill.) متعلق به تیره عنابیان (Rhamnaceae) است و توسط عموم مردم با نام‌های رملیک، تنگرس، عناب و سدر معروف می‌باشد. این سرده بومی مناطق

گرمسیری و مجاور گرمسیری است و حدود ۶۸ گونه در جهان و شش گونه در ایران دارد (Plants Of World Online: POWO, 2024). فرم رویشی گونه *Ziziphus spina-christi* (L.) Desf صورت درختچه‌ای یا درختی است و در نواحی گرم و خشک و کویری ایران و جهان پراکنش دارد (POWO, 2024). این گونه سازش بالا به تنش خشکی دارد، و با سیستم ریشه‌ای قوی خود خاک را تثبیت نموده و از فرسایش آن محافظت می‌نماید (Arndt et al., 2001). از نظر گیاه‌شناسی ارتفاع این گیاه تا حدود ۱۰ متر می‌رسد و توسط برخی صفات مانند شاخه‌های جوان خاکستری، برگ‌های تخم‌مرغی با سه رگبرگ مشخص، گل‌های کوچک به رنگ سفید تا سبز، میوه کروی و گوشتی قابل شناسایی می‌باشد (Khosravi, 2013). نقش مهمی در امرار معاش روستاییان، تأمین غذا، علوفه و سوخت دارد. به موجب وجود ریشه‌های عمیق به جهت تثبیت تپه‌های شنی استفاده می‌شود (Saied et al., 2008). برگ‌های آن همچنین، به تغذیه دام می‌رسد و چوب سخت آن برای تراشکاری، ساخت ادوات کشاورزی، ابزار و اثاثیه، تولید سوخت و زغال با کیفیت بالا استفاده می‌شود (Arndt et al., 2001; Saied et al., 2008). در بسیاری مناطق از این گونه به عنوان پرچین استفاده می‌شود، و خارهای آن در ایجاد حصار زنده قابل استفاده است. میوه مغذی آن سرشار از کربوهیدرات و آهن است و منبع ارزشمندی از انرژی و ویتامین است و فروش آن در بازارهای محلی درآمد اقتصادی دارد (Arndt et al., 2001; Saied et al., 2008). عصاره میوه، دانه، برگ، ریشه و پوست درخت کنار دارای خواص دارویی شگفت‌انگیز می‌باشد و برای کاهش عوارض بی‌خوابی، بیماری پوستی، التهابی و تب استفاده می‌شود (Arndt et al., 2001; Saied et al., 2008).

جوانه‌زنی بذر نه تنها برای فیزیولوژیست‌ها بلکه برای بوم‌شناسان نیز اهمیت بالایی دارد زیرا می‌توان میزان موفقیت یک گونه را در طول زمان پیش‌بینی نمود (Ranal & Santana, 2006). همچنین، فرآیند جوانه‌زنی بسیار پیچیده است و تحت تأثیر موارد مختلفی از جمله محیط (آفت، بیماری، آب، دما، اکسیژن) و ژنوتیپ قرار دارد (Mansouri et al., 2022). به عبارتی دیگر جوانه‌زنی مرحله مهمی در چرخه زندگی گیاهان است و با فعال

و اطلاعات ارزشمندی برای مدیریت منابع طبیعی و احیای جنگل‌های مناطق خشک ارائه می‌دهد.

مواد و روش‌ها

در ابتدا گونه *Z. spina-christi* توسط منابع معتبر مورد شناسایی قرار گرفت (Soufian & Dinarvand, 2008). در هر منطقه ۲۰ درخت مادر انتخاب شد و از هر درخت کنار ۱۰ عدد میوه سالم و رسیده طی دو سال متوالی از استان‌های فارس و بوشهر شامل شهرهای مختلف شیراز، فیروزآباد، دهرم، جم و کنگان، جمع‌آوری گردید. قوانین موجود در انجمن بین‌المللی آزمایش بذر (ISTA: International Seed Testing Association 2025)، استانداردهای لازم برای آزمون‌های جوانه‌زنی را ارائه می‌دهد. در این مطالعه به منظور افزایش دقت در انجام آزمایش‌ها از این قوانین پیروی شد. در گام اول، بذرها مطابق با روش‌های نمونه‌گیری استاندارد ISTA، به صورت تصادفی انتخاب شدند تا نماینده کل جمعیت بذر باشند. جهت آزمایش جوانه‌زنی نمونه‌های جمع‌آوری‌شده، بذرها به تنهایی یا به همراه سایر بخش‌های میوه (برون‌بر، میان‌بر و درون‌بر) در داخل محلول سدیم ۱۸٪ قرار داده شدند. سپس، نمونه‌های شناور در این محلول، به سبب عدم رسیدگی کامل، از مطالعه حذف شدند و تنها نمونه‌هایی که در محلول فرو رفتند، به عنوان بذرهای بالغ برای آزمایش استفاده شدند.

پیش از آغاز آزمایش، بذرها مطابق با استانداردهای سلامت بذر ISTA، در معرض قارچ کش مناسب مانند مانکروپ قرار گرفتند تا از آلودگی‌های قارچی جلوگیری گردد. برای انجام آزمایش، ۱۸ ظرف استریل انتخاب شد و در هر ظرف ۲۰ عدد بذر برای شش تیمار مختلف قرار گرفت. همچنین، ابعاد ظروف آزمایش مطابق با استانداردهای ISTA انتخاب شد تا فضای کافی برای رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه فراهم گردد. ابعاد دقیق این ظروف در اسناد عمومی منتشر شده ISTA، به طور دقیق ذکر نشده است زیرا ابعاد ظرف رابطه مستقیم به نوع بذر، اندازه بذر و روش آزمایش دارد. اندازه بذر یکی از صفات جالب توجه در مطالعات تاکسونومیک است و معمولاً اندازه دقیق بذر براساس قوانین ISTA، بر اساس وزن ۱۰۰۰ بذر محاسبه می‌گردد. بر اساس منابع

کردن و آزاد نمودن آنزیم‌هایی مانند پروتئاز، آمیلاز و لیپاز خواب بذر را خاتمه می‌دهد (Kaur et al., 2017; Guzmán-ortiz et al., 2019).

کنار عمدتاً دگرگرده‌افشان است و تکثیر آن با بذر انجام می‌شود (Sudharsan & Hussain, 2003). بذر کنار دارای یک درون‌بر سخت است که مانع جذب آب شده و منجر به خواب فیزیکی می‌گردد که مانع از جوانه‌زنی خواهد شد (Aboutalebi et al., 2012; Maraghni et al., 2010; Takhti & Shekafandeh, 2012). انجام تیمارهای مختلف و عبور بذر از دستگاه گوارش حیوانات نیز به علت ایجاد سایش در درون‌بر بذر، احتمال جوانه‌زنی را تقویت می‌نماید (Adgaba et al., 2013). علاوه بر موارد ذکرشده، جوانه‌زنی بذر کنار به زمان جمع‌آوری بذر، نحوه نگهداری بذرها، جمع‌آوری‌شده و نوع تیمارهایی که بر روی بذرها اعمال می‌شود (Saini & Bahl, 2017) بستگی دارد. در واقع در سراسر جهان در مورد جوانه‌زنی بذر گونه *Z. spina-christi* تحت تیمارهای مختلف، مطالعاتی صورت پذیرفته است، اما نتایج روشنی در مورد برتری روش‌های جوانه‌زنی وجود ندارد (Zait et al., 2020). این عدم قطعیت، همراه با تنوع بوم‌شناختی گسترده در مناطق پراکنش کنار، نیاز به تحقیق جامع‌تری را روشن می‌سازد. با توجه به غنای فلور ایران با بیش از هشت هزار گونه گیاهی و اهمیت توسعه گیاهان بومی برای پایداری اکوسیستم‌های طبیعی، این مطالعه با رویکردی جامع، علاوه بر بررسی نقاط پراکنش کنار در مناطق جنوبی ایران، به مطالعه گونه‌های همراه کنار، بررسی خواص بوم‌شناسی محیط پراکنش کنار مانند خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک پرداخته است. همچنین، به منظور دستیابی به روش‌های بهینه جوانه‌زنی، تیمارهای مختلف بر روی بذر این گونه مقاوم به خشکی بررسی شده است. اندازه‌گیری عوامل محیطی متعدد مانند محتوای کلروفیل a و b، کارتنوئید و پرولین، محتوای نسبی آب برگ، تأثیر تیمارهای متعدد در جوانه‌زنی، تعیین بالاترین نرخ رشد می‌پردازد. همچنین، با استفاده از ضریب تشابه مناسب در تحلیل‌های آماری به بررسی دوری، نزدیکی و مهمترین صفات تعیین کننده در جوانه‌زنی در مناطق مختلف صورت پذیرفت. درنهایت، در این مطالعه معیارهای محیطی و فیزیولوژیک مؤثر بر موفقیت جوانه‌زنی مشخص می‌شود

موجود وزن هزار دانه از گونه مورد مطالعه کنار در منابع مختلف متغیر است. در مطالعه صالحی و همکاران ۶۱۱/۹۵ گرم گزارش شده است (Salehi et al. 2017). براساس سامانه معتبر دیگر بین ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ گرم گزارش شده است ([https://apps.worldagroforestry.org/usefultrees/pdflib/Zizi\(phus_spina-christi_ETH.pdf](https://apps.worldagroforestry.org/usefultrees/pdflib/Zizi(phus_spina-christi_ETH.pdf)). تفاوت در وزن مستقیم رابطه مستقیم با شرایط محیطی و بوم‌شناختی این گونه دارد و بر اساس قوانین ISTA، بذر کنار در دسته بذرهای متوسط تا درشت قرار می‌گیرد. ظرف‌هایی با ابعاد کوچک برای بذرهای ریز و آزمایش‌های کنترل‌شده و ظرف‌هایی با ابعاد بزرگ برای آزمایش‌های گسترده و شرایط محیطی خاص استفاده می‌شود. لذا در این مطالعه با توجه به اینکه هدف انجام آزمایش‌های استاندارد در خصوص جوانه‌زنی بود، از ظرفی با ابعاد متوسط (10 cm × 10 cm) استفاده شد. در هر منطقه آزمایش در سه تکرار انجام شد تا دقت آماری و قابلیت اطمینان داده‌ها تضمین گردد. تیمارها شامل: ۱. کشت بذر با برون‌بر، ۲. کشت بذر بدون برون‌بر، ۳. کشت بذر بدون برون‌بر با ۲۴ ساعت خیساندن در آب مقطر، ۴. کشت بذر بدون برون‌بر با ۴۸ ساعت خیساندن در آب مقطر، ۵. کشت بذر بدون برون‌بر با ۷۲ ساعت خیساندن در آب مقطر، و ۶. کشت بذر بدون برون‌بر با خیساندن و تیمار سرمایی به مدت ۴۸ ساعت در

دمای ۴ درجه سانتی‌گراد بودند. آزمایش‌ها در محیط کنترل‌شده مطابق با قوانین ISTA، انجام شد، به این صورت که کنترل شرایط دمایی در داخل دستگاه ژرمیناتور گیاهی ۱۰۰ لیتری با کنترلر دیجیتال لمسی، ساخت ایران (شرکت پژوهشگران نانو فناوری) مدل C.H 100d- تنظیم شد. دمای آزمایش شامل ۱۶ ساعت در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد و ۸ ساعت در ۲۰ درجه سانتی‌گراد بود و آزمایش‌ها به مدت ۱۵ روز ادامه یافتند. شرایط دمایی استاندارد در قوانین بین‌المللی در محدوده دمایی ۲۰ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد است که این مورد در این مرحله رعایت گردید. میزان رطوبت مورد نیاز برای تیمارهای مختلف (جدول ۱) به دقت تعیین شد. برای اطمینان از صحت نتایج، در هر منطقه نمونه‌های مستقل جمع‌آوری شده و تحت آزمایش قرار گرفتند. تمامی نمونه‌ها در شرایط استاندارد محیط کنترل‌شده مورد مطالعه قرار گرفتند تا از تأثیر تفاوت‌های زیستگاهی جلوگیری شود. این روش باعث شد تأثیر تیمارهای آزمایشی بر جوانه‌زنی بذر بدون اثرگذاری شرایط محیطی متغیر در بین مناطق، ارزیابی گردد. مناطق مورد مطالعه علی‌رغم تشابه فرم رویشی و زیستگاه، از نظر ارتفاع از سطح دریا متفاوت هستند (شکل ۱)، که این عامل می‌تواند بر ویژگی‌های فیزیولوژیکی و جوانه‌زنی بذر تأثیرگذار باشد.

