

## Effect of Magnetic Water, Penegetic, Organic and Bio-fertilizers on Growth Characteristics and Essential Oil Yield of Moldavian Balm (*Dracocephalum Moldavica* L.)

Fatemeh Gholami<sup>1\*</sup>, Rouhollah Amini<sup>2</sup>, Adel Dabbagh Mohammadi Nasab<sup>2</sup>,  
Mohammad Ghafouri<sup>3</sup>

Received: 31 December 2022 Accepted: 01 May 2023

1-Post Graduate Student in Agronomy, Dept. of Plant Ecophysiology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

2-Prof., Dept. of Plant Ecophysiology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

3-Assist. Prof., Physics Dept. Faculty of Basic Sciences, Islamic Azad University, Shabestar Branch, Shabestar, Iran.

\*Corresponding Author E-mail: r\_amini@tabrizu.ac.ir, ramini58@gmail.com

### Abstract

**Background and Objective:** The study was carried out to evaluate the effects of magnetic water, penegetic, organic and chemical fertilizers on growth characteristics and yield of Moldavian balm (*Dracocephalum moldavica* L.).

**Materials and Methods:** This experiment was conducted as a factorial based on a randomized complete block design with 21 treatments and three replications at research farm of the faculty of agriculture, university of Tabriz, Iran in 2016. The first factor was magnetic water (0, 290, and 430 milli Tesla) and the second factor was fertilizer treatment (control, 100% chemical fertilizers+NPK fertilizer, 50% chemical fertilizer+bio-fertilizer, Penegetic P, 50% chemical fertilizer+Penegetic P, 50% chemical fertilizer +organic wood fertilizer with 2 and 4 tons/ha).

**Results:** Increasing the intensity of the magnetic improved the transverse growth of the plant, leaf chlorophyll index, dry weight of upper flowering parts, and essential oil yield of Moldavian balm. Fertilizer level had a significant effect on leaf area index, dry weight of upper flowering parts, essential oil percentage and yield. In all traits, fertilizer treatments of 50% chemical fertilizer+bio-fertilizer and 50% chemical fertilizer+organic wood fertilizer in 2 tons ha were superior compared with control treatment. The interaction effect of magnetic water fertilizer treatments was significant on number of branch per plant, dry weight of upper parts, essential oil percentage and yield. The highest dry weight of upper flowering parts (7668.70 kg/ha) was obtained in 100% chemical fertilizer and magnetic water of 430 milliTesla. The highest essential oil yield (16.59 kg.ha<sup>-1</sup>) was obtained in organic wood fertilizer in 2 tons ha and without using magnetic water.

**Conclusion:** Bio-fertilizer and organic fertilizers in combination with 50% of chemical fertilizers coupled with magnetic water of 430 milli Tesla could be recommended to improve the growth traits, qualitative and quantitative yield of Moldavian balm in the field condition.

**Keywords:** Bio-Fertilizer, Chlorophyll Index, Essential Oil Yield, Magnetic Water, Moldavian Balm, Penegetic.

## اثر کاربرد آب مغناطیسی، کودهای پرنجتیک، آلی و زیستی بر صفات رشدی و عملکرد اسانس بادرشبو (*Dracocephalum moldavica* L.)

فاطمه غلامی<sup>۱\*</sup>، روح اله امینی<sup>۲</sup>، عادل دباغ محمدی نسب<sup>۲</sup>، محمد غفوری<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۲/۱۱

۱-دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت، گروه اکوفیزیولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

۲-استاد، گروه اکوفیزیولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

۳-استادیار، گروه فیزیک، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شبستر، شبستر، ایران.

\* مسئول مکاتبه: E-mail: r\_amini@tabrizu.ac.ir, ramini58@gmail.com

### چکیده

**اهداف:** پژوهش باهدف ارزیابی اثر آب مغناطیسی و تیمارهای کود آلی و شیمیایی بر صفات رشدی و عملکرد بادرشبو انجام شد.

**مواد و روش‌ها:** آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و سه تکرار در سال ۱۳۹۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز اجرا شد. عامل اول نوع آب مغناطیسی (صفر، ۲۹۰ و ۴۳۰ میلی‌تسلا) و عامل دوم تیمار کودی (شاهد، ۱۰۰٪ کود شیمیایی + کود کامل NPK، ۵۰٪ کود شیمیایی + کود زیستی، کود پرنجتیک P، ۵۰٪ کود شیمیایی + کود پرنجتیک P، ۵۰٪ کود شیمیایی + کود آلی چوب با مقدار دو و چهار تن در هکتار) بود.

**یافته‌ها:** افزایش شدت میدان مغناطیسی توسعه عرضی بوته، شاخص کلروفیل برگ، عملکرد سرشاخه خشک گلدار، عملکرد اسانس را بهبود بخشید. اثر تیمار کودی بر شاخص سطح برگ، عملکرد سرشاخه خشک گلدار، درصد و عملکرد اسانس معنی‌دار بود. در کلیه صفات تیمارهای ۵۰٪ کود شیمیایی + کود زیستی و ۵۰٪ کود شیمیایی + کود آلی چوب با مقدار دو تن در هکتار نسبت به شاهد برتری داشت. اثر متقابل نوع آب در تیمار کودی بر تعداد ساقه فرعی در بوته، عملکرد سرشاخه خشک گلدار، درصد و عملکرد اسانس معنی‌دار شد. بیشترین میانگین عملکرد سرشاخه خشک گلدار (۷۶۶۸/۷۰) کیلوگرم در هکتار) با ۱۰۰٪ کود شیمیایی و آب مغناطیسی با شدت میدان ۴۳۰ میلی‌تسلا به دست آمد. بیشترین میانگین عملکرد اسانس (۱۶/۵۹ کیلوگرم در هکتار) نیز با کود آلی چوب با مقدار چهار تن در هکتار و بدون استفاده از آب مغناطیسی به دست آمد.

**نتیجه‌گیری:** کودهای زیستی و آلی در تلفیق با ۵۰٪ کود شیمیایی همراه آب مغناطیسی ۴۳۰ میلی‌تسلا جهت افزایش صفات رشدی و عملکرد کیفی و کمی بادرشبو قابل توصیه می‌باشد.

**واژه‌های کلیدی:** آب مغناطیسی، بادرشبو، پرنجتیک، عملکرد اسانس، کود زیستی، شاخص کلروفیل

### مقدمه

ضد عفونی‌کننده، ضدقارچی و ضدویروسی در صنایع غذایی، داروسازی، عطرسازی، آرایشی و بهداشتی استفاده می‌گردد (امینی و همکاران ۲۰۲۰a,b). ساقه، برگ و گل این گیاه، معطر و دارای اسانس است. مواد

بادرشبو (*Dracocephalum Moldavica* L.) گیاهی علفی و یکساله متعلق به خانواده نعنائیان (Lamiaceae) و بومی آسیای مرکزی است. این گیاه به دلیل اثرات

همچنین، نتایج برخی تحقیقات نشان داده است که استفاده وسیع کودهای شیمیایی، باعث افزایش آلودگی آب‌های زیرزمینی و محیط زیست می‌شود (اکبرپور و همکاران ۲۰۱۷). بر همین اساس، مهم‌ترین موضوع در حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاهی در نظام‌های تولید محصولات زیستی کشاورزی، جایگزینی مواد آلی و کودهای زیستی با کودهای شیمیایی یا به حداقل رساندن اثرات منفی کودهای شیمیایی است (امینی و همکاران ۲۰۲۳)؛ از این رو، کاربرد تلفیقی کودهای شیمیایی و آلی افزون بر کاهش مصرف کودهای شیمیایی و ممانعت از آثار زیان‌آور آن‌ها بر آب‌های زیرزمینی و سطحی، می‌تواند ضمن حفظ توازن تغذیه‌ای در گیاهان، سبب افزایش عملکرد آن‌ها شود (اله رسانی و رضانی ۲۰۲۱). نتایج برخی مطالعات حاکی از آن است که مواد آلی به دلیل اثرات مفید بر خصوصیات شیمیایی، فیزیکی، بیولوژیکی و باروری خاک، از ارکان مهم باروری خاک هستند (تهامی و همکاران ۲۰۱۹). نتایج برخی مطالعات نشان داده است که استفاده از کودهای آلی و زیستی، جهت دستیابی به اهداف کشاورزی ارگانیک و پایدار مهم است (هان و همکاران ۲۰۰۶؛ دسکا و همکاران ۲۰۱۶؛ امینی و همکاران ۲۰۲۳). همچنین، نتایج برخی پژوهش‌ها نیز نشان داد به کارگیری کودهای بیولوژیک حل‌کننده فسفر و تثبیت‌کننده نیتروژن از روش‌های زراعی مناسب است (وو و همکاران ۲۰۰۵؛ شجاعیان کیش و همکاران ۲۰۱۹؛ امینی و همکاران ۲۰۲۰). در همین راستا، شریفی و همکاران (۲۰۲۰) نتیجه گرفتند تیمار کود شیمیایی نیتروژنی همراه با پرنجنتیک K, P افزایش معنی‌داری را در درصد و عملکرد اسانس زیره سبز (*Cuminum cyminum L.*) نشان دادند.

