Iranian Journal of Field Crop Science
Vol 53, No 3, Autumn 2022 (169-182)
DOI: 10.22059/IJFCS.2021. 324378.654829

علوم گیاهان زراعی ایران
دورهٔ ۵۳، شمارهٔ ۳، پاییز ۱۴۰۱ (ص۱۸۲-۱۶۹)

Effect of planting date and different amounts of manure, chemical fertilizer and their combination on some agromorphological and essence characteristics of Moldavian balm

Nasrin Abbasi Dehkordi, Mohammad Rafieiolhossaini, Abdolrazagh Danesh Shahraki, Afsaneh Badalzadeh
Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Iran.
(Received: May 29, 2021 - Accepted: October 12, 2021)

ABSTRACT
To evaluate the effect of planting date and different amounts of manure, chemical fertilizer and their combination on some agromorphological and essence characteristics of Moldavian balm, a split plot experiment was conducted in a randomized complete block design with three replications at the research farm of Shahrekord University in 2018. In this experiment, the main factor was 3 levels of planting date (20 April, 12 May and 3 June), while 6 levels of manure application (no fertilizer, control; 25% urea + 75% manure; 50% urea + 50% manure; 75% urea + 25% manure; 100% urea and 100% manure) were the subplot factors. The results showed that planting date and fertilizer and their interaction had a significant effect on all the studied characteristics, so that, the maximum number of flowering branches and biological yield were obtained from 3 June + 100% manure and 3 June + 50% urea + 50% manure, the maximum essential oil from 20 April and 3 June + 100% manure and the maximum essential oil yield from 3 June and 100%.
Keywords: Biological yield, harvest index, medicinal plant, plant nutrition, planting date.

اثر تاریخ کاشت و مقادیر مختلف کودهای دامی، شیمیایی و تلفیقی بر برخی صفات اگرومورفولوژیکی و اسانس بادرشبو

نسرین عباسی دهکردی[1]، محمد رفیعی الحسینی[2]، عبدالرزاق دانش شهرکی[2]، افسانه بدل زاده[1]
۱و۲- به‌ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد و دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد.
(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۳/۸ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۷/۲۰)

چکیده
به‌منظور بررسی اثر تاریخ کاشت و مقادیر مختلف کودهای دامی، شیمیایی و تلفیقی بر برخی صفات آگرومورفولوژیکی و اسانس بادرشبو، آزمایشی به‌صورت کرت‌های خرد شده و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد اجرا شد. سه تاریخ کاشت (۳۱ فروردین، ۲۲ اردیبهشت و ۱۳ خرداد) به‌عنوان فاکتور اصلی و شش سطح مصرف کود (عدم مصرف کود، ۲۵ درصد کود اوره + ۷۵ درصد دامی، ۵۰ درصد کود اوره + ۵۰ درصد دامی، ۷۵ درصد کود اوره + ۲۵ درصد دامی، ۱۰۰ درصد کود اوره و ۱۰۰ درصد دامی) به‌عنوان فاکتور فرعی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آزمایش نشان داد که تاریخ کاشت، کود و اثر متقابل آن‌ها اثر معنی‌داری بر تمام صفات مورد مطالعه داشت، به‌طوربه‌طوری‌که بیشترین تعداد سرشاخه گلدار و عملکرد زیستی به‌ترتیب از تیمارهای ۱۳ خرداد + ۱۰۰ درصد دامی و ۱۳ خرداد + ۵۰ درصد کود اوره + ۵۰ درصد دامی، بیشترین درصد اسانس از تیمار ۳۱ فروردین و ۱۳ خرداد + ۱۰۰ درصد دامی و عملکرد اسانس نیز از تیمار ۱۳ خرداد + ۱۰۰ درصد دامی به‌دست آمد.

واژه‌های کلیدی: تغذیه گیاه، زمان کشت، شاخص برداشت، عملکرد زیستی، گیاه دارویی.

مقدمه

بادرشبو (*Dracocephalum moldavica* L.) گیاهی علفی، یک‌ساله و متعلق به تیره نعناعیان، 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 می‌روید. منشاء 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، مطبوع و شبیه بادرنجبویه دارد. ترکیبات اصلی اسانس آن شامل ژرانیال، نرال، ژرانیل استات و ژرانیول است

* Corresponding author E-mail: rafiei@sku.ac.ir

که از مونوترپن‌های حلقوی اکسیژن‌دار هستند، ۹۰ درصد اسانس را تشکیل می‌دهند و دارای بیشترین مقدار در مرحله گلدهی می‌باشند (Naghibi *et al.*, 2012).

مدیریت مناسب تاریخ کاشت که بسته به شرایط آب و هوایی به‌ویژه درجه حرارت هوا و خاک هر منطقه متغیر است، بر عملکرد کمی و کیفی گیاهان زراعی و به‌طور موردی در گیاهان دارویی مؤثر است. تاریخ مناسب کاشت زمانی است که گیاه فرصت کافی برای رشد سبزینه‌ای و رویشی تا قبل از به گل رفتن را داشته باشد. عدم کفایت رشد رویشی، منجر به کاهش ذخیره غذایی، تعداد گل‌ها، کوچکی دانه و افت عملکرد کمی و کیفی می‌شود. از سوی دیگر رشد رویشی طولانی نیز موجب اتلاف رطوبت خاک و رقابت اندام‌های رویشی و زایشی برای دریافت موادغذایی می‌شود (Mohammadpour *et al.*, 2013). در مطالعه‌ای که در خصوص اثر تاریخ کاشت بر عملکرد گل و میزان اسانس آنیسون در مرکز تحقیقات و منابع طبیعی چهارمحال و بختیاری شهرستان اردل انجام شد، بیشترین میزان عملکرد گل و میزان اسانس، به تاریخ ۱۵ اسفندماه (۱۹۱ کیلوگرم در هکتار و ۱/۰۳ درصد) تعلق داشت. نتایج این آزمایش نشان داد که تأخیر در کاشت، موجب کاهش تعداد روز از کاشت تا جوانه‌زنی، ظهور جوانه گل، غنچه‌دهی، گلدهی، میزان اسانس و عملکرد گل می‌شود. در واقع تأخیر در کاشت و برخورد مرحله گلدهی با درجه حرارت‌های بالاتر از ۲۳ درجه سانتی‌گراد، منجر به عدم باروری گلچه و در نتیجه کاهش عملکرد گل می‌شود (Ullah & Honermeier, 2013).

یکی از نیازهای مهم برنامه‌ریزی زراعی به‌منظور دستیابی عملکرد بالا و با کیفیت مطلوب، مخصوصاً در مورد گیاهان دارویی، ارزیابی سیستم‌های مختلف تغذیه گیاه می‌باشد. با مدیریت صحیح حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه می‌توان ضمن حفظ محیط زیست، افزایش کیفیت، کاهش فرسایش و حفظ تنوع زیستی، کارآیی نهاده‌ها را افزایش داد؛ همچنین با اجتناب از کاربرد غیرضروری و بی‌رویه مصرف عناصر غذایی، هزینه تولید را به حداقل کاهش داد که این امر می‌تواند راهی به سوی کشاورزی پایدار باشد. به‌منظور افزایش تولید محصولات کشاورزی در واحد سطح، عملیات زراعی متعددی نظیر مصرف کودهای شیمیایی صورت می‌گیرد که در نتیجه این فعالیت‌ها طی سالیان اخیر، بحران‌های زیست محیطی و به‌ویژه آلودگی منابع، بستر تولید و موادغذایی بروز یافته و سلامت جامعه بشری را مورد تهدید قرار داده است. به این منظور، تلاش‌های گسترده‌ای با هدف یافتن راهکارهای مناسب به‌منظور بهبود کیفیت خاک، محصولات کشاورزی و حذف آلاینده‌ها آغاز شده است. کاهش این مخاطرات زیست محیطی همگام با افزایش عملکرد گیاهان زراعی، نیازمند بکارگیری فن‌آوری‌های سازگار زراعی مانند استفاده از کودهای آلی است (Lee, 2010).

