بررسی تأثیر آب شور مغناطیسی شده بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه فلفل سبز

مرضیه محمدیان[1*]، روح اله فتاحی[2] و محمدرضا نوری امامزاده ئی[3]

۱*- نویسنده مسئول، دانش آموخته کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد
۲- دانشیار گروه آب دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد
۳- دانشیار گروه آب دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد

تاریخ دریافت: ۹۳/۹/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۴/۲/۲۸

چکیده

در مناطق خشک و نیمه خشک محدودیت دسترسی به منابع آب غیر شور برای تولیدات کشاورزی، باعث شده که آب شور منبع بسیار مهمی برای آبیاری در این مناطق شود. گفته شده که با استفاده از فناوری مغناطیس و عبور آب شور از میدان مغناطیسی می‌توان به بهبود عملکرد محصول در شرایط شور کمک نمود. در این راستا به منظور بررسی تأثیر عبور آب شور از میدان مغناطیسی بر ویژگی‌های رشد و اجزای عملکرد گیاه فلفل سبز، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با شش تیمار و در سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد در تابستان سال ۱۳۹۲ اجرا شد. تیمارها شامل دو سطح آب (مغناطیسی و غیر مغناطیسی) و شوری در سه سطح (۰/۳، ۲/۳، ٤/۲ دسی زیمنس بر متر) بود. بررسی‌ها نشان داد که آب مغناطیسی باعث افزایش ۱۲، ۱۹ و ۳۳ درصدی عملکرد کل میوه به ترتیب در آب آبیاری با شوری ۰/۳، ۲/۳ و ٤/۲ دسی زیمنس بر متر شد. همچنین نتایج نشان داد که همه اجزای عملکرد شامل وزن تر و خشک برگ، ساقه، ریشه و حجم ریشه در تیمار آب با شوری ۰/۳ دسی زیمنس بر متر دارای بیشترین مقادیر نسبت به دو تیمارشوری دیگر شد. آب مغناطیس باعث افزایش ۱۵ و ۱۱ درصدی در وزن تر ساقه در شوری ۲/۳ و ٤/۲ دسی زیمنس بر متر نسبت به سطوح غیر مغناطیس خود شد.

کلید واژه ها: آب شور، آب مغناطیسی، فلفل سبز، عملکرد ، ریشه.

Investigation the Effect of Magnetic Salt Water on Yield and Yield Components of Green Pepper

M. Mohammadian[1*], R. Fatahi[2] and M. R. Nouri Emamzadei[3]

1*- Former MSc Student, Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture, Shahrekord University
2- Associate Professor, Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture, Shahrekord University
3- Associate Professor, Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture, Shahrekord University

Received:14 December 2014 Accepted:18 May 2015

Abstract

In arid and semi-arid regions due to restriction of access to fresh water resources for agricultural production, the major source of irrigation water is salt water. It was argued that the use of magnetic technology and salt water pass through a magnetic field can be helped to improve crop yield where salt water is used. In this regard to investigate effect of salt water passes through the magnetic field on the growth characteristics and yield components of green pepper, an experiment was conducted as completely randomized with split plot design by six treatments and three replications at University of Shahrekord in the summer of 2013. Treatments included two water levels (magnetic and non-magnetic) and salinity at three levels (0.3, 2.3 and 4.2 dS/m). The results showed that magnetic water increases of 12, 19 and 33 percent of the total fruit yield in irrigation water with salinity respectively 0.3, 2.3 and 4.2 dS/m. Also all yield components of the including fresh and dry weight of leaves, stems, roots and root volume of treated water with salinity of 0.3 dS/m highest values than the two others. Magnetic water increases 15 and 11 percent in the weight of stems in salinity of 2.3 and 4.2 dS/m than other non-magnetic levels of its.

Keywords: Salt water, Magnetic water, Green pepper, Yield, Root.

مقدمه

کمبود آب در نواحی خشک، مهمترین عامل محدود کننده توسعه کشاورزی است. تجارب نشان داده است که کمبود آب همیشه با کاهش کیفیت آب همراه است (کیانی و همکاران، ۱۳۸۷). برای تأمین روز افزون مواد غذایی در دنیا نیز چاره‌ای به جز استفاده از آب‌های با کیفیت پایین یا آب‌های غیرمتعارف وجود ندارد (بی نام، ۲۰۰۳). به علت محدودیت منابع آب مناسب در مناطق خشک و نیمه‌خشک، آب شور و لب‌شور منبع بسیار مهمی برای آبیاری در این مناطق است. از جمله تنش‌های محیطی که از نظر تأثیرگذاری بر روی گیاهان بسیار حائز اهمیت است تنش شوری است. شوری یکی از تنش‌های غیرزنده است که در مناطق وسیعی از دنیا وجود دارد و عامل کاهش رشد و تولید گیاهان است و در شرایط طبیعی ممکن است به صورت ضعیف، ملایم یا حاد بروز کند. گیاهانی که بتوانند در مناطق شور مورد بهره‌برداری قرار گیرند از اهمیت فراوانی برخوردار هستند. برای این که تولیدات کشاورزی با استفاده از آب‌های شور پایدار باشند باید اثر نامطلوب آن کاملاً شناخته شده باشد و فرآیند شوری تحت کنترل درآید (کیانی، ۱۳۸۸). استفاده از این نوع آب‌ها که به عنوان آب‌های نامتعارف نام برده می‌شود در عملیات آبیاری، باعث خسارت خاک شده و تولید محصول را نیز کاهش می‌دهد. با توجه به اهمیت آب و کمبود آن در کشور، استفاده از منابع آب به صورت صحیح و کاربرد آب‌های نامتعارف یکی از مهمترین اهداف در بخش کشاورزی است. بنابراین هر شرایطی که بتواند با مصرف مقدار مشخص آب، عملکرد گیاه را نسبت به شرایط معمولی افزایش دهد یا باعث شود که بتوان از آب‌های نامتعارف بدون هیچ مشکلی برای آبیاری گیاهان استفاده کرد، می‌تواند به عنوان یک راهکار مهم در جهت مدیریت مصرف آب آبیاری تلقی گردد. در این راستا یکی از راهکارهایی که در سال‌های اخیر در عملیات آبیاری به منظور استفاده از آب‌های نامتعارف مورد استفاده قرار می‌گیرد عبور دادن آب آبیاری از یک میدان مغناطیسی می‌باشد. آب مغناطیس آبی است که از یک دستگاه که دارای هسته مغناطیس است، عبور می‌کند (بوندرانکو و گاک[1]، ۱۹۸۴).

