

بررسی تأثیر آب مغناطیسی و سطوح مختلف شوری بر ظهور گیاهچه پنبه رقم ورامین در کاشمر

میثم عابدین پور^{۱*}، ابراهیم روحانی^۲ و قربان قربانی نصرآباد^۳
^۱استادیار گروه علوم و مهندسی آب، مرکز آموزش عالی کاشمر، کاشمر
^۲مدرس و کارشناس آزمایشگاه آب و خاک، مرکز آموزش عالی کاشمر، کاشمر
^۳استادیار موسسه تحقیقات پنبه کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۷/۱۳؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۸/۸

چکیده

به منظور بررسی تأثیر میدان مغناطیسی و شوری آب آبیاری با سطوح مختلف بر ظهور گیاهچه گیاه پنبه، آزمایشی بصورت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کاملاً تصادفی و با سه تکرار در سال زراعی ۱۳۹۵ در مرکز آموزش عالی کاشمر انجام شد. در این آزمایش سطوح مختلف شوری آب آبیاری شامل $S_1: 0/5$ ، $S_2: 3$ ، $S_3: 7$ ، $S_4: 10$ و $S_5: 13$ دسی زیمنس بر متر تحت شرایط مغناطیس (M_1) و غیر مغناطیس (M_2) در نظر گرفته شد. برای تولید آب مغناطیسی از ۶ عدد آهنربای نئودیمیوم-آهن-بورن با ابعاد $4 \times 2 \times 1$ سانتی متر با قدرت ۱۵۰۰ میلی تسلا استفاده گردید. صفات مورد ارزیابی شامل تعیین درصد و مدت زمان ظهور گیاهچه تحت آبیاری با شرایط مغناطیس و غیر مغناطیس بود. نتایج تحقیق نشان داد که با افزایش شوری تعداد گیاهچه‌های پنبه کاهش یافت. به طوری که کاهش ظهور گیاهچه به میزان ۴۶، ۶۰، ۸۳ و ۱۰۰ درصد به ترتیب مربوط به تیمار با شوری‌های ۳، ۷، ۱۰ و ۱۳ دسی زیمنس بر متر در شرایط غیر مغناطیس و در شرایط شرایط مغناطیس به میزان ۲۱، ۴۶، ۳۶ و ۵۰ درصد بودند. با توجه به نتایج بدست آمده مشخص گردید که بیش از ۶۷ درصد جوانه‌ها تا روز چهارم پس از ظهور اولین گیاهچه در شرایط مغناطیس حاصل گردید، در حالیکه این روند در شرایط غیر مغناطیس در شوری‌های کم تا روز ششم و در شوری‌های بالا تا ۱۵ روز پس از ظهور اولین گیاهچه محقق گردید. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر مغناطیس در صفات مورد بررسی در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد به ترتیب بر سرعت و درصد ظهور گیاهچه معنی دار بود. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که اثر مغناطیس بر افزایش تعداد جوانه‌ها و تسریع زمان ظهور گیاهچه در شرایط آبیاری با آب شور مثبت بوده و قابل توصیه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: آب مغناطیس، پنبه، ظهور گیاهچه، شوری

مقدمه

روند خشکسالی های اخیر و رقابت شدید بخش‌های مختلف کشاورزی، شرب و صنعت برای دریافت آب افت شدیدی در سطح منابع آبی ایجاد نموده است. در این شرایط نیاز است تا ضمن حفظ کمیت و کیفیت آب مدیریتی اعمال گردد تا شرایط پایدار جهت تأمین آب برای مصارف گوناگون بوجود آید (بانژاد و همکاران، ۲۰۱۳). با توجه به اینکه کشاورزی پرمصرف‌ترین بخش در زمینه منابع آب بوده بنابراین استفاده از منابع آب با کیفیت پایین (منابع آب شور، پساب‌های شهری و صنعتی) را جهت تأمین کسری منابع آب در این بخش ضروری می‌سازد. ذکر این نکته ضروری است که استفاده از آب‌های با کیفیت پایین بدون اعمال مدیریت پایدار نه تنها باعث کاهش کیفیت و کمیت محصولات کشاورزی خواهد شد بلکه در دراز مدت منجر به اضمحلال منابع آب و خاک کشور خواهد شد. یکی از روش‌های مدیریتی استفاده از میدان مغناطیسی قبل از عبور دادن آب و نفوذ آب به خاک می‌باشد که می‌تواند کارایی مصرف آب را افزایش دهد (بانژاد و همکاران، ۲۰۱۳).

امروزه در بخش کشاورزی، به دلیل تغییرات فیزیکی و شیمیایی آب آبیاری، کاربرد آب مغناطیسی اهمیت زیادی پیدا کرده است. هنگامی که آب در معرض میدان مغناطیسی قرار گیرد، برخی خواص و ویژگی‌های آن مانند هدایت الکتریکی، چگالی، سختی، اسیدیته و سرعت ته نشین شدن ذرات جامد در آن تغییر می‌کند (صادقی‌پور و آقایی، ۲۰۱۴).

میدان مغناطیسی می‌تواند باعث تعدیل اثرات منفی تنش گرما خشکی و افزایش تحمل به شوری گیاه شده و فرایند پیری را به تأخیر بیندازد (بینان و همکاران، ۲۰۰۵). رضایی اصل و همکاران (۲۰۱۲)، در آزمایشی تاثیر میدان مغناطیسی بر جوانه‌زنی بذر پنبه را بررسی کردند. بدین صورت که سه سطح مختلف شدت میدان مغناطیسی (۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ میلی تسلا) و سه زمان قرارگیری در میدان مغناطیسی (۵، ۱۰ و ۲۰ دقیقه) را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد که زمان ۵ دقیقه قرارگیری در میدان مغناطیسی ۶۰۰ میلی تسلا نسبت به سایر زمان‌ها بیشترین اثر را بر سرعت رشد و جوانه‌زنی بذر پنبه دارد.

