بررسی مقایسه ای تأثیر میدان های الکترومغناطیسی بر جوانه زنی بذرها و شاخص های رشد و نمو گیاه سیاه دانه(*Nigella sativa* L.)

الهام کارگر شورکی و احمد مجد

تهران، دانشگاه خوارزمی، دانشکده علوم زیستی

تاریخ دریافت: ۹۳/۸/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹۴/۵/۱۳

چکیده

تیمار میدان الکترومغناطیسی یکی از پیش تیمارهای فیزیکی بذر برای افزایش عملکرد محصول گیاهان است. در این پژوهش تأثیر میدان الکترومغناطیسی بر روی جوانه زنی و شاخص های رشد و نموگیاه سیاه دانه(*Nigella sativa* L.)بررسی شده است. بذر های خشک و مرطوب آن به مدت۳۰ دقیقه در معرض میدان الکترومغناطیسی با شدت های ۰/۸ و ۱/۶میلی تسلا قرار گرفتند. درصد و سرعت جوانه زنی بذر ها بررسی شد. ۳ ماه پس از کاشت بذر ها، شاخص های رشد و نمو دانه رست ها بررسی شد. درصد جوانه زنی در بذرهای خشک نسبت به بذر های مرطوب و شاهد افزایش معنی داری داشت. برای نمونه های گیاهی حاصل از بذرهای خشک پیش تیمار شده، کاهش مدت زمان آغاز گلدهی در هر دو شدت میدان الکترومغناطیسی در سطح $p<۰/۰۰۱$ معنی دار بود و نمونه های گیاهی حاصل از بذرهای مرطوب پیش تیمار شده، با تأخیر به مرحله زایشی رسیدند و این تأخیر در زمان آغاز گلدهی در هر دو شدت میدان در سطح $p<۰/۰۵$ معنی دار بود. طول ریشه، طول ساقه ، تعداد برگ، و تراکم روزنه گیاه حاصل از بذرهای تحت تیمار خشک افزایش معنی داری را نشان داد. تعداد شاخه های جانبی در بذرهای تحت تیمار مرطوب افزایش معنی داری را نشان داد. سطح برگ در هر دو نمونه تحت تیمار خشک و مرطوب افزایش معنی داری را در مقایسه با نمونه شاهد نشان داد. این مطالعات نشان می دهد که میدان الکترومغناطیسی جوانه زنی بذر ها و شاخص های رشد و نمو را تحت تأثیر قرار می دهد.

واژه های کلیدی: *Nigella sativa* L.، میدان الکترومغناطیسی، جوانه زنی، شاخص های رشد و نمو

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۳۱۱۷۸۶۶۲۲۱ ، پست الکترونیکی: elhamkargar.sh3@gmail.com

مقدمه

نگرش های جدید علمی موجب دست یابی به فنون سازگارتر با سلامت محیط زیست شده است. این فنون باید اثرات تخریبی زیست محیطی کم و تا حد امکان کاهش مدت زمان را برای کمک به افزایش بازده در محصولات کشاورزی داشته باشند. در این ارتباط استفاده از میدان های الکترومغناطیسی به عنوان بخشی از فناوری های نوین به طور گسترده ای توسط بسیاری از محققان مورد استفاده قرار می گیرد(۳).

اثر میدان مغناطیسی روی جوانه زنی بذرها و رشد گیاهان هدف تحقیقات متعددی شده اند. این مطالعات برای اولین بار توسط Savostin، انجام شد که افزایش طول دانه رست های گندم را تحت شرایط میدان مغناطیس مشاهده کرد(۲۰). پس از آن Murphy، تغییراتی در جوانه زنی بذر را به علت تأثیر میدان مغناطیس گزارش کرد(۱۱). نتایج برخی از پژوهش ها نشان می دهند که MF اثر مثبتی روی تعداد گل ها و عملکرد، اندوخته غذایی و جذب آب گیاهان دارد(۱۶).Alexander & Doijode اشاره کردند

www.SID.ir

جوانه زنی و طول ریشه دانه رست های دانه های پیاز (Allium cepa) و برنج (Oryza sativa) که در معرض میدان الکترومغناطیس ضعیف برای ۱۲ساعت قرار گرفتند افزایش یافتند(۲).

