تأثیر میدان الکترومغناطیس و امواج فراصوت بر جوانه‌زنی بذر زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.)

سعیده ملکی فراهانی [۱،*]، علیرضا رضازاده [۱]، مهدی عقیقی شاهوردی [۲]

[۱] استادیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد
[۲] دانشجوی دکتری زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد
[*] پست الکترونیک نویسنده مسئول: maleki@shahed.ac.ir

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۰/۲۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۳/۲۶)

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر میدان الکترومغناطیس و امواج فراصوت بر جوانه‌زنی بذر زیره سبز دو آزمایش جداگانه در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی در چهار تکرار در سال ۱۳۹۱ در آزمایشگاه علوم و تکنولوژی بذر دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه شاهد تهران انجام شد. در آزمایش نخست، بذرها به مدت صفر، ۱۰ و ۳۰ دقیقه در معرض میدان الکترومغناطیس با شدت ۸۸ میکرو تسلا و در آزمایش دوم، بذرها به مدت صفر، دو، چهار، شش، هشت و ۱۰ دقیقه در معرض امواج فراصوت با شدت ۴۰ و ۵۹ کیلوهرتز قرار گرفتند. اثر متقابل میدان الکترومغناطیسی و زمان بر صفات طول، وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه، نسبت وزن و طول ریشه‌چه به ساقه‌چه، درصد و سرعت جوانه‌زنی، میانگین مدت جوانه‌زنی معنی‌داری بود. در اکثر صفات مورد مطالعه میدان الکترومغناطیس باعث کاهش معنی‌دار در میزان صفات شد، به‌طوری که تیمار شاهد (زمان صفر) بیشترین مقدار این صفات را داشت. اثر متقابل امواج فراصوت و زمان بر اکثر صفات معنی‌داری شد. بیشترین درصد جوانه‌زنی (۱۰۰ درصد) برای تیمار ۴۰ کیلوهرتز با مدت زمان‌های چهار و شش دقیقه بوده و بیشترین میانگین مدت جوانه‌زنی را تیمار شاهد (۱۰/۷۶ روز) و تیمار ۵۹ کیلوهرتز به مدت زمان‌های ۲ و ۴ دقیقه (به ترتیب ۱۱/۰۱ و ۱۰/۷۵ روز) داشته است. به‌طور کلی بذر گیاه زیره سبز به کاربرد امواج فراصوت واکنش مثبت نشان داد و شاخص‌های جوانه‌زنی با این پیش تیمار بذر افزایش معنی‌داری پیدا کرد.

واژه‌های کلیدی: امواج فراصوت، درصد جوانه‌زنی، زیره سبز، سرعت جوانه‌زنی، میدان الکترومغناطیس

مقدمه

روش‌های بیوفیزیکی قادر به افزایش رشد گیاهان با استفاده از سطح بالای انرژی هستند. این روش‌ها مقدار انرژی را، مستقل از منشأ آن‌ها افزایش داده و پتانسیل الکتریکی غشاء سلول را افزایش می‌دهند. روش‌های فیزیکی، سمت و سوی فرآیندهای فیزیولوژیکی که توسط سیستم‌های ژنتیکی گیاه کنترل می‌شود را تغییر نمی‌دهند، به عبارت دیگر آن‌ها بدون دست‌کاری ژنتیکی رشد، فرآیندهای متابولیکی را تحریک می‌نمایند (واسیلوسکی[۱]، ۲۰۰۳). از این‌رو، کاربرد مقادیر بهینه روش‌های فیزیکی برای بذر و گیاه، اثر ژنتیکی روی گیاه نداشته و به نسل بعد منتقل نخواهد شد (واسیلوسکی، ۲۰۰۳). میدان‌های الکترومغناطیسی با وسایل الکتریکی، سیم‌کشی الکتریکی و منابع طبیعی مانند خورشید و حتی موجودات زنده اطراف ما تولید می‌شود. به نظر می‌رسد آثار زیستی میدان‌های الکترومغناطیسی فقط به علت مؤلفه الکترومغناطیس باشد (داس و باهاتاچاریا[۲]،

[1] Vasilevski
[2] Das and Bhattacharya

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-10-11]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.1.10.2]
[DOI: 10.29252/yujs.2.1.109]

