Research Article

Iranian Journal of Seed Research, 2025, 11(2): 189-205

Effect of different hormonal and cold treatments on some biochemical and germination indices in seeds of three species of *Salvia* (*Salvia officinalis, S. leriifolia, S. syriaca*)

Mehrab Yadegari[1*]

Extended abstract

Introduction: *Salvia* sp. from Lamiaceae family is one of the important medicinal and pasture plants that have many uses in various medicinal and food industries. This study was performed to evaluate the effects of different hormonal treatments on germination in three species of *Salvia* including *S. officinalis*, *S. leriifolia,* and *S. syriaca* under different wet stratification periods.

Materials and Methods: This research was conducted in factorial layout experiment in a completely randomized design (CRD) with 3 replications and 2 separate repetitions in Herbal Research Institute, Shahrekord Branch, Islamic Azad University in 2024. Experimental treatments included wet chilling (0, 10, 20, 30 day in 4°C and RH=45%) as first factor (A1-A4) and hormones inclusive (gibberellic acid (120ppm), benzyl adenine (10^{-4} M), kinetin (10^{-4} M), gibberellic acid (120 ppm) + benzyl adenine (10^{-4} M), gibberellic acid (120 ppm) + kinetin (10^{-4} M), benzyl adenine (10^{-4} M) + kinetin (10^{-4} M), gibberellic acid (120 ppm) + benzyl adenine (10^{-4} M)+ kinetin (10^{-4} M) and control) as second factor (B1-B8). Biochemical indices such as hydrogen peroxide, α-amylase and beta-1,3glucanase and germination indices such as dry weight of seedlings, length of seedlings, germination percentage, mean of germination time, seed vigour, and germination uniformity were measured.

Results: The use of wet chilling and hormonal treatments had significant effectiveness on germination characters. Gibberellic acid in the most of measured characters had beneficial and increasing effects. The most and lowest important measured germination characteristics and decreased time needed for germination. The highest and lowest amounts for germination characteristics such as seedling length (5.56-2.1 cm), seed vigor (5.1-0.94), seedling dry weight (45.35-19.84 mg), germination percentage (91.74-38.22), germination uniformity (21.03-3.57 day) and biochemical characters such as content of α-amylase (12.94-2.6 mM/g FW of seed), beta-1, 3 glucanase (10.79-2.83 mM/g FW of seed) and hydrogen peroxide (0.69-0.21 mM/g FW of seed) were recorded under wet chilling treatment for 20 day + gibberellic acid (120 ppm) + benzyl adenine (10^{-4} M) + kinetin (10^{-4} M) and treatment of without wet chilling + without hormonal treatment, respectively. Also, increasing wet chilling treatment duration, increased some evaluated characteristics, but most of them reached the highest values after 20 days wet chilling treatment. The amounts of evaluated characters in this treatment improved more than 100% in comparison to control seeds. It can be concluded that wet chilling (20 day) along with the use of gibberellic acid, benzyl adenine, and kinetin resulted in improved seed germination indices of *Salvia* spp. Results showed that in most of measured characteristics, the *Salvia* species have various amounts of biochemical and germination indices. Finally, the treatment of wet chilling (20 day) and use of gibberellic acid, benzyl adenine, and kinetin hormones, suggest to obtain of the best germination indices in seeds of *Salvia* spp. Germination percentage and most of the other measured characters in this research in *S. officinalis* were more than *S. syriaca,* and *S. leriifolia, respectively*.

Conclusion: Results showed that the most of measured characteristics of *Salvia* species have various amounts of biochemical and germination indices. Generally, wet chilling (20 day) with the use of gibberellic acid, benzyl adenine, and kinetin suggest to best seed germination of *Salvia* spp.

Keywords: Benzyl adenine, Gibberellic acid, Medicinal plant, Phytohormone, Seed germination

Highlights:

1- Study the various periods of wet chilling and hormonal treatments on biochemical and germination indices of *Salvia officinalis, S. leriifolia, S. syriaca.*

2- Wet chilling (20 day) with the use of gibberellic acid, benzyl adenine, and kinetin suggest to best seed germination of *Salvia* spp.

Research center of nutrition and organic products, ShK.C. Shahrekord Branch, Islamic Azad University, Shahrekord, Iran.

*Corresponding author, E-mail: kazemkazem1357@iau.ac.ir

http://dx.doi.org/10.61882/yujs.11.2.189

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

Received: 5.1.2025; Revised: 28.2.2025;
Accepted: 18.3.2025; Online Published: 21.3.2025

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.11.2.189]

مقاله پژوهشی

پژوهش‌های بذر ایران/ سال یازدهم/ شماره دوم/ ۱۴۰۳/ صفحات: ۲۰۵-۱۸۹

تأثیر تیمارهای مختلف هورمونی و سرمادهی بر برخی شاخص‌های بیوشیمیایی و جوانه‌زنی بذرهای سه گونه مریم‌گلی (*Salvia officinalis, S .leriifolia, S. syriaca*)

مهراب یادگاری[۱،*]

چکیده مبسوط

مقدمه: مریم‌گلی گیاهی ارزشمند و دارویی از خانواده نعناعیان دارای مصارف متعدد دارویی و غذایی است. پژوهش حاضر به‌منظور بررسی اثرات تیمارهای هورمونی و دوره‌های سرمادهی مرطوب روی شاخص‌های بیوشیمیایی و جوانه‌زنی بذرهای سه گونه *S .syriaca, S .leriifolia, S. officinalis* انجام شد.

مواد و روش‌ها: این تحقیق به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با سه تکرار در سال ۱۴۰۳ و بطور دو بار مجزا انجام شد. سطوح سرمادهی مرطوب (A1-A4) به عنوان عامل اول و تیمارهای هورمونی (B1-B8) به عنوان عامل دوم قرار گرفتند. سطوح سرمادهی مرطوب شامل عدم سرمادهی، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ روز سرمادهی (دمای ۴ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۴۵ درصد) بود. تیمارهای هورمونی شامل اسید جیبرلیک (۱۲۰ میلی گرم در لیتر)، بنزیل آدنین (10^{-4} مولار)، کینتین (10^{-4} مولار)، اسید جیبرلیک (۱۲۰ میلی‌گرم در لیتر)+ بنزیل‌آدنین (10^{-4} مولار)، اسید جیبرلیک (۱۲۰میلی‌گرم در لیتر)+کینتین (10^{-4} مولار)، بنزیل آدنین (10^{-4} مولار) + کینتین (10^{-4} مولار)، اسید جیبرلیک (۱۲۰ میلی‌گرم در لیتر) + بنزیل آدنین (10^{-4} مولار) + کینتین (10^{-4} مولار) و شاهد (آب مقطر) بودند. صفات مورد اندازه‌گیری در این آزمایش شامل شاخص‌های بیوشیمیایی مقادیر آنزیم‌های آلفا آمیلاز، بتا-۱ و ۳-گلوکوناز و پراکسید هیدروژن و شاخص‌های جوانه‌زنی از جمله طول و وزن خشک گیاهچه، درصد جوانه‌زنی، بنیه بذر، میانگین مدت جوانه‌زنی و شاخص جوانه‌زنی بودند.

یافته‌ها: سرمادهی مرطوب و تیمارهای هورمونی به طور معنی‌داری بر صفات مورد ارزیابی اثرگذار بودند. اسید جیبرلیک در بیشتر صفات مورد بررسی، نقش مفید و افزایشی داشت. بیشترین و کمترین مقادیر صفات مهم جوانه‌زنی از جمله طول گیاه‌چه (۵/۵۶-۲/۱ سانتی‌متر)، شاخص بنیه بذر (۵/۱-۰/۹۴)، وزن خشک گیاهچه (۴۵/۳۵-۱۹/۸۴ میلی‌گرم)، جوانه‌زنی (۹۱/۷۴-۳۸/۲۲ درصد)، یکنواختی جوانه‌زنی (۲۱/۰۳-۳/۵۷ روز) و صفات بیوشیمیایی از جمله مقادیر آلفا آمیلاز (۱۲/۹۴-۲/۶ میلی‌مول بر گرم وزن تر بذر)، بتا-۱ و ۳-گلوکوناز (۱۰/۷۹-۲/۸۳ میلی‌مول بر گرم وزن تر بذر) و پراکسید هیدروژن (۰/۶۹-۰/۲۱ میلی‌مول بر گرم وزن تر بذر) به ترتیب در تیمار تلفیقی سرمادهی مرطوب (۲۰ و ۳۰ روز) + تیمار هورمونی بنزیل آدنین + کینتین + اسید جیبرلیک و تیمار عدم سرمادهی + عدم تیمار هورمونی به وجود آمد که نسبت به شاهد، افزایشی بیش از دو برابر را نشان داد. درصد جوانه‌زنی و غالب صفات مورد بررسی در گونه *S. officinalis* به ترتیب بیشتر از گونه *S. syriaca* و *S. leriifolia* بود.

نتیجه‌گیری: مقادیر شاخص‌های بیوشیمیایی و جوانه‌زنی بذر گونه‌های مریم‌گلی متفاوت است. بر اساس برهمکنش سرمادهی و تیمارهای هورمونی، ۲۰ روز سرمادهی مرطوب با کاربرد هر یک از تیمارهای بنزیل آدنین، کینتین و اسید جیبرلیک جهت جوانه‌زنی بذر مریم‌گلی و تولید بالاترین مقادیر شاخص‌های جوانه‌زنی و بیوشیمیایی، مناسب به نظر می‌رسد.

واژه‌های کلیدی: اسید جیبرلیک، بنزیل آدنین، جوانه‌زنی بذر، گیاه دارویی، هورمون گیاهی

جنبه‌های نوآوری:

۱- اثرات تیمارهای هورمونی و سرمادهی مرطوب روی شاخص‌های بیوشیمیایی و جوانه‌زنی بذر سه گونه مریم‌گلی بررسی شد.

۲- ۲۰ روز سرمادهی مرطوب با کاربرد هر یک از تیمارهای بنزیل آدنین، کینتین و اسید جیبرلیک جهت جوانه‌زنی بذر مریم‌گلی پیشنهاد می‌گردد.

مرکز تحقیقات تغذیه و محصولات ارگانیک، واحد شهرکرد، دانشگاه آزاد اسلامی، شهرکرد، ایران.

*رایانامه نویسنده مسئول: kazemkazem1357@iau.ac.ir

http://dx.doi.org/10.61882/yujs.11.2.189

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

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۱۶؛ تاریخ ویرایش: ۱۴۰۳/۱۲/۱۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۲۸؛ تاریخ انتشار برخط: ۱۴۰۳/۱۲/۲۹

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

[DOI: 10.61882/yujs.11.2.189]

مقدمه

مریم‌گلی (*Salvia* spp.) گیاهی دارویی، متعلق به تیره نعناعیان (Lamiaceae) است. مریم‌گلی شامل ۹۰۰ گونه علفی، بوته‌ای، چندساله، به ندرت یک‌ساله و یا دوساله است که برگ‌ها و گل‌های معطر دارد و در مناطق گرم و معتدل جهان رشد می‌کنند (مظفریان[1]، ۲۰۰۸). گونه *S. leriifolia* Benth بومی استان‌های خراسان و سمنان، از جمله گیاهان دارویی در معرض خطر انقراض است (قصیمی‌حق[2] و همکاران، ۲۰۱۸). این گیاه دارای خاصیت خواب‌آوری، شل‌کننده عضلات، ضد التهاب و کاهش‌دهنده قند خون (حسین‌زاده[3] و همکاران، ۲۰۰۹) و متابولیت‌های ثانویه ارزشمندی مانند ترپنوئیدها و فلاونوئیدها دارد (باقری و یادگاری[4]، ۲۰۲۱؛ باسکان[5] و همکاران، ۲۰۰۷). بتا-توجان، آلفاتوجان، اسید رزمارینیک، کامفور و اوکالیپتول از متابولیت‌های ثانویه موجود در گیاه مریم‌گلی است (یادگاری[6]، ۲۰۱۸b ؛ خسروی و همکاران[7]، ۲۰۲۳).

