

اثر کودهای دامی و شیمیایی روی رشد، عملکرد و اسانس *Dracocephalum kotschy Boiss.*

عسکر قنبری عدیوی^{۱*}، سینا فلاح^۲، مجتبی کریمی^۳ و زهرا لری گوئینی^۴

۱- نویسنده مسئول، دانشجوی دکتری زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران، پست الکترونیک: askarghanbariodivi@gmail.com

۲- استاد، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

۳- استادیار، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

۴- دانشیار، پژوهشکده علوم پایه سلامت، مرکز تحقیقات گیاهان دارویی، دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد، شهرکرد، ایران

تاریخ پذیرش: خرداد ۱۴۰۰

تاریخ اصلاح نهایی: خرداد ۱۴۰۰

تاریخ دریافت: اسفند ۱۳۹۹

چکیده

به منظور ارزیابی پاسخ تولید زرین گیاه (*Dracocephalum kotschy Boiss.*) به کودهای دامی و شیمیایی آزمایشی به صورت اسپلت پلات در زمان با سه تکرار در سالهای ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل شاهد (بدون کود)، کود شیمیایی، و سطوح مختلف (۱۰۰، ۱۴۳ و ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) از هر یک از کودهای مرغی (PM_{100} ، PM_{143} ، PM_{250})، گوسفندی (SM_{100} ، SM_{143} ، SM_{250}) و گاوی (CM_{100} ، CM_{143} ، CM_{250}) بودند. صفات شامل رنگیزه‌های فتوسنتزی، شاخص سطح برگ، زیست توده گیاهی و درصد و عملکرد اسانس بررسی شدند. اثر کود، چین و اثر متقابل کود در چین بر همه صفات معنی دار شد. در چین اول، تیمار PM_{250} رنگدانه‌های فتوسنتزی بیشتری در مقایسه با کود شیمیایی تولید نمود. همچنین، تیمارهای SM_{100} و CM_{100} ، کلروفیل a و کلروفیل کل بالاتری را در مقایسه با کود شیمیایی موجب شدند. در چین دوم، میانگین رنگدانه‌های فتوسنتزی در تیمارهای کود دامی بر کود شیمیایی برتری نداشت. در چین اول، سطح بالای انواع کودهای دامی شاخص سطح برگ بالاتری در مقایسه با کود شیمیایی داشتند ولی در چین دوم، سطح متوسط و بالای کود مرغی و سطح بالای کود گوسفندی دارای این برتری بودند. در چین اول، همه تیمارهای کودهای دامی به استثنای CM_{100} زیست توده گیاهی مشابه با کود شیمیایی تولید کردند ولی در چین دوم، تیمار PM_{143} زیست توده بالاتری در مقایسه با کود شیمیایی تولید نمود. در چین اول، میزان اسانس تیمار SM_{250} در مقایسه با کود شیمیایی برتری معنی داری داشت. در چین اول، بیشترین عملکرد اسانس با سطح بالای انواع کودهای دامی به دست آمد اما در چین دوم، اختلاف معنی داری بین عملکرد اسانس سطوح مختلف کودهای دامی با کود شیمیایی مشاهده نشد. به طور کلی، نتیجه گیری می شود سطح بالای کود مرغی با ایجاد شرایط مطلوب رشد گیاهی جایگزین مطلوبی برای کود شیمیایی در کشت گیاه دارویی زرین گیاه به شمار می رود.

واژه‌های کلیدی: کود دامی، نیتروژن، فتوسنتز، اسانس.

مقدمه

بادرنجبویه دنیایی شناخته شده، گیاه علفی بومی ایران و در معرض خطر می باشد (Fattahi et al., 2016) که عمدتاً در

زرین گیاه (*Dracocephalum kotschy Boiss.*) یا

عملکرد محصول نیز با استفاده منظم از کود دامی در همان مزرعه افزایش می‌یابد (Jiang *et al.*, 2006) و اغلب کارایی این کود در مزارع با سابقه طولانی مدت اصلاح مواد آلی خاک در مقایسه با کودهای غیر آلی مشابه است (Edmeades, 2003).

از آنجا که رویکرد جهانی در تولید گیاهان دارویی به سمت کشت ارگانیک و تولید عاری از اثرهای جانبی مواد شیمیایی است، بنابراین به نظر می‌رسد کاربرد کودهای آلی دارای بیشترین تطابق با اهداف تولید این محصولات بوده و بالا رفتن عملکرد کمی و کیفی این گیاهان را به همراه دارد (Ratti *et al.*, 2001). چالش اصلی زراعی در رابطه با جایگزینی کود شیمیایی با کودهای دامی این است که موادمغذی حاصل از کودهای آلی باید طی دوره رشد محصول معدنی شوند که در این مورد گیاهان دارویی چندساله که اغلب دارای چند چین هستند کمتر مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. از این رو هدف از این تحقیق مقایسه کودهای دامی با کود شیمیایی در تولید گیاه دارویی زین گیاه بود.

مواد و روش‌ها

به منظور مقایسه کودهای دامی (گاوی، گوسفندی و مرغی) با کود شیمیایی در تولید اسانس زین گیاه آزمایشی مزرعه‌ای طی سال‌های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ در شهرستان کوه‌رنگ (طول و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۲۹ دقیقه شمالی و ۵۰ درجه و ۱۶ دقیقه شرقی و ارتفاع از سطح دریا ۲۲۳۴ متر) اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل سه سطح کود مرغی (۱۰۰، ۱۴۳ و ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار؛ PM₁₀₀، PM₁₄₃، PM₂₅₀)، سه سطح کود گوسفندی (۱۰۰، ۱۴۳ و ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار؛ SM₁₀₀، SM₁₄₃، SM₂₅₀)، سه سطح کود گاوی (۱۰۰، ۱۴۳ و ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار؛ CM₁₀₀، CM₁₄₃، CM₂₅₀) و همچنین تیمار کودشیمیایی (CF) و عدم مصرف کود (C) به ترتیب به عنوان شاهد مثبت و منفی بودند. خصوصیات شیمیایی کودهای آلی مورد استفاده در جدول ۱ و خصوصیات خاک مزرعه مورد آزمایش در جدول ۲ مشاهده می‌شود.