بررسی منابع نشان می‌دهد که با استفاده از فناوری مغناطیس و عبور آب شور از میدان مغناطیسی می‌توان به بهبود عملکرد محصول در شرایط شور کمک نمود. تاکنون انواع متنوعی از تصفیه کننده‌های مغناطیسی توسط شرکت‌های مختلف ساخته شده و عرضه شده است. با وجود تنوع شکل و ساختار، مکانیسم عملکرد این دستگاه‌ها تقریباً یکسان است. بدین صورت که میدان مغناطیسی ایجاد شده در دستگاه هنگام عبور سیال از آن، روی سیال اعمال می‌شود (هرزوگ و همکاران[2]، ۱۹۸۹). گروال و ماهشواری[3] (۲۰۱۱) گزارش کردند که با توجه به تیمار مغناطیسی، برخی از تغییرات در خواص فیزیکی و شیمیایی آب که عمدتاً پیوند هیدروژنی، قطبیت، کشش سطحی، هدایت، اسیدیته و حلالیت نمک‌ها رخ می‌دهد و ممکن است این تغییرات در خواص آب، تأثیر بر رشد گیاهان بگذارد. آن‌ها نتیجه گرفتند که کاهش در اسیدیته آب و افزایش هدایت الکتریکی در آب تیمار مغناطیسی ممکن است به علت تغییرات در پیوند هیدروژنی و افزایش تحرک پذیری یون‌ها باشد. اثر و خاصیت آب مغناطیسی از ده‌ها دقیقه تا صدها ساعت گزارش شده است (کوی و کاس[4]، ۲۰۰۰). گیولاخمدف و سیدالیف[5] (۱۹۹۱)در مزارع با خاک نسبتا شور در منطقه بیلورانس در آذربایجان آزمایش‌هایی را انجام دادند. وزن خشک گیاه پنبه در مرحله رسیدگی از ۱۵۱/۲ گرم در تیمار غیر مغناطیسی به ۱۶۲/۶ گرم در تیمار مغناطیسی افزایش یافت. محصول پنبه با چهار بار آبیاری از ۳/۰۸–۲/۹۹ به ۳/۳۹–۳/۳۷ تن در هکتار و با پنج بار آبیاری از ۳/۸۶–۳/۶۳ تن در هکتار افزایش یافت. به عقیده آن‌ها این افزایش بازده محصول به دلیل زدودن یون‌های سمی خاک توسط آب مغناطیسی صورت گرفته است. مطالعات انجام شده نشان داد که افزایش در تعداد گل، زودرسی و عملکرد میوه توت فرنگی و گوجه فرنگی با استفاده از میدان‌های مغناطیسی وجود دارد (دانیلوف و همکاران[6]، ۱۹۹۴؛ استیکن و توران[7]، ۲۰۰۴). افزایش جذب مواد مغذی تیمار مغناطیسی نیز در گوجه فرنگی مشاهده شد (دوارت دیاز و همکاران[8]، ۱۹۹۷). همچنین افزایش قابل توجهی در میزان جذب آب و افزایش وزن کل کاهو زمانی که با آب مغناطیسی آبیاری شده گزارش شده است (رنیا و همکاران[9]، ۲۰۰۱). گزارش‌ها نشان داده‌اند که میدان الکترومغناطیسی خارجی مطلوب، در تسریع رشد به خصوص در دانه، درصد جوانه زنی و سرعت سبز شدن موثر است (آمایا و همکاران[10]، ۱۹۹۶؛ پودلئونی و همکاران[11]، ۲۰۰۴). اصفهانی و همکاران (۱۳۸۳) اظهار داشتند آبیاری بذور کلزا با آب مغناطیسی، درصد و سرعت جوانه زنی بذور، وزن تر گیاهچه، تعداد دانه در خورجین و عملکرد دانه را افزایش داد. آب مغناطیسی شده باعث جوانه زدن سه برابر گندم در آزمایش‌های هیلال و هیلال[12](۲۰۰۰) گزارش شده است. ماهشواری و گروال[13](۲۰۰۹) کیفیت‌های مختلف آب را از میدان مغناطیسی عبور داده و تأثیر آن را بر روی عملکرد کرفس و دو گونه نخود در شرایط آزمایش

1- Bondarenko and Gak
2- Herzog *et al.*
3- Grewal and Maheshwari
4- Coey and Cass
5- Gyulakhmedov and Seiidaliev
6- Danilov *et al.*
7- Esitken and Turan
8- Duarte Diaz *et al.*
9- Renia *et al.*
10- Amaya *et al.*
11- Podleoeny *et al.*
12- Hilal and Hilal
13- Maheshwari and Grewal

گلدانی مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاصل از بررسی این محققین نشان داد که تأثیر تیمار آب مغناطیسی شده بسته به منبع آب و نوع گیاه متفاوت است. آنان نشان دادند که در حالی که تأثیر آب مغناطیسی بر عملکرد کرفس قابل توجه بود، این تیمار تأثیر معنی‌دار بر افزایش یکی از گونه‌های نخود نداشت. قدوس و هوزایین[1](۲۰۱۰) بیان کردند که آب مغناطیسی شده را می‌توان برای افزایش عملکرد محصول، تسریع در جوانه زنی بذر و برای سلامت دام مورد استفاده قرار داد. رشد و توسعه در گیاهان به‌طور معمول تحت تأثیر رنگدانه‌های فتوسنتزی می‌باشد. میدان مغناطیسی باعث القاء تغییرات بیوشیمیایی گشته و می‌تواند به عنوان یک محرک رشد از طریق تاثیر بر روی رنگدانه‌های فتوسنتزی عمل نماید (فاتن و الخیری[2]، ۲۰۰۹). کاربرد میدان مغناطیسی سبب عبور آسان آب و مواد از غشای سلول گیاهی می‌شود (الگوزری و یائو[3]، ۲۰۰۶) که رشد بیشتر گیاه و افزایش عملکرد را در پی خواهد شد.

با این حال نتایج متفاوتی از تأثیر میدان مغناطیسی بر رشد ریشه برخی گیاهان گزارش شده است. به گفته ترکر و همکاران[4](۲۰۰۷) میدان مغناطیسی اگرچه باعث افزایش وزن خشک ریشه آفتابگردان گردید، اما تأثیر بازدارنده‌ای بر وزن خشک ریشه‌های اولیه ذرت داشت. دهقانی و همکاران (۱۳۸۶) با انجام آزمایش‌های مزرعه‌ای در مرکز تحقیقات کشاورزی یزد اعلام کردند که آبیاری با آب مغناطیسی روی گیاه گندم و همچنین بر روی راندمان مصرف آب تأثیر معنی‌دار نداشته است. همچنین رنجبر و همکاران (۱۳۹۱) نتیجه گرفتند که آب شوری که از جریان مغناطیسی عبور نموده است تأثیری بر بهبود عملکرد دانه گندم و یا درصد بوته‌های سبز شده نداشته است.