اگر چه میدان های مغناطیسی جوانه زنی بذر و رشد گیاه را سرعت می بخشند شدت میدان مغناطیس به کار برده شده و زمانی که دانه ها در معرض آن قرار می گیرند، به میزان زیادی متفاوت است(۱۳).

ارزش توجه به میدان های مغناطیسی از این رو است که این میدان ها می توانند مسیر برخی فرایندهای در حال وقوع را در دانه ها تغییر دهند و تکوین گیاهان را به طور ویژه تحت شرایط تنش تحریک کنند. از این رو تیمار میدان های مغناطیسی با شدت ها در زمان های مناسب، می توانند نوعی فناوری زیست محیطی بی زیان باشند(۵). هدف از تحقیق ها و بررسی تأثیر میدان های الکترومغناطیسی بر جوانه زنی بذرها و شاخص های رشد و نمو گیاه سیاه دانه (*Nigella sativa*) می باشد.

گیاه سیاه دانه متعلق به خانواده گیاهی آلالگان است که به طور متداول در شرق اروپا، خاورمیانه، و غرب آسیا رشد می کنند. این گیاه بوته ای کوتاه با برگ های سبز نخی شکل و با گل های سفید و ارغوانی است. میوه های رسیده اش شامل دانه های سیاه کوچک می باشند که در طب سنتی در خاورمیانه و بعضی از کشورهای آسیایی مورد استفاده هستند(۱۸). سیاه دانه به عنوان ادویه، افزودنی غذایی، نگهدارنده و داروستفاده می شود(۹). *سیاه دانه* پتانسیل ضد التهابی، ضد میکروبی، ضد قارچی، ضد انگلی و فعالیت ضد سرطانی دارد(۱۹).

مواد و روشها

بذر های سیاه دانه (*Nigella sativa* L.) ، پس از همگن سازی به دو دسته خشک و مرطوب تقسیم شدند، بذر های مرطوب که مدت ۳۰ساعت خیسانده شده بودند. و بذر های خشک در معرض میدان الکترومغناطیسی با شدت های ۰/۸ و ۱/۶ میلی تسلا به مدت ۳۰دقیقه قرار گرفتند و در ظرف های پتری استریل حاوی کاغذ صافی واتمن و آب مقطر در سه تکرار و هر یک به تعداد ۴۰ عدد بذر کشت شدند

به عنوان نمونه های شاهد، تعداد دیگری از بذر ها در دو حالت خشک و مرطوب(به مدت ۳۰ساعت خیسانده شده در آب) که دور از میدان الکترومغناطیسی بودند نیز در ظرف های پتری استریل حاوی کاغذ صافی واتمن کشت شدند. سپس درصد و سرعت جوانه زنی بذر ها اندازه گیری شد و ۳ ماه پس از کاشت بذر ها با شروع زمان گلدهی شاخص های رشد و نمو دانه رست ها مورد بررسی قرار گرفت.

درصد جوانه زنی بذر ها از طریق معادله زیر محاسبه گردید.

(تعداد کل بذرهای کشت شده / تعداد بذور جوانه زده تا روز آخر جوانه زنی) = درصد جوانه زنی $\times 100$

و به منظور اندازه گیری سرعت جوانه زنی از معادله زیر استفاده شد.

$$R_s = \sum_{i=1}^{n} \frac{S_i}{D_i}$$

در این فرمول R_s سرعت جوانه زنی ماگویر، S_i تعداد بذر جوانه زده در هر شمارش، D_i تعداد روز تا شمارش nام است(۱۰).