۲۰۰۶). رفتار زیستی بذرها، ریشه، دانه‌های گرده و غنچه‌های بعضی گیاهان در معرض میدان‌های الکترومغناطیسی تغییر می‌کند (پیتروزوسکی و کومارزیونسکی[1]، ۱۹۹۹) و به این دلیل مطالعه‌هایی بر اثر جانبی این میدان بر واکنش جوانه‌زنی و رشد گیاهچه و عملکرد در برخی گیاهان انجام شده است. نتایج مطالعات نشان می‌دهد که میدان الکترومغناطیس سبب بهبود بنیه بذر و گیاهچه، افزایش کلروفیل و افزایش عملکرد در غلات، لگوم‌ها، سبزیجات و بازدانگان می‌شود (پیتروزسکی و کانیا[2]، ۲۰۱۰؛ پودلئونی[3]، ۲۰۰۵؛ راتوشناک و همکاران[4]، ۲۰۰۸). میدان‌های مغناطیسی هم فعالیت یون‌ها و هم قطبی شدن مولکول‌های دو قطبی را در سلول‌های زنده تحت تأثیر قرار می‌دهد (داوی[5] و همکاران، ۲۰۰۹). میزان تأثیر میدان الکترومغناطیسی بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه به‌شدت و مدت زمان قرار گرفتن و نوع بذرها بستگی دارد. به‌طوری که در بلوط[6] و پنبه[7]، شدت پائین میدان الکترومغناطیس باعث افزایش سرعت جوانه‌زنی می‌شود، در حالی که افزایش شدت میدان، تغییری در جوانه‌زنی این دو بذر ایجاد نمی‌کند، ولی مشاهده شده است که افزایش زمان قرار گرفتن در معرض میدان الکترومغناطیس سبب افزایش درصد جوانه‌زنی و افزایش وزن تر ساقه‌چه می‌شود (سلستینو[8]، ۲۰۰۰؛ پودلسنی[9] و همکاران، ۲۰۰۳). همچنین ایجاد میدان ۱۲۵ میلی تسلا به مدت یک،۱۰، ۲۰، ۶۰ دقیقه تا ۲۴ ساعت به ترتیب باعث افزایش طول و وزن گیاهچه جو[10] شد (مارتینز[11] و همکاران، ۲۰۰۰). امواج فراصوت کاربردهای فراوانی دارند به‌طوری که نه‌تنها در تیمار بذر و کاهش و حذف آفات و بیماری‌ها بلکه حتی این امواج در مهندسی ژنتیک و انتقال ژن دارای جایگاه مهمی می‌باشند (یلداگرد[12] و همکاران، ۲۰۰۸). سازوکار عمل امواج فراصوتی به این صورت است که ساختار و عملکرد مولکول‌ها تحت تأثیر تشعشعات امواج فراصوتی تغییر پیدا می‌کند (یلداگرد و همکاران، ۲۰۰۸). به‌طور کلی اثر امواج فراصوت با فرکانس پایین به دلیل ایجاد پدیده حفرگی[13] یا تشکیل حباب‌های بسیار ریزی است که تحت انقباض و انبساط به‌صورت لحظه‌ای و نقطه‌ای توسط حرارت و فشار فوق‌العاده زیاد در محیط مایع ایجاد می‌شود و این وضعیت باعث اثرات فیزیکی و شیمیایی بر مولکول مجاور می‌گردد (ماسون و لومیر[14]، ۲۰۰۲). معمول‌ترین عوامل تحریک کننده شامل حرارت و تأثیرات مکانیکی بر روی غشای سلولی می‌باشد که این امواج، پوسته بذر را نفوذپذیر کرده و به دنبال آن جذب آب راحت‌تر صورت می‌گیرد که در نتیجه جوانه‌زنی و خروج گیاهچه از پوسته تسهیل می‌شود (گاوریلو[15] و همکاران، ۱۹۹۶). نتایج تحقیق‌ها نشان می‌دهند که امواج فراصوت، سبب افزایش سرعت جوانه‌زنی و درصد جوانه‌زنی در بذر جو، تربچه[16] و فلفل[17] می‌شوند (شیممورا[18]، ۱۹۹۰؛ یلداگرد و همکاران، ۲۰۰۸). اثر امواج فراصوت بر بهبود جوانه‌زنی همانند اثر میدان مغناطیسی به نوع بذر تیمار شده بستگی دارد.

زیره سبز با نام علمی *Cuminum cyminum* L. گیاهی یک‌ساله از خانواده جعفری[19] است. این گیاه دارای خواص معرق، محرک اشتها، تقویت معده، ضد انگل، ضد نفخ و ضد اسهال می‌باشد (جباری و همکاران، ۱۳۹۰). با توجه به وجود کمون در اکثر بذرهای گیاهان دارویی، کشت این گیاهان با مشکلاتی همراه است که یکی از آن مشکلات عدم سبز شدن یا دیر سبز شدن بذر (مانند بذر زیره سبز) و کاهش عملکرد آن می‌باشد و بذر بدون شکسته شدن کمون حتی در شرایط مطلوب جوانه‌زنی نمی‌تواند جوانه بزند (جباری و همکاران،

[1] Pietruszewski and Kornarzyński
[2] Pietruszewski and Kania
[3] Podleœny
[4] Ratushnyak
[5] Dhawi
[6] *Quercus brantii*
[7] *Gossypium hirsutum*
[8] Celestino
[9] Podlesny
[10] *Hordeum vulgare*
[11] Martinez
[12] Yaldagard
[13] Cavitation
[14] Mason and Lorimer
[15] Gavrilov
[16] *Raphanus sativus*
[17] *Capsicum baccatum*
[18] Shimomura
[19] *Apiaceae*

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-10-11]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.1.10.2]
[DOI: 10.29252/yujs.2.1.109]