مروری بر مقالات نشان می‌دهد که احتمالاً اثر سودمند میدان مغناطیسی یا تیمار آن بر رشد گیاه و سایر پارامترهای مرتبط وجود دارد. با این حال، مطالعات در دسترس و استفاده از این تکنولوژی در کشاورزی بسیار محدود است. لذا هدف از مطالعه حاضر برای ارزیابی بررسی اثر آبیاری با آب مغناطیسی در سطوح شوری مختلف بر عملکرد و اجزای عملکرد فلفل سبز در شرایط گلخانه‌ای است.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی و شرایط رشد

به منظور بررسی تأثیر آب مغناطیسی و شوری بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه فلفل سبز آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با شش تیمار و در سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد در تابستان سال ۱۳۹۲ تحت شرایط کنترل شده محیطی با درجه حرارت روز و شب به ترتیب ۲۰ و ۱۵ درجه سانتی گراد انجام شد. فلفل یکی از منابع مهم عناصر غذایی در رژیم غذایی انسان و یک منبع خوب از ویتامین‌های A و C است (گویل و همکاران[5]، ۲۰۰۶). ابتدا نشاهای فلفل در سینی‌های نشا در بستر کوکوپیت تولید و سپس به داخل گلدان‌های پلاستیکی شماره ۱۰ با ارتفاع ۲۶ سانتی‌متر و قطر دهانه ۲۳ سانتی‌متر منتقل شدند. خاک بستر گیاه، حاوی مخلوط خاک، خاک‌برگ و کود حیوانی سرند شده به نسبت ۶۰، ۲۰، ۲۰ درصد بود. در کف تمامی گلدان‌ها سوراخ‌هایی جهت تخلیه آب اضافی و لایه‌ای ۵ سانتی‌متری از شن، تعبیه شد. قبل از اجرای آزمایش از مخلوط خاک گلدان نمونه‌برداری شد و برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک بستر تعیین گردید که نتایج آن در جدول (۱) نشان داده شده است. در هر گلدان سه نشا در سه رأس مثلث کشت شد که بعد از سبز شدن بوته‌ها و استقرار گیاه، بوته‌ها تنک شده و در نهایت یک بوته در هر گلدان باقی ماند. اعمال تیمارها پس از استقرار کامل نشا انجام شد. در طول فصل رشد عملیات داشت شامل آبیاری، مبارزه با آفات و علف‌های هرز برای تمامی گلدان‌ها به دقت انجام شد.

تهیه آب و مغناطیسی کردن آن

از آنجا که آب مورد نیاز در این تحقیق شامل سه سطح شوری ۰/۳، ۲/۳ و ۴/۲ دسی زیمنس بر متر (W_3,W_2,W_1) و دو سطح آب غیرمغناطیسی (M_0) و مغناطیسی (M_1) بود، لذا آب با شوری ۰/۳ دسی زیمنس بر متر از سیستم آب شرب دانشگاه شهرکرد و آب با شوری ۴/۲ دسی زیمنس بر متر از منابع آب‌های طبیعی شور و از منطقه‌ای در شهرستان نایین استان اصفهان تهیه شد. آب با شوری ۲/۳ دسی زیمنس بر متر از اختلاط دو نمونه آب با کیفیت متفاوت فوق‌الذکر به نسبت ۱:۱ به دست آمد. مشخصات آب‌های مورد استفاده در آزمایش در جدول (۲) ارائه شده است.

برای ایجاد میدان مغناطیسی و تحت تأثیر قرار دادن آب در مسیر تأمین آب برای سیستم آبیاری از آهنربای دائمی با شدت مغناطیس ۸۰۰ گاوس استفاده شد. در این روش با توجه به شکل (۱) مگنت‌هایی به دور لوله غیر فلزی و در خروجی منبع آب نصب می‌شوند.

با توجه به توصیه شرکت سازنده دو دستگاه به فاصله ۰/۵ متری از هم بر روی لوله پلی‌اتیلن به قطر ۱۶ میلی‌متر قرار گرفتند. زمان پایداری تاثیر تیمار مغناطیس تا ۴۸ ساعت توسط شرکت سازنده (شرکت پایا تجارت) گزارش شده است.

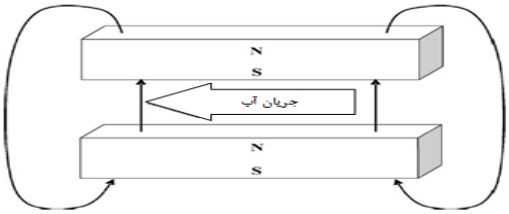
1- Qados and Hozayn
2- Faten and Al-Khayri
3- Algozari and Yao
4- Turker *et al*.
5- Guil *et al*.

جدول ۱- ویژگی های خاک گلدان‌ها

بافت	وزن مخصوص ظاهری (g/cm^3)	وزن مخصوص حقیقی (g/cm^3)	EC (dS/m)	pH -	CEC meq/kg
لوم-لوم شنی	۱/۲۶	۲/۶۲	۳/۲	۷/۵۷	۱۵/۴۳

جدول ۲- مشخصات آب مورد استفاده در آزمایش

کیفیت آب	EC (dS/m)	pH	میزان کاتیون و آنیون موجود در نمونه آب (meq/lit)							
			سدیم	منیزیم	کلسیم	پتاسیم	بی کربنات	سولفات	کلر	SAR
آب غیر شور	۰/۳۳	۷/۶۲	۴/۷	۲	۲/۸	۵/۲	۶	۲/۸	۴	۳/۰۳
آ ب لب شور (اختلاط)	۲/۳	۷/۶۰	۷۹/۱	۳	۱۱/۴	۳/۶۰	۸/۲	۷۷	۷/۴	۲۹/۹
آب شور	۴/۲	۷/۵۶	۱۵۵/۱	۳/۶	۲۱/۲	۲/۱	۱۰	۱۵۱/۷	۱۰/۸	۴۴/۴۰



شکل ۱- طرح کلی قرارگیری دستگاه‌های مغناطیسی و ایجاد میدان مغناطیسی

اندازه‌گیری، ثبت و تحلیل داده‌ها

در این تحقیق آزمایش‌ها به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با شش تیمار و در سه تکرار اجرا شد. تیمارها شامل نوع آب مغناطیسی و غیر مغناطیسی و شوری در سه سطح ۰/۳، ۲/۳، ۴/۲ دسی زیمنس بر متر بود.

