

اثر کاربرد تلفیقی کودهای دامی و شیمیایی بر اسانس و برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک بادرنشبو در شرایط تنش کمبود آب

افسانه بدل زاده^۱، عبدالرزاق دانش شهرکی^{۲*}، محمد رفیعی الحسینی^۲، مهدی قبادی نیا^۳

تاریخ دریافت: ۹۵/۸/۱۲ تاریخ پذیرش: ۹۶/۴/۱۲

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

۲- استادیار گروه مهندسی زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

۳- استادیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: danesh-a@sku.ac.ir

چکیده

مدیریت مصرف انواع کودهای دامی و شیمیایی و بقایای آن‌ها در خاک از لحاظ تأثیرات زیست محیطی و عملکرد گیاهان به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران حائز اهمیت است. این آزمایش به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه سطح رژیم آبیاری شامل ۱۰۰ (شاهد)، ۷۵ و ۵۰٪ نیاز آبی به‌عنوان فاکتور اصلی و شش سطح مصرف کود شامل ۱) عدم مصرف کود (شاهد) ۲) ۲۵٪ کود اوره + ۷۵٪ دامی ۳) ۵۰٪ کود اوره + ۵۰٪ دامی ۴) ۷۵٪ کود اوره + ۲۵٪ دامی ۵) ۱۰۰٪ کود اوره و ۶) ۱۰۰٪ دامی به‌عنوان فاکتور فرعی، با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد در سال ۱۳۹۳ انجام شد. نتایج نشان داد که رژیم آبیاری ۵۰٪ باعث کاهش غلظت کلروفیل‌های a، b و کل، عملکرد اسانس سرشاخه‌گذار، برگ و ساقه گردید؛ در حالی‌که غلظت کاروتنوئیدها و پرولین را نسبت به شاهد به‌ترتیب ۸۳ و ۱۳/۵ درصد افزایش داد. تیمارهای کودی ۲۵٪ کود اوره + ۷۵٪ دامی، ۵۰٪ کود اوره + ۵۰٪ دامی، ۷۵٪ کود اوره + ۲۵٪ دامی، ۱۰۰٪ کود اوره و ۱۰۰٪ دامی غلظت کاروتنوئیدها را نسبت به شاهد به‌طور معناداری افزایش دادند به‌طوری‌که بیشترین غلظت کاروتنوئیدها با میانگین ۱/۳۵ میلی‌گرم در گرم در تیمار ۲۵٪ کود اوره + ۷۵٪ دامی به‌دست آمد. همبستگی مثبت و معناداری نیز بین کلروفیل a، b، کل، درصد اسانس، عملکرد اسانس برگ و عملکرد اسانس سرشاخه‌گذار مشاهده شد. بیشترین عملکرد اسانس ساقه، برگ و سرشاخه‌گذار به‌ترتیب با میانگین ۲۱۹/۹، ۱۰۳/۲ و ۹۲/۷ گرم در مترمربع با کاربرد ۵۰٪ کود اوره به‌همراه ۵۰٪ کود دامی و آبیاری کامل به‌دست آمد. بنابراین، برای دستیابی به حداکثر عملکرد اسانس بادرنشبو در شرایط آب و هوایی شهرکرد، کاربرد ۵۰٪ کود اوره به‌همراه ۵۰٪ کود دامی و آبیاری کامل توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: اسانس، بادرنشبو، تنش کمبود آب، کاروتنوئیدها، مدیریت تغذیه گیاه

The Effects of Solitary and Combined Application of Cattle Manure and Chemical Fertilizer on Essential Oil and Some Physiological Characteristics of Moldavian Balm (*Dracocephalum moldavica* L.) under water Deficit Stress Conditions

A Badalzadeh¹, A Danesh-Shahraki^{2*}, M Rafieiolhossaini², M Ghobadinia³

Received: 2016-11-02

Accepted: 2017-07-03

¹ M.Sc. Student of Agronomy, University of Shahrekord, Iran

² Assist. Prof., Department of Agronomy, Shahrekord University, Iran

³ Assist. Prof., Department of Irrigation, Shahrekord University, Iran

*Corresponding Author, Email: ar_danesh2000@yahoo.com

Abstract

Management of manure and chemical fertilizers application in the soil in terms of environmental impacts and performance of plants is important, especially in arid and semi-arid regions of Iran. A split plot experiment was carried out in a randomized complete block design with three replications at the research farm of Shahrekord University in 2014. Main factor was consisted of three levels of irrigation regimes including 100% (I₁ or control), 75% (I₂) and 50% (I₃) of water requirement while 6 levels of manure application including 1) no amended fertilizer (control), 2) 25% urea fertilizer + 75% cattle manure 3) 50% urea fertilizer + 50% cattle manure 4) 75% urea fertilizer + 25% cattle manure 5) 100% urea fertilizer and 6) 100% cattle manure, were considered as subplot factor. Results showed that irrigation regime of I₃ caused decreasing an contraction of chlorophyll a, b and total, essential oil yield of flowering branch, leaf and stem while in caused 83 and 13.5 percent increase in the amount of carotenoids and proline compared to control, respectively. Fertilizer treatments, 25% urea fertilizer + 75% cattle manure, 50% urea fertilizer + 50% cattle manure, 75% urea fertilizer + 25% cattle manure, 100% urea fertilizer and 100% cattle manure caused significant increase in carotenoids content compared to control whereas the maximum carotenoids content with the average of 1.35 mg g⁻¹ was obtained from the 25% urea fertilizer + 75% cattle manure treatment. A significant positive correlation was observed between chlorophyll a, b, total, essential oil percentage, essential oil yield of leaf and essential oil yield of flowering branches. Therefore, in order to obtain the maximum essential Moldavian balm under Shahrekord climatic condition, application of 50% urea + 50% cattle manure and full irrigation is recommended.

Keywords: Carotenoids, Essential oil, Moldavian balm, Plant nutrition management, Water deficit stress

مقدمه

است که از مونوترپن‌های حلقوی اکسیژن‌دار هستند و ۹۰٪ اسانس را تشکیل می‌دهند و دارای بیشترین مقدار در مرحله گلدهی می‌باشند. در هندوستان از تخم این گیاه به‌عنوان قابض، بادشکن و پائین‌آورنده تب استفاده می‌شود. عرق بادرشبو به‌عنوان تقویت کننده قلب، آرام بخش و اشتهاآور بوده و دارای خاصیت ضد باکتری است و از اسانس آن در صنایع غذایی، نوشابه و بهداشتی و آرایشی استفاده می‌شود (زرگری ۱۹۹۰). آب یکی از عوامل محیطی است که تأثیر عمده‌ای بر رشد و میزان مواد مؤثره گیاهان دارویی دارد. گیاهان در طی دوران رشد خود با تنش‌های متعدد

بادرشبو گیاهی علفی، یکساله با نام علمی (*Dracocephalum moldavica* L.) و متعلق به تیره نعناعیان (Lamiaceae) دارای شاخ و برگ پرپشت و منشعب، به ارتفاع ۱۵ تا ۴۰ سانتی‌متر و برگ متقابل، با گل‌های درشت آبی مایل به بنفش یا سفید است که بیشتر در شمال غرب ایران رشد می‌کند (نقیبی و همکاران ۲۰۰۵). منشأ این گیاه جنوب سیبری و دامنه‌های هیمالیایی گزارش شده است و به‌طور طبیعی در مناطق معتدل اروپا و آسیا رشد می‌کند. اسانس بادرشبو، بویی معطر و مطبوع و شبیه بادرنجبویه دارد. ترکیبات اصلی اسانس آن شامل ژرانیال، نرال، ژرانیل استات و ژرانیول

بررسی‌ها نشان می‌دهد که کاربرد کودهای آلی سبب کاهش جرم مخصوص ظاهری و افزایش نگهداری آب در خاک می‌شوند. کود دامی یکی از منابع کود آلی است که استفاده از آن در نظام مدیریت پایدار خاک مرسوم می‌باشد. کودهای آلی به‌ویژه کودهای دامی در مقایسه با کودهای شیمیایی دارای مقادیر زیادی مواد آلی هستند و به‌عنوان منابع غنی از عناصر غذایی به‌خصوص نیتروژن، فسفر و پتاسیم به‌شمار می‌روند که این عناصر را به مرور در اختیار گیاهان قرار می‌دهند (کارلا ۲۰۰۳). از طرفی بررسی‌ها نشان داده‌اند که منابع زیستی (ارگانیک) مانند کود دامی در تلفیق با کود شیمیایی می‌تواند به حاصل‌خیزی و افزایش تولید محصول منجر شود، زیرا این نظام بیشتر نیازهای غذایی گیاه را تأمین کرده و کارایی جذب مواد غذایی توسط محصول را افزایش خواهد داد. در حال حاضر به‌منظور توسعه کشاورزی پایدار طی دوره گذار از کشاورزی متداول به کشاورزی پایدار، کاربرد تلفیقی کودهای شیمیایی و آلی به‌عنوان راهبردی در کشاورزی جایگزین جهت حفظ عملکرد در سطح قابل قبول مطرح است (شارما ۲۰۰۳). نتایج تحقیقات پژوهشگران مختلف نشان داد که کاربرد تلفیقی کودهای شیمیایی و دامی باعث افزایش درصد اسانس گیاه رازیانه شد (صفایی و همکاران ۲۰۱۳).