مناطق شمالی و مرکزی ایران و در ارتفاع ۲۰۰۰ تا ۳۰۰۰ متر مناطق کوهستانی رشد می‌کند (Fattahi *et al.*, 2013). این گیاه برای درمان انواع بیماری‌ها مانند سردرد، احتقان، معده و اختلالات کبدی مورد استفاده قرار گرفته است (Dorosti & Jamshidi, 2016) و به طور کلی خواص مختلفی مانند ضد فشار خون (Sajjadi *et al.*, 1998)، تنظیم‌کننده سیستم ایمنی (Amirghofran *et al.*, 2000)، ضد درد (Golshani *et al.*, 2004) و اثرهای سمّیت سلولی (Jahani *et al.*, 2005)، ضد جهش‌ها، آنتی‌اکسیدان، ضد عفونی‌کننده (Dastmalchi *et al.*, 2007)، درمان‌کننده دندان درد و سرماخوردگی و همچنین ضد ماتیسم، ضد تومور و ضد اسپاسم دارد (Fattahi *et al.*, 2013).

برداشت بیش از حد زین گیاه در مناطق رویش و کشت محدود آن در اراضی زراعی دلیلی است که در لیست گیاهان در معرض خطر قرار گرفته است (Fattahi *et al.*, 2013). از سویی متأسفانه برداشت آن قبل از رسیدگی دانه انجام می‌شود که منجر به کاهش تکثیر و جمعیت وحشی آن شده است (Abbad *et al.*, 2011). از آنجا که بخش دارویی این گیاه پیکر رویشی است، به طور مسلم تغذیه و جذب مناسب عناصر غذایی نقش زیادی در بالا رفتن عملکرد محصول و کیفیت آن دارد (Saleh Rastin, 2001). پیکر رویشی زین گیاه، حاوی اسانس زرد رنگ و بسیار معطر است که ترکیب‌هایی مانند لیمونین، آلفا-تریپنول، ورنون و کاریوفیلین اجزای اصلی آن می‌باشد (Fallah *et al.*, 2020). یکی از ارکان اصلی در کشاورزی پایدار استفاده از کودهای آلی در سیستم‌های کشت با هدف حذف یا کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی است (Wortman *et al.*, 2017). این کودها اغلب از طریق بهبود خصوصیات شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی به عنوان ابزاری برای ساخت کیفیت خاک استفاده می‌شوند (Wortman *et al.*, 2017). استفاده از کود دامی در خاک‌های زراعی می‌تواند منجر به افزایش طولانی مدت موادمغذی ضروری گیاه مانند فسفر، پتاسیم و منیزیم (Wortman *et al.*, 2017)، افزایش محتوای مواد آلی خاک، پایداری خاکدانه‌ها و افزایش ظرفیت نگهداری آب (Diacono & Montemurro, 2010) و فراوانی فعالیت میکروبی شود (Pérez *et al.*, 2006).

جدول ۱- خصوصیات شیمیایی کودهای دامی مورد استفاده

کود گاوی	کود گوسفندی	کود مرغی	واحد	ویژگی
۷/۹	۷/۹۲	۶/۷۱	-	pH
۱/۹۸	۴/۳۸	۴/۷۵	dS/m	EC
۱۹/۵	۱۷/۵	۳۱/۲	%	OC
۲/۳۲	۲/۶۴	۴/۵	%	N
۰/۵۶	۰/۵۹	۱/۷۱	%	P
۰/۶۲	۱/۲۵	۰/۹۸	%	K
۱۷۱۸	۳۸۱۲	۱۴۷۵	mg/kg	Fe
۲۰۶	۱۲۰	۴۲۵	mg/kg	Zn
۵۱/۷۲	۲۸/۱۲	۱۱۷	mg/kg	Cu
۲۲۰	۳۳۱	۴۹۳	mg/kg	Mn

میزان نیتروژن موجود در کود دامی و کارایی تبدیل آن مقادیر کود دامی برای هر کرت آزمایشی انجام شد. در تیمار کود شیمیایی، میزان ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از منبع اوره و ۱۰۰ کیلوگرم فسفر در هکتار از منبع سوپرفسفات تریپل مصرف شد.

آزمایش به صورت طرح اسپلت پلات در واحد زمان با سه تکرار اجرا شد. هر کرت شامل ۶ خط کاشت به طول ۳ متر بود. سطوح کودی این تحقیق پس از تعیین میزان کود نیتروژن آنها مشخص گردید. به طوری که ابتدا نمونه هر یک از کودهای دامی مورد استفاده آنالیز شد و بعد براساس

جدول ۲- خصوصیات خاک مزرعه مورد آزمایش

پتاسیم قابل دسترس	فسفر قابل دسترس	نیتروژن کل	کربن آلی	EC (dS/m)	pH	بافت خاک
۳۲۰	۸	۰/۰۸	۰/۷۶	۰/۷۶	۷/۷۵	رسی

اردیبهشت سال دوم اعمال شد. صفات اندازه گیری شده عبارت از: رنگدانه های فتوسنتزی، شاخص سطح برگ، زیست توده گیاهی، میزان اسانس و عملکرد اسانس بودند. اندازه گیری مقدار رنگیزه های فتوسنتزی در تاریخ های ۱۳۹۸/۰۳/۲۷ و ۱۳۹۸/۰۵/۲۵ شامل کلروفیل a، b، و کلروفیل کل با استفاده از روش Lichtenthaler (۱۹۸۷)

برای کاشت ابتدا نشاء گیاه زوفا از شرکت گیاهان دارویی چوبلان تهیه شد و بعد در اردیبهشت ماه ۱۳۹۷ در کرت های آزمایشی آماده شده کاشته شدند. آبیاری گیاهان به وسیله تیپ و براساس شرایط محیطی انجام گردید. وجین علف های هرز به صورت دستی انجام شد. از آنجا که استقرار گیاهان چندساله در سال اول انجام می شود و رشد این گیاهان در سال اول نیز کم است، تیمارهای کودی در اول

موج‌های ۶۴۶/۸، ۶۶۳/۲ و ۴۷۰ نانومتر خوانده شد و غلظت رنگیزه‌ها بر حسب میکروگرم بر گرم وزن تر محاسبه گردید.