با توجه به اهمیت کاربرد آب مغناطیسی و کودهای زیستی و آلی در کشاورزی پایدار و همچنین، ضرورت کاهش کودهای شیمیایی به دلیل ایجاد آلودگی‌های زیست‌محیطی در بوم نظام‌های زراعی، تحقیق حاضر با هدف بررسی تأثیر کاربرد آب مغناطیسی، کودهای آلی و شیمیایی بر صفات رشدی و عملکرد اسانس بادرشبو (*Dracocephalum moldavica L.*) اجرا گردید.

مؤثر اندام رویشی این گیاه به‌عنوان پایین آورنده تب، قابض، آرام‌بخش، تقویت‌کننده قلب و اشتها آور استفاده می‌گردد (امینی و همکاران ۲۰۲۰b). از عصاره بادرشبو برای رفع سردرد، ضعف عمومی بدن، سرماخوردگی، تسکین دردهای عصبی، شستشوی دهان، دندان درد و اسپاسم‌های کلیه و معده استفاده می‌گردد (گلستانی ۲۰۲۲؛ امینی و همکاران ۲۰۲۳).

استفاده گسترده مواد شیمیایی همچون سموم و کودهای شیمیایی بر سلامت مصرف‌کنندگان تأثیر منفی دارد و کیفیت مواد غذایی را کاهش می‌دهد. همین امر سبب استفاده وسیع از عوامل اثرگذار در افزایش کیفیت گیاهان نظیر میدان‌های مغناطیسی در علوم کشاورزی شده است (فاکنای ۲۰۰۹)؛ لذا جایگزینی این روش‌ها با کاربرد کود شیمیایی سبب ارتقاء سلامت غذایی و محیط می‌گردد (نیرپور دیزج و همکاران ۲۰۲۱). همچنین، تیمار مغناطیسی آب آبیاری می‌تواند سبب کاهش اثر کم‌آبی بر گیاهان که از مهم‌ترین مشکلات در تولید محصولات گیاهی است، گردد (الخازان و همکاران ۲۰۱۱). علاوه بر این، سلامت محیط، بهبود فعالیت میکروارگانیسم‌ها، شکستن دورمانسی بذور و افزایش تحمل گیاه به عوامل تنش‌زا، تأثیر بر ترکیب شیمیایی گیاه که سبب فعال شدن آنزیم‌ها می‌گردد، از دیگر مزایای آبیاری با آب مغناطیسی است (شریفی و همکاران ۲۰۲۰).

هنگام عبور آب از میدان مغناطیسی، پیوندهای واندروالسی و هیدروژنی بین مولکول‌های آب شکسته می‌شود که به علت در یک راستا قرار گرفتن بخش‌های غیرهمنام مولکول آب و اشغال فضای کمتر، آزادی و تحرک بیشتر و نیروی کشش سطحی کمتر می‌شود (قدمی فیروزآبادی و همکاران ۲۰۱۶). حالت مغناطیسی سبب افزایش سیالیت آب، خاصیت ترکندگی آن، جذب بهتر و راحت‌تر آب مغناطیسی و قرارگیری بیشتر املاح در اختیار گیاه و در نتیجه افزایش رشد و عملکرد گیاه می‌گردد (فریدوند و همکاران ۲۰۱۹). الزبیدی (۲۰۱۴) با هدف بررسی اثر آب مغناطیسی در ذرت، به این نتیجه رسید که آب مغناطیسی سطح برگ و محتوای کلروفیل را افزایش داد.

## مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۶ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز واقع در اراضی کرکج در ۱۲ کیلومتری شرق تبریز با مختصات جغرافیایی ۳۷°:۰۵' شمالی و ۴۶°:۱۷' شرقی و ۲۷۰:۰۵ شمالی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل نوع آب در سه سطح (آب مغناطیس شده با شدت میدان‌های صفر، ۲۹۰ و ۴۳۰ میلی‌تسلا) و تیمار کودی در هفت سطح شامل شاهد بدون مصرف کود، ۱۰۰٪ کود شیمیایی شامل اوره (۴۶ درصد نیتروژن) و کود کامل NPK (به نسبت ۱۰-۵۲-۱۰)، ۵۰٪ کود شیمیایی + کود زیستی شامل ازتو بارور ۱ و فسفات بارور ۲، کود پنرجتیک P، ۵۰٪ کود شیمیایی + کود پنرجتیک P، ۵۰٪

کود شیمیایی + کود آلی چوب با مقدار دو و چهار تن در هکتار بودند. قبل از کشت از شش نقطه مختلف مزرعه، از عمق ۳۰ سانتی‌متری خاک، نمونه برداری جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه و همچنین برآورد نیاز کودی محصول بادرشبو صورت گرفت و برای انجام تجزیه‌های مربوطه به آزمایشگاه تجزیه خاک گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی ارسال گردید (جدول ۱).

کود زیستی ازتو بارور ۱ و فسفات بارور ۲، از نمایندگی موسسه زیست فناور سبز و کود ارگانیک از نوع کود آلی گرانوله گوگردی از شرکت سالم اکین ممتاز تهیه شد (جدول ۲).

جدول ۱- نتایج آنالیز خاک نمونه برداری شده از مزرعه محل آزمایش

بافت خاک	هدایت الکتریکی (dS.m <sup>-1</sup> )	اسیدیته (pH)	ماده آلی خاک (%)	آهک (%)	ازت کل (%)	فسفر (mg.kg <sup>-1</sup> )	پتاس (mg.kg <sup>-1</sup> )
لوم شنی	۱/۱	۷/۶	۱/۳	۱۱	۰/۱۳	۳۶	۴۵۲

جدول ۲- نتایج آنالیز کود آلی گرانوله گوگردی (کود آلی چوب)

عناصر	نیتروژن کل	نیتروژن آلی	فسفر کل	پتاسیم کل	ماده آلی (%)	کربن آلی	کلسیم کل	منیزیم کل	گوگرد کل	کلر محلول	رطوبت
درصد	۱-۲	۵-۵/۱	۱-۲	۱-۲	۱۸-۲۵	۱۵-۱۰	۵-۶	۱-۴	۵-۶	۲-۵	۱۲-۱۵
عناصر	آهن کل	بر محلول	روی کل	منگنز کل	مس کل	سرب کل	کادمیوم کل	آرسنیک کل	نیکل کل		
ppm	-۱۱۰۰۰	۲۵-۵۰	-۲۰۰	-۴۰۰	۲۰-۳۰	>۵۰	>۱۰	>۲	>۵۰		
دیگر شاخص‌ها	نسبت کربن آلی به نیتروژن آلی C/N		هدایت الکتریکی در عصاره ۱:۵ (dS.m <sup>-1</sup> )		pH						
مقادیر	۵/۷-۱۰		۵-۱۰		۵/۶-۸/۷						

بادرشبو که از موسسه پاکان بذر اصفهان تهیه شده بود، در نیمه دوم اردیبهشت‌ماه، در شیاریهایی به عمق یک سانتی‌متری کشت شدند. تیمار کود شیمیایی اوره،

بعد از انجام گرفتن عملیات خاک‌ورزی، هر کرت به ابعاد ۴ × ۱/۵ متر (شامل ۶ ردیف به فاصله ۲۵ سانتیمتر و به طول ۴ متر) با فاصله یک متر آماده شدند. بذر گیاه

502) اندازه‌گیری شد. برای تعیین شاخص سطح برگ بوته‌ها، از ردیف‌های میانی هر کرت به مساحت (۲۰×۵۰ سانتی‌متر مربع) برداشت شد و به آزمایشگاه منتقل شد. برگ‌های بوته‌ها در هر واحد آزمایشی جدا شد، سپس به دستگاه سطح برگ‌سنج مدل Win area-ut-11 منتقل شد و پس از اندازه‌گیری سطح برگ شاخص سطح برگ از طریق تقسیم سطح برگ به سطح زمین محاسبه گردید.