بذر بسیاری گونه‌های دارویی به جهت برخی نیازهای اکولوژیکی با شرایط محیطی، جوانه‌زنی ناهماهنگ و ضعیفی دارند (تاجبخش و قیاسی[8]، ۲۰۰۸؛ مکدونالد[9]، ۱۹۹۹) . بسیاری از گیاهان دارویی جوانه‌زنی پائین و سرعت رشد کمی دارند و پائین بودن شاخص‌های جوانه‌زنی در این گیاهان باعث شده تا بیشتر از سایر گیاهان در معرض انهدام و انقراض قرار بگیرند (تاجبخش و قیاسی، ۲۰۰۸). موانعی در اعمال تیمارهای مختلف بر گیاهان وجود دارد که بر نتیجه‌بخشی آنها اثرگذار است. یکی از این موانع، پوسته بذر است که در مقابل ورود هر ماده خارجی به داخل سلول‌های گیاهی قرار دارد و منجر به کاهش کارایی تیمارها می‌شود. در گیاهان دارویی برای بهبود جوانه‌زنی، رشد و نمو و تولید متابولیت‌های ثانویه از سازوکارهای مختلفی استفاده می‌شود و با تأثیر بر آنزیم‌های دخیل در ساخت متابولیت‌های ثانویه، تولید این ترکیب‌ها را افزایش می‌دهند (کانگ[10] و همکاران، ۲۰۲۳). استفاده از محرک‌های زیستی با هدف دستیابی به افزایش کیفیت و پایداری عملکرد از اهمیت زیادی برخوردارند. پیش تیمار بذر به‌عنوان یک راهکار جهت افزایش استقرار گیاهچه به‌ویژه در شرایط نامطلوب مطرح است (پیری[11] و همکاران، ۲۰۲۱). در جهت بالابردن توان جوانه‌زنی بذرهای گیاهان، تیمار با مواد شیمیایی متنوعی مانند هورمون‌های گیاهی در جهت افزایش جوانه‌زنی بذرها صورت می‌گیرد که از انواع آن می‌توان انواع هورموپرایمینگ را نام برد. بذرهای تیمار شده به لحاظ متابولیکی، بیوشیمیایی، ساختار سلولی و غیره، در وضعیت زیستی مناسب‌تری در مقایسه با بذرهای تیمار نشده قرار دارند (عمادی[12] و همکاران، ۲۰۲۲). بذرهای تیمار شده زودتر جوانه‌زده و فرآیندهای زیستی خود را نیز سریع‌تر محقق می‌نمایند. این امر می‌تواند تطابق طبیعی عوامل زنده تنش‌زا را با مراحل فنولوژیک گیاه هدف تغییر داده و در نتیجه به هنگام طغیان عوامل بیماری‌زا، خسارت وارده به بذرهای تیمار شده در حال جوانه‌زنی و گیاهان استقرار یافته از آنها کاهش یابد (غیاثی اسکویی و آقاعلیخانی[13]، ۲۰۲۳). اسید جیبرلیک و سیتوکینین به‌عنوان تحریک‌کننده‌های قوی و مؤثر در جوانه‌زنی و شکستن خواب بذر در گونه‌های مختلف گیاهی پذیرفته شده‌اند (امیری‌کیا[14] و همکاران، ۲۰۲۳). پیش تیمار بذرهای مریم‌گلی با اسید سالیسیلیک و محلول‌پاشی نانو اسید سالیسیلیک بیشترین تأثیر را در بهبود صفات رشدی و فعالیت آنزیم‌های درگیر در بیوسنتز متابولیت‌های ثانویه داشته است (قدسی مآب[15] و همکاران، ۲۰۲۲).

تیمار بذر با درجه حرارت پایین یا بالا، لایه بندی مرطوب بذر نامیده می‌شود. از عوامل تأثیرگذار بر کیفیت آن، درجه حرارت و طول دوره آن می‌باشد و این شرایط برای گونه‌های مختلف یکسان نیست. عواملی که باعث یکنواختی خروج گیاهچه‌های پرایم شده گردند،

[1] Mozaffarian
[2] Ghasimi Hagh
[3] Hosseinzadeh
[4] Bagheri and Yadegari
[5] Başkan
[6] Yadegari
[7] Khosravi
[8] Tajbakhsh and Gheyasi
[9] Mcdonald
[10] Kang
[11] Piri
[12] Emadi
[13] Ghiasy Oskooe and Aghalikhani
[14] Amirikia
[15] Ghodsi Maab

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-09-08]
[DOI: 10.61882/yujs.11.2.189]

اولاً به دلیل افزایش توانایی گیاه از نظر سرعت و یکنواختی در سبز شدن، که از عوامل مهم افزایش عملکرد می‌باشند، موجب طولانی‌تر شدن فرآیند تولید و افزایش محصول نهایی شده؛ ثانیاً، با جلوگیری از ظهور تدریجی گیاهچه‌ها باعث می‌شوند که در زمان برداشت، گیاهانی با دوره رشد متفاوت وجود نداشته باشند (سارانی[1] و همکاران، ۲۰۲۴؛ جعفری[2] و همکاران، ۲۰۲۲؛ افروز[3] و همکاران، ۲۰۲۳). اثر مطلوب ترموپرایمینگ بر صفات جوانه‌زنی بذرهای گل رز ایرانی (*Rosa persica* Michx ex Juss.) (وضیعی[4] و همکاران، ۲۰۲۲) و بادرنجبویه (*Melissa officinalis*) (عمادی و همکاران، ۲۰۲۲) به اثبات رسیده است. اثر مطلوب پیش‌تیمار دمایی و هورمونی بر صفات جوانه‌زنی بذر خارمریم (*Silybum marianum*) (موسوی[5] و همکاران، ۲۰۲۱) و گل ماهور (*Verbascum* spp.) (شیرعلی[6] و همکاران، ۲۰۲۲) گزارش شده است. این تحقیق به‌منظور بررسی پیش‌تیمارهای سرمادهی مرطوب و هورمونی روی خصوصیات جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه گونه‌های دارویی مریم‌گلی شامل *S. officinalis*، *S. syriaca* و *S. leriifolia* در جهت یافتن بهترین تیمار برای تولید بالاترین شاخص‌های بیوشیمیایی و جوانه‌زنی انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در دو دفعه مجزا با فاصله یک‌ماه، با شرایط یکسان برای هر گونه، به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی (CRD) با ۳ تکرار در آزمایشگاه مرکز تحقیقات گیاهان دارویی و معطر دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرکرد در سال ۱۴۰۳ اجرا شد. بذرهای هر سه گونه مریم‌گلی در شهریور ماه ۱۴۰۲ توسط شرکت پاکان بذر اصفهان تولید شده بودند. سطوح مختلف زمان سرمادهی مرطوب (دمای ۴ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۴۵ درصد در چهار زمان ۰، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ روز) (A1-A4) به عنوان عامل اول و تیمارهای هورمونی در هشت سطح به شرح زیر به عنوان عامل دوم قرار گرفتند (انصاری[7] و همکاران، ۲۰۲۳؛ سلیمانی[8]، ۲۰۱۵؛ یوسفی[9] و همکاران، ۲۰۲۱؛ نعمتی[10] و همکاران، ۲۰۱۶).

B1: اسید جیبرلیک (GA3) (غلظت ۱۲۰ میلی‌گرم در لیتر).

B2: بنزیل آدنین (BA) (غلظت 10^{-4} مولار).

B3: کینتین (KIN) (غلظت 10^{-4} مولار).

B4: B2 + B1

B5: B3 + B1

B6: B3 + B2

B7: B3 + B2 + B1

B8: شاهد (آب مقطر).

عملیات آزمایشگاهی: اسید جیبرلیک (از شرکت مرک آلمان) با استفاده از اتانول ۹۶ درصد و هورمون‌های کینتین (KIN) و بنزیل آدنین (BA) (ساخت کشور ایران شرکت تیتراکم) با استفاده از هیدروکسید سدیم یک نرمال حل شدند. به منظور پیشگیری از هر نوع آلودگی، بذرها با محلول هیپوکلریت سدیم ۱/۵ درصد به مدت یک دقیقه ضدعفونی شده و بلافاصله طی چند مرحله متوالی با آب مقطر مورد شستشو قرار گرفتند. پس از آن برای جلوگیری از کپک زدگی بذرها در محلول قارچ کش کاپتان ۵۰ درصد پودر وتابل به مدت ۲ دقیقه قرار گرفتند. به منظور پیشگیری از آلودگی احتمالی، ضمن سترون کردن کلیه وسایل با دستگاه اتوکلاو و آون تمام مراحل آزمایش در محیط سترون انجام شد. بذرها تحت تیمار عدم سرمادهی (زمان صفر) و تیمارهای سرمادهی مرطوب در ۱۰ و ۲۰ و ۳۰ روز قرار گرفتند؛ به این صورت که بذرهای مرطوب را داخل کیسه‌های نخی استریل شده و مرطوب به صورت جداگانه قرار داده و در محیطی ایزوله و تاریک در یخچال در دمای ۴ درجه سلسیوس نگهداری شدند. پس از سپری نمودن تیمارهای سرمادهی، بذرها تحت تیمارهای هورمونی قرار گرفتند. جهت جوانه‌زنی بذرها از دستگاه ژرمیناتور، استفاده گردید و جهت تنظیم دستگاه از لحاظ میزان دما و دوره نوری، ۸ ساعت

[1] Saranai
[2] Jafari
[3] Afrouz
[4] Vazieea
[5] Mousavoey
[6] Shirali
[7] Ansari
[8] Soleymani
[9] Yousefi
[10] Nemati

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-09-08]
[DOI: 10.61882/yujs.11.2.189]

روشنایی در دمای ۲۵ درجه سلسیوس و ۱۶ ساعت تاریکی در دمای ۲۰ درجه سلسیوس تنظیم گردید (یادگاری، ۲۰۱۸a). واحدهای آزمایشی در این تحقیق، ظروف پتری با قطر ۹۰ میلی‌متر و ارتفاع ۱۰ میلی‌متر، سترون شده همراه با کاغذ صافی در داخل آن بود. در هر پتری ۲۰ عدد بذر که قبلاً تحت دوره مشخص سرمادهی مرطوب قرار گرفته بودند، پس از ضدعفونی، در پتری‌ها قرار داده شده و با ۵ میلی‌لیتر از تیمارهای هورمونی ذکر شده، مرطوب گردیدند و در داخل ژرمیناتور قرار داده شدند. بذرها بصورت روزانه بازبینی و تعداد بذرهایی که ریشه‌چه آن‌ها قابل رؤیت بود به عنوان بذرهای جوانه‌زده شمارش شد. صفات جوانه‌زنی به مدت دو هفته، بصورت روزانه ثبت گردیدند (مکدونالد، ۱۹۹۹). صفات جوانه‌زنی شامل طول و وزن خشک گیاه‌چه، درصد جوانه‌زنی، متوسط مدت جوانه‌زنی، بنیه بذر و شاخص جوانه‌زنی؛ صفات بیوشیمیایی بذر از جمله مقادیر آنزیم‌های آلفا آمیلاز، بتا-۱ و۳-گلوکوناز و پراکسید هیدروژن از طریق روابط ذیل برآورد شدند (مکدونالد، ۱۹۹۹؛ تاجبخش و قیاسی، ۲۰۲۲). درصد جوانه‌زنی مطابق رابطه ۱ محاسبه شد:

رابطه۱: $G=(n/N)\times 100$

[درصد جوانه‌زنی=G, تعداد بذرهای جوانه‌زده=n، تعداد بذرهای قرار داده شده در هر ظرف پتری=N]

متوسط زمان جوانه‌زنی: متوسط زمان لازم برای جوانه‌زنی شاخصی از سرعت و شتاب جوانه‌زنی است. طبق رابطه ۲ محاسبه گردید (بردفورد[1]، ۱۹۹۵).

