

اثر کودهای دامی بر رشد، عملکرد و اسانس گیاه دارویی مریم‌گلی (*Salvia officinalis* L.)

عسکر قنبری عدیوی^۱، سینا فلاح^۲، مجتبی کریمی^۳، زهرا لری گوئیینی^۳

تاریخ دریافت: ۹۹/۱۰/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۴/۱۰

۱- دانشجوی دکتری زراعت، دانشگاه شهرکرد

۲- استاد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

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

*مسئول مکاتبه: Email: askarghanbariodivi@gmail.com

چکیده

اهداف: این تحقیق به منظور ارزیابی اثر کودهای دامی بر رشد و نمو اندام گیاه مریم‌گلی برای حصول عملکرد مطلوب اسانس انجام گردید.

مواد و روش‌ها: آزمایش به صورت طرح اسپیلت پلات در زمان و در قالب بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار در سال‌های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل کود مرغی (کم، متوسط و زیاد به ترتیب ۲۲۲۲، ۳۱۷۴ و ۵۵۵۵ کیلوگرم در هکتار)، سطوح کود گوسفندی (کم، متوسط و زیاد به ترتیب ۳۷۸۸، ۵۴۱۱ و ۹۴۷۰ کیلوگرم در هکتار)، سطوح کود گاوی (کم، متوسط و زیاد به ترتیب ۴۳۱۰، ۶۱۵۷ و ۱۰۷۷۵ کیلوگرم در هکتار)، کود شیمیایی و شاهد (بدون کود) بودند که در دو چین مورد مقایسه قرار گرفتند. صفات اندازه‌گیری شده شامل رنگیزه‌های فتوسنتزی، شاخص سطح برگ، وزن خشک اندام هوایی، درصد و عملکرد اسانس بودند.

یافته‌ها: اثرات اصلی کود و چین برداری بر همه صفات (به جز کارتنوئیدها و درصد اسانس) معنی‌دار شد. اثرات متقابل کود در چین برای کلروفیل‌ها، وزن خشک اندام هوایی و عملکرد اسانس معنی‌دار بود. در چین اول، بیشترین میزان کلروفیل‌ها در کرت‌های دریافت‌کننده سطح زیاد کود مرغی مشاهده شد. در چین دوم، کرت‌های دریافت‌کننده سطح زیاد کود مرغی دارای بیشترین میزان وزن خشک اندام هوایی بودند (۲۹۵۳ کیلوگرم در هکتار) و این تیمار بدون اختلاف معنی‌دار با تیمار کود شیمیایی دارای بیشترین عملکرد اسانس بود.

نتیجه‌گیری: کاربرد سطح زیاد کود مرغی می‌تواند عملکرد ماده خشک و تولید اسانس را معادل تیمار کود شیمیایی تولید نماید. بنابراین با توجه به زراعی مطلوب کود مرغی و اثرات باقیمانده آن در اگر واکوسیستم برای تولید گیاه دارویی مریم‌گلی توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: مریم‌گلی، کود دامی، کارایی زراعی، رنگدانه فتوسنتزی، اسانس

Effect of Animal Manure on Growth, Yield and Essential Oil of Sage (*Salvia officinalis* L.)Askar Ghanbari Odivi¹, Sina Fallah², Mojtaba Karimi², Zahra Lorigooini³

Received: January 6, 2021 Accepted: July 1, 2021

1-PhD Student in Agronomy, , Faculty of Agriculture, University of Shahrekord, Iran.

2- Prof., Dept. of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Shahrekord, Iran.

4- Assoc. Prof., Medicinal Plants Research Center, Basic Health Sciences Institute, Shahrekord University of Medical Sciences, Shahrekord, Iran.

*Corresponding Author Email: askarghanbariodivi@gmail.com

Abstract**Objectives:** The study was performed to evaluate the animal manures effects on growth and development of sage biomass to achieve optimal essential oil yield.**Materials and Methods:** The experiment was conducted as a split plot design in time and in the form of randomized complete block with three replications in 2018 and 2019. Experimental treatments include poultry manure levels (low, medium and high: 2222, 3174, 5555 kg.ha⁻¹, respectively), sheep manure levels (low, medium and high: 3788, 5411, 9470 kg.ha⁻¹, respectively), and cow manure levels (low, medium and high: 4310, 6157, 10775 kg.ha⁻¹, respectively), chemical fertilizer, control that were compared in two cuttings. Measured traits included photosynthetic pigments, leaf area index, aerial dry weight, essential oil content and essential oil yield.**Results:** The main effects of fertilizer and cutting on all studied traits (except carotenoids, essential oil content, respectively) were significant. Chlorophylls content, aerial dry weight and essential oil yield were significantly influenced by the fertilizer treatment × cutting interaction. In the first cutting, the highest level of chlorophylls was observed in plots receiving high level of poultry manure. In the second cutting, plots receiving high level of poultry manure had the highest aerial dry weight (2953 kg.ha⁻¹) and this treatment had the highest essential oil yield without significant difference with chemical fertilizer treatment.**Conclusion:** In general, high level application of poultry manure can produce dry matter yield as well as essential oil production equivalent to chemical fertilizer treatment. Therefore, considering the optimal agronomic efficiency of poultry manure and its residual effects in the agroecosystem, it is recommended for the production of sage.**Keywords:** Sage, Animal Manure, Agronomic Efficiency, Photosynthetic Pigment, Essential Oil**مقدمه**

خانواده نعنا در بسیاری از مناطق جهان عمدتاً با هدف تهیه رایحه‌های مختلف و بهبود کیفیت محصولات غذایی کشت می‌شوند. همچنین این گیاهان منبع غنی از ترکیبات فعال دارویی برای درمان یا پیشگیری بیماری‌ها می‌باشند (لملی ۲۰۱۸). علاوه بر این، به عنوان چاشنی

انتخاب گیاه و روش‌های مدیریتی اکوسیستم کشاورزی به ارزش گیاه، هزینه‌های تولید، اهمیت محصول تولیدی و نیز درجه مخاطره در تولید آن بستگی دارد (کونور و همکاران ۲۰۱۱). گیاهان متعلق به

محصولات هموار کند (برنر و همکاران ۲۰۰۸؛ باجلی و همکاران ۲۰۱۶).

مطالعات نشان داده است که استفاده از کودهای آلی باعث افزایش عملکرد اسانس و کیفیت متابولیت‌های ثانویه گیاهان دارویی می‌شود (فلاح و همکاران ۲۰۱۸). انور و همکاران (۲۰۰۵) و سینگ و همکاران (۲۰۱۴) دریافتند که استفاده از کود آلی باعث افزایش رشد، ماده خشک، محتوای اسانس، عملکرد اسانس و کیفیت اسانس ریحان (*Ocimum basilicum* L.) شد (انور و همکاران ۲۰۰۵، سینگ و همکاران ۲۰۱۴). ابوالمجد و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که افزودن کود آلی باعث افزایش عملکرد دانه رازیانه گردید (ابوالمجد و همکاران ۲۰۰۸). فلاح و همکاران (۲۰۱۸) دریافت که استفاده از کود مرغی باعث افزایش عملکرد هوایی، عملکرد اسانس بادرشوبویه (*Dracocephalum moldavica* L.) می‌شود (فلاح و همکاران ۲۰۱۸). باجلی و همکاران (۲۰۱۶) گزارش دادند که استفاده از کودهای آلی باعث افزایش عملکرد هوایی، عملکرد اسانس و محتوای منتول نعنا فلفلی (*Mentha piperita* L.) می‌شود (باجلی و همکاران ۲۰۱۶).

ژائو و همکاران (۲۰۱۹) در بررسی اثر جایگزینی کودهای دامی و کودهای شیمیایی بر خاکدانه و ترکیب نیتروژن و کربن خاک‌های ورتیسویل به این نتیجه رسیدند که مصرف کودهای دامی از طریق افزایش خاکدانه‌های بزرگ و افزودن نیتروژن و کربن آلی سبب افزایش کیفیت خاک‌ها می‌شود (ژائو و همکاران ۲۰۱۹). علیزاده و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که مقدار نیتروژن آزاد شده از کود دامی در سال اول بخش کوچکی از نیتروژن آن است، از این رو برای تأمین نیتروژن مورد نیاز گیاه بایستی مقادیر زیادی از کود دامی مصرف شود (علیزاده و همکاران ۲۰۱۲).

