Research Article

Iranian Journal of Seed Research, 2025, 11(2): 63-76

Investigating the effect of seed moisture content, storage temperature and duration on the German chamomile (*Matricaria chamomilla*) germination indices

Gholamreza Zare[1], Ali Moradi[2,*], Alireza Khoshroo[2], Seyed Saeid Mohtasebi[3]

Extended abstract

Introduction: This study investigated the effects of storage temperature, humidity, and storage duration on the germination indices of German chamomile seeds. Given the significant impact of storage conditions on seed quality, the primary objective was to standardize optimal storage methods for this medicinal plant. The research aimed to evaluate the influence of seed moisture content, storage temperature, and storage periods on the germination performance of German chamomile seeds.

Materials and Methods: The experiment was conducted in 2019 at the Faculty of Agriculture, Yasouj University. It was designed as a split-split plot arrangement within a completely randomized design, with four storage temperature levels (15, 25, 35, and 45°C), three seed moisture content levels (8, 12, and 16%), and six storage durations (30, 60, 90, 120, 150, and 180 days). Initial seed moisture content was measured, and the desired moisture levels were adjusted using specific formulas. Germination tests and related indices, such as germination percentage and germination rate, were conducted. Data were analyzed using SAS software.

Results: The results from the mean comparison of the interaction between storage duration and seed moisture content at temperatures of 15, 25, 35, and 45°C revealed that germination percentage significantly decreased as storage duration increased. The lowest germination percentage was observed after 180 days of storage at 16% seed moisture content. Similarly, germination rate decreased significantly across all temperatures with prolonged storage. Seedling growth analysis under different storage conditions showed a significant reduction in root, shoot, and seedling length at all temperatures as storage duration increased. The shortest lengths of these components were observed after 180 days of storage at 16% seed moisture content, attributed to seed aging and reduced germination capacity. Increasing seed moisture content from 8% to 12% resulted in an average decrease of 9% in germination percentage and 5% in germination rate. Further increasing moisture content from 8% to 16% led to a more substantial average reduction of 73% in germination percentage and 72% in germination rate. Raising storage temperature from 15°C to 25°C, 35°C, and 45°C resulted in average decreases in germination percentage of 9%, 25%, and 42%, respectively. Similarly, germination rate decreased by 14%, 33%, and 43% at this respective temperature.

Conclusions: Overall, the results indicate a decline in the germination indices of German chamomile seeds with increasing seed moisture content and storage temperature. The optimal seed moisture content of 8% and a storage temperature of 15°C were identified as the most suitable conditions for maintaining seed quality.

Keywords: Deterioration, Medicinal plants, Seed quality, Vigor

***Highlights*:**

1. The optimal storage environment for German chamomile seeds was determined.
2. The effects of inappropriate storage conditions on the germination traits of German chamomile seeds were examined.

[1] M.SC. Student of Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Yasouj University, Yasouj, Iran.
[2] Associate Professor of Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Yasouj University, Yasouj, Iran.
[3] Department of Agricultural Machinery Engineering, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.

*Corresponding author, E-mail: amoradi@yu.ac.ir

Received: 2.8.2024; Revised: 3.2.2025;
Accepted: 4.2.2025; Online Published: 21.3.2025

http://dx.doi.org/10.61882/yujs.11.2.63

ISSN: 2383-1480 (On-Line); 2383-1251 (Print)

Copyright: © 2024 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-09-08]

[DOI: 10.61882/yujs.11.2.63]

مقاله پژوهشی

پژوهش‌های بذر ایران/ سال یازدهم/ شماره دوم/ ۱۴۰۳/ صفحات: ۷۶-۶۳

بررسی تأثیر رطوبت بذر، دما و دوره انبارداری بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla*)

غلامرضا زارع[۱]، علی مرادی[۲،*]، علیرضا خوشرو[۲]، سید سعید محتسبی[۳]

چکیده مبسوط

مقدمه: این تحقیق به بررسی اثرات رطوبت بذر، دما و دوره انبارداری بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر بابونه آلمانی می‌پردازد. با توجه به تأثیر رطوبت بذر و دمای انبارداری بر کیفیت بذر، این مطالعه جهت استانداردسازی روش‌های بهینه برای نگهداری بذر این گیاه دارویی است. این تحقیق با هدف بررسی تأثیر رطوبت بذر، دما و دوره‌های انبارداری بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر بابونه آلمانی انجام شد.

مواد و روش‌ها: آزمایش به صورت کرت‌های دو بار خرد شده در سه تکرار، در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با چهار سطح دمای انبارداری (۱۵، ۲۵، ۳۵ و ۴۵ درجه سلسیوس)، سه سطح محتوای رطوبت بذر (۸، ۱۲ و ۱۶ درصد) و دوره‌های انبارداری مختلف (۳۰ تا ۱۸۰ روز) در سال ۱۳۹۸ در دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج اجرا شد. ابتدا رطوبت اولیه بذرها اندازه‌گیری و با استفاده از فرمول‌های مشخص، رطوبت مورد نظر ایجاد گردید. پس از آن، اندازه‌گیری‌های جوانه‌زنی و شاخص‌های مرتبط از جمله درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی انجام شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SAS استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج حاصل از مقایسه میانگین برش‌دهی برهمکنش دوره انبارداری و رطوبت بذر در دماهای ۱۵، ۲۵، ۳۵ و ۴۵ درجه سلسیوس نشان داد که با افزایش دوره انبارداری، درصد جوانه‌زنی به‌طور معنی‌داری کاهش یافت و کمترین درصد جوانه‌زنی مربوط به ۱۸۰ روز انبارداری و رطوبت بذر ۱۶ درصد بود. سرعت جوانه‌زنی نیز در تمامی دماها با طولانی شدن دوره انبارداری به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. نتایج بررسی رشد گیاهچه تحت تأثیر شرایط مختلف انبارداری نشان‌دهنده کاهش معنی‌دار طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه در تمامی دماها با افزایش دوره انبارداری بود. کمترین طول این اجزا نیز در ۱۸۰ روز انبارداری و رطوبت ۱۶ درصد مشاهده شد. با افزایش رطوبت بذر از ۸ به ۱۲ درصد، به طور میانگین درصد جوانه‌زنی ۹٪ و سرعت جوانه‌زنی ۵٪ کاهش یافت. در حالی‌که با افزایش رطوبت از ۸ به ۱۶ درصد، به طور میانگین درصد جوانه‌زنی ۷۳٪ و سرعت جوانه‌زنی ۷۲٪ کاهش یافت. با افزایش دمای انبارداری از ۱۵ به دماهای ۲۵، ۳۵ و ۴۵ درجه سلسیوس، به طور میانگین درصد جوانه‌زنی به ترتیب ۹٪، ۲۵٪ و ۴۲٪ کاهش یافت و سرعت جوانه‌زنی به ترتیب ۱۴٪، ۳۳٪ و ۴۳٪ کاهش یافت.

نتیجه‌گیری: به‌طور کلی، نتایج نشان دهنده کاهش شاخص‌های جوانه‌زنی بذر بابونه آلمانی با افزایش رطوبت بذر و دمای انبارداری بود و بهترین رطوبت بذر ۸ درصد و بهترین دمای انبارداری ۱۵ درجه سلسیوس برای حفظ کیفیت بذر به دست آمد.

واژه‌های کلیدی: بنیه، زوال، کیفیت بذر، گیاهان دارویی

جنبه‌های نوآوری:

۱- مناسب‌ترین محیط برای انبارداری بابونه آلمانی تعیین شد.

۲- اثر شرایط نامناسب انبارداری بر ویژگی‌های جوانه‌زنی بابونه آلمانی بررسی شد.

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران.

[۲] دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران.

[۳] گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران..

