Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Journal of Plant Production Research

Print ISSN: 2322-2050
Online ISSN: 2322-2778

Effect of harvest time, cold stratification and sulfuric acid on seed germination of three varieties of olive (*Olea europaea* L.)

Reza Mirzajani Fathkouhi[1], Alireza Eslami[*2], Behzad Kaviani[3]

1. M.Sc., Dept. of Horticultural Science, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran. E-mail: reza.fathkooh1351@yahoo.com
2. Corresponding Author, Associate Prof., Dept. of Horticultural Science, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran. E-mail: dr_eslami2006@yahoo.com
3. Associate Prof. of Plant Physiology, Dept. Horticultural Science, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran. E-mail: kaviani@iaurasht.ac.ir

Article Info

Article type:
Full Length Research Paper

Article history:
Received: 08.30.2021
Revised: 09.15.2021
Accepted: 11.21.2021

Keywords:
Olive varieties,
Physiological dormancy,
Priming,
Stratification

ABSTRACT

Background and Objectives: Olive (*Olea europaea* L.) seed face two problems (physiological and mechanical dormancy) for germination. Various treatments such as mechanical scraping, chemical scraping and cold stratification (wet cooling) are used to accelerate seed germination. Concentrated sulfuric acid is used to relieve mechanical dormancy and to eliminate physiological dormancy, wet cold stratification is used. In the present study, in order to eliminate seed dormancy, accelerate germination and obtain suitable seedlings to produce rootstocks compatible with climatic conditions of Rudbar city, seeds of Arbequina, Balidi and Mari cultivars were used and cold stratification and sulfuric acid were applied. Also, the effect of seed harvest time on germination rate was investigated.

Materials and Methods: Seeds were harvested from fruits of olive trees cultivars Arbequina, Mari and Balidi at Rudbar Olive Research Station. The first time of harvest was the stage of full ripening of seeds with change of olive color from green to yellow (early October) and the second time of harvest was the stage of full ripening of fruit with change of color to purple and blackening (late November). All treatment levels (36 levels) had 4 replications. Experiment as factorial and in the form of completely randomized design with four replications was performed. Factors included varieties at three levels (Arbequina, Balidi and Mari), harvest time at two levels (full seed ripening and full fruit ripening), cold stratification with the temperature of 6-7 °C at three levels (0, 500 and 1000 h), and 97% concentrated sulfuric acid treatment at two times (0 and 9 h). For each cultivar, 240 pots in 12 levels (6 levels in the first stage of harvest and 6 levels in the second stage of harvest) and 20 pots in each level were used. Totally, 2160 seeds were used for 720 pots for three cultivars. Germination and growth parameters were measured. The data were analyzed using SPSS software and their mean was compared using LSD test at 5% probability level.

Results: Analysis of variance of the data showed that there was statistically significant difference ($P \leq 0.01$) between treatments and measured traits in various cultivars. There was no significant difference between cold priming and acid priming and sprouted seed number and plantlet vigour index. The results showed that the combined treatment of Mari cultivar seed with 9 h of sulfuric acid treatment and 1000 h of cold stratification treatment induced the highest germination vigority.

The combined application of cold priming and sulfuric acid in the second stage of harvest (after full fruit ripening) reduced the number of days to germination but increased the germination percentage, germination rate, germination average and seedling vigor index in all cultivars. In all three cultivars, the highest plantlet dry weight was obtained from the 500 h cold priming. The highest number of germinated seeds (15 seeds) was obtained from 9 h of sulfuric acid treatment and 1000 h of cold stratification treatment. Also, the lowest number of germinated seeds (one seed) was observed in the treatment without priming with cold and acid (G0 together with S0). Among different olive varieties, Mari variety showed more and better response to priming that this response was more obvious in second harvest process.

Conclusion: The production of more and stronger olive seedlings is important for the development of olive gardens in the olive-growing provinces of the country economically, ecologically and to prevent soil erosion, especially in sloping lands. In this study, an effective solution to increase the germination index of olive seeds was presented. Among the different olive cultivars used, Mari cultivar showed more and better response to priming, which was more evident in the second harvest.

Cite this article: Mirzajani Fathkouhi, Reza, Eslami, Alireza, Kaviani, Behzad. 2022. Effect of harvest time, cold stratification and sulfuric acid on seed germination of three varieties of olive (*Olea europaea* L.). *Journal of Plant Production Research*, 29 (2), 241-263.

© The Author(s).
DOI: 10.22069/JOPP.2022.19432.2870
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی

شاپا چاپی: ۲۳۲۲-۲۰۵۰
شاپا آنلاین: ۲۳۲۲-۲۷۷۸

تأثیر زمان برداشت، چینه سرمایی و اسید سولفوریک بر جوانه‌زنی بذر سه رقم زیتون (*Olea europaea* L.)

رضا میرزاجانی فتحکوهی[۱]، علی‌رضا اسلامی*[۲]، بهزاد کاویانی[۳]

۱. کارشناس‌ارشد گروه باغبانی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران. رایانامه: reza.fathkooh1351@yahoo.com
۲. نویسنده مسئول، دانشیار گروه باغبانی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران. رایانامه: dr_eslami2006@yahoo.com
۳. دانشیار فیزیولوژی گیاهی، گروه باغبانی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران. رایانامه: kaviani@iaurasht.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۶/۰۸
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۰/۰۶/۲۴
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۸/۳۰

واژه‌های کلیدی:
ارقام زیتون،
استراتیفیکاسیون،
پرایمینگ،
خفتگی فیزیولوژیک

چکیده

سابقه و هدف: بذر زیتون (*Olea europaea* L.) برای جوانه‌زنی با دو مشکل (خفتگی فیزیولوژیک و خفتگی میکانیکی) مواجه می‌باشد. تیمارهای مختلف همانند خراش‌دهی میکانیکی، خراش‌دهی شیمیایی و چینه سرمایی (سرمادهی مرطوب) برای تسریع جوانه‌زنی بذر استفاده می‌شود. به منظور رفع خفتگی میکانیکی، اسید سولفوریک غلیظ و جهت رفع خفتگی فیزیولوژیک، چینه سرمایی مرطوب به کار گرفته می‌شود. در مطالعه حاضر، به منظور رفع خفتگی بذر، تسریع جوانه‌زنی و دست‌یابی به دانهال‌های مناسب برای تولید پایه‌های سازگار با شرایط اقلیمی شهرستان رودبار، بذرهای ارقام آربکین، بلیدی و ماری مورد بهره‌برداری قرار گرفتند و از تیمارهای چینه سرمایی و اسید سولفوریک استفاده شدند. هم‌چنین، اثر زمان برداشت بذر روی میزان جوانه‌زنی مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها: بذرها از میوه‌های درختان زیتون ارقام آربکین، بلیدی و ماری در ایستگاه تحقیقات زیتون رودبار برداشت شدند. زمان اول برداشت، مرحله رسیدن کامل بذر همراه با تغییر رنگ زیتون از سبز به زرد (اوایل مهر ماه) و زمان دوم برداشت، مرحله رسیدن کامل میوه همراه با تغییر رنگ آن به بنفش و سیاه‌شدن (اواخر آبان) بود. آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. ترکیب تیماری شامل؛ ارقام در سه سطح (آربکین، بلیدی و ماری)، زمان برداشت در دو سطح (رسیدن کامل بذر و رسیدن کامل میوه)، چینه سرمایی با دمای ۷-۶ درجه سانتی‌گراد در سه سطح (۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ ساعت) و تیمار اسید سولفوریک غلیظ ۹۷ درصد در دو سطح (۰ و ۹ ساعت) بودند. برای هر رقم، ۲۴۰ گلدان در ۱۲ سطح (۶ سطح در مرحله اول برداشت و ۶ سطح در مرحله دوم برداشت) و در هر سطح ۲۰ گلدان استفاده شد. در مجموع، ۲۱۶۰ بذر برای ۷۲۰ گلدان برای سه رقم استفاده شد.

شاخص‌های جوانه‌زنی و رشدی اندازه‌گیری شدند. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS تجزیه شدند و میانگین آن‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند.

یافته‌ها: تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین تیمارها و صفات اندازه‌گیری‌شده در ارقام مختلف از نظر آماری اختلاف معنی‌داری ($P\leq ۰/۰۱$) وجود داشت. اختلاف معنی‌داری بین پرایمینگ سرما و پرایمینگ اسید و تعداد بذر جوانه‌زده و تعداد و شاخص بنیه گیاهچه وجود نداشت. نتایج نشان داد که تیمار تلفیقی بذر رقم ماری با ۹ ساعت تیمار اسید سولفوریک و ۱۰۰۰ ساعت تیمار چینه سرمایی، بالاترین قدرت جوانه‌زنی را القا کرد. کاربرد تلفیقی پرایمینگ سرما و اسید سولفوریک در مرحله دوم برداشت (پس از رسیدن کامل میوه)، تعداد روز تا جوانه‌زنی را کاهش، اما درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، متوسط جوانه‌زنی و شاخص بنیه گیاهچه را در همه ارقام افزایش داد. در هر سه رقم، بالاترین وزن خشک گیاهچه از پرایمینگ سرمای ۵۰۰ ساعت به‌دست آمد. بیش‌ترین تعداد بذرهای جوانه‌زده (۱۵ بذر) از تیمار ۹ ساعت تیمار اسید سولفوریک و ۱۰۰۰ ساعت تیمار چینه سرمایی به‌دست آمد. هم‌چنین، کم‌ترین تعداد بذرهای جوانه‌زده (یک بذر) در تیمار عدم پرایم با سرما و اسید ($G۰$ همراه با $S۰$) مشاهده شد. در بین ارقام مختلف زیتون، رقم ماری واکنش بیش‌تر و بهتری به پرایمینگ نشان داد که این واکنش در مرحله برداشت دوم مشهودتر بود.

نتیجه‌گیری: تولید دانهال‌های بیش‌تر و قوی‌تر زیتون، برای توسعه باغ‌های زیتون در استان‌های زیتون‌خیز کشور از نظر اقتصادی، زیست‌محیطی و جلوگیری از فرسایش خاک به‌ویژه در زمین‌های کشاورزی شیب‌دار دارای اهمیت است. در این پژوهش، راهکار مؤثری برای افزایش شاخص‌های جوانه‌زنی در بذر زیتون ارائه گردید. در بین ارقام مختلف زیتون مورد استفاده، رقم ماری واکنش بیش‌تر و بهتری به پرایمینگ نشان داد که این واکنش در مرحله برداشت دوم مشهودتر بود.

استناد: میرزاجانی فتحکوهی، رضا، اسلامی، علی‌رضا، کاویانی، بهزاد (۱۴۰۱). تأثیر زمان برداشت، چینه سرمایی و اسید سولفوریک بر جوانه‌زنی بذر سه رقم زیتون (*Olea europaea* L.). *نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی*، ۲۹ (۲)، ۲۶۳-۲۴۱.

DOI: 10.22069/JOPP.2022.19432.2870

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

© نویسندگان.