بررسی تأثیر نظام‌های تغذیه‌ی گیاه بر کیفیت اسانس رازیانه هم بیان‌گر آن بود که بالاترین عملکرد اسانس با استفاده از کودهای شیمیایی، تلفیقی و آلی به‌ترتیب ۲۴، ۲۶، ۳۴ کیلوگرم در هکتار می‌باشد (شریفی عاشورآبادی و همکاران ۲۰۰۴). پورعزیزی (۲۰۱۱) نیز گزارش کرد که مقدار نیتروژن معدنی شده در تمامی سطوح کود تلفیقی به سطوح هم‌ارز آن‌ها از منابع کود اوره و گاوی بر این گیاه بیشتر بود. در آزمایش دیگری روی گیاه رازیانه نیز مشخص گردید که مصرف کودهای آلی و دامی باعث افزایش تعداد دانه در بوته شد (مرادی ۲۰۰۹)، که دلیل این افزایش، بهبود وضعیت تغذیه‌ای گیاه و همچنین افزایش آب قابل دسترس گیاه ناشی از بهبود فیزیکی خاک بیان گردید. با توجه به نتایج تحقیقات قبلی، این آزمایش برای بررسی واکنش گیاه دارویی بادرشبو

محیطی مواجه می‌شوند. هر یک از این تنش‌ها می‌توانند بسته به میزان حساسیت و مرحله رشد گونه گیاهی، اثرات متفاوتی بر رشد، متابولیسم و عملکرد آن‌ها داشته باشند. خشکی از مهم‌ترین عوامل محیطی کاهش رشد و عملکرد بسیاری از گیاهان زراعی، باغی و دارویی به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک دنیا است (حیدری و همکاران ۲۰۰۸). در طی بروز تنش خشکی گیاهان با ذخیره مواد تنظیم‌کننده اسمزی همانند اسیدهای آمینه، قندها، برخی از یون‌های معدنی، هورمون‌ها و پروتئین‌ها سعی در مقابله با تنش دارند. در این میان پرولین یکی از مهم‌ترین تنظیم‌کننده‌های اسمزی به‌شمار می‌رود که سبب تنظیم فشار اسمزی و کاهش از دست دادن آب از سلول و نگهداری آماس می‌شود (ردی و همکاران ۲۰۰۴). آرمجو و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند که اثر سطوح مختلف آبیاری (۹۰، ۷۰ و ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه) بر میزان عملکرد ماده تر بابونه اثر معناداری داشت. بیشترین و کمترین میزان ماده تر به‌ترتیب در تیمارهای ۹۰ و ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه مشاهده گردید. مطالعه بر روی بادرشبو نیز نشان داد که تنش خشکی در این گیاه سبب کاهش مقدار سطح برگ، کلروفیل، وزن خشک اندام هوایی و عملکرد می‌گردد، با این حال موجب افزایش غلظت پرولین و قندهای محلول نیز می‌شود (برنا و همکاران ۲۰۰۷). نتایج بررسی تأثیر سطوح مختلف رطوبت خاک بر روی همین گیاه نیز بیان‌گر این بود که با کاهش رطوبت خاک، عملکرد اسانس کاهش، ولی درصد اسانس افزایش یافت (امیدیگی و همکاران ۲۰۰۳). مدیریت مصرف عناصر غذایی نیز از جمله عواملی است که در کنار مدیریت مصرف آب کمیت و کیفیت گیاهان زراعی و دارویی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در این میان نظام‌های تلفیقی و کشاورزی ارگانیک که در آن‌ها به‌ترتیب تکیه بر کاهش و حذف کاربرد نهاده‌های خارجی از جمله کودهای شیمیایی در مدیریت مصرف غذایی و سموم و ترکیبات شیمیایی برای کنترل آفات و بیماری‌ها است، به دلیل اثری که بر ارتقای کیفیت گیاهان دارویی و فرآورده‌های آن دارند، از جایگاه ویژه‌ای برخوردارند، به طوری که مصرف‌کنندگان گیاهان دارویی نیز محصولات ارگانیک را ترجیح می‌دهند (کارلا ۲۰۰۳).

مقدار نیتروژن مورد نیاز با توجه به نتایج آزمون خاک، کود دامی (جداول ۱ و ۲) و نیاز بادرشبو به نیتروژن (۸۰ کیلوگرم در هکتار (برنا و همکاران ۲۰۰۷))، با توجه به تیمار مورد نظر، از منابع کود دامی و اوره محاسبه گردید. کود گاوی با در نظر گرفتن درصد رطوبت و قابلیت دسترسی ۲۵٪ (پورعزیزی ۲۰۱۱) به طور کامل، قبل از کاشت و کود اوره در دو نوبت یک نوبت در مرحله چهار برگی و یک نوبت قبل از مرحله گلدهی به خاک اضافه شد. در جداول ۱ و ۲، نیتروژن کل به روش کجدال، فسفر و پتاسیم به ترتیب از روش اولسن و استات آمونیوم نرمال، آهن و روی قابل استفاده با روش DTPA-TEA و درصد کربن آلی نیز به روش والکی و بلک تعیین شد (سروردین و همکاران ۲۰۰۰). کود دامی نیز از دامداری دانشگاه شهرکرد تهیه، طبق روش پیشنهادی سروردین و همکاران (۲۰۰۰) تجزیه و با مشخصات ارائه شده در (جدول ۲) به محیط آزمایش اعمال گردید.

در شرایط کمبود آب، ارزیابی عملکرد آن تحت این شرایط و واکنش آن به تیمارهای مختلف کودهای دامی، شیمیایی و تلفیقی در شرایط کمبود آب، طراحی و اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد به صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه سطح رژیم آبیاری شامل ۱۰۰ (شاهد)، ۷۵ و ۵۰٪ نیاز آبی به عنوان فاکتور اصلی و تیمارهای مختلف کودی در شش سطح شامل ۱) عدم مصرف کود (شاهد) ۲) ۲۵٪ کود اوره + ۷۵٪ دامی ۳) ۵۰٪ کود اوره + ۵۰٪ دامی ۴) ۷۵٪ کود اوره + ۲۵٪ دامی ۵) ۱۰۰٪ کود اوره و ۶) ۱۰۰٪ دامی، به عنوان فاکتور فرعی، در سه تکرار انجام شد. قبل از تهیه بستر بذر در اوایل بهار ابتدا با تهیه نمونه مرکب از عمق صفر تا ۳۰ سانتی متری خاک محل آزمایش، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک تعیین شد (جداول ۱ و ۲).

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش.

Cu	Fe	Mn	Zn	K	P	P.W.P	F.C	N	T.N.V	OC	EC	کلاس بافت خاک	
(mg kg ⁻¹)						رطوبت وزنی (%)		pH			(dS m ⁻¹)		
۱/۰۹	۲/۲۸	۷/۶۶	۰/۵۸	۲۹۶	۱۳/۸	۹/۰۷	۲۴/۵۱	۰/۰۸	۳۰/۵	۰/۷۰	۷/۷۷	۰/۷۴	لومی رسی سیلتی

جدول ۲- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی کود دامی مورد استفاده.

Cu	Mn	Fe	Zn	Moisture	T.N.V	O.C	Mg	Ca	Na	K	P	N	EC	pH
(mg kg ⁻¹)				pH										
				(%)										
۱۹/۴۸	۱۰/۵۷	۳۲۴/۰۹	۸۰/۳۹	۳۵/۹۰	۱۷/۵	۴۹/۵۱	۰/۷۹	۱/۹۸	۳/۴۹	۰/۸۲	۰/۱۷۱	۱/۰۲	۹/۲۸	۸/۳۰

اندازه کرت حجم آب برای تیمار شاهد (بر مبنای سنجش رطوبت خاک) مشخص و برای اندازه‌گیری ظرفیت مزرعه‌ای (FC) و نقطه پژمردگی دائم (PWP) از صفحات فشاری استفاده شد (فرشی و همکاران ۲۰۰۳).

