

تأثیر کاربرد کودهای زیستی و کود دامی بر عملکرد اقتصادی و ویژگی‌های کیفی چای ترش (*Hibiscus sabdariffa* L.)

مریم نعمتی^۱، مهدی دهمرده^۲، عیسی خمیری^۳ و مسعود نجاتی یزدی نژاد^۴

۱- نویسنده مسئول، دانشجوی کارشناسی ارشد گیاهان دارویی، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران

پست الکترونیک: nemati9531@gmail.com

۲- استادیار، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران

۳- استادیار، گروه زراعت، پژوهشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران

۴- استادیار، گروه شیمی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه زابل، زابل، ایران

تاریخ پذیرش: مرداد ۱۳۹۳

تاریخ اصلاح نهایی: تیر ۱۳۹۳

تاریخ دریافت: شهریور ۱۳۹۲

چکیده

به منظور بررسی تأثیر کود دامی و کودهای زیستی بر عملکرد اقتصادی و ویژگی‌های کیفی چای ترش (*Hibiscus sabdariffa* L.) آزمایشی در مزرعه پژوهشکده کشاورزی دانشگاه زابل در سال زراعی ۹۱ به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. کود دامی در سه مقدار ۰، ۱۰ و ۲۰ تن در هکتار و کاربرد کود زیستی در هشت سطح: شاهد (بدون مصرف کود زیستی)، نیتروکسین، بیوسولفور، فسفات بارور ۲، نیتروکسین+بیوسولفور، نیتروکسین+فسفات بارور ۲، بیوسولفور+فسفات بارور ۲ و نیتروکسین+بیوسولفور+فسفات بارور تیمارهای آزمایشی بودند. سطوح مختلف کود دامی به عنوان عامل اصلی و تیمارهای کود زیستی به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شد. صفات مورد مطالعه شامل عملکرد اقتصادی، سنجش سبزی‌نگی برگ، مقدار کلروفیل a، b، کاروتنوئید، کربوهیدرات، آنتوسیانین، میزان پروتئین، میزان پتاسیم و فسفر بود که براساس نتایج، مصرف سطوح مختلف کود دامی و تیمارهای کود زیستی و برهم‌کنش آنها بر این صفات معنی‌دار شد. بیشترین مقدار عملکرد اقتصادی (1290 kg.h^{-1}) و میزان پروتئین ($841/42 \text{ mg.g}^{-1}$) با مصرف همزمان ۱۰ تن در هکتار کود دامی و نیتروکسین و بالاترین مقدار آنتوسیانین کاسبرگ ($0/45 \mu\text{g.g}^{-1}$) و کربوهیدرات ($1035/7 \mu\text{g.g}^{-1}$) در تیمار ۲۰ تن در هکتار کود دامی و بیوسولفور+فسفات بارور ۲ حاصل گردید. همچنین استفاده از ۲۰ تن در هکتار کود دامی و تلفیق سه کود زیستی نیتروکسین، بیوسولفور و فسفات بارور ۲ سبب افزایش سبزی‌نگی برگ، میزان کلروفیل a، b، کاروتنوئید، فسفر و پتاسیم نسبت به شاهد شد. نتایج نشان داد که مصرف همزمان کودهای دامی و زیستی، نسبت به مصرف جداگانه آنها می‌تواند در افزایش عملکرد اقتصادی و ویژگی‌های کیفی چای ترش نقش مؤثری را ایفا کند.

واژه‌های کلیدی: چای ترش (*Hibiscus sabdariffa* L.)، آنتوسیانین، بیوسولفور، کاروتنوئید، کلروفیل، نیتروکسین.

مقدمه

گیاهان دارویی از گذشته‌های دور دارای جایگاه ویژه‌ای در نظام سنتی کشاورزی ایران بوده‌اند و استفاده از این گیاهان برای تهیه داروهای با منشأ گیاهی برای پیشگیری و درمان بیماری‌ها از روزگاران کهن مورد توجه متخصصان طب سنتی بوده است. گیاهان دارویی با منابعی سرشار از متابولیت‌های ثانویه، مواد مؤثره اساسی بسیاری از داروها را تأمین می‌کنند. هرچند بیوسنتز متابولیت‌های ثانویه به صورت ژنتیکی کنترل می‌شود؛ ولی ساخت آنها بشدت توسط عوامل محیطی تحت تأثیر قرار می‌گیرد (امیدیگی، ۱۳۷۹). امروزه به دلیل مشخص شدن عوارض جانبی داروهای شیمیایی، گرایش به مصرف داروهای گیاهی در حال افزایش است (Hecl & Sustrikova, 2006).