رابطه ۲: $MTG=\frac{\sum(nd)}{\sum n}$

[تعداد بذرهای جوانه‌زده در طی روز دی ام=n، تعداد روزها از ابتدای جوانه‌زنی=d]

یکنواختی جوانه‌زنی: عبارت است از مدت زمان لازم بین ۱۰٪ تا ۹۰٪ جوانه‌زنی و بیانگر یکنواختی بیشتر است که مطابق رابطه ۳ برآورد شد (مکدونالد، ۱۹۹۹):

رابطه ۳: $\text{یکنواختی جوانه‌زنی} = \frac{1}{\frac{\sum(D-\bar{D})\times N}{\sum N}}$

[D =تعداد روزها از ابتدا جوانه زنی، $\bar{D}$= میانگین تعداد روزها از ابتدا جوانه زنی، N=تعداد بذر جوانه زده در هر روز و $\sum N$ = کل تعداد بذرهای جوانه زده]

با داشتن درصد جوانه‌زنی و میانگین طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، بنیه بذر از رابطه ۴ محاسبه شد (بردفورد، ۱۹۹۵):

رابطه ۴:

شاخص بنیه بذر = (میانگین طول گیاهچه × درصد جوانه‌زنی) / ۱۰۰

در روز پانزدهم، بذرها از پتری خارج و سپس به‌منظور تعیین وزن خشک گیاهچه، نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۵۰ درجه سلسیوس درون آون قرار داده شدند. به منظور اندازه‌گیری مقادیر آنزیم آلفا آمیلاز و پراکسید هیدروژن، از بذرهای تیمارشده با آب مقطر و غلظت‌های مختلف اسید جیبرلیک در زمان‌های مختلف سرمادهی استفاده شد. جهت برآورد محتوای پراکسید هیدروژن، ۰/۳۵ گرم بذر در داخل هاون چینی در نیتروژن مایع به خوبی سائیده و با تری‌کلرواستیک اسید ۰/۱ درصد هموژن شد. مخلوط هموژن شده با ۱۰ هزار دور در دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ شد. ۰/۵ میلی‌لیتر از مایع رویی برداشت شد و به ۰/۵ میلی‌لیتر بافر پتاسیم فسفات یک مولار و یک میلی‌لیتر پتاسیم یدید یک مولار اضافه شد. میزان جذب مایع رویی در طول موج ۳۹۰ نانومتر با اسپکتروفتومتر Shimadzu UV-160 اندازه‌گیری شد. محتوای H_2O_2 با مقایسه منحنی کالیبراسیون استاندارد که قبلاً با غلظت‌های مختلف H_2O_2 ساخته شده بود تعیین شد. میزان H_2O_2 بر اساس میکرومول بر گرم وزن تر گزارش شد (نظری[2] و همکاران، ۲۰۱۲). بذرهای تیمار شده و تیمار نشده به‌مدت ۴۸ ساعت در محیط کشت ماسه قرار گرفتند تا فرآیندهای جوانه‌زنی در بذر آغاز شود. پس از آن نمونه‌های بذری از تیمارهای مورد نظر درون میکروتیوپ قرارگرفتند و بلافاصله درون نیتروژن مایع ریخته شدند، سپس تا زمان اندازه‌گیری فعالیت آنزیمی، نمونه‌ها در فریزر۸۰- درجه سلسیوس نگهداری شدند. به‌منظور اندازه‌گیری فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز، ۰/۵گرم از بذرها که بعد از مدت زمان ۴۸ دقیقه آبنوشی جمع‌آوری شده بودند، در هاون سرد با نیتروژن مایع به خوبی پودر شدند. برای استخراج عصاره آنزیم از روش بیسواس[3] و

[1] Bradford

[2] Nazari

[3] Biswas

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

[DOI: 10.61882/yujs.11.2.189]

همکاران (۱۹۸۷) استفاده شد. بر این اساس ۱۰ میلی‌لیتر بافر فسفات۰/۱مولار سرد با اسیدیته ۷/۲ به بذرهای پودر شده اضافه و به خوبی مخلوط شد و به‌مدت۲۵دقیقه در سانتریفیوژ یخچال‌دار در دمای۴ درجه سلسیوس با ۱۰ هزار دور در دقیقه سانتریفیوژ شد و بلافاصله محلول رویی جدا و تا زمان اندازه‌گیری فعالیت آنزیم در دمای۸۰- درجه سلسیوس نگهداری شد. مقدار آنزیم‌ها در عصاره بذرها با روش بیکر[1] (۱۹۹۱) و برنفلد[2] (۱۹۹۵) تعیین شد و جذب نمونه‌ها در طول موج ۵۴۰ نانومتر ثبت شد. مقدار آنزیمی بر حسب میلی‌گرم مالتوز بر گرم وزن بافت تازه محاسبه شد (دهقان‌پورفراشاه[3] و همکاران، ۲۰۱۱).

روش تجزیه و تحلیل: میانگین دو بار تکرار صفات مختلف اندازه‌گیری شده برآورد گردید و در ادامه تجزیه آماری اطلاعات به دست آمده و برآورد ضرایب ساده پیرسون، با استفاده از نرم‌افزار SAS (ver.9.2) انجام شد. همچنین برای محاسبه ضریب تغییرات و مقایسه میانگین‌ها از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از نرم‌افزار مذکور استفاده شد. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel (ver. 2013) استفاده شد.

نتایج و بحث

***Salvia officinalis*:** نتایج تجزیه واریانس اطلاعات برآمده از میانگین دو بار تکرار مجزای این پژوهش نشان داد که تیمارهای مورد تحقیق اثر معنی‌داری روی صفات جوانه‌زنی بذر گونه‌های مریم‌گلی گونه *S. officinalis* ایجاد نمودند (جدول ۱). بیش‌ترین و کم‌ترین مقادیر صفات طول گیاهچه (۵/۵۶-۳/۴۱ سانتی‌متر)، وزن خشک گیاهچه (۴۵/۳۵-۳۴/۷۱میلی‌گرم)، جوانه‌زنی (۹۱/۷۴-۷۸/۷۰ درصد)، بنیه بذر (۵/۱۰-۲/۶۸)، شاخص جوانه‌زنی (۲۱/۰۳-۶/۷۵)، میزان آلفا آمیلاز (۱۲/۹۴-۳/۷۷ میلی‌مول بر گرم وزن تر بذر)، بتا-۱ و ۳-گلوکوناز (۱۰/۷۹-۳/۲۰ میلی‌مول بر گرم وزن تر بذر) و پراکسید هیدروژن (۰/۶۹- ۰/۲۴ میلی‌مول بر گرم وزن تر بذر) به ترتیب در تیمار تلفیقی سرمادهی مرطوب (۲۰روز) + تیمار هورمونی GA_3 + KIN + BA (A3B7) و تیمار عدم سرمادهی + عدم تیمار هورمونی (A1B8) به وجود آمد. در عین حال بیش‌ترین و کم‌ترین مقادیر میانگین مدت جوانه‌زنی (۰/۷۱- ۰/۱۰ روز)، به ترتیب در تیمار عدم سرمادهی + عدم تیمار هورمونی (A1B8) و تیمار سرمادهی مرطوب (۲۰ روز) + تیمار هورمونی BA + KIN+ GA_3 (A3B7) به وجود آمد (جدول ۲).

***Salvia syriaca*:** اطلاعات برآمده از پژوهش حاضر، بیانگر اثرات معنی‌دار تیمارهای مورد استفاده بر صفات مورد ارزیابی در گونه *S. syriaca* بود (جدول ۳). بیش‌ترین و کم‌ترین مقادیر صفات طول گیاهچه (۵/۰۵-۲/۷۷ سانتی‌متر)، وزن خشک گیاهچه (۳۴/۲۳-۲۱/۸۳ میلی‌گرم)، جوانه‌زنی (۸۴/۰۱-۵۹/۳۵ درصد)، بنیه بذر (۴/۱۸-۱/۸۰)، شاخص جوانه‌زنی (۱۷/۹۱-۴/۰۳)، میزان آلفا آمیلاز (۱۰/۷۴-۲/۸۷ میلی‌مول بر گرم وزن تر بذر)، بتا-۱ و ۳-گلوکوناز (۹/۴۹-۳/۲۰ میلی‌مول بر گرم وزن تر بذر) و پراکسید هیدروژن (۰/۶۱-۰/۱۸ میلی‌مول بر گرم وزن تر بذر) به ترتیب در تیمار تلفیقی سرمادهی مرطوب (۲۰روز)+ تیمار هورمونی GA_3 + KIN + BA (A3B7) و تیمار عدم سرمادهی + عدم تیمار هورمونی (A1B8) به وجود آمد (جدول ۴). در عین حال بیش‌ترین و کم‌ترین مقادیر میانگین مدت جوانه‌زنی (۰/۷۹-۰/۱۱ روز)، به ترتیب در تیمار عدم سرمادهی + عدم تیمار هورمونی (A1B8) و تیمار تلفیقی سرمادهی مرطوب (۲۰ روز)+ تیمار هورمونی GA3 + KIN +BA (A3B7) مشاهده شد (جدول ۴). با اضافه شدن تیمار اسید جیبرلیک، روند افزایشی در صفات مورد ارزیابی مشاهده گردید. قابل ذکر است عواملی که سرعت رشد محور رویان را تحت تأثیر قرار می‌دهند، می‌توانند بر تحرک مواد غذایی و انتقال آنها از لپه‌ها به محور رویان تأثیربگذارند (باقری[4] و همکاران، ۲۰۲۲).