[*] رایانامه نویسنده مسئول: amoradi@yu.ac.ir

http://dx.doi.org/10.61882/yujs.11.2.63

شاپا: ۱۴۸۰-۲۳۸۳ (برخط)؛ ۱۲۵۱-۲۳۸۳ (چاپی)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۵/۱۲؛ تاریخ ویرایش: ۱۴۰۳/۱۱/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۱/۱۶؛ تاریخ انتشار برخط: ۱۴۰۳/۱۲/۲۹

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-09-08]

[DOI: 10.61882/yujs.11.2.63]

مقدمه

بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.) یک گیاه علفی یک‌ساله از خانواده کاسنی است که به واسطه خواص دارویی بی‌شمار خود، از دیرباز مورد توجه جوامع بشری بوده است. این گیاه که بومی مناطق معتدل اروپا و آسیا است، امروزه در سراسر جهان کشت می‌شود و به عنوان یکی از مهم‌ترین گیاهان دارویی شناخته می‌شود. اسانس این گیاه در صنایع دارویی، آرایشی و بهداشتی کاربرد فراوان دارد (چاوهان[1] و همکاران، ۲۰۲۱). حفظ و نگهداری بذرها برای فصول آینده همواره یک نیاز اساسی در کشاورزی بوده است. کشاورزان معمولاً بذرهایی با بنیه اولیه بالا را انتخاب می‌کنند، زیرا این بذرها طول عمر بیشتری دارند و قابلیت زنده‌مانی و جوانه‌زنی بهتری نشان می‌دهند (مهرابی کوشکی[2] و همکاران، ۲۰۲۲). فرآیند زوال بذر، که منجر به کاهش کیفیت و قابلیت حیات می‌شود، یکی از مشکل‌های اصلی در کشاورزی مدرن است. این زوال معمولاً خود را به‌صورت کاهش درصد جوانه‌زنی، ایجاد گیاهچه‌های ضعیف و کاهش بنیه بذر نشان می‌دهد (پیری[3] و همکاران، ۲۰۱۸).

بذر گیاهان دارویی معمولاً پس از برداشت بلافاصله کشت نمی‌شوند بلکه برای مدتی در انبار نگهداری می‌شوند. جوانه‌زنی گیاهان دارویی به طور قابل توجهی تحت تأثیر رطوبت بذر و دمای نگهداری قرار می‌گیرد. رطوبت مطلوب بذر بین گونه‌های مختلف متفاوت است؛ رطوبت بیش از حد می‌تواند منجر به کاهش سرعت جوانه‌زنی شود، در حالی که رطوبت ناکافی می‌تواند کل فرآیند را مختل کند (سینگ[4] و همکاران، ۲۰۲۴). علاوه بر این، دمای نگهداری نقش مهمی در حفظ زنده‌مانی بذر ایفا می‌کند، زیرا دماهای خیلی بالا یا خیلی پایین می‌توانند توانایی بذرها برای جوانه‌زنی مؤثر را به خطر بیندازند (پراور[5] و همکاران ۲۰۲۳). جعفری[6] (۲۰۱۴) اثر رطوبت بذر و دمای انبارداری را بر بذرهای انبارشده رازیانه (*Foeniculum vulgare*) را بررسی و نشان داد که با افزایش دما و رطوبت انبارداری با گذشت زمان، شاخص‌های جوانه‌زنی کاهش یافت. بهترین دما برای نگهداری بذرهای رازیانه در انبار دمای ۱ درجه سلسیوس و رطوبت ۳ درصد بود. در پژوهشی روی انبارداری زیره سیاه ایرانی (*Bunium persicum* Boiss) مشاهده شد که قوه نامیه بذرها بعد از ۱۲ ماه شروع به کاهش کرد و بعد از ۴۲ ماه ۳۰ درصد کاهش در مقایسه با بذرهای تازه برداشت شده مشاهده شد (شارما و شارما[7]، ۲۰۱۰).

یکی از علائم بارز در بذرهای زوال‌یافته، افزایش میزان نشت مواد از بذرها در زمان آب‌نوشی است. این نشت نشان‌دهنده تخریب غشای سلولی در بذرها است و میزان این مواد به‌عنوان نشانه‌ای از درجه زوال بذر محسوب می‌شود. اندازه‌گیری غلظت این مواد معمولاً با استفاده از روش هدایت الکتریکی و تعیین مقدار قندهای موجود در محلول نشت یافته انجام می‌گیرد (عبدل‌باکی و آندرسون[8]، ۱۹۷۰). نتایج آزمون هدایت الکتریکی، می‌تواند یک توصیف خوب از کارایی مطلوب بذر برای نشان دادن عملکرد آن در محدوده وسیعی از شرایط مزرعه را در اختیار ما قرار دهد. این آزمون به خوبی توانسته است بنیه بذر ذرت و سویا را توصیف کند (فسل[9] و همکاران، ۲۰۰۶). طی پژوهشی گزارش شد، با افزایش در زوال بذر فعالیت آنزیم‌های کاتالاز، پراکسیداز و سوپراکسید دیسموتاز به طور معنی‌داری کاهش یافت (دمیرکایا[10] و همکاران، ۲۰۱۰). همچنین، در پژوهشی نشان داده شد که افزایش زوال بذر همزمان با افزایش رطوبت، موجب افزایش محتوای پرولین در بذرهای زوال‌یافته یولاف می‌شود، که این ترکیب به جلوگیری از مرگ برنامه‌ریزی شده سلول کمک می‌کند (کانگ[11] و همکاران ۲۰۱۵).

با توجه به اهمیت گیاه دارویی بابونه و ضرورت استانداردسازی شرایط بهینه انبارداری آن، این تحقیق به بررسی تأثیر دمای انبارداری و رطوبت بذر بر کیفیت

[1] Chauhan
[2] Mehrabi Kooshki
[3] Piri
[4] Singh
[5] Paravar
[6] Jafari
[7] Sharma and Sharma
[8] Abdul-Baki and Anderson
[9] Fessel
[10] Demir Kaya
[11] Kong

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-09-08]
[DOI: 10.61882/yujs.11.2.63]

بذر بابونه آلمانی با استفاده از شاخص‌های جوانه‌زنی می‌پردازد. نتایج این مطالعه می‌تواند به درک بهتر از چگونگی حفظ کیفیت بذرهای این گیاه دارویی مهم کمک کند و تأثیر بسزایی در بهبود روش‌های کشاورزی و تولید داروهای گیاهی داشته باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت کرت‌های دو بار خرد شده در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با سه تکرار، در آزمایشگاه تکنولوژی بذر گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج در سال۱۳۹۸ انجام شد. در این تحقیق، فاکتور اول شامل چهار سطح دمای انبارداری (۱۵، ۲۵، ۳۵ و ۴۵ درجه سلسیوس)، فاکتور دوم شامل سه سطح رطوبتی بذر (۸، ۱۲ و ۱۶ درصد) و فاکتور سوم طول دوره انبارداری (صفر، ۳۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰، ۱۵۰ و ۱۸۰روز) بود.

بذر بابونه آلمانی رقم پرسو از شرکت پاکان بذر تهیه گردید. برای اندازه‌گیری رطوبت اولیه بذر، سه تکرار پنج گرمی بذر به‌دقت وزن شده و به مدت۱۷ ساعت در آون با دمای ۷۵ درجه سلسیوس قرار گرفتند. پس از این مدت، نمونه‌ها دوباره وزن شده و میزان رطوبت آن‌ها بر اساس وزن تر، به‌صورت درصد محاسبه گردید (یورگ و رای[1]، ۲۰۰۴).

پس از تعیین رطوبت اولیه، برای ایجاد رطوبت موردنظر از رابطه زیر استفاده شد:

رابطه ۱:

$$W_2 = W_1 \frac{(A - B)}{(100 - A)}$$

که B درصد رطوبت اولیه بذر، A درصد رطوبت مورد نظر، W_1 جرم اولیه توده بذر (گرم) و W_2 جرم آب مقطر (گرم) که باید جهت دستیابی به رطوبت مورد نظر اضافه شود (هامپتون و تکرونی[2]، ۱۹۹۵). برای ایجاد رطوبت موردنظر، ابتدا رطوبت اولیه بذر تعیین شد و سپس مقدار آب موردنیاز به بذرها اضافه شد و برای جلوگیری از دست رفتن رطوبت، بذرها در پاکت‌های آلومینیومی بسته‌بندی شدند. به‌منظور یکسان‌سازی رطوبت، بذرها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۵ درجه سلسیوس نگهداری شدند. در مرحله بعد، بذرها به انبار منتقل گردید و پس از پایان هر دوره، نمونه‌ها تهیه شده و مورد بررسی قرار گرفتند.