سپس دانه رست ها به گلدان ها انتقال داده شدند و در شرایط دمایی 25 ± 5 و روشنایی محیط اتاق پرورش یافتند. طی مراحل رشد دانه رست ها، زمانی که نمونه های گیاهی به مرحله زایشی رسیدند، زمان گلدهی نمونه های کنترل و تیمار شده مورد بررسی قرار گرفت و سه ماه بعد از کاشت، زمانی که نمونه های گیاهی رشد یافتند، طول

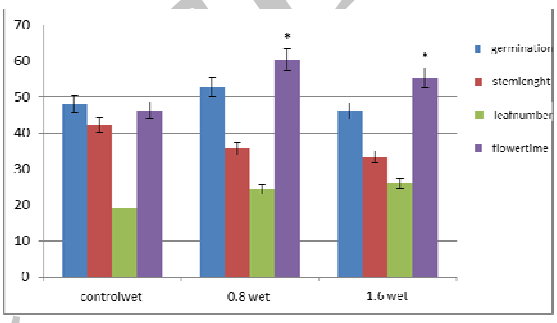
www.SID.ir

ساقه ها، طول ریشه ها، تعداد برگ ها، تعداد شاخه های فرعی اندازه گیری شد و سطح برگ هفتم نمونه های گیاهی تیمار شده در مقایسه با نمونه های کنترل با کاغذ شطرنجی محاسبه شد و تراکم روزنه های آن ها توسط نرم افزار های Adob Photoshop CS5 و Micro measure 3.3 در سطح $1cm^2$ محاسبه گردید.

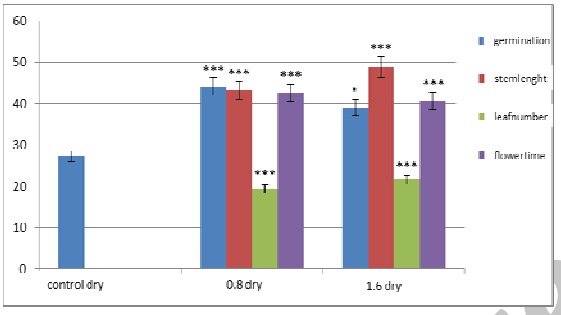
آنالیز داده ها با نرم افزار عاملی SPSS و آنالیز واریانسی ANOVA One way- و رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel انجام گردید.

نتایج

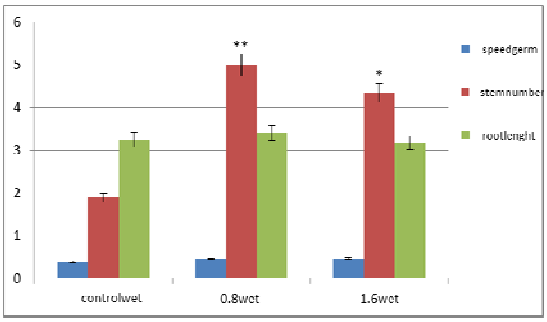
درصد جوانه زنی در بذر های نمونه های شاهد خشک بسیار پایین بود در نتیجه کاشت این نمونه ها با موفقیت انجام نشد و نمونه گیاهی حاصل از کاشت این بذرها به دست نیامد. نتایج حاصل از تأثیر میدان الکترومغناطیسی بر درصد و سرعت جوانه زنی و نیز شاخص های رشد و نمو شامل: زمان گلدهی، طول ریشه و طول ساقه، تعداد شاخه های فرعی، تعداد برگ، سطح برگ و تراکم روزنه در نمودارهای ۱- ۶ آورده شده است.