[1] Baker
[2] Bernfeld
[3] Dehghanpour farashah
[4] Bagheri

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-09-08]
[DOI: 10.61882/yujs.11.2.189]

جدول ۱. میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس سطوح مختلف سرمادهی‌مرطوب و تیمار هورمونی بر صفات جوانه‌زنی و بیوشیمیایی بذر گونه *S. officinalis*

Table 1. Mean squares of variance analysis of various wet chilling period and hormonal treatment on germination and biochemical characters in *S. officinalis*

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی D.F	طول گیاهچه Seedling length	وزن‌خشک گیاهچه Dry weight of seedling	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	بنیه بذر Seed vigor	یکنواختی جوانه‌زنی Germination uniformity	میانگین مدت جوانه‌زنی Mean of germination time	آلفا آمیلاز α-amylase	بتا-۱ و ۳ گلوکوناز Beta-1, 3 glucanase	پراکسید هیدروژن hydrogen peroxide
سرمادهی‌مرطوب (A)	3	21.8**	9.01**	14.4**	14.1**	35.2**	24.23**	44.5**	24.1**	52.5**
تیمارهورمونی (B)	7	5.1**	7.5**	7.1**	14.1**	8.11**	15.33**	10.1**	33.11**	28.62**
A×B	21	7.1**	8.14**	6.6**	9.2**	7.9**	4.17**	3.11**	3.88**	5.77**
خطا (E)	64	0.81	0.92	1.12	1.03	0.45	0.62	0.92	0.56	0.99
ضریب‌تغییرات (C.V%)		14.11	11.10	12.14	10.11	12.76	9.88	7.22	3.02	12.11

**، * و ns: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال p≤۰/۰۱ ، p≤۰/۰۵ و عدم معنی‌داری

**, * significant at p≤0.01, p≤0.05 respectively, ns: non-significant

جدول ۲. مقایسه میانگین تأثیر سطوح مختلف سرمادهی‌مرطوب و تیمار هورمونی بر صفات جوانه‌زنی و بیوشیمیایی بذر گونه *S. officinalis*

Table 2. Mean comparison for the effect of wet chilling period and hormonal treatment on germination and biochemical characters in *S. officinalis*

تیمار Treatment		طول گیاهچه (سانتی‌متر) Seedling length(cm)	وزن‌خشک گیاهچه (میلی‌گرم) Dry weight of seedling (mg)	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	بنیه بذر Seed vigor	یکنواختی جوانه‌زنی (روز) Germination uniformity(day)	میانگین مدت جوانه‌زنی (روز) Mean of germination time (day)	آلفا آمیلاز (میلی‌مول بر گرم وزن‌تر) α-amylase (mM/g fw)	بتا-۱ و ۳ گلوکوناز (میلی‌مول بر گرم وزن تر) Beta-1, 3 glucanase (mM/g fw)	پراکسید هیدروژن (میلی‌مول بر گرم وزن تر) Hydrogen peroxide (mM/g fw)
سرمادهی Wet chilling	هورمون Hormone									
A1	B1	3.72 ^{e} *	35.56 ^{de}	82.84 ^{f}	3.1^{e}	8.67 ^{g}	0.40 ^{de}	4.31 ^{gh}	3.78 ^{hi}	0.30 ^{f}
	B2	3.49 ^{f}	35.02 ^{de}	80.41 ^{h}	2.8^{ef}	7.68 ^{gh}	0.46 ^{d}	3.77 ^{h}	3.31 ^{i}	0.27 ^{f}
	B3	3.58 ^{ef}	35.67 ^{d}	79.12 ^{h}	2.8^{ef}	8.97 ^{g}	0.49 ^{cd}	3.93 ^{gh}	3.45 ^{I}	0.28 ^{f}
	B4	3.94 ^{de}	36.02 ^{d}	84.03 ^{e}	3.3^{e}	10.97 ^{f}	0.37 ^{e}	4.58 ^{g}	4.02^{hi}	0.35 ^{ef}
	B5	3.61 ^{ef}	36.37 ^{d}	82.54 ^{f}	2.9^{e}	10.39 ^{ef}	0.45 ^{d}	4.02 ^{gh}	3.53 ^{hi}	0.34 ^{ef}
	B6	3.69 ^{e}	36.61 ^{d}	82.70 ^{f}	3.1^{e}	11.17 ^{ef}	0.44 ^{d}	4.45 ^{g}	3.90 ^{hi}	0.38 ^{e}
	B7	4.06 ^{de}	37.46 ^{cd}	84.13 ^{e}	3.4^{e}	12.25 ^{e}	0.32 ^{ef}	4.86 ^{fg}	4.26 ^{h}	0.42 ^{d}
	B8	3.41 ^{f}	34.72 ^{e}	78.70 ^{i}	2.6^{f}	6.75 ^{h}	0.70 ^{a}	3.85 ^{gh}	3.24 ^{i}	0.25 ^{fg}
A2	B1	3.88 ^{e}	36.76 ^{d}	84.13 ^{e}	3.3^{e}	19.06 ^{b}	0.30 ^{f}	5.83 ^{ef}	4.86 ^{g}	0.41 ^{de}
	B2	3.72 ^{ef}	35.97 ^{d}	82.84 ^{f}	3.1^{e}	17.72 ^{bc}	0.53 ^{c}	4.88 ^{fg}	4.07 ^{h}	0.37 ^{e}
	B3	3.77 ^{e}	36.21 ^{d}	84.55 ^{e}	3.2^{e}	18.57 ^{bc}	040 ^{de}	5.01 ^{fg}	4.18 ^{h}	0.42 ^{de}
	B4	4.06 ^{de}	38.71 ^{c}	85.70 ^{de}	3.4^{d}	19.30 ^{b}	0.28 ^{fg}	6.74 ^{e}	5.62 ^{f}	0.48 ^{cd}
	B5	4.33 ^{d}	37.76 ^{cd}	82.70 ^{f}	3.6^{d}	18.68 ^{b}	0.44 ^{d}	5.42 ^{f}	4.52 ^{gh}	0.45 ^{d}
	B6	4.55 ^{cd}	39.51 ^{bc}	83.26 ^{ef}	3.7^{c}	19.07 ^{b}	0.40 ^{de}	6.63 ^{e}	5.53 ^{f}	0.46 ^{d}
	B7	4.67 ^{c}	41.30 ^{b}	87.70 ^{c}	4.1^{bc}	19.66 ^{ab}	0.22 ^{g}	8.22 ^{d}	6.85 ^{e}	0.49 ^{cd}
	B8	3.55 ^{f}	35.43 ^{e}	81.61 ^{g}	2.9^{ef}	15.76 ^{cd}	0.61 ^{b}	4.62 ^{g}	3.85 ^{h}	0.36 ^{e}

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

[DOI: 10.61882/yujs.11.2.189]

	B1	4.45 cd	38.46 c	87.87 c	3.9c	18.56 bc	0.12 hi	8.93 c	7.44 de	0.60 b
	B2	4.27 d	37.31 cd	86.13 d	3.6cd	17.58 bc	0.13 hi	6.77 e	5.64 f	0.52 c
	B3	4.49 cd	38.31 c	82.31 fg	3.6cd	17.61 bc	0.16 h	6.78 e	5.65 f	0.53 bc
	B4	4.77 bc	40.30 bc	90.28 b	4.3b	21.03 a	0.10 hi	10.12 b	8.43 c	0.64 ab
A3	B5	5.04 b	40.42 bc	87.69c	4.4b	19.66 ab	0.15 h	9.35 bc	7.79 cd	0.56 bc
	B6	5.05 b	41.50 b	86.31 cd	4.3b	20.52 ab	0.14 hi	8.98 c	7.49 d	0.59 b
	B7	5.56 a	45.35 a	91.74 a	5.1a	19.92 ab	0.10 i	12.94 a	10.79 a	0.69 a
	B8	4.09 de	36.37 de	83.99 e	3.4e	16.87 c	0.40 de	5.55 f	5.00 g	0.48 d
	B1	3.88 e	39.06 cd	83.87 e	3.2e	15.55 cd	0.19 gh	7.46 de	6.72 e	0.56 bc
	B2	3.72 ef	35.62 e	82.57 f	3.1e	14.46 d	0.20 gh	6.27 ef	5.65 f	0.50 cd
	B3	3.61f	36.02 de	81.97 fg	2.9ef	15.14 cd	0.24 g	6.64 e	5.98 ef	0.53 c
	B4	4.33 cd	39.51 bc	85.11 de	3.6 d	17.46 bc	0.16 h	8.73 cd	7.86 cd	0.60 b
A4	B5	4.05 de	35.92 de	82.27 f	3.3de	15.55 cd	0.23 gh	7.86 d	7.08 de	0.53 c
	B6	4.21d	38.26 cd	83.68 e	3.5 d	17.61 bc	0.21 gh	7.47 de	6.73 e	0.57 bc
	B7	4.61 c	40.50 b	86.40 d	3.9c	18.89 b	0.15 hi	7.68 d	8.94 b	0.67 a
	B8	3.50 f	34.71 e	81.41 gh	2.8ef	6.61 h	0.71 a	3.83 h	3.20 i	0.24 g

*حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد براساس آزمون LSD است.

The different letters in each column indicate significant difference at 5% probability level based on LSD test.

جدول ۳. میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس سطوح مختلف سرمادهی‌مرطوب و تیمار هورمونی بر صفات جوانه‌زنی و بیوشیمیایی بذر گونه *S. syriaca*

Table 3. Mean squares of variance analysis of various wet chilling period and hormonal treatment on germination and biochemical characters in *S. syriaca*

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی D.F	طول گیاهچه Seedling length	وزن‌خشک گیاهچه Dry weight of seedling	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	بنیه بذر Seed vigor	یکنواختی جوانه‌زنی Germination uniformity	میانگین مدت جوانه‌زنی Mean of germination time	آلفا آمیلاز α-amylase	بتا-۱ و ۳ گلوکوناز Beta-1, 3 glucanase	پراکسید هیدروژن hydrogen peroxide
سرمادهی‌مرطوب (A)	3	35.5**	14.22**	22.4**	11.1**	42.2**	33.51**	62.5**	44.5**	77.42**
تیمارهورمونی (B)	7	15.1**	14.5**	19.1**	27.1**	5.42**	7.33**	46.61**	39.61**	42.61**
A×B	21	22.1**	23.8**	28.6**	19.2**	2.9**	4.22**	8.11**	15.11**	17.11**
خطا (E)	64	0.99	0.85	23.12	0.56	0.94	0.99	0.58	0.86	0.61
ضریب‌تغییرات (C.V%)		12.18	10.17	10.14	11.23	8.11	11.55	12.77	10.14	12.12

**، * و ns: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۱≥p، ۰/۰۵≥p و عدم معنی‌داری

**, * significant at p≤0.01, p≤0.05 respectively, ns: non-significant

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

[DOI: 10.61882/yujs.11.2.189]

جدول ۴. مقایسه میانگین تأثیر سطوح مختلف سرمادهی‌مرطوب و تیمار هورمونی بر صفات جوانه‌زنی و بیوشیمیایی بذر گونه *S. syriaca*

Table 4. Mean comparison for the effect of wet chilling period and hormonal treatment on germination and biochemical characters in *S. syriaca*