پنبه یکی از مهمترین محصولات زراعی در ایران است، در صنایع متنوع و گوناگون نیز مصرف دارد. پنبه به دلیل داشتن روغن، پروتئین، کنجاله و الیاف نقش مهمی در تأمین نیازهای غذایی و پوشاکی انسان و غذایی دام ایفا می‌کند. در حال حاضر این گیاه تنها در ۲ درصد از ارضی قابل کشت دنیا یعنی چیزی حدود ۳۰ تا ۳۶ میلیون هکتار کشت می‌شود که بعد از غلات و سویا دارای رتبه سوم می‌باشد. پنبه از نظر اقتصادی یکی از محصولات با ارزش افزوده‌ی زیاد و از نظر ایجاد اشتغال در کشورهای با جمعیت زیاد مثل هند، پاکستان، چین و ترکیه مهم می‌باشد. (تفویضی و همکاران، ۲۰۱۱)

مقادیر زیاد شوری در محیط ریشه گیاهان باعث افزایش پتانسیل اسمزی و کاهش پتانسیل آب گیاه شده، توزیع یون در سطح سلول و کل گیاه را مختل کرده و در نتیجه باعث کاهش کمیت و کیفیت عملکرد می‌گردد (صادقی پور و آقایی، ۲۰۱۴).

تعیین میزان تحمل گیاهان به تنش شوری در مراحل مختلف رشد بسیار حائز اهمیت می‌باشد. به‌طوری‌که در بعضی از گیاهان زراعی مانند پنبه، جو و چغندر قند در مراحل رشد رویشی و گل دهی به تنش شوری مقاوم بوده در حالی که این گیاهان در مرحله جوانه‌زنی و یا ابتدای مراحل گیاهچه‌ای حساس به تنش شوری می‌باشند. از این رو یافتن روش‌هایی جهت افزایش تحمل گیاهان به تنش شوری در مراحل جوانه‌زنی و ابتدایی ضروری می‌باشد. کاهش وزن خشک گیاهچه در مواجهه با تنش‌های خشکی و شوری، ناشی از کاهش انتقال و تحرک ذخایر غذایی بذر بوده که این خود به دلیل کاهش جذب آب در مرحله جوانه‌زنی صورت می‌گیرد. شانس گیاه برای ادامه رشد و غلبه بر تنش‌های محیطی زمانی افزایش می‌یابد که جوانه‌زنی بذر تحت تنش‌های مختلف موفقیت آمیز باشد. در این راستا تحقیقاتی جهت تعیین حد آستانه تحمل به شوری سه رقم پنبه شامل ورامین، بختگان و سایاکرا انجام شد. نتایج تحقیق نشان داد که حد آستانه تحمل به شوری در سه رقم فوق به ترتیب ۴/۱، ۴/۸ و ۵ دسی زیمنس بر متر تعیین گردید. همچنین بر اساس مدل سیگموئیدی، در سطوح شوری ۱۲/۰۵، ۱۳/۳۱ و ۱۲/۵۶ ارقام فوق ۵۰ درصد کاهش عملکرد مشاهده گردید (آنالقی، ۲۰۰۸). روشنی و همکاران (۲۰۱۵)، پاسخ ژنوتیپ‌های مختلف پنبه نسبت به شوری خاک در استان گلستان را بررسی کردند. نتایج تحقیقات آن‌ها نشان داد که شوری خاک تاثیر معنی داری بر صفات رشدی و عملکرد شامل درصد جوانه‌زنی، ارتفاع بوته، وزن غوزه، عملکرد چین اول، عملکرد چین دوم، عملکرد کل و زودرسی محصول دارد. هوشیار فرد و عالیشاه (۲۰۰۸)، در تحقیقی نشان دادند که تفاوت آماری معنی داری بین ژنوتیپ‌های پنبه از نظر عکس العمل به تنش شوری وجود دارد.

عابدین پور و روحانی (۲۰۱۶) در تحقیقی اثر آب مغناطیس را بر روی شاخص‌های رشدی ذرت تحت مقادیر مختلف شوری بررسی کردند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد استفاده از تکنولوژی آب مغناطیس باعث بهبود شاخص‌های رشدی ذرت می‌شود. در آزمایشی اثر همزمان آب مغناطیسی و مغناطیس کردن بذرها مورد بررسی قرار گرفت. نتایج تحقیق نشان داد که استفاده از آب مغناطیسی می‌تواند سبب افزایش ۱۳ درصدی جوانه‌زنی شود در حالی که مغناطیسی کردن بذرها تاثیر معنی‌داری بر افزایش جوانه‌زنی نداشت (ایجاز و همکاران، ۲۰۱۲).

هیلال و هیلال (۲۰۰۰) تأثیر میدان مغناطیسی بر جوانه‌زنی و برخی از شاخص‌های جوانه‌زنی غلات مختلف در خاک شور را بررسی کردند. نتایج تحقیق آنها نشان داد که استفاده از آب مغناطیسی باعث افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی می‌شود. به‌طوری‌که استفاده از آب دوبار مغناطیسی شده سبب

جوانه‌زنی ۱۰۰ درصد بذرها در مدت ۶ روز شد در حالی که در تیمار غیرمغناطیسی بعد از گذشت ۹ روز تنها ۸۳ درصد بذرها جوانه زدند. محمود و عثمان (۲۰۱۴) در پژوهشی اثر کاربرد آب مغناطیسی را بر جوانه‌زنی بذر ذرت بررسی کردند. نتایج مطالعه آنها نشان داد که کاربرد آب مغناطیسی جوانه‌زنی بذر ذرت را بهبود بخشید و علاوه بر این در تمام انواع آب آزمایش شده، تیمار آب مغناطیسی باعث شد که گیاهچه‌ها حداکثر افزایش طول و وزن را داشته باشند.

میکی یانگ و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که استفاده از قدرت‌های مختلف میدان مغناطیسی درصد سبز شدن بذور گوجه فرنگی را بین ۲۸-۸ درصد افزایش می‌دهد که ممکن است به علت اثرات بازدارندگی از خسارت آفات و بیماری‌ها باشد.