[۱] حد پایین رطوبت سهل الوصول θ_{MAD} (θ_{MAD})

$$= \theta_{FC} - (\theta_{FC} - \theta_{pwp}) \times MAD$$

[۲] عمق آب مورد نیاز $d = (\theta_{FC} - \theta_{Soil}) \times D$

[۳] حجم آب مورد نیاز $V = d \times A$

در روابط فوق، θ_{FC} : رطوبت حجمی ظرفیت

مزرعه‌ای، θ_{pwp} : رطوبت حجمی نقطه پژمردگی دائم، θ_{Soil} :

رطوبت حجمی خاک، MAD: ضریب تخلیه مجاز، d: عمق

بذر بادرشبو، توده اصفهان، از مرکز تحقیقات

کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان تهیه شد و در اواخر فروردین ماه عملیات تهیه بستر و کاشت به صورت هیرم کاری صورت گرفت. هر کرت شامل ۵ ردیف کاشت به فاصله ۳۰ سانتی متر از هم و فاصله هر بوته روی ردیف ۱۵ سانتی متر بود. کشت گیاه به صورت جوی و پشته در عمق ۱ تا ۲ سانتی متری روی پشته‌ها انجام شد. برای تعیین میزان آب آبیاری، با استفاده از مشخصات خاک و گیاه و روابط ۱، ۲ و ۳، مقدار ظرفیت قابل ذخیره برای گیاه با توجه به عمق ریشه تعیین و سپس با استفاده از

قرائت گردید و در نهایت غلظت کلروفیل a, b و کل کلروفیل، موجود در برگ با استفاده از روابط ۴، ۵ و ۶ محاسبه شد.

$$Chl_a \text{ (mg g}^{-1}\text{)} = [(12.7 (OD_{663}) - 2.59 (OD_{645})) \cdot [V / (1000 \cdot W)]] \quad [4]$$

$$Chl_b \text{ (mg g}^{-1}\text{)} = [22.9 (OD_{645}) - 4.69 (OD_{663})] \cdot [V / (1000 \cdot W)] \quad [5]$$

$$Chl_T \text{ (mg g}^{-1}\text{)} = [20.2 (OD_{645}) - 8.02 (OD_{663})] \cdot [V / (1000 \cdot W)] \quad [6]$$

که در آن، Chl_a ، Chl_b و Chl_T به ترتیب غلظت کلروفیل a, b و کل کلروفیل برگ، OD_{663} و OD_{645} به ترتیب مقدار جذب در طول موج‌های ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر، V: حجم نهایی عصاره در استون ۸۰٪ و W: وزن نمونه بر حسب گرم می‌باشد. به منظور برآورد غلظت کاروتنوئیدها نیز با در نظر گرفتن مقدار جذب نمونه‌ها در ۴۷۰ نانومتر از روش کاربردی نصیبی (۲۰۰۳) و رابطه ۷ استفاده شد.

$$C_{x+c} = \frac{(1000A_{470} - 1.8C_a - 85.02C_b)}{198} \quad [7]$$

که در آن C_a ، C_b و C_{x+c} به ترتیب غلظت کلروفیل a, b و کاروتنوئیدها شامل کاروتن و گزانتوفیل بر حسب $mg g^{-1}$ می‌باشد. غلظت پرولین نیز مطابق با روش پیشنهادی بتیس و همکاران (۱۹۷۳) اندازه‌گیری گردید. در نهایت با استفاده از رسم منحنی استاندارد، غلظت پرولین بر حسب میلی‌گرم بر گرم محاسبه شد. محاسبات آماری شامل تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از نرم افزار MSTAT-C بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که اثر رژیم آبیاری و کود بر کلروفیل a, b و کل برگ، کاروتنوئیدها، درصد اسانس، عملکرد اسانس سرشاخه گلدار، برگ و ساقه معنادار بود. اثر متقابل تیمارهای مورد بررسی نیز تنها بر عملکرد اسانس سرشاخه گلدار، برگ و ساقه معنادار شد (جدول ۳).

آب مورد نیاز (m)، D: عمق مؤثر ریشه گیاه مورد نظر (m)، V: حجم آب مورد نیاز، d: عمق آب و A: مساحت کرت می‌باشد. جهت سنجش رطوبت خاک از دستگاه اندازه‌گیری رطوبت حجمی خاک (Lutron) به مدل PMS 714 ساخت شرکت Lutron کشور تایوان استفاده شد.

زمان و میزان آبیاری از طریق سنجش رطوبت خاک مشخص شد. رطوبت خاک تیمار شاهد به صورت روزانه اندازه‌گیری گردید و زمانی که رطوبت خاک به نزدیکی حد پایینی رطوبت سهل‌الوصول (رابطه ۲) می‌رسید، آبیاری انجام می‌شد. برای تیمار شاهد آبیاری تا تکمیل ظرفیت نگهداری خاک (رابطه ۳) انجام می‌شد و برای تیمارهای تنش کم آبیاری ۷۵ و ۵۰ درصد به ترتیب ۷۵ و ۵۰ درصد حجم آب آبیاری کامل آب به کرتها داده شد. اعمال تیمارهای کم آبیاری پس از استقرار گیاهچه‌ها و در مرحله ۸ برگی انجام شد. در هنگام برداشت در مرحله گلدهی کامل، از هر کرت سه بوته به طور تصادفی با در نظر گرفتن حاشیه انتخاب شدند و کلروفیل a, b, کل، کاروتنوئیدها، درصد اسانس، عملکرد اسانس سرشاخه گلدار، برگ و ساقه مورد بررسی قرار گرفتند. برای اندازه‌گیری میزان اسانس در مرحله گلدهی کامل گیاه، بوته‌ها برداشت و اجزاء آن شامل برگ، ساقه و سرشاخه گلدار، سایه خشک شدند. برای هر بار اسانس-گیری مقدار ۴ گرم از بافت رویشی هر تکرار پس از آسیاب، توسط دستگاه میکرو کلونجر به مدت ۲/۵ تا ۳ ساعت اسانس‌گیری شد (برنا و همکاران ۲۰۰۷). عملکرد اسانس نیز از حاصلضرب درصد اسانس در وزن خشک مربوطه (وزن خشک سرشاخه گلدار، برگ و ساقه) تعیین شد.

در این آزمایش برای ارزیابی غلظت کلروفیل برگ از روش پیشنهادی آرنون (۱۹۷۵) استفاده شد. مقدار جذب نور توسط عصاره برگ با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج‌های ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر تیمارهای مورد بررسی بر کلروفیل، کاروتنوئیدها، پرولین، درصد اسانس، عملکرد اسانس بادرشبو (SEY) و ساقه (LEY)، برگ (FEY) سرشاخه گلدار.

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات					کلروفیل کل	کلروفیل b	کلروفیل a	ضریب تغییرات (%)
		SEY	LEY	FEY	درصد اسانس	پرولین				
بلوک	۲	۳۳۹۳ ^{ns}	۱۵۱۶ ^{ns}	۱۸۰۰ ^{ns}	۰/۰۰۰۱ ^{ns}	۱۷۱ ^{ns}	۰/۰۴۶ ^{ns}	۱/۸۸ ^{ns}	۰/۰۱۱ ^{ns}	۱/۶۷ ^{ns}
نیاز آبی	۲	۱۵۰۵۰۵۶ ^{**}	۸۶۸۵۱ ^{**}	۳۶۹۴۰۰ ^{**}	۰/۰۱۷ [*]	۱۱/۱۲ ^{**}	۲/۲۱ ^{**}	۱۲/۶۶ ^{**}	۱/۶۱ ^{**}	۵/۲۳ [*]
خطای a	۴	۷۸۵۷	۶۲۶	۳۰۱۵	۰/۰۰۱	۰/۳۴۴	۰/۰۱۲۵	۰/۶۱	۰/۰۲۰	۰/۶۳۴
کود	۵	۶۳۸۴۴۸ ^{**}	۱۶۹۵۸۹ ^{**}	۱۱۰۸۵۳ ^{**}	۰/۰۷۰ ^{**}	۱۷/۵۴ ^{**}	۰/۱۶۴ [*]	۵۰/۲۸ ^{**}	۳/۲۲ ^{**}	۲۸/۹۷ ^{**}
نیاز آبی × کود	۱۰	۷۳۰۲۴ ^{**}	۴۹۶۴ ^{**}	۴۰۶۸ ^{ns}	۰/۰۰۰۱ ^{ns}	۰/۱۸۰ ^{ns}	۰/۰۰۳۳ ^{ns}	۰/۹۶۰ ^{ns}	۰/۱۱۱ ^{ns}	۰/۴۸۴ ^{ns}
خطای b	۳۰	۱۱۷۵۹	۹۲۰	۲۴۳۰	۰/۰۰۱	۰/۲۶۷	۰/۰۴۷	۱/۶۸	۰/۲۸۸	۱/۰۳
ضریب تغییرات (%)		۸/۶۲	۴/۶۳	۷/۸۱	۴/۳۴	۴/۲۳	۱۸/۲۱	۱۰/۲۸	۱۸/۷۳	۱۰/۴۶

