

بررسی تاثیر آب مغناطیسی بر برخی خصوصیات مورفولوژیکی، عملکرد و ترکیبات تشکیل دهنده اسانس مرزه (*Satureja hortensis* L.)

آیسان نیریپور دیزج^۱، سعیده علیزاده سالطه^{۲*}، فریبرز زارع نهندی^۲

تاریخ دریافت: ۹۹/۲/۳۰ تاریخ پذیرش: ۹۹/۷/۱۹

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد رشته فیزیولوژی و اصلاح گیاهان دارویی، دانشگاه تبریز

۲- دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه تبریز

*مسئول مکاتبه: Email: s.a.salte@gmail.com

چکیده

اهداف: در این پژوهش سعی شده است تاثیر آب مغناطیسی بر خصوصیات مورفولوژیکی، مقادیر کلروفیل، کارتنوئید، محتوای نسبی آب برگ، آنتوسیانین، فعالیت آنتی اکسیدانی، فنل کل، فلاونوئید و میزان اسانس مرزه مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها: این آزمایش مزرعه ای در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تیمار آب مغناطیسی (۰، ۰/۱ و ۰/۲ تسلا) و چهار تکرار انجام شد.

یافته‌ها: نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد آب مغناطیسی تاثیر معنی‌داری در سطح یک درصد بر ارتفاع بوته و عملکرد وزن تر داشته و همچنین تعداد گل در هر بوته نیز با احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد. از طرفی مغناطیسی کردن آب غلظت نیتروژن را نسبت به شاهد در گیاه افزایش داد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که آب مغناطیسی میزان فنل و فلاونوئید را به ترتیب در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. همچنین این تیمار منجر به افزایش درصد اسانس در سطح احتمال ۵ درصد نسبت به شاهد گردید. از سوی دیگر تیمار مورد استفاده در این آزمایش، موجب افزایش درصد ترکیباتی نظیر گاما-ترپینن، آلفا ترپینن، p-سیمن، آلفا و بتا پینن و آلفا توچین شد.

نتیجه‌گیری: کاربرد آب مغناطیسی شده با تاثیر بر حلالیت و جذب عناصر، می‌تواند منجر به افزایش عملکرد و اسانس و خصوصیات دارویی مرزه گردد.

واژه‌های کلیدی: گاما-ترپینن، آلفا ترپینن، آب مغناطیسی، اسانس، مرزه

The effect of Magnetic Water on Some Morphological Characteristics, Yield and Essential Oil Composition of Savory (*Satureja hortensis* L.)

Aysan Nayyerpour Dizaj¹, Saeideh Alizadeh Salteh^{2*}, Fariborz Zaare Nahandi²

Received: May 19, 2020 Accepted: October 10, 2020

1- MSc graduated of physiology and biotechnology of Medicinal Plants, University of Tabriz, Iran.

2-Assoc. Prof., Dept. of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran.

*Corresponding Author Email: s.a.salte@gmail.com

Abstract

Background and Objective: In this study, the effect of magnetic water on morphological properties, chlorophyll values, carotenoids, relative leaf water content, anthocyanins, antioxidant activity, total phenol, flavonoids and the amount of savory essential oil was investigated.

Materials & Methods: This field experiment was performed in the layout of a randomized complete block design in three magnetic treatments (0, 0.1 and 0.2 Tesla) in four replications.

Results: The results showed that magnetic water had a significant effect on plant height and fresh weight yield, and the number of flowers per plant at probability of 5 percent. On the other hand, magnetizing water increased the concentration of nitrogen in the plant compared to the control. The results showed that the magnetic water increased the amount of to the control. This treatment also increased the percentage of essential oil in compared to the control. In addition, magnetic water used in this experiment increased the percentage of compounds such as gamma-terpinene, alpha-terpinene, p-cymen, alpha-pinene, beta-pinene and alpha-tujene.

Conclusion: Using of magnetized water by solubility and absorption of elements, can lead to increase yield and essential oil composition and medicinal properties of savory.

Keywords: Gamma-Terpinene, Alpha-Terpinene, Magnetic Water, Essential Oil, Savory

تازه خوری و ادویه مصرف و به علت داشتن ترکیبات مهم از منظر دارویی نیز بسیار مورد اهمیت واقع شده است. گیاه دارویی مرزه دارای ترکیباتی نظیر ترپنوئیدها، ترکیبات فنلی و آنتی‌اکسیدانی، کارواکرول، گاماترپینن، آلفا و بتا پینن، پاراسیمن، لیمونن، آلفا ترپنین، کامفور، تیمول و ژرانیول می‌باشد. در گونه‌های مختلف مرزه از نظر میزان اسانس و نوع ترکیبات تشکیل‌دهنده تنوع بسیار زیادی وجود داشته و در برخی گونه‌ها ترکیبات عمده پولگون و منتول و در برخی گونه‌ها گاماترپنتین و

مقدمه

مرزه با نام علمی *Satureja hortensis* L. گیاهی یک ساله یا چندساله، علفی، معطر متعلق به تیره نعناعیان است. اندام هوایی گل‌دار، مرزه در طب سنتی با اثرات شناخته شده ضد درد، ضد دل‌درد، ضدکرم، مقوی معده، خلط آور به‌کار می‌رود (حاج هاشمی ۲۰۰۲). مرزه بومی نواحی مدیترانه بوده که در زبان انگلیسی به نام Savory معروف می‌باشد. برگ‌های این گیاه پوشیده از کرک‌های ترش‌حی حاوی اسانس بوده و به‌عنوان سبزی

در تیمار میدان مغناطیسی ناشی از اثر آن بر ویژگی‌های مولکولی آب باشد (قناتی و همکاران ۲۰۰۷).

بیش از ۷۰ درصد مولکول‌های آب موجود در دمای محیط، به صورت نامنظم قرار گرفته‌اند. در صورتی که یک جسم دارای قدرت مغناطیسی با یکی از قطب‌هایش، مثلاً قطب جنوب (دارای بار مثبت) به آب نزدیک شود، مولکول‌های آب با قطب منفی به منبع مغناطیس نزدیک‌تر و مولکول‌های با بار مثبت از آن دور می‌شوند، در این شرایط هیدروژن‌های مثبت دارای نیروی بیشتری شده و مولکول‌های کوچک‌تری از آب تشکیل می‌شوند که باعث افزایش تعداد مولکول‌های آب در واحد حجم و نیز افزایش قدرت حل‌پذیری آب می‌گردد (کیانی و همکاران ۲۰۰۸). کاهش کشش سطحی آب و تغییر pH توسط میدان مغناطیسی، سبب افزایش جریان مواد غذایی به سمت ریشه‌ها می‌شود.

آب مغناطیسی مواد غذایی را در محدوده ریشه حل و موجب تحریک رشد گیاه می‌شود. این امر موجب افزایش درصد رشد و راندمان در دوره زمانی کوتاه‌تر حتی با مصرف آب و کود کمتر در بیشتر موارد است (زارعی و همکاران ۲۰۱۹). بر اثر مغناطیسی شدن آب مولکول‌های آب در واحد حجم افزایش و بر خاصیت حل‌کنندگی آن افزوده و توانایی آب برای جذب کاتیون‌ها و آنیون‌ها بیشتر شده و مقدار بیشتری از نمک‌ها به‌ویژه بی‌کربنات‌ها توسط گیاه جذب می‌شوند (نیکبخت و همکاران ۱۳۹۰). در نتیجه آبیاری گیاه با آب مغناطیسی جذب مواد غذایی توسط گیاهان را افزایش و در نتیجه رشد و عملکرد بیشتر می‌شود (ران و همکاران ۲۰۰۹؛ هاشم آبادی و همکاران ۲۰۱۵).

