یافته‌های نوین در علوم زیستی
جلد ۷، شماره ۱، صفحات ۸۵ الی ۹۱ (۱۳۹۹)
انتشارات دانشگاه خوارزمی

Nova Biologica Reperta 7(1): 85-91 (2020)
Print ISSN: 2423-6330/Online ISSN: 2476-7115
https://nbr.khu.ac.ir; Kharazmi University Press; DOI: 10.29252/nbr.7.1.85

تاثیر میدان مغناطیسی و اسموپرایمینگ بر جوانه‌زنی و رویش بذر بنه

وحیده پیام‌نور[۱]، اکرم حسنی ساطحی[۱]، صادق آتشی[۲] و عباس رضایی‌اصل[۳]

[۱]گروه جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل، دانشکده علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران؛[۲] گروه باغبانی، دانشکده تولیدات گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران؛[۳] گروه ماشین آلات کشاورزی، دانشکده مهندسی آب و خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

مسئول مکاتبات: وحیده پیام نور، payamnoor@gau.ac.ir

چکیده. تحقیق حاضر با هدف بهبود شاخص‌های جوانه‌زنی و عملکرد اولیه بذر بنه با بررسی تأثیر احتمالی میدان مغناطیسی و همچنین تیمارهای بهبود دهنده اسموپرایمینگ به‌صورت همزمان انجام‌شده است. ۱۰ سطح تیمار مغناطیسی شامل ۱۰، ۲۰ و ۳۰ میلی تسلا به مدت ۵، ۱۵، ۲۵ دقیقه و تیمار شاهد (بدون قرار گرفتن در معرض میدان مغناطیسی) در سه تکرار انجام و بهترین سطح مغناطیس انتخاب شد. نتایج نشان داد که قرار دادن بذر در معرض میدان موجب افزایش طول ساقه‌چه، ریشه‌چه و طول کل گیاهچه، وزن تر و خشک ساقه‌چه، ریشه‌چه و سرعت جوانه‌زنی نسبت به تیمار شاهد می‌شود ولی بر درصد جوانه‌زنی و یکنواختی بذرها تأثیر معنی‌داری ندارد. بذرهای قرارگرفته در معرض میدان مغناطیسی با تیمار انتخابی برتر (۱۰ میلی تسلا به مدت ۱۵ دقیقه) با محلول‌های نیترات پتاسیم، هیومیک اسید و سالیسیلیک اسید در سطوح ۱۰، ۲۵ و ۴۰ میلی‌مولار و تیمار شاهد (بهترین سطح میدان مغناطیسی) در سه تکرار پیش تیمار شدند. بهترین نتایج از هیومیک اسید (۲۵ میلی‌مولار) به‌دست آمد. با توجه به هزینه پایین خرید و یا ساخت دستگاه مغناطیس کننده و آثار مثبت آن پیشنهاد می‌شود تا به‌منظور بالا بردن کیفیت نهال‌های تولیدی بنه از این تیمار (۱۰ میلی تسلا به مدت ۱۵ دقیقه) به‌صورت مشترک با هیومیک اسید (۲۵ میلی مولار) استفاده شود.

واژه‌های کلیدی. سالیسیلیک اسید، عملکرد اولیه بذر، میلی تسلا، نیترات پتاسیم، هیومیک اسید

The effects of magnetism and osmopriming on seed germination and vegetative characteristics of *Pistacia atlantica*

Vahide Payamenoor[1], Akram Hasani Satehi[1], Sadegh Atashi[2] & Abbas Rezaii Asl[3]

[1]Department of Forest Ecology and Silviculture, Faculty of Forest Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran; [2]Department of Horticulture, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran; [3]Department of Agricultural Machinery, Faculty of Water and Soil Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

Correspondent author: Vahide Payamenoor, payamnoor@gau.ac.ir

Abstract. The present study aimed to increase the seed germination and the initial performance of pistachio seeds by investigating the effects of the magnetic field and osmopriming treatments simultaneously. 10 treatment levels of 10, 20 and 30 mT for 5, 15, 25 minutes and 1 control treatment (without exposure to a magnetic field) were performed in three replicates and the best level of magnetic surface was selected. The results showed that seeds subjected to the magnetic field showed an increase in plumule length, radicle length, total length of seedlings, fresh and dry weight of plumule as well as radicle and germination speed compared with the control treatment. However, there was no significant difference in the germination percentage and uniformity of seeds. Magnetized seeds, with the superior selective treatment (10 mT for 15 minutes), were primed with solutions of potassium nitrate, humic acid and salicylic acid at levels of 10, 25 and 40 mM and a control level (the best level of magnetism) in three replicates. The best result was obtained from humic acid (25 mM). With regard to the low cost of the purchase or construction of magnetic devices and their positive effects, their application could be recommended (10 mT for 15 minutes) combined with the humic acid (25 mM)) so that the quality of pistachio seedlings production would be increased.

