مقاله پژوهشی نشریه پژوهش آب در کشاورزی / ب / جلد ۳۷ / شماره ۴/ ۱۴۰۲. ص۴۰۱-۴۱۳
https://doi.org/10.22092/jwra.2023.362476.994

پاسخ گیاه دارویی مریم‌گلی به آب آبیاری شور مغناطیسی شده

فهیمه کریم‌پور، مجتبی خوش‌روش*، محمدعلی غلامی‌سفیدکوهی و وحید اکبرپور

دانشجوی دکتری، گروه مهندسی آب، دانشکده مهندسی زارعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.
karimpour.fahim@gmail.com
دانشیار گروه مهندسی آب، دانشکده مهندسی زارعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.
khoshravesh_m24@yahoo.com & m.khoshravesh@sanru.ac.ir
دانشیار گروه مهندسی آب، دانشکده مهندسی زارعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.
magholamis@yahoo.com
استادیار گروه باغبانی، دانشکده علوم زارعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.
v_akbarpour60@yahoo.com

دریافت: خرداد ۱۴۰۲ و پذیرش: دی ۱۴۰۲

چکیده

بخش کشاورزی بیش‌ترین مصرف‌کننده آب شیرین در جهان است. ازاین‌رو یافتن جایگزین مناسب برای آب شیرین مورد استفاده در کشاورزی می‌تواند راهگشای مشکلات مرتبط با بحران آب در آینده باشد. کاربرد آب شور با استفاده از راهکارهای مناسب می‌تواند یک گزینه برای آبیاری گیاهان متحمل به شوری باشد. یکی از این راهکارها ممکن است مغناطیسی کردن آب آبیاری باشد. در پژوهش حاضر به‌منظور بررسی تأثیر آب مغناطیسی بر وزن تر و خشک و اسانس گیاه دارویی مریم‌گلی، یک آزمایش گلدانی در فضای باز به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی و در چهار تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل شوری آب آبیاری تهیه‌شده از غلظت‌های مختلف آب دریا (اختلاط ۳۰٪، ۵۰٪، ۷۰٪ و ۱۰۰٪ آب دریای خزر) و یک تیمار شاهد (آب چاه) در دو حالت مغناطیسی و غیر مغناطیسی بود. به دلیل بارندگی در طول فصل رشد، در پایان آزمایش شوری عصاره اشباع خاک متناظر با تیمار شاهد و اختلاط ۳۰٪، ۵۰٪، ۷۰٪ و ۱۰۰٪ آب دریای خزر به ترتیب ۳/۱۵ (I0)، ۳/۶۵ (I1)، ۴/۵۵ (I2)، ۴/۷۵ (I3) و ۵/۰۶ (I4) دسی زیمنس بر متر بود. نتایج نشان داد که تیمار I4 وزن خشک و تر گیاه را به‌ترتیب ۴۰٪ و ۲۵٪ کاهش داد اما در مورد تأثیر آب مغناطیس شده نتایج بیانگر آن بود که در تیمارهای شوری با عصاره اشباع خاک کمتر از ۳/۶۵ دسی زیمنس بر متر (تیمارهای I0 و I1) استفاده از آب مغناطیسی از کاهش معنی‌دار وزن بوته‌های گیاه مریم‌گلی جلوگیری کرد. هم‌چنین آبیاری با تیمارهای مختلف شوری و آب مغناطیسی تغییرات معنی‌داری در اسانس گیاه مریم‌گلی نداشت. بر مبنای نتایج این تحقیق توصیه می‌شود که مدیریت آبیاری گیاه مریم‌گلی با استفاده از آب شور مغناطیسی به نحوی انجام گیرد تا در طول فصل رشد شوری عصاره اشباع خاک بیشتر از ۳/۶۵ دسی زیمنس بر متر نباشد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری با آب دریا، اسانس مریم‌گلی، شوری عصاره اشباع خاک

*- آدرس ایمیل نویسنده مسئول: **khoshravesh_m24@yahoo.com & m.khoshravesh@sanru.ac.ir**

مقدمه

آب بدلیل ویژگی‌های دو قطبی، حلال خوبی برای مواد بیولوژیک است. تأثیر مغناطیس بر روی آب به‌طور اتفاقی توسط دانشمندان روسی مشاهده شد به‌طوری‌که با اعمال این انرژی می‌توان آب ساده را به مایعی با اثرات شیمیایی خاص تبدیل کرد، اصطلاحاً آب از حالت یونی به‌صورت ذرات معلق میکرونی در می‌آید و باعث تغییر و بهبود خواص فیزیکی و شیمیایی آن می‌شود (کاسترو پالاسیو و همکاران، ۲۰۰۷). هیگاشیتانی و همکاران (۱۹۹۳) به بررسی اثر میدان مغناطیسی بر مراحل ته‌نشینی کربنات کلسیم و سولفات کلسیم پرداختند و دریافتند که اگر آب به‌دفعات زیاد تحت تأثیر میدان مغناطیسی قرار گیرد، تشکیل آراگونیت افزایش می‌یابد. تکنولوژی آب مغناطیسی بر مبنای برهمکنش میدان مغناطیسی و یون‌های آب توجیه می‌شود به‌این‌ترتیب که وقتی آب از میدان مغناطیسی عبور داده می‌شود، در سطح یون‌های مثبت و منفی بار الکتریکی القا می‌شود و در نتیجه به‌جای اینکه یون‌های با بار مخالف یکدیگر را جذب کنند، همدیگر را دفع می‌کنند که موجب کاهش تعداد مولکول‌ها در حلقه‌های مولکولی آب‌شده و این امر منجر به کاهش کشش سطحی و افزایش حلالیت آب مغناطیسی می‌شود (محمدیان و همکاران، ۱۳۹۵). گیلانی و همکاران (۱۳۹۶) نشان دادند که آب مغناطیسی در برابر آب معمولی کارایی بهتری در زمینه‌های کشاورزی دارد. مغناطیس کردن آب باعث کاهش گرمای ویژه و نقطه‌جوش می‌شود همچنین خواص دیگری مانند وزن مخصوص، کشش سطحی، ویسکوزیته، قابلیت هدایت الکتریکی و قدرت حلالیت نیز تغییر می‌کند. رئیسی و همکاران (۱۴۰۰) با استفاده از فناوری آبیاری مغناطیسی می‌توان از شور شدن خاک جلوگیری کرد. برای سال‌های متمادی، از آب مغناطیسی برای شسته شدن یون‌های خاصی از خاک استفاده شده که نتایج رضایت‌بخشی را به همراه داشته است (نیاز و همکاران، ۲۰۲۱). همچنین چندین مطالعه نشان داد که آبیاری محصولات کشاورزی با آب مغناطیسی باعث بهبود رشد و تولیدات گیاهان می‌شود (ژو و همکاران، ۲۰۲۲؛ آلاتار و همکاران، ۲۰۲۲). تورکر و همکاران (۲۰۰۷) در پژوهشی از تأثیر میدان مغناطیسی بر افزایش وزن خشک ریشه گیاه ذرت و آفتابگردان خبر دادند. نیرپور دیزج (۱۳۹۶) دریافت که استفاده از آب مغناطیسی در آبیاری گیاه دارویی مرزه موجب افزایش وزن تر و خشک اندام هوایی و ارتفاع گیاه نسبت به آبیاری با آب معمولی شده است. همچنین نتایج پژوهش صادقی‌پور و آقایی (۱۳۹۳) نشان داد که آبیاری با آب مغناطیسی از طریق بهبود شرایط رشد گیاه باعث افزایش عملکرد گیاه در هر دو شرایط بدون تنش و تنش خشکی شد. شاهدی و همکاران (۱۳۹۹) با بررسی تأثیر آب مغناطیسی بر جوانه‌زنی بذر و خصوصیات رشد گیاه اسفناج در شرایط کم‌آبیاری به این نتیجه رسیدند که استفاده از آب مغناطیسی باعث افزایش عملکرد گیاه اسفناج و کاهش اثرات منفی ناشی از کم‌آبیاری می‌شود. متانت و همکاران (۱۳۹۷) اثر شدت‌های مختلف آب مغناطیسی بر عملکرد گیاه تربچه را بررسی کردند. به‌طورکلی نتایج نشان داد که آب مغناطیسی اثرات معنی‌دار و مثبتی بر فاکتورهای مورد مطالعه داشته است؛ همچنین تغییر در شدت میدان مغناطیسی نیز می‌تواند تأثیرات متفاوتی برجای بگذارد. ایسا و همکاران (۲۰۱۶) طی پژوهشی دریافتند که آبیاری بوته‌های خیار با آب مغناطیسی باعث ایجاد اختلاف معنی‌دار در سطح برگ به میزان ۳۰ درصد و تعداد میوه در بوته به میزان ۲۲ درصد شد. نتایج پژوهش زلوتوپولسکی (۲۰۱۷) نشان داد که استفاده از آب مغناطیسی باعث افزایش معنی‌دار میزان محصول و غلظت عناصر میکرو و ماکرو در گیاه کاهو شد. توسعه گیاهان دارویی با منشأ طبیعی در سال‌های اخیر رشد زیادی داشته است و کشورهای آسیایی به‌ویژه چین به‌دلیل تنوع آب و هوایی تأمین‌کننده‌های اصلی گیاهان و کشورهای اروپایی، آمریکایی و برخی از کشورهای آسیایی تولیدکننده عمده داروهای گیاهی محسوب می‌شود.