انجام شد. برای این منظور ۰/۲ گرم از برگ‌های فریز شده انتهای گیاه با ۱۵ میلی‌لیتر استون ۸۰٪ سائیده شده و پس از صاف کردن جذب آنها با اسپکتروفتومتر در طول

$$\text{Chl}_a (\mu\text{g/ml}) = 12.25 A_{663.2} - 2.79 A_{646.8} \quad \text{رابطه ۱}$$

$$\text{Chl}_b (\mu\text{g/ml}) = 21.21 A_{646.8} - 5.1 A_{663.2} \quad \text{رابطه ۲}$$

$$\text{Total Chl} (\mu\text{g/ml}) = 7.15 A_{663.2} + 18.71 A_{646.8} \quad \text{رابطه ۳}$$

خشک شدن کامل در سایه، آسیاب شده، برای استخراج اسانس توسط دستگاه کلونجر و با روش تقطیر با آب به مدت ۲ ساعت در یک مرحله مورد استفاده قرار گرفت (Fallah *et al.*, 2020).

عملکرد اسانس از حاصل ضرب محتوای اسانس گیاهان در وزن خشک مربوطه محاسبه شد (Fallah *et al.*, 2020). آنالیز واریانس داده‌های استخراج شده در این آزمایش توسط نرم‌افزار SAS-9 و مقایسه میانگین آنها توسط آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ انجام شد.

در تاریخ ۴ تیرماه (چین اول) و ۱۵ شهریور ماه (چین دوم)، گیاهان هر کرت پس از حذف اثر حاشیه‌ای از سطح زمین قطع شدند و برای اندازه‌گیری شاخص سطح برگ (LAI) نیز از نسبت سطح برگ (LA) به سطح زمین (DG) استفاده شد (Nathalie & Bréda, 2003).

$$\text{LAI} = (\text{LA} / \text{DG}) \quad \text{رابطه ۴}$$

برای اندازه‌گیری میزان اسانس (به روش حجمی)، ۱۰۰ گرم از سرشاخه‌های گلدار گیاه در زمان گلدهی، پس از

جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تأثیر تیمارهای کودی بر رنگدانه‌های فتوسنتزی زیرین گیاه

میانگین مربعات			درجه آزادی	منابع تغییر
کلروفیل کل	کلروفیل b	کلروفیل a		
۰/۴۲ns	۰/۰۰ns	۰/۴۳ns	۲	تکرار
۲/۸۲**	۰/۳۲**	۱/۶۸**	۱۰	کود
۰/۱۲	۰/۰۳	۰/۱۰	۲۰	خطای اصلی
۹۴/۷۱**	۱۰/۲۳**	۴۲/۶۶**	۱	چین
۲/۴۷**	۰/۳۱**	۱/۳۰**	۱۰	تیمار×چین
۰/۱۵	۰/۰۱	۰/۱۷	۲	تکرار×چین
۰/۱۹	۰/۰۳	۰/۱۵	۲۰	خطای آزمایش
۷/۰	۸/۴	۹/۰		ضریب تغییرات (%)

ns: غیرمعنی دار و * : معنی دار در سطح احتمال ۱٪

نتایج

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که میزان کلروفیل a تحت تأثیر اثرهای متقابل کود و زمان برداشت (چین) در سطح احتمال ۱٪ قرار گرفت (جدول ۳). در چین اول بجز کود مرغی که با افزایش مقدار کود میزان کلروفیل a افزایش یافت تیمارهای گوسفندی و گاوی با افزایش کود دامی

میزان کلروفیل a تغییر چندانی نداشت ولی در چین دوم در سه کود دامی با افزایش میزان کود دامی افزایش میزان کلروفیل a مشاهده گردید. میزان کلروفیل a در تیمار کود شیمیایی در چین اول در گروه‌های آماری پایین قرار گرفت ولی در چین دوم بیشترین میزان کلروفیل a را در بین تیمارها نشان داد (جدول ۴).

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل چین و کود بر رنگیزه‌های فتوسنتزی زیرین گیاه طی دو چین

کلروفیل کل	کلروفیل b	کلروفیل a	کود	چین
۵/۵fg	۱/۹ ef	۳/۶ g-i	PM ₁₀₀	چین اول
۸/۳bc	۲/۷ b	۵/۶ bc	PM ₁₄₃	
۹/۶ a	۳/۴ a	۶/۲ ab	PM ₂₅₀	
۹/۰ ab	۲/۵ bc	۶/۵ a	SM ₁₀₀	
۶/۹de	۱/۸ e-g	۵/۱ c-e	SM ₁₄₃	
۷/۵ cd	۲/۳ cd	۵/۳c-e	SM ₂₅₀	
۸/۲ bc	۲/۷b	۵/۵ b-d	CM ₁₀₀	
۷/۶ cd	۲/۵bc	۵/۱c-e	CM ₁₄₃	
۷/۳ cd	۲/۵bc	۴/۷ d-f	CM ₂₅₀	
۶/۹ de	۲/۳cd	۴/۶ ef	CF	
۵/۷fg	۲/۱ de	۳/۵ g-i	Control	
۴/۸ gh	۱/۶ f-h	۳/۳ hi	PM ₁₀₀	چین دوم
۵/۲ f-h	۱/۷ f-h	۳/۴ g-i	PM ₁₄₃	
۵/۵ fg	۱/۷ f-h	۳/۹ f-h	PM ₂₅₀	
۴/۴ h	۱/۴ h	۳/۰ i	SM ₁₀₀	
۵/۰ f-h	۱/۵ gh	۳/۴ g-j	SM ₁₄₃	
۵/۳ f-h	۱/۷ f-h	۳/۵ g-i	SM ₂₅₀	
۴/۹ f-h	۱/۵ gh	۳/۴ g-i	CM ₁₀₀	
۵/۳ f-h	۱/۷ f-h	۳/۶ g-i	CM ₁₄₃	
۴/۹ f-h	۱/۵ gh	۳/۴ g-i	CM ₂₅₀	
۵/۹ ef	۱/۷ f-h	۴/۲ fg	CF	
۴/۸ gh	۱/۸ e-g	۳/۰ i	Control	