جهت اندازه‌گیری وزن خشک اندام‌های هوایی، ابتدا بخش‌های هوایی گیاه بادرشبو در هر کرت از سطح خاک برداشت شد. سپس نمونه‌ها در دمای اتاق در سایه خشک شده و در نهایت وزن خشک اندام‌های هوایی بادرشبو با استفاده از ترازوی مدل Toledo Mettler با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری و یادداشت شد.

برای استخراج اسانس توسط دستگاه کلونجر<sup>۱</sup> از روش تقطیر با آب و ۵۰ گرم نمونه خشک آسیاب شده استفاده شد (وفادار ینگجه و همکاران ۲۰۱۹). پس از تعیین درصد اسانس (از تقسیم وزن اسانس به وزن ماده خشک استفاده شده ۱۰۰×)، عملکرد اسانس نیز به کمک حاصل‌ضرب عملکرد سرشاخه خشک گلدار در درصد اسانس به دست آمد (امینی و همکاران ۲۰۲۰).

در نهایت تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها بر مبنای مدل آماری آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح بلوک کامل تصادفی با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS24 و MSTATC انجام شد. پیش از تجزیه و تحلیل داده‌ها، تست نرمال بودن انجام شد و پس از اطمینان از حالت توزیع نرمال، نسبت به تجزیه و تحلیل اقدام گردید. میانگین تیمارها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن، مورد مقایسه قرار گرفتند.

### نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس تأثیر آب مغناطیسی، کودهای آلی، بیولوژیک و شیمیایی، بر صفات اندازه‌گیری در مرحله گلدهی بادرشبو در جدول ۳ ارائه شده است. در این آزمایش اثرات اصلی نوع آب و تیمار کودی و اثر

کود کامل NPK و کود آلی چوب (کود آلی گرانوله گوگردی که از ضایعات چوب صنوبر تولید می‌شود) با مقادیر دو و چهار تن در هکتار در زمان کاشت در داخل شیارها قرار داده شد، سپس شیارها به وسیله خاک پوشانده شدند. تیمار کود زیستی از تو بارور ۱ و فسفات بارور ۲ در مرحله اول همزمان با کاشت به صورت تلقیح بذری و در مرحله دوم در زمان شروع گلدهی با آب آبیاری بود. استفاده از تنظیم‌کننده رشد پرنجیتیک P نیز در دو مرحله بذر مال و محلول‌پاشی در زمان شروع گلدهی انجام شد. از ویژگی‌های پرنجیتیک P می‌توان به استفاده از مقادیر ناچیز در هر هکتار، قابل دسترسی در اشکال مختلف (پودر قابل خیس، شکل مایع)، آسانی کاربرد و مناسب محیط زیست، استفاده از روش (بذر مال، اسپری برگی، آبیاری محوری، مسیرهای قطره‌ای) و مناسب برای طیف گسترده‌ای از محصولات زراعی اشاره کرد (بی‌نام ۲۰۱۶). این تنظیم‌کننده رشد از شرکت کوه و خورشید ارس تهیه گردید. آبیاری مزرعه با آب مغناطیس شده با استفاده از دو آهنربای دائمی با شدت ۲۹۰ و ۴۳۰ میلی‌تسلا در هر پلات مختص به تیمار مربوط به مغناطیس متصل شده به سر شیلنگ آب، انجام گرفت. با توجه به رشد کند گیاه بادرشبو در اوایل دوره رشد مبارزه با علف‌های هرز در چهار نوبت انجام شد. تنک کردن در مرحله شش برگی با توجه به تراکم ۳۰ بوته در متر مربع برای هر کرت به صورت یکسان انجام شد. در طول انجام آزمایش از هیچ‌گونه سم و آفت‌کش شیمیایی استفاده نشد.

در مرحله گل‌دهی (۲ شهریورماه)، پنج بوته به صورت تصادفی از هر کرت انتخاب شدند و جهت تعیین میزان تأثیر تیمارهای اجرا شده، صفات تعداد ساقه فرعی بوته، توسعه عرضی بوته، شاخص کلروفیل برگ، شاخص سطح برگ، عملکرد سرشاخه خشک گل-دار گیاه (برداشت گل آذین انتهایی بادرشبو)، درصد و عملکرد اسانس مورد بررسی قرار گرفتند.

تعداد ساقه‌های فرعی شمارش و توسعه عرضی بوته در بخش پایین با استفاده از خط کش اندازه‌گیری شد. شاخص کلروفیل برگ با کلروفیل سنج (SPAD-

<sup>1</sup> Cleverger

متقابل آن‌ها بر بعضی از این صفات معنی‌دار و بر بعضی غیر معنی‌دار بود که در ادامه به بررسی آن‌ها

پرداخته شده است.

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس صفات رشدی و عملکرد بادرشبو تحت تأثیر آب مغناطیسی و تیمار کودی

میانگین مربعات								
منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد ساقه فرعی در بوته	توسعه عرضی بوته	شاخص کلروفیل برگ	شاخص سطح برگ	عملکرد سرشاخه خشک گل‌دار	درصد اسانس	عملکرد اسانس
بلوک	۲	۰/۲ <sup>ns</sup>	۹/۲ <sup>ns</sup>	۴ <sup>ns</sup>	۰/۱ <sup>ns</sup>	۱۲۸۶/۱ <sup>ns</sup>	۰/۰۸ <sup>**</sup>	۲۷/۶ <sup>**</sup>
نوع آب (مغناطیسی)	۲	۷/۸ <sup>**</sup>	۴۹/۵ <sup>**</sup>	۶۵/۷ <sup>**</sup>	۱/۲ <sup>**</sup>	۸۰۹۱۶۶/۹ <sup>**</sup>	۰/۰۲ <sup>ns</sup>	۱۵/۵ <sup>*</sup>
تیمار کودی	۶	۸/۵ <sup>**</sup>	۸۳/۶ <sup>**</sup>	۶۵ <sup>**</sup>	۰/۸ <sup>**</sup>	۳۵۲۳۳۶/۹ <sup>**</sup>	۰/۰۵ <sup>**</sup>	۱۶/۴ <sup>**</sup>
آب مغناطیسی × تیمار کودی	۱۲	۰/۹ <sup>*</sup>	۴/۶ <sup>ns</sup>	۰/۹۵ <sup>ns</sup>	۰/۰۱ <sup>ns</sup>	۲۶۰۳۶/۹ <sup>**</sup>	۰/۰۵ <sup>**</sup>	۱۶/۶ <sup>**</sup>
خطای آزمایش	۴۰	۰/۴	۶	۴/۰۳	۰/۰۴	۶۵۳۹/۹	۰/۰۱	۳/۹
ضریب تغییرات (%)	-	۵/۱۷	۷/۲۰	۴/۷۱	۵/۱۷	۵/۱۷	۷/۲۰	۴/۷۱

ns، \* و \*\* به ترتیب به مفهوم غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد است.