در پژوهشی که با هدف تاثیر آب مغناطیسی شده روی کتان انجام شد، نتایج نشان داد استفاده از آب مغناطیسی منجر به افزایش مقادیر کلروفیل و آنتوسیانین شده و روی خصوصیات کمی و کیفی گل‌ها نیز تاثیر معنی‌داری داشته که منجر به افزایش تولید گل گردید (امیرا و همکاران ۲۰۱۰). در مطالعه دیگر که روی گیاه

کارواکول ترکیب عمده اسانس می‌باشد (امیدبگی ۲۰۱۱).

در قرن بیستم کاربرد وسیع مواد شیمیایی نظیر سموم و کودهای شیمیایی منجر به اثرات منفی بر سلامت مصرف‌کنندگان و کاهش کیفیت مواد غذایی شده و علوم کشاورزی را به سمت عوامل تاثیرگذار در افزایش کیفیت گیاهان همچون یونیزه کردن، پرتوتابی، میدان‌های مغناطیسی و الکتریکی سوق داده‌است. برخی دانشمندان معتقدند که زمان حاضر عصر کاربرد روش‌های بیوفیزیکی روی موجودات زنده می‌باشد (فاکانپی ۲۰۰۹). بنابراین جایگزین کردن این روش‌ها با روش‌های کاربرد کود شیمیایی منجر به ارتقا سلامت غذایی و محیط می‌گردد (آلاداجیان ۲۰۰۷).

آب مغناطیسی شده یک تکنولوژی سازگار با محیط زیست بوده و برای برنامه‌های کاربردی کشاورزی قابل توصیه می‌باشد. عمده مواد غذایی در خاک توسط گیاه استفاده نشده و هنگام آبیاری با آب معمولی مقدار کمی از مواد غذایی حل می‌شود و گیاه برای ادامه زندگی خود انرژی زیادی را صرف تولید ریشه‌های بیشتر می‌کند، لذا تغییر ویژگی‌های آب امری کلیدی است استفاده از آب مغناطیسی شده منجر به تشکیل مولکول‌های زیاد در واحد سطح شده و حلالیت آن افزایش یافته که منجر به دسترسی بهتر عناصر برای گیاه می‌گردد (کیانی و همکاران ۲۰۰۸).

آب عبوری از یک میدان مغناطیسی، آب مغناطیس شده نامیده می‌شود و برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آب از جمله پیوندهای هیدروژنی، قطبیت، کشش سطحی، هدایت الکتریکی، pH و محلولیت نمک‌ها برای ۲۴ تا ۴۸ ساعت تغییر می‌کند (گریول و مهشواری ۲۰۱۱).

سازوکار تأثیر این میدان‌ها بر سلول هنوز به خوبی شناخته نشده‌است و از آنجایی که آب مهم‌ترین مولکول تشکیل دهنده سلول زنده بوده و همه واکنش‌های بیوشیمیایی سلول در آب صورت می‌گیرد، این فرضیه را به وجود می‌آورد که شاید بخشی از تأثیر ایجاد شده

ارتفاع این گیاه گردیده‌است (عبدالوگادوس و هوزاین ۲۰۱۰).

میدان‌های مغناطیسی در ابعاد وسیعی بر گیاهان تأثیر می‌گذارند و امروزه تحریک گیاهان با استفاده از میدان‌های مغناطیسی به عنوان راهی جهت افزایش کمیت و کیفیت عملکرد محصولات کشاورزی مورد توجه قرار گرفته‌است (مافی ۲۰۱۴). هدف از این پژوهش بررسی اثر آب مغناطیسی بر ویژگی‌های مورفولوژیکی، میزان ترکیبات شیمیایی و اسانس گیاه دارویی مرزه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر در دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز، در کرت‌هایی به ابعاد ۲×۲ متر و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با تیمار آب مغناطیسی شده با آهن ربای ۰/۱ و ۰/۲ تسلا (تایید شده توسط دانشکده فیزیک) و شاهد هر کدام در چهار تکرار انجام گرفت. تمامی مراحل داشت از جمله وجین علف هرز، تنک کردن، آبیاری انجام شد و در زمان تمام گل که بالاترین میزان اسانس گیاه دارویی مرزه در آن زمان وجود دارد، پس از حذف اثر حاشیه، اقدام به برداشت گردید. مشخصات خاک محل کشت در جدول ۱ آمده‌است.

گلرنگ، گیاهان تیمار شده با آب مغناطیسی، دارای درصد روغن بالاتری نسبت به گیاهان شاهد بودند (فاکنابی و همکاران ۲۰۰۹).

نتایج حاصل از برخی پژوهش‌ها حاکی از آن است که آب مغناطیسی شده تأثیر معنی‌داری بر میزان صفات مورفولوژیکی نظیر حجم ریشه، تعداد گل، وزن تر و خشک و حتی ارتفاع گیاه داشته‌است (نیکبخت و همکاران ۲۰۱۱). در پژوهشی روی گیاه استویا انجام نشان داد که استفاده از آب مغناطیسی منجر به افزایش عرض و طول برگ شده و وزن تر گیاه و برگ را افزایش داده‌است (احمدی و همکاران ۲۰۱۶). در مطالعه ترکر و همکاران (۲۰۰۷)، روی گیاه آفتابگردان آب مغناطیسی منجر به افزایش وزن خشک ریشه گردید. استفاده از تیمار آب مغناطیسی در ریحان نیز نشان داد که این تیمار بیشترین تأثیر را روی عملکرد داشته و به ترتیب افزایش ۳۳ و ۲۳ درصدی در وزن تر و خشک حاصل گردید (بانژاد ۲۰۱۳). استفاده از میدان مغناطیسی بر روی گیاه دارویی زنیان نیز افزایش عملکرد را نشان داد (مرغابی زاده و همکاران ۲۰۱۵). در پژوهشی دیگر روی گیاه پروانش، استفاده از آب مغناطیسی منجر به افزایش ارتفاع و وزن تر بوته نسبت به حالت شاهد گردید (هاشم آبادی ۲۰۱۵). در گیاه کتان نیز کاربرد آب مغناطیسی موجب افزایش

جدول ۱- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش

| درصد اشباع | هدایت الکتریکی (dS.m ⁻¹) | PH | کربن آلی (%) | نیترژن (mg.kg ⁻¹) | فسفر (mg.kg ⁻¹) | پتاسیم (mg.k) | شن (%) | لای (%) | رس (%) |
|------------|--------------------------------------|-----|--------------|-------------------------------|-----------------------------|---------------|--------|---------|--------|
| ۳۷ | ۳/۳۳ | ۷/۸ | ۱/۲ | ۰/۵ | ۳۶ | ۴۸۰ | ۷۶ | ۱۸ | ۶ |

خشک آن‌ها نیز اندازه‌گیری شد. به این ترتیب درصد ماده خشک با فرمول زیر محاسبه شد:

$$\text{درصد ماده خشک} = M_2/M_1 \times 100$$

در این فرمول M_1 = وزن تر نمونه و M_2 = وزن

خشک نمونه می‌باشد.

