Iranian Journal of Field Crop Science
Vol 53, No 1, Spring 2022 (219-233)
DOI: 10.22059/IJFCS.2021. 317833.654793

علوم گیاهان زراعی ایران
دورهٔ ۵۳، شمارهٔ ۱، بهار ۱۴۰۱ (ص۲۳۳-۲۱۹)

Influence of foliar application of organic fertilizer "BOMBARDIER" on morphological and phytochemical traits of dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.) under water deficit stress

Saeed Yousefzadeh*[1] and Marzieh Piryaei[2]
1. Department of Agriculture, Payame Noor University, Tehran, Iran 2. Department of Chemistry, Faculty of Science, University of Maragheh, Iran.
(Received: January 24, 2021 - Accepted: February 21, 2021)

ABSTRACT
To investigate the effect of organic fertilizer foliar application on morphological and phytochemical traits of dragonhead, a split plot experiment was conducted in randomized complete block design with three replications during 2016 growing season. The main plots consisted of irrigation interval at three levels (3, 6 and 9 days) and subplots consisted of foliar application of BOMBARDIER as organic fertilizer at four levels (control, 2, 4 and 6 ml/L). Foliar application of organic fertilizer had a significant effect on all studied traits (except plant height, stem diameter and essential oil percentage). Increasing irrigation interval decreased plant height, number of lateral and flowering branchs, stem diameter, dry matter yield and essential oil content and yield. Interaction between foliar application and irrigation interval was significant on number of secondary and flowering branchs, stem diameter and essential oil yield. Foliar application with 6 ml/l concentration produced the maximum amount of photosynthesis pigments in dragonhead. The application of 4 ml/l of organic fertilizer in 6 and 9 days irrigation intervals produced the maximum essential oil yield (9.1 and 6.15 kg/ha) compared to the control. 6 ml/l of organic fertilizer in 3 days irrigation interval increased essential oil yield by 50% compared to control. In Totally results showed that in all irrigation intervals, foliar application with the organic fertilizer could significantly enhance the essential oil yield compared to control in the dragonhead plant. Therefore, this treatment can be introduced as the best treatment.
Keywords: Carotenoid, chlorophyll, essential oil yield, humic acidand, medicinal plants.

اثر محلول‌پاشی کود ارگانیک "بمباردیر" بر خصوصیات مورفولوژیک و فیتوشیمیایی گیاه بادرشبو (*Dracocephalum moldavica* L.) تحت تنش کم آبی

سعید یوسف زاده*[۱] و مرضیه پیرایی[۲]
۱- استادیار، گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور تهران، ایران ۲- استادیار، دانشکده علوم پایه، گروه شیمی، دانشگاه مراغه، ایران.
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۵ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۳)

چکیده
به‌منظور بررسی اثر محلول‌پاشی کود ارگانیک بر خصوصیات مورفولوژیک و فیتوشیمیایی بادرشبو، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده و در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سال ۱۳۹۷ در دانشگاه پیام نور مرند اجرا شد. کرت‌های اصلی شامل دور آبیاری در سه سطح (سه، شش و نه روز) و کرت‌های فرعی شامل محلول‌پاشی کود ارگانیک بمباردیر در چهار سطح (شاهد، دو، چهار و شش در هزار) بودند. محلول‌پاشی با کود ارگانیک، تاثیر مثبتی بر تمام صفات مورد مطالعه (بجز ارتفاع بوته، قطر ساقه و درصد اسانس) داشت. با افزایش دور آبیاری، ارتفاع گیاه، تعداد شاخه های فرعی و گل‌دهنده، قطر ساقه، عملکرد ماده خشک، درصد و عملکرد اسانس و میزان رنگدانه‌های فتوسنتزی کاهش یافتند. اثر متقابل محلول پاشی و دور آبیاری بر تعداد شاخه‌فرعی، تعداد شاخه گل‌دهنده، قطر ساقه و عملکرد اسانس معنی‌دار شد. محلول‌پاشی با غلظت شش در هزار، بیشترین میزان رنگدانه‌های فتوسنتزی را در بادرشبو تولید کرد. بیشترین عملکرد اسانس در تیمار محلول پاشی کود ارگانیک با غلظت چهار در هزار در دور آبیاری شش و نه روز (۹/۱ و ٦/۱۵ کیلوگرم در هکتار) به‌دست آمد. کاربرد کود ارگانیک با غلظت شش در هزار در دور آبیاری سه روز، عملکرد اسانس را حدود ۵۰ درصد در مقایسه با تیمار شاهد افزایش داد. در کل نتایج نشان داد که در تمامی دورهای آبیاری محلول‌پاشی با کود ارگانیک در مقایسه با تیمار شاهد توانست عملکرد اسانس گیاه بادرشبو را به‌طور معنی‌داری افزایش دهد و بنابرین می‌توان این تیمار به عنوان تیمار برتر معرفی کرد.
واژه‌های کلیدی: اسید هیومیک، کارتنوئید، کلروفیل، گیاهان دارویی، عملکرد اسانس.

* Corresponding author E-mail: s_yousefzadeh@pnu.ac.ir

مقدمه

بادرشبو (*Dracocephalum moldavica* L.) گیاهی علفی و یک‌ساله از خانواده نعناعیان می‌باشد. تمامی اندام گیاه حاوی اسانس است و مقدار آن در قسمت‌های مختلف متفاوت است. گل و اندام رویشی بادرشبو (برگ‌ها و ساقه‌های جوان) دارای بیشترین درصد اسانس می‌باشند (Nasrabadi *et al.*, 2007). جنس *Dracocephalum* شامل ۱۸۶ گونه می‌باشد که هشت گونه از آن در ایران می‌روید Kamalizadeh *et al.*, 2015). اسانس بادرشبو دارای خاصیت ضد میکروبی و باکتریایی و التیام دهنده زخم و جراحات می‌باشد (Nasrabadi *et al.*, 2007) و در صنایع داروسازی، آرایشی و بهداشتی، غذایی و عطرسازی کاربردهای فراوانی دارد. این گیاه خاصیت آنتی اکسیدانی و ضد توموری نیز دارد (Hussein *et al.*, 2006).

متابولیت‌های ثانویه اساسا با کنترل و هدایت ژنتیکی سنتز می‌شوند ولی ساخت آنها به‌طور قابل توجهی تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد. عوامل محیطی سبب تغییراتی در رشد گیاهان دارویی و نیز در مقدار و کیفیت مواد مؤثره آن‌ها نظیر آلکالوئیدها، گلیکوزیدها، استروئیدها، اسانس‌ها و امثال آن می‌شود (Ameri *et al.*, 2008). خشکی یکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی است که اثر محدودکننده ای بر تولید بسیاری از گیاهان، به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک، دار و. کمبود شدید آب می‌تواند صدمات سنگینی بر رشد و نمو و همچنین بر مواد مؤثره دارویی گیاهان وارد نماید (Omidbaigi, 2005). با توجه به این‌که محدودیت منابع آبی در بخش عمده‌ای از مناطق کشور ایران وجود دارد، لزوم تحقیق در این زمینه بیشتر احساس می‌شود. اثر تنش خشکی بر متابولیت‌های ثانویه در برخی از گیاهان دارویی، موجب افزایش بعضی از ترکیب‌ها و یا ثابت ماندن آن‌ها می‌شود، در حالی‌که در بعضی دیگر از گیاهان دارویی، عملکرد اسانس را کاهش می‌دهد (Omidbaigi, 2005). در این راستا مطالعات نشان دادند که در گیاه بادرشبو، عملکرد دانه، ارتفاع و تعداد گل در شرایط تنش خشکی به شدت کاهش می‌یابد (Safikhani *et al.*, 2007). مطالعات Hasani *et al* (2003) روی گیاه دارویی بادرشبو نشان داد که با کاهش مقدار آب خاک، ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد و طول شاخه‌های جانبی، عملکرد ماده تر و خشک در گلدان و عملکرد اسانس این گیاه کاهش یافت. در تحقیقی دیگر مطالعات نشان داد افزایش تنش خشکی در گیاه همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.)، غلظت کلروفیل a، b و عملکرد اسانس را به‌طور معنی‌داری کاهش داد (Gholinezad, 2019). در گیاه مرزه (*Satureja hortensis* L.) تنش خشکی باعث کاهش ارتفاع، تعداد شاخه فرعی، عملکرد اسانس، محتوی نسبی آب و شاخص کلروفیل و عملکرد گیاه شد، ولی بر درصد اسانس آن معنی‌دار نبود (Akrami nejad *et al.*, 2016). تنش‌های رطوبتی با تغذیهٔ گیاهان بسیار مرتبط است و مدیریت تغذیه گیاه در شرایط تنش، یکی از مسائل مهم در تولید محصولات گیاهی محسوب می‌شود. یکی از مهم‌ترین تأثیرات منفی تنش خشکی، کاهش دسترسی و جذب عناصر غذایی مختلف برای گیاه است (Pirzad *et al.*, 2006). 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. شناخت بهتر نقش عناصر غذایی در مقاومت گیاهان به خشکی، با مدیریت کود در مناطق خشک و نیمه خشک در ارتباط است (Lal *et al.*, 1993). استفاده از انواع اسیدهای آلی برای بهبود عملکرد کمی و کیفی محصولات زراعی و باغی افزایش یافته است. 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) هستند که به‌طور طبیعی از تجزیه زیستی موجودات زنده و گیاهان تشکیل به‌وجود