از آنجا که میزان معدنی شدن نیتروژن آلی در کودهای دامی متفاوت است و در سال اول بخشی از نیتروژن، معدنی شده که برای گیاه قابل استفاده است و

غذاهای روزانه، تنتورهای هیدرو الکلی و دمنوش استفاده می‌شوند (گارسیا و همکاران ۲۰۱۶).

مریم‌گلی (*Salvia officinalis* L.) گیاهی چندساله بوته‌ای است که در اصل در منطقه مدیترانه شرقی یافت می‌شود (بردوسکا و همکاران ۲۰۱۳). این گیاه همیشه سبز دارای ساقه‌های چوبی، برگ‌های نقره‌ای و گل‌هایی از آبی تا بنفش است که اخیراً در کشورهای مختلف کشت می‌شود (لملی ۲۰۱۸). این گیاه همچنین سابقه طولانی در طب سنتی برای مبارزه با تب، روماتیسم، تعریق و همچنین در درمان برونشیت مزمن یا بیماری‌های مختلف روانی دارد (علینژاد و همکاران ۲۰۱۲). در مطالعات مختلف خواص ضد دیابت (کریستنسن و همکاران ۲۰۱۰)، ضد التهاب (رودریگز و همکاران ۲۰۱۱)، ضد میکروبی (گارسیا و همکاران ۲۰۱۲)، کاهنده قند خون (شفیعی نیک و همکاران ۲۰۱۲)، آنتی‌اکسیدانی (جنرالیک و همکاران ۲۰۱۲)، پیشگیری کننده از بیماری تخریب عصبی یا نروژنراتیو (تاکانو و همکاران ۲۰۱۱)، و ضد فعالیت تومور (البرازنجی و همکاران ۲۰۱۳ و اکابری و همکاران ۲۰۱۴) گزارش شده است.

کودهای شیمیایی از اجزای اجتناب ناپذیر کشاورزی کنونی بوده و تأثیرات مهمی در تولید محصولات جهانی دارند (فلاح و همکاران ۲۰۱۸). اگرچه این کودها به طور وسیعی برای افزایش عملکرد محصولات کشاورزی استفاده می‌شوند، اما کاربرد طولانی مدت آنها باعث افزایش شوری، کاهش باروری خاک، آلودگی آب‌ها و عدم تعادل سیستم اکولوژیک خاک می‌شود (امامی بیستگانی و همکاران ۲۰۱۸). افزایش نگرانی در مورد اثرات منفی کودهای شیمیایی بر محیط زیست و هزینه‌هایی مستقیم و غیرمستقیم سبب شده تا حد امکان کودهای آلی برای افزایش بازده محصول جایگزین آنها شوند (فلاح و همکاران ۲۰۱۸). استفاده از کود آلی می‌تواند راه را برای جبران مواد مغذی ضروری و بهبود سلامت خاک و بهره‌وری

مابقی در سال‌های بعدی معدنی خواهد شد. از طرفی کودهای دامی علاوه بر نیتروژن می‌توانند بر میزان و شرایط جذب سایر عناصر غذایی، رطوبت خاک و مواد تحریک کننده رشد نیز مؤثر باشند (علیزاده و همکاران ۲۰۱۲). بنابراین در این آزمایش با در نظر گرفتن دامنه‌ای از کارایی معدنی شدن (از ۱۰۰ تا ۴۰ درصد) کودهای آلی در کشت گیاه دارویی مریم‌گلی اثرات آنها در مقایسه با کود شیمیایی مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی کارایی انواع کودهای آلی دامی در کشت گیاه دارویی مریم‌گلی (*Salvia officinalis* L.) آزمایشی مزرعه‌ای در طی دو سال متوالی (۱۳۹۷ و ۱۳۹۸) در استان چهارمحال و بختیاری، شهرستان کوهرنگ واقع در مختصات جغرافیایی ۳۲ درجه و ۲۹ دقیقه عرض شمالی و ۵۰ درجه و ۱۶ دقیقه طول شرقی با ارتفاع ۲۲۳۴ متر از سطح دریا اجرا شد. نشا مورد

نیاز با سن شش هفته و شش برگ و ارتفاع ۱۰ سانتیمتری از شرکت گیاهان دارویی چویلان خریداری شد. تیمارهای آزمایشی شامل کود مرغی، کود گوسفندی و کود گاوی (هر کدام با سه سطح کم، متوسط و زیاد و همچنین تیمار کود شیمیایی و تیمار عدم مصرف کود به عنوان شاهد بودند. این تیمارها بر اساس میزان رهاسازی نیتروژن در کودهای دامی طراحی گردید. در سطح کم، متوسط و زیاد هر یک از کودها کارایی رهاسازی نیتروژن ۱۰۰، ۷۰ و ۴۰ درصد در نظر گرفته شد. به طوری که بر اساس خصوصیات این کودها (جدول ۱)، برای سطوح کم، متوسط و زیاد کود مرغی به ترتیب ۲۲۲۲، ۳۱۷۴ و ۵۵۵۵ کیلوگرم کود مرغی، برای سطوح کم، متوسط و زیاد کود گوسفندی به ترتیب ۳۷۸۸، ۵۴۱۱ و ۹۴۷۰ کیلوگرم کود گوسفندی، و برای سطوح کم، متوسط و زیاد کود گاوی به ترتیب ۴۳۱۰، ۶۱۵۷ و ۱۰۷۷۵ کیلوگرم کود گاوی مصرف گردید (جدول ۲).

جدول ۱- خصوصیات شیمیایی خاک و کودهای دامی مورد استفاده

ویژگی	واحد	خاک	کود مرغی	کود گوسفندی	کود گاوی
بافت	-	رسی	-	-	-
اسیدیته	-	۷/۷۵	۶/۷۱	۷/۹۲	۷/۹
هدایت الکتریکی	dS/m	۰/۷۶	۴/۷۵	۴/۳۸	۱/۹۸
کربن آلی	%	۰/۷۶	۳۱/۲	۱۷/۵	۱۹/۵
نیتروژن	%	۰/۰۸	۴/۵	۲/۶۴	۲/۳۲
فسفر	%	۸	۱/۷۱	۰/۵۹	۰/۵۶
پتاسیم	%	۳۲۰	۰/۹۸	۱/۲۵	۰/۶۲
آهن	mg/kg	۳/۶	۱۴۷۵	۳۸۱۲	۱۷۱۸
روی	mg/kg	۰/۷	۴۲۵	۱۲۰	۲۰۶
مس	mg/kg	۰/۹	۱۱۷	۲۸/۱۲	۵۱/۷۲
منگنز	mg/kg	۸/۱۱	۴۹۳	۳۳۱	۲۲۰

جدول ۲- خصوصیات تیمارهای کودی مورد استفاده

تیمار	سطح	علامت اختصاری	مقدار کود مصرفی (kg.ha ⁻¹)
کود مرغی	کم	PM _l	۲۲۲۲
	متوسط	PM _m	۳۱۷۴
	زیاد	PM _h	۵۵۵۵
کود گوسفندی	کم	SM _l	۳۷۸۸
	متوسط	SM _m	۵۴۱۱
	زیاد	SM _h	۹۴۷۰
کود گاوی	کم	CM _l	۴۳۱۰
	متوسط	CM _m	۶۱۵۷
	زیاد	CM _h	۱۰۷۷۵
کود شیمیایی	عرف کشاورز	CF	* ۲۰۰ + ۲۱۷
شاهد	بدون کود	CK	-

* به ترتیب کود اوره و سوپر فسفات تریپل

کاشت بعد از استقرار کامل نشاها در زمان هشت تا ۱۰ برگی گیاه و جین علف‌های هرز (عمدتاً تاج خروس) بصورت دستی انجام شد. همچنین و جین علف‌های هرز در یک نوبت دیگر در تاریخ ۱۵ تیر مجدداً به صورت دستی صورت گرفت.

