اثر میدان‌های مغناطیسی بر جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه کنجد

(*Sesamum indicum* L.)

مریم جانعلی‌زاده قزوینی [۱]، احمد نظامی [۲،*]، حمیدرضا خزاعی [۲]، حسن فیضی [۳]، مرتضی گلدانی [۲]

[۱] دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
[۲] استادان گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
[۳] استادیار دانشگاه تربت حیدریه
[*] پست الکترونیک نویسنده مسئول: nezami@um.ac.ir

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۱/۰۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۵/۱۰)

چکیده

پرایمینگ بذر توسط میدان‌های مغناطیسی (مگنتو پرایمینگ) به‌عنوان راهکاری اکولوژیک، مؤثر و ارزان قیمت برای بهبود خصوصیات جوانه‌زنی و سبز شدن گیاهان مطرح است. به‌منظور بررسی رفتار جوانه‌زنی کنجد تحت تأثیر میدان‌های مغناطیسی، آزمایشی در سال ۱۳۹۳ به‌صورت طرح کاملاً تصادفی با ۲۲ تیمار (عدم قرارگیری در معرض میدان مغناطیسی (شاهد) و ۲۱ تیمار مگنتو پرایمینگ) و با سه تکرار در دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد اجرا شد. بذرهای کنجد به‌صورت توده‌ای درون یک کیسه پلاستیکی نازک قرار گرفته و سپس توسط میدان‌های مغناطیسی با شدت (۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی تسلا) و زمان‌های قرارگیری مختلف (۱۰، ۲۰، ۳۰، ۶۰ و ۱۲۰ دقیقه برای هر شدت) تیمار شدند. به‌منظور بررسی خصوصیات جوانه‌زنی کنجد تحت تأثیر میدان مغناطیسی دائم، از نوارهای مغناطیسی با قدرت ۳ میلی تسلا در زیر هر پتری در طول مدت آزمایش استفاده شد. نتایج نشان داد که میدان‌های مغناطیسی اثر معنی‌داری بر درصد جوانه‌زنی نهایی نداشتند. پرایمینگ بذرها با میدان مغناطیسی با شدت ۵۰ میلی تسلا به مدت ۲۰ دقیقه منجر به افزایش سرعت جوانه‌زنی نسبت به تیمار شاهد شد اما کلیه سطوح تیمار ۱۰۰ میلی تسلا منجر به کاهش سرعت جوانه‌زنی نسبت به تیمار شاهد شدند. در این آزمایش بیشترین طول ریشه‌چه، طول گیاهچه و نیز شاخص طولی بنیه گیاهچه متعلق به تیمار ۷۵ میلی تسلا به مدت ۶۰ دقیقه و بیشترین وزن خشک گیاهچه و شاخص وزنی بنیه گیاهچه متعلق به تیمار ۱۰۰ میلی تسلا برای ۲۰ دقیقه بود. درجه‌بندی تیمارها نشان داد که قرار گرفتن بذرها به مدت یک ساعت در معرض میدانی با شدت ۷۵ میلی تسلا و نیز ۱۰ دقیقه در معرض ۲۵ میلی تسلا بهترین نتایج را به دنبال دارند.

واژه‌های کلیدی: ریشه‌چه، ساقه‌چه، سرعت جوانه‌زنی، شاخص بنیه گیاهچه، مگنتو پرایمینگ.

مقدمه

کنجد یکی از پر روغن‌ترین دانه‌ها (۶۳-۳۴ درصد) در میان دانه‌های روغنی محسوب می‌شود (ازون[1] و همکاران، ۲۰۰۲). مجموع چربی و پروتئین دانه کنجد نزدیک به ۷۵ درصد بوده و از این رو، اهمیت اقتصادی بالایی چه از نظر تغذیه انسان و چه مصارفی نظیر کنجاله دارد (دینی ترکمانی و کاراپتیان، ۱۳۸۶). در سال‌های گذشته کنجد به لحاظ جایگاه تولید در مقایسه با دانه‌های روغنی دیگر در رتبه پایین‌تری قرار گرفته و

[1] Uzun

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-12]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1395.3.1.1.0]
[DOI: 10.29252/yujs.3.1.1]

حتی به سمت یک گیاه فراموش شده[1] پیش رفته است که دلیل آن عملکرد کم بذر و رقابت شدید آن با سایر دانه‌های روغنی شامل سویا، آفتابگردان و بادام‌زمینی بوده است (ازون و همکاران، ۲۰۰۲). یکی از عوامل دستیابی به عملکرد بالا در گیاهان زراعی، افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی بذرها و استقرار گیاهچه‌های حاصل از بذرهای کشت شده است. به‌طور طبیعی هر چه سرعت جوانه‌زنی و درصد بذرهای جوانه‌زده در مزرعه بیشتر باشد استفاده از منابع رشد نظیر نور، آب و عناصر غذایی بهتر خواهد بود (فوتی[2] و همکاران، ۲۰۰۲).

امروزه پرایمینگ بذر به‌عنوان یک تکنیک مؤثر جهت بهبود جوانه‌زنی گیاهان به‌ویژه در شرایط تنش مطرح است (اشرف و فولاد[3]، ۲۰۰۵). پرایمینگ بذر باعث کوتاه شدن زمان کاشت تا سبز شدن و حفاظت بذرها از تنش‌های زنده و غیرزنده در مرحله‌ی بحرانی استقرار گیاهچه می‌شود. همچنین پرایمینگ سبب بهبود یکنواختی سبز شدن و استقرار گیاهچه و بهبود عملکرد گیاهان می‌شود (بصرا[4] و همکاران، ۲۰۰۴). در میان روش‌های مختلفی که برای پرایمینگ بذرها استفاده می‌شود، پرایمینگ فیزیکی از سابقه کمتری برخوردار بوده و در سال‌های اخیر مورد توجه محققان قرار گرفته است. پرایمینگ فیزیکی بذر شامل یونیزه کردن، استفاده از اشعه لیزر، ماکروویو، ماورای بنفش، میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی است (درنا[5] و همکاران، ۲۰۱۰). به اعتقاد بعضی از محققان پرایمینگ با میدان‌های مغناطیسی و الکترومغناطیسی می‌تواند با بالا بردن راندمان تولید بدون وارد کردن آلودگی به محیط‌زیست، نیازهای کشاورزی ارگانیک را برآورده سازد (بیلالیس[6] و همکاران، ۲۰۱۳).