مقدمه

زیتون (*Olea europaea* L.) از خانواده Oleaceae و زیرخانواده Oleideae است. این خانواده، ۲۰ جنس و ۴۰۰ گونه دارد. گل‌آذین زیتون، خوشه‌ای است و هر گل‌آذین حاوی ۵ تا ۲۵ گل کامل می‌باشد. نوع میوه زیتون، شفت است. روغن زیتون دارای اسیدهای چرب غیراشباع است و نقش آنتی‌اکسیدانی دارد (۱). در ایران، ۷۰ درصد زیتون به صورت کنسرو و ۳۰ درصد به‌صورت روغن بهره‌برداری می‌شود. ایران در اقلیم خشک و نیمه‌خشک جهان با بارندگی متوسط ۳۰۰-۲۵۰ میلی‌متر و پراکنش نامناسب قرار گرفته است. بنابراین، کاشت گیاهان مقاوم به خشکی همانند زیتون با عملکرد بالا، از اهمیت زیادی برخوردار است. کاشت این درخت در عرض جغرافیایی ۳۰ درجه شمالی و ۴۰ درجه جنوبی که دارای آب و هوای نیمه‌گرمسیری (تابستان گرم و زمستان ملایم) باشد، گسترش یافته است. مقاومت زیتون در مقابل سرمای زمستان نسبت به سایر گیاهان مناطق گرمسیری بیش‌تر است، به‌طوری‌که درختان بالغ تا ۱۲- درجه سانتی‌گراد را نیز تحمل می‌کنند.

امروزه، دست‌یابی به پایه‌های مناسب به ویژه در کاهش اندازه پیوندک (الفای پاکوتاهی) برای تحریک زود بازدهی و کاهش هزینه‌های داشت و برداشت به‌طور فزاینده در توسعه باغ‌های متراکم زیتون مورد توجه قرار گرفته است (۲). به‌منظور سازگاری بیش‌تر پایه با شرایط محیطی و جلوگیری از انتقال بیماری‌های ویروسی، از بذور موجود در همان منطقه به عنوان پایه استفاده می‌شود. محاسن پیوند نهال بذری؛ سهولت تولید نهال، امکان ازدیاد ارقام محلی با تسهیلات بیش‌تر و امکان قوی‌تر کردن ارقام ضعیف یا پاکوتاه کردن ارقام بسیار قوی و بزرگ هستند. با استفاده از پایه مناسب می‌توان خطر سرمازدگی را به حداقل رساند و عملکرد درخت را اصلاح کرد و موجب افزایش مقدار روغن شد.

جوانه‌زنی بذر زیتون به‌دلیل سقط جنین، نارس‌بودن جنین، خفتگی فیزیولوژیک، خفتگی برنامه‌ریزی‌شده زمستانه، خفتگی شیمیایی (حضور بازدارنده‌های رشد) و خفتگی میکانیکی (درون‌بر سخت میوه) و وجود مواد بازدارنده در بافت‌های بذر به سختی و با میزان پایین انجام می‌شود. از تیمارهای مختلف (خراش‌دهی میکانیکی، خراش‌دهی شیمیایی، خراش‌دهی با آب گرم یا شستشو یا خیساندن و چینه سرمایی یعنی سرمادهی مرطوب) برای تسریع جوانه‌زنی بذر استفاده شده است (۳). به دلیل رفع خفتگی میکانیکی ناشی از درون‌بر سخت میوه و اصلاح انتشار آب و گازها، از اسید سولفوریک غلیظ و جهت رفع خفتگی فیزیولوژیک، از چینه سرمایی مرطوب استفاده می‌شود. برای مقابله با تنش‌های زنده و غیر زنده، ارقام مختلف روی پایه‌های بذری پیوند می‌شوند. نیاز سرمایی این درخت، ۲۰۰ تا ۴۰۰ ساعت و میزان درجه حرارت مورد نیاز، ۱۵ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. یکی از راه‌های مناسب برای بهبود وضعیت کمی و کیفی نهال، بهبود وضعیت جوانه‌زنی بذر است. خفتگی شیمیایی و میکانیکی، با اعمال پیش‌تیمارهای مناسب مانند خیساندن، چینه سرمایی و خراش‌دهی برطرف می‌شود یا کاهش می‌یابد (۴).

خراش‌دهی دو رقم زیتون کراتینا و پندلینو با تیمارهای اسید کلریدریک، اسید جیبرلیک، هیدروکسید سدیم و آب نشان داد که مناسب‌ترین تیمار در هر دو رقم، ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید جیبرلیک با زمان غوطه‌وری ۱۲ ساعت بود (۴). بالاترین درصد جوانه‌زنی (۸۴ درصد) بذر در ارقام کرونایکی، زرد و شنگه با حذف درون‌بر میوه و چینه سرمایی (۲۱-۳۱ روز) به دست آمد. خراش‌دهی شیمیایی با اسید سولفوریک ۹۷ درصد (۶-۹ ساعت) نیز باعث ۵۰-۴۰ درصد جوانه‌زنی شد. هم‌چنین، صفات مورفولوژیک با تیمار ۶ ساعت خراش‌دهی با اسید سولفوریک در ۷۵۰ ساعت چینه سرمایی، ارتقا یافت (۳). سه هفته چینه سرمایی در دمای ۴-۵ درجه سانتی‌گراد، باعث جوانه‌زنی ۷۸/۸۰ درصد بذر عناب وحشی شد (۵). تیمار خراش‌دهی شیمیایی با اسید سولفوریک به مدت ۶ ساعت به دنبال دوره چینه سرمایی مناسب، جوانه‌زنی بذر ارقام آربکین و کرونایکی زیتون را به‌طور قابل‌توجهی افزایش داد (۶). بهترین تیمار برای رفع خفتگی بذرهای

زیتون رقم کرونایکی، تیمار حذف کامل درون‌بر میوه همراه با چینه سرمایی در دمای ۷ تا ۱۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ روز بود. هم‌چنین، تیمار ۸ ساعت اسید سولفوریک برای تحریک جوانه‌زنی رقم فوق مناسب بود (۷). مقایسه خراش‌دهی با اسید، چینه سرمایی و حذف کامل درون‌بر میوه، بر جوانه‌زنی بذر سه رقم زیتون (کرونایکی، زرد و شنگه) نشان داد که مؤثرترین روش برای تسریع جوانه‌زنی، تیمار حذف درون‌بر بود (۸). حذف کامل درون‌بر میوه زیتون بدون این‌که خسارتی به جنین وارد شود، موجب تسریع در جوانه‌زنی و بهینه‌سازی شاخص‌های رشد دانهال شد (۹). در ارقام آربکین و زرد با افزایش مدت چینه سرمایی، مقدار مواد شبه اسید جیبرلیک به ویژه در جنین افزایش یافت (۱۰).

بررسی منابع نشان داد که تاکنون مطالعه‌ای روی زمان برداشت و ارقام انتخاب‌شده و مقایسه عملکرد جوانه‌زنی آن‌ها انجام نشده است. به منظور بررسی اثر زمان برداشت، میوه‌ها در دو زمان (رسیدن کامل بذر و رسیدن کامل میوه) برداشت شدند. بنابراین، هدف از پژوهش حاضر، بررسی زمان مناسب برداشت میوه زیتون ارقام آربکین (Arbequina)، ماری (Mari) و بلیدی (Balidi) برای دست‌یابی به حداکثر سرعت جوانه‌زنی و درصد جوانه‌زنی بذر جهت معرفی بهترین رقم و مناسب‌ترین تیمار برای تولید نهال‌های مناسب به‌منظور تولید نهال‌های پیوندی با صرفه‌جویی در زمان و کم‌کردن هزینه‌های کاشت بذر و تعیین بهترین چینه سرمایی و مدت استفاده از اسید سولفوریک بود.

مواد و روش‌ها

محل انجام آزمایش: این پژوهش در گلخانه‌ای در کیشتان واقع در حومه رشت با حداکثر و حداقل دمای ۲۵ و ۶ درجه سانتی‌گراد و میانگین بارش سالیانه ۱۳۵۹ میلی‌متر و ارتفاع ۴ متر از سطح دریا، در بهار ۱۳۹۶ انجام شد. به‌منظور ممانعت از اثر عوامل تنش‌زای محیطی، گلدان‌ها در گلخانه با کنترل دما و رطوبت نگهداری شدند. دمای روزانه گلخانه، ۲۵ و دمای شبانه، ۲۰ درجه سانتی‌گراد بود که با دماسنج اندازه‌گیری شد. همچنین، رطوبت آن، ۴۰ درصد بود که با رطوبت‌سنج اندازگیری شد.

محل تهیه نمونه‌ها: بذرها از درختان به بار نشسته در ایستگاه تحقیقات زیتون رودبار (واقع در ۷۰ کیلومتری جنوب استان گیلان) تهیه گردیدند (جدول ۱).

جدول ۱- ویژگی‌های جغرافیایی و آب و هوایی شهرستان رودبار.

Table 1. Geoghraphic and climate characteristics of Roudbar city.

تقسیم‌بندی آب و هوایی Climate divisions	نیمه‌مرطوب Semi-humid
ارتفاع از سطح دریا (متر) Altitude from sea level (m)	1050
طول جغرافیایی (درجه شرقی) Longitude (°E)	49
عرض جغرافیایی (درجه شمالی) Latitude (°N)	36
میانگین دمای سالانه (درجه سانتی‌گراد) Average of year temperature (°C)	16.5
میانگین حداکثر درجه حرارت (درجه سانتی‌گراد) Average of maximum temperature (°C)	25
میانگین حداقل درجه حرارت (درجه سانتی‌گراد) Average of minimum temperature (°C)	8
متوسط بارندگی (میلی‌متر) Average of pricipitation (mm)	840

مواد گیاهی: مواد گیاهی که شامل بذرهای سه رقم زیتون (آربکین، ماری و بلیدی) (شکل ۱، جدول ۲) بود، از درختان موجود در ایستگاه تحقیقات زیتون رودبار که از نظر ارتفاع، سن، قطر تاج، شرایط تغذیه و آبیاری مشابه بودند، تهیه شدند. میوه‌ها دست‌چین شدند تا کم‌ترین آسیب در زمان برداشت به آن‌ها وارد شود و از میوه‌های ریزش‌کرده به‌دلیل احتمال آسیب‌دیدگی جنین، استفاده نشد. تمامی میوه‌ها از شاخه‌های یکسان برداشت شدند تا اثر عوامل محیطی، کم‌ترین مشکل را در رشد یکسان میوه‌ها ایجاد کند.

شکل ۱- میوه ارقام مورد استفاده در پژوهش حاضر. A: آربکین، B: ماری و C: بلیدی.

Fig. 1. Fruit of cultivars used in the present study. A: Arbequina, B: Mari, and C: Balidi.

جدول ۲- نوع و ویژگی‌های ارقام زیتون مورد استفاده در پژوهش حاضر.

Table 2. Type and characteristics of used olive varieties in the present research.

رقم مورد استفاده Used variety	ویژگی‌ها Characteristics
آربکین Arbequina	سازگاری با اغلب ارقام به عنوان پایه زود باردهی، دارای عملکرد بالا، کیفیت بالای روغن، قدرت رشد ضعیف، دارای بذر کوچک، مقاوم به سرما و شوری
ماری Mari	رقم بومی، زودرس، پرمحصول، دارای طعم مناسب، دارای قدرت رشد متوسط، تولید دانه گرده زیاد، متحمل به سرما، کنسروی
بلیدی Balidi	سازگاری مناسب با شرایط آب و هوایی رودبار، استفاده به عنوان خوراکی و روغن، دارای قلمه‌های سهل ریشه‌زا، مقاوم به خشکی و سرما، حساس به شوری

زمان برداشت: میوه‌های کاملاً رسیده و سالم ارقام زیتون جمع‌آوری شدند. برداشت میوه‌ها به منظور دست‌یابی به بذر در دو زمان (اوایل مهر و اواخر آبان) انجام شد. زمان اول؛ بعد از بلوغ کامل بذر یعنی زمانی که میوه‌ها از رنگ سبز به رنگ زرد تغییر رنگ دادند و زمان دوم؛ بعد از رسیدن کامل میوه که رنگ آن بنفش بود، در نظر گرفته شدند.

جداسازی گوشت میوه از هسته: بعد از جداسازی گوشت از هسته و قرار دادن در سود سوزآور (NaOH) به‌مدت ۳۰ دقیقه به‌منظور حذف چربی‌های اطراف هسته، بذور شستشو شدند و در دمای اتاق خشک گردیدند.