صفات کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل، کارتنوئیدها، وزن خشک اندام هوایی، شاخص سطح برگ (LAI)، درصد اسانس و عملکرد اسانس در دو چین برداشت اندازه گیری شدند. چین اول برداشت در تاریخ ۱۳۹۸/۴/۲۸ و چین دوم در تاریخ ۱۳۹۸/۷/۳ زمانیکه ۱۰ درصد مزرعه به مرحله گلدهی رسیده بود انجام شد. اندازه‌گیری مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی شامل کلروفیل a، b، کلروفیل کل و کاروتنوئید با استفاده از روش Lichtenthaler (۱۹۸۷) انجام شد. برای این منظور ۰/۲ گرم از برگ‌های فریز شده با ۱۵ میلی لیتر استون ۸۰ درصد سائیده شده و پس از صاف کردن جذب آنها با اسپکتروفوتومتر در طول موج‌های ۶۶۳/۲، ۶۴۶/۸ و ۶۶۳/۲ و ۴۷۰ نانومتر خوانده شد و غلظت رنگیزه‌ها بر حسب میکروگرم بر میلی لیتر وزن تر محاسبه گردید (لیچن تالر ۱۹۸۷).

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

آزمایش به صورت طرح اسپلیت پلات در زمان و در قالب بلوک کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. هر کرت شامل شش خط کاشت به طول سه متر و فاصله روی ردیف ۵۰ سانتیمتر بود. سطوح کودی این تحقیق پس از تعیین میزان نیتروژن هر کود و سپس اعمال ضرایب معدنی شدن مشخص گردید. به طوری که ابتدا نمونه هر یک از کودهای دامی مورد استفاده آنالیز شد و سپس بر اساس میزان نیتروژن موجود در کود دامی و کارایی تبدیل آن (۱۰۰، ۷۰ و ۴۰ درصد)، مقادیر کود دامی برای هر کرت آزمایشی محاسبه شد. در تیمار کود شیمیایی براساس ۱۰۰٪ نیترون مورد نیاز گیاه (امیدبگی ۱۹۹۷) ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص از منبع کود اوره و مابقی عناصر به میزان ۱۰۰ کیلوگرم فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل و ۱۰۰ کیلوگرم پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم استفاده شد. برای کاشت ابتدا نشا گیاهان مریم‌گلی تهیه شده را در اردیبهشت‌ماه سال ۱۳۹۷ در کرت‌های آزمایشی کشت و کودهای هر کرت آزمایشی در فروردین سال ۱۳۹۸ در ۱۰ سانتیمتری عمق گیاه در کنار ریشه دفن شد. آبیاری گیاهان بوسیله تیپ با دور آبیاری هفت روز انجام گردید. یکماه پس از

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

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

$$\text{Carotenoid} (\mu\text{g/ml}) = (1000(A_{470}) - 1.8(\text{Chla}) - 85.02(\text{Chlb}))/198$$

در مطالعه اثر اصلی تیمار کودی مشخص شد که سطح زیاد کود مرغی از لحاظ کلروفیل a (۹ میکروگرم در میلی‌لیتر) تیمار شاخص بود و چین دوم با ۷/۶ میکروگرم در میلی‌لیتر نسبت به چین اول (۶/۹ میکروگرم) برتری معنی‌دار نشان داد (جدول ۴).

محتوای کلروفیل برگ باعث جذب و تبدیل انرژی نور می‌شود (بی و همکاران ۲۰۲۰). به نظر می‌رسد به دلیل فراوانی بالای میزان نیتروژن در کود مرغی و همچنین مصرف زیاد کود مرغی در کارایی ۴۰٪ سبب فراهمی نیتروژن در دسترس گیاه گردیده که باعث افزایش کلروفیل a شده است. با رجوع به جدول ۱ مشاهده می‌شود که میزان نیتروژن در کود مرغی مورد آزمایش ۴/۵ درصد است که تقریباً معادل دو برابر کودهای گوسفندی و گاوی (به ترتیب ۲/۶۴ و ۲/۳۲ درصد) است. و کلروفیل a که اهمیت بیشتری نسبت به سایر رنگدانه‌های فتوسنتزی دارد پاسخ بهتری به فراهمی عناصر غذایی ناشی از کود نشان داده است. با افزایش میزان کودهای شیمیایی و آلی، جذب نیتروژن توسط ریشه‌ها بیشتر شده و در نتیجه منجر به افزایش رشد رویشی و تولید برگ‌های بیشتر می‌گردد. در نتیجه افزایش تعداد برگ‌ها به منزله افزایش سطح جذب نوری و سطح فتوسنتز گیاه است (صدقی مقدم و میرزایی ۲۰۰۸).

بدل زاده و همکاران (۲۰۱۷) در مطالعه اثر کاربرد تلفیقی کودهای گاوی و شیمیایی بر اسانس و برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک بادرشوبیه گزارش کردند که بیشترین میزان کلروفیل a، b و کل به کود گاوی اختصاص یافت. کود گاوی در مطالعه انجام شده باعث افزایش معنی‌دار مواد آلی خاک گردیده و قابلیت جذب روی، مس، آهن، فسفر، پتاسیم و نیتروژن خاک را

برای محاسبه شاخص سطح برگ نیز از تقسیم سطح برگ (LA) بوته‌های موجود در یک متر مربع به سطح زمین اشغال شده (DG) استفاده شد (ناتالی و بردا ۲۰۰۳):

$$\text{LAI} = [\text{LA} / \text{DG}]$$

به منظور اندازه‌گیری میزان اسانس (به روش حجمی) از روش ویسانی و همکاران (۲۰۱۵) استفاده شد بطوریکه ۱۰۰ گرم از سرشاخه‌های گلدار گیاه در زمان گلدهی، پس از خشک شدن کامل در سایه، آسیاب شده و برای استخراج اسانس توسط دستگاه کلونجر و با روش تقطیر با آب بمدت ۳/۵ ساعت در یک مرحله مورد استفاده قرار گرفت.

عملکرد اسانس از حاصل ضرب درصد اسانس در وزن خشک اندام هوایی محاسبه شد.

تجزیه واریانس داده‌های مستخرج در این آزمایش توسط نرم افزار SAS نسخه ۹ و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

اثر متقابل کود در چین بر میزان کلروفیل a در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۳). بررسی روند تغییرات کلروفیل a در تیمارهای هر دو چین نشان داد که با افزایش مصرف کود دامی در چین اول به جز تیمارهای کود گوسفندی این رنگدانه در تیمارهای کود گاوی و مرغی افزایش یافت ولی در چین دوم با افزایش مقدار کود در هر سه نوع کود دامی روند افزایشی مشاهده شد. اما در مجموع تیمارهای کود مرغی و به خصوص سطح زیاد کود مرغی با ۹/۳ میکروگرم در میلی‌لیتر بیشترین تاثیرپذیری را داشت. همچنین

در کودهای مصرفی چه آلی و چه شیمیایی بیشتر باشد می‌تواند سبب افزایش کلروفیل در برگ گردد.

نتایج تجزیه آنالیز واریانس در جدول ۳ نشان داد که میزان کلروفیل b تحت تأثیر اثرات اصلی و متقابل کود و چین قرار گرفت. به طور کلی میانگین‌های کلروفیل b در چین اول بیشتر از چین دوم گزارش شد که سبب بروز اختلاف معنی‌دار دو چین گردید. بررسی میانگین اثرات متقابل برای این رنگدانه نشان می‌دهد که در چین اول در کودهای مرغی و گاوی با افزایش مصرف کود میزان کلروفیل b افزایش یافت اما در کود گوسفندی این رنگدانه پاسخی به سطوح کودی نشان نداد (جدول ۴)، در صورتی که این روند افزایشی در چین دوم در هیچکدام از کودهای دامی مشاهده نشد. در هر دو چین برخی از تیمارهایی با منشأ کود دامی که دارای میزان کلروفیل b بالایی بودند اختلاف معنی‌داری با تیمار کود شیمیایی نداشتند (جدول ۴).

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 باعث افزایش غلظت کلروفیل می‌شود. علاوه بر آن کود دامی سبب افزایش تعادل نیتروژن و کارایی جذب فسفر می‌شود (بدل زاده و همکاران ۲۰۱۸).