Keywords. humic acid, millitesla, potassium nitrate, salicylic acid, seed initial performance

Received 28.05.2017/ Revised 10.05.2018/ Accepted 16.05.2018/ Published 04.04.2020

دریافت: ۱۳۹۶/۰۳/۰۷/ اصلاح: ۱۳۹۷/۰۲/۲۰/ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۲/۲۶/ انتشار: ۱۳۹۹/۰۱/۱۶

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1399.7.1.2.4]
[DOI: 10.29252/nbr.7.1.85]

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1399.7.1.2.4]
[DOI: 10.29252/nbr.7.1.85]

مقدمه

بنه با نام علمی *Pistacia atlantica* Desf. از تیره پسته‌ایان (Anacardiaceae) است (Khatamsaz, 1988). مساحت رویشگاه‌های این گیاه با ارزش در کشور معادل ۲/۴ میلیون هکتار است که به دلایل مختلف ازجمله آتش‌سوزی، تغییر کاربری، چرای دام، عوامل ژنتیکی و محیطی متعدد، بهره‌برداری نادرست از صمغ همراه با سایر فعالیت‌های انسانی مورد تخریب قرارگرفته است (Zahedi Pour et al., 2004). این‌گونه به لحاظ اقتصادی ازنظر تولید صمغ (سقز) و بهره‌برداری از آن در تولید انواع فراورده‌های دارویی و بهداشتی حائز اهمیت بوده و میوه و شاخ و برگ آن نیز در تغذیه و تولید علوفه مورد استفاده قرار می‌گیرد. همچنین به لحاظ زیست‌محیطی نیز در حفاظت خاک و جلوگیری از فرسایش، تلطیف آب‌وهوای منطقه، تأمین آب‌های زیرزمینی و نیز به‌عنوان مأمن و مأوای حیات‌وحش مورد توجه بوده و به دلیل مقاومت بسیار بالا در تحمل به خشکی و سایر شرایط نامناسب محیطی از ارزش و اهمیت خاصی برخوردار است (Zahedi Pour et al., 2004). پدیده تغییر اقلیم و خشکی و تأثیر آن بر اکوسیستم‌های جنگلی، همچنین وضعیت نامناسب اکوسیستم جنگلی زاگرس و ضرورت استفاده از گونه-های درختچه‌ای موجب توجه به این‌گونه در جنگل‌کاری‌ها شده است (Goujani et al., 2013). با توجه به اهمیت و گستردگی گونه‌های پسته وحشی در جنگل‌های خارج از محدوده شمال کشور (اکثر اقلیم‌های خشک، نیمه خشک و نیمه مرطوب ایران از خراسان تا ایلام و از آذربایجان تا سیستان و بلوچستان) و همچنین مشکلات جوانه‌زنی آن به دلیل پوسته سخت بذر، افزایش کیفی و کمی عملکرد بذر می‌تواند در تولید نهال‌های بهتر مفید واقع شود.

تحریک گیاهان با استفاده از میدان مغناطیسی به‌تازگی به‌عنوان راهکاری جهت افزایش کمیت و کیفیت عملکرد مورد توجه قرارگرفته است (Aladjadjiyan, 2007; Dhawi et al., 2009; Vasilevski, 2003). این تیمار، هم فعالیت یون‌ها و هم قطبی شدن مولکول‌های دوقطبی را در سلول‌های زنده تحت تأثیر قرار می‌دهد (Dhawi et al., 2009; Kordas, 2002). خصوصیات مغناطیسی مولکول‌ها، توانایی آن‌ها را برای جذب و سپس انتقال انرژی میدان مغناطیسی به نوع دیگری از انرژی و انتقال این انرژی به ساختارهای دیگر سلول‌های گیاه و فعال نمودن آن‌ها تعیین می‌نماید (Aladjadjiyan, 2010). اثرات مثبت میدان مغناطیسی در بیوسنتز پروتئین‌ها، تکثیر سلول، فعالیت‌های بیوشیمیایی، میزان تنفس، فعالیت آنزیم‌ها، میزان اسیدنوکلئیک و دوره رشد و نمو اثبات شده است (Cakmak et al., 2009). نتایج برخی آزمایش‌ها نشان داده است که میدان الکترومغناطیسی می‌تواند مراحلی از رشد گیاه مانند درصد جوانه‌زنی و سرعت سبز شدن را افزایش دهد (Martinez et al., 2009). با این‌حال نتایج متفاوتی از تأثیر میدان مغناطیسی بر رشد ریشه برخی گیاهان گزارش شده است. Belyavskaya (2004) گزارش کرد که میدان مغناطیس ضعیف می‌تواند با اختلال بر روی تقسیم سلولی و اندازه میتوکندری تأثیر بازدارندگی بر رشد ریشه‌های اولیه داشته باشد. تغییرات در سطوح داخل سلول، تراکم یون کلسیم و یون‌های دیگر نظیر پتاسیم در سرتاسر غشاء سلولی می‌تواند موجب تغییر در فشار اسمزی و قدرت جذب بافت‌های سلول به‌دست‌آمده شوند (Feizi & Rezvani Moghaddam, 2011). نتایج به‌دست‌آمده از در معرض قرار دادن بذر و گیاهان با میدان مغناطیسی نشان‌دهنده اثرات مثبت آن در فرایندهای متابولیکی گیاه و نیز خاک است که شامل افزایش سرعت واکنش‌های بیولوژیکی، قطبی شدن عناصر و مواد در گیاه، اثر بر روی رفتار آب در گیاه، افزایش تحمل به تنش گرما و خشکی، افزایش قدرت جذب آب و مواد معدنی توسط ریشه، قابل‌دسترس شدن عناصر و مواد در خاک، کاهش PH خاک، افزایش اکتیواسیون یون‌ها، رشد و نمو بیشتر آوندها و سلول‌های پارانشیمی، افزایش میزان کلروفیل و تأخیر در پیری، کاهش خسارت بیماری‌ها، بهبود رشد و نمو و عملکرد گیاه می‌شود (Feizi & Rezvani Moghaddam, 2011). مطالعه زیادی در خصوص بررسی میدان مغناطیسی بر روی بذرهای جنگلی انجام نشده است ولی بر روی بذر برخی صیفی‌جات ازجمله کاهو (Garcia & Arza, 2001) و گوجه-فرنگی (Abou El-Yazied et al., 2011) تحقیقاتی صورت گرفته که نشان‌دهنده اثرات مثبت این تیمار در بهبود عملکرد گیاهچه‌ها بوده است، بدین ترتیب که میدان مغناطیسی منجر به افزایش قابل‌توجه در درصد جوانه‌زنی، کاهش زمان مورد نیاز برای جوانه‌زنی و بهبود جوانه‌زنی بذر گردیده است. نوآوری‌هایی نیز در زمینه استقرار هر چه بهتر بذر توسط محققان مختلف صورت گرفته ازجمله این موارد می‌توان به پرایمینگ (آبدهی بذر به‌صورت کنترل‌شده) اشاره کرد (Foti et al., 2002). یکی از رایج‌ترین روش‌های پرایمینگ، اسموپرایمینگ (استفاده از محلول‌های اسمزی) است. گزارش‌های مختلف بیانگر آن است که پرایمینگ باعث افزایش درصد، سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی و عملکرد در گیاهان می‌شود (Murungu et al., 2003; Basra et al., 2004). همچنین گزارش‌شده است که این تکنیک باعث افزایش دامنه جوانه‌زنی بذرها در شرایط محیطی تنش‌زا قبیل تنش شوری، خشکی و دما می‌شود (Ashraf & Foolad,