در این آزمایش از سیستم آبیاری موضعی با استفاده از لوله اسپاگتی استفاده گردید. زمان و عمق آب آبیاری بر اساس نیاز آبی گیاه در دوره‌های مختلف محاسبه شد. برنامه‌ریزی آبیاری با هدف کاربرد آب به اندازه کافی و بازگشت خاک به ظرفیت زراعی در انتهای هر دور آبیاری بود. در طول دوره رشد گیاه عملیات داشت به صورت منظم و برداشت به صورت هفتگی انجام شده و طی آن میوه‌هایی با طول ۶ سانتی متر و بیشتر برداشت شدند.

طول میوه با خطکش وزن میوه‌ها (با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم)، میزان رطوبت و وزن خشک آن‌ها (با اندازه‌گیری وزن تر و وزن خشک شده در آون ۷۵ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸-۲۴ ساعت) سنجش گردید. در پایان فصل رشد نیز ویژگی‌های رشد گیاه ارتفاع بوته و قطر ساقه اصلی در تمام نمونه‌ها اندازه‌گیری شدند. همچنین اندام هوایی بوته‌ها از سطح خاک در محل طوقه گیاه، جدا شده و پس از انتقال گیاهان به آزمایشگاه، وزن تر و خشک کل ساقه و برگ‌های هر بوته توزین شد. برای اندازه‌گیری وزن ریشه با شستشوی ریشه به وسیله آب و جدا نمودن ریشه‌ها از خاک برای اندازه‌گیری‌های مورد نظر به آزمایشگاه انتقال یافته و وزن تر آن‌ها اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری حجم ریشه‌ها نیز به روش غوطه‌وری در آب و در یک ظرف مدرج استفاده شد (علیزاده، ۱۳۸۷). سپس هر کدام به صورت جداگانه در پاکت‌های مخصوص قرار گرفتند و به مدت ۴۸-۲۴ ساعت در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد خشک و توزین گردیدند. درصد ماده خشک بوته از حاصل تقسیم وزن خشک بوته به وزن تر آن به دست می‌آید (رابطه ۱) و بر حسب درصد بیان می‌گردد:

$$\text{درصدماده خشک} = \frac{\text{وزن خشک بوته}}{\text{وزن تر بوته}} \times 100 \qquad (۱)$$

در نهایت داده‌های برداشت شده در قالب طرح آزمایشی مورد استفاده به کمک نرم‌افزار SAS 9.1 تحلیل و نتایج آن تحلیل گردید. برای مقایسه میانگین تأثیر هر یک از تیمارها از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار فیشر (LSD) در سطح پنج درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

در این تحقیق تأثیر مغناطیسی شدن آب در سطوح مختلف شوری از طریق انعکاس تأثیر آن روی فرآیند رشد و عملکرد میوه گیاه فلفل سبز بررسی شده است که در ادامه نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل تیمارهای مختلف این طرح آزمایشی روی شاخص‌های یاد شده ارائه می‌شود.

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر آب مغناطیسی روی ویژگی‌های رشد گیاه فلفل

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		وزن تر (گرم)			وزن خشک (گرم)		
		ساقه	برگ	ریشه	ساقه	برگ	ریشه
نوع آب	۱	۲۳۳/۲۸**	۴۴/۴۹**	۳۸/۴۲**	۲/۹۶^{ns}	۰/۰۴^{ns}	۰/۰۰۶^{ns}
سطح شوری	۲	۱۹۴/۹۷**	۶۱/۴۴**	۸۲/۴**	۲۲/۳۱**	۳/۵۱^{ns}	۰/۶۹*
سطح شوری ╳ نوع آب	۲	۳۰/۰۸^{ns}	۵۲/۳**	۱۰/۶۴**	۴/۹۷*	۱۰/۲۲**	۰/۲۵^{ns}

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		بقیه پارامترها				
		درصد ماده خشک	نسبت وزن ریشه به اندام هوایی	حجم ریشه	ارتفاع گیاه	قطر ساقه اصلی
نوع آب	۱	۴/۸^{ns}	۰/۰۰۰۱۴^{ns}	۶۰/۵**	۶۴/۲۲^{ns}	۰/۰۱۳۳*
سطح شوری	۲	۵/۳^{ns}	۰/۰۰۱۵*	۹۵/۵۴**	۱۱/۲۹^{ns}	۰/۰۰۱۴^{ns}
سطح شوری ╳ نوع آب	۲	۸/۴۴*	۰/۰۰۱۲^{ns}	۹/۱۲^{ns}	۶۲/۵۱^{ns}	۰/۰۰۱۳^{ns}

**: معنی دار در سطح یک درصد، *: معنی دار در سطح پنج درصد، ns : غیر معنی دار

جدول ٤- تجزیه واریانس عملکرد میوه

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		تعداد کل میوه در دوره رشد	متوسط وزن تر میوه	متوسط وزن خشک میوه	متوسط طول میوه	وزن کل میوه در دوره رشد
سطح شوری	۲	۲۳۷/۵۱**	۰/۷۵**	۰/۰۰۲۶*	۰/۰۳۷^{ns}	۷۷۳۴/۴۴**
نوع آب	۱	۱۱۰/۰۱**	۰/۱*	۰/۰۰۰۰۷^{ns}	۰/۰۴۵^{ns}	۲۹۶۰/۲۱**
سطح شوری╳ نوع آب	۲	۴/۰۱^{ns}	۰/۰۲۴^{ns}	۰/۰۰۰۱۷^{ns}	۰/۰۴۱^{ns}	۵۰/۲۱^{ns}