۱۳۹۰). با توجه به مطالعه‌های انجام شده استفاده از امواج فراصوت و میدان الکترومغناطیس نیز ممکن است بر جوانه‌زنی بذر گیاهان دارویی مؤثر باشد و موجب بهبود جوانه‌زنی بذر گردد؛ اما با در نظر گرفتن این موضوع که شدت و مدت این پیش تیمارها در بذرهای مختلف می‌تواند اثرات متفاوتی داشته باشد، بهتر است که قبل از توصیه این روش‌ها برای شکست کمون، مطالعه‌هایی با شدت و مدت‌های مختلف این تیمارها انجام شود. با توجه به اهمیت خواص دارویی بسیار زیاد زیره سبز و کمبود اطلاعات در خصوص اثر این تیمارها بر جوانه‌زنی این گونه، هدف از پژوهش حاضر، بررسی جوانه‌زنی بذر زیره پس از اعمال تیمارهای میدان الکترومغناطیس و امواج فراصوت می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر میدان الکترومغناطیسی و امواج فراصوت روی جوانه‌زنی بذر زیره سبز دو آزمایش جداگانه در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی در چهار تکرار در سال ۱۳۹۱ در آزمایشگاه علوم و تکنولوژی بذر دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد تهران انجام شد. در آزمایش اول، بذور به مدت صفر، ۱۰ و ۳۰ دقیقه در معرض شدت میدان الکترومغناطیسی ۸۸ میکرو تسلا (۱۰ ولت و پنج آمپر) (با توجه به بررسی و آزمایش اولیه مبنی بر اثرگذاری بیشتر این شدت میدان الکترومغناطیس) در دستگاه الکترومغناطیس حلقه‌ای با صفحات طولی فیریت و کوئل سیم‌پیچ مسی به قطر ۰/۸ میلی‌متر با قدرت تولید فلوی مغناطیسی از صفر تا ۱۳۰ میکرو تسلا با توجه به سیستم تغذیه الکتریکی متغیر قرار گرفتند که دستگاه به‌وسیله جریان آب سرد، خنک می‌شد. شدت‌های الکترومغناطیس با دستگاه اندازه‌گیری جریان مغناطیسی TES 1390 ساخت تایوان انجام شد. در آزمایش دوم نیز برای بررسی اثر امواج فراصوت بر جوانه‌زنی بذر زیره، بذرها به مدت صفر، دو، چهار، شش، هشت و ۱۰ دقیقه در معرض امواج فراصوت ۴۰ کیلوهرتز و ۵۹ کیلوهرتز در دستگاه Digital Ultrasonic مدل LBS 2 (LIT15) ساخت کشور ایتالیا قرار گرفتند.

قبل از اعمال تیمار امواج فراصوت و الکترومغناطیس، ابتدا بذرها با قرار گرفتن در هیپوکلریت سدیم ۱۰ درصد به مدت سه دقیقه ضدعفونی و سپس با استفاده از آب مقطر جهت حذف باقی‌مانده هیپوکلریت سدیم از سطح بذر، چند مرتبه شستشو داده شدند. در هر دو آزمایش پس از اعمال تیمارها، تعداد ۲۵ بذر از هر تیمار در چهار تکرار در داخل پتری دیش نه سانتی‌متری دارای یک عدد کاغذ صافی واتمن قرار داده شد. سپس پتری دیش‌ها در ژرمیناتور با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و سیکل تاریکی و روشنایی ۱۲-۱۲ به مدت پانزده روز جهت جوانه‌زنی قرار داده شدند (جباری و همکاران، ۱۳۹۰). تعداد بذور جوانه‌زده (خروج دو میلی‌متر ریشه‌چه به‌عنوان معیار جوانه‌زنی در نظر گرفته شد) در هر روز تا روز پانزدهم شمارش و یادداشت شد (ایستا[1]، ۱۹۹۳). پس از طی دوره تیمار با میدان مغناطیسی و امواج فراصوت میانگین مدت زمان جوانه‌زنی (الیس و رابرتز[2]، ۱۹۸۱)، درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی[3] به ترتیب با استفاده از رابطه‌های ۱، ۲ و ۳ محاسبه شد (بورنت[4] و همکاران، ۲۰۰۵).

$$MGT = \sum \frac{DN}{N}$$ رابطه (۱)

در این رابطه MGT: میانگین مدت جوانه‌زنی، D: تعداد روزها بعد از شروع جوانه‌زنی، N: تعداد بذرهای جوانه‌زده در روز D، G: درصد جوانه‌زنی

$$G= (n/N) \times 100$$ رابطه (۲)

در این رابطه G: درصد جوانه‌زنی، n: تعداد بذور جوانه‌زده، N: تعداد کل بذرهای مورد استفاده در آزمایش

$$GR= (1/MGT)$$ رابطه (۳)

در این رابطه GR: سرعت جوانه‌زنی

برای به دست آوردن میزان وزن نمونه‌ها ابتدا ریشه‌چه از ساقه‌چه جدا و پس از توزین، درون آون ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار گرفتند و در نهایت وزن خشک آن‌ها توسط ترازویی با دقت ۰/۰۰۱

[1] ISTA
[2] Ellis and Roberts
[2] Germination Rate
[4] Burnett

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-10-11]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.1.10.2]
[DOI: 10.29252/yujs.2.1.109]

محاسبه شد. تجزیه واریانس داده‌ها با نرم‌افزار آماری SAS و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

اثر میدان الکترومغناطیس بر جوانه‌زنی بذر زیره سبز

اثر شدت میدان الکترومغناطیس بر صفات طول ریشه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، نسبت وزن ریشه‌چه به ساقه‌چه، نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه، درصد و سرعت جوانه‌زنی و میانگین مدت جوانه‌زنی معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج جدول مقایسه میانگین نشان داد طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و وزن خشک ساقه‌چه پس از قرار گرفتن در معرض میدان مغناطیس نسبت به شاهد کاهش معنی‌داری پیدا کرد (جدول ۲)، به‌طوری که هر چه مدت زمان قرار گرفتن در معرض میدان ۸۸ میکرو تسلا بیشتر شد طول و وزن ریشه‌چه و ساقه‌چه کاهش بیشتری داشت. میانگین مدت جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی نیز به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر میدان مغناطیسی قرار گرفت و بذرها پس از تیمار با میدان الکترومغناطیس، سرعت کمتر و مدت جوانه‌زنی بیشتری نسبت به شاهد نشان دادند (جدول ۲)، همچنین نتایج درصد جوانه‌زنی نشان داد که بیشترین درصد جوانه‌زنی (۸۵ درصد) در بذرهای شاهد (عدم تیمار شده) مشاهده شد، در حالی که کمترین درصد جوانه‌زنی (۶۴/۵ درصد) در بذرهای تیمار شده با شدت ۸۸ میکرو تسلا به مدت ۳۰ دقیقه به دست آمد.

