Plant Production and Genetics

Vol. 5, No. 1, Spring & Summer 2024, p. 129-142

تولید و ژنتیک گیاهی

جلد ۵، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۴۰۳، صفحه ۱۴۲-۱۲۹

DOI: 10.22034/PLANT.2024.141081.1093

مقاله پژوهشی

تأثیر محلول‌پاشی کود آلی "بمباردیر" بر عملکرد و ترکیبات اسانس گیاه بادرشبو (*Dracocephalum moldavica* L.) تحت تنش کم‌آبی

فائزه دریایی [۱]، سعید یوسف‌زاده[*۲]

۱. استادیار، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

۲. دانشیار، گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۱/۲۶

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۳/۰۱

چکیده

پژوهش حاضر، به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۷ انجام شد. کرت‌های اصلی شامل دور آبیاری در سه سطح (۳، ۶ و ۹ روز) و کرت‌های فرعی شامل محلول پاشی بمباردیر در چهار سطح (شاهد، ۲، ۴ و ۶ میلی‌لیتر بر لیتر) بود. نتایج نشان داد که در دور آبیاری ۳ و ۶ روز بیشترین و کمترین عملکرد ماده خشک در محلول پاشی کود در غلظت ۶ میلی‌لیتر بر لیتر و تیمار شاهد بدست آمد. عملکرد ماده خشک با افزایش فاصله آبیاری کاهش یافت. بیشترین درصد و عملکرد اسانس از کاربرد تیمار کودی با غلظت‌های ۴ و ۶ میلی‌لیتر بر لیتر در مقایسه با تیمار شاهد بدست آمد. با افزایش فاصله آبیاری، میزان و عملکرد اسانس کاهش یافت. در اسانس گیاه ۲۹ ترکیب شناسایی شد. بیشترین مقادیر ترکیبات اسانس شامل لینالول فرمات، ژرانیال و ژرانیل استات بود. فواصل آبیاری ۳ روز و محلول پاشی ۴ میلی‌لیتر بر لیتر بیشترین ترکیب فرمات لینالول را تولید کرد. میزان ژرانیال با افزایش فاصله آبیاری افزایش یافت و بیشترین مقدار آن (۱۰٪/۹۲) در فاصله آبیاری ۶ روز و محلول پاشی ۶ میلی‌لیتر بر لیتر مشاهده شد. کمترین مقدار ژرانیل استات (۲۹٪/۶۶) در فواصل آبیاری ۳ روز و عدم مصرف کود مشاهده شد. با افزایش فاصله آبیاری) فواصل ۶ روز(، ترکیب ژرانیل استات بیشترین میزان (۷۱/۹۹ ٪) را تولید کرد.

کلیدواژگان: اسید هیومیک، ژرانیال، عملکرد ماده خشک، عملکرد اسانس

[*]ایمیل نویسنده مسئول: s-yousefzadh@pnu.ac.ir

مقدمه

بادرشبو (*Dracocephalum moldavica* L.) یک گیاه علفی یکساله و متعلق به خانواده Lamiaceae است. این گیاه در بخش‌های غربی و شمالی ایران بویژه استان آذربایجان غربی و کوه های البرز پراکنده شده است (Dmitruk & Weryszko-Chmielewska,2010).این گیاه خاصیت آرام بخشی دارد و مصرف آن به عنوان چای بسیار معمول است. خاصیت درمانی این گیاه به دلیل وجود ترکیباتی همچون ژرانیال و سیترونلول در اسانس آن می‌باشد و در صنایع دارویی، آرایشی و بهداشتی، غذایی و عطرسازی قابل کاربرد فراوانی دارد (Kashchenko *et al.*, 2022). متابولیت‌های ثانویه اساسا با کنترل و هدایت ژنتیکی سنتز می‌شوند ولی ساخت آنها به طور قابل توجهی تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد. به طوری که عوامل محیطی سبب تغییراتی در رشد گیاهان دارویی و نیز در مقدار و کیفیت مواد مؤثره آنها نظیر آلکالوئیدها، گلیکوزیدها، استروئیدها، اسانس ها و امثال آن می‌گردد(Ameri *et al.*, 2008).

خشکی یکی از مهمترین تنش‌های غیر زیستی است که رشد و نمو و فرایندهای بیوشیمیایی گیاه، مانند تولید متابوایت‌های ثانویه و ترکیبات معطر را تحت تاثیر قرار می دهد (Khosheghbal Ghorabaee *et al.*, 2020). با توجه به اینکه محدودیت منابع آبی در بخش عمده‌ای از مناطق کشور ایران وجود دارد تحقیق در این زمینه بیشتر احساس می‌شود. اثر تنش خشکی بر متابولیت‌های ثانویه در برخی از گیاهان دارویی، موجب افزایش بعضی از ترکیب ها و یا ثابت ماندن آنها می‌شود در حالیکه در بعضی دیگر از گیاهان دارویی عملکرد اسانس را کاهش می‌دهد (Omidbaigi, 2005; Pradhan *et al.*, 2017).

تامین آب کافی از طریق فواصل آبیاری مناسب برای رشد و نمو مطلوب گیاهان دارویی حیاتی است که مستقیماً بر بیوسنتز و تجمع اسانس آنها تأثیر می‌گذارد (Badawy, 2016). مطالعات نشان داد که تغییرات فصلی و تغییرات روزانه در شدت نور و در دسترس بودن آب توانست بر ترکیب سسکوئی ترپن در اسانس گیاه *Copaifera langsdorffii* تأثیر معنی‌دار بگذارد (Almedia *et al.*, 2018). در پژوهشی دیگر مطالعات روی گیاه دارویی بادرشبو نشان دادند که تنش خشکی عملکرد ماده خشک و اسانس را در مقایسه با تیمار شاهد (آبیاری کامل) به طور معنی داری کاهش داد (Kheyrandish *et al.*, 2016).

مدیریت تغذیه گیاه در شرایط تنش؛ یکی از مسائل مهم در تولید محصولات گیاهی محسوب می‌شود. یکی از مهم ترین تأثیرات منفی تنش خشکی، کاهش دسترسی و جذب عناصر غذایی مختلف برای گیاه است. گیاهی که خوب تغذیه شده و مقدار کافی عناصر غذایی را دریافت کرده باشد، مقاومت بهتری به خشکی خواهد داشت و در این راستا کمیت و کیفیت محصول نیز تحت تاثیر قرار خواهد گرفت (Ahmadian *et al.*, 2011).

مقادیر بسیار اندک از اسیدهای آلی به علت وجود ترکیبات هورمونی، آثار قابل توجهی بر بهبود ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک و افزایش تولید و کیفیت محصولات کشاورزی دارد (Sabzevari *et al.*, 2010). اسید هیومیک همراه با اسید فولیک دو ترکیب اصلی از مواد هیومیکی(هیومین) است که به طور طبیعی از تجزیه زیستی موجودات زنده و گیاهان تشکیل و اسید فولیک فعالترین(تقریباً ۵۰ درصد) منابع کربن کره زمین را به خود اختصاص می دهند (Miao *et al.*, 2018). اسید هیومیک باعث حل شدن مواد معدنی در آب شده و دسترسی گیاه به عناصر غذایی را تسهیل می‌کند. اسید فولیک بواسطه حل کردن ویتامینها، ایزوآنزیمها، هورمونها و آنتی بیوتیک‌های طبیعی باعث بهبود رشد و نمو گیاه شود (Sabouri *et al.*, 2018).