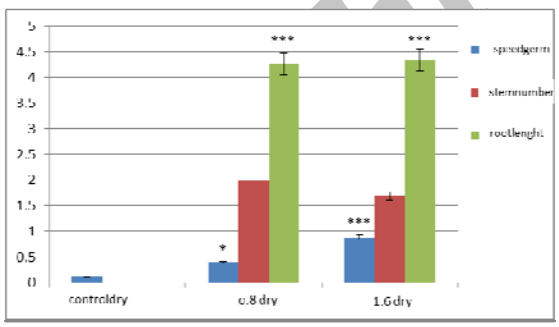
نمودار ۱-درصد جوانه زنی، طول ساقه، تعداد برگ و زمان گلدهی بذرهای مرطوب تحت تیمار



نمودار۲- درصد جوانه زنی، طول ساقه، تعداد برگ و زمان گلدهی بذرهای خشک تحت تیمار



نمودار ۳- سرعت جوانه زنی، تعداد شاخه های جانبی و طول ریشه بذرهای مرطوب تحت تیمار

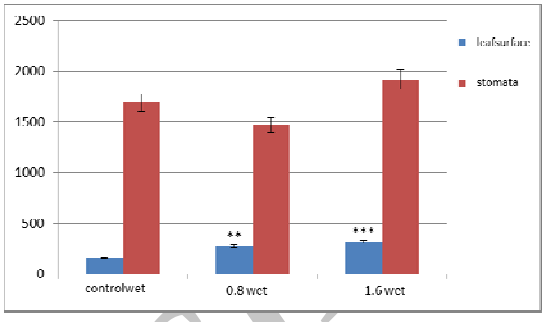


نمودار۴- سرعت جوانه زنی، تعداد شاخه های جانبی و طول ریشه بذرهای خشک تحت تیمار

میدان الکترومغناطیسی در هر دو شدت در بذرهای خشک موجب افزایش معنی دار درصد و سرعت جوانه زنی در مقایسه با بذرهای شاهد شد (نمودار ۲ و۴) و نیز در نمونه های مرطوب افزایش مشاهده شد ولی این افزایش معنی دار نبود.(نمودار۱و۳) مدت زمان آغاز گلدهی نمونه های گیاهی حاصل از بذرهای خشک تحت تیمار و نمونه های گیاهی حاصل از بذرهای مرطوب تحت تیمار افزایش معنی داری را نشان دادند. (نمودار ۱ و۲) هم چنین طول ریشه، طول ساقه، تعداد برگ و تراکم روزنه در دانه های رست های حاصل از بذرهای خشک تحت تیمار افزایش معنی داری را نسبت به نمونه های شاهد نشان دادند. (نمودار ۱،۳،۵) که در نمونه های مرطوب این تغییرات

www.SID.ir

معنی دار نبود. (نمودار۲، ۴، ۶) تعداد شاخه های جانبی در دانه رست های حاصل از بذرهای تحت تیمار مرطوب افزایش معنی داری را نشان داد که در نمونه های خشک تحت تیمار این افزایش معنی دار نبود. (نمودارهای ۳ و ۴)



نمودار۵- سطح برگ و تراکم روزنه بذرهای تحت تیمار مرطوب

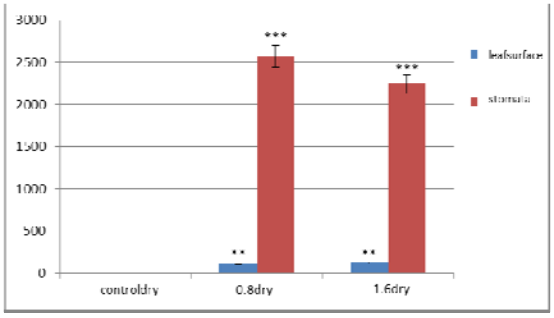
بحث

پژوهش های گذشته نشان داد که تیمار میدان مغناطیسی جذب مواد غذایی را افزایش می دهد و فعالیت های فتوسنتزی را بهبود می بخشد(۲۵). دانه های تحت تیمار میدان مغناطیسی نشان دادند که غشاء سلول های گیاهی نفوذ پذیرتر شده و میزان آب آزاد در دانه ها افزایش می یابد. این اثرات مفید میدان مغناطیسی ممکن است به دلیل افزایش در جذب یون ها بویژه Ca^{2+} باشد(۲۱).

