

تأثیر آب مغناطیسی و تنش شوری بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.)

مرتضی گلدانی^{۱*}، مریم جوادی^۲ و احمد نظامی^۳

۱- عضو هیئت علمی (دانشیار) دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

۲- دانشجوی دکتری زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

۳- عضو هیئت علمی (استاد) دانشکده کشاورزی و پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد، nezami@um.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۶/۰۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۲/۲۳

چکیده

ساختار مولکولی آب تحت تأثیر میدان مغناطیسی قرار می‌گیرد، به طوری که باعث تغییراتی در روابط آب و رشد گیاه می‌شود. به منظور بررسی اثرات متقابل آب مغناطیس و شوری بر صفات جوانه‌زنی گیاهچه لوبیا رقم درخشان، آزمایشی در آزمایشگاه دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی در سال ۱۳۹۳ اجرا شد. فاکتورهای آزمایشی شامل نوع آب (مغناطیس و غیرمغناطیس) و پنج سطح شوری (غلظت‌های صفر (شاهد)، ۴، ۶/۵، ۸/۵ و ۹/۵ دسی‌زیمنس بر متر) بودند. نتایج نشان داد که با افزایش تیمار شوری صفاتی مانند درصد و متوسط زمان جوانه‌زنی، طول و وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه و همچنین زیست‌توده و شاخص بنیه بذر کاهش یافت. اما کاربرد آب مغناطیس، باعث بهبود کلیه صفات شد. کاربرد آب مغناطیس زیست‌توده و شاخص بنیه بذر را ۵۲ و ۲۴ درصد در شرایط تنش شوری بهبود داد. اگرچه اثر ساده شوری باعث کاهش مقادیر کلروفیل a و b گردید، اما کاربرد آب مغناطیس میزان کلروفیل a را در شرایط شوری بهبود بخشید. به طور کلی نتایج نشان داد که قرار گرفتن آب آبیاری با تیمارهای شوری در معرض میدان مغناطیسی می‌تواند اثرات شوری ناشی از کلوروسدیم را بر شاخص‌های جوانه‌زنی کاهش دهد.

واژه‌های کلیدی: تیمار فیزیکی، کلروفیل a، کلروفیل b، متوسط زمان جوانه‌زنی

مقدمه

باتوجه به جمعیت روبه افزایش جهان به خصوص در کشورهای در حال توسعه، افزایش تقاضا برای غذا، کشاورزان را بر آن داشته تا اقدام به کشت محصولات زراعی در اراضی نامساعد کنند (Kafi et al., 2009). در ایران حدود ۲۵ میلیون هکتار از اراضی را خاک‌های شور و سدیمی تشکیل می‌دهد که نزدیک به ۱۵ درصد از کل اراضی کشور را شامل می‌شود (Mohammadi, 2007). شوری می‌تواند در مناطق خشک و نیمه خشک همانند ایران تولید محصولات زراعی را به شدت محدود کند (Reynolds et al., 2005). تنش ناشی از شوری آب آبیاری و یا خاک با مختل ساختن متابولیسم طبیعی و یا فرآیندهای فیزیولوژیکی، رشد گیاه را محدود و در نهایت باعث کاهش و یا نابودی محصول می‌شوند (Shannon, 1986).

تنش شوری از طریق تأثیر بر هدایت روزنه‌ای و میزان کلروفیل موجب کاهش فتوسنتز می‌شود. شوری همچنین بر اجزای سیستم فتوسنتزی مانند آنزیم‌ها، کلروفیل‌ها و کاروتنوئیدها مؤثر است. تغییر در این عوامل به شدت و طول دوره تنش و همچنین گونه گیاهی بستگی دارد. رشد و تولید گیاه وابسته به آسمیلاسیون موجود و انتقال مجدد منابع آسمیلاتی ناشی از فعالیت‌های فتوسنتزی است (Sultana et al., 1999). در گیاهانی که با بذر تکثیر می‌شوند، مرحله جوانه‌زنی به خاطر تأثیری که بر تراکم گیاهان دارد بسیار مهم و حساس است، زیرا بقای گیاه و استقرار آن به مراحل ابتدایی رشد وابسته است (Jalali et al., 2008). شوری از طریق کاهش پتانسیل آب و سمیت یون‌های خاص از قبیل سدیم و کلر و کاهش یون‌های غذایی مورد نیاز مثل کلسیم و پتاسیم بر جوانه‌زدن بذور و رشد آن‌ها تأثیر می‌گذارد (Leidi et al., 1991; Fares & Ghoulami Soltani et al., 2001). شوری در ابتدا باعث کاهش جذب آب توسط بذرها به دلیل پتانسیل پایین اسمزی محیط شده و در مرحله دوم باعث سمیت و ایجاد تغییر در

* نویسنده مسئول: مشهد، میدان آزادی، پردیس دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده کشاورزی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، همراه: ۰۹۱۵۱۰۷۹۷۹۰، goldani@um.ac.ir