در این راستا مطالعات نشان دادند که اسید هیومیک درصد و محتوای اسانس در گیاه دارویی رازیانه افزایش داد. در این پژوهش اسید هیومیک ترکیب شیمیایی اسانس را تحت تاثیر قرار داد و میزان ترکیب آنتول در روغن رازیانه را بهبود بخشیدکودهای آلی می‌توانند جذب مواد مغذی، رشد گیاه و تولید متابولیت‌های ثانویه را در گیاهان معطر افزایش دهند (Abdul-Hafeez, 2020). محققین گزارش کردند که آبیاری بهینه همراه با کاربرد اسید هیومیک تاثیر مثبتی بر رشد رویشی و درصد و اجزای اسانس در گیاهان دارویی می‌شود (El-Kafee *et al.*, 2014). اسیدهای آمینه نیز به عنوان ترکیب های محرک رشد در بیوسنتز متابولیت‌های ثانویه و هورمونی نقش مهمی دارند (Gawronak, 2008). به طور کلی اسیدهای آمینه موادی هستند که باعث تحریک سوخت و ساز و فرآیند های سوخت وسازی باعث افزایش کارایی گیاهان می‌شوند (Faten *et al.*, 2010). از اثرگذاری های مثبت اسید آمینه بر گیاهان می توان به بهبود شاخص‌های فیزیولوژیک و ترکیب‌های بیوشیمیایی

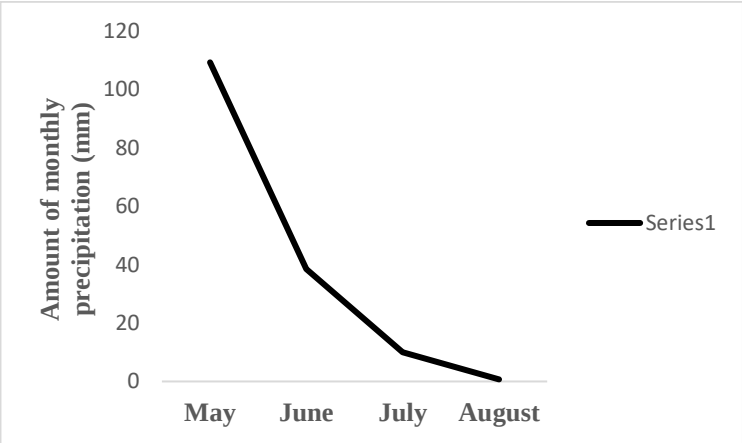
چای (Thomas *et al.*, 2009) و افزایش عملکرد کمی و کیفی در بابونه (Golzadeh *et al.*, 2011) اشاره کرد.
توجه به این نکته ضروری است که واکنش گیاه بادرشبو به فواصل آبیاری و کود حاوی اسید هیومیک ممکن است بسته به عواملی مانند نوع خاک و شرایط آب و هوایی گیاه متفاوت باشد و در این راستا تعیین تیمار مناسب برای به حداکثر رساندن عملکرد اسانس و ترکیبات شیمیایی مطلوب ضروری به نظر می‌رسد. بنابراین هدف از این تحقیق بررسی تأثیر محلول‌پاشی اسیدهای آمینه، فولیک و هیومیک بر عملکرد کمی و کیفی اسانس گیاه بادرشبو در شرایط تنش می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت مزرعه‌ای در سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه پیام نور مرند انجام شد. بر اساس آمار هواشناسی، این منطقه با ۳۵۷ میلی‌متر بارندگی سالانه دارای رژیم آب و هوایی نیمه‌خشک سرد بوده و متوسط درجه حرارت سالیانه آن ۱۱/۳ درجه سانتی‌گراد است. خصوصیات فیزیکو شیمیایی خاک و میانگین بارندگی ماهانه به ترتیب در جدول ۱ و شکل ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱ - خصوصیات فیزیکو شیمیایی خاک

بافت خاک	هدایت الکتریکی (dSm^{-1})	اسیدیته	کربن آلی (%)	نیتروژن (%)	فسفر (mg/kg)	پتاسیم (mg/kg)	آهن (mg/kg)	روی (mg/kg)	مس (mg/kg)	منگنز (mg/kg)
لومی شنی	۱/۲۲	۷/۲۴	۱/۸۹	۰/۱۵	۱۲۵	۴۹۰	۱۰/۰۵	۰/۳۴	۰/۸۲	۱۶/۱۱



شکل ۱- میزان بارندگی ماهانه در طول فصل رشد گیاه بادرشبو در سال ۱۳۹۷

آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در ۳ تکرار انجام گردید. کرت‌های اصلی شامل دور آبیاری در سه سطح (۳، ۶ و ۹ روز) و کرت های فرعی شامل محلول پاشی کود بمباردیر (مخلوط اسیدهای هیومیک، فولیک و آمینه) در چهار سطح (شاهد، ۲، ۴ و ۶ میلی‌لیتر بر لیتر) بود. در این تحقیق از کود مایع با نام تجاری "بمباردیر" ساخت شرکت کیمیتک اسپانیا (به ترتیب شامل ۵۹/۴۳ ، ۲۴/۷۲ و ۱۵/۴ درصد اسید هیومیک، اسید فولیک و اسیدهای آمینه آزاد) استفاده شد. هر کرت آزمایشی دارای پنج ردیف کاشت با فاصله ردیف ۳۵ سانتی‌متر، فاصله بین هر بوته ۱۵ سانتی‌متر و به طول سه متر بود. فاصله بین بلوک‌ها و کرت اصلی ۲ متر و فاصله کرت های فرعی ۱ متر در نظر گرفته شد. بذرهای گیاه با تراکم بالاتر از مطلوب در تاریخ ۲۶ اردیبهشت به صورت شیاری و به عمق ۲- ۱سانتی‌متر کشت گردید. در مرحله ۴ برگی بوته‌های اضافی تنک شده و گیاهچه‌ها سالم و مطلوب حفظ شدند. از مرحله ۸ برگی پس از استقرار کامل گیاه تیمار دور آبیاری اعمال گردید. سایر عملیات زراعی بر حسب نیاز انجام شد. در مرحله ساقه‌دهی (۳۰ روز پس از کاشت) و در اوایل گلدهی (۴۵ روز پس از کاشت) گیاهان با کود مایع بمباردیر با غلظت‌های۲، ۴ و ۶ میلی‌لیتر بر لیتر در اوایل صبح محلول‌پاشی شدند. در تیمار شاهد کود

مصرف نشد و محلول‌پاشی با ۵ لیتر آب برای هر کرت انجام شد. پس از اینکه گیاهان به مرحله گلدهی کامل رسیدند، برداشت از مزرعه انجام گردید.

در این مطالعه صفاتی نظیر عملکرد ماده خشک، درصد و عملکرد و اجزای اسانس، مورد ارزیابی قرار گرفتند. به منظور تعیین عملکرد وزن خشک در واحد سطح، از خطوط میانی هر کرت معادل یک متر مربع، در مرحله گلدهی کامل به روش دستی برداشت گردید .بوته‌ها در هوای آزاد و سایه خشک شده و سپس توزین گردیدند و در پایان عملکرد ماده خشک در هکتار محاسبه گردید. به منظور تعیین مقدار اسانس از سرشاخه‌های جوان، از هر کرت آزمایشی یک نمونه ۵۰ گرمی تهیه و با استفاده از روش تقطیر با آب بوسیله دستگاه کلونجر اسانس گیری بعمل آمد. شناسایی اسانس با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی متصل به طیف سنج جرمی (GC-MS) انجام شد. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از برنامه آماری SAS و برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد، استفاده گردید.