با توجه به اختصاص بیش از ۱۷۵۰۰ هکتار از اراضی استان خراسان رضوی به کشت پنبه و کمبود شدید منابع آب با کیفیت مناسب جهت آبیاری کامل در این منطقه، لزوم تحقیقات و ارایه راهکارهایی جهت افزایش میزان جوانه‌زنی و سطح سبز پنبه در شرایط استفاده از آب‌های با کیفیت پایین را ضروری ساخته است. بنابراین، هدف از اجرای این تحقیق بررسی درصد و سرعت ظهور گیاهچه پنبه تحت آبیاری با مقادیر مختلف آب شور در شرایط مغناطیسی و غیرمغناطیسی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش بصورت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کاملاً تصادفی و با سه تکرار به منظور بررسی تاثیر میدان مغناطیسی و آبیاری با سطوح مختلف شوری بر تعداد و سرعت ظهور گیاهچه پنبه در سال زراعی ۱۳۹۵ در مرکز آموزش عالی کاشمر انجام شد. مشخصات جغرافیایی محل آزمایش شامل عرض جغرافیایی ۱۲' ۳۵° و طول ۲۸' ۵۸° و ارتفاع از سطح دریا ۱۱۰۹ متر با متوسط میزان بارندگی سالانه ۲۱۰ میلی‌متر می‌باشد. بذر پنبه رقم ورامین با مشخصات (منشاء کاشمر، طبقه سوپرالیبت، تاریخ تولید ۱۳۹۴ و دارای قوه نامیه ۹۲ درصد) که بیشترین سطح زیر کشت در شهرستان را به خود اختصاص داده است در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفت. همچنین به دلیل افزایش سرعت جوانه‌زنی بذور پنبه بر اثر سهولت جذب آب و رطوبت اطراف و کاهش خسارت آفات و بیماری‌ها در هنگام جوانه‌زنی و خروج گیاهچه از خاک و در نتیجه بهبود درصد جوانه‌زنی بذر در خاک و ظهور یکنواخت گیاهچه، از بذره‌های بدون کرک استفاده گردید (حمیدی و همکاران، ۲۰۱۲). همچنین، به منظور تسریع در ظهور گیاهچه بذره‌های پنبه به مدت ۲۴ ساعت قبل از کاشت در آب خیس‌انده شدند. کشت بذرها در داخل گلدان‌های به قطر ۳۰ سانتی‌متر و به عمق ۴۰ سانتی‌متر صورت گرفت. در هر گلدان تعداد ۱۵ عدد بذر به صورت یکنواخت در عمق ۲ سانتی‌متر کشت گردید و سپس گلدانها به گلخانه منتقل گردید. گلخانه از نوع تونلی به طوری که میانگین دمای آن در روز ۲۵ درجه سانتی‌گراد و در شب در حدود ۱۷

درجه بود. خاک گلدان‌ها به صورت همگن از عمق (۲۰-۰ سانتی‌متر) مزرعه مرکز آموزش عالی کاشمر جمع‌آوری و پس از عبور از الک ۲ میلی‌متری جهت پر کردن گلدان‌ها استفاده گردید. مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک استفاده شده در گلدان‌ها در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی خاک قبل از اعمال تیمار

Soil depth (cm)	Soil texture	FC (%) (v/v)	PWP (%) (v/v)	B _d (g/cm ³)	EC (dS/m)	Ph	N (g/kg)	P (g/kg)
۰-۲۰	Si.C.loam	۴۴/۰۲	۲۳/۴۳	۱/۲۵	۰/۶۵	۷/۱۸	۰/۸۲	۱۸/۳۳

FC: field capacity, PWP: permanent wilting point, B_d: bulk density, EC: electrical conductivity

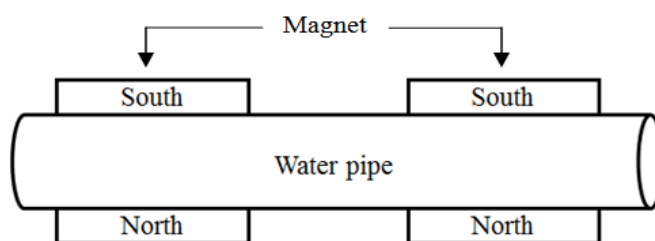
تیمارهای آزمایش شامل شوری آب آبیاری در پنج سطح شامل S₁:۰/۵، S₂:۳، S₃:۷، S₄:۱۰ و S₅:۱۳ دسی زیمنس بر متر در نظر گرفته شد. جهت تهیه تیمارهای مختلف آب شور از اختلاط کلرید سدیم خالص با آب معمولی با شوری ۰/۵ دسی زیمنس بر متر استفاده شد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب معمولی (شاهد) و مغناطیس شده در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲- تاثیر میدان مغناطیسی بر روی EC, pH, P, K, Ca و Mg در آب‌های با شوری‌های مختلف

Water Quality	EC (dS/m)		pH		N (mg/l)		P (mg/l)		K (mg/l)		Ca (mg/l)		Mg (mg/l)	
	M ₂	M ₁	M ₂	M ₁	M ₂	M ₁	M ₂	M ₁	M ₂	M ₁	M ₂	M ₁	M ₂	M ₁
S ₁	0.51	0.52	7.1	6.85	0.25	0.27	0.048	0.049	2.19	2.13	0.84	0.91	0.73	0.78
S ₂	3	2.03	7.6	7.2	0.274	0.297	0.053	0.056	2.43	2.43	1.12	1.16	1.26	1.3
S ₃	7	4.05	7.9	7.1	0.288	0.310	0.056	0.058	2.56	2.56	1.46	1.49	2.09	2.17
S ₄	10	5.96	8.3	7.5	0.317	0.331	0.057	0.059	2.64	2.64	2.08	2.14	3.12	3.23

M₂: Non-magnetized; M₁: Magnetized

همچنین فاکتور دوم آب مغناطیسی و آب غیرمغناطیس در نظر گرفته شد. برای تولید آب مغناطیسی از ۶ عدد آهنربای نئودیمیوم- آهن-بورن با ابعاد ۱×۲×۴ سانتی‌متر با قدرت ۱۵۰۰ میلی‌تسلا که در پیرامون لوله‌ای از جنس مس به قطر ۱۰ میلی‌متر و در طول ۲۰ سانتی‌متر نصب شده بود. شکل شماره ۱ بصورت شماتیکی طریقه مغناطیس کردن آب را نشان می‌دهد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب مغناطیس شده در جدول ۲ ارائه شده است.



شکل ۱: تصویر شماتیکی دستگاه تولید آب مغناطیسی

زمان و مقدار آب آبیاری بصورت یکسان برای همه‌ی تیمارها اعمال گردید. قرائت تعداد گیاهچه‌ها در همه گلدان‌ها (۳۰ عدد) بصورت روزانه صورت پذیرفت. صفات مورد ارزیابی در این تحقیق شامل درصد و سرعت ظهور گیاهچه بود. جهت تعیین درصد ظهور گیاهچه‌ها از رابطه (۱) استفاده گردید.

$$EP = \frac{NG_d}{N} \quad (1)$$

به طوری که در رابطه (۲)، EP : درصد ظهور گیاهچه، NG_d : تعداد گیاهچه‌های ظاهر شده پس از روز چهاردهم، N : تعداد کل بذرهای کشت شده در هر گلدان می‌باشد. سرعت ظهور گیاهچه با احتساب تاریخ نخستین آبیاری به عنوان تاریخ کاشت و با استفاده از رابطه (۲) تعیین گردید (ارچارد، ۱۹۷۷).

