نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۷ شمارهٔ۱، صفحهٔ ۹۲-۸۱، نیمهٔ اول ۱۳۹۵

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 7, No. 1, 2016, p. 81-92

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

مرتضی گلدانی[1*]، مریم جوادی[2] و احمد نظامی[3]

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

۲- دانشجوی دکتری زراعت، دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

۳- عضو هیئت علمی (استاد) دانشکدهٔ 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، به‌طوری‌که باعث تغییراتی در روابط آب و رشد گیاه می‌شود. به‌منظور بررسی اثرات‌متقابل آب مغناطیس و شوری بر صفات جوانه‌زنی گیاهچه لوبیا رقم درخشان، آزمایشی در آزمایشگاه دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی در سال ۱۳۹۳ اجرا شد. فاکتورهای آزمایشی شامل نوع آب (مغناطیس و غیرمغناطیس) و پنج‌سطح شوری (غلظت‌های صفر (شاهد)، ۴، ۶/۵، ۸/۵، و ۹/۵ دسی‌زیمنس بر متر) بودند. نتایج نشان‌داد که با افزایش تیمار شوری صفاتی مانند درصد و متوسط زمان جوانه‌زنی، طول و وزن‌خشک 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 ۲۴درصد در شرایط تنش شوری بهبود داد. اگرچه اثر ساده شوری باعث کاهش مقادیر کلروفیلa و b گردید، اما کاربرد آب مغناطیس میزان کلروفیل a را در شرایط شوری بهبود بخشید. به‌طورکلی نتایج نشان‌داد که قرارگرفتن آب آبیاری با تیمارهای شوری درمعرض میدان‌مغناطیسی می‌تواند اثرات شوری ناشی از کلرورسدیم را بر شاخص‌های جوانه‌زنی کاهش دهد.

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

مقدمه

باتوجه به جمعیت روبه افزایش جهان به‌خصوص در کشورهای درحال توسعه، افزایش تقاضا برای غذا، کشاورزان را برآن داشته تا اقدام به کشت محصولات زراعی در اراضی نامساعد کنند (Kafi *et al*., 2009). در ایران حدود ۲۵میلیون هکتار از اراضی را خاک‌های شور و سدیمی تشکیل می‌دهد که نزدیک‌به ۱۵درصد از کل اراضی کشور را شامل می‌شود (Mohammadi, 2007). شوری می‌تواند در مناطق خشک و نیمه‌خشک همانند ایران تولید محصولات‌زراعی را به‌شدت محدود کند (Reynolds *et al*., 2005). تنش ناشی از شوری آب آبیاری و یا خاک با مختل‌ساختن متابولیسم طبیعی و یا فرآیندهای فیزیولوژیکی، رشد گیاه را محدود و درنهایت باعث کاهش و یا نابودی محصول می‌شوند (Shannon, 1986). تنش شوری از طریق تأثیر بر هدایت‌روزنه‌ای و میزان کلروفیل موجب کاهش فتوسنتز می‌شود. شوری همچنین بر اجزای سیستم فتوسنتزی مانند آنزیم‌ها، کلروفیل‌ها و کاروتنوئیدها مؤثر است. تغییر در این‌عوامل به‌شدت و طول دوره تنش و همچنین گونهٔ گیاهی بستگی دارد. رشد و تولید گیاه وابسته به آسیمیلاسیون موجود و انتقال مجدد منابع آسیمیلاتی 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 به‌مراحل ابتدایی رشد وابسته است (Jalali *et al*., 2008). شوری از طریق کاهش پتانسیل‌آب و سمیت یون‌های خاص از قبیل سدیم و کلر و کاهش یون‌های غذایی موردنیاز مثل کلسیم و پتاسیم بر جوانه‌زدن بذور و رشد آن‌ها تأثیر می‌گذارد (Ghoulami Soltani *et al*., 2001; Leidi *et al*., 1991; & Fares, 2001). شوری در ابتدا باعث کاهش جذب آب توسط بذرها به‌دلیل پتانسیل پایین اسمزی محیط شده و در مرحله دوم باعث سمیت و ایجاد تغییر در

