بررسی تأثیر میدان مغناطیسی بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی گیاه دارویی سرخارگل (*Echinaceae purpurea* L.)

یاسر سروری طالش مکائیل[۱]، سعیده علیزاده سالطه*[۲]

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم باغبانی، گرایش گیاهان دارویی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

۲. دانشیار گروه علوم باغبانی، گرایش گیاهان دارویی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

ایمیل نویسنده مسئول: s.alizadeh@tabrizu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۲/۰۲ تاریخ پذیرش:۱۴۰۱/۰۶/۱۶

چکیده

جوانه‌زنی، رشد، عملکرد و کیفیت محصولات بوسیله مواد بذری تعیین می‌شوند که می‌توان توسط تیمارهای قبل از کاشت، با مشارکت عوامل فیزیکی مختلف از جمله میدان الکتریکی، میدان مغناطیسی، تابش لیزر و اشعه میکروویو بهبود بخشید. بنابراین هدف از پژوهش حاضر بررسی جوانه‌زنی بذر سرخارگل پس از اعمال تیمارهای میدان الکترومغناطیس می‌باشد. آزمایش حاضر در قالب طرح کاملاً تصادفی و با سه تکرار شامل شدت میدان مغناطیسی ثابت (۱۰۰ میلی‌تسلا)، ۱۱ بازه زمانی قرارگیری در معرض میدان مغناطیسی (۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵، ۴۰، ۴۵، ۵۰ و ۵۵ دقیقه) و تیمار شاهد اجرا شد. نتایج نشان داد که، اعمال میدان مغناطیسی باعث افزایش معنی‌دار درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، وزن تر ساقه‌چه و ریشه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه، طول ریشه‌چه، نسبت طول ریشه‌چه به طول ساقه‌چه، نسبت وزن خشک ریشه‌چه به وزن تر آن و نسبت وزن خشک ساقه‌چه به وزن تر آن شد و نیز تأثیر میدان مغناطیسی بر میزان وزن تر ریشه‌چه و طول ساقه‌چه معنی‌دار نشد. بهترین تأثیر میدان مغناطیسی در بازه زمانی ۱۰ دقیقه با شدت ثابت بدست آمد. به‌طورکلی بذر گیاه سرخارگل به کاربرد میدان مغناطیسی واکنش مثبت نشان داد و مؤلفه‌های جوانه‌زنی با این پیش تیمار بذر افزایش معنی‌داری پیدا کرد.

واژه‌های کلیدی: جوانه‌زنی، سرخارگل، طول ریشه‌چه، میدان مغناطیسی.

۱. مقدمه

گیاهان در روی زمین تحت تأثیر میدان‌های مغناطیسی رشد می‌کنند، زیرا زمین مانند یک آهنربا عمل می‌کند(Minorsky, ۲۰۰۷). جوانه‌زنی، رشد، عملکرد و کیفیت محصولات بوسیله مواد بذری تعیین می‌شوند که می‌توان توسط تیمارهای قبل از کاشت، با مشارکت عوامل فیزیکی مختلف از جمله میدان الکتریکی، میدان مغناطیسی، تابش لیزر و اشعه میکروویو بهبود بخشید. استفاده از میدان‌های مغناطیسی باعث افزایش جوانه‌زنی بذر و رشد گیاه می‌شوند (Pietruszewski and Kania, ۲۰۱۰). تحریک قبل از کاشت بذرها با میدان مغناطیسی، شامل میدان مغناطیسی ثابت تولید شده توسط مگنت‌ها و الکترومگنت‌های دائمی و همچنین یک میدان مغناطیسی متغیر می‌باشد. میدان مغناطیسی متغیر توسط الکترومگنت‌های طراحی شده خاصی تولید می‌شود. رفتار زیستی بذرها، ریشه، دانه‌های گرده و غنچه‌های بعضی گیاهان در معرض میدان‌های الکترومغناطیسی تغییر می‌کند (Pietruszewski and Kornarzyński, ۱۹۹۹) و به این دلیل مطالعه‌هایی درباره اثرات جانبی این میدان بر واکنش جوانه‌زنی و رشد گیاهچه و عملکرد در برخی گیاهان انجام شده است. سلول‌های گیاه دارای بار منفی هستند که می‌توانند یون‌های دارای بار مثبت را جذب نمایند. مطالعات سیتوشیمیایی نشان داده است که سلول‌های ریشه در معرض میدان ضعیف مغناطیسی نسبت به سلول‌های شاهد، حالت اشباع از کلسیم را در سیتوپلاسم تمام اندامک‌های خود نشان می‌دهند (Dhawi *et al.*, ۲۰۰۹). 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(Ratushnyak *et al.*, ۲۰۰۸). میدان-های مغناطیسی هم فعالیت یون‌ها و هم قطبی شدن مولکول‌های دو قطبی را در سلول‌های زنده تحت تأثیر قرار می‌دهد (Dhawi *et al.*, ۲۰۰۹). همچنین میدان مغناطیسی باعث انگیزش متابولیسم سلول و میتوز در سلول های مریستمی گیاه می‌گردد. تغییرات در فعالیت آنزیم‌های آمیلاز و نیترات ردوکتاز در بذور در حال جوانه‌زنی در مجاورت تیمار الکترومغناطیسی گزارش شده است (Yinan *et al.*, ۲۰۰۵). گزارش شده است که اثرات مثبت میدان مغناطیسی ممکن است به خواص پارامغناطیسی اتم‌ها در سلول‌های گیاهی و رنگدانه‌ها نظیر کلروپلاست‌ها در ارتباط باشد (Aladjadjiyan, ۲۰۱۰). میدان‌های مغناطیسی متغیر چنان‌چه درست بکار برده شوند، اثر تحریکی زیادی بر تکثیر سلولی و رشد و نمو گیاهان و قارچ‌ها می‌گذارند (پیام-نور و همکاران، ۱۳۹۹؛ وثیقه شمس‌آبادی و همکاران، ۱۳۹۷). مطالعات انجام شده روی جوانه‌زنی گندم، ذرت و سویا نشان داده است که میدان الکترومغناطیسی می‌تواند به عنوان روشی برای بهبود بنیهٔ بذر بکار رود (Rochalska, ۲۰۰۲). از سوی دیگر، میدان مغناطیسی باعث کاهش میانگین زمان جوانه‌زنی بذر در گوجه‌فرنگی شده است، در نتیجه سرعت جوانه‌زنی را بطور معنی‌داری افزایش می‌دهد (فیضی و همکاران، ۱۳۹۱). اثرات مثبت میدان مغناطیسی در بیوسنتز پروتئین‌ها، تکثیر سلول، فعالیت‌های بیوشیمیایی، میزان تنفس، فعالیت آنزیم‌ها، میزان اسید نوکلئیک و دوره رشد و نمو به اثبات رسیده است(Cakmak *et al.*, ۲۰۱۰). براساس مطالعات انجام شده، استفاده از میدان مغناطیسی موجب افزایش معنی‌دار عملکرد گندم می‌شود. طول ریشه-چه، ساقه‌چه و گیاهچه و شاخص بنیه گندم بطور معنی‌داری در اثر تیمار میدان مغناطیسی افزایش می‌یابد (فیضی و همکاران، ۱۳۹۰). اعمال میدان مغناطیسی بر بذرهای گندم قبل از کاشت موجب افزایش ۲۱/۵ درصدی عملکرد دانه می‌شود(Mirshekari *et al.*, ۲۰۱۵). سرخارگل (*Echinaceae purpurea* L.) یکی از گیاهان تیره کاسنی (Asteraceae) است که بومی آمریکای شمالی می‌باشد و امروزه در اکثر نقاط اروپا، آسیا و همچنین ایران کشت می-شود. در گذشته این گیاه را برای درمان مارگزیدگی، بیماری‌های لثه و دهان، سرماخوردگی، سرفه و گلودرد استفاده می‌نمودند. ترکیبات حاصل از این گیاه در گروه مواد تقویت‌کننده سیستم ایمنی بدن به شمار می‌روند. فرآورده-های سرخارگل هم‌اکنون به عنوان تصفیه‌کننده خون، ضدعفونی‌کننده و آرام‌بخش معرفی می‌شوند. 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 و کاهش عملکرد آن می‌باشد و بذر بدون شکسته شدن کمون حتی در شرایط مطلوب جوانه‌زنی نمی‌تواند جوانه بزند (جباری و همکاران، ۱۳۹۰).با توجه به مطالعه‌های انجام شده استفاده از 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 سرخارگل و کمبود اطلاعات در خصوص اثر این تیمارها بر جوانه‌زنی این گونه، هدف از پژوهش حاضر، بررسی جوانه‌زنی بذر سرخارگل پس از اعمال تیمارهای میدان الکترومغناطیس می‌باشد.