چندین گزارش نشان داده‌اند که قرار گرفتن در معرض میدان مغناطیسی می‌تواند جوانه‌زنی بذرهایی با قوه نامیه کم را افزایش و کیفیت و سرعت جوانه‌زنی آن‌ها را بهبود بخشد (الکساندر و دویجود[7]، ۱۹۹۵). قرارگیری بذرهای نخود قبل از جوانه‌زنی در معرض شدت‌های مختلف از میدان‌های مغناطیسی به‌طور معنی‌داری صفات مرتبط با جوانه‌زنی نظیر درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن خشک گیاهچه و شاخص‌های بنیه گیاهچه را افزایش داد (واشیت و ناگاراجان[8]، ۲۰۰۸). مارتینز[9] و همکاران (۲۰۰۹) نیز گزارش کردند که متوسط زمان جوانه‌زنی (MGT[10]) در بذر گوجه‌فرنگی قرار گرفته در معرض میدان مغناطیسی کاهش یافت. سازوکار تحریک جوانه‌زنی بذر توسط میدان‌های مغناطیسی ممکن است به دلیل تغییر در فرآیندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی و تسریع در متابولیسم و فعالیت آن دسته از آنزیم‌هایی که جوانه‌زنی را تسریع می‌کنند، باشد (پودلسنی[11] و همکاران، ۲۰۰۳). سامانی[12] و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که آنزیم‌های مرتبط با جوانه‌زنی (آلفاآمیلاز، پروتئاز و دهیدروژناز) در بذرهای مگنتو پرایم[13] شده زیره (*Cuminum cyminum*) در مقایسه با بذرهای تیمار نشده فعالیت بیشتری نشان دادند. همچنین اثرات مثبت میدان‌های مغناطیس بر خصوصیات جوانه‌زنی گیاهان ممکن است به دلیل برهمکنش این میدان‌ها با جریانات یونی واقع در غشای سلولی جنین باشد که تغییراتی را در فشار اسمزی و غلظت‌های یونی در دو سوی غشاء القا می‌کند. تغییر در جریانات یونی واقع در عرض غشای سلول منجر به تغییر در سازوکار جذب آب می‌شود، چرا که تنظیم اسمزی در سلول‌های جنینی با انتقال یونی در عرض غشاء کنترل می‌شود (یایسیلی و الیکامانوگولو[14]، ۲۰۰۵؛ رینا و پاسکال[15]، ۲۰۰۱). فرضیه‌ای که اثرات زیستی میدان‌های مغناطیسی را توضیح می‌دهد بر مبنای مطالعات ناقص است و کریپتوکروم‌ها کاندیدهای احتمالی برای دریافت مغناطیس در گیاهان هستند (احمد[16] و همکاران،

[1] Orphan crop
[2] Foti
[3] Ashraf and Foolad
[4] Basra
[5] Dorna
[6] Bilalis
[7] Alexander and Doijode
[8] Vashisth and Nagarajan
[9] Martinez
[10] Mean Germination Time
[11] Podlesny
[12] Samani
[13] Magneto-priming
[14] Yaycili and Alikamangola
[15] Reina and Pascual
[16] Ahmad

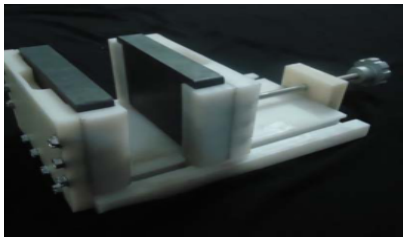
[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-12]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1395.3.1.1.0]
[DOI: 10.29252/yujs.3.1.1]

۲۰۰۷). دو سازوکار دریافت مغناطیس هم که اخیراً توجهات را به خود جلب کرده‌اند سازوکار جفت رادیکال[1] و رزونانس سیکلوترون یون[2] هستند. سازوکار اول شامل تعدیل سرعت تبدیل‌های داخلی سینگلت-تریپلت یک جفت رادیکال با میدان‌های مغناطیسی خارجی ضعیف است. بر طبق سازوکار رزونانس سیکلوترون یون، شکل مناسبی از یک میدان ممکن است بتواند با تشدید نوسان خود به خودی برخی یون‌ها نظیر کلسیم یا مولکول‌های زیستی نظیر پمپ‌ها و کانال‌ها آن‌ها را به تحریک بیشتر وادار کرده و از این طریق سبب تحریک رشد گردد (گالاند و پازور[3]، ۲۰۰۵؛ ۲۰۰۵؛ لیبوف[4] و همکاران، ۱۹۸۹). سازوکار پیشنهادی دیگر برای نحوه عمل میدان مغناطیسی از طریق تأثیر بر مواد دارای خاصیت مغناطیسی است که مهم‌ترین آن‌ها مواد فرومغناطیس[5] نظیر آهن و مواد دیامغناطیس[6] نظیر دیامغناطیس[6] نظیر نشاسته هستند (رجب بیگی و همکاران، ۱۳۹۲).

از آنجایی که تاکنون در زمینه اثر میدان‌های مغناطیسی بر جوانه‌زنی کنجد گزارشی ارائه نشده است، این مطالعه با هدف بررسی اثرات مگنتو پرایمینگ بر برخی از ویژگی‌های مرتبط با جوانه‌زنی کنجد جهت تعیین بهترین شدت و مدت زمان قرارگیری در معرض میدان مغناطیسی انجام شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثرات میدان‌های مغناطیسی بر برخی از خصوصیات مرتبط با جوانه‌زنی کنجد و نیز تعیین بهترین شدت و مدت زمان قرارگیری در معرض میدان مغناطیسی، آزمایشی به‌صورت طرح کاملاً تصادفی با ۲۲ تیمار (شاهد (عدم قرارگیری) و ۲۱ تیمار پرایم مغناطیسی متشکل از یک میدان مغناطیسی دائم و ۲۰ ترکیب از شدت‌ها و زمان‌های مختلف قرارگیری در معرض میدان مغناطیسی) با سه تکرار در آزمایشگاه فیزیولوژی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. برای این منظور بذرهای کنجد (توده کلات) به‌صورت توده‌ای در داخل یک کیسه نازک پلاستیکی ریخته شده و سپس درون دستگاه ایجادکننده میدان مغناطیسی[7] در معرض میدان‌هایی با شدت (از ۲۵ تا ۱۰۰ میلی تسلا با فواصل ۲۵) و زمان مورد نظر (۱۰، ۲۰، ۳۰، ۶۰ و ۱۲۰ دقیقه) قرار گرفتند (شکل ۱). برای ایجاد شدت‌های ۵۰،۲۵، ۷۵ و ۱۰۰ میلی تسلا دو آهنربا به ترتیب در فاصله ۱۹/۵، ۱۱/۷، ۷/۸ و ۴/۵ سانتی‌متر از یکدیگر قرار گرفتند. همچنین برای بررسی اثر قرارگیری بذرها در معرض میدان مغناطیسی دائم از نوارهای مغناطیسی (با ابعاد ۱ در ۷ سانتی‌متر) با قدرت ۳ میلی تسلا در زیر هر پتری دیش استفاده شد. قطعات آهنربایی مذکور در زیر هر پتری (با قطر ۱۰ سانتی‌متر) با فاصله یک سانتی‌متر از هم چسبانده شده و سپس بذرها در داخل پتری دیش در فاصله بین نوارها قرار داده شدند. سایر بذرهای مگنتو پرایم شده کنجد بلافاصله پس از دریافت تیمار، به‌صورت دسته‌های ۲۵ تایی در درون پتری دیش‌های با قطر ۱۰ سانتی‌متر که با کاغذ صافی واتمن شماره یک نمناک پر شده بودند، توزیع شده و به مدت هفت روز در ژرمیناتور با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی مناسب قرار گرفتند (گالشی و همکاران، ۱۳۸۵). شمارش بذرهای جوانه‌زده به‌صورت روزانه انجام و در نهایت صفاتی نظیر درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه، وزن خشک آن‌ها، شاخص بنیه گیاهچه (ویگر) یک و دو اندازه‌گیری شد.