تغییراتی در غلظت یونی و فشار اسمزی در هر دو طرف غشاء ایجاد نموده و بنابراین باعث تغییراتی در روابط آب در بذر می‌گردد. آنزیم‌ها در طی جوانه‌زنی در بذور پیش‌تیمار شده با مغناطیس افزایش می‌یابند (Arbabian *et al.*, 2001). میدان مغناطیسی مناسب باعث کاهش pH دیواره سلولی، از بین رفتن خواب بذر، تأثیر بر متابولیسم سلول‌های مریستمی، افزایش جذب و آسمیلاسیون عناصر غذایی و بهبود فعالیت‌های فتوسنتزی می‌شود (Kavi, 1977). باتوجه به روند روبه‌رشد جمعیت و گسترش منابع آب و خاک شور و همچنین ابهام در مورد تأثیر آب مغناطیسی بر رشد گیاهان زراعی طی مراحل مختلف رشدی، ضرورت دارد تأثیر آب مغناطیسی بر رشد گیاهان در مراحل حساس به تنش‌شوری خصوصاً در مرحله جوانه‌زنی مورد بررسی قرار گیرد. لذا هدف از انجام آزمایش حاضر، مطالعه تأثیر آب مغناطیسی بر مرحله جوانه‌زنی و رشد گیاهچه در گیاه لوبیا، تحت شرایط شور می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثرات متقابل آب مغناطیس و شوری بر صفات قابل اندازه‌گیری در مرحله جوانه‌زنی و گیاهچه‌ای در گیاه لوبیا رقم درخشان، آزمایشی در آزمایشگاه تحقیقات عالی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی در بهار سال ۱۳۹۳ اجرا گردید. فاکتورهای آزمایشی شامل نوع آب (مغناطیس و غیرمغناطیس) و پنج سطح شوری (غلظت‌های صفر (شاهد)، ۴، ۶/۵، ۸/۵ و ۹/۵ دسی‌زیمنس بر متر) بودند. جهت اعمال شوری از نمک طعام استفاده شد که میزان نمک محلول از فرمول [EC= 640×TDS (mg.l⁻¹)] به دست آمد (Kafi *et al.*, 2009)، به نحوی که افزایش غلظت‌های شوری به تدریج اعمال می‌شد (برای اطمینان بیشتر بعد از تهیه محلول‌ها، غلظت‌های شوری توسط هدایت‌سنج الکتریکی نیز اندازه‌گیری می‌شد). برای شروع کار، ابتدا تعداد ۲۵ بذر (ضد عفونی شده با هیپوکلریت سدیم ۵ درصد به مدت ۳ دقیقه) با چهار تکرار درون پتری‌دیش‌هایی با قطر ۹ سانتی‌متر قرار داده شدند و سطوح شوری مورد نظر روی آن‌ها اعمال شد. لازم به ذکر است که برای ایجاد آب مغناطیس، سطوح مورد نظر شوری قبل از استفاده در معرض میدان مغناطیسی ۶۵۰۰ گاوس (دستگاه ایجادکننده میدان مغناطیسی ثابت شامل دو آهن‌ربا با قابلیت تنظیم فاصله از هم) به مدت یک ساعت قرار گرفتند. قرار گرفتن آب آبیاری در معرض میدان مغناطیسی، باعث تغییر برخی خواص فیزیکی و شیمیایی آب، قطبیت، کشش سطحی، رسانایی، pH و حلالیت نمک می‌شود (Smikhina, 1981; Srebrenik *et al.*,

2004). شوری عمدتاً بر جوانه‌زنی بذر تأثیر می‌گذارد (Misra & Dwivedi, 2004) و به نوبه خود باعث کاهش شاخص جوانه‌زنی و استقرار اولیه گیاهچه می‌شود (Almansouri *et al.*, 2001). تنش شوری عموماً باعث تأخیر در جوانه‌زنی، کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی و کاهش رشد گیاهچه می‌شود (Gholinejad, 2012). عقیده بر این است که مقدار زیاد شوری خاک را می‌توان با استفاده از سیستم‌های زهکشی مناسب و شستشوی لایه شور خاک با مقدار کافی آب غیرشور کاهش داد. لیکن در عمل این روش‌های اصلاحی بسیار گران و یا غیرممکن است. از این نظر فناوری‌های ارزان‌تر می‌تواند مفید فایده قرار گیرد. اخیراً گفته شده است که با استفاده از فناوری مغناطیس و عبور آب شور از میدان مغناطیسی می‌توان به بهبود عملکرد در شرایط شور کمک نمود (Ranjbar *et al.*, 2012). در آزمایش انجام‌شده بر روی گیاه ریحان (*Ocimum basilicum*)، نتایج نشان داد که با افزایش سطح شوری از ۳/۷۵ میکروزیمنس به ۵/۷۶ میلی‌زیمنس، تمامی عوامل عملکرد کاهش یافتند؛ اما کاربرد آب مغناطیس تحت این شرایط توانست باعث بهبود عوامل عملکرد گردد، به گونه‌ای که وزن تر و خشک کل گیاه در شوری ۳/۷۵ میکروزیمنس را نسبت به شرایط غیرمغناطیس به ترتیب ۲۳ و ۶ درصد افزایش داد. در سطح ۵/۷۶ میلی‌زیمنس نیز این مقادیر به ترتیب ۲۷ و ۷ درصد افزایش یافت. به نظر می‌رسد که تیمارهای مغناطیسی باعث کاهش اثرات تنش شوری در گیاه ریحان شده است که دلیل آن می‌تواند احتمالاً به خاطر خنثی شدن بار کاتیون‌های عناصر غذایی توسط میدان مغناطیسی و باقی ماندن آن‌ها در محلول خاک و در نتیجه جذب سریع‌تر آن‌ها توسط گیاه باشد (Banejad *et al.*, 2013). Podleony *et al.* (2004)، با گذاشتن بذرهای لوبیا در میدان مغناطیسی متغیر، اثر میدان مغناطیسی را روی رویش بذرها قبل از کاشت بذر مطالعه کردند. بیرون آمدن جوانه‌ها با استفاده از روش مغناطیسی منظم‌تر و یک‌دست‌تر بود و جوانه‌زنی ۲ تا ۳ روز زودتر در مقایسه با تیمار شاهد اتفاق افتاد. آن‌ها همچنین افزایش میزان محصول در واحد سطح را به میدان مغناطیسی نسبت دادند (Bitonti *et al.*, 2006). نشان دادند که قرارگیری گیاهچه‌های ذرت در میدان الکترومغناطیسی به مدت ۳۰ ساعت، سرعت طویل شدن ریشه را ۳۰ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. Garcia & Arza (2001)، افزایش سرعت جذب آب و جوانه‌زنی را در بذور کاهوی در معرض میدان مغناطیس ۱۰-۱ میلی‌تسلا مشاهده نمودند. آن‌ها بیان نمودند که میدان مغناطیسی با جریان‌های یونی در غشاء سلول جنین برهم‌کنش دارد. این اثر متقابل

بعد، نمونه حاصل توسط دستگاه هموزنایزر کاملاً ساییده شد و به صورت توده‌ی یکنواختی درآمد. مخلوط حاصل، از کاغذ صافی رد شده و سپس به مدت ۱۰ دقیقه، سانتریفیوژ با سرعت ۲۵۰۰ دور در دقیقه انجام گرفت. بلافاصله محلول شناور به دستگاه اسپکتروفتومتر (ساخت شرکت Bio Quest انگلستان، مدل CE 2502) منتقل شده و میزان جذب نور در طول موج‌های ۶۵۳ و ۶۶۶ نانومتر قرائت گردید. نهایتاً غلظت کلروفیل‌ها با استفاده از روابط زیر محاسبه گردید (Dere & et al., 1998)

$$\text{Chla } (\mu\text{g/ml}) = 15.65 \text{ A666} - 7.340 \text{ A653}$$

$$\text{Chlb } (\mu\text{g/ml}) = 27.05 \text{ A653} - 11.21 \text{ A666}$$

$$\text{Cx+c} = 1000 \text{ A470} - 2.270 \text{ Cha} - 81.4 \text{ Chb} / 227$$

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد محاسبه شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که سطوح شوری، میدان مغناطیسی و اثرات متقابل آن دو، تأثیر معنی‌داری ($P \leq 0.05$) بر اکثر صفات مورد ارزیابی در مرحله جوانه‌زنی داشت (جدول ۱). تنها اثر ساده آب مغناطیسی بر کلروفیل a و b و اثر متقابل شوری و آب مغناطیسی بر متوسط زمان جوانه‌زنی معنی‌دار نبود.

