نشریه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب ایران
بهار۱۴۰۱.سال دوازدهم. شماره چهل و هفت

اثر تیمار بذر با میدان مغناطیسی بر خصوصیات جوانه‌زنی زیره‌سبز (*Cuminum ciminum*) در سطوح مختلف شوری

حسن فیضی*[۱] و امیر سالاری[۲]

تاریخ ارسال:۱۳۹۹/۰۸/۰۶
تاریخ پذیرش:۱۳۹۹/۰۱۲/۲۵

مقاله پژوهشی

چکیده

به منظور بررسی تأثیر شدت میدان مغناطیسی و میزان شوری بر خصوصیات جوانه‌زنی زیره‌سبز (*Cuminum ciminum*) آزمایشی در آزمایشگاه گیاهان دارویی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربت حیدریه انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار و شامل چهار سطح شدت میدان مغناطیسی (صفر (شاهد)، ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ میلی‌تسلا) به‌عنوان عامل اول و چهار سطح تنش شوری (صفر (شاهد)، ۳-، ۶- و ۹- بار) به‌عنوان عامل دوم اجرا گردید. نتایج نشان داد که شوری بر تمام صفات مورد بررسی از جمله درصد، سرعت و متوسط زمان جوانه‌زنی، وزن و طول گیاهچه و شاخص‌های بنیه بذر I و II معنی‌دار بود. افزایش سطح شوری درصد جوانه زنی بذرها را از ۹۷ درصد در تیمار شاهد به ۲۵ درصد در تیمار ۶- بار کاهش داد. میدان مغناطیسی نیز بر صفات طول ساقه‌چه، ریشه‌چه و گیاهچه و شاخص بنیه بذر I در سطح ۱٪ و بر سرعت و متوسط زمان جوانه‌زنی در سطح ۵٪ تأثیر معنی‌داری داشت. کاربرد میدان مغناطیسی با شدت ۱۲۰ میلی‌تسلا باعث افزایش به‌ترتیب ۴۴/۲، ۵۹/۲ و ۵۲/۵ درصدی وزن ساقه‌چه، ریشه‌چه و گیاهچه نسبت به شاهد شد. اثر متقابل شوری و میدان مغناطیسی دارای تأثیر معنی‌داری بر طول ساقه‌چه، ریشه‌چه و گیاهچه و شاخص بنیه بذر I در سطح ۱٪ بود. نتیجه‌گیری کلی این طرح نشان داد که با افزایش شوری درصد جوانه‌زنی کاهش و با افزایش میدان مغناطیسی وزن گیاهچه بطور معنی‌داری افزایش می‌یابد. افزایش طول ساقه‌چه، ریشه‌چه و گیاهچه نیز از جمله تأثیرات مثبت افزایش شدت میدان مغناطیسی می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: جوانه‌زنی بذر، گیاه دارویی، تنش، میدان مغناطیسی.

[۱] - دانشیار گروه تولیدات گیاهی، دانشگاه تربت حیدریه.Email: h.feizi@torbath.ac.ir(نویسنده مسول)
[۲] - استادیار گروه علوم و مهندسی آب، مجتمع آموزش عالی میناب، دانشگاه هرمزگان Email: salari.1361@yahoo.com

مقدمه

رشد سریع جمعیت به ویژه در کشورهای در حال توسعه آینده نگران کننده‌ای را در زمینه تأمین جهانی غذا در پیش روی برنامه‌ریزان و پژوهشگران قرار داده است و محدودیت و عدم دسترسی به منابع مناسب آب و خاک مسئله اساسی توسعه تولیدات زراعی برای تأمین نیاز مواد غذائی نسل‌های آتی می‌باشد (درویشی، ۱۳۸۹). شوری یکی از تنشهای محیطی است که تغییرات زیادی در رشد، فیزیولوژی و عملکرد گیاهان ایجاد میکند. به‌طورکلی در جهان ۹۵ میلیون هکتار اراضی شور وجود دارد و در ایران نیز حدود نیمی از اراضی قابل کشت تحت تأثیر شوری هستند و هرساله میلیونها تن نمک از طریق آب آبیاری به اراضی زارعی افزوده می‌شود. رشد گیاهان در شرایط شوری به دلیل پتانسیل اسمزی پایین و اختلال در جذب برخی عناصر غذایی کاهش می یابد (عابدین پور و روحانی، ۱۳۹۸). اگرچه بهره‌گیری از فناوری‌های پیشرفته، راهکارهای جدید و موثری برای غلبه بر این مشکل فراهم نموده است ولی هزینه‌های زیاد کاربرد این نوع فناوری‌ها، کاربرد آن برای بعضی از کشاورزان این گونه مناطق را که با تنش‌های شدید محیطی مواجه‌اند را ناممکن نموده است (Ahmad et al., 2009).

تحت این شرایط، شناسایی و کشت گونه‌های متحمل به شوری یکی از راه‌حل‌های کاربردی جهت استفاده موثر از خاک‌های در معرض تنش شوری می‌باشد (Ahmad et al., 2010). ویژگی‌های جوانه‌زنی گونه‌ها و حتی رقم‌های مختلف یک گونه ممکن است تحت تأثیر این تنش‌ها با یکدیگر متفاوت باشند. در این میان، مراحل اولیه رشد، حساس‌ترین مرحله رشد از نظر تنش شوری در بیشتر گونه‌های گیاهی می‌باشد (Saidyan, 1996). در واقع شوری با غیر فعال کردن آنزیم‌های موثر بر جوانه زنی بذر به ویژه از راه جذب کلسیم موجب ایجاد پیک ثانویه‌ای شده و به این طریق از فعال شدن یا ساخته شدن آنزیم‌های موثر بر جوانه زنی جلوگیری می‌کند (فهیمی، ۱۳۸۲؛ زینلی و سلطانی، ۱۳۹۰؛ صالحی و همکاران، ۱۳۸۸).

راهکارهای زراعی متفاوتی توسط محققان جهت کاهش و حذف اثرات منفی شوری بر جوانه زنی بذر رشد و عملکرد گیاه مورد آزمون قرار گرفته است. یکی از این روش‌ها، استفاده از میدان مغناطیسی است که بعنوان یک روش جایگزین برای روشهای شیمیایی است (صراف و همکاران، ۲۰۲۰).