اندازه‌گیری شاخص‌های جوانه‌زنی

پس از تهیه نمونه‌ها، آزمون‌های جوانه‌زنی انجام شد و صفات مختلف شامل درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول و وزن ریشه‌چه و ساقه‌چه، شاخص طولی و وزنی بنیه گیاهچه ارزیابی گردید. به این منظور، ۲۵ عدد بذر از هر تیمار انتخاب و ابتدا با محلول هیپوکلریت سدیم ۲/۵ درصد به مدت ۵ دقیقه ضدعفونی شدند، سپس با آب مقطر شست‌وشو داده و بذرها داخل ظرف پتری قرار گرفتند. در کف هر ظرف پتری، یک کاغذ صافی واتمن که در آب مقطر خیسانده شده بود، قرار داده شد. سپس ظرف‌های پتری در ژرمیناتور با دمای۲۰ درجه سلسیوس قرار گرفتند و به مدت هشت روز، تعداد بذرهای جوانه‌زده شمارش شد (ایستا[3]، ۲۰۰۷). ثبت شمارش به‌صورت روزانه و دو بار در روز انجام گرفت و پس از ثابت شدن روند جوانه‌زنی، این ثبت به یک بار در روز تا روز هشتم ادامه یافت. خروج ریشه‌چه به اندازه حداقل دو میلی‌متر به‌عنوان معیار جوانه‌زنی در نظر گرفته شد.

در انتهای آزمون، در روز هشتم، ۱۰ گیاهچه به‌طور تصادفی از داخل هر ظرف پتری انتخاب و طول ریشه‌چه و ساقه‌چه آن‌ها با خط‌کش، به میلی‌متر اندازه‌گیری شد. همچنین، وزن تر گیاهچه‌ها با ترازوی حساس با دقت ۰/۰۱ گرم ثبت گردید. برای تعیین وزن خشک، گیاهچه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۷۵ درجه سلسیوس در آون قرار گرفتند و پس از آن وزن خشک آن‌ها با ترازوی حساس اندازه‌گیری شد.

برای اندازه‌گیری صفات و شاخص‌های ذکر شده از روابط ۱ الی ۴ استفاده گردید.

رابطه ۲: درصد جوانه‌زنی (مگوایر[4]، ۱۹۶۲)

۱۰۰ × (تعداد کل بذرها / تعداد بذرهای جوانه‌زده) = درصد جوانه‌زنی

رابطه ۳: سرعت جوانه‌زنی (مگوایر، ۱۹۶۲)

[1] Jorg and Ray
[2] Hampton and TeKrony
[3] ISTA
[4] Maguire

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-09-08]
[DOI: 10.61882/yujs.11.2.63]

$$\text{سرعت جوانه‌زنی} = \sum \frac{N_i}{T_i}$$

T_i: تعداد ساعت‌ها از زمان شروع آزمایش

N_i: تعداد بذرهای جوانه زده در هر ساعت

رابطه ۴: شاخص طولی بنیه بذر (عبدل‌باکی و آندرسون، ۱۹۷۰)

۱۰۰/(طول گیاهچه (cm) × درصد جوانه‌زنی) = شاخص طولی بنیه

رابطه ۵: شاخص وزنی بنیه بذر (عبدل‌باکی و آندرسون، ۱۹۷۰)

۱۰۰ × (وزن خشک گیاهچه (mg) × درصد جوانه‌زنی) = شاخص وزنی بنیه بذر

محاسبات آماری

محاسبات داده‌های حاصل از این بخش با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام گردید. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد و برای شاخص‌های جوانه‌زنی تبدیل جذری صورت گرفت. مقایسه میانگین‌ها از طریق آزمون دانکن در سطح احتمال خطای ۵ درصد و در صورت معنی‌دار شدن برهمکنش، برش‌دهی فیزیکی برای شرایط مختلف تولید بذر در هر سطح از شرایط نگهداری انجام شد.

نتایج و بحث

درصد جوانه‌زنی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که برهمکنش دوره انبارداری، دما و رطوبت بذر بر صفات جوانه‌زنی بذر بابونه آلمانی در سطح احتمال خطای ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین برش‌دهی برهم‌کنش دوره انبارداری و رطوبت بذر در دماهای ۱۵، ۲۵، ۳۵ و ۴۵ درجه سلسیوس نشان داد که در تمامی دماها با افزایش درصد رطوبت و دوره انبارداری درصد جوانه‌زنی به‌طور معنی‌داری کاهش یافت، به‌طوری‌که در تمامی دماها کمترین درصد جوانه‌زنی مربوط به ۱۸۰ روز انبارداری و رطوبت بذر ۱۶ درصد بود (شکل ۱). با افزایش رطوبت بذر از ۸ به ۱۲ درصد، به طور میانگین درصد جوانه‌زنی ۹٪ کاهش یافت. در حالی‌که با افزایش رطوبت از ۸ به ۱۶ درصد، به طور میانگین درصد جوانه‌زنی ۷۳٪ کاهش یافت. با افزایش دمای انبارداری از ۱۵ به ۲۵، ۳۵ و ۴۵ درجه سلسیوس، به طور میانگین درصد جوانه‌زنی به ترتیب ۹٪، ۲۵٪ و ۴۲٪ کاهش یافت. بیلی[1] و همکاران (۲۰۰۰) نیز نشان داده‌اند که با افزایش دوره انبارداری، دما و رطوبت بذر، درصد جوانه‌زنی به‌طور معنی‌داری کاهش یافت که با نتایج پژوهش حاضر مبنی بر کاهش درصد جوانه‌زنی در نتیجه نامساعد شدن شرایط انبارداری مطابقت دارد. با افزایش سن بذرها در طول دوره انبارداری، سامانه‌های متابولیکی آنها شروع به تجزیه می‌کنند که این امر می‌تواند منجر به جوانه‌زنی کندتر بذر شود (سرا[2]، ۲۰۲۳). کاهش در درصد جوانه‌زنی بذرها در طی دوره انبارداری می‌تواند به دلیل تخریب دیواره‌های غشا و افزایش در رادیکال‌های آزاد باشد که سبب افزایش مرگ و میر می‌شود. در این راستا لین[3] و همکاران (۲۰۰۵) بیان نمودند که دمای بالا سبب افزایش سرعت وقوع برخی از واکنش‌های آنزیمی و متابولیکی می‌شود، که تسریع زوال را به دنبال دارد و از این طریق درصد جوانه‌زنی کاهش می‌یابد. گوئل و شئورا ن[4] (۲۰۰۳) دیگر دلایل کاهش در درصد در طی دوره انبارداری را به تغییرات بیوشیمایی رخ داده در بذرهای زوال‌یافته، نسبت داده است که می‌توان به کاهش در فعالیت آمیلازها، پروتئازها، گلیسرآلدئید فسفات دی هیدروژنازها، آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانتی اشاره نمود.

سرعت جوانه‌زنی

نتایج مرتبط با برش‌دهی برهمکنش دوره انبارداری و رطوبت بذر در دماهای ۱۵، ۲۵، ۳۵ و ۴۵ درجه سلسیوس نشان داد که در تمامی دماها با افزایش محتوای رطوبت بذر و دوره انبارداری سرعت جوانه‌زنی به‌طور معنی‌داری کاهش یافت، به طوری که در تمامی دماها کمترین سرعت جوانه‌زنی مربوط به ۱۸۰ روز انبارداری و رطوبت بذر ۱۶ درصد بود (شکل ۲). نتایج نشان داد که با افزایش رطوبت بذر از ۸ به ۱۲ درصد، به طور میانگین سرعت جوانه‌زنی ۵٪ کاهش یافت. در حالی‌که با افزایش رطوبت از ۸ به ۱۶ درصد، به طور

[1] Bailly
[2] Sera
[3] Lin
[4] Goel and Sheoran

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-09-08]
[DOI: 10.61882/yujs.11.2.63]

جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر دما و دوره انبارداری و رطوبت بذر برای صفات جوانه‌زنی بذر بابونه آلمانی

Table 1. Analysis of variance (mean square) for the effects of storage temperature and moisture content on the germination traits of German chamomile seed