از مهم‌ترین مسائل مؤثر بر تولید غذا، حفظ حاصلخیزی خاک از طریق کاربرد کودهای آلی است. استفاده از کودهای زیستی و آلی، نه تنها مقدار مصرف کودهای شیمیایی را کاهش می‌دهد، بلکه به ذخیره انرژی و کاهش آلودگی کمک می‌نماید و باعث افزایش کیفیت پایدار عملکرد به‌ویژه در تولید گیاهان دارویی می‌شود. کود دامی نیز منبع با ارزشی از ماده آلی برای خاک می‌باشد که ضمن تأمین مقادیر عناصر غذایی، باعث بهبود ساختمان خاک، افزایش نگهداری رطوبت، آماده‌سازی بستر مناسب‌تر برای رشد ریشه، افزایش رشد سبزینه‌ای، بهبود کیفیت، افزایش عملکرد گیاهان زراعی، اعتدال اسیدیته، حرارت و افزایش فعالیت زیستی خاک می‌شود. کود دامی حاوی عناصر ریز مغذی است که می‌تواند باعث بهبود کیفیت و تولید گیاهان دارویی شود. در این شرایط، تلفیق کود که یکی از جنبه‌های کشاورزی پایدار است، ممکن است مفید واقع شود. در این سیستم، بخشی از نیاز کودی گیاه توسط کودهای شیمیایی و بخش دیگر توسط کودهای آلی از جمله کودهای دامی تأمین می‌شود (Mahmoudi sourestani *et al.*, 2016). نتایج تحقیقات پژوهشگران مختلف نشان داد که کاربرد تلفیقی کودهای شیمیایی و دامی، باعث افزایش میزان

اسانس در گیاه رازیانه شد (Santos *et al.*, 2012). بررسی تأثیر نظام‌های تغذیه‌ای گیاه بر کیفیت اسانس رازیانه هم بیان‌گر آن بود که بالاترین عملکرد اسانس با استفاده از ۶۰ کیلوگرم کود نیتروژن به همراه ۱۸ تن کود دامی ۱/۹۴۶ درصد به‌دست آمد (Shafeei *et al.*, 2017). Porazizi (2012) 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. بنابراین این پژوهش به‌منظور ارزیابی اثر تاریخ کاشت و کاربرد کودهای دامی و شیمیایی بر برخی صفات آگرومورفولوژیکی و اسانس بادرشبو طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۷ به‌صورت کرت‌های خرد شده و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل سه تاریخ کاشت ۳۱ فروردین، ۲۲ اردیبهشت و ۱۳ خرداد به‌عنوان فاکتور اصلی و شش سطح مصرف کود شامل عدم مصرف کود، ۲۵ درصد کود اوره + ۷۵ درصد دامی، ۵۰ درصد کود اوره + ۵۰ درصد دامی، ۷۵ درصد کود اوره + ۲۵ درصد دامی، ۱۰۰ درصد کود اوره و ۱۰۰ درصد دامی به‌عنوان فاکتور فرعی بود. قبل از تهیه بستر بذر در اوایل بهار، ابتدا با تهیه نمونه مرکب از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک محل آزمایش، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک تعیین شد و در صورت نیاز، مقادیر لازم از عناصر غذایی در طول آزمایش به خاک اضافه شد. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش و کود دامی مورد استفاده در جدول‌های ۱ و ۲ آمده است. مقدار نیتروژن مورد نیاز نیز با در نظر گرفتن نتایج آزمون خاک، کود دامی (جدول ۱، ۲) و نیاز بادرشبو به نیتروژن (۸۰ کیلوگرم در هکتار (Abkar *et al.*, 2020)، با توجه به تیمار مورد نظر، از منابع کود دامی و اوره محاسبه شد. مقدار کود دامی مصرف شده در کرت‌های ۱۰۰ درصد دامی، ۴۵/۵۲ کیلوگرم؛ ۵۰ درصد دامی، ۲۲/۷۶ کیلوگرم؛ ۷۵ درصد دامی، ۳۴/۱۴ کیلوگرم و ۲۵ درصد دامی، ۱۱/۳۸ کیلوگرم و مقدار کود اوره مصرف شده در کرت‌های ۱۰۰ درصد کود اوره، ۸۰ کیلوگرم؛ ۵۰ درصد کود اوره، ۴۰ کیلوگرم؛ ۷۵ درصد کود اوره، ۶۰ کیلوگرم و ۲۵ درصد کود اوره، ۲۰ کیلوگرم در هکتار بود.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش.

Table 1. Physical and chemical properties of the soil.

Soil Texture	EC ($dS\ m^{-1}$)	pH	OC	T.N.V	N	F.C	P.W.P	P	K	Zn	Mn	آهنFe	Cu
			%			(Weighted moisture)		($mg\ kg^{-1}$)					
Silty clay loam	0.740	7.77	0.702	30.5	0.082	24.51	9.07	13.8	296	0.58	7.66	3.28	1.09

جدول ۲- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی کود دامی در زمان شروع آزمایش.

Table 2. Physical and chemical properties of manure at the start of trial.

pH	EC	N	P_2O_5	K_2O	Na	Ca	Mg	OC	T.N.V	Moisture	Zn	Fe	Mn	Cu
	$dS\ m^{-1}$	%									($mg\ kg^{-1}$)			
8.30	9.28	1.02	0.39	0.98	3.49	1.98	0.79	49.51	17.5	35.90	80.39	80.39	109.57	19.48

آبیاری به روش غرقابی و کشت به‌صورت هیرم‌کاری انجام گرفت. در هر کرت، پنج ردیف کاشت به فاصله ۳۰ سانتی‌متر از هم قرار داشت و فاصله هر بوته روی ردیف ۱۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. ابعاد هر کرت چهار × ۱/۵ متر و فاصله کرت‌ها از هم یک متر در نظر گرفته شد و کشت گیاه به‌صورت جوی و پشته در عمق یک تا دو سانتی‌متر انجام شد. کنترل علف‌های‌هرز به روش دستی صورت گرفت. کود گاوی قبل از کاشت با خاک مخلوط شد و کود اوره در دو نوبت، یک نوبت در مرحله چهار برگی و یک نوبت قبل از مرحله گلدهی به خاک اضافه شد. در هنگام برداشت، از هر کرت سه بوته به‌طور تصادفی با حذف اثر حاشیه‌ای انتخاب شد و صفات ارتفاع بوته (با استفاده از خط‌کش)، تعداد شاخه فرعی، تعداد سرشاخه گلدار،

عملکرد زیستی، محتوی نسبی آب برگ (RWC)، پایداری غشا (EC) و درصد و عملکرد اسانس اندازه-گیری شد. جهت اندازه‌گیری میزان نسبی آب برگ، از هر کرت در مجموع شش نمونه برگی از سرشاخه گلدار جدا شد و در پلاستیک‌های زیپ‌دار و روی یخ قرار داده شد. بعد از انتقال به آزمایشگاه، بلافاصله وزن تر (W_f) آن‌ها به وسیله ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. سپس برای به‌دست آوردن وزن اشباع نمونه‌ها (W_t)، در ۲۰ میلی‌لیتر آب به مدت ۲۴ ساعت قرار گرفتند. به‌منظور به‌دست آوردن وزن خشک (W_d) نیز نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد در آون قرار گرفتند و دوباره وزن شدند. سپس محتوای آب نسبی با استفاده از رابطه یک محاسبه شد (Mirzakhani, 2011):