گیاهان دارای سلول‌های حاوی عنصر آهن هستند که مشخصا در رشد گیاه تأثیر فراوانی دارند. کنش و واکنش‌های آخرین مدار مغناطیسی اتم آهن با میدان مغناطیسی القایی باعث نوسان در سیستم می‌گردد. نوسان القایی موجبات ایجاد انرژی در سلول‌های حاوی عنصر آهن شده و سپس بعد از مدتی در مسیر میدان مغناطیسی قرار می‌گیرد. عکس‌العمل‌های متفاوت گیاهان به میدان مغناطیسی، بستگی به شدت میدان مغناطیسی و مرحله فیزیولوژیکی رشد گیاه دارد. میدان مغناطیسی می‌تواند از طریق افزایش عناصری مثل کلسیم و منیزیم باعث افزایش رشد شود. افزایش میزان این یون‌ها می‌تواند باعث افزایش رشد گیاهان گردد. میدان مغناطیسی بر انتشار ذرات بیولوژیکی در حلال از طریق نیروی لورنتس و ماکسول تأثیر می‌گذارد. نیروی لورنتس بر انتشار و باردار شدن ذراتی مثل پروتئین‌های پلاسما تأثیر می‌گذارد. جهت‌گیری ذرات فرومغناطیسی و نوسانات رادیکال‌های جفت شده، به عنوان مکانیسم تأثیرگذار میدان مغناطیسی در نظر گرفته می‌شوند، نتیجه این امر افزایش رشد گیاهان می‌باشد (Li and Ramaswamy, 2005; Majd and Shabrangi, 2009; Gyawali, 2008). افزایش میزان رادیکال‌های آزاد دخیل در واکنش‌های شیمیایی باعث افزایش فعالیت پروتئین‌ها و آنزیم‌ها شده و به این ترتیب باعث افزایش میزان رشو و نمو گیاهان می‌شود. افزایش میزان یون‌ها در نتیجه القای میدان مغناطیسی همچنین باعث افزایش ارزش تغذیه‌ای گیاه شده و از این فرآیند می‌توان به عنوان جایگزینی برای کاربرد تیمارهای شیمیایی استفاده نمود (Gyawali, 2008; Faqenabi et al., 2009; Rybinski et al., 2003; Podlesny et al., 2003).

به نظر می‌رسد بهبود درصد جوانه‌زنی در گیاهان مختلف هنگامی که در معرض نیروی میدان مغناطیسی قرار می‌گیرند ناشی از بهبود جذب آب، تغییرات بیوشیمیایی ترکیبات بذر و تغییر در فعالیت آنزیم‌های مرتبط با فرایند جوانه‌زنی باشد. یک فرضیه دیگر جهت توضیح اثر مثبت میدان مغناطیسی مربوط به خصوصیات پارامغناطیسی بیشتر اتم‌ها در سلول‌های گیاه و رنگدانه‌هایی نظیر کلروپلاست‌ها می‌باشد. خصوصیات مغناطیسی ملکول‌ها، توانایی آن‌ها را برای جذب و سپس انتقال دادن این انرژی به ساختارهای دیگر در سلول‌های گیاه و فعال نمودن آن‌ها را تعیین می‌نماید (Aladjadjiyan, 2010).

میدان مغناطیسی می‌تواند هم فعالیت یون‌ها و هم قطبی شدن ملکول‌های دوقطبی را در سلول‌های زنده تحت تأثیر قرار دهد (Dhawi et al., 2009; Kordas, 2002). سلول‌های گیاه دارای بار منفی هستند و می‌توانند یون‌های دارای بار مثبت را جذب نمایند. مطالعات سیتوشیمیایی نشان داده است که سیتوپلاسم و تمام اندامک‌های سلول‌های ریشه در معرض میدان ضعیف مغناطیسی نسبت به سلول‌های شاهد، اشباع از کلسیم می‌گردند. میدان مغناطیسی می‌تواند باعث افزایش رهاسازی رادیکال‌های آزاد و ایجاد تنش در گیاه شود، در حالی‌که یون‌های کلسیم در برخی فرآیندهای رشد گیاه کمک کرده و به تنش واکنش نشان می‌دهند بنابراین، این موضوع توضیحی برای افزایش کلسیم در گیاه در شرایط میدان مغناطیسی است (Dhawi et al., 2009). اثرات مثبت میدان مغناطیسی در بیوسنتز پروتئین‌ها، تکثیر سلول-ها، فعالیت‌های بیوشیمیایی، میزان تنفس، فعالیت آنزیم‌ها، میزان اسید نوکلئیک و دوره رشد و نمو سلول‌های گیاه تأیید گردیده است (Cakmak et al., 2009). میدان مغناطیسی باعث انگیزش متابولیسم سلول و میتوز در سلول‌های مریستمی گیاه گردیده (Celik et al., 2008) و باعث تغییرات فعالیت آنزیم‌های آمیلاز و نیترات ردوکتاز در بذور در حال جوانه‌زنی می‌شود (Yinan et al., 2005).

عابدین پور و روحانی (۱۳۹۸) گزارش نمودند که آب مغناطیس شده می‌تواند باعث افزایش عملکرد زیره سبز در شرایط استفاده از آب شور به عنوان منبع آب آبیاری گردد.

راکوکیو و همکاران (۲۰۰۸) بیان کردند که قرار گرفتن بذر ذرت در معرض میدان مغناطیسی کم (۵۰ میلی‌تسلا) اثر تحریک‌کنندگی بر مراحل اولیه رشد، وزن تر، رنگدانه‌هایی نظیر کلروفیل، میزان اسید نوکلئیک و افزایش طول گیاهچه داشت، اما میدان مغناطیسی قوی‌تر (۱۰۰ تا ۲۵۰ میلی‌تسلا) اثر بازدارندگی روی صفات ذکر شده دارد (Racuciu et al., 2008). ملکی فراهانی و همکاران (۱۳۹۴) تأثیر میدان الکترومغناطیسی و امواج فراصوت را بر میزان جوانه‌زنی بذر زیره سبز مورد بررسی قرار دادند. آنها دریافتند که اثر متقابل میدان الکترومغناطیسی و زمان بر درصد و سرعت جوانه‌زنی، میانگین مدت جوانه زنی، وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه و نسبت وزن و طول ریشه چه به ساقه چه معنی‌دار بود

تیمارهای مغناطیسی باعث کاهش اثرات تنش شوری در گیاه ریحان شده است که دلیل آن میتواند احتمالاً به خاطر خنثی شدن بار کاتیونهای عناصرغذایی توسط میدان مغناطیسی و باقیماندن آنها در محلول خاک و در نتیجه جذب سریعتر آنها توسط گیاه باشد (بانژاد و همکاران، ۱۳۹۲).

