



Study of the effect of post-harvesting and storage on seed germination of *Thymus daenensis* Celak.

Leila Rasoulzadeh¹, Parvin Salehi Shanjani^{*2}, Ebrahim Sharifi Ashourabadi³, Leila Falah Hoseini¹, Mohamad Dadmand¹

1 Researcher, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.

2* Corresponding author, Assoc. Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran, E-mail: psalehi1@gmail.com.

3 Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.

Received: 25/06/2025

Revised: 16/10/2025

Accepted: 17/11/2025

Abstract

Background and Objectives: *Thymus daenensis* Celak. is one of the most valuable medicinal and aromatic plants native to Iran. Excessive harvesting from natural habitats, prolonged drought, and recurrent rangeland fires have seriously threatened many native and endemic thyme populations. Owing to its high adaptability to harsh environmental conditions and its high essential oil content, *T. daenensis* is considered a promising species for rangeland restoration and cultivation in marginal lands affected by water scarcity and poor soil fertility. Successful domestication, cultivation, and ecological restoration using this species require the identification of appropriate seed storage conditions that maintain seed viability and maximize germination. Since seed longevity is strongly influenced by initial seed quality and storage conditions, determining the optimum storage temperature is essential for both farmers and gene banks to minimize seed deterioration and preserve seed quality during storage.

Materials and Methods: The plant material consisted of seeds collected from two natural populations of *Thymus daenensis* originating from Fereydunshahr (Isfahan Province) and Lanjrud (Markazi Province), Iran. Seeds were harvested from cultivated plants in September 2022, dried under shade, and stored in paper bags. The effects of storage temperature and storage duration on seed germination characteristics were evaluated using a factorial experiment arranged in a completely randomized design with three replications. Treatments consisted of seven storage periods (0, 1, 2, 3, 4, 15, and 18 months) and three storage temperatures (ambient laboratory temperature, +4°C, and -18°C). Germination percentage, germination rate, mean germination time, seed vigor index, root length, shoot length, and root-to-shoot length ratio were recorded. Data were subjected to analysis of variance, and treatment means were compared using Duncan's multiple range test in SAS software.



Results: A significant interaction was observed between storage temperature and storage duration for most germination traits. In the Fereydunshahr population, initial germination immediately after harvest was 59%, which increased after three months of storage to 84%, 91%, and 79% under ambient temperature, +4 °C, and -18 °C, respectively. After 18 months of storage, germination percentages were 61%, 81%, and 83% under the respective storage conditions. For short-term storage intended for planting in the following growing season, seeds stored at +4°C exhibited significantly higher germination percentage, seedling length, and seed vigor index than those stored under ambient conditions or at -18 °C. In contrast, for long-term storage (up to 18 months), -18 °C proved to be the most effective storage temperature for maintaining seed quality, whereas ambient temperature resulted in the greatest decline in seed performance. In the Lanjrud population, initial germination was 100%, and no substantial differences were observed among the three storage temperatures during either short-term or long-term storage, indicating excellent seed longevity and storage stability in this population.

Conclusion: The results demonstrated considerable variation in post-maturation behavior and storage response between the two populations of *T. daenensis*. Dry storage significantly improved seed germination, particularly in the Fereydunshahr population. For short-term storage (approximately three months) intended for sowing in the subsequent growing season, storage at +4 °C is recommended because it provides the highest germination percentage, seedling growth, and seed vigor. Therefore, farmers are advised to store thyme seeds under refrigerated conditions rather than at ambient temperature. For long-term conservation, storage at -18 °C provided slightly better seed viability than storage at +4 °C. Although this difference was relatively small, it may become economically important for large-scale seed production and long-term germplasm conservation. Consequently, -18 °C is recommended for long-term storage in gene banks and commercial seed storage facilities, whereas +4 °C is adequate for routine short-term seed storage and subsequent field planting.

Keywords: Intra-population diversity, mean germination time, seed longevity, *Thymus*.

بررسی اثر پرسی و انبارداری بر جوانه‌زنی بذر آویشن دنايي *Thymus daenensis* Celak

لیلا رسول‌زاده^۱، پروین صالحی شانجانی^{۲*}، ابراهیم شریفی عاشورآبادی^۳، لیلا فلاح حسینی^۱ و محمد دادمند^۱

۱- محقق، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران

۲- نویسنده مسئول، دانشیار پژوهشی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران

پست الکترونیک: psalehi1@gmail.com

۳- استاد، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۸/۲۶

تاریخ اصلاح نهایی: ۱۴۰۴/۰۷/۲۴

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۴/۰۴

چکیده

سابقه و هدف: جنس آویشن (*Thymus L.*) یکی از پرکاربردترین گیاهان دارویی است که پراکنش گسترده‌ای در ایران دارد. برداشت بی‌رویه، خشکسالی دهه‌های اخیر و آتش‌سوزی مراتع باعث شده که گونه‌های گیاهی به‌ویژه گونه‌های انحصاری ایران در معرض خطر نابودی قرار گرفته، ولی آویشن دنايي (*Thymus daenensis* Celak) به‌دلیل سازگاری بالا و نیز میزان اسانس بالایی که دارد، می‌تواند به عنوان یک گونه گیاهی مناسب برای احیاء مراتع و کشت در شرایط نامساعد آبی و خاکی که کمتر گیاهی می‌تواند دوام بیاورد، استفاده شود. اولین گام در راستای احیاء اکوسیستم با گونه‌های گیاهی و نیز اهلی‌سازی و کشت هر گونه گیاهی، شناخت مناسب‌ترین روش انبارداری و جوانه‌زنی بذر است. طول عمر بذر در انبار متأثر از منشأ، کیفیت اولیه و شرایط نگهداری است. آگاهی از بهترین شرایط ذخیره می‌تواند از زوال بذر در انبار ممانعت کرده و موجب افزایش جوانه‌زنی و رویش آن گردد.

مواد و روش‌ها: ژرم‌پلاسِم مورد استفاده در این بررسی شامل دو جمعیت آویشن دنايي *Thymus daenensis* شامل فریدون‌شهر (اصفهان) و لنج‌رود (شهرستان شازند، استان مرکزی) بود. بذرهای کاشته شده در مزرعه تحقیقاتی، شهریورماه ۱۴۰۰ برداشت شده و در سایه خشک و در کیسه کاغذی نگهداری شدند. به‌منظور مطالعه تأثیرات شرایط محیطی و طول دوره نگهداری بر ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر آویشن دنايي، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار برای هر جمعیت انجام شد که تیمارهای آزمایش شامل الف) مدت زمان نگهداری (در هفت سطح: شاهد، ۱، ۲، ۳، ۴، ۱۵ و ۱۸ ماه) و ب) دمای نگهداری (در سه سطح: محیط آزمایشگاه، سردخانه‌های ۴+ و ۱۸- درجه سانتی‌گراد) بود. صفات اندازه‌گیری شده شامل درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، مدت زمان جوانه‌زنی بذر، شاخص بنیه بذر، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه بود. تجزیه واریانس فاکتوریلی و مقایسه میانگین اثرهای اصلی و متقابل به روش دانکن با نرم‌افزار SAS انجام شد.