۲. مواد و روش‌ها

به منظور بررسی شدت ۱۰۰ میلی‌تسلا و مدت زمان میدان مغناطیسی بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی بذر سرخارگل آزمایشی در آزمایشگاه تولید و فرآوری گیاهان دارویی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹٤ انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل شدت میدان مغناطیسی ثابت (۱۰۰ میلی-تسلا) و مدت زمان قرار دادن بذرها در معرض میدان مغناطیسی ثابت به مدت ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵، ٤۰، ٤۵، ۵۰ و ۵۵ دقیقه و تیمار شاهد (بدون قرارگیری در معرض میدان مغناطیسی) بودند. بذرهای خشک به صورت دسته‌های ۷۵ تایی در داخل یک لوله نازک شفاف پلاستیکی در بین قطب‌های آهنربا با شدت میدان مغناطیسی ثابت و زمان لازم قرار گرفتند و سپس بصورت دسته‌های ۲۵ تایی در هر پتری دیش قرار داده شدند. جهت اعمال میدان مغناطیسی از دستگاه القاءکننده میدان مغناطیسی که شامل یک جفت آهنربا با قابلیت تنظیم فاصله از هم دیگر، استفاده شد. دو آهنربا طوری در دستگاه جاسازی شدند که همدیگر را جذب می‌کردند. فاصله دو آهنربا با اندازه‌گیری شدت میدان مغناطیسی توسط دستگاه تسلامتر طوری تنظیم شد

که میزان شدت میدان مغناطیسی ۱۰۰ میلی‌تسلا بود. 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 این آزمایش پس از اعمال تیمارها، تعداد ۲۵ بذر از هر تیمار در سه تکرار در داخل پتری دیش نه سانتیمتری دارای یک عدد کاغذ صافی واتمن قرار داده شد. سپس ظروف پتری دیش در ژرمیناتور با دمای ۲۲ درجه سانتی‌گراد و روشنایی ۱۲ ساعت به مدت پانزده روز جهت جوانه‌زنی قرار گرفتند. تعداد بذور جوانه زده (خروج دو میلی‌متر ریشه‌چه به عنوان معیار جوانه‌زنی در نظر گرفته شد) هر روز شمارش و یادداشت گردید. در روز آخر، برای به دست آوردن طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، ابتدا ریشه‌چه از ساقه‌چه جدا و طول آن‌ها با خطکش اندازه‌گیری شد و نیز وزن تر ریشه‌چه و ساقه‌چه توسط ترازو با دقت ۰/۰۰۱ محاسبه گردید و سپس برای به‌دست آوردن میزان وزن خشک نمونه‌ها، پس از توزین، درون آون ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲٤ ساعت قرار گرفتند و در نهایت وزن خشک آن‌ها نیز توسط ترازویی با دقت ۰/۰۰۱ محاسبه شد. همچنین نسبت طول ریشه‌چه به طول ساقه $(\frac{RL}{PL})$، نسبت وزن خشک ریشه‌چه به وزن تر ریشه‌چه $(\frac{RDW}{RFW})$ و نسبت وزن خشک ساقه‌چه به وزن تر ساقه‌چه $(\frac{PDW}{PFW})$ محاسبه گردید. جهت تعیین سرعت جوانه‌زنی (GS) و درصد جوانه‌زنی (G%) از معادلات زیر استفاده شد (Burnett *et al.*, ۲۰۰۵; Maguire, ۱۹۸۲).

$$GS = \sum_{i=1}^{n} \frac{ni}{di} \qquad (۱)$$

که در این معادله، GS سرعت جوانه‌زنی، n_i تعداد بذور جوانه زده تا روز i ام و d_i زمان پس از کاشت مرتبط با n_i برحسب روز بعد از شروع آبگیری آن‌ها می‌باشد.

$$G = \frac{n}{N} \times 100 \qquad (۲)$$

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

تجزیه واریانس داده‌ها با نرم افزار آماری SAS ۹,۱ و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت و رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel صورت گرفت.

۳. نتایج

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها در جدول شماره ۱ به شرح زیر آمده است.

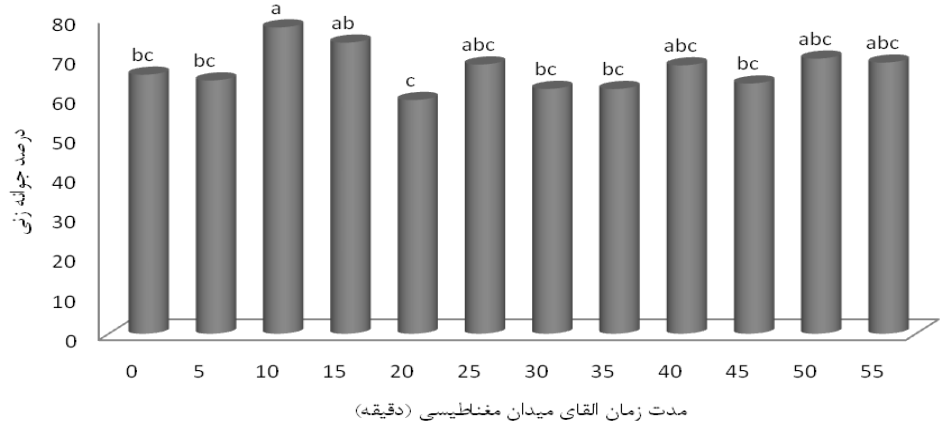
جدول ۱- تجزیه واریانس تأثیر میدان مغناطیسی بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی گیاه دارویی سرخارگل