نتایج نشان داد که سطوح مختلف شوری تأثیر معنی‌داری ($P \leq 0.05$) بر درصد و متوسط زمان جوانه‌زنی داشت (جدول ۲)؛ به گونه‌ای که با افزایش میزان شوری از سطح شاهد تا ۹/۵ دسی‌زیمنس بر متر، درصد جوانه‌زنی ۱۴/۵ درصد کاهش و متوسط زمان جوانه‌زنی ۴۹ درصد افزایش یافت. تأثیر آب مغناطیسی نیز بر درصد و متوسط زمان جوانه‌زنی، معنی‌دار ($P \leq 0.05$) شد (جدول ۳)؛ به گونه‌ای که کاربرد آب مغناطیسی باعث افزایش درصد جوانه‌زنی به میزان ۶ درصد و کاهش متوسط جوانه‌زنی به میزان ۸ درصد شد. اگرچه اثرات متقابل شوری و آب مغناطیسی بر درصد جوانه‌زنی معنی‌دار شد، اما این اثر متقابل بر متوسط زمان جوانه‌زنی تأثیری نداشت (جدول ۴). آزمایشات صورت گرفته روی گیاهانی مانند گوجه‌فرنگی (*Solanum lycopersicum*)، فلفل (*Capsicum frutescens* L.)، خیار (*Cucumis sativus*) و گندم (*Triticum aestivum*) نیز نشان داد که قرار گرفتن بذور این گیاهان در معرض آب مغناطیسی، باعث افزایش میزان جوانه‌زنی این گیاهان نسبت به شرایط بدون تیمار مغناطیسی می‌گردد (Hilal & Hilal, 2000).

1993; Amiri & Dadkhah, 2006; Otsuka & Ozeki, 2006). قرار گرفتن آب شور در معرض میدان مغناطیسی نیز باعث تغییر در پیوندهای هیدروژنی و تحرک یون‌های سدیم و کلر می‌گردد (Chang & Weng, 2008) که این تغییرات در خواص آب می‌تواند رشد گیاهان را تحت تأثیر قرار دهد (Harsharn et al., 2011).

در ادامه آزمایش، ابتدا کف پتری‌دیش‌ها با یک لایه کاغذ صافی واتمن پوشانده شد. برای تأمین آب مورد نیاز بذور برای جوانه‌زنی، کاغذ صافی‌ها با ۴ سی‌سی از محلول مورد نظر کاملاً خیس شدند. لازم به ذکر است که در طی انجام آزمایش و هم‌زمان با خشک شدن پتری‌دیش‌ها، نمونه‌ها مجدداً با محلول مورد نظر خیس شدند. پتری‌دیش‌ها به درون ژریناتور در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد (با دقت ± 1 درجه سانتی‌گراد) انتقال داده شده و شمارش بذور جوانه‌زده طی ۸ روز (Harsharn et al., 2011) و هر ۲۴ ساعت یکبار صورت گرفت. مبنای جوانه‌زنی بذور، خروج ریشه‌چه از پوسته‌ی بذر به میزان ۲ میلی‌متر در نظر گرفته شد. با شمارش بذور جوانه‌زده در هر روز متوسط زمان جوانه‌زنی^۱ بر اساس معادله (۱) محاسبه گردید (Matthews & Khajeh Hosseini, 2006).

$$\text{معادله (۱): } MGT = \frac{\sum(nt)}{\sum(n)}$$

n = تعداد بذورهای جوانه زده جدید در هر روز
t = شماره روزی که اولین شمارش بذور جوانه‌زده انجام شده
درصد جوانه‌زنی^۲ نیز از رابطه زیر محاسبه گردید (Agrawal, 1991).

$$\text{معادله (۲): } 100 \times GP = (\dot{N} / N)$$

\dot{N} = تعداد بذورهای جوانه‌زده = تعداد کل بذر
در ادامه صفاتی مانند طول و وزن تر و خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه، اندازه‌گیری و صفاتی مانند زیست‌توده و شاخص بنیه‌بذر (Seed Vigour) به ترتیب از معادله‌های (۳)، (Abdul-baki & Safarnejad et al., 2007) و (۴)، (Anderson, 1970) محاسبه شد.

$$\text{معادله (۳): } \text{وزن خشک ساقه‌چه} + \text{وزن خشک ریشه‌چه} = \text{زیست‌توده کل}$$

(طول ریشه‌چه + طول ساقه‌چه) × درصد جوانه‌زنی = شاخص بنیه بذر
در پایان این دوره و با تشکیل گیاهچه کامل، محتوی کلروفیل a و b محاسبه گردید. برای این کار، ابتدا ۰/۲ گرم برگ تازه از گیاهچه (در مرحله ۲ برگی) را کاملاً خرد کرده و میزان ۱۰ میلی‌لیتر متانول ۹۶ درصد به آن اضافه شد. در مرحله

¹ Mean germination time

² Germination percentage

Morejon et al, (2007) نیز مشاهده نمودند که کاربرد آب مغناطیس باعث افزایش درصد جوانه‌زنی در گیاه *Pinus tropicalis* گردید و قرار گرفتن آب در معرض میدان مغناطیسی باعث افزایش درصد جوانه‌زنی از ۴۳ به ۸۱ درصد گردید. به نظر می‌رسد تغییرات ناشی از تیمار مغناطیسی در سطوح داخل سلول، تراکم یون کلسیم و یون‌های دیگر نظیر پتاسیم در سرتاسر غشاء سلولی باعث تغییر در فشار اسمزی و قدرت بافت‌های سلول برای جذب آب شده Garcia & Arza (2001) و قرارگیری بذور در معرض آب مغناطیسی، باعث فعالیت آنزیم‌ها و هورمون‌های درگیر در مرحله جوانه‌زنی و تحرک مواد غذایی شود که در نتیجه آن سرعت جوانه‌زنی و سبز شدن در بذور افزایش می‌یابد (Mahmood & Usman, 2014).