### تعداد ساقه فرعی در بوته

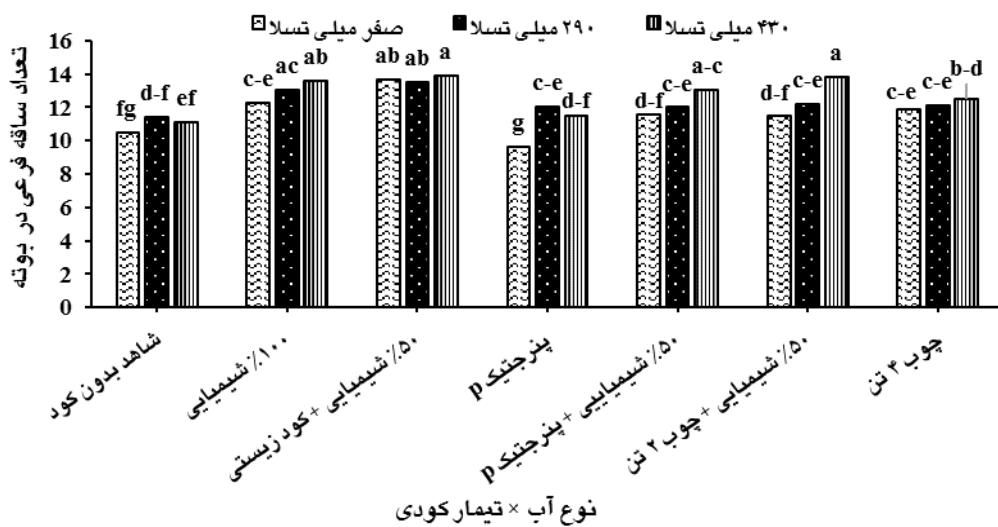
با توجه به نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳)، اثرات اصلی نوع آب مغناطیسی و تیمار کودی بر تعداد ساقه فرعی در بوته معنی‌دار ( $p < 0.01$ ) بود. همچنین، اثر متقابل آن دو بر تعداد ساقه فرعی در بوته نیز معنی‌دار ( $p < 0.05$ ) است (جدول ۳). بر اساس نتایج مقایسه میانگین، بیش‌ترین تعداد ساقه فرعی در شرایط کاربرد ۵۰٪ کود شیمیایی + کود زیستی (۱۳/۷۰) به دست آمد. همچنین، تلفیق کود شیمیایی و کود زیستی تعداد ساقه فرعی را در مقایسه با شاهد ۱۸/۲۵ درصد افزایش داد (شکل ۱).

معنی‌دار شدن تیمار ۵۰٪ کود شیمیایی + کود زیستی در همه سطوح انواع مختلف آبیاری احتمالاً به علت بافت لوم شنی خاک باشد. به نظر می‌رسد رشد ریشه و توسعه ریشه بادرشبو در خاک‌های با بافت سبک افزایش می‌یابد (یوسف‌زاده ۲۰۱۳). افزایش در انشعابات ساقه می‌تواند ناشی از افزایش در ارتفاع و رشد رویشی زیاد گیاه باشد که حاصل بهبود جذب عناصر غذایی فسفر، گوگرد و به‌ویژه نیتروژن است. حضور نیتروژن در ساختمان کلروفیل، تأثیر مستقیم بر

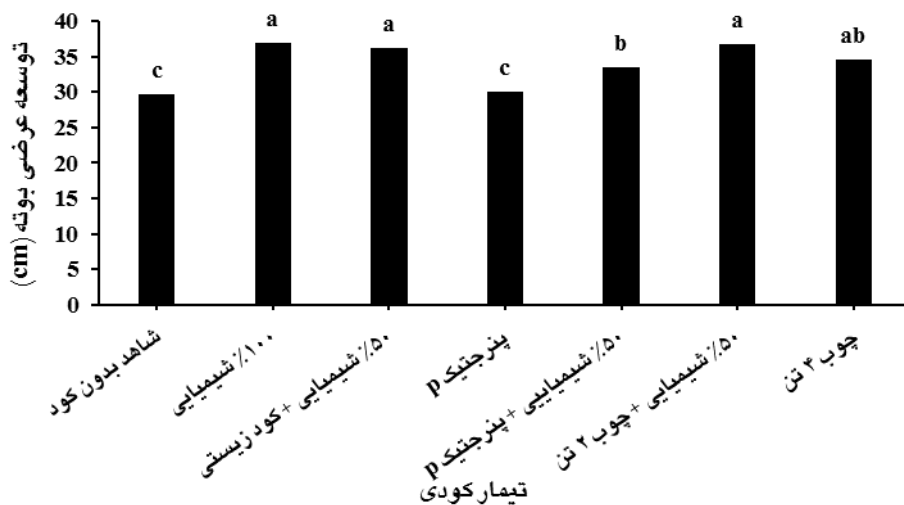
رشد رویشی دارد. این یافته با نتایج مطالعه سننیل و همکاران (۲۰۰۹) مطابقت دارد.

### توسعه عرضی بوته

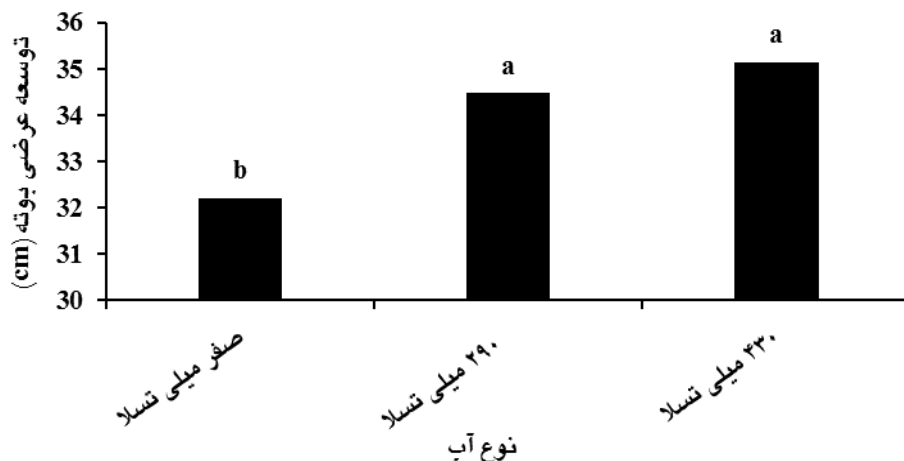
بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳)، اثر اصلی عامل تیمار کودی بر توسعه عرضی بوته معنی‌دار ( $p < 0.01$ ) است. همچنین، اثر اصلی نوع آب مغناطیسی بر توسعه عرضی بوته معنی‌دار ( $p < 0.01$ ) است، ولی اثر متقابل آن‌ها بر این صفت معنی‌دار نیست. مقایسه میانگین‌ها نشان داد، بیش‌ترین توسعه عرضی بوته (۳۶/۸۶ سانتی‌متر) مربوط به کاربرد ۱۰۰٪ کود شیمیایی بود که با تیمار ۵۰٪ شیمیایی + کود زیستی، ۵۰٪ شیمیایی + چوب ۲ تن و چوب ۴ تن تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل ۲). افزایش توسعه عرضی بوته در تیمار کاربرد کود چوب را می‌توان به افزایش ماده آلی و تامین نیتروژن لازم برای رشد رویشی بادرشبو نسبت داد. همچنین، کاربرد آب مغناطیسی در دو سطح ۴۳۰ و ۲۹۰ میلی‌تسلا اختلاف معنی‌داری ندارند و نسبت به تیمار آب معمولی، توسعه عرضی بوته بادرشبو را افزایش دادند (شکل ۳).