جدول ۱- شرایط جوانه‌زنی گیاه کنار در ایران. دما و رطوبت در انجام آزمایش به دقت کنترل شد. پوسته میوه (پریکارپ) شامل برون‌بر، میان‌بر و درون‌بر می‌باشد.

Table 1- Germination conditions of *Ziziphus spina-christi* plant in Iran. Temperature and humidity were carefully controlled throughout the experiment. The pericarp includes exocarp, mesocarp, and endocarp.

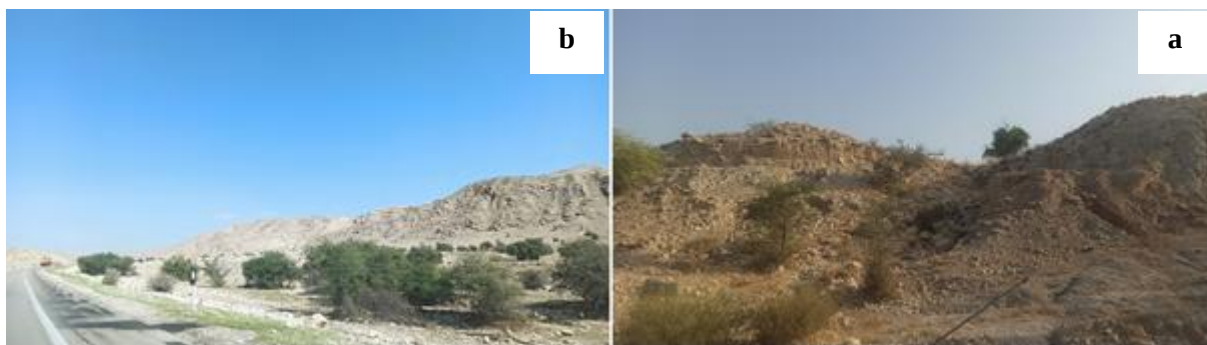
Petry number	Seed cultivation status	Number of hours soaked in the distilled water
1	Seed with pericarp	0
2		0
3	Seed without pericarp	24
4		48
5		72
6	Seed without pericarp: First, soaking the seeds in water, followed by chilling at 4°C for 48 h	48

در یخچال در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. برگ‌ها بر روی سطح دستمال خشک قرار داده شد تا آب سطحی برگ گرفته بشود و سپس وزن اشباع برگ توزین و اندازه‌گیری شد. سپس، برگ‌ها به مدت ۲۴ ساعت در آون در دمای ۷۰ درجه

به منظور اندازه‌گیری محتوای نسبی آب برگ (RWC)، ابتدا وزن تر تعداد ثابتی از برگ‌ها را که به صورت تصادفی انتخاب شده‌اند، محاسبه شد. سپس، برای اندازه‌گیری وزن اشباع، برگ‌ها به چهار تا هشت بخش تقسیم و در آب مقطر به مدت ۲۴ ساعت

پنج منطقه مورد مطالعه انجام شد و نتایج در فرمول‌های مربوطه جهت محاسبه قرار داده شد (شکل ۳).

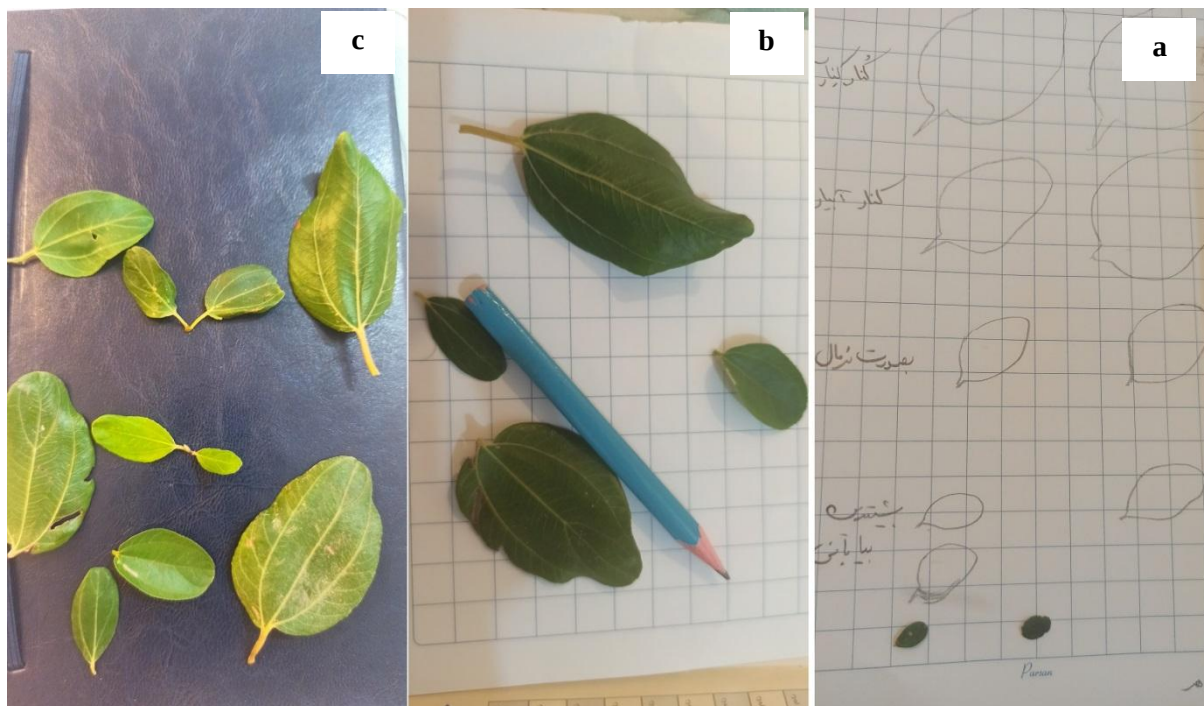
سانتی‌گراد قرار داده شد تا آب برگ خشک بشود. در نهایت وزن خشک برگ توزین و نتایج یادداشت شد. مسیر فوق سه مرتبه در



شکل ۱- فرم رویشی و زیستگاه درختان کنار در مناطق مورد مطالعه کنگان (a) و دهرم (b) در ایران

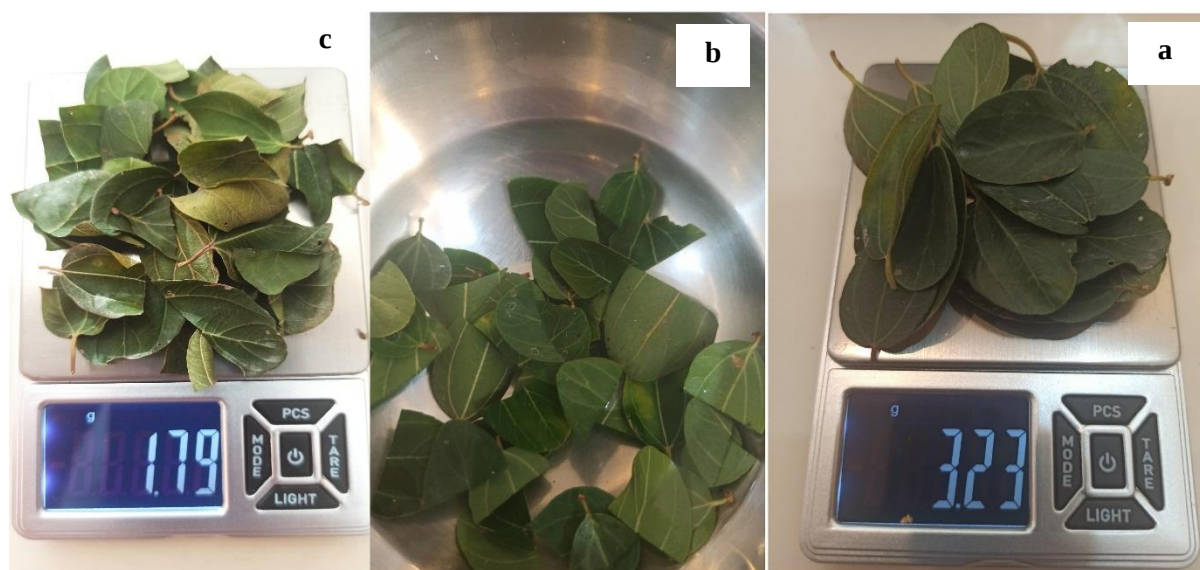
از درختان مختلف کنار به صورت تصادفی، برگ‌های بالغ گردآوری شد و مساحت‌سنجی آن‌ها توسط کاغذ شطرنجی انجام گرفت و نتایج یادداشت شد (شکل ۲).

Figure 1- Life form and habitat of *Ziziphus spina-christi* trees in the studied areas of Kangan (a) and Dahrom (b), Iran. Mature leaves were randomly collected from different *Ziziphus spina-christi* trees, their area was measured using graph paper, and the results were recorded (Figure 2).



شکل ۲- نحوه اندازه‌گیری برگ‌های کنار توسط کاغذ شطرنجی که به صورت تصادفی از مناطق مورد مطالعه استان‌های فارس و بوشهر گردآوری شده بود.

Figure 2- Measurement methodology using checkered paper for randomly collected *Ziziphus spina-christi* leaves from the studied areas of Fars and Bushehr Provinces.



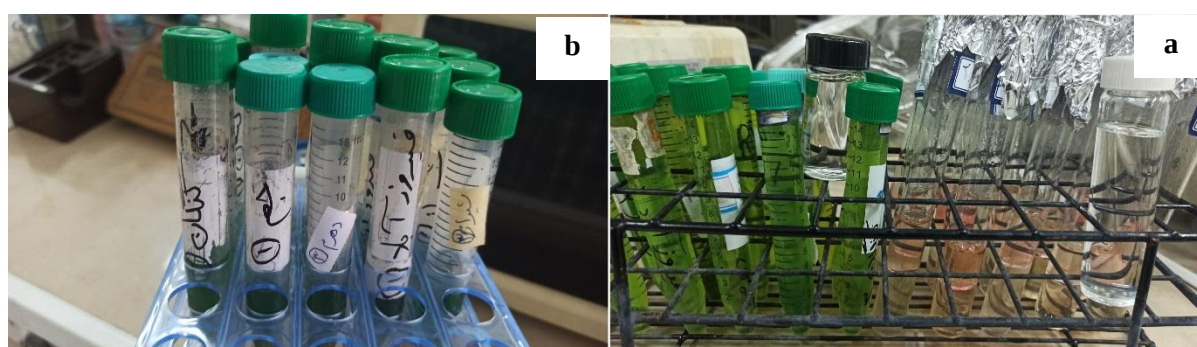
شکل ۳- توزین برگ خشک و آبدار کنار. از سمت راست (a-b) نمونه تازه چیده شده و قرارگیری برگ درون آب به مدت ۲۴ ساعت جهت آب‌گیری در حد اشباع. تصویر سمت چپ (c) مربوط به توزین برگ خشک شده گیاه کنار می‌باشد.

Figure 3- Weighing the dry and wet leaves of *Ziziphus spina-christi*. On the right (a) a freshly picked sample of leaves, has been placed in water for 24 hours to reach saturation. The image on the left (c) shows the weighting of the dried leaves of this plant.

موج ۶۶۳، ۶۴۵ و ۴۷۰ را به ترتیب برای کلروفیل a، b و کاروتنوئید در نظر گرفته و با استفاده از فرمول میزان موارد مذکور محاسبه شد (شکل ۴).

Chlorophyll a = $12/7 \times A_{663} - 2.69 \times A_{645}$ (µg/ml)
Chlorophyll b = $22/9 \times A_{645} - 4/68 \times A_{663}$ (µg/ml)
Carotenoid = $[(1000 \times A_{470} - 1/82 \times \text{Chl a} - 85/02 \times \text{Chl b})/198]$ (µg/ml)

برای اندازه‌گیری میزان کلروفیل a، b و کاروتنوئید از روش آرون استفاده شد (Arnon, 1967). نیم گرم از هر نمونه برگ وزن کرده و توسط نیتروژن مایع خرد شد. سپس، به هر نمونه ۲۰ میلی‌لیتر از استون ۸۰٪ که قبلاً تهیه شده است اضافه شد. نمونه‌ها را به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۶۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ نموده، عصاره فوقانی جدا گردید. توسط اسپکتروفتومتر طول



شکل ۴- سنجش میزان کلروفیل برگ‌های کنار مورد مطالعه در استان‌های فارس و بوشهر.