یی و همکاران (۲۰۲۰) نیز با مطالعه کودهای آلی بر گیاه عناب (*Ziziphus jujuba* Mill) به این نتیجه رسیدند که کود آلی به طور قابل توجهی می‌تواند محتوای کلروفیل a را در این گیاه افزایش دهد. همچنین مطالعات زیادی دال بر افزایش میزان کلروفیل a در مصرف کودهای نیتروژنی دارد (یی و همکاران ۲۰۲۰). به عبارتی کلروفیل a به شدت به کودهای با ساختار نیتروژنی بالا پاسخ می‌دهد (آرزمجو و همکاران ۲۰۱۰). وجود مولکول مرکزی منیزیم که به همراه چهار پیوند نیتروژنی در ساختار کلروفیل a نقش دارد نشان از اهمیت نیتروژن دارد و در نتیجه هر چه میزان نیتروژن

جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تاثیر تیمارهای کودی بر رنگدانه‌های فتوسنتزی گیاه مریم‌گلی

میانگین مربعات				درجه آزادی	منابع تغییر
کلروفیل کل	کلروفیل b	کلروفیل a	کارتنوئیدها		
۰/۰۶	۰/۴۸	۰/۴۴	۰/۰۴	۲	تکرار
۰/۲۳ ^{ns}	۸/۲۲ ^{**}	۱/۲۹ ^{**}	۲/۹۷ ^{**}	۱۰	تیمار کودی
۰/۱۱	۰/۶۴	۰/۲۵	۰/۳۸	۲۰	خطای اصلی
۶/۷۸ ^{**}	۴۹/۹۴ ^{**}	۹۲/۰۶ ^{**}	۷/۸۲ ^{**}	۱	چین
۰/۱۹ ^{ns}	۳/۵۱ ^{**}	۰/۵۵ ^{**}	۲/۶۵ ^{**}	۱۰	تیمار کودی × چین
۰/۰۴	۰/۵۰	۰/۴۹	۰/۰۵	۲	تکرار × چین
۰/۱۴	۰/۶۱	۰/۱۶	۰/۳۳	۲۰	خطای آزمایش
۱۶/۹	۶/۸	۹/۷	۷/۹		ضریب تغییرات (%)

ns و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد می‌باشد.

خاص، از آنجا که بین محتوای کلروفیل برگ و در دسترس بودن نیتروژن ارتباط نزدیک وجود دارد، می‌توان از آن برای تخمین میزان نیتروژن گیاهان استفاده کرد (پارک و همکاران ۲۰۱۹).

کلروفیل در کلروپلاست‌ها به همراه کاروتنوئیدها به پروتئین‌ها یا لیپوپروتئین‌ها متصل هستند و نقش مهمی در فتوسنتز گیاه دارند. ترکیب این رنگدانه‌های فتوسنتزی بیانگر وضعیت فیزیولوژیک گیاه است. بطور

جدول ۴- مقایسه میانگین کلروفیل‌های مریم‌گلی تحت تاثیر اثر متقابل تیمار کودی و چین

کلروفیل کل ($\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$)	کلروفیل b ($\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$)	کلروفیل a ($\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$)	تیمار کودی	چین
۱۰/۰ ^{b-d}	۵/۵ ^{bc}	۶/۵ ^{f-i}	PM _l	اول
۱۰/۷ ^{d-g}	۵/۴ ^{bc}	۵/۳ ⁱ	PM _m	
۱۶/۱ ^a	۶/۸ ^a	۹/۳ ^a	PM _h	
۱۲/۹ ^{bc}	۵/۴ ^{bc}	۷/۴ ^{b-h}	SM _l	
۱۲/۰ ^{b-d}	۴/۷ ^c	۷/۳ ^{c-h}	SM _m	
۱۱/۹ ^{cd}	۴/۶ ^c	۷/۳ ^{c-h}	SM _h	
۱۱/۴ ^{c-f}	۵/۱ ^c	۶/۲ ^{g-i}	CM _l	
۱۰/۰ ^{e-h}	۴/۶ ^c	۵/۳ ⁱ	CM _m	
۱۲/۲ ^{b-d}	۵/۵ ^{bc}	۶/۷ ^{e-h}	CM _h	
۱۳/۸ ^b	۶/۱ ^{ab}	۷/۷ ^{b-f}	CF	
۱۲/۳ ^{b-d}	۵/۳ ^{bc}	۷/۰ ^{d-h}	CK	دوم
۱۱/۱ ^{c-g}	۳/۱ ^{de}	۸/۰ ^{a-e}	PM _l	
۱۱/۸ ^{c-e}	۳/۴ ^d	۸/۴ ^{a-c}	PM _m	
۱۲/۱ ^{b-d}	۳/۴ ^d	۸/۷ ^{ab}	PM _h	
۹/۹ ^{f-h}	۳/۱ ^{de}	۶/۸ ^{e-h}	SM _l	
۱۰/۶ ^{d-g}	۳/۲ ^{de}	۷/۳ ^{c-h}	SM _m	
۹/۵ ^{gh}	۲/۳ ^{ef}	۷/۲ ^{c-h}	SM _h	
۱۰/۹ ^{d-g}	۳/۵ ^d	۷/۵ ^{b-g}	CM _l	
۱۰/۶ ^{d-g}	۲/۸ ^{d-f}	۷/۹ ^{b-e}	CM _m	
۱۰/۶ ^{d-g}	۳/۰ ^{d-f}	۷/۶ ^{b-f}	CM _h	
۱۱/۴ ^{c-f}	۳/۱ ^{de}	۸/۳ ^{a-d}	CF	
۸/۲ ^h	۲/۱ ^f	۶/۱ ^{hi}	CK	

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری ندارند. PM_h, PM_m, PM_l: به ترتیب کاربرد ۲۲۲، ۳۱۷۴ و ۵۵۵۵ کیلوگرم کود مرغی در هکتار؛ SM_h, SM_m, SM_l: به ترتیب کاربرد ۳۷۸۸، ۵۴۱۱ و ۹۴۷۰ کیلوگرم کود گوسفندی در هکتار؛ CM_h, CM_m, CM_l: به ترتیب کاربرد ۴۳۱۰، ۶۱۵۷ و ۱۰۷۷۵ کیلوگرم کود گاوی در هکتار؛ CF: کود شیمیایی، CK: بدون کود.

القحطانی و همکاران (۲۰۱۸) در مطالعه تاثیر تلفیقی کمپوست پسماندهای زراعی به همراه کود دامی بر رشد و عملکرد گوجه فرنگی دریافتند با افزایش کودهای دامی میزان کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل به شکل معنی‌داری افزایش یافت. آنها دلیل این افزایش را به خاطر محتوای بالاتر نیتروژن در تیمار کود دامی دانستند. علاوه بر این، اسیدهای آلی و دی اکسید کربن حاصل از تجزیه کود آلی در افزایش در دسترس بودن برخی مواد مغذی مانند منیزیم، که در سنتز کلروفیل نقش دارد و به نوبه خود سرعت فتوسنتز را افزایش می‌دهد، نقش دارند. (القحطانی و همکاران ۲۰۱۸). همانطور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود اثرات اصلی کود و چین و همچنین اثر متقابل کود در چین بر میزان کلروفیل کل معنی‌دار شد. در بررسی میانگین‌های به دست آمده از کلروفیل کل (جدول ۴) در هر دو چین مشاهده شد که میانگین‌های چین اول بیشتر از چین دوم بود. در چین اول با افزایش کود دامی در تیمارهای

می‌شود و این افزایش در کود مرغی بیشتر و معنی‌دارتر از کود گاوی بوده است.

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان از عدم وجود اختلاف معنی‌دار در بین تیمارهای مورد آزمایش از لحاظ میزان کارتنوئیدهای برگ گیاه مریم‌گلی داشت (جدول ۳). اما اثر چین بر میزان کارتنوئیدهای برگ در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۳). چین دوم با ۲/۶ میکروگرم بر میلی‌لیتر اختلاف معنی‌داری با چین اول (۱/۹ میکروگرم بر میلی‌لیتر) ثبت کرد. همچنین اثر مقابل چین و تیمار کودی بر میزان کارتنوئید برگ گیاه معنی‌دار نشد (جدول ۳).