در این تحقیق نتایج اثر میدان الکترومغناطیسی در شدت های ۰/۸ و ۱/۶ میلی تسلا در مدت زمان۳۰ دقیقه موجب افزایش معنی داری برای درصد و سرعت جوانه زنی بذر های خشک سیاه دانه شد که این نتایج با تحقیقات & Faeghi seyedpour (۶) که گزارش دادند اثر میدان الکترومغناطیسی (۵۰ Hz , ۰/۰۵ mT) روی جوانه زنی گندم در ۲۰ و ۴۰ ثانیه به ترتیب افزایش و سپس کاهش دادند طول ساقه و رشد وزنی و جوانه زنی نسبت به گروه شاهد، همسویی دارد.

نتایج مشابه یافت شد در تحقیقاتی توسط پوراکبر(۱۴) که گزارش داد اثر میدان مغناطیسی در شدت ها و بازه های

هم چنین افزایش معنی داری سطح برگی در هر دو نمونه خشک و مرطوب تحت تیمار در مقایسه با نمونه شاهد مشاهده شد. (نمودارهای ۵ و۶)



نمودار۶- سطح برگ و تراکم روزنه بذرهای تحت تیمار خشک

زمانی متفاوت، در دو وضعیت خشک و مرطوب موجب بهبود شاخص های جوانه زنی ، رشد و فعالیت آنزیم های دخیل در جوانه زنی بذر گیاه سیاه دانه شد.

از طرف دیگر اعمال میدان الکترومغناطیسی در شدت میدان های ۰/۸ و ۱/۶ میلی تسلا در مدت زمان ۳۰ دقیقه موجب افزایش معنی داری در شاخص های رشد ونمو شامل طول ریشه و ساقه، تعداد برگ، مساحت برگ و شاخه های جانبی سیاه دانه شد. این نتایج با تحقیقات pourakbar & Hatami (۱۵) که گزارش دادند اثر میدان مغناطیسی در شدت ها و زمان های در معرض قرار گیری متفاوت در دو وضعیت خشک و مرطوب دانه های مرزه اثرات معنی داری برای درصد جوانه زنی، طول ریشه، طول ساقه، داشت، همسویی دارد.

نتایج Feizi et al. (۷) و Tahir & Hama Karim(۲۲) مشابهی را گزارش دادند از اثر میدان مغناطیسی روی شاخص های مربوط به رشد نخود و گوجه فرنگی که البته در بذرهای مرطوب گوجه این شاخص ها افزایش بیشتری نشان دادند.

Archive of SID
www.SID.ir

این نتایج ممکن است، همسو باشد با مشاهدات Rajendra, et al. (۱۷)که گزارش دادند یک افزایش معنی داری در شاخص میتوزی در دانه های باقلا که در معرض میدان الکترومغناطیسی ۱۰۰Tμ قرار گرفتند.

جوانه زنی سریعتر در دانه های در معرض با میدان الکترومغناطیسی ممکن است به دلیل فعالیت های بیشتر آنزیم های مربوط به جوانه زنی، هیدراتاسیون اولیه غشاها هم چنین تحرک مولکولی بیشتر و هیدراتاسیون بخش های آبی باشد(۲۳).

بذر های خشک بامیه تحت میدان مغناطیسی افزایش معنی داری در درصد جوانه زنی و افزایش ارتفاع گیاه و مساحت برگ در مرحله بلوغ نسبت به نمونه های شاهد نشان دادند که بیان شد افزایش ارتفاع گیاه می تواند به دلیل اثر میدان مغناطیس روی فعالسازی یون ها و قطبی سازی دوقطبی ها در سلول های زنده باشد. و افزایش مساحت برگ در مقایسه با کنترل ممکن است به دلیل مقدارهای افزایش یافته فتوسنتز به دلیل رهگیری بیشتر نور باشد(۱۲).