Figure 4- Measurement of the chlorophyll content in the studied leaves of *Ziziphus spina-christi* from Fars and Bushehr Provinces.

از هر نمونه جمع‌آوری شده کنار را پس از خارج ساختن از فریزر توزین و حدود ۱۰ میلی‌لیتر اسید سولفوسالسیلیک ۳ درصد اضافه

برای اندازه‌گیری پرولین از روش نین‌هیدرین اسید به روش استاندارد باتس استفاده شد (Bates et al., 1973). ابتدا ۰/۵ گرم

آلی، درصد ازت، فسفر، پتاسیم)، درصد اشباع، هدایت الکتریکی، اسیدیته کل اشباع، درصد مواد خنثی شونده، رس، سیلت و شن مورد سنجش قرار گرفت.

آنالیزهای چندمتغیره

برای کسب اطلاع از روابط مناطق مورد بررسی، تمام داده‌های حاصل را در اکسل (Excel, 2023) منتقل، ماتریس $t \times n$ تشکیل و برای آنالیز خوشه (Unweighted Pair Group Method with Principal) PCoA (Arithmetic Mean UPGMA) و رسته‌بندی (Coordinate Analysis) به نرم‌افزار تحلیل آماری PAST ver. 4.03 منتقل گردید (Hammer & Harper, 2001). همچنین، برای تعیین مهمترین صفات جداکننده در هر منطقه از آنالیز DCA (Detrended Correspondance Analysis) استفاده شد.

نتایج و بحث

جوانه‌زنی

آگاهی از شرایط جوانه‌زنی گیاهان مختلف به همراه شرایط مؤثر بوم‌شناختی و فیزیولوژیک آن‌ها نقش مهمی در پیشبرد شرایط مناسب در جوانه‌زنی گیاهان مختلف دارد.

جدول تجزیه واریانس نشان می‌دهد که در هفت مورد اندازه‌گیری شده تنها دو مورد پهنای برگ و کاروتنوئید در سطح ۰/۰۵ درصد معنی‌دار ($P \leq 0.05$) نبوده ولی بقیه موارد معنی‌دار می‌باشد. میانگین مربعات و درجه آزادی نیز در جدول ارائه گردیده است (جدول ۲).

جدول ۲- تجزیه واریانس فاکتورهای اندازه‌گیری شده در سطح ۰/۰۵ درصد ($P \leq 0.05 = **$)

در طرح آزمایش درخت کنار در پنج منطقه مورد مطالعه در استان‌های فارس و بوشهر.

Table 2- Experimental design and analysis of Variance at the significance level of 0.05 ($P \leq 0.05 = **$) for *Ziziphus spina-christi* in five regions of Fars and Bushehr Provinces.

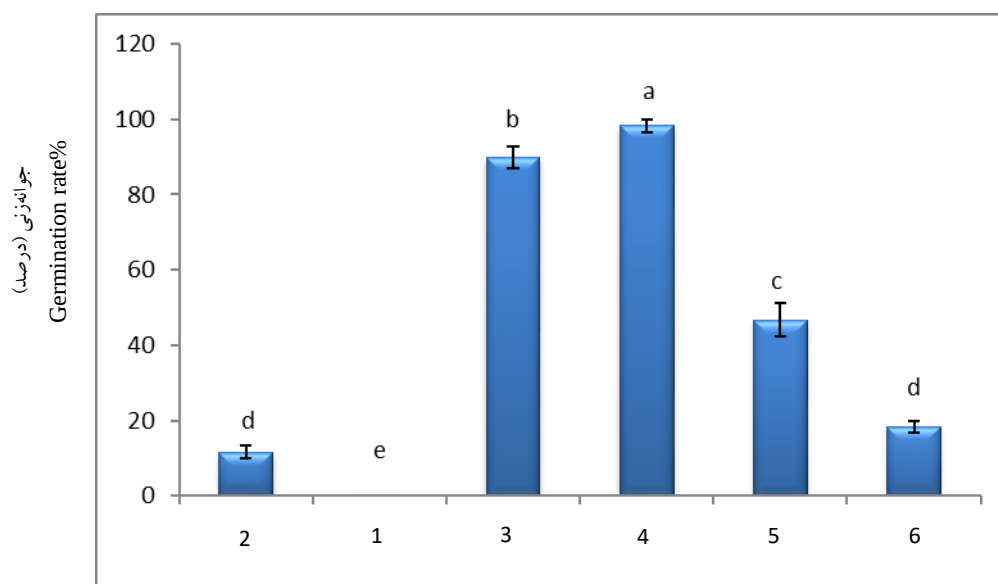
Row	Variables	Degrees of freedom	Mean squares	significance
1	RWC	4	0.003	0.038**
2	Proline	4	4130.589	0.001**
3	Leaf size	4	1.489	0.688
4	Germination	5	5229.167	0.045**
5	Carotenoid	4	0.339	0.209
6	Chlorophyll a	4	0.226	0.049**
7	Chlorophyll b	4	0.028	0.038**

و در هاون چینی به دقت ساییده شد. سپس، مخلوط حاصل در درون لوله آزمایش ریخته و ۱۰ دقیقه با سرعت ۲۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ شد. ۲ میلی‌لیتر از عصاره صاف‌شده جدا و در یک لوله آزمایش ریخته شد. به هر لوله ۲ میلی‌لیتر معرف نین‌هیدرین و ۲ میلی‌لیتر اسید استیک اضافه گردید. لوله‌های آزمایش در بن ماری با دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت یک ساعت قرار داده، و پس از یک ساعت لوله‌ها جهت خاتمه واکنش در داخل حمام یخ گذاشته شد. مدت زمان خاصی برای این مرحله ذکر نشده و به محض سرد شدن می‌توان وارد مرحله بعد شد. پس از سرد شدن لوله‌ها، به آنها ۴ میلی‌لیتر تولوئن افزوده و ۳۰ ثانیه بهم زده شد. بعد از تشکیل دو فاز مجزا قسمت رنگی برداشته شد و توسط اسپکتروفتومتر میزان جذب آنها در طول موج ۵۲۰ نانومتر قرائت گردید. آزمایش‌ها در سه تکرار و به صورت طرح تصادفی کامل صورت پذیرفت. روش تحلیل واریانس یک طرفه با استفاده از (ANOVA) و با استفاده برنامه آماری نرم‌افزار SPSS (ver. 26) برای تحلیل واریانس انجام شد. سطح معنی‌داری با استفاده از آزمون دامنه چندگانه دانکن (DMRT) در $P \leq 0.05$ بررسی شد.

در ادامه نیز صفات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد بررسی قرار گرفت. در ابتدا خاک در عمق ۲۰ تا ۳۰ سانتی‌متری زمین از نواحی متعدد جمع‌آوری و جهت آنالیز به آزمایشگاه خاک مجتمع آزمایشگاهی پرهام گستر فارس (دانش بنیان) ارسال شد. غلظت عناصر میکرو (آهن، روی، منگنز و مس) و ماکرو (کربن

در این آزمایش، از بذرهای تازه و بذرهای ذخیره‌شده از سال گذشته استفاده گردید. مقایسه عملکرد بذرهای نشان داد که بذرهای سال گذشته، قدرت جوانه‌زنی کمتری داشتند. می‌توان پیش‌بینی نمود که این کاهش احتمالاً به افزایش سن بذر یا تخریب تدریجی جنین گیاه ارتباط دارد. همچنین، خفتگی طولانی‌مدت در بذرهای کنار مشاهده نشد، که احتمالاً به دلیل وجود شرایط بوم‌شناختی مساعد برای رشد، به ویژه آب در فصل پاییز است. درخت کنار گیاهی مقاوم به خشکی و بومی مناطق ریشی جنوب ایران محسوب می‌شود و یکی از عناصر اصلی پوشش گیاهی حاشیه خلیج فارس می‌باشد. این گیاه پس از گذر از مراحل اولیه رشد، نیاز کمتری به آبیاری دارد. بر اساس تحلیل آماری ارائه‌شده در جدول ۲، نتایج تجزیه واریانس در سطح ۰/۰۵، از لحاظ آماری در میزان جوانه‌زنی معنی‌دار است.

طبق نتایج بدست آمده کمترین جوانه‌زنی مربوط به بذر با پوسته میوه (۰٪) و پس از آن بذر بدون پوسته میوه و بدون خیساندن با درصد جوانه‌زنی ۱۱/۶۶ بود. بیشترین میزان جوانه‌زنی بذر نیز مربوط به کشت بذر بدون پوسته میوه و با ۴۸ ساعت خیساندن در آب مقطر با درصد جوانه‌زنی ۹۸/۳۳ و پس از آن بذر بدون پوسته میوه با ۲۴ ساعت خیساندن در آب مقطر با ۹۰ درصد جوانه‌زنی بود (شکل ۵). بذرهای فاقد پوسته میوه پس از ۷۲ ساعت خیساندن، با ۴۷ درصد جوانه‌زنی، در رتبه سوم قرار گرفتند. روند کاهش جوانه‌زنی پس از خیساندن بذرهای مشاهده شد که احتمالاً ناشی از محدودیت دسترسی به اکسیژن است. بررسی تأثیر تیمار سرمایی نشان داد که این تیمار موجب بهبود جوانه‌زنی بذرهای کنار نگردید، به‌طوری‌که پس از ۴۸ ساعت خیساندن، درصد جوانه‌زنی به ۱۸ درصد کاهش یافت (شکل ۵).

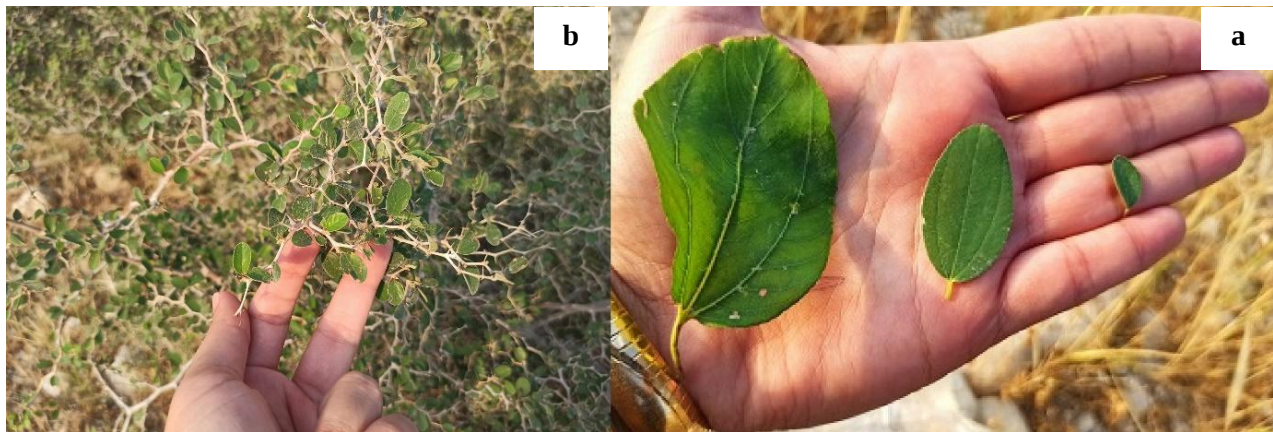


شکل ۵- درصد جوانه‌زنی بذر در نمونه‌های مورد مطالعه کنار در پنج منطقه از استان‌های فارس و بوشهر.

نوع تیمار با عدد نمایش داده شده است. شش تیمار مشخص به صورت روبه‌رو می‌باشد: ۱. کشت بذر با پوسته میوه سالم، ۲. کشت بذر بدون پوسته میوه، ۳. کشت بذر بدون پوسته میوه با ۲۴ ساعت خیساندن در آب مقطر، ۴. کشت بذر بدون پوسته میوه و با ۴۸ ساعت خیساندن در آب مقطر، ۵. کشت بذر بدون پوسته میوه با ۷۲ ساعت خیساندن در آب مقطر و ۶. کشت بذر بدون پوسته میوه با خیساندن و تیمار سرمایی به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد.

Figure 5- Seed germination percentage in the studied specimens of *Ziziphus spina-christi* across the five studied regions of Fars and Bushehr Provinces.

The numbers indicate the treatment types. The six distinct treatments are as follows: 1. seed cultivation with the pericarp intact, 2. seed cultivation without the pericarp, 3. seed cultivation without the pericarp, followed by soaking in distilled water for 24 hours, 4. seed cultivation without the pericarp, followed by soaking in distilled water for 48 hours, 5. seed cultivation without the pericarp, followed by soaking in distilled water for 72 hours, 6. seed cultivation without the pericarp, followed by soaking in distilled water and chilling at 4°C for 48 hours.