چای ترش یا چای مکی با نام علمی *Hibiscus sabdariffa* از خانواده پنیرک *Malvaceae*، گیاهیست یکساله، شاخه‌دار، با رنگ سبز تیره مایل به قرمز و برگ‌ها متناوب و پنجه‌ای دارای سه تا هفت لوب و حاشیه برگ‌ها دندانه‌ای، بدون کرک و گل‌ها بزرگ با دمگل کوتاه است. میوه‌ها توسط کاسبرگ‌های گوشتی احاطه شده که حاوی ۲۲ تا ۳۴ دانه در هر کیسول می‌باشند. این گیاه دارای یک ریشه راست، عمیق و قابل نفوذ است (زرگری، ۱۳۷۱).

سلامت محصولات تولید شده در سیستم‌های گوناگون از لحاظ وجود بقایای سموم و مواد شیمیایی و تأثیر آنها بر سلامت انسان و محیط‌زیست، توجه ویژه‌ای را به روشهای تولید و نهاده‌های بکار رفته در آنها جلب کرده است. در سال‌های اخیر در پی بحران آلودگی‌های زیست‌محیطی تلاش‌های گسترده‌ای به منظور یافتن راهکارهای مناسب برای بهبود کیفیت خاک و محصولات کشاورزی، حذف آلاینده‌ها و حفظ پایداری اکوسیستم‌های طبیعی آغاز شده است (سالاردینی، ۱۳۷۱).

یکی از ارکان اساسی در کشاورزی پایدار استفاده از کودهای زیستی و دامی در اکوسیستم‌های زراعی با هدف حذف یا کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی است. کودهای زیستی گاهی به عنوان جایگزین و در بیشتر موارد به عنوان

مکمل کودهای شیمیایی می‌توانند پایداری تولید نظام‌های کشاورزی را تضمین کنند (Han et al., 2006). کودهای زیستی متشکل از میکروارگانیسم‌های مفیدی هستند که هر یک به منظور خاصی مانند تثبیت نیتروژن، رهاسازی یون‌های فسفات، پتاسیم، آهن و غیره تولید می‌شوند. این میکروارگانیسم‌ها معمولاً در اطراف ریشه مستقر شده و گیاه را در جذب عناصر یاری می‌کنند (Wu et al., 2005) و باعث کاهش بیماری‌های گیاه، بهبود ساختمان خاک، تحریک بیشتر رشد گیاه و بالا رفتن کمیّت و کیفیت و افزایش مقاومت آن در برابر تنش‌های محیطی می‌شوند (Nagananda et al., 2010). از طرف دیگر کودهای آلی حاوی مقدار قابل توجهی نیتروژن هستند و در مزرعه برای چند سال می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند. برخی از پژوهشگران اظهار داشته‌اند که می‌توان با مصرف کودهای دامی حدود ۴۲٪ نیتروژن، ۲۹٪ فسفر و ۷۵٪ پتاسیم مورد نیاز گیاهان را تأمین کرد. این امر، بدست آمدن حداکثر عملکرد محصول و بهبود کارایی دیگر کودها را در پی خواهد داشت (Laur, 1975).

طبق گزارش‌های Abo-Baker و Mostafa (۲۰۱۱) روی چای ترش، مشخص شد که استفاده از ترکیب باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن و حل‌کننده فسفات به همراه مصرف ۵۰٪ کود شیمیایی NPK رایج، منجر به افزایش درصد نیتروژن و فسفر در برگ‌ها و میزان آنتوسیانین، ویتامین C و اسیدیته در کاسبرگ‌ها می‌شود. طبق تحقیق Hassan (۲۰۰۹) تلقیح بذره‌های چای ترش با مایه باکتریایی حاوی آزوسپریلیوم، باسیلوس و سودوموناس در ترکیب با نصف مقدار معمول کود شیمیایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم موجب افزایش عملکرد در کاسبرگ و خصوصیات کیفی در آن شد. طی مطالعه‌ای تأثیر مثبت کاربرد کود زیستی بیوسولفور به تنهایی یا در ترکیب با دیگر کودهای زیستی مانند نیتروکسین و فسفات بارور ۲ در بهبود عملکرد و کیفیت گیاه دارویی بادرشبو به اثبات رسید (Rahimzadeh et al., 2011).