تیمار بذور با آب شور نشان داد که با افزایش سطح شوری طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در گیاه لوبیا، به‌طور معنی‌داری ($P \leq 0.05$) تحت تأثیر قرار گرفت (جدول ۲)؛ به‌طوری‌که بیشترین طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در تیمار شاهد و کمترین مقدار آن در شوری ۸/۵ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد. در شوری ۹/۵ دسی‌زیمنس بر متر، گیاهچه نرمالی شکل نگرفت. نتایج نشان داد که نوع آب مورد استفاده نیز می‌تواند به‌طور معنی‌داری ($P \leq 0.05$)، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه را تحت تأثیر قرار دهد (جدول ۳). با کاربرد آب مغناطیس، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه به ترتیب به میزان ۲۷ و ۲۴ درصد بهبود یافت. Feizi et al, (2012) نشان دادند که کاربرد آب مغناطیس می‌تواند باعث افزایش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در گیاه گوجه‌فرنگی شود؛ به‌گونه‌ای که قرار گرفتن آب در معرض میدان مغناطیسی دایم با شدت ۳ میلی‌تسلا، نسبت به تیمار شاهد باعث افزایش طول گیاهچه به میزان ۳۳ درصد گردید. در بررسی اثرات متقابل نیز بیشترین طول ریشه‌چه در تیمار ۴ دسی‌زیمنس بر متر شوری، در حضور آب مغناطیس و تیمار شاهد بدون مغناطیس مشاهده شد که طول ریشه‌چه در این سطوح به‌طور معنی‌داری از سطح شاهد شوری با آب مغناطیس، بیشتر بود. اما در سایر تیمارهای شوری، کاربرد آب مغناطیس باعث بیشتر شدن مقادیر طول ریشه‌چه نسبت به همان تیمارها و در شرایط عدم استفاده از آب مغناطیس بود. اگرچه طول ساقه‌چه نیز به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر اثرات متقابل آب مغناطیس و شوری قرار گرفت، اما در شوری ۸/۵ دسی‌زیمنس بر متر، هیچ تفاوتی بین آب مغناطیس و غیرمغناطیس ایجاد نشد (جدول ۴). آزمایش صورت گرفته بر روی غلاتی مانند گندم و جو (*Hordeum vulgare*) نشان داد که قرار گرفتن آب شور تحت تأثیر میدان مغناطیسی، تا حدودی می‌تواند منجر به کاهش اثرات شوری گردد؛ به‌گونه‌ای که کاربرد

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر سطوح مختلف شوری و آب مغناطیس بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه لوبیا

منابع تغییرات	df	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی	طول ساقه	طول ریشه	وزن تر ریشه	وزن تر ساقه	وزن خشک ریشه	وزن خشک ساقه	Shoot dry weight	Biomass	زیست‌توده	شاخص بنیه	کلروفیل a	کلروفیل b
Source of variation			Germination Percentage	Shoot length	Root length	Root fresh weight	Shoot fresh weight	Root dry weight	Shoot dry weight				Vigor index	Chlorophyll a	Chlorophyll b
تنش شوری	4		313*	105*	40647*	859634*	488*	15607*	21494*	396.7*	40.5*	18.6*			
Salinity stress															
آب مغناطیس	1		313*	18.7*	29578*	200900*	81*	17184*	19866*	82*	4.35 ^m	1.31 ^m			
Magnetized water															
شوری × آب مغناطیس	4		313*	1.36*	9752*	57085*	57*	4818*	5223*	13.5*	2.32*	1.13*			
Salinity × Magnetized water															
خطا	16		0.533	0.213	112	837	2.34	27.5	28.3	0.680	0.078	0.519			
Error															
کل	29														
Total															

* , ** and ^m are significant at the 0/05, 0/01 level of probability and no significant, respectively

* و ** : به ترتیب معنی‌داری در سطح پنج، یک درصد و غیر معنی‌داری

آب شور مغناطیس در مقایسه با آب شور، در گیاهانی مانند گندم و جو باعث بهبود میانگین طول ساقچه‌چه و ریشه‌چه به ترتیب به میزان ۲۰ و ۳۷/۵ درصد گردید (Omran et al., 2014). در توجیه این امر (Harsharn et al., 2011) با قراردادن بذور نخود معمولی (*Cicer arietinum* L.) و نخود برفی (*Pisum sativum* L var. macrocarpon) در معرض آب مغناطیس بیان نمودند که این احتمال وجود دارد تیمار مغناطیس باعث بهبود تحرک و انتقال مواد غذایی در محور جنینی و در نتیجه باعث افزایش سرعت ظهور و میزان مواد غذایی در دسترس گیاهچه شود.

شوری، آب مغناطیس و اثرات متقابل آن دو، تأثیر معنی داری ($P \leq 0.05$) بر وزن تر و خشک ریشه‌چه و ساقچه‌چه داشتند. بیشترین وزن تر ریشه‌چه در تیمارهای ۴ و ۵/۵ دسی‌زیمنس بر متر شوری در حضور آب مغناطیسی مشاهده شد. اما وزن تر ریشه‌چه در سطح شاهد مغناطیس حتی به طور معنی داری از شاهد غیرمغناطیس بیشتر بود. اما در سایر سطوح شوری و در هر دو حالت نوع آب، وزن تر ریشه‌چه در آب مغناطیس بیشتر از آب غیرمغناطیس بود. بیشترین وزن خشک ریشه‌چه نیز در تیمار شاهد بدون کاربرد آب مغناطیس مشاهده شد؛ اما در سایر سطوح شوری، کاربرد آب مغناطیس سبب افزایش این صفت گردید. در بررسی وزن تر و خشک ساقچه‌چه، تفاوت معنی داری بین سطوح شاهد در هر دو حالت دیده نشد. اما در سایر سطوح شوری کاربرد آب مغناطیس، توانست وزن تر و خشک ساقچه‌چه را افزایش دهد (جدول ۴). کاربرد آب مغناطیسی در جوانه‌زنی بذور ذرت (*Zea mays*) باعث افزایش شاخصه‌های جوانه‌زنی، از جمله وزن تر و طول گیاهچه گردید (Aladjadjiyan, 2002) به نظر می‌رسد تیمار مغناطیسی نه تنها باعث نفوذ سریع‌تر آب به بذر می‌شود، بلکه بر سرعت واکنش‌های آنزیمی نیز از این طریق اثر می‌گذارد. افزایش جذب آب در اولین مرحله نیز باعث شتاب در آماس بذرها شده که پیامد آن افزایش وزن تر آن‌هاست. به علاوه افزایش وزن دانه‌رست‌ها ممکن است با افزایش متابولیسم سریع‌تر با محتوای آبی بیشتر در گیاهان ارتباط داشته باشد (Fischer et al., 2004).