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات									
		وزن تر ریشه‌چه (گرم)	وزن تر ساقه‌چه (گرم)	وزن خشک ریشه‌چه (گرم)	وزن خشک ساقه‌چه (گرم)	طول ریشه‌چه (گرم)	طول ساقه‌چه (گرم)	درصد جوانه زنی	سرعت جوانه زنی	نسبت طول ریشه‌چه به طول ساقه‌چه	نسبت وزن خشک ریشه‌چه به وزن تر ریشه‌چه	نسبت وزن خشک ساقه‌چه به وزن تر ساقه‌چه
تیمار	۱۱	/۰۰۰۲۵^{ns}	/۰۰۰۰۴*	/۰۰۰۰۰۱۱**	**	۱۰/۷۵۴*	/۸۷۸^{ns}	/۷۴۷*	/۲۰۵**	۰/۰۲۸۷*	/۰۰۷۸**	۰/۰۰۰۸۸**
خطا	۲۴	/۰۰۰۰۱۱	۰۰۰۰۱۳	/۰۰۰۰۰۰۱۷	۰۰۰۰۷۲	۴/۸۸۷۷	/۸۰۴۴	/۵۰۱	۰/۰۳۷۶	۰/۰۱۳۱	/۰۰۰۱۱	۰/۰۰۰۲۵۸
ضریب تغییرات	-	۱۷/۵۲۱	۲۰/۰۵۳	۲۰/۹۹۵	۱۵/۱۱۸	۲۱/۹۸۷	۹/۱۵۳	۹/۰۵۳	۹/۵۹۲	۲۰/۸۳۷	۱۱/۰۶۶	۱۹/۱۰۸

**، * و ns به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪، ۵٪ و غیرمعنی‌دار

- **درصد جوانه‌زنی**

براساس نتایج جدول ۱ تأثیر میدان مغناطیسی بر میزان درصد جوانه‌زنی گیاه دارویی سرخارگل در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. مطابق شکل ۷ بیشترین و کمترین تأثیر القای میدان مغناطیسی به ترتیب در مدت زمان‌های ۱۰ دقیقه و ۲۰ دقیقه بوده است. در آزمایشی Abou El-Yazied و همکاران (۲۰۱۱)، اثر میدان مغناطیسی بر جوانه‌زنی بذر و رشد نشاء گوجه‌فرنگی را مورد مطالعه قرار دادند، نتایج نشان داد که میدان مغناطیسی منجر به افزایش قابل توجهی در درصد جوانه‌زنی، کاهش سرعت جوانه‌زنی و بهبود جوانه‌زنی بذر تحت شرایط شوری شده است.

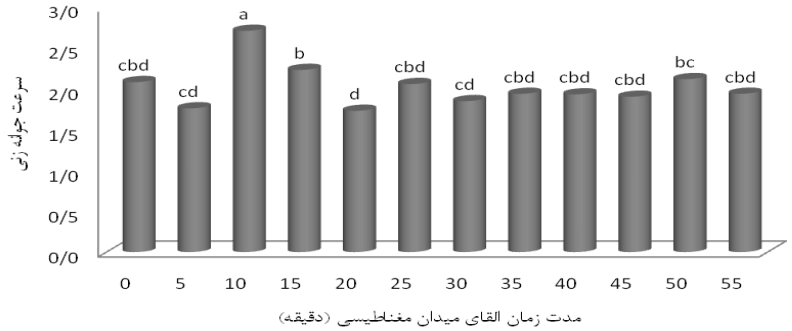


شکل ۱- تأثیر میدان مغناطیسی بر درصد جوانه‌زنی گیاه دارویی سرخارگل

تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری با یکدیگر در آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

- **سرعت جوانه‌زنی**

براساس نتایج، تأثیر میدان مغناطیسی بر میزان سرعت جوانه‌زنی گیاه دارویی سرخارگل در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. مطابق شکل ۲ بیشترین و کمترین تأثیر القای میدان مغناطیسی به ترتیب در مدت زمان‌های ۱۰ دقیقه و ۲۰ دقیقه بود. نتایج این مطالعه با نتایج فیضی و همکاران (۱۳۹۰) مطابقت دارد، آنها اعلام کردند که بیشترین سرعت جوانه‌زنی در اعمال میدان مغناطیسی در شدت ۱۰۰ میلی تسلا و مدت ۲۰ دقیقه بدست آمد که نسبت به شاهد ۱۳ درصد افزایش داشت. آن‌ها بیان کردند که فعالیت بیشتر آنزیم‌های هیدرولیزکننده مسئول جوانه‌زنی سریع در اثر میدان مغناطیسی می‌باشند. اثر مثبت مشاهده شده توسط میدان مغناطیسی می‌تواند در خصوصیات پارامغناطیسی بیشتر اتم‌ها در سلول‌های گیاه و رنگدانه‌هایی نظیر کلروپلاست‌ها تأثیرگذار باشد (Aladjadjiyan, ۲۰۱۰). با توجه به گزارشات صورت گرفته و مطالعه حاضر می‌توان اینطور فرض کرد که میدان مغناطیسی با تأثیر بر روی اتم‌ها و فعال کردن آنزیم‌های هیدرولیزکننده و فعال نمودن دیگر آنزیم‌های دخیل در جوانه‌زنی موجب افزایش سرعت جوانه-زنی می‌شود.

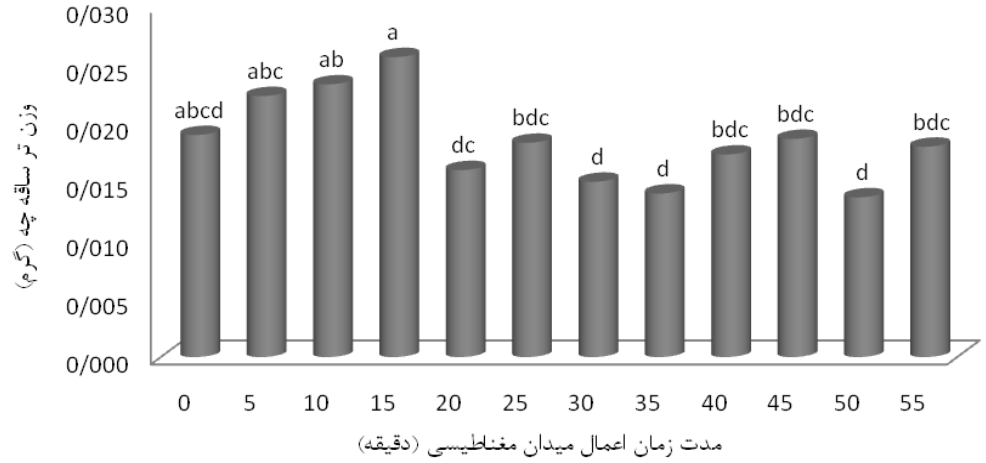


شکل ۲- تأثیر میدان مغناطیسی بر میزان سرعت جوانه‌زنی گیاه دارویی سرخارگل

تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری با یکدیگر در آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

- میزان وزن تر ریشه‌چه و ساقه‌چه

تأثیر میدان مغناطیسی بر میزان وزن تر ریشه‌چه گیاه دارویی سرخارگل معنی‌دار نبوده و تیمارها اختلاف معنی‌داری باهم نداشته‌اند. با توجه به اینکه پاسخ گیاهان به میدان مغناطیسی در شدت‌ها و مدت‌های زمانی مختلف متفاوت می‌باشد. براساس نتایج، تأثیر میدان مغناطیسی بر میزان وزن تر ساقه‌چه گیاه دارویی سرخارگل در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد. مطابق شکل ۳ بیشترین و کمترین تأثیر القای میدان مغناطیسی به ترتیب در مدت زمان‌های ۱۵ دقیقه و ۵۰ دقیقه بوده است. اعمال میدان مغناطیسی در شدت ثابت (۱۰۰ میلی‌تسلا) و بازه‌های زمانی به کار رفته سبب تحریک و افزایش وزن تر ساقه‌چه سرخارگل شد. این نتیجه با یافته‌های حاصل از مطالعات دیگر مطابقت دارد. Celestino و همکاران (۲۰۰۰) اعلام نمودند افزایش زمان قرار گرفتن در معرض میدان الکترومغناطیس سبب افزایش وزن تر ساقه‌چه می‌شود. بنابراین اینطور می‌توان بیان کرد که در بذرهای تیمار شده به وسیله میدان الکترومغناطیس، آنزیم‌های محرک در مراحل خاصی از جوانه‌زنی، فعالیت بیشتری از خود نشان می‌دهند (Aksyonov *et al.*, ۲۰۰۰). به نظر می‌رسد نتایج حاصل از این آزمایش نیز به‌دلیل افزایش فعالیت آنزیم‌های محرک در مراحل جوانه‌زنی باشد.