شکل ۶- ابعاد برگ نمونه‌های مورد مطالعه درخت کنار در مناطق مختلف استان‌های فارس و بوشهر با میزان دسترسی متفاوت به آب.

تصویر سمت راست (a) نمونه‌ای از درخت کنار است که دسترسی کافی و لازم به آب دارد، در صورتی که تصویر سمت چپ (b) متعلق به نمونه کنگان می‌باشد که حاکی از رشد گیاه در شرایط خشک است.

Figure 6- Seed dimensions of studied specimens of *Ziziphus spina-christi* with varying water access in different regions of Fars and Bushehr Provinces.

The image on the right (a) shows a specimen with sufficient and necessary access to water, whereas the image on the left (b) belongs to a specimen from the Kangan region, indicating that the plant grows in dry conditions.

مهره‌داران و تجزیه آنزیمی (غیرمکانیکی) شکسته می‌شود (Zhang & Wang, 1995; Pareek, 2001).

کنار مانند سایر بذور مناطق گرمسیری خواب مکانیکی دارند (Schmidt, 2000) و جوانه‌زنی آن با سایش تدریجی پوسته بذر، خراش یا روش‌های اسیدی امکان‌پذیر است (El-Sidding et al., 2001) و کاشت مستقیم بذورهای این گیاه تنها احتمال ۳۰٪ جوانه‌زنی دارد (Vogt, 1995). درون‌بر سخت کنار یکی از مهمترین موانع جوانه‌زنی بذر و تولید پایه است، اما دوره خفتگی بذر آن‌ها کوتاه‌مدت می‌باشد (Aboutalebi et al., 2012). ابوطالبی و همکاران به این نتیجه رسیدند که خراش دهی و تیمار با اسید سولفوریک به مدت ۱۰ و ۳۰ دقیقه بر روی جوانه‌زنی اثر مثبتی دارد (Aboutalebi et al., 2012). البته تیمار با آب گرم و اسید سولفوریک به مدت ۶۰ دقیقه اثر مثبتی بر روی جوانه‌زنی نداشت (Aboutalebi et al., 2012). بر اساس مطالعات صورت گرفته بذر سرده *Ziziphus* دارای مشکل خفتگی می‌باشد که مانع از جوانه‌زنی یکنواخت بذر در نهالستان می‌گردد (Gebrestsadik, 2013). ایشان از تیمارهای آب گرم، سرد و خراش دهی با اسید سولفوریک جهت جوانه‌زنی کنار استفاده نمود (Gebrestsadik, 2013). تیمار آب سرد اثر مشخصی را در فرآیند جوانه‌زنی نشان نداد، اما درصد جوانه‌زنی در بذورهای

حسین اذعان نمود که بذر کنار با تیمار اسید سولفوریک به مدت ۶۰ دقیقه نتایج خوبی در جوانه‌زنی می‌دهد (Hussein, 1994). این گونه برای جنگل کاری و تثبیت تپه‌های شنی مناسب است (Hussein, 2006). احمد نیز گزارش داد که شواهد حاکی از استقرار مناسب گونه کنار در زمین‌های خشک و نیمه‌خشک می‌باشد (Ahmed, 2007). بر اساس پژوهشی دیگر، کنار اغلب توسط بذر تکثیر می‌شود، اما سرعت و قدرت جوانه‌زنی آن پایین است (Saied et al., 2008). در برخی از گونه‌های نزدیک کنار، اغلب روش‌های مکانیکی یا هضم آنزیمی، اثر خوبی در قابلیت جوانه‌زنی دارد، اما در کنار مطالعه دقیقی در این زمینه صورت پذیرفته است (Saied et al., 2008). در این مطالعه سایش ناف بذر و تیمار بذر در اسید سولفوریک ۹۷٪ به مدت ۳۰، ۶۰ و ۱۲۰ دقیقه به منظور جوانه‌زنی کنار مورد مطالعه قرار گرفت و بهترین مدت زمان جوانه‌زنی در ۱۲۰ دقیقه مشاهده گردید (Saied et al., 2008). دانه‌های کنار دارای یک درون‌بر بسیار سخت است که یکی از عوامل محدودکننده جوانه‌زنی در کنار می‌باشد. بر اساس نتایج حاصل از مطالعات صورت پذیرفته (Maraghni et al., 2010)، بذورهای تیره Rhamnaceae اغلب فاقد خواب هستند، اما در سرده کنار اغلب خواب وجود دارد که به صورت خراش دهی درون‌بر (مکانیکی) و یا عبور از روده

تیمارشده با آب گرم (دما ۲۵ و ۸۵ درجه سانتی‌گراد) و ۱۲ ساعت زمان جهت خنک‌شدن به دست آمد (Gebretsadik, 2013). در مطالعه دیگری از سه روش خراش‌دهی، غوطه‌ور در اسید سولفوریک ۹۸ درصد در سه زمان ۱۰، ۳۰ و ۶۰ دقیقه و غوطه‌ور در آب گرم ۱۰۰ درجه در سه زمان ۱۵، ۳۰ و ۴۵ درجه سانتی‌گراد استفاده شد (Ibrahim et al., 2014). خواب بذرهای کنار بر اساس میزان جوانه‌زنی در روش خراش مکانیکی و غوطه‌وری در اسید سولفوریک به مدت ۱۰ و ۳۰ دقیقه برای همه نمونه‌ها پاسخ بهتری داد (Ibrahim et al., 2014).

محققان دیگر، نتیجه مشابهی در زمینه جوانه‌زنی مناسب کنار بعد از ۴۸ ساعت در آب کسب نمودند (Salehi et al., 2017). نکته جالب توجه دیگر این است که بذر کنار در شرایط فراسرد به روش آبگیری قابل نگهداری می‌باشد (Shahab et al., 2017). (Naderi). درون‌بر کنار بسیار ضخیم است و در صورت عدم حذف این لایه، اکسیژن کافی جهت انجام فرآیند جوانه‌زنی وجود نخواهد داشت (Verma et al., 2019). سرمادهی نیز از طریق تأثیر بر روی سطوح مختلف هورمونی و تنظیم‌کننده‌های رشد، اثر مثبتی بر روی جوانه‌زنی می‌گذارد (Fetouh & Hassan, 2014; Verma et al., 2019). بر اساس مطالعه زایت و همکاران با برداشتن تمام یا بخشی از درون‌بر سخت بذر کنار، می‌توان تیمارهای دمایی مختلف را بر روی این بذر آزمایش نمود (Zait et al., 2020). در دمای حدود ۳۴ درجه سانتی‌گراد، بذر بعد از ۶ روز جوانه زد، درحالی‌که در محدوده دمایی ۱۶ تا ۲۸ درجه سانتی‌گراد، مدت جوانه‌زنی از هشت تا ۳۲ روز طول کشید. حتی رشد بذر و ایجاد اندام‌های مختلف مانند ساقه و برگ نیز به شدت وابسته به دمای تیمار بود و در دمای ۳۴ درجه سانتی‌گراد بسیار بهتر صورت پذیرفت. در مورد بذرهای که پوشش درون‌بر آن‌ها دست نخورده و سالم باقی‌ماند، جوانه‌زنی بعد از ۱۲ روز صورت پذیرفت، اما بذرهای که درون‌بر آن‌ها به صورت کامل یا جزئی برداشت شده بود، دو روز زودتر از مورد قبل (۱۰ روز) آغاز به جوانه‌زنی نمودند. استفاده از اسید سولفوریک ۹۶٪ در جهت حذف درون‌بر، از نظر زمانی اثر قابل ملاحظه‌ای در جوانه‌زنی نداشت اما درصد جوانه‌زنی را بهبود بخشید و نهال بذرهایی که به مدت ۶۰ دقیقه در معرض اسید

قرار گرفته بودند نسبت به بذرهایی که به مدت ۱۲۰ دقیقه در معرض اسید قرار گرفتند درصد جوانه‌زنی بیشتری داشتند (Zait et al., 2020). براساس مشاهدات میزان رشد بخش‌های مختلف نهال در هر دو زمان مواجهه با اسید تأثیر معنی‌داری نداشت. بذرهایی از کنار که در فضای آزاد و در سایه کاشته شد، ۳۰ روز بعد وقتی به ترتیب حداقل و حداکثر دمای ۹ و ۲۸ درجه سانتی‌گراد را روزانه تجربه می‌کرد، شروع به آغاز جوانه‌زنی نمود و خاک مورد نظر میزان قابل ملاحظه‌ای از رطوبت را نشان داد. همچنین، بذرهایی که در سایه کشت شدند نسبت به بذرهایی که در معرض تابش مستقیم آفتاب بودند، میزان جوانه‌زنی بیشتری داشتند. بذرهایی که از فضولات حیواناتی مانند خوک و گاو جمع‌آوری می‌شوند، درصد جوانه‌زنی آن‌ها بالاتر می‌رود (Zait et al., 2020). بر اساس مطالعه عمر و محمد، هرگاه بذر کنار به مدت چهارماه در فریزر قرار گرفت، میزان جوانه‌زنی آن نسبت به نگهداری پنج ماه در فریزر، بیشتر بود (Omar & Mohammed, 2021). بر اساس مطالعه عمر و محمد سرمادهی به بذر کنار منجر به بهبود جوانه‌زنی گردید، و در بذرهایی که سرمادهی به مدت چهار ماه به طول انجامید، کیفیت جوانه‌زنی آن‌ها بیشتر بود. همچنین، کیفیت جوانه‌زنی بذر در خراش‌دهی و نگهداری بذر به مدت یک و سه ماه در فریزر نبود. البته بهترین درصد جوانه‌زنی در مطالعه آن‌ها ۱۲۰ روز سرمادهی در فریزر بود. تیمار سرمادهی با افزایش آنزیم آمیلاز، نشاسته را به قندهای ساده تبدیل می‌نماید و شرایط مناسب و انرژی لازم برای آغاز جوانه‌زنی را ایجاد می‌نماید (Omar & Mohammed, 2021).

تیمار اسید سولفوریک (۹۸ درصد) به مدت ۳۰ دقیقه و شستشو با آب سرد نیز نتایج مناسبی ثبت نمود، در صورتی‌که با کاهش (۵ دقیقه) و افزایش (۱۲۰ دقیقه) زمان غوطه‌وری در اسید سولفوریک نتایج خوبی در درصد جوانه‌زنی کسب نشد. برخی محققان چندین سطح تیمار انجام دادند که عبارت است از غوطه‌ورشدن در آب به مدت ۲۴ ساعت، سرد کردن به مدت ۴ ساعت، ابتدا غوطه‌ور کردن در آب (۲۴ ساعت) و سپس سرد کردن (۴ ساعت)، و در نهایت ابتدا سرد کردن (۴ ساعت) و سپس غوطه‌ور کردن (۲۴ ساعت) همراه با کنترل آب به عنوان شاهد مورد مطالعه قرار گرفت. لازم به ذکر است مدت زمان لازم

ژن‌ها اثرگذار است، مانع تولید هورمون ژیرلین می‌گردد که در تولید آنزیم آمیلاز در جوانه‌زنی اهمیت دارد و در نهایت منجر به کاهش میزان جوانه‌زنی می‌گردد (Mansouri et al., 2022). مطالعه حاضر میزان جوانه‌زنی حداقل در تیمارهای یک و دو (جدول ۱) مشاهده گردید.