گلدانی و همکاران (۱۳۹۵) با افزایش تیمار شوری صفاتی مانند درصد و متوسط زمان جوانه‌زنی، طول و وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه و همچنین زیست توده و شاخص بنیه بذر لوبیا کاهش یافت. کاربرد آب مغناطیس زیست توده و شاخص بنیه بذر را ۵۲ و ۲۴درصد در شرایط تنش شوری بهبود داد.

با توجه به اهمیت تنش شوری و نیز اثرات مثبت استفاده از میدان مغناطیسی در رشد گیاهان، تحقیق حاضر به منظور بررسی اثرات میدان مغناطیسی بر بذر

زیره سبز و رشد اولیه گیاهچه در شرایط تنش شوری اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر میدان‌های مغناطیس و تنش شوری بر صفات جوانه‌زنی زیره‌سبز، آزمایشی در آزمایشگاه گیاهان دارویی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربت‌حیدریه انجام شد. شرایط مورد مطالعه شامل کشت بذرهای زیره‌سبز در پتری‌دیش و در محیط ژرمیناتور بود. تیمارهای میدان مغناطیسی شامل شدت‌های صفر (شاهد)، ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ میلی‌تسلا به مدت ۳۰ دقیقه و تیمارهای شوری شامل صفر (شاهد به صورت آب مقطر)، ۳-، ۶- و ۹- بار از نمک NaCl بود و برای ساخت محلول با پتانسیل اسمزی خاص از فرمول میشل کافمن (۱۹۷۳) طبق معاله ۱ استفاده شد و سپس محلول‌های ساخته شده اندازه‌گیری و صحت پتانسیل اسمزی بررسی شد.

(۱)

$$\Psi = -\left(1.18 \times 10^{-2}\right) C - \left(1.18 \times 10^{-4}\right) C^2 + \left(2.67 \times 10^{-4}\right) CT + (8.39 \times 10^{-7}) C^2 \quad T$$

Ψ:پتانسیل اسمزی بر حسب بار، C :غلظت بر حسب گرم در لیتر و T :درجه حرارت بر حسب درجه سانتی گراد می باشد.

بذر زیره سبز از توده بومی منطقه تربت حیدریه تهیه شد. در ابتدا بذرها به صورت ۴ دسته ۱۰۰ تایی در داخل دستگاه میدان مغناطیسی با شدت‌های مورد مطالعه و زمان ۳۰ دقیقه قرار گرفتند و سپس عمل ضدعفونی بذرها با استفاده از هیپوکلرید سدیم ۱۰ درصد (۶۰ ثانیه) انجام شد. پس از ضدعفونی، بذور سه مرتبه با آب مقطر شست و شو داده شدند و سپس به صورت دسته ۲۵ تایی در پتری‌دیش قرار داده شدند و مقدار ۳ سی‌سی از محلول‌های شوری مورد نظر اضافه شد. دستگاه ژرمیناتور بر روی دمای ۲۵ درجه سانتی-گراد و رطوبت ۶۵ درصد تنظیم شد. شمارش روزانه تعداد بذرهای جوانه‌زده به مدت ۱۴ روز در زمان مشخص انجام گرفت. بذرهایی با طول ریشه‌چه ۲ میلی‌متر به عنوان بذرهای جوانه‌زده شمارش شدند (ISTA ,2009). در روز آخر تعداد گیاهچه‌های عادی شمارش و طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه اندازه-گیری شد. جهت تعیین سرعت جوانه‌زنی از فرمول ماگیور (Maguir, 1982) و متوسط زمان جوانه زنی (MGT) از معادلات زیر استفاده شد (Matthews and Khajeh-Hosseini ,2007):

معادله(۲) (۱)

$$Germination\ rate = \left(\frac{a}{1}\right) + \left(\frac{b-a}{2}\right) + \left(\frac{c-b}{3}\right) + \cdots \left(\frac{n-(n-1)}{N}\right)$$

که در این معادله Germination rate=(GR) سرعت جوانه زنی بذر بر حسب بذر جوانه زده بر روز n,…,c,b,a به ترتیب نشان‌دهنده تعداد بذرهای جوانه زده پس از ۱، ۲، ۳، … و n روز بعد از شمارش آن‌ها می‌باشد.

معادله (۳)

$$MGT = \frac{\sum(F.X)}{\sum F}$$

که در این معادله MGT: متوسط زمان جوانه زنی (روز)، F:تعداد بذر جدید جوانه زده در روز شمارش X ام و X روز شمارش می باشد.

جهت محاسبه شاخص بنیه بذر از معادله های (۴) و (۵) استفاده شد (Vashisth and Nagarajan, 2010)

معادله (۴) شاخص بنیه۱ = درصد جوانه‌زنی × طول گیاهچه بر حسب سانتیمتر (ساقه‌چه +ریشه-چه)

معادله (۵) شاخص بنیه ۲= درصد جوانه‌زنی × وزن خشک گیاهچه بر حسب میلی‌گرم (ساقه‌چه + ریشه‌چه)

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها توسط نرم‌افزار Jump SAS انجام شد و میانگین توسط بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شد.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد عامل شوری بر تمامی فاکتورهای مورد اندازه‌گیری شامل درصد، سرعت و متوسط زمان جوانه‌زنی، وزن و طول ساقه‌چه، ریشه‌چه و گیاهچه و شاخص‌های بنیه بذر I و II و عامل میدان مغناطیسی بر فاکتورهای طول ساقه‌چه، ریشه‌چه و گیاهچه و شاخص بنیه بذر I در سطح ۱٪ معنی‌دار بود، تأثیر شدت‌های مختلف میدان مغناطیسی تنها بر سرعت و متوسط زمان جوانه‌زنی در سطح ۵٪ معنی‌دار معنی‌دار شد. اثر متقابل شوری و میدان مغناطیسی بر طول ساقه‌چه، ریشه‌چه و گیاهچه و شاخص بنیه بذر I در سطح ۱٪ معنی‌دار بود و تأثیر متقابل معنی‌داری بر درصد، سرعت و متوسط زمان جوانه‌زنی و وزن گیاهچه مشاهده نشد (جدول ۱).