بر اساس نتایج به دست آمده، میدان الکترومغناطیسی با کاهش طول و وزن ریشه‌چه و ساقه‌چه و افزایش میانگین مدت جوانه‌زنی و کاهش سرعت جوانه‌زنی باعث کاهش بنیه بذر گیاه زیره شد. در آزمایشی بر جوانه‌زنی سس[1] تأثیر میدان الکترومغناطیس باعث کاهش درصد جوانه‌زنی و وزن خشک گیاهچه شد و در نهایت منجر به کاهش شاخص بنیه گیاهچه گردید که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد (مهدوی و همکاران، ۱۳۸۷)؛ اما نتایج سایر محققین مطابق با نتایج به دست آمده در این مطالعه نمی‌باشد (هیروتا[2] و همکاران، ۱۹۹۹؛ پیتروزسکی و کانیا، ۲۰۱۰؛ پودلسنی، ۲۰۰۵؛ راتوشنیاک و همکاران، ۲۰۰۸). در آزمایشی با بررسی میدان الکترومغناطیسی با قدرت ۰/۱۵ تسلا روی ذرت[3] عنوان شد که میدان مذکور باعث افزایش ۲۰ درصدی، درصد و سرعت جوانه‌زنی بذرهای جوانه‌زده می‌شود (الدجادجیان[4]، ۱۹۹۱). هر چه میزان قرار گرفتن بذرهای در میدان الکترومغناطیسی بیشتر باشد وزن تر ساقه‌چه نیز افزایش خواهد یافت، همچنین میدان الکترومغناطیسی باعث کاهش تعداد روز تا ظهور اولین برگ می‌شود (سرخی الله‌لو، ۱۳۸۸). در بذرهای تیمار شده به‌وسیله میدان الکترومغناطیس، آنزیم‌های محرک در مراحل خاص از جوانه‌زنی، فعالیت بیشتری از خود نشان می‌دهند (آکسینو[5] و همکاران، ۲۰۰۰).

در بررسی بذر خیار[6] گزارش شد که طول ریشه‌چه در میدان الکترومغناطیسی افزایش می‌یابد (هیروتا و همکاران، ۱۹۹۹). در پژوهشی با بررسی اثر میدان الکترومغناطیسی بر گندم[7] بهاره بیان شد، بذرهایی که تحت تأثیر میدان الکترومغناطیسی قرار می‌گیرند نسبت به بذرهای شاهد دارای طول ساقه‌چه بیشتری بوده است ولی این تأثیر محسوس نمی‌باشد (کورداس[8]، ۲۰۰۲). تأثیر ترکیبی میدان الکترومغناطیسی مستقیم و متناوب بر جوانه‌زنی بذر گیاه کیریپتوتائنیا جاپونیکا[9] مورد مطالعه قرار گرفت و مشاهده شد که درصد جوانه‌زنی این گیاه تحت تأثیر این تیمار افزایش یافت (کوبایاشی[10] و همکاران، ۲۰۰۴).

در پژوهشی با بررسی شدت جریان پائین ۱۵ میکرو تسلا روی رشد جنین‌های جداسازی شده بلوط مشخص شد که جنین‌های تیمار نشده، جوانه‌زنی بیشتری نسبت به جنین‌های تیمار شده با میدان الکترومغناطیس

[1] *Cuscuta americana*

[2] Hirota
[3] *Zea mays*
[4] Aladjadjiyan
[5] Aksyonov
[6] *Cucumis sativus*
[7] *Triticum aestivum*
[8] Kordas
[9] Hornwort
[10] Kobayashi

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-10-11]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.1.10.2]
[DOI: 10.29252/yujs.2.1.109]

داشتند (سلستینو، ۲۰۰۲). به نظر می‌رسد که نتایج این مطالعه تطابق با نتایج این آزمایش دارد چرا که در هر دو، از شدت‌های بسیار پائین میدان الکترومغناطیس استفاده شده است و به نظر می‌رسد که در مقایسه با سایر مطالعات، اثرات محرک میدان الکترومغناطیس در شدت‌های بالاتر قابل مشاهده بود.

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر شدت و مدت زمان میدان الکترومغناطیسی بر جوانه‌زنی زیره سبز

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		طول ریشه‌چه	وزن خشک ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	وزن خشک ساقه‌چه	نسبت وزن ریشه‌چه به ساقه‌چه	نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه	درصد جوانه‌زنی	میانگین مدت زمان جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی
زمان	۲	۰/۹۳**	۵۲۱/۰۶**	۰/۸۶**	۴۸۴/۱۲**	۰/۰۱ ns	۰/۲۲**	۲۱۳/۵۰**	۶/۶۶**	۱۳/۴۰**
خطا	۱۳	۰/۰۱۱	۷/۷۷	۰/۰۰۰۵	۴/۶۳	۰/۰۱۵	۰/۰۱	۱/۶۴	۰/۰۳۶	۰/۰۴
ضریب تغییرات (درصد)		۱۲/۵۵	۱۹/۳۲	۴/۱۲	۱۴/۸۴	۲۶/۵۱	۱۳/۴۶	۳/۴۶	۴/۰۱	۵/۲۸