جدول آنالیز واریانس (جدول ۵) نشان داد تیمارهای مورد آزمایش در سطح معنی‌داری ۱٪ با همدیگر اختلاف معنی‌دار از لحاظ شاخص سطح برگ داشتند. همچنین اثر چین بر شاخص سطح برگ نیز در سطح ۱٪ معنی‌دار شد. اما این صفت تحت تأثیر تیمار کودی \times چین قرار نگرفت (جدول ۵). همانطور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود شاخص سطح برگ در سطوح مختلف کود گوسفندی و کود گاوی به استثنای سطح متوسط کود گوسفندی اختلاف معنی‌داری با کود شیمیایی نداشت. در تیمار SM_m میزان شاخص سطح برگ کمتر از کود شیمیایی بود به طوری که اختلاف معنی‌داری با تیمار بدون کود (شاهد) نداشت. این در حالی است که وضعیت شاخص سطح برگ در سطوح مختلف کود مرغی اولاً رابطه مستقیمی با میزان مصرف کود داشت و ثانیاً سطح زیاد کود مرغی دارای بیشترین شاخص سطح برگ بود که اختلاف آن با سایر تیمارها معنی‌دار بود (شکل ۱).

مرغی و گاوی میزان کلروفیل کل به خصوص در سطح ۴۰٪ افزایش معنی‌داری داشت. این روند افزایشی در چین دوم فقط در سطوح مختلف کود مرغی مشاهده شد. در مجموع سطح زیاد کود مرغی در هر دو چین از لحاظ میزان کلروفیل کل (۱۴/۲ میکروگرم در میلی‌لیتر تیمار برتر بود (جدول ۴). همچنین میزان کلروفیل کل چین اول ۱۲/۳ میکروگرم در میلی‌لیتر بود که در مقایسه با چین دوم (۱۰/۵ میکروگرم بر میلی‌لیتر) اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ نشان داد. بیوسنتز کلروفیل تحت تأثیر نور، کربوهیدرات، دما، ژنتیک و در دسترس بودن نیتروژن است. نیتروژن در رشد و تولید زیاد برگ‌های گیاه نقش دارد. در دسترس بودن نیتروژن برای افزایش بیوسنتز کلروفیل، تشکیل اندام برگ و جذب آن کافی است. مناسب بودن و مفید بودن کودهای دامی به دلیل دسترسی زیاد محتوای نیتروژن، فسفر و پتاسیم، که می‌تواند حاصلخیزی خاک را افزایش دهد، نسبت داده شده است.

پورباجانتی و همکاران (۲۰۱۹) در مطالعه تأثیر کودهای آلی و غیر آلی بر رشد و فعالیت نیترات رداکتاز و محتوی کلروفیل بادام زمینی گزارش کردند که تلفیق کود گاوی و کود NPK سبب افزایش معنی‌دار کلروفیل کل گردید. آنها تلفیق کود شیمیایی و گاوی را بهترین تغذیه برای بادام زمینی دانستند که نیتروژن پایین کود گاوی نسبت به کود مرغی می‌تواند دلیل تلفیق کود گاوی با کود شیمیایی باشد (پورباجانتی و همکاران ۲۰۱۹). پارک و همکاران (۲۰۱۹) در تأثیر ترکیب ماده آلی کود بر رشد گیاه به این نتیجه رسیدند که کودهای آلی سبب افزایش معنی‌دار همه رنگیزه‌های فتوسنتزی

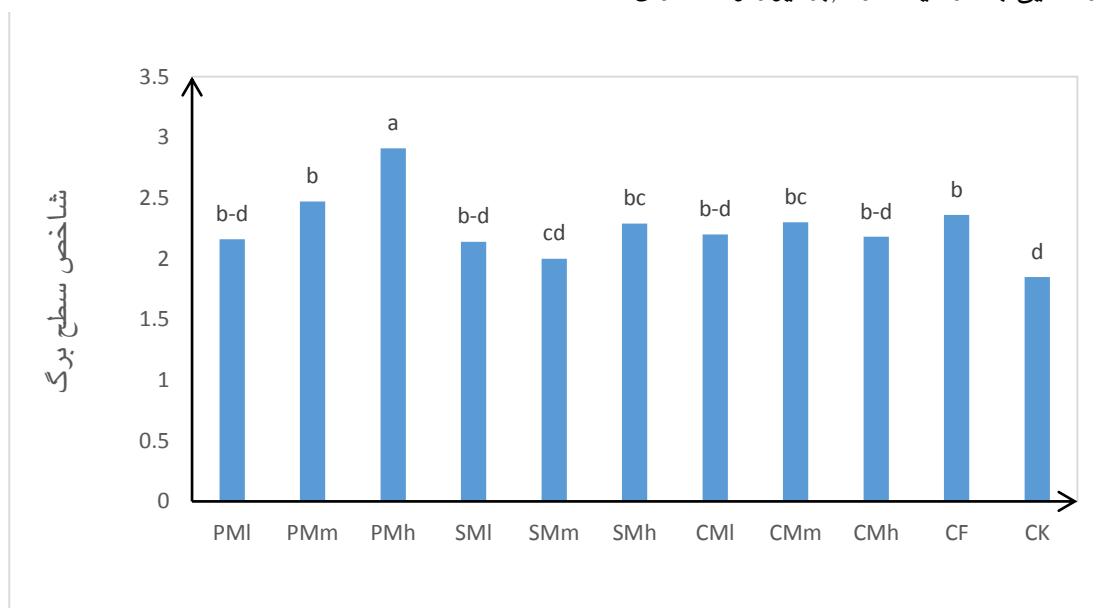
جدول ۵- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تاثیر تیمارهای کودی بر شاخص سطح برگ، وزن خشک اندام هوایی، درصد و عملکرد اسانس مریم‌گلی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		شاخص سطح برگ	وزن خشک اندام هوایی	درصد اسانس
تکرار	۲	۰/۱۸۰	۱۰۸۷۲۳	۰/۰۰۲
تیمار کودی	۱۰	۰/۴۵۲**	۵۶۵۱۹۶۴**	۰/۱۷۶**
خطای اصلی	۲۰	۰/۰۸۸	۷۶۵۶۱۴	۰/۰۱۶
چین	۱	۳/۹۶۶**	۱۳۶۱۱۹۴**	۰/۰۰۹ ^{ns}
تیمار کودی × چین	۱۰	۲۰/۰۷۸ ^{ns}	۹۰۸۵۰۱**	۰/۰۲۴ ^{ns}
تکرار × چین	۲	۰/۰۹۴	۷۱۹۲	۰/۰۲۵
خطای آزمایش	۲۰	۰/۰۴۵	۲۳۸۴۱	۰/۰۱۲
ضریب تغییرات (%)		۹/۴	۷/۱	۶/۶

ns و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد می باشد.

(۲۰۲۰). بنابراین استفاده از کود مرغی و حتی مقدار زیاد کود گوسفندی باعث افزایش تعداد برگ در گیاه، توسعه سطح برگ می شود که نتیجه آن افزایش شاخص سطح برگ می باشد. در مطالعه ای بردیور و همکاران (۲۰۲۰) بیان کردند شاخص سطح برگ گیاه ذرت به طور قابل توجهی تحت تأثیر سطح کود دامی و کود شیمیایی در تمام دوره‌های نمونه برداری قرار گرفت.