شناسایی اجزای تشکیل دهنده اسانس

برای شناسایی ترکیبات تشکیل دهنده اسانس، از دستگاه‌های گاز کروماتوگرافی (GC) و گاز کروماتوگرافی متصل شده به طیف سنج جرمی (GC-MS) استفاده شد. شناسایی طیف‌ها از طریق محاسبه شاخص بازداری کواتس (RI) و با تزریق هیدروکربن‌های نرمال (C8-C24) در شرایط یکسان با تزریق اسانس‌ها انجام شد و با مقادیری که در منابع مختلف منتشر گردیده بود، مقایسه شد. بررسی‌های طیف‌های جرمی نیز برای شناسایی ترکیب‌ها انجام شد و شناسایی های انجام شده، با استفاده از طیف‌های جرمی ترکیب‌های استاندارد و استفاده از اطلاعات موجود در کتابخانه‌های مختلف تایید گردید. درصد نسبی هر کدام از ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس با توجه به سطح زیر منحنی آن در طیف کروماتوگرام بدست آمد (Adams, 2007).

گاز کروماتوگرافی (GC): دستگاه کروموتوگراف گازی مدل Agilent Technologies 7890B ساخت امریکا و مجهز به آشکار ساز FID بود. طول ستون مورد استفاده ۳۰ متر و قطر داخلی ستون ۰/۳۲ میلی‌متر و ضخامت لایه فاز ساکن ۰/۲۵ میکرومتر بوده و برنامه ریزی حرارتی از ۶۰ تا ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد با سرعت افزایش ۵ درجه سانتی‌گراد در دقیقه صورت گرفت. دمای قسمت تزریق برابر ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد و دمای آشکار ساز برابر ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم گردیده بود. نوع گاز هلیوم با جریات ۱/۱ میلی لیتر بر دقیقه بوده است.

گاز کروماتوگرافی متصل شده به طیف سنج جرمی(GC-MS)

دستگاه کروماتوگرافی گازی مدل TRACE MS ساخت شرکت Termoquest Finnigan متصل شده به دستگاه طیف سنج جرمی Quadrupole و ستون مشابه با کروماتوگرافی گازی می‌باشد. انرژی یونیزاسیون معادل۷۰ الکترون ولت بوده است. برنامه ریزی حرارتی مانند برنامه ریزی دستگاه GC و دمای محفظه تزریق ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد و دمای دتکتور ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم گردید. نوع گاز حامل H2 با جریان ۱/۱ میلی‌لیتر بر لیتر بر دقیقه بود.

نتایج و بحث

عملکرد ماده خشک

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که علاوه بر اثرات اصلی فواصل آبیاری و کود اثرات متقابل آنها در سطح ۱ درصد بر عملکرد ماده خشک تاثیر معنی‌داری داشت (جدول ۲). نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد ماده خشک در فواصل آبیاری ۳ و ۶ روز با محلول پاشی کود ارگانیک در غلظت ۶ میلی‌لیتر بر لیتر بدست آمد. در دور آبیاری ۳ روز در تیمار محلول پاشی با غلظت ۶ میلی‌لیتر بر لیتر عملکرد ماده خشک در مقایسه با تیمار شاهد ۴۰ درصد افزایش یافت. در تیمار دور آبیاری در ۹ روز کاربرد کود ارگانیک در غلظت‌های ۴ و ۶ هزار عملکرد را افزایش دادند ولی این افزایش معنی‌دار نبود. با افزایش دور آبیاری عملکرد ماده خشک کاهش یافت. در تیمار دور آبیاری ۹ روز عملکرد ماده خشک در تمامی غلظت‌های کودی در مقایسه با دور آبیاری ۳ و ۶ روز کاهش یافت (شکل ۲).

مطالعات نشان دادند در گیاه مرزه در شرایط تنش خشکی عملکرد بیولوژیک در مقایسه با شرایط بدون تنش به طور معنی‌داری کاهش یافت (Akrami nejad *et al.*, 2017). در تحقیقی دیگر روی گیاه دارویی بادرشبو گزارش کرد که تنش خشکی در حد ۴۰٪ ظرفیت زراعی مزرعه، موجب کاهش ارتفاع و عملکرد اندام هوایی شد (Safi Khani, 2006). نتایج آزمایش Ardakani *et al* (2007) در بادرنجبویه نیز حاکی از آن بود که بیشترین عملکرد اندام

هوایی را در تیمار شاهد (بدون تنش) بدست آمد که با نتایج این آزمایش مطابقت داشت. نتایج نشان داد در دور آبیاری ۳ و ۶ روز کاربرد کود ارگانیک باعث تعدیل اثر تنش خشکی شد. در این راستا مطالعات نشان داد محلول پاشی با کود هیومی فورته عملکرد بیولوژیک گیاه گشنیز را حدود ۲۵ درصد در مقایسه با تیمار شاهد (بدون محلول پاشی) افزایش داد (Rezakhani & Haj seyed Hadi, 2017). نتایج مشابهی در گیاه مرزه (Sabouri *et al.*, 2018) بادرنجبویه (Gorgini Shabankareh *et al.*, 2017) گزارش شد که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

به نظر می‌رسد که کاربرد کود ارگانیک موجب کاهش اثرات تنش خشکی و افزایش جذب مواد غذایی و تحریک فعالیت هورمونهای رشد می‌شود. مولکولهای فولیک اسید که به درون بافتهای گیاهی نفوذ می‌کنند، با ایجاد پیوند با مولکولهای آب تعریق و تعرق گیاه را کاهش داده و به حفظ آب در درون گیاه کمک می‌کنند (Gorgini Shabankareh, 2017). احتمالا محلول پاشی با کود ارگانیک با کاهش اثرات تنش خشکی سبب افزایش جذب آب و مواد غذایی و در نتیجه باعث افزایش عملکرد ماده خشک در گیاه شده است.