در یک پژوهشی CAMARGO&MARENCO(۴) یک رابطه مثبت بین تراکم روزنه و ارتفاع درخت آمازون گزارش دادند و نتیجه گرفتند که در گونه های درخت آمازون، توزیع روزنه ها در سطح به نحوی توسط شاخص های محیطی وابسته به ارتفاع درخت تحت تأثیر قرار می گیردکه با نتایج حاصل از تراکم روزنه ای در نمونه های گیاهی حاصل از بذرهای خشک تحت تیمار که ارتفاع بیشتر و تراکم روزنه ای بیشتری داشتند، همسویی دارد.

در یک پژوهشی Xu et al. (۲۴) گزارش دادند محصول ژن هسته ای، MutS1 است. در صورت مهار ژن آن تغییرات فنوتیپی را نشان می دهد که از جمله فیتو هورمون های تغییر یافته که رشد به مراتب بیشتر، کاهش کشیدگی میان گره، افزایش انشعاب، تراکم روزنه ای کاهش یافته ، ریخت شناسی برگ تغییر یافته و گلدهی به تأخیر افتاده را تحت تأثیر قرار می دهد، که ممکن است با نتایج حاصل از بذر سیاه دانه مرطوب تحت تیمار که تراکم روزنه ای کمتر و گلدهی آن به تأخیر افتاده بود، همسویی داشته باشد.

Heschel & Riginos(۸) گزارش دادند که برای اجتناب از خشکسالی، راندمان مصرف آب کمتر که هدایت روزنه ای بیشتر و زمان گلدهی و باروری زودرس را نتیجه داد، ممکن است با نتایج حاصل از بذر سیاه دانه خشک تحت تیمار میدان الکترومغناطیسی که تراکم روزنه ای بیشتر و زمان گلدهی زودرس تر داشتند، همسویی داشته باشد.

مطالعات گذشته نشان دادند که تغییرات القا شده با میدان مغناطیسی در سطح سلولی در یک دامنه وسیعی از اثرات فیزیولوژیکی مانند سرعت جوانه زنی، وزن دانه، ارتفاع گیاه، محتوای پروتئین، اندازه برگ، وزن میوه و تعداد میوه، نتیجه می دهد. تحریک جوانه زنی، رشد و تکوین در مراحل بعدی ممکن است به اثر ترکیب شده ای از تغییرات بیوشیمیایی، فیزیولوژیکی، متابولیکی هم چنین فعالیت های افزایش یافته آنزیمی نسبت داده شود. فرض شده است که تیمار مغناطیسی ساختار غشا سلولی را تحت تاثیر قرار می دهد و در این راه نفوذ و انتقال یون در کانال های یونی افزایش می یابد که مسیرهای متابولیک را تحت تاثیر قرار می دهد(۱۲). هم چنین بیان شده است که اثر مثبت تیمار مغناطیسی ممکن است به دلیل ویژگی های پارامغناطیس برخی از اتم ها در سلول های گیاهی و پیگمنت هایی مانند کلروپلاست ها باشد(۱). این نتایج بر اساس تغییر شرایط محیطی و ژنوتیپ می تواند متفاوت باشد.

نتیجه گیری

در این تحقیق نشان داده شد که اعمال پیش تیمار میدان الکترومغناطیسی موجب افزایش معنی دار جوانه زنی در بذر های خشک در مقایسه با نمونه های شاهد نسبت به بذر های مرطوب می گردد. با افزایش طول ریشه و ساقه می توان نتیجه گرفت که ممکن است جذب و انتقال آب و مواد غذایی گیاه از محیط بهبود یابد هم چنین افزایش تعداد برگ ها، مساحت برگ و تراکم روزنه ممکن است به

www.SID.ir

افزایش فتوسنتز گیاه کمک کند و نیز افزایش شاخه های جانبی گیاه افزایش تعداد گل ها و کپسول را نتیجه دهد که به دنبال این نتایج می توان پی برد که تیمار میدان الکترومغناطیسی به عنوان یک محرک در واکنش های مربوط به رشد و نمو در کمک به بهبودی رشد، افزایش عملکرد و کیفیت زیست گیاه سیاه دانه به عنوان یک گیاه دارویی نقش بسزایی ایفا می کند.