مریم‌گلی (*L officinalis S*) گیاهی بوته‌ای مقاوم به شوری به ارتفاع ۲۰ تا ۶۰ سانتی‌متر است و دارای

بیش از ۹۰۰ گونه است. این گیاه ۵۸ گونه علفی یک‌ساله و چندساله دارد که ۱۷ گونه آن بومی ایران است (مظفریان، ۱۳۷۵). این گیاه با ارزش‌ترین نوع دارویی تیره نعناع و دارای اختصاصات درمانی مهم با اثر قاطع است. برگ آن به علت دارا بودن اسانس دارای اثر نیروبخش است. برگ‌های آن حاوی دیترپن[1]، سالوین[2]، پیکروسالوین[3] عصاره‌های تلخ و تانن‌ها است (سلیم‌پور و همکاران، ۱۳۹۲). دریای خزر با حجم بالغ بر ۷۷۰۰۰ کیلومتر مکعب (درویش‌زاده، ۱۳۸۲) و غلظت نمک ۱۴ میلی‌گرم بر لیتر که در حدود یک سوم غلظت دریاهای آزاد (۳۵ الی ۴۰ میلی‌گرم در لیتر) است (چنگیزی و چنگیزی، ۱۳۹۱)، می‌تواند یک منبع آب مناسب برای توسعه برخی محصولات دارویی مقاوم به شوری باشد. یکی از کاربردهای مهم آب مغناطیسی، اصلاح خاک‌ها با کمترین میزان استفاده از مواد شیمیایی است (هزرو، ۱۹۸۹؛ دوبلوسکی، ۱۹۹۳).

با توجه به اهمیت دارویی و تجاری گیاه مریم‌گلی و وجود اراضی نسبتاً شور در سواحل دریای خزر، بررسی امکان استفاده از آب‌شور مغناطیس شده در اراضی ساحلی بر رشد این گیاه، اهمیت ویژه‌ای در استفاده از آب‌های نامتعارف دارد. پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر سطوح مختلف شوری (تهیه‌شده با آب دریا) و آبیاری مغناطیسی بر روی خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی مریم‌گلی و شوری خاک انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش گلدانی در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری به‌منظور بررسی تأثیر آب مغناطیس شده دریا و اختلاط یافته بر رشد گیاه دارویی مریم‌گلی انجام شد. بر اساس داده‌های ایستگاه هواشناسی دشت ناز، متوسط بارندگی منطقه، ۷۸۹ میلی‌متر بر سال و متوسط دمای هوا ۱۷/۵ درجه سلسیوس است. میزان تحمل به شوری گیاه مریم‌گلی قبلاً توسط اصلانی و رزمجو (۲۰۱۸) بررسی شده است. ایشان دریافتند در غلظت‌های شوری آب آبیاری بیشتر از ۱۲/۳ دسی زیمنس بر متر این گیاه دچار تنش شده و عملکرد آن کاهش می‌یابد. لذا در این پژوهش از گیاه مریم‌گلی استفاده شد. بذرهای مریم‌گلی در تاریخ دوم اردیبهشت‌ماه ۱۳۹۷ در ظرف نشا کاشته شد و پس از چهار برگی شدن، نشاها به گلدان‌هایی به قطر ۱۵ و ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر انتقال یافتند و تعداد سه بوته در هر گلدان استفاده شد. با توجه به اینکه مریم‌گلی یک گیاه دارویی چندساله است اما در این پژوهش از برداشت سال اول این گیاه استفاده شد. خاک گلدان‌ها از قسمت سطحی (۲۰-۰ سانتی‌متری) مزرعه‌ی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری واقع در منطقه‌ی سوته با بافت لومی، تهیه و پس از خشک‌کردن از الک چهار میلی‌متری گذرانده شد و به‌صورت دستی در گلدان‌ها اضافه شد. اعمال شوری زمانی که گیاه مریم‌گلی به چهار برگی رسید (۲۱ تیرماه)، انجام شد. آب دریا نیز از سواحل گوهر باران ساری تأمین شد که شوری آن در حدود ۲۰/۳ دسی زیمنس بر متر بدست آمد. به‌منظور تهیه نمونه خاک گلدان‌ها، با استفاده از اوگر از عمق صفر تا ۲۰ سانتی‌متر از پنج نقطه از مزرعه برداشت و پس از ترکیب این خاک‌ها، خصوصیات آن در آزمایشگاه اندازه‌گیری شد که در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه

عمق (سانتی‌متر)	بافت خاک	چگالی ظاهری ($g.cm^{-3}$)	هدایت الکتریکی (dS/m)	pH	Cu (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Zn (mg/kg)
۲۰-۰	لومی	۱/۳	۳	۷/۱۱	۳/۲۷	۲۶/۱۴	۱/۰۵

این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با تیمارهای آزمایش روش آبیاری (M) شامل دو سطح (مغناطیسی (M1) و غیر مغناطیسی (M2)) و نوع آبیاری با پنج سطح (۱۰۰ درصد آب دریا

[1] - Diterpene
[2]- Salvin
[3] - Picrosalvin

($EC=20.3\ dS\ m^{-1}$)، اختلاط ۷۰ درصد آب دریا و چاه ($EC=14.2\ dS\ m^{-1}$)، اختلاط ۵۰ درصد آب دریا و چاه ($EC=10.14\ dS\ m^{-1}$)، اختلاط ۳۰ درصد آب دریا و چاه ($EC=6.1\ dS\ m^{-1}$) و ۱۰۰ درصد آب چاه، در سه تکرار انجام شد. شوری عصاره اشباع خاک متناظر با تیمار شاهد، اختلاط ۳۰٪، ۵۰٪، ۷۰٪ و ۱۰۰٪ آب دریای خزر به ترتیب ۳/۱۵ (I0)، ۳/۶۵ (I1)، ۴/۵۵ (I2)، ۴/۷۵ (I3) و ۵/۰۶ (I4) دسی‌زیمنس بر متر بود. همچنین طول دوره اعمال تیمارهای آبیاری در حدود ۱۳۰ روز بوده (۲۱ تیرماه تا ۲۹ آبان) که در این مدت دور آبیاری بین سه تا چهار روز متغیر بود که البته با در نظر گرفتن میزان بارش جوی در مجموع حدوداً ۳۰ بار آبیاری انجام شد. برای دستیابی به داده‌های واقعی بارش از داده‌های ایستگاه هواشناسی دشت ناز ساری که نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی هم اقلیم با محل انجام آزمایش بود استفاده شد. بررسی این داده‌ها نشان داد که طی دوره رشد گیاه در مجموع ۲۳۱/۶ میلی‌متر بارش جوی به وقوع پیوست که در جدول ۲ زمان و میزان وقوع بارش نشان داده شده است.