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

فعالیت‌های آنزیمی می‌شود (Massai *et al*., 2004). شوری عمدتاً بر جوانه‌زنی بذر تأثیر می‌گذارد (Misra & Dwivedi, 2004) و به‌نوبه‌خود 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 نشان‌داد که با افزایش سطح شوری از ۳/۷۵میکروزیمنس به ۵/۷۶میلی‌زیمنس، تمامی عوامل عملکرد کاهش یافتند؛ اما کاربرد آب مغناطیس تحت این شرایط توانست باعث بهبود عوامل عملکرد گردد، به‌گونه‌ای که وزن تَر و خشک کل گیاه در شوری ۳/۷۵میکروزیمنس را نسبت به شرایط غیرمغناطیس به‌ترتیب ۲۳ و ۶درصد افزایش داد. در سطح ۵/۷۶میلی‌زیمنس نیز این مقادیر به‌ترتیب ۲۷ و ۷درصد افزایش یافت. به‌نظر می‌رسد که تیمارهای مغناطیسی باعث کاهش اثرات تنش شوری در گیاه ریحان شده است که دلیل آن می‌تواند احتمالاً به‌خاطر خنثی‌شدن بار کاتیون‌های عناصرغذایی توسط میدان‌مغناطیسی و باقی‌ماندن آن‌ها در محلول خاک و در نتیجه جذب سریع‌تر آن‌ها توسط گیاه باشد (Banejad *et al*., 2013). Podleoeny *et al*, (2004)، باگذاشتن بذرهای لوبیا در میدان‌مغناطیسی متغیر، اثر میدان‌مغناطیسی را روی رویش بذرها قبل از کاشت بذر مطالعه کردند. بیرون‌آمدن جوانه‌ها بااستفاده از روش مغناطیسی منظم‌تر و یک‌دست‌تر بود و جوانه‌زنی ۲ تا ۳روز زودتر در مقایسه با تیمار شاهد اتفاق افتاد. آن‌ها همچنین افزایش میزان محصول در واحد سطح را به میدان‌مغناطیسی نسبت دادند. Bitonti *et al*, (2006) نشان‌دادند که قرارگیری گیاهچه‌های ذرت در میدان الکترومغناطیسی به‌مدت ۳۰ساعت، سرعت طویل‌شدن ریشه را ۳۰درصد نسبت به شاهد افزایش داد. Garcia & Arza (2001)، افزایش سرعت جذب آب و جوانه‌زنی را در بذور کاهوی درمعرض میدان‌مغناطیس ۱۰-۱ میلی‌تسلا مشاهده نمودند. آن‌ها بیان نمودند که میدان‌مغناطیسی با جریان‌های یونی در غشاء سلول جنین برهم‌کنش دارد. این اثرمتقابل تغییراتی در غلظت‌یونی و فشار اسمزی در هر دو طرف غشاء ایجادنموده 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). میدان‌مغناطیسی مناسب باعث کاهش pH دیواره سلولی، از بین‌رفتن خواب بذر، تأثیر بر متابولیسم سلول‌های مریستمی، افزایش جذب و آسیمیلاسیون عناصرغذایی 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 گیاهان‌زراعی 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

به‌منظور بررسی اثرات‌متقابل آب مغناطیس و شوری بر صفات قابل‌اندازه‌گیری در مرحله جوانه‌زنی و گیاهچه‌ای در گیاه لوبیا رقم درخشان، آزمایشی در آزمایشگاه تحقیقات عالی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی در بهار سال ۱۳۹۳ اجرا گردید. فاکتورهای آزمایشی شامل نوع آب (مغناطیس و غیرمغناطیس) و پنج‌سطح شوری (غلظت‌های صفر (شاهد)، ۴، ۶/۵، ۸/۵ و ۹/۵ دسی‌زیمنس بر متر) بودند. جهت اعمال شوری از نمک‌طعام استفاده‌شد که میزان نمک محلول از فرمول [EC= 640×TDS ($mg.l^{-1}$)] به‌دست آمد (Kafi *et al*., 2009)، به‌نحوی که افزایش غلظت‌های شوری به‌تدریج اعمال می‌شد (برای اطمینان بیشتر بعد از تهیه محلول‌ها، غلظت‌های شوری توسط هدایت‌سنج الکتریکی نیز اندازه‌گیری می‌شد). برای شروع کار، ابتدا تعداد ۲۵بذر (ضدعفونی‌شده با هیپوکلریت‌سدیم ۵درصد به‌مدت ۳دقیقه) با چهار تکرار درون پتری‌دیش‌هایی با قطر ۹ سانتی‌متر قرار داده‌شدند و سطوح شوری موردنظر روی آن‌ها اعمال شد. لازم به‌ذکر است که برای ایجاد آب مغناطیس، سطوح موردنظر شوری قبل از استفاده درمعرض میدان‌مغناطیسی ۶۵۰۰گاوس (دستگاه ایجادکننده میدان‌مغناطیسی ثابت شامل دو آهن‌ربا با قابلیت تنظیم فاصله از هم) به‌مدت یک‌ساعت قرارگرفتند. قرارگرفتن آب آبیاری درمعرض میدان‌مغناطیسی، باعث تغییر برخی خواص فیزیکی و شیمیایی آب، قطبیت، کشش سطحی، رسانایی، pH و حلالیت نمک می‌شود (Smikhina, 1981; Srebrenik *et al*.,