2005). در این خصوص اثرات مثبت بسیاری از محلول‌های اسمزی چون نیترات پتاسیم، سولفات پتاسیم، پلی‌اتیلن گلیکول، سالیسیلیک‌اسید، هیومیک‌اسید، کلریدسدیم و غیره بررسی و در بسیاری از موارد به اثبات رسیده است (Nimir et al., 2015; Sheteiwy et al., 2015; Sheteiwy et al., 2017; Khan et al., 2017; Singh et al., 2014; Sedaghathoor et al., 2015). هدف از انجام این مطالعه بررسی امکان بهبود صفات جوانه‌زنی و بنیه بذر پسته وحشی با استفاده از میدان مغناطیسی و همچنین تیمارهای اسموپرایمینگ شامل (اسیدهیومیک، نیترات پتاسیم و اسیدسالیسیلیک) است.

مواد و روش‌ها

بذرها به‌صورت تصادفی از ۱۰ پایه مادری واقع در منطقه حفاظت‌شده سبزکوه که وسعتی بالغ بر ۵۴۲۰۰ هکتار دارد و در فاصله ۱۵۰ کیلومتری از مرکز استان چهارمحال و بختیاری و ۳۰ کیلومتری شهر لردگان واقع‌شده، جمع‌آوری گردیدند. بذرها بعد از شکستن خواب به‌وسیله سرمادهی به مدت ۴۰ روز، به‌صورت دسته‌های ۳۰تایی در داخل پاکت پلاستیکی در دستگاه مغناطیس کننده بذر قرار گرفتند. برای این کار از مگنت‌هایی به ابعاد ۲/۳× ۵×۲/۵ سانتی‌متر استفاده شد. هر مگنت شامل دو قطعه بود (به‌صورت جفت) که در حالت دافعه (قطب‌های همنام روبروی هم) نسبت به هم قرار داشتند. تیمارهای آزمایشی شامل سطوح میدان مغناطیسی ثابت ۱۰، ۲۰ و ۳۰ میلی تسلا به مدت ۵، ۱۵ و ۲۵ دقیقه، و تیمار شاهد (بدون قرارگیری در معرض میدان مغناطیسی) بودند. بنابراین آزمایش با تعداد ۱۰ تیمار در قالب طرح کاملاً تصادفی و سه تکرار انجام شد. ضدعفونی بذرها با استفاده از قارچ‌کش بنومیل دو در هزار (۳۰ دقیقه) و هیپوکلریت سدیم ۱۰درصد (۵ دقیقه) انجام و در نهایت سه بار آب‌شویی، با آب مقطر بود. بذرهای تیمار شده در گروه‌های ۱۰تایی در پتری‌دیش‌ها کشت و در شرایط دمایی ۱±۲۴ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. شمارش روزانه تعداد بذرهای جوانه‌زده به مدت ۲۵ روز انجام و بذرهایی که طول ریشه‌چه آن‌ها بیش از ۲ میلی‌متر بود، به‌عنوان بذرهای جوانه‌زده شمارش شدند (ISTA, 2009). در روز آخر تعداد گیاهچه‌های عادی شمارش و نیز طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه، وزن تر و خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه اندازه‌گیری بهترین تیمار مغناطیس انتخاب گردید. در مرحله بعد بذرها ضدعفونی و سپس با تیمار انتخاب‌شده مغناطیس و پس‌ازآن با نیترات پتاسیم، سالیسیلیک اسید و هیومیک اسید پیش تیمار شدند. سطوح تیمارهای مورد آزمایش شامل ۴۰، ۲۵ ، ۱۰ میلی مولار و تیمار شاهد بودند. بذرهای تیمارشده به‌صورت ۱۶ تایی در پتری‌دیش‌ها قرار گرفتند. شمارش روزانه تعداد بذرهای جوانه‌زده به مدت ۲۵ روز انجام و صفات موردنظر اندازه‌گیری شدند. درصد، سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی توسط نرم‌افزار Germin (Soltani & Maddah, 2010) انجام شد. به منظور تجزیه تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS 16 استفاده شد، نرمال بودن داده‌ها با آزمون کولوموگرف- اسمیرنوف بررسی شد. برای مقایسه تیمارها از طرح فاکتوریل دو عامله (میدان مغناطیس در زمان‌های مختلف) و جهت مقایسه میانگین از آزمون چند دامنه دانکن استفاده گردید.