**: معنی دار در سطح یک درصد، *: معنی دار در سطح پنج درصد، ns: غیر معنی دار

ویژگی های مرفولوژیکی گیاه

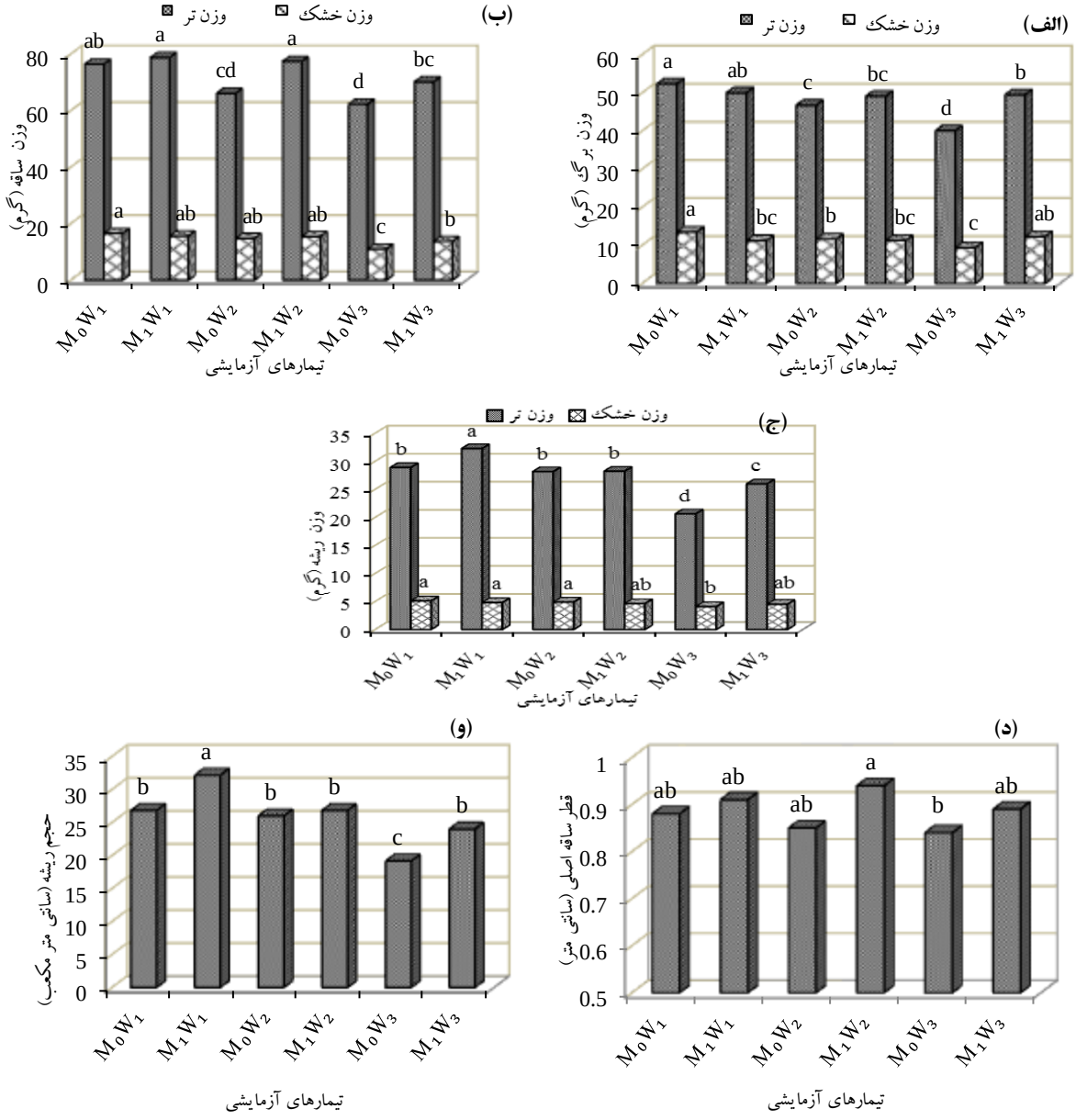
تأثیر تیمارهای مختلف طرح آزمایشی روی ویژگی‌های مورفولوژیکی گیاه در جدول (۳) آورده شده است. چنان‌که دیده می‌شود، مغناطیسی کردن آب آبیاری روی وزن تر ریشه، ساقه و برگ و همچنین حجم ریشه در سطح احتمال یک درصد و قطر ساقه اصلی با سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بوده و در اجزای دیگر عملکرد تأثیر معنی‌دار نداشته است. در تیمارهای شوری نیز نتایج نشان داد که سطح شوری روی تمام اجزای عملکرد به جز وزن خشک برگ، درصد ماده خشک و ارتفاع گیاه اثر معنی‌دار داشته است. همچنین اثر متقابل نوع آب و سطح شوری روی وزن تر برگ و ریشه، وزن خشک برگ و ساقه و درصد ماده خشک در سطح احتمال یک و پنج درصد معنی‌دار شده است.

مقایسه‌ی میانگین اجزای عملکرد تیمارهای مختلف آزمایشی در شکل (۲) ارائه شده است. تیمارهای دارای حروف مشترک، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد هستند. این نتایج نشان داد با افزایش شوری آب آبیاری میزان وزن تر و خشک برگ کاهش یافت به طوری که تیمار M_0W_1 بیشترین وزن تر و خشک برگ (۵۲/۳۳ و ۱۳/۵گرم) و تیمار M_0W_3 کمترین وزن تر و خشک برگ (۴۰/۳۷ و ۹/۴ گرم) را داشت . مقایسه میانگین‌ها افزایش معنی‌دار ۱۵ و ۱۱ درصدی را به ترتیب در وزن تر ساقه در آب مغناطیس ۲/۳ و ۴/۲ دسی زیمنس بر متر نسبت به سطح غیر مغناطیس خود نشان داد.

کنیا و پارسونز[1] (۲۰۰۵) با مطالعه اثر تیمارهای آبیاری با آب معمولی و مغناطیسی روی برخی از پارامترهای بازده گیاه، به این نتیجه رسیدند که آبیاری با آب مغناطیسی سبب می‌شود گیاه راحت‌تر کانی‌ها را از خاک دریافت کرده و در سیستم گیاه جریان سلولی بهتری انجام شود و به همین دلیل بازده محصول افزایش می‌یابد. هر گیاهی برای تولید و عملکرد بالا نیازمند رشد رویشی