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد و ns برابر با عدم تفاوت معنی‌دار

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر شدت و مدت زمان میدان الکترومغناطیسی بر جوانه‌زنی زیره سبز

زمان (دقیقه)	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)	وزن خشک ریشه‌چه (میلی‌گرم)	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر)	وزن خشک ساقه‌چه (میلی‌گرم)	نسبت وزن ریشه‌چه به ساقه‌چه	نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه	درصد جوانه‌زنی	میانگین مدت زمان جوانه‌زنی (روز)	سرعت جوانه‌زنی (بذر در روز)
صفر	۲/۳۳۸ a	۴۳/۷۵ a	۱/۸۰۰ a	۴۵/۷۵ a	۴۵/۷۵ a	۰/۹۹ a	۸۵/۰۰a	۷/۹۰c	۰/۱۲۶ a
۱۰	۱/۶۸۸ b	۲۵/۲۵ b	۰/۹۸۳ b	۲۶/۲۵ b	۱۵/۰۰ c	۰/۸۶ b	۷۲/۵۰b	۹/۲۹ b	۰/۱۰۷ b
۳۰	۰/۹۸۵ c	۱۳/۰۰ c	۰/۵۰۳ c	۱۵/۰۰ c	۲۵/۲۶ b	۰/۹۸ a	۶۴/۵۰c	۱۱/۵۲ a	۰/۰۸ c

میانگین صفات در هر ستون با حروف متفاوت، نشان دهنده تفاوت معنی‌دار بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

در توجیه اثرات میدان الکترومغناطیسی می‌توان چنین بیان کرد که این میدان، تغییرات فیزیکی، بیوشیمیایی و فیزیولوژیک در ساختار سلول ایجاد می‌کند و از این طریق انتقال یون و نفوذپذیری غشا را افزایش می‌دهد (واداس[1]، ۱۹۹۱). پلاریزاسیون الکتریکی ساختار غشای بافت‌ها منجر به تجمع غیر نرمال آب و هیدراسیون مولکول‌های درشت در طی فرآیند جوانه‌زنی می‌شود که این امر منجر به شکل‌گیری نامنظم ساختار بافت‌ها می‌شود. لذا شدت و مدت‌های مختلف میدان الکترومغناطیس از طریق تغییر در سطح آبگیری پوشش‌های اطراف بذر می‌تواند تفاوت‌هایی را در جوانه‌زنی بذرهای مختلف ایجاد نماید. با توجه به آزمایش‌های انجام شده بر اثر میدان الکترومغناطیسی بر جوانه‌زنی گیاهان می‌توان دریافت که علاوه بر شدت میدان الکترومغناطیسی، مدت زمان اعمال میدان نیز بر جوانه‌زنی مؤثر بوده است. اعمال میدان الکترومغناطیسی بر بذر زیره سبز موجب کاهش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه نسبت به شاهد می‌شود.

[1] Wadas

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-10-11]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.1.10.2]
[DOI: 10.29252/yujs.2.1.109]

اثر امواج فراصوت بر جوانه‌زنی بذر زیره سبز

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر شدت و مدت امواج فراصوت و همچنین اثر متقابل این دو (شدت و مدت) بر صفات درصد و سرعت جوانه‌زنی، میانگین مدت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه اثر معنی‌داری داشت (جدول ۳).

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر شدت و مدت زمان امواج فراصوت بر ویژگی‌های جوانه‌زنی زیره سبز

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		درصد جوانه‌زنی	میانگین مدت جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه	وزن تر ریشه‌چه	وزن خشک ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	وزن خشک ساقه‌چه
امواج فراصوت	۲	۱۱۵۵/۱۴**	۱۲/۶۴۴**	۱۱/۶۶۷**	۲/۵۷۱**	۱۲۱/۷۶**	۲۲۲۴/۵۲**	۲/۲۳۶**	۶۶۷/۵۱**
زمان	۵	۱۳۷۸/۹۱**	۲/۸۴۴**	۲۲/۳۸۸**	۲/۵۹۳**	۱۸۵۷/۱۴**	۱۱۷۶/۱۵**	۱/۵۸۸**	۱۱۱/۸۴**
امواج فراصوت×زمان	۱۰	۹۶۰/۶۱**	۳/۸۸**	۱۱/۲۰۸**	۲/۴۳۷**	۲۷۸۳/۱۵**	۹۴۷/۹۰۵**	۰/۲۲۵**	۱۴۱۷/۳۲**
خطا	۳۰	۳/۹۴۰	۰/۴۴۸	۰/۳۰۳	۰/۰۲۳	۶/۴۹۶	۴/۹۹۶	۰/۰۰۱	۶/۲۳۴۸
ضریب تغییرات (درصد)		۲/۴۷	۷/۰۶	۶/۴۳	۱۱/۲۹	۶/۵۷	۰/۰۰۷	۳/۲۸	۸/۴۵

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد و ns برابر با عدم تفاوت معنی‌دار