نتایج

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که سطوح میدان مغناطیسی بر صفات مورد مطالعه به‌جز درصد جوانه‌زنی و یکنواختی تأثیر معنی‌داری داشتند (جدول ۱). جدول ۲ نتایج مقایسه میانگین صفات جوانه‌زنی بذرها را تحت تیمارهای میدان مغناطیس نشان می‌دهد. بالاترین سرعت جوانه‌زنی در تیمار ۱۰ میلی‌تسلا میدان مغناطیسی به مدت ۵ دقیقه به دست آمد. بالاترین طول ساقه‌چه در گیاهچه‌های حاصل از بذرهایی که با ۲۰ میلی‌تسلا به مدت ۵ دقیقه، تحت تأثیر میدان مغناطیسی قرارگرفته بودند مشاهده شد (۵۰ میلی‌متر) که به‌مراتب بیشتر از شاهد (۳۵ میلی‌متر) بود. تیمار ۱۵ دقیقه‌ای ۲۰ و ۱۰ میلی تسلا نیز با ۴۹ و ۴۸ میلی‌متر نیز در رتبه بعدی قرار داشتند. بیشترین طول ریشه‌چه و گیاهچه نیز در همین میدان و زمانی که بذرها به‌مدت ۱۵ دقیقه تحت تأثیر میدان قرارگرفته بودند و پس‌ازآن در تیمار ۲۰ میلی‌تسلا در همین زمان به دست آمد. بیشترین وزن تر ساقه‌چه و ریشه‌چه نیز در گیاهچه‌هایی حاصل شد که بذرها با میدان ۲۰ میلی تسلا مغناطیس به‌مدت ۱۵ دقیقه تیمار شده بودند. به‌منظور انتخاب مناسب‌ترین تیمار برای ادامه آزمایش و با توجه به نتایج جدول ۲، دو تیمار برتر برای هر صفت مورد اندازه‌گیری تعیین و بررسی گردید. در آخر و با توجه به تمام صفات مورد مطالعه تیمار ۱۰ میلی‌تسلا به مدت‌زمان ۱۵ دقیقه به‌عنوان تیمار مناسب در نظر گرفته شد و بذرها پس از اعمال این تیمار تحت تأثیر تیمارهای اسموپرایمینگ قرار گرفتند. جدول ۳ نتایج به‌دست‌آمده از تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی تحت تأثیر تیمارهای پرایمینگ را نشان می‌دهد. صفات درصد جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه، طول کل گیاهچه، وزن تر ریشه‌چه و وزن خشک ساقه‌چه در سطح ۹۹ درصد و مابقی صفات در حد ۹۵ درصد اختلاف معنادار دارند (جدول ۳).

در جدول ۴ نتایج مقایسه میانگین صفات جوانه‌زنی اعمال تیمارهای پرایمینگ بر صفات جوانه‌زنی بذرهای مغناطیس شده

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1399.7.1.2.4]
[DOI: 10.29252/nbr.7.1.85]

جدول ۱- تجزیه واریانس اعمال سطوح مغناطیس بر صفات جوانه‌زنی بذرهای بنه.

Table 1. Analysis variance of applying magnetic field treatment on pistachio seeds germination.

Shoot dry weight (g)	Root dry weight (g)	Root fresh weight (g)	Shoot fresh weight (g)	Total length of seedling (mm)	Root length (mm)	Stem Length (mm)	Uniformity	Germination rate	Germination%	df	Sources of changes
0.0001*	0.00001*	0.026*	0.029*	1538.84*	938.02*	102.76*	4247.2 ns	* 0.00005886	304 ns	9	treatment
0.0001	0.00001	0.025	0.02	1123.49	87.82	60.90	80.31	0.00006538	526.66	20	error

* وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ و ns عدم معنی‌داری را نشان می‌دهد.

*significant at 0<0.5 level, ns non-significant

جدول ۲- مقایسه میانگین تیمارهای میدان مغناطیسی بر صفات جوانه‌زنی بذرهای بنه.

Table 2. Mean comparison of magnetic field treatments on pistachio seeds germination.