جهت اندازه‌گیری وزن تر، پس از نمونه‌گیری از گیاهان با استفاده از ترازوی با دقت ۰/۰۱ اندازه‌گیری شد. سپس نمونه‌های مورد نظر به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد در آون قرار گرفته و وزن

از هر کرت ۱۰ بوته انتخاب و تعداد گل شمارش و میانگین ۱۰ داده به عنوان تعداد گل هر کرت در نظر گرفته شد. جهت اندازه‌گیری میزان کلروفیل a, b, کل و کاروتنوئید از روش لیکچن هالر (۲۰۰۱) و با فرمول زیر محاسبه گردید:

$$C_a (\mu\text{g/ml}) = 16.72 A_{665.2} - 9.16 A_{652.4}$$

$$C_b (\mu\text{g/ml}) = 34.09 A_{652.4} - 9.16 A_{665.2}$$

$$C_{(X+C)} (\mu\text{g/ml}) = (1000 A_{470} - 1.63 C_a - 104.96 C_b) / 221$$

$$C_a = a \text{ کلروفیل} \quad C_b = b \text{ کلروفیل} \quad C_{(X+C)} = (\text{کاروتنوئیدها (گزانتوفیل+کاروتن)})$$

pH=۱ که شامل مخلوط پتاسیم کلرید ۰/۲ مولار و کلریدریک اسید ۰/۲ مولار بود به حجم رسانده شد. سپس ۲ میلی لیتر دیگر از این عصاره استخراج شده گیاهی با محلول بافر دارای pH= ۴/۵ که شامل مخلوط سدیم استات یک مولار و کلریدریک اسید یک مولار بود به حجم ۲۵ میلی لیتر رسانده و جذب نمونه‌ها در طول موج ۵۱۰ و ۷۰۰ نانومتر قرائت گردید (گیوستی ۲۰۰۰). فعالیت آنتی اکسیدانی مرزه با روش DPPH و تغییرات در جذب محلول این ماده در ترکیب با عصاره متانولی گیاه در طول موج ۵۱۷ نانومتر توسط اسپکتروفتومتر قرائت شد. اندازه‌گیری فنل کل توسط معرف فولین سیوکالچو و با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۷۲۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. اسید گالیک به عنوان استاندارد برای رسم منحنی استاندارد به کار رفت. محتوای فنل کل عصاره‌ها بر اساس میلی‌گرم معادل اسید گالیک بر گرم وزن خشک گیاه گزارش شد (سینگلتون ۱۹۶۵). اندازه‌گیری فلاونوئید کل نیز به روش چانگ و همکاران (۲۰۰۲) انجام شد.

اسانس‌گیری به روش تقطیر با آب با استفاده از دستگاه کلونجر به مدت ۳-۴ ساعت انجام و درصد اسانس محاسبه شد. اجزای تشکیل دهنده اسانس و مقادیر آن با استفاده از دستگاه GC-MS مورد ارزیابی قرار گرفت. کروماتوگرافی گازی در این آزمایش از نوع

جهت اندازه‌گیری ارتفاع گیاهان، تعداد ۱۰ نمونه از هرکرت بصورت تصادفی انتخاب و از سطح بستر تا جوانه انتهایی با خط کش اندازه و میانگین ۱۰ داده به عنوان ارتفاع هر تیمار در نظر گرفته شد.

برای اندازه‌گیری محتوای نسبی آب برگ (RWC) از برگ‌های جوان توسعه یافته نمونه برداری و بعد از انتقال به آزمایشگاه، از هر تیمار ۱۰ برگ و از هر برگ دو دیسک برگی تهیه و بعد از توزین، دیسک‌های برگی به مدت ۲۴ ساعت در آب مقطر در دمای یخچال قرار و مجدداً توزین گردیدند. دیسک‌های توزین شده در آن به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری و بعد از ۲۴ ساعت مجدداً توزین شدند (بارز ۱۹۶۲).

محتوای نسبی آب برگ = (وزن خشک - وزن تر) / (وزن خشک - وزن آماس).

اندازه‌گیری فسفر به روش رنگ سنجی (وانادات-مولیبدات زرد) انجام شد. در این روش یون‌های ارتو فسفات در محیط اسیدی با محلول وانادات-مولیبدات کمپلکس زرد رنگ فسفو وانادومولیبدات را تشکیل می‌دهند. حداکثر جذب در طول موج ۴۳۰ نانومتر دستگاه اسپکتروفتومتر مورد قرائت قرار گرفت (اولسن و سامرز ۱۹۸۲). اندازه‌گیری پتاسیم به روش نشر شعله‌ای به وسیله دستگاه فلیم‌فتومتر (جونز ۲۰۰۱) و نیتروژن کل بافت گیاهی با استفاده از روش کج‌دال (والینگ و همکاران ۱۹۸۹؛ راول ۱۹۹۴) انجام شد.

مقدار ترکیبات آنتوسیانین با استفاده از روش تغییر pH تعیین شد. ابتدا دو میلی لیتر از عصاره استخراج شده گیاهی با ۲۵ میلی‌لیتر محلول بافر دارای

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲) نشان داد که تاثیر تیمار آب مغناطیسی بر وزن تر، ارتفاع گیاه و تعداد گل مرزه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. با توجه به نتایج جدول ۳، استفاده از آب مغناطیسی موجب افزایش اندازه و میزان وزن تر و ارتفاع گیاه دارویی مرزه نسبت به آب معمولی گردید.

Saturn مدل ۳۴۰۰ ستون DB-5 به طول ۳۰ متر و قطر ۰/۲۵ میلیمتر و ضخامت لایه فاز ساکن ۰/۲۵ میکرولیتر بود. تکنیک کروماتوگرافی با گاز همراه طیف سنجی جرمی منجر به تهییج ذرات ماده مورد نظر از طریق بمباران آن‌ها توسط ذرات اشعه و سپس منجر به بررسی توده ذرات می‌گردد. آنالیز داده‌ها و تست نرمال بودن آن‌ها توسط نرم افزار SPSS22 انجام شد. مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون دانکن و رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار Excell 2010 صورت گرفت.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس اثر آب مغناطیسی بر ویژگی‌های مورفولوژیکی گیاه دارویی مرزه

| میانگین مربعات | | | | | | | | |
|------------------|------------|------------|-----------|-----------|----------|------------------|--------------------|---------------|
| منابع تغییر | درجه آزادی | وزن تر | وزن خشک | ارتفاع | تعداد گل | تعداد شاخه جانبی | محتوای نسبی آب برگ | درصد ماده خشک |
| آب مغناطیسی | ۲ | ۷۷۸۷۵/۱۴** | ۵۲۴/۵۹ ns | ۳۳۹/۹۷۵** | ۶۱/۰۵۵* | ۲/۸۴۱ ns | ۹۶/۵۷۶ ns | ۱۴۱/۶۰ ns |
| خطا | ۹ | ۷۳۲۴/۹۸ | ۱۶۰/۱۵ | ۳۳/۷۱۴ | ۱۳/۵۲۲ | ۴/۵۱۲ | ۱۴۱/۸۹۶ | ۱۱۰/۵۶ |
| ضریب تغییرات (%) | | ۱۳/۰۳ | ۶/۸ | ۱۲/۵۵ | ۱۴/۱۳ | ۳/۴۳ | ۹/۸۲ | ۱۱/۲۵ |

ns غیر معنی‌دار، *، ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ می‌باشد.