^{ns}، * و **: به ترتیب غیر معنادار، معنادار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

کلروفیل a، b و کل برگ

مقایسه میانگین‌ها برای اثر رژیم‌های مختلف آبیاری نشان داد که بیشترین و کمترین مقدار این صفات به ترتیب در تیمار ۱۰۰٪ و ۵۰٪ نیاز آبی به دست آمد. اگرچه بین تیمارهای ۷۵٪ و ۵۰٪ نیاز آبی اختلاف معناداری مشاهده نشد (جدول ۴). متناسب با کاهش آب قابل استفاده و به تبع آن بروز تنش خشکی، از غلظت کلروفیل a، b و کل برگ کاسته شد. نتایج این مطالعه با نتایج عباس‌زاده و همکاران (۲۰۰۸) بر گیاه بادرنجبویه نیز مطابقت دارد. کاهش غلظت کلروفیل a، b و کل در اثر تنش خشکی می‌تواند مربوط به افزایش تولید رادیکال‌های آزاد در سلول باشد. این رادیکال‌های آزاد سبب پراکسیداسیون و در نتیجه تجزیه این رنگیزه می‌شوند (آرزمجو و همکاران ۲۰۱۰). از طرفی یکی دیگر از دلایل کاهش کلروفیل در شرایط تنش خشکی، افزایش غلظت پرولین می‌باشد. چرا که گلوتامات پیش ماده مشترک ساخت کلروفیل و پرولین می‌باشد و چون در شرایط تنش خشکی سنتز پرولین افزایش می‌یابد، از غلظت کلروفیل کاسته می‌شود. افزایش فعالیت کلروفیل‌لاز و پراکسیداز در شرایط تنش خشکی نیز از عوامل مؤثر دیگر در کاهش کلروفیل می‌باشند (ربیعی ۲۰۰۳). همچنین در شرایط تنش، روزه‌ها به حالت بسته و یا نیمه بسته در می‌آیند که در نتیجه آن فراهم شدن دی‌اکسید کربن برای نظام فتوسنتزی مشکل می‌شود و با اختلال در

فتوسنتز سبب کاهش کلروفیل‌ها می‌گردد (کافی و همکاران ۲۰۰۹). زاگو- تجادا و همکاران (۲۰۰۰)، نیز کلروفیل برگ را یکی از مهم‌ترین شاخص‌های نشان-دهنده فشارهای محیطی وارد بر گیاه دانستند و معتقدند غلظت کلروفیل در گیاهان تنش کاهش می‌یابد و باعث کاهش کل جذب نور توسط گیاه می‌شود.

مقایسه میانگین‌ها برای اثر تیمارهای مختلف کودی بر غلظت کلروفیل a، b و کل نشان داد که بیشترین مقدار این صفات مربوط به تیمار ۱۰۰٪ دامی بود که با سایر سطوح تیمارهای کودی اختلاف معناداری را نشان داد (جدول ۵). نتایج این مطالعه با نتایج احمدیان و همکاران (۲۰۰۹) بر زیره سبز نیز مطابقت دارد. آنان بیان کردند که افزایش غلظت کلروفیل می‌تواند به دلیل تأثیر عناصر ریزمغذی و تغذیه گیاه باشد. آهن از جمله عناصر ریز مغذی است که در ساختمان سیتوکروم و عملیات اکسیداسیون و احیاء و ساخت کلروفیل دخالت دارد و به مقدار کم مورد نیاز گیاه می‌باشد (اسدی کاوان و همکاران ۲۰۱۰). کود دامی نیز حاوی این عناصر ریز مغذی است به طوری که بر اساس نظر رضایی‌نژاد و افیونی (۲۰۰۰) کود دامی باعث افزایش معنادار مواد آلی خاک گردیده و قابلیت جذب روی، مس، آهن، فسفر، پتاسیم و نیتروژن خاک را افزایش می‌دهند که این به دلیل تأثیر مثبت کود دامی بر افزایش عناصر غذایی خاک و فراهم آوردن قابلیت جذب آن‌ها توسط گیاه می‌باشد که

(۲۰۱۳) بر گیاه دارویی خرفه مطابقت دارد. او بیان کرد که بیشترین غلظت کاروتنوئیدها از منبع کود گاوی حاصل شد که با تیمار شاهد اختلاف معناداری را نشان داد. فراهمی بهتر نیتروژن در منبع تلفیقی دامی و شیمیایی و از طرف دیگر نقش مهم نیتروژن بر فعالیت آنزیم‌های فتوسنتزی و ساختار رنگدانه‌های فتوسنتزی موجب شده است که استفاده از نظام تلفیقی افزایش کاروتنوئیدها را به دنبال داشته باشد. کودهای دامی ضمن داشتن منابعی از نیتروژن، از سایر عناصر غذایی پرمصرف و کم مصرف نیز برخوردار بوده که موجب می‌شود مصرف تلفیقی کود دامی در مقایسه با مصرف تنها نیتروژن از کارایی بیشتری برخوردار شود و در نهایت غلظت کاروتنوئیدها را افزایش دهد (هپکینز و هومر ۲۰۰۴).

پرولین

مقایسه میانگین‌ها برای اثر رژیم‌های مختلف آبیاری نشان داد که بیشترین و کمترین مقدار این صفت به ترتیب مربوط به تیمار ۵۰٪ و ۱۰۰٪ نیاز آبی بود. که البته اختلاف معناداری نیز بین ۷۵٪ و ۱۰۰٪ نیاز آبی مشاهده نشد (جدول ۴). نتایج مطالعه رمودی و خمر (۲۰۱۳) نیز بر گیاه دارویی ریحان مؤید آن است که با افزایش میزان نیاز آبی غلظت پرولین افزایش می‌یابد. بالا رفتن غلظت پرولین و کربوهیدرات‌ها در بخش‌های مختلف گیاهان به نوعی بیان‌گر فعال شدن نظام تنظیم اسمزی در طی مواجهه با تنش می‌باشد. پرولین اسید آمینه ذخیره‌شده در سیتوپلاسم بوده و احتمالاً در ساختمان ماکرومولکول‌های درون سلول در طی تنش خشکی نقش مؤثری دارد. از طرفی مکانیزم دفاعی گیاه در برابر تنش خشکی نیاز به نوعی سازش اسمزی دارد. این سازش اسمزی می‌تواند از طریق ساخت ترکیبات محلول درون سلولی تأمین گردد. پرولین می‌تواند ترکیباتی نظیر پروتئین‌های ساختاری را از طریق حفظ ثبات ساختمانی حمایت کند (محمدزمانی و همکاران ۲۰۱۲).

باعث افزایش غلظت کلروفیل می‌شود. علاوه بر آن کود دامی سبب افزایش تعادل نیتروژن و کارایی جذب فسفر می‌شود.

کاروتنوئیدها

مقایسه میانگین‌ها برای اثر رژیم‌های مختلف آبیاری نشان داد که بیشترین غلظت کاروتنوئیدها در تیمار ۵۰٪ و کمترین آن مربوط به تیمار ۱۰۰٪ نیاز آبی بود. اختلاف معناداری نیز بین سطوح مختلف رژیم آبیاری مشاهده شد (جدول ۴). نتایج این آزمایش با نتایج اسدی کاوان و همکاران (۲۰۱۰) روی گیاه دارویی انیسون مطابقت دارد. آنان نشان دادند که با افزایش تنش خشکی غلظت کاروتنوئیدها در این گیاه افزایش یافت. در واقع کاروتنوئیدها به عنوان رنگیزه کمکی مؤثرند و نقش‌های مهم دیگری چون محافظت از غشاهای تیلاکوئیدی و جلوگیری از فتواکسیداسیون کلروفیل‌ها را نیز بر عهده دارند. همچنین به این رنگیزه‌ها رنگیزه آنتن می‌گویند و می‌توانند باعث افزایش طیف تنش شوند. جیوارامراجا و همکاران (۲۰۰۵) نیز مشاهده کردند که کمبود آب شدید باعث افزایش کاروتنوئیدها می‌شود در حالی که کمبود آب ملایم و نیاز آبی کامل موجب کم شدن غلظت کاروتنوئیدها می‌شود. کاروتنوئیدها با استفاده از چرخه گزانتوفیل و با واکنش‌های اپوکسیداسیون^۱ و دیپوکسیداسیون^۲ مصرف اکسیژن را کاهش می‌دهد. از طرفی مصرف الکترون‌های اضافی به وسیله چرخه گزانتوفیل از غشای تیلاکوئیدی در برابر خطر تخریب به-وسیله انواع اکسیژن فعال محافظت می‌نماید و به‌هنگام تنش کمبود آب به بقاء نظام فتوسنتزی کمک می‌کند به-همین دلیل با افزایش تنش کمبود آب غلظت کاروتنوئیدها افزایش می‌یابد (اسدی کاوان و همکاران ۲۰۱۰).