میزان و عملکرد اسانس

نتایج نشان داد فواصل آبیاری و میزان کود بر محتوای اسانس به ترتیب در سطح ۵ و ۱ درصد تاثر معنی‌داری داشت. این در حالی بود که علاوه بر اثرات اصلی، اثرات متقابل کود و فواصل آبیاری بر عملکرد اسانس را در سطح ۱ درصد معنی دار شد (جدول ۲). با افزایش دور آبیاری میزان اسانس به طور معنی‌داری کاهش یافت. بیشترین و کمترین درصد اسانس به ترتیب با ۰/۳۶ و ۰/۲۷ درصد در دور آبیاری ۳ و ۹ روز بدست آمد. دور آبیاری در ۳ روز در مقایسه با دور آبیاری در ۹ روز میزان اسانس را ۲۵ درصد افزایش داد. محلول پاشی با کود ارگانیک میزان اسانس را افزایش داد به طوریکه بیشترین میزان اسانس (۰/۳۴ ٪) از کاربرد غلظت ۴ میلی‌لیتر بر لیتر کود بدست آمد. عدم محلول پاشی کمترین (۰/۲۹) میزان اسانس را در گیاهان تولید کرد (جدول ۳). نتایج نشان داد با افرایش دور آبیاری عملکرد اسانس کاهش پیدا کرد. در تیمار دور آبیاری در ۳ روز در تمامی غلظت‌ها در مقایسه با دورهای آبیاری ۶ و ۹ بیشترین عملکرد اسانس بدست آمد. عملکرد اسانس در دور آبیاری ۳ روز بواسطه محلول پاشی کود ارگانیک با غلظت ۶ میلی‌لیتر بر لیتر حدود ۵۰ درصد در مقایسه با تیمار عدم محلول پاشی افزایش یافت. در دور آبیاری ۶ و ۹ روز محلول پاشی با غلظت ۴ میلی‌لیتر بر لیتر (۹/۱ و ۶/۱۵ کیلو گرم در هکتار) بیشترین عملکرد اسانس را به خود اختصاص دادند (شکل ۳). با توجه با بالاتر بودن عملکرد ماده خشک در تیمار دور آبیاری ۳ روز و محلول پاشی کود ارگانیک بیشتر بودن عملکرد اسانس منطقی به نظر می‌رسد. تنش خشکی باعث کاهش عملکرد اسانس که این موضوع ناشی از پایین تر بودن عملکرد ماده خشک در تنش خشکی است. در این راستا پژوهش‌ها نشان داد اعمال تنش خشکی درصد اسانس را در گیاه بادرشبو در مقایسه با شرایط عدم تنش کاهش داد (Kheyrandish *et al.*, 2016). محققین نشان دادند محلول پاشی اسید های آمینه در گیاه گشنیز ۳۵ درصد اسانس را افزایش داد (Rezakhani & Haj seyed Hadi, 2017).

نتایج پژوهشی دیگر گویای تأثیر مثبت محلول پاشی اسید آمینه آمینول فورته و هیومی فورته در افزایش رشد، عملکرد پیکرهٔ رویشی و درصد اسانس ریحان بود (Sabouri *et al.*, 2018). در نتایج بررسی دیگری، تأثیر مقادیر مختلف ورمی کمپوست و محلول پاشی اسیدهای آمینه و اوره بر ویژگی های کمی و کیفی بابونه نشان داده شد، محلول پاشی آمینول فورته باعث افزایش عملکرد گل و درصد اسانس بابونه شد (Haj Seyed Hadi & Rezaee Ghale, 2016). کاربرد کود ارگانیک با کلات کردن عناصر ضروری، افزایش جذب عناصر و باروری خاک باعث افزایش تولید گیاهان می‌شود (Salehi *et al.*, 2010). در این پژوهش کاربرد کودهای آلی با تعدیل اثر تنش خشکی توانست به واسطه بهبود عملکرد ماده خشک و محتوای اسانس عملکرد اسانس را افزایش دهد.

نتایج تحقیقات نشان داد که کاربرد اسید آمینه باعث افزایش عملکرد اسانس در گیاه گشنیز شد (Rezakhani & Haj seyed Hadi, 2017). در پژوهش دیگری نتایج گزارش شده حاکی از افزایش درصد اسانس بابونه با محلول پاشی اسید آمینه بود (Haj Seyed Hadi & Rezaee Ghale, 2016). اسیدهای آمینه به عنوان محرک زیستی می‌توانند اثرات مثبتی بر فعالیت‌های فیزیولوژیکی، رشد و نمو و عملکرد گیاه داشته باشند و همچنین در برخی موارد خسارات ناشی از بروز تنش برای گیاه را کاهش‌می‌دهند (Faten *et al.*, 2010).

جدول ۲- تجزیه واریانس میانگیین مربعات صفات کمی و کیفی بادرشبو تحت تاثیر فاصله آبیاری و کود آلی

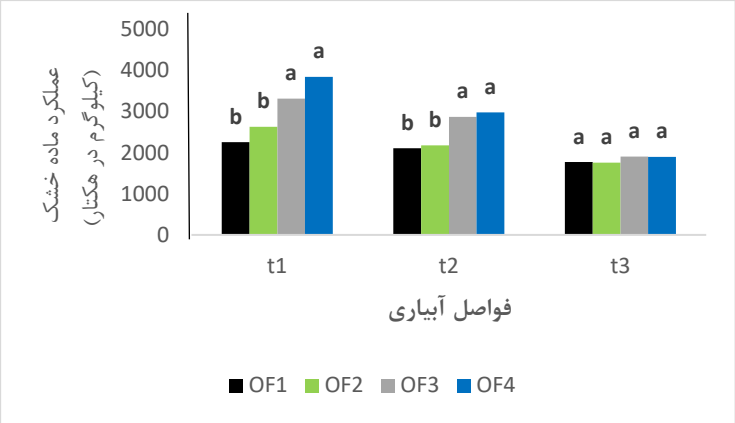
منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد ماده خشک	محتوای اسانس	عملکرد اسانس
تکرار	۲	۱۰۲۰۰۳/۵۸	۰/۰۰۰۳	۰/۲۶
فواصل آبیاری (I)	۲	۴۲۰۹۱۶۸/۲۹**	۰/۰۲۵۴**	۱۰۲/۳۸**
خطایA	۴	۱۰۰۴۰۴/۳۷۷	۰/۰۰۰۳	۲/۵۹
کود آلی (O)	۳	۱۵۰۷۴۸۱**	۰/۰۰۵۴*	۳۲/۶۶**
I×O	۶	۳۱۸۳۳۱/۳۰**	۰/۰۰۱۶	۶/۵۹**
خطایB	۱۸	۴۵۸۹۰/۴۸	۰/۰۰۱	۰/۸
ضریب تغییرات (٪)		۸/۷	۱۲/۴۸	۱۱/۳۱

*و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد.

جدول ۳- مقایسه میانگین محتوای اسانس بادرشبو تحت تاثیر آلی فاصله کود و آبیاری

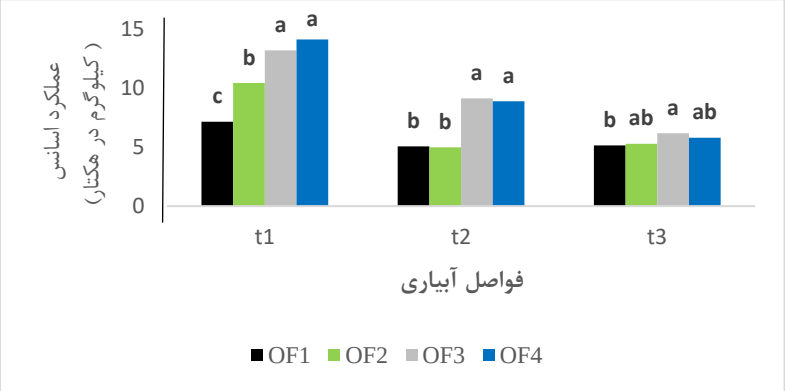
تیمار	محتوای اسانس (٪)
فواصل آبیاری (روز)	
۳	۰/۳۶ a
۶	۰/۳۰ b
۹	۰/۲۷ c
کود آلی (ml/L)	
شاهد	۰/۲۹ b
۲	۰/۳۰ b
۴	۰/۳۴ a
۶	۰/۳۲ ab

در هر ستون میانگین های دارای دست کم یک حرف مشترک، بر اساس آزمون LSD اختلاف آماری معنی دار در سطح ۵ درصد ندارند.