نتایج مقایسه میانگین اثرهای متقابل مدت زمان نگهداری در دمای نگهداری نشان داد جوانه‌زنی اولیه (پس از برداشت) جمعیت فریدون‌شهر ۵۹ درصد بود که با نگهداری بذر در انبار ۲۵+، ۴+ و ۱۸- درجه سانتی‌گراد، پس از سه ماه به ترتیب به ۸۴، ۹۱ و ۷۹ درصد و پس از

۱۸ ماه به ترتیب به ۶۱، ۸۱ و ۸۳ درصد رسید. مقایسه نگهداری بذرها در کوتاه‌مدت برای کاشت در فصل زراعی آینده در ۲۵، ۴+ و ۱۸- درجه سانتی‌گراد نشان داد نه تنها درصد جوانه‌زنی بلکه طول گیاهچه و شاخص بنیه بذر نیز در دمای ۴+ درجه سانتی‌گراد به‌طور معنی‌داری بیش از سایر دماها بود. مقایسه نگهداری بذرها در بلندمدت (تا ۱۸ ماه) در ۲۵، ۴+ و ۱۸- درجه سانتی‌گراد نشان داد مناسبترین دما ۱۸- درجه سانتی‌گراد و نامناسب‌ترین دما ۲۵ درجه سانتی‌گراد، برای نگهداری بلندمدت بذرهاست. مقایسه میانگین اثرهای متقابل دوگانه در جمعیت لنجرود نشان داد جوانه‌زنی اولیه (پس از برداشت) ۱۰۰ درصد بود، در هر سه شرایط نگهداری ۲۵، ۴+ و ۱۸- درجه سانتی‌گراد، چه در کوتاه‌مدت و یا در بلندمدت تفاوت چندانی با یکدیگر نداشتند.

نتیجه‌گیری: در این مطالعه مشاهده شد که در بین بذرهای رسیده جمعیت‌های مختلف آویشن دناپی از نظر پس‌رسی تنوع وجود دارد. نگهداری بذرها در انبار خشک می‌تواند درصد جوانه‌زنی را به‌طور معنی‌داری افزایش دهد. مقایسه درصد جوانه‌زنی بلکه طول گیاهچه و شاخص بنیه بذر در ۲۵، ۴+ و ۱۸- درجه نشان داد دمای ۴+ مناسبترین دما برای نگهداری کوتاه‌مدت بذرها (به مدت سه ماه) برای کاشت در سال زراعی بعدی است. به این ترتیب توصیه شد کشاورزان بذرهای آویشن تولیدی را برای فروش یا کاشت در فصل زراعی آینده، در دمای ۴+ نگهداری نمایند و از انبارداری آن در انبارهای معمولی با دمای محیط ممانعت کنند. اختلاف درصد جوانه‌زنی بذرها در دمای ۴+ و ۱۸- درجه سانتی‌گراد برای نگهداری بلندمدت، ۲ درصد بود. این اختلاف در تجارت با حجم بذر کم اهمیت ندارد ولی در ابعاد بزرگ این اختلاف قابل ملاحظه خواهد بود. بنابراین برای بانک‌های ژن و کشاورزانی که دارای تجارت بذر با ابعاد بزرگ هستند توصیه می‌شود برای نگهداری بلندمدت، بذرها را در ۱۸- نگهداری نمایند.

واژه‌های کلیدی: تنوع بین‌جمعیتی، طول عمر بذر، میانگین مدت زمان جوانه‌زنی، آویشن

مقدمه

جنس آویشن (*Thymus L.*) یکی از پرکاربردترین گیاهان دارویی در دنیا بوده و کاربردهای وسیعی در صنایع دارویی، آرایشی و بهداشتی و غذایی ([Cha et al., 2001](#)) دارد. یکی از گونه‌های مهم این جنس، آویشن دناپی است. رویش آن در مناطق مختلف ایران (شمال، غرب، نواحی مرکزی و جنوب‌غربی) بیانگر سازگاری و تحمل بالای این گونه گیاهی با اغلب شرایط محیطی حاکم بر ایران می‌باشد ([Jamzad, 2012](#)). آویشن دناپی دارای اکوتیپ‌های مختلفی است که به دلیل رشد در نواحی مختلف ایران، دارای ویژگی‌های مورفولوژیکی متنوعی می‌باشند. برداشت بی‌رویه، خشکسالی دهه‌های اخیر و آتش‌سوزی مراتع باعث شده که گونه‌های

گیاهی به‌ویژه گونه‌های انحصاری در معرض خطر نابودی قرار بگیرد ولی آویشن دناپی به دلیل سازگاری بالا و نیز میزان اسانس بالایی که دارد ([Rustaei et al., 2018](#))، می‌تواند به عنوان یک گونه گیاهی مناسب برای احیاء مراتع و کشت در شرایط نامساعد آبی و خاکی که کمتر گیاهی می‌تواند دوام بیاورد، استفاده شود ([Lebaschy et al., 2012](#)). در بررسی گونه‌های مختلف آویشن، [Sharifi Ashourabadi و همکاران \(۱۴۰۰\)](#) گزارش نمودند که آویشن دناپی در تنش دمایی از میزان جوانه‌زنی بالایی برخوردار است که می‌توان از آن در توسعه کشت آویشن در دیمزارهای کم‌بازده استفاده کرد. اولین گام در راستای احیاء اکوسیستم با گونه‌های گیاهی و نیز اهلی‌سازی و کشت هر گونه گیاهی، شناخت مناسب‌ترین روش

مانند رطوبت و دمای انبار و نوسانهای شدید دما و بروز شرایط دمایی بسیار بالا باعث کاهش جوانه‌زنی در بذره‌های ذخیره شده می‌شود. در پژوهشی پارامترهای جوانه‌زنی بذر دو گونه گیاه دارویی منداب و بابونه تحت شرایط سردخانه و انبارداری خشک مطالعه شد (Alizadeh and Isvand, 2014). آنان گزارش کردند که خواص کیفی بذر گیاه منداب در دو شرایط انبارداری از نظر آماری تفاوت معنی‌داری نداشت، در حالی که درصد جوانه‌زنی بذر بابونه در دو شرایط ذکرشده تفاوت معنی‌داری از خود نشان داد، به‌طوری‌که بیشترین درصد جوانه‌زنی از بذره‌های نگهداری شده این گیاه در شرایط انبارداری سرد و خشک بدست آمد (Alizadeh and Isvand, 2014). به این ترتیب علاوه بر دمای پایین انبار، خشک کردن بذر از اهمیت بالایی برخوردار است، زیرا با کاهش سرعت واکنش‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی بذر از زوال جلوگیری می‌نماید. همان قدر که رطوبت بالای بذر باعث زوال بذر می‌گردد، خشک شدن بیش از حد نیز برای زنده ماندن بذرها مضر بوده و باعث برگشت‌ناپذیر شدن خواب بذر می‌گردد (Saeed et al., 2020). آنان در یک تحقیق جامع در پاکستان مشخص کردند که ۷۵ درصد از تولیدکنندگان هیچ آموزشی برای نگهداری بذر ندیده‌اند و ۸۳ درصد تولیدکنندگان دما و رطوبت انبارها را کنترل نمی‌کردند. ۶۷ درصد تولیدکنندگان آزمایش جوانه‌زنی قبل از کاشت انجام نداده و سوابق بذره‌های ذخیره شده را حفظ نمی‌کردند. طبق نتایج تحقیق آنان، کنترل دمای انبار بذر با بزرگی مزرعه، سن و تجربه تولیدکنندگان ارتباط مثبت داشت ($p < 0.01$)، یعنی کشاورزان متمول‌تر، مسن‌تر و با تجربه‌تر تمایل به کنترل دمای انبار ذخیره‌سازی بذر داشتند. استفاده از قارچ‌کش‌ها در طی انبارداری بذر و بررسی بلوغ بذر با تحصیلات تولیدکنندگان (فارغ التحصیل) ارتباط مثبت داشت ($p < 0.01$). به‌نحوی که استفاده از کیسه‌ها و ظروف مناسب نگهداری و تمیز کردن انبار بذر با سطح آموزش‌های ترویجی تولیدکنندگان ارتباط مثبت داشت (Saeed et al., 2020).