$$RWC= [(W_f - W_d) / (W_t - W_d)] \times 100 \quad (۱)$$

به‌منظور تعیین میزان پایداری غشا در مرحله گلدهی کامل، شش نمونه برگی جوان از سرشاخه‌های گلدار تهیه و در پاکت زیپ‌دار بر روی یخ قرار داده شدند. بعد از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه، با استفاده از پانچ، نمونه‌هایی از برگ‌ها تهیه و پس از شستشو با آب مقطر، با استفاده از پنس درون فالکون‌های ضدعفونی شده ریخته شدند و ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر به آن‌ها اضافه شد. فالکون‌ها به مدت ۲۴ ساعت در تاریکی قرار داده شدند و روز بع،د هدایت الکتریکی محلول (EC_1) با استفاده از دستگاه EC متر (مدل Winlab Data Windaus) قرائت شد و سپس فالکون‌ها در اتوکلاو در دمای ۱۲۱/۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۰ دقیقه قرار گرفتند. پس از سرد شدن محلول‌ها دوباره میزان EC خوانده شد (EC_2). در نهایت میزان پایداری غشا از رابطه دو محاسبه شد (Gholizadeh *et al.*, 2010):

$$EC= (EC_1/EC_2)\times 100 \quad (۲)$$

رابطه

برای اندازه‌گیری میزان اسانس، بوته‌ها در مرحله گلدهی کامل گیاه (انتهای گلدهی) برداشت و اجزای آن شامل برگ، ساقه و سرشاخه گلدار در سایه خشک شدند. برای هر بار اسانس‌گیری توسط دستگاه میکروکلونجر، از چهار گرم بافت رویشی آسیاب شده از هر تکرار استفاده شد. بعد از تعیین میزان اسانس، عملکرد آن نیز به کمک حاصلضرب عملکرد گل و میزان اسانس محاسبه شد (Yousefzadeh, 2017). در نهایت تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS ver 9.4 و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از نرم-افزار MSTAT-C ver 13 براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که تاریخ کاشت، کود و اثر متقابل آن‌ها، اثر معنی‌داری بر تمام صفات مورد مطالعه در سطح احتمال یک درصد داشت (جدول ۳).

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر صفات مورد بررسی بر برخی شاخص‌های آگرومورفولوژیکی.

Table 3. Variance analysis of the effect of evaluated treatments on some agromorphological indices of Moldavian balm.

S.O.V	df	Mean square							
		Plant height	Number of branches	Number of flowering branches	Biological yield	RWC	CMS	Essential oil content	Essential oil yield
Block	2	$0.63^{n.s}$	$0.49^{n.s}$	$80.71^{n.s}$	$223.535^{n.s}$	$0.30^{n.s}$	$12.36^{n.s}$	$0^{n.s}$	$42.60^{n.s}$
Planting Date	2	811.26^{**}	42.55^{**}	180372.46^{**}	3452.560^{**}	774.41^{**}	14160.64^{**}	0.15^{**}	14828.25^{**}
Error a	4	5.81	0.54	99.61	110.038	2.63	11.21	0.0007	41.73
Fertilizer	5	117.34^{**}	10.31^{**}	38121.48^{**}	3917.072^{**}	279.040^{**}	1031.23^{**}	0.29^{**}	19614.19^{**}
Planting Date× Fertilizer	10	10.36^{*}	0.91^{**}	6622.40^{**}	9113.193^{**}	59.73^{**}	72.074^{**}	0.003^{**}	405.79^{**}
Error b	30	4.72	0.24	136.37	187.929	7.21	9.86	0.0006	67.15
CV (%)	-	2.68	2.61	5.79	9.97	4.39	4.94	2.63	5.87

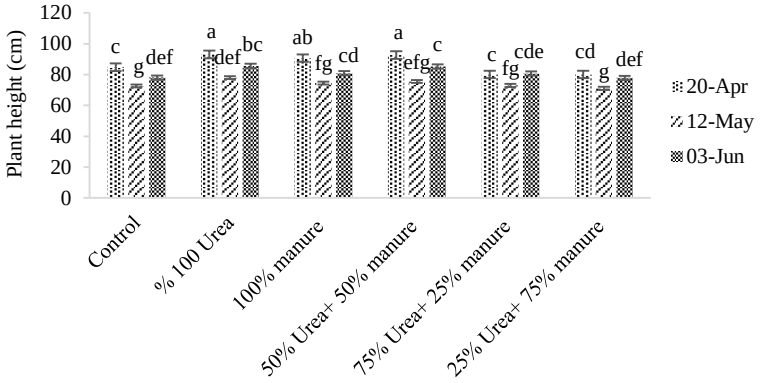
$^{n.s}$، * و **: به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

ns, * and **: Non significant and significant at 5% and 1% of probability levels, respectively.

ارتفاع بوته

مقایسه میانگین اثرات متقابل تاریخ کاشت و کود بر ارتفاع بوته نشان داد که بیشترین مقدار این صفت از تاریخ کاشت ۳۱ فروردین با تیمار ۵۰ درصد کود اوره + ۵۰ درصد دامی و کمترین آن از تاریخ کاشت ۲۲ اردیبهشت با تیمار ۲۵ درصد کود اوره + ۷۵ درصد دامی به‌دست آمد (شکل ۱)؛ مطالعه حاضر با تحقیقات انجام شده روی کاسنی همخوانی دارد (Selim *et al*., 2013). ارزیابی‌ها نشان داد که در کاسنی نیز ارتفاع بوته در تاریخ کاشت ۳۱ فروردین، ۱۸ درصد نسبت به ۲۲ اردیبهشت بیشتر بود. به‌طورکلی به نظر می‌رسد که در تاریخ کاشت اول، به علت مساعدتر بودن شرایط محیطی و طولانی‌تر بودن دوره رشد، گیاه از ارتفاع بیشتری برخوردار شده است. در این رابطه نیز نتایج برخی مطالعات نشان داد که افزایش دما طی دوره رشد و کاهش طول دوره، باعث کاهش ارتفاع گیاه می‌شود.

همچنین مطالعات دیگر محققان بیانگر آن است که نیتروژن کافی در گیاه، افزایش رشد رویشی به ویژه رشد و تکثیر سلول‌های گیاهی در اندامی مانند ساقه را در پی دارد و با افزایش فاصله میانگره، منجر به افزایش طول گیاه می‌شود. با مطالعه روی بادرشبو، بیشترین ارتفاع در تاریخ کاشت اول همراه با ۱۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار مشاهده شد (Rahbarian *et al*., 2015).



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای مورد بررسی بر ارتفاع بوته.

میانگین‌های دارای حروف مشابه، فاقد تفاوت آماری معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد براساس آزمون LSD می‌باشند.

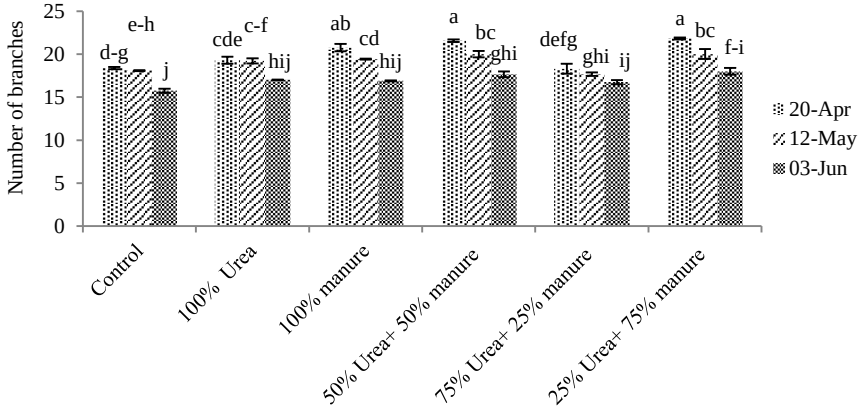
Figure 1. Mean comparisons of the interaction effects of evaluated treatments on plant height.
Means with the same letter are not significant different at 5% of probability level based on LSD test.