شاخص سطح برگ نقش مهمی در جذب تابش، رشد محصول و تشکیل عملکرد دارد. همچنین استفاده از کودهای با ساختار نیتروژن در مقادیر بالا سبب افزایش شاخص سطح برگ، تاخیر در پیری برگ، حفظ فتوسنتز برگ و حفظ دوام سطح برگ می شود (بردیور و همکاران ۲۰۲۰). نتایج بدست آمده در آزمایش ما حاکی است که دستیابی به حداکثر شاخص سطح برگ نیاز به تأمین عناصر غذایی بالاتر گیاه دارد (بردیور و همکاران



شکل ۱: مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف کودی بر شاخص سطح برگ مریم گلی. میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری ندارند. PM_h , PM_m , PM_l : به ترتیب کاربرد ۲۲۲۲، ۳۱۷۴ و ۵۵۵۵ کیلوگرم کود مرغی در هکتار؛ SM_m , SM_l : به ترتیب کاربرد ۳۷۸۸، ۵۴۱۱ و ۹۴۷۰ کیلوگرم کود گوسفندی در هکتار؛ CM_h , CM_m , CM_l : به ترتیب کاربرد ۴۳۱۰، ۶۱۵۷ و ۱۰۷۷۵ کیلوگرم کود گاوی در هکتار؛ CF: کود شیمیایی، CK: بدون کود.

کود و چین قرار گرفت (جدول ۵). در چین اول برای کودهای مرغی و گوسفندی وزن خشک اندام هوایی رابطه مستقیمی با میزان مصرف کود داشت اما در چین دوم علاوه بر کود گوسفندی این رابطه در سطوح مختلف کود گاوی نیز مشاهده شد (جدول ۶). سطح زیاد کود مرغی در هر دو چین از بالاترین میزان ماده خشک برخوردار بود و در مقایسه چین‌های برداشت مشاهده شد که چین دوم با ۲۳۲۵ کیلوگرم در هکتار نسبت به چین اول با ۲۰۳۸ کیلوگرم برتری معنی‌داری داشت (جدول ۳).

میزان شاخص سطح برگ در چین اول ۲/۵۰ و در چین دوم ۲/۰۱ بود و اختلاف دو چین در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود. بنظر می‌رسد که ضرورت حمایت از توسعه ریشه طی اوایل موجب نیاز رشد گیاه برای رشد و توسعه بیشتر برگ‌ها می‌شود، با این حال در چین اول طولانی‌تر بودن دوره رویش در مقایسه با چین دوم می‌تواند فرصت بیشتری برای رشد رویشی گیاه فراهم نماید و به همین دلیل شاخص سطح برگ افزایش یافته است.

نتایج تجزیه آنالیز واریانس نشان داد که میزان وزن خشک اندام هوایی تحت تأثیر اثرات اصلی و متقابل

جدول ۶- مقایسه میانگین وزن خشک اندام هوایی و عملکرد اسانس مریم‌گلی تحت تاثیر اثر متقابل تیمار کودی و چین.

چین	تیمار کودی	وزن خشک اندام هوایی (kg.ha ⁻¹)	عملکرد اسانس (kg.ha ⁻¹)
اول	PM _l	۲۱۵۳ ^{d-g}	۳۱/۶ ^{e-g}
	PM _m	۲۰۴۰ ^{e-g}	۳۱/۶ ^{e-g}
	PM _h	۲۶۴۴ ^{ab}	۴۱/۸ ^{bc}
	SM _l	۱۹۲۸ ^{f-h}	۲۹/۹ ^{fg}
	SM _m	۲۰۹۳ ^{d-g}	۳۱/۶ ^{e-g}
	SM _h	۲۴۲۲ ^{b-d}	۴۰/۲ ^{b-d}
	CM _l	۱۸۵۹ ^{gh}	۳۰/۷ ^{e-g}
	CM _m	۱۸۶۴ ^{gh}	۳۰/۲ ^{fg}
	CM _h	۱۸۵۳ ^{gh}	۳۳/۱ ^{d-g}
	CF	۱۹۲۲ ^{f-h}	۳۸/۵ ^{b-e}
دوم	Control	۱۶۳۹ ^h	۲۶/۲ ^g
	PM _l	۲۳۴۳ ^{b-e}	۳۰/۹ ^{e-g}
	PM _m	۲۳۵۶ ^{b-e}	۳۷/۲ ^{b-f}
	PM _h	۲۹۵۳ ^a	۵۳/۱ ^a
	SM _l	۲۲۴۸ ^{c-f}	۳۰/۱ ^{fg}
	SM _m	۲۲۷۳ ^{c-f}	۳۳/۸ ^{d-g}
	SM _h	۲۶۰۰ ^{a-c}	۴۵/۰ ^b
	CM _l	۱۹۸۰ ^{f-h}	۳۲/۵ ^{d-g}
	CM _m	۲۰۰۳ ^{e-g}	۳۴/۹ ^{c-f}
	CM _h	۲۰۸۶ ^{d-g}	۳۷/۵ ^{b-f}
CF	۲۹۲۰ ^a	۵۹/۱ ^a	
Control	۱۸۱۳ ^{gh}	۳۲/۱ ^{e-g}	

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری ندارند. PM_l، PM_m، PM_h: به ترتیب کاربرد ۲۲۲۲، ۲۱۷۴ و ۵۵۵۵ کیلوگرم کود مرغی در هکتار؛ SM_l، SM_m، SM_h: به ترتیب کاربرد ۳۷۸۸، ۵۴۱۱ و ۹۴۷۰ کیلوگرم کود گوسفندی در هکتار؛ CM_l، CM_m، CM_h: به ترتیب کاربرد ۴۳۱۰، ۶۱۵۷ و ۱۰۷۷۵ کیلوگرم کود گاوی در هکتار؛ CF: کود شیمیایی، CK: بدون کود.

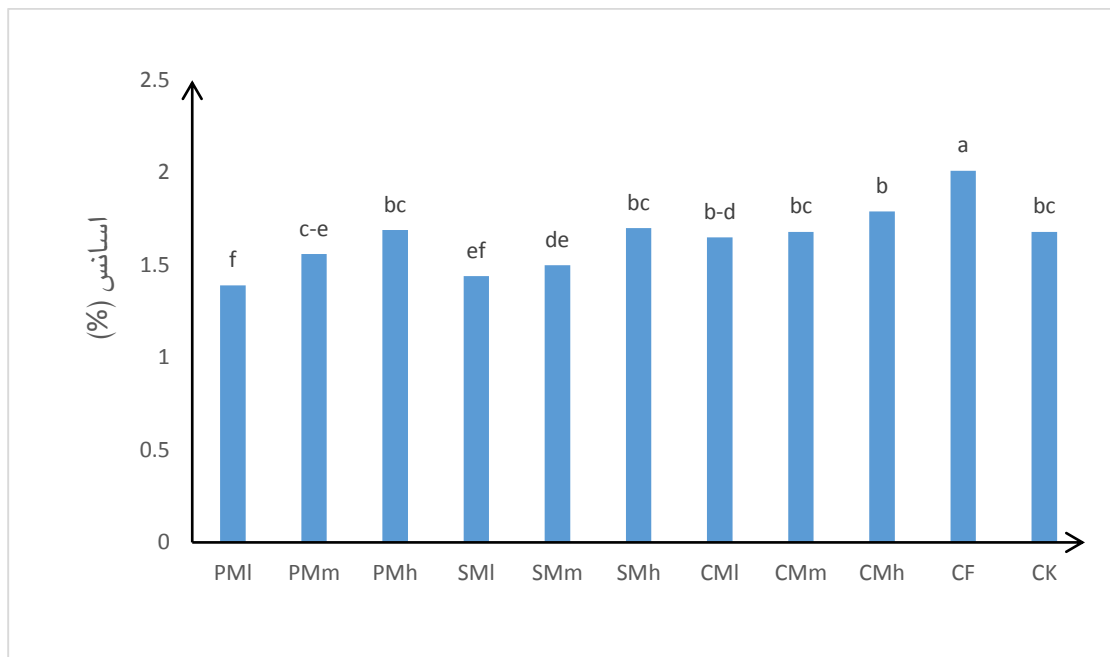
زیادی به دلیل اختلافات اولیه در نیتروژن کل، فسفر کل و کربن آلی موجود در کود دامی باشد (گلشن و همکاران ۲۰۱۳).