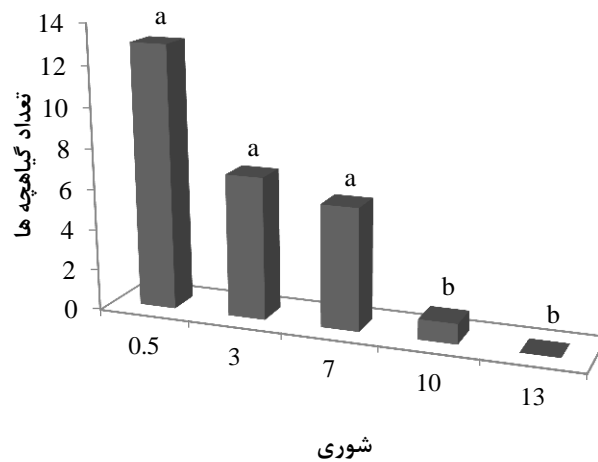
$$SER = \frac{EP}{D} \quad (2)$$

که در آن: SER : سرعت ظهور گیاهچه، EP : درصد ظهور نهایی گیاهچه، D : تعداد روز از کاشت تا پایان آزمایش می‌باشد. تجزیه و تحلیل داده‌ها توسط نرم‌افزار MSTATC و رسم نمودارها توسط نرم‌افزار Excel و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

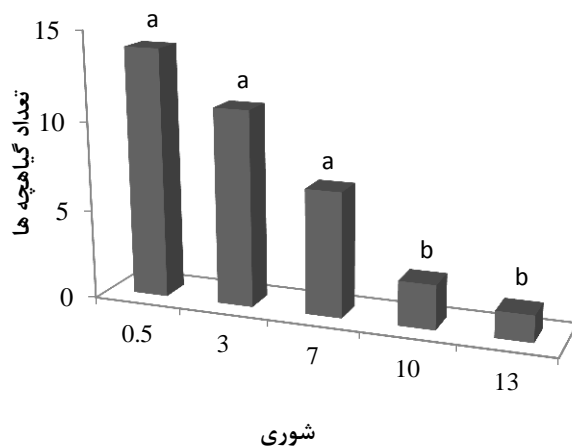
الف) اثر شوری آب آبیاری بر ظهور گیاهچه پنبه در شرایط غیرمغناطیس: نتایج تحقیق نشان داد که با افزایش شوری آب آبیاری تعداد گیاهچه‌های پنبه کاهش یافت بطوریکه با افزایش میزان شوری آب آبیاری از ۰.۵ به ۳ دسی زیمنس بر متر میزان گیاهچه‌ها ۴۶ درصد کاهش نشان داد (شکل ۲). سپس با افزایش شوری از ۳ به ۷ دسی زیمنس بر متر و با توجه به شکل ۲ میزان کاهش گیاهچه‌ها ۱۴ درصد بود. همچنین میزان ظهور گیاهچه پنبه ۶۰ درصد کاهش نشان داد زمانی که شوری آب آبیاری به ۷ دسی زیمنس بر متر افزایش یافت. روند کاهش ظهور گیاهچه با افزایش شوری ادامه یافت

تا جایی که ۸۳ درصد کاهش ظهور گیاهچه بر اثر افزایش شوری از ۷ به ۱۰ دسی زیمنس بر متر حاصل گردید. به عبارتی دیگر زمانی که میزان شوری آب آبیاری به ۱۰ دسی زیمنس بر متر افزایش یافت ۹۳ درصد کاهش میزان ظهور گیاهچه پنبه به وقوع پیوست. در نهایت با ادامه روند افزایش شوری آب آبیاری به ۱۳ دسی زیمنس بر متر گیاهچه‌ای مشاهده نگردید.



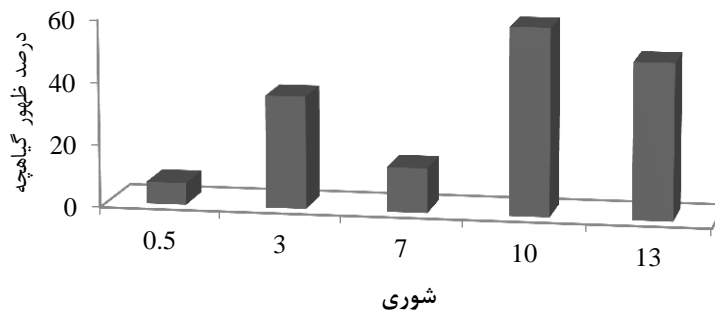
شکل ۲- اثر شوری‌های مختلف آب آبیاری بر تعداد گیاهچه‌ها در حالت غیر مغناطیس

ب) اثر شوری آب آبیاری بر ظهور گیاهچه پنبه در شرایط مغناطیس: با توجه به شکل شماره‌ی ۳ با افزایش شوری تحت تاثیر مغناطیس تعداد گیاهچه‌های پنبه کاهش نشان داد. به طوری که با افزایش شوری آب آبیاری از ۰.۵ به ۳ دسی زیمنس بر متر میزان گیاهچه‌ها ۲۱ درصد کاهش یافت، که این مقدار در آبیاری با آب معمولی ۴۶ درصد حاصل گردید. سپس با افزایش شوری از ۳ به ۷ دسی زیمنس بر متر و با توجه به شکل ۳ میزان کاهش گیاهچه‌های پنبه ۳۶ درصد گردید. آبیاری با آب مغناطیس با شوری ۷ دسی زیمنس بر متر باعث کاهش ۵۰ درصدی میزان ظهور گیاهچه گردید. بطوریکه اثر مغناطیس باعث ۱۰ درصد افزایش میزان ظهور گیاهچه در مقایسه با آب معمولی در شوری با آب آبیاری ۷ دسی زیمنس بر متر گردید.