از آنجا که فرایند تولید گیاهان دارویی به سوی بهبود کیفیت، کمیّت و سلامت ماده مؤثره موجود در آنها پیش

می‌رود، تغذیه سالم این گیاهان از طریق کاربرد کودهای زیستی و دامی با این فرایند سازگارتر می‌باشد. بر این اساس هدف پژوهش حاضر، بررسی تأثیر کاربرد کودهای زیستی به همراه کود دامی بر خصوصیات کیفی گیاه دارویی چای ترش است.

مواد و روشها

آزمایشی در سال زراعی ۹۱ در پژوهشکده کشاورزی دانشگاه زابل واقع در ۳۵ کیلومتری جنوب شرقی شهرستان زابل اجرا گردید. ارتفاع این منطقه از سطح دریا ۴۸۱ متر بوده و در ۶۱ درجه و ۴۱ دقیقه طول شرقی و ۳۰ درجه و ۵۴ دقیقه عرض شمالی واقع شده است. براساس آمار هواشناسی، این منطقه جزو اقلیم‌های خشک و بسیار گرم با میانگین بارندگی سالیانه ۶۳ میلی‌متر و دمای متوسط ۲۳ درجه سانتی‌گراد (و حداکثر ۴۹ درجه سانتی‌گراد و حداقل ۷- درجه سانتی‌گراد) می‌باشد. قبل از کشت به منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه، از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری نمونه برداری و مشخص شد که بافت خاک لومی شنی و pH آن برابر ۷/۷ می‌باشد. آزمایش به صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار روی گیاه دارویی چای ترش به اجرا درآمد. عامل اصلی شامل کود دامی در سه مقدار بدون کود، ۱۰ تن و ۲۰ تن در هکتار کود دامی و عامل فرعی شامل هشت سطح کود زیستی شامل شاهد عدم کاربرد کود، نیتروکسین، بیوسولفور، فسفات بارور ۲، نیتروکسین+بیوسولفور، نیتروکسین+فسفات بارور ۲، بیوسولفور+فسفات بارور ۲ و نیتروکسین+بیوسولفور+فسفات بارور ۲ در نظر گرفته شدند. بذرها یک‌ساله چای ترش از پژوهشکده کشاورزی دانشگاه زابل تهیه شد و پس از بوجاری، آزمایش‌های تعیین خصوصیات بذر بر روی آنها انجام شد. بذرها دارای وزن هزارانه ۲۸/۲ گرم، قوه نامیه ۹۸٪ و سرعت جوانه‌زنی ۹۴٪ بودند. عملیات آماده‌سازی زمین شامل مراحل شخم، دیسک، جوی و پشته، ایجاد کرت‌های به طول ۲/۵ و عرض ۲ متر، افزودن کودهای شیمیایی پایه نیتروژن، فسفر و پتاسیم به نسبت

۵۰:۱۰۰:۱۰۰ و کود دامی در اسفند ماه انجام شد. بذرها را به صورت کپه‌ای و پس از تلقیح بذری با کودهای زیستی با تراکم ۸۰۰۰۰ بوته در هکتار (فاصله بین بوته‌ها ۲۵ و فاصله بین ردیف‌ها ۵۰ سانتی‌متر) در ۲۵ فروردین ماه کاشته و بلافاصله به صورت شیاری آبیاری شد. فاکتورهای مورد مطالعه در این تحقیق شامل سنجش عملکرد اقتصادی، میزان سبزی‌نگی برگ، مقدار کلروفیل a، b، کاروتنوئید، کربوهیدرات‌های محلول، پتاسیم، فسفر و آنتوسیانین چای ترش می‌باشد.

برای اندازه‌گیری عملکرد اقتصادی گیاه کاسبرگ‌ها در آبان‌ماه برداشت شد و پس از خشک کردن در آون در دمای ۷۴ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۴۸ ساعت، وزن خشک کاسبرگ اندازه‌گیری شد که معادل عملکرد اقتصادی چای ترش است.