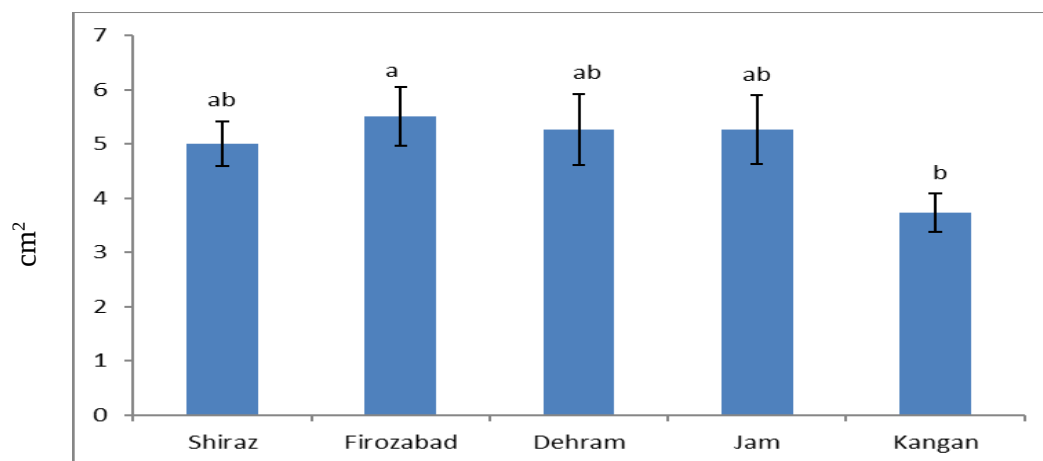
بر اساس مطالعات صورت پذیرفته، به‌صورت میانگین ابعاد برگ‌ها در بیشترین حالت ۱/۵ در ۳ سانتی‌متر بود ولی محدوده کلی ابعاد برگ‌ها بین ۱ در ۷/۵ تا ۴ در ۶ سانتی‌متر بود. بیشینه مقدار متعلق به نمونه‌های درختانی بود که ریشه در آب داشته و یا در مسیر رودخانه‌ای پر آب قرار داشتند (شکل ۶ و ۷). طبق برداشت‌های میدانی و تحلیل اعداد بدست آمده بیشترین مساحت برگ، مربوط به منطقه فیروزآباد و با میانگین ۵/۵ سانتی‌متر مربع بود. پس از آن به ترتیب منطقه دهرم، جم و شیراز با میانگین مساحت ۵/۲، ۵/۲ و ۵ در رتبه‌های دوم، سوم و چهارم از نظر مساحت بودند. منطقه کنگان نیز با میانگین مساحت ۳/۷ سانتی‌متر مربع کمترین مساحت برگ را در بین پنج منطقه مورد بررسی به خود اختصاص داده بود (شکل ۷). دلیل اختلاف مساحت برگ در منطقه کنگان را می‌توان به بارش‌های کم، دمای بالاتر محیط و بالطبع تبخیر بالای آب نسبت داد. بر اساس نتیجه حاصل از تجزیه واریانس در سطح ۰/۰۵ عدم معنی‌داری برای اندازه برگ تأیید گردید (جدول ۲).

محتوای نسبی آب برگ نیز در نمونه‌های متعلق به کنگان و شیراز نسبت به فیروزآباد، دهرم و جم اختلاف دارد. بیشترین و کمترین محتوای نسبی آب برگ به ترتیب متعلق به درختان موجود در مناطق کنگان و جم بود (شکل ۸). در مورد سطح برگ، عمر و محمد اذعان داشتند که اندازه سطح برگ بر اساس نوع تیماری که صورت پذیرفته است متفاوت است و میانگین سطح برگ در نهال را به ترتیب حدود ۳۰ و ۳۱ سانتی‌متر مربع گزارش نمودند (Omar & Mohammed, 2021). بر اساس جدول ۲، معنی‌داری آنالیز تجزیه واریانس در سطح ۰/۰۵ برای محتوای نسبی آب برگ کنار مورد تأیید قرار گرفت.

جهت سرد کردن حدود ۴ ساعت بود. با شرایط یکسان دانه‌های سال ۲۰۱۸ در امر جوانه‌زنی عملکرد بهتری نسبت به بذره‌های سال گذشته داشتند. بیشترین و کمترین میزان جوانه‌زنی به ترتیب در دانه‌هایی که ابتدا با سرد کردن و سپس غوطه‌ور کردن تیمار شده بودند و دانه‌هایی که ابتدا غوطه‌ور و سپس سرد شده بودند مشاهده شد (Bahwireth et al., 2023). سرد کردن بذر منجر به انبساط دیواره سلولی، سلول و ظهور ریشه‌چه می‌شود.

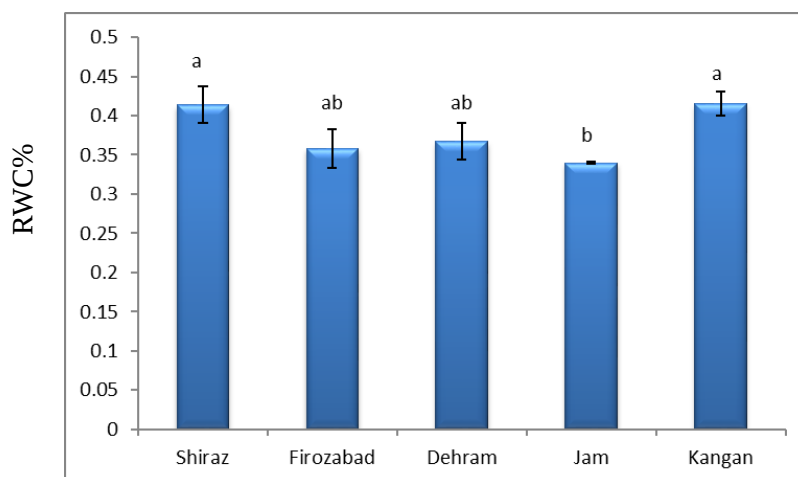
بر اساس مطالعه صورت پذیرفته، با افزایش دما میزان فتوسنتز در کنار بالا می‌رود. آن‌ها همچنین به این موضوع پی بردند که با تغییر دما از سرد (حدود ۱۶ درجه سانتی‌گراد یا پایین‌تر) به دمای گرم‌تر (۲۸ تا ۳۴ درجه سانتی‌گراد)، ابتدا میزان فتوسنتز کاهش و بعد از یک هفته، حدود ۸۸٪ افزایش خواهد یافت. اما اگر برعکس این فعالیت رخ بدهد، یعنی انتقال بذر از محیط گرم به سرد صورت پذیرد، بعد از یک روز تا یک هفته، میزان فتوسنتز با روند افزایشی، رو به کاهش خواهد رفت و این مورد نشانگر این مهم است که گیاه مذکور فاقد مکانیسم حفاظتی در دمای پایین در پیشبرد فرآیندهای حیاتی مانند فتوسنتز است (Zait et al., 2020). نکته جالب توجه این موضوع است که حتی با تیمارهای مشابه در جوانه‌زنی کنار نتایج متعددی کسب شده است. به عنوان مثال بر اساس نتایج مطالعات پیشین، بهبود جوانه‌زنی را زمانی که بذرها را به مدت ۱۲۰ دقیقه در اسید سولفوریک ۹۶ درصد قرار دادند، حدود ۵۰٪ بهبود بخشیدند (Saied et al., 2008)، و این درحالی است که در مطالعه دیگری خراش دهی بذر توسط اسید فقط سرعت جوانه‌زنی را ۱۰ درصد بهبود بخشیده بود (Zait et al., 2020).

در مطالعه حاضر، درصد جوانه‌زنی با کاهش قابلیت دسترسی به آب، کاهش می‌یابد که نتایج حاصل کاملاً مطابق با نتایج مطالعات گذشته است (Mansouri et al., 2022). علت اصلی این کاهش پلی اتیلن گلایکول است که مانع از جذب آب می‌شود، در نتیجه، فعالیت آنزیم‌هایی مانند آمیلاز مختل شده و درصد جوانه‌زنی کاهش می‌یابد (Saburi-rad et al., 2011). در مجموع کاهش میزان آب با ایجاد تنش اکسیداتیو بر روی عملکرد صحیح



شکل ۷- ارزیابی مساحت برگ‌های کنار در مناطق مورد مطالعه در استان‌های فارس و بوشهر.

Figure 7- Evaluation of leaf area of *Ziziphus spina-christi* leaves from Fars and Bushehr Provinces.



شکل ۸- محتوای نسبی آب برگ کنار در مناطق مورد مطالعه در استان‌های فارس و بوشهر.

Figure 8- The relative water content of *Ziziphus spina-christi* leaves from Fars and Bushehr Provinces.

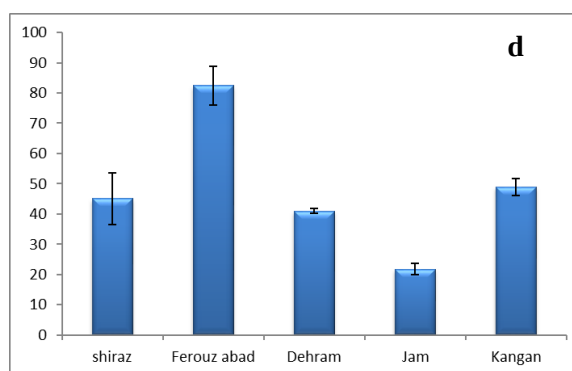
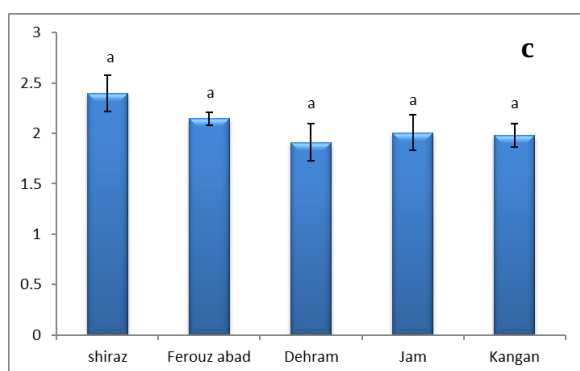
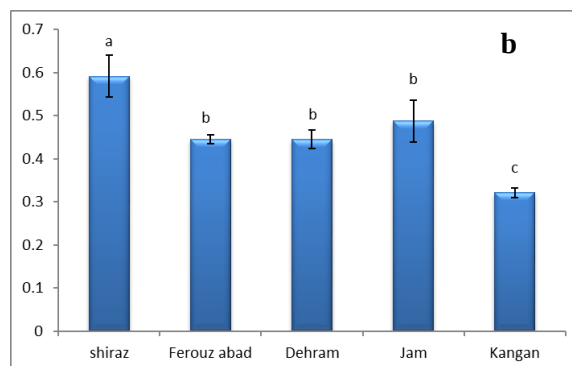
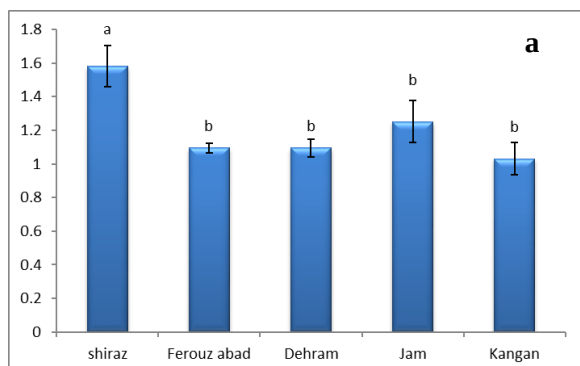
کلروفیل و کاروتنوئید

بر اساس تحلیل تجزیه واریانس در سطح ۰/۰۵، معنی‌داری برای کلروفیل و عدم معنی‌داری برای کاروتنوئید مورد تأیید قرار گرفت (جدول ۲). کلروفیل a موجود در برگ درختان شیراز بالاترین و کنگان کمترین میزان را به نسبت مناطق دیگر به خود اختصاص دادند (شکل ۹، a). در بررسی نتایج حاصل از سنجش کلروفیل b برگ کنار در مناطق مختلف مورد بررسی در این آزمون، شیراز بالاترین میزان را به خود اختصاص داده بود. پس از آن به ترتیب مناطق جم، فیروزآباد، دهرم و کنگان در رتبه بعدی

قرار گرفتند (شکل ۹، b). طی بررسی و آزمایشاتی که روی برگ درخت کنار در پنج ناحیه انجام پذیرفت، نتایج حاکی از این بود که بالاترین میزان کاروتنوئید مربوط به ناحیه شیراز بود. پس از آن مناطق مورد مطالعه در فیروزآباد، جم، کنگان و دهرم کاروتنوئید را در مراتب بعدی به خود اختصاص داده بود (شکل ۹، c). در مطالعه عمر و محمد تیمار سرمادهی در فریزر به مدت یک تا پنج ماه نتایج مطلوبی رقم زد و این مورد با افزایش میزان کلروفیل مطابقت داشت (Omar & Mohammed, 2021). همچنین، خراش بذر و پیش‌سرمادهی در فریزر نتایج مطلوبی ارائه ندارد و

خاک است زیرا به طور مستقیم بر روی فتوسنتز گیاه تأثیر می‌گذارد (Mbarki et al. 2018).

در میزان کلروفیل اندازه‌گیری شده تغییری حاصل نگردید (Omar & Mohammed, 2021). عوامل مختلفی بر روی رنگیزه‌ها در گیاهان مؤثر است، یکی از این عوامل میزان شوری



شکل ۹- سنجش رنگیزه و پرولین درخت کنار در پنج منطقه مورد مطالعه در استان‌های فارس و بوشهر. (a) کلروفیل a، (b) کلروفیل b، (c) کاروتنوئید، (d). پرولین.