انبارداری و جوانه‌زنی بذر است. حفظ قوه نامیه بذر برای حفظ تنوع ژنتیکی نمونه بذره‌های اهلی و وحشی ذخیره شده نه تنها در بانک‌های ژن بلکه در انبار کشاورزان بسیار ضروریست. زیرا تولیدات کشاورزی وابسته به کیفیت بذرهایی است که تا فصل رشد بعدی ذخیره می‌شوند. عوامل مهمی که بر کیفیت بذر در انبار تأثیر بگذارند شامل اقلیم رویشگاه و شرایط محیطی محل نگهداری بذر است. در انبارهای بدون تهویه، مرطوب و گرم، بذر به سرعت زوال پیدا می‌کند. علاوه برای ذخیره‌سازی مناسب بذر، خشک کردن بذر با رطوبت مطلوب (Cappelli et al., 2020a)، بسته‌بندی بذر و محافظت در برابر باران (Afzal et al., 2020)، گردوغبار، برف، جوندگان، حشرات (Cappelli et al., 2020b)، عوامل بیماری‌زای بذر و شرایط انبار بسیار مهم هستند (Moncini et al., 2020). همه این عوامل روی جوانه‌زنی بذر تأثیر می‌گذارد. شرایط مناسب ذخیره‌سازی بذر تا حد زیادی به مدت زمانی که دانه‌ها ذخیره می‌شوند نیز بستگی دارد. معمولاً دانه‌ها در طول برداشت در مزرعه و یا خشک شدن آسیب می‌بینند، به‌طوری‌که اغلب بذرهایی که در انبار قرار داده می‌شوند به مرور زمان کیفیت خود را از دست می‌دهند. البته کیفیت بذر در انبارهای با تهویه ضعیف، مرطوب و گرم بیشتر کاهش می‌یابد (Saeed et al., 2020). طول مدتی که بذر می‌تواند قوه نامیه خود را (جوانه‌زنی بیش از ۸۰ درصد) حفظ کند مسئله مهمی در تجارت و اقتصاد محصولات کشاورزی است. مطالعه‌ای نشان داد که روش‌های سنتی نامناسب ذخیره‌سازی بذر، قوه نامیه بذر ذرت را سه تا شش ماه پایین می‌آورد (Wambugu et al., 2009). گزارش شده است که ۲۰ تا ۳۰ درصد از تلفات ناشی از ذخیره‌سازی نامناسب دانه ذرت زیانی به میزان بیش از ۴ میلیارد دلار در سال در دنیا می‌گردد (Saeed et al., 2020). اگرچه تأثیر رطوبت بذر و دمای ذخیره بر کیفیت بذر در بین گونه‌های زراعی متفاوت است، ولی طبق بررسی‌ها رطوبت بالای دانه و انبار باعث زوال بذر می‌گردد. شرایط نگهداری

بعد از آن طول گیاهچه‌ها اندازه‌گیری گردید ([Abdul-Baki and Anderson, 1973](#); [Hamidy et al., 2010](#)). درصد جوانه‌زنی بذرها از طریق رابطه ۱ محاسبه شد ([Ellis & Roberts, 1981](#)). $G_p = n_g / n_t \times 100$ (۱) که G_p : درصد جوانه‌زنی، n_g : تعداد بذره‌های جوانه‌زده و n_t : تعداد بذر کاشته شده است.

میانگین مدت زمان جوانه‌زنی با استفاده از رابطه ۲ تعیین گردید ([Ellis & Roberts, 1981](#)).

$$2) \quad MGT = (\sum n_i d_i) / n_g$$

که MGT : میانگین مدت زمان جوانه‌زنی، n_i : تعداد بذره‌های جوانه‌زده روز i ، d_i : تعداد روز پس از شروع آزمایش و n_g : کل تعداد بذره‌های جوانه‌زده است.

سرعت جوانه‌زنی نیز از طریق رابطه ۳ به دست آمد ([Agrawal, 2004](#)).

$$3) \quad Gr = \sum n_i / d_i$$

که Gr : سرعت جوانه‌زنی، n_i : تعداد بذره‌های جوانه‌زده روز i و d_i : تعداد روز پس از شروع آزمایش است. شاخص بنیه بذر از طریق رابطه ۴ محاسبه شد.

$$4) \quad GI = (Sl * G_p) / 100$$

که GI : شاخص بنیه بذر و Sl : میانگین طول گیاهچه (سانتی‌متر) است. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین به روش دانکن با نرم‌افزار SAS برای هر گونه جداگانه انجام شد.

بررسی منابع ذکر شده نشان دادند که مباحث استانداردسازی سازوکار ذخیره‌سازی، پیش‌شرطی برای حفاظت از امنیت غذایی و تقویت برنامه حفاظت از گونه‌هاست. هدف از این پژوهش، بررسی تعیین بهترین زمان پس‌رسی و شرایط نگهداری بذر جمعیت‌های مختلف آویشن دناپی در کوتاه‌مدت (۱۸ ماه) می‌باشد.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی مورد آزمایش

ژرم پلاسما مورد استفاده در این بررسی شامل دو جمعیت آویشن دناپی *Thymus daenensis* شامل فریدون‌شهر (اصفهان) و روستای لنجرود (شهرستان شازند استان مرکزی) بود. بذره‌های کاشته شده در مزرعه تحقیقاتی، شهرپورماه ۱۴۰۰ برداشت شده و در سایه خشک و در بسته کاغذی نگهداری شدند. به منظور مطالعه تأثیرات شرایط محیطی و طول دوره نگهداری بر ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر آویشن دانایی از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار برای هر جمعیت استفاده شد. تیمارهای آزمایش شامل دو فاکتور الف) مدت زمان نگهداری (در هفت سطح ۰، ۱، ۲، ۳، ۴، ۱۵ و ۱۸ ماه) و ب) دمای نگهداری (در سه سطح ۲۵+ دمای آزمایشگاه، سردخانه‌های ۴+ و ۱۸- درجه سانتی‌گراد) بود. صفات اندازه‌گیری شده شامل درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، مدت زمان جوانه‌زنی بذر، شاخص بنیه بذر، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه بود. قبل از اعمال تیمارها، بذرها با هیپوکلریت سدیم ۲ درصد به مدت ۵ دقیقه ضدعفونی شدند و بذرها در درون پتری‌دیش‌های ۵ سانتیمتری دارای دو لایه کاغذ صافی قرار داده شدند. ظروف پتری برای آغاز جوانه‌زنی به ژرمیناتور با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد منتقل گردیدند. شمارش درصد جوانه‌زنی (خروج ریشه‌چه یک میلی‌متری) به صورت روزانه و به مدت ۱۴ روز انجام شد و

نتایج

جمعیت فریدون شهر

خلاصه تجزیه واریانس برای صفات مورد بررسی جوانه‌زنی جمعیت فریدون شهر نشان دادند که مدت زمان نگهداری بذر بر تمام صفات مورد بررسی در سطح یک و پنج درصد معنی‌دار بودند، در حالی که اثر دمای نگهداری بر سرعت جوانه‌زنی و طول ساقه‌چه تأثیری معنی‌داری نداشتند (جدول ۱). اثر متقابل دما در مدت نگهداری بر تمام صفات در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱).

مقایسه میانگین سطوح اثر اصلی دمای نگهداری نشان داد که در این جمعیت بیشترین مقادیر صفات جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهک در دمای نگهداری ۴+ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد (جدول ۳). مقایسه میانگین سطوح اثر اصلی مدت زمان نگهداری نشان داد که درصد جوانه‌زنی از ۵۹ درصد در زمان پس از برداشت به ۸۴ درصد پس از ۳ ماه نگهداری رسید. ولی بیشترین مقادیر اغلب صفات گیاهک شامل طول ریشه‌چه (۴/۵ سانتی‌متر)، طول گیاهچه (۵/۶ سانتی‌متر) و نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه (۴/۱۲) در زمان پس از برداشت مشاهده شد (جدول ۳).