اثرات ساده و متقابل شوری و آب مغناطیس، زیست‌توده تولیدی و شاخص بنيه بذر در لوبیا را به طور معنی داری ($P \leq 0.05$) تحت تأثیر قرار داد. بیشترین زیست‌توده تولیدی در تیمارهای ۴ و ۵/۵ دسی‌زیمنس بر متر شوری مغناطیس، مشاهده شد. اگرچه در سطوح شاهد، در هر دو حالت آب مغناطیس و غیر مغناطیس، تفاوتی دیده نشد، اما زیست‌توده تولیدی در سایر سطوح شوری و در شرایط میدان مغناطیسی

جدول ۲- اثر سطوح مختلف شوری بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه لوبیا

Table 2. Effect of different levels of Salinity Stress on germination and seedling growth indices of Bean

تیمار شوری Salinity stress	جوانه‌زنی (درصد) Germination (%)	میانگین زمان جوانه‌زنی (روز) MGT (day)	طول ریشه (سانتی‌متر) Root length (cm)	طول ساقه (سانتی‌متر) Shoot length (cm)	وزن تر ریشه (میلی‌گرم بر بوته) Root fresh weight (mg/plant)	وزن خشک ریشه (میلی‌گرم بر بوته) Root dry weight (mg/plant)	وزن خشک ساقه (میلی‌گرم بر بوته) Shoot dry weight (mg/plant)	زیست‌توده (میلی‌گرم بر بوته) Biomass (mg/plant)	شاخص بنيه Vigor index	کلروفیل a Chlorophyll a (µg/ml)	کلروفیل b Chlorophyll b (µg/ml)
0	100 ^a	3 ^a	10.2 ^a	11.5 ^a	893 ^a	26.2 ^a	118 ^a	144.5 ^a	21.8 ^a	7.03 ^a	4.82 ^a
4	100 ^a	3.40 ^a	8.85 ^b	8 ^b	762 ^b	22 ^b	90 ^b	112 ^b	16.6 ^b	5.22 ^b	3.44 ^b
6.5	100 ^a	3.30 ^a	7.48 ^c	5.83 ^c	536 ^c	18.3 ^c	94.1 ^b	112 ^b	13.3 ^c	1.79 ^c	1.20 ^c
8.5	100 ^a	4.45 ^b	2.70 ^d	2.65 ^d	112 ^d	8.5 ^d	13 ^c	21.5 ^c	5.36 ^d	0 ^d	0 ^d
9.5	85.5 ^b	5.90 ^b	0.84 ^e	1.04 ^e	50 ^e	4.83 ^e	7 ^e	11.8 ^c	2 ^e	0 ^d	0 ^d

Means followed by similar letters in each column are not significantly different at the 5% level of probability

در هر ستون میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال 5 درصد تفاوت معنی داری ندارند.

جدول ۳- اثر آب مغناطیسی بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه لوبیا
Table 3. Effect of magnetic water on germination and seedling growth indices of Bean

نوع آب Kind of water	جوانه زنی (درصد) Germination (%)	متوسط زمان جوانه زنی (روز) MGT (days)	طول ریشه (سانتی متر) Root length (cm)	طول ساقه (سانتی متر) Shoot length (cm)	وزن تر ریشه (میلی گرم بر بوته) Root fresh weight (mg/plant)	وزن خشک ریشه (میلی گرم بر بوته) Root dry weight (mg/plant)	وزن خشک ساقه (میلی گرم بر بوته) Shoot dry weight (mg/plant)	زیست توده (میلی گرم) Biomass (mg/plant)	شاخص بنیه Vigor index	کلروفیل a Chlorophyll a (µg/ml)	کلروفیل b Chlorophyll b (µg/ml)
مغناطیسی Magnetized	100 ^a	3.83 ^b	7 ^a	6.6 ^a	176 ^a	88.5 ^a	106 ^a	13.5 ^a	3.27 ^{ab}	2.15 ^{ab}	
غیر مغناطیسی non magnetic	94 ^b	4.16 ^a	5.11 ^b	5.01 ^b	143 ^b	40.6 ^b	54.8 ^b	10.1 ^b	2.34 ^{ab}	1.63 ^{bc}	

Means followed by similar letters in each column are not significantly different at the 5% level of probability

نسبت به شرایط غیرمغناطیس بیشتر بود. در سطوح شوری شاهد و ۴ دسی‌زیمنس و حضور میدان مغناطیسی و سطح شاهد بدون میدان مغناطیس، تفاوت معنی‌داری در شاخص بنیه بذر مشاهده نشد؛ اما در سایر سطوح شوری، این شاخص با کاربرد آب مغناطیس، افزایش یافت (جدول ۴). (Bagheri *et al*, 2014) با انجام آزمایشی روی گیاه علف‌گندمی بلند (*Agropyron elongatum*) مشاهده نمودند که اگرچه افزایش شوری از صفر به ۲۰۰ میلی‌مولار، زیست‌توده و شاخص بنیه بذر را در این گیاه کاهش داد، اما استفاده از آب شور مغناطیس شده باعث بهبود این شاخص‌ها به ترتیب به میزان ۱۰ و ۸ درصد گردید. به عقیده محققان تیمار مغناطیسی باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های هیدرولیزکننده نظیر آلفا-امیلاز، دهیدروژناز و پروتئاز شده که این امر به جوانه‌زنی سریع‌تر و بهبود بنیه بذر و خصوصیات بهتر ریشه‌چه در بذرها تیمار شده منجر می‌شود (Vashisth & Nagarajan, 2010). اگرچه اثر تنش شوری و برهم‌کنش میان شوری و آب مغناطیس بر کلروفیل a و b معنی‌دار ($P \leq 0/05$) بود، اما اثر ساده آب مغناطیسی بر کلروفیل a و b معنی‌دار نشد. در آزمایش صورت گرفته روی گیاه گندم نیز نتایج نشان داد که اعمال آب مغناطیسی نسبت به غیرمغناطیس، میزان کلروفیل a را افزایش داد، اما تأثیری بر میزان کلروفیل b نداشت (Hozayn & Abdul Qados, 2010). افزایش شوری تا سطح ۶/۵ دسی‌زیمنس بر متر، باعث کاهش کلروفیل a و b به ترتیب به میزان ۷۴/۵ و ۷۵ درصد شد (جدول ۲). کاربرد آب مغناطیسی باعث شد تا میزان کلروفیل a در سطح شوری صفر نسبت به شرایط غیرمغناطیس ۱۲ درصد افزایش یابد؛ اما تفاوتی بین سطوح مشابه شوری در شرایط مغناطیس و غیرمغناطیس در کلروفیل b مشاهده نشد (جدول ۴). اعمال اثرات مغناطیسی خارجی به اتم‌های سلول‌های گیاهی و رنگریزه‌های کلروپلاستی باعث ایجاد خواص مغناطیسی در آن‌ها می‌شود. این خواص سبب توانایی آن‌ها در جذب انرژی مغناطیسی و تغییر آن به انواع دیگر انرژی شده و این انرژی به ساختارهای دیگر سلول‌های گیاهی منتقل شده و نهایتاً باعث فعال شدن آن‌ها می‌شود (Aladjajjyan, 2010).