در هر ستون و در هر چین، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک براساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری با هم ندارند. PM₁₀₀، PM₁₄₃ و PM₂₅₀: به ترتیب کود مرغی براساس ۱۰۰، ۱۴۳ و ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار؛ SM₁₀₀، SM₁₄₃ و SM₂₅₀: به ترتیب کود گوسفندی براساس ۱۰۰، ۱۴۳ و ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار؛ CM₁₀₀، CM₁₄₃ و CM₂₅₀: به ترتیب کود گاوی براساس ۱۰۰، ۱۴۳ و ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار؛ CF: کود شیمیایی، Control: بدون کود

شد (جدول ۴).

اثرهای اصلی کود و چین و همچنین اثر متقابل کود در چین بر میزان کلروفیل کل در سطح احتمال ۱٪ معنی دار شد (جدول ۳). در چین اول فقط تیمارهای کود مرغی با افزایش میزان کود افزایش معنی دار میزان کلروفیل کل را گزارش کردند. در حالی که در چین دوم تیمارهای کود مرغی و گوسفندی شامل این افزایش معنی دار شدند. بیشترین میزان کلروفیل کل در چین اول و در تیمارهای PM₂₅₀ و SM₁₀₀ به ترتیب با ۹/۶ و ۹/۰ میکروگرم بر میلی لیتر مشاهده شد (جدول ۴).

اثرهای کود، چین و اثر متقابل کود در چین بر میزان کلروفیل b در سطح احتمال ۱٪ معنی دار شد (جدول ۳). در بررسی تیمارهای آزمایشی در چین اول فقط تیمارهای کود مرغی با افزایش میزان کود مقدار کلروفیل b در آنها افزایش یافت و سایر تیمارها ثابت ماندند. اما در چین دوم این افزایش میزان کلروفیل با افزایش کود دامی شامل کودهای مرغی و گوسفندی شد. افزایش کودهای گاوی در هر دو چین سبب تغییر معنی دار در میزان کلروفیل b نشد. به طوری که بیشترین میزان کلروفیل b در چین اول و در تیمار PM₂₅₀ به میزان ۳/۴ میکروگرم بر میلی لیتر مشاهده

جدول ۵- تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای کودی بر شاخص سطح برگ، زیست توده گیاهی و اسانس گیاه زین گیاه

میانگین مربعات				درجه آزادی	منابع تغییر
عملکرد اسانس	میزان اسانس	زیست توده گیاهی	شاخص سطح برگ		
۶/۰۶ns	۰/۰۴ns	۲۳۸۴/۱ns	۰/۰۲ns	۲	تکرار
۱۸/۸۰**	۰/۱۴**	۳۲۲۱۰/۴**	۰/۱۱**	۱۰	کود
۲/۲۹	۰/۰۳	۲۳۹۲/۳	۰/۰۱	۲۰	خطای اصلی
۸۳/۲۶**	۲۸/۴۲**	۲۵۹۹۹۲۷**	۵/۶۷**	۱	چین
۷/۲۶**	۰/۰۸**	۱۱۱۸۳/۳**	۰/۰۳**	۱۰	تیمار×چین
۴/۳۸	۰/۰۵	۲۰۴۴/۶	۰/۰۱	۲	تکرار×چین
۲/۲۳	۰/۰۳	۲۱۷۴	۰/۰۰	۲۰	خطای آزمایش
۱۱/۳	۸/۳	۶/۲	۵/۶		ضریب تغییرات (%)

ns: غیرمعنی دار و **: معنی دار در سطح احتمال ۱٪

تیمارها با هم اختلاف معنی دار نشان ندادند. به نحوی که بیشترین میزان شاخص سطح برگ در چین اول در تیمار SM₂₅₀ به میزان ۱/۷۳ ثبت گردید (جدول ۶). تیمار کود شیمیایی در چین اول با سطوح پایین کود مرغی و گوسفندی و سطح متوسط کود گاوی مشابه بود و در چین دوم نیز بجز سطح بالای کود مرغی با سایر تیمارها مشابه بود (جدول ۶).