مقایسه میانگین اثرهای متقابل دمای نگهداری در مدت نگهداری نشان داد جوانه‌زنی اولیه بذر (پس از برداشت) در جمعیت فریدون شهر ۵۹ درصد بود که با نگهداری بذر در سه دمای ۲۵+، ۴+ و ۱۸- درجه سانتی‌گراد، پس از سه ماه به ترتیب به ۸۴، ۹۱ و ۷۹ درصد و پس از ۱۸ ماه به ترتیب به ۶۱، ۸۱ و ۸۳ درصد افزایش یافتند. مقایسه نگهداری بذر در کوتاه‌مدت برای کاشت در فصل زراعی آینده در ۲۵+، ۴+ و ۱۸- درجه سانتی‌گراد نشان داد نه تنها درصد جوانه‌زنی بلکه طول گیاهچه و شاخص بنیه بذر نیز در دمای ۴+ درجه سانتی‌گراد به‌طور معنی‌داری بیش از سایر دماها بود. بنابراین دمای ۴+ درجه سانتی‌گراد بهترین دما برای نگهداری کوتاه‌مدت بذر آویشن تا فصل کشت فصل بعدی است (جدول ۲). مقایسه

نگهداری بذر در بلندمدت (تا ۱۸ ماه) در ۲۵+، ۴+ و ۱۸- درجه سانتی‌گراد نشان داد که بهترین و بدترین دما به ترتیب ۱۸- و ۲۵+ درجه سانتی‌گراد برای نگهداری بلندمدت بذر بودند (جدول ۳). مقایسه گیاهچه‌های نگهداری شده در دو دمای ۴+ و ۱۸- درجه سانتی‌گراد نشان داد که نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه که یک ویژگی سازگاری در گیاهچه است در بذرهای نگهداری شده در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد تفاوت معنی‌داری با دمای ۴+ درجه سانتی‌گراد نداشت (جدول ۳).

جمعیت لنجرود

داده‌های خلاصه تجزیه واریانس برای صفات جوانه‌زنی در جمعیت لنجرود نشان داد که مدت نگهداری بر تمام صفات مورد بررسی در سطح یک درصد معنی‌دار بود. در حالی که دمای نگهداری بر نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه تأثیر معنی‌دار نداشت (جدول ۲). اثر متقابل دما در مدت نگهداری بر تمام صفات در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲).

مقایسه میانگین سطوح اثر اصلی دمای نگهداری نشان داد بیشترین مقادیر صفات بذر و گیاهک در دمای نگهداری ۴+ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد (جدول ۴). مقایسه میانگین سطوح اثر اصلی مدت نگهداری نشان داد بیشترین مقادیر درصد جوانه‌زنی در زمان پس از برداشت و پس از ۱۵ تا ۱۸ ماه نگهداری به میزان ۱۰۰ درصد مشاهده شد. ولی بیشترین مقادیر اغلب صفات گیاهک شامل بنیه بذر (۵)، طول ریشه‌چه (۴ سانتی‌متر)، طول گیاهچه (۵ سانتی‌متر) و نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه (۴) در زمان پس از برداشت مشاهده گردید (جدول ۴).

مقایسه میانگین اثرهای متقابل دوگانه نشان داد جوانه‌زنی اولیه (پس از برداشت) جمعیت لنجرود ۱۰۰ درصد بود. به‌طوری‌که در هر سه شرایط نگهداری ۲۵+، ۴+ و ۱۸- درجه سانتی‌گراد، چه در کوتاه‌مدت و یا در بلندمدت تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (جدول ۴).

مقایسه میانگین دو جمعیت

مقایسه میانگین صفات در دو جمعیت مورد مطالعه نشان داد که در زمان برداشت تفاوت قابل مقایسه‌ای میان صفات جوانه‌زنی وجود داشت، به‌طوری‌که درصد جوانه‌زنی در جمعیت فریدون‌شهر، ۵۹ درصد و در جمعیت لنج‌رود، ۱۰۰ درصد بود. نتایج نشان داد سه ماه نگهداری بذرهای جمعیت فریدون‌شهر در ۲۵+ درجه سانتی‌گراد (که کمترین درصد جوانه‌زنی را در هنگام برداشت داشتند، ۵۹ درصد)، میزان جوانه‌زنی را تا ۸۴ درصد افزایش داد. درصد جوانه‌زنی در آخر ماه ۱۸ با ۲۳ درصد کاهش به ۶۱ درصد رسید. نگهداری بذرهای این جمعیت به مدت سه ماه در دمای ۴+ درجه سانتی‌گراد، میزان جوانه‌زنی را تا ۹۱ درصد افزایش داد. درصد جوانه‌زنی در ماه ۱۸ فقط ۱۰ درصد کاهش یافته و به ۸۱ درصد رسید. نگهداری بذرهای این جمعیت پس از سه ماه در شرایط ۱۸- درجه سانتی‌گراد ۷۹ درصد و پس از ۱۸ ماه ۸۳ درصد بود (جدول ۳). مناسب‌ترین دما برای نگهداری بلندمدت بذرهای جمعیت فریدون‌شهر، ۱۸- درجه سانتی‌گراد بود. نگهداری کوتاه‌مدت و بلندمدت بذرهای جمعیت لنج‌رود تفاوت چندانی در جوانه‌زنی ایجاد نکرد (جدول ۴).

مقایسه میانگین‌های سرعت جوانه‌زنی بین دو جمعیت نشان داد که سرعت جوانه‌زنی الگو مشابهی با درصد جوانه‌زنی هر دو جمعیت داشت، با این تفاوت که سرعت جوانه‌زنی پس از برداشت بیش از مقادیر آن پس از چهار ماه نگهداری در دماهای ۲۵+، ۴+ و ۱۸- درجه سانتی‌گراد بود. مقایسه میانگین‌های مدت زمان جوانه‌زنی جمعیت‌های مختلف بعکس درصد جوانه‌زنی هریک از جمعیت‌ها بود، به‌طوری‌که میانگین‌های مدت زمان جوانه‌زنی برخلاف سرعت جوانه‌زنی پس از برداشت کمتر از مقادیر آن پس از چهار ماه نگهداری در دماهای ۲۵+، ۴+ و ۱۸- درجه سانتی‌گراد بود. مقایسه میانگین طول گیاهچه، طول ریشه‌چه و نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه در دو جمعیت مورد مطالعه نشان داد که بیشترین مقادیر این صفات در جمعیت فریدون‌شهر (به ترتیب ۴/۵ میلی‌متر، ۵/۶ میلی‌متر و ۴/۱) و در جمعیت لنج‌رود (به ترتیب ۴/۰ میلی‌متر، ۵/۰ میلی‌متر و ۴/۰) در زمان پس از برداشت بود. در طی ۱۸ ماه نگهداری بیشترین مقادیر شاخص بنیه، طول گیاهچه، طول ریشه‌چه و نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه هر دو جمعیت مورد مطالعه در دمای ۴+ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد (جدول ۳ و ۴).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس اثر ذخیره موقت بذر بر صفات جوانه‌زنی جمعیت فریدون‌شهر

Table 1. The results of the analysis of variance of the effect of interim seed storage on germination traits of population

Fereydunshahr									
Variation sources	DF	Germination percentage	Germination rate	Germination time	Vigor index	Root length	Shoot length	Seedling length	Root/shoot Length ratio
Replication	2	76.44 ⁿ	1.508 ⁿ	0.003 ⁿ	0.086 ⁿ	0.287 ⁿ	0.014 ⁿ	0.404 ⁿ	0.008 ⁿ
Storage temperature(T)	2	297.39*	0.173**	4.399**	1.923**	1.644**	0.014**	1.638*	0.808*
Storage period (P)	6	1356.10**	5.175**	7.076**	5.732**	8.641**	0.375**	9.295**	8.178**
T*P	12	505.85**	2.604**	2.901**	2.428**	3.160**	0.161**	3.438**	2.805**
Error	40	64.444	0.891	0.111	0.205	0.261	0.018	0.323	0.185
CV %		11.13	10.32	12.73	10.89	10.32	11.81	10.464	10.28