شکل۲- مقایسهٔ میانگین اثرمتقابل کود ارگانیک و دور آبیاری بر عملکرد ماده خشک

برای هرسطح کودی میانگین های دارای دست کم یک حرف مشترک، بر اساس آزمون LSD اختلاف آماری معنی دار در سطح ۵ درصد ندارند.
OF_1، OF_2، OF_3 و OF_4 :به ترتیب تیمار شاهد و محلول پاشی‌کود ارگانیک با غلظت‌های۲، ۴ و ۶ میلی‌لیتر بر لیتر



شکل۳- مقایسهٔ میانگین اثرمتقابل کود ارگانیک و دور آبیاری بر عملکرد اسانس

برای هرسطح کودی میانگین‌های دارای دست کم یک حرف مشترک، بر اساس آزمون LSD اختلاف آماری معنی دار در سطح ۵ درصد ندارند.
OF_1، OF_2، OF_3 و OF_4 :به ترتیب تیمار شاهد و محلول پاشی‌کود ارگانیک با غلظت‌های۲، ۴ و ۶ میلی‌لیتر بر لیتر

اجزای اسانس

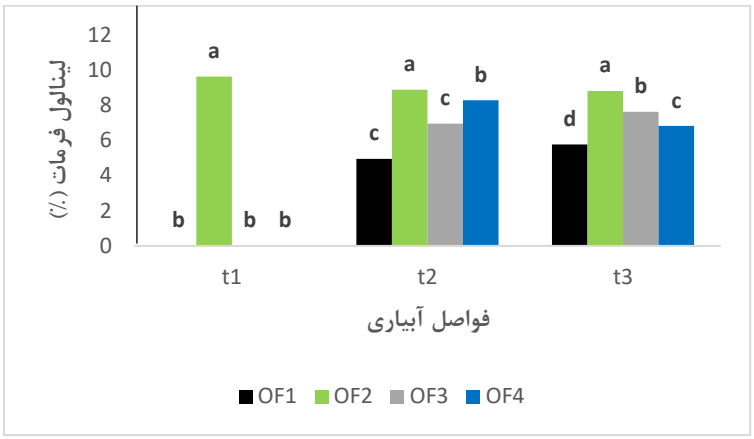
نتایج نشان داد ۲۹ ترکیب در اسانس گیاه مشاهده گردید که شامل: α-Pinene، Camphene، β-Pinene، α-Terpinene، o-Cymene، 1,8-Cineole، Sabinene، Linalool ، hydrate trans (trans for IP vs. OH)، Carveol (cis)، Iso citral، Camphor، Chrysanthenone p-Mentha-1,8-، Nerol، Geranial، Linalool formate Methyl ،neo-iso-isopulegol acetate ،dien-7-ol ،Geranyl acetate ،Neryl acetate ،geranoate ،Caryophyllene ،α-Acoradiene ،β-Acoradiene ،(+)-spathulenol ،Pogostol ،β-Acoradienol ،Hexahydrofarnesyl acetone ،Oleic acid و Linoleic acid بودند. با توجه به اینکه نزدیک به ۹۰ درصد اجزای اسانس در سه ترکیب لینالول فرمات، ژرانیال و ژرانیال استات مشاهده گردید، مقایسه میانگین در این سه ترکیب انجام شد. فواصل آبیاری و رژیم‌های کوددهی اثر معنی‌داری بر ترکیب لینالول فرمات داشت (جدول ۴). اثر متقابل فواصل آبیاری و رژیم کودی نشان داد که در فواصل آبیاری ۳ روز، بیشترین ترکیب لینالول فرمات در اثر کاربرد کود آلی با غلظت ۲ میلی‌لیتر بر لیتر (۹/۶۳ درصد) مشاهده شد (شکل ۴). در رژیم‌های کودی دیگر مقادیری از لینالول فرمات وجود نداشت. در تیمار فواصل آبیاری ۶ روزه میزان لینالول فورمات در تیمارها افزایش یافت. بیشترین و کمترین مقدار لینالول فرمات به ترتیب در غلظت‌های کودی ۲ میلی‌لیتر بر لیتر و تیمار شاهد مشاهده شد. در این حالت میزان لینالول فرمات در مقایسه با تیمار شاهد به میزان ۴۴/۱۴ درصد افزایش یافت. همین مشاهدات در فواصل آبیاری ۹ روز نیز دیده شد. تیمار محلول پاشی در سطح ۲ میلی‌لیتر بر لیتر بیشترین درصد لینالول فرمات را بین سایر رژیم‌های کودی تولید کرد و تیمار شاهد کمترین درصد را به خود اختصاص داد. مصرف کود در غلظت ۲ میلی‌لیتر بر لیتر باعث افزایش ۳۳/۲۵ درصدی لینالول فرمات شد (شکل ۴). اثر متقابل فواصل آبیاری و رژیم کودی بر ترکیب ژرانیال معنی دار بود (جدول ۴). میزان ژرانیال با افزایش فواصل آبیاری افزایش یافت (شکل ۵). بیشترین مقدار ژرانیال در اسانس در اثر کاربرد غلظت کودی ۲ میلی‌لیتر بر لیتر و در در فواصل آبیاری ۳ روز (۹/۲۴ درصد) مشاهده شد. کاربرد کود در غلظت ۶ میلی‌لیتر بر لیتر با کاهش ۸۸/۳۱ درصدی در مقایسه با غلظت کودی ۲ میلی‌لیتر بر لیتر بیشترین درصد ژرانیال را به خود اختصاص داد. دو تیمار کودی دیگر هیچ مقداری از ژرانیال تولید نکردند (شکل ۵). با افزایش سطح خشکی در فواصل آبیاری ۶ روزه، میزان ترکیب ژرانیال اسانس افزایش یافت. تیمار آبیاری در فواصل ۶ روز و تیمار کودی با غلظت ۶ میلی‌لیتر بر لیتر بیشترین درصد ژرانیال (۱۰/۹۲ درصد) را تولید کرد. به نظر می‌رسد که در این شرایط مصرف کود شرایط بهتری را برای تولید ترکیب ژرانیال ایجاد کرده است. در حالی‌که در فواصل آبیاری ۹ روز، غلظت کودی ۴ میلی‌لیتر بر لیتر بیشترین مقدار ژرانیال را تولید کرد. در تمامی دورهای آبیاری تیمار شاهد در مقایسه با سایر تیمارها کمترین ژرانیال را تولید کرد (شکل ۵). مشابه با دو ترکیب قبلی علاوه بر اثرات اصلی کود و فواصل آبیاری اثر متقابل کود و فواصل آبیاری بر میزان ژرانیال استات در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۴). ترکیب ژرانیل استات اسانس با افزایش فواصل آبیاری و مصرف کود بمباردیر افزایش یافت. بیشترین مقدار ژرانیل استات در فواصل آبیاری ۳ روز و کاربرد غلظت کودی ۲ میلی‌لیتر بر لیتر (۶۸/۹۸ درصد) مشاهده شد، که نسبت به تیمار بدون کود ۵۷ درصد افزایش داشت (شکل ۶). در فواصل آبیاری ۶ روز، ژرانیل استات بیشتری در مقایسه با فواصل ۳ روز تولید شد. با افزایش سطح خشکی تا فاصله آبیاری ۹ روز، میزان ترکیب ژرانیل استات با کاربرد با غلظت ۶ میلی‌لیتر بر لیتر بیشترین میزان را به خود اختصاص داد. به نظر می‌رسد با افزایش فواصل آبیاری، استفاده از کودهای آلی توانست شرایط را بهبود بخشد و به تولید میزان بیشتری از ژرانیل استات کمک کند (شکل ۶). محققین گزارش کردند که اجزای اصلی اسانس بادرشبو مونوترپن‌های غیر حلقوی اکسیژن‌دار حاوی ژرانیول، ژرانیال، نرال، نرول و ژرانیل استات است (Holm Sonboli *et al.*, 1998) و همکاران (2008) دریافتند که نرال، ژرانیال، ژرانیل استات و ژرانیول به ترتیب ۳۲/۱، ۲۱/۶، ۱۹/۹ و ۱۷/۶ درصد از اجزای اصلی اسانس بادرشبو را تشکیل می دهند .در مطالعه Jalavand و همکاران (۲۰۱۸)، ۶۶ ترکیب در اسانس بادرشبو شناسایی شدند که ژرانیل استات، ژرانیال، ژرانیول و نرال اصلی‌ترین ترکیبات را تشکیل می دادند. به نظر می‌رسد منشاء جغرافیایی، عوامل اکولوژیکی، تفاوت‌های ژنتیکی و رویکردهای کشاورزی می‌تواند بر ترکیب عصاره‌های اسانس گیاهان دارویی و معطر تأثیر بگذارد. کیفیت اسانس حفظ شده توسط اجزای آن واکنش متفاوتی به تنش خشکی داشت.