اثرهای اصلی کود، چین و اثر متقابل کود در چین بر میزان شاخص سطح برگ در سطح احتمال ۱٪ معنی دار شد (جدول ۵). بررسی داده‌های شاخص سطح برگ نشان داد در هر دو چین و هر سه نوع کود دامی با افزایش میزان کود دامی میزان شاخص سطح برگ افزایش یافت که این افزایش در تیمار SM₂₅₀ شیب بیشتری نسبت به سایر تیمارها داشت. در چین دوم بجز سطح متوسط کود مرغی سایر

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر متقابل چین و کود بر شاخص سطح برگ، زیست توده گیاهی و اسانس زرین گیاه طی دو چین

چین	کود	شاخص سطح برگ	زیست توده گیاهی	میزان اسانس	عملکرد اسانس
چین اول	PM ₁₀₀	۱/۳۴ d	۹۳۵ c	۱/۰۱ f	۹/۴ h
	PM ₁₄₃	۱/۴۳ b-d	۹۱۰ cd	۱/۳۱ d-f	۱۱/۹ d-h
	PM ₂₅₀	۱/۵۷b	۱۰۵۷ ab	۱/۳۰ d-f	۱۳/۷ b-f
	SM ₁₀₀	۱/۳۹ d	۹۸۵ a-c	۱/۲۰ d-f	۱۱/۸ d-h
	SM ₁₄₃	۱/۳۲d	۹۶۲ bc	۱/۲۲ d-f	۱۱/۸ d-h
	SM ₂₅₀	۱/۷۳ a	۱۰۵۳ ab	۱/۵۱ d	۱۶/۰ a-c
	CM ₁₀₀	۱/۰۵ ef	۷۵۷ ef	۱/۲۶ d-f	۹/۶ gh
	CM ₁₄₃	۱/۴۱cd	۹۲۵ cd	۱/۴۰ de	۱۲/۹ c-g
	CM ₂₅₀	۱/۵۴bc	۱۰۷۶ a	۱/۳۰ d-f	۱۳/۸ b-f
	CF	۱/۳۹d	۹۸۵ a-c	۱/۱۲ ef	۱۱/۰ f-h
Control	۱/۳۰ d	۸۲۳ de	۱/۳۸d-f	۱۱/۳ f-h	
چین دوم	PM ₁₀₀	۰/۷۷ h-j	۵۳۸ h-k	۲/۲۴c	۱۲/۰ d-h
	PM ₁₄₃	۱/۰۹ e	۶۸۹ fg	۲/۵۰bc	۱۷/۴ a
	PM ₂₅₀	۰/۹۵e-g	۶۴۰ gh	۲/۵۸a-c	۱۶/۵ ab
	SM ₁₀₀	۰/۷۲ ij	۵۱۵ i-k	۲/۲۵c	۱۱/۶ e-h
	SM ₁₄₃	۰/۷۱ ij	۵۱۹ i-k	۲/۹۱a	۱۵/۱ a-d
	SM ₂₅₀	۰/۹۱f-h	۵۵۵ h-j	۲/۴۳bc	۱۳/۴ b-f
	CM ₁₀₀	۰/۶۶ j	۴۷۵ jk	۲/۴۸ bc	۱۱/۸ d-h
	CM ₁₄₃	۰/۸۸gh	۵۷۹ h-j	۲/۹۰ a	۱۶/۸ ab
	CM ₂₅₀	۰/۸۴g-i	۵۸۸ g-i	۲/۷۷ab	۱۶/۳ a-c
	CF	۰/۷۹h-j	۵۵۸ h-j	۲/۶۶ab	۱۴/۸ a-e
Control	۰/۷۱ij	۴۴۶ k	۲/۷۰ ab	۱۲/۱ d-h	

در هر ستون و در هر چین، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک براساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری با هم ندارند. PM₁₀₀، PM₁₄₃ و PM₂₅₀: به ترتیب کود مرغی براساس ۱۰۰، ۱۴۳ و ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار؛ SM₁₀₀، SM₁₄₃ و SM₂₅₀: به ترتیب کود گوسفندی براساس ۱۰۰، ۱۴۳ و ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار؛ CM₁₀₀، CM₁₄₃ و CM₂₅₀: به ترتیب کود گاوی براساس ۱۰۰، ۱۴۳ و ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار؛ CF: کود شیمیایی، Control: بدون کود

(جدول ۶). بیشترین زیست توده گیاهی در چین اول در تیمارهای CM₂₅₀، PM₂₅₀ و SM₁₀₀ به ترتیب با ۱۰۷۶، ۱۰۵۷، ۱۰۵۳، ۹۸۵ و ۹۸۵ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد (جدول ۶). کود شیمیایی در چین اول از لحاظ زیست توده گیاهی با سطوح بالای کود دامی همتراز بود و

زیست توده گیاهی در سطح احتمال ۱٪ تحت تأثیر تیمار کودی، چین و اثرهای متقابل آنها قرار گرفت (جدول ۵). در چین اول با افزایش میزان کود دامی زیست توده گیاهی افزایش معنی‌دار داشت و در چین دوم بجز سطح متوسط کود مرغی سایر تیمارها در یک گروه آماری قرار گرفتند