تیمار شیمیایی: از اسید سولفوریک غلیظ ۹۷ درصد (Merck, Germany) در دو سطح؛ صفر و ۹ ساعت استفاده شد تا با کاهش مقاومت پوسته بذر بتواند بر جوانه‌زنی آن اثرگذار باشد. عملیات در زیر هود انجام شد. بعد از گذشت مدت زمان تیمار، بذرها با آب فراوان شستشو شدند تا اثر اسید سولفوریک از روی آن‌ها برداشته شود.

چینه سرمایی (استراتیفیکاسیون): قبل از تیمار چینه سرمایی، بذرها به مدت ۲۴ ساعت در آب معمولی خیسانده شدند. سپس بذرها به مدت؛ صفر، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ ساعت و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد، تحت تیمار چینه سرمایی قرار گرفتند. بعد از مواجهه با سرما، بذرها روی تشتک ماسه مرطوب قرار گرفتند. عمق تشتک؛ ۱۷ سانتی‌متر بود که ۱۰ سانتی‌متر اول آن با ماسه بادی نمدار پر شد، سپس بذرها روی آن قرار گرفتند و روی آن‌ها با ۵ سانتی‌متر ماسه نمدار دیگر پوشانده شد تا از هر دو سمت بالا و پایین اثرات چینه سرمایی را بهتر دریافت نمایند. میزان رطوبت در حد ظرفیت زراعی بود.

تعیین وزن تر و خشک بذر: بعد از توزین وزن تر بذرهای هر سه رقم زیتون، آن‌ها به منظور اندازه‌گیری وزن خشک، به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد آون قرار داده شدند.

محاسبه طول و عرض بذرها: به‌منظور اندازه‌گیری طول و عرض هسته سه رقم زیتون از کولیس استفاده شد.

تیمار بذر به‌مدت ۹ ساعت با اسید سولفوریک غلیظ ۹۷ درصد: از هر رقم و هر مرحله برداشت، تعداد ۳۰ عدد بذر جهت تعیین زنده‌مانی بعد از تیمار ۹ ساعت اسید سولفوریک ۹۷ درصد به مرکز بذر خزر ارسال شدند و میزان زنده‌مانی آن‌ها با تست ترازولیوم مورد ارزیابی قرار گرفت (زنده‌مانی بذرها در مرحله اول برداشت و برای همه ارقام، ۷۰ درصد و در مرحله دوم برداشت، برای ارقام ماری و بلیدی، ۷۰ درصد و برای رقم آربکین ۷۵ درصد بود).

آزمایش بافت بستر کاشت و تجزیه شیمیایی آن: بستر مورد استفاده (ماسه بادی و کود حیوانی کاملاً پوسیده) قبل از انتقال بذرها به گلدان‌ها به صورت تصادفی انتخاب شدند و برای تجزیه شیمیایی و فیزیکی به آزمایشگاه خاک منتقل گردیدند (جدول ۳).

جدول ۳- تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک گلدان‌ها.

Table 3. Physico-chemical analysis of pots soil.

بافت خاک Soil texture	هدایت الکتریکی ($ds\ m^{-1}$)	ازت (%)	فسفر ($mg\ kg^{-1}$)	پتاسیم (ppm)	مقدار کربن	اسیدیته pH
شنی و هوموسی Sand and humus	0.4	1	15	250	8.5	7.22

کاشت در گلدان: پس از انجام تیمارهای اولیه روی بذرها، گلدان‌های پلاستیکی به ابعاد ۲۰ × ۱۵ ابتدا با کود حیوانی پوسیده تا نیمه پر شدند، سپس نیمه خالی دیگر با ماسه بادی رودخانه‌ای پر گردید. علت استفاده از ماسه بادی در نیمه بالایی گلدان‌ها این بود که ریشه‌زایی راحت‌تر و سریع‌تر انجام شود، تهویه بهتری صورت گیرد و آلودگی کاهش یابد. برای دسترسی ریشه‌های رشدیافته به منبع غذایی مناسب، از کود حیوانی در نیمه پایین گلدان‌ها استفاده شد. ضمناً ترکیب بستری مورد استفاده، از نظر اقتصادی نیز مقرون به صرفه است. تعداد سه بذر در هر گلدان و در عمقی به اندازه سه برابر طول بذر کاشته شدند. همه سطوح تیماری (۳۶ سطح) دارای ۴ تکرار بودند. برای هر رقم، ۲۴۰ گلدان در ۱۲ سطح (۶ سطح در مرحله اول برداشت و ۶ سطح در مرحله دوم برداشت) و در هر سطح ۲۰ گلدان استفاده شد. در

مجموع، ۲۱۶۰ بذر از سه رقم زیتون به منظور کاشت در ۷۲۰ گلدان در نظر گرفته شدند.

ضدعفونی بذر و خاک گلدان: در پایان کاشت با توجه به مرطوب‌بودن بستر کاشت جهت تسریع در جوانه‌زنی بذرها، شرایط برای رشد قارچ‌ها فراهم است. بنابراین برای پیشگیری از هر گونه آلودگی میکروبی، بستر کاشت و بذرها با ماده ضدعفونی‌کننده کار بندازیم به نسبت دو در هزار ضدعفونی شدند.

مراقبت‌های لازم بعد از کاشت: به‌منظور کنترل رطوبت، بسترهای کاشت به صورت روزانه بررسی شدند. با توجه به دمای هوا، آبیاری به صورت یک روز در میان انجام شد. به محض رویت جوانه‌زنی در بذرها، هر چهار روز یک‌بار همه بذور جوانه‌زده شمارش و ثبت اطلاعات لازم انجام گرفت.

صفات اندازه‌گیری‌شده: در این پژوهش، صفات سرعت جوانه‌زنی، میانگین جوانه‌زنی، درصد جوانه‌زنی (طبق رابطه‌های زیر)، قدرت جوانه‌زنی و شاخص‌های رشد رویشی شامل؛ رشد شاخساره و وزن گیاهچه اندازه‌گیری شدند.

$$\text{سرعت جوانه‌زنی} = \frac{\text{Ni}}{\text{Ti}}$$

$$\text{میانگین مدت جوانه‌زنی} = \frac{\text{Ni} \times \text{Ti}}{\text{N}}$$

$$\text{درصد جوانه‌زنی} = \frac{\text{N}}{\text{S}} \times 100$$

که در آن، Ni تعداد بذر جوانه‌زده جدید، Ti زمان (روز) بعد از کاشت تا جوانه‌زنی، N تعداد کل بذر جوانه‌زده و S تعداد کل بذر می‌باشد.

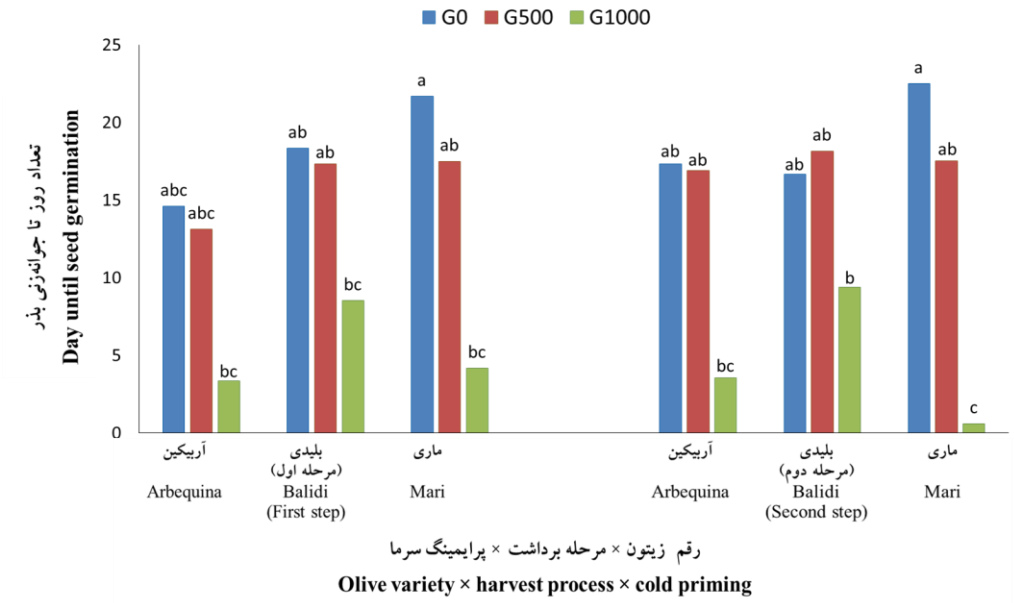
طرح آماری و تجزیه داده‌ها: به‌منظور انجام این پژوهش، از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار عامل شامل؛ عامل اول: زمان برداشت در دو سطح (رسیدن کامل بذر و رسیدن کامل میوه)، عامل دوم: تیمار چینه سرمایی در سه سطح (صفر، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ ساعت)، عامل سوم: تیمار اسید سولفوریک در دو سطح (صفر و ۹ ساعت) و عامل چهارم: سه رقم زیتون (آربکین، ماری و بلیدی) استفاده شد. بنابراین، آزمایش دارای ۳۶ سطح تیماری در ۴ تکرار و تعداد ۵ گلدان در هر تکرار بود. تجزیه داده‌های حاصل، با استفاده از نرم‌افزار SPSS و مقایسه میانگین آن‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد و برای رسم نمودار از نرم‌افزار EXCEL استفاده گردید.

نتایج و بحث

تعداد روز تا جوانه‌زنی: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر اصلی پرایمینگ اسید، اثر متقابل پرایمینگ سرما × پرایمینگ اسید، اثر متقابل مرحله برداشت × پرایمینگ سرما × رقم و اثر متقابل پرایمینگ سرما × پرایمینگ اسید × رقم، بر تعداد روز تا جوانه‌زنی بذر در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). مقایسه میانگین اثر اصلی پرایمینگ با اسید نشان داد که پرایم اسید به‌طور معنی‌داری روز تا جوانه‌زنی بذر را به مدت ۳۶/۵ روز نسبت به بدون پرایم کاهش داد. مقایسه میانگین اثر متقابل مرحله برداشت × پرایمینگ اسید × رقم بر تعداد روز تا جوانه‌زنی بذر نشان داد که در برداشت مرحله اول در هر سه رقم با افزایش تداوم سرما تعداد روز تا جوانه‌زنی بذر به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. در برداشت مرحله دوم نیز در رقم بلیدی و آربکین با

افزایش سرما تا G۵۰۰ تعداد روز تا جوانه‌زنی بذر حدود ۱۲ تا ۱۳ روز کاهش یافت، اما از G۵۰۰ به G۱۰۰۰ اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در رقم ماری نیز از G۰ تا G۱۰۰۰ تعداد روز تا جوانه‌زنی بذر به طور معنی‌داری (از ۲۲ روز به ۴ و یک روز، به‌ترتیب در مرحله اول و دوم برداشت) کاهش یافت. در مجموع، کم‌ترین زمان برای جوانه‌زنی بذر (یک روز) مربوط به رقم ماری در برداشت مرحله دوم و اعمال تیمار سرمایی G۱۰۰۰ بود (شکل ۲).