جدول ۲- مقدار و زمان بارش‌های جوی دوره رشد بر اساس داده‌های ایستگاه هواشناسی دشت ناز ساری

ردیف	تاریخ	مقدار آبیاری (میلی‌متر)
۱	۳۰ تیر تا ۲ مرداد	۶/۹
۲	۲۰ تا ۲۲ مرداد	۱۰/۲
۳	۲۸ مرداد	۶/۲
۴	۲۸ تا ۲۹ شهریور	۶/۴
۵	۲ مهر	۱۰
۶	۱۳ تا ۱۴ مهر	۱۰۸
۷	۲۱ تا ۲۴ مهر	۳۵/۹
۸	۵ آبان	۳۸
۹	۱۰ تا ۱۱ آبان	۳/۱
۱۰	۱۵ تا ۱۶ آبان	۳/۱
۱۱	۲۲ تا ۲۳ آبان	۰/۵
۱۲	۲۷ تا ۲۸ آبان	۳/۳

برای ایجاد میدان مغناطیسی، از آهنربای دائمی استفاده شد و مگنت‌هایی به دور لوله و در خروجی منبع آب نصب شدند. مگنت‌های مورد استفاده (Big Magnet)، مغناطیس‌هایی از جنس سرامیک دائم بوده که با اعمال میدان مغناطیسی با قدرت مناسب، با جهت تحریک معین، ساختار سیال و خواص فیزیکی آن را تغییر می‌دهد. قدرت میدان مغناطیسی بکار برده شده در این پژوهش برابر ۰/۳ تسلا بود. در این پژوهش از برداشت سال اول گیاه مریم‌گلی استفاده شد که برداشت نمونه‌ها به‌منظور اندازه-گیری وزن تر و خشک در تاریخ ۲۹ آبان ماه انجام شد.

برای اندازه‌گیری وزن تر ابتدا زیست‌توده بالای خاک جدا شده و با دقت ۰/۰۰۱ گرم، نمونه‌ها وزن شدند. به‌منظور اندازه‌گیری وزن خشک، گیاه به آون با دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت منتقل شد و برای تعیین شوری خاک پس از اتمام دوره رشد، در ابتدا خاک با استفاده از آب مقطر به حالت اشباع در آمد و سپس با دستگاه عصاره‌گیر اشباع، عصاره گل اشباع جدا و با دستگاه EC متر، مقدار شوری اندازه‌گیری شد (واروی‌پور، ۱۳۸۹).

برای گرفتن اسانس مریم‌گلی، ابتدا نمونه‌ها در دمای ۳۵ درجه آون به مدت ۴۸ ساعت خشک‌شده و مقدار ۳۵ گرم نمونه خشک برای تمامی تیمارها در نظر گرفته شد. سپس نمونه‌ها با استفاده از دستگاه آسیاب به‌صورت پودر در آمد و به بالن کلونجر منتقل شد (شکل ۱) و به نسبت ۱ به ۲۰ با آب مقطر (۷۰۰ میلی‌لیتر) مخلوط گردید. مدت‌زمان لازم برای گرفتن اسانس مریم‌گلی سه ساعت در نظر گرفته شد (مشت‌زن و همکاران، ۱۴۰۱). برای شستن اسانس جداره لوله کلونجر در انتهای کار با استفاده از سه سی‌سی هگزان شسته شد و اسانس به همراه هگزان و کمی

عرق مریم‌گلی به فریزر با دمای ۲۰- درجه انتقال یافت و پس از ۲۴ ساعت، نمونه با استفاده از سمپلر اسانس، هگزان از آن جدا شد (برنستین و همکاران، ۲۰۰۹).

برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها نرم‌افزار SAS ویرایش ۹/۲ به کار گرفته شد. همچنین از آزمون Duncan برای مقایسه میانگین تیمارها استفاده شد.

نتایج و بحث

جدول ۳ نتایج تجزیه واریانس تیمارهای آزمایشی روش و نوع آبیاری و همچنین اثرات متقابل روش و نوع آبیاری را نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، اثر روش و نوع آبیاری و همچنین اثرات متقابل این دو بر شوری خاک و وزن تر و خشک گیاه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است. علاوه بر این نتایج حاکی از آن است که روش و نوع آبیاری و اثرات متقابل آن‌ها بر تغییر اسانس گیاه مریم‌گلی تأثیر معنی‌داری ندارد.

شکل ۱- اسانس‌گیری مریم‌گلی با دستگاه کلونجر

جدول ۳- تجزیه واریانس روش و نوع آبیاری و اثرات متقابل آن‌ها بر پارامترهای مورد بررسی

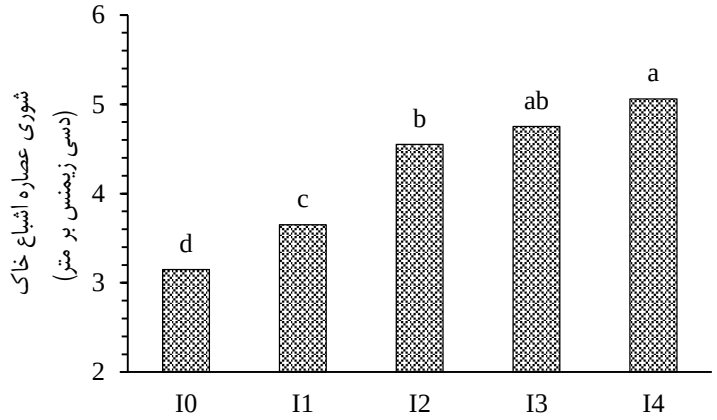
منابع	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		شوری خاک	وزن تر	وزن خشک	اسانس
روش‌آبیاری	۱	۲/۰۵۳**	۰/۹۹۲*	۲/۵۲۸**	۰/۰۰۰۴ns
نوع آبیاری	۴	۱/۹۹۰**	۲/۸۳۷**	۵/۲۹۷**	۰/۰۰۲۶ns
روش آبیاری × نوع آبیاری	۴	۰/۰۱۹**	۰/۲۱۲**	۱/۳۶۶**	۰/۰۰۷۰ns
خطای آزمایش	۲۰	۰/۰۲۳	۰/۳۹۱	۰/۰۱۲	۰/۰۲۵
کل	۲۹	–	–	–	–

*معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد، ** معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد و ns عدم معنی‌داری را نشان می‌دهد