Shoot dry weight (g)	Root dry weight (g)	Root fresh weight (g)	Shoot fresh weight (g)	Total length of seedling (mm)	Root length (mm)	Stem Length (mm)	Uniformity	Germination rate	Germination %	Time (minute)	magnetic field (mT)
0.02^{b}	0.003^{ab}	0.05^{b}	0.16^{ab}	109.10^{ab}	62.17^{ab}	46.93^{abc}	307.2^{a}	0.019^{a}	66.67^{a}	5	10
0.027^{ab}	0.009^{ab}	0.07^{ab}	0.14^{ab}	140.22^{a}	91.84^{a}	48.37^{abc}	237.6^{a}	0.006^{ab}	56.67^{a}	15	
0.022^{ab}	0.004^{ab}	0.05^{b}	0.13^{ab}	94.19^{ab}	55.14^{ab}	39.05^{abc}	212.4^{a}	0.006^{ab}	53.33^{a}	25	
0.027^{ab}	0.007^{ab}	0.07^{ab}	0.21^{ab}	126.29^{ab}	75.70^{ab}	50.58^{a}	207.2^{a}	0.004^{b}	60^{a}	5	20
0.031^{ab}	0.005^{ab}	0.1^{a}	0.38^{a}	127.18^{ab}	77.75^{ab}	49.39^{ab}	223.2^{a}	0.005^{b}	63.33^{a}	15	
0.032^{ab}	0.003^{a}	0.03^{b}	0.16^{ab}	81.36^{b}	40.60^{b}	40.75^{abc}	280.3^{a}	0.007^{ab}	70^{a}	25	
0.034^{ab}	0.004^{ab}	0.11^{a}	0.36^{ab}	80.58^{b}	43.92^{ab}	36.66^{bc}	274.4^{a}	0.007^{ab}	63.33^{a}	5	30
0.045^{a}	0.009^{a}	0.03^{b}	0.1^{b}	80.95^{b}	39.98^{b}	40.97^{abc}	305.2^{a}	0.005^{b}	63.33a	15	
0.023^{ab}	0.004^{ab}	0.04^{b}	0.13^{ab}	88.10^{ab}	52.46^{ab}	35.63^{c}	214.4^{a}	0.005^{b}	56.67a	25	
0.028^{ab}	0.003^{b}	0.04^{b}	۰/۱۴ab	84.54^{ab}	48.57^{ab}	35.96^{c}	260.29^{a}	0.008^{ab}	76.67a	-	شاهد control

* اعداد دارای حروف مشابه در هر ستون به لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری باهم ندارند.

*significant at 0<0.5 level, ns non-significant

جدول ۳- تجزیه واریانس اعمال تیمارهای اسموپرایمینگ بر صفات جوانه‌زنی بذرهای بنه (تیمار شده با ۱۰ میلی تسلا به مدت ۱۵ دقیقه).

Table 3. Variance analysis results of applying osmopriming on pistachio seed germination (treated with 10 mT for 15 minutes).

Shoot dry weight (g)	Root dry weight (g)	Root fresh weight (g)	Shoot fresh weight (g)	Total length of seedling (mm)	Root length (mm)	Stem Length (mm)	Uniformity	Germination rate	Germination%	df	Sources of changes
0.00018**	0.0031*	0.00034**	0.0011*	133.93**	183.43*	216.07**	952.37*	0.000085*	645.95**	9	treatment
0.000027	0.001	0.000055	0.00035	34.05	59.82	24.4	791.94	0.000027	145.18	20	error
26.94	36.67	23.45	15.09	11.34	18.7	11.38	37.76	23.95	18.65	-	(CV%)

*وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵، **اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۱ و ns عدم معنی‌داری را نشان می‌دهد.

*significant at 0<0.5 level, ns non-significant

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1399.7.1.2.4]
[DOI: 10.29252/nbr.7.1.85]

جدول ۴- مقایسه میانگین تیمارهای اسموپرایمینگ بر صفات جوانه‌زنی بذرهای بنه (تیمار شده با ۱۰ میلی‌تسلا به مدت ۱۵ دقیقه).

Table 4. Mean comparison of applying osmopriming on pistachio seeds germination (treated with 10 mT for 15 minutes).

Shoot dry weight (g)	Root dry weight (g)	Root fresh weight (g)	Shoot fresh weight (g)	Total length of seedling (mm)	Root length (mm)	Stem Length (mm)	Uniformity	Germination rate	Germination%		treatment
0.024^{d}	0.15^{a}	0.028^{cd}	0.142 ^{ab}	56.36 ^{ab}	31.22^{dc}	51.75^{ab}	78.67^{ab}	0.031^{a}	75^{ab}	40	potassium nitrate
0.025 ^{ab}	0.08^{bc}	0.039^{abc}	0.142^{ab}	58^{a}	36.8^{bcd}	53^{a}	44.67^{b}	0.024^{abc}	77.08^{ab}	25	
0.022^{bc}	0.103 ^{ab}	0.031^{bcd}	0.129^{abcd}	39.66^{d}	53.5^{a}	26.16^{e}	56.48^{b}	0.025^{ab}	62.5^{bc}	10	
0.012d^{e}	0.081^{bc}	0.037^{abc}	0.138^{abc}	46.66^{bcd}	28.66^{d}	41.16^{dc}	79.77^{ab}	0.022^{abc}	58.33^{bc}	40	humic acid
0.034^{a}	0.11 ^{ab}	0.048^{a}	0.132^{abcd}	58.83^{a}	49^{ab}	42.66^{dc}	75.63^{ab}	0.016^{bc}	85.41^{a}	25	
0.024^{d}	0.075^{bc}	0.042^{ab}	0.149^{a}	49.43^{abcd}	45.83^{ab}	42.96^{dc}	82.12^{ab}	0.025^{ab}	68.75^{abc}	10	
0.014^{cde}	0.065^{bcd}	0.018^{de}	0.088^{e}	45.42^{dc}	43.33^{abc}	44^{bc}	76.13^{ab}	0.015^{c}	33.33^{d}	40	salicylic acid
0.019^{bcd}	0.101 ^{ab}	0.012e	0.115^{bcde}	59^{a}	40.16^{bcd}	43^{bc}	109.2^{a}	0.016^{c}	53.12^{dc}	25	
0.01^{de}	0.059^{bc}	0.032^{bc}	0.105^{de}	53.5^{abc}	46.15^{ab}	54^{a}	83.7^{ab}	0.015^{c}	71.87^{abc}	10	
0.009^{e}	0.038^{c}	0.027^{dc}	0.109^{cde}	47.33^{bcd}	38.5^{bcd}	35^{d}	58.8^{b}	0.023^{abc}	60.417^{bc}	-	control

*اعداد دارای حروف مشابه در هر ستون به لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری باهم ندارند.