مقایسه میانگین اثر متقابل پرایمینگ سرما × پرایمینگ اسید × رقم بر تعداد روز تا جوانه‌زنی بذر نشان داد که در شرایط عدم پرایمینگ با اسید، در رقم آربکین کاربرد سرما تعداد روز تا جوانه‌زنی بذر را به‌مدت ۲۱ روز کاهش داد اما در رقم بلیدی فقط بذرهای پرایم‌شده با سرما جوانه زدند. در رقم ماری نیز فقط تیمار G۵۰۰ منجر به جوانه‌زنی گردید ولی سطوح عدم پرایمینگ سرما و G۱۰۰۰ جوانه نزدند. در شرایط پرایمینگ اسیدی، در هر سه رقم، همه بذرها جوانه زدند و رقم ماری بیش‌ترین واکنش را به پرایمینگ سرما همراه با اسید نشان داد و تعداد روز تا جوانه‌زنی بذر به‌طور معنی‌داری (۳۵/۵ روز) کاهش یافت. در مجموع، بین این تیمارها، رقم ماری با انجام پرایمینگ اسیدی و پرایمینگ سرما، کم‌ترین روز تا جوانه‌زنی بذر (۷ روز) را نشان داد ولی در همین رقم (ماری)، عدم پرایمینگ اسیدی همراه با پرایمینگ سرمای G۵۰۰، کم‌ترین تعداد روز تا جوانه‌زنی بذر را نشان داد (شکل ۳).

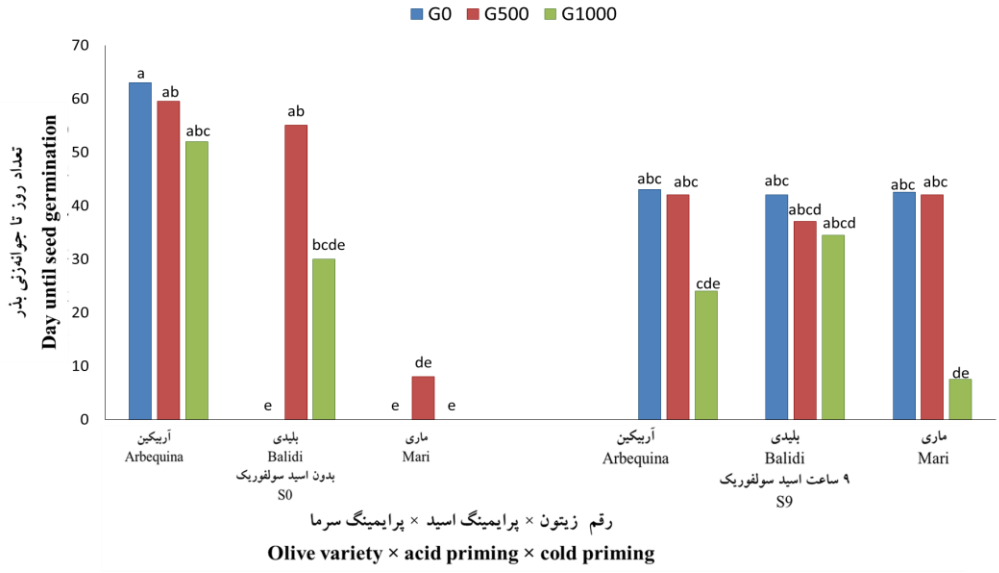


شکل ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل مرحله برداشت × پرایمینگ سرما × رقم بر تعداد روز تا جوانه‌زنی بذر.

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک می‌باشند، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد به روش آزمون LSD می‌باشند

Fig. 2. Mean comparison of the interaction effect of harvest process × cold priming × variety on day number until seed germination.

Means with the same letters on each column have not significantly different at the probably level of 5% based on LSD test



شکل ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل پرایمینگ سرما × پرایمینگ اسید × رقم بر تعداد روز تا جوانه‌زنی بذر.

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک می‌باشند فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد به روش آزمون LSD می‌باشند

Fig. 3. Mean comparison of the interaction effect of cold priming × acid priming × variety on day number until seed germination.

Means with the same letters on each column have not significantly different at the probably level of 5% based on LSD test

تعداد بذر جوانه‌زده (سبزشده): نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۴) نشان داد که اثر ساده پرایمینگ اسید و اثر متقابل پرایمینگ سرما × پرایمینگ اسید بر تعداد بذر جوانه‌زده در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. مقایسه میانگین اثر اصلی پرایمینگ با اسید نشان داد که پرایم اسید به‌طور معنی‌داری تعداد بذر جوانه‌زده را افزایش داد. مقایسه میانگین اثر متقابل پرایمینگ سرما × پرایمینگ اسید بر تعداد بذر جوانه‌زده نشان داد که در هر سه سطح پرایمینگ با سرما، تیمار پرایم با اسید نسبت به تیمار عدم پرایم برتری معنی‌دار داشت و این تفاوت بین این تیمارها در سطح G۵۰۰ کم‌تر بود. در مجموع، بیش‌ترین تعداد بذرهای جوانه‌زده (۱۵ بذر) از تیمار S۹ همراه با G۱۰۰۰ به دست آمد و کم‌ترین آن (یک بذر) نیز در تیمار عدم پرایم با سرما و اسید (G۰ همراه با S۰) مشاهده شد (شکل ۴).

جوانه‌زنی در بذر ارقام مختلف زیتون، پاسخ‌های متفاوتی به تیمارهای خراش‌دهی با اسید سولفوریک و سرما نشان دادند. این نتیجه در مورد جوانه‌زنی بذر برخی گیاهان دیگر نیز گزارش شد (۵، ۱۱، ۱۲).

بالاترین درصد جوانه‌زنی بذر، در ارقام کرونایکی، زرد و شنگه با حذف درون‌بر و چینه سرمایی به دست آمد. خراش‌دهی شیمیایی با اسید سولفوریک ۹۷ درصد نیز باعث بهتر شدن درصد جوانه‌زنی شد (۳). تیمار خراش‌دهی بذر زیتون تلخ با اسید به مدت ۹ دقیقه باعث تحریک بالاترین درصد جوانه‌زنی شد (۱۳). خراش‌دهی شیمیایی با اسید سولفوریک و چینه سرمایی ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ روز، روی رفع رکود بذر گلابی وحشی تأثیری نداشت که با یافته‌های این پژوهش مغایرت دارد (۱۴). ترکیب دو روش چینه سرمایی و خراش‌دهی با اسید سولفوریک روی جوانه‌زنی بذرهای دو گونه آلو مؤثر بود (۱۱). خراش‌دهی میکانیکی به‌همراه خراش‌دهی شیمیایی بر جوانه‌زنی بذر خردل مؤثر بود (۱۵). استفاده از اسید سولفوریک ۹۷ درصد به‌مدت ۱۲۰ دقیقه، بهترین تیمار برای افزایش درصد جوانه‌زنی در زبان‌گنجشک بود (۴). همه تیمارها شروع جوانه‌زنی را ۲ تا ۴ روز و رسیدن به مرحله ۵۰ درصد جوانه‌زنی را ۱۰ تا ۱۲ روز کاهش دادند.

جدول ٤- تجزیه واریانس اثر عوامل مختلف (زمان برداشت، چینه سرمایی، اسید سولفوریک و ارقام) بر تعداد روز تا جوانه‌زنی بذر، تعداد بذر سبز شده، وزن خشک گیاهچه، شاخص بنیه گیاهچه، درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و متوسط جوانه‌زنی.

Table 4. Analysis of variance of the effect of different factors (harvest time, stratification, sulfuric acid and cultivars) on day until seed germination, sprouted seed number, plantlet dry weight, plantlet vigour index, germination percentage, germination velocity and average of germination.

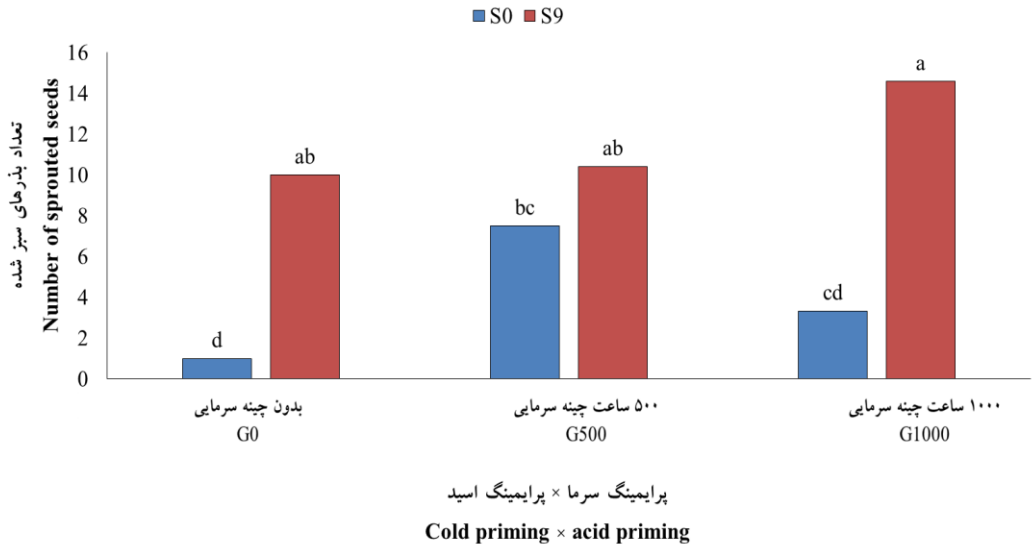
منابع تغییرات Source of variations	درجه آزادی df	تعداد روز تا جوانه‌زنی Day until seed germination	تعداد بذر سبز شده Sprouted seed number	وزن خشک گیاهچه Plantlet dry weight	شاخص بنیه گیاهچه Plantlet vigour index	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی Germination velocity	متوسط جوانه‌زنی Average of germination
زمان برداشت (T) Harvest time (T)	1	0.49^{ns}	0.444^{ns}	0.169^{ns}	18.70^{ns}	93.4^{ns}	0.059*	0.035^{ns}
پرایمینگ سرما (G) Cold priming (G)	2	2060^{ns}	2.00^{ns}	1.08^{ns}	2583**	20.22^{ns}	0.192**	0.329**
پرایمینگ اسید (S) Acid priming (S)	1	20069**	21.70**	12.10**	22319**	241**	1.49**	2.58**
ارقام زیتون (C) Olive cultivars (C)	2	139^{ns}	1.04^{ns}	0.083^{ns}	140**	60.11^{ns}	0.010^{ns}	0.023^{ns}
T × G	2	585^{ns}	0.298^{ns}	0.443^{ns}	9368**	31.3^{ns}	0.008^{ns}	0.0008^{ns}
T × S	1	136^{ns}	0.121^{ns}	0.092^{ns}	28.40^{ns}	23.1^{ns}	0.012^{ns}	0.0012^{ns}
T × C	2	1129^{ns}	0.103^{ns}	0.673^{ns}	4.31^{ns}	46.1^{ns}	0.50^{ns}	0.0014^{ns}
G × S	2	4920*	32.20**	2.22*	2083**	425**	0.079**	0.149**
G × C	4	1174^{ns}	1.16^{ns}	0.390^{ns}	105**	90.12^{ns}	0.006^{ns}	0.411**
S × C	2	9192**	1.09^{ns}	5.63**	137**	512**	0.078**	0.056*
T × G × S	2	300^{ns}	0.134^{ns}	0.055^{ns}	3.23^{ns}	46.1^{ns}	0.001^{ns}	0.005^{ns}
T × G × C	4	9259**	0.142^{ns}	0.144^{ns}	3.29*	58.1^{ns}	0.002^{ns}	0.061**
T× S × C	2	880^{ns}	0.256^{ns}	6.59**	24.20^{ns}	232**	0.003^{ns}	0.20**
G × S × C	4	6481**	0.975^{ns}	4.34**	134^{ns}	110**	0.088**	0.310**
T × G × S × C	4	182^{ns}	0.371^{ns}	0.048^{ns}	9.18^{ns}	12.4^{ns}	0.002^{ns}	0.002^{ns}
خطا Error	108	1067	0.976	0.514	13.12	85.10	0.013	0.014
ضریب تغییرات (درصد) CV%		10.10	1.127	8.95	1.26	1.127	6.83	1.70

^{ns}، * و ** به ترتیب تفاوت غیرمعنی‌دار و تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال یک و ۵ درصد

^{ns}, * and ** No significant difference, significant difference in the probability level of 1 and 5%, respectively

وزن خشک گیاهچه: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر ساده پرایمینگ اسید، اثر متقابل پرایمینگ سرما × پرایمینگ اسید × رقم زیتون و اثر متقابل مرحله برداشت × پرایمینگ اسید × رقم زیتون بر وزن خشک گیاهچه در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل پرایمینگ سرما × پرایمینگ اسید در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). مقایسه میانگین اثر اصلی پرایمینگ با اسید نشان داد که پرایم اسید به‌طور معنی‌داری وزن خشک گیاهچه را افزایش داد. مقایسه میانگین اثر متقابل مرحله برداشت × پرایمینگ اسید × رقم زیتون بر وزن خشک گیاهچه نشان داد که در هر دو مرحله برداشت و در هر سه رقم، پرایم بذرها با اسید، به‌جز رقم آربکین در برداشت مرحله دوم، به‌طور معنی‌داری وزن خشک گیاهچه را افزایش داد. در مجموع، در بین تیمارها در هر دو مرحله برداشت، بیش‌ترین وزن خشک گیاهچه (۱/۵۰ گرم) از رقم ماری و پرایم بذر با اسید به دست آمد. در رقم ماری، کم‌ترین وزن خشک گیاهچه (۰/۱۵ گرم)، در تیمار عدم پرایم با اسید و در مرحله دوم به دست آمد (شکل ۵).