نتایج مطالعات محققین نشان داد که اصولاً علت افزایش ارتفاع در اثر کاربرد کود ازته را می‌توان به اثر تشدید کنندگی نیتروژن در رشد رویشی و تقسیمات سلولی در اندام‌های گیاه به خصوص ساقه نسبت داد. همچنین باید اشاره کرد که در اثر مصرف نیتروژن، وزن برگ و ساقه افزایش می‌یابد و به دنبال این امر، انتظار می‌رودکه مواد فتوسنتزی بیشتری توسط گیاه تولید شود که این امر شرایط مناسب‌تری را برای طویل شدن ساقه فراهم می‌کند. در واقع نیتروژن کافی در گیاه، سبب افزایش رشد رویشی به ویژه رشد و تکثیر سلول‌های گیاهی در اندامی مانند ساقه شده و با افزایش فاصله میانگره، منجر به افزایش طول گیاه می‌شود. بنابراین، از آن‌جا که کمبود عناصر غذایی، یکی از عوامل اصلی در تعیین اندازه ارتفاع گیاه است، به نظر می‌رسد که تیمار شاهد به علت کمبود موادغذایی، از رشد کمتری برخوردار بوده است و دسترسی گیاه به آب و عناصر غذایی کافی به خصوص نیتروژن، از طریق تأثیر بر روی تقسیم و بزرگ شدن سلول‌ها، در افزایش ارتفاع بوته بسیار مؤثر است (Pouryousef *et al*., 2010).

تعداد شاخه فرعی

مقایسه میانگین اثرات متقابل تاریخ کاشت و کود بر

تعداد شاخه فرعی نشان داد که بیشترین مقدار این صفت از تاریخ کاشت ۳۱ فروردین با تیمار ۲۵ درصد کود اوره+ ۷۵ درصد دامی و کمترین آن از تاریخ کاشت ۱۳ خرداد با تیمار شاهد (عدم مصرف کود) به‌دست آمد (شکل ۲) که نتیجه این مطالعه با نتایج دیگر محققان روی سرخارگل همسو بود (Asadi Sanam *et al*., 2015). ارزیابی‌ها نشان می‌دهد که احتمالاً مناسب بودن شرایط محیطی به‌ویژه نور و دما در تاریخ کاشت فروردین باعث شده است که گیاه، تعداد انشعابات بیشتری تولید کند. کاهش تعداد شاخه فرعی در تاریخ کاشت خرداد را می‌توان به افزایش دما طی دوره رشد گیاه و طویل شدن روزها نسبت داد که کوتاه شدن دوره رشد رویشی، کاهش یافتن تولید شاخه‌های فرعی، کم شدن سطح فتوسنتز کننده گیاه و کاهش پتانسیل تولید مواد فتوسنتزی را در پی داشته است. با مطالعه سه تاریخ کاشت ۲۲ فروردین، دوم و ۱۳ اردیبهشت، بیشترین تعداد شاخه فرعی در تاریخ کاشت اول گزارش شد (Kapoor *et al*., 2009).آن‌ها همچنین بیان کردند که به دلیل کاربرد کود اوره و عرضه سریع‌تر عناصر مورد نیاز گیاه توسط این کود در اوایل رشد، رشد ریشه افزایش یافت که در نهایت سبب افزایش تعداد ساقه فرعی شد. از جمله اثرات کودهای دامی می‌توان به افزایش ظرفیت نگهداری موادغذایی و فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک اشاره کرد که در تیمار تلفیقی کود دامی در آن توانسته چنین شرایطی را فراهم کند و در نهایت به دلیل قرار گرفتن در شرایط تغذیه‌ای مناسب، سبب افزایش رشد گیاه و در نهایت افزایش تعداد شاخه فرعی در بوته می‌شود.



Interaction effect of fertilizer treatments and planting date

شکل ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای مورد بررسی بر تعداد شاخه فرعی.

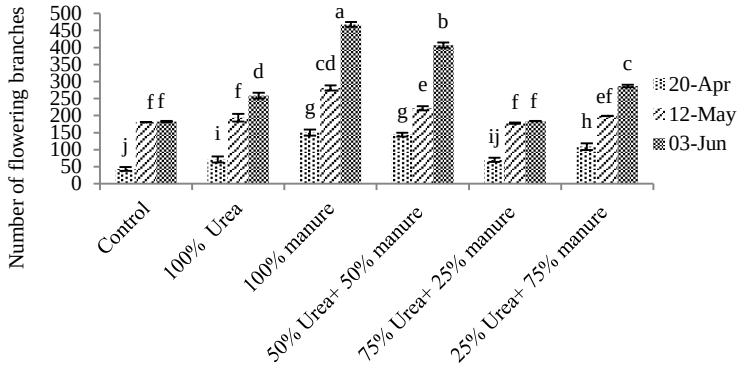
میانگین‌های دارای حروف مشابه، فاقد تفاوت آماری معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد براساس آزمون LSD می‌باشند.

Figure 2. Mean comparisons of the interacti on effects of evaluated treatments on the branch numbers. Means with the same letter are not significant different at 5% of probability level based on LSD test.

تعداد سرشاخه گلدار

بیشترین تعداد سرشاخه گلدار در تاریخ کاشت ۱۳ خرداد با تیمار ۱۰۰ درصد دامی و کمترین آن در تاریخ کاشت ۳۱ فروردین با تیمار شاهد (عدم مصرف کود) مشاهده شد (شکل ۳). در تحقیقی دیگر نیز بیشترین تعداد سرشاخه گلدار روی بادرشبو، در تیمار کود دامی مشاهده شد (Badalzadeh *et al*., 2016). نتایج دیگر محققان نشان داد که در تاریخ کاشت خرداد، طول دوره رشد رویشی کوتاه‌تر بود و از رشد رویشی گیاه کاسته شد؛ رشد زایشی زودتر آغاز گشت و در نهایت تعداد سرشاخه گلدار بیشتر شد. با بررسی روی گل‌گاوزبان نیز بیشترین تعداد سرشاخه گلدار در تاریخ کاشت اردیبهشت مشاهده شد. به‌نظر می‌رسد که مساعد بودن شرایط محیطی و دمایی در این تاریخ

کاشت، باعث افزایش سطح فتوسنتز، رشد رویشی و تعداد سرشاخه گلدار در گیاه شده است (Mahmoudi sourestani *et al*., 2016). همچنین ارزیابی‌ها نشان داد که فرآیند رشد گیاه، به میزان زیادی وابسته به محتوای رطوبتی گیاه است، بنابراین به‌نظر می‌رسد که با افزایش میزان کود دامی و بهبود شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک از جمله ظرفیت نگهداری آب خاک، گیاه با خشکی کمتری مواجه بوده است و باعث افزایش رشد رویشی و در نهایت افزایش تعداد سرشاخه گلدار می‌شود. نتایج همبستگی صفات مورد مطالعه نیز نشان داد که تعداد سرشاخه گلدار، همبستگی منفی و معنی‌داری با تعداد شاخه فرعی (r=-۰/۳۵) در سطح آماری یک درصد و همبستگی مثبت و معنی‌داری با ارتفاع بوته (r=۰/۲۳) در سطح آماری پنج درصد داشت (جدول ۴).



Interaction effects of fertilizer treatments and planting date

شکل ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای مورد بررسی بر تعداد سرشاخه گلدار.

میانگین‌های دارای حروف مشابه، فاقد تفاوت آماری معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد براساس آزمون LSD می‌باشند.

Figure 3. Mean comparisons of the interaction effects of evaluated treatments on the of flowering branches.

Means with the same letter are not significant different at 5% of probability level based on LSD test.

جدول ۴- ضرایب همبستگی صفات مورد مطالعه تحت تأثیر تیمارهای مورد بررسی.

Table 4. Correlation coefficients of the studied traits under the effect of evaluated treatments.