علائم * در دیاگرام ها نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح p<۰/۰۵ ،**اختلاف معنی دار در سطح p<۰/۰۱ ،** *اختلاف معنی دار در سطح p<۰/۰۰۱ می‌باشد.

منابع

1. Aladjadjiyan, A. 2010. Influence of stationary magnetic field on lentil seeds.Agrophysics. 24:321-324.
2. Alexander, M.P., Doijode, S.D. 1995. Electromagnetic field, a novel tool to increase germination and seedling vigour of conserved onion (Allium cepa L.) and rice (Oryza sativa L.) seeds with low viability. Plant Genet. Res. News. 104:1-5.
3. Bilalis, D., Katsenios, N., Efthimiadou, A., Karkanis, A., Khah E.M., 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.
4. Camargo, M.A.B., Marenco, R.A. 2011. Density, size anddistribution of stomata in 35 rainforest tree species in Central Amazonia.Acta Amazonica. 41(2):205-212.
5. Carbonell, M.V., Martínez, E., Díaz, J.E., Amaya, J.M., Flórez M. 2004. Influence of magnetically treated water on germination of signalgrass seeds. Seed Sci. & Technol. 32 (2):617-619.
6. Faeghi, P., Seyedpour N. 2013. Effects of 50 Hz Electromagnetic Fields on Seed Germination and Early Growth in Wheat (Triticum spp.). Bull. Env. Pharmacol. Life Sci. 2 (5): 52-54.
7. Feizi, H,. Sahabi, H., Rezavanimoghadam, P., Shahtahmassebi, N., Gallehgir, O. and Amirmoradi, SH. 2012. Impact of Intensity and Exposure Duration of Magnetic Field on Seed Germination of Tomato (*Lycopersicon esculentu* L.).Not Sci Biol. 4(1):116-120.
8. Heschel, M.S., Riginos, C. 2005. Mechanisms of selection for drought stress tolerance and avoidance in Impatiens capensis (Balsaminaceae).Am J Bot. 92(1):37–44.
9. Majdalawieh, AF., Hmaidan, R. Carr RI. 2010. Nigella sativa modulates splenocyteproliferation, Th1/Th2cytokineprofile, macrophage function and NKanti-tumoractivity, J Ethnopharmacol. 131:268–275.
10. Moradi, R., Rezvanimoghadam, P., Alizade, Y., Ghorbani, R. 2011. Investigation of germination and seedling morphological characteristics of wild oat (Avena ludoviciana) and wild mustard (Sinapis arvensis), the effect of aqueous extract of the aerial parts of caraway (Bunium persicum L),Chickpea (Cicer arietinum L) and mixed extracts. Iran J Field Crops Res. 8(6):897-908.
11. Murphy, JD. 1942. The influence of magnetic field on seed germination. Am. J. Bot. 29 (Suppl.), 15.
12. Naz, A., Jamil, Y., Ul Haq, Z., Iqbal, M., Ahmad, M.R., Ashraf, M.I., Ahmad, R. 2012. Enhansment in germination,growth and yield of Okra(Abelmoschus esculentus) using pre-sowing magnetic treatment of seeds.Indian J Biochem Biophys. 49:211-214.
13. Pietruszewski, S., Kania, K. 2010. Effect of magnetic field on germination and yield of wheat. Int. Agrophys. 24: 297-302.
14. Pourakbar, L. 2011. Effect of static magnetic field on seed germination, growth and activities of some enzymes in *Nigella sativa* seeds.Conference on Climate Change and its impact on agriculture and the environment Orumieh. 562-567.
15. Pourakbar, L., Hatami, S. 2012. Exposure of Satureia hortensis L seeds to magnetic fields: effect on germination, growth characteristics and activity of some enzymes.J Stress Physiol Biochem. 8(4):191-198.
16. Radhakrishnan, R., Ranjitha Kumari, BD. 2012. Pulsed magnetic field: A contemporary approach offers to enhance plant growth and yield of soybean. Plant Physiol Biochem. 51: 139-144.