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر متقابل تیماری کودی × نوع آب مغناطیسی بر تعداد ساقه فرعی در بوته بادرشبو (حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد می باشند)



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر تیمار کودی بر توسعه عرضی بوته بادرشبو (حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد می باشند)



شکل ۳- مقایسه میانگین اثر نوع آب مغناطیسی بر توسعه عرضی بوته بادرشبو (حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند)

### شاخص کلروفیل برگ

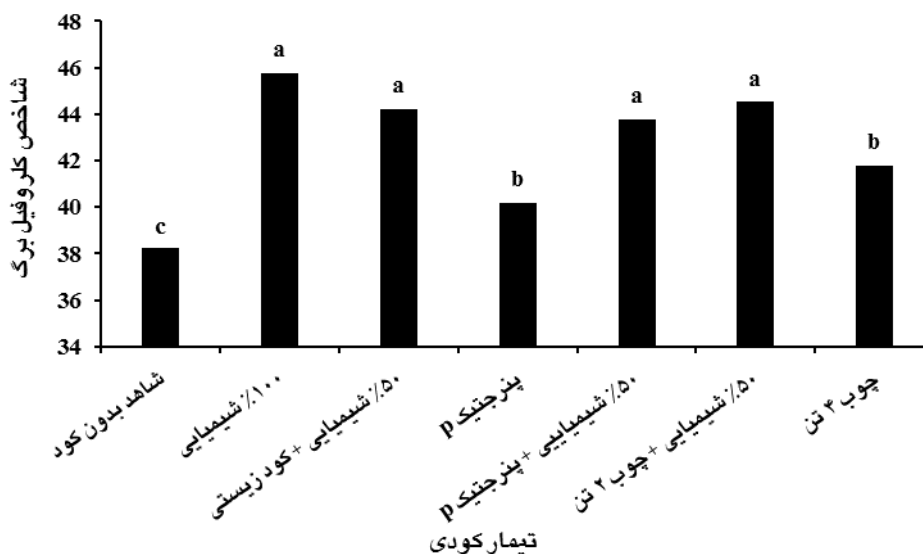
نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳)، نشان داد، اثرات اصلی دو عامل تیمار کودی و نوع آب مغناطیسی ( $p < 0.01$ ) بر شاخص کلروفیل برگ معنی‌دار بود، اما اثر متقابل آن‌ها بر این صفت معنی‌دار نیست. مقایسه میانگین داده‌ها بیانگر آن است که تیمار ۱۰۰٪ کود شیمیایی با میانگین (۴۵/۷۸) بیش‌ترین میزان شاخص کلروفیل را دارند. در عین حال تیمار ۱۰۰٪ کود شیمیایی با تیمارهای تلفیقی اختلاف معنی‌داری نشان ندادند (شکل ۴).

عمده ترکیبات رنگدانه‌های فتوسنتزی دارای ساختار نیتروژنی هستند. از این رو کاربرد نیتروژن می‌تواند تا حد زیادی منجر به افزایش مقدار آن‌ها در گیاه گردد (زگالای و همکاران ۲۰۰۶). کود شیمیایی به سبب سهولت نسبی در تأمین و پویایی نیتروژن، قادر است عناصر غذایی لازم را بهتر و آسان‌تر از سایر کودها در اختیار گیاهان قرار دهد (ملکوتی ۱۹۹۹). کود آلی به علت اینکه نیتروژن موجود خود را به تدریج در خاک آزاد می‌کند، نسبت به تیمار تلفیقی با کود شیمیایی از میزان کلروفیل کمتری برخوردار بود. این نتایج با یافته بیسیادا و همکاران (۲۰۰۸) مطابقت دارد. علت

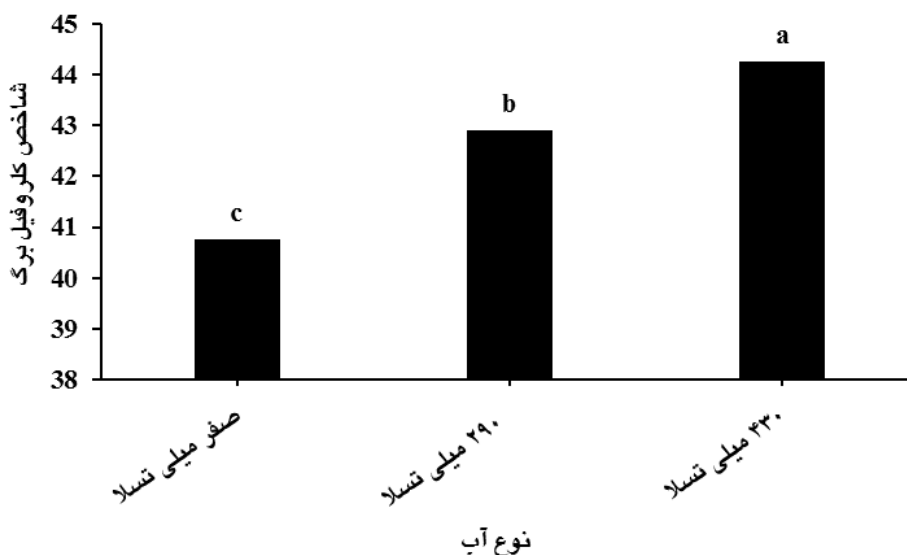
افزایش شاخص کلروفیل برگ در تیمار کود زیستی در تلفیق با کود شیمیایی به نظر می‌رسد در ارتباط با افزایش جذب نیتروژن برای گیاه با مصرف کود ازتو بارور ۱ و افزایش جذب سایر عناصر ضروری موجود در مولکول‌های کلروفیل باشد.

کاربرد آب مغناطیسی، شاخص کلروفیل برگ را به‌طور معنی‌داری از لحاظ آماری افزایش داد و هر دو شدت میدان مغناطیسی به کار رفته نسبت به شاهد بدون آب مغناطیسی برتری نشان دادند، ولی با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشتند. تیمار آب مغناطیسی با شدت میدان ۴۳۰ میلی‌تسلا، با بیش‌ترین شاخص کلروفیل (۴۴/۲۶)، نسبت به شاهد بدون کاربرد آب مغناطیسی (۴۰/۷۵) حدود هشت درصد افزایش نشان داد (شکل ۵). کلروپلاست و یون‌ها و عناصر موجود در آن تحت تأثیر تیمار میدان مغناطیسی جهت‌دار می‌شوند. این پدیده با تأثیر میدان مغناطیسی بر اجرام جامد مشابه است (مرغایی‌زاده و همکاران ۲۰۱۳). این یافته با نتایج مطالعه الزبیدی (۲۰۱۴) مطابقت دارد.





شکل ۴- مقایسه میانگین اثر تیمار کودی بر شاخص کلروفیل برگ بادرشبو (حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند)



شکل ۵- مقایسه میانگین اثر نوع آب مغناطیسی بر شاخص کلروفیل برگ بادرشبو (حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند)

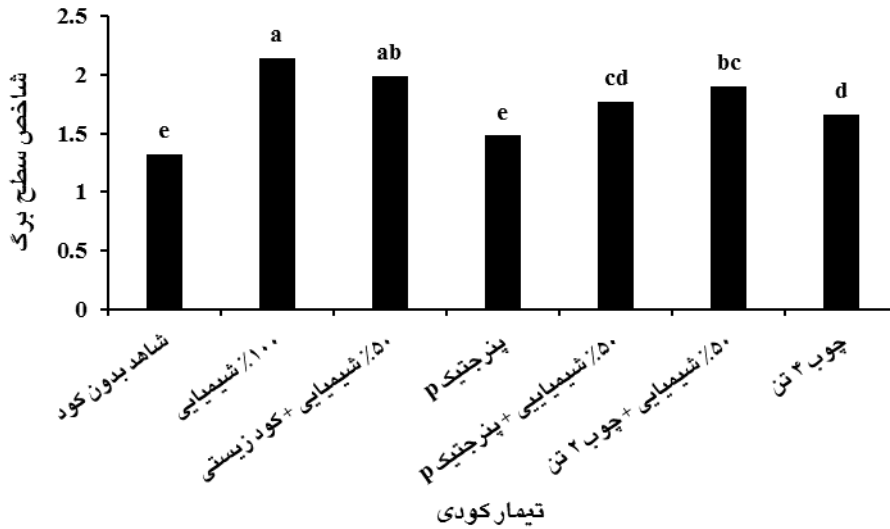
### شاخص سطح برگ

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳)، نشان داد، اثر اصلی عامل تیمار کودی و اثر اصلی نوع آب مغناطیسی بر شاخص سطح برگ معنی‌دار ( $P < 0.01$ ) بود، ولی اثر متقابل آن‌ها بر این صفت معنی‌دار نیست. مقایسه میانگین‌ها نشان داد کاربرد ۱۰۰٪ کود شیمیایی (۲/۱۴) و ۵۰٪ کود شیمیایی + کود زیستی (۱/۹۹) اختلاف معنی‌داری را نسبت به شاهد (۱/۳۲) داشت و شاخص سطح برگ را به ترتیب به میزان ۳۸/۳۱ و ۳۳/۶۶ درصد