می‌آیند و تقریباً ۵۰ درصد منابع کربن کره زمین را به خود اختصاص می‌دهند (Miao *et al.*, 2018). اسید هیومیک باعث حل شدن مواد معدنی در آب می‌شود و به راحتی عناصر غذایی را از طریق یک کمپلکس به گیاه منتقل می‌نماید. اسید فولیک می‌تواند ویتامین‌ها، ایزوآنزیم‌ها، هورمون‌ها و آنتی بیوتیک‌های طبیعی را در خود حل نماید و از این طریق، سبب بهبود رشد و نمو گیاه شود (Samavat & Malakuti, 2005). از مزایای مهم اسید هیومیک می‌توان به کلات کنندگی عنصر غذایی مختلف مانند سدیم، پتاسیم، منیزیم، روی، کلسیم، آهن، مس و سایر عناصر در جهت غلبه بر کمبود عناصر غذایی اشاره کرد که سبب افزایش طول و وزن ریشه و آغازش ریشه‌های جانبی می‌شود (Abedi & Pakniat, 2010). همچنین بررسی کاربرد کود آلی و محلول‌پاشی اسید هیومیک بر عملکرد کمی و کیفی گیاه همیشه بهار نشان داد که کاربرد ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک، سبب افزایش ارتفاع، عملکرد تازه گل، تعداد گل در بوته، عملکرد دانهو گلبرگ و وزن هزار دانه نسبت به شاهد شد (Abedini *et al.*, 2015). در مطالعه دیگری در گیاه گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) کاربرد اسید فولیک و اسیدهای آمینه بر فعالیت آنتی اکسیدانی، میزان آنتوسیانین، کلروفیل a و کلروفیل کل گیاه تاثیر معنی‌داری داشت، به‌طوری‌که بیشترین میزان آنتوسیانین (۱/۸۴ میلی‌گرم برگرم) از تیمار پنج کیلوگرم اسید فولیک و اسید آمینه سه در هزار و کمترین میزان آنتوسیانین (۰/۸۷ میلی گرم برگرم) از تیمار شاهد به‌دست آمد. اسیدهای آمینه نیز به‌عنوان ترکی های محرک رشد کمی و کیفی گیاه فعالیت می‌کنند؛ این ترکیب‌ها در بیوسنتز متابولیت‌های ثانویه و هورمونی نقش مهمی دارند (Gawronak, 2008). به‌طور کلی اسیدهای آمینه موادی هستند که باعث تحریک سوخت و ساز و فرآیندهای سوخت و سازی در جهت افزایش کارایی گیاهان می‌شوند (Faten *et al.*, 2010). از اثرگذاری‌های مثبت اسید آمینه بر گیاهان می‌توان به بهبود شاخص‌های فیزیولوژیک و ترکیب‌های بیوشیمیایی چای (*Camelia* sp.) و افزایش عملکرد کمی و کیفی در بابونه (*Matricaria chamomilla* L.) اشاره کرد (Thomas *et al.*, 2009; Golizadeh *et al.*, 2011) .

با توجه به اثرات نامطلوب مصرف بی‌رویه‌ی کودهای شیمیایی که سبب بهم خوردن تعادل عناصر غذایی، کاهش عملکرد و کیفیت محصولات و آلودگی منابع آب و خاک شده است، پیدا کردن روشی که بتواند از مصرف این کودها بکاهد، ضروری ب نظر می‌رسد. مدیریت تغذیه گیاه در شرایط تنش خشکی و بررسی اثر متقابل آن بر خصوصیات گیاه بادرشبو به دلیل عدم وجود اطلاعات کافی، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است؛ بنابراین هدف از اجرای این تحقیق، بررسی تاثیر محلول‌پاشی اسیدهای هیومیک، فولیک و آمینه بر خصوصیات کمی و کیفی بادرشبو در شرایط تنش کم‌آبی در جهت تولید پایدار و افزایش کیفیت این گیاه مهم دارویی می‌باشد.

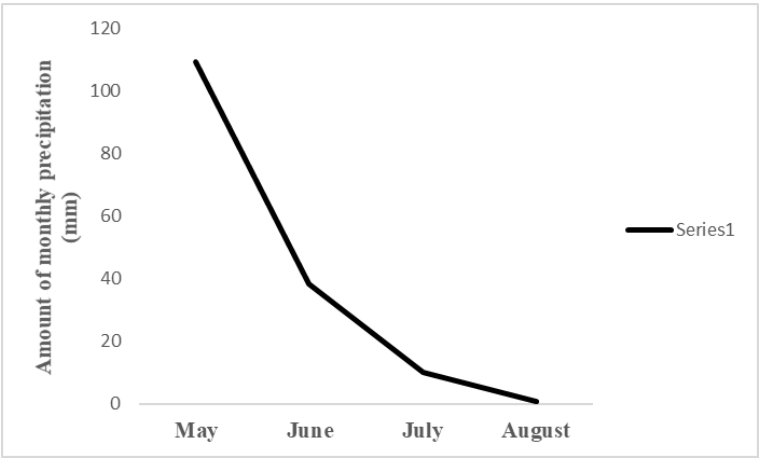
مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت 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 و متوسط درجه حرارت سالیانه آن ۱۱/۳ درجه سانتی‌گراد است. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در جدول ۱ و میانگین بارندگی ماهیانه در شکل ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک.

Table 1. Soil physiochemical properties.

Soil texture	Ec (dSm^{-1})	pH	Organic carbon (%)	N (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Mn (mg/kg)
Sandy loam	1.22	7.24	0.89	0.15	12.5	490	10.05	0.34	0.82	16.11