تأثیر نوع آبیاری بر شوری خاک

اندازه‌گیری شوری عصاره اشباع خاک در پایان فصل رشد نشان داد که به دلیل رخداد بارندگی در طول فصل رشد، شوری عصاره اشباع خاک متناظر با تیمار شاهد، اختلاط ۳۰٪، ۵۰٪، ۷۰٪ و ۱۰۰٪ آب دریای خزر به ترتیب ۳/۱۵ (I0)، ۳/۶۵ (I1)، ۴/۵۵ (I2)، ۴/۷۵ (I3) و ۵/۰۶ (I4) دسی‌زیمنس بر متر بود. بر اساس این شکل، بین استفاده از آب چاه (I0) بر شوری باقیمانده در خاک در آبیاری گیاه مریم‌گلی با سایر تیمارهای آبیاری اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($p \leq 0.01$)، به‌طوری‌که هدایت الکتریکی خاک، افزایش ۶۰ درصدی به‌همراه داشت و از ۳/۱۵ دسی‌زیمنس‌برمتر به ۵/۰۶ دسی‌زیمنس‌برمتر افزایش یافت. همچنین نتایج نشان داد که اختلاف شوری بین تیمارهای I3 و I4 و تیمارهای I2 و I3 معنی‌دار نبود، ولی در سایر موارد اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. بر اساس اندازه‌گیری‌های انجام‌شده در این پژوهش، اختلاف بین

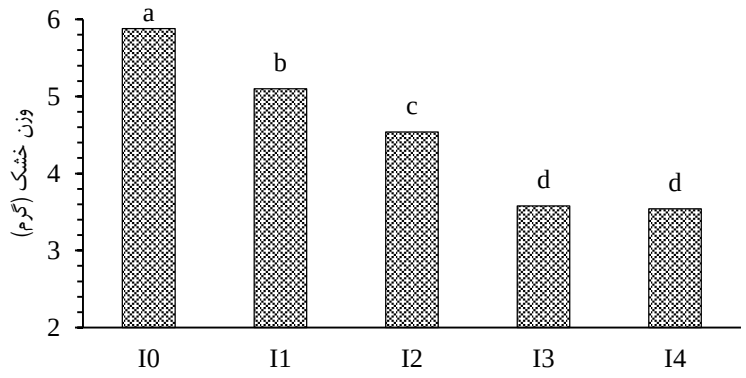
تیمار I0 و تیمار I1 نزدیک به ۰/۵ دسی‌زیمنس‌برمتر به‌دست آمد که معنادار بود و اختلاف تیمارهای آبیاری در تیمارهای I1 و I2 نزدیک به ۰/۹ دسی‌زیمنس بر متر بود که این اختلاف نیز معنادار شد؛ اما تیمارهای I2 و I3 اختلافی معادل ۰/۲ دسی‌زیمنس بر متر شوری داشتند که معنادار نبود. همچنین اختلاف شوری ۰/۲۶ دسی‌زیمنس‌بر-متر بین تیمارهای I3 و I4 معنادار نشان نداد.



شکل ۲- شوری نهایی خاک (متأثر از شوری آب آبیاری و بارندگی) در تیمارهای مختلف نوع آبیاری

تأثیر نوع آبیاری بر وزن خشک گیاه مریم‌گلی

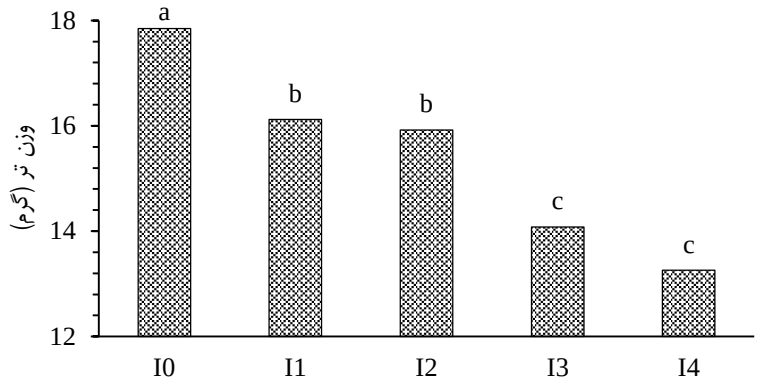
مهم‌ترین اثر استفاده از آب دریا در آبیاری گیاه مریم‌گلی را می‌توان تأثیر بر وزن خشک گیاه به‌دلیل ایجاد تنش شوری نامید که در شکل ۳ وزن خشک گیاه در بوته در تیمارهای مختلف آبیاری نشان داده شده است. بر اساس نتایج این شکل همه تیمارهای نوع آبیاری کاهش معنی‌داری در وزن خشک گیاه نسبت به تیمار شاهد نشان دادند. همچنین اختلاف وزن خشک گیاه مریم‌گلی در تیمارهای مختلف آبیاری (به‌جز تیمار I3 و I4) با یکدیگر معنادار بود؛ که بیش‌ترین وزن خشک مربوط به تیمار I0 با مقدار ۵/۸۸ گرم و کم‌ترین مقدار مربوط به تیمار I4 با مقدار ۳/۵۴ گرم بود؛ بنابراین استفاده از تیمار I4 در آبیاری گیاه مریم‌گلی باعث کاهش ۴۰ درصدی وزن خشک گیاه شد که دلیل آن تأثیر تنش شوری بر رشد گیاه مریم‌گلی است. البته در مورد وزن خشک گیاه نیز همانند شوری خاک در غلظت‌های کمتر آب دریا سرعت کاهش وزن خشک شدیدتر بوده و به نظر در استفاده بیشتر از I3، وزن خشک تغییر معناداری ندارد که ممکن است به دلیل سازگاری گیاه با شرایط تنش شوری باشد. کاهش وزن خشک اندام هوایی و عملکرد دانه گیاه کینوا در آبیاری با آب شور در پژوهشی توسط بکر و همکاران (۲۰۱۷) مورد تائید قرار گرفت و نشان دادند که این کاهش در شرایط تنش دمایی تشدید می‌یابد.



شکل ۳- وزن خشک گیاه مریم‌گلی در تیمارهای مختلف نوع آبیاری

تأثیر نوع آبیاری بر وزن تر مریم‌گلی

در تیمارهای نوع آبیاری نیز همان‌گونه که در شکل ۴ نشان داده شده است، وزن تر گیاه مریم‌گلی کاهش معنی‌دار نسبت به وضعیت شاهد را تجربه نموده که به دلیل تنش شوری بر زیست‌توده این گیاه است. البته اختلاف تیمارهای I1 و I2 و همچنین I3 و I4 با یکدیگر معنی‌دار نشد. بیش‌ترین وزن تر مربوط به تیمار شاهد و کمترین آن مربوط به تیمار I4 بود. به‌طوری‌که استفاده از آب دریا به‌طور خالص در آبیاری این گیاه کاهش حدوداً ۳۰ درصدی وزن تر را به‌همراه داشت که با یافته‌های فرهادی و همکاران (۱۳۹۳) در مورد گیاه آفتابگردان مطابقت دارد. به‌علاوه قربانی و جلالی (۱۴۰۰) با بررسی تأثیر آبیاری با آب دریای خزر بر عملکرد کینوا رقم ساجاما در شرایط آب و هوایی گرگان، دریافتند که آبیاری با آب شور منجر به کاهش عملکرد گیاه در مقایسه با آبیاری با آب چاه می‌شود.