برای سنجش آنتوسیانین نمونه‌گیری از کاسبرگ‌ها در آبان‌ماه، هنگام رسیدگی فیزیولوژیک میوه‌ها انجام شد، گرفتن نمونه به منظور سنجش فاکتورهای دیگر در مرحله گلدهی، از سرشاخه‌های جوان چای ترش انجام گردید.

ارزیابی صفات

سنجش سبزی‌نگی برگ (SPAD)

میزان نسبی سبزی‌نگی برگ براساس قرائت SPAD در هنگام دانه‌بندی میوه‌ها انجام شد. بدین منظور از هر بوته چهار برگ همسان (جوان‌ترین برگ کاملاً توسعه یافته) انتخاب و میزان سبزی‌نگی آنها به وسیله دستگاه SPAD-502, Minlota Japan, Reading قرائت شد.

اندازه‌گیری غلظت رنگیزه‌های فتوسنتزی (کلروفیل a، b و کاروتنوئیدها): مقدار ۰/۱ گرم بافت تازه گیاهی در هاون چینی با نیتروژن مایع ساییده شد و پس از افزودن ۱۰ میلی‌لیتر استون ۸۰٪ به آن، به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۶۰۰۰ دور در دقیقه، سانتریفیوژ شد و جذب محلول بالای در طول موج‌های ۶۶۳ نانومتر برای کلروفیل a، ۶۴۵ نانومتر برای کلروفیل b و ۴۷۰ نانومتر برای کاروتنوئیدها توسط اسپکتروفوتومتر معین شد. سپس با استفاده از فرمول‌های زیر میزان کلروفیل a، b و

۴۸۳ نانومتر با دستگاه اسپکتروفوتومتر قرائت شد. میزان کربوهیدرات استخراجی براساس میکروگرم گلوکز بر گرم وزن تر نمونه و براساس منحنی استاندارد گلوکز بدست آمد (Clairmont *et al.*, 1986).

تعیین درصد خاکستر و مقدار دو عنصر فسفر و پتاسیم پس از قرار دادن یک گرم از پودر گیاه در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ ساعت در کوره الکتریکی و تعیین درصد خاکستر آن، ۱۰ میلی‌متر اسیدکلریدریک ۲ نرمال به آن اضافه شد، سپس حجم محلول بدست آمده پس از عبور از کاغذ صافی با افزودن آب مقطر به ۱۰۰ میلی‌متر رسید. جذب محلول به منظور سنجش فسفر در طول موج ۴۲۰ نانومتر با اسپکتروفوتومتر و پتاسیم با فلیم‌فوتومتر خوانده شد. در پایان پس از رسم منحنی استاندارد هر دو عنصر، مقدار آنها براساس میکروگرم در گرم ماده خشک محاسبه گردید (طباطبایی، ۱۳۸۸).

اندازه‌گیری غلظت پروتئین سرشاخه‌ها به روش برادفورد انجام شد (Bradford, 1976).

تجزیه آماری داده‌ها با نرم‌افزار SAS نسخه ۱۱ و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ انجام شد.

نتایج

عملکرد اقتصادی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر کود دامی بر عملکرد اقتصادی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۱). بیشترین مقدار عملکرد اقتصادی (۷۳۰ کیلوگرم در هکتار) از کاربرد ۱۰ تن در هکتار کود دامی بدست آمد که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها داشت؛ در حالی‌که کمترین مقدار عملکرد اقتصادی (۶۵۰ کیلوگرم در هکتار) مربوط به شاهد بود (جدول ۴). مصرف ۱۰ تن کود دامی مقدار عملکرد اقتصادی را حدود ۱۲٪ نسبت به شاهد افزایش داد (جدول ۴). تأثیر کودهای زیستی بر عملکرد اقتصادی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۳).