تیمار Treatment		طول گیاهچه (سانتی‌متر) Seedling length (cm)	وزن‌خشک گیاه‌چه (میلی‌گرم) Dry weight of seedling (mg)	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	بنیه بذر Seed vigor	یکنواختی جوانه‌زنی (روز) Germination uniformity(day)	میانگین مدت جوانه‌زنی (روز) Mean of germination time (day)	آلفا آمیلاز (میلی‌مول بر گرم وزن‌تر) α-amylase (mM/g fw)	بتا-۱ و ۳ گلوکوناز (میلی‌مول بر گرم وزن تر) Beta-1, 3 glucanase (mM/g fw)	پراکسید هیدروژن (میلی‌مول بر گرم وزن تر) hydrogen peroxide (mM/g fw)
سرمادهی Wet chilling	هورمون Hormone									
A1	B1	3.27 f*	26.79 c	63.78 e	2.08 ef	5.29 hi	0.44 de	3.32 hi	3.82 fg	0.22 gh
	B2	3.07 f	22.46 e	61.92 e	1.90 f	4.69 hi	0.51 d	2.90 i	3.34 g	0.20 h
	B3	3.15 f	22.87 e	60.92 e	1.91 f	5.47 h	0.54 cd	3.03 i	3.48 g	0.21 gh
	B4	3.46 ef	23.09 e	64.70 de	2.24 e	6.69 gh	0.41 e	3.53 hi	4.06 fg	0.26 g
	B5	3.16 f	23.32 de	63.56 de	2.01 ef	6.34 gh	0.50 d	3.09 i	3.56 g	0.25 g
	B6	3.25 f	23.48 de	63.68 de	2.07 ef	6.81 gh	0.49 d	3.42 hi	3.94 fg	0.28 fg
	B7	3.57 ef	28.32 bc	64.78 de	2.31 e	7.47 g	0.36 ef	3.74 h	4.31 f	0.31 f
	B8	3.00 fg	22.26 e	60.60 e	1.81 f	4.03 i	0.78 ab	2.96 i	3.22 g	0.18 h
A2	B1	3.03 fg	23.57 d	69.83 d	2.11 ef	11.24 de	0.33 ef	4.84 fg	4.27 f	0.34 ef
	B2	2.90 g	23.07 d	68.76 d	1.99 ef	10.45 ef	0.59 c	4.05 gh	3.58 g	0.30 f
	B3	2.94 g	23.22 d	70.18 d	2.06 ef	10.96 de	0.44 de	4.16 gh	3.67 g	0.35 ef
	B4	3.16 f	24.82 cd	71.13 d	2.25 e	11.38 d	0.31 f	5.59 ef	4.94 ef	0.39 de
	B5	3.38 ef	24.21 d	68.64 d	2.32 e	11.02 de	0.49 d	4.50 gh	3.97 fg	0.36 e
	B6	3.55 ef	25.33 cd	69.11 d	2.45 e	11.25 de	0.44 de	5.51 ef	4.86 ef	0.37 e
	B7	3.64 e	29.99 b	84.00 a	3.05 cd	11.60 d	0.25 fg	6.82 d	6.03 de	0.40 de
	B8	2.77 h	22.71 e	67.74 d	1.87 f	9.30 f	0.68 b	3.83 h	3.20 g	0.29 fg
A3	B1	4.05 cd	28.56 bc	79.19 b	3.21 c	15.04 bc	0.14 gh	7.41 cd	6.55 d	0.49 c
	B2	3.89 d	27.71 c	77.62 bc	3.01 cd	14.24 c	0.15 gh	5.62 ef	4.96 ef	0.43 d
	B3	4.08 cd	28.45 bc	74.18 c	3.03 cd	14.26 c	0.18 g	5.63 ef	4.97 ef	0.44 cd
	B4	4.34 c	29.93 b	81.36 ab	3.53 b	17.03 ab	0.12 h	8.40 b	7.42 c	0.53 bc
	B5	4.58 bc	30.02 b	79.03 bc	3.62 b	15.93 b	0.17 gh	7.76 bc	6.86 cd	0.46 cd
	B6	4.60 b	34.23 a	77.78 b	3.57 b	16.62 ab	0.16 gh	7.46 c	6.59 d	0.48 c
	B7	5.05 a	33.68 a	82.68 a	4.18 a	17.91 a	0.11 h	10.74 a	9.49 a	0.56 b
	B8	3.72 de	25.69 cd	75.69 c	2.82 d	13.66 cd	0.44 de	4.61 g	4.40 f	0.39 de
A4	B1	3.37 f	29.01 bc	74.39 c	2.51 de	12.45 d	0.21 g	5.05 fg	6.14 de	0.51 c
	B2	3.23 f	26.45 c	73.24 c	2.37 de	11.58 de	0.22 g	4.24 gh	5.16 e	0.46 cd
	B3	3.14 fg	26.75 c	72.71 c	2.28 e	12.13 d	0.27 fg	4.49 g	5.47 e	0.49 c
	B4	3.76 de	29.34 b	75.49 bc	2.84 d	13.99 c	0.18 g	5.91 e	7.19 cd	0.55 b
	B5	3.52 ef	26.68 c	72.97 c	2.57 de	12.45 d	0.25 fg	5.32 ef	6.47 d	0.49 c
	B6	3.66 de	28.41 bc	74.22 bc	2.72 de	14.10 c	0.24 fg	5.05 f	6.15 de	0.52 bc
	B7	4.01 d	30.08 b	76.64 bc	3.07 d	15.13 bc	0.16 g	6.46 de	8.17 b	0.61 a
	B8	3.04 gh	21.83 e	59.35 e	1.80 f	10.69 e	0.79 a	2.87 j	3.24 g	0.42 d

*حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد براساس آزمون LSD است.

The different letters in each column indicate significant difference at 5% probability level based on LSD test.

به نظر می‌رسد علاوه بر اثرات مفید هورمون‌های رشد، سرمادهی مرطوب نیز دارای اثرات افزاینده در صفات مورد بررسی داشت. این هورمون‌ها منجر به افزایش صفات جوانه‌زنی در بذرهای مریم‌گلی گردیدند. هورمون‌های رشد، پتانسیل بالقوه برای افزایش صفات جوانه‌زنی و بیوشیمیایی مورد بررسی در تحقیق حاضر را دارند؛ به نظر می‌رسد اسید جیبرلیک می‌تواند بیوسنتز اکسین را القا نموده و منجر به افزایش مقادیر صفات مورد ارزیابی بشود. جوانه انتهائی، رشد را نه‌تنها از طریق بیوسنتز مستقیم اکسین، بلکه از طریق بیوسنتز القائی

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

[DOI: 10.61882/yujs.11.2.189]

هورمون اسید جیبرلیک توسط هورمون اکسین نیز تحریک می‌کند (امیری‌کیا و همکاران، ۲۰۲۳؛ سلیمانی، ۲۰۱۵؛ مکدونالد، ۱۹۹۹).

Salvia leriifolia: تجزیه واریانس اطلاعات برآمده از پژوهش حاضر، بیانگر اثرات معنی‌دار تیمارهای مورد استفاده بر صفات مورد ارزیابی در گونه *S. leriifolia* بود (جدول ۵). بیش‌ترین و کم‌ترین مقادیر صفات طول گیاهچه (۴/۰۹-۲/۱۰ سانتی‌متر)، وزن خشک گیاهچه (۳۰/۵۵-۱۹/۸۴ میلی‌گرم)، جوانه‌زنی (۵۶/۹۱-۳۸/۲۲ درصد)، بنیه بذر (۲/۲۷-۰/۹۴)، شاخص جوانه‌زنی (۱۷/۹۵-۳/۵۷)، میزان آلفا آمیلاز (۸/۳۰-۲/۶۰ میلی‌مول بر گرم وزن تر بذر)، بتا-۱ و ۳-گلوکونواز (۹/۳۹-۲/۸۳ میلی‌مول بر گرم وزن تر بذر) و پراکسید هیدروژن (۰/۷۱-۰/۲۱ میلی‌مول بر گرم وزن تر بذر) به ترتیب در تیمار تلفیقی سرمادهی مرطوب (۲۰روز) + تیمار هورمونی GA_3 + KIN + BA (A3B7) و تیمار عدم سرمادهی + عدم تیمار هورمونی (A1B8) بوجود آمد (جدول ۶). در عین حال بیش‌ترین و کم‌ترین مقادیر میانگین مدت جوانه‌زنی (۱/۰۹-۰/۱۵ روز)، به ترتیب در تیمار عدم سرمادهی+عدم تیمار هورمونی (A1B8) و تیمار تلفیقی سرمادهی مرطوب (۲۰ روز) + تیمار هورمونی GA_3 + KIN + BA (A3B7) به وجود آمد (جدول ۶).

مشخص شد که در گونه‌های مورد بررسی مریم‌گلی، بیشترین و کمترین مقادیر صفات طول گیاهچه (۵/۵۶-۲/۱ سانتی‌متر)، وزن خشک گیاهچه (۴۵/۳۵-۱۹/۸۴ میلی‌گرم)، جوانه‌زنی (۹۱/۷۴-۳۸/۲۲ درصد، بنیه بذر (۵/۱-۰/۹۴)، یکنواختی جوانه‌زنی (۲۱/۰۳-۳/۵۷ روز)، میزان آلفا آمیلاز (۱۲/۹۴-۲/۶۰ میلی‌مول بر گرم وزن تر بذر)، بتا-۱ و ۳-گلوکونواز (۱۰/۷۹-۲/۸۳ میلی‌مول بر گرم وزن تر بذر) و پراکسید هیدروژن (۰/۶۹-۰/۲۱ میلی‌مول بر گرم وزن تر بذر) به ترتیب در تیمار تلفیقی سرمادهی مرطوب (۲۰روز) + تیمار هورمونی بنزیل آدنین + کینتین + اسید جیبرلیک (A3B7) و تیمار عدم سرمادهی + عدم تیمار هورمونی (A1B8) بوجود آمد. در عین حال بیش‌ترین و کم‌ترین مقادیر میانگین مدت جوانه‌زنی (۱/۰۹-۰/۱ روز)، در به ترتیب در تیمار عدم سرمادهی + عدم تیمار هورمونی (A1B8) و تیمار تلفیقی سرمادهی مرطوب (۲۰ روز)+تیمار هورمونی بنزیل آدنین + کینتین + اسید جیبرلیک (A3B7) بوجود آمد. نتایج نشان داد که در برخی از موارد تیمار ۳۰ روز سرمادهی مرطوب (A4) همراه با تیمار هورمونی بنزیل آدنین + کینتین + اسید جیبرلیک (B7) در یک گروه آماری با تیمار A3B7 قرار گرفت و از سوی دیگر تیمار A1B8 نیز که غالباً کمترین مقادیر را بوجود آورد در بعضی صفات، با تیمار A4B8 (سرمادهی مرطوب ۳۰ روز-عدم اعمال تیمار هورمونی) در یک گروه آماری واقع شد. کمترین مقادیر مورد ارزیابی غالباً در بذرهای مریم‌گلی گونه *S. leriifolia* و تحت تیمار A1B8 و بیشترین مقادیر نیز غالباً در بذرهای گونه مریم‌گلی *S. officinalis* و تحت تیمار A3B7 بوجود آمدند (جدول‌های ۲، ۴ و ۶). در پژوهش حاضر، صفات جوانه‌زنی بذرهای گونه‌های مریم‌گلی در ترکیب تیماری سرمادهی مرطوب (۲۰ و ۳۰ روز) + اسید جیبرلیک + بنزیل آدنین + کینتین نسبت به سایر تیمارها برتری داشت و روند مشابهی در مورد بنیه بذر مشاهده گردید هرچند که تیمار ترکیبی اسید جیبرلیک + بنزیل آدنین و نیز تیمار اسید جیبرلیک در بسیاری از صفات مورد ارزیابی در گروه مشابه با تیمار ترکیبی سرمادهی مرطوب (۲۰ و ۳۰ روز) + اسید جیبرلیک + بنزیل آدنین قرار گرفت. همچنین به‌طور واضح اثبات شد که هورمون اسید جیبرلیک، به تنهایی، یا به صورت ترکیب با سایر تیمارها، تأثیر مهم در افزایش صفات مختلف رشد مانند طول گیاهچه و وزن خشک گیاهچه داشت. اسید جیبرلیک رشد را با تحریک سلول به تقسیم سریع و طویل شدن القاء می‌کند. این کار با افزایش انعطاف‌پذیری و شکل‌پذیری دیواره سلول که به دنبال هیدرولیز نشاسته به قند انجام می‌شود و در ادامه آن کاهش پتانسیل آب و ورود آب به داخل سلول، صورت می‌گیرد؛ تحقق می‌یابد (بردفورد، ۱۹۹۵؛ مکدونالد، ۱۹۹۹). هورمون‌های رشد گیاهی می‌توانند منجر به بهبود جوانه‌زنی و عملکرد بذر گردند. اسید جیبرلیک در دو مرحله نسخه‌برداری از ژن‌ها و فعال کردن آنزیم‌های دخالت کننده در سمانه‌های جابه‌جایی مواد غذایی، منجر به افزایش رشد و جوانه‌زنی می‌شود. با افزایش درصد جوانه‌زنی، سبز شدن و همچنین افزایش استقرار و