Numbers with the same letters in each column do not have a statistically significant difference in meaning

با تیمار برتر یعنی۱۰ میلی‌تسلا نشان داده‌شده است. پرایمینگ بذرها در این شرایط کلیه شاخص‌های جوانه‌زنی مورداندازه‌گیری را نسبت به شاهد بهبود بخشید. بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی مربوط به تیمار ۲۵ میلی‌مولار هیومیک اسید (۸۵ درصد) بود. تیمارهای ۲۵ و ۴۰ میلی‌مولار نیترات پتاسیم (۷۵ و ۷۷ درصد) و همچنین تیمار ۱۰ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک (۷۱ درصد) با اختلاف جزئی در رتبه بعدی قرار گرفتند و این در حالی است که بذرهای شاهد ۶۰ درصد جوانه‌زنی داشتند. همچنین با توجه به نتایج به‌دست‌آمده می‌توان بیان داشت که سالیسیلیک‌اسید ۲۵ میلی-مولار، باعث بیش‌ترین یکنواختی جوانه‌زنی در بین پیش تیمارهای به‌کاررفته در آزمایش بود. اختلاف در رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه بین بذرهای پیش تیمار شده و بذرهای پیش تیمار نشده آشکار است، به‌طوری‌که بذرهای پیش تیمار شده از طول ریشه‌چه و ساقه‌چه بیش‌تری برخوردار بودند (جدول ۴). با بررسی همه‌جانبه و با توجه به بهترین نتایج حاصل‌شده در مقایسه با شاهد، تیمار هیومیک اسید ۲۵ میلی‌مولار به‌عنوان بهترین تیمار در نظر گرفته می‌شود زیرا بالاترین درصد جوانه‌زنی، بالاترین طول گیاهچه (۱۱ میلی‌متر بیشتر از شاهد) را ایجاد نمود باوجوداینکه بیشترین طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در این تیمار به دست نیامد ولی اختلاف ۱۱ و ۷ میلی‌متری در این دو صفت مشاهده شد.

بحث

براساس نتایج به‌دست‌آمده، میدان مغناطیسی بر شاخص‌های رویشی گیاه بنه به‌طور معنی‌دار مؤثر تأثیر داشته و موجب افزایش رشد گیاهچه‌ها نسبت به شاهد شد. تیمار ۱۰ میلی‌تسلا به مدت‌زمان ۱۵ دقیقه به‌عنوان تیمار مناسب در نظر گرفته شد. به‌غیراز درصد جوانه‌زنی و یکنواختی (فاقد اختلاف معنی‌دار بین تیمارها)، میدان مغناطیسی باعث ارتقای کلیه صفات جوانه‌زنی بذرهای بنه به‌طور معنی‌داری شد. مطالعات بر روی سلول‌های مریستمی گیاهان نشان داده است که میدان مغناطیسی عاملی مؤثر بر متابولیسم طبیعی سلول و تقسیم سلولی است (Fomicheva et al., 1992). در مطالعات انجام‌شده مشاهده شده است که در برخی گیاهان فعالیت آنزیم‌های آلفا آمیلاز، دهیدروژناز و پروتئاز تحت تأثیر میدان مغناطیسی افزایش می‌یابد که به‌عنوان محرکی برای جوانه‌زنی سریع خواهد بود (Pourakbar et al., 2012). مطالعات محققان دیگر نشان داد که میدان مغناطیسی باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های هیدرولیزکننده نظیر آلفا آمیلاز، دهیدوژناز و پروتئاز شده است که این امر به جوانه-زنی سریع‌تر و بهبود بنیه بذر و خصوصیات بهتر ریشه‌چه در بذرهای تیمار شده منجر می‌شود (Vashisth & Nagarajan, 2010). این مطالعات با نتایج تحقیق حاضر هم‌راستا هستند زیرا افزایش رشد قابل‌ملاحظه‌ای در طول ساقه‌چه و ریشه‌چه ایجاد نمود. بررسی اثر میدان مغناطیسی روی گیاه پالونیا نشان داد که میدان مغناطیسی باعث افزایش تقسیمات رشدی در گیاه، افزایش رشد، افزایش سیتوکنین و اکسین، تحریک سنتز پروتئین و ارتقاء بلوغ کلروپلاست می‌شود (Çelik et al., 2008). در گوجه‌فرنگی کاهش معنی‌دار سرعت جوانه‌زنی بذرهای مغناطیس شده گزارش شده است (Martinez et al., 2009). در تحقیق حاضر بذرها

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1399.7.1.2.4]
[DOI: 10.29252/nbr.7.1.85]