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

Figure 1. Monthly precipitation during dragonhead growing season in 2016

آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده و در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. کرت‌های اصلی شامل دور آبیاری در سه سطح (سه، شش و نه روز) و کرت‌های فرعی شامل محلول‌پاشی کود بمباردیر (مخلوط اسیدهای هیومیک، فولیک و آمینه) در چهار سطح (شاهد، دو، چهار و شش در هزار) بود. در این تحقیق از کود مایع با نام تجاری بمباردیر (BOMBARDIER) ساخت شرکت کیمیتک اسپانیا (به‌ترتیب 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 به طول سه متر، با فاصله ردیف ۳۵ سانتی‌متر و فاصله ۱۵ سانتی‌متر بین بوته‌ها بود. فاصله بین بلوک‌ها و کرت اصلی دو متر و فاصله کرت‌های فرعی یک متر در نظر گرفته شد. بذرهای مورد استفاده از تودهٔ محلی موجود در بازار شهرستان مرند تهیه شد و با تراکم بالاتر از مطلوب در تاریخ ۲۶ اردیبهشت به صورت شیاری و به عمق یک تا دو سانتی‌متر کشت شد. در مرحله چهار برگی، بوته‌های اضافی تنک و گیاهچه‌های سالم و مطلوب حفظ شدند. زمان‌بندی آبیاری بر اساس درصد تخلیه رطوبت خاک در ظرفیت زراعی در منطقه ریشه و عمق مدیریت آبیاری برای بادرشبو حدود ۳۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد که با استفاده از روابط ۱ و ۲ محاسبه شد (Mokhtassi-Bidgoli *et al.*, 2013). مقدار آب خاک ابتدا به روش وزنی و سپس با استفاده از TDR در عمق ذکر شده تعیین شد. برای تعیین رابطه بین مقدار عددی ارائه شده توسط TDR و درصد حجمی رطوبت خاک اندازه‌گیری شده به روش وزنی، از منحنی کالیبراسیون استفاده شد. با استفاده از داده‌های به‌دست‌آمده و رابطه ۱، درصد تخلیه آب قابل‌دسترس خاک در منطقه مؤثر ریشه ارزیابی شد:

$$MAD = (FC-\theta) / (FC-PWP) \quad \text{رابطه ۱}$$

در این رابطه، MAD: حداکثر تخلیه مجاز، FC وPWP: به‌ترتیب رطوبت خاک در ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی دائم و θ: درصد حجمی رطوبت خاک قبل از آبیاری (قبل از اجرای آزمایش با نمونه برداری از خاک در زمان‌های مختلف و با استفاده از روش وزنی، درصد حجمی رطوبت خاک تعیین شد) است. θ بر اساس تیمارهای آبیاری تنظیم‌شده و مقدار آب موردنیاز برای آبیاری از رابطه ۲ محاسبه شد:

$$V_d = MAD \times ASW \times R_z \quad \text{رابطه ۲}$$

در این رابطه، V_d: حجم آب آبیاری (میلی‌متر)، ASW: آب قابل‌دسترس خاک (برابر با ۱۲۰ میلی‌متر در هر متر عمق خاک) وR_z: عمق مؤثر ریشه بر اساس شخم انجام شده برابر با ۰/۳ متر می‌باشند. آب قابل‌دسترس خاک مقدار آب موجود در ناحیه ریشه بین ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی دائم است. برای تیمار دور آبیاری در سه، شش و نه روز به‌طور متوسط به‌ترتیب ۶۰۰، ۵۲۰ و ۴۸۰ میلی‌متر آبیاری در هر کرت انجام شد. آبیاری همه تیمارها پس از کاشت به مدت یک هفته هر روز و تا مرحله هشت برگی هر دو روز یک‌بار

به‌طور یک‌سان انجام شد. عملیات وجین علف‌های‌هرز نیز در سه مرحله و به‌صورت دستی انجام شد. از مرحله هشت برگی و پس از استقرار کامل گیاه، تیمار دور آبیاری اعمال شد. در مرحله ساقه‌دهی (۳۰ روز پس از کاشت) و در اوایل گلدهی (۵۰ روز پس از کاشت)، گیاهان با کود مایع بمباردیر با غلظت‌های دو، چهار و شش در هزار در اوایل صبح محلول‌پاشی شدند. در تیمار شاهد، کود مصرف نشد و محلول‌پاشی با پنج لیتر آب برای هر کرت انجام شد. پس از این‌که گیاهان به مرحله گلدهی کامل (۷۸ روز پس از کاشت) رسیدند، برداشت از مزرعه انجام شد. در این مطالعه، صفاتی مانند عملکرد ماده خشک، درصد و عملکرد اسانس، میزان کلروفیل (a، b، و کل) و کارتنوئید، مورد ارزیابی قرار گرفتند.

برای محاسبهٔ ارتفاع بوته و تعداد شاخه‌های گل‌دهنده، ۱۰ گیاه به‌صورت تصادفی از دو ردیف میانی هر کرت انتخاب و داده‌های مربوط به آن صفات یادداشت برداری شدند. برای تعیین عملکرد وزن خشک در واحد سطح، از خطوط میانی هر کرت معادل یک متر مربع، در مرحله گلدهی کامل به روش دستی برداشت شد. بوته‌ها در هوای آزاد و سایه خشک شدند و سپس وزن خشک آن‌ها ثبت شد و در پایان عملکرد ماده خشک در هکتار محاسبه شد. به‌منظور تعیین مقدار اسانس از سرشاخه‌های جوان، از هر کرت آزمایشی یک نمونه ۵۰ گرمی تهیه و با استفاده از روش تقطیر با آب به‌وسیله دستگاه کلونجر، اسانس‌گیری به‌عمل آمد. برای اندازه‌گیری میزان کلروفیل a، b و کل و همچنین کاروتنوئیدها، ۰/۲ گرم نمونه برگی در استون ۸۰ درصد ساییده و جذب نوری در طول موج‌های به‌ترتیب ۶۴۵، ۶۶۳ و۴۷۰ نانومتر خوانده شد (Arnon, 1949). برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از برنامه آماری SAS و برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیهٔ واریانس نشان دا که، تیمار رژیم آبیاری بر میزان کارتنوئید در سطح پنج درصد و بر بقیه صفات مورد مطالعه در سطح آماری یک درصد تاثیر معنی‌داری داشت. محلول‌پاشی با کود ارگانیک، بجز ارتفاع بوته، قطر ساقه و درصد اسانس، بقیه صفات مورد بررسی را به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر قرار داد. اثر متقابل رژیم آبیاری و محلول‌پاشی با کود ارگانیک بر تعداد شاخه‌های جانبی و گل‌دهنده، قطر ساقه و عملکرد ماده خشک و اسانس در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲).

جدول ۲- تجزیهٔ واریانس صفات کمی و کیفی بادرشبو تحت تأثیر کود ارگانیک و دور آبیاری

Table 2. Variance analysis of quantitative and qualitative traits of dragonhead affected by organic fertilizer and irrigation interval

SOV	df	Mean squares					
		Plant height	Stem diameter	Essential oil content	Chlorophyll b	Total chlorophyll	Carotenoid
Replication	2	13.82	0.59	0.0003	0.00009	0.001	0.0002
Irrigation intervals	2	624.50**	120.92**	0.0254**	0.017**	0.122**	0.0031*
Error a	4	5.08	0.78	0.0003	0.00004	0.002	0.0003
Organic fertilizer	3	31.29	9.63	0.0054	0.016**	0.064**	0.0039**
Error b	6	15.34	2.39	0.001	0.0008	0.003	0.0001
I*O	6	28.15	9.23**	0.0016	0.002	0.006	0.0004
Error c	12	13.23	1.18	0.001	0.0006	0.003	0.0005
CV		7.16	11.64	11.98	7.43	7.06	16.37

*و**: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد.

*and **: Significance at 5% and 1% of probability levels,, respectively.

با توجه به این‌که در صفات ارتفاع بوته، قطر ساقه، درصد اسانس، میزان کلروفیل b، کلروفیل کل و کارتنوئیدها، خطای اصلی بزرگتر از خطای فرعی بود، اثر متقابل تکرار و عامل b (کود ارگانیک) بایستی از

مجموع مربعات باقی مانده جدا می‌شد؛ به این منظور برای این صفات، تجزیه واریانس دوباره انجام شد که در جدول ۳ آمده است.