(۲۰۱۳) بیانگر تاثیر مثبت استفاده از آب مغناطیسی بر ارتفاع، وزن و عملکرد بوده است.

از آن جا که برداشت مرزه به منظور کاربرد دارویی و اسانس گیاه در مرحله گل‌دهی انجام می‌شود و گل‌دهی بیشتر نشان دهنده خواص دارویی بالاتر آن می‌باشد، استفاده از آب مغناطیسی در این آزمایش موجب افزایش نزدیک به چهار برابری تعداد گل در تیمار آب مغناطیسی ۰/۲ تسلا (۱۰/۹) در مقایسه با شاهد (۲/۷۳) گردید (جدول ۳). میدان مغناطیسی سلول‌های مریستمی را تحت تاثیر قرار داده و با تغییر دادن واکنش‌های متابولیکی، سیستم‌های سیگنال دهنده چرخه سلول، رونویسی و سنتز پروتئین‌ها موجب پاسخ بیولوژیکی متفاوت در گیاه می‌شود (اسمیت و همکاران ۲۰۰۳). دانشمندان معتقدند که استفاده از آب مغناطیسی چرخه

استفاده از آب مغناطیسی سبب عبور آسان آب و مواد از غشای سلول گیاهی می‌شود (الگوزری و یانو ۲۰۰۶) که این امر می‌تواند موجب افزایش جذب آب و در نتیجه افزایش وزن تر گیاه گردد. مغناطیسی کردن آب، پارامترهای رشد، هورمون‌های رشدی، کارایی انتقال مواد غذایی را بهبود می‌بخشد (دسوزا و همکاران ۲۰۰۶؛ عبدالگادوس و هوزاین ۲۰۱۰). همچنین مشخص گردیده است تیمار با آب مغناطیسی هورمون سیتوکینین را افزایش می‌دهد که این هورمون نیز به نوبه خود منجر به تقسیم سلولی و رشد ساقه می‌شود (هوزاین و عبدالگادوس ۲۰۱۰).

مطالعات انجام شده بر استویا (احمدی و همکاران ۲۰۱۶)، نخود و نخود فرنگی (گراول و ماهشواری ۲۰۱۱)، نخود و لوبیای چشم بلبلی (صادقی پور و آقای

همکاران ۱۹۹۶). در پژوهشی که روی گیاه پروانش انجام شد استفاده از آب مغناطیسی منجر به افزایش معنی دار تعداد شاخه و گل این گیاه گردید (هاشم آبادی ۲۰۱۵).

رسیدن به مرحله زایشی محصولات را با پویاسازی آب بین ترکیب ذرات رس و هوموس خاک افزایش می دهد (آلاداجیان ۲۰۰۷؛ رجبی و همکاران ۲۰۰۹؛ فیرک و

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر تیمار با آب مغناطیسی بر برخی صفات رویشی

| تعداد گل | ارتفاع بوته (cm) | وزن تر (g.m ⁻²) | شاهد |
|----------|------------------|-----------------------------|----------|
| ۲/۷۳ b | ۴۲/۶۳ b | ۱۵۹/۰۸ b | شاهد |
| ۷/۹۵ ab | ۴۵/۲ b | ۲۵۸/۴۲ b | ۰/۱ تسلا |
| ۱۰/۹ a | ۵۹/۷۲ a | ۴۳۴/۵۹ a | ۰/۲ تسلا |

کارایی فتوسنتز به وسیله افزایش کلروپلاست سلولها شده (گاریکا-رنیا و آرزا ۲۰۰۱) و احتمالاً به علت آبشویی عنصر پتاسیم در این آزمایش در اثر تیمار با آب مغناطیسی به علت افزایش یونهای محلول (سلیها ۲۰۰۵). میزان کارایی فتوسنتز و کلروفیل کاهش یافت. همچنین به نظر می رسد در برخی گیاهان مثل خرما، با رسیدن میزان کلروفیل گیاه تا حد مشخص، استفاده از ترکیباتی که موجب افزایش کلروفیل می شوند، مثر ثمر نخواهد بود. این در حالی است که گیاهانی همچون سیب با اعمال تیمار همواره کلروفیل آنها نیز افزایش می یابد (دوبرانسکی و همکاران ۲۰۱۴). به علت تغییر نکردن میزان رنگیزه های گیاه دارویی مرزه علی رغم تیمار آب مغناطیسی احتمالاً این گیاه نیز به حد نصاب کلروفیل خود رسیده است و با اعمال تیمار تغییری در آن رخ نمی دهد.

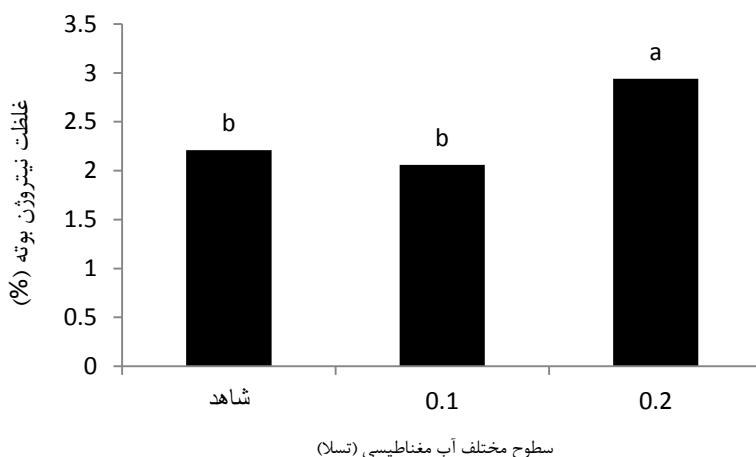
این اثرات مثبت ممکن است به بهبود کارایی مصرف آب، نفوذپذیری غشا، تقسیم سلولی (علیوردی ۲۰۱۵)، افزایش هدایت روزنه ای (صادقی پور و آقایی ۲۰۱۳)، میزان ایندول-۳-استیک اسید (تورکر و همکاران ۲۰۰۷)، میزان جیبرلیک اسید (دالیا و همکاران ۲۰۰۹)، رشد بهتر ریشه (ماهشورای و گراول ۲۰۰۹) و بهبود ظرفیت جذب آب (گارسیا رینا و پاسکوال ۲۰۰۱) مرتبط باشد. افزایش ۲۳-۱۳ درصدی محصول برنج آبیاری شده با آب مغناطیده گزارش شده و این افزایش همراه با اثر تحریکی آب مغناطیده بر تنظیم کننده های داخلی مانند اکسین و تولید هورمون های محرک رشد گیاه مانند سایتوکینین ها بوده است (قناتی و همکاران ۲۰۰۷). باتوجه به نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده ها (جدول ۴) مشخص گردید تیمار با آب مغناطیسی بر کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و کاروتنوئید تاثیر معنی داری نداشته است. یون پتاسیم منجر به افزایش