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که با افزایش تیمار شوری صفاتی مانند درصد و متوسط زمان جوانه‌زنی، طول و وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه و همچنین زیست‌توده و شاخص بنیه بذر کاهش یافت. اما کاربرد آب مغناطیس، باعث بهبود کلیه صفات شد.

جدول ۴- تأثیر شوری و آب مغناطیس بر صفات جوانه‌زنی بذریا
Table 4. Effect of salinity and magnetic water on germination traits of Bean seed

نوع آب Kind of water	شوری Salinity stress	جوانه‌زنی (درصد) Germination (%)	میانگین زمان جوانه‌زنی (روز) MGT (day)	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر) Root length (cm)	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر) Shoot length (cm)	وزن تر ریشه (میلی‌گرم بر بوته) Root fresh weight (mg/plant)	وزن تر ساقه (میلی‌گرم بر بوته) Shoot fresh weight (mg/plant)	وزن خشک (میلی‌گرم ریشه/میلی‌گرم ساقه) Root dry weight (mg/plant)	وزن خشک (میلی‌گرم بوته) Shoot dry weight (mg/plant)	زیست‌توده (میلی‌گرم بر بوته) Biomass	شاخص پنبه Vigor index	کلروفیل a Chlorophyll a (µg/ml)	کلروفیل b Chlorophyll b (µg/ml)
مغناطیس Magnetized	0	100 ^a	2.95 ^e	9.53 ^b	11.8 ^a	165 ^d	899 ^a	22.7 ^b	120 ^c	142 ^b	21.3 ^{ab}	7.46 ^a	4.80 ^a
	4	100 ^a	3.13 ^{de}	11.4 ^a	8 ^b	312 ^a	831 ^b	25.2 ^b	139 ^b	165 ^a	20 ^b	5.34 ^c	3.54 ^b
	6.5	100 ^a	3.3 ^{de}	8.73 ^b	7.14 ^c	235 ^b	788 ^b	20.1 ^c	154 ^a	174 ^a	15.9 ^c	3.59 ^d	2.41 ^c
	8.5	100 ^a	4.36 ^c	3.25 ^d	3 ^e	102 ^f	144 ^c	10.1 ^e	15 ^e	25 ^e	6.20 ^f	0 ^e	0 ^d
	9.5	100 ^a	5.42 ^b	1.69 ^e	2.09 ^e	67.3 ^g	100 ^{ef}	9.6 ^e	14 ^e	23.6 ^e	3.76 ^g	0 ^e	0 ^d
غیر مغناطیس non magnetic	0	100 ^a	3.02 ^e	11 ^a	11.2 ^a	207 ^c	885 ^a	29.6 ^a	117 ^c	146 ^b	22.2 ^a	6.61 ^b	4.85 ^a
	4	100 ^a	3.66 ^d	6.26 ^c	6.90 ^c	132 ^e	693 ^c	18.6 ^{cd}	41 ^d	59.6 ^c	13.2 ^d	5.11 ^c	3.34 ^b
	6.5	100 ^a	3.26 ^{de}	6.23 ^c	4.52 ^d	165 ^d	285 ^d	16.5 ^d	34 ^d	50.3 ^d	10.7 ^e	0 ^e	0 ^d
	8.5	100 ^a	4.51 ^c	2.15 ^e	2.37 ^e	63 ^g	80 ^f	6.8 ^f	11 ^e	17.6 ^e	4.53 ^g	0 ^e	0 ^d
	9.5	71 ^b	6.35 ^a	0 ^f	0 ^f	0 ^h	0 ^g	0 ^g	0 ^f	0 ^f	0 ^h	0 ^e	0 ^d

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.
Means followed by similar letters in each column are not significantly different at the 5% level of probability

مغناطیس میزان کلروفیل a را در شرایط شوری بهبود بخشید. به‌طور کلی نتایج نشان داد که قرار گرفتن آب آبیاری با تیمارهای شوری در معرض میدان مغناطیسی می‌تواند اثرات شوری ناشی از کلرور سدیم را بر شاخص‌های جوانه‌زنی کاهش دهد و نقش مهمی در بهبود جوانه‌زنی و تسریع رشد گیاهچه لوبیا ایفا نماید.

به‌طوری که استفاده از آب مغناطیس باعث کاهش متوسط زمان جوانه‌زنی به میزان ۸ درصد گردید. کاربرد آب مغناطیس همچنین زیست‌توده و شاخص بنیه بذر را ۵۲ و ۲۴ درصد در شرایط تنش شوری بهبود بخشید. در بررسی سایر صفات نیز نتایج نشان داد که اگرچه اثر ساده شوری باعث کاهش مقادیر کلروفیل a و b گردید، اما کاربرد آب