جدول ۳- تجزیهٔ واریانس صفات کمی و کیفی بادرشبو تحت تأثیر کود ارگانیک و دور آبیاری

Table 3. Variance analysis of quantitative and qualitative traits of dragonhead affected by organic fertilizer and irrigation interval

SOV	df	Mean squares				
		Number of lateral branch per plant	Number of flowering branch per plant	Dry matter yield	Essential oil yield	Chlorophyll A
Replication	2	36.24	0.17	102003.58	0.26	0.001
Irrigation intervals	2	949.08**	371.35**	4209168.29**	102.38**	0.048**
Error a	4	10.23	3.16	100404.377	2.53	0.002
Organic fertilizer	3	47.92**	31.68**	1507481**	32.66**	0.016**
Error b	18	5.30	2.57	45890.48	0.80	0.001
I*O	6	21.71**	8.81**	318331.30**	6.59**	0.001
CV		9.11	12.99	8.70	11.31	8.56

**: معنی‌دار در سطح یک درصد.

**: Significance at 1% of probability level.

ارتفاع بوته

با افزایش دور آبیاری، ارتفاع گیاه کاهش یافت و تیمار آبیاری سه و نه روز به‌ترتیب بیشترین و کمترین ارتفاع گیاه (۵۹/۵۷ و ۴۳/۲۲ سانتی‌متر) را تولید کردند. دور آبیاری پس از نه روز، ارتفاع گیاه را ۲۵ درصد در مقایسه با سه روز کاهش داد (جدول ۴).

جدول۴- مقایسهٔ میانگین صفات کمی و کیفی بادرشبو تحت تأثیر کود ارگانیک و دور آبیاری

Table 4. Mean comparison of quantitative and qualitative traits of dragonhead affected by organic fertilizer and irrigation interval

Treatment	Plant height (cm)	Essential oil content (%)	Chlorophyll a (mg g^{-1} f.w.)	Chlorophyll b (mg g^{-1} f.w.)	Total Chlorophyll (mg g^{-1} f.w.)	Carotenoid (mg g^{-1} f.w.)
Irrigation intervals (day)						
3	57.59a	0.36a	0.51a	0.37a	0.88a	0.149a
6	51.50b	0.30b	0.44b	0.34b	0.78b	0.145a
9	43.22c	0.27c	0.38c	0.29c	0.67c	0.119b
Organic fertilizer (ml/L)						
Control	48.26a	0.29a	0.38c	0.29b	0.67c	0.10c
2	50.60a	0.30a	0.44c	0.31b	0.75b	0.13b
4	51.62a	0.34a	0.46ab	0.35a	0.81a	0.14ab
6	52.60a	0.32a	0.48a	0.39a	0.87a	0.15a

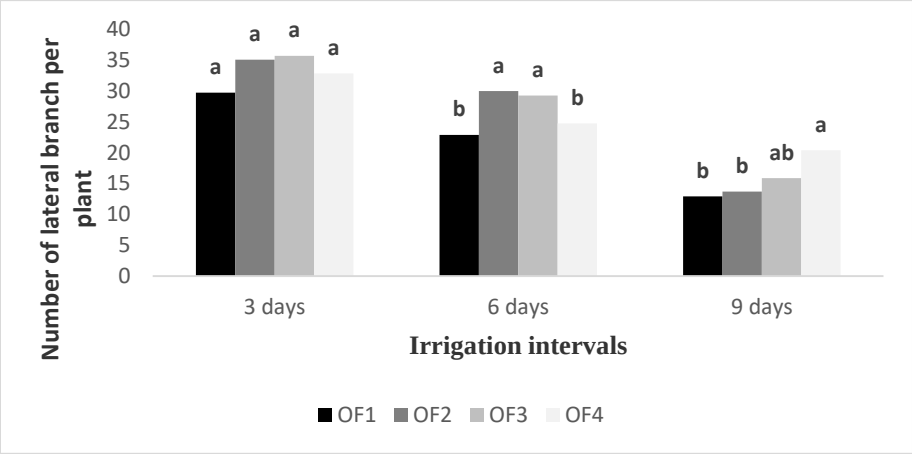
در هر ستون، میانگین‌های دارای دست کم یک حرف مشترک، بر اساس آزمون LSD و در سطح پنج درصد اختلاف آماری معنی دار ندارند.

Means followed by the same letter in the same column are not significantly different at 5% of probability level based on LSD test.

نتایج نشان داد که با افزایش تنش خشکی، میزان ارتفاع گیاه کاهش می‌یابد. کمبود آب موجب کاهش تورژسانس سلولی می‌شود و در نهایت کاهش رشد و توسعه سلول به‌خصوص در ساقه و برگ‌ها را به دنبال خواهد داشت. با کاهش رشد سلول، اندازه اندام محدود می‌شود و به همین دلیل، اولین اثر محسوس کم آبی روی گیاه، کاهش ارتفاع و کوچک شدن اندازه برگ‌ها و در نهایت کاهش کل ماده خشک است (Babaee *et al.*, 2010). محققین دیگر گزارش کردند که خشکی به‌طور معنی‌داری ارتفاع بوته بادرشبو را را کاهش داد (Kheyrandish *et al.*, 2016). نتایج مشابهی در گیاه همیشه بهار، بادرنجبویه (*Melissa afficinalis* L.) و نعناع سبز (*Mentha spicata* L.) گزارش شد (Gorgini shabankareh *et al.*, 2017; Rostami *et al.*, 2018; Gholinezhad, 2019).

تعداد شاخه فرعی

در دور آبیاری شش روز، محلول‌پاشی با غلظت‌های دو و چهار هزار در مقایسه با تیمار شاهد، تعداد شاخه فرعی را به‌طور معنی‌داری افزایش داد (شکل ۲).



شکل ۲- مقایسهٔ میانگین اثرمتقابل کود ارگانیک و دور آبیاری بر تعداد شاخه جانبی در هر بوته. برای هرسطح کودی، میانگین‌های دارای دست کم یک حرف مشترک، بر اساس آزمون LSD و در سطح پنج درصد، اختلاف آماری معنی‌داری ندارند. OF_1، OF_2، OF_3 و OF_4: به‌ترتیب تیمار شاهد و محلول‌پاشی‌کود ارگانیک با غلظت‌های دو، چهار و شش در هزار.

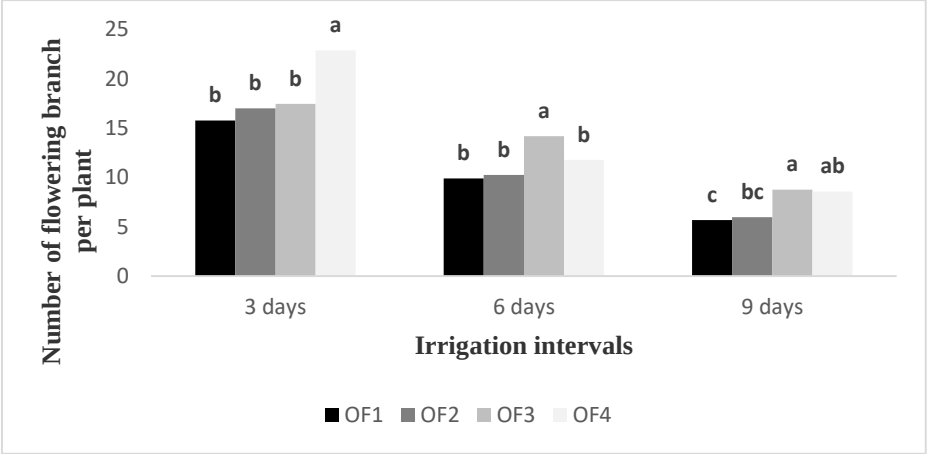
Figure 2. Mean comparison of the interactioneffects of organic fertilizer and irrigation interval on the number of lateral branch per plant. In each level of fertilizers, means by the same letter are not significantly different at 5% of probability level based on LSD test. OF1, OF2, OF3 and OF4: Control treatment and foliar application of 2, 4 and 6 ml/l organic fertilizer, respectively.