شکل ۳- اثر شوری‌های مختلف آب آبیاری بر تعداد گیاهچه‌ها در حالت مغناطیس

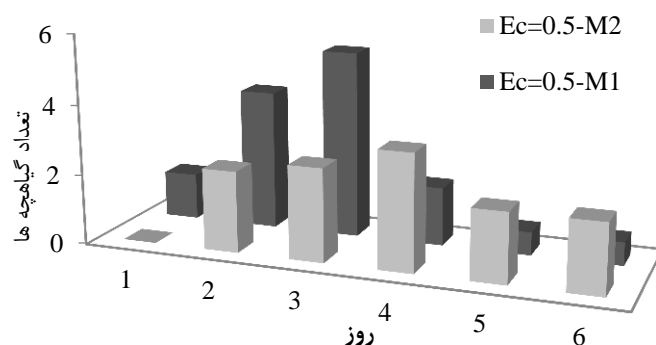
همچنین روند کاهش ظهور گیاهچه با افزایش شوری ادامه یافت به طوری که ۶۴ درصد کاهش ظهور گیاهچه بر اثر افزایش شوری از ۷ به ۱۰ دسی زیمنس بر متر پدید آمد. در حالیکه این میزان در آب معمولی ۸۳ درصد بود. با افزایش شوری تحت مغناطیس از ۱۰ به ۱۳ دسی زیمنس بر متر ۴۰ درصد کاهش میزان ظهور گیاهچه مشاهده گردید. همچنین کاهش میزان ظهور گیاهچه پنبه با آب آبیاری با شوری ۱۳ دسی زیمنس بر متر تحت مغناطیس ۸۹ درصد نسبت به تیمار شاهد تحت مغناطیس حاصل شد. در این مقدار شوری اثر مغناطیس باعث افزایش ۱۵ درصدی ظهور گیاهچه شد. (ج) تاثیر آب مغناطیس و غیر مغناطیس بر ظهور گیاهچه پنبه در شرایط شوری: با توجه به شکل ۴ اثر آب مغناطیس در تیمار با شوری ۰/۵ دسی زیمنس بر متر باعث افزایش ۷ درصدی میزان ظهور گیاهچه نسبت به آب معمولی گردید. بطوریکه این میزان در تیمار با شوری ۳ دسی زیمنس بر متر باعث افزایش ۳۶ درصدی میزان ظهور گیاهچه گردید. همچنین در تیمار با شوری ۷ و ۱۰ دسی زیمنس بر متر میزان افزایش ظهور گیاهچه به ترتیب ۱۴/۳ و ۶۰ درصد مربوط به آب مغناطیس نسبت به آب معمولی حاصل شد. اثر آب مغناطیس نسبت به آب معمولی در تیمار ۱۳ دسی زیمنس بر متر باعث افزایش ۵۰ درصدی ظهور گیاهچه گردید (شکل ۷).



شکل ۴- افزایش درصد ظهور گیاهچه در حالت آبیاری با آب مغناطیس نسبت به آب معمولی

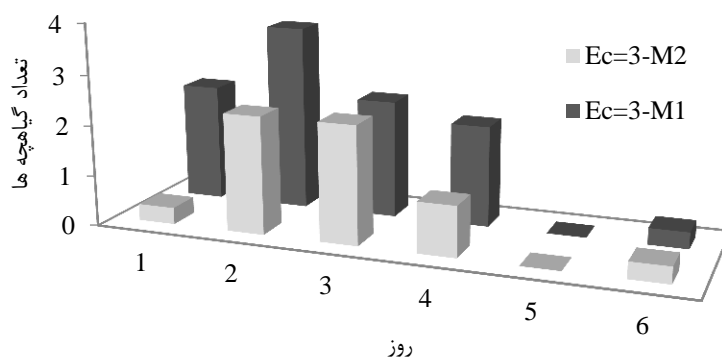
د) روند ظهور گیاهچه پنبه تحت تیمارهای مختلف شوری در شرایط مغناطیس و غیر مغناطیس: شکل‌های ۵ تا ۹ میزان ظهور گیاهچه بذور پنبه در روزهای مختلف پس از ظهور اولین گیاهچه را تحت اثر متقابل مقادیر مختلف شوری آب آبیاری، مغناطیس و غیر مغناطیس نشان می‌دهد. بطوری که در شکل ۵ مشاهده می‌گردد تعداد گیاهچه‌ها در تیمار مغناطیس و شاهد در روزهای دوم و سوم پس از ظهور اولین گیاهچه به حداکثر خود رسیده است. اثر آب مغناطیس باعث گردید که تعداد گیاهچه‌ها تا روز سوم پس از ظهور اولین گیاهچه به ۶۷ درصد کل (۱۰ گیاهچه از ۱۵ بذر کشت شده) برسد که این روند در شرایط غیر مغناطیس در روز ششم اتفاق افتاد. بطوریکه در روز سوم در شرایط غیر مغناطیس فقط ۳۳ درصد (۵ جوانه از ۱۵ بذر کشت شده) ظهور گیاهچه نمایان شد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که اثر مغناطیس بر ظهور گیاهچه در شرایط غیر شور می‌تواند باعث افزایش ۲ برابری سرعت ظهور گیاهچه‌ها نسبت به غیر مغناطیس گردد. علت افزایش سرعت ظهور گیاهچه می‌تواند ناشی از افزایش فعالیت هورمون اکسین در نتیجه افزایش تنفس و انرژی گردیده که باعث ایجاد تورم، جوانه‌زنی سریع‌تر و یکنواخت‌تر و در نهایت افزایش مقاومت به تنش‌ها بویژه تنش شوری می‌گردد (الاداجیان، ۲۰۰۷؛ مارینکوویچ، ۲۰۰۸). همچنین نتایج فوق با نتایج بدست آمده توسط داوی و همکاران (داوی و همکاران، ۲۰۰۹) مطابقت دارد بطوری که آن‌ها نشان دادند میدان‌های مغناطیسی می‌تواند فعالیت یونها و هم قطبی شدن مولکولهای دو قطبی را در سلولهای زنده تحت تأثیر قرار داده، بطوری که شدت پایین میدان مغناطیسی باعث افزایش سرعت جوانه‌زنی پنبه گردید. بذرهایی که از یک میدان مغناطیسی عبور داده می‌شوند، دچار تورم شده و در نتیجه فعالیت هورمون اکسین در این بذور افزایش می‌یابد. همچنین میزان تنفس در آن‌ها افزایش یافته و دارای انرژی و فعالیت زیادتری

شده که نتیجه ی آن جوانه‌زنی سریع تر و یکنواخت تر و ایجاد گیاهان مقاوم به تنش‌ها به خصوص تنش شوری است (بینان و همکاران، ۲۰۰۵).