مقایسه میانگین‌ها برای اثر تیمارهای مختلف کودی بر غلظت کاروتنوئیدها نشان داد که بیشترین مقدار این صفت مربوط به تیمار ۲۵٪ کود اوره+۷۵٪ دامی بود که با تیمارهای ۵۰٪ کود اوره+۵۰٪ دامی، ۷۵٪ کود اوره+۲۵٪ دامی و ۱۰۰٪ دامی اختلاف معناداری را نشان نداد (جدول ۵). نتایج این مطالعه با نتایج سلطانی‌نژاد

¹ Epoxidation

² Deepoxidation

رطوبتی و کمبود آب قرار گیرد میزان اسانس آن نیز افزایش خواهد یافت (امیدبیگی ۲۰۰۷). اما نکته‌ای که باید مورد اشاره قرار بگیرد این است که همیشه با افزایش میزان تنش میزان اسانس افزایش پیدا نمی‌کند، چون در تنش‌های شدیدتر گیاه بیشتر مواد فتوسنتزی خود را صرف تولید ترکیب‌های تنظیم کننده اسمزی از جمله پرولین، گلیسین، بتائین و ترکیب‌های قندی مانند ساکاروز، فروکتوز و فروکتان‌ها می‌کند تا شرایط لازم برای ادامه حیات آن فراهم شود. بنابراین کم بودن تعداد بوته‌های به گل رفته و عدم رسیدن بوته‌ها به مرحله گلدهی کامل می‌تواند توضیحی برای پائین بودن درصد اسانس در بوته‌های تحت تیمار تنش آبی شدید باشد. همچنین رشد رویشی مناسب به همراه تنش کافی می‌تواند دلیل مناسبی برای بالا بودن میزان اسانس در تنش متوسط باشد (امیدبیگی ۲۰۰۷).

مقایسه میانگین‌ها برای اثر تیمارهای مختلف کودی نشان داد که بیشترین درصد اسانس مربوط به تیمار ۱۰۰٪ دامی بود که با سایر سطوح تیمارهای کودی اختلاف معناداری را نشان داد (جدول ۵). نتایج این مطالعه با نتایج باریرو و همکاران (۲۰۰۵) مطابقت دارد. آنان بیان کردند که استفاده از کود دامی در گیاه دارویی پونه کوهی (*Origanum xapplii*) سبب افزایش درصد و کیفیت اسانس می‌شود. همچنین این‌گونه توجیه کردند که کود دامی به دلیل بهبود ظرفیت نگهداری آب در خاک باعث افزایش رشد و عملکرد اسانس، در گیاهان دارویی می‌شود.

عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم از اساسی‌ترین نیازهای تغذیه‌ای گیاهان محسوب می‌شوند که می‌توانند به صورت کمی در اختیار گیاه قرار گرفته و باعث افزایش درصد اسانس گردند. در واقع افزایش میزان اسانس در طی استفاده از کودهای دامی می‌تواند مربوط به تأثیر آن در افزایش عناصر غذایی خاک و فراهم آوردن قابلیت جذب آن‌ها توسط گیاه باشد که کارآیی جذب عناصر را افزایش می‌دهد (مندال و همکاران ۲۰۰۸). کاپلان و همکاران (۲۰۰۹) نیز در مطالعه خود شاهد بهبود میزان اسانس در گونه‌ای مریم گلی (*Salvia*)

مقایسه میانگین‌ها برای اثر تیمارهای مختلف کودی نشان داد که بیشترین مقدار این صفت مربوط به تیمار ۱۰۰٪ کود آورده بود که با سایر سطوح تیمارهای کودی اختلاف معناداری را نشان داد (جدول ۵). نتایج این مطالعه با نتایج آرمجو و همکاران (۲۰۱۰) بر گیاه دارویی بابونه مطابقت دارد. علت تأثیر کود شیمیایی بر این صفت این است که عمده ترکیب پرولین دارای ساختار نیتروژنی است از این رو استفاده از نیتروژن تا حد زیادی باعث افزایش مقدار آن در گیاه می‌شود. از طرفی کود شیمیایی می‌تواند به آسانی نیتروژن و سایر عناصر لازم را در اختیار گیاهان قرار دهد که این به دلیل پویایی عناصری مثل نیتروژن است. کودهای شیمیایی باعث افزایش معنادار مواد آلی خاک شده و قابلیت جذب روی، مس، آهن، فسفر، پتاسیم و نیتروژن خاک را افزایش می‌دهند. همچنین کودهای شیمیایی علاوه بر تغذیه گیاهان، جانداران خاک را نیز به طور مستقیم تغذیه کرده و با تأثیر بر رشد و عملکرد محصولات، باعث بهبود در محیط ریشه و تحریک ترشحات ریشه و رشد گیاه شده که به طور غیر مستقیم بر موجودات زنده و خصوصیات فیزیکی خاک اثر می‌گذارد (هتی و همکاران ۲۰۰۷).

درصد اسانس

مقایسه میانگین‌ها برای اثر رژیم‌های مختلف آبیاری نشان داد که بیشترین و کمترین مقدار این صفت به ترتیب به تیمار ۷۵٪ و ۵۰٪ نیاز آبی تعلق داشت و اختلاف معناداری را بین ۷۵٪ و ۱۰۰٪ نیاز آبی نشان داد (جدول ۴). این نتایج با نتایج احمدیان و همکاران (۲۰۰۹) بر گیاه دارویی زیره سبز مطابقت دارد. گرما و خشکی باعث افزایش و هوای معتدل و مرطوب باعث کاهش درصد اسانس زیره سبز می‌شود به طوری که توده‌هایی که در طول زمان با تنش‌های محیطی بیشتری مواجه بوده‌اند (خشکی و دمای زیاد)، از درصد اسانس بیشتری برخوردارند اما توده‌هایی که در مناطق معتدل‌تر، با تنش‌های کمتری روبه‌رو شده‌اند اسانس کمتری دارند. به طور کلی تنش خشکی و کمبود آب یکی از عوامل اصلی در افزایش درصد اسانس در اکثر گیاهان دارویی است به طوری که هر چه گیاهی بیشتر در شرایط استرس

(۲۰۱۴) بر گیاه دارویی ریحان، یآوری و همکاران (۲۰۱۱) بر گیاه دارویی زرین گیاه و مددی بناب و همکاران (۲۰۱۲) بر گیاه دارویی شویید مطابقت دارد. آنان مشاهده نمودند که بیشترین عملکرد اسانس سرشاخه گلدار، ساقه و برگ از تیمار ۵۰٪ کود اوره + ۵۰٪ دامی به دست آمد. افزایش عملکرد اسانس در نتیجه کاربرد نظام کود تلفیقی را می‌توان به تسریع واکنش‌های بیوشیمیایی و نیز تحریک فعالیت‌های آنزیمی به واسطه‌ی وجود کودهای دامی نسبت داد. از طرف دیگر می‌دانیم که اسانس‌ها ترکیب‌های ترپنوئیدی هستند که واحدهای سازنده آن‌ها (ایزوپرنوئیدها) مانند ایزوپنتنیل پیروفسفات (IPP) و دی متیل آلایل پیروفسفات (DMAPP) نیاز مبرم به NADPH و ATP دارند و حضور عناصری مانند نیتروژن و فسفر برای تشکیل ترکیب‌های اخیر ضروری می‌باشد. وجود نیتروژن و فسفر در منبع کود دامی می‌تواند سبب بهبود جذب فسفر و نیتروژن توسط ریشه گیاهان شود (علیزاده و همکاران ۲۰۱۲) و افزایش عملکرد اسانس را به دنبال داشته باشد. حیدری و همکاران (۲۰۰۸) نیز بیان کردند که کاربرد عناصر ریز مغذی ضمن گسترش سطح برگ، تعداد غدد مترشحه اسانس را نیز در برگ افزایش می‌دهد، که به تبع آن میزان اسانس در گیاه افزایش می‌یابد. مقایسه میانگین‌ها برای اثر متقابل رژیم آبیاری و کود بر این صفات نشان داد که بیشترین مقدار این صفات از تیمار ۵۰٪ کود اوره + ۵۰٪ دامی با ۱۰۰٪ نیاز آبی و کمترین مقدار آن‌ها از تیمار شاهد با ۵۰٪ نیاز آبی به دست آمد (شکل‌های ۱، ۲ و ۳). نتایج این مطالعه با نتایج کرمی و همکاران (۲۰۱۱) بر گیاه دارویی گل گاوزبان، محفوظ و شرف الدین (۲۰۰۷) بر گیاه دارویی رازیانه، کندل، همکاران (۲۰۰۲) بر گیاه دارویی ریحان و احمدی-نژاد و همکاران (۲۰۱۲) بر گندم مطابقت دارد. آنان بیان کردند که بیشترین عملکرد اسانس سرشاخه گلدار، ساقه و برگ از تیمار ۵۰٪ کود اوره + ۵۰٪ دامی و نیاز آبی کامل به دست آمد.