جدول ۴- ویژگی‌های جوانه‌زنی زیره در شدت و مدت زمان‌های مختلف امواج فراصوت

شدت امواج فراصوت (کیلوهرتز)	زمان (دقیقه)	درصد جوانه‌زنی	میانگین مدت جوانه‌زنی (روز)	سرعت جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)	وزن تر ریشه‌چه (میلی‌گرم)	وزن خشک ریشه‌چه (میلی‌گرم)	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر)	وزن خشک ساقه‌چه (میلی‌گرم)
۴۰	۲	۸۴/۵۰cb	۷/۸۹۷c	۰/۱۲c	۰/۵۸۲f	۱۳/۵g	۷/۰۰g	۰/۸۴۵f	۱۰/۰۰g
	۴	۱۰۰/۰۰a	۹/۷۵۲b	۰/۱۰b	۲/۰۲۵bc	۵۹/۷۵b	۴۷/۷۵bc	۱/۲۹۷d	۴۲/۰۰c
	۶	۱۰۰/۰۰a	۱۰/۳۶۷ab	۰/۰۹۶a	۲/۲۱۲ab	۶۹/۲۵a	۵۳/۲۵a	۱/۸۴۵a	۵۰/۷۵a
	۸	۸۲/۰۰c	۸/۳۲۲c	۰/۱۲c	۱/۸۲۰c	۵۲/۷۵d	۳۸/۵۰d	۱/۰۰۵e	۳۷/۵۰d
	۱۰	۶۸/۷۵d	۶/۴۶۲d	۰/۱۵d	۰/۵۳۲gf	۷۵/۱۳g	۸/۲۵g	۰/۳۴۵h	۹/۷۵g
۵۹	۲	۹۸/۵۰a	۱۱/۰۱۲a	۰/۰۹۰a	۲/۲۲۵ab	۶۰/۵b	۲۶/۰۰e	۱/۳۸c	۴۸/۵۰ab
	۴	۸۶/۵۰b	۱۰/۷۵۲a	۰/۰۹۳a	۱/۵۳۷d	۴۳/۷۵e	۱۷/۵۰f	۰/۹۸۷e	۳۴/۰۰d
	۶	۶۱/۰۰e	۶/۵۴۵d	۰/۱۵d	۰/۹۷۵e	۲۴/۷۵f	۱۵/۷۵f	۰/۵۳۰g	۲۱/۷۵e
	۸	۶۹/۵۰d	۶/۹۱۲d	۰/۱۴d	۰/۵۱gf	۲۱/۷۵f	۷/۵۰g	۰/۳۳۲h	۱۷/۵۰f
	۱۰	۴۵/۵۰f	۵/۳۷e	۰/۱۸e	۰/۳۲g	۹/۲۵h	۶/۵۰g	۰/۲۳۷i	۷/۲۵g
شاهد	-	۸۵/۰۰bc	۱۰/۷۶۲a	۰/۰۹۲a	۲/۳۳۷a	۵۷/۵bc	۴۵/۰۰c	۱/۸۰ab	۴۵/۷۵bc

میانگین صفات در هر ستون با حروف متفاوت، نشان دهنده تفاوت معنی‌دار بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-10-11]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.1.10.2]
[DOI: 10.29252/yujs.2.1.109]

نتایج جدول مقایسه میانگین (جدول ۴) نشان می‌دهد که بیشترین درصد جوانه‌زنی در شدت امواج ۴۰ کیلوهرتز و زمان‌های ۴ و ۶ دقیقه و همچنین در شدت امواج ۵۹ کیلوهرتز در زمان ۲ دقیقه ایجاد شد. تیمار ۴۰ کیلوهرتز با مدت زمان شش دقیقه موجب بهبود صفات وزن خشک ریشه‌چه، طول و وزن خشک ساقه‌چه نسبت به شاهد و تیمار ۴۰ کیلوهرتز با زمان چهار دقیقه موجب افزایش درصد جوانه‌زنی می‌شود (جدول ۴). نکته قابل توجه اینکه بالاترین میزان صفات میانگین مدت جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه نیز در تیمار شاهد به همراه تیمارهای اعمال شده به دست آمد. در مطالعه‌ای اثر امواج فراصوت بر بذر همیشه بهار[1] باعث افزایش سرعت و درصد جوانه‌زنی بذرها گردید (سرخی الله لو، ۱۳۸۸). بالاترین درصد جوانه‌زنی بذر زیره سبز در تیمار ۴۰ کیلوهرتز در مدت زمان چهار و شش دقیقه با میانگین ۱۰۰ درصد بود و کمترین درصد جوانه‌زنی در تیمار ۵۹ کیلوهرتز در مدت زمان ۱۰ دقیقه (۴۵/۵ درصد) به دست آمد.

با توجه به نتایج، می‌توان نتیجه گرفت که علاوه بر شدت امواج فراصوت که بسیار مهم می‌باشد، از آن مهم‌تر مدت زمان در معرض قرار گرفتن بذور در معرض امواج فراصوت است. شیمورا (۱۹۹۰) در پژوهشی با استفاده از امواج فراصوت با شدت ۷۰۰ کیلوهرتز بر بذر تربچه گزارش کرد که این امواج باعث افزایش سرعت جوانه‌زنی و همچنین باعث افزایش ۱۶-۱۳ درصدی طول ریشه‌چه گردید. در پژوهشی دیگر نیز کاهش ۴۵-۳۰ درصدی (در کاربرد ۱۰۰ درصدی از توان ۴۶۰ وات) در مدت زمان جوانه‌زنی و همچنین افزایش درصد جوانه‌زنی در بذرهای جو پس از تیمار بذرها با امواج فراصوت گزارش شد (یلداگرد و همکاران، ۲۰۰۸). در پژوهشی بر بذرهای بادمجان[2]، فلفل، گل رعنا[3] و خیار، پس از تیمار بذرها با امواج فراصوت ۵۹-۴۲ کیلوهرتز نتایج حاکی از برتری بسیار بالای تیمارهای تحت اعمال امواج فراصوت نسبت به شاهد گزارش شده است (بینا و همکاران، ۱۳۸۷).