جدول (۱): نتایج تجزیه واریانس زیره‌سبز و شوری

منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	متوسط زمان جوانه‌زنی	وزن ساقه‌چه	وزن ریشه‌چه	وزن گیاهچه	طول ساقه‌چه	طول ریشه‌چه	طول گیاهچه	شاخص بنیه بذر I	شاخص بنیه بذر II
شوری	۳	۳/۲۵** ۶۳۰	/۸۹** ۸۵	۳/۸۲** ۰۱	/۷۹** ۲	/۹۰** ۲	/۲۸** ۱۱	۱۰/۶۱** ۶۸	۷۶۳۱/۶۹**	۱۴/۳۷** ۴۱۰	۱۴۲۲۶۳** ۰۳	۶/۷۸** ۵۲۸۱
میدان مغناطیسی	۳	۰/۹۲ns	۰/۳۰*	۵/۷۷*	/۲۴ns ۰	/۳۶ns ۰	۱/۰۲ns	۳۱/۸۴**	۱۷۶/۴۳**	۳۳/۹۶** ۹	۲۸۲۹/۱** ۷۵۹	۲/۷۷ns ۹۰۷
شوری× میدان مغناطیسی	۹	۴/۴۷ns	/۱۷ns ۰	۲/۲۸ns	/۲۰ns ۰	/۲۵ns ۰	۰/۱۷ns	۲۳/۵۲**	۲۵۵/۹۲**	۳۹/۴۳** ۴	۳۲۷۳/۲** ۹۹۰	۸/۱۴ns ۱۶
خطا	۴۸	۸۹/۲۵	۰/۰۹	۱/۹۹	۰/۳۱	۰/۱۷	۰/۶۶	۱۱/۷۱	۴۵/۰۲	۶۲/۳۵	۴۳۰۰۶/۲۵ ۲	۲۱۲۴/۲
کل	۶۳											

**معنی‌داری در سطح ۱ ٪، *معنی‌داری در سطح ۵ ٪، ns عدم معنی‌داری

نتایج اثرات اصلی شوری بر خصوصیات جوانه‌زنی نشان داد که با افزایش سطوح شوری، درصد و سرعت جوانه‌زنی کاهش و متوسط زمان جوانه‌زنی و وزن ساقه‌چه، ریشه‌چه و گیاهچه افزایش یافت. بیشترین درصد و سرعت جوانه‌زنی در حداقل شوری (شاهد) و بیشترین وزن ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه در حداکثر شوری (۹- بار) بدست آمد. افزایش سطح شوری درصد جوانه زنی بذرها را از ۹۷ درصد در شاهد به ۲۵ درصد در تیمار ۶- بار کاهش داد. بیشترین طول ساقه‌چه، ریشه‌چه و گیاهچه در شوری ۳- بار بدست آمد بطوری که طول ساقه‌چه در شوری ۳- بار معادل ۴۶/۵ و طول ریشه‌چه معادل ۴۳/۵ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت. دلیل

این امر احتمالاً به علت اثر هورمسیس[1] و افزایش سطح حاصلخیزی با افزایش شوری نسبت به تیمار شاهد می‌باشد (واکنش گیاه به غلظت‌های مختلف یک عامل تنش که باعث اثرات مثبت در غلظت‌های کم و اثرات منفی در غلظت‌های زیاد می‌شود را اثر هورمسیس گویند) (Feizi et al. 2020; Carvalhoa et al. 2020). با افزایش بیشتر شوری، به دلیل اثرات منفی شوری بر مشخصات جوانه‌زنی، فاکتورهای جوانه‌زنی بطور معنی داری کاهش یافت (جدول ۲).

نتایج اثرات اصلی میدان مغناطیسی نشان داد بیشترین وزن ساقه‌چه، ریشه‌چه و گیاهچه و کمترین طول ساقه‌چه، ریشه‌چه و گیاهچه در شدت میدان مغناطیسی ۱۲۰ میلی‌تسلا بدست آمد (جدول ۳). مشخص شده است که واکنش گونه های مختلف گیاهی به تیمار میدان مغناطیسی یکسان نیست. احتمالا افزایش صفات وزنی زیره سبز به میدان مغناطیسی نسبت به صفات طولی در اثر جذب بیشتر آب و فعالیت بیشتر فرایندهای آنزیمی گیاهچه باشد (صراف و همکاران، ۲۰۲۰).

جدول (۲): اثرات اصلی شوری بر شاخص‌های جوانه‌زنی گیاه دارویی زیره سبز

سطوح شوری (بار)	جوانه‌زنی (درصد)	سرعت جوانه زنی (بذر در روز)	متوسط زمان جوانه‌زنی	وزن ساقه‌چه (میلی‌گرم)	وزن ریشه‌چه (میلی‌گرم)	وزن گیاهچه (میلی‌گرم)	طول ساقه‌چه (میلی‌متر)	طول ریشه‌چه (میلی‌متر)	طول گیاهچه (میلی‌متر)	شاخص بنیه بذر I	شاخص بنیه بذر II
۰	۹۷/۰۰^{a}	۴/۸۱^{a}	۵/۵۰^{b}	۰/۶۰^{a}	۰/۵۶^{a}	۱/۱۷^{a}	۱۲/۷۰^{b}	۳۴/۳۳^{b}	۴۷/۰۳^{b}	۴۵۷۲/۲۶^{b}	۱۱۴/۳۳^{a}
-۳	۸۸/۷۵^{a}	۳/۵۵^{b}	۵/۶۵^{b}	۰/۷۱^{a}	۰/۸۵^{a}	۱/۵۶^{a}	۱۸/۶۱^{a}	۴۹/۲۹^{a}	۶۷/۹۰^{a}	۶۰۳۵/۲۵^{a}	۱۳۸/۳۹^{a}
-۶	۲۵/۰۰^{b}	۰/۵۸^{c}	۱۰/۵۱^{a}	۰/۹۹^{a}	۰/۹۴^{a}	۱/۹۳^{a}	۳/۳۵^{c}	۱۳/۵۷^{c}	۱۸/۹۲^{c}	۵۱۳/۴۹^{c}	۴۲/۵۲^{b}
-۹	.^{c}	.^{d}	.^{c}	.^{b}	.^{b}	.^{b}	.^{d}	.^{d}	.^{d}	.^{c}	.^{b}

* اعداد دارای حروف مشابه در هر ستون به لحاظ آماری (بر اساس آزمون چند دامنه‌ای توکی در سطح احتمال ۵ ٪) تفاوت معنی‌داری ندارند.