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس اثر آب مغناطیسی بر غلظت عناصر ازت، فسفر و پتاسیم گیاه دارویی مرزه

| منابع تغییر | درجه آزادی | فسفر | پتاسیم | نیتروژن |
|-------------|------------|-----------|-----------|---------|
| آب مغناطیسی | ۲ | ۱۳/۱۹۶ ns | ۶۸/۶۴۵ ns | ۰/۸۳۸* |
| خطا | ۹ | ۴/۱۷۰ | ۵۰/۴۲۸ | ۰/۱۷۳ |

در سطح احتمال ۵ درصد بر میزان نیتروژن گیاه دارویی مرزه دارد. به عبارتی می‌توان بیان کرد که تیمار با آب مغناطیسی منجر به افزایش میزان غلظت نیتروژن گیاه بدون استفاده از کودهای شیمیایی می‌گردد.

اثر کاربرد تیمار آب مغناطیسی بر غلظت عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم گیاه دارویی مرزه
باتوجه به نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها مشخص گردید که تیمار آب مغناطیسی تاثیر معنی‌داری



شکل ۱- میانگین درصد غلظت نیتروژن گیاه مرزه در سطوح مختلف مغناطیسی

شیمیایی ریزوسفر (هوزاین و عبدولگادوس ۲۰۱۰)، خصوصیات آناتومیکی (سلیم و ال نادی ۲۰۱۱) و فرایندهای بیوشیمیایی گیاه (داوی و همکاران ۲۰۰۹) مرتبط باشد. می‌توان گفت استفاده از میدان مغناطیسی سبب افزایش ظرفیت نگهداری آب خاک و متعاقب آن سبب افزایش دسترسی مواد غذایی خاک می‌شود. نوران و همکاران (۱۹۹۶) تفاوت‌هایی در تخلیه عناصری چون نیتروژن (نیترات)، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم توسط گیاه از خاک آبیاری شده با آب مغناطیس در مقایسه با آب معمولی مشاهده نمودند. آب مغناطیسی شده به علت کشش سطحی کمتر، حلالیت بالایی داشته و در نتیجه قدرت جذب عناصر تغذیه‌ای مانند نیتروژن توسط گیاهان آبیاری شده با آب مغناطیسی بیشتر می‌شود (قناتی و همکاران ۲۰۰۷).

آب مغناطیسی بر جذب عناصر بسیار موثر بوده و افزایش در جذب مواد مغذی به وسیله تیمار مغناطیسی نیز گزارش شده‌است (دوئارت و همکاران ۱۹۹۷). تیمار مغناطیسی با القا الکتریکی بر آب، باعث جذب یون‌های با بار مخالف و دفع یون‌های آب با بار موافق می‌گردد. در نتیجه منجر به حل پذیری بیشتر عناصر مغذی شده و جذب عناصر تسهیل خواهد شد (زارعی و همکاران ۲۰۱۹).

در بررسی‌های انجام گرفته بر روی گیاه گوجه فرنگی مشخص گردید آب مغناطیسی منجر به افزایش جذب نیتروژن گیاهی می‌شود (دوئارت و همکاران ۱۹۹۷).

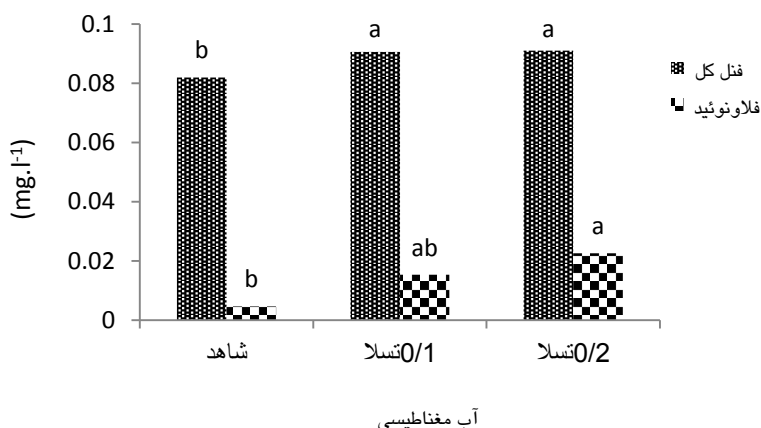
استفاده از میدان مغناطیسی در این پژوهش سبب بهبود جذب نیتروژن شد. یکی از دلایل ممکن، برای بهبود این ویژگی‌ها می‌تواند به تغییر در خصوصیات فیزیکی و

گیاه دارویی مرزه

| منابع تغییر | درجه آزادی | فنل | فلاونوئید | آنتوسیانین | آنتی اکسیدان | حجم اسانس | درصد اسانس |
|-------------|------------|---------|-----------|-------------|--------------|-----------|------------|
| آب مغناطیسی | ۲ | ۰/۰۰۰** | ۰/۰۰۰* | ۲۰۴۵/۴۷۴ ns | ۱۴۴/۱۷۳ ns | ۰/۰۷۱** | ۰/۳۱** |
| خطا | ۹ | ۱/۸۳۱ | ۵/۳۵۱ | ۶۴۸/۸۴۲ | ۴۶/۲۴۵ | ۰/۰۰۸ | ۰/۰۴۲ |

اثر کاربرد تیمار آب مغناطیسی بر برخی خصوصیات بیوشیمیایی گیاه دارویی مرزه با توجه به آنالیز نتایج جدول ۵ استفاده از آب مغناطیسی تاثیر معنی داری در سطح یک درصد بر میزان

فنل کل گیاه مرزه داشت و منجر به افزایش مقدار فنل (۰,۰۹۱ میلی گرم در لیتر) نسبت به شاهد (۰,۰۸۲ میلی گرم در لیتر) شد.



شکل ۲- میانگین مقدار فنل کل و فلاونوئید گیاه دارویی مرزه در سطوح مختلف آب مغناطیسی

باتوجه به افزایش غلظت نیتروژن گیاه دارویی مرزه در تیمار با آب مغناطیسی به نظر می رسد آب مغناطیسی با تاثیر روی جذب نیتروژن منجر به افزایش محتوای فنل کل گیاه گردیده است.

باتوجه به نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده ها مشخص گردید تیمار آب مغناطیسی تاثیر معنی داری در سطح ۵ درصد بر فلاونوئید کل گیاه دارویی مرزه داشت. با توجه به نمودار یک مقایسه میانگین داده ها افزایش در تیمار ۰/۲ (۰,۰۲۲۶) و ۰/۱ (۰,۰۱۵۳) تسلا آب مغناطیسی نسبت به شاهد (۰,۰۰۴۶) میلی گرم بر لیتر را نشان می دهد.

عباس زاده، ۲۰۱۵) و میزان فنل کل در آلوتئه ورا (عباس زاده ۲۰۱۴) مشاهده شده است. علت آن می تواند تاثیر میدان های الکترومغناطیس بر تبادل یون ها در غشا و یا تاثیر بر آنزیم های دخیل در فرایند متابولیسی باشد.