Figure 9- The pigment and proline measurements of *Ziziphus spina-christi* trees in five studied areas from Fars and Bushehr Provinces. a) chlorophyll a, b) chlorophyll b, c) carotenoid, d) proline.

تنش شدید بود. به همین خاطر میزان بالای پرولین این دو ناحیه را می‌توان توجیه نمود. پس از کنگان، درختان کنار شیراز، سومین میزان پرولین را دارا بودند. درختان ناحیه دهرم با اختلاف کمی نسبت به شیراز از نظر میزان پرولین بود. کمترین میزان پرولین را درختان کنار منطقه جم به خود اختصاص می‌داد که این می‌توانست به دلیل شرایط بهینه و نرمال رشد درخت کنار در ناحیه جم باشد. طبق این آزمون ناحیه جم با ارتفاع ۶۴۱ متر از سطح دریا و میانگین دمای سالانه ۲۳ درجه سانتی‌گراد و همچنین میانگین بارش ۳۵۱ میلی‌متر، بهترین شرایط را برای رشد درختان کنار فراهم آورده بود (شکل ۹، d). همسو با نتایج این تحقیق، میزان پرولین در گونه‌های تحت تنش کنار میزان بیشتری را در مطالعه میرزایی نشان داد (Mirzaei, 2015). بر اساس مطالعات

پرولین

میزان پرولین سنجش شده در این آزمون به نحوی بود که بالاترین پرولین را برگ‌های ناحیه فیروزآباد به خود اختصاص داد و این می‌توانست به دلیل یک نوع تنش باشد که بر درختان کنار آن ناحیه حاکم بود. تنش وارده بر ناحیه فیروزآباد می‌تواند در اثر ارتفاع باشد، زیرا بلندترین ناحیه را در بین پنج ناحیه با ارتفاع ۱۳۵۱ متر از سطح دریا دارد. میانگین دمای سالیانه این ناحیه نیز ۲۲ درجه سانتی‌گراد بود که مجدد کمترین میانگین دمایی را از بین پنج ناحیه داشت. پس از درختان کنار در فیروزآباد، بالاترین میزان پرولین را درختان کنار ناحیه کنگان دارا بودند. این ناحیه به دلیل گرمای زیاد هوا (میانگین دمای سالیانه ۳۰ درجه سانتی‌گراد) و فشار هوای بالا و کمبود بارش‌ها، متحمل

صورت پذیرفته میان میزان پرولین و تنش خشکی در گیاهان رابطه مستقیم وجود دارد یعنی با افزایش تنش خشکی، تجمع پرولین افزایش می‌یابد (Sziderics et al., 2007). به عبارت دیگر، با افزایش تنش خشکی میزان تجمع پرولین در اطراف غشای سلولی افزایش می‌یابد و بدین صورت از پلاسمولیز زودهنگام سلول جلوگیری می‌نماید (Mansouri et al., 2022). در واقع، افزایش سطح اسید آمینه پرولین در گیاهان یکی از روش‌های کاهش آثار مخرب تنش می‌باشد و احتمالاً در پی بیان ژن‌های کدکننده آنزیم‌های سنتز پرولین مانند پرولین-۵-کربوکسیلات سنتتاز تولید می‌شود (Tavakoli et al. 2016). بر اساس جدول ۲، معنی‌داری آنالیز تجزیه واریانس در سطح ۰/۰۵ برای میزان پرولین در کنار مورد تأیید قرار گرفت.

نتایج آزمایش فیزیکی و شیمیایی خاک در جداول ۳ و ۴ قابل مشاهده است. حداکثر و حداقل درصد اشباع خاک در شیراز (۵۱/۸) و کنگان ۳۰/۰۶ مشاهده گردید. بیشینه هدایت الکتریکی

خاک مربوط به درختان مورد مطالعه کنار واقع در ناحیه جم با $5/61 \text{ ds/m}$ بود، درحالی‌که میزان هدایت الکتریکی در جهرم کمینه بود. اسیدیته کل اشباع نواحی مورد مطالعه همگی تا اندازه‌ای قلیایی بودند، بیشترین میزان قلیایی در خاک منطقه جم (کمترین اسیدیته) و کمترین میزان قلیایی بودن خاک در ناحیه کنگان (بالاترین میزان اسیدیته) خاک را دارا بود (جدول ۳).

درصد مواد خنثی‌شونده در نواحی جهرم (۶۱/۹۱) و جم (۵۳/۴۸) به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار را نشان داد (جدول ۳). درصد کربن آلی و ازت خاک در تمام نواحی مورد مطالعه ناچیز بود. فسفر و پتاسیم خاک در شیراز مقادیر بیشینه را نشان داد، درحالی‌که کنگان حداقل دو عنصر را نشان داد. درصد رس و سیلت به ترتیب در نواحی فیروزآباد و جهرم بیشترین میزان را نشان داد، اما حداکثر درصد شن در منطقه کنگان گزارش شد. حداقل میزان رس، سیلت و شن به ترتیب در شیراز و جهرم، کنگان و فیروزآباد مشاهده شد (جدول ۳).

جدول ۳- نتایج آزمایش ماکرو خاک مرتبط با درخت کنار در پنج منطقه مورد مطالعه در استان‌های فارس و بوشهر.

حرف NS نشانگر فاقد اهمیت (non-significant) است. سایر علائم به صورت روبه‌رو می‌باشد: درصد اشباع (S%)، هدایت الکتریکی (EC)، اسیدیته کل اشباع (TSA)، درصد مواد خنثی‌شونده (NS%)، درصد کربن آلی (OC%)، درصد ازت (N%)، و بافت خاک (ST). اندازه‌گیری فسفر و پتاسیم بر مبنای ppm است.

Table 3- Results of soil macro tests for *Ziziphus spina-christi* in five areas of Fars and Bushehr Provinces. The abbreviation NS stands for non-significant. The other symbols are defined as follows: saturation percentage (S%), electrical conductivity (EC), total saturated acidity (TSA), neutralized substance percentage (NS%), organic carbon percentage (OC%), nitrogen percentage (N%), and soil texture (ST). Phosphorus and potassium measurements are reported in ppm.

Ro w	Region	S %	EC	TSA	NS %	OC %	N %	P	K	Clay %	Silt %	Sand %	ST
1	Firouz Abad	37.05	0.68	7.23	58.13	NS	NS	3	182	24.5	32.7	42.8	Loam
2	Kangan	30.06	4	7.19	61.62	NS	NS	2	66	15.6	13.1	71.3	Sandy loam
3	Jam	45.45	5.61	7.48	53.48	NS	NS	1.6	157	20.9	25.6	53.5	Loam
4	Shiraz	51.8	3.15	7.4	57.84	NS	NS	22.4	396	12	30.9	57.1	Sandy loam
5	Dahrom	31.53	0.61	7.47	61.91	NS	NS	2.8	83	12	39.9	48.1	Loam

غدیری‌پور و همکاران مطالعاتی را در زمینه خواص فیزیکی و شیمیایی خاک اطراف کنار در دو استان خوزستان و بوشهر انجام دادند (Ghadiripour et al., 2014). گونه کنار اغلب در خاک‌هایی که بافت سنگین ندارد و افق مشخصی در آن مشاهده نمی‌شود، قابل مشاهده است (Ghadiripour et al., 2014). در مطالعه غدیری‌پور و همکاران، بهترین نتیجه از نظر کربن آلی، ازت و فسفر

بر اساس نتایج حاصل از جدول ۴، میزان آهن، روی، منگنز و مس در شیراز بیشترین مقدار را نشان داد. علت این افزایش چشمگیر در مطالعات میدانی حاکی از استفاده از خاک برگ جهت درخت‌کاری در منطقه مورد نظر است. آهن و منگنز در خاک منطقه کنگان حداقل میزان را داشت. مس و روی محلول نیز به ترتیب در جم و جهرم حداقل بود (جدول ۴).

خاک در سی سانتی متری ابتدایی خاک حاصل گردید (Ghadiripour et al., 2014). بافت رسی (سنگین) در محل رشد کنار در مناطق مورد مطالعه گزارش نشد و مقدار رس در خاک اطراف درخت کنار در مطالعه حاضر نسبت به سایر عناصر خاک حداقل بود (Ghadiripour et al., 2014). از طرف دیگر با افزایش میزان شن در خاک، احتمال پراکنش درخت کنار بیشتر شد. نتایج مطالعه حاضر مطابق با مطالعه غدیری پور و همکاران می باشد.

خاک در سی سانتی متری ابتدایی خاک حاصل گردید (Ghadiripour et al., 2014) و در مطالعه حاضر که خاک در سی سانتی متر اول مورد بررسی قرار گرفت، میزان کربن آلی و ازت ناچیز و فسفر $\leq 1/6$ گزارش گردید. میانگین هدایت الکتریکی در مطالعه حاضر $2/16 \pm 2/8$ میلی موس بر سانتی متر مشابه مطالعه غدیری پور و همکاران به مقدار $2/5 \pm 0/04$ بود.

جدول ۴- نتایج آزمایش میکرو خاک مرتبط با درخت کنار در پنج منطقه مورد مطالعه در استان های فارس و بوشهر.

اندازه گیری به صورت محلول و بر مبنای ppm است.

Table 4- Results of soil micro-testing for *Ziziphus spina-christi* in five areas of Fars and Bushehr Provinces. The measurements were taken in solution and are reported in ppm.

Row	Region	Fe	Zn	Mn	Cu
1	Firouz Abad	8.8	0.38	6.6	0.48
2	Kangan	2.4	0.89	1.5	0.21
3	Jam	3.2	0.24	3.8	0.15
4	Shiraz	16.5	19.6	32.6	3.3
5	Dahrom	2.7	0.17	3.5	0.29

چرای دام نیاز دارد و به خوبی با شرایط اقلیمی گرم و خشک منطقه خود را وفق داده است. در این راستا و با هدف توسعه فلور طبیعی مناطق جنوبی کشور که از شرایط نامساعد آب و هوایی رنج میبرند درخت کنار، به مراقبت کمی به لحاظ آبیاری و جلوگیری از چرای دام نیاز دارد و به خوبی با شرایط اقلیمی گرم و خشک منطقه خود را وفق داده است. البته باید توجه نمود که خواب بذر در کنار بیشتر تحت تأثیر درون بر ضخیم است که سرعت جوانه زنی را تا ۵۰٪ مهار می کند و درون بر سخت کنار مانع از جوانه زنی آن در فصل خشک می گردد.

تیپ اراضی و خاک شناسی رویشگاه های کنار به گونه ای است که این گونه تشکیل جوامع پراکنده در آبرفت های بادبزی شکل و سنگ ریزه دار را ایجاد می کند. گسترش این گونه بر روی اراضی پست و شور مشاهده نگردید مگر در مناطق مسکونی که آبیاری صورت می گرفت و این گونه به صورت دست کاشت، در زمین کاشته شده بود. این گونه بصورت نادر روی سایر تیپ ها (کوه ها، فلات ها، تراس های فوقانی، دشت های دامنه ای، دشت های رسوبی رودخانه ای، اراضی پست شورزار و دشت های سیلابی) وجود دارد. عمده اراضی مناسب این درخت

آنالیزهای چندمتغیره

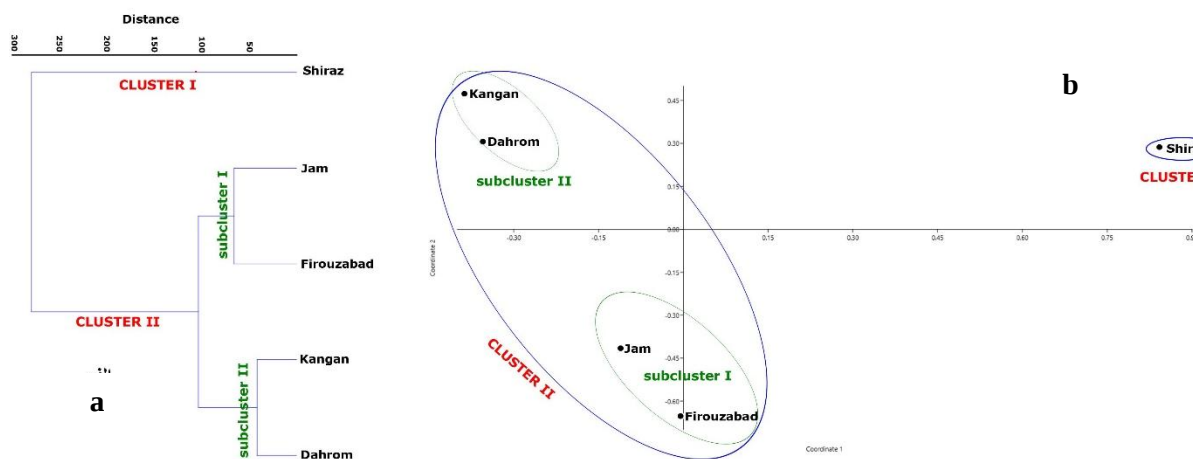
بر اساس آنالیز خوشه، دندروگرام UPGMA مربوط به مناطق مختلف رویش کنار با استفاده از ضریب شباهت اقلیدسی (۰/۹۴) رسم گردید. مناطق مورد مطالعه در دو خوشه کاملاً مجزا قرار گرفتند. در خوشه شماره یک (CLUSTER I)، شیراز و سایر مناطق در خوشه شماره دو (CLUSTER II) جای گیری کردند. خوشه دو خود به دو زیرخوشه تقسیم شد. در زیرخوشه اول (subcluster I)، جم و فیروزآباد و در زیرخوشه دوم (subcluster II)، کنگان و دهرم قرار گرفت (شکل ۱۰، a). نتایج حاصل از PCoA نیز کاملاً با UPGMA تطابق دارد (شکل ۱۰، b). بر اساس آنالیز DCA، مهمترین عامل قرارگیری منطقه شیراز پتاسیم بود، درحالی که کنگان و دهرم به علت درصد سیلت، کاروتنوئید و مساحت برگ در کنار یکدیگر قرار گرفتند. لازم به ذکر است کلروفیل a و b نیز عامل جداسازی مناطق جم و فیروزآباد از سایر مناطق بود.