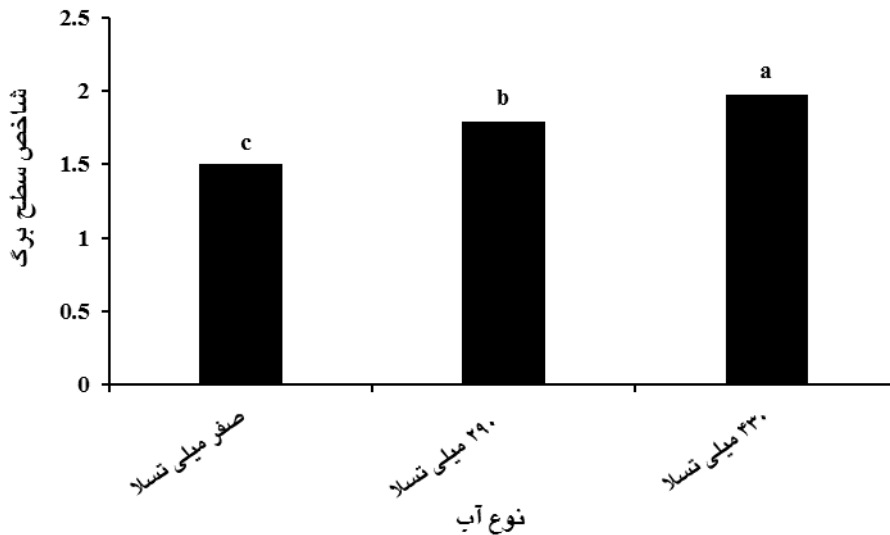
نسبت به شاهد بدون کاربرد کود افزایش داد (شکل ۶). بالا بودن شاخص سطح برگ در تیمار کود شیمیایی و تلفیق کود زیستی به احتمال زیاد می‌تواند به دلیل بهبود شرایط جذب عناصر غذایی در خاک و تأثیر این عناصر به خصوص نیتروژن بر افزایش توسعه سطح برگ، افزایش جذب تابش خورشیدی و افزایش دوام فتوسنتزی برگ‌ها باشد. این یافته با نتایج مطالعات الزبیدی (۲۰۱۴) مطابقت دارد.

جذب بیشتر آب در شرایط آبیاری با آب مغناطیسی، آماس سلولی و در نتیجه پتانسیل فشاری آب در سلول افزایش یافته است که این امر سبب افزایش تقسیم سلولی در بافت‌های برگ‌ها شده که به دنبال آن سطح برگ افزایش یافته است (مرغایی‌زاده و همکاران ۲۰۱۳).

کاربرد آب مغناطیسی شاخص سطح برگ را به‌طور معنی‌داری افزایش داد. کاربرد آب مغناطیسی با شدت ۴۳۰ میلی تسلا با بیش‌ترین میزان شاخص سطح برگ (۱/۹۷) نسبت به شاهد بدون مغناطیس (۱/۵)، به میزان ۲۳/۸۵ درصد افزایش یافت (شکل ۷). احتمالاً با افزایش



شکل ۶- مقایسه میانگین اثر تیمار کودی بر شاخص سطح برگ بادرشبو (حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند)



شکل ۷- مقایسه میانگین اثر آب مغناطیسی بر شاخص سطح برگ بادرشبو (حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند)

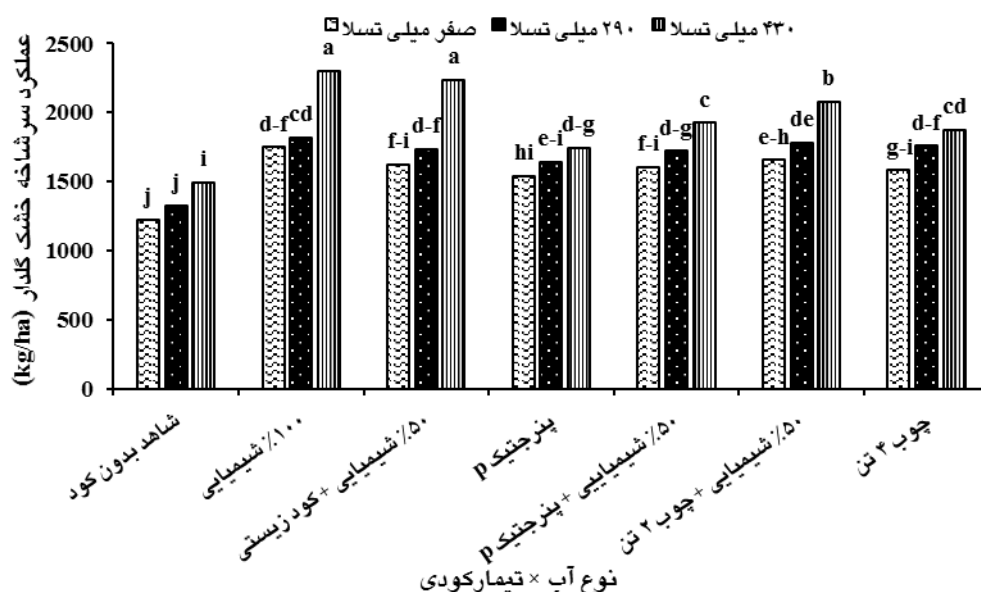
کودی و آب مغناطیسی بر عملکرد سرشاخه‌های خشک گلدار بادرشبو معنی‌دار ( $p < 0.01$ ) بود. مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد که با استفاده از آب مغناطیسی

**عملکرد سرشاخه خشک گلدار**

با توجه به نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳) اثرات اصلی تیمار کودی و آب مغناطیسی و اثر متقابل تیمار

مغناطیسی سبب جذب راحت آب و املاح معدنی مورد نیاز از خاک شد، در نتیجه میزان فتوسنتز گیاه افزایش یافته و سبب می‌شود کمیت و کیفیت محصول افزایش یابد (ناشیر ۲۰۰۸). این یافته با نتایج مطالعه آمیرا و همکاران (۲۰۱۰) مطابقت دارد.

با شدت میدان ۴۳۰ میلی‌تسلا و مصرف ۱۰۰٪ کود شیمیایی بیش‌ترین میزان عملکرد سرشاخه‌های خشک گل‌دار (۷۶۶۸/۷۰ کیلوگرم در هکتار) به‌دست آمده است (شکل ۸). عبور آب از میدان مغناطیسی علاوه بر افزایش حرکت آب، سبب افزایش قابلیت انحلال نمک‌ها در آب می‌شود؛ بنابراین آبیاری گیاهان با آب



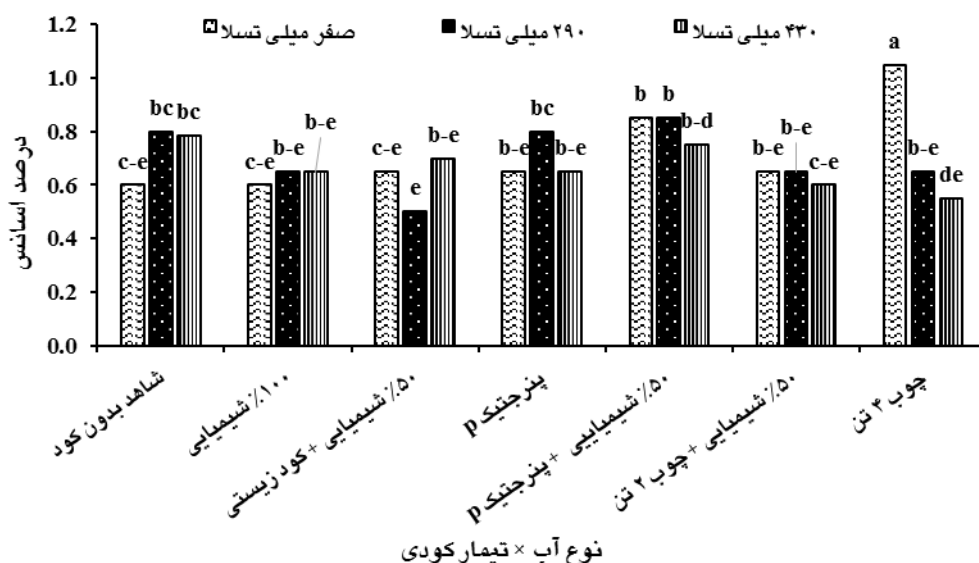
شکل ۸- مقایسه میانگین اثر متقابل تیماری کودی × نوع آب مغناطیسی بر عملکرد سرشاخه خشک گلدار بادرشبو (حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند)

همکاران ۲۰۱۸ و ۲۰۱۹؛ امیریان چلان و همکاران ۲۰۲۳).