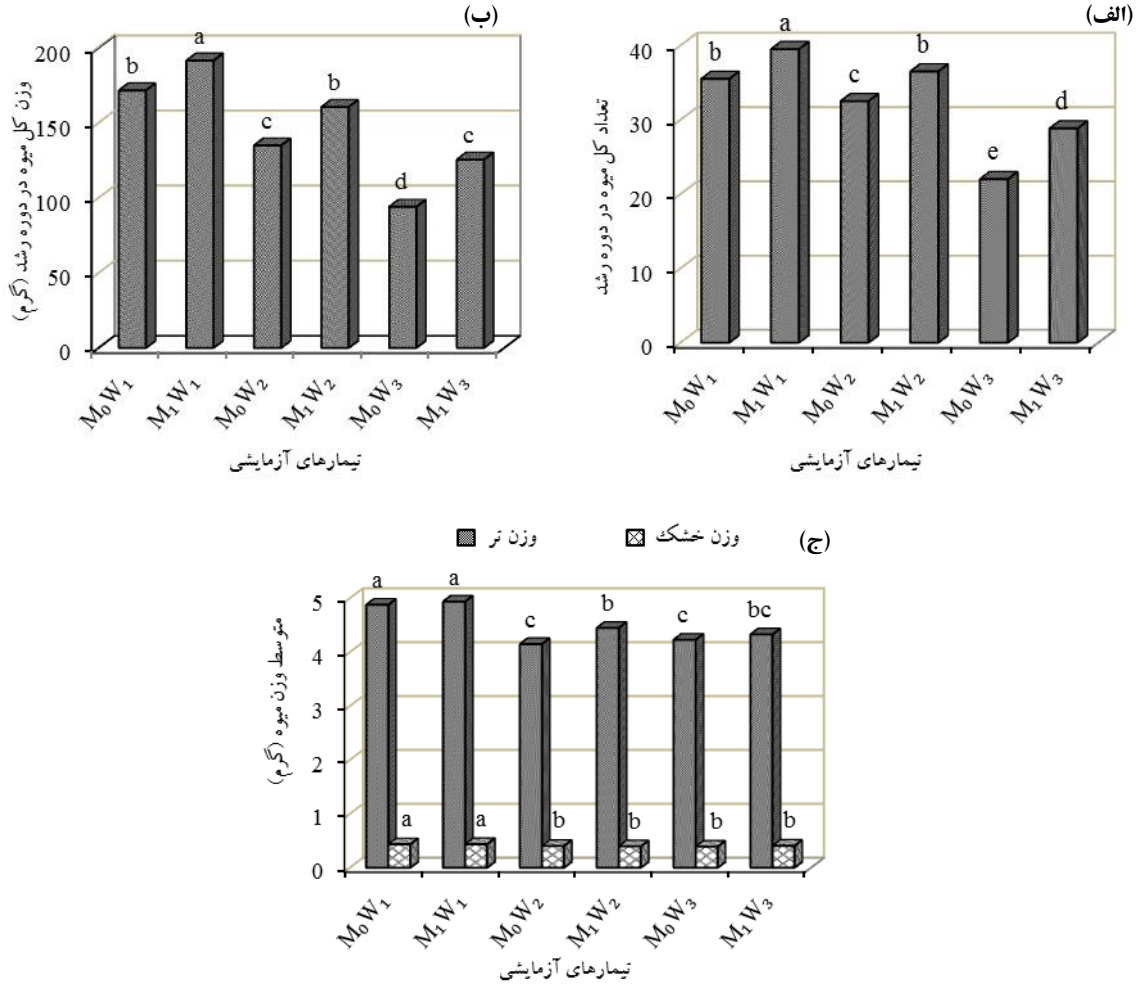
1- Kenya and Parsons

و داشتن ذخایر غذایی کافی است. این رشد مناسب درصورتی میسر خواهد شد که جذب بهینه و کافی آب و عناصر غذایی توسط ریشه‌ها انجام شود. آب مغناطیس باعث افزایش معنی‌دار وزن تر ریشه در شوری ۰/۳ و ۴/۲ دسی‌زیمنس بر متر شده است. با افزایش سطح شوری نیز حجم ریشه کاهش یافته است. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین میانگین وزن تر ریشه در تیمار آب M_1W_1 به میزان ۳۲/۲۶ گرم و کمترین مقدار (۲۰/۶۴ گرم) در تیمار M_0W_3 مشاهده شد. در بین تیمارهای آزمایشی، تیمار آب مغناطیسی بیشترین و آب غیر مغناطیسی کمترین اثر را روی قطر نهایی ساقه اصلی داشت. قطر نهایی ساقه اصلی در تیمارهای آب مغناطیس شده با شوری ۰/۳ دسی زیمنس بر متر و آب غیرمغناطیس با شوری ۴/۲ دسی زیمنس بر متر از لحاظ آماری متفاوت بود. تیمارهای M_1W_1 و M_0W_3 به ترتیب بیشترین و کمترین میزان حجم ریشه (۳۲/۱۶ و ۱۹/۱۶ سانتی‌متر مکعب) را به خود اختصاص دادند در واقع آب مغناطیس باعث افزایش۱۳درصدی حجم ریشه نسبت به سطح غیر مغناطیس خود شد. با افزایش شوری آب آبیاری از ۰/۳ تا ۴/۲ دسی‌زیمنس بر متر حجم ریشه کاهش یافت.



شکل ۲- مقایسه میانگین اجزای عملکرد تیمارهای مختلف آزمایشی

الف-وزن تر و خشک برگ، ب-وزن تر و خشک ساقه، ج-وزن تر و خشک ریشه، د-قطر ساقه، و-حجم ریشه



شکل ۳- مقایسه میانگین عملکرد گیاه فلفل در تیمارهای مختلف آزمایشی
الف-تعداد کل میوه، ب-وزن کل میوه، ج-وزن تر و خشک میوه

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین میانگین وزن تر ریشه در تیمار آب M_1W_1 به میزان ۳۲/۲۶ گرم و کمترین مقدار (۲۰/۶۴ گرم) در تیمار M_0W_3 مشاهده شد. در بین تیمارهای آزمایشی، تیمار آب مغناطیسی بیشترین و آب غیر مغناطیسی کمترین اثر را روی قطر نهایی ساقه اصلی داشت. قطر نهایی ساقه اصلی در تیمارهای آب مغناطیس شده با شوری ۰/۳ دسی زیمنس بر متر و آب غیرمغناطیس با شوری ۴/۲ دسی زیمنس بر متر از لحاظ آماری متفاوت بود. تیمارهای M_1W_1 و M_0W_3 به ترتیب بیشترین و کمترین میزان حجم ریشه (۳۲/۱۶ و ۱۹/۱۶ سانتی‌متر مکعب) را به خود اختصاص دادند در واقع آب مغناطیس باعث افزایش۱۳درصدی حجم ریشه نسبت به سطح غیر مغناطیس خود شد. با افزایش شوری آب آبیاری از ۰/۳ تا ۴/۲ دسی‌زیمنس بر مترحجم ریشه کاهش یافت .نوح پیشه و منوچهری کلانتری (۱۳۹۰) با اعمال تنش شوری کلرید سدیم در گیاه فلفل کاهش معنی‌دار رشد ریشه در تیمار شوری را نسبت به تیمار شاهد گزارش نمودند. دسوزا و همکاران[1](۲۰۰۶) نتیجه گرفتند که آب مغناطیسی، وزن تر و خشک برگ، ساقه و ریشه گوجه فرنگی را در مقایسه با آب غیر مغناطیس افزایش داد. این نتایج در راستای نتایج موسی[2](۲۰۱۱) است که مشاهده شد دانه‌های مغناطیسی شده با آبیاری با آب مغناطیسی وزن تر و خشک ریشه، برگ و ساقه گوجه فرنگی و لوبیا را افزایش داد.