شکل ۴- وزن تر گیاه مریم‌گلی در تیمارهای مختلف نوع آبیاری

تأثیر روش آبیاری (مغناطیس و غیرمغناطیس) بر پارامترهای مورد بررسی

در ادامه پژوهش حاضر، هر یک از ترکیبات مختلف آب دریا و چاه (چهار نوع تیمار آبیاری) در قالب دو روش آبیاری مغناطیسی و غیرمغناطیسی مورد بررسی قرار گرفتند؛ بنابراین علاوه بر نوع آبیاری، تأثیر روش آبیاری نیز بر میزان شوری خاک، وزن تر و خشک گیاه ارزیابی شد که این نتایج در جدول ۴ آورده شده است. بر اساس نتایج، تأثیر مغناطیس و غیرمغناطیس بودن روش آبیاری بر میزان شوری خاک و وزن تر و خشک گیاه معنی‌دار شد ($P \leq 0.01$). نتایج حاکی از آن است که آبیاری با آب مغناطیسی باعث کاهش معنی‌دار ۱۳ درصدی شوری خاک شده است (جدول ۴). در مورد تغییر وزن تر و خشک گیاه، نتایج نشان داد که آبیاری مغناطیسی افزایش معنادار وزن تر و خشک را به‌همراه دارد به‌طوری‌که در آبیاری مغناطیسی افزایش ۱۶ درصدی وزن خشک و افزایش سه درصدی وزن تر را به همراه داشت (جدول ۴). عبور آب از میدان مغناطیس، سبب شکسته شدن پیوندهای هیدروژنی و واندروالسی بین مولکول‌های آب شده و در نتیجه کشش سطحی آب کاهش یافته و حلالیت آب افزایش‌یافته و املاح معدنی مورد نیاز گیاه در آب به‌خوبی حل شده و باعث افزایش کمیت محصول می‌شود. مغناطیس یا غیرمغناطیس بودن آب آبیاری تأثیر معناداری (در حد ۹۵ درصد) بر افزایش یا کاهش اسانس این گیاه نداشت. در مطالعات مشابه حسن (۲۰۱۴) دریافت که استفاده از میدان مغناطیسی برای آبیاری گیاه دارویی گل همیشه‌بهار، بر روی پارامترهای رشد این گیاه شامل طول برگ، طول و قطر ریشه و وزن خشک گیاه اثر مثبت دارد. همچنین عابدین‌پور و روحانی (۱۳۹۵) و خوش‌روش و همکاران (۱۴۰۰) اثر میدان مغناطیسی بر آب آبیاری با آب شور و پساب مغناطیسی بر اجزای عملکرد ذرت را بررسی کرده و دریافتند که این روش تأثیر مثبتی بر شاخص‌های رشد و عملکرد ذرت دارد.

جدول ۴- اثر ساده روش‌های آبیاری بر میزان شوری خاک و وزن تر و خشک گیاه

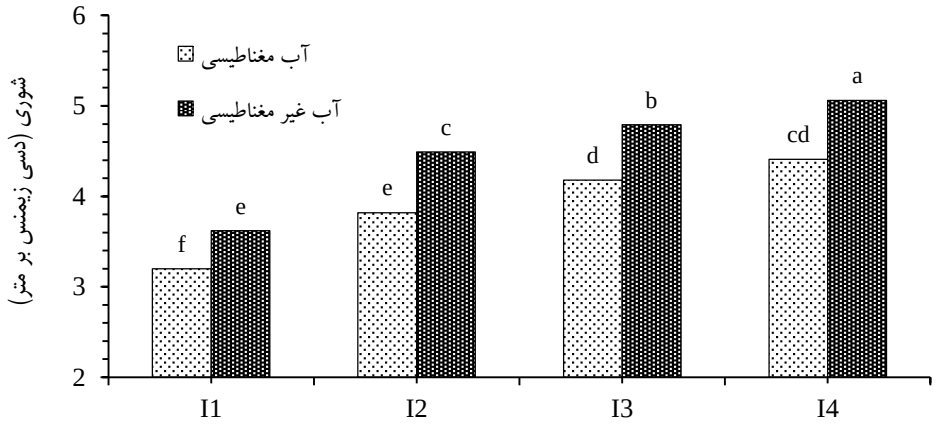
روش آبیاری	شوری خاک (دسی‌زیمنس بر متر)	وزن تر (گرم بر بوته)	وزن خشک (گرم بر بوته)	اسانس (۱/۵ سی‌سی در ۱۰۰ گرم)
مغناطیس	۳/۹۰ b	۱۳/۸۴ a	۴/۷۸ b	۱/۳۰۸ a
غیر مغناطیس	۴/۴۹ a	۱۳/۴۳ b	۴/۱۳ a	۱/۳۰۰ a

اعداد دارای حروف یکسان در هر ستون از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری ندارد

اثرات متقابل نوع آبیاری و روش آبیاری بر صفات مورد مطالعه

اثرات متقابل نوع آبیاری و روش آبیاری بر شوری خاک

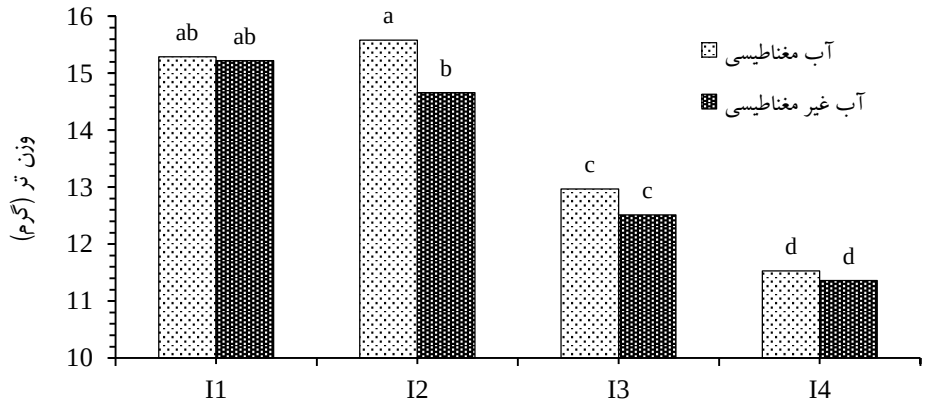
نتایج اثرات متقابل نوع و روش آبیاری در شکل ۵ نشان داده شده است. بر اساس نتایج این شکل در هر چهار تیمار مورد بررسی آبیاری، اختلاف بین آبیاری مغناطیس و غیرمغناطیس معنادار است. به‌عبارتی در یک تیمار آبیاری مشخص که مخلوطی از آب دریا و چاه است استفاده از آب مغناطیس نسبت به آب غیرمغناطیس باعث کاهش معنادار شوری خاک شده است. با توجه به شکل ۵ بیشترین میزان شوری مربوط به تیمار غیرمغناطیس I4 بوده که مقدار آن ۵/۰۶ دسی زیمنس بر متر به‌دست آمد. پس از آن تیمار غیرمغناطیس I3 دارای بیشترین شوری به مقدار ۴/۷۹ دسی‌زیمنس بر متر است. به‌علاوه نتایج نشان می‌دهد که بین تیمار مغناطیس I2 و I3 اختلاف معناداری وجود دارد که اختلاف آن در حدود ۰/۳۱ دسی‌زیمنس بر متر است اما بین دو تیمار مغناطیس I3 و تیمار غیرمغناطیس I2 اختلاف معناداری وجود ندارد. در مورد غلظت‌های بالای آب دریا، بین تیمار مغناطیس I4 و دو تیمار مغناطیس I3 و غیرمغناطیس I2 اختلاف معناداری وجود نداشت. به‌عبارتی‌دیگر در صورت عدم دسترسی به آب شیرین کافی برای اختلاط ۳۰ درصد آب دریا با ۷۰ درصد آب چاه می‌توان ۵۰ درصد آب دریا را با ۵۰ درصد آب چاه مخلوط کرده و با مغناطیسی کردن آب به همان کیفیت ۳۰-۷۰ رسید. در نهایت کم‌ترین میزان شوری مربوط به تیمار مغناطیس I1 با مقدار ۳/۲ دسی‌زیمنس بر متر بود. همچنین خوش‌روش و کیانی (۱۳۹۴) در بررسی اثر آب شور مغناطیسی شده بر نفوذپذیری و هدایت الکتریکی بافت‌های مختلف خاک، دریافتند که استفاده از آب مغناطیس باعث کاهش معنی‌دار (سطح احتمال یک درصد) هدایت الکتریکی در عمق‌های مختلف خاک می‌شود. همچنین شاهنظری و شیرازی (۱۳۹۵) نیز دریافتند که آبیاری مغناطیسی باعث افزایش سرعت نفوذ آب در بافت‌های مختلف خاک شده و هدایت الکتریکی خاک را در عمق‌های مختلف خاک کاهش می‌دهد. به علاوه سریواستاوا و همکاران (۱۹۷۶) نیز با بررسی قابلیت حل نمک‌های مختلف در آب مغناطیسی دریافتند که استفاده از آب مغناطیسی باعث افزایش کیفیت آب آبیاری و بهبود خصوصیات خاک می‌شود.