در تیمار دور آبیاری نه روز، محلول‌پاشی با غلظت شش در هزار، بیشترین تعداد شاخه فرعی را در گیاه تولید کرد و کمترین تعداد شاخه فرعی در تمامی دورهای آبیاری در تیمار شاهد مشاهده شد. محلول‌پاشی در غلظت‌های دو و چهار هزار در تیمارهای آبیاری شش و نه روز، تعداد شاخه فرعی را به‌ترتیب ۲۳ و ۳۶ درصد افزایش داد. تنش کم آبی به علت تاثیر منفی بر رشد و گسترش شاخه‌های جانبی، تعداد کل شاخه‌های جانبی را کاهش داد. بدین ترتیب، کاهش تعداد شاخه‌های فرعی در شرایط کم آبی، احتمالاً به عنوان یک مکانیسم سازگاری برای گیاه بادرشبو در نظر گرفته شده است. در این راستا، کاهش تعداد شاخه‌های فرعی در گیاه بادرشبو در شرایط تنش خشکی توسط Kheyrandish *et al* (2016) گزارش شده است که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت. در پژوهشی دیگر محققین نشان دادند که تنش خشکی در گیاه نعناع سبز در ۷۰٪ ظرفیت زراعی در مقایسه با تیمار ۱۰۰٪ ظرفیت زراعی، به‌طور معنی‌داری تعداد شاخه فرعی را کاهش داد. آن‌ها بیان داشتند که محلول‌پاشی با اسید هیومیک در غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر تعداد شاخه فرعی را به‌طور معنی‌داری در مقایسه با تیمار شاهد افزایش داد (Rostami *et al.*, 2018). به‌نظر می‌رسد که کاربرد کود ارگانیک بمباردیر به‌علت وجود اسیدهای هیومیک، فولیک و اسید های آمینه با کاهش اثرات تنش خشکی، باعث تحریک هورمون‌های رشد در گیاه می‌شود و در نتیجه این فرایند، رشد و توسعه شاخه‌های فرعی در گیاه افزایش یافته است.

تعداد شاخه گل‌دهنده

نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد که با افزایش غلظت کود ارگانیک، تعداد شاخه گل‌دهنده در تمامی دورهای آبیاری افزایش یافت و تیمار شاهد کمترین تعداد شاخه گل‌دهنده را در تمامی دورهای آبیاری تولید کرد (شکل۳). محلول‌پاشی کود ارگانیک با غلظت شش در هزار در دور آبیاری سه روز، تعداد شاخه گل‌دهنده را در مقایسه با تیمار شاهد، ۳۰ درصد افزایش داد. با افزایش تنش کم آبی در دورهای

آبیاری شش و نه روز، بیشترین تعداد شاخه گل‌دهنده در گیاهان، از کاربرد تیمار کودی با غلظت چهار در هزار به‌دست آمد (شکل ۳).



شکل ۳- مقایسهٔ میانگین اثر متقابل کود ارگانیک و دور آبیاری بر تعداد شاخه گل‌دهنده در هر بوته. برای هرسطح کودی، میانگین‌های دارای دست کم یک حرف مشترک، بر اساس آزمون LSD و در سطح پنج درصد، اختلاف آماری معنی‌داری ندارند. OF_1، OF_2، OF_3 و OF_4: به‌ترتیب تیمار شاهد و محلول‌پاشی‌کود ارگانیک با غلظت‌های دو، چهار و شش در هزار.

Figure 3. Mean comparison of the interaction effects of organic fertilizer and irrigation interval on number of flowering branch per plant. In each level of fertilizers, means by the same letter are not significantly different at 5% of probability level based on LSD test. OF1, OF2, OF3 and OF4: Control treatment and foliar application of 2, 4 and 6 ml/l organic fertilizer, respectively.

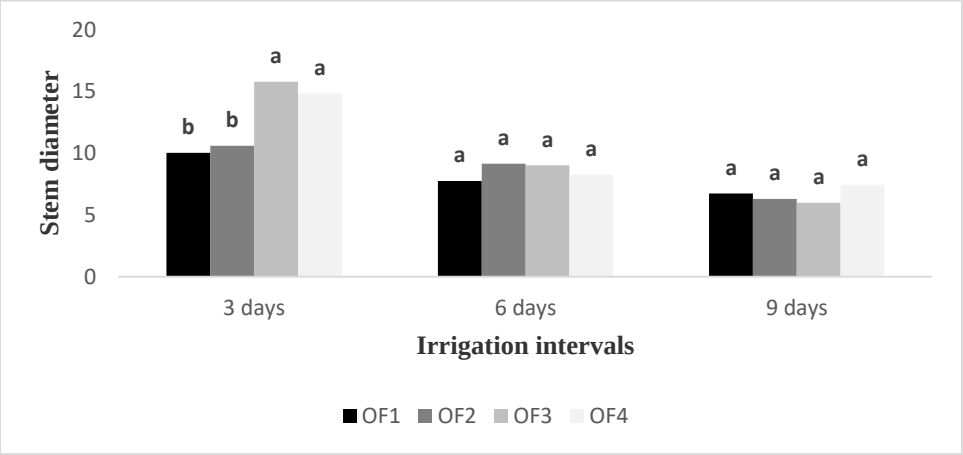
با توجه به کاهش تعداد شاخه‌های فرعی در تنش خشکی، کاهش تعداد شاخه‌های گل‌دهنده در اثر اعمال تنش خشکی منطقی به نظر می‌رسد. کاهش مواد فتوسنتزی تولیدی به علت کاهش سطح برگ و کاهش انتقال مواد آسیمیلاتی به سمت اندام‌های زایشی در اثر تنش کمبود آب، سبب کاهش عملکرد اقتصادی گیاه از جمله سرشاخه‌های گلدار می‌شود؛ به همین دلیل، اولین اثر محسوس کم‌آبی بر گیاهان را می‌توان از روی اندازه کوچک‌تر برگ‌ها و ارتفاع کمتر گیاهان تشخیص داد. همچنین وزن تر و خشک سرشاخه‌های گلدار مانند هر اندام رویشی یا زایشی دیگر، شدیداً تحت تأثیر دسترسی به عناصر غذایی و آب قرار می‌گیرد (Dursun *et al.*, 2002)). در این راستا مطالعات نشان داد که تنش خشکی تعداد سرشاخه گلدار را در گیاه بادرشبو کاهش داد (Kheyrandish *et al.*, 2016)؛ نتایج مشابهی در گیاه سرخار گل (*Echinaceae purpuea* (L.) Monch) به‌دست آمد (Farzanian & Yarnia, 2013).

محلول‌پاشی با کود ارگانیک، تعداد شاخه گل‌دهنده را افزایش داد. در این راستا مطالعات نشان داد که کاربرد اسیدهای آمینه در گیاه نعناع فلفلی (*Mentha piperita* L.)، تعداد شاخه‌های گل‌دهنده را افزایش داد (Asadi *et al.*, 2018) و نتایج مشابهی در گیاه بابونه و مریم گلی (*Echinacea purpura*) گزارش شد (Naghdi Badi *et al.*, 2012; Youssef, 2014). این تأثیر مثبت را می‌توان به قابلیت کاربرد اسیدهای آمینه در تأمین عناصر غذایی و در نتیجه بهبود فتوسنتز دانست. همچنین مشخص شده است که گیاهان قادرند از اسیدهای آمینه به عنوان منبع نیتروژن استفاده کنند (Tsouvaltzis *et al.*, 2014).

قطر ساقه

نتایج نشان داد که فقط در تیمار دور آبیاری در سه روز، محلول‌پاشی با کود ارگانیک با غلظت‌های چهار و شش هزار، قطر ساقه را به‌طور معنی‌داری در مقایسه با تیمار شاهد به‌طور افزایش داد. تیمار کودی با غلظت چهار در هزار، قطر ساقه را در مقایسه با تیمار شاهد

بیش از ۳۰ درصد افزایش داد؛ این در حالی بود که در سایر دورهای آبیاری (شش و نه روز)، تفاوت معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد (شکل ۴).



شکل ۴- مقایسهٔ میانگین اثرمتقابل کود ارگانیک و دور آبیاری بر قطر ساقه. برای هرسطح کودی، میانگین‌های دارای دست کم یک حرف مشترک، بر اساس آزمون LSD و در سطح پنج درصد، اختلاف آماری معنی‌داری ندارند. OF_1، OF_2، OF_3 و OF_4: به‌ترتیب تیمار شاهد و محلول‌پاشی‌کود ارگانیک با غلظت‌های دو، چهار و شش در هزار.