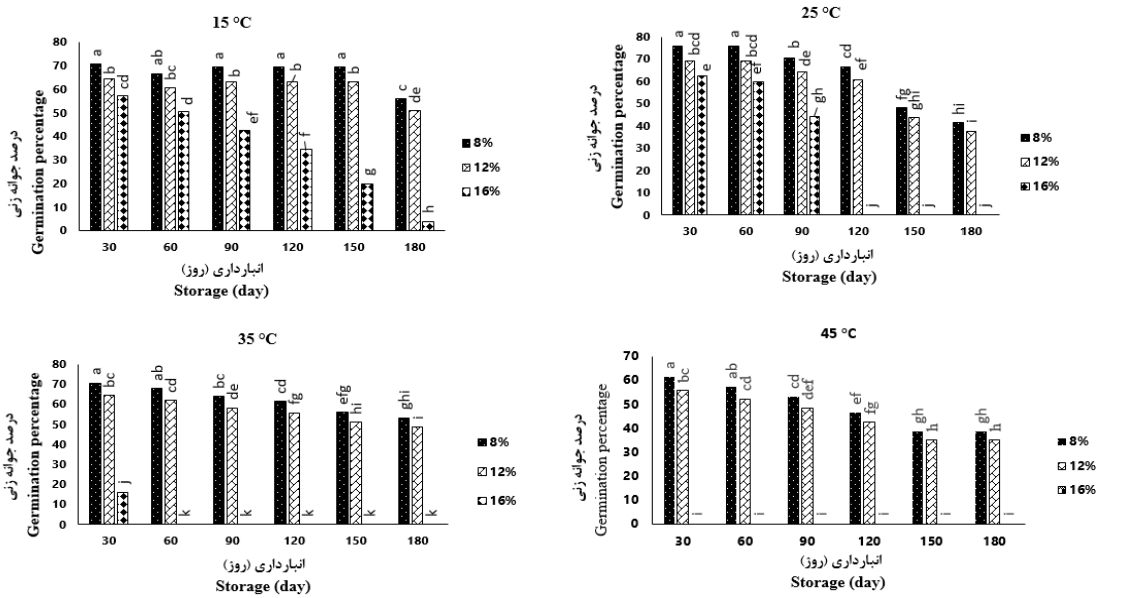
منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی Degree of freedom	درصد جوانه‌زنی Germination Percentage	سرعت جوانه‌زنی Germination Rate	طول ریشه‌چه Root Length	طول ساقه‌چه Shoot Length	طول گیاهچه Seedling Length	وزن خشک گیاهچه Seedling dry weight	شاخص طولی بنیه Length vigor Index	شاخص وزنی بنیه Weight vigor index
طول دوره انبارداری Storage Duration (S)	5	3443**	0.52**	0.87**	62.43**	237**	0.00000017**	149**	4.4**
دمای انبارداری Storage temperature (T)	3	5484**	0.82**	42.47**	259**	497**	0.00000046**	229**	5.9**
رطوبت بذر Seed moisture content (M)	2	41454**	4.99**	336**	554**	1744**	0.00000762**	815**	1.49**
دما × دوره انبارداری S×T	15	417**	0.06**	1.98**	3.13**	8.25**	0.00000020**	6.75**	0.20**
رطوبت بذر × دوره انبارداری M×S	10	162**	0.05**	0.56**	6.11**	5.11**	0.00000010**	2.26**	0.06**
دمای انبارداری × رطوبت بذر T×M	6	1006**	0.09**	3.00**	15.04**	26.63**	0.00000031**	12.35**	0.29**
دما × رطوبت بذر × دوره انبارداری S×M×T	30	222**	0.04**	1.83**	9.15**	18.14**	0.00000004**	4.09**	0.16**
خطا Error	142	21.38	0.0005	0.01	0.32	0.32	0.000000001	0.42	0.02
ضریب تغییرات (درصد) C.V (%)		10.5	4.4	2.5	9.9	5.9	7.9	11.5	13.8

** اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪ را نشان می‌دهد.

** indicate significant difference at 1% probability levels.

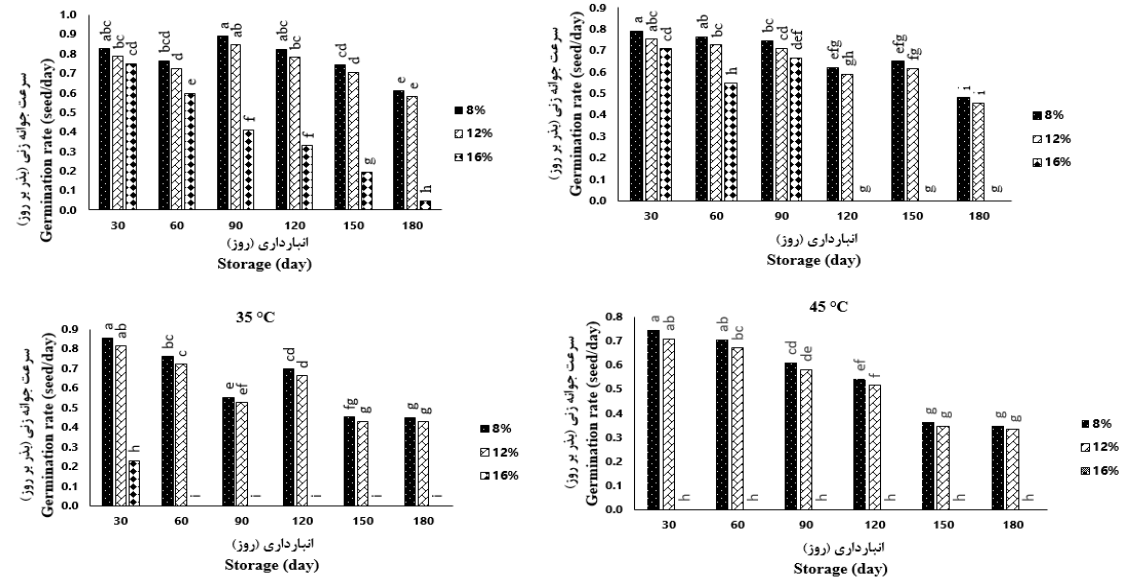
[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-09-08]

[DOI: 10.61882/yujs.11.2.63]



شکل ۱. اثر دوره انبارداری و رطوبت بذر بر درصد جوانه زنی بذر بابونه آلمانی در دماهای مورد مطالعه. حروف یکسان نشان دهنده عدم تفاوت معنی دار بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال خطای ۵ درصد است.

Fig. 1. Effects of storage duration and moisture content on germination percentage of German chamomile in the studied temperatures. Same letters indicate non-significant differences based on Duncan's Multiple Range Test at $p<0.05$



شکل ۲. اثر دوره انبارداری و رطوبت بذر بر سرعت جوانه زنی بذر بابونه آلمانی در دماهای مورد مطالعه. حروف یکسان نشان دهنده عدم تفاوت معنی دار بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال خطای ۵ درصد است.

Fig. 2. Effects of storage duration and moisture content on germination rate of German chamomile in the studied temperatures. Same letters indicate non-significant differences based on Duncan's Multiple Range Test at $p<0.05$.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-09-08]

[DOI: 10.61882/yujs.11.2.63]

میانگین سرعت جوانه‌زنی ۷۲٪ کاهش یافت. با افزایش دمای انبارداری از ۱۵ به دماهای ۲۵، ۳۵ و ۴۵ درجه سلسیوس، به طور میانگین، سرعت جوانه‌زنی به ترتیب ۱۴٪ ، ۳۳٪ و ۴۳٪ کاهش یافت.

در بذرهای پیر شده در شروع فرآیندهای جوانه‌زنی وقفه ایجاد شده که احتمالا دلیل آن افزایش زمان برای تعمیر خسارت‌های وارد شده به غشاء و دیگر قسمت‌های سلول و همچنین آغاز مجدد فعالیت سامانه پاد اکسیدانتی بوده، بنابراین برای تکمیل فرآیند جوانه‌زنی مدت زمان بیشتری نیاز بود و در نتیجه سرعت جوانه‌زنی کاهش و در پی آن متوسط زمان جوانه‌زنی افزایش یافت (بیلی و همکاران، ۲۰۰۴).

طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه

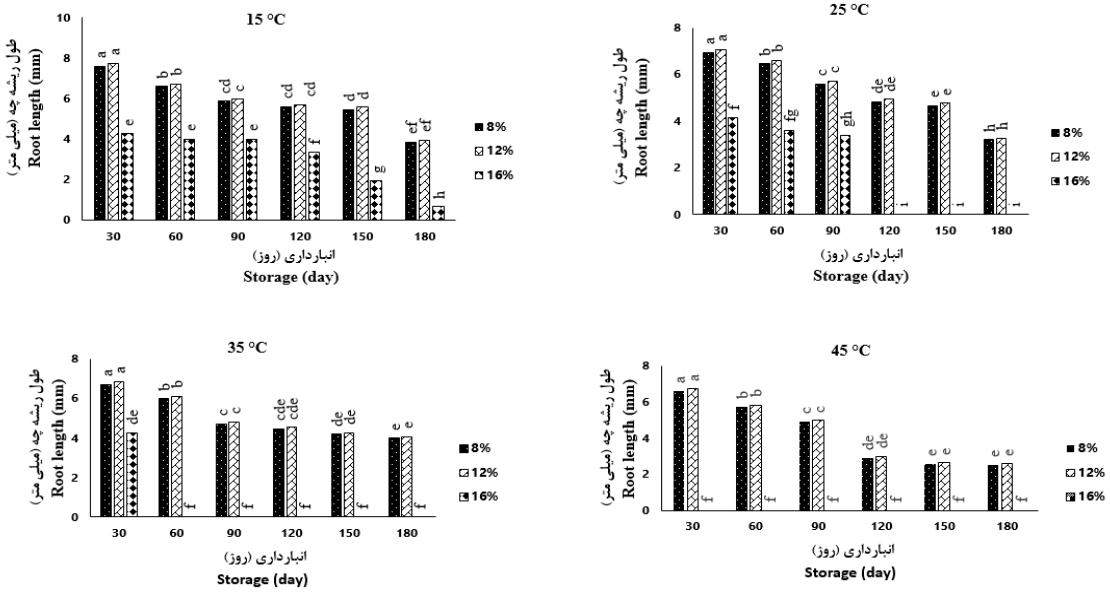
روند تغییرات رشد گیاهچه در شرایط مختلف انبارداری در شکل ۳ الی ۵ قابل مشاهده است. به‌طورکلی نتایج مرتبط با برش‌دهی برهم‌کنش دوره انبارداری و رطوبت بذر در دماهای ۱۵، ۲۵، ۳۵ و ۴۵ درجه سلسیوس نشان داد که با افزایش محتوای رطوبت بذر و دوره انبارداری، طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت، به طوری که در تمامی دماها کمترین طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه مربوط به ۱۸۰ روز انبارداری و رطوبت بذر ۱۶ درصد بود (شکل ۳-۵). صفت‌های طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه، با افزایش دما ار ۱۵ به ۲۵ درجه سلسیوس تغییر معناداری نداشتند و با افزایش بیشتر دما به ۳۵ و ۴۵ درجه سلسیوس کاهش این صفات بیشتر شد به طوری که با افزایش دما از ۱۵ به ۴۵ درجه سلسیوس صفت-های طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه به ترتیب ۲۸/۵٪، ۲۵/۳٪ و ۲۸/۱٪ کاهش داشتند. با افزایش رطوبت از ۸٪ به ۱۶٪ صفت‌های طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه به ترتیب ۷۳/۴٪، ۶۹/۵٪ و ۷۰/۴٪ کاهش یافت. توانایی بذرها در حمایت از رشد قوی گیاهچه به ظرفیت آنها در استفاده کارآمد از منابع ذخیره شده بستگی دارد. در طول جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه، بذرها باید ترکیبات ذخیره شده پیچیده را به اشکال ساده‌تری تبدیل کنند که بتوانند به نقاط در حال رشد منتقل شوند. این فرآیند شامل تجزیه کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها و لیپیدها است که سپس برای حمایت از فرآیندهای رشدی حیاتی از جمله تقسیم سلولی، تمایز و تشکیل اندام‌ها منتقل می‌شوند (آریف[1] و همکاران، ۲۰۲۰). به‌طور کلی کاهش در رشد گیاهچه در نتیجه نامساعد شدن شرایط انبارداری به پیرشدن بذرها و کاهش در سرعت جوانه‌زنی ارتباط داده شده است که به دنبال آن کاهش رشد و در نتیجه کاهش طول گیاهچه را به دنبال دارد، کاهش در طول گیاهچه می‌تواند به تغییر در فعالیت آنزیم‌های پاداکسیدانتی مرتبط باشد. در این رابطه کانتو[2] و همکاران (۲۰۱۵) بیان نمودند که با افزایش دوره انبارداری، فعالیت آنزیم‌های پاداکسیدانتی کم شده و رادیکال‌های آزاد افزایش یافته و کاهش رشد گیاهچه می‌تواند به این دلیل باشد. به‌طور کلی در شرایط نامساعد محیطی انتقال مواد ذخیره‌ای بذر به گیاهچه کاهش یافته از اینرو گیاهچه ضعیف‌تر خواهد شد، بنابراین می‌توان کاهش در طول گیاهچه را با کاهش در مصرف مواد ذخیره‌ای بذر مرتبط دانست.

وزن خشک گیاهچه

وزن خشک گیاهچه همانند سایر صفات مرتبط با جوانه‌زنی اندازه‌گیری شده، به طور معنی‌داری تحت تاثیر شرایط انبارداری قرار گرفت. به طوری‌که نتایج برش‌دهی برهمکنش دوره انبارداری و رطوبت بذر در دماهای ۱۵، ۲۵، ۳۵ و ۴۵ درجه سلسیوس نشان داد که در تمامی دماها با افزایش محتوای رطوبت بذر و دوره انبارداری وزن خشک گیاهچه به طور معنی‌داری کاهش یافت، به طوری که در تمامی دماها کمترین وزن خشک گیاهچه مربوط به ۱۸۰ روز انبارداری و رطوبت بذر ۱۶ درصد بود (شکل ۶). با افزایش دما ار ۱۵ به ۲۵ درجه سلسیوس وزن گیاهچه تفاوت معناداری نداشت و با افزایش بیشتر دما به ۳۵ و ۴۵ درجه سلسیوس، به ترتیب ۱۵/۲٪ و ۲۷/۸٪ نسبت به دمای ۱۵ درجه سلسیوس وزن گیاهچه کاهش داشت. همچنین با افزایش رطوبت از ۸٪ به ۱۶٪ وزن گیاهچه ۷۰/۵٪ کاهش یافت.

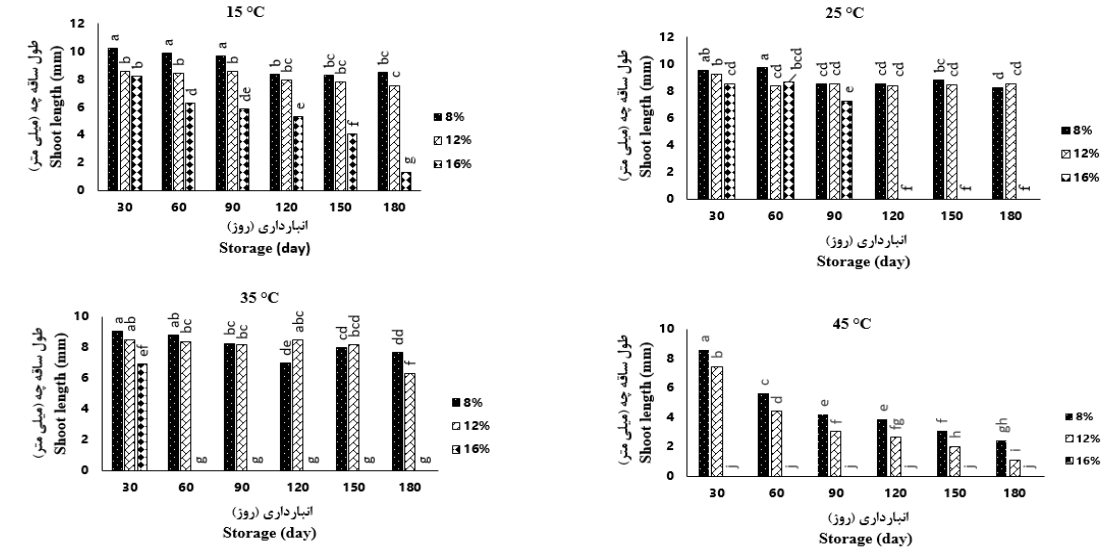
[1] Arif
[2] Kanto

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-09-08]
[DOI: 10.61882/yujs.11.2.63]



شکل ۳. اثر دوره انبارداری و رطوبت بذر بر طول ریشه‌چه بابونه آلمانی در دماهای مورد مطالعه. حروف یکسان نشان دهنده عدم تفاوت معنی دار بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال خطای ۵ درصد است.