[1] Radical-pair
[2] Ion Cyclotron Resonance
[3] Galland and Pazur
[4] Liboff
[5] Ferromagnetic
[6] Diamagnetic

[7]. دستگاه ایجاد کننده میدان مغناطیسی شامل یک جفت آهنربای قوی است که قابلیت تنظیم فاصله از هم دیگر را دارد. دو آهنربا طوری در دستگاه جاسازی شده‌اند که همدیگر را جذب می‌کنند یعنی قطب‌های غیر همنام (یک قطب S و یک قطب N) در مقابل همدیگر هستند.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-12]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1395.3.1.1.0]
[DOI: 10.29252/yujs.3.1.1]

شکل ۱- دستگاه طراحی شده جهت ایجاد شدت‌های مختلف میدان مغناطیسی

درصد جوانه‌زنی از طریق رابطه بلچر[1] (۱۹۷۵) و با استفاده از رابطه ۱ محاسبه شد. بذرهایی جوانه‌زده محسوب می‌شدند که طول ریشه‌چه آن‌ها حداقل دو میلی‌متر شده باشد (ISTA[2], 2009).

رابطه (۱):

$GP^{3}\% = n/N \times 100$

سرعت جوانه‌زنی از رابطه (۲) بر طبق روش ماگویر[4] ماگویر[4] (۱۹۶۲) محاسبه شد.

رابطه (۲):

$GR^{5} = (a/1) + (b-a/2) + (c-b/3) + \ldots + (n-n-1/N)$

در رابطه‌های فوق، GP درصد جوانه‌زنی، n تعداد بذرهای جوانه‌زده در هر پتری، N تعداد کل بذرهای کشت شده، GR سرعت جوانه‌زنی (day^{-1})، a،b،c، ...و n به ترتیب نشان‌دهنده‌ی تعداد بذرهای جوانه‌زده پس از ۱، ۲، ۳ و n روز از شروع آبگیری آن‌ها است.

همچنین شاخص طولی بنیه گیاهچه بر اساس رابطه عبدالباقی و اندرسون[6] (۱۹۷۳) محاسبه شد (رابطه ۳ و ۴).

رابطه (۳): طول گیاهچه (ریشه‌چه + ساقه‌چه (سانتی‌متر)) ×درصد جوانه‌زنی = شاخص طولی بنیه گیاهچه

رابطه (۴): وزن خشک گیاهچه (ساقه‌چه + ریشه‌چه (میلی‌گرم)) × درصد جوانه‌زنی = شاخص وزنی بنیه گیاهچه

طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و گیاهچه و نیز وزن خشک آن‌ها پس از اتمام دوره جوانه‌زنی اندازه‌گیری شدند. برای اندازه‌گیری وزن خشک، نمونه‌ها در آون ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت قرار گرفته و سپس با ترازوی دیجیتالی با دقت یک میلی‌گرم توزین شدند. در انتها برای تعیین بهترین شدت و مدت زمان قرارگیری در معرض میدان مغناطیسی، درجه‌بندی تیمارها بر اساس صفات مرتبط با جوانه‌زنی صورت گرفت. به این صورت که بعد از مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون دانکن، به حرف a رتبه ۱، حرف ab رتبه ۱/۵، حرف abc رتبه ۱/۶۶، abcd، ۱/۷۵، abcde رتبه ۱/۸، حرف b رتبه ۲ و ... تعلق گرفت و در نهایت رتبه‌ها با هم جمع شدند. در این روش تیماری که رتبه کمتری داشته باشد، بهتر است (سرمدنیا و همکاران، ۱۳۶۷).

آنالیز آماری داده‌ها به‌صورت آنالیز واریانس یک‌طرفه[7] و به کمک نرم‌افزار MSTAT-C انجام شد. برای نرمال شدن توزیع داده‌های درصدی از تبدیل زاویه‌ای ($a\sin\sqrt{x}$)، استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

آنالیز واریانس نشان داد که میدان‌های مغناطیسی اثر معنی‌داری بر درصد جوانه‌زنی نهایی نداشتند (جدول ۱). طاهر و کریم[8] (۲۰۱۰) نیز نشان دادند که میدان‌های مغناطیسی بر درصد جوانه‌زنی چند رقم نخود اثر معنی‌داری نداشته است؛ اما کاکماک[9] و همکاران (۲۰۱۰) افزایش جوانه‌زنی بذرهای لوبیا و گندم تیمار شده با میدان مغناطیسی را گزارش کردند. در توضیح این تناقض‌ها می‌توان اظهار داشت که مکانیسم تأثیر میدان‌های مغناطیسی بر خصوصیات فیزیولوژیک گیاهان هنوز به‌طور دقیق مشخص نشده است و اثرات بازدارنده یا تحریک‌کننده میدان مغناطیسی به عواملی نظیر گونه و اندام گیاهی، شدت و نوع میدان، مدت زمان تیمار، روش پرایمینگ و سایر عوامل تنش‌زا بستگی دارد. از طرفی ممکن است اثرات تحریک‌کنندگی یا بازدارندگی میدان مغناطیسی در درازمدت و مراحل بعدی رشد گیاه نسبت به دوره جوانه‌زنی نمود بیشتری داشته باشد (دهاوی و الخیری[10]، ۲۰۰۹).

[1] Belcher
[2] International Seed Testing Association
[3] Germination Percentage
[4] Maguire
[5] Germination Rate
[6] Abdul-Baki and Anderson
[7] One Way Anova
[8] Tahir and Karim
[9] Cakmak
[10] Dhawi and Al-Khayri

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-12]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1395.3.1.1.0]
[DOI: 10.29252/yujs.3.1.1]

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات مرتبط با جوانه‌زنی برای کنجد قرار گرفته در معرض میدان مغناطیسی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات									
		GP	GR	RL	PL	SL	RW	PW	SW	SVI1	SVI2
تیمار	۲۱	۴۶/۲۵۳^{ns}	۰/۸۰۷*	۰/۸۴۸**	۰/۲۳۷**	۱/۴۰۴**	۰/۰۶۰**	۰/۰۵۶^{ns}	۰/۱۳۰**	۱۴۹۵۸/۵۴۹**	۱۴۰۴/۰۴۱**
خطا	۴۴	۳۸/۰۲۱	۰/۴۰۹	۰/۰۷۷	۰/۰۹۳	۰/۱۶۷	۰/۰۱۸	۰/۰۴۱	۰/۵۶۰	۱۹۸۰/۱۸۲	۵۱۷/۹۲۴

GP: Germination percentage؛ درصد جوانه‌زنی GR=Germination rate؛ سرعت جوانه‌زنی RL: Radicle length؛ طول ریشه‌چه PL: Plumule length؛ طول ساقه‌چه SL: Seedling length؛ طول گیاهچه RW: Radicle weight؛ وزن ریشه‌چه PW: Plumule weight؛ وزن ساقه‌چه SW: Seedling weight؛ وزن گیاهچه SVI 1, 2 Seedling vigour index؛ شاخص طولی و وزنی بنیه گیاهچه.