پس از به‌کارگیری تیمار ۱۰ میلی‌تسلا به‌مدت ۱۵ دقیقه تحت تأثیر تیمارهای اسموپرایمینگ با نیترات پتاسیم، هیومیک اسید و سالیسیلیک اسید قرار گرفتند. سه محلول مورد استفاده در مطالعات زیادی مورد آزمون قرارگرفته و در بسیاری موارد در افزایش کیفیت نهال‌های حاصله موثر بوده‌اند. پرایمینگ بذر به دلیل ایجاد یک‌سری تغییرات در جذب آب توسط بذرهای پیش تیمار شده نسبت به بذرهای پیش تیمارنشده، رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه را تغییر می‌دهد که این میزان تغییر براساس گونه‌ها و شرایط پرایمینگ متفاوت است (Souhani, 2007). پرایمینگ معمولاً باعث افزایش آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت از قبیل گلوتاتیون و آسکوربات در بذر می‌شود که این آنزیم‌ها فعالیت پراکسیداسیون را در طی جوانه‌زنی کاهش می‌دهند و درنتیجه باعث افزایش درصد جوانه‌زنی می‌شوند (Harris et al., 2001). افزایش پتانسیل جوانه‌زنی، سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی، مقاوم شدن بذرها در مقابل تنش‌های محیطی و توانایی جهت از بین بردن موانع بذر نسبت به بذرهای شاهد، از دیگر مزیت‌های ذکرشده برای پرایمینگ است (Riyazi et al., 2007). در تحقیق حاضر، پرایمینگ بذرهای قرارگرفته در معرض میدان مغناطیسی، کلیه شاخص‌های جوانه‌زنی را نسبت به شاهد بهبود بخشید. تقریباً کلیه تیمارهای اعمال‌شده نسبت به شاهد وضعیت بهتری را نشان دادند. با این‌حال با توجه به بهترین نتایج حاصل‌شده در مقایسه با شاهد، تیمار هیومیک اسید ۲۵ میلی مولار به عنوان بهترین تیمار معرفی می‌شود. هیومیک اسید به‌صورت تیمار بذری و یا تیمار در خاک، دارای خاصیت شبه هورمونی است که در گیاهان موجب افزایش جوانه‌زنی، سرعت طویل شدن ریشه‌ها، تسریع در رشد شاخه‌ها و تحریک طویل شدن نهال‌های جوان می‌شود (Tan, 2003). اثرگذاری مثبت هیومیک اسید توسط محققین دیگری (Sheteiwy et al., 2017; Mashahiri & Hassanpour Asil, 2018). نیز گزارش شده است. با توجه به هزینه پایین خرید و یا ساخت دستگاه مغناطیس کننده و اثرات مثبت آن پیشنهاد می‌شود جهت بالا بردن کیفیت نهال‌های تولیدی بنه از این تیمار (۱۰ میلی‌تسلا به مدت ۱۵ دقیقه) به‌صورت مشترک با هیومیک اسید (۲۵ میلی مولار) استفاده شود.

سپاسگزاری

بدینوسیله از دکتر راضیه جعفری حاجتی که در این پژوهش همکاری نموده‌اند، قدردانی می‌شود.

REFERENCES

Abou El-Yazied, A., Shalaby, O.A., El-Gizawy, A.M., Khalf, S.M. & Satar, A.El. 2011. Effect of magnetic field on seed germination and transplant growth of tomato. J. Amer. Sci. 7: 306-312.

Aladjadjiyan, A. 2007. The use of physical methods for plant growing stimulation in Bulgaria. J. Cent. Eur. Agric. 8: 369-380.

Aladjadjiyan, A. 2010. Influence of stationary magnetic field on lentil seeds. Inter. Agrophys. 24: 321-324.

Ashraf, M. & Foolad, M.R. 2005 Pre-sowing seed treatment-ashotgun approach to improve germination, plant growth, and crop yield under saline and non saline conditions. Advances Agro. 88: 223-265.

Basra, S.M.A., Ashraf, M., Iqbal, N., Khaliq, A. & Ahmad, R. 2004. Physiological and biochemical aspects of pre-sowing heat stress on cotton seed. Seed Sci. Technol. 32: 765-774.

Belyavskaya, N.A. 2004. Biological effects due to weak magnetic field on plants. Adv. Space Res. 34: 1566-1574.

Cakmak, T., Dumlupinar, R. & Erdal, S. 2009. Acceleration of germination and early growth of wheat and bean seedlings grown under various magnetic field and osmotic conditions. Bioelectromagnetics 30: 1-10.

Çelik, Ö., Atak, Ç. & Rzakulieva, A. 2008. Stimulation of rapid regeneration by a magnetic field in Paulownia node cutures. J. Cent. Eur. Agric. 9: 297-304.

Dhawi, F., Al-Khayri, J.M. & Hassan, E. 2009. Static magnetic field influence on elements clements composition in date (*Phoenix dactylifera* L.). Res. J. Biol. Sci. 5: 161-166.

Feizi, H. & Rezvani Moghaddam, P. 2011. Influence of magnetic field and silver nano particles in comparison to macro and micro nutrient fertilizers on growth, yield and silage quality of maize. J. Water Soil 24: 1062-1072.

Fomicheva, V.M., Zaslavskii, V.A., Govarun, R.D. & Danilov, V.I. 1992. Dynamics of RNA and protein synthesis in the cells of the root meristem of the pea, lentil and flax. Biophys 4: 649-656.

Foti, S., Cosentino, S.L., Patane, C. & Agosta, G.M.D. 2002. Effects of osmoconditioning upon seed germination of sorghum (*Sorghum bicolor* L.) under low temperatures. Seed Sci. Technol. 30: 521-533.

Garcia, R.F. & Arza P.L. 2001. Influence of a stationary magnetic field on water relations in lettuce seeds. Part I: theoretical considerations. Bioelectromagnetics 22: 589-595.