1993; Amiri & Dadkhah, 2006; Otsuka & Ozeki, 2006). قرارگرفتن آب شور درمعرض میدان‌مغناطیسی 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 تحت‌تأثیر قرار دهد (Harsharn *et al.*, 2011).

در ادامه آزمایش، ابتدا کف پتری‌دیش‌ها با یک‌لایه کاغذ صافی واتمن پوشانده شد. برای تأمین آب موردنیاز بذور برای جوانه‌زنی، کاغذصافی‌ها با ۴سی‌سی از محلول موردنظر کاملاً خیس شدند. لازم به‌ذکر است که در طی انجام آزمایش و همزمان با خشک‌شدن پتری‌دیش‌ها، نمونه‌ها مجدداً با محلول موردنظر خیس شدند. پتری‌دیش‌ها به‌درون ژرمیناتور در دمای ۲۵درجه سانتی‌گراد (بادقت ۱± درجه سانتی‌گراد) انتقال داده‌شده و شمارش بذور جوانه‌زده طی ۸روز (Harsharn *et al.*, 2011) و هر ۲۴ساعت یک‌بار صورت گرفت. مبنای جوانه‌زنی بذور، خروج ریشه‌چه از پوسته‌ی بذر به‌میزان ۲میلی‌متر درنظر گرفته شد. با شمارش بذور جوانه‌زده در هر روز متوسط زمان جوانه‌زنی[1] بر اساس معادله (۱) محاسبه‌گردید (Matthews & Khajeh Hosseini, 2006).

معادله (۱): $MGT = \Sigma(nt)/\Sigma(n)$

n = تعداد بذرهای جوانه زده جدید در هر روز

t = شماره روزی که اولین شمارش بذور جوانه‌زده انجام شده

درصد جوانه‌زنی[2] نیز از رابطه زیر محاسبه گردید (Agrawal, 1991).

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

$\acute{N}$= تعداد بذرهای جوانه‌زده N= تعداد کل بذر

در ادامه صفاتی مانند طول و وزن تَر و خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه، اندازه‌گیری و صفاتی مانند زیست‌توده و شاخص بنیه‌بذر (Seed Vigour) به‌ترتیب از معادله‌های (۳)، (Safarnejad *et al.*, 2007) و (۴)، (Abdul-baki & Anderson, 1970) محاسبه شد.

معادله (۳):

وزن‌خشک ساقه‌چه + وزن‌خشک ریشه‌چه = زیست‌توده کل

معادله (۴):

(طول ریشه‌چه+طول ساقه‌چه)×درصد جوانه‌زنی= شاخص بنیه بذر

درپایان این‌دوره و با تشکیل گیاهچه‌کامل، محتوی کلروفیل a و b محاسبه گردید. برای این‌کار، ابتدا ۰/۲گرم برگ‌تازه از گیاهچه (در مرحله ۲برگی) را کاملاً خردکرده و میزان ۱۰میلی‌لیتر متانول ۹۶درصد به آن اضافه شد. در مرحله بعد، نمونه حاصل توسط دستگاه هموژنایزر کاملاً ساییده‌شد و به‌صورت توده‌ی یکنواختی درآمد. مخلوط حاصل، از کاغذصافی ردشده و سپس به‌مدت ۱۰دقیقه، سانتریفیوژ با سرعت ۲۵۰۰دور در دقیقه انجام‌گرفت. بلافاصله محلول‌شناور به‌دستگاه اسپکتروفتومتر (ساخت شرکت Bio Quest انگلستان، مدل CE 2502) منتقل‌شده و میزان جذب نور در طول موج‌های ۶۵۳ و ۶۶۶نانومتر قرائت گردید. نهایتاً غلظت کلروفیل‌ها بااستفاده از روابط زیر محاسبه گردید (Dere & *et al.*, 1998)