ns، ** و *: به ترتیب عدم معنی‌داری، معنی‌دار در سطوح احتمال ۱ و ۵ درصد

سرعت جوانه‌زنی با قرارگیری در معرض میدان‌های مغناطیسی تغییر معنی‌داری داشت و بیشترین سرعت جوانه‌زنی در تیمار ۵۰ میلی تسلا به مدت ۲۰ دقیقه به دست آمد (جدول ۲). به لحاظ این صفت اکثر تیمارهای میدان مغناطیسی به‌استثنای ۷۵ میلی تسلا به مدت ۲ ساعت، مقادیری مشابه یا بیشتر از شاهد داشتند اما کلیه سطوح تیمار ۱۰۰ میلی تسلا منجر به کاهش سرعت جوانه‌زنی نسبت به شاهد شدند (جدول ۲). مجد و شبرنگی[1] (۲۰۰۹) افزایش ۱۱ درصدی سرعت جوانه‌زنی بذرهای عدس را در پرایمینگ با میدان مغناطیسی ۱۸۰ میلی تسلا به مدت ۱۰ دقیقه و افزایش ۳۴ درصدی را در پرایمینگ با میدان ۲۴۰ میلی تسلا به مدت ۲۰ دقیقه گزارش نمودند. بررسی‌ها نشان داده است که میدان مغناطیسی باعث کاهش کشش سطحی و ویسکوزیته آب (پانگ و دنگ[2]، ۲۰۰۸) و به همان اندازه موجب کاهش گرمای نهان تبخیر شده که در نهایت بخار شدن سریع آب را در پی دارد (گالاند و پازور، ۲۰۰۵). تغییرات در این شاخص‌ها به نفوذ سریع‌تر آب به داخل بذر منجر شده، جوانه‌زنی سریع‌تر و مؤثر بذرها را باعث می‌شود (گالاند و پازور، ۲۰۰۵). رینا و پاسکال (۲۰۰۱) نیز افزایش در سرعت جذب آب را پس از قرارگیری بذرهای کاهو (*Lactuca sativa*) در معرض میدانی با شدت ۱ تا ۱۰ میلی تسلا مشاهده کرده و این عامل را مسئول افزایش در سرعت جوانه‌زنی پیشنهاد کردند.

صفات مورفولوژیکی مرتبط با جوانه‌زنی نظیر طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و گیاهچه نیز تحت تأثیر میدان‌های مغناطیسی قرار گرفتند، به‌طوری که بیشترین طول ریشه‌چه و گیاهچه متعلق به تیمار ۷۵ میلی تسلا به مدت ۶۰ دقیقه بود و تیمارهای ۵۰ و ۲۵ میلی تسلا به مدت ۱۰ دقیقه منجر به افزایش طول ساقه‌چه نسبت به تیمار شاهد شدند (جدول ۲). تیمارهای مذکور به ترتیب باعث افزایش ۲۶ درصدی طول ریشه‌چه، ۱۷ درصدی طول گیاهچه و ۶-۱۰ درصدی طول ساقه‌چه نسبت به تیمار شاهد شدند (جدول ۲). بررسی اثر میدان مغناطیسی بر طول ریشه و طول کل دانه رست‌های سیاه‌دانه (*Nigella sativa* L.) نیز نشان داد که همه شدت‌های میدان مغناطیسی در کل بازه‌های زمانی اِعمال شده (۱۲۰-۳۰ دقیقه) اثر مثبت بر طول ریشه و طول کل دانه رست‌ها داشته و در هر دو شدت (۲۵ و ۵۰ میلی تسلا)، طول ریشه و کل دانه رست‌ها نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری یافت که بیشینه اثر بر عوامل یاد شده در شدت ۲۵ میلی تسلا و بازه زمانی ۶۰ دقیقه مشاهده شد (پوراکبر و همکاران، ۱۳۹۱). آن‌ها اظهار داشتند که بهبود رشد طولی ریشه‌چه احتمالاً به علت تأثیر میدان مغناطیسی بر شاخص میتوزی[3] است. در بررسی افضل[4] و همکاران (۲۰۱۲) روی گیاه گل جعفری (*Tagetes patula* L.) نیز اکثر تیمارهای میدان مغناطیسی به‌ویژه تیمار ۱۰۰ میلی تسلا به مدت سه دقیقه منجر به افزایش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه شدند. ایشان علت این افزایش را

[1] Majd and Shabrangi
[2] Pang and Deng
[3] Mitotic Index
[4] Afzal

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-12]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1395.3.1.1.0]
[DOI: 10.29252/yujs.3.1.1]

بیشتر شدن سرعت تقسیم سلولی در نوک ریشه عنوان کردند.

همچنین اثر میدان‌های مغناطیسی بر وزن خشک ریشه‌چه و گیاهچه معنی‌دار ($p\leq ۰/۰۱$) بود (جدول ۱) و قرارگیری بذرها به مدت دو ساعت در معرض میدانی به‌شدت ۵۰ میلی تسلا و نیز ۲۰ دقیقه‌ای در مجاورت میدانی به قدرت ۱۰۰ میلی تسلا منجر به افزایش وزن خشک ریشه‌چه و وزن گیاهچه شد (جدول ۳). افزایش وزن خشک ریشه‌چه در اثر پرایمینگ با تیمار ۵۰ میلی تسلا به مدت ۱۲۰ دقیقه حدود ۳۱ درصد بود و وزن خشک گیاهچه نیز افزایش ۱۵ درصدی را در تیمار ۱۰۰ میلی تسلا برای ۲۰ دقیقه نشان داد (جدول ۳). در این ارتباط بایستی اظهار کرد که میدان مغناطیسی به دلیل نفوذ سریع‌تر آب به بذر بر سرعت واکنش‌های آنزیمی نیز اثر می‌گذارد. افزایش جذب آب در اولین مرحله باعث شتاب در آماس بذرها تحت تأثیر میدان مغناطیسی شده که پیامد آن افزایش وزن‌تر آن‌هاست؛ به‌علاوه، افزایش وزن دانه رست‌ها ممکن است با افزایش متابولیسم سریع‌تر با محتوای آبی بیشتر در گیاهان ارتباط داشته باشد (فیشر[1] و همکاران، ۲۰۰۴). در این بررسی اثر میدان‌های مغناطیسی بر وزن ساقه‌چه معنی‌دار نبود (جدول ۱) اما به لحاظ عددی تیمارهای ۱۰۰ میلی تسلا به مدت ۲ ساعت، ۷۵ میلی تسلا به مدت ۲۰ دقیقه، ۲۵ میلی تسلا به مدت ۳۰ دقیقه و میدان دائم سه میلی تسلا برتری بیشتری نسبت به شاهد و سایر تیمارها نشان دادند (جدول ۳).

شاخص‌های بنیه گیاهچه

شاخص‌های طولی و وزنی بنیه گیاهچه نیز تحت تأثیر میدان‌های مغناطیسی قرار گرفتند و شاخص بنیه گیاهچه یک که بر مبنای طول گیاهچه و درصد جوانه‌زنی تعیین می‌شود، روندی مشابه به طول ریشه‌چه و گیاهچه نشان داد (بیشترین مقدار متعلق به تیمار ۷۵ میلی تسلا به مدت یک ساعت بود). در اثر قرارگیری بذرها در معرض میدان مغناطیسی فوق، افزایش ۱۷ درصدی نسبت به تیمار عدم قرارگیری مشاهده شد (جدول ۳). در بررسی فیضی و همکاران (۱۳۹۰) روی گندم نیز شاخص طولی بنیه گیاهچه در تیمارهای شاهد و میدان مغناطیسی ۱۵۰ میلی تسلا به مدت ۲۰ دقیقه در کم‌ترین مقدار بود ولی در سایر تیمارها به‌ویژه تیمار ۱۰۰ میلی تسلا به مدت ۱۰ دقیقه افزایش معنی‌داری نسبت به شاهد نشان داد. بر طبق نظریات اقبال[2] و همکاران (۲۰۱۲) میدان مغناطیسی، اجسام بیولوژیکی را با اسپین‌های غیرعادی، رادیکال‌های آزاد، کریستال‌های مایع یا تغییرات الکترون متحرک تحت تأثیر قرار می‌دهد. به لحاظ شیمیایی رادیکال‌های آزاد به دلیل واکنش‌پذیری بالا به‌سرعت با اکسیژن وارد واکنش شده و موجب تغییراتی در فرآیندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی جوانه‌زنی بذر می‌شوند.