[1] -Hormesis

جدول (۳): اثرات اصلی میدان مغناطیسی بر شاخص‌های جوانه‌زنی گیاه دارویی زیره سبز

شدت میدان مغناطیسی (میلی تسلا)	جوانه‌زنی (درصد)	سرعت جوانه زنی (بذر در روز)	متوسط زمان جوانه‌زنی	وزن ساقه‌چه (میلی- گرم)	وزن ریشه‌چه (میلی- گرم)	وزن گیاهچه (میلی- گرم)	طول ساقه‌چه (میلی- متر)	طول ریشه‌چه (میلی‌متر)	طول گیاهچه (میلی‌متر)	شاخص بنیه بذر I	شاخص بنیه بذر II
۰	۵۲/۷۵^{a}	۲/۳۷^{a}	۴/۸۶^{b}	۰/۵۲^{b}	۰/۴۹^{b}	۱/۰۱^{b}	۱۱/۰۰^{a}	۲۸/۶۴^{a}	۳۹/۶۵^{a}	۳۴۰۶/۹۶^{a}	۶۴/۸۱^{b}
۴۰	۵۲/۵۰^{a}	۲/۳۲^{ab}	۵/۵۵^{ab}	۰/۴۷^{b}	۰/۶۳^{a}	۱/۱۰^{b}	۹/۲۹^{a}	۲۵/۰۱^{ab}	۳۴/۳۰^{ab}	۲۶۳۲/۸۳^{b}	۷۱/۲۳^{b}
۸۰	۵۳/۰۰^{a}	۲/۰۷^{b}	۶/۲^{a}	۰/۵۵^{a}	۰/۴۵^{b}	۱/۰۰^{b}	۸/۷۵^{a}	۲۲/۳۹^{ab}	۲۹/۸۹^{b}	۲۵۶۵/۲۳^{b}	۶۵/۶۲^{b}
۱۲۰	۵۲/۵۰^{a}	۲/۱۶^{ab}	۶/۰۳^{ab}	۰/۷۵^{a}	۰/۷۸^{a}	۱/۵۴^{a}	۷/۶۱^{b}	۲۱/۱۳^{b}	۳۰/۰۱^{b}	۲۵۱۵/۹۷^{b}	۹۳/۵۷^{a}

* اعداد دارای حروف مشابه در هر ستون به لحاظ آماری (بر اساس آزمون چند دامنه‌ای توکی در سطح احتمال ۵ ٪) تفاوت معنی‌داری ندارند.

با توجه به نتایج، تیمار میدان مغناطیسی بیشتر بر صفات وزنی زیره‌سبز اثرات مثبت و بر صفات طولی اثرات منفی داشته است. کاربرد میدان مغناطیسی با شدت ۱۲۰ میلی‌تسلا باعث افزایش وزن ساقه‌چه به میزان ۴۴/۲ درصد نسبت به شاهد شد. همچنین این تیمار باعث افزایش وزن ریشه‌چه و گیاه‌چه به میزان به‌ترتیب ۵۹/۲ و ۵۲/۵ درصد نسبت به شاهد گردید، اما قرارگرفتن بذرها در معرض میدان مغناطیسی با شدت بالا (۱۲۰ میلی‌تسلا) باعث ایجاد اثرات منفی معنی‌دار بر طول ساقه‌چه، ریشه‌چه و گیاه‌چه زیره‌سبز شد، به‌طوری‌که به‌ترتیب نسبت به به شاهد باعث کاهش ۳۰/۸، ۲۶/۲ و ۲۴/۳ درصد شد (جدول ۳). میدان مغناطیسی در شدت‌های کم می‌تواند اثر تحریک‌کنندگی و در شدت‌های زیاد اثر بازدارندگی بر رشد گیاهان داشته باشد. فیضی و جاودانی‌پور (۲۰۲۰) بیان داشتند که استفاده از میدان مغناطیسی می تواند شبیه انواع تنش‌ها نظیر خشکی، شوری و اشعه فرابنفش، موقعیت و شرایط تنش‌زایی را برای رشد و عملکرد گیاهان ایجاد نماید.

نتایج برهمکنش شدت میدان مغناطیسی و شوری نشان داد که در تمامی شدت‌های مغناطیسی مورد مطالعه، کمترین مقدار تمامی فاکتورهای مورد مطالعه در شوری ۹- بار و بیشترین مقدار تمامی فاکتورها نیز در شوری صفر (شاهد) بدست آمد. این نتیجه نشان داد که شوری تأثیر منفی زیادی در مشخصات جوانه‌زنی داشته و جهت بهبود خصوصیات جوانه‌زنی بایستی از آبی با کیفیت مناسب استفاده نمود (جدول ۴). با توجه به قرار گرفتن درصد جوانه‌زنی در تیمار شوری صفر و ۳- بار در یک گروه، استفاده از شوری ۳- بار قابل توجیه می‌باشد. در مورد وزن ساقه‌چه، ریشه‌چه و گیاهچه تفاوتی بین تیمارهای مختلف شوری وجود نداشت و اعمال تیمارهای مختلف شوری بطور معنی‌داری همه مشخصات جوانه‌زنی را در یک سطح کاهش داد. با افزایش شدت میدان مغناطیسی از صفر به ۱۲۰ میلی- تسلا، درصد و سرعت جوانه‌زنی کاهش و متوسط زمان جوانه‌زنی افزایش یافت. با افزایش میدان مغناطیسی علی‌رغم کاهش وزن ریشه‌چه، وزن ساقه‌چه و گیاهچه افزایش یافت. افزایش طول ساقه‌چه، ریشه‌چه و گیاهچه نیز از جمله تأثیرات افزایش شدت میدان مغناطیسی می‌باشد. افزایش شدت میدان مغناطیسی باعث کاهش بنیه بذر I گردید. در نبود میدان مغناطیسی و همچنین حداکثر شدت میدان، شوری ۳- بار جهت کسب طول مناسب ساقه‌چه، ریشه‌چه و گیاهچه توصیه می‌گردد درحالی‌که در میدان ۴۰ میلی‌تسلا، هیچ تفاوتی بین شوری‌های مختلف مشاهده نشد و بنابراین افزایش

شوری تأثیر یکسانی در کاهش صفات طولی داشت. (جدول ۴).