جدول ۴- تجزیه واریانس صفات کمی و کیفی بادرشبو تحت تاثیر فاصله آبیاری و کود آلی

منابع تغییرات	درجه آزادی	لینالول فرمات	ژرانیال	ژرانیل استات
تکرار	۲	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۷
فواصل آبیاری (I)	۲	۹۴/۲۶**	۱۳۲/۷**	۲۱۴۴/۹**
خطایA	۴	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۱۰
کود آلی (O)	۳	۵۱/۸۱**	۳۹/۱۳**	۲۱۹/۹**
I×O	۶	۱۵/۹۱**	۱۹/۳۶**	۳۳۹/۴**
خطایB	۱۸	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۶
ضریب تغییرات (٪)	۰/۲۱	۰/۲۳	۰/۲۱	۰/۱۷

*و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد.

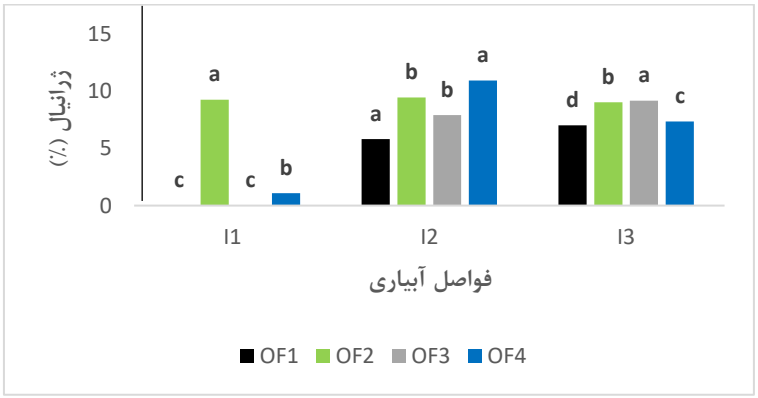
محققان دیگر نتایج مختلفی را از تغییر ترکیبات اسانس با استفاده از تنش‌های محیطی دریافتند. محققان نشان دادند که در گیاه بادرشبو ترکیبات نرال و ژرانیال با تنش شوری کاهش یافتند، در حالی که میزان ژرانیول و ژرانیل استات افزایش یافتند. این نتایج ممکن است به دلیل مصرف بیشتر انرژی گیاه از طریق تنش برای جذب آب، پروتوپلاسم با غلظت بالاتر و تغییر در تنفس حاصل شود. این فرآیندها احتمالاً باعث ایجاد اختلال در تولید آنزیم های سازنده اسانس و در نهایت تغییر ترکیبات اسانس می شود (Afzali *ea al.*, 2007). در این راستا پژوهش‌ها نشان داد که در گیاه بادرشبو با افزایش سطح خشکی، میزان ترکیبات ژرانیل استات، ژرانیول و ژرانیال اسانس افزایش یافتند (Alaei, 2019). کاربرد کود آلی بمباردیر با تعدیل تنش خشکی ترکیبات اسانس را بهبود داد. به نظر می‌رسد که اسید هیومیک با افزایش فعالیت آنزیم رابیسکو باعث افزایش واکنش‌های فتوسنتزی گیاه و در نتیجه تولید محصولات فتوسنتزی می‌شود (Delfin *et al.*, 2005). اسانس‌ها از گروه شیمیایی ترپن‌ها هستند و گلوکز به عنوان پیش ساز مناسب اسانس (به ویژه سنتز مونوترپن ها) ارتباط مستقیمی با تولید اسانس دارد (Niakan *et al.*, 2005) . مطالعات پیشین در گیاه بادرشبو نشان داد که تحت تنش خشکی، ترکیب ژرانیال استات با ۴۱/۳۱ درصد بیشترین مقدار را به خود اختصاص داد (Jalalvand *et al.*, 2018). این در حالی بود که ژرانیال بیشترین ترکیبی بود که تحت شرایط تنش شوری در گیاه بادرشبو بدست آمد (Narimani *et al.*, 2020)
. بنابراین نوع تنش و شرایط محیطی می‌تواند در ترکیب اسانس تغییراتی ایجاد کند. تغییرات ترکیب اسانس در گیاهان بسته به گونه و رقم و نوع تنش متغیر است. در این راستا در پژوهشی مقدار ژرانیول در گونه‌های *Cymbopogon martini* در شرایط تنش خشکی افزایش یافت اما در گونه *Cymbopogon witerianus* مقدار آن کاهش یافت (Farooqi *et al*., 2005). در این تحقیق دلیل افزایش ژرانیول جلوگیری از تبدیل ژرانیل به ژرانیل استات در شرایط تنش خشکی ذکر شده است. در مطالعه دیگری محققین گزارش کردند که در گیاه بادرشبو مقدار ژرانیال در شرایط خشکی افزایش و مقدار ژرانیول کاهش یافت. آنها اذعان داشتند تغییر در ترکیب اسانس به دلیل تأثیر تنش خشکی بر فعالیت آنزیم‌های دخیل در بیوسنتز مونوترپن‌ها است. فعالیت ژرانیول دهیدروژناز که سنتز ژرانیول سیترال را کاتالیز می کند، تحت شرایط تنش خشکی تغییر کرده است. به عبارت دیگر، تجمع مونوترپن ها در گیاهان تحت تنش خشکی، از نظر فیزیولوژیکی و اکولوژیکی گیاه را در برابر تنفس نوری محافظت می‌کند. در مجموع، شرایط محیطی و ژنوتیپ از عوامل اصلی تأثیرگذار بر کیفیت اسانس در گیاهان دارویی هستند.



شکل۴- مقایسهٔ میانگین اثرمتقابل کود ارگانیک و دور آبیاری بر عملکرد اسانس

برای هرسطح کودی میانگین‌های دارای دست کم یک حرف مشترک، بر اساس آزمون LSD اختلاف آماری معنی‌دار در سطح ۵ درصد ندارند.