در آزمایش پودلسنی[3] و همکاران (۲۰۰۵) افزایش معنی‌دار محتوای رادیکال‌های آزاد در گیاهان نخودفرنگی قرار گرفته در معرض میدان مغناطیسی دیده شد. این امر باعث به وجود آمدن تغییرات ابتدایی در طی نمو گیاهچه‌ها نظیر تطویل هیپوکوتیل و ریشه‌ها و بنابراین افزایش ویگر (بنیه) گیاهچه‌ها شد.

در این بررسی، شاخص وزنی بنیه گیاهچه که بر اساس وزن گیاهچه و درصد جوانه‌زنی اندازه‌گیری شده بود نیز الگویی شبیه به وزن ریشه‌چه و گیاهچه (برتر بودن تیمارهای ۱۰۰ میلی تسلا در ۲۰ دقیقه و ۵۰ میلی تسلا برای ۱۲۰ دقیقه) داشت (جدول ۳) به‌طوری که تیمارهای مذکور به ترتیب منجر به افزایش ۱۳/۵ و ۱۰/۵ درصدی در شاخص وزنی بنیه گیاهچه نسبت به تیمار شاهد گردیدند.

[1] Fischer

[2] Iqbal
[3] Podlesny

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-12]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1395.3.1.1.0]
[DOI: 10.29252/yujs.3.1.1]

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر پرایمینگ با میدان‌های مغناطیسی برای تعدادی از خصوصیات جوانه‌زنی کنجد

تیمار میدان مغناطیسی (mT[1])	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی (بذر در روز)	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر)	طول گیاهچه (سانتی‌متر)
شاهد	۱۰۰/۰a	۱۲/۵ ab	۳/۵۲ b-d	۲/۷۹a-d	۶/۳۱b-d
۳ (ثابت)	۹۶/۰a	۱۲/۱ bc	۲/۸۷ c-g	۲/۹۰a-c	۵/۷۷b-f
۲۵ (*۱۰)	۹۷/۳a	۱۲/۵ ab	۳/۴۴b-d	۲/۹۶a	۶/۴۰bc
۲۵ (۲۰)	۹۶/۰a	۱۲/۳ a-c	۳/۱۵b-f	۲/۷۳ a-d	۵/۸۸b-f
۲۵ (۳۰)	۹۶/۰a	۱۱/۶ bc	۳/۸۰b	۲/۹۱ a-c	۶/۷۱ab
۲۵ (۶۰)	۹۷/۳a	۱۱/۸ bc	۲/۵۴ fg	۲/۷۹a-d	۵/۳۳d-h
۲۵ (۱۲۰)	۹۶/۰a	۱۲/۸ ab	۲/۵۴fg	۲/۶۶ a-d	۵/۲۰ e-h
۵۰ (۱۰)	۹۶/۰a	۱۲/۲ bc	۳/۳۷ b-e	۳/۱۱a	۶/۴۸bc
۵۰ (۲۰)	۹۸/۶a	۱۳/۴a	۳/۱۷ b-f	۲/۹۵ab	۶/۱۲ b-e
۵۰ (۳۰)	۹۴/۶a	۱۱/۶bc	۲/۷۱e-g	۲/۵۰ a-d	۵/۲۱e-h
۵۰ (۶۰)	۹۴/۶a	۱۲/۴ a-c	۲/۶۷ e-g	۲/۵۷ a-d	۵/۲۴e-h
۵۰ (۱۲۰)	۹۷/۳a	۱۲/۲ bc	۲/۸۳ c-g	۲/۵۱a-d	۵/۳۴d-h
۷۵ (۱۰)	۹۸/۶a	۱۲/۵ ab	۲/۵۱ fg	۲/۵۳a-d	۵/۰۴f-h
۷۵ (۲۰)	۹۶/۰a	۱۱/۵ bc	۳/۲۹b-e	۲/۶۲a-d	۵/۹۱b-f
۷۵ (۳۰)	۹۶/۰a	۱۱/۷ bc	۳/۰۷c-g	۲/۹۲a-c	۵/۹۹b-f
۷۵ (۶۰)	۱۰۰/۰a	۱۲/۵ ab	۴/۷۵a	۲/۸۶ a-d	۷/۶۱a
۷۵ (۱۲۰)	۹۴/۶a	۱۱/۲ c	۳/۰۶c-g	۲/۵۴ a-d	۵/۶۰c-g
۱۰۰ (۱۰)	۹۶/۰a	۱۱/۵ bc	۳/۵۳ bc	۲/۱۶ b-d	۵/۶۹ b-f
۱۰۰ (۲۰)	۹۸/۶a	۱۲/۲ bc	۳/۴۸ b-d	۲/۴۴a-d	۵/۹۲ b-f
۱۰۰ (۳۰)	۹۶/۰a	۱۱/۷ bc	۲/۸۱ d-g	۲/۰۷d	۴/۸۸gh
۱۰۰ (۶۰)	۹۸/۶a	۱۲/۳ a-c	۲/۴۲g	۲/۱۳cd	۴/۵۵h
۱۰۰ (۱۲۰)	۹۸/۶a	۱۲/۲ bc	۳/۰۲c-g	۲/۶۶a-d	۵/۶۸ b-f

[1] میلی تسلا، * اعداد داخل پرانتز نشان‌دهنده مدت زمان قرارگیری در معرض میدان مغناطیسی بر حسب دقیقه است. میانگین‌هایی با حداقل یک حرف مشترک در هر ستون اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر اساس آزمون دانکن ندارند.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-12]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1395.3.1.1.0]
[DOI: 10.29252/yujs.3.1.1]

جدول ۳- مقایسه میانگین برخی از صفات مرتبط با جوانه‌زنی کنجد تیمار شده با میدان مغناطیسی