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-09-08]
[DOI: 10.61882/yujs.11.2.189]

مقاومت گیاهچه‌ها، کیفیت فیزیولوژیک گیاهان افزایش می‌یابد. بهبود جذب آب از طریق اثرگذاری پیش‌تیمار به منظور تقویت بنیه بذر، موجب افزایش جوانه‌زنی و ظهور بیشتر ریشه‌چه و ساقه‌چه می‌شود (مکدونالد، ۱۹۹۹؛ وضیعی و همکاران، ۲۰۲۲).

اطلاعات برآمده از پژوهش حاضر نشانگر اثرگذاری مطلوب تیمارهای هورمونی بویژه اسید جیبرلیک، سرمادهی مرطوب ۲۰ و ۳۰ روز روی بذر گونه‌های مریم‌گلی است. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که در بیشتر صفات مورد ارزیابی، گونه *S. officinalis* نسبت به گونه *S. syriaca* و گونه *S. syriaca* نسبت به گونه *S. leriifolia* برتری داشت.

در پژوهش حاضر، در هر سه گونه مورد بررسی، با تلفیق هورمون‌های مورد کاربرد به عنوان پیش‌تیمار از جمله اسید جیبرلیک، طول گیاه‌چه و در ادامه وزن خشک آن‌ها افزایش یافت و اختلاف قابل‌توجهی با شاهد (عدم پیش‌تیمار هورمونی، عدم سرمادهی) داشت. اسید جیبرلیک آثار منفی عدم جذب آب و عدم فعالیت آنزیم‌های کاتالازی را تا حد زیادی رفع نموده و منجر به جذب آب در بذر می‌گردد. در کنار اسید جیبرلیک، هورمون‌هایی از دسته سیتوکینین مانند کینتین و بنزیل آدنین نیز منجر به افزایش فعالیت هورمون اسید جیبرلیک می‌گردند (عمادی و همکاران، ۲۰۲۲). اسید جیبرلیک به همراه هورمون بنزیل آدنین و سرمادهی مرطوب منجر به شکستن خواب بذر و افزایش طول گیاهچه، درصد جوانه‌زنی و در نهایت بنیه بذر گردید.

مقادیر بیشتر صفات مورد تحقیق، تا سرمادهی ۳۰ روز، روند صعودی داشتند. اسید جیبرلیک تأثیر زیادی بر فعالیت آنزیم‌های مختلف، بخصوص آمیلاز و تحرک نشاسته در لپه‌ها، تحریک جوانه‌زنی و رشد رویشی دارد. گزارش‌های بسیار زیادی حاکی از بهبود رفتار جوانه‌زنی و شاخص‌های مربوط به آن اعم از متوسط زمان جوانه‌زنی، بنیه بذر، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، نرخ جوانه‌زنی و استقرار اولیه در بذرهای تیمار شده توسط انواع تیمارها از جمله ترمو و هیدروپرایمینگ می‌باشد (مهرآوی[1] و همکاران، ۲۰۲۳؛ فرید[2] و همکاران، ۲۰۲۳).

علت تسریع جوانه‌زنی در بذرهای تیمار شده می‌تواند ناشی از افزایش فعالیت آنزیم‌های تجزیه‌کننده مانند آلفا- آمیلاز، افزایش سطح شارژ انرژی زیستی در قالب افزایش مقدار ATP، افزایش سنتز RNA و DNA، افزایش تعداد و در عین حال ارتقاء عملکرد میتوکندری-ها باشد. در بذرهای تیمار شده، عملکرد و ساختار غشاء سلولی در مقایسه با بذرهای شاهد در وضعیت مطلوب‌تری می‌باشد و در این راستا حرارت نیز نقش مؤثری دارد (پیچند[3] و همکاران، ۲۰۲۳؛ سلطانی خانکهدانی[4] و همکاران، ۲۰۲۱).

به‌طور کلی گیاهان جهت تحمل تنش‌های محیطی به ذخیره و تولید مواد تنظیم کننده اسمزی می‌پردازند که این مواد شامل آنزیم‌ها، اسیدهای آمینه، قندها و برخی یون‌های معدنی، هورمون‌ها و پروتئین‌ها هستند (مهرآوی و همکاران، ۲۰۲۳). در واقع پاره‌ای تغییرات متابولیک و بیوشیمیایی به نفع جوانه‌زنی تحقق می‌یابد. برای مثال، در بذرهای تیمار شده، بخشی از پروتئین‌ها و کربوهیدرات‌ها در اثر آنزیم‌ها و واکنش‌های هیدرولیز کننده شکسته شده و آماده شرکت در فرآیند جوانه‌زنی می‌شوند. این مسأله می‌تواند توجیهی برای تسریع جوانه‌زنی و کاهش متوسط زمان جوانه‌زنی باشد (پیری[5] و همکاران، ۲۰۱۸).

[1] Mehravi
[2] Farid
[3] Pichand
[4] Soltani Khankahdani
[5] Piri

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-09-08]
[DOI: 10.61882/yujs.11.2.189]

جدول ۵. میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس سطوح مختلف سرمادهی‌مرطوب و تیمار هورمونی بر صفات جوانه‌زنی و بیوشیمیایی بذر گونه *S. leriifolia*

Table 5. Mean squares of variance analysis of various wet chilling period and hormonal treatment on germination and biochemical characters in *S. leriifolia*

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی D.F	طول گیاهچه Seedling length	وزن‌خشک گیاهچه Dry weight of seedling	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	بنیه بذر Seed vigor	یکنواختی جوانه‌زنی Germination uniformity	میانگین مدت جوانه‌زنی Mean of germination time	آلفا آمیلاز α-amylase	بتا-۱ و ۳ گلوکوناز Beta-1, 3 glucanase	پراکسید هیدروژن hydrogen peroxide
سرمادهی‌مرطوب (A)	3	49.8**	12.11**	77.8**	33.1**	44.2**	55.9**	52.1**	77.5**	44.5**
تیمارهورمونی (B)	7	18.1**	14.5**	11.1**	18.1**	8.22**	5.66**	33.11**	33.61**	33.2**
A×B	21	28.1**	11.8**	14.6**	14.2**	19.9**	4.77**	2.01**	14.11**	9.11**
خطا (E)	64	0.94	0.87	1.08	1.02	1.43	1.09	1.01	0.99	0.77
ضریب‌تغییرات (C.V%)		12.09	14.01	10.66	12.19	11.17	11.62	7.43	14.22	12.55

**، * و ns: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال p≤۰/۰۱ ، p≤۰/۰۵ و عدم معنی‌داری

**, * significant at p≤0.01, p≤0.05 respectively, ns: non-significant

یکی از مهم‌ترین عوامل و معیارهای بنیه و قدرت بذر مقدار مواد ذخیره‌ای موجود در بذر است. بذر برای جوانه‌زنی، ظهور و استقرار گیاهچه‌های قوی و سالم احتیاج به انرژی دارد که باید به‌وسیله اکسیداسیون مواد ذخیره‌ای موجود در بذر تأمین شود (شیم[1] و همکاران، ۲۰۲۴).گزارش‌ها متعدد نشان داده که هورموپرایمینگ اثرات مفید و ارزنده‌ای در افزایش صفات جوانه‌زنی و بهبود سایر صفات رشدی در بذر گیاهان دارویی و زینتی از جمله آوندول (گنور) (*Smyrnium cordifolium*) (موسوی نصرآباد[2] و همکاران، ۲۰۲۰)، گاوزبان اروپایی (*Borago officinalis* L.) (حسن‌وند[3] و همکاران، ۲۰۲۱)، جعفری (*Petroselinum crispum*) (مومنی[4] و همکاران، ۲۰۲۳)، گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) (انصاری و همکاران، ۲۰۲۳)، زرین گیاه (*Dracocephalum kotschyi*) (بشارتی‌فر[5] و همکاران، ۲۰۲۳)، سرخارگل (*Echinacea purpurea*) (یوسفی و همکاران، ۲۰۲۱؛ حسن‌بیگی[6] و همکاران، ۲۰۲۰)، بارهنگ کبیر (*Plantago major*) (رهاموز حقیقی[7] و همکاران، ۲۰۲۲)، کرفس کوهی (*Kelussia odoratissma* Mozaff.) (احمدی[8] و همکاران، ۲۰۲۱)، باریجه (*Ferula gummosa*) (ملک[9] و همکاران، ۲۰۲۲)، گونه‌های لولیوم (*Lolium rigidum* Gaudin ،*Lolium prenne* L.) (حبیب‌زاده[10] و همکاران، ۲۰۲۲)، مریم‌گلی سهندی (*Salvia sahendica*) (هدایتی[11] و همکاران، ۲۰۲۲)، گون (*Astragalus brachyodontus*) (باقری و همکاران، ۲۰۲۲)، کدو پوست کاغذی (*Cucurbita pepo*) (شیخ نواز جاهد[12] و همکاران، ۲۰۲۲)، شیپوری گلدانی (*Zantedeschia pentlandii* cv. *Picasso*) (عظیمی[13] و همکاران، ۲۰۲۱) و گیاه فلوس (*Cassia fistula* L.) (ابراهیمی[14] و همکاران، ۲۰۲۱) دارد.