فتوستنتز بالاتر در این کودهاست (Mirhashemi *et al.*, 2009). کودهای دامی از طریق فراهمی عناصر غذایی به ویژه نیتروژن باعث افزایش رشد رویشی گیاه می‌شوند و بالطبع افزایش شاخص سطح برگ و تراکم بیشتر کانوی را به دنبال دارد که سبب استفاده بهینه از انرژی نورانی و در نتیجه سنتز بیشتر مواد فتوستنتزی می‌شود (Rahimpour & Fallah, 2018). علاوه بر این، فسفر به عنوان اصلی‌ترین ترکیب برای تأمین انرژی، فسفولیپیدها، اسیدهای نوکلئیک و کوآنزیم‌ها است (Hafez & Mahmoud, 2009) و همچنین عناصر کم‌مصرفی که در کودهای دامی هستند نقش تعیین‌کننده‌ای در میزان رنگیزه‌های فتوستنتزی دارند (Fallah *et al.*, 2020). بنابراین کودهایی که دارای مقدار بیشتری مواد آلی با خاصیت تجزیه سریع هستند می‌توانند با سرعت بیشتری میزان نیتروژن و همچنین دیگر عناصر غذایی را در محیط ریزوسفر فراهم کنند (Fallah *et al.*, 2020). از این رو کودهای مرغی در مقایسه با دیگر کودها اثر بیشتری بر رشد و تولید اسانس زرین گیاه داشته است (جدول‌های ۴ و ۶). بنابراین به نظر می‌رسد در بین کودهای دامی مورد مطالعه، ابتدا کود مرغی و بعد کود گوسفندی و در نهایت کود گاوی سرعت تجزیه بیشتر و در دسترس قرار دادن عناصر در خدمت گیاه و محیط ریزوسفر را برای جذب گیاه داشته باشند. Wortman و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کردند که در ۹۶٪ از مزارعی که با کود دامی اصلاح شدند افزایش عملکرد مشاهده گردید. هر چند به دلیل آزاد شدن تدریجی عناصر غذایی در کودهای دامی استفاده از این کودها اغلب به عنوان یک سرمایه‌گذاری بلندمدت در افزایش کیفیت خاک و بهبود عملکرد محصول در نظر گرفته می‌شود، اما افزایش قابل توجه عملکرد در کوتاه‌مدت نیز مشاهده شد. Kandeel و همکاران (۲۰۰۲) نیز با مطالعه تأثیر کودهای آلی و غیرآلی و ترکیب آنها بر عملکرد و ترکیب‌های اسانس ریحان نشان دادند که ترکیب کودهای آلی و غیرآلی باعث افزایش عملکرد اسانس در مقایسه با گیاهانی شد که فقط با نیتروژن غیرآلی تغذیه شده بودند. بنابراین تعادل مواد مغذی در کودهای آلی فاکتور مهمی است که می‌تواند در رشد و نمو گیاه در

در چین دوم بجز سطح بالای کود گوسفندی با سایر تیمارها فاقد اختلاف معنی‌دار بود (جدول ۶).

کود، چین و اثر متقابل کود در چین تأثیر معنی‌داری بر میزان اسانس داشت (جدول ۵). در چین اول با افزایش کود دامی افزایش میزان اسانس مشاهده شد که این افزایش در تیمارهای کود مرغی و گاوی تا سطح متوسط مصرف کود و در تیمار کود گاوی تا سطح بالای آن مشاهده گردید. در چین دوم نیز سطوح متوسط کودهای دامی و میزان اسانس قابل ملاحظه و معنی‌دار گزارش شد.

نتایج تجزیه آنالیز واریانس نشان داد که میزان عملکرد اسانس تحت تأثیر اثرهای اصلی و متقابل کود و چین قرار گرفت (جدول ۵). در چین اول با افزایش مصرف کود دامی افزایش عملکرد اسانس در سطوح بالای کود مشاهده شد و در چین دوم سطوح متوسط کود دامی به همراه کود شیمیایی بیشترین عملکرد اسانس را نشان داد. بیشترین میزان عملکرد اسانس در چین دوم در تیمارهای PM_{143} ، CM_{143} و PM_{250} به ترتیب با $۱۷/۴$ ، $۱۶/۸$ و $۱۶/۵$ کیلوگرم در هکتار بدست آمد که بدون اختلاف معنی‌دار نسبت به همدیگر در گروه آماری برتر نسبت به سایر تیمارها قرار گرفتند (جدول ۶).

بحث

تأثیرپذیری آنزیم‌های فتوستنتزی و ساختار رنگدانه‌های فتوستنتزی از نیتروژن (جدول ۴) می‌تواند در شرایط استفاده از کود نیتروژن سبب افزایش میزان کلروفیل شود (Zhang & Li, 2003). از سویی، افزایش نیتروژن در گیاه سبب افزایش پروتوپلاسم و در نتیجه افزایش اندازه سلول و سطح برگ شده و در نهایت باعث افزایش فعالیت فتوستنتز می‌گردد (Arefi *et al.*, 2012). همچنین نیتروژن رها شده از کودهای مصرفی سبب بهتر و بیشتر شدن شاخص سطح برگ (جدول ۶) از طریق بالا بردن دوام سطح برگ و تأخیر در پیری برگها سبب افزایش ظرفیت فتوستنتزی می‌شود. توسعه سطح برگ تحت تأثیر تأمین عناصر غذایی گیاه نشان‌دهنده تولید بیشتر از طریق

کودهای شیمیایی توصیه می‌شود.

سیاسگزاری

بدین وسیله از مساعدت مالی مسئولان محترم دانشگاه شهرکرد در اجرای این پژوهش تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع مورد استفاده

- Abbad, A., Belaqqiz, R., Bekkouche, K. and Markouk, M., 2011. Influence of temperature and water potential on laboratory germination of two Moroccan endemic thymes: *Thymus maroccanus* Ball. and *Thymus broussonetii* Boiss. African Journal of Agricultural Research, 6(20): 4740-4745.
- 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.
- Amirghofran, Z., Azadbakht, M. and Karimi, M., 2000. Evaluation of the immunomodulatory effects of five herbal plants. Journal of Ethnopharmacology, 72: 157-171.
- Arefi, I., Kafi, M., Khazaei, H.R. and Banayan aval, M., 2012. Effect of nitrogen phosphorous and potassium fertilizer levels on yield, photosynthetic rate photosynthetic pigments, chlorophyll content, and nitrogen concentration of plant components of *Allium altissimum* Regel. Agroecology, 4(3): 207-214.
- Askary, M., Behdani, M.A., Parsa, S., Mahmoodi, S. and Jamialahmadi, M., 2018. Water stress and manure application affect the quantity and quality of essential oil of *Thymus daenensis* and *Thymus vulgaris*. Industrial Crops and Products, 111: 336-344.
- Dastmalchi, K., Dorman, H.G., Kosar, M. and Hiltunen, R., 2007. Chemical composition and in vitro antioxidant evaluation of a water soluble Moldavian balm (*Dracocephalum moldavica* L.) extract. Journal of Food Science and Technology, 40: 1655-1663.
- Diacono, M. and Montemurro, F., 2010. Long-term effects of organic amendments on soil fertility. A review. Agronomy for Sustainable Development, 30(2): 401-422.
- Dorosti, N. and Jamshidi, F., 2016. Plant-mediated gold nanoparticles by *Dracocephalum kotschyi* as anticholinesterase agent: synthesis, characterization, and evaluation of anticancer and antibacterial activity. Journal of Applied Biomedicine, 14(3): 235-245.