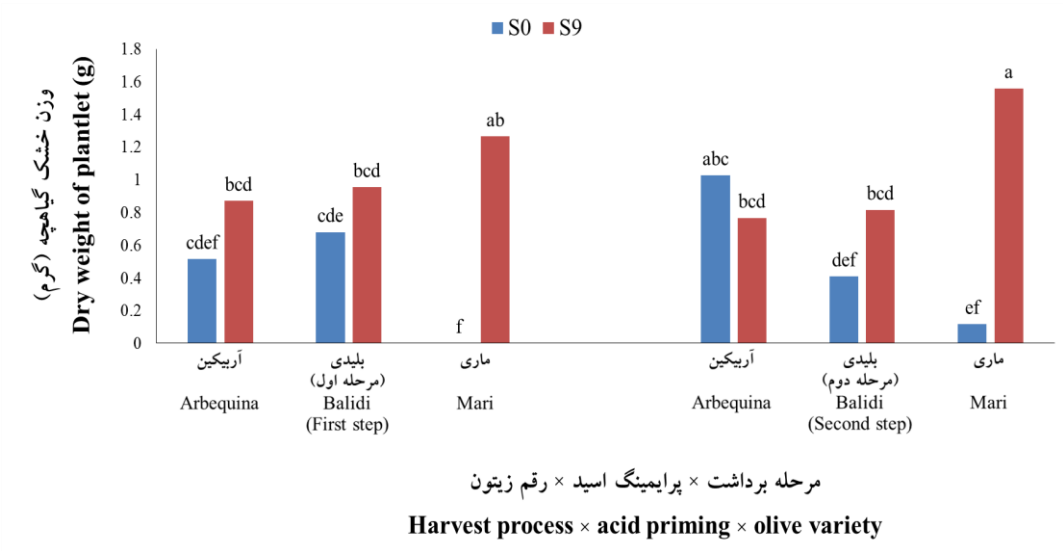
مقایسه میانگین اثر متقابل پرایمینگ سرما × پرایمینگ اسید × رقم زیتون بر وزن خشک گیاهچه نشان داد که در شرایط عدم پرایم با اسید، بیش‌ترین وزن خشک گیاهچه (حدود ۱/۲۰ گرم) از پرایم سرمایی G۵۰۰ روی بذر آربیکین به‌دست آمد. در حالی‌که در شرایط پرایم با اسید در رقم ماری با تداوم سرمادهی، وزن خشک گیاهچه از حدود ۱/۵ گرم به حدود ۱/۲ گرم کاهش یافت اما در رقم بلیدی، بیش‌ترین وزن خشک (۱/۰۲ گرم) از G۱۰۰۰ به‌دست آمد و بین G۵۰۰ و عدم پرایم سرمایی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. در رقم آربکین، بین G۱۰۰۰ و عدم پرایم سرمایی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت و G۵۰۰ وزن خشک گیاهچه را در این رقم به طور معنی‌داری (حدود ۰/۷ گرم) کاهش داد (شکل ۶).



شکل ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل پرایمینگ سرما × پرایمینگ اسید بر تعداد بذرهای سبزشده.

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک می‌باشند فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد به روش آزمون LSD می‌باشند

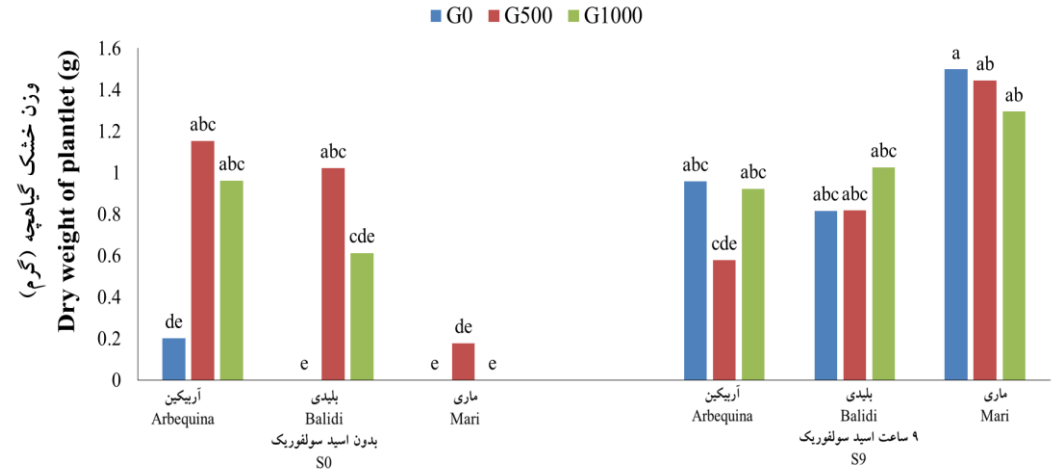
Fig. 4. Mean comparison of the interaction effect of cold priming × acid on the number of sprouted seeds. Means with the same letters on each column have not significantly different at the probably level of 5% based on LSD test



شکل ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل مرحله برداشت × پرایمینگ اسید × رقم بر وزن خشک گیاهچه.

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک می باشند فاقد اختلاف معنی دار در سطح احتمال پنج درصد به روش آزمون LSD می‌باشند

Fig. 5. Mean comparison of the interaction effect of harvest process × acid priming × variety on dry weight of plantlet.
Means with the same letters on each column have not significantly different at the probably level of 5% based on LSD test

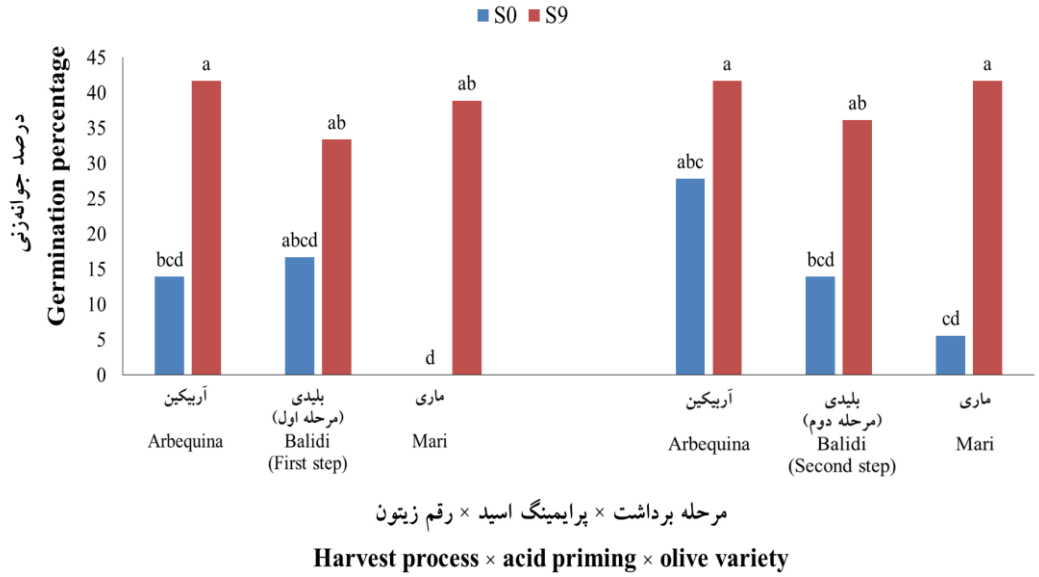


شکل ۶- مقایسه میانگین اثر متقابل پرایمینگ سرما × پرایمینگ اسید × رقم بر وزن خشک گیاهچه.

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک می‌باشند فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد به روش آزمون LSD می‌باشند

Fig. 6. Mean comparison of the interaction effect of cold priming × acid priming × variety on dry weight of plantlet.
Means with the same letters on each column have not significantly different at the probably level of 5% based on LSD test

درصد جوانه‌زنی: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر ساده پرایمینگ اسید، اثر متقابل پرایمینگ سرما × پرایمینگ اسید، اثر متقابل مرحله برداشت × پرایمینگ سرما × رقم و اثر متقابل پرایمینگ سرما × پرایمینگ اسید × رقم، بر درصد جوانه‌زنی بذر در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). مقایسه میانگین اثر اصلی پرایمینگ با اسید نشان داد که پرایم اسید به طور معنی‌داری درصد جوانه‌زنی بذر را افزایش داد. مقایسه میانگین اثر متقابل مرحله برداشت × پرایمینگ اسید × رقم زیتون بر درصد جوانه‌زنی بذر نشان داد که در هر دو مرحله برداشت و در هر سه رقم، درصد جوانه‌زنی در بذرهای پرایم‌شده با اسید به طور معنی‌داری بیش‌تر از بذرهای غیر پرایم بود. بیش‌ترین اختلاف در درصد جوانه‌زنی بذر (حدود ۴۰ درصد) بین پرایم و عدم پرایم با اسید در رقم ماری دیده شد و کم‌ترین اختلاف (حدود ۱۲ درصد) در رقم آربکین در مرحله برداشت دوم وجود داشت (شکل ۷). مقایسه میانگین اثر متقابل پرایمینگ سرما × پرایمینگ اسید × رقم زیتون بر درصد جوانه‌زنی بذر نشان داد که در شرایط عدم پرایم با اسید در هر سه رقم، بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی (۳۲ درصد) از پرایم سرمایی G۵۰۰ به‌دست آمد. در شرایط پرایم با اسید، بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی بذر در رقم آربکین (۶۷ درصد) از پرایم سرمایی G۱۰۰۰ و در رقم ماری (۴۲ درصد) از پرایم سرمایی G۵۰۰ به‌دست آمد و در رقم بلیدی با ۳۵ درصد جوانه‌زنی بذر، بین پرایم سرمایی G۵۰۰ و G۱۰۰۰ اختلاف معنی‌داری وجود نداشت، اما نسبت به عدم پرایم سرمایی (G۰) برتری معنی‌داری داشتند. در هر سه رقم، پرایمینگ اسید کارایی پرایمینگ سرمایی را افزایش داد (به‌جز رقم آربکین در پرایم سرمایی G۵۰۰) و نسبت به سطوح مشابه در شرایط عدم پرایم با اسید (S۰) برتری معنی‌داری داشتند (شکل ۸).