fruticosa Mill در اثر کاربرد کود دامی بودند. از طرفی عناصر ریز مغذی فعالیت فتوسنتزی و توسعه پوشش گیاهی را افزایش می‌دهد. عبدالوهاب و محمد (۲۰۰۸) گزارش نمودند که عناصر ریز مغذی نظیر آهن و روی سبب افزایش رشد گیاه و افزایش ترکیبات آروماتیکی و اسانس در گیاهان دارویی مانند نعناع می‌شود. بررسی همبستگی صفات مورد مطالعه نیز نشان‌دهنده آن است که همبستگی مثبت و معناداری بین درصد اسانس با صفات عملکرد اسانس برگ ($r=0/34^*$)، عملکرد اسانس ساقه ($r=0/33^*$) و عملکرد اسانس سرشاخه گلدار ($r=0/42^{**}$) داشت (جدول ۶). نتایج این مطالعه با نتایج صفایی و همکاران (۲۰۱۳) بر گیاه دارویی رازیانه نیز مطابقت دارد.

عملکرد اسانس سرشاخه گلدار، ساقه و برگ

مقایسه میانگین‌ها برای اثر رژیم‌های مختلف آبیاری بر عملکرد اسانس سرشاخه گلدار، ساقه و برگ نشان داد که بیشترین و کمترین مقدار این صفات به ترتیب از تیمار ۱۰۰٪ و ۵۰٪ نیاز آبی به دست آمد و بین سطوح مختلف رژیم آبیاری اختلاف معناداری مشاهده شد (جدول ۴). نتایج این مطالعه با نتایج امیدبیگی و همکاران (۲۰۰۳) و سیمون و همکاران (۱۹۹۲) بر گیاه دارویی ریحان و فاخر (۲۰۰۰) بر گیاه دارویی مرزه مطابقت دارد. آنان گزارش کردند که کاهش عملکرد اسانس سرشاخه گلدار، ساقه و برگ در نتیجه کاهش رطوبت خاک ممکن است ناشی از اثر زیان‌بار تنش آبی بر رشد و عملکرد پیکر رویشی گیاه باشد. از طرفی تنش کمبود آب بیشترین تأثیر را بر اندام رویشی می‌گذارد و از آنجایی که در تعدادی از گیاهان دارویی، اندام رویشی بیشترین میزان اسانس را دارند به همین دلیل اگر در شرایط کمبود آب قرار بگیرند باعث کاهش اسانس و عملکرد آن می‌شود (فاخر ۲۰۰۰).

مقایسه میانگین‌ها برای اثر تیمارهای مختلف کودی بر این صفات نشان داد که بیشترین مقدار مربوط به تیمار ۵۰٪ کود اوره + ۵۰٪ دامی بود که اختلاف معناداری را بین سطوح مختلف تیمارهای کودی نشان داد (جدول ۵). نتایج این مطالعه با نتایج سینگ و همکاران

جدول ۴- مقایسه میانگین‌های اثر رژیم آبیاری بر کلروفیل، کاروتنوئیدها، پرولین، درصد اسانس، عملکرد اسانس سرشاخه گلدار (FEY)، برگ (LEY) و ساقه (SEY) بادرشبو.

رژیم‌های آبیاری	کلروفیل a (mg g ⁻¹)	کلروفیل b (mg g ⁻¹)	کلروفیل کل (mg g ⁻¹)	کاروتنوئیدها (mg g ⁻¹)	پرولین (mg g ⁻¹)	اسانس (%)	FEY (mg m ⁻²)	LEY (mg m ⁻²)	SEY (mg m ⁻²)
۱۰۰٪ نیاز آبی	۱۰/۳ ^a	۳/۲ ^a	۱۳/۶ ^a	۰/۸ ^c	۱۱/۵ ^b	۰/۹ ^a	۷۶۴ ^a	۷۲۵ ^a	۱۵۳۴ ^a
۷۵٪ نیاز آبی	۹/۵ ^b	۲/۷ ^b	۱۲/۳ ^b	۱/۲ ^b	۱۲ ^b	۰/۹ ^a	۶۴۹ ^b	۶۵۲ ^b	۱۲۸۰ ^b
۵۰٪ نیاز آبی	۹/۳ ^b	۲/۶ ^b	۱۲ ^b	۱/۵ ^a	۱۳ ^a	۰/۸ ^b	۴۸ ^c	۵۸۶ ^c	۹۵۷ ^c

حروف لاتین مشترک در هر ستون نشان‌دهنده عدم وجود تفاوت معنادار بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد.

جدول ۵- مقایسه میانگین‌های درصد، عملکرد اسانس و برخی صفات فیزیولوژیک بادرشبو تحت تیمارهای مختلف کودی.

سطوح کود	کلروفیل a (mg g ⁻¹)	کلروفیل b (mg g ⁻¹)	کلروفیل کل (mg g ⁻¹)	کاروتنوئیدها (mg g ⁻¹)	پرولین (mg g ⁻¹)	اسانس (%)	FEY (mg m ⁻²)	LEY (mg m ⁻²)	SEY (mg m ⁻²)
شاهد (عدم مصرف کود)	۷/۶ ^d	۲/۱ ^c	۹/۸ ^d	۰/۹ ^c	۱۰/۴ ^d	۰/۸ ^d	۴۵۳ ^d	۴۵۴ ^e	۸۷۳ ^e
۲۵٪ اوره + ۷۵٪ دامی	۷/۹ ^d	۲/۴ ^{bc}	۱۰/۴ ^d	۱/۳ ^a	۱۲ ^c	۰/۸ ^d	۶۴۳ ^b	۶۵۴ ^c	۱۲۹۳ ^{bc}
۵۰٪ اوره + ۵۰٪ دامی	۹/۲ ^c	۲/۵ ^{bc}	۱۱/۸ ^c	۱/۲ ^{ab}	۱۲/۵ ^c	۰/۹ ^c	۷۷۹ ^a	۸۷۰ ^a	۱۶۵۵ ^a
۷۵٪ اوره + ۲۵٪ دامی	۱۰/۵ ^b	۲/۸ ^b	۱۳/۴ ^b	۱/۲ ^{ab}	۱۳/۲ ^b	۰/۹ ^c	۶۸۹ ^b	۷۰۷ ^b	۱۳۹۲ ^b
۱۰۰٪ اوره	۱۰/۷ ^b	۳/۴ ^a	۱۴/۱ ^b	۱/۱ ^{bc}	۱۴/۱ ^a	۰/۹ ^b	۵۶۹ ^c	۵۸۷ ^d	۱۰۸۸ ^d
۱۰۰٪ دامی	۱۲/۲ ^a	۳/۷ ^a	۱۶ ^a	۱/۱ ^{ab}	۱۰/۸ ^d	۱ ^a	۶۵۲ ^b	۶۴۹ ^c	۱۲۳۸ ^c

حروف لاتین مشترک در هر ستون نشان‌دهنده عدم وجود تفاوت معنادار بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد.

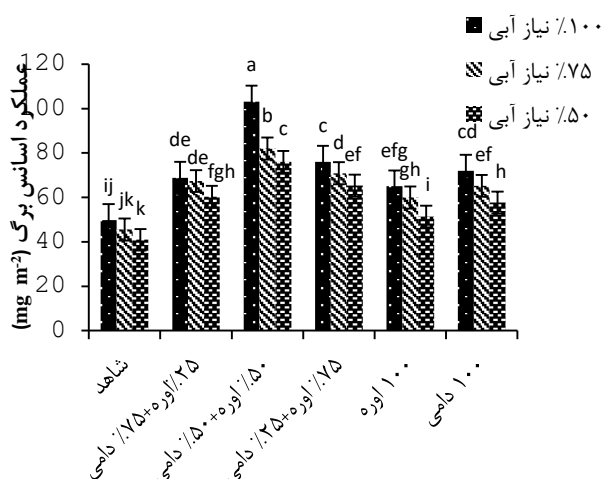
(جدول ۶). نتایج این مطالعه با نتایج نوش‌کام و همکاران (۲۰۱۴) بر گیاه دارویی مرزه (*Satureja hortensis*) مطابقت دارد.