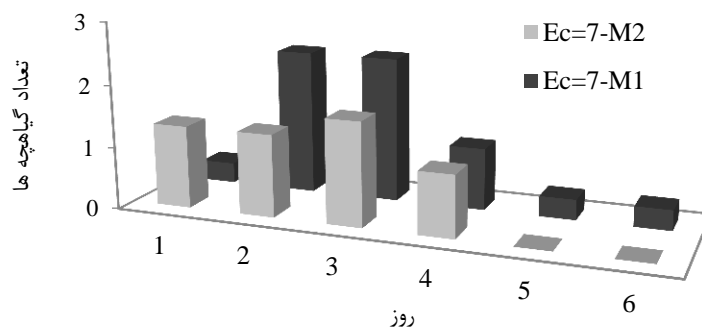
شکل ۵- تعداد گیاهچه‌ها در روزهای مختلف تحت شوری شاهد در حالت مغناطیس (M_1) و بدون مغناطیس (M_2)

شکل ۶ نشان می‌دهد که تعداد گیاهچه‌های پنبه در تیمار مغناطیس و شوری آب آبیاری ۳ دسی‌زیمنس بر متر در چهار روز اول پس از ظهور اولین گیاهچه به حداکثر خود ۶۹ درصد کل (۱۰ گیاهچه از ۱۵ بذر کشت شده) رسیده است. که این مقدار در شرایط غیر مغناطیس تا روز ششم نیز محقق نشد.



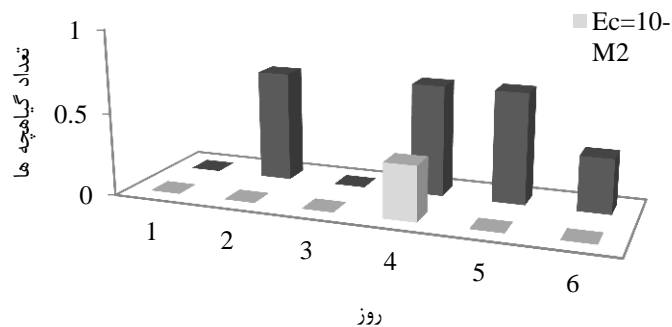
شکل ۶- تعداد گیاهچه‌ها در روزهای مختلف تحت شوری ۳ds/m در حالت مغناطیس (M_1) و بدون مغناطیس (M_2)

با توجه به شکل ۷، میانگین تعداد گیاهچه‌ها درسه تکرار در تیمار مغناطیس و شوری آب آبیاری ۷ دسی زیمنس بر متر در چهار روز اول پس از ظهور اولین گیاهچه به حداکثر خود ۴۰ درصد کل (۶ گیاهچه از ۱۵ بذر کشت شده) رسیده است. که این مقدار در شرایط غیر مغناطیس تا روز ششم نیز محقق نشد. بعلاوه، ظهور گیاهچه بعد از روز چهارم در تیمار غیر مغناطیس مشاهده نگردید در حالی که در تیمار مغناطیس ظهور گیاهچه‌ها تا روز ششم نیز ادامه داشت.



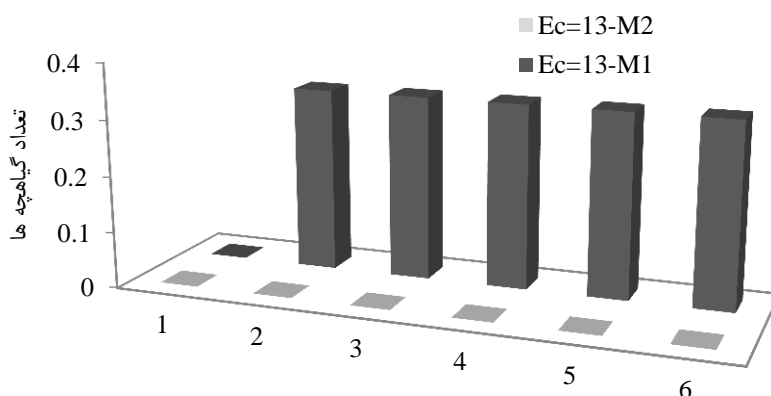
شکل ۷- تعداد گیاهچه‌ها در روزهای مختلف تحت شوری ۷ds/m در حالت مغناطیس (M_1) و بدون مغناطیس (M_2)

نتایج حاصل در شکل ۸ نشان می‌دهد که میانگین تعداد گیاهچه‌ها در میانگین سه تکرار در شوری آب آبیاری ۱۰ دسی زیمنس بر متر و در شرایط غیر مغناطیس ظهور گیاهچه تا روز ششم بعد از ظهور اولین گیاهچه تنها فقط ۲/۲ درصد بود در حالی که در تیمار مغناطیس در شرایط مشابه این مقدار به ۱۵/۶ درصد رسید که تقریباً در همه روزها ظهور گیاهچه مشاهده گردید.



شکل ۸- تعداد گیاهچه‌ها در روزهای مختلف تحت شوری ۱۰ds/m در حالت مغناطیس (M_1) و بدون مغناطیس (M_2)

شکل ۹ میانگین تعداد گیاهچه‌ها در سه تکرار در تیمار مغناطیس و غیر مغناطیس با شوری آب آبیاری ۱۳ دسی زیمنس بر متر را نشان می‌دهد. بطوری‌که در شرایط غیر مغناطیس، ظهور گیاهچه مشاهده نگردید در حالی که ظهور گیاهچه‌ها در تیمار مغناطیس در همه روزها بصورت یکنواخت و پس از پایان شش روز پس از ظهور اولین گیاهچه میزان ظهور گیاهچه به ۱۱ درصد رسید.



شکل ۹- تعداد ظهور گیاهچه‌ها در روزهای مختلف تحت شوری ۱۳ds/m در حالت مغناطیس (M_1) و بدون مغناطیس (M_2)

چنین به نظر می‌رسد که در شوری‌های بالا با استفاده از آب مغناطیس می‌توان درصد ظهور گیاهچه را افزایش داده که در نهایت باعث افزایش تراکم کشت و عملکرد خواهد شد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها در (جدول ۳) نشان می‌دهد که اثر مغناطیس در تمامی صفات مورد بررسی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار می‌باشد. اثر شوری بر سرعت ظهور گیاهچه در سطح احتمال ۱٪ و بر درصد ظهور گیاهچه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول شماره ۳). با توجه به کمیت چولگی و کشیدگی از انحراف استاندارد به ترتیب به میزان ۰/۴- و ۰/۷۶، متغیرها از توزیع نرمال برخوردار می‌باشند. همچنین اثر متقابل شوری و مغناطیس بر درصد ظهور گیاهچه و سرعت ظهور گیاهچه بسیار معنی‌دار ($P < 0.01$) بود (جدول ۳).