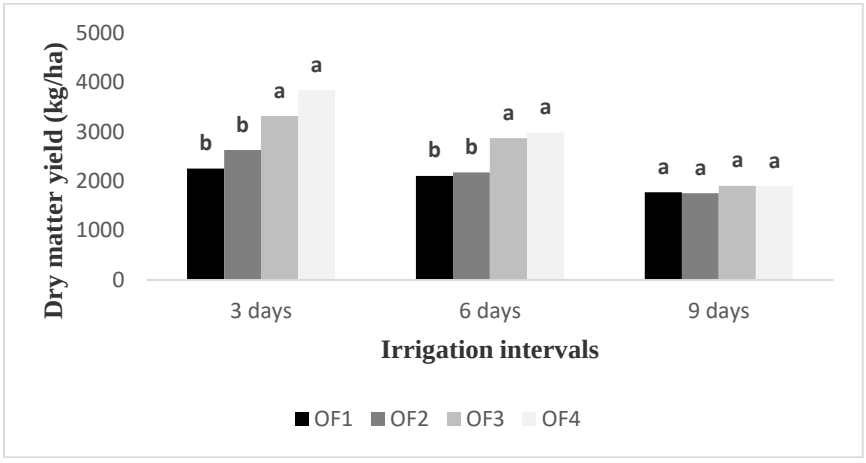
Figure 4. Mean comparison of the interaction effects of organic fertilizer and irrigation interval on the stem diameter. In each level of fertilizers, means by the same letter are not significantly different at 5% of probability level based on LSD test. OF1, OF2, OF3 and OF4: Control treatment and foliar application of 2, 4 and 6 ml/l organic fertilizer, respectively.

با توجه به نتایج، با افزایش دور آبیاری قطر ساقه کاهش پیدا کرد. کمیت و کیفیت رشد رویشی گیاه ،بستگی به تقسیم سلولی، بزرگ شدن سلول‌ها و تمایز دارد و کلیه این حوادث متأثر از تنش خشکی می‌باشند (Harper *et al.*, 2000). در شرایط تنش خشکی، به علت کاهش رشد و توسعه سلول به ویژه در ساقه و برگ‌ها، رشد و توسعه اندام‌های گیاهی کاهش می‌یابد. مطالعات در گیاه همیشه بهار نشان داد که دور آبیاری ۱۲، نه و شش روز در مقایسه با دور آبیاری سه روز، به‌ترتیب قطر ساقه را ۷۵، ۶۷ و ۳۶ درصد کاهش داد (Gholinezhad, 2019)؛ نتایج مشابهی در گیاه بادرنجبویه به‌دست آمد (Gorgini Shabankareh *et al.*, 2017). استفاده از اسید هیومیک و کودهای ارگانیک، باعث رشد اندام‌های هوایی می‌شود که علت آن، افزایش جذب عناصری مانند ازت، کلسیم، فسفر، پتاسم، منگنز، آهن، روی و مس است (Erkossa *et al.*, 2002). به نظر می‌رسد که محلول‌پاشی کود ارگانیک به علت بهبود شرایط تغذیه‌ای، قطر ساقه را افزایش داده است. نتایج مطالعات نشان داد که محلول‌پاشی گیاه بادرنجبویه با ۴۰۰ میلی‌گرم اسید هیومیک، بیشترین قطر ساقه را تولید کرد (Gorgini Shabankareh *et al.*, 2017).

عملکرد ماده خشک

در دور آبیاری سه و شش روز، بیشترین و کمترین عملکرد ماده خشک در محلول‌پاشی کود ارگانیک در غلظت شش در هزار و تیمار شاهد به‌دست آمد. در دور آبیاری سه روز و در تیمار محلول‌پاشی با غلظت شش در هزار، عملکرد ماده خشک در مقایسه با تیمار شاهد ۴۰ درصد افزایش یافت. در تیمار دور آبیاری در نه روز، کاربرد کود ارگانیک در غلظت‌های چهار و شش هزار، عملکرد را افزایش داد، ولی این افزایش معنی‌دار نبود. با افزایش دور آبیاری، عملکرد ماده خشک کاهش یافت. در تیمار دور آبیاری نه روز، عملکرد ماده خشک در تمامی غلظت‌های کودی در مقایسه با دور آبیاری سه و شش روز کاهش یافت (شکل ۵). با افزایش دور آبیاری، تنش خشکی باعث کاهش عملکرد ماده خشک نسبت به سطح بدون تنش شد که می‌تواند به دلیل کاهش ارتفاع و شاخه فرعی در

شرایط تنش خشکی باشد. مطالعات نشان دادند که در گیاه مرزه در شرایط تنش خشکی، عملکرد بیولوژیک در مقایسه با شرایط بدون تنش به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (Akrami nejad *et al.*, 2016). در تحقیقی دیگر روی گیاه دارویی بادرشبو گزارش شد که تنش خشکی در حد ۴۰٪ ظرفیت زراعی مزرعه، موجب کاهش 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 در تیمار شاهد (بدون تنش) به‌دست آمد که با نتایج این آزمایش مطابقت داشت. نتایج نشان داد که در دور آبیاری سه و شش روز، کاربرد کود ارگانیک باعث تعدیل اثر تنش خشکی شد. در این راستا مطالعات نشان داد که 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) و بادرنجبویه (Gorgini Shabankareh *et al.*, 2017) گزارش شد که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. به‌نظر 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 می‌دهند و به حفظ آب در درون گیاه کمک می‌کنند (Mirhajian, 2012). احتمالا محلول‌پاشی 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.



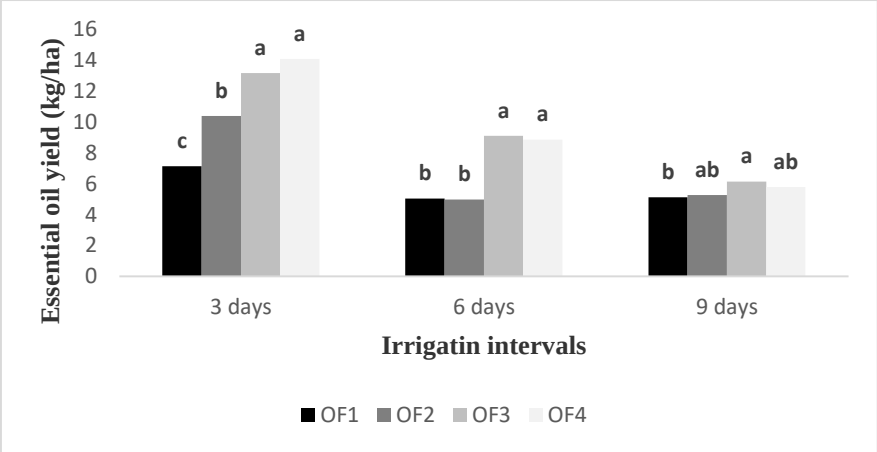
شکل ۵- مقایسهٔ میانگین اثرمتقابل کود ارگانیک و دور آبیاری بر عملکرد ماده خشک. برای هرسطح کودی، میانگین‌های دارای دست کم یک حرف مشترک، بر اساس آزمون LSD و در سطح پنج درصد، اختلاف آماری معنی‌داری ندارند. OF_1، OF_2، OF_3و OF_4: به‌ترتیب تیمار شاهد و محلول‌پاشی‌کود ارگانیک با غلظت‌های دو، چهار و شش در هزار.

Figure 5. Mean comparison of the interaction effects of organic fertilizer and irrigation interval on dry matter yield. In each level of fertilizers, means by the same letter are not significantly different at 5% of probability level based on LSD test. OF1, OF2, OF3 and OF4: Control treatment and foliar application of 2, 4 and 6 ml/l organic fertilizer, respectively.