Treatment	Plant height	Number of branches	Number of flowering branches	Biological yield	RWC	CMS	Essential oil content	Essential oil yield
Plant height	1							
Number of branches	0.21 ^{ns}	1						
Number of flowering branches	0.23*	-0.35**	1					
Biological yield	0.08 ^{ns}	-0.09 ^{ns}	0.83 **	1				
RWC	0.36**	-0.05 ^{ns}	0.16 ^{ns}	0.06 ^{ns}	1			
CMS	0.08 ^{ns}	-0.17**	0.61**	0.40**	0.01 ^{ns}	1		
Essential oil content	0.48 **	0.09 ^{ns}	0.29*	0.27*	-0.12 ^{ns}	0.06 ^{ns}	1	
Essential oil yield	0.15 ^{ns}	-0.11 ^{ns}	0.78**	0.83**	-0.002 ^{ns}	0.39**	0.72**	1

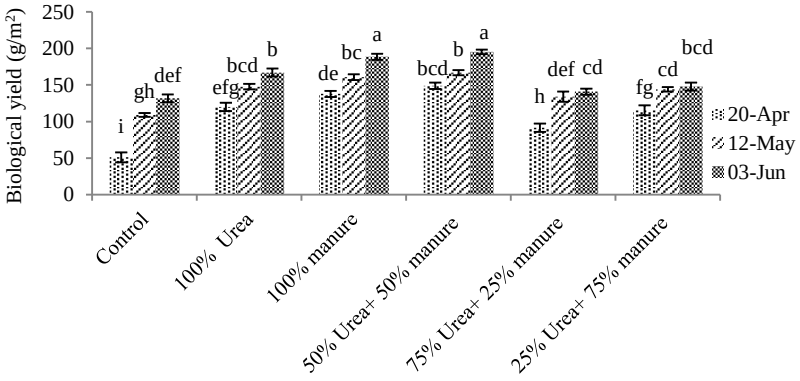
^{ns}، * و **: به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

^{ns}, * and **: Non significant and significant at 5% and 1% of probability levels, respectively.

عملکرد زیستی

بیشترین مقدار عملکرد زیستی در تاریخ کاشت ۱۳ خرداد با تیمار ۵۰ درصد کود اوره + ۵۰ درصد دامی و کمترین آن در تاریخ کاشت ۳۱ فروردین با تیمار شاهد (عدم مصرف کود) به‌دست آمد (شکل ۴). در تاریخ کاشت ۱۳ خرداد، عملکرد زیستی نسبت به ۳۱ فروردین ۴۶٪ افزایش داشت. علت افزایش عملکرد زیستی در تاریخ کاشت ۱۳ خرداد به این دلیل بود کاهش تعداد بوته در واحد سطح بر اثر عدم سبزی یکنواخت بذرها، فضا و موادغذایی بیشتری در اختیار گیاه گذاشت و امکان افزایش تعداد برگ در بوته و عملکرد زیستیی آن‌ها را فراهم نمود. از طرفی با توجه

به مساعد بودن شرایط محیطی به‌ویژه نور و درجه حرارت و بیشتر بودن طول دوره رشد، گیاه از این شرایط بهتر استفاده نمود و تولید مواد فتوسنتزی را افزایش داد. همچنین به دلیل جذب مؤثرتر نور خورشید از طریق افزایش سطح برگ، میزان فتوسنتز افزایش یافت و در نهایت با افزایش زیست توده، باعث افزایش عملکرد زیستی شد. مطالعه دیگر محققان روی مرزه خوزستانی نیز حاکی از آن بود که بیشترین عملکرد زیستی در تیمار ۵۰ درصد کود اوره + ۵۰ درصد دامی مشاهده شد (Ghosh *et al*., 2014). نتایج مطالعه روی مرزه تابستانه با سه تاریخ کاشت ۲۲ فروردین، دوم و ۱۳ اردیبهشت نشان داد که بیشترین عملکرد زیستی در تاریخ کاشت سوم مشاهده شد (Kapoor *et al*., 2009). همچنین به‌نظر می‌رسد که کودهای دامی، اکثر عناصر مورد نیاز گیاه را به نسبتی که جذب می‌کند، دارا هستند و با دارا بودن عناصر پرمصرف و به مقدار کمتری ریزمغذی‌ها، خاک را در دراز مدت در جهت تعادل پیش خواهند برد. نتایج همبستگی صفات مورد مطالعه نشان داد که عملکرد زیستی، همبستگی مثبت و معنی‌داری با تعداد سرشاخه گلدار (r=۰/۸۳) در سطح آماری یک درصد داشت (جدول ۴). بررسی روی مرزه (*Satureja hortensis* L.)، همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد زیستی با تعداد سرشاخه گلدار و تعداد شاخه فرعی گزارش نشان داد(Ghosh *et al*., 2014).



Interaction effects of fertilizer treatments and planting date

شکل ۴- اثر متقابل تیمارهای مورد بررسی بر عملکرد زیستی.

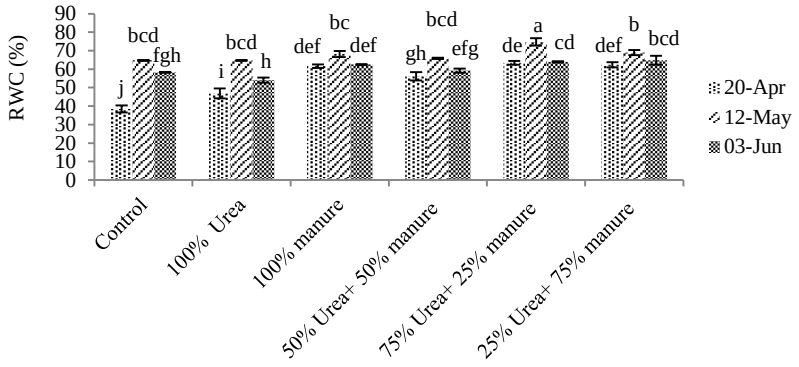
میانگین‌های دارای حروف مشابه، فاقد تفاوت آماری معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد براساس آزمون LSD می‌باشند.

Figure 4. Mean comparisons of the interaction effects of evaluated treatments ion biological yield. Means with the same letter are not significant different at 5% of probability level based on LSD test.

میزان نسبی آب برگ (RWC)

مقایسه میانگین اثرات متقابل تاریخ کاشت و کود بر میزان نسبی آب برگ نشان داد که بیشترین مقدار این صفت از تاریخ کاشت ۲۲ اردیبهشت با تیمار ۷۵ درصد کود اوره + ۲۵ درصد دامی و کمترین آن از تاریخ کاشت ۳۱ فروردین با تیمار شاهد (عدم مصرف کود) به‌دست آمد (شکل ۵). در واقع در تاریخ کاشت ۲۲ اردیبهشت، میزان نسبی آب برگ نسبت به ۳۱ فروردین ۲۳ درصد افزایش داشت. با توجه به شکل ۵، در زمان برداشت بوته‌هایی که در تاریخ کاشت ۲۲ اردیبهشت کاشته شده بودند، دما خنک‌تر از تاریخ کاشت ۳۱ فروردین بوده است و برگ‌ها آب کمتری از دست داده‌اند؛ نتیجه این پژوهش با نتایج مطالعات روی اسفرزه همسو بود (Afsharmanesh *et al*., 2015). این محققان بیان کردند که وجود کود دامی، باعث افزایش میزان رطوبت نسبی برگ می‌شود که علت این امر را می‌توان به همبستگی مثبت بین میزان رطوبت نسبی برگ با رطوبت خاک نسبت داد؛ از آن جهت که کود دامی باعث بهبود نگهداری آب در خاک و در نتیجه باعث افزایش میزان رطوبت آن شده است؛ این نتایج با نتایج بررسی روی گیاه گلرنگ هم‌خوانی دارد (Mirzakhani, 2011). نتایج همبستگی صفات

مورد مطالعه نیز نشان داد که میزان نسبی آب برگ، همبستگی مثبت و معنی‌داری با ارتفاع بوته (r=۰/۳۶) در سطح آماری یک درصد داشت (جدول ۴).