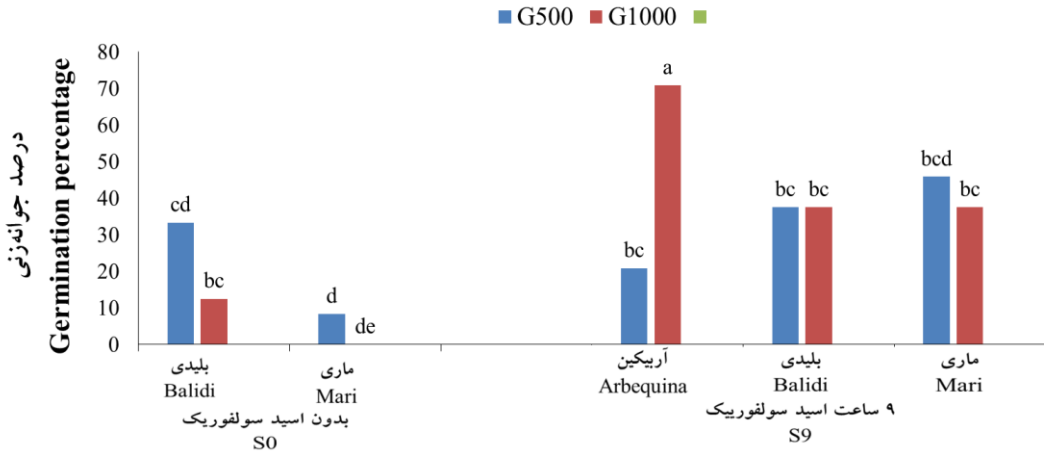


شکل ۷- مقایسه میانگین اثر متقابل مرحله برداشت × پرایمینگ اسید × رقم بر درصد جوانه‌زنی بذر.

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک می‌باشند، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد به روش آزمون LSD می‌باشند

Fig. 7. Mean comparison of the interaction effect of harvest process × acid priming × variety on seed germination percentage.

Means with the same letters on each column have not significantly different at the probably level of 5% based on LSD test



شکل ۸- مقایسه میانگین اثر متقابل پرایمینگ سرما × پرایمینگ اسید × رقم بر درصد جوانه‌زنی بذر.

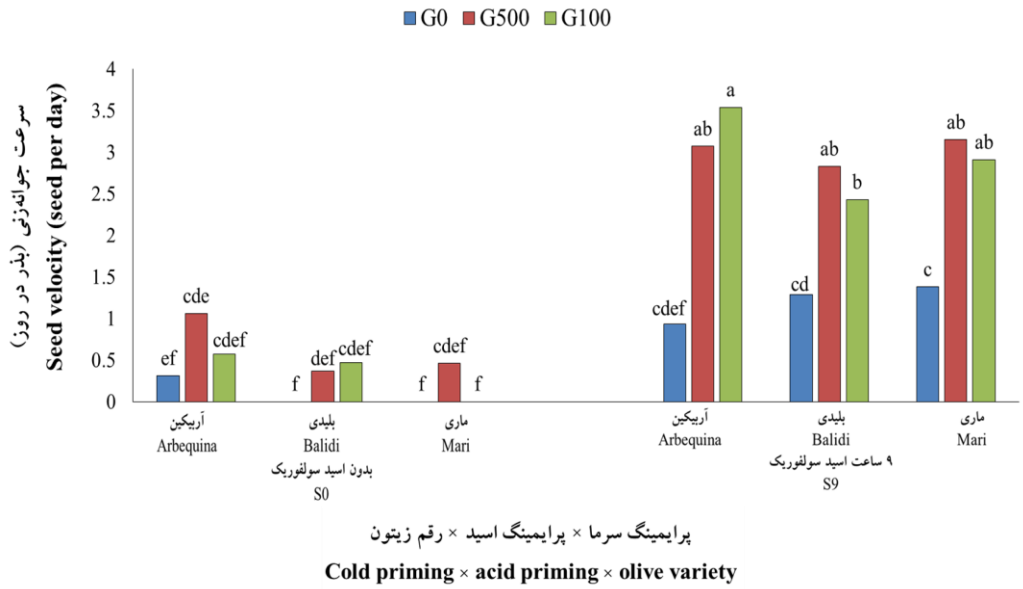
میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک می‌باشند فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد به روش آزمون LSD می‌باشند

Fig. 8. Mean comparison of the interaction effect of cold priming × acid priming × variety on seed germination percentage.
Means with the same letters on each column have not significantly different at the probably level of 5% based on LSD test

سرعت جوانه‌زنی: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر ساده پرایمینگ اسید و پرایمینگ سرما، مرحله برداشت و اثر متقابل سه‌گانه مرحله برداشت × پرایمینگ سرما × رقم زیتون، مرحله برداشت × رقم زیتون × پرایمینگ اسید و پرایمینگ سرما × پرایمینگ اسید × رقم، بر سرعت جوانه‌زنی در سطح احتمال یک درصد و بر زمان برداشت در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). مقایسه میانگین اثر اصلی مرحله برداشت نشان داد که مرحله برداشت دوم نسبت به مرحله برداشت اول برتری معنی‌داری داشت. هم‌چنین پرایمینگ سرما و اسید به‌طور معنی‌داری سرعت جوانه‌زنی را افزایش دادند. مقایسه میانگین اثر متقابل پرایمینگ سرما × پرایمینگ اسید × رقم زیتون بر سرعت جوانه‌زنی نشان داد که در شرایط عدم پرایم با اسید، بیش‌ترین سرعت جوانه‌زنی (۱/۲۰ بذر جوانه‌زده در روز) از پرایم سرمایی G۵۰۰ در رقم آربیکین به دست آمد. در شرایط پرایم با اسید، در رقم آربکین با افزایش مدت زمان سرمادهی، سرعت جوانه‌زنی افزایش یافت و پرایم سرمایی G۱۰۰۰ بیش‌ترین سرعت جوانه‌زنی (۳/۵۴ بذر جوانه‌زده در روز) را نشان داد. در رقم ماری و بلیدی، پرایم سرمایی G۵۰۰، بیش‌ترین سرعت جوانه‌زنی (به‌ترتیب با ۳/۱۵ و ۲/۸۳ بذر جوانه‌زده در روز) را تحریک کرد و پرایم سرمایی G۱۰۰۰ در مرتبه بعدی قرار داشت. در مجموع، بیش‌ترین سرعت جوانه‌زنی، در رقم آربکین تحت پرایم سرمایی G۵۰۰ همراه با پرایم با اسید به دست آمد. هر چند در شرایط عدم پرایم با اسید نیز، رقم آربکین با پرایم سرمایی G۵۰۰ بیش‌ترین سرعت جوانه‌زنی را نشان داد (شکل ۹).

میزان مواد محرک رشد از جمله اسید جیبرلیک در بذر نسبتاً کم است. این مقدار با افزایش چینه سرمایی افزایش می‌یابد (۱۰). افزایش مواد محرک رشد در بذر، سرعت جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه را افزایش می‌دهد. چینه سرمایی، میزان اسید آبسیزیک را در

زمان رسیدن بذر کاهش می‌دهد و بر میزان جیبرلین و سیتوکینین می‌افزاید. در سه گونه گلابی وحشی، ۶۰ روز چینه سرمایی، بهترین تیمار برای رفع رکود بذر بود (۱۴). پرایمینگ سرمایی بذر بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی اثر مثبت دارد. بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی در بذر زیتون رقم کرونایکی پس از حذف کامل درون‌بر میوه و کاربرد تیمار سرمایی به مدت ۵۰۰ ساعت به دست آمد (۸). تیمار ۵ تا ۷ درجه سانتی‌گراد سرمادهی به مدت ۳۰ روز، بهترین تیمار برای رفع خفتگی بذر زیتون بود (۷). تیمار شیمیایی با اسید سولفوریک و چینه سرمایی در ۴ تا ۵ درجه سانتی‌گراد به مدت سه هفته باعث تحریک بالاترین درصد جوانه‌زنی بذر عناب وحشی شد (۵).



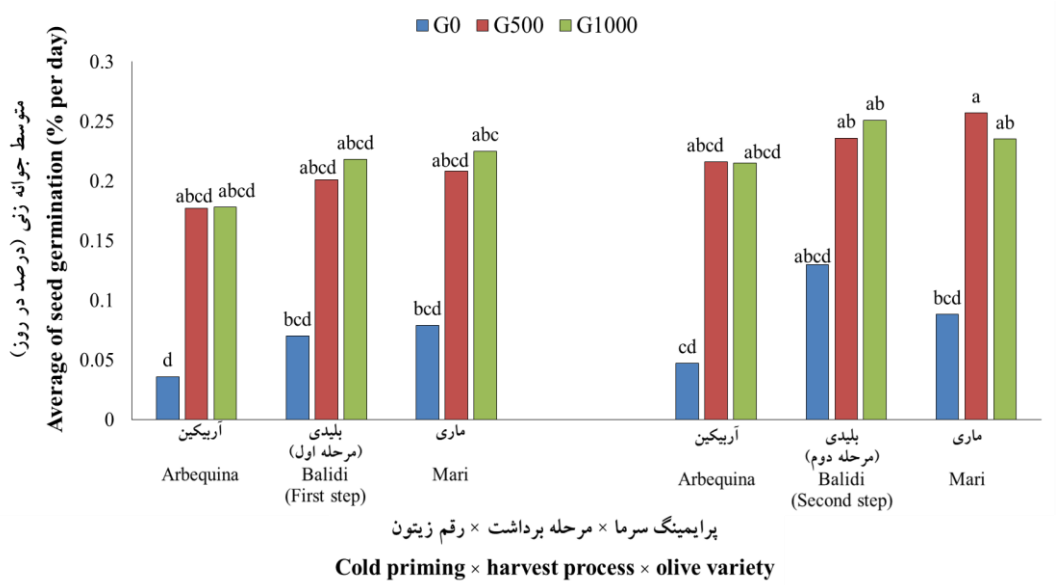
شکل ۹- مقایسه میانگین اثر متقابل پرایمینگ سرما × پرایمینگ اسید × رقم بر سرعت جوانه‌زنی.

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک می‌باشند فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد به روش آزمون LSD می‌باشند

Fig. 9. Mean comparison of the interaction effect of cold priming × acid priming × variety on seed velocity. Means with the same letters on each column have not significantly different at the probably level of 5% based on LSD test

متوسط جوانه‌زنی: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر ساده پرایمینگ اسید، پرایمینگ سرما و اثر متقابل سه‌گانه پرایمینگ سرما × پرایمینگ اسید × رقم، مرحله برداشت × پرایمینگ اسید × رقم و مرحله برداشت × پرایمینگ سرما × رقم، بر متوسط جوانه‌زنی در سطح احتمال یک درصد و بر پرایمینگ اسید × رقم در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). مقایسه میانگین اثرات اصلی نشان داد که بین مراحل برداشت و ارقام زیتون از نظر متوسط جوانه‌زنی به لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. مقایسه میانگین اثرات اصلی پرایمینگ سرما و اسید نشان داد که پرایم سرمایی G۵۰۰ و G۱۰۰۰ نسبت به عدم پرایم سرمایی و پرایم با اسید، به طور معنی‌داری متوسط جوانه‌زنی را افزایش دادند. مقایسه میانگین اثر متقابل مرحله برداشت × پرایمینگ سرما × رقم زیتون بر متوسط جوانه‌زنی نشان داد که در مرحله برداشت اول در هر سه رقم با افزایش زمان پرایم سرمایی متوسط جوانه‌زنی به طور معنی‌داری افزایش

یافت، به طوری که در هر سه رقم، بیشترین متوسط جوانه‌زنی در پرایم سرمایی G۱۰۰۰ مشاهده شد. در مرحله برداشت دوم، واکنش ارقام زیتون به پرایمینگ سرما متفاوت بود، به طوری که در رقم آربکین بین G۵۰۰ و G۱۰۰۰ اختلاف معنی‌داری وجود نداشت اما نسبت به G۰ برتری معنی‌داری داشتند. در رقم بلیدی نیز G۱۰۰۰ نسبت به G۵۰۰ و G۰ برتر بود، اما این برتری نسبت به پرایم سرمایی G۵۰۰ به لحاظ آماری معنی‌دار نبود. در رقم ماری نیز پرایم G۵۰۰ نسبت به دو پرایم دیگر سرمایی متوسط جوانه‌زنی بالاتری را نشان داد (شکل ۱۰).