میزان و عملکرد اسانس

با افزایش دور آبیاری، میزان اسانس به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. بیشترین و کمترین درصد اسانس به‌ترتیب با ۰/۳۶ و ۰/۲۷ درصد، در دور آبیاری شش و نه روز به‌دست آمد. دور آبیاری در سه روز در مقایسه با دور آبیاری در نه روز، میزان اسانس را ۲۵ درصد افزایش داد. (جدول ۴ با افزایش دور آبیاری، عملکرد اسانس کاهش پیدا کرد. در تیمار دور آبیاری در سه روز و در تمامی غلظت‌ها در مقایسه با دورهای آبیاری شش و نه روز، بیشترین عملکرد اسانس به‌دست آمد. عملکرد اسانس در دور آبیاری سه روز به‌دلیل

محلول‌پاشی کود ارگانیک با غلظت شش در هزار، حدود ۵۰ درصد در مقایسه با تیمار عدم محلول‌پاشی افزایش یافت. در دور آبیاری شش و نه روز، محلول‌پاشی با غلظت چهار در هزار (۹/۱ و ۶/۱۵ کیلو گرم در هکتار)، بیشترین عملکرد اسانس را به خود اختصاص دادند (شکل ۶). با توجه با بالاتر بودن عملکرد ماده خشک و تعداد شاخه گل‌دهنده در تیمار دور آبیاری سه روز و محلول‌پاشی کود ارگانیک، بیشتر بودن عملکرد اسانس منطقی به‌نظر می‌رسد. تنش خشکی باعث کاهش عملکرد اسانس می‌شود که این موضوع ناشی از پایین‌تر بودن عملکرد ماده خشک در تنش خشکی است. در این راستا پژوهش‌ها نشان داد که اعمال تنش خشکی، عملکرد اسانس را در گیاه بادرشبو در مقایسه با شرایط عدم تنش کاهش داد (Kheyrandish *et al.*, 2016). در نتایج بررسی دیگری، تأثیر مقادیر مختلف ورمی کمپوست و محلول پاشی اسیدهای آمینه و اوره بر ویژگی‌های کمی و کیفی بابونه نشان داد که محلول‌پاشی آمینول فورته باعث افزایش عملکرد گل و 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.*, 2014). در این پژوهش، کاربرد کودهای آلی با تعدیل اثر تنش خشکی توانست به کمک بهبود عملکرد ماده خشک، 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). اسیدهای آمینه به عنوان محرک زیستی می‌توانند اثرات مثبتی بر فعالیت‌های فیزیولوژیکی، رشد و نمو و عملکرد گیاه گذارند و همچنین گزارش شده است که در برخی موارد می‌توانند خسارات ناشی از بروز تنش برای گیاه را کاهش دهند (Faten *et al.*, 2010; Shaheen *et al.*, 2010).



شکل ۶- 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 و در سطح پنج درصد، اختلاف آماری معنی‌داری ندارند. OF_1، OF_2، OF_3 و OF_4: به‌ترتیب تیمار شاهد و محلول‌پاشی‌کود ارگانیک با غلظت‌های دو، چهار و شش در هزار.

Figure 6. Mean comparison of the interaction effects of organic fertilizer and irrigation interval on essential oil yield. In each level of fertilizers, means by the same letter are not significantly different at 5% of probability level based on LSD test. OF1, OF2, OF3 and OF4: Control treatment and foliar application of 2, 4 and 6 ml/l organic fertilizer, respectively.

میزان کلروفیل و کارتنوئید

نتایج جدول ۴ نشان داد که میزان کلروفیل a، b و کل و کارتنوئید، با روندی مشابه با افزایش دور آبیاری کاهش یافت. بیشترین و کمترین میزان کلروفیل a، b و کل و کارتنوئید به‌ترتیب در دور آبیاری سه و نه روز به‌دست آمد و تیمار عدم محلول‌پاشی کمترین میزان کلروفیل a، b و کل و کارتنوئید را تولید کرد (جدول ۳). با افزایش غلظت تیمار کودی، رنگدانه‌های فتوسنتزی افزایش یافتند. بیشترین میزان کلروفیل a، b و کل و کارتنوئید در اثر محلول‌پاشی تیمار کودی

با غلظت شش در هزار به‌دست آمد. مطالعات نشان دادند که با افزایش دور آبیاری از سه به ۱۲روز، میزان کلروفیل a و b در گیاه دارویی همیشه بهار به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (Gholinezhad, 2019). در مطالعه‌ای دیگر در گیاه زوفا (*Hyssopus officinalis* L.)، تشدید تنش خشکی باعث کاهش میزان کلروفیل a و b و کل شد (Rassam *et al.*, 2015). محققان گزارش کردند که میزان کلروفیل برگ در اثر تنش رطوبتی کاهش می‌یابد؛ بنابراین کاهش میزان کلروفیل در شرایط تنش می‌تواند یک عامل محدود کننده غیر روزنه‌ای به حساب آید که در نهایت منجر به کاهش عملکرد تولیدی خواهد شد (Moghadam *et al.*, 2011).کاهش میزان کلروفیل می‌تواند به علت کاهش سنتز کلروفیل و همچنین ناشی از تخریب آن باشد. تخریب مولکولی کلروفیل، به علت جدا شدن زنجیره فیتولی از حلقه پورفیرین در اثر رادیکال‌های آزاد اکسیژن و یا آنزیم کلروفیلاز صورت می‌گیرد (Parvaiz & Satyawati, 2008). اسید هیومیک از طریق اثرات مثبت فیزیولوژیکی از جمله اثر بر متابولیسم سلول‌های گیاهی و افزایش غلظت کلروفیل برگ، باعث افزایش عملکرد در گیاهان می‌شود (Nardi *et al.*, 2002). در این راستا مطالعات نشان داد که کاربرد اسید هیومیک در شرایط تنش خشکی در گیاع نعنا سبز، میزان رنگدانه‌های فتوسنتزی را بهبود داد (Rostami *et al.*, 2018). در پژوهشی دیگر در گیاه گشنیز، کاربرد اسید فولیک و اسیدهای آمینه، میزان کلروفیل و کارتنوید را در مقایسه با تیمار شاهد افزایش داد (Aminifard *et al.*, 2019). به‌نظر می‌رسد که محلول‌پاشی با کود ارگانیک به دلیل ویژیگی‌های مثبت این کودها، میزان رنگدانه‌های فتوسنتزی را بهبود داده است.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این پژوهش نشان داد که با افزایش دور آبیاری، تمامی صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی و میزان و عملکرد اسانس کاهش یافت، به‌طوری‌که تیمار دور آبیاری نه روز، بیشترین تاثیر منفی را بر ویژگی‌های گیاه بادرشبو داشت. محلول‌پاشی با کود ارگانیک بمباردیر، تاثیر مثبتی بر صفات مورد مطالعه (بجز ارتفاع بوته، قطر ساقه و درصد اسانس) داشت. تعداد شاخه‌های گل‌دهنده، عملکرد ماده خشک و اسانس، به دلیل کاربرد کود ارگانیک بهبود پیدا کرد و محلول‌پاشی با کود ارگانیک، تاثیر تنش خشکی را تعدیل کرد. افزایش دور آبیاری، تاثیر منفی بر میزان رنگدانه های فتوسنتزی داشت و محلول‌پاشی کود ارگانیک، میزان رنگدانه‌های فتوسنتزی را افزایش داد. در کل نتایج نشان داد که محلول‌پاشی کود ارگانیک بمباردیر در غلظت چهار در هزار در تمامی دورهای آبیاری (به‌ترتیب ۴۵، ۴۴ و ۱۷ درصد) در مقایسه با تیمار شاهد، عملکرد اسانس گیاه بادرشبو را به‌طور معنی‌داری افزایش داد و در این راستا می‌توان این تیمار را در شرایط آب و هوایی شهرستان مرند به عنوان تیمار برتر معرفی کرد.

REFERENCES

1. Abedi, T. & Pakniat, H. (2010). Changes in antioxidant enzymes in response to the drought in ten varieties of Canola. *Journal of Genetics and Plant Breeding*, 46, 27- 34. (In Persian)
2. Abedini, T., Moradi, P. & Hani, A. (2015). Effect of organic fertilizer and foliar application of humic acid on some quantitative and qualitative yield of Pot marigold. *Journal of Novel Applied Sciences*, 4(10), 1100-1103.
3. 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)
4. 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.