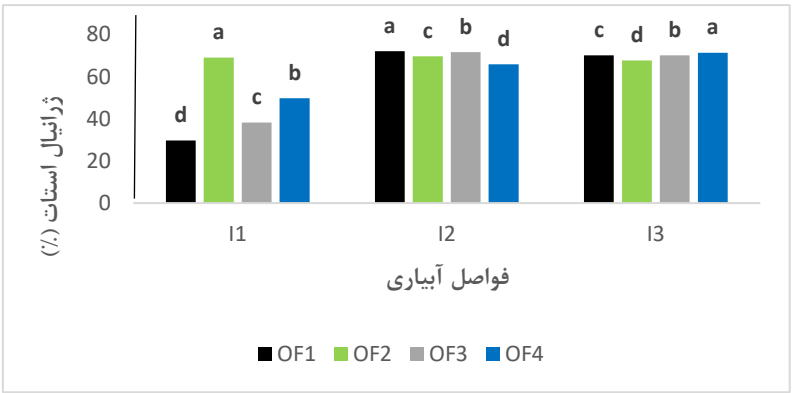
OF_1، OF_2، OF_3 و OF_4 :به ترتیب تیمار شاهد و محلول پاشی‌کود ارگانیک با غلظت‌های۲، ۴ و ۶ میلی‌لیتر بر لیتر



شکل۵- مقایسهٔ میانگین اثرمتقابل کود ارگانیک و دور آبیاری بر عملکرد اسانس

برای هرسطح کودی میانگین های دارای دست کم یک حرف مشترک، بر اساس آزمون LSD اختلاف آماری معنی دار در سطح ۵ درصد ندارند.

OF_1، OF_2، OF_3 و OF_4: به ترتیب تیمار شاهد و محلول پاشی‌کود ارگانیک با غلظت‌های۲، ۴ و ۶ میلی‌لیتر بر لیتر



شکل۶- مقایسهٔ میانگین اثرمتقابل کود ارگانیک و دور آبیاری بر عملکرد اسانس

برای هرسطح کودی میانگین‌های دارای دست کم یک حرف مشترک، بر اساس آزمون LSD اختلاف آماری معنی دار در سطح ۵ درصد ندارند.

OF_1، OF_2، OF_3 و OF_4: به ترتیب تیمار شاهد و محلول پاشی‌کود ارگانیک با غلظت‌های۲، ۴ و ۶ میلی‌لیتر بر لیتر

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این پژوهش نشان داد با افزایش دور آبیاری میزان و عملکرد اسانس کاهش پیدا کرد. به طوریکه تیمار دور آبیاری ۹ روز، بیشترین تاثیر منفی را بر ویژگی‌های گیاه بادرشبو داشت. عملکرد ماده خشک و اسانس بواسطه کاربرد کود ارگانیک بهبود پیدا کرد و محلول پاشی با کود ارگانیک تاثیر تنش خشکی را تعدیل کرد. محلول پاشی با کود آلی در مقایسه با تیمار شاهد در بیشتر حالات میزان ترکیبات اصلی اسانس را بهبود بخشید.

سپاسگزاری

بدین وسیله از دانشگاه پیام نور مرکز مرند به جهت در اختیار گذاشتن امکانات و تجهیزات مورد نیاز این پژوهش قدردانی می‌گردد.

منابع

Abd El-Kafee, Omaima M., El-Mogy E.E. A.M., & Nahlaa A.M.A. Ashour, (2014). Response of *Pelargonium graveolens* L. plants to treatments of irrigation, chemical, organic and bio-fertilization under sandy soil conditions. *Journal of Plant Production*, *5* (7), 1345-1373.

Abdul-Hafeez, E.Y., Soliman, Y., & Elseyed, A. (2020). Influence of sowing date and foliar application of humic acid on yield and volatile oil of sweet fennel (*Foeniculum vulgare*) plants. *Egyptian Journal of Horticulture*, *47*(1), 81-92.

Adams, R.P. (2007). Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectrometry. Allured publishing corporation Carol Stream, IL.

Afzali, D., Shariatmadari, H., Hajiabbasi, M.A., & Moatar, F. (2007). Salinity and drought stresses effects on flower yield and flavonol-o-glycosides in Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, *3*(37), 382-390. (In Persian).

Ahmad, A., Ghanbari, A., & SiahSar, B.A. (2011). Study of the yield and its components of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) under drought stress and organic and inorganic fertilizers using and their residue. *Journal of Agriculture*, *3*(3), 383-395. (In Persian)

Akrami nejad, O., safari, M., & abdolshahi, R. (2016). Effect of organic and chemical fertilizers on yield and essential oil of two ecotypes of savory (*Satureja hortensis* L.) under normal and drought stress conditions. *Iranian Journal of Field Crops Research*, *13* (4), 675-686. (In Persian).

Alaei, S. 2019. Essential oil Content and Composition of *Dracocephalum Moldavica* under Different Irrigation Regimes. *International Journal of Horticultural Science and Technology*, *6* (2), 167-175.

Ameri, A. A., Nasiri-Mahallati, M., & Rezvani-Moghaddam, P. (2008). The effect of different amounts of nitrogen and plant density on nitrogen use efficiency, yield and active ingredients of marigold plant (*Calendula afficinalis* L.). *Iranian Journal of Field Crops Research*, *5*(2), 315-325.

Ardakani, M.R.B., Abbas Zadeh., A., Sharifi Ashorabadi., M., Labaschi, M.H., & Paknajad, F. (2007). Study of water deficient on quality and quantity of *Melissa officinalis* L. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, *23*(2), 251- 261. (In Persian).

Badawy, M.Y.M. (2016). Effect of mycorrhiza and mineral fertilization on growth and oil productivity of *Foeniculum vulgare*, MILL. plant under sinai condition, *Egyptian Journal of Agricultural Sciences*, *67*, 245-255.

Delfine, S., Tognetti, R., Desiderio, E., & Alvino, A. (2005). Effect of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum wheat. *Agronomy for sustainable Development, 25*(2),183-191.

Dmitruk, M., & Weryszko-Chmielewska, S. (2010). Morphological differentiation and distribution of non-glandular and glandular trichomes on *Dracocephalum moldavicum* L. shoots. *Acta Agrobotanica, 1*,11–22.

Farooqi, A.H.A., Fatima, S., Khan, A., & Sharma, S. (2005). Ameliorative effect of chlormequat chloride and IAA on drought stressed plants of Cymbopogon martinii and C. winterianus. *Plant growth regulation, 46*(3), 277-284.

Faten, S.A., Shaheen, A.M., Ahmad, A.A., & Mahmoud, A. R. (2010). Effect of foliar application of amino acids as antioxidants on growth, yield and characteristics of squash. *Research Journal of Agriculture and Biological Science*, 6 (5), 583-588.

Gawronak, H. (2008). *Bio stimulators in modern agriculture (general aspects). Arysta Life Science*. Published by the editorial House wies Jutra, Limited. Warsaw.

Golzadeh, H., Mehrafarin, A., Naghdi Badi, H., Fazeli, F., Ghaderi, A., & Zarincheh, N. (2011). Effects of bio-stimulants on quantitative and qualitative yield of *German chamomile*. *Journal of Medicinal Plants*, *11*(41), 195-207. (In Persian).