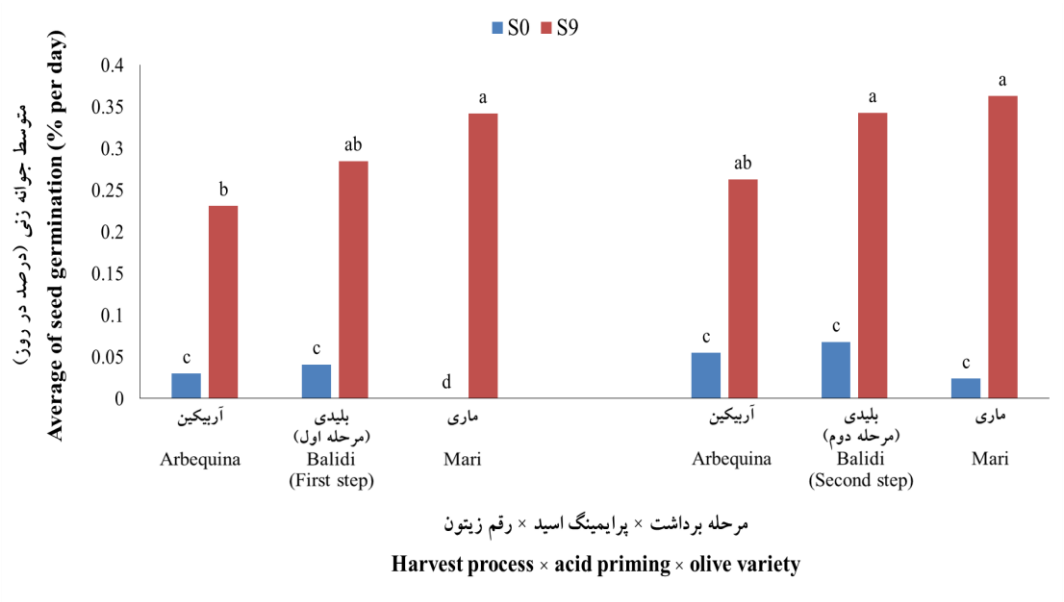


شکل ۱۰- مقایسه میانگین اثر متقابل پرایمینگ سرما × مرحله برداشت × رقم بر متوسط جوانه‌زنی بذر.

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک می‌باشند فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد به روش آزمون LSD می‌باشند

Fig. 10. Mean comparison of the interaction effect of cold priming × harvest process × variety on average of seed germination.
Means with the same letters on each column have not significantly different at the probably level of 5% based on LSD test

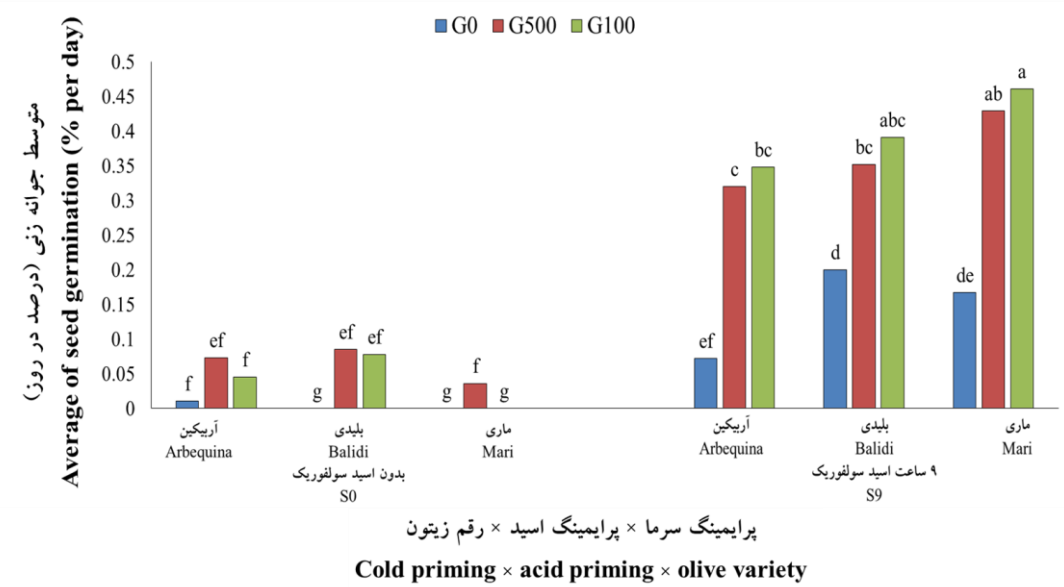
مقایسه میانگین اثر متقابل مرحله برداشت × پرایمینگ اسید × رقم نشان داد که در هر دو مرحله برداشت و در هر سه رقم، پرایمینگ اسیدی به طور معنی‌داری متوسط جوانه‌زنی را نسبت به بذور پرایم‌نشده با اسید افزایش دادند (شکل ۱۱). مقایسه میانگین اثر متقابل پرایمینگ سرما × پرایمینگ اسید × رقم زیتون بر متوسط جوانه‌زنی نشان داد که در شرایط عدم پرایم با اسید در رقم آربکین و ماری، بیش‌ترین متوسط جوانه‌زنی از پرایم سرمایی G۵۰۰ به‌دست آمد، اما در رقم بلیدی بین پرایم سرمایی G۵۰۰ و G۱۰۰۰ اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. در شرایط پرایم با اسید، در هر سه رقم، با افزایش مدت زمان سرمادهی، متوسط جوانه‌زنی به‌طور معنی‌داری افزایش یافت و پرایم سرمایی G۱۰۰۰ بیش‌ترین متوسط جوانه‌زنی را نشان داد. در مجموع، بیش‌ترین متوسط جوانه‌زنی در رقم ماری تحت پرایم سرمایی G۱۰۰۰ همراه با پرایم با اسید به دست آمد، هر چند در شرایط عدم پرایم با اسید، رقم ماری فقط به پرایم سرمایی G۵۰۰ واکنش نشان داد (شکل ۱۲).



شکل ۱۱- مقایسه میانگین اثر متقابل مرحله برداشت × پرایمینگ اسید × رقم بر متوسط جوانه‌زنی بذر.

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک می باشند فاقد اختلاف معنی دار در سطح احتمال پنج درصد به روش آزمون LSD می‌باشند

Fig. 11. Mean comparison of the interaction effect of harvest process × acid priming × variety on average of seed germination.
Means with the same letters on each column have not significantly different at the probably level of 5% based on LSD test

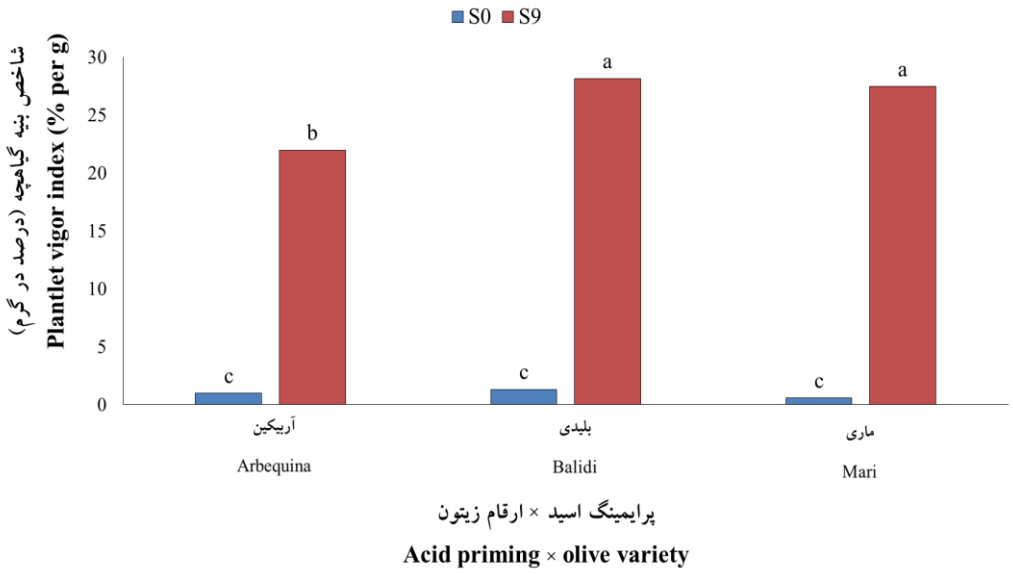


شکل ۱۲- مقایسه میانگین اثر متقابل پرایمینگ سرما × پرایمینگ اسید × رقم بر متوسط جوانه‌زنی بذر.

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک می‌باشند فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد به روش آزمون LSD می‌باشند

Fig. 12. Mean comparison of the interaction effect of cold priming × acid priming × variety on average of seed germination.
Means with the same letters on each column have not significantly different at the probably level of 5% based on LSD test