[1] Shim
[2] Mousavi Naserabad
[3] Hasanvand
[4] Momeni
[5] Besharati-Far
[6] Hasan beige
[7] Rahamooz Haghighi
[8] Ahmadi
[9] Malek
[10] Habibzadeh
[11] Hedayati
[12] Sheikhnavaz jahed
[13] Azimi
[14] Ebrahimi

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-09-08]
[DOI: 10.61882/yujs.11.2.189]

جدول ۶. مقایسه میانگین تأثیر سطوح مختلف سرمادهی‌مرطوب و تیمار هورمونی بر صفات جوانه‌زنی و بیوشیمیایی بذر گونه *S. leriifolia*

Table 6. Mean comparison for the effect of wet chilling period and hormonal treatment on germination and biochemical characters in *S. leriifolia*

تیمار Treatment		طول گیاهچه (سانتی‌متر)	وزن‌خشک گیاه‌چه (میلی‌گرم)	درصد جوانه‌زنی	بنیه بذر	یکنواختی جوانه‌زنی (روز)	میانگین مدت جوانه‌زنی (روز)	آلفا آمیلاز (میلی‌مول بر گرم وزن‌تر)	بتا-۱ و ۳ گلوکوناز (میلی‌مول بر گرم وزن تر)	پراکسید هیدروژن (میلی‌مول بر گرم وزن تر)
سرمادهی Wet Chilling	هورمون Hormone	Seedling length (cm)	Dry weight of seedling (mg)	Germination percentage	Seed vigor	Germination uniformity(day)	Mean of germination time (day)	α-amylase (mM/g fw)	Beta-1, 3 glucanase (mM/g fw)	Hydrogen peroxide (mM/g fw)
A1	B1	2.48 g *	23.91 d	52.48 b	1.3 f	4.70 fg	0.61 e	2.97 g	3.36 gh	0.26 gh
	B2	2.33 g	20.04 f	50.95 b	1.2 fg	4.16 g	0.70 de	2.60 g	2.94 h	0.23 h
	B3	2.39 g	20.41 f	50.13 b	1.2 fg	4.86 fg	0.74 d	2.71 g	3.06 h	0.24 gh
	B4	2.63 f	20.61 f	53.24 b	1.4 ef	5.95 f	0.56 ef	3.17 fg	3.57 gh	0.29 g
	B5	2.41 g	20.81 f	52.30 b	1.26 f	5.63 f	0.69 de	2.78 g	3.13 gh	0.28 g
	B6	2.47 fg	20.95 f	52.39 b	1.29 f	6.06 f	0.67 de	3.07 fg	3.47 gh	0.32 fg
	B7	2.71 ef	25.27 c	53.30 b	1.44 e	6.64 f	0.49 f	3.36 fg	3.79 g	0.36 f
	B8	2.09 h	19.87 f	49.86 b	1.04 g	3.79 g	1.09 a	2.65 g	2.83 h	0.21 h
A2	B1	2.30 g	21.04 f	51.01 b	1.17 fg	10.25 de	0.41 g	4.34 e	4.23 fg	0.41 e
	B2	2.20 gh	20.59 f	50.22 b	1.10 g	9.53 de	0.73 d	3.63 f	3.54 g	0.37 f
	B3	2.23 g	20.73 f	51.27 b	1.14 fg	9.99 de	0.55 ef	3.73 f	3.64 g	0.42 e
	B4	2.40 g	22.15 e	51.96 b	1.25 f	10.38 de	0.38 gh	5.02 d	4.89 f	0.48 d
	B5	2.56 fg	21.61 ef	50.14 b	1.28 ef	10.05 de	0.61 e	4.03 ef	3.93 g	0.45 de
	B6	2.70 f	22.61 e	50.48 b	1.36 ef	10.26 de	0.55 ef	4.94 d	4.81 f	0.46 d
	B7	2.76 ef	26.76 b	56.91 a	1.57 d	10.58 de	0.31 h	6.12 bc	5.96 e	0.49 d
	B8	2.10 h	20.27 f	49.48 b	1.04 gh	8.48 e	0.85 c	3.43 fg	3.35 h	0.36 f
A3	B1	3.28 d	25.49 bc	53.28 ab	1.74 c	15.07 bc	0.20 i	5.67 c	6.48 de	0.60 bc
	B2	3.15 de	24.73 cd	52.22 ab	1.64 cd	14.27 c	0.21 hi	4.29 e	4.91 f	0.52 cd
	B3	3.30 d	25.39 bc	49.90 b	1.65 cd	14.29 c	0.25 hi	4.30 e	4.92 f	0.53 cd
	B4	3.51 c	26.71 b	54.74 a	1.92 b	17.06 ab	0.17 i	8.30 a	7.34 cd	0.71 a
	B5	3.71 b	26.79 b	53.17 ab	1.97 b	15.96 b	0.24 hi	5.94 bc	6.79 de	0.56 c
	B6	3.72 b	30.55 a	52.33 ab	1.94 b	16.65 ab	0.22 hi	5.70 c	6.52 de	0.59 bc
	B7	4.09 a	30.06 a	55.62 a	2.27 a	17.95 a	0.15 i	8.22 a	9.39 a	0.69 a
	B8	3.01 e	22.93 e	50.92 b	1.53 d	13.69 c	0.63 de	3.52 fg	4.35 fg	0.48 d
A4	B1	2.73 f	25.35 c	39.38 c	1.07 g	9.82 fde	0.33 h	4.64 de	6.47 de	0.56 bc
	B2	2.62 fg	23.12 de	38.77 c	1.01 gh	9.14 e	0.35 gh	3.90 ef	5.44 ef	0.51 cd
	B3	2.54 fg	23.38 de	38.49 c	0.97 gh	9.57 de	0.42 g	4.13 ef	5.76 ef	0.54 c
	B4	3.05 e	25.64 c	39.96 c	1.21 f	11.03 d	0.28 hi	5.43 c	7.57 c	0.61 b
	B5	2.85 ef	23.31 de	38.63 c	1.10 fg	9.82 de	0.40 g	4.89 cd	6.82 d	0.54 c
	B6	2.97 e	24.83 cd	39.29 c	1.16 f	11.12 df	0.37 gh	4.65 d	6.48 de	0.58 bc
	B7	3.24 de	25.03 c	40.57 c	1.31 ef	9.88 de	0.26 hi	6.18 b	8.61 b	0.68 ab
	B8	2.46 g	19.84 f	38.22 c	0.94 h	3.57 g	0.94 b	3.93 ef	5.48 ef	0.21 h

*حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد است.

The different letters in each column indicate significant difference at 5% probability level.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج تحقیق حاضر مشخص شد که برهمکنش سرمادهی و هورمون بر صفات جوانه‌زنی و بیوشیمیایی مورد بررسی، معنادار بودند. در اغلب موارد، اعمال تیمار سرما و هورمون (به‌ویژه اسید جیبرلیک)، باعث ایجاد بیشترین تفاوت‌های معنی‌دار در صفات، نسبت به تیمارهای بدون سرما و بدون هورمون گردید. بیشترین مقادیر صفات مورد ارزیابی غالباً در گونه *S.*

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-09-08]
[DOI: 10.61882/yujs.11.2.189]

officinalis و کمترین مقادیر در بذر گونه*S. leriifolia* به وجود آمد. در هر سه گونه مورد بررسی، تیمارهای ۲۰ و ۳۰ روز سرمادهی مرطوب همراه با تیمار کاربرد منفرد اسید جیبرلیک و یا در تلفیق با سایر هورمون‌های بنزیل آدنین و نیز کینتین بیشترین مقادیر صفات مورد بررسی را ایجاد نمودند. در مجموع، تیمار تلفیقی ۲۰ روز سرمادهی مرطوب + اسید جیبرلیک + بنزیل آدنین + کینتین، جهت بنیه بذر مریم‌گلی، معرفی گردید. در مجموع، بیشترین بنیه بذر در گونه *S. officinalis* و کمترین میزان در گونه *S. leriifolia* بدست آمد و در مورد گونه *S. syriaca* افزایش قابل توجه بنیه بذر در اثر تیمارهای سرمادهی مرطوب و هورمونی مشاهده شد.

منابع

Afrouz, M., Sayyed, R.Z., Fazeli-Nasab, B., Piri, R., Almalki, W. H. and Fitriatin, B. N. 2023. Seed bio-priming with beneficial *Trichoderma harzianum* alleviates cold stress in maize. PeerJ, 11: e15644. http://doi.org/10.7717/peerj.15644

Ahmadi, Kh., Omidi, H. and Soltani, E. 2021. Optimization of seed germination, growth index and photosynthetic pigments content of *Kelussia odoratissima* Mozaff seedlings under laboratory conditions. Journal of Horticultural Science, 36: 693-707. [In Persian]

Amirikia, F., Nabipour, M. and Farzaneh, M. 2023. Effect of hydro and hormone priming with gibberellin on germination, seedlings emergence and some growth characters in two Alhagi species (*Alhagi graecorum* Khuzestan ecotype and *Alhagi maurorum* Esfahan ecotype) under saline conditions of using seawater of Persian Gulf. Iranian Journal of Seed Research, 10: 63-80. [In Persian] https://doi.org/10.61186/yujs.10.1.63

Ansari, O., Shirghani, E. and Shabani, K. 2023. The effect of gibberellic acid application on germination and biochemical indices of deteriorated safflower seed (*Carthamus tinctorius*) under water stress conditions. Iranian Journal of Seed Research, 10: 19-41. [In Persian] https://doi.org/10.61186/yujs.10.1.19

Azimi, M.H., Edrisi, B. and Hadi, M. 2021. Effect of tuber size and GA3 on the growth and stimulation of flowering of *Zantedeschia pentlandii* cv. Picasso. Plant Productions, 44: 447-458. [In Persian]

Bagheri, F., and Yadegari, M. 2021. Characters of essential oil of Salvia syriaca L. under climatic and phenological properties in Chaharmal and Bakhtyari province. Journal of Environmental Physiology, 16(61): 94-105. [In Persian]

Bagheri, H., Souri, M., Adnani, S.M., Tavakoli Neko, H. and Nateghi Bagheri, S. 2022. Seed priming on germination and establishment of *Astragalus brachyodontus* species efficiency in greenhouse under water stress conditions. Iranian Journal of Range and Desert Research, 29: 596-607. [In Persian]

Baker, J.E. 1991. Purification and partial characterization of α-amylase allozymes from the lesser grain borer, *Rhyzopertha dominica*. Insect Biochemistry, 21(3): 303-311. https://doi.org/10.1016/0020-1790(91)90020-F

Başkan, S., Öztekin, N. and Erim, F.B. 2007. Determination of carnosic acid and rosmarinic acid in sage by capillary electrophoresis. Food Chemistry, 101(4): 1748-1752. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.01.033

Bernfeld, P. 1995. Amylases alpha and beta methods in enzymology. Methods in Enzymology, 149-158. https://doi.org/10.1016/0076-6879(55)01021-5

Besharati-Far, M., Khajoei-Nejad, G., Tohidi-Nejad, E. and Ghanbari, J. 2023. Germination response of *Dracocephalum kotschyi* to sulfuric acid pretreatment, gibberellic acid, and mycorrhiza at different temperatures. Iranian Journal of Seed Science. [In Persian] https://doi.org/10.61186/yujs.9.2.177

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

[DOI: 10.61882/yujs.11.2.189]

Biswas, P.K., Devi, A., Roy, P.K. and Paul, K.B. 1987. Enzyme activity in dormant and non-dormant large crabgrass (*Digitaria sanguinalis*) seeds following hydration. Weed Science, 26(1): 90-93. https://doi.org/10.1017/S0043174500032744

Bradford, K.J. 1995. Water Relation in Seed Germination. In Seed Development and Germination. Kigel and Galili, Eds: Marcel Dekker Inc, Newyork: 351-396. https://doi.org/10.1201/9780203740071-13

Dehghanpour Farashah, H., Tavakkol-Afshari R., Sharifzadeh F. and Chavoshinasab S. 2011. Germination improvement and á-amylase and â-1,3-glucanase activity in dormant and nondormant seeds of Oregano (*Origanum vulgare*). Australian Journal of Crop Science, 5(4): 421-427.