جدول (۴): نتایج برهمکنش میدان مغناطیسی و تنش شوری بر زیره‌سبز

میدان مغناطیسی (میلی‌تسلا)	شوری (بار)	درصد جوانه‌زنی (٪)	سرعت جوانه‌زنی (بذر/روز)	متوسط زمان جوانه‌زنی (روز)	وزن ساقه‌چه (میلی‌گرم)	وزن ریشه‌چه (میلی‌گرم)	وزن گیاهچه (میلی‌گرم)	طول ساقه‌چه (میلی‌متر)	طول ریشه‌چه (میلی‌متر)	طول گیاهچه (میلی‌متر)	شاخص بنیه بذر I	شاخص بنیه بذر II
۰	۰	۹۸^{a}	۵/۳۰^{a}	۴/۹۹^{c}	۰/۲۹^{a}	۰/۶۹^{abc}	۰/۹۸^{ab}	۱۸/۵۱^{ab}	۵۲/۰۹^{a}	۷۵/۶۱^{a}	۶۹۲۱/۲۹^{a}	۹۷/۲۴^{abc}
	-۳	۸۷^{a}	۳/۵۸^{d}	۶/۳۳^{c}	۰/۷۹^{a}	۰/۵۵^{abc}	۱/۳۵^{ab}	۱۸/۴۱^{abc}	۵۱/۸۸^{a}	۷۰/۲۹^{a}	۶۱۰۸/۹۷^{a}	۱۱۸/۳۱^{ab}
	-۶	۲۶^{b}	۰/۵۹^{e}	۸/۱۴^{abc}	۱/۰۱^{a}	۰/۷۲^{abc}	۱/۷۳^{ab}	۷/۰۹^{de}	۱۰/۶۲^{ef}	۱۷/۷۱^{de}	۵۹۷/۶۱^{e}	۴۳/۷۲^{bc}
	-۹	۰^{c}	۰^{e}	۰^{d}	۰^{a}	۰^{c}	۰^{b}	۰^{f}	۰^{f}	۰^{e}	۰^{e}	۰^{c}
۴۰	۰	۹۷^{a}	۵/۰۱^{ab}	۵/۳۳^{c}	۰/۴۸^{a}	۰/۶۸^{abc}	۱/۱۷^{ab}	۱۲/۶۴^{bcd}	۳۲/۸۹^{bc}	۴۵/۵۳^{bc}	۴۴۲۱/۴۴^{bcd}	۱۱۳/۱۴^{abc}
	-۳	۸۸^{a}	۳/۶۲^{d}	۶/۳۷^{c}	۰/۵۰^{a}	۱/۰۰^{abc}	۱/۵۰^{ab}	۱۷/۲۸^{abc}	۴۴/۰۵^{ab}	۶۱/۳۴^{ab}	۵۳۸۴/۷۷^{abc}	۱۳۲/۰۳^{ab}
	-۶	۲۵^{b}	۰/۶۷^{e}	۱۰/۴۹^{ab}	۰/۹۱^{a}	۰/۸۳^{abc}	۱/۷۴^{ab}	۷/۲۳^{de}	۲۳/۱۲^{cde}	۳۰/۳۶^{cd}	۷۲۵/۱۴^{e}	۳۹/۷۶^{bc}
	-۹	۰^{c}	۰^{e}	۰^{d}	۰^{a}	۰^{c}	۰^{b}	۰^{f}	۰^{f}	۰^{e}	۰^{e}	۰^{c}
۸۰	۰	۹۷^{a}	۴/۴۵^{bc}	۵/۹۴^{c}	۰/۴۵^{a}	۰/۵۰^{abc}	۰/۹۵^{ab}	۱۱/۸۶^{cd}	۲۸/۰۶^{bcd}	۳۹/۹۳^{c}	۳۸۶۹/۹۳^{cd}	۹۲/۹۹^{abc}
	-۳	۹۰^{a}	۳/۳۰^{d}	۷/۲۱^{bc}	۰/۹۰^{a}	۰/۵۸^{abc}	۱/۴۸^{ab}	۲۰/۱۹^{a}	۴۴/۱۸^{ab}	۶۴/۳۷^{ab}	۵۸۱۰/۷۴^{ab}	۱۳۱/۰۵^{ab}
	-۶	۲۵^{b}	۰/۵۴^{e}	۱۱/۶۷^{a}	۰/۸۷^{a}	۰/۷۲^{abc}	۱/۵۹^{ab}	۲/۹۶^{ef}	۱۲/۲۸^{def}	۱۵/۲۵^{de}	۳۸۳/۲۱^{e}	۳۸/۴۷^{bc}
	-۹	۰^{c}	۰^{e}	۰^{d}	۰^{a}	۰^{c}	۰^{b}	۰^{f}	۰^{f}	۰^{e}	۰^{e}	۰^{c}
۱۲۰	۰	۹۶^{a}	۴/۴۶^{bc}	۵/۷۲^{c}	۱/۲۰^{a}	۰/۳۰^{bc}	۱/۵۷^{ab}	۷/۷۸^{de}	۲۴/۲۷^{cde}	۳۲/۰۵^{cd}	۳۰۷۶/۳۹^{d}	۱۵۳/۹۶^{ab}
	-۳	۹۰^{a}	۳/۶۸^{cd}	۶/۶۹^{c}	۰/۶۴^{a}	۱/۲۶^{ab}	۱/۹۱^{ab}	۱۸/۵۷^{ab}	۵۷/۰۴^{a}	۷۵/۶۱^{a}	۶۸۳۶/۵۳^{a}	۱۷۲/۲۰^{a}
	-۶	۲۴^{bc}	۰/۵۱^{e}	۱۱/۷۳^{a}	۱/۱۷^{a}	۱/۵۱^{a}	۲/۶۸^{a}	۴/۱۱^{ef}	۸/۲۵^{ef}	۱۲/۳۶^{de}	۳۴۷/۹۹^{e}	۴۸/۱۵^{bc}
	-۹	۰^{c}	۰^{e}	۰^{d}	۰^{a}	۰^{c}	۰^{b}	۰^{f}	۰^{f}	۰^{e}	۰^{e}	۰^{c}

* اعداد دارای حروف مشابه در هر ستون به لحاظ آماری (بر اساس آزمون چند دامنه‌ای توکی در سطح احتمال ۵ ٪) تفاوت معنی‌داری ندارند.

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که شوری بر تمام عامل‌های مورد بررسی از جمله درصد، سرعت و متوسط زمان جوانه‌زنی، وزن و طول گیاهچه و شاخص‌های بنیه بذر I و II در سطح ۱٪ معنی‌دار بود و در غلظتهای بالا باعث کاهش این صفات شد. میدان مغناطیسی نیز بر صفات طول ساقه‌چه، ریشه‌چه و گیاهچه و شاخص بنیه بذر I در سطح ۱٪ و بر سرعت و متوسط زمان جوانه‌زنی در سطح ۵٪ تأثیر معنی‌داری داشت. اثر متقابل شوری و میدان مغناطیسی دارای تأثیر معنی‌داری بر طول ساقه‌چه، ریشه‌چه و گیاهچه و شاخص بنیه بذر I در سطح ۱٪ بود. در هر چهار تیمار میدان مغناطیسی، با افزایش شوری، سرعت و درصد جوانه‌زنی کاهش یافت و

بیشترین مقدار هر دو صفت در شوری صفر (شاهد) مشاهده گردید، بالعکس در هر چهار سطح تیمار میدان مغناطیسی با افزایش شوری، متوسط زمان جوانه‌زنی افزایش یافت. بیشترین طول گیاهچه در تیمارهای میدان مغناطیسی در شوری ۳- بار بدست آمد. به نظر می‌رسد که میدان مغناطیسی تأثیر کمی بر مشخصات جوانه‌زنی زیره‌سبز داشته است.