عملکرد میوه

تأثیر تیمارهای مختلف طرح آزمایشی روی عملکرد میوه گیاه فلفل سبز در جدول (۴) آورده شده است. با بررسی نتایج مشاهده شد که مغناطیسی کردن آب آبیاری روی تعداد کل و وزن کل میوه‌ها اثر معنی‌دار در سطح یک درصد داشته است. جاکوب[3](۱۹۹۹) مهمترین اثر مغناطیسی شدن آب را در جهت بهبود و افزایش بازده محصولات کشاورزی، افزایش مراکز

1- De Souza *et al.*
2- Moussa
3- Jacob

کریستالیزه شدن و تغییر مقدار گازهای آزاد موجود دانست. در تیمارهای شوری نیز مشاهده شد که سطح شوری روی تمام عوامل عملکرد به جز طول میوه، اثر معنی‌دار داشته است. همچنین اثر متقابل آب مغناطیسی و شوری بر عملکرد میوه گیاه فلفل سبز معنی‌دار نبوده است.

مقایسه میانگین تیمارها در جدول (۴) نشان داد که در تیمار نوع آب، آب مغناطیسی بیشترین و آب غیر مغناطیسی کمترین اثر را روی تمام اجزای عملکرد میوه فلفل سبز داشته است. به طوری که وزن کل میوه‌ها در تیمار آب مغناطیسی و آب غیر مغناطیسی به ترتیب ۱۵۹/۱۳ و ۱۳۳/۴۸ گرم در هر تیمار بود. لین و یوتوات[1](۱۹۹۰) نیز افزایش عملکرد محصول، اندازه و مقدار قند هندوانه رشد کرده با آب آبیاری مغناطیسی در آفریقای جنوبی را مورد مطالعه قرار دادند و نتایج آن‌ها اثر مثبت آب مغناطیسی را مورد تأیید قرار داده است. همچنین مشاهده شد که با افزایش سطح شوری، تمام عوامل عملکرد میوه کاهش یافت.

به دلیل تنش شوری بدیهی است که با افزایش میزان شوری آب آبیاری با توجه به این که گیاه فلفل سبز به شوری نیمه حساس است، عملکرد میوه گیاه کاهش یابد. آمزکتا[2](۱۹۹۹) گزارش کرد که شوری سبب کاهش عملکرد گیاهان می‌شود، همچنین شوری می‌تواند منجر به کاهش میزان نفوذپذیری خاک به ویژه در خاک‌هایی با بافت رسی شود. این امر سبب کاهش میزان هدایت هیدرولیکی خاک شده، در نتیجه از عملکرد گیاهان می‌کاهد. نتایج نشان داد که تیمار آب مغناطیسی و شوری تأثیر معنی‌دار بر طول میوه فلفل نداشته است. با توجه به اثر متقابل سطح شوری و نوع آب در شکل (۳) نتایج نشان داد که آب مغناطیسی باعث افزایش ۱۲، ۱۹ و ۳۳ درصد عملکرد کل میوه به ترتیب در آب با شوری ۰/۳، ۲/۳ و ۴/۲ دسی زیمنس بر متر شده است. همچنین افزایش ۱۰، ۱۰ و ۲۴ درصد تعداد میوه به ترتیب در آب با شوری ۰/۳، ۲/۳ و ۴/۲ دسی زیمنس بر متر در اثر متقابل سطح شوری و نوع آب مشاهده شد. در سال ۲۰۰۵ یکی از محققان دانشگاه کشاورزی تامیل نادو با مطالعه اثر تیمارهای آبیاری با آب معمولی و مغناطیسی روی برخی از پارامترهای بازده گیاه، به این نتیجه رسیدند که آبیاری با آب مغناطیسی سبب می‌شود گیاه راحت تر کانی‌ها را از خاک دریافت کرده و در سیستم گیاه جریان سلولی بهتری انجام شود و به همین دلیل بازده محصول افزایش یافته و کیفیت محصول بهتر می‌شود (سالیها[3]، ۲۰۰۵). در آزمایش تکاک و همکاران [4] (۲۰۰۲) نیز افزایش عملکرد فلفل در حضور یک میدان الکترومغناطیسی گزارش شده است.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به دست آمده آب مغناطیسی بیشترین تأثیر را بر وزن تر ساقه، برگ و ریشه و همچنین تعداد میوه و وزن کل میوه‌ها داشته است که نشان از اثر مثبت میدان مغناطیسی می‌باشد. اثر تحریکی آب مغناطیسی بر رشد در این تحقیق ممکن است به دلیل افزایش در رشد ریشه و هدایت روزنه‌ای باشد. در حالی که عبور آب شور از میدان مغناطیسی، اثر معنی‌دار بر بهبود عملکرد محصول نداشت. این احتمال وجود دارد که عبور آب آبیاری با ترکیبات متفاوت و درصد کاتیون و آنیون‌های مختلف از میدان مغناطیس بتواند به نتایج متفاوتی روی گیاهان مختلف داشته باشد. در کل نتایج به دست آمده در شرایط کنترل شده در موقعیت گلخانه‌ای نشان می‌دهند که استفاده از ادوات مغناطیسی نمودن آب تأثیر مفیدی بر عملکرد میوه فلفل سبز دارد. با استفاده از این تجهیزات روی لوله‌های اصلی توزیع آب در گلخانه‌ها، می‌توان از بهبود نسبی عملکرد، به ویژه در شرایطی که آب آبیاری از نظر شوری بدون محدودیت باشد برخوردار شد. بنابراین می‌توان ضمن انجام تحقیقات تکمیلی این ابزار جدید ساده و بی خطر را در جهت افزایش تولید اقتصادی محصولات کشاورزی توصیه نمود.

تقدیر و تشکر

از مدیریت محترم شرکت پایا تجارت، جناب آقای مهندس شریف‌زاده، که دستگاه مغناطیسی مورد استفاده در این طرح را به صورت امانت در اختیار نویسندگان قرار دادند بسیار سپاسگزارم.

1- Lin and Yotvat
2- Amezketa
3- Saliha
4- Takac *et al.*

منابع

۱- اصفهانی، م.، پوربخش، ن. و س. نیک زاده طالبی. ۱۳۸۳. تأثیر آب مغناطیسی بر جوانه زنی و رشد گیاه کلزا. چکیده مقالات هشتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان.

۲- دهقانی، ف.، طباطبایی، ع. و ن. صدرا ابرقویی. ۱۳۸۶. بررسی استفاده از آب مغناطیسی در افزایش عملکرد و کارایی مصرف آب گندم در یزد. دهمین کنگره علوم خاک ایران، کرج، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران.

۳- رنجبر، غ.، روستا، م و ع. چراغی. ۱۳۹۱. بررسی اثر آب مغناطیسی بر شاخص‌های رشد گندم در شرایط شور. مجله پژوهش آب در کشاورزی، ۲۶ (۳): ۲۷۴-۲۶۳.