Ebrahimi, E., Moosavi, S.A., Siadat, S.A., Moallemi, N. and Sabaeian, M. 2022. Effect of seed priming on salinity tolerance of (*Cassia fistula* L.) at seed germination and seedling growth stages using digital image analysis. Iranian Journal of Seed Science and Technology, 11: 17-34. [In Persian]

Emadi, M., Sabbagh, S.K., Kamali, K. 2022. The effect of cytokinin and gibberellic acid on seed germination and growth traits of *Lemom balm*. Journal of Seed Research, 12: 33-43.

Farid, Z., Wasif Amin, M., Younisi, H. and Joya, Kh. 2023. Reviving mung bean seeds: The impact of hydro priming and heat shock on germination rates. Journal for Research in Applied Sciences and Biotechnology, 2: 69-77. https://doi.org/10.55544/jrasb.2.2.11

Ghasimi Hagh, Z., Jokar, S., Bodaghi, H. and Modarres, M. 2018. Effect of salicylic acid and methyl jasmonate on the production of rosmarinic acid and caffeic acid in callus culture of *Salvia lerrifolia* Benth. Iranian Journal of Plant Biology, 10(35): 68-80. [In Persian]

Ghiasy Oskooe, M. and Aghalikhani, M. 2023. Towards utilizing Asteraceae alternative oilseed species on marginal lands: Agronomic performance, fatty acid composition, oil biocompounds, and oil physicochemical properties of Asteraceae species. Journal of Agriculture and Food Research, 14: 100799. https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100799

Ghodsi Maab, S.M., Makarian, H., Ghasimi Hagh, Z., Gholipoor, M. 2022. Effects of cold plasma and salicylic acid on secondary metabolites and activity of enzymes involved in their biosynthesis in *Salvia leriifolia* Benth. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 37(6): 954-970. [In Persian]

Habibzadeh, R., Mahmoudi, J. and Nasery, B. 2022. Effect of chemical treatments (gibberellic, ascorbic and salicylic acid) on seed germination characteristics of species *Lolium rigidum* Gaudin. *Lolium prenne* L. Journal of Seed Research, 45:1-10. [In Persian]

Hasan beige, H., Mohammadi, M. and Saidi, M. 2020. The improvement growth indices and seed germination of *Echinacea purpurea* by some of pre-harvest and priming treatments of seeds. Journal of Plant Research, 34: 346-358.

Hasanvand, H., Parmoon, Gh., Moosavi, S.A. and Siadat, S.A. 2021. Effects of seed priming with gibberellic acid on cardinal temperatures of Borage (*Borage officinalis* L.) seed germination. Iranian Journal of Seed Science and Technology, 10: 43-56. [In Persian]

Hedayati, A., Agha Mohseni, F., Norouzi, E., Hemmati, S, Mir Yousefzadeh, M. and Bagheri, Z. 2022. Essential oil composition and effect of different treatments on seed dormancy breaking and germination of *Salvia sahendica* Boiss. and Buhse. Eco-phytochemical Journal of Medicinal Plants, 9(4): 59-72. [In Persian]

Hosseinzadeh, H., Sadeghnia, H.R., Imenshahidi, M. and Fazly Bazzaz, B.S. 2009. Review of the pharmacological and toxicological effects of *Salvia leriifolia*. Iranian Journal of Basic Medical Sciences, 12(1): 1-8. [In Persian]

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

[DOI: 10.61882/yujs.11.2.189]

Jafari, S., Mousavi-Fard, S., Rezaei Nejad, A., Mumivand, H. and Sorkheh, K. 2022. Effects of chitosan and titanium dioxide (bulk and nano) foliar application on yield and biochemical responses of *Silybum marianum* L. Gaertn ecotypes. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 38: 450-463. [In Persian]

Kang, S.M., Shaffique, Sh., Hoque, M.I., Alomrani, S.O. and Park, Y.S. 2023. Foliar treatment with melatonin modulates photosynthetic and antioxidant responses in Silybum marianum L. under salt stress. Scientia Horticulturae, 325(1): 112664. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2023.112664

Khosravi, F., Bahmanyar, M.A., and Akbarpour, V. 2023. Effect of different levels of humic acid and zinc sulfate on morphological and phytochemical traits of (*Salvia officinalis* L.). Journal of Horticultural Science, 37(3): 615-627. [In Persian]

McDonald, M.B. 1999. Seed Deterioration: Physiology, Repair and Assessment. Seed Science and Technology, 177-237.

Mehravi, Sh., Hanifei, M., Gholizadeh, A. and Khodadadi, M. 2023. Water deficit stress changes in physiological, biochemical and antioxidant characteristics of anise (*Pimpinella anisum* L.). Plant Physiology and Biochemistry, 201: 107806. https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2023.107806

Momeni, K., Moradi, A., Mahmoudi, S. and Latif Manesh, H. 2023. The effect of biopriming and gibberellin on the quality and germination properties of parsley seed (*Petroselinum crispum*). Iranian Journal of Seed Research, 10(1): 1-17. [In Persian] https://doi.org/10.61186/yujs.10.1.1

Mousavi Naserabad, M., Moradi, A., Masoumi Asl, A. and Balouchi, H.R. 2020. Effect of gibberellic acid, germination temperature and stratification on dormancy breaking and seed germination of *Smyrnium cordifolium*. Iranian Journal of Field Crop Science, 51 (2): 199-222. [In Persian]

Mousavoey, M., Jahanbakhsh, S., Modaresi, M., Parmoon, GH., Ebadi, A. and Kohan mo, M.A. 2021. Effect of salicylic and Jasmonic acid on yield and yield components of Milk thistle (*Silybum marianum* L.) under heat stress conditions. Journal of Plant Research, 34: 346-358. [In Persian]

Mozaffarian, V. 2008. A Pictorial Dictionary of Botanical Taxonomy Latin-English-French-Germany-Persian. Germany: Koeltz Scientific Books.

Nazari, M., Amiri, R. M., Mehraban, F. H. and Khaneghah, H. Z. 2012. Change in antioxidant responses against oxidative damage in black chickpea following cold acclimation. Russian Journal of Plant Physiology, 59: 183-189. https://doi.org/10.1134/S102144371201013X

Nemati, A., Sharifi, H., Gerdakaneh, M. and Sharifi, Z. 2016. The Effect of pre-chilling and gibberellic acid on breaking seed dormancy of two medicinal plants species *Silybum marianum* and *Citrulus colocynthis*. Iranian Journal of Seed Research, 3(1): 169-177. [In Persian] http://dx.doi.org/10.29252/yujs.3.1.169

Pichand, M., Dianati Tilaki, Gh. and Morad, H. 2022. Effect of different seed dormancy breaking treatments on germination of *Taverniera cuneifolia*. Journal of Environmental Physiology, 66: 74-88. [In Persian]

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

Piri, R., Moradi, A., Salehi, A. and Balouchi, H.R. 2021. Effect of seed biological pretreatments on germination and seedling growth of cumin (*Cuminum cyminum* L.) under drought stress. Iranian Journal of Seed Science and Technology, 9(4): 11-26. [In Persian] https://doi.org/10.22034/ijsst.2019.109182.1054

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

[DOI: 10.61882/yujs.11.2.189]

Rahamooz Haghighi, S., Bagheri, Kh. and Sharafi, A. 2022. Improving seed germination, in vitro organogenesis and regeneration of Plantago major medicinal plant. Plant Research, 35(1): 1-18. [In Persian]

Sarani. M., Allahdou, M., Mehravaran. L. and Piri, H. 2024. Effects of drought stress on biochemical traits and its relationship with growth stage in milk thistle (*Silybum marianum* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 40: 191-205. [In Persian]

Sheikhnavaz jahed, P., Sedghi, M., Seyedsharifi, R. and Sofalian, O. 2022. Effect of seed priming on physiological and germination characteristics of deteriorated seed of squash (*Cucurbita pepo* L. var. styrica) under salinity stress. Iranian Journal of Seed Science and Technology, 11: 53-71. [In Persian]

Shim, J., Cho, H., Sung, J.S., Yoo, E., Chin, J.H. and Lee, S. 2024. Agricultural phenotype and silymarin content variations of cultivated milk thistle in Korea. Horticulture Environment and Biotechnology, 65(5): 891-901. https://doi.org/10.1007/s13580-024-00618-2

Shirali, Z., Salehi Salmi, M.R. and Negaresh, K. 2022. Dormancy breaking and seed germination improvement of two types of verbascum (*Verbascum* L.) under physical and chemical treatments. Journal of Seed Research, 12: 17-36. [In Persian]

Soleymani, A. 2015. Effect of various treatments on breaking of seed dormancy of two accession of *Foenicum vulgare* L. New Find of Agriculture, 9:199-211. [In Persian]

Soltani Khankahdani, V., Balouchi, H., Moradi, A. and Gholamhoseini, M. 2021. Effect of water potential on seed germination indices of six Sesame cultivars (*Sesamum indicum*) at different temperatures and its relation to fatty acid composition. Plant Process and Function, 10 (42):31-52. [In Persian]

Tajbakhsh, M. and Gheyasi, M. 2008. Seed Ecology. Press University of Urmia. [In Persian]

Vazieea, Sh., Khoshhal Sarmast, M., Ghaderi-Far, F., Wang, C. 2022. The role of gibberellic acid, temperature and scarification on in/ex vitro germination of *Rosa persica* Michx ex Juss. Journal of Plant Production Research, 29: 231-245. [In Persian]

Yadegari, M. 2018a. Effects of the environmental characters on germination properties of seeds of *Thymus daenensis* and *T. vulgaris*. Journal of Agricultural Sciences, 63: 343-354. https://doi.org/10.2298/JAS1804343Y

Yadegari, M. 2018b. Foliar application effects of salicylic acid and jasmonic acid on the essential oil composition of *Salvia officinalis*. Turkish Journal of Biochemistry, 43(4): 417-424. https://doi.org/10.1515/tjb-2017-0183

Yousefi, F., Sihampoosh, A., Bakhshandeh, A. and Mousavi, S.A. 2021. The effect of hormone seed priming using gibberellic acid on seed germination characteristics and seedling growth of coneflower (*Echinacea purpurea*). Iranian Journal of Seed Science and Research, 8(1): 173-188. [In Persian] https://doi.org/10.52547/yujs.8.1.173

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

[DOI: 10.61882/yujs.11.2.189]