منابع

بانژاد، ح.، ا. مکاری، ، م. اثنی عشری، ع. لیاقت. ۱۳۹۲. بررسی اثر متقابل آب مغناطیسی و شوری بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه ریحان. نشریه آبیاری و زهکشی ایران. ۷: ۱۷۸-۱۸۳

زینلی ا. و ا. سلطانی. ۱۳۹۰. واکنش اجزای جوانه‌زنی بذر به تنش شوری در زیره‌سبز، مجله علوم کشاورزی ایران. سال ۳۳، ص ۱۴۳-۱۳۷.

عابدین‌پور، م. و ا. روحانی. ۱۳۹۸. تأثیر شوری و آب مغناطیسی بر عملکرد و کارآیی مصرف آب گیاه زیره سبز (مطالعه موردی: منطقه کاشمر). تحقیقات آب و خاک ایران. ۵۰: ۸۰۷-۸۱۷

فهیمی، ح، ۱۳۸۲. فناوری تولید و فرآوری زیره‌سبز. موسسه چاپ و انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

گلدانی، م. نظامی، ا.، و جوادی، م. ۱۳۹۵. تأثیر آب مغناطیسی و تنش شوری بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.). نشریهٔ پژوهشهای حبوبات ایران. ۷: ۹۲-۸۱

ملکی فراهانی، س.، ع. رضازاده، و م. عقیقی شاهوردی. ۱۳۹۴. تأثیر میدان الکترومغناطیس و امواج فراصوت بر جوانه زنی بذر زیره سبز. مجله پژوهشهای بذر ایران. ۲: ۱۰۹-۱۱۸

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

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

Carvalhoa M. E.A., P. RC, Castro., R. A, Azevedo. 2020. Hormesis in plants under Cd exposure: From toxic to beneficial element? Journal of Hazardous Materials. 384, https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2019.121434

Celik, O., Atak, C., and Rzakulieva, A. 2008. Stimulation of rapid regeneration by a magnetic field in Paulownia node cultures. Journal of Central European Agriculture, 9: 297-304.

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

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

Faqenabi, F., M, Tajbakhsh., I, Bernoosi., M, Saber -Rezaii., F, Taher., S, Parvizi., M, Izadkhan., A, Hasanzadeh. and H, Sedqi. 2009. The effect of magnetic field on growth, development of safflower and its comparison with others treatment. Journal of Biological Science, 4: 174-178.

Feizi, H., and E, Javedanipour. 2021. Titanium dioxide nanoparticles and magnetic field stimulate seed germination and seedling growth of *Cannabis sativa* L. Romanian Agricultural Research, NO. 38, First Online: October 2020. DII 2067-5720 RAR 2021-24

Feizi, H., N Agheli., H, Sahabi. 2020. Titanium dioxide nanoparticles alleviate cadmium toxicity in lentil (*Lens culinaris* Medic) seeds. Acta Agriculturae Slovenica, 116, 59–68

Gyawali, SH. 2008. Design and construction of Helmholtz coil for Biomagnetic studies on soybean. A thesis for the degree master of science. University of Missouri- Columbia.

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

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

Li, H. and H, Ramaswamy. 2005. Osmotic dehydration. Stewart postharvest review. P 22.

Michel, B. E and M. R. Kaufmann. 1973. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. Plant physiology, 51: 914-916

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

Podlesny J., S, Pietruszewski. and A, Podlesna. 2003. Efficiency of the magnetic treatment of broad bean seeds cultivated under experimental plot conditions. Int. Agrophysics, 18: 65-71.

Racuciu, M., D, Creanga. and I, Horga. (2008) Plant growth under static magnetic field influence. Romania Journal Physics, 53: 353–359.

Rybinski, W., S, Pietruszewski. and K, Kornarzynski. 2003. Influence of magnetic field with chemomutagen and gamma rays on the variability of yielding parameters in barley (*Hordeum vulgare* L.). Int. Agrophysics, 17: 85–91.

Sarraf, M., Kataria, S., Taimourya, H., Oliveira Santos, L., Diane Menegatti, R., Jain, M., Ihtisham, M. and Liu, S. 2020**.** Magnetic Field (MF) Applications in Plants:An Overview. Plants, 9, 1139; doi:10.3390/plants9091139

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

Effect of Seed Treatment with Magnetic Field on Germination Characteristics of *Cuminum ciminum* Under Salinity Condition

Hassan Feizi[2], Amir Salari[1*]

Abstract

In order to investigate the effect of magnetic intensity and salinity on germination characteristics of *Cuminum ciminum*, an experiment was conducted in medicinal plants laboratory of University of Torbat Heydariyeh. Four levels of magnetic field intensity (0, 40, 80, and 120 milli Tesla) as the first factor and four levels of salinity stress (0, -3, -6, and -9 bar) as the second factor was applied. The results showed that salinity was significant on all studied factors including germination percentage, germination rate and mean germination time, seedling weight and length and seed vigor indices I and II at 1% level. Increasing the salinity level reduced the seed germination percentage from 97% in the control treatment to 25% in the -6-bar salinity treatment. Magnetic field also had a significant effect on shoot, root, and seedling length and seed vigor index I factors at the level 1%. In addition, it had significant effect on the germination rate and mean germination time at the level of 5%. Application of magnetic field with an intensity of 120 mT increased the weight of shoot, root and seedling by 44.2%, 59.2%, and 52.5% compared to the control, respectively. The interaction of salinity and magnetic field showed a significant effect on shoot, root, and seedling length and seed vigor index I at the level 1%. The general conclusion of this study showed that with increasing salinity, germination percentage decreased and with increasing magnetic field, seedling weight increased. Increasing the length of shoot, root, and seedling also was one of the positive effects of increasing the intensity of the magnetic field.

Keywords: Seed germination, Medicinal plant, Stress, Magnetic field.