منابع

1. Abdul-baki, A.A. and Anderson, J.D., 1970. Viability and leaching of sugars from germinating barely. *Crop Science* 10: 31-34.
2. Agrawal, R.L., 1991. *Seed Technology*. Oxford and IBH Publishing. P: 305-374.
3. Aladjadjiyan A. 2002. Study of the influence of magnetic field on some biological characteristics of *Zea mays*. *Journal of Central European Agriculture* 3(2): 89-94.
4. Aladjadjiyan, A. 2010. Influence of stationary magnetic field on lentil seeds. *Agrophysics* 24: 321-324.
5. Almansouri, M., Kinet, J.M., Lutts, S. 2001. Effect of salt and osmotic stresses germination in durum wheat. *Plant Soil* 231: 243-254.
6. Amiri, M.C., and Dadkhah, A.A. 2006. On reduction in the surface tension of water due to magnetic treatment. *Colloids and Surfaces A Physicochemical and Engineering* 278: 252-255.
7. Arbabian, S., Majd, A., Falahian, F., and Samimi, H. 2001. The effect of magnetic field on germination and early growth in three varieties *Arachis hypogaea*. *Journal of Biological Science* 2: 3227-3535. (In Persian with English Summary).
8. Bagheri, A., Jafari, M., Movahedi Dehnavi, M., Javadi, S.A., and Jafari, A. 2014. Effect of magnetized seeds and magnetized saline water on seed germination and seedling growth of tall wheatgrass (*Agropyron elongatum*). *International Journal of Biosciences* 4(1): 264-271.
9. Banajad, H., Mokari Ghahroodi, M., Esnaashari, A., and Liaghat, M. 2013. Assessment of the interaction of magnetic water and salinity on yield and components of basil plant. *Iranian Journal of Irrigation and Drainage* 2(7): 178-183. (In Persian with English Summary).
10. Bitonti, M.B., Mazzuca S., Ting T., and Innocenti A.M. 2006. Magnetic field affects meristem activity and cell differentiation in *Zea mays* roots. *Plant Biosystems* 140(1): 87-93.
11. Chang K.T., and Weng C.I. 2008. An investigation into structure of aqueous NaCl electrolyte solutions under magnetic fields. *Computational Materials Science Journal* 43: 1048-1055.
12. Dere, S., Gunes, T., and Sivaci, R. 1998. Spectrophotometric determination of chlorophyll a, b and total carotenoid content of some algae species using different solvents. *Journal of Botany* 22: 13-17.
13. Feizi, H., Rezvani Moghaddam, P., Sahabi, H., and Amirmoradi, S. 2012. Effect of magnetic field and hydropriming on germination and growth seedling on *Lycopersicum esculentum*. *Journal of Horticultural Science*. 26(3): 343-349. (In Persian with English Summary).
14. Fischer, G., Tausz, M., Kock, M., and Grill, D. 2004. Effects of weak 16 Hz magnetic fields on growth parameters of young sunflower and wheat seedlings. *Bioelectromagnetics* 25: 638-641.
15. Garcia R.F., and Arza P.L. 2001. Influence of a stationary magnetic field on water relations in lettuce seeds. Part I: theoretical considerations. *Bioelectromagnetics* 22: 589-595.
16. Gholinejad, A. 2012. Effect of salinity stress on germination indices of wheat genotype. *Seed Technology and Science* 1(1): 14-21. (In Persian with English Summary).
17. Ghouliami, C., and Fares, K. 2001. Effect of salinity on seed germination and early seedling growth of sugarbeet (*Beta vulgaris* L.). *Seed Science and Technology* 29: 357-364. (In Persian with English Summary).

18. Harsharn, S., Grewal, L., Basant, L., and Maheshwari, N. 2011. Magnetic treatment of irrigation water and Snow Pea and Chickpea seeds enhances early growth and nutrient contents of seedlings. *Journal of Bioelectromagnetics* 32: 58-65.
19. Hilal, M.H., and Hilal, M.M. 2000. Application of magnetic technologies in desert agriculture: I. Seed germination and seedling emergence of some crops in a saline calcareous soil. *Soil Science Journal* 40: 413-422.
20. Hozayn, M., and Abdul Qados, A.M.S. 2010. Magnetic water application for improving wheat (*Triticum aestivum* L.) crop production. *Agriculture and Biology Journal of North America* 1(4): 677-682.
21. Jalali, V.R., Homayi, M., Saber, M., and Eskandari, M. 2008. Comparison of canola germination in solution of CaCl_2 , NaCl^+ and natural saltwater. *Journal Soil and Water* 21(2): 209-218. (In Persian with English Summary).
22. Kafi, M., Borzoie, A., Salehi, M., Kamandi, A., Masomi, A., and Nabati, G. 2009. *Physiology of Environmental Stress on Plant*. P: 82-86. Jahad Mashhad University Press. 502pp.
23. Kavi, P.S. 1977. The effect of magnetic treatment of soybean seed on its moisture absorbing capacity. *Science Culture* 43: 405-406.
24. Leidi, E.O., Nogales, R., and Lips, S.H. 1991. Effect of salinity on cotton plants grown under nitrate and ammonium nutrition at different calcium levels. *Field Crop Research* 26: 35-44.
25. Mahmood, S., and Usman, M. 2014. Consequences of magnetized water application on maize seed emergence in sand culture. *Journal of Agricultural Science and Technology* 16: 47-55.
26. Matthews, S., and Khajeh-Hosseini, M. 2006. Mean germination time as an indicator of emergence performance in soil of seed lots of maize (*Zea mays*). *Seed Science and Technology* 34: 339-347.
27. Massai, R., Remorin, D., and Tattini, M. 2004. Gas exchange, water relation and osmotic adjustment in tow scion/rootstock combinations of prunes under various salinity concentrations. *Plant and Soil* 259: 153-162.
28. Misra, N., and Dwivedi, U.N. 2004. Genotypic difference in salinity tolerance of green cultivars. *Plant Science* 166: 1135-1142.
29. Mohammadi, M. 2007. *Agriculture Pedology*. Pub. Noor Bakhsh. p244.
30. Morejon L.P., Castro Palacio, J.C., Velazquez Abad, L.G., and Govea, A.P. 2007. Simulation of *pinus tropicalis* M. seeds by magnetically treated water. *International Agrophysics* 21: 173-177.
31. Otsuka, I., and Ozeki, S. 2006. Does magnetic treatment of water change its properties? *Journal of Physical Chemistry* 110: 1509-1512.
32. Omran, W.M., Mansour, M.F., and Fayez, K.A. 2014. Magnetized water improved germination, growth and tolerance to salinity of cereal crops. *International Journal of Advanced Research* 2(5): 301-308.
33. Podleoeny, J., Pietruszewski, S., and Podleoeny, A. 2004. Efficiency of the magnetic treatment of broad bean seeds cultivated under experimental plot conditions. *International Agrophysics* 18: 65-71.
34. Ranjbar, G., Roosta, M.G., and Cheraghi, A.M. 2012. Assessment of the effect of magnetic water and salinity on growth indices of wheat. *Journal of Water Research on Agriculture* 26(3): 263-274. (In Persian with English Summary).
35. Reynolds, M.P., Mujeeb-Kazi, A., and Sawkins, M. 2005. Prospect for utilizing plant adaptive mechanisms to improve wheat and other crops in drought and salinity prone environment. *Annals of Applied Biology* 146: 239-259.
36. Safarnejad, A., Sadr, S.V.A., and Hamidi, H. 2007. Effect of salinity stress on morphological characters of *Nigella sativa*. *Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research* 15(1): 75-84 (In Persian with English Summary).
37. Shannon, M.C., 1986. Breeding, selection and the genetics of salt tolerance. In: R.C. Staples and G.H. (Eds.). *Toenniessn Salinity tolerance in Plants*. 231-252. John Wiley and Sons.
38. Smikhina, L.P. 1981. Changes in refractive index of water on magnetic treatment. *Colloid Journal* 2: 401-404.
39. Soltani, A., Galeshi, S., Zenali, E., and Latifi, N. 2001. Germination seed reserve utilization and growth of chickpea as affected by salinity and seed size. *Seed Science and Technology* 30: 51-60. (In Persian with English Summary).