Fig. 3. Effects of storage duration and seed moisture content on root length of German chamomile in the studied temperatures. Same letters indicate non-significant differences based on Duncan's Multiple Range Test at $p<0.05$.

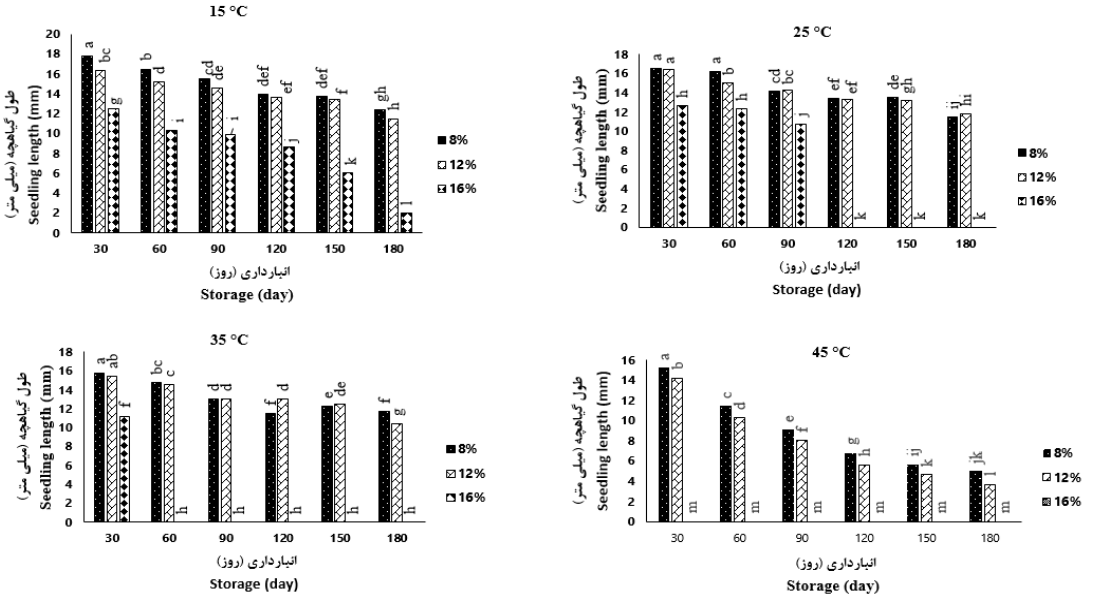


شکل۴. اثر دوره انبارداری و رطوبت بذر بر طول ساقه‌چه بابونه آلمانی در دماهای مورد مطالعه. حروف یکسان نشان دهنده عدم تفاوت معنی دار بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال خطای ۵ درصد است.

Fig. 4. Effects of storage duration and seed moisture content on shoot length of German chamomile in the studied temperatures. Same letters indicate non-significant differences based on Duncan's Multiple Range Test at $p<0.05$.

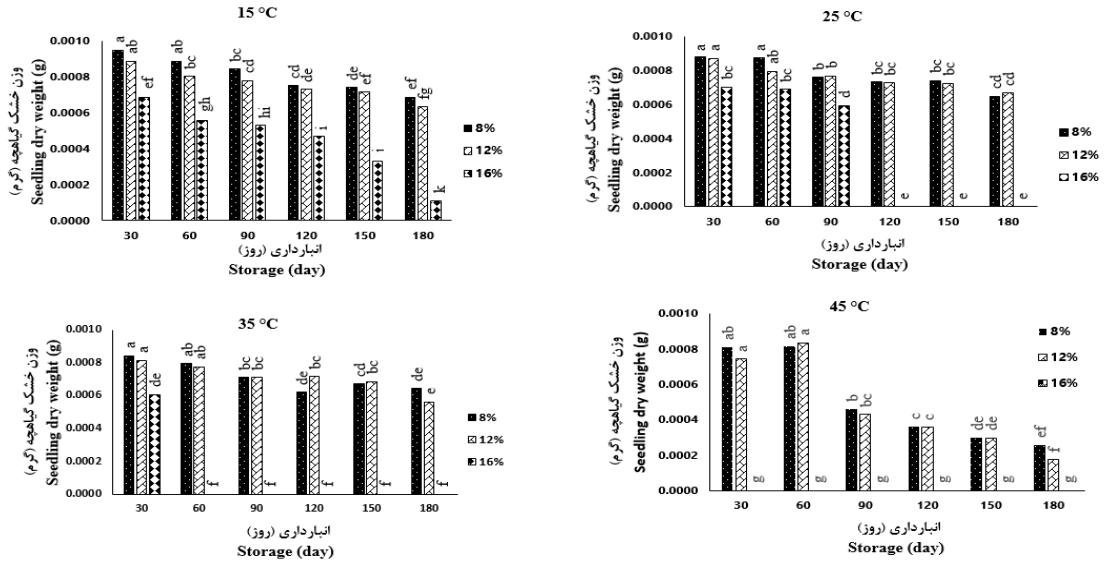
[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-09-08]

[DOI: 10.61882/yujs.11.2.63]



شکل ۵. اثر دوره انبارداری و رطوبت بذر بر طول گیاهچه بابونه آلمانی در دماهای مورد مطالعه. حروف یکسان نشان دهنده عدم تفاوت معنی دار بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال خطای ۵ درصد است.

Fig. 5. Effects of storage duration and seed moisture content on seedling length of German chamomile in the studied temperatures. Same letters indicate non-significant differences based on Duncan's Multiple Range Test at $p<0.05$.



شکل۶. اثر دوره انبارداری و رطوبت بذر بر وزن خشک گیاهچه بابونه آلمانی در دماهای مورد مطالعه. حروف یکسان نشان دهنده عدم تفاوت معنی دار بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال خطای ۵ درصد است.

Fig. 6. Effects of storage duration and seed moisture content on seedling dry weight of German chamomile in the studied temperatures. Same letters indicate non-significant differences based on Duncan's Multiple Range Test at $p<0.05$.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-09-08]

[DOI: 10.61882/yujs.11.2.63]

گزارش‌های مختلف حاکی از آن است که با افزایش در دوره انبارداری، رطوبت بذر و دمای محیط وزن خشک گیاهچه به‌طور معنی‌داری کاهش خواهد یافت (مهرابی کوشکی و همکاران، ۲۰۲۲)، که با نتایج این پژوهش مبنی بر کاهش وزن خشک در نتیجه افزایش دوره انبارداری از ۳۰ به ۱۸۰ روز و افزایش رطوبت بذر از ۸ به ۱۶ درصد و افزایش دمای محیط از ۱۵ به ۴۵ درجه سلسیوس مطابقت دارد. از آنجایی که وزن خشک گیاهچه ارتباط مستقیم با طول گیاهچه و رشد بیشتر گیاهچه دارد به‌نظر می‌رسد کاهش در وزن خشک گیاهچه به‌دلیل کاهش در طول گیاهچه در نتیجه نامساعد شدن شرایط انبارداری بوده است. کاهش در وزن خشک گیاهچه در طی زوال بذر می‌تواند به دلیل کاهش رشد گیاهچه در اثر زوال و کاهش انتقال مواد ذخیره‌ای بذر به گیاهچه باشد (محمدی[1] و همکاران، ۲۰۱۱). درسطح متابولیکی، مواد ذخیره‌شده با کاهش ظرفیت تولید انرژی مواجه می‌شوند که توانایی آن‌ها را در حفظ عملکردهای سلولی تحت تأثیر قرار می‌دهد. این کاهش کارایی متابولیکی، همراه با نیاز مداوم به تنفس نگهداری پایه، منجر به تخلیه تدریجی ذخایر و کاهش کلی وزن بذر و کاهش انتقال مواد ذخیره‌ای بذر به گیاهچه می‌شود (دیپیکا و همکاران، ۲۰۱۷).