۴- علیزاده، ا. ۱۳۸۷. رابطه آب و خاک وگیاه. انتشارات آستان قدس رضوی، ۴۷۰ صفحه.

۵- کیانی، ع. ۱۳۸۸. دستورالعمل استفاده از آب شور برای آبیاری گندم. نشریه فنی ترویجی سازمان تحقیقات کشاورزی.

۶- کیانی، ع.، خوش‌روش، م.، مصطفی‌زاده، ب. و س. ف. موسوی. ۱۳۸۷. استفاده از روش آبیاری مغناطیسی برای اصلاح آب و خاک و کاهش بحران آب. اولین کنفرانس بین المللی بحران آب، دانشگاه زابل.

۷- نوح پیشه، ز. و خ. منوچهری کلانتری. ۱۳۹۰. اثرات کاربرد متقابل اسپرمیدین و تنش شوری در گیاه فلفل. مجله زیست شناسی ایران، ۲۴ (۶): ۸۵۷-۸۴۸.

8- Amaya, J. M., Carbonell, M. V., Martinez, E. and A. Raya. 1996. Effects of stationary magnetic fields on germination and growth of seeds. Horticulture. Abstract. 68, 1363.

9- Amezketa, E. 1999. Soil aggregate stability: A review. Journal of Sustainable Agriculture, 14: 83–151.

10- Anonymous. 2003. The state of food insecurity in the world. Published by the Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nation, Rome, Italy.

11- Algozari, H. and A. Yao. 2006. Effect of magnetizing of water and fertilizers on the some chemical paramerers of soil and growth of maize. M.Sc. Thesis, University of Baghdad. Iraq.

12- Bondarenko, N. F. and E. Z. Gak. 1984. Electromagnetic phenomena in natural water. Gidrometeoizdat, Leningrad.

13- Coey, J. M. D. and S. Cass. 2000. Magnetic water treatment. Journal of Magnetism and Magnetic Materials 209: 71-74.

14- Danilov, V., Bas, T., Eltez, M. and A. Rizakulyeva.1994. Artificial magnetic field effects on yield and quality of tomatoes. Acta Horticulturae. 366: 279-285.

15- De Souza, A., Garci, D., Sueiro, L., Gilart, F., Porras, E. and L. Licea. 2006. Presowing magnetic treatments of tomato seeds increase the growth and yield of plants. Bioelectromagnetics, 27:247–257.

16- Duarte Diaz, C. E., Riquenes, J. A., Sotolongo, B., Portuondo, M. A., Quintana, E. O. and R. Perez. 1997. Effects of magnetic treatment of irrigation water on the tomato crop. Horticulture. Abstract. 69, 494.

17- Esitken, A. and M. Turan. 2004. Alternating magnetic field effects on yield and plant nutrient element composition of strawberry (Fragaria, ananassa cv. camarosa). Acta Agriculturae Scandinavica, Section B Soil and Plant Science, 54: 135-139.

18- Faten, d. and J. M. Al-Khayri. 2009. Magnetic fields induce changes in photosynthetic pigment content in Date Palm seedling. The open Agriculture Journal, 3:1-5

19- Grewal, H. S. and B. L. Maheshwari. 2011. Magnetic treatment of irrigation water and snow pea and Chickpea seeds enhances early growth and nutrient contents of seedlings. Bioelectromagnetics, 32: 58-65.

20- Guil-Guerrero, J. L., Martınez-Guirado, C., Rebolloso-Fuentes, M. M. and A. Carrique-Perez. 2006. Nutrient composition and antioxidant activity of 10 peppers: (Capsicum annuun) varieties. European Food Research and Technology, 224(1): 1-9.

21- Gyulakhmedov, Kh. and N. Seiidaliev. 1991. Irrigation with magnetically treated water. CAB Abstracts Khlopok, 5: 57-58.

22- Herzog, R. E., Qihong, S., Patil, T. J. N. and J. L. Katz. 1989. Magnetic water treatment: The effect of iron on calcium carbonate nucleation and growth. Longmuir, 5: 861– 867.

23- Hilal, M. H. and M. M. Hilal. 2000. Application of magnetic technologies in desert agriculture. Egyptian Journal of Soil Science, 40(3): 423-435.

24- Jacob, B. 1999. Magnetic treatment of irrigation water: Experimental results and application conditions. Environmental Science and Technology, 33(8): 1280-1285.

25- Kenya, A. D. and S. A. Parsons. 2005. A spectrophotometer- based study of magnetic water: Assessment of ionic vs, surface mechanisms. Water Research, 40(3): 517-524.

26- Lin, I. J. and J. Yotvat. 1990. Exposure of irrigation and drinking water to a magnetic field with controlled power and direction. Journal of Magnetism and Magnetic Materials, 83: 525-526.

27- Maheshwari, B. L. and H. S. Grewal. 2009. Magnetic treatment of irrigation water: Its effect on vegetable crop yield and water productivity. Agriculture Water Managemen, 96: 1229-1236.

28- Moussa, HR. 2011. The impact of magnetic water application for improving common bean (Phaseolus vulgaris l.) production. New York Science Journal, 4(6):15-20.

29- Podleoeny, J., Pietruszewski, S. and A. Podleoena. 2004. Efficiency of the magnetic treatment of broad bean seeds cultivated under experimental plot conditions. International Agrophysics, 18: 65–71.

30- Qados, A. and M. Hozayn. 2010. Magnetic water technology, a novel tool to increase growth, yield, and chemical constituents of lentil (Lens esculenta) under greenhouse condition. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science, 7(4): 457-462.

31- Renia, F. G., Pascual, L. A. and I. A. Fundora. 2001. Influence of a stationary magnetic field on water relations in lettuce seeds. Part II: Experimental results. Bioelectromagnetics, 22:596-602.

32- Saliha, B. B. 2005. Bioefficacy testing of GMX online magnetic water conditioner in grapes variety 'Muscat'. Tamil Nadu Agricultural University. Project Completion Project.

33- Schwars, D., Kuchenbuch, R. and R. Munoze- Carpena. 2002. Water uptake by tomato plants grown in closed hydroponic systems on the EC level. Acta Horticulturae, 458: 323-328.

34- Takac, A., Gvozdenovic, G. and B. Marinkovic. 2002. Effect of resonant impulse electromagnetic stimulation on yield of tomato and pepper. Biophysics in Agriculture Production University of Novi Sad, Tampograf.

35- Turker, M., Temirci, C., Battal, P. and M. E. Erez. 2007. The effects of an artificial and static magnetic field on plant growth, chlorophyll and phytohormone levels in maize and sunflower plants. Phyton-Annales Rei Botanicae, 46(2): 271-284.