بومشناسی و گونه های همراه

درخت کنار، گیاهی مقاوم به خشکی و بومی مناطق رویشی جنوب ایران، به مراقبت کمی به لحاظ آبیاری و جلوگیری از

دارای دمای حداقل میانه $3/2$ تا $10/3$ درجه سانتی‌گراد و حداکثر $38/2$ تا $45/36$ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. رطوبت نسبی رویشگاه‌های طبیعی کنار دارای متوسط سالانه 55 تا 65 درصد و تبخیر سالانه 2721 و $3029/8$ میلی‌متر است. رویشگاه‌های طبیعی کنار طبق روش آمبرژه دارای اقلیم بیابانی گرم خفیف، بیابانی گرم شدید، بیابانی گرم میانه، نیمه خشک معتدل و خشک معتدل است (Sabeti, 1970). طبق روش دومارتن دارای اقلیم خشک و نیمه‌خشک می‌باشد (Asare, 2009). توده‌های پراکنده کنار بر روی خاک‌های آبرفتی عمیق با شیب کمتر از 10 درصد رویش دارند. این توده‌ها در استان بوشهر در منطقه حفاظت شده ناپیند، اطراف اتوبان کنگان به عسلویه و منطقه جم و ریز وجود دارند.

بافتی لومی، لومی‌شنی و لومی‌سیلیسی دارد. این خاک‌ها از نظر پتاسیم مناسب و از نظر فسفر و مواد آلی خیلی ضعیف هستند (Izadpanah, 1981). این درختان شوری $3/9$ تا 18 میلی‌موس بر سانتی‌متر و 7 pH تا $8/2$ را به خوبی تحمل می‌کردند (Ramaneshi, 1988). به‌طور کلی پراکنش درختان و شرایط گیاه در ناحیه جم با ارتفاع 641 متر از سطح دریا و میانگین دمای سالانه 23 درجه سانتی‌گراد و میانگین بارش سالانه 351 میلی‌متر، بهترین حالت ممکن را دارد. رویشگاه‌های طبیعی کنار دارای دمای حداقل میانه $3/2$ تا $10/3$ درجه سانتی‌گراد و حداکثر $38/2$ تا $45/36$ درجه سانتی‌گراد است. آمار جمع‌آوری شده نشان می‌دهد که درخت کنار در مناطق با بارندگی کمتر از 150 میلی‌متر و بالاتر از آن گسترش دارد. رویشگاه‌های طبیعی کنار



شکل ۱۰- آنالیز خوشه UPGMA (a) و PCoA (b) درخت کنار در پنج منطقه مورد مطالعه در استان‌های فارس و بوشهر.

Figure 10- Cluster analysis of (a) UPGMA and (b) PCoA for *Ziziphus spina-christi* in five areas of Fars and Bushehr Provinces.

است (Asare, 2009). بر اساس مطالعات ایشان، ضدعفونی کردن دانه و نهال نورسته با قارچ کش مرکاپتان، مانکوزب و بنومیل توصیه می‌گردد (Asare, 2009). در این تحقیق، نیز تدابیر لازم به منظور ضدعفونی دانه‌های مورد مطالعه انجام شد. در مورد اثر متقابل گونه‌های همراه و کنار مطالعاتی در سطح بین‌الملل تاکنون صورت نگرفته است. در صورت وجود چنین مطالعاتی نیز نمی‌توان اثر گونه‌های همراه در یک محیط با شرایط محیطی منحصربه‌فرد را به بقیه گونه‌ها تعمیم داد زیرا با تغییر یک عامل محیطی سایر شرایط و اثر متقابل آن‌ها بر روی یکدیگر تغییر

بر اساس مطالعات عصاره گونه‌های همراه کنار، در نواحی جنوب ایران شامل گونه‌هایی از سرده‌های اشک، افدرا، استبرق، گیشدر، گون و کورک (لگجین)، ترشک، بنگو، یونجه‌های دیم، اسفرزه، توله و بنجه، جاروعلفی، جو، شوره زار، دم روباهک و گندم، بنه و کلخنگ و درختچه‌های بادام، رملک، تنگرس، استبرق، گز، بنگرو، خرزهره و کنار دون‌ریز، یونجه وحشی، ترشک، بنگو، جو، جو وحشی، جاروعلفی ارغوانی، گیس‌باغه و بهمن است (Asare, 2009). همچنین، بر اساس مطالعات ایشان رایج‌ترین آفات کنار، مگس کنار، زنجیره کنار و شپشک کنار

بستر کشت، استقرار موفقیت آمیز بذر و نهال، نرخ رشد، ریخت‌شناسی، بوم‌شناسی و فیزیولوژی در رشد گیاه مؤثر است.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به اهمیت کشت و اهلی‌سازی گیاهان مقاوم به خشکی در اکوسیستم‌های کم آب ایران، در این پژوهش تأثیر شرایط محیطی و فیزیولوژیک را بر جوانه‌زنی بذر گونه کنار مطالعه شد. نتایج حاصل حاکی از بالاترین میزان جوانه‌زنی در تیمار کشت بذر بدون پوسته میوه و خیساندن به مدت ۴۸ ساعت در آب مقطر می‌باشد. علاوه بر این، بررسی ویژگی‌های برگ و خاک در شهرهای مختلف استان‌های فارس و بوشهر تفاوت قابل توجهی را در سطح رنگیزه (کلروفیل و کاروتنوئید)، پرولین و هدایت الکتریکی خاک نشان داد. آنالیز خوشه و تحلیل مختصات اصلی نیز تقسیم مناطق مورد مطالعه به دو خوشه متمایز را تأیید نمود، که با داده‌های فیزیولوژیک و بوم‌شناختی مطابقت دارد. نتایج نقش تعیین‌کننده عوامل محیطی در ترویج موفقیت جوانه‌زنی بذر گونه کنار را برجسته می‌سازد و می‌تواند به بهبود استراتژی‌های کاشت و محافظت از این گونه مقاوم در شرایط اقلیمی خشک کمک نماید.

سپاسگزاری

نویسندگان مقاله از دانشگاه شیراز به منظور حمایت مالی این رساله قدردانی می‌نمایند.

تعارض منافع

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

References

- Aboutalebi, A., Hasanzada, H., & Farahi, M. H. (2012). Effect of various treatments on seed germination characteristics of wild *Ziziphus* (*Ziziphus spina-christi*). *World Applied Sciences Journal*, 17(7), 900-904.
- Adgaba, N., Alghamdi, A., Shenkute, A., Sammoudr, R., Hegazy, S., Ansari, M. J., & Tourir, A. (2013). Age structure, regeneration-gap of *Ziziphus spina-christi* populations and implications for its conservation. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 11(3&4), 2220-2226.

خواهد یافت. بر اساس نتایج سایر مطالعات، تنوع گیاهان اثرات قابل توجهی بر عملکرد اکوسیستم دارد (Yang et al. 2019). گونه غالب بر شرایط زیستی تأثیر می‌گذارد و با گونه‌های همراه تعامل برقرار می‌کند. بنابراین گونه‌های همراه محرک‌های مهمی برای پویایی جامعه و عملکرد اکوسیستم به شمار می‌روند (Hou et al. 2023). همچنین، براساس مطالعه‌ای دیگر، رشد همزمان گونه‌های همراه منجر به کاهش مواد مغذی خاک می‌شود که منجر به کاهش کلی زیست‌توده گونه‌ها می‌شود (Zhang et al. 2023).

بر اساس مطالعه حاضر گونه‌های همراه شناسایی شده به صورت ذیل اعلام می‌گردد.

Lysimachia arvensis (L.) U.Manns & Anderb., *Misopates orontium* (L.) Raf., *Aristida adscensionis* L., *Capparis spinosa* L., *Asphodelus tenuifolius* Cav., *Calotropis procera* (Aiton) W.T.Aiton. *Cenchrus ciliaris* L., *Rostraria cristata* (L.) Tzvelev, *Lycium depressum* Stocks, *Pentanema divaricatum* Cass., *Periploca aphylla* Decne., *Limonium lobatum* (L.f.) Chaz., *Plantago psyllium* subsp. *cumingiana* (Fisch. & C.A.Mey.) Rahn., *Plantago indica* L., *Polycarpon tetraphyllum* (L.) L., *Festuca incurva* (Gouan) Gutermann, *Schismus barbatus* (L.) Thell., *Ephedra ciliata* Fisch. & C.A.Mey., *Erucaria hispanica* (L.) Druce, *Erodium cicutarium* (L.) L'Hér., *Hippocrepis constricta* Kunze, *Hordeum murinum* subsp. *glaucum* (Steud.) Tzvelev, *Anthyllis circinnata* (L.) D.D.Sokoloff, *Koelpinia tenuissima* Pavlov & Lipsch., *Stipellula capensis* (Thunb.) Röser & Hamasha, *Brachypodium distachyon* (L.) P.Beauv., *Urtica pilulifera* L.

غنای فلور ایران با بیش از هشت هزار گونه گیاهی ایجاب میکند که تحقیق پیرامون کاشت و توسعه گیاهان بومی هرچه بیشتر توسعه یابد تا پایداری اکوسیستم‌های طبیعی ایران تقویت گردد. در سه دهه گذشته از درخت کنار در پروژه‌های جنگل‌کاری و فضای سبز کشور به نحو احسن استفاده نشده و متأسفانه گونه‌های مهاجم به تدریج جایگزین گونه‌های بومی فلور ایران شده است. در این راستا و با هدف توسعه فلور طبیعی مناطق جنوبی کشور که از شرایط نامساعد آب و هوایی رنج می‌برند و پایداری اکوسیستمی غنی آن با محدودیت‌های زیادی روبرو است، تحقیقی را پیرامون درختان بومی مانند کنار فراهم شد تا شاید بتوان کمکی هرچند بسیار ناچیز ولی در حد توان خود به جامعه پژوهشی ارائه کرد. در نهایت می‌توان نتیجه‌گیری نمود که عوامل مختلفی از جمله دما، رطوبت، خواب بذر، شوری خاک، اکسیژن، مواد مغذی موجود در