جدول ۳- تجزیه واریانس سرعت و درصد ظهور گیاهچه تحت تاثیر مقادیر مختلف شوری آب و مغناطیس

درصد ظهور گیاهچه	سرعت ظهور گیاهچه	درجه آزادی	نتایج تغییرات
۴/۸۱۶ *	۶۳۶۵/۲۴۵ **	۴	شوری (Salinity)
۲۱/۶۲۴ **	۱۸۰۹/۱۶۸ **	۱	مغناطیس (Magnetic)
۱۳/۱۳۹ **	۱۱۸/۶۷۴ **	۴	شوری × مغناطیس (Salinity × Magnetic)
۱/۹۳	۱۴۰/۶۹۶	۲۰	درصد خطا (Error)
۲۳/۸	۲۶/۷		ضریب تغییرات (%) (CV)

**، * و ns به ترتیب نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح یک درصد، پنج درصد و عدم تفاوت معنی دار می باشد.

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین مقادیر درصد ظهور گیاهچه و سرعت ظهور گیاهچه که معیاری از رشد اولیه و سریع گیاهچه‌ها می باشد، در شرایط آب مغناطیس اتفاق افتاد (جدول ۴). مقایسه میانگین اثرات ساده و متقابل شوری و آب مغناطیس برای صفات مورد بررسی با روش دانکن انجام شد و نتایج آن در جدول ۴ ارائه شده است.

جدول ۴: تاثیر شوری و آب مغناطیس شده بر سرعت و درصد ظهور گیاهچه بذرها

درصد زودرسی	تعداد گیاهچه‌ها	تیمارهای	
۸۲/۲ ^a	۵/۲۶ ^a	S ₁ :0.5	شوری (ds/m)
۵۷/۸ ^b	۴/۷۶ ^{ab}	S ₂ :3.0	
۴۰/۰ ^c	۴/۶۴ ^{ab}	S ₃ :7.0	
۸/۹ ^d	۳/۷۸ ^{ab}	S ₄ :10	
۵/۵ ^d	۳/۰ ^b	S ₅ :13	
۴۶/۷ ^a	۵/۱۴ ^a	M ₁ : مغناطیس	تیمارهای مغناطیس
۳۱/۱ ^b	۳/۴ ^b	M ₂ : غیر مغناطیس	
۸۸/۸۹ ^a	۵/۸۴ ^a	T ₁ : S ₁ × M ₁	
۷۵/۵۶ ^a	۵/۶۸ ^a	T ₂ : S ₁ × M ₂	
۷۳/۳ ^a	۴/۶۱ ^a	T ₃ : S ₂ × M ₁	
۴۲/۰ ^b	۴/۹۲ ^a	T ₄ : S ₂ × M ₂	
۴۴/۴ ^b	۴/۶۸ ^a	T ₅ : S ₃ × M ₁	
۳۵/۵ ^{bc}	۴/۶۰ ^a	T ₆ : S ₃ × M ₂	
۱۵/۵ ^{cd}	3/۵ ^a	T ₇ : S ₄ × M ₁	
۲/۳ ^d	۲/۰ ^b	T ₈ : S ₄ × M ₂	
۱۱/۱ ^d	0.6 ^b	T ₉ : S ₅ × M ₁	
. ^d	. ^b	T ₁₀ : S ₅ × M ₂	

اعداد با حروف نامشابه در هر ستون و هر تیمار دارای اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد می باشد.

مقایسه میانگین داده‌ها در تیمارهای مختلف شوری نشان داد که با افزایش شوری درصد و سرعت ظهور گیاهچه کاهش یافته به طوری که درصد زودرسی حساس تر از تعداد گیاهچه‌ها بود (جدول ۴). با توجه به جدول ۴ مشاهده گردید که بیشترین تعداد گیاهچه و درصد زودرسی در تیمار با شوری ۰/۵ (ds/m) و تحت مغناطیس حاصل شد. با افزایش تنش شوری درصد زودرسی بشدت کاهش یافت، بطوری که از ۸۲ درصد به ۵/۵ درصد به ترتیب مربوط به تیمار شاهد و ۱۳ دسی زیمنس بر متر بود (جدول ۴). با توجه به نتایج آزمایش تعداد گیاهچه‌ها حساسیت بیشتری به تنش شوری نسبت به درصد زودرسی دارد.

مقایسه میانگین‌های اثر متقابل شوری و مغناطیس بر روی صفات مورد بررسی نشان داد که بیشترین و کمترین تعداد گیاهچه‌ها و درصد زودرسی به ترتیب مربوط به تیمار (T₁)، بدون شوری و مغناطیس و تیمار (T₁₀)، شوری ۱۳ دسی زیمنس بر متر در شرایط غیر مغناطیس بود (جدول ۴). تورهان و ایاز (۲۰۰۴) نشان دادند که افزایش سطوح شوری با اثر بر روی تقسیم سلولی و متابولیسم گیاه، جوانه زنی گیاهچه را کاهش می دهد. همچنین بررسی‌های شهید و همکاران (۲۰۱۱) در گیاه نخود فرنگی، کایا و آپیک (۲۰۰۳) در گلرنگ، محمد و همکاران (۲۰۰۲) در آفتابگردان نشان داد که درصد جوانه زنی با افزایش تنش شوری کاهش می یابد. مصطفوی و حیدریان (۲۰۱۳) در آزمایشی به منظور تاثیر مقادیر مختلف شوری بر روی صفات مرتبط با جوانه زنی چهار رقم آفتابگردان نشان دادند که صفات مختلف شامل درصد جوانه زنی، سرعت جوانه زنی، طول گیاهچه، وزن تر گیاهچه، وزن خشک ریشه چه و بنیه بذر با افزایش شوری در تمام ارقام کاهش یافت.