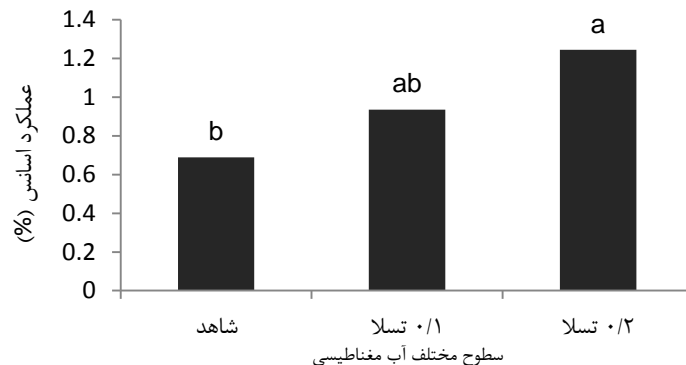
بر طبق نتایج به دست آمده میدان مغناطیسی منجر به افزایش آنزیم PAL در گیاه توتون شده است (تربی و همکاران، ۲۰۰۷) و از آن جاکه این آنزیم در مسیر فنیل پروپانوئیدی جهت تولید فلاونوئیدها نقش دارد، لذا به نظر می رسد احتمالاً این تیمار منجر به افزایش آنزیم PAL در گیاه دارویی مرزه گشته و نهایتاً منجر به افزایش فلاونوئید این گیاه شده است.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده ها در جدول ۵ نشان داد که تیمار آب مغناطیسی تاثیر معنی داری در

در بررسی های انجام شده تاثیر مثبت میدان مغناطیسی بر میزان فلاونوئید در بادرنجبویه (پوراکبر و

سطح ۵ درصد بر میزان درصد وزنی اسانس گیاه دارویی مرزه داشت. کاربرد منابع مختلف نیتروژن بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه مرزه اثر مثبتی داشته و سبب افزایش معنی‌دار عملکرد اسانس در واحد سطح نسبت به شاهد شده است

(مکی زاده تفتی و همکاران ۲۰۱۲). از آنجایی که در این پژوهش تیمار با آب مغناطیسی موجب افزایش غلظت نیتروژن بدون استفاده از کودهای شیمیایی شده، لذا به نظر می‌رسد همین امر منجر به افزایش اسانس در این گیاه باشد.



شکل ۳- میانگین درصد اسانس گیاه دارویی مرزه در سطوح مختلف آب مغناطیسی

اجزای اسانس

بر اساس نتایج بدست آمده از تجزیه ترکیبات اسانس توسط GC-MASS میزان اجزای تشکیل دهنده اسانس به شرح ذیل می‌باشد.

باتوجه به ترکیبات فوق درصد ترکیبات مهمی همچون آلفا پینن، بتاپینن، کارواکرول و گاما ترپینن در سطوح مغناطیسی بیشتر از آب معمولی بود. البته تنوع ترکیبات موجود در آب معمولی بیشتر از آب مغناطیسی بود که به علت مقادیر پایین در جدول آورده نشده است. کارواکرول یک مونوترپن فنولی است که دارای خاصیت آنتی اکسیدانی، ضدباکتریایی، ضد میکروبی بوده و همراه با گاما ترپینن، ترکیب اصلی اسانس مرزه تابستانه را تشکیل می‌دهد (عباسی و همکاران ۲۰۰۵). در این پژوهش میزان کارواکرول در حالت آب مغناطیسی ۰/۲ تسلا نسبت به شاهد افزایش پیدا کرده است. نتایج حاصل از پژوهشی که روی گیاه دارویی آویشن انجام شد، نشان داد استفاده از کود نیتروژن توانست میزان کارواکرول این گیاه را افزایش دهد

(جباری و همکاران ۲۰۰۹) تیمار آب مغناطیسی در این پژوهش منجر به افزایش غلظت نیتروژن در گیاه گردید و به نظر می‌رسد به همین علت احتمالاً میزان کاراکرول این گیاه نیز افزایش یافته است.

بتاپینن و آلفا پینن جز دسته مونوترپن‌های دو حلقه‌ای بوده که در صنعت اسانس به عنوان ترکیبات پایه‌ای اترهای روغنی به شمار می‌روند. این دو ترکیب ایزومر هم بوده و در واکنش‌های مختلف از جمله ایزومریزاسیون، اکسیداسیون، هیدراسیون و اسیتیلاسیون شرکت دارند. هر دو ترکیب آلفا و بتا پینن دارای اثرات ضد میکروبی روی باکتری‌های گرم مثبت و منفی همچنین اثرات ضد قارچی می‌باشند (دهار و همکاران ۲۰۱۴). با توجه به نتایج جدول ۶ تیمار با آب مغناطیسی توانسته این دو ترکیب مهم را نسبت به حالت شاهد افزایش دهد.

جدول ۶- اجزای ترکیبات اسانس در سطوح مختلف مغناطیسی

| شماره | ترکیب | KI | شاهد | ۰/۱ تسلا | ۰/۲ تسلا |
|-------|-------|----|------|----------|----------|
|-------|-------|----|------|----------|----------|

| | | | | | |
|----|--------------------------|------|-------|-------|-------|
| ۱ | α -thujene | 930 | ۰/۳۴ | ۱/۹۴ | ۴/۱ |
| ۲ | α -pinene | 939 | ۰/۲۵ | ۱/۱۳ | ۱/۱۶ |
| ۳ | β -phellendrene | 948 | - | - | ۰/۹۹ |
| ۴ | camphene | 954 | - | - | ۰/۱۴ |
| ۵ | sabinene | ۹۷۵ | - | - | ۰/۲۵ |
| ۶ | β -pinene | 979 | ۰/۱۳ | ۰/۶۲ | ۰/۹۰ |
| ۷ | β -myrcene | 991 | ۰/۴۸ | ۱/۷۶ | ۲/۵۴ |
| ۸ | α -phellandrene | 1003 | ۰/۱۲ | ۰/۴۹ | ۰/۷۳ |
| ۹ | α -terpinene | 1017 | ۱/۳۵ | ۴/۵۲ | ۶/۱۵ |
| ۱۰ | <i>p</i> -cymene | 1025 | ۱/۲۰ | ۳/۱۰ | ۵/۲۵ |
| ۱۱ | γ -terpinene | 1060 | ۱۳/۷۹ | ۲۵/۵۹ | ۲۶/۹۸ |
| ۱۲ | (cis)-sabinene hydrate | 1070 | - | ۰/۹۷ | ۰/۹۷ |
| ۱۳ | (trans)-sabinene hydrate | 1098 | - | - | ٪۰/۲۹ |
| ۱۴ | terpinene-4-ol | 1177 | - | - | ۰/۲۲ |
| ۱۵ | thymol | 1290 | ۰/۱۴ | ۰/۱۵ | ۰/۱۷ |
| ۱۶ | carvacrol | 1299 | ۴۶/۶۷ | ۴۷/۴۹ | ۴۸/۹۹ |
| ۱۷ | β -caryophyllene | 1413 | ۰/۷۸ | ۰/۴۶ | ۰/۵۶ |
| ۱۸ | bicyclogermacrene | 1500 | ۰/۵۲ | - | - |
| ۱۹ | β -bisabolene | 1506 | ۰/۹۴ | ۰/۷۱ | ۱/۶۶ |
| ۲۰ | spathulenol | 1576 | ۰/۳۵ | ۰/۱۸ | ۰/۸۹ |

اثر مصرف تیمارهای مختلف کود نیتروژن می‌توان گفت اسانس‌ها ترکیب‌های ترپنوئیدی بوده و واحدهای سازنده آنها نیازمند ATP و NADPH هستند و حضور عناصری نظیر نیتروژن و فسفر برای تشکیل ترکیب‌های اخیر ضروری می‌باشد (لومیس و کورتنا ۱۹۷۲).

نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد که تیمار با آب مغناطیسی می‌تواند بدون استفاده از کودهای شیمیایی منجر به افزایش جذب برخی عناصر مهم همچون نیتروژن در گیاه گردد که با توجه به تاکید بر تولید ارگانیک گیاهان دارویی، می‌تواند مورد توجه قرار بگیرد. هرچند انجام آزمایش‌های مختلف با مغناطیده های مختلف باعث دستیابی به نتایج مطلوب‌تر می‌گردد. تیمار آب مغناطیسی باعث افزایش ترکیبات مهمی همچون فنل،

گاما ترپینن جز ترکیبات اصلی مرزه بخصوص مرزه تابستانی می‌باشد (مکی زاده و همکاران ۲۰۱۲) که در صنایع دارویی بسیار مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این پژوهش با توجه به نتایج ذکر شده در جدول شش، درصد گاماترپینن در تیمار با آب مغناطیسی ۰/۲ تسلا و ۰/۱ نزدیک به دو برابر حالت شاهد شده‌است.

اسانس‌ها از دو مسیر بیوسنتزی موالونات^۱ و اسید شیکیمیک^۲ منشا می‌گیرند (گانگ و همکاران ۲۰۰۱). مسیر موالونات با فتوسنتز، آسیمیلایسیون و رشد مرتبط است و نهایتاً منجر به تولید ترپنوئیدها می‌شود (اگرچه ترپنوئیدها توسط مسیر فسفات متیل‌اریتریتول^۳ نیز تولید می‌شوند). در حالی‌که اسید شیکیمیک به وسیله فعالیت فنیل‌آلانین‌آمونیا یاز انجام می‌گیرد و منجر به تولید ترکیبات فنولی می‌شود. با افزایش میزان اسانس در

³- Methylerythritol phosphate pathway

¹- Mevalonate pathway

²- Shikimic acid pathway

سپاسگزاری:

بدین وسیله از دست اندرکاران مجموعه ایستگاه آموزشی و تحقیقاتی خلعت پوشان و جناب آقای مهندس جهانگیری کمال تشکر را داریم.

فلانوئید، گاما ترپینن، کارواکرول، آلفا و بتا پینن و درصد اسانس گردد که از نظر صنایع دارویی بسیار حائز اهمیت خواهد بود.

منابع مورد استفاده

- Abasi Kh, Sefidkon F, Eieni Y. 2005. Comparison between total of essential oil of two species of *Satureja* with use of Clevenger apparatus and supercritical fluid methods. *Journal of Medicinal and Aromatic plants*, (21)3: 307-318. (In Persian).
- Abbaszadeh R, Masoumian M, Sarami Sh, Noorzavian A and Mir Safi FS. 2014. Study of the effect of electromagnetic field on the production of total aloe vera phenol. 3rd Iranian Conference on Electromagnetic Engineering. (In Persian).
- Abdul Qados AMS and Hozayn M. 2010. Response of growth, yield, yield components and some chemical constituents of flax for irrigation with magnetized and tap water. *World Applied Science Journal*, 8(5): 630-634.
- Ahmadi M, Ghasemnezhad A, Sadeghi Mahoonak A and Rezaie Asl A. 2016. Effect of Magnetized and Saline Water on the Biomass yield of *Stevia (Stevia rebaudiana Bertonii)*. *Advances in Bioresearch*, 7(1): 158-166. (In Persian).
- Aladjadjian A. 2007. The use of physical methods for plant growing stimulation in Bulgaria. *Journal of Central European Agriculture*, 8: 369-380.
- Algozari H and Yao A. 2006. Effect of magnetizing of water and fertilizers on the some chemical parameters of soil and growth of maize. M.Sc. Thesis, University of Baghdad. Iraq and Signaling. New York. USA Elsevier.
- Aliverdi A, Parsa M and Hammami H. 2015. Increased soyabean-rhizobium symbiosis by magnetically treated water. *Biological Agriculture and Horticulture*, 31(3): 167-176.
- Amira MS, Qados A and Hozayn M. 2010. Response of growth, yield, yield components, and some chemical constituents of flax for irrigation with magnetized and tap water. *World Applied Sciences Journal*, 8: 630-634.
- Banejad H, Mokari Gahroodi, E, Esnaashari M and Liaghat AM. 2013. Assessment of the interaction of magnetic water and salinity on yield and components of Basil plant. *Iranian Journal of irrigation and Drainage*, 7(2): 178-183. (In Persian).
- Barrs HD and Weatherley PE. 1962. A re-examination of the relative turgidity technique for estimating water deficits in leaves. *Aust, The Journal of Biological Science*, 15: 413-428.
- Chang C, Yang M, Wen H, Cher J. 2002. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. *Journal of Food and Drug Analysis*, 10: 178-182.
- Dalia AS, Gendy AA, Maria AM and Mousa EM. 2009. Response of pepper plants (*Capsicum annuum L.*) to magnetic technologies. In: *Proceedings of the first Nile Delta Conference on Export Crops*.
- De Souza A, Gani P, Sueiro L, Gilart F, Porras E and Licea L. 2006. Pre-Sowing magnetic treatment of tomato seeds increase the growth and yield of plants. *Bioelectromagnetics*, 27: 247-257.
- Dhar P, Chan P, Cohen DT, Khawam F, Gibbons S, Snyder-Leiby T, Dickstein E, Rai PK and Watal G. 2014. Synthesis, antimicrobial evaluation, and structure-activity relationship of α -pinene derivatives. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 62(16): 3548-3552.
- Dhawi F, Al-Khayri JM 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: 161-166.