40. Srebrenik, S., Nadiv, S., and Lin, L.J. 1993. Magnetic treatment of water a theoretical quantum model. *Journal of Magnetic and Electric Separation* 5: 71-91.
41. Sultana, N., Ikeda, T., and Itoh, R. 1999. Effect of NaCl salinity on photosynthesis and dry matter accumulation in developing rice grains. *Environmental and Experimental Botany* 42: 211-220.
42. Vashisth A., and Nagarajan S. 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 magnetized water and salinity stress on germination traits and seedling of bean (*Phaseolus vulgaris* L.)

Goldani^{1*}, M., Javadi², M. & Nezami³, A.

1. Contribution from College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

2. PhD. Student in Agroecology, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

3. Contribution from College of Agriculture & Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad

Received: 27 August 2014

Accepted: 13 May 2015

Introduction

Increasing world population is facing critically depletion of water resources, which will be along with increasing food demands to cover the human needs all over the world. Therefore, water scarcity is increasingly a major limitation for increased agricultural production and food security in this century. The scarcity of qualified water, has made farmers to consider the water of marginal quality for usage in agriculture. The Water's molecular structure is affected by a magnetic field, so that a change in the water relations can affect the overall plant growth. One of the approaches that provides higher productivity and quality assurance is using static electromagnetic fields. The use of magnetically treated water for irrigation in agriculture is considered as one of the important environmental clean methods. The water treated in the magnetic field or pass through a magnetic device called magnetized water. The influence of magnetic field on various growth processes of plants such as seed germination, seedling growth, plant growth, yield and the properties of crop quality have been the object of several researches.

Salinity is defined as the presence of excessive concentration of soluble salts in the soil or in the irrigation water that suppresses plant growth and eventually yield. Salt stress has been identified as one of the most serious environmental factors limiting the productivity of crop plants. The deleterious effects of salinity on plant growth are associated with 1) low osmotic potential, 2) nutritional imbalance, 3) specific ion effect, or 4) a combination of these factors. In addition, there is evidence that salt stress can induce oxidative stress due to generation of reactive oxygen species.

Phaseolus vulgaris is an annual growing to 2 m height and is frost tender. Bean leaves are trifoliolate (three-leaved), arranged in an alternate fashion on the stem and have oval or diamond-shaped leaflets. Leaf color can be green. The study was undertaken to evaluate the use of magnetically treated water in improving seed germination and early seedling growth (i.e., radical and plumule growth) of the bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in the presence and absence of salt stress. The work was carried out at the germination stage because germination is known as a key process that allows the seed embryo to grow and evolve into photosynthetic organism, and it is also a critical stage for plant response to salinity.

Materials and Methods

In order to investigate the influence of magnetized water and salinity on germination characteristics and seedling of bean (Derakhshan variety), an experiment was conducted based on complete randomized design in factorial arrangement with four replications at laboratory of the Agricultural College of Ferdowsi University of Mashhad in 2014. Water types consisted of two levels (magnetized water and tap water) and five salinity levels: 0, 4, 6.5, 8.5 and 9.5 ds/m.

The following indices were also measured:

Final Germination Percentage (FGP) and Germination Rate (GR) was calculate base on the below equation

$$FGP = (n / N) \times 100$$

* Corresponding Author: goldani@um.ac.ir, Mobile: +98 9151079790

where n is the number of seed germination in per day and N is total number of seeds

$$GR = \sum_{i=1}^n \left(\frac{g_i}{d_i} \right)$$

where g_i is the number of seed germination in every count and d_i is the number of days till day n th.

(Dere and et al., 1998) Chlorophyll concentration was calculated using the following formula

$$\text{Chla } (\mu\text{g/ml}) = 15.65 A_{666} - 7.340 A_{653}$$

$$\text{Chlb } (\mu\text{g/ml}) = 27.05 A_{653} - 11.21 A_{666}$$

$$C_{x+c} = 1000A_{470} - 2.270 C_{ha} - 81.4 C_{hb} / 227$$

Traits as length and dry weight of plumule and radical, biomass and seed vigor index were measured too.

Data was analyzed using MSTAT-C software and means were compared using Dunckan multiple range test in 5 percent probability.

Results and Discussion

The results showed that germination percentage, mean germination time, length and dry weight of the plumule and radical, biomass and seed vigor index decreased with increasing salinity, but magnetized water improved them. Magnetic water increased germination by 6% and reduced the mean germination time by 8%. Magnetized water improved biomass and seed vigor by 52 and 24 percent, respectively. Using magnetic water, improved radical length and plumule by 27 and 24 percentage, respectively. The simple effect of magnetized water and salinity caused significant amounts of chlorophyll a and b and carotenoid. Application of magnetic water increased chlorophyll a (12%) in the salinity level of zero compared with non-magnetic. So that magnetized water improved amount of chlorophyll a and increased carotenoid under salinity conditions. Other results showed that plant cells treated with magnetic represent magnetic properties of atoms placed in them and activates them later on.

Conclusion

Overall, results showed that exposure to magnetic fields and irrigation water with different salinity levels, decreased salinity (NaCl) effects on bean, accelerated germination and seedling growth and had an important role in improving the beans germination rate.

Key words: Chlorophyll a, Chlorophyll b, Mean germination time, Physical treatment