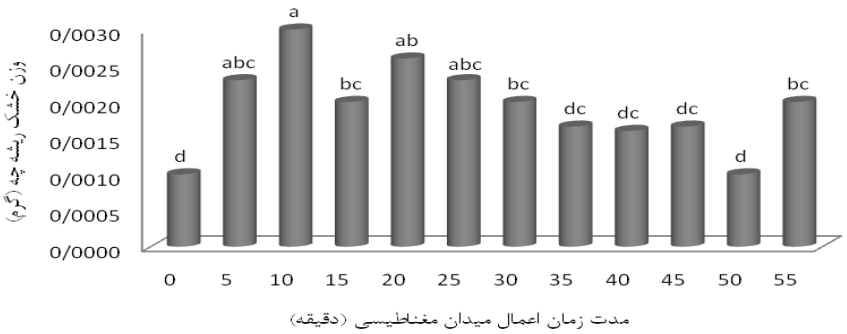
شکل ۳- تأثیر میدان مغناطیسی بر میزان وزن تر ساقه‌چه گیاه دارویی سرخارگل

تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری با یکدیگر در آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

- میزان وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه

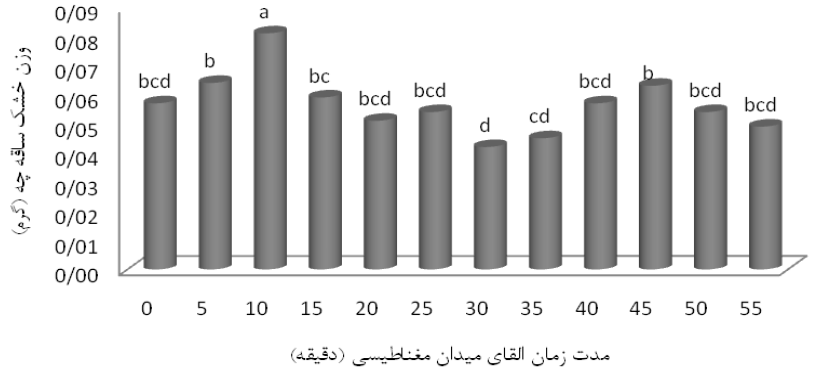
براساس نتایج، تأثیر میدان مغناطیسی بر میزان وزن خشک ریشه‌چه و وزن خشک ساقه‌چه گیاه دارویی سرخارگل در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. مطابق شکل ٤ و شکل ۵ بیشترین تأثیر القای میدان مغناطیسی بر وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه در مدت زمان ۱۰ دقیقه و کمترین تأثیر القای میدان مغناطیسی بر وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه به ترتیب در مدت زمان‌های ۵۰ و ۳۰ دقیقه بوده است. همچنین شاهد نیز کمترین اثر را بر وزن خشک ریشه‌چه داشته است. در مطالعه‌ای که مجد و همکاران (۱۳۸۹) انجام دادند، نشان دادند که میزان وزن خشک اپیکوتیل تحت تأثیر میدان مغناطیسی افزایش معنی‌داری از خود نشان می‌دهد که این امر احتمالاً به دلیل فعال شدن هورمون اکسین و افزایش تولید آنزیم‌های سلولاز و پراکسیداز باشد که این امر موجب گسسته شدن پیوندهایی در دیواره سلول‌ها شده و از این طریق در بزرگ شدن سلول‌ها مؤثر است. با این وجود، نتایج به دست آمده از این آزمایش نیز احتمالاً به دلیل افزایش در میزان فعالیت این آنزیم‌ها در بذرهای در حال جوانه‌زنی باشد. بنابراین فعالیت آنزیمی بیشتر در بذرهای تیمار شده با میدان مغناطیسی ممکن است به عنوان محرکی برای جوانه‌زنی سریع و افزایش رشد و وزن ریشه‌چه به کار رود و همچنین می‌توان

به این نکته اشاره کرد که افزایش فعالیت‌های متابولیکی در گیاه منجر به افزایش فعالیت آنزیم‌ها و نیز افزایش تولید مواد در ساقه‌چه شده که در نهایت سبب افزایش وزن خشک ساقه‌چه می‌شود.



شکل ٤- تأثیر میدان مغناطیسی بر میزان وزن خشک ریشه‌چه

تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری با یکدیگر در آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.



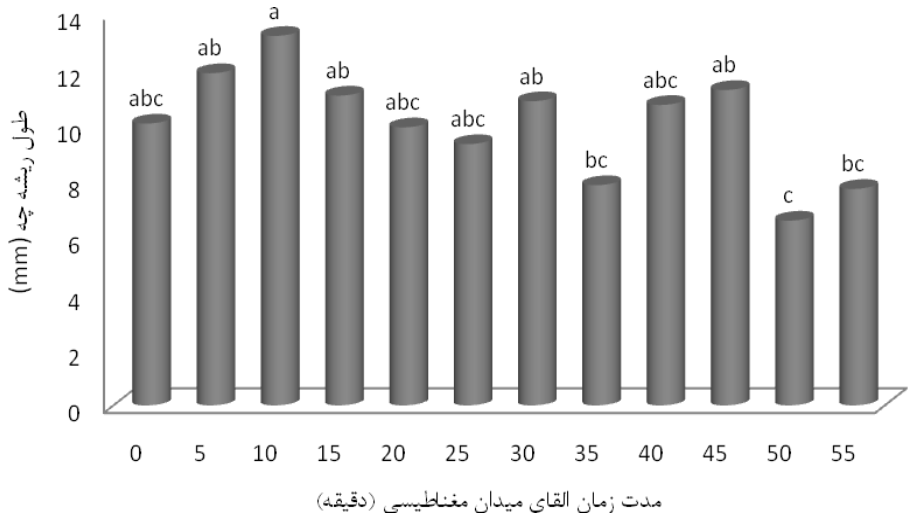
شکل ٥- تأثیر میدان مغناطیسی بر میزان وزن خشک ساقه‌چه

تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری با یکدیگر در آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