Gorgini Shabankareh, H., Sabouri, F., Saedi, F., & Fakheri, B. A. (2017). Effects of different levels of humic acid on growth indices and essential oil of lemon balm (*Melissa officinalis* L.) under different irrigation regimes. *Journal of Crop Science Research in Arid Regions*, 1(2), 166-176.

Haj Seyed Hadi, M.R., & Rezaee Ghale, H. (2016). Effects of vermicompost and foliar application of amino acids and urea on quantitative and qualitative yield of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, *31*(6), 1057-1070. (In Persian).

Holm, Y., Hiltunen, R., & Nykanen, I. (1988). Capillary gas chromatographic-mass spectrometric determination of the flavour composition of dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.). *Flavour and fragrance Journal*, *3*(3), 109-112.

Jalalvand, A., Alibi, B., & Tavakoli, A. (2018). Evaluation the effects of cycocel and salicylic acid on some physiological characteristic and essential oil under normal and drought conditions in medical plant

Dragonhed (*Dracocephalum moldavica* L.). *Environment Stresses in Crop science*, *24*(4), 111-128. (In Persian).

Kashchenko, N.I, Jafarova, G.S., Isaev, J.I, Olennikov, D.N., & Chirikova N.K. (2022). Caucasian Dragonheads: phenolic compounds, polysaccharides, and bioactivity of *Dracocephalum austriacum* and Dracocephalum *botryoides Plants*, *11*:2126.

Kheyrandish, E. Roshdi, M., & Yousefzadeh, S. (2016). Effects of water stress levels and nitrogen fertilizer on quantitative and qualitative characteristics of dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.). *Journal of Crop Production, 9* (1), 109-125. (In Persian).

Khosheghbal Ghorabaee, F., Ghasemi Pirbalouti, A., Enteshari, SH., & Davarpanah, S.J. (2020). Qualitative and quantitative effects of drought stress on essential oil compositions of hyssop (*Hyssopus officinalis* L.). *Journal of Plant Research*, *33* (2), 349-356. (In Persian).

Miao, Z.H., Li, K., Liu, P.Y., Li, Z., Yang, H., Zhao, Q., Chang, M., Yang, Q., Zhen, L., & Xu, C.Y. (2018). Natural humic-acid based phototheranostic agent. *Advanced Healthcare Materials*. DOI: 10.1002/adhm.201701202.

Narimani, R., Moghaddam, M., & Ghasemi Pirbalouti, A. (2020). Phytochemical changes of *D*racocephalum moldavica L. Essential oil under different salinity stresses and application of humic and ascorbic acid. *Ecophysiological Journal of Medicinal Plants*, *7* (4), 34-48.

Niakan, M., Khavarinejad R., & Rezaei, MB. (2005). Effect of three ratios of fertilizer N, P, K on fresh weight, dryweight, leaf area and the essential oil of peppermint (*Mentha piperita* L.). *Medicinal and Aromatic Plants Research, 21*(2), 148-131. (In Persian).

Omidbaigi, R. (2005). Producing and processing of medicinal plants. Second edition Astan Ghods Razavi publication. Iran., pp, 438. (In Persian).

Pradhan, J., Sahoo, S. K., Lalotra, S., & Sarma, R. S. (2017). Positive impact of abiotic stress on medicinal and aromatic plants. *International Journal of Plant Sciences*, *12* (2), PP: 309-313.

Rezakhani, A., & Haj Seyed Hadi, M.R. (2017). Effect of manure and foliar application of amino acids on growth characteristic, seed yield and essential oil coriander (*Coriandrum astivum* L.). *Iranian Journal of Field Crop Science, 48* (3), 777-786. (In Persian).

Sabouri, F., Sirousmehr, A., & Gorgini Shabankareh, H. (2018). Effect of irrigation regimes and application of humic acid on some morphological and physiological characteristics of Savory (*Satureja hortensis* L.). *Iranian Journal of Plant Biology*, 9(4), 13-24. (In Persian).

Sabzevari, S., Khazaie, H. R. & Kafi, M. (2010). Study on the effects of humic acid on germination of four wheat cultivars (*Triticun aestivum* L.). *Journal of Iranian Field Crop Research*, *8*(3), 473-480. (In Persian).

Safi Khani, F. (2006). *Study of physiological resistance on drought stress in Dracocephalum moldavica* L. Ph.D Thesis, Shahid Chamran University Ahvaz. 114p. (In Persian).

Salehi, A., Fallah, S., Irani Pour, R., & Abbasi Souraki, A. (2014). Effects of time of chemical fertilizer application integrated with manure on growth, yield and yield components on black cumin (*Nigella sativa* L.). *Journal of Agroecology*, *6*(3), 495-507. (In Persian).

Sonboli, A., Mojarrad, M., Gholipour, A., Nejad Ebrahimi S., & Arman, M. (2008). Biological activity and composition of the essential oil of *Dracocephalum moldavica* L. grown in Iran. *Natural Product communications*, *3* (9),1547-1550

Plant Production and Genetics **تولید و ژنتیک گیاهی**

Vol .5 , No. 1, Spring & Summer 2024, p. 129-142 **جلد ۵، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۴۰۳، صفحه ۱۴۲-۱۲۹**

Research Article DOI: 10.22034/PLANT.2024.141081.1093

Effect of foliar application of organic fertilizer "BOMBARDIER" on essential oil yield and components of dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.) under water deficit stress

Faezeh Daryaei [1], Ṣaeed Yousefzade [*2]

1. Assistant professor, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran
2. Associate professor, Department of Agriculture, Payame Noor University Tehran, Iran

Received: 14-04-2024
Accepted: 21-05-2024

Abstract

The experiment was carried out in the split plot based on randomized complete block design with three replications in 2018-2019 growing season. The main plots were consisted of irrigation interval at three level (3, 6 and 9 day) and subplots were consisted of foliar application of Bombardier at four levels (control, 2,4 and 6 ml/L). In the three- and six-day irrigation interval, the highest and the lowest dry matter yield was obtained in 6ml/L and control treatments respectively. Dry matter yield was decreased by incretion of irrigation interval days. The amount of essential oil decreased, by increasing of irrigation interval. It was identified 29 compounds in the essential oil extracts from plant. The most compounds of essential oil of dragonhead were consisted of linalool formate, geranyal and geranyl acetate. Three-day irrigation interval and application of 4 ml/L produced the most of linalool formate. The amount of geranyal (10.92%) was increased by increasing of irrigation interval and the highest amount was observed with application of 6ml/L fertilizer in six days irrigation interval. The lowest amount of geranyl acetate (29.66%) was observed with no application of fertilizer in three days irrigation interval. By increasing of irrigation interval at level of 6 day, the geralnyl acetate compound was produced highest amount of geranyl acetate (71.99%) .

Keywords: Humic acid, geranyal, dry matter yield and essential oil yield

Citation: Daryaei, F., & Yousefzade, S. (2024). Effect of foliar application of organic fertilizer "BOMBARDIER" on essential oil yield and components of dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.) under water deficit stress. *Plant Production and Genetics*, 5(1), 129-142. https://doi.org/0.22034/PLANT.2024.141081.1093

Copyrights:
Copyrights rights for this article is retained by the author (s), with publication rights granted to Plant Production and Genetics. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

*Corresponding Author Email: s-yousefzadh@pnu.ac.ir