نتایج همبستگی صفات مورد مطالعه در این پژوهش نیز مؤید این مطلب است که عملکرد اسانس سرشاخه گلدار همبستگی مثبت و معناداری با عملکرد اسانس برگ ($r=0/82^{**}$) و عملکرد اسانس ساقه ($r=0/90^{**}$) داشت

جدول ۶- ضرایب همبستگی خطی (r) میان صفات مورد مطالعه.

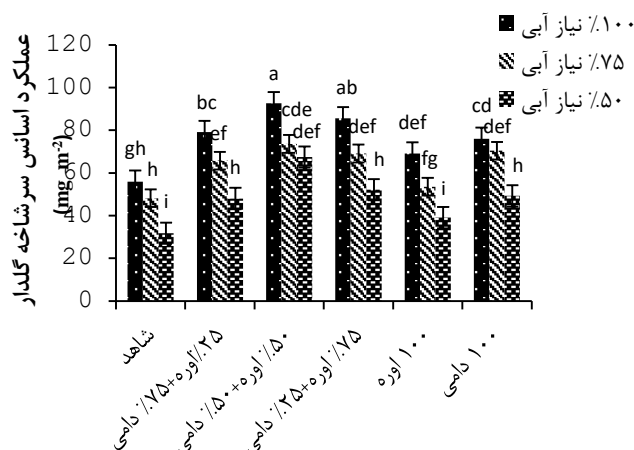
صفات	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	کاروتنوئیدها	پرولین	درصد اسانس	عملکرد اسانس سرشاخه گلدار	عملکرد اسانس برگ	عملکرد اسانس ساقه
کلروفیل a	۱								
کلروفیل b	۰/۷۶ ^{**}	۱							
کلروفیل کل	۰/۹۸ ^{**}	۰/۸۷ ^{**}	۱						
کاروتنوئیدها	-۰/۱۷ ^{ns}	-۰/۲۳ [*]	-۰/۲۰ ^{ns}	۱					
پرولین	۰/۰۸ ^{ns}	-۰/۰۸ ^{ns}	۰/۰۶ ^{ns}	۰/۳۶ ^{**}	۱				
درصد اسانس	۰/۸۰ ^{**}	۰/۷۲ ^{**}	۰/۸۲ ^{**}	-۰/۱۱ ^{ns}	۰/۰۳ ^{ns}	۱			
عملکرد اسانس سرشاخه گلدار	۰/۳۰ [*]	۰/۳۱ [*]	۰/۳۲ [*]	-۰/۳۷ ^{**}	-۰/۱۳ ^{ns}	۰/۴۲ ^{**}	۱		
عملکرد اسانس برگ	۰/۲۶ [*]	۰/۲۰ ^{ns}	۰/۲۵ [*]	-۰/۰۷ ^{ns}	۰/۱۱ ^{ns}	۰/۳۴ [*]	۰/۸۴ ^{**}	۱	
عملکرد اسانس ساقه	۰/۲۲ ^{ns}	۰/۲۲ [*]	۰/۲۳ [*]	-۰/۳۱ [*]	-۰/۰۶ ^{ns}	۰/۳۳ [*]	۰/۹۰ ^{**}	۰/۸۸ ^{**}	۱

^{ns}، * و **: به ترتیب غیر معنادار، معنادار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.



شکل ۲- مقایسه میانگین‌های عملکرد اسانس برگ برای اثر متقابل رژیم آبیاری و کود.

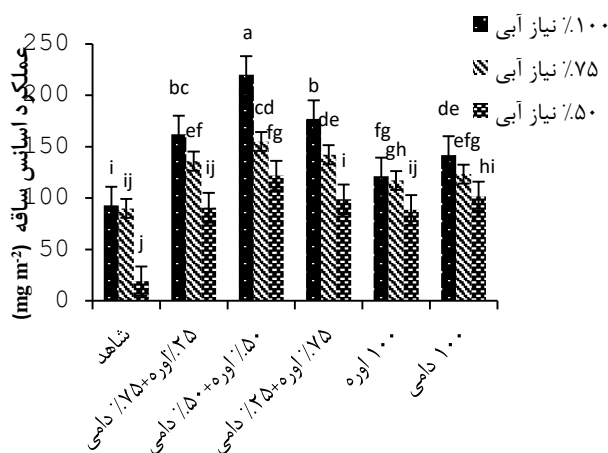
میانگین‌های دارای حروف لاتین مشابه براساس آزمون LSD فاقد تفاوت معنادار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.



شکل ۱- مقایسه میانگین‌های عملکرد اسانس سرشاخه گلدار برای اثر متقابل رژیم آبیاری و کود.

میانگین‌های دارای حروف لاتین مشابه براساس آزمون LSD فاقد تفاوت معنادار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

به‌تبع آن بروز تنش خشکی از غلظت کلروفیل a، b، کل، درصد اسانس، عملکرد اسانس سرشاخه گلدار، برگ و ساقه کاسته شد اما بر غلظت پرولین و کاروتنوئیدها افزوده شد. از طرفی با به‌کارگیری کود دامی (به‌ویژه در سطوح بالای تنش) می‌توان تا حدی از بروز اثرهای سوء تنش خشکی کاست. این کاهش مرتبط با تأثیر مثبت مصرف این نوع کود بر پارامترهایی همانند کلروفیل a، b، کل و درصد اسانس است. همچنین در سطوح بالای تنش کود شیمیایی با تأثیر مثبت بر غلظت تجمع پرولین توانست تا حدی از بروز اثرهای سوء تنش بر گیاه بادرشبو جلوگیری کند. با این حال با توجه به نتایج این آزمایش به‌منظور دستیابی به عملکرد اسانس بیشتر در شرایط مشابه با شرایط و محل اجرای آزمایش، کاربرد تلفیقی ۵۰٪ کود اوره به‌همراه ۵۰٪ کود دامی با تامین نیاز آبی کامل گیاه با فاصله آبیاری چهار روز توصیه می‌گردد.



شکل ۳- مقایسه میانگین‌های عملکرد اسانس ساقه برای اثر متقابل رژیم آبیاری و کود.

میانگین‌های دارای حروف لاتین مشابه براساس آزمون LSD فاقد تفاوت معنادار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

نتیجه‌گیری کلی

بر اساس نتایج به‌دست آمده در این آزمایش، می‌توان بیان کرد هر چند با کاهش میزان آب مصرفی و

منابع مورد استفاده

Abbaszadeh B, Sharifi ashourabadi E, Lebaschi MH, Naderi hajibagher kandy M and Moghadami F, 2008. The Effect of drought stress on proline contents, soluble sugars, chlorophyll and relative water contents of balm (*Melissa officinalis* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 23(4): 504-513. (In Persian with English abstract).