شکل ۵- اثر متقابل نوع آبیاری و روش آبیاری بر میزان شوری خاک

اثرات متقابل نوع و روش آبیاری بر وزن تر گیاه مریم‌گلی

شکل ۶ اثرات متقابل نوع و روش آبیاری بر وزن تر گیاه مریم‌گلی را نشان می‌دهد. بر اساس نتایج این شکل در همه تیمارهای مورد بررسی به‌جز تیمار I3 بین آب مغناطیس و غیرمغناطیس اختلاف معناداری در وزن تر گیاهان مشاهده نشد. همچنین بین تیمارهای I1 و I2 در هر دو حالت آب مغناطیس و غیرمغناطیس اختلاف وزن تر معنادار نشد؛ اما تیمارهای I3 و I4 با یکدیگر اختلاف معنادار داشتند. با توجه به شکل ۶ می‌توان مشاهده کرد که بیش‌ترین و کم‌ترین وزن تر به‌ترتیب مربوط به تیمارهای آزمایشی I1 و I4 است. در مجموع می‌توان گفت در غلظت‌های برابر آب دریا، آبیاری مغناطیسی تأثیری بر افزایش وزن تر گیاه مریم‌گلی ندارد.

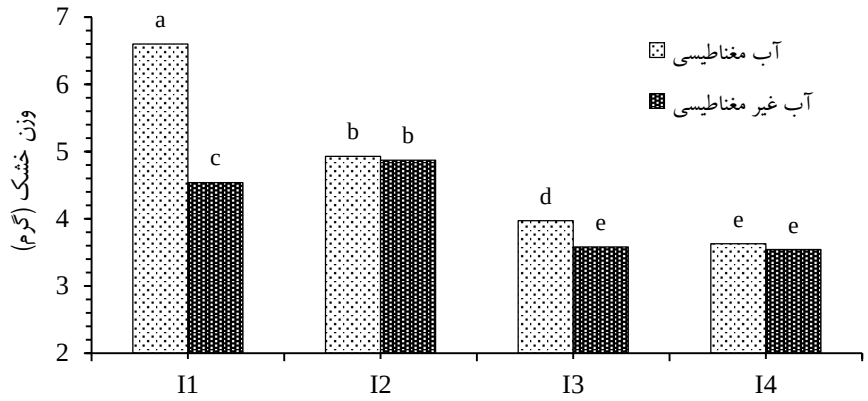


شکل ۶- اثر متقابل نوع آبیاری و روش آبیاری بر وزن تر گیاه مریم‌گلی

اثرات متقابل نوع و روش آبیاری بر وزن خشک گیاه مریم‌گلی

در مورد اثر متقابل آبیاری مغناطیسی و غلظت‌های مختلف آب دریا بر وزن خشک گیاه، همان‌طور که در شکل ۷ نشان داده‌شده است، آبیاری مغناطیسی و غیرمغناطیسی اثر معناداری در تغییرات وزن خشک تیمارهای I2 و I4 نداشته است؛ اما در تیمارهای I1 و I3 اختلاف وزن خشک در آبیاری مغناطیسی و غیرمغناطیسی معنادار بوده که در مورد تیمار I1، اختلاف بیشتری در وزن خشک گیاه بین آبیاری مغناطیسی و غیرمغناطیسی وجود دارد. بیشترین وزن خشک مشاهده‌شده به ازای هر بوته در کل تیمارهای مورد بررسی ۶/۶ گرم بود که مربوط به تیمار I1 در حالت مغناطیس است و کم‌ترین مقدار به‌ازای هر بوته ۳/۵ گرم بوده که در تیمار غیرمغناطیس I4 مشاهده

شد. به‌نظر می‌رسد که تأثیر آبیاری مغناطیسی در کاهش اثرات سوء تنش شوری ناشی از آب دریا بر روی وزن خشک گیاه بیشتر از وزن تر است که این مطلب بیانگر آن است که استفاده از آبیاری مغناطیسی بر فتوسنتز و تولید بیشتر ماده خشک گیاه مریم‌گلی تأثیر معنادار دارد که جمالی و همکاران (۱۳۹۹) نیز در بررسی تأثیر آب مغناطیسی در شرایط تنش آبی بر گیاه نعناع فلفلی افزایش وزن خشک گیاه در آبیاری با آب مغناطیسی را گزارش کردند. همچنین عثمان و همکاران (۲۰۱۴) نشان دادند که اثر آبیاری با استفاده از آب مغناطیسی بر گیاهچه گلابی در شرایط استفاده از سطوح مختلف غلظت آب دریا، با افزایش شوری، وزن تر و خشک گیاه کاهش می‌یابد که با نتایج این پژوهش مطابقت داشت.



شکل ۷- اثر متقابل نوع آبیاری و روش آبیاری بر میزان وزن خشک گیاه مریم‌گلی

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی نتایج پژوهش نشان‌دهنده افزایش شوری خاک و کاهش وزن تر و خشک گیاه در شرایط آبیاری با آب شور بود. به‌علاوه در یک ترکیب مشخص از آب شور و آب چاه، استفاده از آبیاری مغناطیسی باعث کاهش شوری خاک می‌شود اما در مورد تغییرات اسانس گیاه مریم‌گلی نتایج تجزیه واریانس حاکی از آن بود که در تیمارهای مختلف شوری و هم‌چنین مغناطیس بودن و نبودن آن تأثیر معناداری بر کاهش و یا افزایش اسانس این گیاه ندارد. مهم‌ترین تأثیر قابل انتظار در استفاده از آب شور در آبیاری گیاه مریم‌گلی، کاهش وزن تر و خشک گیاه است که به‌نظر کاهش وزن خشک روند مشخص‌تری نسبت به وزن تر دارد. همچنین اختلاف وزن خشک به‌دست آمده در آبیاری‌های مختلف نیز معنادار شد به‌طوری‌که با افزایش شوری وزن خشک گیاه کاهش معنادار داشت؛ اما در مورد وزن تر سرعت کاهش رشد کمتر بود؛ بنابراین در شرایط شوری خاک معادل ۵/۰۶ دسی‌زیمنس بر متر حداکثر ۴۰ درصد وزن خشک را کاهش می‌دهد اما کاهش وزن تر ۳۰ درصد خواهد بود.