Interaction effects of fertilizer treatments and planting date

شکل ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای مورد بررسی بر میزان نسبی آب برگ.

میانگین‌های دارای حروف مشابه، فاقد تفاوت آماری معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد براساس آزمون LSD می‌باشند.

Figure 5. Mean comparisons of the interaction effects of evaluated treatments i on RWC.

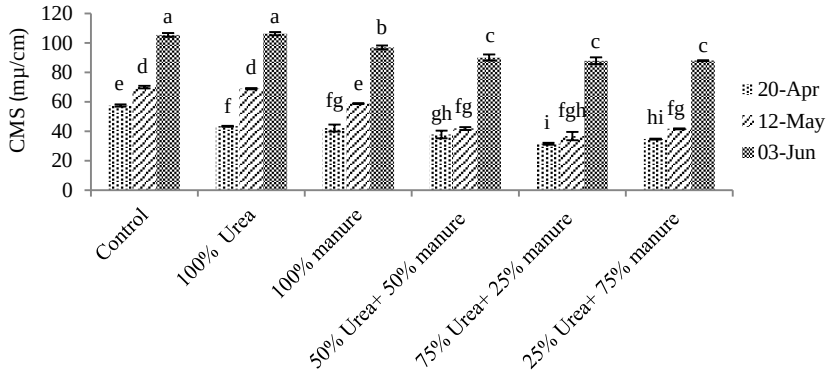
Means with the same letter are not significant different at 5% of probability level based on LSD test.

پایداری غشا (CMS)

تاریخ کاشت ۱۳ خرداد با تیمار شاهد، بیشترین و تاریخ کاشت ۳۱ فروردین با تیمار ۷۵ درصد کود اوره+ ۲۵ درصد دامی، کمترین پایداری غشا را به خود اختصاص دادند (شکل ۶). پایداری غشا در تاریخ کاشت ۱۳ خرداد نسبت به ۳۱ فروردین ۱۲۳ درصد افزایش داشت؛ به نظر می‌رسد در تاریخ کاشت ۱۳ خرداد، از آن‌جا که میانگین درجه حرارت در طول دوره رشد پایین بوده است، تخریب غشاهای زیستی صورت نگرفته است، در حالی‌که در تاریخ کاشت ۳۱ فروردین، میانگین درجه حرارت بالاتر بوده است که این دمای بالا، سبب تخریب غشاهای زیستی و در نهایت منجر به نشت و غیرفعال شدن پروتئین‌های غشا شده است. در واقع جهت مشاهده شرایط گیاه تحت تأثیر تاریخ کشت، حفظ سلول و بالا بردن پایداری گیاه در شرایط و زمان‌های مختلف کشت اندازه‌گیری پایداری غشا، دارای اهمیت است، زیرا با اندازه‌گیری پایداری غشا می‌توان به میزان تخریب غشای سلولی در اثر دمای بالا و نشت الکترولیت‌ها از داخل سلول به خارج از آن پی برد (Tadayon, 2014).

همچنین در تیمار شاهد نسبت به تیمارهای کودی، ۴۹ درصد افزایش در پایداری غشا مشاهده شد. ارزیابی‌ها نشان داد که با مصرف کود دامی، درصد رطوبت نسبی برگ‌ها افزایش یافت، بنابراین با افزایش میزان رطوبت نسبی برگ‌ها، فشار درون سلولی برای رشد سلول فراهم می‌شود که امکان اتساع دیواره سلولی را امکان‌پذیر می‌سازد و در نهایت باعث کاهش پایداری غشای سلول می‌شود تا زمینه برای رشد سلول به وجود آید. با توجه به این‌که از شرایط رشد سلول، فشار تورگر در حد ماکزیمم، شل شدن دیواره سلولی و رسوب‌گذاری در دیواره سلولی می‌باشد، بنابراین به نظر می‌رسد که با افزایش میزان کود دامی و بهبود شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک از جمله ظرفیت نگهداری آب در خاک، مواجه گیاه با شرایط خشکی کمتر شده است و تمایل کمتری به سرمایه‌گذاری برای افزایش پایداری غشا نشان می‌دهد. در واقع مصرف کودهای دامی باعث کاهش میزان فشردگی خاک و افزایش میزان تخلخل می‌شود که موجب بهبود ساختمان خاک، افزایش تهویه و ظرفیت نگهداری آب در خاک می‌شود؛ بدین ترتیب میزان آب قابل استفاده گیاه در خاک نیز افزایش می‌یابد. مجموعه عوامل گفته شده، سبب افزایش رشد و

گسترش ریشه و جذب عناصر غذایی و بهبود میزان پایداری غشا شود؛ نتایج این مطالعه با مطالعات دیگر محققان روی به لیمو همسو بود (Shadkam & Mohajeri, 2019). نتایج همبستگی صفات مورد مطالعه نیز نشان داد که پایداری غشاT همبستگی مثبت و معنی‌داری با تعداد سرشاخه گلدار (r=۰/۶۱) و عملکرد زیستی (r=۰/۴۰) در سطح آماری یک درصد و همبستگی منفی و معنی‌داری با تعداد شاخه فرعی (r=-۰/۷۱) در سطح آماری یک درصد داشت (جدول ۴).



Interaction effects of fertilizer treatments and planting date

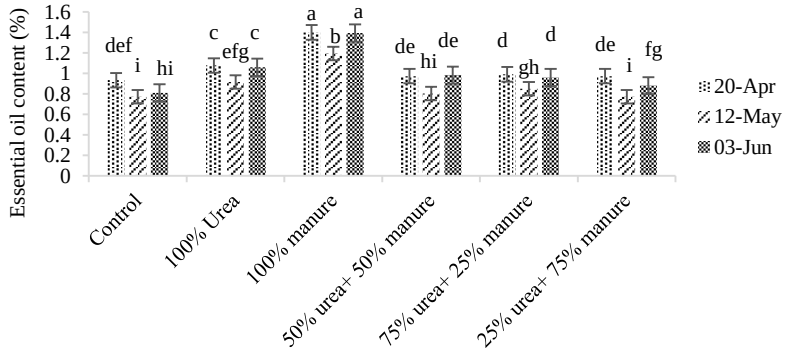
شکل ۶- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای مورد بررسی بر پایداری غشا.

میانگین‌های دارای حروف مشابه، فاقد تفاوت آماری معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد براساس آزمون LSD می‌باشند.

Figure 6. Mean comparisons of the interaction effects of evaluated treatments on CMS.
Means with the same letter are not significant different at 5% of probability level based on LSD test.

میزان اسانس

بیشترین میزان اسانس از تاریخ کاشت ۳۱ فروردین یا ۱۳ خرداد با تیمار ۱۰۰ درصد دامی و کمترین آن از تاریخ کاشت ۲۲ اردیبهشت با تیمار ۲۵ درصد کود اوره+ ۷۵ درصد دامی به‌دست آمد (شکل ۷) و در تاریخ کاشت ۳۱ فروردین نسبت به ۲۲ اردیبهشت، میزان اسانس ۱۹ درصد افزایش یافت.



Interaction effect of fertilizer treatments and planting date

شکل ۷- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای مورد بررسی بر میزان اسانس.