- **میزان طول ساقه‌چه و ریشه‌چه**

براساس نتایج، تأثیر میدان مغناطیسی بر میزان طول ساقه‌چه گیاه دارویی سرخارگل معنی‌دار نبوده و اختلافی بین تیمارها مشاهده نشد. اعمال میدان مغناطیسی بر طول ساقه‌چه تأثیر معنی‌داری نداشت، ولی تیمار میدان مغناطیسی به مدت زمان ۱۰ و ۳۵ دقیقه باعث افزایش عددی صفت مذکور در مقایسه با شاهد شد. این امر می‌تواند به دو دلیل باشد: اول این که براساس مطالعات انجام شده مکانیسم اثر میدان مغناطیسی بر خصوصیات فیزیولوژیکی گیاهان هنوز بطور عمیق مشخص نشده است و واکنش گونه‌های گیاهی به میدان مغناطیسی غیرقابل پیش‌بینی است، بنابراین واکنش آن‌ها نسبت به شدت، زمان در معرض قرار گرفتن، روش‌های پرایمینگ بذر و گونه گیاهی بستگی دارد. دوم این که ممکن است اثرات تحریک‌کنندگی یا بازدارندگی میدان مغناطیسی در بلند مدت و مراحل بعدی رشد گیاه نسبت به دوره جوانه‌زنی بذر بیشتر نمایان شود. براساس نتایج، تأثیر میدان مغناطیسی بر میزان طول ریشه‌چه گیاه دارویی سرخارگل در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. مطابق شکل ٦ بیشترین و کمترین تأثیر القای میدان مغناطیسی را به ترتیب مدت زمان‌های ۱۰ دقیقه و ۵۰ دقیقه داشته‌اند. نتایج حاصل از آزمایش فوق با یافته‌های حاصل از پژوهش‌های دیگر مطابقت دارد. مرغایی‌زاده و همکاران (۱۳۹۳) اعلام نمودند اعمال میدان مغناطیسی سبب افزایش معنی‌دار میزان طول ریشه‌چه نسبت به شاهد می‌شود. مرغایی‌زاده و همکاران (۱۳۹۳) گزارش کردند که افزایش طول ریشه‌چه احتمالاً به

دلیل افزایش تراوایی غشاء و ورود مواد از پوسته و احتمالاً به دلیل کاهش انتشار مواد بدون تیمار میدان مغناطیسی می‌باشد. نتایج این آزمایش با نتایج حاصل از تحقیق مجد و همکاران (۱۳۸۹) نیز مطابقت دارد. آن‌ها اعلام نمودند که افزایش در میزان طول ریشه ماش در اثر میدان مغناطیسی به دلیل فعال شدن ماکرومولکول‌ها از جمله آنزیم‌ها می‌باشد. بنابراین می‌توان گفت که با اعمال میدان مغناطیسی و فعال شدن برخی آنزیم‌ها میزان انتشار مواد به درون غشاء و درون پوسته افزایش می‌یابد که احتمالاً همین امر یکی از دلایل افزایش طول ریشه‌چه در سرخارگل تحت اعمال میدان مغناطیسی باشد.

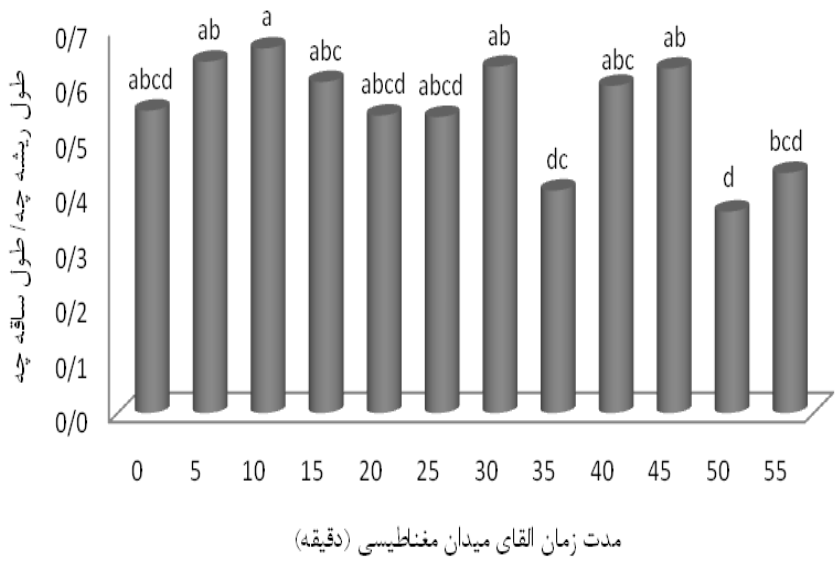


شکل ٦- تأثیر میدان مغناطیسی بر میزان طول ریشه‌چه گیاه دارویی سرخارگل

تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری با یکدیگر در آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

- طول ریشه‌چه بر طول ساقه‌چه

براساس نتایج تأثیر میدان مغناطیسی بر میزان طول ریشه‌چه بر طول ساقه‌چه گیاه دارویی سرخارگل در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. مطابق شکل ۷ بیشترین و کمترین تأثیر القای میدان مغناطیسی به ترتیب در مدت زمان‌های ۱۰ دقیقه و ۵۰ دقیقه بوده است. نتایج به دست آمده از پژوهش حاضر با نتایج ملکی و همکاران (۱۳۹٤) مطابقت ندارد، ولی با نتایج حاصل از پژوهش فیضی و همکاران (۱۳۹۰) مطابقت دارد. ملکی و همکاران (۱۳۹٤) اظهار داشتند که تحت تأثیر میدان مغناطیسی نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه معنی‌دار بود، ولی طول ریشه‌چه و ساقه‌چه نسبت به شاهد کاهش معنی‌داری از خود نشان داد، ولی فیضی و همکاران (۱۳۹۰) گزارش کردند که اعمال میدان مغناطیسی منجر به افزایش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه می‌شود. افزایش طول ریشه‌چه نسبت به ساقه‌چه از طریق تغییر در سطح آبگیری پوشش‌های اطراف بذر تحت اثر میدان الکترومغناطیسی منجر به ایجاد تفاوت‌هایی در جوانه‌زنی بذرهای مختلف شود. در توجیه اثرات میدان الکترومغناطیس 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 غشاء را افزایش می‌دهد. در نتیجه افزایش انتقال یون‌ها و نفوذپذیری غشاء سلول‌های ریشه منجر به افزایش ورود مواد غذایی بیشتر به درون سلول شده و در نهایت سبب افزایش طول ریشه‌چه به ساقه‌چه می‌شود.

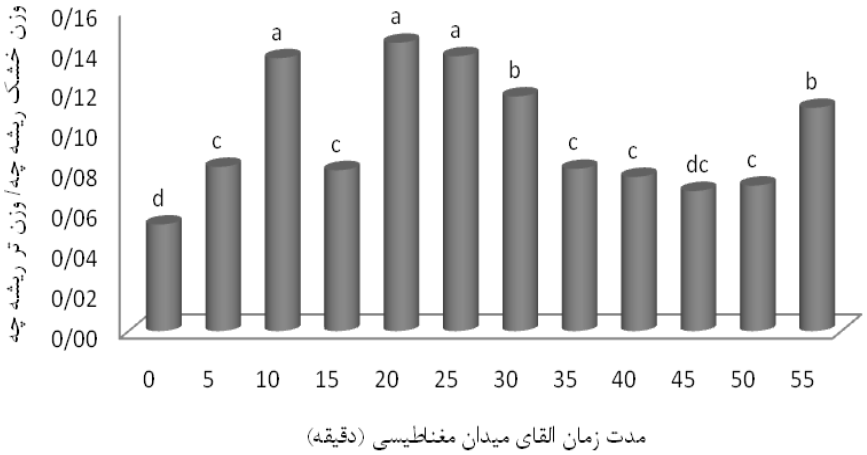


شکل ۷- تأثیر میدان مغناطیسی بر میزان طول ریشه‌چه بر طول ساقه‌چه گیاه دارویی سرخارگل

تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری با یکدیگر در آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

- **میزان وزن خشک ریشه‌چه بر وزن تر ریشه‌چه**

براساس نتایج، تأثیر میدان مغناطیسی بر میزان وزن خشک ریشه‌چه بر وزن تر ریشه‌چه گیاه دارویی سرخارگل در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. مطابق شکل ۸ بیشترین تأثیر القای میدان مغناطیسی در مدت زمان ۲۰ دقیقه بوده و شاهد کمترین تأثیر را داشته است. در مطالعه‌ای که مهدوی و همکاران (۱۳۸۷) انجام دادند، آن‌ها گزارش کردند که اعمال میدان مغناطیسی بر بذرهای گیاه سوروف باعث افزایش وزن خشک ریشه‌چه نسبت به شاهد می‌شود. دلیل این واکنش گیاه به میدان الکترومغناطیس با تأثیر این میدان بر هورمون‌های گیاهی، بخصوص هورمون‌های مربوط به رشد از جمله اکسین و جیبرلین در بذر مرتبط می‌باشد (Aksyonov *et al*., ۲۰۰۰). به احتمال زیاد این هورمون‌ها در ریشه‌چه‌های تولید شده از بذرهای تیمار شده با میدان مغناطیسی (۱۰۰ میلی‌تسلا، به مدت ۱۰ دقیقه) باعث تولید تعداد سلول‌های بیشتری شده و در نتیجه ریشه‌چه از تراکم سلولی بالایی نسبت به شاهد برخوردار بوده که همین امر منجر به افزایش نسبت وزن خشک ریشه‌چه به وزن تر ریشه‌چه شود که احتمالاً این موضوع در نسبت وزن خشک ساقه‌چه به وزن تر ساقه‌چه نیز صدق می‌کند.

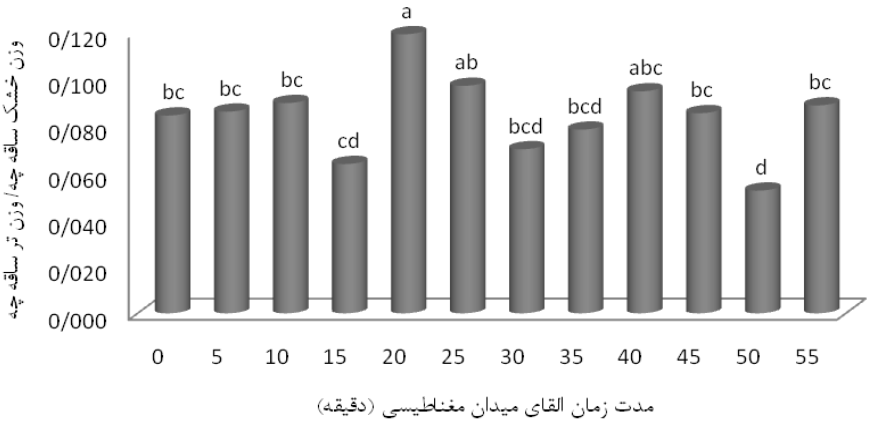


شکل ۸- تأثیر میدان مغناطیسی بر میزان وزن خشک ریشه‌چه بر وزن تر ریشه‌چه گیاه دارویی سرخارگل

تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری با یکدیگر در آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

- **میزان وزن خشک ساقه‌چه بر وزن تر ساقه‌چه**

براساس نتایج، تأثیر میدان مغناطیسی بر میزان وزن خشک ساقه‌چه بر وزن تر ساقه‌چه گیاه دارویی سرخارگل در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. مطابق شکل ۹ بیشترین و کمترین تأثیر القای میدان مغناطیسی به ترتیب در مدت زمان‌های ۲۰ دقیقه و ۵۰ دقیقه بوده است. در مطالعه‌ای که مهدوی و همکاران (۱۳۸۷) انجام دادند، آن‌ها گزارش کردند که اعمال میدان مغناطیسی بر بذرهای گیاه سوروف باعث افزایش وزن خشک ساقه‌چه نسبت به شاهد می‌شود. دلیل این واکنش گیاه به میدان الکترومغناطیس با تأثیر این میدان بر هورمون‌های گیاهی، بخصوص هورمون‌های مربوط به رشد از جمله اکسین و جیبرلین در بذر مرتبط می‌باشد (Aksyonov *et al.*, ۲۰۰۰). به احتمال زیاد این هورمون‌ها در ساقه‌چه‌های تولید شده از بذرهای تیمار شده با میدان مغناطیسی (۱۰۰ میلی‌تسلا، به مدت ۱۰ دقیقه) باعث تولید تعداد سلول‌های بیشتری شده و در نتیجه ساقه‌چه از تراکم سلولی بالایی نسبت به شاهد برخوردار بوده که همین امر منجر به افزایش نسبت وزن خشک ساقه‌چه به وزن تر ساقه‌چه شود که احتمالاً این موضوع در نسبت وزن خشک ریشه‌چه به وزن تر ریشه‌چه نیز صدق کند.



شکل ۹- تأثیر میدان مغناطیسی بر میزان وزن خشک ساقه‌چه/وزن تر ساقه‌چه گیاه دارویی سرخارگل

تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری با یکدیگر در آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد، وزن خشک ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه، سرعت جوانه‌زنی، نسبت وزن خشک ریشه‌چه به وزن تر ریشه‌چه و نسبت وزن خشک ساقه‌چه به وزن تر ساقه‌چه در سطح احتمال یک درصد و وزن تر ساقه‌چه، طول ریشه‌چه، درصد جوانه‌زنی و نسبت طول ریشه‌چه به طول ساقه‌چه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد و وزن تر ریشه‌چه و طول ساقه‌چه معنی‌دار نشد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد، بیشترین میزان وزن تر ساقه‌چه در تیمار ۱۵ دقیقه (قرارگیری در معرض میدان مغناطیسی)، بیشترین وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه، طول ریشه‌چه، درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی و نسبت طول ریشه‌چه به طول ساقه‌چه در تیمار ۱۵ دقیقه (قرارگیری در معرض میدان مغناطیسی) و بیشترین وزن خشک ریشه‌چه به وزن تر ریشه‌چه و وزن خشک ساقه‌چه به وزن تر ساقه‌چه در تیمار ۲۰ دقیقه (قرارگیری در معرض میدان مغناطیسی) و کمترین میزان وزن تر ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه، طول ریشه‌چه، نسبت طول ریشه‌چه به طول ساقه‌چه و نسبت وزن خشک ساقه‌چه به وزن تر ساقه‌چه در تیمار ۵۰ دقیقه (قرارگیری در معرض میدان مغناطیسی)، کمترین میزان وزن خشک ساقه‌چه و طول ساقه‌چه در تیمار ۳۰ دقیقه (قرارگیری در معرض میدان مغناطیسی)، کمترین میزان درصد و سرعت جوانه‌زنی در تیمار ۲۰ دقیقه (قرارگیری در معرض میدان مغناطیسی) و کمترین میزان نسبت وزن خشک ریشه‌چه به وزن تر ریشه‌چه در شاهد (بدون قرارگیری در معرض میدان مغناطیسی) مشاهده شد. براساس نتایج به دست آمده از مقایسه میانگین‌ها تیمار ۱۰ دقیقه (قرارگیری در معرض میدان مغناطیسی) نسبت به شاهد بیشترین تأثیر را بر مولفه‌های اندازه‌گیری داشت.