تیمار میدان مغناطیسی (mT[1])	وزن ریشه‌چه (میلی‌گرم)	وزن ساقه‌چه (میلی‌گرم)	وزن گیاهچه (میلی‌گرم)	شاخص طولی بنیه گیاهچه	شاخص وزنی بنیه گیاهچه
شاهد	۰/۶۰۰a-d	۱/۷۰ ab	۲/۳۰ a-c	۶۳۱bc	۲۳۰a-c
۳ (ثابت)	۰/۴۳۰ cd	۱/۹۶ a	۲/۴۰a-c	۵۵۶ b-f	۲۳۰a-c
۲۵ (۱۰*)	۰/۶۰۰a-d	۱/۸۳ ab	۲/۴۳a-c	۶۲۴bc	۲۳۷ a-c
۲۵ (۲۰)	۰/۵۰۰b-d	۱/۷۰ ab	۲/۲۰a-c	۵۶۵b-e	۲۱۱ a-c
۲۵ (۳۰)	۰/۴۳۳ cd	۱/۹۶ a	۲/۴۰ a-c	۶۴۴b	۲۳۱a-c
۲۵ (۶۰)	۰/۳۰۰ d	۱/۶۶ ab	۱/۹۶c	۵۲۰c-f	۱۹۱c
۲۵ (۱۲۰)	۰/۴۶۶b-d	۱/۸۰ ab	۲/۲۶a-c	۴۹۹d-f	۲۱۸ a-c
۵۰ (۱۰)	۰/۴۳۳ cd	۱/۶۳ ab	۲/۰۶ bc	۶۲۳ bc	۱۹۸bc
۵۰ (۲۰)	۰/۴۶۶b-d	۱/۶۰ ab	۲/۰۶ bc	۶۰۴ b-d	۲۰۴ bc
۵۰ (۳۰)	۰/۴۰۰ cd	۱/۷۶ ab	۲/۱۶a-c	۴۹۳ d-f	۲۰۵ bc
۵۰ (۶۰)	۰/۵۰۰b-d	۱/۵۳ b	۲/۰۱ bc	۴۹۷ d-f	۱۹۰c
۵۰ (۱۲۰)	۰/۸۶۶ a	۱/۷۶ ab	۲/۶۳ ab	۵۲۰c-f	۲۵۷ ab
۷۵ (۱۰)	۰/۳۶۶ cd	۱/۷۳ ab	۲/۱۰a-c	۴۹۷d-f	۲۰۷ a-c
۷۵ (۲۰)	۰/۴۰۰ cd	۲/۰۰ a	۲/۴۰ a-c	۵۶۷ b-e	۲۳۰a-c
۷۵ (۳۰)	۰/۵۶۶a-d	۱/۹۰ ab	۲/۴۵a-c	۵۷۶b-e	۲۳۳a-c
۷۵ (۶۰)	۰/۶۶۶a-c	۱/۷۳ ab	۲/۴۰a-c	۷۶۱a	۲۴۰a-c
۷۵ (۱۲۰)	۰/۴۶۶b-d	۱/۸۳ ab	۲/۳۰ a-c	۵۳۱b-f	۲۱۸a-c
۱۰۰ (۱۰)	۰/۶۶۶a-c	۱/۷۶ ab	۲/۴۳a-c	۵۴۶b-f	۲۳۴ a-c
۱۰۰ (۲۰)	۰/۸۰۰ab	۱/۹۰ ab	۲/۷۰a	۵۸۴b-d	۲۶۶a
۱۰۰ (۳۰)	۰/۳۶۶ cd	۱/۶۳ ab	۲/۰۰c	۴۶۸ ef	۱۹۲c
۱۰۰ (۶۰)	۰/۴۶۶b-d	۱/۹۳ab	۲/۴۰ a-c	۴۴۸f	۲۳۷a-c
۱۰۰ (۱۲۰)	۰/۵۶۶a-d	۲/۰۰ a	۲/۵۶a-c	۵۶۰ b-f	۲۵۳ ab

[1] میلی تسلا، * اعداد داخل پرانتز نشان‌دهنده مدت زمان قرارگیری در معرض میدان مغناطیسی به دقیقه است. میانگین‌هایی با یک حرف مشترک در هر ستون اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر اساس آزمون دانکن ندارند.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-12]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1395.3.1.1.0]
[DOI: 10.29252/yujs.3.1.1]

جدول ۴- رتبه‌بندی تیمارهای مختلف میدان مغناطیسی بر اساس تاثیرگذاری مثبت آنها روی خصوصیات مرتبط با جوانه زنی کنجد.

میدان مغناطیسی (mT[1])	رتبه											
	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	طول گیاهچه	وزن ریشه‌چه	وزن ساقه‌چه	وزن گیاهچه	شاخص طولی بنیه گیاهچه	شاخص وزنی بنیه گیاهچه	جمع کل
شاهد	۱	۱/۵	۲/۶۶	۱/۷۵	۲/۶۶	۱/۷۵	۱/۵	۱/۶۶	۲/۵	۱/۶۶	۱۸/۶۴
۳ (ثابت)	۱	۲/۵	۳/۸	۱/۶۶	۲/۸	۳/۵	۱	۱/۶۶	۲/۸	۱/۶۶	۲۲/۳۸
۲۵ (۱۰*)	۱	۱/۵	۲/۶۶	۱	۲/۵	۱/۷۵	۱/۵	۱/۶۶	۲/۵	۱/۶۶	۱۷/۷۳
۲۵ (۲۰)	۱	۱/۶۶	۲/۸	۱/۷۵	۲/۸	۲/۶۶	۱/۵	۱/۶۶	۲/۷۵	۱/۶۶	۲۰/۲۴
۲۵ (۳۰)	۱	۲/۵	۲	۱/۶۶	۱/۵	۳/۵	۱	۱/۶۶	۲	۱/۶۶	۱۸/۴۸
۲۵ (۶۰)	۱	۲/۵	۶/۵	۱/۷۵	۴/۸	۴	۱/۵	۳	۳/۷۵	۳	۳۱/۸۰
۲۵ (۱۲۰)	۱	۱/۵	۶/۵	۱/۷۵	۵/۷۵	۲/۶۶	۱/۵	۱/۶۶	۴/۶۶	۱/۶۶	۲۸/۶۴
۵۰ (۱۰)	۱	۲/۵	۲/۷۵	۱	۲/۵	۳/۵	۱/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲۲/۲۵
۵۰ (۲۰)	۱	۱	۲/۸	۱/۵	۲/۷۵	۲/۶۶	۱/۵	۲/۵	۲/۶۶	۲/۵	۲۰/۸۷
۵۰ (۳۰)	۱	۲/۵	۵/۶۶	۱/۷۵	۵/۷۵	۳/۵	۱/۵	۱/۶۶	۴/۶۶	۲/۵	۳۰/۴۸
۵۰ (۶۰)	۱	۱/۶۶	۵/۶۶	۱/۷۵	۵/۷۵	۲/۶۶	۲	۲/۵	۴/۶۶	۳	۳۰/۶۴
۵۰ (۱۲۰)	۱	۲/۵	۳/۸	۱/۷۵	۴/۸	۱	۱/۵	۱/۵	۳/۷۵	۱/۵	۲۳/۱۰
۷۵ (۱۰)	۱	۱/۵	۶/۵	۱/۷۵	۶/۶۶	۳/۵	۱/۵	۱/۶۶	۴/۶۶	۱/۶۶	۳۰/۳۹
۷۵ (۲۰)	۱	۲/۵	۲/۷۵	۱/۷۵	۲/۸	۳/۵	۱	۱/۶۶	۲/۷۵	۱/۶۶	۲۱/۳۷
۷۵ (۳۰)	۱	۲/۵	۳/۸	۱/۶۶	۲/۸	۱/۷۵	۱/۵	۱/۶۶	۲/۷۵	۱/۶۶	۲۱/۰۸
۷۵ (۶۰)	۱	۱/۵	۱	۱/۷۵	۱	۱/۶۶	۱/۵	۱/۶۶	۱	۱/۶۶	۱۳/۷۳
۷۵ (۱۲۰)	۱	۳	۳/۸	۱/۷۵	۳/۸	۲/۶۶	۱/۵	۱/۶۶	۲/۸	۱/۶۶	۲۳/۶۳
۱۰۰ (۱۰)	۱	۲/۵	۲/۵	۲/۶۶	۲/۸	۱/۶۶	۱/۵	۱/۶۶	۲/۸	۱/۶۶	۲۰/۷۴
۱۰۰ (۲۰)	۱	۲/۵	۲/۶۶	۱/۷۵	۲/۸	۱/۵	۱/۵	۱	۲/۶۶	۱	۱۸/۳۷
۱۰۰ (۳۰)	۱	۲/۵	۴/۷۵	۴	۷/۵	۳/۵	۱/۵	۳	۵/۵	۳	۳۶/۲۵
۱۰۰ (۶۰)	۱	۱/۶۶	۷	۳/۵	۸	۲/۶۶	۱/۵	۱/۶۶	۶	۱/۶۶	۳۴/۶۴
۱۰۰ (۱۲۰)	۱	۲/۵	۳/۸	۱/۷۵	۲/۸	۱/۷۵	۱	۱/۶۶	۲/۸	۱/۵	۲۰/۵۶

[1] میلی تسلا، * اعداد داخل پرانتز نشان‌دهنده مدت زمان قرارگیری در معرض میدان مغناطیسی به دقیقه است.