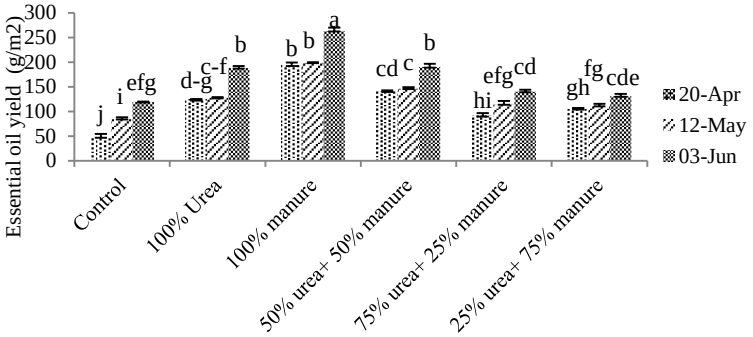
میانگین‌های دارای حروف مشابه، فاقد تفاوت آماری معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد براساس آزمون LSD می‌باشند.

Figure 7. Mean comparisons of the interaction effects of evaluated treatments on essential oil content.
Means with the same letter are not significant different at 5% of probability level based on LSD test.

به‌طور کلی می‌توان بیان نمود که تجمع مواد آلی در گل‌ها در تاریخ کاشت اول، بیشتر از تاریخ‌های کاشت بعدی بود و مدت زمان بیشتری برای تجمع مواد آلی در اختیار گیاه قرار می‌گیرد. از آن‌جا که اسانس‌ها جزئی از متابولیت‌های ثانویه گیاهی هستند و گیاه معمولاً در هنگام رویارویی با تنش محیطی، میزان متابولیت‌های ثانویه را در اندام‌های خود افزایش می‌دهد، به‌نظر می‌رسد که مواجه گیاه با تنش‌های گرمایی، باعث افزایش میزان اسانس در تاریخ کاشت فروردین شده است؛ نتیجه این پژوهش با مطالعات محققین روی بادرشبو همخوانی دارد (Yousefzadeh, 2017). دیگر محققان با مطالعه روی بابونه کبیر بیان کردند که در تیمار با کود دامی نیز میزان اسانس نسبت به شاهد ۵۸ درصد افزایش داشته است (*et al.*, Barreyro 2009). ارزیابی‌ها نشان داد که کود دامی به دلیل ظرفیت نگهداری آب در خاک، باعث افزایش رشد، عملکرد، کیفیت و میزان اسانس در گیاهان دارویی می‌شود. از طرفی، کود گاوی به دلیل داشتن موادغذایی مقوی می‌تواند میزان اسانس گیاه را از طریق رشد رویشی افزایش دهد. نتایج همبستگی صفات مورد مطالعه نیز نشان داد که میزان اسانس، همبستگی مثبت و معنی‌داری با ارتفاع بوته (r=۰/۴۸) در سطح احتمال یک درصد و همبستگی مثبت و معنی‌داری با تعداد سرشاخه گلدار (r=۰/۲۹) و عملکرد زیستی (r=۰/۲۷) در سطح آماری پنج درصد داشت (جدول ۴).

عملکرد اسانس

بیشترین عملکرد اسانس در تاریخ کاشت ۱۳ خرداد با تیمار ۱۰۰ درصد دامی و کمترین آن در تاریخ کاشت ۳۱ فروردین با تیمار شاهد (عدم مصرف کود) مشاهده شد (شکل ۸) و عملکرد اسانس در تاریخ کاشت ۱۳ خرداد نسبت به ۳۱ فروردین ۴۷ درصد افزایش داشت. مطالعات روی بادرشبو نشان دهنده بیشترین عملکرد اسانس در تاریخ کاشت سوم بود (Rahbarian *et al.*, 2015).



شکل ۸- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای مورد بررسی بر عملکرد اسانس.

میانگین‌های دارای حروف مشابه، فاقد تفاوت آماری معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد براساس آزمون LSD می‌باشند.

Figure 8. Mean comparisons of the interaction effects of evaluated treatments on the essential oil yield. Means with the same letter are not significant different at 5% of probability level based on LSD test.

در تیمار با کود دامی نیز عملکرد اسانس، ۱۶۰ درصد افزایش داشت که نتیجه حاضر با نتایج مطالعه روی بادرشبو مطابقت داشت (Rahbarian *et al.*, 2015). ارزیابی‌ها نشان داد که سطوح مختلف کود، یکی از عوامل تأثیرگذار برای دستیابی به شرایط مناسب در طول دوره رشد و نمو جهت رسیدن به حداکثر عملکرد کمی و کیفی در گیاهان دارویی می‌باشد. کاربرد کود، سبب برخورد مراحل رشد رویشی و زایشی گیاه با عناصر غذایی متفاوت می‌شود و از این طریق بر رشد، نمو و عملکرد گیاه تأثیر می‌گذارد. در این بین، کودهای دامی با توجه به داشتن مزایای زیاد نظیر نگهداری آب در خاک و داشتن موادغذایی مقوی می‌توانند میزان اسانس گیاه را از طریق افزایش رشد رویشی که بیشترین اسانس را دارد، افزایش دهند؛

تأثیر مثبت کود دامی در بهبود کیفیت گیاهان دارویی گزارش شده است (Mallanagouda, 2010). در واقع می‌توان بیان داشت که مصرف مقادیر مناسب کود دامی، از طریق تأثیر مثبت بر روی اجزای عملکرد اسانس، موجب افزایش آن می‌شود. همچنین به‌نظر می‌رسد که کود دامی به دلیل داشتن عناصر مغذی که ممکن است به تدریج و در اواخر رشد آزاد شده باشند، باعث افزایش میزان عملکرد اسانس شود. البته این کود نیز در اوایل رشد گیاه ،شرایط مساعدی از نظر نگهداری آب در اطراف محیط ریشه و بهتر کردن شرایط خاک جهت نفوذ ریشه به اعماق و اطراف را فراهم می‌کند که در رشد بسیار مؤثر است. در همین خصوص، در پژوهشی که با استفاده از مقادیر مختلف کود دامی روی علف لیمو صورت گرفت، مشاهده شد که مصرف ۱۵ تن کود دامی، موجب بهبود قابل ملاحظه عملکرد اسانس شد. محققان علت افزایش عملکرد اسانس گیاه بادرشبی را در اثر مصرف کودهای کمپوست، تسریع در متابولیسم واکنش‌ها و نیز تحریک آنزیم‌ها دانسته‌اند (Hussein *et al*., 2009). آن‌ها بیان داشتند که افزودن کود دامی به خاک، موجبات افزایش رشد اندام هوایی، تولید ماده خشک و در نتیجه بهبود عملکرد اسانس را نیز مهیا کرده است. نتایج همبستگی صفات مورد مطالعه نیز نشان داد که عملکرد اسانس، همبستگی مثبت و معنی‌داری با تعداد سرشاخه گلدار (r=۰/۷۸)، عملکرد زیستی (r=۰/۸۳)، پایداری غشا (r=۰/۳۹) و میزان اسانس (r=۰/۷۲) در سطح آماری یک درصد داشت (جدول ۴). مطالعات انجام شده روی بادرشبو، همبستگی مثبت و معنی‌داری را بین عملکرد زیستی و میزان اسانس نشان داد (Rahbarian *et al*., 2015).

نتیجه‌گیری کلی

بر اساس نتایج به‌دست آمده، تاریخ کاشت ۱۳ خرداد + ۱۰۰ درصد کود دامی، تیمار برتر این آزمایش بود. به‌نظر می‌رسد کود دامی، به علت ظرفیت نگهداری آب در خاک توانسته است این اثر مثبت را بر روی صفات بگذارد. کود دامی در خاک، ضمن تأمین مقادیر عناصر غذایی، باعث بهبود ساختمان خاک، آماده‌سازی بستر مناسب‌تر برای رشد ریشه، افزایش رشد سبزینه‌ای، بهبود کیفیت، افزایش عملکرد گیاهان زراعی، تعادل اسیدیته و حرارت خاک و افزایش فعالیت زیستی خاک می‌شود. همچنین کود دامی، حاوی عناصر ریزمغذی است که می‌تواند باعث بهبود کیفیت و تولید گیاهان دارویی شود. از طرفی امکان کاربرد تلفیقی کودهای دامی و شیمیایی در راستای کاهش مصرف کودهای شیمیایی وجود دارد، زیرا کاربرد همزمان کودهای شیمیایی با مواد آلی می‌تواند به‌عنوان سیستم مدیریتی صحیح و منطقی، علاوه بر صرفه جویی در مصرف کودهای شیمیایی و جلوگیری از اثرات زیان‌آور آن‌ها بر آب‌های سطحی و زیرزمینی، توازن تغذیه‌ای در گیاه را حفظ و عملکرد را بهبود بخشد. بنابراین از آن‌جا که مهم‌ترین دلیل کشت گیاهان دارویی، استحصال اسانس آن‌ها می‌باشد، بنابراین تاریخ کاشت ۱۳ خرداد به همراه کاربرد ۱۰۰ درصد کود دامی در شرایط مشابه توصیه شد.