- Ahmed, D. M. (2007).** *Ziziphus spina-Christi* (sidir) and *Salvadora persica* (arak) seedling growth as affected by different irrigation [Doctoral dissertation, University of Khartoum].
- Allen, C. D., Macalady, A. K., Chenchouni, H., Bachelet, D., McDowell, N., Vennetier, M., ... & Cobb, N. (2010).** A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests. *Forest ecology and management*, 259(4), 660-684. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.09.001>
- Arcos-LeBert, G., Aravena-Hidalgo, T., Figueroa, J. A., Jaksic, F. M., & Castro, S. A. (2021).** Native trees provide more benefits than exotic trees when ecosystem services are weighted in Santiago, Chile. *Trees*, 35(5), 1663-1672. <https://doi.org/10.1007/s00468-021-02144-5>
- Arndt, S. K., Clifford, S. C., & Popp, M. (2001).** *Ziziphus*—A multipurpose fruit tree for arid regions. In *Sustainable land use in deserts* (pp. 388-399). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-59560-8_41
- Arnon, A. N. (1967).** Method of extraction of chlorophyll in the plants. *Agronomy Journal*, 23, 112-121.
- Asare, M.H. (2009).** Biological characteristics of the trees of the genus *Ziziphus* in Iran and introduction of other species of this genus, first edition, National Forest and Rangeland Research Institute. [In Persian]
- Bahwireth, M.A. Pyar, H. Maqram, D.A. & Bamsaoud, S.F. (2023).** The effect of seeds age and chilling on water imbibition and germination for *Ziziphus spina-christi* seeds. *International Journal of Agricultural Research*, 11-16. <http://dx.doi.org/10.3923/ijar.2023.11.16>
- Bates, L. S., Walderen, R. D., & Taere, I. D. (1973).** Rapid determination of free proline for water stress studies. *Plant and Soil*, 39, 205-207. <https://doi.org/10.1007/BF00018060>
- Castro-Díez, P., Vaz, A. S., Silva, J. S., Van Loo, M., Alonso, Á., Aponte, C., ... & Godoy, O. (2019).** Global effects of non-native tree species on multiple ecosystem services. *Biological Reviews*, 94(4), 1477-1501. <http://dx.doi.org/10.1111/brv.12511>
- Emadodin, I., Reinsch, T., & Taube, F. (2019).** Drought and desertification in Iran. *Hydrology*, 6(3), 66. <https://doi.org/10.3390/hydrology6030066>
- Eskandari Dameneh, H., Gholami, H., Telfer, M. W., Comino, J. R., Collins, A. L., & Jansen, J. D. (2021).** Desertification of Iran in the early twenty-first century: assessment using climate and vegetation indices. *Scientific Reports*, 11(1), 20548. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-99636-8>
- Fetouh, M.I. & Hassan, F.A. (2014).** Seed germination criteria and seedling characteristics of *Magnolia grandiflora* L. trees after cold stratification treatments. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 3, 235-241.
- Gebretsadik, W. (2013).** Effect of seed pretreatments on *Ziziphus spina-christi* germination. *Seed Technology*, 35(1), 145-149. <https://stjournal.org/volume-35-no-1-2013/>
- Ghadiri Pour, P., Sagheb Talebi, KH., Salehe Shoushtari, M.H., & Esmailzadeh, A. (2016).** Investigation of some soil properties and quantitative characteristics of *Ziziphus spina-christi* (L.) Desf. in natural habitats of southwestern Iran, case study: Khuzestan and Bushehr Provinces. *Journal of Forest and Wood Product*, 68, 61-75. [In Persian]
- Guzmán-Ortiz, F. A., Castro-Rosas, J., Gómez-Aldapa, C. A., Mora-Escobedo, R., Rojas-León, A., Rodríguez-Marín, M. L., & Román-Gutiérrez, A. D. (2019).** Enzyme activity during germination of different cereals: A review. *Food Reviews International*, 35(3), 177-200. <https://doi.org/10.1080/87559129.2018.1514623>
- Hammer, Ø., & Harper, D. A. (2001).** Past: paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia electronica*, 4(1), 1.
- Hou, G., Shi, P., Zhou, T., Sun, J., Zong, N., Song, M. & Zhang, X. (2023).** Dominant species play a leading role in shaping community stability in the northern Tibetan grasslands. *Journal of Plant Ecology*, 16(3), rtac110.
- Hussein, N. M. A. (1994).** Natural and artificial regeneration of *Ziziphus spina-christi* (Linn.) (Doctoral dissertation, M.Sc. thesis, University of Khartoum).
- Hussein, S.G. (2006).** Afforestation in arid lands with particular reference to the Sudan. UNESCO Chair of Desertification, University of Khartoum. <https://www.africabib.org/rec.php?RID=393742504>
- Ibrahim, M., Malami, A. A., & Abubakar, B. G. (2014).** Effect of pre-germination treatment on germination of *Zizyphus mauritiana* and *Zizyphus spina-christi* seeds in a semi-arid environment of Sokoto-Nigeria. *Journal of Agriculture and Environment*, 10(1&2), 55-60.
- International Seed Testing Association (ISTA). (2023).** International rules for seed testing. ISTA, Switzerland. Available at ISTA Official Guidelines.
- Izadpanah, B., 1981.** *Semi-detailed soil study of the Shapur-Dalaki region of Fars and Bushehr Provinces.* Agricultural Research and Rural Development Organization Publication. [In Persian]

- Kaur, N., Erickson, T. E., Ball, A. S., & Ryan, M. H. (2017). A review of germination and early growth as a proxy for plant fitness under petrogenic contamination—knowledge gaps and recommendations. *Science of the Total Environment*, 603, 728-744. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.02.179>
- Khosravi, A.R. (2013). *An illustrated guide to trees and shrubs of Eram Botanical Garden*, Shiraz University. [In Persian]
- Mansouri, M., Moradi, A. Balouchi, H.R. & Soltani, A. (2022). The effect of water potential on biochemical indices and seed germination of different populations of *Ziziphus spina-christi*. *Iranian Journal of Seed Research*, 1, 1-22. [In Persian] <http://dx.doi.org/10.52547/yujs.8.1.1>
- Maraghni, M. G. M. N. M., Gorai, M., & Neffati, M. (2010). Seed germination at different temperatures and water stress levels, and seedling emergence from different depths of *Ziziphus lotus*. *South African Journal of Botany*, 76(3), 453-459. <http://dx.doi.org/10.1016/j.sajb.2010.02.092>
- Mbarki, S., Sytar, O., Cerda, A., Zivcak, M., Rastogi, A., He, X., ... & Brestic, M. (2018). Strategies to mitigate the salt stress effects on photosynthetic apparatus and productivity of crop plants. In V. Kumar, S. Wani, P. Suprasanna, & L.-S. Tran (Eds.), *Salinity responses and tolerance in plants* (Vol. 1, pp. 85–136). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-75671-4_4
- Mirzaei, J. (2015). Effects of drought stress on biomass, enzyme activity and proline content of *Ziziphus spina-christi* leaf and root at nursery condition. *Journal of Plant Ecophysiology*, 6(19), 81-92.
- Microsoft Corporation, (2018). Microsoft Excel, Available at: <https://office.microsoft.com/excel>
- Naderi Shahab, M., Jebeli, M., & Jafari, A.A. (2017). Investigating the possibility of storing seeds of *Ziziphus spina-christi* (L.) Desf. under extremely cold conditions. *Iranian Journal of Seed Science and Research*, 3, 111-120. [In Persian]
- Omar, O. M., & Mohammed, M. Y. (2021). Effect of stratification and pre-chilling on germination of *Ziziphus spina-christi* L. seed and seedling growth. *International Journal of Agricultural & Statistical Sciences*, 17, <http://dx.doi.org/10.15258/sst.2008.36.1.22>
- Pareek, O.P., 2001. *Fruits for the Future 2: Ber*. International Centre for Underutilized Crops. University of Southampton, Southampton, UK.
- Pötzelberger, E., Spiecker, H., Neophytou, C., Mohren, F., Gazda, A., & Hasenauer, H. (2020). Growing non-native trees in European forests brings benefits and opportunities but also has its risks and limits. *Current Forestry Reports*, 6, 339-353. <https://doi.org/10.1007/s40725-020-00129-0>
- Royal Botanic Gardens, Kew. (2024). *Plants of the World Online*. <https://powo.science.kew.org/>
- Ramaneshi, KH. (1988). *Semi-detailed soil studies and land classification of Poshtkooch and Dasht Palang in Bushehr Province*. Agricultural and Natural Resources Research Organization. [In Persian]
- Ranal, M.A. & Santana, D.G.D. (2006). How and why to measure the germination process?. *Brazilian Journal of Botany*, 29, 1-11. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-84042006000100002>
- Sabeti, H. (1970). Survey of the vital climates of Iran. *Tehran University Press, Tehran*. [In Persian]
- Saburi Rad, S., Kafi, M., Nezami, A., & Bannayan Aval, M. (2012). Study on seed germination behavior of *Kochia scoparia* L. Schard in response to temperature and water potential. *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 18(4), 578-592.
- Saied, A. S., Gebauer, J., & Buerkert, A. (2008). Effects of different scarification methods on germination of *Ziziphus spina-christi* seeds. *Seed Science and Technology*, 36(1), 201-205. <http://dx.doi.org/10.15258/sst.2008.36.1.22>
- Salehi, A.S. Metaji, A., Etemed, V. and Basiri, R. (2017). Studying the effect of different treatments on seed viability and seedling growth of *Ziziphus spina-christi*. *Journal of Forest and Wood Product*. 4, 689-699. [In Persian]
- Schmidt, L. (2000). Dormancy and pretreatment. *Guide to handling of tropical and subtropical forest seed*. Humlebaek: Danida Forest Seed Centre, 263-303.
- Sziderics, A. H., Rasche, F., Trognitz, F., Sessitsch, A., & Wilhelm, E. (2007). Bacterial endophytes contribute to abiotic stress adaptation in pepper plants (*Capsicum annum* L.). *Canadian journal of microbiology*, 53(11), 1195-1202. <https://doi.org/10.1139/w07-082>
- Soufian, K. H., & Dinarvand, M. (2008). Rhamnaceae. In Z. Jamzad, M. Assadi, & A. A. Maassouni (Eds.), *Flora of Iran* (pp. 1–556). Research Institute of Forests and Rangelands. [In Persian]
- Sudharsan, C., & Hussain, J. (2003). In vitro Clonal Propagation of a Multipurpose Tree, *Ziziphus spina-christi* (L.) Desf. *Turkish Journal of Botany*, 27(3), 167-172. <https://journals.tubitak.gov.tr/botany/vol27/iss3/2>
- Takhti, S., & Shekafandeh, A. (2012). Effect of different seed priming on germination rate and seedling growth of *Ziziphus Spina-Christi*. *Advances in Environmental Biology*, 6(1), 159-164.
- Tavakoli, M., Poustini, K., & Alizadeh, H. (2016). Proline accumulation and related genes in wheat leaves under salinity stress. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 18, 707-716. <https://doi.org/10.16807073.2016.18.3.12.4>

- Usman, S., Jayeoba, J. O., & Kundiri, A. M. (2024).** Climate Change at a Global Concept: Impacts and Adaptation Measures. *International Journal of Environment and Climate Change*, 14(6), 445-459. <https://doi.org/10.9734/ijecc/2024/v14i64242>
- Verma, S.K., Kharwar, R.N. & White, J.F. (2019).** The role of seed-vectored endophytes in seedling development and establishment. *Symbiosis*, 78, 107-113. <https://doi.org/10.1007/s13199-019-00619-1>
- Vogt, K. (1995).** *A Field Worker's Guide to the Identification, Propagation and Uses of Common Trees and Shrubs of Dryland Sudan*. SOS Sahel International, UK.
- Wong, P. P., Losada, I. J., Gattuso, J.-P., Hinkel, J., Khattabi, A., McInnes, K. L., Saito, Y., Sallenger, A. (2014).** Coastal systems and low-lying areas in Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Glo (2014). https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-Chap5_FINAL.pdf
- Yang, X., Wang, X.P., Qu, Y.B., Wu, M., Wang, J.L., Wang, Z.L., Wang, S.Q., Zhao, N.X. & Gao, Y.B. (2019).** Comparing the effects of companion species diversity and the dominant species (*Stipa grandis*) genotypic diversity on the biomass explained by plant functional trait. *Ecological Engineering*, 136, 17-22. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2019.05.018>
- Zait, Y., Konsens, I., & Schwartz, A. (2020).** Elucidating the limiting factors for regeneration and successful establishment of the thermophilic tree *Ziziphus spina-christi* under a changing climate. *Scientific Reports*, 10(1), 14335. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-71276-4>
- Zhang, S.Y., & Wang, L.X. (1995).** Fruit consumption and seed dispersal of *Ziziphus Cinnamomum* (Rhamnaceae) by two sympatric primates (*Cebus apella* and *Ateles paniscus*) in French Guiana. *Biotropica*, 27, 397-401. <https://doi.org/10.2307/2388926>
- Zhang, L., Zhang, L., Huang, L., Zhou, H., Xue, S., Wang, M. & Xu, H. (2023).** Plant-soil feedback of companion species during grassland community succession. *Forests*, 14(8), 1634. <https://doi.org/10.3390/f14081634>