در بررسی اسحاق[1] و همکاران (۲۰۱۱) روی گیاه ذرت نیز پرایمینگ مغناطیسی منجر به افزایش ۳۴ درصدی شاخص بنیه گیاهچه دو (وزنی) نسبت به تیمار شاهد شد.

رتبه‌بندی تیمارها نشان داد که تیمارهای ۲۵ میلی تسلا به مدت ۱۰ و ۳۰ دقیقه، ۷۵ میلی تسلا به مدت ۶۰ دقیقه و نیز ۱۰۰ میلی تسلا به مدت ۲۰ دقیقه نسبت به تیمار شاهد، میدان مغناطیسی دائم و کلیه ترکیبات تیماری دیگر اثرات بهتری بر اکثر خصوصیات جوانه‌زنی کنجد دارند و در این بین دو تیمار ۲۵ میلی تسلا به مدت ۱۰ دقیقه و نیز ۷۵ میلی تسلا به مدت ۶۰ دقیقه از رتبه پایین‌تر و تأثیرگذاری بیشتری برخوردار بودند (جدول ۴). واشیت و ناگاراجان (۲۰۰۸) با بررسی خصوصیات جوانه‌زنی نخود مگنتو پرایم شده با شدت و زمان‌های مختلف دریافتند که اثرات متقابل شدت میدان مغناطیسی با زمان قرارگیری معنی‌دار است. نتایج آن‌ها نشان داد که ترکیبات خاصی از میدان مغناطیسی و دوره قرارگیری نظیر ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی تسلا برای یک و دو ساعت در افزایش خصوصیات جوانه‌زنی نسبت به ترکیبات دیگر بسیار مؤثرتر بودند. نامبردگان اظهار داشتند که احتمالاً یک پدیده شبه رزونانس که انرژی داخلی بذر را افزایش می‌دهد در این‌چنین ترکیباتی اتفاق می‌افتد.

[1] Isaac

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-12]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1395.3.1.1.0]
[DOI: 10.29252/yujs.3.1.1]

نتیجه‌گیری

قرارگیری بذرهای کنجد در معرض میدان‌های مغناطیسی تأثیر معنی‌داری بر درصد جوانه‌زنی نداشت، اما منجر به تغییرات معنی‌دار و بعضاً مثبت در سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و گیاهچه، وزن خشک ریشه‌چه و گیاهچه و نیز شاخص‌های طولی و وزنی بنیه گیاهچه شد. به نظر می‌رسد افزایش فعالیت فیزیولوژیکی به دلیل جذب آب بیشتر توسط بذرهای پرایم شده با میدان‌های مغناطیسی مسئول افزایش سرعت جوانه‌زنی، طول گیاهچه، وزن خشک گیاهچه و شاخص‌های بنیه گیاهچه در این آزمایش باشد.

در بین ترکیبات مختلف از شدت و مدت زمان قرارگیری در معرض میدان مغناطیسی، تیمارهای ۲۵ میلی تسلا به مدت ۱۰ دقیقه و ۷۵ میلی تسلا به مدت ۶۰ دقیقه اثرات بیشتری در بهبود خصوصیات مرتبط با جوانه‌زنی کنجد داشتند، از این رو به نظر می‌رسد مگنتو پرایمینگ با چنین تیمارهایی، جوانه‌زنی و استقرار بهتر کنجد را به دنبال داشته باشد هر چند بررسی رفتار سبز شدن بذرهای پرایم شده با میدان‌های مغناطیسی اعمال شده در مزرعه جهت بررسی همبستگی نتایج در دو محیط پتری دیش و خاک مفید خواهد بود.

سپاسگزاری

بودجه این تحقیق از محل اعتبارات معاونت پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد تأمین شده است که بدین‌وسیله سپاسگزاری می‌گردد.

منابع

پوراکبر، ل.، اسدی سامانی، م. و اشرفی، ر. ۱۳۹۱. اثر میدان مغناطیسی بر جوانه‌زنی، شاخص‌های رشد و فعالیت برخی آنزیم‌ها در بذر سیاه‌دانه (*Nigella sativa* L.). زیست‌شناسی گیاهی، ۴(۱۳): ۳۸-۲۹.

دینی ترکمانی، م.ر.، و کاراپتیان، ژ. ۱۳۸۶. بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مهم دانه در ده رقم کنجد (*Sesamum indicum* L.). مجله زیست‌شناسی ایران، ۲۰(۴): ۳۳۳-۳۲۷.

رجب بیگی، ا.، قناتی، ف. و عبدالمالکی، پ. ۱۳۹۲. پاسخ‌های فیزیولوژیک سلول‌های جدا کشت گیاه جعفری به میدان مغناطیسی ایستا. زیست‌شناسی گیاهی، ۵(۱۵): ۵۹-۶۸.

سرمدنیا، غ.، توکلی، ح .و قربانی، ع. ۱۳۶۷. بررسی مقاومت به خشکی توده‌های مختلف گندم دیم در مرحله جوانه‌زنی. مجموعه مقالات و نتایج اولین کنفرانس تحقیقات و بررسی مسائل دیم در ایران، دانشگاه فردوسی مشهد. ۸۰-۵۷.

فیضی، ح.، رضوانی مقدم، پ.، کوچکی، ع.ر.، شاه طهماسبی، ن. و فتوت، ا. ۱۳۹۰. تأثیر شدت و زمان‌های مختلف میدان مغناطیسی بر رفتار جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گندم (*Triticum aestivum* L.). نشریه بوم‌شناسی کشاورزی، ۳(۴): ۴۹۰-۴۸۲.

گالشی، س.، فرزانه، س.، سلطانی، ا. و رضائی، ج. ۱۳۸۵. ارزیابی واکنش چهل ژنوتیپ پنبه به تنش خشکی در مرحله جوانه‌زنی. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۳(۲): ۸-۱.

Abdul-Baki, A.A., and Anderson, J.D. 1973 . Vigour determination in soybean by multiple criteria. Crop science, 13(6): 630-633.

Afzal, I., Mukhtar, K. Qasim, M., Basra, S.M.A., Shahid, M., and Haq, Z. 2012. Magnetic stimulation of marigold seed. International Agrophysics, 26(4): 335-339.

Ahmad, M., Galland, P., Ritz, T., Wiltschko, R., and Wiltschko, W. 2007. Magnetic intensity affects cryptochrome-controlled response in *Arabidopsis thaliana*. Planta, 225(3): 615-624.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-12]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1395.3.1.1.0]
[DOI: 10.29252/yujs.3.1.1]

Alexander, M.P., and Doijode, S.D. 1995. Electromagnetic field, a novel tool to increase germination and seedling vigor of conserved onion (*Allium cepa* L.) and rice (*Oryza sativa* L.) seeds with low viability. Plant Genetic Resources Newsletter (IPGRI/FAO), 104: 1-5.

Ashraf, M., and Foolad, R.M. 2005. Pre-sowing seed treatment-a shot gun approach to improve germination, plant growth and crop yield under saline and non-saline conditions. Advances In Agronomy, 88: 223-271.