Goujani, H.J., Nasr, S.M.H., Sagheb-Talebi, K. and Hojjati, S.M. 2013. Effect of drought stress induced by altitude, on four wild almond species. Iranian J. Poplar Res. 21: 373-386.

Harris, D., Pathan, A.K., Gothkar, P., Joshi, A., Chivasa, W. & Nyamudeza, P. 2001. On-farm seed priming: using participatory methods to revive and refine a key technology. Agric. Syst. 69: 151-164.

ISTA. 2009. ISTA rules. International Seed Testing Association. Zurich, Switzerland, 60 pp.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1399.7.1.2.4]
[DOI: 10.29252/nbr.7.1.85]

Khan, A.Z., Shahi, S., Khan, T., Rehmano, A., Akbari, H., Muhammadi, A. & Khalil, S.K. 2017. Influence of seed invigoration techniques on germination of Maize. Cercetări Agronomice în Moldova. 3: 61-70.

Khatamsaz, M. 1989. Anacardiaceae. *In* Assadi, M. et al. (eds.): Flora of Iran, no. 3. RIFR, Tehran.

Kordas, L. 2002. The effect of magnetic field on growth, development and the yield of spring wheat. Polish J. Environm. Stud. 11: 527-530.

Martinez, E., Carbonell, M.V., Amaya, J.M. & Maqueda, R. 2009. Germination of tomato seeds (*Lycopersicon esculentum* L.) under magnetic field. Int. Agrophys. 23: 45-49.

Mashahiri, Y. & Hassanpour Asil, M. 2018. Effects of gibberellic acid and humic acid on some growth characters of Daffodil (*Narcissus jonquilla* cv. German). Iranian J. Hort. Sci. 48: 875-886.

Murungu, F.S., Chiduza, C., Nyamugafata, L.J. & Whalley, W.R. 2003. Effects of on-farm seed priming on consecutive daily sowing occasions on the emergence and growth of maize in semi-arid Zimbawe. Field Crop Res. 89: 49-57.

defence system of sweet sorghum (*Sorghum bicolor*) under salinity and temperature stresses. Crop Pasture Sci. 66: 145-157.

Pourakbar, L., Asadi Samani, M. & Ashrafi, R. 2012. Effect of magnetic fields on germination, early growth characteristics and activities of some enzymes in *Nigella sativa* L. seeds. J. Plant Biol. 4: 29-38.

Riyazi, A., Sharifzadeh, F. & Ahmadi, A. 2007. Effects of osmopriming on seeds germination of forage millet. Res. Develop. Agri. Hort. 77: 72-83.

Sedaghathoor, S., Ahmadi Lashaki, M., Hashemabadi, D. & Kaviani, B. 2015. Physiological response to salinity stress by primed seeds of three species of lawn. Crop Prod. Proc. 4: 1-10.

Singh, A., Dahiru, R., Musa, M. & Haliru, B.S. 2014. Effect of osmopriming duration on germination, emergence, and early growth of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) in the Sudans of Nigeria. Int. J. Agron. DOI: 10.1155/2014/841238.

Sheteiwy, M.S., Guan, Y., Cao, D., Li, J., Nawaz, A., Hu, Q., Hu, W., Ning, M. & Hu, J. 2015. Seed priming with polyethylene glycol regulating the physiological and molecular mechanism in rice (*Oryza sativa* L.) under nano-ZnO stress. Sci. Rep. 5: 1-14.

Sheteiwy, MS., Dong, Q., A, J., Song, W., Guan, Y., He, F., Huang, Y. & Hu, J. 2017. Regulation of ZnO nanoparticles-induced physiological and molecular changes by seed priming with humic acid in *Oryza sativa* seedlings. Plant Growth Regul. 83: 27-41.

Soltani, A., & Maddah, V. 2010. Simple, applied programs for education and research in agronomy. Iranian Scientific Society of Agroecol. Publ. 80 pp.

Souhani, M.M. 2007. Seed control and certification. Guilan University Press. 287 pp.

Tan, K.H. 2003. Humic matter in soil and the environment. Marcel Dekker, New York. 408 pp.

Vashisth, A. & Nagarajan, S. 2010. Effect on germination and early growth characteristics in sunflower (*Helianthus annuus*) seeds exposed to static magnetic field. J. Plant Physiol. 167: 149-156.

Vasilevski, G. 2003. Perspectives of the application of biophysical methods in sustainable agriculture. Bulgarian J. Plant Physiol, 3-4: 179-186.

Zahedi Pour, H. Fattahi, M. Mirdavodi Akhavan, H.R. & Azdo, Z. 2004. Study of the distribution, ecology and phenology in the Markazi Province. Res. Dev. 64: 97-103.

*****

How to cite this article:

Payamenoor, V., Hasani Satehi, A., Atashi, S. & Rezaii Asl, A. 2020. The effects of magnetism and osmopriming on seed germination and vegetative characteristics of *Pistacia atlantica*. Nova Biologica Reperta 7: 85-91. (In Persian).

پیام‌نور، و.، حسنی ساطحی، ا.، آتشی، ص. و رضایی‌اصل، ع. ۱۳۹۹. تاثیر میدان مغناطیسی و اسموپرایمینگ بر جوانه‌زنی و رویش بذر بنه. یافته‌های نوین در علوم زیستی ۷: ۹۱-۸۵.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.24236330.1399.7.1.2.4]

[DOI: 10.29252/nbr.7.1.85]