ⁿ, *, **: Not significant, significant at 0.05 and 0.01 levels, respectively

ⁿ, *, **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطوح ۵ و ۱ درصد

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس اثر ذخیره موقت بذر بر صفات جوانه‌زنی جمعیت لنج‌رود

Table 2. The results of the analysis of variance of the effect of interim seed storage on germination traits of population Lanjrud

Variation sources	DF	Germination percentage	Germination rate	Germination time	Vigor index	Root length	Shoot length	Seedling length	Root/shoot Length ratio
Replication	2	7.87 ⁿ	1.239 ⁿ	0.158 ⁿ	0.2418 ⁿ	0.143 ⁿ	0.028 ⁿ	0.283 ⁿ	0.222 ⁿ
Storage temperature (T)	2	177.77**	10.04**	0.864**	0.877**	0.593**	0.137**	0.989**	0.278 ⁿ
Storage period (P)	6	94.47**	20.76**	4.277**	10.229**	7.633**	0.490**	8.865**	7.638**
T*P	12	86.12**	8.523**	1.699**	3.342**	2.558**	0.184**	2.947**	2.558**
Error	40	13.21	0.690	0.099	0.109	0.121	0.023	0.123	0.229
CV %		3.73	9.44	9.79	9.52	14.84	12.82	9.91	23.57

ⁿ, *, **: Not significant, significant at 0.05 and 0.01 levels, respectivelyⁿ, *, **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطوح ۵ و ۱ درصد

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات جوانه‌زنی بذر جمعیت فریدون شهر ذخیره شده در دماها و ماه‌های مختلف

Table 3- Mean of storage conditions, germination treatment and their interaction effects on the germination traits of population Fereydunshahr

Storage Temperature	Storage period (months)	Germination percentage		Germination rate (seedling/day)		Germination time (day)		Vigor index		Radicle length (mm)		Shoot length (mm)		Seedling length(mm)		root/shoot length ratio		
Main effect																		
+25°C		68.00	b	6.27	a	2.15	c	2.67	b	2.73	b	1.12	a	3.84	b	2.46	ab	
+4°C		75.43	a	6.12	a	3.07	a	3.20	a	3.09	a	1.15	a	4.25	a	2.71	a	
-18°C		72.76	ab	6.10	a	2.65	b	2.69	b	2.54	b	1.17	a	3.71	b	2.32	b	
Main effect																		
Storage period		0	58.67	c	6.22	b	1.71	d	3.16	a-c	4.47	a	1.09	bc	5.55	a	4.11	a
		1	72.89	b	6.17	b	2.57	c	3.05	a-c	3.15	b	1.02	b-d	4.17	b	3.14	bc
		2	52.89	c	5.43	b	1.37	e	1.12	d	1.15	d	0.93	d	2.08	c	1.24	e
		3	84.44	a	7.78	a	2.60	c	3.38	ab	2.87	bc	1.14	b	4.00	b	2.49	c
		4	79.11	ab	5.81	b	3.30	b	2.93	bc	2.72	bc	0.99	cd	3.72	b	2.75	bc
		15	84.44	a	5.89	b	3.96	a	3.48	a	2.73	bc	1.39	a	4.12	b	1.99	d
		18	82.66	a	6.13	b	3.53	a	3.15	ab	2.43	c	1.46	a	3.89	b	1.75	d
Interaction effect																		
Temperature		Storage period																
+25°C		0	58.60	f-h	6.21	a-c	1.70	fg	3.16	b-e	4.46	a	1.08	c-g	5.55	a	4.10	a
		1	66.60	c-g	6.03	a-c	2.05	d-f	2.51	d-g	2.72	c-e	1.04	d-f	3.76	c-f	2.66	c-e
		2	52.00	gh	5.37	c	1.33	g	0.85	i	0.85	g	0.76	h	1.61	i	1.14	j
		3	84.00	ab	7.73	ab	2.46	c-e	4.20	a	3.76	ab	1.23	b-f	5.00	ab	3.06	b-d
		4	65.30	d-h	4.86	c	2.48	c-e	2.43	e-g	2.76	c-e	0.96	gh	3.73	c-f	2.87	b-e
		15	88.00	ab	7.75	ab	3.08	c	3.49	a-c	2.50	de	1.46	b	3.96	b-f	1.73	g-j
		18	61.30	e-h	5.89	bc	1.94	e-g	2.00	gh	2.01	ef	1.26	b-e	3.27	e-g	1.60	h-j
+4°C		0	58.60	f-h	6.21	a-c	1.70	fg	3.16	b-e	4.46	a	1.08	c-g	5.55	a	4.10	a
		1	74.60	b-e	5.94	bc	3.00	c	3.37	b-d	3.52	bc	0.98	f-h	4.50	a-d	3.56	ab
		2	56.00	gh	5.75	c	1.42	g	1.35	hi	1.37	fg	1.02	e-f	2.40	g-i	1.33	ij
		3	90.60	a	7.83	a	3.05	c	3.67	ab	2.90	b-e	1.23	b-f	4.13	b-e	2.33	d-h

Storage Temperature	Storage period (months)	Germination percentage		Germination rate (seedling/day)		Germination time (day)		Vigor index		Radicle length (mm)		Shoot length (mm)		Seedling length(mm)		root/shoot length ratio	
-18°C	4	85.30	ab	6.41	a-c	3.68	b	3.29	b-e	2.80	c-e	1.06	d-f	3.86	c-f	2.64	c-e
	15	81.30	a-c	4.91	c	4.62	a	3.81	ab	3.30	b-d	1.38	b	4.68	a-c	2.39	c-g
	18	81.30	a-c	5.75	c	3.97	b	3.74	ab	3.30	b-d	1.29	b-d	4.59	a-d	2.55	c-f
	0	58.60	f-h	6.21	a-c	1.70	fg	3.16	b-e	4.46	a	1.08	c-g	5.55	a	4.10	a
	1	77.30	a-d	6.52	a-c	2.65	cd	3.25	b-e	3.20	b-d	1.03	d-f	4.23	b-e	3.16	bc
	2	50.60	h	5.17	c	1.34	g	1.15	i	1.23	fg	1.00	e-h	2.23	hi	1.23	j
	3	78.60	a-d	7.75	ab	2.28	d-f	2.25	fg	1.93	ef	0.94	gh	2.87	f-h	2.07	e-i
	4	82.60	ab	6.15	a-c	3.74	b	3.07	b-f	2.60	c-e	0.94	gh	3.54	d-f	2.72	c-e
	15	84.00	ab	4.98	c	4.17	ab	3.13	b-e	2.40	de	1.32	bc	3.72	c-f	1.84	f-j
	18	82.66	ab	6.13	a-c	3.53	b	3.15	b-e	1.98	ef	1.83	a	3.81	c-f	1.08	j

در مقایسه سطوح اثرهای اصلی و اثرهای متقابل، میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشابه هستند براساس آزمون دانکن دارای تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد نمی‌باشند.

In comparisons of the main and interaction effects, means followed by the same letter have no significant differences at 5% probability by Duncan test.