مقایسه با کود شیمیایی تأثیر بگذارد. از سوی دیگر، افزایش زیست‌توده گیاهی (جدول ۶) را می‌توان به تأثیر کود آلی نسبت داد که باعث بهبود خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک می‌شود. یعنی افزایش مواد آلی خاک، ظرفیت تبادل کاتیونی و ظرفیت نگهداری آب و در دسترس بودن مواد مغذی پرمصرف و کم‌مصرف و به‌نوبه خود باعث افزایش زیست‌توده گیاهی گیاه می‌شود (Samani et al., 2017). مواد آلی کودهای آلی با تغییر pH ریزوسفر، می‌توانند در دسترس بودن مواد مغذی (به‌ویژه فسفر) در ریزوسفر ریشه را بهبود بخشند، در حالی‌که این شرایط در تیمار کود شیمیایی ایجاد نمی‌شود (Salehi et al., 2018). Askary و همکاران (۲۰۱۸) گزارش کردند که استفاده از کود آلی زیست‌توده آویشن دنبایی و باغی را افزایش داده است. Fallah و همکاران (۲۰۲۰) نشان دادند که استفاده از کودهای آلی به‌طور قابل توجهی نسبت به کودهای شیمیایی زیست‌توده بادرشی را بهبود بخشید.

افزایش تولید اسانس ایجاد شده با استفاده از کودهای آلی را می‌توان به تجزیه سریع‌تر (Alizadeh et al., 2012) و تأمین بیشتر مواد مغذی مانند نیتروژن، فسفر و مواد مغذی ریز نسبت داد (جدول ۱). نیتروژن با افزایش میزان بازده زیست‌توده در واحد سطح، رشد سطح برگ و میزان فتوسنتز در این گیاهان، به‌طور کلی محتوای روغن و عملکرد را افزایش می‌دهد (Sangwan et al., 2001). افزایش عملکرد اسانس زرین‌گیاه تحت کاربرد کودهای آلی می‌تواند مربوط به دسترسی بیشتر و طولانی‌مدت مواد مغذی ضروری مانند نیتروژن، فسفر و ریزمغذی‌ها باشد. این کار باعث افزایش جذب مواد مغذی توسط گیاهان و منجر به تجمع زیست‌توده بالاتر و تولید بیشتر متابولیت‌های ثانویه می‌شود (Emami Bistgani et al., 2018).

به‌طوری کلی نتیجه‌گیری می‌شود که بالاترین سطح کود مرغی به دلیل فراهمی بیشتر عناصر پرمصرف و کم‌مصرف و جذب تدریجی آنها در طول دوره رشد عملکردی بهتر از سایر تیمارهای کود دامی و همچنین کود شیمیایی دارد. بنابراین برای تولید زرین‌گیاه در شرایط آب و هوایی مشابه با این آزمایش، کاربرد کود مرغی به‌عنوان جایگزین مناسب