پایین بودن درصد اسانس در تیمار ۱۰۰٪ کود شیمیایی به علت استفاده از مقادیر بالای نیتروژن در این تحقیق بوده است، چرا که نیتروژن زیاد به علت افزایش اندازه سلول‌های حاوی اسانس و کاهش غلظت اسانس در اندام‌های گیاهی باعث کاهش درصد اسانس می‌شود. مطالعه عزیززی و همکاران (۲۰۰۹) در گیاه *Origanum vulgare* L. تأیید کننده این مطلب است. در این آزمایش اثر کودهای زیستی بر درصد اسانس بادرشبو معنی‌دار نبود که با نتیجه مطالعه آندرا و همکاران (۲۰۰۷) بر روی گیاه ریحان (*Ocimum basilicum* L.) مطابقت دارد، اما با نتایج مطالعه شریفی و همکاران (۲۰۲۰) بر روی زیره سبز مغایرت داشت.

#### درصد اسانس

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳)، تیمار نوع آب مغناطیسی اثر معنی‌داری بر درصد اسانس بادرشبو نداشت. اثر تیمار کودی و اثر متقابل تیمار کودی × نوع آب مغناطیسی بر درصد اسانس گیاه بادرشبو معنی‌دار ( $P < 0.01$ ) بود. مقایسه میانگین اثر متقابل نشان داد، با کاربرد کود آلی چوب با مقدار چهار تن در هکتار و بدون کاربرد آب مغناطیسی بیش‌ترین میزان درصد اسانس (۱/۰۵) به دست آمد (شکل ۹). افزایش درصد اسانس در تیمار کود آلی چوب را می‌توان به تامین عناصر غذایی ماکرو و میکرو توسط این کود ارگانیک نسبت داد که نقش مهمی در بیوسنتز ترکیبات تشکیل دهنده اسانس در گیاهان دارویی دارند (سخاوی و همکاران ۲۰۱۷؛ وفادار ینگجه و

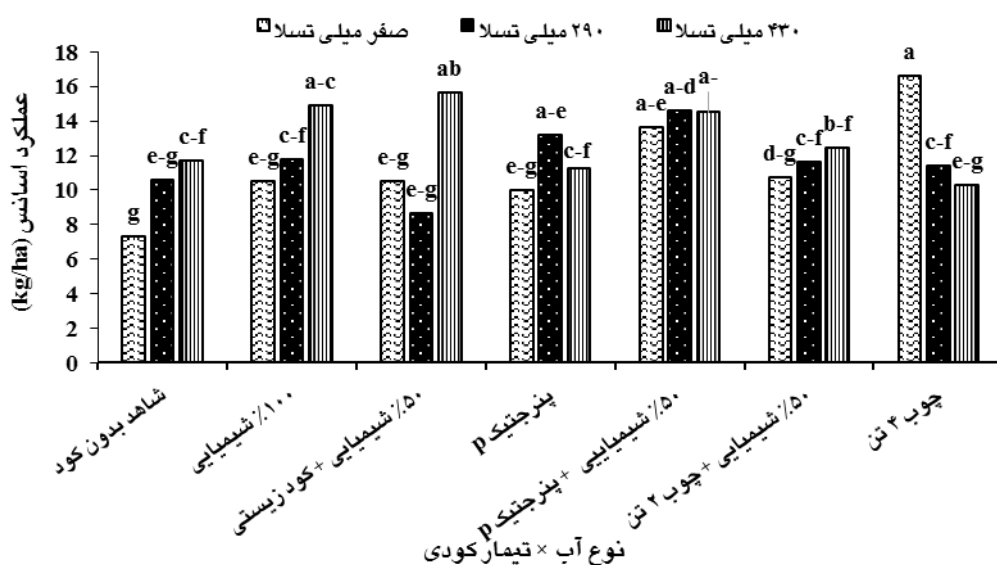


شکل ۹- مقایسه میانگین اثر متقابل تیماری کودی × نوع آب مغناطیسی بر درصد اسانس بادرشبو (حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند)

#### عملکرد اسانس

این معادله می‌توان انتظار داشت که تیمارهای ۵۰٪ کود شیمیایی + پنرجتیک P، ۱۰۰٪ کود شیمیایی و کود آلی چوب با مقدار چهار تن در هکتار باعث تولید عملکرد اسانس بیش‌تری نیز گردد. نتایج اکبری‌نیا و همکاران (۲۰۱۵) نشان داد کاربرد کود نیتروژن در گیاه گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) باعث افزایش معنی‌داری در عملکرد اسانس شد. دانشیان و همکاران (۲۰۰۹)، افزایش عملکرد اسانس به دنبال کاربرد کود شیمیایی ازته در گیاه ریحان را افزایش عملکرد بیوماس، توسعه سطح برگ و افزایش میزان فتوسنتز گزارش کردند.

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳)، اثر نوع آب مغناطیسی ( $p < 0.05$ )، تیمار کودی ( $p < 0.01$ ) و اثر متقابل نوع آب مغناطیسی × تیمار کودی ( $p < 0.01$ ) بر عملکرد اسانس گیاه بادرشبو معنی‌دار بود. مقایسه میانگین اثر متقابل آب مغناطیسی × تیمار کودی نشان داد، با کاربرد کود آلی چوب با مقدار چهار تن در هکتار و بدون استفاده از آب مغناطیسی بیش‌ترین میانگین عملکرد اسانس (۱۶/۵۹ کیلوگرم در هکتار) به دست آمد (شکل ۱۰). عملکرد اسانس حاصل‌ضرب درصد اسانس و عملکرد سرشاخه خشک‌گدار می‌باشد که با توجه به



شکل ۱۰- مقایسه میانگین اثر متقابل تیماری کودی × نوع آب مغناطیسی بر عملکرد اسانس بادرشبو (حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد)

شاخص کلروفیل برگ، شاخص سطح برگ، عملکرد سرشاخه خشک گل‌دار، درصد و عملکرد اسانس گیاه دارویی بادرشبو، می‌توانند به‌عنوان جایگزین مناسب برای کودهای شیمیایی در راستای کشاورزی پایدار مورد توجه قرار گیرند.

#### سپاسگزاری

از دست اندرکاران مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز به جهت همکاری و مساعدت در اجرای این پژوهش تشکر و قدردانی می‌شود.

#### نتیجه‌گیری کلی

نتایج پژوهش نشان داد همه تیمارهای استفاده شده سبب افزایش عملکرد اسانس شدند، به‌طوری‌که کمترین میانگین عملکرد اسانس به تیمار شاهد بدون کود و بدون مصرف آب مغناطیسی اختصاص یافت. کاربرد تیمار ۵۰٪ کود شیمیایی + کود زیستی و ۵۰٪ کود شیمیایی + کود آلی چوب با مقدار دو تن در هکتار به همراه استفاده از آب مغناطیسی با شدت میدان ۴۳۰ میلی‌تسلا، با کاهش میزان مصرف نیتروژن و فسفر شیمیایی، بهبود شرایط خاک و بهبود صفاتی همچون

#### منابع مورد استفاده

- Akbarinia A, Daneshian J and Mohammadbeigi F. 2015. The effect of nitrogen fertilizer and density on the yield of seeds, essential oil and oil of coriander plant (*Coriandrum sativum* L.). Iranian Medicinal and Aromatic Plants Research, 22: 419-410. (In Persian).
- Akbarpour V, Ashnavar M and Bahmanyar MA. 2017. Effect of manure and chemical fertilizer on physiological and phytochemical properties of coneflower. Journal of Crops Improvement, 18: 701-711. (In Persian).
- Alahresani M and Ramazani S. 2021. Effects of biological, chemical and animal fertilizers on photosynthetic pigments, yield and yield components of corn 500 single cross. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 31(1): 125-143. (In Persian).
- Al-Khazan M, Mohamed BA and Al-Assaf N. 2011. Effects of magnetically treated water on water status, chlorophyll pigments and some elements content of Jojoba (*Simmondsia chinensis* L.) at different growth stages. African Journal of Environmental Science and Technology, 5(9): 722-731.