شاخص طولی و وزنی بنیه گیاهچه

جهت بررسی بنیه گیاهچه‌ها، دو شاخص طولی و وزنی بنیه گیاهچه اندازه‌گیری و مقایسه شد. نتایج مقایسه میانگین برش‌دهی برهمکنش اثر دوره انبارداری و رطوبت بذر نشان داد که بنیه طولی و بنیه وزنی گیاهچه در تمامی دماها با افزایش دوره انبارداری به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (شکل ۷ و ۸)، به طوری که بیشترین بنیه طولی در دماهای ۱۵، ۲۵، ۳۵ و ۴۵ به‌ترتیب با میانگین ۱۲/۵۸، ۱۲/۵، ۱۱/۶ و ۹/۳۵ مربوط به ۳۰ روز دوره انبارداری و رطوبت ۸ درصد بود با افزایش دما ار ۱۵ به ۲۵ درجه سلسیوس تفاوت معناداری در شاخص‌های طولی و وزنی بنیه گیاهچه مشاهده نشد. با افزایش دما از ۱۵ به ۳۵ و ۴۵ درجه سلسیوس، کاهش شاخص طولی بنیه گیاهچه به ترتیب ۱۸/۳٪ و ۴۴/۲ ٪ و کاهش شاخص وزنی بنیه گیاهچه به ترتیب ۱۸/۲٪ و ۴۴/۱٪ مشاهده شد. با افزایش رطوبت از ۸٪ به ۱۲٪ شاخص طولی بنیه و شاخص وزنی بنیه گیاهچه به ترتیب ۱۰٪ و ۷٪ کاهش یافتند. با افزایش رطوبت از ۸٪ به ۱۶٪ هر دو شاخص طولی بنیه و شاخص وزنی بنیه گیاهچه ۷۸٪ کاهش یافتند. در این پژوهش با افزایش دوره انبارداری، رطوبت بذر و دمای محیط شاخص طولی و وزنی بنیه گیاهچه کاهش یافت، که با نتایج مهرابی کوشکی و همکاران (۲۰۲۲) مبنی بر کاهش بنیه گیاهچه در نتیجه نامساعد شدن شرایط انبارداری مطابقت دارد. به‌طور کلی کاهش در بنیه در نتیجه افزایش دوره انبارداری و رطوبت بذر و دمای محیط را می‌توان به کاهش در درصد جوانه‌زنی و کاهش در طول گیاهچه و وزن خشک گیاهچه مرتبط دانست. رائو[2] و همکاران (۲۰۲۳) گزارش کردند که با افزایش رطوبت بذر و درجه حرارت، زوال بذر افزایش یافته در نتیجه بنیه بذر کاهش می‌یابد. قدرت بذر اولین جزء کیفیت بذر است که در طی زوال کاهش می‌یابد و به دنبال آن جوانه‌زنی و قوه نامیه کاهش می‌یابند. لی[3] و همکاران (۲۰۲۰) بیان کردند که ظرفیت تنفسی در طول انبارداری کاهش می‌یابد که این امر بر تولید انرژی و مصرف ذخایر تأثیر می‌گذارد. این کاهش کارایی تنفسی، همراه با تخلیه مواد مغذی ذخیره‌شده، به کاهش بنیه بذر منجر شده و در نهایت بر پتانسیل جوانه‌زنی و رشد گیاهچه تأثیر می‌گذارد.

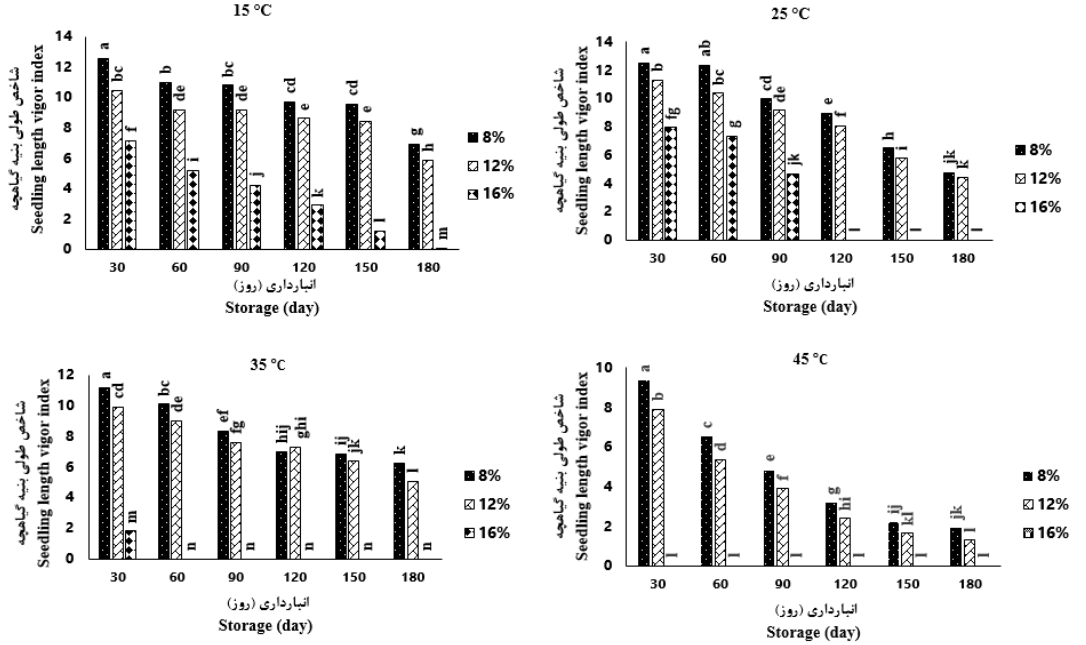
نتیجه گیری کلی

نتایج به دست آمده از این پژوهش نشان می‌دهد که در رطوبت ۸ درصد بذر بابونه آلمانی شاخص‌های رشدی مانند درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و وزن خشک گیاهچه در سطح قابل قبولی قرار داشتند. اما با افزایش رطوبت بذر به ۱۶ درصد و هم‌زمان با افزایش دوره انبارداری، اثرات منفی بر تمامی شاخص‌های مذکور به‌وضوح مشاهده شد. شرایط انبارداری نامساعد شامل افزایش دما (بیش از ۲۵ درجه سلسیوس) و رطوبت

[1] Mohammadi

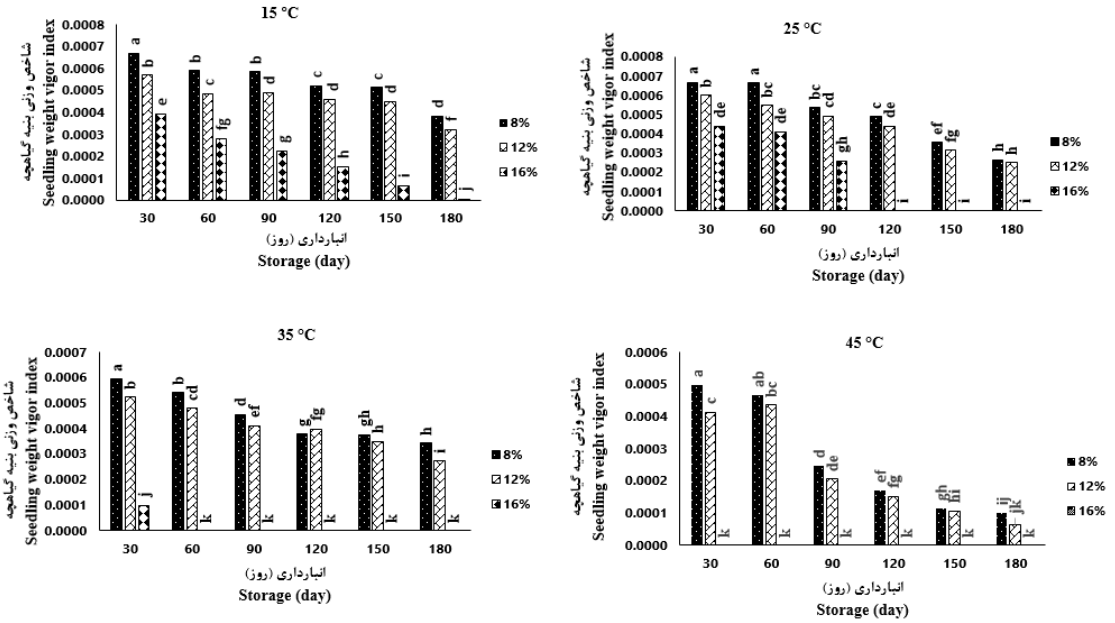
[2] Rao
[3] Lei

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-09-08]
[DOI: 10.61882/yujs.11.2.63]



شکل۷. اثر دوره انبارداری و رطوبت بذر بر شاخص طولی بنیه گیاهچه بابونه آلمانی در دماهای مورد مطالعه. حروف یکسان نشان دهنده عدم تفاوت معنی دار بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال خطای ۵ درصد است.