٤. نتیجه‌گیری

میدان مغناطیسی نه‌تنها باعث نفوذ سریع‌تر آب به بذر می‌شود، بلکه بر سرعت واکنش‌های آنزیمی نیز از این طریق اثر می‌گذارد. افزایش جذب آب در اولین مرحله باعث شد آماس بذرها تحت تأثیر میدان مغناطیسی قرار گرفته که پی‌آمد آن افزایش وزن تر آن‌هاست. میدان مغناطیسی باعث کاهش کشش سطحی و ویسکوزیته آب و به همان اندازه موجب کاهش گرمای نهان تبخیر شده که نهایتاً بخار شدن سریع آب را در پی دارد. این سه پدیده با قدرت عمل تعیین شده به عنوان پیوند هیدروژنی ارتباط می‌یابد. تغییرات در این شاخص‌ها به نفوذ سریعتر آب به داخل بذر منجر شده، جوانه‌زنی سریع‌تر و مؤثر بذرها را باعث می‌شود.

منابع

- پیام‌نور، و.، حسنی, ا.، آتشی، ص. و رضائی اصل، ع. ۱۳۹۹. تاثیر میدان مغناطیسی و اسموپرایمینگ بر جوانه‌زنی و رویش بذر بنه. سامانه نشریات علمی یافته‌های نوین در علوم زیستی. ۷(۱): ۹۱-۸۵.

- جباری، ر.، امینی دهقی، م.، گنجی ارجنکی، ف. و آگاهی، ک. ۱۳۹۰. تأثیر مدت و روش‌های پرایمینگ بر جوانه‌زنی زیره سبز. دانش زراعت. ۲(٤): ۲۳-۳۰.

- فیضی، ح.، رضوانی مقدم، پ.، کوچکی، ع.، 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(٤): ۴۹۰-۴۸۲.

- فیضی، ح.، رضوانی مقدم، پ.، صحابی، ح. و امیرمرادی، ش. ۱۳۹۱. تحریک جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه گوجه‌فرنگی با استفاده از میدان مغناطیسی و خیساندن بذر. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی). ۲٦(۳): ۳٤۳-۳٤۹.

- مجد، ا.، فرض‌پور ماچیانی، س. و درانیان، د. ۱۳۸۹. بررسی اثر میدان‌های مغناطیسی بر جوانه‌زنی بذرها و تکوین دانه رست-های ماش. فصلنامه پژوهش‌های علوم گیاهی. ۵(۲): ۱-۹.

- مرغایی‌زاده، غ.، قرینه، م.ح.، فتحی، ق.، ابدالی، ع. و فربد، م. ۱۳۹۳. تأثیر امواج فراصوتی و میدان مغناطیسی بر جوانه‌زنی، شاخص‌های رشد و عملکرد گیاه زنیان (*Carum copticum* (L.) C. B. Clarke) در شرایط آزمایشگاه و مزرعه. ماهنامه علمی - پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۳۰(٤): ۵۳۹-۵٦۰.

- ملکی فراهانی، س.، رضازاده، ع. و عقیقی شاهوردی، م. ۱۳۹٤. تأثیر میدان الکترومغناطیس و امواج فراصوت بر جوانه‌زنی بذر زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.). مجله پژوهش‌های بذر ایران. ۲(۱): ۱۱۸-۱۰۹.

- مهدوی، ب.، مدرس ثانوی، ع.م. و بلوچی، ح.ر. ۱۳۸۷. تأثیر میدان‌های الکترومغناطیسی بر جوانه‌زنی و رشد اولیه بذر یونجه های یکساله، جو، سس و سوروف. زیست شناسی ایران. ۲۱(۳): ٤۳٤-٤۳۳.

- وثیقه شمس آبادی، ا.، مدرس ثانوی, ع.، مدرس وامقی, م, کشاورز, ح. ۱۳۹۷. تأثیر میدان مغناطیسی بر برخی صفات فیزیولوژیک و جوانه‌زنی بذور گیاه زراعی گلرنگ و چهار گونه علف هرز مهم آن. مجله پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست شناسی ایران). ۳۱(۱): ۱۸٤-۱۹٦.

- Aksyonov, S.I., Buchylev, A., Grunina, T.Y., Goryachev, S.N. and Turovetsky, V.B. ۲۰۰۰. Physiochemical mechanisms of efficiency of treatment by weak ELF-EMF of wheat seeds at different stages of germination. Proc. ۲۲nd Annual Meeting Euro. Bioelctromagnetics Ass, Munich, ۱۱۲-۱۱۳.

- Aladjadjiyan, A. ۲۰۱۰. Influence of stationary magnetic field on lentil seeds. International Agrophysics, **۲٤(۳): ۳۲۱-۳۲٤.**

- Burnett, S.E., Pennisi, S.V., Thomas, P.A. and Van Iersel, M.W. ۲۰۰۵. Controlled drought affects morphology and anatomy of (*Salvia splendens)*. Journal of the American Society for Horticultural Science, ۱۳۰(۵): ۷۷۵-۷۸۱.

- Cakmak, T., Dumlupinar, R. and Erdal, S. ۲۰۱۰. Acceleration of germination and early growth of wheat and bean seedlings grown under various magnetic field and osmotic conditions. Bioelectromagnetics: Journal of the Bioelectromagnetics Society, The Society for Physical Regulation in Biology and Medicine, The European Bioelectromagnetics Association, ۳۱(۲): ۱۲۰-۱۲۹.

- Celestino, C., Picazo, M.L. and Toribio, M. ۲۰۰۰. Influence of chronic exposure to an electromagnetic field on germination and early growth of Quercus suber seeds: preliminary study. Electro-and Magnetobiology, ۱۹(۱): ۱۱۵-۱۲۰.

- Dhawi, F., Al-Khayri, J.M. and Hassan, E. ۲۰۰۹. Static magnetic field influence on elements composition in date palm (*Phoenix dactylifera* L.). Research Journal of Agriculture Biological Sciences, ٥(۲): ١٦١-١٦٦.

- El-Yazied, A.A., Shalaby, O.A., El-Gizawy, A.M., Khalf, S.M. and El-Satar, A. ۲۰۱۱. Effect of magnetic field on seed germination and transplant growth of tomato. The Journal of American Science, **۷(۱۲): ۳۰٦-۳۱۲.**

- Maguire, I.D. ۱۹۸۲. Speed of germination- Aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. Crop Science, ۲(۲): ١٧٦-١٧٧.

- Minorsky, P.V. ۲۰۰۷. Do geomagnetic variations affect plant function? Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics, ٦٩(١٤): ١٧٧٠-١٧٧٤.

- Mirshekari, B., Tabrizi, M.R.G. and Kouchebagh, S.B. ۲۰۱٥. Magnetic field Induction Stimulates Marigold Growth Characteristics Responsible for its Productivity under Greenhouse induction. Biological Forum – An International Journal, ۷(۱): ١٠٧٠-١٠٧٤.