$$Chla\ (\mu g/ml) = 15.65\ A666 - 7.340\ A653$$
$$Chlb\ (\mu g/ml) = 27.05\ A653 - 11.21\ A666$$
$$Cx+c = 1000A470 - 2.270\ Cha - 81.4Chb/227$$

تجزیه و تحلیل داده‌ها بااستفاده از نرم‌افزارMSTAT-C و مقایسه میانگین داده‌ها بااستفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج‌درصد محاسبه شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌داد که سطوح شوری، میدان‌مغناطیسی و اثرات‌متقابل آن دو، تأثیر معنی‌داری ($P \leq ۰/۰۵$) بر اکثر صفات موردارزیابی در مرحله جوانه‌زنی داشت (جدول۱). تنها اثر ساده آب مغناطیسی بر کلروفیل a و b و اثرمتقابل شوری و آب مغناطیس بر متوسط زمان جوانه‌زنی معنی‌دار نبود.

نتایج نشان‌داد که سطوح مختلف شوری تأثیر معنی‌داری ($P \leq ۰/۰۵$) بر درصد و متوسط زمان جوانه‌زنی داشت (جدول۲)؛ به‌گونه‌ای که با افزایش میزان شوری از سطح شاهد تا ۹/۵دسی‌زیمنس بر متر، درصد جوانه‌زنی ۱۴/۵درصد کاهش و متوسط زمان جوانه‌زنی ۴۹درصد افزایش یافت. تأثیر آب مغناطیسی نیز بر درصد و متوسط زمان جوانه‌زنی، معنی‌دار ($P \leq ۰/۰۵$) شد (جدول۳)؛ به‌گونه‌ای که کاربرد آب مغناطیس باعث افزایش درصد جوانه‌زنی به‌میزان ۶درصد و کاهش متوسط جوانه‌زنی به‌میزان ۸درصد شد. اگرچه اثرات‌متقابل شوری و آب مغناطیسی بر درصد جوانه‌زنی معنی‌دار شد، اما این اثرمتقابل بر متوسط زمان جوانه‌زنی تأثیری نداشت (جدول۴). آزمایشات صورت‌گرفته روی گیاهانی مانند گوجه‌فرنگی (*Solanum lycopersicum*)، فلفل (*Capsicum frutescens* L.)، خیار (*Cucumis sativus*) و گندم (*Triticum aestivum*) نیز نشان‌داد که قرارگرفتن بذور این گیاهان درمعرض آب مغناطیس، باعث افزایش میزان جوانه‌زنی این گیاهان نسبت به شرایط بدون تیمار مغناطیس می‌گردد (Hilal & Hilal, 2000).

[1] Mean germination time

[2] Germination percentage

جدول۱- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر سطوح مختلف شوری و آب مغناطیس بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه لوبیا

Table 1. Analysis of variance (mean squares) of different levels of Salinity stress and Magnetic water on germination and seedling growth indices of Bean

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	درصد جوانه‌زنی Germination Percentage	متوسط زمان جوانه زنی MGT	طول ریشه Root length	طول ساقه Shoot length	وزن تر ریشه Root fresh Weight	وزن تر ساقه Shoot fresh weight	وزن‌خشک ریشه Root dry weight	وزن‌خشک ساقه Shoot dry weight	زیست‌توده Biomass	شاخص بنیه Vigor index	کلروفیل a Chlorophyll a	کلروفیل b b Chlorophyll
تنش شوری Salinity stress	4	313*	8.50 *	98.6 *	105 *	40647*	859634*	488*	15607*	21494*	396.7*	40.5*	18.6*
آب مغناطیس Magnetized water	1	313*	0.82 *	24.6*	18.7 *	29578*	200900*	81*	17184*	19866*	82*	4.35^{ns}	1.31^{ns}
شوری× آب مغناطیس Salinity × Magnetized water	4	313*	0.231^{ns}	8.50 *	1.36*	9752*	57085*	57*	4818*	5223*	13.5*	2.32*	1.13*
خطا Error	16	0.533	0.105	0.243	0.213	112	837	2.34	27.5	28.3	0.680	0.078	0.519
کل Total	29												