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات جوانه‌زنی بذر جمعیت لنجرود ذخیره شده در دماها و ماه‌های مختلف

Table 4- Mean comparison results of storage conditions, germination treatment and their interaction effects on the germination traits of population Lanjrud

Storage temperature)	Storage period (months)	Germination percentage		Germination rate (seedling/day)		Germination time (day)		Vigor index		Radicle length (mm)		Shoot length (mm)		Seedling length (mm)		Root/shoot Length ratio	
Main effect																	
+25°C		99.81	a	9.40	a	3.06	b	3.34	b	2.24	b	1.11	b	3.35	b	2.06	a
+4°C		97.91	a	8.95	a	3.17	b	3.71	a	2.54	a	1.24	a	3.78	a	2.14	a
-18°C		94.10	b	8.05	b	3.45	a	3.37	b	2.27	b	1.26	a	3.52	b	1.91	a
Main effect	Storage period																
	0	100	a	11.21	a	2.52	e	5.03	a	4.00	a	1.03	c	5.03	a	3.98	a
	1	99.11	a	9.21	bc	3.19	c	3.26	d	2.21	cd	1.08	c	3.29	d	2.09	b
	2	92.44	b	8.88	bc	2.65	de	2.09	f	1.23	f	1.02	c	2.24	f	1.21	c
	3	95.11	b	8.73	c	2.91	cd	2.83	e	1.89	de	1.11	c	3.00	de	1.70	bc
	4	94.22	b	7.38	d	3.69	b	2.62	e	1.70	e	1.10	c	2.80	e	1.55	c
	15	100	a	6.54	e	4.52	a	4.47	b	3.01	b	1.46	b	4.47	b	2.16	b

Storage temperature)	Storage period (months)	Germination percentage	Germination rate (seedling/day)	Germination time (day)	Vigor index	Radicle length (mm)	Shoot length (mm)	Seedling length (mm)	Root/shoot Length ratio
	18	100 a	9.64 b	3.10 c	4.04 c	2.43 c	1.61 a	4.04 c	1.53 c
Interaction effect									
temperature)	Storage period								
+25°C	0	100 a	11.21 a	2.52 h	5.02 a	4.00 a	1.02 e-g	5.02 a	3.98 a
	1	100 a	10.06 a-c	2.81 e-h	3.22 f-h	2.30 d-f	0.92 fg	3.22 f-h	2.48 bc
	2	98.6 a	9.04 b-e	2.96 d-h	2.06 jk	1.08 i	1.00 e-g	2.09 j	1.10 f
	3	100 a	9.75 a-d	2.73 e-h	2.29 ij	1.28 hi	1.00 e-g	2.29 j	1.27 ef
	4	100 a	8.39 d-f	3.33 de	2.36 ij	1.35 hi	1.01 e-g	2.36 ij	1.33 d-f
	15	100 a	7.05 fg	4.33 ab	4.73 ab	3.46 ab	1.26 c-e	4.73 ab	2.74 b
	18	100 a	10.30 a-c	2.69 f-h	3.70 d-f	2.20 ef	1.50 a-c	3.70 d-f	1.46 d-f
+4°C	0	100 a	11.21 a	2.52 h	5.02 a	4.00 a	1.02 e-g	5.02 a	3.98 a
	1	100 a	8.74 c-e	3.26 d-f	3.26 f-h	2.02 e-g	1.23 c-e	3.26 f-h	1.66 c-f
	2	100 a	10.43 ab	2.64 h	2.64 h-j	1.48 g-i	1.16 d-g	2.64 h-j	1.27 ef
	3	94.6 a-c	7.62 e-g	3.32 de	3.47 ef	2.50 c-f	1.16 d-g	3.66 d-f	2.15 b-e
	4	90.6 c	7.58 e-g	3.25 d-g	2.67 g-j	1.90 e-h	1.06 e-g	2.96 g-i	1.81 c-f
	15	100 a	6.48 g	4.53 a	4.43 a-c	3.03 bc	1.40 b-c	4.43 a-c	2.23 b-d
	18	100 a	10.50 ab	2.65 gh	4.46 a-c	2.86 b-d	1.59 ab	4.46 a-c	1.81 c-f
-18°C	0	100 a	11.21 a	2.52 h	5.02 a	4.00 a	1.02 e-g	5.02 a	3.98 a
	1	97.3 ab	8.79 c-e	3.48 cd	3.28 fg	2.29 d-f	1.10 e-g	3.39 e-g	2.12 b-e
	2	78.6 c	7.16 fg	2.34 h	1.56 k	1.10 i	0.88 g	1.98 j	1.25 ef
	3	90.6 c	8.79 c-e	2.66 f-h	2.73 g-i	1.88 e-h	1.14 d-g	3.02 f-h	1.66 c-f
	4	92 bc	6.16 g	4.48 ab	2.80 g-i	1.83 f-h	1.22 d-f	3.05 f-h	1.50 d-f
	15	100 a	6.07 g	4.70 a	4.23 b-d	2.53 c-d	1.70 a	4.23 b-d	1.49 d-f
	18	100 a	8.11 ef	3.94 bc	3.94 c-e	2.22 d-f	1.72 a	3.94 c-e	1.31 d-f

در مقایسه سطوح اثرهای اصلی و اثرهای متقابل، میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشابه هستند براساس آزمون دانکن دارای تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد نمی‌باشند.

In comparisons of the main and interaction effects, means followed by the same letter have no significant differences at 5% probability by Duncan test.

بحث

نتایج این پژوهش نشان داد در هنگام برداشت بذر از عرصه، میزان جوانه‌زنی بذر جمعیت فریدون‌شهر ۵۹ درصد است، در حالی که در جمعیت لنجرود ۱۰۰ درصد بود. به عبارتی، در زمان برداشت تفاوت قابل ملاحظه‌ای به میزان ۴۰ درصد میان درصد جوانه‌زنی دو جمعیت مورد مطالعه وجود داشت. گزارشی از بررسی اثر پس‌رسی آویشن دناپی در منابع یافت نشد ولی مطالعاتی که بر روی گونه *Thymus pulegioides* انجام شده نشان داد میزان جوانه‌زنی پس از برداشت، در این گونه از ۴۷ درصد تا ۱۰۰ درصد (RBG Kew, 2008) متغیر است (Leo, 2013). در این تحقیق سه ماه نگهداری بذر جمعیت فریدون‌شهر (با جوانه‌زنی اولیه ۵۹ درصد)، در سه دمای ۲۵+، ۴+ و ۱۸- درجه سانتی‌گراد میزان جوانه‌زنی را به ترتیب تا میزان ۸۴، ۹۱ و ۷۹ درصد افزایش داد. به این ترتیب می‌توان بیان کرد که بذر جمعیت فریدون‌شهر نیاز به پس‌رسی داشته است. در فرایند پس‌رسی رسیدگی جنین با گذشت زمان و در صورت مساعد بودن شرایط، از نظر فیزیولوژیک کامل شده و شرایط فیزیکی و شیمیایی بذر برای جوانه‌زنی مناسب شود. انبارداری خشک یکی از روش‌هایی است که طی آن علاوه بر بالغ شدن فیزیولوژیک جنین، تغییرات فیزیولوژیک و شیمیایی در آن انجام شده و بذرها مساعد جوانه‌زنی می‌گردند (Ogawa et al., 1992; Morrison et al., 2003). گونه‌های متفاوت، نیازهای متفاوتی برای دوره پس‌رسی دارند. این نیازها شامل شرایط محیطی مانند درجه حرارت و یا طول دوره حرارتی متفاوت می‌باشد. در طول دوره پس‌رسی هم در پوشش بذر و هم در جنین تغییرات فیزیولوژیک و بیوشیمیایی رخ می‌دهد که این سبب افزایش توانایی جوانه‌زنی می‌شود (Chien et al., 2004).