5. Aminifard, M. H., Gholami, M. Bayat, H. & Moradinejad, F. (2019). Effect of folic acid and amino acid on phenol, flavonoids, antioxidant activity and pigments of coriander medicinal plants (*Coriandrum sativum* L.). *Eco-Phtochemical Journal of Medicinal Plants,* 25 (1), 25-39. (in Persian)
6. Ardakani, M. R. B., Abbas Zadeh., A. Sharifi Ashorabadi., M. Labaschi, & 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)
7. Arnon, D. I. (1949). Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphennoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology*, 24(1), 1-150.
8. Asadi, M., Nasir, Y., Mola Abasyan, & Morshedloo, M. R. (2018). Evaluation of quantitative and qualitative yield of peppermint under amino acids, chemical and organic fertilizers. *Journal of Agriculture Science and Sustainable Production*, 28 (3), 257-275. (In Persian)
9. Babaee, K., Amini Dehaghi, M., Modares Sanavi, S. A. M. & Jabbari, R. (2010). Water deficit effect on morphology, prolin content and thymol percentage of Thyme (*Thymus vulgaris* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 26 (2), 239-251. (In Persian)
10. Dursun, A., Guvenc, I. & Turan, M. (2002). Effects of different levels of humic acid on seedling growth and macro and micronutrient contents of tomato and eggplant. *Acta Agronomy Botanica*, 56, 81-88.
11. Erkossa, T., Stahr, K. & Tabor, G. (2002). Integration of organic and inorganic fertilizers: Effect on vegetable productivity. *Ethiopian Agricultural Research Organization*, *Ethiopia*. 82, 247-256.
12. Farzanian, M. & Yarnia, M. (2013). Effects of microelement fertilizers and phosphate biofertilizer on some morphological, physiological traits, yield and essence of Purple coneflower in water stress conditions. *Journal of Crop Production*, 7 (3), 145- 161. (In Persian)
13. 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.
14. Gawronak, H. (2008). *Bio stimulators in modern agriculture (general aspects). Arysta Life Science*. Published by the editorial House wies Jutra, Limited. Warsaw.
15. Gholinezhad, E. (2019). Effect of drought stress and stress modifier on biochemical traits of pot marigold (*Calendula officinalis* L.). *Journal of Plant Process and Function*, 8 (33), 213-228. (In Persian)
16. 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)
17. 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.
18. 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)

19. Harper, S. M., Kerven, G. L., Edwards, D. G. & Ostatek-Boczynski, Z. (2000). Characterization of folic and humic acids from leaves of *Eucalyptus camaldulensis* and from decomposed hay. *Soil Biology*,32, 1331-1336.
20. Hasani, E. Omid-Beygi, R. & Heydari-Sharifabad, H. (2003). Evaluation some of drought resistance indices in basil. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*, 10 (4), 65-74. (In Persian)
21. Hussein, M. S., El-Shrbeny, S. E., Khlil, M. Y., Naguib, N.Y . & Aly, S. M. (2006). Growth characters and chemical constituents of *Dracocephalum moldavica* L. plants in relation to compost fertilizer and planting distance. *Scientia Horticulturae*,108 (3), 322-331.
22. Kamalizadeh, M., Bihamta, M. R., Peyghambari, S. A. & Hadian, J. (2015). The effect of different levels of titanium dioxide nanoparticle on production of two major phenolic compounds in dragonhead herb (*Dracocephalum moldavica* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 31(3), 428-435. (In Persian)
23. 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)
24. Lal, P., Chhipa, B. R. & Kumar, A. (1993). *Salt affected soil and crop production: A modern synthesis*. Agro Botanical Publishers, India. 375p.
25. 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.
26. Mirhajian, A., 2012. *What is humic acid?* Monthly Analytical, News, Educational, *Agricultural Engineering*, 33, 7-16. (In Persian)
27. Moghadam, A., Shiranirad, A. H., Khorgami, A. & Rafiei M. (2011). Study of effects of drought stress on growth stages on grain yield and chlorophyll amount of leaves of 4 spring cultivars in khorramabad weather conditions. *Crop Physiology Journal*,9 (3), 107-121. (In Persian)
28. Mokhtassi-Bidgoli A., Aghaalikhani, M., Nassiri-Mahallati, M., Zand, E., Gonzalez- Andujar, J. L. & Azari, A. (2013). Agronomic performance, seed quality and nitrogen uptake of *Descurainia Sophia* in response to different nitrogen rates and water regimes. *Industrial Crops and Products*. 44, 583–592.
29. Naghdi Badi, H. A., Golzadeh, H., Mehrafarin, A., Fazeli, F., Qaderi, A. & Zarinpanjeh, N. (2012). Effect of bio-stimulators compounds on quantitative and qualitative yield of german chamomile (*Matricaria recutita* L.). *Journal of Medicinal Plants*, 1(41), 78 - 85. (In Persian)
30. Nardi, S., Pizzeghello, D., Muscolo, A. & Vianello, A. (2002). Physiological effects of humic substances on higher plants. *Soil Biology and Biochemistry*, 34, 1527– 36.
31. Nasrabadi, B., Omid Baygi, R. & Sfidkon F. (2007). Effect of sowing time on biological growth yield and essential oil content in dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 3(3), 307- 314. (In Persian)
32. Omidbaigi, R. (2005). *Producing and processing of medicinal plants*. Second edition Astan Ghods Razavi pub. Iran., pp, 438. (In Persian)
33. Parvaiz, A. & Satyawati, S. (2008). Salt stress and phyto-biochemical of plants. *Plant soil Environment*, 54, 89-99.
34. Pirzad, A., Alyari, H., Shakiba, M. R., Zehtab-Salmasi, S. & Mohammadi, A. (2006). Essential oil content and composition of german Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) at different irrigation regimes. *Journal of Agronomy*, 5(3), 451-455.

35. Rassam, G., Dadkhah, A. & Khoshnood Yazdi, A. A. (2015). Evaluation of water deficit on morphological and physiological traits of hyssop (*Hyssopus officinalis* L.). *Journal of Agronomy Science*, 10 (5), 1-12. (In Persian)
36. 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)
37. Rostami, G., Moghaddam, M., Saeedi Pooya., E. & Ajdanian, L. (2018). The effect of humic acid foliar application on some morphological and biological characteristics of spearmint (*Menthe spicata* L.) in drought stress conditions. *Environmental Stresses in Crop Science*, 1, 95-110. (In Persian)
38. 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)
39. 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)
40. 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)
41. Safikhani, F. Heydari Sharifabad, H., Syadat, S. A., Sharifi Ashorabadi A., Syednedjad, S. M. & Abbaszadeh, B. (2007). The effect of drought stress on percentage and yield of essential oil and physiological characteristics of *Deracocephalum moldavica* L. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 23 (1), 88-99. (In Persian)
42. 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)
43. Samavat, S. & Malakuti, M. (2005). The necessity of using organic acid (humic and folic) to the increase the quality and quantity of agricultural products, *Technical publication, Tehran the Senate*, 463p. (In Persian)
44. Shaheen, A. M., Fatma, A. R., Hoda, A. M., Habib, A. E. & Baky, M. M. H. (2010). Nitrogen soil dressing and foliar spraying by sugar and amino acids as affected the growth, yield and its quality of onion plant. *Journal of American Science*, 6(8), 420-427.
45. Thomas, J., Mandal, A. K. A., Raj Kumar, R. & Chrodia, A. (2009). Role of biologically active amino acid formulations on quality and crop productivity of Tea (*Camelia* sp.). *International Journal of Agricultural Research*, 4, 228-36.
46. Tsouvaltzis, P., Koukounaras, A. & Siomos, A. S. (2014). Application of amino acids improves lettuce crop uniformity and inhibits nitrate accumulation induced by the supplemental inorganic nitrogen fertilization. *International Journal of Agriculture and Biology*, 16(5), 951-955.
47. Youssef, A. (2014). Influence of some amino acids and micro-nutrients treatments on growth and chemical constituents of Echinacea purpura plant. *Journal of Plant Production*, 5(4), 527-543.