*, ** و ^{ns}: به‌ترتیب معنی‌داری در سطح پنج، یک‌درصد و غیرمعنی‌داری

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

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

تیمار بذور با آب شور نشان‌داد که با افزایش سطح شوری طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در گیاه لوبیا، به‌طور معنی‌داری ($P \leq ۰/۰۵$) تحت تأثیر قرار گرفت (جدول۲)؛ 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 نشان‌داد که نوع آب مورد استفاده نیز می‌تواند به‌طور معنی‌داری ($P \leq ۰/۰۵$)، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه را تحت تأثیر قرار دهد (جدول۳). با کاربرد آب مغناطیس، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه به‌ترتیب به‌میزان ۲۷ و ۲۴درصد بهبود یافت. Feizi *et al*, (2012) نشان دادند که کاربرد آب مغناطیس می‌تواند باعث افزایش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در گیاه گوجه‌فرنگی شود؛ به‌گونه‌ای‌که قرارگرفتن آب درمعرض میدان‌مغناطیسی دایم با شدت ۳میلی‌تسلا، نسبت به تیمار شاهد باعث افزایش طول گیاهچه به‌میزان ۳۳درصد گردید. در بررسی اثرات متقابل نیز بیشترین طول ریشه‌چه در تیمار ۴دسی‌زیمنس بر متر شوری، در حضور آب مغناطیس و تیمار شاهد بدون‌مغناطیس 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 بیشترشدن مقادیر طول ریشه‌چه نسبت به‌همان تیمارها و در شرایط عدم‌استفاده از آب مغناطیس بود. اگرچه طول ساقه‌چه نیز به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر اثرات‌متقابل آب مغناطیس و شوری قرار گرفت، اما در شوری ۸/۵دسی‌زیمنس بر متر، هیچ تفاوتی بین آب مغناطیس و غیرمغناطیس ایجاد نشد (جدول۴). آزمایش صورت‌گرفته بر روی غلاتی مانند گندم و جو (*Hordeum vulgare*) نشان‌داد که قرارگرفتن آب شور تحت تأثیر میدان‌مغناطیسی، تا حدودی می‌تواند منجربه کاهش اثرات شوری گردد؛ به‌گونه‌ای که کاربرد

آب شور مغناطیس در مقایسه با آب شور، در گیاهانی مانند گندم و جو باعث بهبود میانگین طول ساقه‌چه و ریشه‌چه به‌ترتیب به‌میزان ۲۰ و ۳۷/۵درصد گردید (Omran *et al.*, 2014). در توجیه این‌امر Harsharn *et al,* (2011) با قراردادن بذور نخود معمولی (*Cicer arietinum* L.) و نخود برفی (*Pisum sativum* L var. macrocarpon) درمعرض آب مغناطیس بیان‌نمودند که این احتمال وجود دارد تیمار مغناطیس باعث بهبود تحرک و انتقال موادغذایی در محور جنینی و درنتیجه باعث افزایش سرعت ظهور و میزان موادغذایی دردسترس گیاهچه شود.