به‌طور کلی نتایج بیانگر آن است که هرچه شدت تیمار افزایش یافت در مدت زمان کمتری آثار مثبت امواج فراصوت بر جوانه‌زنی دیده شد، به‌طوری که در شدت ۴۰ کیلوهرتز در مدت‌زمان‌های دو تا شش دقیقه باعث بهبود جوانه‌زنی شد و افزایش مدت زمان اعمال تیمار به هشت و ۱۰ دقیقه باعث کاهش درصد جوانه‌زنی نسبت به شاهد شد. ولی در شدت ۵۹ کیلوهرتز آثار مثبت در مدت زمان‌های دو و چهار دقیقه مشاهده شد به‌طوری که تیمار تا چهار دقیقه باعث افزایش جوانه‌زنی نسبت به شاهد شد و با افزایش زمان به شش، هشت و ۱۰ دقیقه، جوانه‌زنی نسبت به شاهد کاهش یافت. محققین دریافتند که تیمار فراصوت باعث افزایش ۱۳ الی ۱۶ درصدی طول ریشه‌چه نسبت به شاهد گردیده است (یلداگرد و همکاران، ۲۰۰۸). همچنین گزارش شد تیمار چهار دقیقه امواج فراصوت با شدت ۴۰ کیلوهرتز سبب افزایش طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و وزن خشک گیاهچه همیشه بهار نسبت به شاهد می‌شود (سرخی الله‌لو، ۱۳۸۸).

نتیجه‌گیری

از دو آزمایش فوق نتیجه می‌شود که شدت میدان الکترومغناطیس ۸۸ میکرو تسلا اثر مثبتی بر جوانه‌زنی نمی‌گذارد اگرچه به نظر می‌رسد شدت‌های بالا با توجه به نتایج سایر محققان باعث افزایش درصد جوانه‌زنی گردد. همچنین اعمال تیمار امواج فراصوت با شدت ۴۰ کیلوهرتز تحت زمان حداکثر شش دقیقه و ۵۹ کیلوهرتز تحت زمان دو و چهار دقیقه اثر مثبت بر جوانه‌زنی دارند و افزایش مدت زمان، باعث کاهش جوانه‌زنی شد.

[1] *Calendula officinalis*
[2] *Solanum Melongena*
[3] *Gaillardia aristata*

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-10-11]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.1.10.2]
[DOI: 10.29252/yujs.2.1.109]

منابع

بینا، ف.، رضایی، آ. و آقایی‌زاده، م. ۱۳۸۷. بررسی تأثیر امواج مافوق صوت بر فرآیند فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی تنژیدن بذر. مجموعه مقالات اولین همایش ملی زیست‌شناسی گیاهی. دانشگاه گیلان، صفحه ۷.

جباری، ر.، امینی‌دهقی، م.، گنجی ارجنکی، ف. و آگاهی، ک. ۱۳۹۰. تأثیر مدت و روش‌های پرایمینگ بر جوانه‌زنی زیره سبز. دانش زراعت، ۲(۴): ۳۰-۲۳.

سرخی الله‌لو، ف. ۱۳۸۸. ارزیابی اثرات امواج فراصوت و میدان مغناطیسی بر جوانه‌زنی بذور گیاه دارویی همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.). ششمین کنگره باغبانی ایران- دانشگاه گیلان. ۱۱۶۵-۱۱۶۱.

مهدوی، ب.، مدرس ثانوی، ع.م. و بلوچی، ح.ر. ۱۳۸۷. تأثیر میدان‌های الکترومغناطیسی بر جوانه‌زنی و رشد اولیه بذر یونجه‌های یک‌ساله، جو، سس و سوروف. زیست‌شناسی ایران، ۲۱(۳): ۴۳۴-۴۳۳.

Aksyonov, S.I., Buchylev, A., Grunina, T.Y., Goryachev, S.N., and Turovetsky, V.B. 2000. Physiochemical mechanisms of efficiency of treatment by weak ELF-EMF of wheat seeds at different stages of germination. Proc. 22nd Annual Meeting Euro. Bioelctromagnetics Ass, Munich. 112-113.

Aladjadjiyan, A. 1991. Study of influence of magnetic field on some biological characteristics of *Zea mays*. Journal of Central European Agriculture, 3(2): 89-94.

Burnett, S.E., Pennisi, S.V., Thomas, P.A., and van Iersel, M.W. 2005. Controlled drought affects morphology and anatomy of *Salvia splendens*. Journal of the American Society for Horticultural Science, 130(5): 775-781.

Celestino, C., Picazo, M. L., and Toribio, M. 2000. Influence of chronic exposure to an electromagnetic field on germination and early growth of *Quercus suber* seeds: preliminary study. Electro-and magnetobiology, 19(1): 115-120.

Das, R., and Bhattacharya, R. 2006. Impact of electromagnetic field on seed germination. Proceedings of the international Conference on Modern Electrostatics, Beijing, China. 141-145.

Dhawi, F., Al-Khayri, J.M., and Hassan, E. 2009. Static magnetic field influence on elements composition in date palm (*Phoenix dactylifera* L.). Research Journal of Agriculture Biological Sciences, 5(2): 161-166.