کاروتنوئیدهای نمونه (میلی‌گرم برگرم وزن تر) بدست آمد (Arnon, 1967).

$$\begin{aligned} \text{Chlorophyll a} &= (19.3 \times A_{663} - 0.86 \times A_{645}) V / 100W \\ \text{Chlorophyll b} &= (19.3 \times A_{645} - 3.6 \times A_{663}) V / 100W \\ \text{Carotenoides} &= 100 (A_{470}) - 3.27 (\text{mg chl. a}) - \\ &104 (\text{mg chl. b}) / 227 \end{aligned}$$

V = حجم محلول سانتریفیوژ شده

A = جذب نور در طول موج‌های ۶۶۳، ۶۴۵ و ۴۷۰ نانومتر

W = وزن تر نمونه برحسب گرم

سنجش میزان آنتوسیانین

آنتوسیانین‌ها از لحاظ شیمیایی متعلق به گروه فنول‌ها هستند. برای اندازه‌گیری مقدار آنتوسیانین‌ها از روش Wagner (۱۹۷۹) استفاده شد. ۰/۱ گرم بافت تازه کاسبرگ در هاون چینی، با ۱۰ میلی‌لیتر متانول اسیدی (متانول خالص و کلریدریک اسید خالص به نسبت حجمی ۹۹ به ۱) به‌طور کامل ساییده شد و در لوله‌های آزمایش در پیچ‌دار به مدت ۲۴ ساعت، در تاریکی و دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت، سپس به مدت ۱۰ دقیقه، با سرعت ۴۰۰۰ دور در دقیقه، سانتریفیوژ شد و جذب محلول بالای در طول موج ۵۵۰ نانومتر با اسپکتروفوتومتر تعیین گردید. برای محاسبه غلظت از فرمول زیر استفاده شد (ضریب خاموشی (ε) ۳۳۰۰۰ سانتی‌متر بر مول در نظر گرفته شد).

$$A = \epsilon b C$$

A = جذب، b = عرض کووت و C = غلظت محلول مورد نظر

اندازه‌گیری کربوهیدرات

پس از افزودن ۱۰ میلی‌متر اتانول ۹۵٪ به ۰/۲ گرم بافت تازه نمونه و قرار دادن آن در حمام بن‌ماری به مدت یک ساعت، با دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد، ۱ میلی‌متر فنول ۰/۵٪ و ۵ میلی‌متر اسید سولفوریک ۹۸٪ به ۱ میلی‌متر از این محلول اضافه شد و جذب آن در طول موج

بیشترین مقدار آنها در سطوح کود دامی مربوط به تیمار ۲۰ تن در هکتار است که نسبت به شاهد به ترتیب افزایش ۸، ۱۰ و ۷۲ درصدی را نشان داده است (جدول ۲). در سطوح کود زیستی نیز تیمار تلفیق سه کود زیستی، نسبت به شاهد، بهترین تیمار بود که به ترتیب، افزایش ۲۸، ۲۲ و ۴۷ درصدی آنها را در پی داشت (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین‌های برهم‌کنش کودها نشان می‌دهد که بالاترین افزایش در میزان کلروفیل a، b و کاروتنوئیدهای برگ، در اثر کاربرد همزمان با ۲۰ تن در هکتار کود دامی+تلفیق سه کود زیستی بوجود آمده که به ترتیب نسبت به شاهد ۳۱٪، ۱۹٪ و ۵۳۱٪ بیشتر بود (جدول ۳).

میزان کربوهیدرات

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱)، نشان‌دهنده معنی‌دار بودن تأثیر کودهای دامی و زیستی و برهم‌کنش آنها بر میزان کربوهیدرات موجود در سرشاخه‌های جوان چای ترش در سطح ۱٪ آماری بود. طبق اطلاعات جدول ۲، تیمارهای ۱۰ و ۲۰ تن کود دامی در هکتار بالاترین میزان کربوهیدرات را نشان دادند. در مقایسه کودهای زیستی مشخص گردید که بین تیمارهای نیتروکسین، بیوسولفور+ فسفات بارور ۲ و نیتروکسین+بیوسولفور+ فسفات بارور ۲ اختلاف معنی‌داری دیده نشد. نتایج مقایسه میانگین‌های برهم‌کنش کودها بیانگر این بود که کاربرد همزمان ۲۰ تن در هکتار کود دامی+بیوسولفور+فسفات بارور ۲ بهترین اثر را بر میزان کربوهیدرات‌ها داشت (جدول ۳). این مقدار (۱۰۳۵/۷ میلی‌گرم گلوکز بر گرم وزن تر نمونه) نسبت به تیمار شاهد (۸۶۷/۴ میلی‌گرم گلوکز بر گرم وزن تر نمونه) ۱۹٪ افزایش نشان می‌دهد.