شوری، آب مغناطیس و اثرات‌متقابل آن دو، تأثیر معنی‌داری ($P \leq ۰/۰۵$) بر وزن تَر و خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه داشتند. بیشترین وزن تَر ریشه‌چه در تیمارهای ۴ و ۶/۵دسی‌زیمنس بر متر شوری در حضور آب مغناطیسی مشاهده شد. اما وزن تَر ریشه‌چه در سطح شاهد مغناطیس حتی به‌طور معنی‌داری از شاهد غیرمغناطیس بیشتر بود. اما در سایر سطوح شوری و در هر دو حالت نوع آب، وزن تَر ریشه‌چه در آب مغناطیس بیشتر از آب غیرمغناطیس بود. بیشترین وزن‌خشک ریشه‌چه نیز در تیمار شاهد بدون کاربرد آب مغناطیس مشاهده‌شد؛ اما در سایر سطوح شوری، کاربرد آب مغناطیس سبب افزایش این صفت گردید. در بررسی وزن تَر و خشک ساقه‌چه، تفاوت معنی‌داری بین سطوح شاهد در هر دو حالت دیده نشد. اما در سایر سطوح شوری کاربرد آب مغناطیس، توانست وزن تَر و خشک ساقه‌چه را افزایش دهد (جدول۴). کاربرد آب مغناطیسی در جوانه‌زنی بذور ذرت (*Zea mays*) باعث افزایش شاخصه‌های جوانه‌زنی، از جمله وزن تَر و طول گیاهچه گردید (Aladjadjiyan, 2002) به‌نظر می‌رسد تیمار مغناطیسی نه‌تنها باعث نفوذ سریع‌تر آب به بذر می‌شود، بلکه بر سرعت واکنش‌های آنزیمی نیز از این طریق اثر می‌گذارد. افزایش جذب آب در اولین‌مرحله نیز باعث شتاب در آماس بذرها شده که پیامد آن افزایش وزن تر آن‌هاست. به‌علاوه 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 بنیه بذر در لوبیا را به‌طور معنی‌داری($P \leq ۰/۰۵$) تحت تأثیر قرار داد. بیشترین زیست‌توده تولیدی در تیمارهای ۴ و ۶/۵دسی‌زیمنس 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 میدان‌مغناطیسی

جدول۲- 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

تنش شوری Salinity stress	جوانه زنی (درصد) Germination (%)	متوسط زمان جوانه زنی (روز) MGT (day)	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 تر ساقه (میلی گرم بر بوته) Shoot fresh weight (mg/plant)	وزن‌خشک ریشه (میلی گرم بر بوته) Root dry weight (mg/plant)	وزن‌خشک ساقه (میلی گرم بر بوته) Shoot dry weight (mg/plant)	زیست‌توده (میلی گرم بر بوته) Biomass (mg/plant)	شاخص بنیه Vigor index	a‌کلروفیل Chlorophyll a (µg/ml)	b‌کلروفیل Chlorophyll b (µg/ml)
0	100^{a}	3^{d}	10.2^{a}	11.5^{a}	187^{c}	893^{a}	26.2^{a}	118^{a}	144.5^{a}	21.8^{a}	7.03^{a}	4.82^{a}
4	100^{a}	3.40^{d}	8.85^{b}	8^{b}	222^{a}	762^{b}	22^{b}	90^{b}	112^{b}	16.6^{b}	5.22^{b}	3.44^{b}
6.5	100^{a}	3.30^{d}	7.48^{c}	5.83^{c}	200^{b}	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}	82.5^{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^{a}	0.84^{e}	1.04^{e}	33.6^{e}	50^{e}	4.83^{e}	7^{c}	11.8^{d}	2^{e}	0^{d}	0^{d}

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

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 ۴دسی‌زیمنس و حضور میدان‌مغناطیسی 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 (جدول۴). Bagheri *et al*, (2014) با انجام آزمایشی روی گیاه علف‌گندمی بلند (*Agropyron elongatum*) مشاهده نمودند که اگرچه افزایش شوری از صفر به ۲۰۰میلی‌مولار، زیست‌توده و شاخص بنیه بذر را در این گیاه کاهش داد، اما استفاده از آب شور مغناطیس‌شده باعث بهبود این شاخص‌ها به‌ترتیب به‌میزان ۱۰ و ۸درصد گردید. به‌عقیده محققان تیمار مغناطیسی باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های هیدرولیزکننده نظیر آلفاآمیلاز، دهیدروژناز و پروتئاز شده که این امر به جوانه‌زنی سریع‌تر و بهبود بنیه بذر و خصوصیات بهتر ریشه‌چه در بذرهای تیمارشده منجر می‌شود (Vashisth & Nagarajan, 2010).