- Dobránszki J and Mendler-Drienyovszki, N. 2014. Cytokinin-induced changes in the chlorophyll content and fluorescence of in vitro apple leaves. *Journal of plant physiology*, 171(16): 1472-1478.
- Duarte Diaz CE, Riquenes JA, Sotolongo B, Portuondo MA, Quintana EO, Perez R. 1997. Effects of magnetic treatment of irrigation water on the tomato crop. *Science Horticultural Abstracts*, 69: 494.
- Faqenabi F, Tajbakhsh M, Bernoosi I, Saber-Rezaii M, Taheri F, Parvizi S, Izadkhan M, Hasanzadeh Gorttapeh A and Sedqi H. 2009. The effect of magnetic field on growth, development of safflower and its comparison with others treatment. *Journal of Biological Sciences*, 4(2): 174-178.
- Gang DR, Wang J, Dudareva N, Hee NK and Simon JE. 2001. An investigation of the storage and biosynthesis of phenylpropanes in sweet basil. *Plant Physiology*, 125: 539-555.
- Garcia-Reina F and Arza PL. 2001. Influence of a stationary magnetic field on water relations in lettuce seeds. Part I: Theoretical considerations. *Journal of Bioelectro magnetics*, 22: 589-595.
- Ghanati F, Abdolmaleki P, Vaezzadeh M, Rajabbeigi E and Yazdani M. 2007. Application of magnetic field and iron in order to change medicinal products of *Ocimum basilicum*. *Environmentalist*, 27: 429-434.
- Giusti MM, Rodriguez Soana LF, Baggett JR, Reed GL, Durst RW and wrolestad RE. 1998. Anthocyanin pigment composition of red radish cultivars as potential food colorants. *Journal of Science*, 47: 4631-4637.
- Grewal HS and Maheshwari BL. 2011. Magnetic treatment of irrigation water and snow pea and chickpea seeds enhances early growth and nutrient contents of seedlings. *Bioelectromagnetism*, 32: 58-65.
- Grewal HS and Maheshwari BL. 2011. Magnetic treatment of irrigation water and snow pea and chickpea seeds enhances early growth and nutrient contents of seedlings. *Journal of Bioelectro magnetics*, 32: 58-65.
- Hajhashemi V Ghannadi A and Pezeshkian S K. 2002. Antinociceptive and anti-inflammatory effects of *Satureja hortensis* L. extracts and essential oil. *Journal of Ethnopharmacology*, 82: 83-87.
- Hashenmabadi D, zaredost F and solimandarabi j. 2015. The effect of magnetic water and irrigation intervals on the amount of the nutrient elements in soil and aerial part of previwickel (*Catarantus Roseus* L.). *Journal of Ornamental Plants*, 5(3): 2251-6441. (In Persian).
- Hozayn M and Abdul Qados AMS. 2010. Irrigation with magnetized water enhances growth, chemical constituent and yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Agriculture and Biology Journal of North America*, 32: 2151-7525.
- Jabbari R, Amini Dehaghi M, Modares Sanavy MA and Kordenaeej A. 2009. Effects of Application Methods of Nitrogen Fertilizer in Semi-Arid and Moderate Cool Conditions on Morphological and Composition on Thyme (*Thymus vulgaris* L.). *Journal of Crop Breeding*, 1(3): 78-94. (In Persian).
- Jones J. 2001. *Laboratory Guide for Conducting Soil Tests and Plant Analysis*. CRC Press, LLC. USA.
- Kiani A and Asadi ME. 2008. Using saline water for wheat production and investigation of accumulation solute trend in soil profile. *Pajouhesh & Sazandegi*, 80: 128-137. (In Persian).
- Lichtenthaler HK and Buschmann C. 2001. *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*. Unit F4.3.1-F4.3.8.
- Loomis WD and Corteau R. 1972. Essential oil biosynthesis. *Recent advances Phytochemistry*, 6: 147-185.
- Maffei ME. 2014. Magnetic field effects on plant growth, development, and evolution. *Frontiers in Plant Science*, 5: 445.
- Maheshwari BL and Grewal HS. 2009. Magnetic treatment of irrigation water: Its effects on vegetable crop yield and water productivity. *Agricultural Water Management*, 96: 1229-1236.

- Makkizadeh M, Chaichi M, Nasrollahzadeh S and Khavazi K. 2012. Effect of different types of nitrogen fertilizers on quantitative and qualitative characteristics of *Satureja hortensis* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 28(2): 330-341. (In Persian).
- Marghabeizadeh GH, Gharineh MH, Fathi GH, Abdali AR and Farbod M. 2015. Effect of ultrasound waves and magnetic field on germination, growth and yield of *Carum copticum* (L.) C. B. Clarke in lab and field conditions. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 30(4):539-560. (In Persian).
- Nikbakht J and Rezaee E. 2011. Effect of different levels of magnetized wastewater on yield and water use efficiency in Maize and some of soil physical properties. Iranian Journal of Soil and Water Research, 48(1):63-75. (In Persian).
- Nikbakht J, Khandeh Rouyan M, Tavakkoli A and Taheri M. Effect of magnetic irrigation on germination and early growth characteristics of maize (*Zea mays*). Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi), 104: 141-147. (In Persian).
- Noran R, Shani R and Lin I. 1996. The effect of irrigation with magnetically treated water on the translocation of minerals in the soil. Magnetic and Electrical Separation, 7: 109-122.
- Olson, SR, Sommers LE. 1982. Phosphorus. In page Al, Miller R.H. Keeney D.R.(eds) Methods of soil Analysis. American Society of Agronomy, Madison.
- Omidbaigi R. 2011. Approaches to Production and Processing of Medicinal. (In Persian).
- Phirke PS, Patil NN, Umbarkar SP and Dudhe YH. 1996. The application of magnetic treatment to seeds: methods and responses. Seed Science and Technology, 24(2): 365-373.
- Pourakbar L and Abedzadeh M. 2015. Investigating the effects of magnetic field and salicylic acid on *Melissa officinalis* (Lamiaceae) under UV-B stress. Nova Biologica Reperta, 1 (2): 40-56.
- Rajabi R, Noorhosseini Niyaki SA and Masjedi H. 2009. Approach of magnetic water application in sustainable agriculture of Iran. In: Proceeding of 5th Congress of New Ideas to Agriculture. Islamic Azad University of Khorasgan (Esfahan). (In Persian).
- Rowell DL. 1994. Soil Science: Method and Application. Longman Scientific and Technical, Wiley, UK, P. 350.
- Sadeghipour O and Aghaei P. 2013. Improving the growth of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) by magnetized water. Journal of Biodiversity and Environmental Science, 3: 37-43.
- Saliha BB. 2005. Bioefficacy testing of GMX online magnetic water conditioner in grapes var. muscat. Tamil Nadu agricultural university. Project Completion Project.
- Selim AFH and El-Nady MF. 2011. Physio-anatomical responses of drought stressed tomato plants to magnetic field. Acta Astronautica, 69: 387-396.
- Singleton VL, Rossi JA. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagent. American Journal of Enology and Viticulture, 16(3): 144-58.
- Smith C, Coetzee PP and Meyer JP. 2003. The Effectiveness of a Magnetic Physical Water Treatment Device on Scaling in Domestic Hot-Water Storage Tanks. Water SA, 29(3): 231-236.
- Trebbi G, Borghini F, Lazzarato L, Torrigiani P, Calzoni GL and Betti L. 2007. Extremely low frequency weak magnetic fields enhance resistance of NN tobacco plants to tobacco mosaic virus and elicit stress-related biochemical activities. Bio-electromagnetics, 28: 214-223.
- Turker M, Temirci C, Battal P and Erez ME. 2007. The effects of an artificial and static magnetic field on plant growth, chlorophyll and phytohormone levels in maize and sunflower plants. Journal of Phytion Annales Rei Botanicae, 46: 271-284.
- Waling I, Vark WV, Houba VJ and Van der Lee JJ. 1989. Soil and plant analysis, a series of syllabi. Part 7. Plant Analysis Procedures. Wageningen Agriculture University, Netherland.