- Mirhashemi, S., Koocheki, A., Parsa, M. and Nassiri-Mahallati, M., 2009. Evaluation the benefit of Ajowan and Fenugreek intercropping in different levels of manure and planting pattern. *Journal of Iranian Field Crop Research*, 7: 269-279.
- Nathalie, J. and Bréda, J., 2003. Ground based measurements of leaf area index: a review of methods, instruments and current controversies. *Journal of Experimental Botany*, 54: 2403-2417.
- Pérez, P.A., Edel-Hermann, V., Alabouvette, C. and Steinberg, C., 2006. Response of soil microbial communities to compost amendments. *Soil Biology and Biochemistry*, 38(3): 460-470, doi:10.1016/j.soilbio.2005.05.025.
- Rahimpour, M. and Fallah, S., 2018. Effect of organic and chemical fertilizers on growth and yield of green basil (*Ocimum basilicum* L.). *Journal of Agroecology*, 10(1): 146-159.
- Ratti, N., Kumar, S., Verma, H.N. and Gautam, S.P., 2001. Improvement in bioavailability of tricalcium phosphate to *Cymbopogon martinii* var. *motia* by rhizobacteria, AMF and *Azospirillum* inoculation. *Microbiological Research*, 156: 145-149.
- Sajjadi, S.E., Atar, A.M. and Yektaian, A., 1998. Antihyperlipidemic effect of hydroalcoholic extract, and polyphenolic fraction from *Dracocephalum kotschy* Boiss. *Pharmaceutica Acta Helvetiae*, 73(3): 167-170.
- Saleh Rastin, N., 2001. Biological fertilizers and their role in sustainable agriculture. *Collection of Researches on the Necessity of Industrial Production of Bio-fertilizers*, 1-54.
- Salehi, A., Mehdi, B., Fallah, S., Kaul, H.P. and Neugschwandtner, R.W., 2018. Productivity and nutrient use efficiency with integrated fertilization of buckwheatfenugreek intercrops. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 110(3): 407-425.
- Samani, J.D., Pirbalouti, A.G. and Malekpoor, F., 2017. Effect of organic and chemical fertilizers on growth parameters and essential oil of Iranian basil (*Ocimum basilicum* L.). *Journal of Crop Nutrition Science*, 3: 14-24.
- Sangwan, N.S., Farooqi, A.H.A., Shabih, F. and Sangwan, R.S., 2001. Regulation of essential oil production in plants. *Plant Growth Regulation*, 34: 3-21.
- Wortman, S.E., Holmes, A.A., Miernicki, E., Knoche, K. and Pittelkow, C.M., 2017. First-season crop yield response to organic soil amendments: A mMeta-analysis. *Agronomy Journal*, 109: 1210-1217.
- Zhang, F. and Li, L., 2003. Using competitive and facilitative interaction in intercropping systems enhances crops productivity and nutrient use efficiency. *Plant and soil*, 248: 305-312.
- Edmeades, D.C., 2003. The longterm effects of manures and fertilisers on soil productivity and quality: A review. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 66(2): 165-180.
- Emami Bistgani, Z., Siadat, S.A., Bakhshandeh, A., Ghasemi Pirbalouti, A., Hashemi, M., Maggi, F. and Reza Morshedloo, M., 2018. Application of combined fertilizers improves biomass, essential oil yield, aroma profile, and antioxidant properties of *Thymus daenensis* Celak. *Industrial Crops and Products*, 121: 434-440.
- Fallah, S., Mouguee, S., Rostaei, M., Adavi, Z., Lorigooini, Z. and Shahbazi, E., 2020. Productivity and essential oil quality of *Dracocephalum kotschy* under organic and chemical fertilization conditions: Biomass production and essential oil compositions of *Dracocephalum kotschy*. *Journal of Cleaner Production*, 255: 120189.
- Fattahi, M., Bonfill, M., Fattahi, B., Torras-Claveria, L., Sefidkon, F., Cusido, R.M. and Palazon, J., 2016. Secondary metabolites profiling of *Dracocephalum kotschy* Boiss. at three phenological stages using uni-and multivariate methods. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 3(4): 177-185.
- Fattahi, M., Nazeri, V., Torras-Claveria, L., Sefidkon, F., Cusido, R.M., Zamani, Z. and Palazon, J., 2013. Identification and quantification of leaf surface flavonoids in wildgrowing populations of *Dracocephalum kotschy* by LC-DAD-ESI-MS. *Food Chemistry*, 141(1): 139-146.
- Golshani, S., Karamkhani, F., Monsef-Esfehani, H.R. and Abdollahi, M., 2004. Antinociceptive effects of the essential oil of *Dracocephalum kotschy* in the mouse writhing test. *Journal Pharmacognosy Pharmaceutical A Sciences*, 7: 76-79.
- Hafez, M.A. and Mahmoud, A.R., 2009. Effect of natural and chemical phosphorus fertilization as individually and/or mixed on the productivity of eggplant. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 5(4): 344-348.
- Jahaniani, F., Ebrahimi, S.A., Rahbar-Roshandel, N. and Mahmoudian, M., 2005. Xanthomicrol is the main cytotoxic component of *Dracocephalum kotschyii* and a potential anti-cancer agent. *Phytochemistry*, 66(13): 1581-1592.
- Jiang, D., Hengsdijk, H., Dai, T.B., de Boer, W., Jing, Q. and Cao, W.X., 2006. Long-term effects of manure and inorganic fertilizers on yield and soil fertility for a winter wheat-maize system in Jiangsu, China. *Pedosphere*, 16(1): 25-32.
- Kandeel, A.M., Naglaa, S.A.T. and Sadek, A.A., 2002. Effect of biofertilizers on the growth, volatile oil yield and chemical composition of *Ocimum basilicum* L. plant. *Annual Agricultural Science Cairo*, 47(1): 351-371.

Effects of livestock and chemical fertilizers on growth, yield, and essential oil of *Dracocephalum kotschy* Boiss.

A. Ghanbari Odivi^{1*}, S. Fallah², M. Karimi² and Z. Lorigooini³

1*- Corresponding author, Ph.D. student in Agronomy, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran
E-mail: askarghanbariodivi@gmail.com

2- Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran

3- Medicinal Plants Research Center, Basic Health Sciences Institute, Shahrekord University of Medical Sciences, Shahrekord, Iran

Received : March 2021

Revised : June 2021

Accepted : May 2021

Abstract

To evaluate the response of *Dracocephalum kotschy* Boiss. production to the livestock and chemical fertilizers, an experiment was conducted as a split plot with three replications in 2018 and 2019. The experimental treatments included the control (without fertilizer), chemical fertilizer, and different levels (100, 143, and 250 kg nitrogen ha⁻¹) of poultry (PM₁₀₀, PM₁₄₃, and PM₂₅₀), sheep (SM₁₀₀, SM₁₄₃, and SM₂₅₀), and cattle (CM₁₀₀, CM₁₄₃, and CM₂₅₀) manures. The traits including photosynthetic pigments, leaf area index, plant biomass, and percentage and essential oil yield were investigated. The effects of fertilizer, cutting, and the interaction of fertilizer and cutting were significant on all the traits. In the first cutting, the PM₂₅₀ treatment produced more photosynthetic pigments than the chemical fertilizer. Also, the SM₁₀₀ and CM₁₀₀ treatments caused higher chlorophyll *a* and total chlorophyll compared to the chemical fertilizer. In the second cutting, the average photosynthetic pigments in the manure treatments were not superior to the chemical fertilizer. In the first cutting, the high level of livestock manures had a higher leaf area index compared to the chemical fertilizer, but in the second cutting, the medium and high levels of poultry manure and high level of sheep manure showed this superiority. In the first cutting, the all livestock manures treatments except CM₁₀₀ produced the plant biomass similar to the chemical fertilizer, but in the second cutting, the PM₁₄₃ treatment produced higher biomass compared to the chemical fertilizer. In the first cutting, the essential oil content of SM₂₅₀ treatment was significantly superior to the chemical fertilizer. In the first cutting, the highest essential oil yield was obtained with the high level of livestock manures, but in the second cutting, there was no significant difference between the essential oil yield of different livestock manures levels and chemical fertilizer. In general, it could be concluded that the high level of poultry manure is a desirable alternative to the chemical fertilizer in *D. kotschy* cultivation by creating the favorable conditions for the plant growth.

Keywords: Animal manure, nitrogen, photosynthesis, essential oil.