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۵)، در بین کلیه عوامل آزمایشی فقط اثر تیمار کودی بر درصد اسانس معنی دار شد. همانطور که در شکل ۴ مشاهده می شود درصد اسانس در سطوح پایین کود مرغی و کود گوسفندی کمتر از تیمار بدون کود (شاهد) است. با افزایش میزان مصرف کود در هر سه نوع کود دامی درصد اسانس روند افزایشی نشان داد ولی شیب افزایش در هر یک از آنها نسبتاً متفاوت بود (شکل ۲). بیشترین میزان اسانس در تیمار کود شیمیایی با ۲/۰۱٪ حاصل شد که برتری معنی دار نسبت به تیمار شاهد فقط در تیمار کود شیمیایی بدست آمد (شکل ۴). عدم افزایش معنی دار میزان اسانس تیمارهای کود دامی در مقایسه با شاهد را می توان به افزایش ماده خشک ناشی از این کودها (جدول ۶) و اثر احتمالی این کودها بر ساخت متفاوت ترکیبات دارویی نسبت داد. فلاح و همکاران (۲۰۲۰) نیز گزارش کردند که در تیمارهای کود دامی تأمین مقدار کافی نیتروژن و همچنین دیگر عناصر غذایی با توسعه ماده خشک گیاه موجب می شود که غلظت اسانس در بافت گیاهی تا حدودی رقیق شود.

عملکرد اسانس از حاصل ضرب وزن خشک اندام هوایی و درصد اسانس بدست آمد و طی آن مشاهده شد اثرات اصلی کود و چین و همچنین اثر متقابل کود در چین بر عملکرد اسانس در سطح ۱٪ معنی دار شد (جدول ۵). با مشاهده نتایج مقایسه میانگین ها در جدول ۶ می توان بیان نمود که در چین اول با افزایش میزان مصرف کودهای مرغی و گوسفندی عملکرد اسانس روند افزایشی نشان داد. به طوری که عملکرد اسانس در بالاترین سطح کود این دو نوع کود همانند تیمار کود شیمیایی بود. در سطوح مختلف کود گاوی عملکرد

میزان جذب نیتروژن توسط گیاه در طول رشد گیاه بسیار متغیر است و نیز به تداوم عرضه نیتروژن در زمان های مختلف فصل رشد بستگی دارد که این تداوم و قابل عرضه بودن همیشگی نیتروژن در کود دامی امکان پذیر است. تأمین نیتروژن بر رشد گیاه تأثیر می گذارد و سبب تجمع زیست توده می شود زیرا نیتروژن پس از کربن فراوان ترین عنصر موجود در زیست توده است. علاوه بر این با مشارکت در ساختار کلروفیل و پروتئین و همچنین اثر مستقیم بر رشد گیاه رابطه مستقیمی با تجمع ماده خشک دارد. در مطالعه ای دیگر گزارش شد کودهای دامی اثرات زیادی بر رشد محصول داشته و باعث بهبود شرایط محیطی شده و با تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه موجب افزایش سرعت رشد نسبی و عملکرد گیاه می شوند (فلاح و همکاران ۲۰۱۸). علاوه بر این، کود دامی حاوی مواد آلی بالا و اسید هیومیک است که باعث تغییر بهتر و مفیدتر کاتیونهای خاک می شود. از طرفی افزایش نیتروژن باعث افزایش تولید و کمبود آن سبب کاهش رشد می شود. این نتایج تأیید می کند که نیتروژن کافی برای رشد و نمو گیاه و همچنین عملکرد پروتئین و ساختار کلروپلاست یک ضرورت دارد. استفاده از کود دامی تعداد برگ، عرض برگ، وزن تر و وزن خشک گیاه را افزایش داد (پورباجانتی و همکاران ۲۰۱۶). معنی دار شدن تیمارهای کود مرغی و تیمار کود شیمیایی در صفت وزن خشک اندام هوایی را می توان به اختلاف معنی داری که این تیمارها در میزان رنگیزه های فتوسنتزی ثبت کردند جستجو کرد (جدول ۳).

گلشن و همکاران (۲۰۱۳) بیان کردند که کاربردهای کود دامی به طور قابل توجهی باعث افزایش خواص شیمیایی خاک می شود و صرف نظر از نوع کود دامی، میزان نیتروژن و فسفر موجود در خاک با افزایش مصرف کود آلی افزایش می یابد که باعث افزایش وزن خشک محصول تولیدی شد. این پاسخها می تواند تا حد



شکل ۲: مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف کودی بر درصد اسانس مریم‌گلی. میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری ندارند. PM_h , PM_m , PM_l : به ترتیب کاربرد ۲۲۲۲، ۳۱۷۴ و ۵۵۵۵ کیلوگرم کود مرگی در هکتار؛ SM_h , SM_m , SM_l : به ترتیب کاربرد ۲۷۸۸، ۵۴۱۱ و ۹۴۷۰ کیلوگرم کود گوسفندی در هکتار؛ CM_h , CM_m , CM_l : به ترتیب کاربرد ۴۳۱۰، ۶۱۵۷ و ۱۰۷۷۵ کیلوگرم کود گاوی در هکتار؛ CF: کود شیمیایی، CK: بدون کود.

بهبود بخشید (فلاح و همکاران ۲۰۲۰) و این عناصر در تولید اسانس نقش بسیار مهمی دارند (فلاح و همکاران ۲۰۱۸).

نتیجه‌گیری

بطور کلی نتیجه‌گیری می‌شود که کاربرد کود مرگی با مصرف بالا (۵۵۵۵ کیلوگرم در هکتار) می‌تواند عملکرد ماده خشک و همچنین تولید اسانس معادل تیمار کود شیمیایی تولید نماید. بنابراین با توجه به بازدهی مطلوب کوتاه مدت (عملکرد) و اثرات باقیمانده آن در بلندمدت به عنوان تیمار بهینه برای تولید گیاه دارویی مریم‌گلی توصیه می‌شود.

سپاسگزاری

بدینوسیله از مساعدت مالی دانشگاه شهرکرد در اجرای این پژوهش تشکر و قدردانی می‌شود.

اسانس مشابه بود و اختلاف معنی‌داری با تیمار بدون کود (شاهد) نداشت (جدول ۵). در چین دوم رابطه کود مصرفی و عملکرد اسانس برای هر سه کود نسبتاً افزایشی بود و میزان افزایش در سطوح کود مرگی بیشتر از کود گوسفندی و کود گاوی بود. به طوری که فقط تیمار PM_h عملکرد اسانس مشابه تیمار کود شیمیایی تولید نمود (جدول ۶). طبیعی است که تیمارهای دارای حداکثر عملکرد اسانس با توجه به ماده خشک تولید شده و درصد اسانس قابل قبولی که داشتند عملکرد اسانس فوق‌العاده‌ای را فراهم کنند. با این حال اثرات رقیق شدن اسانس در شرایط تولید زیست توده بیشتر را در کرت‌هایی که مقدار زیادی کود دامی با قابلیت تجزیه بهتر دریافت کرده بودند به وضوح ملاحظه شد. علاوه بر این، مقدار زیاد کود دامی می‌تواند هم ورودی عناصر ریزمغذی به خاک را افزایش دهد و هم دسترسی عناصر ریزمغذی موجود در خاک را