در مورد تأثیر آب مغناطیسی بر وزن تر و خشک بر خلاف شوری خاک، مشاهده شد که آب مغناطیس به‌خصوص در مورد شوری‌های بیشتر در این آزمایش اثر معناداری در افزایش رشد گیاه ندارد و تأثیر استفاده از آب مغناطیس بر عملکرد گیاه کمتر خواهد بود. در شوری‌های اشباع خاک کمتر از ۳/۶۵ دسی‌زیمنس بر متر، مغناطیس کردن آب آبیاری تأثیر بسیار زیاد و معناداری در جلوگیری از کاهش عملکرد وزن تر و خشک گیاه دارد. همچنین تأثیر آبیاری مغناطیسی در کاهش اثرات منفی ناشی از تنش آب در رشد گیاه دارویی چای ترش توسط حمامی و ایمانی (۱۴۰۰) نیز نشان داده شده است. با توجه به این‌که در مطالعات مشابه نیز غلظت خاصی از شوری آب آبیاری توصیه می‌شود مانند مطالعه خادم الحسینی و همکاران (۱۴۰۰) که شوری چهار دسی‌زیمنس بر متر را به‌عنوان بهترین تیمار آبیاری با آب شور برای گیاه دارویی آویشن

معرفی می‌کند.

به‌طورکلی از نتایج این پژوهش می‌توان استنباط نمود که آبیاری مغناطیسی قطعاً شوری خاک ناشی از کاربرد آب شور را کاهش می‌دهد. با توجه به اینکه اثرگذاری آبیاری مغناطیسی در جلوگیری از کاهش وزن تر و خشک گیاه در شوری‌های بالاتر کاهش می‌یابد، توصیه می‌شود مدیریت آبیاری گیاه مریم‌گلی با استفاده از آب شور مغناطیس شده به نحوی انجام گیرد که شوری عصاره اشباع خاک در منطقه توسعه ریشه از میزان ۳/۶۵ دسی‌زیمنس بر متر فراتر نرود.

فهرست منابع

۱. چنگیزی، م.، و چنگیزی، م.، (۱۳۹۱). اکوسیستم دریای خزر و عوامل تخریب‌کننده آن. مغلوب فن‌آوری بشر. دهمین همایش بین‌المللی سواحل بنادر و سازه‌های دریایی. ۲۹ آبان تا ۱ آذر، تهران.

۲. حسن‌پور، ر.، نیشابوری، م.ر.، و زارع‌حقی، د.، (۱۳۹۳). اثر توأم شوری و تراکم خاک بر برخی خصوصیات فیزیولوژیکی ذرت (Zea mays L.). مدیریت خاک و تولید پایدار، ۴(۴)، ۲۹۵-۲۷۳.

۳. حمامی، ح.، و ایمانی، ن.، اثر تیمار آب آبیاری مغناطیسی بر خصوصیات رشدی و عملکردی چای ترش (L) sabdariffa Hibiscus تحت تنش کمبود آب. (۱۴۰۰). تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۳۷(۲)، ۲۲۸-۲۱۴.

۴. جمالی، ص.، و سجادی، ف.، (۱۳۹۸). بررسی اثر آبیاری تلفیقی با آب دریا و آب شیرین بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی شوید. علوم آب‌وخاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی)، ۲۳(۱)، ۵۵-۴۳.

۵. خادم الحسینی، ز.، جعفریان، ز.، روشن، ج.، و رنجبر، غ.، (۱۴۰۰). تأثیر سطوح شوری آب آبیاری بر برخی صفات بیوشیمیایی گیاه دارویی آویشن باغی (Thymus vulgaris L.) فرآیند و کارکرد گیاهی، ۱۰(۴۱)، ۹۷-۱۱۳.

۶. خوش‌روش، م.، عرفانیان، ف.، و پورغلام آمیجی، م.، (۱۴۰۰). اثر آبیاری با پساب مغناطیسی تصفیه‌شده بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت. مدیریت آب در کشاورزی، ۸(۱)، ۱۲۸-۱۱۵.

۷. خوش‌روش، م.، و کیانی، ع.، (۱۳۹۴). اثر آب شور مغناطیسی شده بر نفوذپذیری و هدایت الکتریکی بافت‌های مختلف خاک. آبیاری و زهکشی ایران، ۴(۹)، ۶۴۶-۶۵۴.

۸. درویش‌زاده، ع.، (۱۳۸۲). زمین‌شناسی ایران، انتشارات امیرکبیر، چاپ سوم، ۹۰۲ ص.

۹. رئیسی، ا.، مهرفر، ح.ا.، و ترابی آزاد، م.، (۱۴۰۰). تأثیر میدان مغناطیسی بر خواص فیزیکی آب و کاربرد آن در صنعت، کشاورزی و مدیریت منابع آب. انسان و محیط‌زیست، ۵۹. ۷۱-۶۱.

۱۰. سلیمپور، ف.، مازوجی، ع.، مظهر، ف.، و برزین، گ.، (۱۳۹۲). مقایسه خواص ضد باکتریایی اسانس چهار گونه گیاه دارویی مریم‌گلی. پژوهش در پزشکی، ۳۷ (۴)، ۲۱۵-۲۱۰.

۱۱. شاهدی، ب.، بانژاد، ح.، گلدانی، م.، و قلی‌زاده، م.، (۱۳۹۹). آبیاری و زهکشی ایران، ۵(۱۴)، ۱۵۳۸-۱۵۸۹.

۱۲. صادقی‌پور، ا.، و آقایی، پ.، (۱۳۹۳). بررسی اثر تنش خشکی و کاربرد آب مغناطیسی بر عملکرد و اجزای عملکرد ماش. پژوهش‌های به زراعی. ۶(۱)، ۸۶-۷۹.

۱۳. شاهنظری، ع.، و شیرازی، پ.، (۱۳۹۵). اثر آبیاری با آب مغناطیسی بر نفوذپذیری و شوری خاک. علوم و مهندسی آبیاری، ۴۰(۳)، ۱۹-۱۱.

۱۴. عابدین‌پور، م.، و روحانی، ا.، (۱۳۹۵). اثرات کاربرد آب مغناطیسی بر شاخص‌های رشد خاک و ذرت تحت مقادیر مختلف نمک در آب. استفاده مجدد و نمک زدایی آب، ۷(۳)، ۳۲۵-۳۱۹.

۱۵. فرهادی، م.، شاهنظری، ع.، احمدی، م.، و آقاجانی مازندرانی، ق.، (۱۳۹۳). بررسی اثر غلظت‌های مختلف آب دریای مازندران بر عملکرد آفتابگردان. اولین همایش ملی زهکشی در کشاورزی پایدار. هشت اسفند، ساری.

۱۶. قربانی، خ.، و جمالی، ص.، (۱۴۰۰). بررسی تأثیر آبیاری با اختلاط آب دریای خزر و چاه بر عملکرد کینوا رقم Sajama در شرایط گلخانه‌ای. پژوهش‌های حفاظت آب‌وخاک، ۲۸(۲)، ۸۱-۶۳.

۱۷. گیلانی، ع.، کرمانشاهی، ح.، قلی‌زاده، م.، و گلیان، ا.، (۱۳۹۶). آب کشاورزی مدیریت از طریق مغناطیسی آبیاری و آب آشامیدنی: بررسی مجله آریدلند کشاورزی، ۳، ۲۳-۲۷.

۱۸. متانت، م.، بانژاد، ح.، قلی‌زاده، م.، و گلدانی، م.، (۱۳۹۷). بررسی تأثیر شدت‌های مختلف آب مغناطیسی بر عملکرد کمی و کیفی گیاه تربچه. آبیاری و زهکشی ایران، ۲(۱۲)، ۴۷۲ -۴۸۰.