میزان آنتوسیانین

میزان آنتوسیانین حاضر به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر کودهای دامی، زیستی و برهم‌کنش آنها قرار گرفت (جدول ۱). بیشترین میزان ترکیب فنولی آنتوسیانین در سطوح کود دامی، تیمار ۲۰ تن در هکتار کود دامی بود که

بیشترین عملکرد اقتصادی (۹۱۰ کیلوگرم در هکتار) از تیمار نیتروکسین بدست آمد (جدول ۴). البته به‌نظر می‌رسد که گیاهان تیمار شده توسط کود زیستی نیتروکسین در مقایسه با تیمار شاهد (بدون تلقیح) در حدود ۱۸٪، افزایش عملکرد کاسبرگ داشتند. برهم‌کنش کودهای دامی و زیستی بر عملکرد کاسبرگ نشان داد که بالاترین میزان (۱۲۹۰ کیلوگرم در هکتار) با کاربرد ۱۰ تن در هکتار کود دامی+نیتروکسین بدست آمد. این مقدار نسبت به تیمار شاهد (۳۰۰ کیلوگرم در هکتار) بیش از ۳۰۰٪ افزایش عملکرد داشت (جدول ۵).

سنجش سبزینگی برگ (SPAD)

تأثیر کودهای دامی و زیستی در سطح ۱٪، بر سبزینگی برگ معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار بین سطوح مختلف کود دامی است؛ به‌نحوی که بیشترین مقدار عدد اسپاد از تیمار ۲۰ تن در هکتار (۳۳/۴۹) بدست آمد که نسبت به شاهد (۲۸/۳۱) حدود ۱۹٪ افزایش داشت (جدول ۲). تفاوت معنی‌داری، از نظر سبزینگی برگ تحت تأثیر کودهای زیستی وجود داشت (جدول ۱). بیشترین مقدار عدد اسپاد (۳۶/۰۳) از تیمار نیتروکسین+بیوسولفور+فسفات بارور ۲ حاصل شد (جدول ۲) که در مقایسه با تیمار شاهد (۳۳/۱) حدود ۱۰٪ افزایش نشان داد. برهم‌کنش کودها بر سبزینگی برگ معنی‌دار شد (جدول ۱). مقایسه میانگین‌های برهم‌کنش کودهای دامی و زیستی بر سبزینگی برگ نشان داد که بیشترین میزان عدد اسپاد (۳۹/۹) از کاربرد همزمان ۲۰ تن در هکتار کود دامی و نیتروکسین+بیوسولفور+فسفات بارور ۲ مشاهده شد. این مقدار نسبت به تیمار شاهد (۲۳/۸) بیش از ۶۷/۶٪ افزایش داشت (جدول ۳).

غلظت رنگیزه‌های فتوسنتزی (کلروفیل a، b و کاروتنوئیدها)

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تأثیر کودهای دامی، کودهای زیستی و برهم‌کنش آنها بر غلظت کلروفیل a، b و کاروتنوئیدهای برگ معنی‌دار شد (جدول ۱). به‌طوری که

درصد خاکستر و غلظت فسفر و پتاسیم نشان داد که بیشترین مقدار آنها مربوط به تیمار تلفیق سه کود زیستی به همراه ۲۰ تن در هکتار کود دامی بوده است؛ به نحوی که این مقادیر نسبت به شاهد به ترتیب در حدود ۱۲۶، ۷ و ۳۱ درصد افزایش داشته اند (جدول ۶).

میزان پروتئین سرشاخه ها

تأثیر کودهای دامی و زیستی و برهم کنش آنها در سطح ۱٪، بر میزان پروتئین برگ معنی دار شد (جدول ۴). مقایسه میانگین ها نشان دهنده وجود تفاوت معنی دار بین سطوح مختلف کود دامی است؛ به طوری که بیشترین مقدار پروتئین از تیمار ۱۰ تن در هکتار بدست آمد که نسبت به شاهد حدود ۲۴٪ افزایش نشان داده است (جدول ۵). کاربرد کودهای زیستی نیز بر میزان پروتئین چای ترش افزود، به نحوی که بیشترین مقدار مربوط به تیمار نیتروکسین بود که نسبت به شاهد افزایش ۱۶ درصدی داشت (جدول ۵).