Basra, S.M.A., Ashraf, M., Iqbal, N., Khaliq, A., and Ahmad, R. 2004. Physiological and biochemical aspects of pre-sowing heat stress on cotton seed. Seed Science and Technology, 32(3): 765-774.

Belcher, E.W. 1975. Influence of substrate moisture level on the germination of seed of selected Pinus species. Seed Science and Technology, 3: 597-604.

Bilalis, D.J., Katsenios, N., Efthimiadou, A., Karkanis, A., Khah, M.E., and Mitsis, T. 2013. Magnetic field pre-sowing treatment as an organic friendly technique to promote plant growth and chemical elements accumulation in early stages of cotton. Australian Journal of Crop Science, 7(1): 46-50.

Cakmak, T., Dumlupinar, R., and Erdal, S. 2010. Acceleration of germination and early growth of wheat and bean seedlings grown under various magnetic field and osmotic conditions. Bioelectromagnetics, 31(2): 120-129.

Dhawi, F., and Al-Khayri, J. 2009. Magnetic fields induce changes in photosynthetic pigments content in date palm (*Phoenix dactylifera* L.) seedlings. The Open Agriculture Journal, 3(1): 1-5.

Dorna, H., Gorski, R., Szopinska, D., Tylkowska, K., Jurga, J., Wosinski, S., and Tomczak, M. 2010. Effect of a permanent magnetic field together with the shielding of an alternating electric field on carrot seed vigour and germination. Ecological Chemistry and Engineering, 17(1): 53-61.

Fischer, G., Tausz, M., Kock, M., and Grill, D. 2004. Effects of weak 16 Hz magnetic fields on growth parameters of young sunflower and wheat seedlings. Bioelectromagnetics, 25(8): 638-641.

Foti, S., Cosentino, S.L. Patane, C., and Agosta, G.M.D. 2002. Effects of osmoconditioning upon seed germination of sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) under low temperatures. Seed Science and Technology, 30(3): 521-533.

Galland, P., and Pazur, A. 2005. Magnetoreception in plants. Journal of Plant Research, 118(6): 371-389.

Iqbal, M., Haq, Z., Jamil, Y., and Ahmad. M.R. 2012. Effect of presowing magnetic treatment on properties of pea. International Agrophysics, 26(1): 25-31.

Isaac, E., Hernández, C., Domínguez, A., and Cruz, A. 2011. Effect of pre-sowing electromagnetic treatment on seed germination and seedling growth in maize (*Zea mays* L.). Agronomía Colombiana, 29(2): 213-220.

ISTA. 2009. International Seed Testing Association Rules. Zurich, Switzerland. 47 p.

Liboff, A.R., McLeod, B.R., and Smith, S.D. 1989. Rotating magnetic fields and iron cyclotron resonance. Journal of Bioelectronics, 8(1): 119-125.

Maguire, J.D. 1962. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. Crop Science, 2(2): 176-177.

Majd, A., and Shabrangi, A. 2009. Effect of seed pretreatment by magnetic fields on seed germination and ontogeny growth of agricultural plants. In the Proceeding of 2009 Electromagnetics Research Symposium, Beijing, China. 1137-1141.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-12]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1395.3.1.1.0]
[DOI: 10.29252/yujs.3.1.1]

Martinez, E., Carbonell, M.V., Amaya J.M., and Maqueda, R. 2009. Germination of tomato seeds (*Lycopersicon esculentum* L.) under magnetic field. International Agrophysics, 23(1): 45-49.

Pang, X., and Deng, B. 2008. Investigation of changes in properties of water under the action of a magnetic field. Science in China Series G: Physics, Mechanics and Astronomy, 51(11): 1621-1632.

Podlesny, J., Lenartowicz, W., and Sowinski, M. 2003. The effect of pre-sowing treatment of seeds magnetic biostimulation on morphological feature formation and white lupine yielding. Zeszyty Problemowe Postepow Nauk Rolniczych, 495: 399-406.

Podlesny, J., Pietruszewski, S., and Podlesna, A. 2005. Influence of magnetic stimulation of seeds on the formation of morphological features and yielding of the pea. International Agrophysics, 19(1): 61-68.

Reina, F.G., and Pascual, L.A. 2001. Influence of a stationary magnetic field on water relations in lettuce seeds. Part I: theoretical considerations, Bioelectromagnetics, 22: 589-595.

Samani, M.A., Pourakbar, L., and Azimi, N. 2013. Magnetic field effects on seed germination and activities of some enzymes in cumin. Life Science Journal-Acta Zhengzhou University Overseas Edition, 10(1): 323-328.

Tahir, N.A.R., and Karim, H.F.H. 2010. Impact of magnetic application on the parameters related to growth of chickpea (*Cicer arietinum* L.). Jordan Journal of Biological Sciences, 3(4): 175-184.

Uzun, B., Ulger, S., and Cagirgan, M.I. 2002. Comparison of determinate and indeterminate types of sesame for oil content and fatty acid composition. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 26(5): 269- 274.

Vashisth, A., and Nagarajan, S. 2008. Exposure of seeds to static magnetic field enhances germination and early growth characteristics in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Bioelectromagnetics, 29(7): 571–578.

Yaycili, O., and Alikamanoglu, S. 2005. The effect of magnetic field on Paulownia tissue cultures. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 83(1): 109-114.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-12]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1395.3.1.1.0]
[DOI: 10.29252/yujs.3.1.1]

Iranian Journal of Seed Research, Vol: 3(1), 2016

Effect of Magnetic Fields on Seed Germination and Seedling Growth of Sesame (*Sesamum indicum* L.)

Maryam Janalizadeh[1], Ahmad Nezami[2, *], Hamid Reza Khazaie [2], Hassan Feizi [3], Morteza Goldani [2]

[1] Ph.D. Student in Crop Physiology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
[2] Professors in Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
[3] Assistant Professor in Torbat-e-Heydariye University, Torbat-e-Heydariye, Iran
[*]Corresponding author, E-mail address: nezami@um.ac.ir

(Received: 27.01.2015 ; Accepted: 01.08.2015)

Abstract

Priming of seeds by magnetic fields (magneto priming) has been proposed as an ecological, useful and low-priced method for improving seed germination and plant emergence. In order to evaluate the germination behavior of sesame seeds affected by magnetic fields, an experiment was conducted as a completely randomized design with 22 treatments (non exposure to magnetic fields (control) and 21 magneto priming treatments) with three replications at college of agriculture, Ferdowsi University of Mashhad in 2014. Seeds of sesame put into a plastic bag bulky and were treated with different intensities of magnetic fields (25, 50, 75 and 100 mili Tesla (mT)) for differnt times (10, 20, 30, 60 and 120 minutes). In order to evaluate the germination traits of sesame under constant magnetic field conditions, magnetic tapes with three mT strength were used under each Petri dish throughout the experiment. Results showed that the magnetic fields had no significant effects on final germination percentage. Priming of seeds with magnetic fields in 50 mT strength for 20 minutes led to increment of germination rate compared to control treatment but all levels of 100mT treatment caused reduction in germination rate than control. The most radicle length, seedling length and seedling vigor lenght index belong to 75 mT at 60 minutes treatment and the most seedling dry weight and seedling vigor weight index related to 100 mT for 20 minutes treatment. Ranking of treatments showed that exposure of seeds for 60 minutes in 75 mT and 10 minutes in 25 mT magnetic fields strength had the best outcomes.

Keywords: Radicle, Plumule, Germination rate, Seedling vigour index, Magneto priming

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.23831251.1395.3.1.1.0]

[DOI: 10.29252/yujs.3.1.1]