[1] - Associate Professor, Department of Plant Production, University of Torbat Heydarieh, Iran.
*Corresponding author: h.feizi@torbath.ac.ir
[2] - Assistant Professor, Minab Higher Education Center, University of Hormozgan, Iran.
Emailsalari.1361@yahoo.com

Research Paper

Effect of Seed Treatment with Magnetic Field on Germination Characteristics of Cuminum ciminum Under Salinity Condition

Hassan Feizi[1] Amir Salari[2]

[1] Associate Professor, Department of Plant Production, University of Torbat Heydarieh, Iran
[2] Assistant Professor, Minab Higher Education Center, University of Hormozgan, Iran

10.22125/IWE.2021.254717.1434

Received: **August.29.2020**
Accepted: **March.15.2021**
Available online: **March.13.2022**

Keywords:
Seed germination, Medicinal plant, Stress, Magnetic field

Abstract

In order to investigate the effect of magnetic intensity and salinity on germination characteristics of *Cuminum ciminum*, an experiment was conducted in medicinal plants laboratory of University of Torbat Heydariyeh. Four levels of magnetic field intensity (0, 40, 80, and 120 milli Tesla) as the first factor and four levels of salinity stress (0, -3, -6, and -9 bar) as the second factor was applied. The results showed that salinity was significant on all studied factors including germination percentage, germination rate and mean germination time, seedling weight and length and seed vigor indices I and II at 1% level. Increasing the salinity level reduced the seed germination percentage from 97% in the control treatment to 25% in the -6 bar salinity treatment. Magnetic field also had a significant effect on shoot, root, and seedling length and seed vigor index I factors at the level 1%. In addition it had significant effect on the germination rate and mean germination time at the level of 5%. Application of magnetic field with an intensity of 120 mT increased the weight of shoot, root and seedling by 44.2%, 59.2%, and 52.5% compared to the control, respectively. The interaction of salinity and magnetic field showed a significant effect on shoot, root, and seedling length and seed vigor index I at the level 1%. The general conclusion of this study showed that with increasing salinity, germination percentage decreased and with increasing magnetic field, seedling weight increased. Increasing the length of shoot, root, and seedling also was one of the positive effects of increasing the intensity of the magnetic field.

1. Introduction

Salinity is one of the environmental stresses that causes many changes in the growth, physiology and function of plants. Plant growth in salinity conditions is reduced due to low osmotic potential and impaired absorption of some nutrients (Abedinipoor et al. 2019). Different agronomic strategies have been tested by researchers to reduce and eliminate the negative effects of salinity on seed germination and plant yield. One of these methods is the use of magnetic field as an alternative to chemical methods (Sarraf et al. 2020).

Considering the importance of salinity stress and the positive effects of using magnetic field on plant growth, the present study was conducted to investigate the effects of magnetic field on cumin seeds and seedling initial growth under salinity stress.

2. Materials and Methods

An experiment was performed as factorial layout in the laboratory of medicinal plants of the Faculty of Agriculture, University of Torbat Heydarieh, Iran. The studied conditions included cultivation of cumin seeds in Petridis and germinator medium. Magnetic field treatments included intensities of zero

(control), 40, 80 and 120 mT for 30 minutes and salinity treatments included zero (control in the form of distilled water), -3, -6 and -9 bar from NaCl salt. Cumin seeds were prepared from the native population of Torbat Heydarieh region. The germinator was set at a temperature of 25 ° C and a humidity of 65%. The daily number of germinated seeds was counted daily for 14 days at a specified time. Seeds with a root length of 2 mm were counted as germinated seeds (ISTA, 2009). Statistical analysis of data was performed by Jump SAS software and the mean was compared by Tukey test at the level of 5% probability.

3. Results

The results showed that salinity on all measured factors including percentage, speed and average germination time, shoot and shoot weight and length, root, seedling and seed vigor indices I and II and magnetic field factor on length stem, root and seedling and seed vigor index I were significant at 1% level. Increasing the salinity level reduced the seed germination percentage from 97% in the control treatment to 25% in the -6 bar salinity treatment. Magnetic field also had a significant effect on shoot, root, and seedling length and seed vigor index I factors at the level 1%. In addition it had significant effect on the germination rate and mean germination time at the level of 5%. Application of magnetic field with an intensity of 120 mT increased the weight of shoot, root and seedling by 44.2%, 59.2%, and 52.5% compared to the control, respectively.

4. Discussion and Conclusion

The results showed that salinity was significant on all factors including percentage, speed and average germination time, seedling weight and length and seed vigor indices I and II at the level of 1% and reduced these traits at high concentrations. Magnetic field also had a significant effect on shoot, root and seedling length and seed vigor index I at the level of 1% and on the speed and average germination time at the level of 5%. The interaction of salinity and magnetic field had a significant effect on stem, root and seedling length and seed vigor index I at the level of 1%. In all four magnetic field treatments, with increasing salinity, germination rate and percentage decreased and the highest value of both traits was observed in zero (control) salinity. Conversely, at all four levels of magnetic field treatment, the average germination time increased with increasing salinity. The highest seedling length was obtained in magnetic field treatments at -3 bar salinity. It seems that the magnetic field has little effect on the germination characteristics of cumin.

5. Six important references

1. Carvalhoa M. E.A., P. RC, Castro. R. A, Azevedo. (2020) Hormesis in plants under Cd exposure: From toxic to beneficial element? Journal of Hazardous Materials. 384, https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2019.121434
2. Feizi, H., and E, Javedanipour. (2021) Titanium dioxide nanoparticles and magnetic field stimulate seed germination and seedling growth of Cannabis sativa L. Romanian Agricultural Research, NO. 38, First Online: October 2020. DII 2067-5720 RAR 2021-24
3. Feizi, H., N Agheli., H, Sahabi. (2020) Titanium dioxide nanoparticles alleviate cadmium toxicity in lentil (Lens culinaris Medic) seeds. Acta Agriculturae Slovenica, 116, 59–68
4. Kordas. L. (2002) the Effect of Magnetic Field on Growth, Development and the Yield of Spring Wheat. Polish Journal of Environmental Studies, 11: 527-530.
5. Racuciu, M., D, Creanga. and I, Horga. (2008) Plant growth under static magnetic field influence. Romania Journal Physics, 53: 353–359.
6. Sarraf, M., Kataria, S., Taimourya, H., Oliveira Santos, L., Diane Menegatti, R., Jain, M., Ihtisham, M. and Liu, S. (2020) Magnetic Field (MF) Applications in Plants: An Overview. Plants, 9, 1139; doi: 10.3390/plants9091139

Conflict of Interest

Authors declared no conflict of interest.