- Alzubaidy NA. 2014. Effect of magnetic treatment of seeds and irrigation water at different intensities in the growth and production of maize. *International Journal of Recent Scientific Research*, 5:1923-1925.
- Amini R, Choubforoush Khoei B, Dabbagh Mohammadi Nasab A and Raei Y. 2020a. Effects of intercropping sugar beet (*Beta vulgaris* L.) with millet, soybean and Moldavian balm on yield and quality in an organic production system. *Biological Agriculture & Horticulture*. 36 (3): 141–155.
- Amini R, Ebrahimi A and Dabbagh Mohammadi Nasab A. 2020b. Moldavian balm (*Dracocephalum moldavica* L.) essential oil content and composition as affected by sustainable weed management treatments. *Industrial Crops and Products*. 150, 112416.
- Amini R, Zafarani-Moattar P, Shakiba MR and Hasanfard A. 2023. Inoculating Moldavian balm (*Dracocephalum moldavica* L.) with mycorrhizal fungi and bacteria may mitigate the adverse effects of water stress. *Scientific Reports*. 13: 16176.
- Amini R, Zafarani-Moattar P, Shakiba MR and Sarikhani MR. 2020c. Essential oil yield and composition of Moldavian balm (*Dracocephalum moldavica* L.) as affected by inoculation treatments under drought stress condition. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*. 23 (4): 728 - 742.
- Amira MS, Abdul Qados AMS and Hozayn M. 2010. Magnetic water technology, a novel tool to increase growth, yield and chemical constituent of lentil (*Lens esculenta*) under greenhouse condition. *Agriculture and Environmental Sciences*, 7(4): 457-462.
- Amiriyani Chelan Z, Amini R and Dabbagh Mohammadi Nasab A. 2023. Essential oil yield and compositions of *Dracocephalum moldavica* L. in intercropping with fenugreek, inoculation with mycorrhizal fungi and bacteria. *Scientific Reports*, In Press.
- Andrea C, Lingua G, Bardi L, Masoero G and Berta G. 2007. Influence of arbuscular mycorrhizal fungi on growth and essential oil composition in *Ocimum basilicum* var. Genovese. *Caryologia*. 60(1-2): 106-110.
- Anonymous. 2016. <http://www.natenergetics.com>.
- Biesiada A, Sokół-Łtowska A and Kucharska A. 2008. The effect of nitrogen fertilization on yielding and antioxidant activity of lavender (*Lavandula angustifolia* Mill.). *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 7(2): 33-40.
- Daneshian A, Gurbuz B, Cosge B and Ipek A. 2009. Chemical components of essential oils from basil (*Ocimum basilicum* L.) grown a different nitrogen levels. *International Journal of Natural and Engineering Sciences*, 3(3): 08-12.
- Debska B, Długosz J, Piotrowska-Długosz A and Banach-Szott M. 2016. The impact of a bio-fertilizer on the soil organic matter status and carbon sequestration-results from a field-scale study. *Journal of Soils Sediments*, 16: 2335-2343.
- 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.
- Faridvand S, Amirnia R and Tajbakhsh Shishvan, M. 2019. Effect of nano-nitrogen, magnetic water, urea and chicken manure foliar application on yield, yield components and essential oil of different fennel (*Foeniculum vulgare* Mill) landraces. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 29(4): 103-115. (In Persian).
- Ghadami Firozabadi A, Khoshravesh M, Shirazi P and Zarea byane H. 2016. Effect of irrigation with magnetized water on the yield and biomass of soybean var. DPX under water deficit and salinity stress. *Journal of Water Research in Agriculture*, 30(1): 131-143. (In Persian).
- Golestani M. 2022. Investigation of some physiological traits in *Dracocephalum Moldavica* L. ecotypes under salt stress condition. *Journal of Crop Breeding*, 14 (43):155-163. (In Persian).

- Han HS, Supanjani D and Lee KD. 2006. Effect of co-inoculation with phosphate and potassium solubilizing bacteria on mineral uptake and growth of pepper and cucumber. *Plant Soil Environment*, 52: 130-136.
- Malakouti MJ. 1999. Sustainable agriculture and increasing yield by optimizing fertilizer use in Iran. Publication of Agricultural Education, Organization of Research, Education and Promotion of Agriculture. (In Persian).
- Marghaei-zadeh G, Qurineh MH, Fathi Q, Abdali A and Farid M. 2013. The effect of ultrasonic waves and magnetic field on germination, growth indicators and performance of *C. B. clarke* (*Carum copticum* L.) female plants in laboratory and field conditions. *Scientific Monthly Research of Medicinal and Aromatic Plants of Iran*, 30(4): 560-539. (In Persian).
- Nashir SH. 2008. The effect of magnetic water on growth of chickpea. *Engineering and Technology*, 26(9): 16-20.
- Nayyer poor Dizaj A, Alizadeh Salteh S and Zaare Nahandi F. 2021. The effect of magnetic water on some morphological characteristics, yield and essential oil composition of Savory (*Satureja hortensis* L.). *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 31(1): 163-176. (In Persian).
- Sakhavi Sh, Amini R, Shakiba MR and Dabbagh Mohammadi\_Nasab A. 2017. Effect of bio- and chemical fertilizers on grain and essential oil yield of cumin (*Cuminum cyminum* L.) in intercropping with faba bean (*Vicia faba* L.). *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 27(2): 49-63. (In Persian).
- Senthil kumar T, Swaminathan V and Kumar S. 2009. Influence of nitrogen phosphorus and bio-fertilizers on growth, yield and essential oil yield and essential constituents ratoon crop of Davana (*Artemisia pallens* Wall.). *Electronic Journal of Environmental, Agriculture and Food Chemistry*, 8(2): 86-95.
- Sharifi M, Dabbagh-Mohammadi Nassab A, Shakiba M and Yarnia M. 2020. Evaluation of grain and essential oil yield of cumin (*Cuminum cyminum* L.) using of penergetic, chemical fertilizers and magnetic water. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 30(1): 141-153. (In Persian).
- Shojaeian Kishi F, Yadavi AR, Salehi A and Movahhedi Dehnavi M. 2019. Assessment of agronomical traits and photosynthesis pigments of linseed (*Linum usitatissimum* L. cv. Norman) under irrigation cut-off condition and application of mycorrhiza fungi and phosphate bio fertilizer in Yasouj. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 29: 65-81. (In Persian).
- Tahami SMK, Rezvani Moghaddam P and Jahan M. 2010. Comparison the effect of organic and chemical fertilizers on yield and essential oil percentage of Basil (*Ocimum basilicum* L.). *Journal of Agroecology*, 2: 63-74. (In Persian).
- Vafadar-Yengeje L, Amini R and Dabbagh Mohammadi Nasab A. 2018. Assessment of growth characteristics and yield of Moldavian balm (*Dracocephalum moldavica*) under different fertilizer treatments in intercropping with faba bean (*Vicia faba* L.). *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 28(2): 35-51. (In Persian).
- Vafadar-Yengeje L, Amini R and Dabbagh Mohammadi Nasab A. 2019. Chemical compositions and yield of essential oil of Moldavian balm (*Dracocephalum moldavica* L.) in intercropping with faba bean (*Vicia faba* L.) under different fertilizers application. *Journal of Cleaner Production*, 239, 118033.
- Wu B, Cao SC, Li ZH, Cheung ZG and Wong KC. 2005. Effects of bio-fertilizer containing N-fixer, P and K solubilizes and AM fungi on maize growth. *Geoderma*, 125: 155-162.
- Yousefzadeh S. 2013. The effect of using biological fertilizer and azocompost on the quantitative and qualitative yield of *Dracocephalum Moldavica* L. medicinal plant in two regions of Iran. Doctoral dissertation in agriculture, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University. (In Persian).
- Zgallai H, Steppe K and Lemeur R. 2006. Effects of different levels of water stress on leaf water potential, stomatal resistance, protein and chlorophyll content and certain anti oxidative enzymes in tomato plants. *Journal of Integrative Plant Biology*, 48(6): 679-685.