Fig. 7. Effects of storage duration and seed moisture content on seedling length vigor index of German chamomile in the studied temperatures. Same letters indicate non-significant differences based on Duncan's Multiple Range Test at $p<0.05$.



شکل ۸. اثر دوره انبارداری و رطوبت بذر بر شاخص وزنی بنیه گیاهچه بابونه آلمانی در دماهای مورد مطالعه. حروف یکسان نشان دهنده عدم تفاوت معنی دار بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال خطای 5 درصد است.

Fig. 8. Effects of storage duration and seed moisture content on seedling weight vigor index of German chamomile in the studied temperatures. Same letters indicate non-significant differences based on Duncan's Multiple Range Test at $p<0.05$.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-09-08]

[DOI: 10.61882/yujs.11.2.63]

بالای بذر (بیش از ۸ درصد) به طور قابل ملاحظه بر کیفیت بذر و در نتیجه بر ویژگی‌های گیاهچه‌ای تأثیر منفی گذاشتند. با گذشت زمان و افزایش مدت انبارداری تا ۱۸۰ روز، ترکیب این عوامل منجر به کاهش شدید در شاخص‌های رشدی و بنیه گیاهچه‌ها گردید. بنابراین، به منظور حفظ کیفیت بذر و بهبود جوانه‌زنی، توصیه می‌شود رطوبت بذر بابونه آلمانی در محدوده ۸ درصد نگهداری شود و شرایط انبارداری در دماهای پایین‌تر از ۲۵ درجه سلسیوس و دوره‌های انبارداری کوتاه‌تر مورد توجه قرار گیرد.

منابع

Abdul-Baki, A.A. and Anderson, J.D. 1970. Viability and leaching of sugars from germinating barley. Crop Science, 10(1): 31-34. https://doi.org/10.2135/cropsci1970.0011183X001000010012x

Arief, R., Koes, F. and Komalasari, O. 2020. Effects of seed storage duration and matriconditioning materials on germination and seedling characteristics of maize. AGRIVITA: Journal of Agricultural Science, 42(3): 425-434. https://doi.org/10.17503/agrivita.v42i3.2034

Bailly, C. 2004. Active oxygen species and antioxidants in seed biology. Seed Science Research, 14(2): 93-107. https://doi.org/10.1079/SSR2004159

Bailly, C., Benamar, A., Corbineau, F. and Côme, D. 2000. Antioxidant systems in sunflower (*Helianthus annuus* L.) seeds as affected by priming. Seed Science Research, 10(1): 35-42. https://doi.org/10.1017/S0960258500000040

Chauhan, R., Singh, S., Kumar, V., Kumar, A., Kumari, A., Rathore, S., Kumar, R. and Singh, S. 2021. A comprehensive review on biology, genetic improvement, agro and process technology of german chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). Plants, 11(1): 29. https://doi.org/10.3390/plants11010029

Demirkaya, M., Dietz, K.J. and Sivritepe, H.O. 2010. Changes in antioxidant enzymes during ageing of onion seeds. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 38(1): 49-52.

Fessel, S.A., Vieira, R.D., Cruz, M., Paula, R. and Panobianco, M. 2006. Electrical conductivity testing of corn seeds as influenced by temperature and period of storage. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 41: 1551-1559. https://doi.org/10.1590/S0100-204X2006001000013

Goel, A. and Sheoran, I. 2003. Lipid peroxidation and peroxide-scavenging enzymes in cotton seeds under natural ageing. Biologia Plantarum, 46: 429-434. https://doi.org/10.1023/A:1024398724076

Hampton, J.G. and TeKrony, D.M. 1995. Handbook of vigour test methods. 3rd Edition, The International Seed Testing Association, Zurich.

ISTA. 2007. International rules for seed testing. Basserdorf, switzerland.

Jafari, Z. 2014. Temperature-humidity response of fennel seeds under different storage conditions. Master Thesis of Tehran University. 97p. [In Persian]

Jorge, M.H.A. and Ray, D.T. 2005. Germination characterization of guayule seed by morphology, mass and, x-ray analysis. Industrial Crops and Products, 22(1): 59-63. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2004.05.007

Kanto, U., Jutamanee, K., Osotsapar, Y., Chai-arree, W. and Jattupornpong, S. 2015. Promotive effect of priming with 5-aminolevulinic acid on seed germination capacity, seedling growth and antioxidant enzyme activity in rice subjected to accelerated ageing treatment. Plant Production Science, 18(4): 443-454. https://doi.org/10.1626/pps.18.443

Kong, L., Huo, H. and Mao, P. 2015. Antioxidant response and related gene expression in aged oat seed. Frontiers in Plant Science, 6: 1-9. https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00158

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-09-08]

[DOI: 10.61882/yujs.11.2.63]

Lei, X., Liu, W., Zhao, J., You, M., Xiong, C., Xiong, Y., Xiong, Y., Yu, Q., Bai, S. and Ma, X. 2020. Comparative physiological and proteomic analysis reveals different involvement of proteins during artificial aging of *Siberian wildrye* seeds. Plants, 9(10): 1370. https://doi.org/10.3390/plants9101370

Lin, R., Chen, K., Chen, C., Chen, J. and Sung, J. 2005. Slow post-hydration drying improves initial quality but reduces longevity of primed bitter gourd seeds. Scientia Horticulturae, 106(1): 114-124. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2005.02.016

Maguire, J.D. 1962. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. https://doi.org/10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x

Mehrabi Kooshki, M., Moradi, A., Balouchi, H., Behboud, R. and Latifmanesh, H. 2022. Germination and viability coefficients of faba bean (*Vicia faba*) seed under different storage conditions. Iranian Journal of Seed Research, 9(1): 1-24. [In Persian] https://doi.org/10.52547/yujs.9.1.1

Mohammadi, H., Soltani, A., Sadeghipour, H. and Zeinali, E. 2011. Effects of seed aging on subsequent seed reserve utilization and seedling growth in soybean. International Journal of Plant Production, 5(1): 65-70.

Paravar, A., Maleki Farahani, S., Adetunji, A.E., Oveisi, M. and Piri, R. 2023. Effects of seed moisture content, temperature, and storage period on various physiological and biochemical parameters of Lallemantia iberica Fisch. & CA Mey. Acta Physiologiae Plantarum, 45(9): 1-15. https://doi.org/10.1007/s11738-023-03581-0

Piri, R., Moradi, A. and Hoseini-Moghaddam, M. 2018. Effect of accelerated aging and seed priming on germination and some biochemical indices of cumin (*Cuminum cyminum* L.). Iranian Journal of Seed Science and Research, 5(1): 69-81. [In Persian] https://doi.org/10.22124/jms.2018.2901

Rao, D., Pashwan, V.R., Chaitanya, G., Verma, B. and Negi, P. 2023. Physiological and biochemical changes during seed deterioration in seed-a review. Emergent Life Sciences Research, 9(1): 1-10.

Sera, B. 2023. Methodological contribution on seed germination and seedling initial growth tests in wild plants. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 51(2): 1-11. https://doi.org/10.15835/nbha51213164

Sharma, R. and Sharma, S. 2010. Effect of storage and cold-stratification on seed physiological aspects of *Bunium persicum*: A threatened medicinal herb of trans-himalaya. International Journal of Botany, 6(2): 151-156. https://doi.org/10.3923/ijb.2010.151.156

Singh, P.A., Dash, S., Choudhury, A. and Bajwa, N. 2024. Factors affecting long-term availability of medicinal plants in India. Journal of Crop Science and Biotechnology, 27(2): 145-173. https://doi.org/10.1007/s12892-023-00219-y

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-09-08]

[DOI: 10.61882/yujs.11.2.63]