اگرچه اثر تنش شوری و برهم‌کنش میان شوری و آب مغناطیس بر کلروفیل a و b معنی‌دار ($P \leq ۰/۰۵$) بود، اما اثر ساده آب مغناطیسی بر کلروفیل a و b معنی‌دار نشد. در آزمایش صورت‌گرفته روی گیاه گندم نیز نتایج نشان‌داد 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 ۶/۵دسی‌زیمنس بر متر، باعث کاهش کلروفیل a و b به‌ترتیب به‌میزان ۷۴/۵ و ۷۵درصد شد (جدول۲). کاربرد آب مغناطیسی باعث شد تا میزان کلروفیل a در سطح شوری صفر نسبت به شرایط غیرمغناطیس ۱۲درصد افزایش یابد؛ اما تفاوتی بین سطوح مشابه شوری در شرایط مغناطیس و غیرمغناطیس در کلروفیل b مشاهده نشد (جدول۴). 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 منتقل‌شده و نهایتاً باعث فعال‌شدن آن‌ها می‌شود (Aladjadjiyan, 2010).

نتیجه‌گیری

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

جدول۳- اثر آب مغناطیس 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 (day)	طول ریشه (سانتی متر) Root length(cm)	طول ساقه (سانتی متر) Shoot length (cm)	وزن تر ریشه (میلی گرم در بوته) Root fresh weight (mg/plant)	وزن تر ساقه (میلی گرم بر بوته) Shoot fresh weight (mg/plant)	وزن‌خشک ریشه (میلی گرم بر بوته) Root dry weight (mg/plant)	وزن‌خشک ساقه (میلی گرم بر بوته) Shoot dry weight (mg/plant)	زیست‌توده (میلی گرم) Biomass (mg/plant)	شاخص بنیه Vigor index	کلروفیل a Chlorophyll a (µg/ml)	کلروفیل b Chlorophyll b (µg/ml)
مغناطیس Magnetized	100^{a}	3.83^{b}	7^{a}	6.6^{a}	176^{a}	552^{a}	17.5^{a}	88.5^{a}	106^{a}	13.5^{a}	3.27^{ns}	2.15^{ns}
غیر مغناطیس non magnetic	94^{b}	4.16^{a}	5.11^{b}	5.01^{b}	113^{b}	388^{b}	14.3^{b}	40.6^{b}	54.8^{b}	10.1^{b}	2.34^{ns}	1.63^{ns}

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

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

جدول۴- تأثیر شوری و آب مغناطیس بر صفات جوانه‌زنی بذرلوبیا

Table 4. Effect of salinity and magnetic water on germination traits of Bean seed

نوع آب Kind of water	تنش شوری Salinity stress	جوانه زنی (درصد) Germination (%)	متوسط زمان جوانه زنی (روز) MGT (day)	طول ریشه‌چه (سانتی متر) Root length(cm	طول ساقه‌چه (سانتی متر) Shoot length (cm)	وزن تر ریشه (میلی گرم بر بوته) Root fresh weight (mg/plant)	وزن تر ساقه (میلی گرم بر بوته) Shoot fresh weight (mg/plant)	وزن‌خشک ریشه(میلی گرم بر بوته) Root dry weight (mg/plant)	وزن‌خشک ساقه(میلی گرم بر بوته) Shoot dry weight (mg/plant)	زیست‌توده (میلی گرم بر بوته) Biomass (mg/plant)	شاخص بنیه 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 e	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 احتمال۵درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

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

به‌طوری‌که استفاده از آب مغناطیس باعث کاهش متوسط زمان جوانه‌زنی به‌میزان ۸درصد گردید. کاربرد آب مغناطیس همچنین زیست‌توده و شاخص بنیه بذر را ۵۲ و ۲۴درصد در شرایط تنش شوری بهبود بخشید. در بررسی سایر صفات نیز نتایج نشان‌داد که اگرچه اثر ساده شوری باعث کاهش مقادیر کلروفیلa و b گردید، اما کاربرد آب مغناطیس میزان کلروفیل a را در شرایط شوری بهبود بخشید. به‌طور کلی نتایج نشان‌داد که قرارگرفتن آب آبیاری با تیمارهای شوری درمعرض میدان‌مغناطیسی 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.

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. Ghoulami, 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 Podleoena, 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.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 7, No. 1, 2016, p. 81-92

Effect of magnetized water and salinity stress on germination traits and seedling of bean (*Phaseolus vulgaris* L.)

Goldani[1*], M., Javadi[2], M. & Nezami[3], 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 trifoliate (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=$\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{gi}{di}\right)$

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

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

Chla (µg/ml) =15.65 A666 - 7.340 A653

Chlb (µg/ml) =27.05 A653 - 11.21 A666

Cx+c=1000A470 – 2.270 Cha – 81.4Chb/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 Dunkan 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