۱۹. محمدیان، م.ر.، فتاحی، و.م.، و نوری، ا.، (۱۳۹۵). بررسی تأثیر آب شور مغناطیسی شده بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه فلفل سبز. علوم و مهندسی آبیاری، ۳۹ (۱)، ۱۲۱-۱۳۰.

۲۰. مظفریان. (۱۳۷۵). فرهنگ گیاهان ایران. انتشارات فرهنگ معاصر. تهران، ۶۷۱ ص.

۲۱. مشت‌زن، ا.، یاوری، ع.، و سلیمانی‌زاده، م.، (۱۴۰۱). بررسی کیفی مریم گلی دارویی (Salvia officinalis L.) تازه و خشک در نوبت های مختلف برداشت. نشریه علمی علوم باغبانی. دانشگاه فردوسی مشهد.

۲۲. نیرپور دیزج، آ.، (۱۳۹۶). بررسی تأثیر آب مغناطیسی بر رشد و خصوصیات مورفولوژیکی و بیوشیمیایی و عملکرد اسانس گیاه دارویی مرزه. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی. دانشگاه تبریز.

۲۳. واروی پور، م.، (۱۳۸۹). خاک‌شناسی عمومی پیام نور. انتشارات پیام نور. ۳۳۶ ص.

24. Alattar, E., Radwan, E., &Elwasife, Kh., (2022). Improvement in growth of plants under the effect of magnetized water. AIMS Biophysics, 9(4): 346-387.

25. Aslani, H., and Razmjoo, J., (2018). Common sage (Salvia officinalis L.) responses to salinity and drought stresses in Isfahan region. Acta Hortic, 1190, 145-150.

26. Becker, V.I., Goessling, J.W., Duarte, B., Caçador, I., Liu, F., Rosenqvist, E. & Jacobsen, S.E., (2017). Combined effects of soil salinity and high temperature on photosynthesis and growth of quinoa plants (Chenopodium quinoa). Functional Plant Biology, 44(7), 665-678.

27. Castro Palacio, J.C., Morejon, L.P., Velazquez Abud, L., & Govea, A.P., (2007). Stimulation of Pinus tropicalis M. seeds by magnetically treated water. International Agrophysics, 21, 173-177.

28. Dobrevski, I., Boneva, M., & Bonev, B., (1993). Semi industrial experiments evaluating the effect of the magnetic treatment of cooling water in decreasing deposit formation. Russian Journal of Applied Chemistry, 66, 422-425.

29. Hassan A. Z., (2014). Effect of magnetized irrigation water with different gausses on the growth and mucilage percentage on two varieties of Calendula officinalis L. Journal of Biotechnology Research Center, 8(3), 5-10.

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

31. Higashitani, K. A., Kage, Katamura, S., Imai, K. & S. Hatade. (1993). Effects of magnetic field on the formation of caco3 particles. Colloid and Interface Science Journal, 156(1), 90-95.

32. Issa, F.H., Shanoon, R.W., & El Kaaby, E.J., (2016). Effect of magnetized water with spraying (Amino Alexine) on growth and yield of (Cucumis Sativus L.) growth in plastic house. Journal of University of Duhok, 19(1), 418-424.

33. Mostafazadeh-Fard, B., Khoshravesh, M., Mousavi, S. F., & Kiani, A. R., (2012). Effects of magnetized water on soil chemical components underneath trickle irrigation. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 138(12), 1075-1081.

34. Niaz, N., Tang, C., Zhang, R., Chu, G., (2021). Application of magnetic treated water

irrigation increased soil salt leachate by altering water property. Eurasian Soil Science, 54, 26-32.

35. Osman, E.A., Abd El-Latif, K.M., Hussien, S.M., & Sherif, A.E.A., (2014). Assessing the effect of irrigation with different levels of saline magnetic water on growth parameters and mineral contents of pear seedlings. Global Journal of Scientific Researches, 2(5), 128-136.
36. Srivastava, S. C., Lal, P. B. B., Sharma, B. N.,(1976). Application of solar energy in conjunction with magnetized water to boost food output. National Solar Energy Convention, Calcutta, India, pp. 248-250.
37. Turker, M., Temirici, C., Battal, P., & Erez, M.E., (2007). The effects of an artificial and static magnetic field on plant growth, chlorophyll and phytohormone levels in maize and sunflower plants. Phyton, 46, 271-284.
38. Yasmeen, R., & Siddiqui, Z.S., (2018). Ameliorative effects of Trichoderma harzianum on monocot crops under hydroponic saline environment. Acta Physiologiae Plantarum, 40(1), 4.22.
39. Zhao, G., Mu, Y., Wang, Y., & Wang, L., (2022). Magnetization and oxidation of irrigation water to improve winter wheat (Triticum aestivum L.) production and water-use efficiency. Agricultural Water Management, 259, 107254.
40. Zlotopolski, V., (2017). Magnetic Treatment Reduces Water Usage in Irrigation Without Negatively Impacting Yield, Photosynthesis and Nutrient Uptake in Lettuce. International Journal of Applied Agricultural Sciences, 3(5), 117-122.

Response of the Medicinal Plant *Salvia L.* to Magnetized Saline Irrigation Water

F. Karimpour, M. Khoshravesh*, M. A. Gholami Sefidkouhi, and V. Akbarpour

PhD Student, Department of Water Engineering, Faculty of Agricultural Engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran. **karimpour.fahim@gmail.com**

Associate Prof., Department of Water Engineering, Faculty of Agricultural Engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran. **Khoshravesh_m24@yahoo.com & m.khoshravesh@sanru.ac.ir**

Associate Prof., Department of Water Engineering, Faculty of Agricultural Engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran. **magholamis@yahoo.com**

Assistant Prof., Department of Horticulture, Faculty of Crop Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran. **v_akbarpour60@yahoo.com**

Received: June 2023 and Accepted: December 2023

Abstract

Agricultural sector is the largest consumer of fresh water worldwide. Therefore, finding a suitable alternative for the use of fresh water in agriculture can be a key solution to future water crisis issues. Application of saline water by using appropriate methods can be an option for irrigating salt-tolerant plants. One of these methods may be magnetizing irrigation water. In the present study, to investigate the effect of magnetized water on the fresh and dry weight, as well as the essential oil of the medicinal plant Maryam Goli (***Salvia L.***), a pot experiment was conducted in an open space using a factorial design and completely randomized layout with four replications. The experimental treatments included salinity of irrigation water prepared from different concentrations of Caspian Sea water (30%, 50%, 70%, and 100% mixing with well water) and a control treatment (well water), in both magnetic and non-magnetic conditions. Due to rainfall during the growth season, at the end of the experiment, the saturation extract salinity (EC) of the soil corresponding to the control treatment and the 30%, 50%, 70%, and 100% water mixtures were 3.15 (I0), 3.65 (I1), 4.55 (I2), 4.75 (I3), and 5.06 (I4) dS/m, respectively. The results showed that, in the I4 treatment, both the dry and fresh weights of the plant decreased by 40% and 25%, respectively. However, regarding the effect of magnetized water, the results indicated that in saline treatments with soil EC less than 3.65 dS/m (I0 and I1), use of magnetized water prevented a significant decrease in the weight of Maryam Goli plant shoots. Furthermore, the research results demonstrated non-significant changes in the essential oil of Maryam Goli plant due to irrigation with different salinities as well as magnetic water. Based on the results, it is recommended that irrigation management of Maryam Goli plants using magnetized saline water be carried out in such a way that the saturation extract salinity of the soil does not exceed 3.65 dS/m during the growing season.

Key words: Irrigation by seawater, Essential oil, Soil saturation extract salinity

* - Corresponding author's email: Khoshravesh_m24@yahoo.com & m.khoshravesh@sanru.ac.ir