نتیجه‌گیری

به طور کلی نتایج نشان داد که آب مغناطیسی می‌تواند در شوری‌های بیش از حد آستانه تحمل گیاه پنبه در مرحله جوانه‌زنی باعث افزایش تعداد گیاهچه‌ها و تسریع در فرآیند ظهور گیاهچه در گلدان‌ها گردد در حالی که در شوری‌های ۱۰ و ۱۳ دسی زیمنس بر متر در شرایط غیر مغناطیس ظهور گیاهچه مشاهده نگردید. که این افزایش ظهور گیاهچه بر اثر تاثیر مغناطیس می‌تواند ناشی از تغییرات متابولیکی گیاه شامل افزایش سرعت واکنش‌های بیولوژیکی، قطبی شدن عناصر و مواد در گیاه، اثر بر روی رفتار آب در گیاه، افزایش قدرت جذب آب و مواد غذایی، قابل دسترس شدن عناصر و مواد در خاک و افزایش فعالیت یون‌ها باشد. همچنین اثر متقابل شوری و مغناطیس بر درصد ظهور گیاهچه و سرعت ظهور گیاهچه در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها نیز بیانگر اثر مثبت آب مغناطیس بر درصد و سرعت ظهور گیاهچه بود.

سپاسگزاری

نویسندگان از جناب آقای دکتر محمد شبانی ریاست محترم مرکز آموزش عالی کاشمر به دلیل فراهم نمودن اعتبارات و امکانات لازم جهت اجرای این پژوهش تشکر و قدردانی می نمایند.

منابع

1. Abedinpour, M., and Rohani, E. 2016. Effects of magnetized water application on soil and maize growth indices under different amounts of salt in the water. *Journal of Water Reuse and Desalination*, 7(3): 319-325.
2. Aladjadjian, A. 2007. The use of physical methods for plant growing stimulation in Bulgaria. *Journal of Central European Agriculture*, 8: 369-380.
3. Anaghali, A. 2008. Salinity tolerance indexes in three cotton cultivars (*Gossypium hirsutum* L.). *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*, 15: 1-9. (in Persian with English Abstract).
4. Banejad, H., Mokari Gahroodi, E., Esnaashari, M., and Liaghat, A.M. 2013. Assessment of The Interaction of Magnetic Water and Salinity on Yield and. *Iranian Journal of Irrigation and Drainage*, 7(2): 178-183. (in Persian with English Abstract).
5. Dhawi, F., Al-Khayri, J.M., and Hassan, E. 2009. Static magnetic field influence on elements composition in date palm (*Phoenix dactylifera* L.). *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 5(2): 161-166.
6. Hamidi, A., Mirghasemi, S.J., Mehr Avar, M., Askari, V., and Hasani, M. 2015. Effect of production region, ginning and delinting on Sahel cotton (*Gossypium hirsutum* L.) cultivar seed germination and seedling vigor. *Iranian Journal of Cotton Researches*, 3(1): 49-68. (in Persian with English Abstract).
7. Hillal, M.H. and Hillal, M.M. 2000a. Application of magnetic technologies in desert agriculture. 1- Seed germination and seedling emergence of some crop in a saline calcareous soil. *Egyptian Journal of Soil Science* 40: 413-421.
8. Houshyarfard, M., and Alishah, O. 2008. Effect of triadimenol on salinity stress resulted from sodium chloride in seedling stage of cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Pazjoughesh-va-Sazandegi*, 21(1): 165-172. (in Persian with English Abstract).
9. Ijaz, B., Jatoi, S.A., Ahmad, D., Masood, M.S., and Siddiqui, S.U. 2012. Changes in germination behavior of wheat seeds exposed to magnetic field and magnetically structured water, *African Journal of Biotechnology*, 11(15): 3575-3582.
10. Kaya, M., and Ipek, D.A. 2003. Effects of different soil salinity levels on germination and seedling growth of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 27: 221-227.

11. 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.
12. Marinkovic, B., Grujic, M., Marinkovic, D., Crnobarac, J., Marinkovic, J., Jacimovic, G. and Mircov, V. 2008. Use of biophysical methods to improve yields and quality of agricultural productions. *Journal of Agricultural Science*, 53: 3-15.
13. Meiqiang, Y., Mingting, H., Buzhou, M. and Tengcar, M. 2005. Stimulating effects of seed treatment by magnetized plasma on tomato growth and yield. *Journal of Plasma Science and Technology*, 7: 3143-3147.
14. Mohammed, M., Benbella, M., and Talouizete, A. 2002. Effect of sodium chloride on sunflower (*Helianthus annuus* L.) seed germination. *Helia*, 25 (37): 51-58.
15. Mostafavi, KH., And Heidarian, A.R. 2013. Effects of different salinity levels on germination indices in four sunflower varieties. *Iranian Journal of Agronomy and Plant Breeding*, 8(4): 123-131. (in Persian with English Abstract).
16. Rezaei Asl, A., Nowrouziah, Sh., Daz, F., and Shahabi, A.H. 2012. Effect of direct magnetic field intensity on cotton seed germination. *The First International Conference on Science, Industry & Trade of Cotton*, Gorgan, Iran. (in Persian).
17. Roshani, Gh., Gharanjiki, A., and Mirghasemi, S.J. 2015. Evaluation and Comparison of Salinity Tolerance of Several Cotton Genotypes in a Saline Soil. *Iranian Journal of Cotton Researches*, 2(2), 13-26. (in Persian with English Abstract).
18. Sadeghipour, O., and Aghaei, P. 2014. Investigation the effect of drought stress and magnetized water on yield and yield components of mung bean, *Iranian Journal of Agronomy Research*, 6(1): 79-87. (in Persian with English Abstract).
19. Shahid, M., Pervez, M.A., and Ashraf, M.Y. 2011. Characterization of salt tolerant and salt sensitive pea (*Pisumsativum* L.) genotypes under saline regime. *Pakistan Journal of life and Social Sciences*, 9 (2). 145-152.
20. Tafvisi, F., Sheidaei, M., and Farahani, F. 2011. Investigation of Genetic Diversity in Cotton Cultivars using RAPD Markers. *New Cellular and Molecular Biotechnology Journal*, 1(1): 7-14. (in Persian with English Abstract).
21. Turhan, H., and Ayaz, C. 2004. Effect of salinity on seedling emergence and growth of sunflower (*Helianthus annuus* L.) cultivars. *International Journal of Agriculture and Biology*, 6(1): 149-152.
22. Yinan, Y., Yuan, L., Yongqing, Y. and Chunyang, L. 2005. Effect of seed pretreatment by magnetic field on the sensitivity of cucumber (*Cucumissativus*) seedlings to ultraviolet-B radiation. *Environmental and Experimental Botany*, 54: 286-294.