منابع مورد استفاده

- Abou El-Magd M M, Zaki M F and Abou-Hussein S D. 2008. Effect of Organic manure and different levels of saline irrigation water on growth, green yield and chemical content of sweet fennel. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 2: 90-98.
- Akaberi M, Mehri S and Iranshahi M. 2014. Multiple pro-apoptotic targets of abietane diterpenoids from *Salvia* species. *Fitoterapia*, 100: 118-132. 10.1016/j.fitote.2014.11.008.
- Al Barzanji R, Dizaye K and AL-Asadye A. 2013. Cytotoxic and cytogenetic effects of *Salvia officinalis* on different tumor cell lines. *Middle East Journal of Internal Medicine*, 6: 15-25.
- Alinezhad H, Baharfar R, Zare M, Azimi R and Nabavi S. 2012. Biochemical activities of acetone extracts of *Hyssopus angustifolius*. *Acta Poloniae Pharmaceutica*, 69: 617-622.
- 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.
- AL-Kahtani SH, Ahmed M A, Al-Selwey W and Abdel-Razzak H. 2018. Evaluation Of Composted Agricultural Crop Wastes Application On Growth, Mineral Content, Yield, and Fruit Quality Of Tomato. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*, 6: 159-167.
- Anwar M, Patra D D, Chand S, Alpesh K, Naqvi A A and Khanuja, S.P.S., 2005. Effect of organic manures and inorganic fertilizer on growth, herb and oil yield, nutrient ac Communications in Soil Science and Plant Analysis, 36 :1737-1746.
- Arazmjo E, Heidari M and Ghanbari A. 2010. The effect of water stress and three sources of fertilizers on flower yield, physiological parameters and nutrient uptake in chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, 25 (4): 482-494. (In Persian).
- Badalzadeh A, Danesh Shahraki A R, Rafieiohossaini M and Ghobadinia M. 2018. 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. *Journal of Water and Soil Science*, 28 (3): 155-168.
- Bajeli J, Tripathi S, Kumar A, Tripathi A and Upadhyay R K. 2016. Organic manures a convincing source for quality production of Japanese mint (*Mentha arvensis* L.). *Industrial Crops and Products*, 83: 603-606.
- Berdjour A, Dugje I, Nurudeen A R, Odoom D, Kamara A and Ajala S. 2020. Direct estimation of maize leaf area index as influenced by organic and inorganic fertilizer rates in guinea savanna. *Journal of Agricultural Science*, 12: 66. 10.5539/jas.v12n6p66.
- Berdowska I, Zieliński B, Fecka I, Kulbacka J, Saczko J, and Gamian A. 2013. Cytotoxic impact of phenolics from Lamiaceae species on human breast cancer cells. *Food Chemistry*, 141: 1313-1321.
- Berner A, Hildermann I, Fliessbach A, Pfiffner L, Niggli U and Mäder P. 2008. Crop yield and soil fertility response to reduced tillage under organic management. *Soil and Tillage Research*, 101 (1):89-96.
- Christensen K, Jørgensen M, Kotowska D, Petersen R K, Kristiansen K and Christensen L P. 2010. Activation of the nuclear receptor PPAR γ by metabolites isolated from sage (*Salvia officinalis* L.). *Journal of Ethnopharmacology*, 132: 127-133
- Connor D J, Loomis R S and Cassman K G. 2011. *Ecology: Productivity and Management in Agricultural Systems*. 2nd Edition. Cambridge University Press, 721p.
- Emami Bistgani Z, Siadat S A, Bakhshandeh A, Pirbalouti A G, Hashemi M, Maggi F and Morshedloo M R. 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 and Lorigooini Z. 2020. Chemical compositions and antioxidant activity of essential oil of wild and cultivated *Dracocephalum kotschyi* grown in different ecosystems: a comparative study. *Industrial Crops and Products*, 143: 111885. 10.1016/j.indcrop.2019.111885.
- Fallah S, Rostaei M, Lorigooini Z and Surki A. 2018. Chemical compositions of essential oil and antioxidant activity of dragonhead (*Dracocephalum moldavica*) in sole crop and dragonhead- soybean (*Glycine max*) intercropping system under organic manure and chemical fertilizers. *Industrial Crops and Products*, 115: 158-165. 10.1016/j.indcrop.2018.02.003.
- Garcia C S, Ely M R, Wasum R A, Zoppa B C, Wolhheim C, Neves G, Angeli V and Souza K C. 2012. Assessment of *Salvia officinalis*(L.) hydroalcoholic extract for possible use in cosmetic formulation as inhibitor of pathogens in the skin. *Journal of Basic and Applied Pharmaceutical Sciences*, 33: 509-514.
- Garcia C, Menti C, Lambert A, Barcellos T, Moura S, Calloni C, Branco C, Salvador M, Roeschely M and Henriques J A. 2016. Pharmacological perspectives from Brazilian *Salvia officinalis* (Lamiaceae): antioxidant, and antitumor in mammalian cells. *Annals of the Brazilian Academy of Sciences*, 88: 10.1590/0001-3765201520150344.
- Generalić M I, Skroza D, Surjak J, Smole M S, Ljubenković I, Katalinić A, Šimat V and Katalinić V. 2012. Seasonal Variations of Phenolic Compounds and Biological Properties in Sage (*Salvia officinalis* L.). *Chemistry & Biodiversity*, 9: 441-57. 10.1002/cbdv.201100219.
- Gulshan AB, Saeed H M, Javid S, Meryem T. Atta M, Amin-ud-din M, Khan G and Khan D G. 2013. Effects of animal manure on the growth and development of OKRA (*Abelmoschus esculentus* L.). *ARPN Journal of Agricultural and Biological Science*, 8: 213-218.
- Lemle K. 2018. *Salvia officinalis* used in pharmaceutics. *IOP Conference Series*, C. 294. 012037. 10.1088/1757-899X/294/1/012037.
- Lichtenthaler H K. 1987. Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes. In: Douce, R. and Packer, L. (eds.), *Methods in Enzymology*, New York, 148: 350-382.
- 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.
- Omidbeigi R. 1997. *Approaches to Production and Processing of Medicinal Plants*. Tarrahan-e nashr publication, Tehran. Iran. (vol two) 423 pp.
- Park J, Cho K H, Ligaray M and Choi M J. 2019. Organic matter composition of manure and its potential impact on plant growth. *Sustainability*, 11: 2346.
- Purbajanti E, Kusmiyati F, Slamet W and Adinurani P G. 2016. Chlorophyll, crop growth rate and forage yield of *Brachiaria brizantha* (Stapf) as the result of goat manure in various nitrogen dosage. *AIP Conference Proceedings*, 1755: 130013. 10.1063/1.4958557.
- Purbajanti E, Slamet W, Fuskhah E and Rosyida R. 2019. Effects of organic and inorganic fertilizers on growth, activity of nitrate reductase and chlorophyll contents of peanuts (*Arachis hypogaea* L.). *IOP Conference Series: Environmental Earth Sciences*, 250: 012048. 10.1088/1755-1315/250/1/012048.
- Rodrigues M, Kanazawa L, Neves T, Silva C, Horst H, Pizzolatti M, Santos A, Baggio C and Werner M. 2011. Antinociceptive and anti-inflammatory potential of extract and isolated compounds from the leaves of *Salvia officinalis* in mice. *Journal of Ethnopharmacology*, 139: 519-26. 10.1016/j.jep.2011.11.042.
- Sedghi Moghadam M and Mirzaei M. 2008. Investigation of the effect of municipal waste compost on some quantitative and qualitative characteristics of *Cucurbita moschata* Duch. *Proceedings of the 3rd National Congress on Recycling and Use of Renewable Organic Resources in Agriculture*, Isfahan.
- Shafiee-Nick R, Ghorbani A, Vafae Bagheri F and Rakhshandeh H. 2012. Chronic administration of a combination of six herbs inhibits the progression of hyperglycemia and decreases serum lipids and aspartate amino transferase activity in diabetic rats. *Advances in Pharmacological Sciences*. 2012:789796. doi: 10.1155/2012/789796.

- Singh K, Chand S and Yaseen M. 2014. Integrated nutrient management in Indian basil (*Ocimum basilicum*). *Industrial Crops and Products*, 55: 225–229.
- Takano N, Inokuchi Y, Kurachi M. 2011. Effects of ethanol extracts of herbal medicines on dermatitis in an atopic dermatitis mouse model. *Yakugaku Zasshi*. Apr;131(4): 581-6. Japanese. doi: 10.1248/yakushi.131.581. PMID: 21467798.
- Weisany W, Raey Y, and Pertot, I. 2015. Changes in the essential oil yield and composition of dill (*Anethum graveolens* L.) as response to arbuscular mycorrhiza colonization and cropping system. *Industrial Crops and Products*, 77. 295-306. 10.1016/j.indcrop.2015.09.003.
- Ye S, Liu T and Niu Y. 2020. Effects of organic fertilizer on water use, photosynthetic characteristics, and fruit quality of pear jujube in northern Shaanxi, *Open Chemistry*, 18(1): 537-545.
- Zhao Z, Zhang C, Zhang J, Liu C and Wu Q. 2019. Effects of substituting manure for fertilizer on aggregation and aggregate associated carbon and nitrogen in a Vertisol. *Agronomy Journal*, 111: 368-377.