Hussain Poor Ghazvini و همکاران (۲۰۱۸) در مطالعه

روش‌های مختلف شکستن خواب بذرها، نشان دادند که پس‌رسی به مدت سه ماه در دمای ۱۴ درجه سانتی‌گراد موجب افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی و شاخص بنیه در گونه‌های مختلف

مرزه شد. در پژوهش دیگری گزارش شده بذره‌های رسیده ماریتیغال (*Silybum marianum*) دارای خواب می‌باشد که در طی زمان این خواب برطرف شده و بذرها قادر به جوانه‌زنی می‌شوند (Permuni et al., 2013). آنان نشان دادند دمای محیط که بذر در آن نگهداری می‌گردد بر مدت زمان رفع خواب تأثیر می‌گذارد، به‌طوری‌که دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ روز بهترین زمان برای رفع خواب بذره‌های ماریتیغال می‌باشد (Permuni et al., 2013). میزان پایین درصد جوانه‌زنی پس از برداشت جمعیت فریدون‌شهر و عدم نیاز پس‌رسی بذره‌های جمعیت لنجرود، می‌تواند ناشی از اثر منشأ بذر باشد. مطابق با نتایج این پژوهش، Dastaran Mamghani و همکاران (2009) گزارش کردند که تنوع ژنتیکی مطلوبی برای درصد خواب بذر و طول دوره پس‌رسی جو وجود دارد.

مقایسه جوانه‌زنی جمعیت‌های مورد مطالعه نشان داد بیشترین درصد جوانه‌زنی بذر جمعیت فریدون‌شهر پس از نگهداری طولانی مدت در ۱۸- درجه سانتی‌گراد (۸۳ درصد) مشاهده گردید. برخلاف بذره‌های جمعیت فریدون‌شهر، جوانه‌زنی بذره‌های جمعیت لنجرود در هنگام برداشت ۱۰۰ درصد بود، پس از ۱۸ ماه نگهداری در دماهای ۲۵+، ۴+ و ۱۸- درجه سانتی‌گراد، میزان جوانه‌زنی اولیه ۱۰۰ درصد را حفظ کردند. به این ترتیب مشاهده گردید که دما و مدت نگهداری، بر روی جمعیت‌های مختلف اثر متفاوتی می‌گذارد که نشان می‌دهد منشأ جمعیت عامل مهمی در روش نگهداری بذرها می‌باشد. یافته‌ها در سایر گونه‌های *Eruca sativa* L. و جنس مرزه *Satureja* L. نشان داد که میزان سرعت و درصد جوانه‌زنی، طول گیاهچه و شاخص بنیه در گونه‌های دارویی ذکر شده در طی انبارداری نسبت به شاهد افزایش می‌یابد (Alizadeh and Permuni et al., 2013; Hoseinpour Qazvini et al., 2018; Isvand, 2014). در مورد صفت درصد جوانه‌زنی، نتایج این پژوهش با نتایج مطالعات ذکر شده مطابقت دارد. ولی سرعت جوانه‌زنی، طول

سه ماهه تا فصل کشت بعدی است. نتایج مشابهی در بررسی بذر شکر تیغال بدست آمد، بیشترین درصد جوانه‌زنی در طی ۹۰ روز نگهداری حاصل شد (Permuni et al., 2013). اگرچه اختلاف درصد جوانه زنی بذرهای در دمای $+4^{\circ}\text{C}$ و -18°C درجه سانتی‌گراد برای نگهداری بلندمدت، به ترتیب ۸۱ درصد و ۸۳ درصد، قابل ملاحظه نبود ولی در ابعاد اقتصادی این اختلاف قابل ملاحظه خواهد بود.

نتیجه‌گیری نهایی

در این مطالعه مشاهده شد که در بین بذرهای رسیده جمعیت‌های مختلف آویشن دناپی، از نظر پس‌رسی تنوع وجود دارد. نگهداری بذرهای در مکان خشک می‌تواند درصد جوانه‌زنی را به‌طور معنی‌داری افزایش دهد. مقایسه درصد جوانه‌زنی، طول گیاهچه و شاخص بنیه بذر در $+4^{\circ}\text{C}$ و -18°C درجه نشان داد دمای $+4^{\circ}\text{C}$ مناسب‌ترین دما برای نگهداری کوتاه‌مدت بذرهای (به مدت سه ماه) برای استفاده از بذر در سال زراعی بعدی است. به این ترتیب، توصیه می‌شود کشاورزان بذر آویشن تولیدی را برای فروش یا کاشت در فصل زراعی آینده، در دمای $+4^{\circ}\text{C}$ نگهداری نمایند و از انبارداری آن در دمای معمولی محیط ممانعت نمایند. اختلاف درصد جوانه زنی بذر در دمای $+4^{\circ}\text{C}$ و -18°C درجه سانتی‌گراد برای نگهداری بلندمدت، ۲ درصد بود. این اختلاف در تجارت با حجم بذر کم اهمیت ندارد ولی در ابعاد بزرگ این اختلاف قابل ملاحظه خواهد بود. بنابراین برای بانک‌های ژن و کشاورزانی که دارای تجارت بذر با ابعاد بزرگ هستند توصیه می‌شود برای نگهداری بلندمدت، بذرهای را در دمای -18°C نگهداری کنند.

گیاهچه و شاخص بنیه از الگوی متفاوتی پیروی نمودند. به‌طوری‌که بیشترین میزان این صفات در زمان پس از برداشت حاصل شده بود.

وقوع زوال بذر در طول ذخیره‌سازی یک پدیده طبیعی است (Nasreen et al., 2000; Schmidt, 2002). عوامل متعددی از جمله دما و رطوبت نسبی انبار، ماهیت دانه‌ها، میزان رطوبت بذر و غیره در طول ذخیره‌سازی بر طول عمر بذر تأثیر می‌گذارد (Onyekwelua and Fayose, 2007; Pradhan and Badola, 2008). بین زوال بذر در طول ذخیره‌سازی و فرسایش ژنتیکی بذرهای باقی مانده رابطه نزدیکی وجود دارد. میزان رطوبت بذر، دما و طول دوره نگهداری از جمله عوامل اصلی مؤثر بر رابطه ذکر شده هستند (Ellis et al., 1996). افزایش جزئی دما و رطوبت انبار و یا روش نامناسب خشک کردن بذر قبل از ذخیره‌سازی، نه تنها ممکن است باعث افزایش رشد قارچ و حشرات در نمونه بذر شود، بلکه بر کاهش بنیه بذر نیز مؤثر است (Pradhan and Badola, 2012). مقایسه نگهداری بذرهای جمعیت فریدون شهر در $+4^{\circ}\text{C}$ و -18°C درجه سانتی‌گراد نشان داد در نگهداری کوتاه‌مدت سه ماهه، نه تنها درصد جوانه‌زنی بلکه طول گیاهچه و شاخص بنیه بذر نیز در دمای $+4^{\circ}\text{C}$ درجه سانتی‌گراد به‌طور معنی‌داری بیش از سایر دماهاست. گزارش‌ها در مورد بررسی اثر رطوبت و مدت زمان‌های نگهداری بر رفتار جوانه‌زنی بذر آویشن دناپی نشان داد رطوبت و دما تأثیر معنی‌داری بر شاخص‌های جوانه‌زنی مانند درصد جوانه‌زنی نهایی، سرعت جوانه‌زنی روزانه، میانگین جوانه‌زنی روزانه، شاخص جوانه‌زنی و ضریب یکنواختی جوانه‌زنی دارد (Sharifi Ashourabadi et al., 2022). بنابراین دمای $+4^{\circ}\text{C}$ درجه سانتی‌گراد بهترین دما برای نگهداری کوتاه‌مدت