- Pietruszewski, S. and Kornarzyński, K. ۱۹۹۹. Magnetic biostimulation of wheat seeds. International Agrophysics, ۱۳(٤): **٤٩٧-٥٠١.**

- Pietruszewski, S. and Kania, K. ۲۰۱۰. Effect of magnetic field on germination and yield of wheat. International Agrophysics, ٢٤(٣): ٢٩٧-٣٠٢.

- Ratushnyak, A.A., Andreeva, M.G., Morozova, G.A. and Trushin, M.V. ۲۰۰۸. Effect of extremely high frequency electromagnetic fields on the microbiological community in rhizosphere of plants. International Agrophysics, ٢٢(١): ٧١-٧٤.

- Rochalska, M. ۲۰۰۲. Magnetic Field method of seeds vigor estimation (inpolish). Acta Agrophysica, (٦٢): ١٠٣-١١١.

- Yinan, Y., Yuan, L., Yongqing, Y. and Chunyang, L. ۲۰۰٥. Effect of seed pretreatment by magnetic field on the sensitivity of cucumber (*Cucumis sativus*) seedlings to Ultraviolet-B radiation. Environment and Experiment Botany, ٥٤(٣): ٢٨٦-٢٩٤.

Evaluation of the effect of magnetic field on seed germination of Echinacea purpurea L.

Yaser Sarvari Talesh Mochael[۱], Saeideh Alizadeh-salteh*[۲]

۱. Graduate of Horticultural Sciences majoring in Medicinal Plants, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

۲. Associate Professor, Department of Horticulture, Medicinal Plants, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

*Email Address: s.alizadeh@tabrizu.ac.R

Abstract

Introduction

Germination, growth, yield and quality of crops are determined by seed material, which can be improved by pre-planting treatments with the participation of various physical factors including electric field, magnetic field, laser radiation and microwave radiation. Stimulation before sowing seeds with a magnetic field includes a constant magnetic field generated by permanent magnets and electromagnets, as well as a variable magnetic field. The variable magnetic field is generated by specially designed electromagnets. The biological behavior of seeds, roots, pollen grains and buds of some plants changes under electromagnetic fields. For this reason, studies have been conducted on the side effects of this field on the germination response and seedling growth and yield in some plants. Plant cells have a negative charge that can absorb positively charged ions. Cytochemical studies have shown that root cells exposed to a weak magnetic field compared to control cells show a state of calcium saturation in the cytoplasm of all their organs. Magnetic fields affect both the activity of ions and the polarization of bipolar molecules in living cells. The magnetic field also stimulates cell metabolism and mitosis in cells. Meristematic plants become plants. Variable magnetic fields, if used properly, have a great stimulatory effect on cell proliferation and the growth of plants and fungi. According to studies, the use of electromagnetic field may also affect the seed germination of medicinal plants and improve seed germination, but taking into account that the intensity and duration of these pretreatments It can have different effects in different seeds, it is better to do studies with different intensities and durations of these treatments before recommending these methods for commune failure. Due to the great medicinal properties of Echinacea and the lack of information about the effect of these treatments on germination of this species, the aim of this study was to investigate the germination of Echinacea seeds after electromagnetic field treatments.Therefore, the aim of the present study was to investigate the germination of Echinacea seeds after electromagnetic field treatments.

Methodology

In order to investigate the intensity of ۱۰۰ ms and the duration of the magnetic field on the germination components of Echinacea seeds in the laboratory of production and processing of medicinal plants, Faculty of Agriculture, University of Tabriz in a completely randomized design with three replications in ۲۰۱۵ Done. Experimental treatments included a constant magnetic field strength (۱۰۰ ms) and the duration of exposing the seeds to a constant magnetic field for ۵, ۱۰, ۱۵, ۲۰, ۲۵, ۳۰, ۳۵, ۴۰, ۴۵, ۵۰ and ۵۵ minutes and control treatment (without magnetic field exposure). The dried seeds were placed in batches of ۷۵ in a thin transparent plastic tube between the poles of the magnet with a constant magnetic field strength and time required, and then placed in batches of ۲۵ in each petri dish. To apply the magnetic field, a magnetic field inductor was used, which consisted of a pair of magnets with the ability to adjust the distance from each other. The two magnets were embedded in the machine so that they were attracted to each other. The distance between the two magnets was adjusted by measuring

the intensity of the magnetic field with a teslamter device so that the magnitude of the magnetic field was ۱۰۰ milliseconds. First, the seeds were disinfected by soaking in ۱۰٪ sodium hypochlorite for three minutes and then washed several times using distilled water to remove residual sodium hypochlorite from the seed surface. In this experiment, after applying the treatments, ۲۵ seeds of each treatment were placed in three replications in a nine-centimeter dish with a Whatman filter paper. The petri dishes were then placed in a germinator at ۲۲ ° C for ۱۲ hours for germination for ۱۵ days. The number of germinated seeds (۲ mm rootlet exit was considered as germination criterion) was counted and recorded daily. On the last day, to obtain the length of the root and stem, first the root was separated from the stem and their length was measured with a ruler, as well as the fresh weight of the root and stem. Which was calculated by the scales with an accuracy of ۰,۰۰۱ and then to obtain the dry weight of the samples, after weighing, they were placed in an oven at ۷۰ ° C for ۲۴ hours and finally the weight Their dryness was calculated by a scale with an accuracy of ۰,۰۰۱. Also, ratio of root length to stem length, ratio of root dry weight to fresh weight of root and ratio of dry weight of stem to fresh weight of stem Was calculated. The following equations were used to determine the germination rate (GS) and germination percentage (G%).

Conclusion

The results of analysis of variance showed: root dry weight, shoot dry weight, germination rate, ratio of root dry weight to fresh root weight and ratio of stem dry weight to fresh weight of stem At the level of ۱٪ probability and fresh weight of stem, root length, germination percentage and ratio of root length to stem length were significant at ۵٪ probability level and fresh weight of root And shoot length was not significant. Comparison of means showed that the highest fresh weight of shoots in ۱۵ minutes treatment (exposure to magnetic field), highest dry weight of shoots and shoots, root-shoot length, germination percentage And germination rate and ratio of root length to stem length in ۱۵ minutes treatment (exposure to magnetic field) and maximum root dry weight to root fresh weight and stem dry weight to Stem fresh weight in ۲۰ minutes treatment (magnetic field exposure) and the lowest amount of root and stem fresh weight, root dry weight, root length, ratio of root length to Stem length and shoot to dry weight ratio of shoot to fresh weight in ۵۰ minutes (exposure to magnetic field), minimum shoot dry weight and shoot length in ۳۰ minutes (exposure Magnetic field exposure), the lowest percentage and germination rate in ۲۰ minutes treatment (magnetic field exposure) and the lowest ratio of root dry weight to fresh root germ weight in control (without exposure Magnetic field) was observed. Based on the results obtained from the comparison of means, ۱۰ minutes of treatment (magnetic field exposure) had the greatest effect on the measurement components compared to the control.The magnetic field not only allows water to penetrate the seed faster, but also affects the rate of enzymatic reactions. Increased water absorption in the first stage caused the inflammation of the seeds to be affected by the magnetic field, which resulted in an increase in their fresh weight. The magnetic field reduces the surface tension and viscosity of water, as well as the latent heat of vaporization, which eventually leads to rapid evaporation of water. These three phenomena are related to the power of action designated as hydrogen bonding. Changes in these indices lead to faster penetration of water into the seeds, causing faster and more effective germination of seeds.

Keywords: Seed germination, (Echinacea purpurea L.), Length of root, Magnetic field.