Ellis, R.H., and Roberts, E.H. 1981. The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. Seed Science and Technology (Netherlands), 9: 373-409.

Gavrilov, L.R., Tsirulnikov, E.M., and Davies, I.A.I. 1996. Application of focused ultrasound for the stimulation of neural structures. Ultrasound in Medicine and Biology, 22(2): 179-192.

Hirota, N., Nakagawa, J. and Kitazawa, K. 1999. Effect of a magnetic field on germination of plants. Journal of Applied Physics, 85(8): 5717-5719.

ISTA. 1993. International rules for seed testing. Supplement to Seed Science and Technology. 21: 1-288.

Kobayashi, M., Soda, N., Miyo, T., and Ueda, Y. 2004. Effect of combined DC and AC magnetic fields on germination of hornwort seeds. Bioelectromagnetics, 25(7): 552-559.

Kordas, L. 2002. The Effect of Magnetic Field on Growth, Development and the Yield of spring Wheat. Polish Journal of Environmental Studies, 11(5): 527-530.

Martinez, E., Carbonell, M.V., and Amaya, J.M. 2000. A static magnetic field of 125 mT stimulates the initial growth stages of barley (*Hordeum vulgare* L.). Electro-and Magnetobiology, 19(1): 271-277.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-10-11]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.1.10.2]
[DOI: 10.29252/yujs.2.1.109]

Mason, T.J., and Lorimer, J.P. 2002. Applied sonochemistry. The uses of power ultrasound in chemistry and processing, 1-48.

Pietruszewski, S. and Kornarzyński, K. 1999. Magnetic biostimulation of wheat seeds. International Agrophysics, 13(4):497-501.

Pietruszewski, S., and Kania, K. 2010. Effect of magnetic field on germination and yield of wheat. International Agrophysics, 24: 297-302.

Podleœny, J., Misiak, L.E., Podleœna, A., and Pietruszewski, S. 2005. Concentration of free radicals in pea seeds after pre-sowing treatment with magnetic field. International Agrophysics, 19: 243-249.

Podlesny, J., Lenartowicz, W., and Sowinski, M. 2003. The Effect of pre-sowing treatment of seda magnetic biostimulation on morphological feature formation and whit lupine yielding in polish. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 495: 399-406.

Ratushnyak, A.A., Andreeva, M.G., Morozova, G.A., and Trushin, M.V. 2008. Effect of extremely high frequency electromagnetic fields on the microbiological community in rhizosphere of plants. International Agrophysics, 22(1): 71-74.

Shimomura, S. 1990. The effect of ultrasonic irradiation on sprouting radish seed. Ultrasonic Symposium. Proceedings, IEEE, 3: 1665-1667.

Vasilevski, G. 2003. Perspectives of the application of biophysical methods in sustainable agriculture. Bulgarian Journal of Plant Physiology, 29(3): 179-186.

Wadas, R.S. 1991. Biomagnetism Physics and Its Applications. Ellis Horwood Ltd, New York.

Yaldagard, M., Mortazavi, S.A., and Tabatabaie, F. 2008. Application of ultrasonic waves as a priming technique for accelerating and enhancing the germination of barley seed: Optimization of method by the Taguchi approach. Journal of the Institute of Brewing, 114(1): 14-21.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-10-11]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.1.10.2]
[DOI: 10.29252/yujs.2.1.109]

Iranian Journal of Seed Research, Vol: 2(1), 2015

Effects of Electromagnetic Field and Ultrasonic Waves on Seed Germination of Cumin (*Cuminum cyminum* L.)

Saeideh Maleki Farahani[1, *], Alireza Rezazadeh[1], Mahdi Aghighi Shahverdi[2]

[1] *Assistant Professor, College of Agriculture, Shahed University, Tehran*
[2] *Ph.D. Student of Crop Physiology, College of Agriculture, Shahed University, Tehran*
[*]Corresponding author, E-mail address: maleki@shahed.ac.ir

(Received: 2015.01.15 ; Accepted: 2015.06.16)

Abstrcat

In order to investigate the effect of electromagnetic field and ultrasonic waves on the seed germination of *Cuminum cyminum* that two separate experiments using a completely randomized design with four replications was conducted at Seed Science and Technology Laboratory of Faculty Agricultural Sciences, Shahed University of Tehran in 2012. In first experiment, for the seeds of zero, 10 and 30 min exposure to electromagnetic field intensity was 88 micro Tesla. In the second test (ultrasonic waves), seeds for zero, 2, 4, 6, 8 and 10 min exposure ultrasonic waves' intensity were 40 and 59 kHz. The interaction between electromagnetic field and the length had a significant effect on the traits of length, fresh weight and dry weight of root and shoot, length and weight of root to shoot ratio, percent and rate germination and mean germination time. In most of the studied traits showed that electromagnetic field cause significant decrease in the amount of traits, so that the control (zero M.T) had the highest value. The interaction of Ultrasonic waves at the time had a significant effect of on the most traits. Maximum germination percentage (100%) for the treatment of 40 kHz with duration of 4 and 6 minutes and mean germination time was highest in control (10.76 days) and 59 kHz treatment duration of 2 and 4 min (respectively 11.01 and 10.75 days). Generally *Cuminum cyminum* seeds responded positively to the use of ultrasonic waves (In contrast field) and germination index was significantly increased in this case.

Keywords: Ultrasonic waves, Percentage of germination, Cuminum cyminum, Speed of germination, Electromagnetic field

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-10-11]

[DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.1.10.2]

[DOI: 10.29252/yujs.2.1.109]