REFERENCES

1. Abkar, A., Nabizadeh, E. & Roshdi, M. (2020). Study of yield and agronomic characteristics of Dracocephalum moldavica as affected by nitrogen level and micronutrients spraying. *Journal of Plant Ecophysiology*, 12(41), 108-119. (In Persian)
2. Afsharmanesh, A., Afsharmanesh, G. & Vakili Shahrbabaki, M. A. (2015). The effect of water deficit stress and manure on quantitative and qualitative yield and some characteristics of physiological (*Plantago Ovata* Forssk.). *Journal of New Finding in Agricultural*, 2(4), 327-337. (In Persian).
3. Asadi Sanam, A., Zavareh, M., Pirdashti, H., Sefidkon, F., Nematzadeh, G. A. & Hashempour, A. (2015). Changes in some biochemical characteristics of purple coneflower (*Echinacea purpurea* L.) medicinal plant in response to planting date and soil flooding duration. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 31(2), 315-331. (In Persian)
4. Badalzadeh, A., Rafieiolhosseini, M. Danesh shahraki, A. & Ghobadinia, M. (2016). The effect of water deficit and different levels of cattle manure, chemical fertilizers and their combination on yield

and some agromorghological characterictics of Moldavian balm medicinal plant. *Journal of Crops Improvement*, 8(1), 141-156. (In Persian)

5. Barreyro, R., Ringuelet, J. & Agicola, S. (2009). Nitrogen fertilization and yield in oregan (*Origanum xapplii*). *Cienciae Investigación Agrarian*, 32, 34-38.
6. Gholizadeh, A., Amin, M. S. M., Anuar, A. R., Esfahani, M. & Saberioon, M. M. (2010). The study on the effect of different levels of zeolite and water stress on growth, development and essential oil content of moldavian Balm (*Dracocephalum moldavica* L.). *American Journal of Applied Science*, 7(1), 33-37.
7. Ghosh, P. K., Ramesh, P., Bandyopadhyay, K. K., Tripathi, A. K., Hati, K. M., Misra, A. K. & Acharya, C. L. (2014). Comparative effectiveness of cattle manure, poultry manure, phosphor compost and fertilizer-NPK on three cropping systems in vertisols of semi-arid tropics. *Iranian Crop Yields and System Performance Bioresource Technology*, 95, 77-83.
8. Hussein, M. S. V., EL-sherbeny, M. Y., Khalil, N. Y., Naguib, N. & Aly, S. M. (2009). Growth characters and chemical constituents of *Dracocephalum moldavica* L. plants in relation to compost fertilizer and planting distance. *Scientia Horticulturae*, 108, 322-331.
9. Kapoor, R., Giri, B. & Mukerji, K. G. (2009). Improved growth and essential yield and quality in *Foeniculum vulgare* Mill. on mycorrhizal inoculation supplemented with P fertilizer. *Biosource Technology*, 93, 307-311.
10. Lee, J. (2010). Effect of application methods of organic fertilizer on growth, soil chemical properties and microbial densities in organic bulb onion production. *Scientia Horticulturae*, 124, 299-305.
11. Mahmoudi sourestani, M., Drikvandi, M., Chehrazi, M. & Jafari, A. A. (2016). Evaluation of growth, seed yield and oil quality and quality of some borage (*borago officinalis* L.) populations and cultivars under Ahvaz weather condition. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 32(4), 598- 610. (In Persian)
12. Mallanagouda, B. (2010). Effects of N-P-K and fym on growth parameters of onion garlic and coriander. *Journal of Medicinal and Aromatic Plant Science*, 4, 916- 918.
13. Mirzakhani, M. (2011). Effect of water stress and zeolite application on yield and yield components of safflower. *The First National Conference on New Topics in Agriculture*, Islamic Azad university of Saveh. (In Persian)
14. Mohammadpour, M., Ghasemmenejad, A., Lebaschy, M. H., Abbaszadeh, B. & Azadbakht, M. (2013). Effects of sowing date and plant density on morghological characteritics and yield of summer sarvory (*satureja hortensis* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 29(3), 621-534. (In Persian)
15. Naghibi, F., Mosaddegh, M., Motamed, S. M. & Ghorbani, A. (2012). Labiatea family in Folk medicine in Iran: from ethnobotany to pharmacology. *Journal Pharmaceutical*, 2, 63-79.
16. Porazizi, M. (2012). *The impact of integrated and conventional methods of fertilization on soil nitrogen mineralization, quantitiative and qualitative characteristics of Sorghum Sudonese*. MSc Master's degree in Agroecology, Faculty of Agriculture, Shahrekord University. (In Persian)
17. Pouryousef, M., Mazaheri, D., Chaiechi, M. R., Rahimi, A. & Tavakoli, A. (2010). Effect of different soil fertilizing treatments on some of agro morphological traits and mucilage of Isabgol (*Plantago ovata* Forsk). *Electrical Journal Crop Production*, 3, 193-213.
18. Rahbarian, P., Afsharmanesh, G. & Shirzadi, M. H. (2015). Effects of water deficit and on above ground dry matter and essential oil content of Dragonhead (*Dracocephalum Moldavica* L.) in Jeroft Iran. *Journal of Crop Ecophysiology* (*Agriculture Science*), 3(12), 55-64. (In Persian)
19. Santos, M. F., Mendonca, M. C., Carvalho Filho, J. L. S., Dantas, I. B., Silva-Mann, R. & Blank, A. F. (2012). Cattle manure and biofertilizer on the cultivation of lemon balm (*Melissa officinalis* L.). *Review Brasil Plant Medicine*, 11(4), 355-369.
20. Selim, S. M., Ebtsam, M. M. A., Tawfik, M. S. H. & Abou-Sreea, A. I. (2013). Effect of sowing date, sow spacing and biofertilizer on yield and oil quality of fennel plant (*Foeniculum vulgare* Mill.). *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 7(2), 882-894.
21. Shadkam, Z. & Mohajeri, F. (2019). The interaction between irrigation interval with manure and vermicompost on vegetative characteristics and yield of lemon verbena (*Lippia citriodora* L.). *Journal of Plant Production Science*, 9(1), 67-82. (In Persian)
22. Shafeei, S., Mojidian, M. & Mohsenabadi, GH. (2017). Nitrogen and manure application on seed yield and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill). Conference on organic vs. conventional agriculture, University of Mohaghegh Ardabili, Aguste 16^{th} -17^{th}.
23. Tadayon, M. R. (2014). *Physiological responses of plants to environmental stresses*. Shahrekord University publication, 214 pp. (In Persian)

24. Ullah, H. & Honermeier, B. (2013). Fruit yield, essential oil concentration and composition of three anise cultivars (*Pimpinella anisum* L.) in relation to sowing date, sowing rate and locations. *Industries Crops Prodoction*, 42, 489-499.
25. Yousefzadeh, S. (2017). Investigating the variation of essential oil content and composition of *Moldavian balm* in several areas of East and West Azarbaijan provinces. *Journal of Crop Production*, 10(1), 21-37. (In Persian)