- Abd El- Wahab and Mohamed A, 2008. Effect of some trace elements on growth, yield and chemical constituents of *Trachyspermum ammi* L. (Ajowan) plants under Sinai conditions. *Research Agriculture Biology Journal* 4(6): 717-724.
- Ahmadian A, Ghanbari A and Golvi M, 2009. The interaction effect of water stress and animal manure on yield components, essential oil and chemical composition of *Cuminum cyminum* L. *Iranian Journal of field crop sciences* 40(1): 173-180. (In Persian).
- Ahmadinezhad R, Najafi N, Aliasgharzadeh N and Oustan SH, 2012. Effects of organic and nitrogen fertilizers on water use efficiency, yield and the growth characteristics of wheat (*Triticum aestivum* cv. Alvand). *Water and Soil Science, university of Tabriz* 23(2): 177-194. (In Persian with English abstract).
- Alizadeh P, Fallah S and Raiesi F, 2012. Potential N mineralization and availability to irrigated maize in a calcareous soil amended with organic manures and urea under field conditions. *International Journal of Plant Production* 6(4): 493-512.
- Arazmjo A, Heidari M, Ghanbari A, Siahshar B and Ahmadian A, 2010. Effects of three types of fertilizers on essential oil, photosynthetic pigments, and osmoregulators in chamomile under drought stress. *Journal Environmental stresses in crop Sciences* 3(1): 23-33. (In Persian with English abstract).
- Arnon DI, 1975. *Physiological Principles of Dry land Crop Production*. International, Physiological aspects of dry land farming. Gupta U.S. (Eds), Oxford Press.
- Asadi kavan Zh, Ghorbanli M and Sateei A, 2010. The Effect of drought stress and exogenous ascorbate on photosynthetic pigments, flavonoids, phenol compounds and lipid peroxidation in *Pimpinella anisum* L. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants* 25(4): 456-469. (In Persian with English abstract).
- Barreyro R, Ringuet J and Agicola S, 2005. Nitrogen fertilization and yield in oregano (*Origanum xapplii*). *Cienciae Investigation Agraria* 32: 34-38.
- Bates L, Waldren RP and Tear IP, 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. *Soil Science and Plant Nutrition* 39: 205-207.
- Borna F, Omidbaigi R and Sefidkon F, 2007. The Effect of Sowing dates on growth, yield and essential oil content of *Dracocephalum moldavica* L. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants* 23(3): 307-314. (In Persian with English abstract).
- Fakher BZ, 2000. Effect of drought stress on germination and some qualitative and quantitative aspects of *Satureja hortensis* L essential oil. Dissertation of MSc Master's degree in Plant Sciences. Tarbiat Modares University, Tehran. (In Persian).
- Farshi A, Siadat H, Darbandi S, Entesari MR, Kheirae J, Mirlatifi M, Salamat A and Sadat Miree MH, 2003. *Water irrigation management in field*. Publication of Iranian National Committee on Irrigation and Drainage, Pp. 200. (In Persian).
- Hapkins WG and Humer NP, 2004. *Introduction to Plant Physiology* (3rd ed). John Wiley and Sons. Incorporating New York. Pp. 560.
- Hati KM, Swarup AK, Dwivedi Misra AK and Bandyopadhyay KK, 2007. Changes in soil physical properties and organic carbon status at the topsoil horizon of a vertisol of central India after 28 years of continuous cropping, fertilization and manuring. *Agriculture Ecosystems and Environment* 119: 127-134.
- Heidari F, Zehtab Salmasi S, Javanshir A, Aliari H and Dadpoor MR, 2008. The effects of application of microelements and plant density on yield and essential oil of pepper mint (*Mentha piperita* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants* 24: 1-9.
- Jeyaramraja PR, Meenakshi SN, Kumar RS, Joshi SD and Ramasubramanian B, 2005. Water deficit induced oxidative damage in tea (*Camelia sinensis*) plants. *Journal of Plant Physiology* 162: 413-419.
- Kafi M, Borzoei A, Salehi M, Kamandi Masomi A and Nabati J, 2009. *Environmental Stress on Plant Physiology*. Mashhad University Jahad, First Edition, Pp. 322. (In Persian).
- Kandeel AM, Naglaa SAT and Sadek AA, 2002. Effect of biofertilizers on the growth, volatile oil yield and chemical composition of *Ocimum basilicum* L. plant. *Annual Agricultural Science Cairo* 1: 351-371.
- Kaplan M, Kocabas I, Sonmez I and Kalkan H, 2009. The effects of different organic manure applications on the dry weight and the essential oil quantity of sage (*Salvia fruticosa* Mill.). *Acta Horticulturae* 826: 147-152.
- Karami A, Sepehri A, Hamzei J and Salimi GH, 2011. Effect of Nitrogen and Phosphorous Biofertilizers on Quantitative and Qualitative Traits of Borage (*Borago officinalis* L.) under water Deficit stress. *Plant production technology* 11(1): 37-50. (In Persian with English abstract).

- Karla A, 2003. Organic cultivation of medicinal and aromatic plants. A hope for sustainability and quality enhancement. *Journal Organic Production Medieval Arom. Dye-Yielding Plants*.
- Madadi Bonab S, Zehtab salmasi S and Ghassemi Golezani K, 2012. The Effect of Irrigation and Nitrogen fertilizer on Morphological characteristics and Essential oil percentage and yield of Dill (*Anethum graveolens* L.). *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production* 22(2): 91-100. (In Persian with English abstract).
- Mahfouz SA and Sharaf-Eldin MA, 2007. Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *International Agrophysics* 21: 361-366.
- Mandal K, Saravanan R and Maiti S, 2008. Effect of different levels of N, P and K on downy mildew (*Peronospora plantaginis*) and seed yield of *Plantago ovata*. *Crop Protection* 27(6): 988-995.
- Mohammad Zamani M, Rabiye V and Nejatian MA, 2012. Effect of Proline and Glycine Betaine application on some physiological characteristics in grapevine under drought stress. *Iranian Journal of Horticultural Science* 43(4): 393-401. (In Persian).
- Moradi R, 2009. The effect of application of organic and biological fertilizers on yield, yield components and essential oil of *Foeniculum vulgare* (Fennel). Dissertation of MSc Master's degree, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian).
- Naghbi F, Mosaddegh M, Motamed SM and Ghorbani A, 2005. Labiatea family in Folk medicine in Iran: from ethnobotany to pharmacology. *Journal Pharmaceutical* 2: 63-79.
- Nasibi F, 2003. Effect of various ultraviolet bands on some growth parameters and induction of oxidative stress in canola (*Brassica napus* L.). Dissertation of MSc Master's degree, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman. (In Persian).
- Nooshkam A, Majnoun Hoseini N, Hadian J, Jahansooz MR and khavazi K, 2014. The Effects of irrigated and rainfed conditions on vegetative and essential oil yield of two medicinal species, *Satureja khuzistanica* Jamzad and *S. rechingeri* Jamzad in North of Khuzestan. *Gorgan university of Agricultural Sciences and Natural Resources* 7(2): 61-75. (In Persian with English abstract).
- Omidbaigi R, Hassani A and Sefidkon F, 2003. Essential oil content and composition of sweet basil (*Ocimum basilicum*) at different irrigation regimes. *Journal of Essential Oil Bearing Plants* 6: 104-108.
- Omidbaigi R, 2007. Production and processing of medicinal plants. Behnashr Public. Pp. 340.
- Porazizi M, 2011. The impact of integrated and conventional methods of fertilization on soil nitrogen mineralization, quantitative and qualitative characteristics of *Sorghum Sudonense*. M.Sc, Master's degree in Agroecology, Faculty of Agriculture, Shahrekord University. (In Persian with English abstract).
- Rabiei V, 2003. Study of the responses in some grape cultivars under drought stress. Dissertation of PhD degree on Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Tehran. (In Persian).
- Ramroodi M and Kharmar A, 2013. Interaction effects of salicylic acid spraying and different irrigation levels on some quantity and quality traits, and osmoregulators in basil (*Ocimum basilicum*). *Journal of Applied Research of Plant Ecophysiology* 1(1): 19-32. (In Persian).
- Reddy AR, Chaitanya KV and Vivekanandan M, 2004. Drought induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. *Journal of Plant Physiology* 161: 1189-1202.
- Rezaei nejad Y and Afyouni M, 2000. Effect of organic matter on chemical characteristics of soil, element absorption by corn and its yield. *Science Journal Agriculture Natural Research* 4: 19-27.
- Safaei L, Afuni D and ZeinaLi H, 2013. Correlation relationships and path coefficient analysis between essential oil and essential oil components in 12 genotypes of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants* 29(1): 187-200. (In Persian with English abstract).
- Sharifi Ashoorabadi E, Matin A, Lebaschi MH and Abbaszadeh B, 2004. Effects of nitrogen application methods on yield of Melissa (*Melissa officinalis*). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research* 20(3): 369-376. (In Persian with English abstract).
- Sharma AK, 2003. Bio Fertilizers for Sustainable Agriculture. Agrobios Publica., India.
- Simon JE, Bubenheim RD, July RJ and Charles DJ, 1992. Water stress induced alternations in essential oil content and composition of sweet basil. *Journal Essential Oil Research* 4: 71-75.
- Singh K, Chand S and Yaseen M, 2014. Integrated nutrient management in Indian basil (*Ocimum basilicum*). *Industrial Crops and Products* 55: 225-229.

- Soltani Nejad F, 2013. Individual and integrated effect of urea and cow manure on cadmium accumulation and yield in medicinal herb, *Portulaca eoleracea*. Dissertation of MSc Master's degree in Agroecology, Faculty of Agriculture, Shahrekord University. (In Persian).
- Sarvareddin MH, Sharifi Maghsudi M and Pakaniya S, 2000. Chemical Analysis of Water, Soil and Fertilizers in Agriculture. Amidi Press, Pp. 210 (In Persian).
- Yavari A, Niyazi V, Sefidkon F and Hosseini MY, 2011. Study of some ecological and morphological factors and essential oils of herbal medicinal plant compounds from *Dracocephalum kotschyi*. Journal of Medicinal herbal Productions 26(4): 500-512. (In Persian).
- Zarco-Tejada PJ, Miller JR, Mohammad GH, Noland TL and Sampson PH, 2000. Chlorophyll fluorescence effects on vegetation apparent reflectance. Remote Sensing of Environment 74: 596-608.
- Zargari A, 1990. Production of Medicinal Herbs. University of Tehran Press. Pp. 969. (In Persian).