References

- Abdul-Baki, A.A. and Anderson, J.D. 1973. Vigor determination in soybean by multiple criteria. *Crop Science* 13: 630-633. <https://doi.org/10.2135/cropsci1973.0011183X001300060013x>.
- Afzal, I., Kamran, M., Basra, S.M.A., Khan, S.H.U., Mahmood, A., Farooq, M. and Tan, D.K. 2020. Harvesting and post-harvest management approaches for preserving cottonseed quality. *Ind. Crop. Prod.*, 155, 112842. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112842>.
- Agrawal, R.L., 2004. *Seed Technology*. New Delhi, Oxford IBH Pub. pp: 104-6.
- Alizadeh, A.M. and Isvand, H.R. 2014. Investigating the germination percentage, germination speed and root index of two species of medicinal plants (*Eruca sativa* L.) and (*Anthemis altissima* L.) in spring house and dry storage. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, 3: 301-307. (In Persian).
- Cappelli, A., Cini, E., Lorini, C., Oliva, N. and Bonaccorsi, G. 2020b. Insects as food: A review on risk assessments of Tenebrionidae and Gryllidae in relation to the first machines and plants development. *Food Control*, 108: 106877. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2019.106877>.
- Cappelli, A., Guerrini, L., Parenti, A., Palladino, G. and Cini, E. 2020a. Effects of wheat tempering and stone rotational speed on particle size, dough rheology and bread characteristics for a stone-milled weak flour. *Journal of Cereal Science*, 91, 102879. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2019.102879>.
- Cha, Y.T., Park, S.Y. and Cho, W.J. 2001. Infection with *Helicobacter pylori* expressing the *cagA* gene is not associated with an increased risk of developing peptic ulcer disease in Korean patients. *Food Science and Nutrition*, 6: 235-239.
- Chien, C. T., Kuo-Huang, L. L., Shen, Y. C., Zhang, R., Chen, S. Y., Yang, J. C. and Pharis, R. P. 2004. Storage behavior of *Chionanthus retusus* seed and asynchronous development of the radicle and shoot apex during germination in relation to germination inhibitors, including abscisic acid and four phenolic glucosides. *Plant Cell Physiology*, 45(9): 1158-67. <https://doi.org/10.1093/pcp/pch129>. PMID: 15509838.
- Dastaran Mamaghani, F. and Tavakkol Afshari, R. 2009. Study of seed dormancy, period of after ripening, and pre-harvest sprouting resistance in barley genotypes. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 40(1): 77-88.
- Ellis R.H. and Roberts, E.H. 1981. The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. *Seed Science and Technology*, 9: 373-409.
- Ellis, R.H., Hong, T.D., Astley, D., Pinnegar, A.E. and Kraak, H.L. 1996. Survival of dry and ultra-dry seeds of carrot, groundnut, lettuce, oilseed rape, and onion during five years; hermetic storage at two temperatures. *Seed Science and Technology*, 24: 347-358.
- Hamidy, A., Gazer, H.R., Shirany rad, A.H., Shrafaty, K. and Ascary Darmanky, V. 2010. Fluidizing effect of drying method on seed quality and seedling emergence in canola field. *Journal of the Crop*. 2(2):131-142.
- Hoseinpour Qazvini, A.A., Alizadeh, M.A., Jafari G.H.A. and Valad Abadi, A.R. 2018. The effect of treatments, cold scratch and after re-rotation to break dormancy in four ecotypes out of eight ecotypes of *Satureja*, using the standard method of germination. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*. 1: 48-58. <https://doi.org/10.22092/ijmapr.2012.3066> (In Persian).
- Jamzad, Z. 2012. *Lamaiceae. Flora of Iran*. Vol. 76. Research Institute of Forests & Rangelands, Tehran, Iran, 854 p. (in Persian).
- Lebaschi, M.H., Sharifi Ashourabadi, A., Jamzad, Z., Esfandiari, S., Bakhtiari Ramezani, M., Bagherzadeh, K., Hosni, J., Sephond, A., Talebpour, A.H., Grivani, G.M. and Yousefi, K. 2012. Studying the adaptability and performance of some thyme species in Iran's dry season. Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran. Iran (In Persian).
- Leo, J., Salomon, B., Jeppson, S. and Ahman, I. 2013. The effect of cold stratification on germination in 28 cultural relict plant species, p. 58. Msc. Thesis. Swedish University of Agricultural Sciences, Ultuna, Sweden.
- Moncini, L., Simone, G., Romi, M., Cai, G., Guerriero, G., Whittaker, A., Benedettelli, S., Berni, R. 2020. Controlled nitrogen atmosphere for the preservation of functional molecules during silos storage: A case study using old Italian wheat cultivars. *Journal of Stored Products Research*, 88: 101638. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2020.101638>.
- Morrison, D., Auld, T., Rish, S., Porter, C. and McClay, K. 1992. Patterns of testa-imposed seed dormancy in native Australian legumes. *Annals of Botany*, 70(2): 157-163. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aob.a088452>.
- Nasreen, S., Khan, B.R. and Mohmad, A.S. 2000. The effect of storage temperature, storage period and seed moisture content on seed viability of soya bean. *Pakistan Journal of Biological Science*, 3: 2003-2004.
- Ogawa, M., Hanada, A., Yamauchi, Y., Kuwahara, A., Kamiya, Y. and Yamaguchi, S. 2003. Gibberellin biosynthesis and response during *Arabidopsis* seed germination. *The Plant Cell*, 15(7): 1591-1604. <https://doi.org/10.1105/tpc.011650>.ble.

- Onyekwelua J.C. and Fayose, O.J. 2007. Effect of storage methods on the germination and proximate composition of *Treculia Africana* seeds. In Proceedings of the International Conference on Agricultural Research for Development, University of Kassel-Witzenhausen and University of Göttingen, Tropentag, October, pp. 154–158.
- Permum, Q., Ebadi, A. and Tavakoli, H. 2013. Effect of some characteristics of the mother plant on germination and vigor of *Silybum marianum* seed. Seed Research Journal, 4: 51-60. (In Persian).
- Pradhan B.K. and Badola, H.K. 2008. Seed germination response of populations of *Swertia chirayita* following periodical storage. Seed Technology, 30: 63–69. <https://doi.org/10.1100/2012/128105>.
- Pradhan, B.K. and Badola, H.K. 2012. Effect of Storage Conditions and Storage Periods on Seed Germination in Eleven Populations of *Swertia chirayita*: A Critically Endangered Medicinal Herb in the Himalaya. The Scientific World Journal, 10: 128105.
- RBG Kew, Royal Botanic Gardens Kew. 2008. Seed Information Database (SID). Version 7.1. Available from: <http://data.kew.org/sid/> [jan–mar 2013].
- Rustaei, A., Tabatabaei, S.M., Omidbigi, R., Sefidkan, F., and Hasani, M.A. 2018. The effect of climatic conditions on the morphological and phytochemical characteristics of Thyme Denaei, Master's Thesis, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agricultural Sciences and Engineering, University of Tehran, 315 pages. (In Persian).
- Saeed, M.F., Jamal, A., Ahmad, I., Ali, S., Shah, G., Husnain, S., Farooq, A. and Wang, J. 2020. Storage conditions deteriorate cotton and wheat seeds' quality: an assessment of farmers' awareness in Pakistan. Agronomy, 10: 1246. <https://doi.org/10.3390/agronomy10091246>.
- Schmidt, L. 2002. Guide to Handling of Tropical and Subtropical Forest Seeds, Dandia Forest Seed Centre, Borch Tyrk A/S, Denmark.
- Sharifi Ashourabadi, E., Makizadeh Tafti, M., Hasnai, J. and Labaschi, M.H. 2022. The effect of temperature and humidity on seed germination of six different species of Thymus. Iranian Journal of Seed Science and Technology, 10: 1-15. (In Persian).
- Wambugu, P., Mathenge, P., Auma, E. and Van Rheenen, H. 2009. Efficacy of traditional maize (*Zea mays* L.) seed storage methods in western Kenya. African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development, 9: 44-50. <https://doi.org/10.4314/ajfand.v9i1.19201>.