Archive of SID

www.SID.ir

17. Rajendra, P., Nayak, H.S., Sashidhar, R.B., Subramanyam, C., Devendarnath, D., Gunasekaran, B. 2005. Effects of power frequency electromagnetic fields on growth of germinating *Vicia faba* L., the broad bean. Electromagn. Biol. Med. 24:39-54.

18. Randhawa, M.A., Alghamdi, M.S. 2011. Anticancer Activity of Nigella sativa (Black Seed).Am J Chin Med. 39(6):1075-1091.

19. Raval, BP., Shah, TG., Patel, JD., Patel, BA., Patel, RK., Suthar, MP. 2010. Potent anticancer activity of *Nigella Sativa* Seeds.Arch. Apll. Sci. Res. 2 (1):52-56.

20. Savostin, P.W. 1930. Magnetic growth relations in plants. Planta.12: 327.

21. Selim, A.F.H., El-Nady, M. 2011. Physio-anatomical responses of drought stressed tomato plants to magnetic field.Acta Astronautica. 69:387-396.

22. Tahir, N.A.R., Karim, H.F.H. 2010. Impact of Magnetic Application on the Parameters Related to Growth of Chickpea (*Cicer arietinum* L.). Biologica Sciences. 3:175-184.

23. Vashisth, A., Nagarajan, S. 2010. Characterization of water distribution and activities of during germination in magnetically-exposed maize(Zea mays L)seeds.Indian J Biochem Biophys. 47:311-318.

24. Xu, Y.Z., Santamaria Rde, L., Virdi, K.S., Arrieta-Montiel, M.P., Razvi, F., Li, S., Ren, G., Yu, B., Alexander, D., Guo, L., Feng, X., Dweikat, I.M., Clemente, T.E, Mackenzie, S.A., 2012. The chloroplast triggers developmental reprogramming when MUTS HOMOLOG1 is suppressed in plants**.** Plant Physiol**.** 159(2):710-720.

25. Yinan, Y., Yuan, L., Yongqing, Y., Chunyang, L. 2005. Effect of seed pretreatment by magnetic field on the sensitivity of cucumber (Cucumis sativus)seedlings to ultraviolet-B radiation.Environ Exp Bot. 54:286-294.

The comparative study of the electromagnetic fields' effects on seed germination, growth and development indicators of Nigella sativa L. seeds

Kargar Shouraki E. and Majd A.

Plant Science Dept., Faculty of Biological Sciences, Kharazmi University, Tehran, I.R. of Iran

Abstract

Aim: The treatment of the electromagnetic field is a the physical pretreatments of seed to increase yield of plants. In this paper, the effects of electromagnetic fields on seed germination and growth parameters of *Nigella sativa* L. were investigated. Materials and Methods: In the study dry and wet seeds are exposed to two electromagnetic fields strength of 1.6 and 0.8 mT for 30 minutes and seed germination were evaluated. 3 months after sowing the Growth and development of seedlings was investigated. Results: Dry seeds germination comparing to wet and control seeds had a significant increase. Plant samples of dry pre-treated seeds, showed significant reduction in time to start flowering in both the intensity of the electromagnetic fields, ($p<0.001$). Plant samples from wet pretreated seeds, arrived late reproductive stage and the delay was significant in both field strength ($p<0.05$). Root length, shoot length, number of leaves, stomatal density of plants from dry pretreated seeds showed a significant increase. Lateral branches showed a significant increase in wet pretreated seeds. Leaf area in plant samples of both pretreated seeds comparing to control samples showed a significant increase. Conclusions: These studies show that electromagnetic fields can affect seed germination and plant growth and development.

Key words: *Nigella sativa* L., electromagnetic field, germination, growth and development

www.SID.ir

Archive of SID