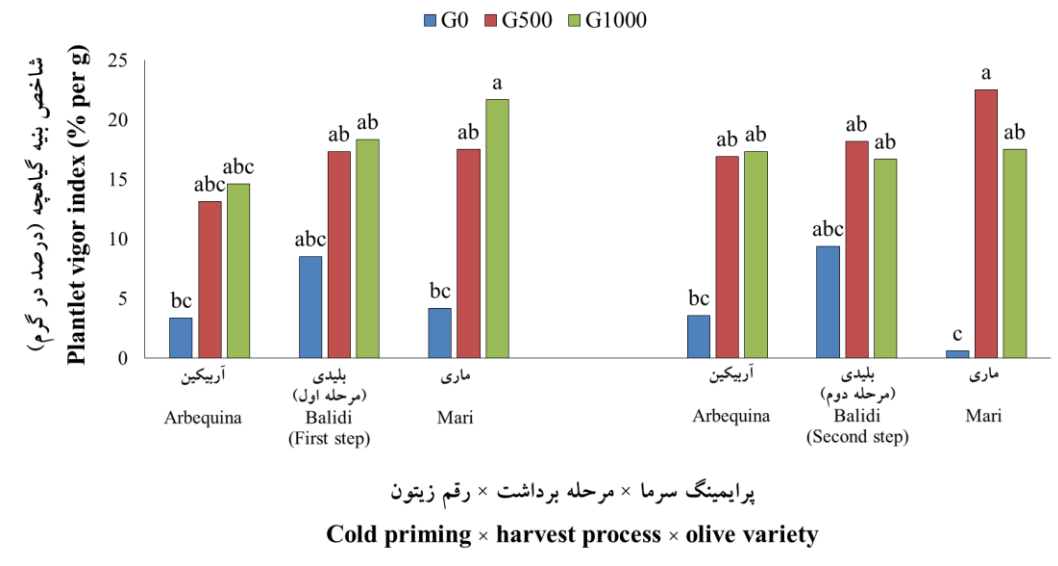
شاخص بنیه گیاهچه: اثر ساده پرایمینگ سرما، پرایمینگ اسید، ارقام زیتون و اثر متقابل دوگانه مرحله برداشت × پرایمینگ سرما، پرایمینگ اسید × پرایمینگ سرما، پرایمینگ اسید × رقم زیتون و پرایمینگ سرما × رقم زیتون بر شاخص بنیه گیاهچه در سطح احتمال یک درصد و بر زمان برداشت × پرایمینگ سرما × رقم در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). بذور پرایم‌شده نسبت به بذور پرایم‌نشده شاخص بنیه گیاهچه بیش‌تری را نشان دادند. هم‌چنین مقایسه میانگین اثر اصلی رقم نیز نشان داد که ارقام بلیدی و ماری نسبت به رقم آربکین شاخص بنیه گیاهچه بالاتری داشتند. مقایسه میانگین اثر متقابل پرایمینگ اسید × رقم زیتون بر شاخص بنیه گیاهچه نشان داد که در هر سه رقم زیتون، پرایمینگ اسیدی به طور معنی‌داری شاخص بنیه گیاهچه را نسبت به بذور پرایم‌نشده با اسید افزایش داد. در بین تیمارها، رقم بلیدی و ماری تحت پرایم با اسید، بیش‌ترین شاخص بنیه گیاهچه (۲۷ درصد در گرم) را نشان دادند. شاخص بنیه گیاهچه در هر سه رقم بدون تیمار با اسید، پایین (حدود ۲-۱ درصد در گرم) بود (شکل ۱۳). مقایسه میانگین اثر متقابل مرحله برداشت × پرایمینگ سرما × رقم زیتون بر شاخص بنیه گیاهچه نشان داد که در مرحله برداشت اول در هر سه رقم با افزایش زمان پرایم سرمایی متوسط جوانه‌زنی به طور معنی‌داری افزایش یافت (اگرچه این افزایش در رقم بلیدی و ماری به لحاظ آماری معنی‌دار نبود)، به‌طوری‌که در هر سه رقم، بیش‌ترین متوسط جوانه‌زنی (از حدود ۱۴ تا ۲۱ درصد در گرم) در پرایم سرمایی G۱۰۰۰ مشاهده شد. در مرحله برداشت دوم، واکنش رقم ماری و بلیدی به پرایمینگ سرما مشابه بود به طوری که در این دو رقم بین G۵۰۰ و G۱۰۰۰ اختلاف معنی‌داری وجود نداشت، اما نسبت به G۰ برتری معنی‌داری داشتند. در رقم ماری نیز G۵۰۰ نسبت به G۱۰۰۰ و G۰ شاخص بنیه بالاتری را نشان داد. در هر دو مرحله برداشت، رقم ماری، بیش‌ترین شاخص بنیه گیاهچه (۲۳ درصد در گرم) را نشان داد (شکل ۱۴).



شکل ۱۳- مقایسه میانگین اثر متقابل پرایمینگ اسید × رقم بر شاخص بنیه گیاهچه.

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک می‌باشند فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد به روش آزمون LSD می‌باشند

Fig. 13. Mean comparison of the interaction effect of acid priming × variety on plantlet vigor index. Means with the same letters on each column have not significantly different at the probably level of 5% based on LSD test



شکل ۱۴- مقایسه میانگین اثر متقابل پرایمینگ سرما × مرحله برداشت × رقم بر شاخص بنیه گیاهچه.

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک می‌باشند فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد به روش آزمون LSD می‌باشند

Fig. 14. Mean comparison of the interaction effect of cold priming × harvest process × variety on plantlet vigor index. Means with the same letters on each column have not significantly different at the probably level of 5% based on LSD test

تولید دانهال‌های بیش‌تر و قوی‌تر زیتون، برای توسعه باغ‌های زیتون در ۲۲ استان کشور از نظر اقتصادی، زیست‌محیطی و جلوگیری از فرسایش خاک به ویژه در اراضی شیب‌دار دارای اهمیت است. در این پژوهش، راهکار مؤثری برای افزایش شاخص‌های جوانه‌زنی در بذر زیتون ارائه گردید. بذر زیتون به‌دلیل خفتگی میکانیکی و شیمیایی، از خفتگی دوگانه برخوردار است (۹). خراش‌دهی شیمیایی به‌طور گسترده‌ای برای غلبه بر خفتگی فیزیکی بذر استفاده شده است (۳، ۱۶). پرکاربردترین تیمار شیمیایی برای غلبه بر خفتگی فیزیکی، استفاده از اسید سولفوریک است. اسید سولفوریک با حذف بخشی از پوسته بذر و ظاهر شدن سلول‌های لومن و ماکرواسکلرئید، باعث افزایش جذب آب توسط بذر می‌شود که جوانه‌زنی مناسب‌تر را به دنبال خواهد داشت (۱۷). تیمار با اسید سولفوریک و سپس چینه سرمایی باعث رفع خفتگی جنین و افزایش سرعت جوانه‌زنی آن می‌شود (۱۸).

ارقام مختلف یک گیاه با توجه به خصوصیات ژنتیکی، فیزیولوژیکی و ریخت‌شناختی می‌توانند تأثیر متفاوتی از تیمارها دریافت کنند. نتایج این پژوهش نشان داد که در بین ارقام به کار گرفته شده، رقم ماری با توجه به بومی‌بودن در شهرستان رودبار، از نظر تولید (دومنظوره) روغنی و خوراکی به عنوان رقم برتر در شاخص‌های جوانه‌زنی به همراه سایر تیمارها (اسیدی و سرمایی) معرفی می‌گردد.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج به‌دست آمده از این پژوهش نشان دادند که عامل خفتگی و عدم جوانه‌زنی در بذر زیتون هم میکانیکی و هم فیزیولوژیکی است. تیمارهای فیزیکی مانند سرمادهی، اثرات متفاوتی روی جوانه‌زنی بذرهای ارقام مختلف زیتون داشتند. تیمار شیمیایی با اسید سولفوریک، جوانه‌زنی بذر را افزایش داد. مرحله برداشت بذر نیز نقش زیادی در کاهش شدت خفتگی بذر دارد. رقم آربکین با ۹ ساعت تیمار اسید در

مرحله اول و دوم و ماری با ۹ ساعت تیمار اسید در مرحله دوم، بیش‌ترین درصد جوانی‌زنی را داشتند. هم‌چنین اثر متقابل سرما، اسید و رقم نشان داد که رقم آربکین با تیمار ۱۰۰۰ ساعت سرما و ۹ ساعت اسید، بیش‌ترین درصد جوانی‌زنی را داشت. متوسط جوانه‌زنی، با تیمار ۹ ساعت اسید و ۵۰۰ و ۱۰۰۰ ساعت سرما در هر سه رقم در مرحله اول افزایش یافت اما در مرحله دوم برداشت، رقم بلیدی با ۱۰۰۰ ساعت سرما و رقم ماری با ۵۰۰ ساعت سرما متوسط جوانه‌زنی بیش‌تری داشتند. نتایج این آزمایش نشان داد که در ارقام مختلف زیتون، کاربرد تلفیقی پرایمینگ سرما و اسید سولفوریک، تعداد روز تا سبز شدن (۴ تا ۳۶/۵ روز) را کاهش داد اما درصد جوانه‌زنی (۱۲ تا ۶۷ درصد)، سرعت جوانه‌زنی (۱/۲۰ تا ۳/۵۴ بذر در روز) و شاخص بنیه گیاهچه (۱ تا ۲۷ درصد) را افزایش داد. در بین ارقام مختلف زیتون نیز رقم ماری واکنش بیش‌تر و بهتری به پرایمینگ نشان داد که این واکنش در مرحله برداشت دوم مشهودتر بود.

منابع

1.Imani, A. 2011. Reproduction and recognition of fruit trees. First volume. Islamic Azad University, Abhar Branch.

2.Rugini, E., Biasi, R., Maganu, M., Aversa, G., Maggini, F., Martelli, G.P., Zamboni, E., Zuccherelli, G. and Barba, M. 2001. Concentrated action for improving the quality of olive nursery production. Revista de Ciencias Agraria. 63: 11-24.

3.Arji, I., Rostami Dasgerdee, M. and Gerdekaneh, M. 2020. Comparison of acid scarification, cold stratification on seed germination of three olive cultivars. Iran. J. Seed Sci. Technol. 9: 2. 119-132 (In Persian)

4.Lal, S., Ahmed, N., Srivastava, K.K. and Singh, D.B. 2015. Olive (*Olea europaea* L.) seed germination as affected by different scarification treatments. Afr. J. Agric. Res. 10: 35. 3570-3574.

5.Aboutalebi, A., Hasanzada, H. and Hosseini Farahi, M. 2012. Effect of various treatments on seed germination characteristics of wild ziziphus (*Ziziphus spina-christi*). World Appl. Sci. J. 17: 7. 900-904.

6.Rostami, A.A. and Shasavar, A. 2009. Effects of seed scarification on seed germination and early growth of olive seedlings. J. Biol. Sci. 9: 825-828.

7.Sadeghi, B. and Aboutalebi, A. 2011. Comparison of the effect of chemical treatments, complete endocarp removal and cold stratification on olive seed germination. The 5th Nat. Conf. on New Ideas in Agriculture. Shiraz, Iran. (In Persian)

8.Rostami Dastjerdi, M., Arji, I. and Gerdkaneh, M. 2014. Comparison of scarification with acid, stratification and elimination of endocarp on germination of three olive varieties. 2th Intl. Cong. Sustainable Agric. Nat. Sci. Tehran, Iran. 13p. (In Persian)

9.Fabbri, A., Bartolini, G., Lambardi, M. and Kailis, S. 2004. Olive Propagation Manual. Csiro Publishing.

10.Amiri, J. and Rahemi, M. 2006. Evaluation of differences of gibberellic acid-like materials during cold stratification in olive seed. Sci. Technol. Agric. Nat. Resour. 10: 3. 311-319.

11.Heidari, M., Rahemi, M. and Daneshvar, M.H. 2008. Effect of mechanical, chemical scarification and stratification on seed germination of *Prunus scoparia* (Spach.) and *Prunus webbi* (Spach.) Vierh. Am.-Eur. J. Agric. Environ. Sci. 3: 114-117.

12.Shahi Gharahlar, A., Zamani, Z. and Khdivi Khub, A. 2009. Effects of sulfuric acid and moist chilling on dormancy breaking of some subgenus *Cerasus* wild genotyps. Proc. 6th Iran. Hortic. Sci. Cong. Fac. Agric. Sci. Gilan Univ. (In Persian)

13.Barbosa, D., Gealdo, M.O., Alvarenga, M., Matovani, E. and Sants. 2005. Effect of acid scarification and different

temperatures on physiological quality of *Strelitzia reginae* seeds. Rev. Bras. Sementes. 27: 71-77.

14. Akbari Mousavi, Z. and Saadat, Y.A. 2006. Breaking dormancy and germination of wild pear (*Pyrus* spp.) seeds. Iran. J. Rangelands Forests Plant Breeding Genet. Res. 14: 2. 92-104. (In Persian)
15. Rezvani, H., Asghari, J. and Ehteshami, S. 2012. Investigation of prechilling and scarification (chemical and physical) treatments in break of wild mustard (*Sinapis arvensis*) seed dormancy. Iran. J. Seed Sci. Technol. 2: 2. 147-159. (In Persian)
16. Hartmann, H.T., Kester, D.E., Davies, F.T. and Greeve, R.L. 2001. Principles and Practices of Plant Propagation. 6th Edn., Prentice Hall Publishers, London. Crop Sci. 30: 493-500.
17. Bnalis, G.J., Minas, C., Gregorios, C., Demoliou, A. and Htazopolouls, K. 2003. Genetic diversity among accession of an ancient olive variety of Cyprus. Genome. 46: 3. 370-376.
18. Bubici, G. and Cirulli, M. 2011. Control of verticillium wilt of olive by resistant rootstocks. Plant Soil. 352: 363-376.