مقایسه میانگین های برهم کنش کودهای دامی و زیستی بر میزان پروتئین نشان داد که بالاترین میزان مربوط به تیمار نیتروکسین به همراه ۱۰ تن در هکتار کود دامی است. این مقدار (۸۴۱/۴۲ میلی گرم بر گرم وزن تر) نسبت به تیمار شاهد (۷۵۵/۱ میلی گرم بر گرم وزن تر) حدود ۱۰٪ افزایش داشته است (جدول ۶).

نسبت به شاهد ۱۶٪ افزایش داشت (جدول ۲). بنابراین به نظر می رسد این کود نقش مثبتی در افزایش مقدار آنتوسیانین کاسیرگ چای ترش دارد. کاربرد کودهای زیستی نیز میزان آنتوسیانین را افزایش داد. به طوری که بیشترین مقدار مربوط به تیمار بیوسولفور+فسفات بارور ۲ و کمترین میزان مربوط به تیمار نیتروکسین بود (جدول ۲).

مقایسه میانگین برهم کنش کودهای دامی و کودهای زیستی حکایت از آن دارد که تیمار ۲۰ تن در هکتار کود دامی همراه با بیوسولفور+فسفات بارور ۲ بهترین تیمار است و میزان آنتوسیانین موجود در این تیمار (۰/۴۵ میکرومول بر گرم وزن تر) نسبت به تیمار شاهد (۰/۱۶ میکرومول بر گرم وزن تر) ۱۸۰٪ افزایش داشته است (جدول ۳).

درصد خاکستر و غلظت عناصر فسفر و پتاسیم

نتایج تجزیه واریانس نشان دهنده معنی دار بودن تأثیر تیمارهای کودهای دامی، زیستی و برهم کنش آنها بر درصد خاکستر و غلظت فسفر و پتاسیم بود (جدول ۴). بالاترین مقدار درصد خاکستر و غلظت عناصر در سطوح کود دامی، تیمار ۲۰ تن در هکتار نشان داد (جدول ۵). در سطوح کود زیستی تیمار نیتروکسین+بیوسولفور+فسفات بارور ۲ بهترین نتیجه را داشت (جدول ۵).

مقایسه میانگین برهم کنش کودهای دامی و زیستی بر

جدول ۱- تجزیه واریانس عملکرد اقتصادی و ویژگی های کیفی گیاه چای ترش تحت تأثیر کودهای دامی و زیستی

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد اقتصادی	عدد اسپاد	میانگین مربعات		
				رنگیزه های فتوسنتزی		
				کلروفیل a	کلروفیل b	کاروتنوئید
تکرار	۲	۰/۰۰۰۱	۴/۱۸	۰/۰۰۰۰۴	۰/۰۱۵	۰/۰۵
کود دامی	۲	۰/۰۴۱**	۱۶۱/۴**	۱/۲۶**	۰/۱۶*	۲۵۵/۱**
خطای اصلی	۴	۰/۰۰۰۲	۵/۰۵	۰/۰۰۰۲	۰/۰۱۰	۰/۲۸
کود زیستی	۷	۰/۱۲**	۹۰/۰**	۲/۲۹**	۰/۰۵**	۲۹/۱**
دامی×زیستی	۱۴	۰/۰۵۲	۵۸/۰**	۲/۹۲**	۰/۱۲**	۵۰/۶**
خطای فرعی	۴۲	۰/۰۰۰۲	۲/۱۶	۰/۰۰۰۲	۰/۰۱۲	۰/۲۱
ضریب تغییرات	-	۲/۳	۴/۸	۰/۲۴	۸/۷	۳/۸

* و **: به ترتیب معنی دار در سطح ۵٪ و ۱٪

جدول ۲- مقایسه میانگین عملکرد اقتصادی و ویژگی‌های کیفی تحت تأثیر کودهای دامی و زیستی

آنتوسیانین ($\mu\text{mol.g}^{-1}$)	کربوهیدرات ($\mu\text{g.g}^{-1}$)	رنگی‌های فتوسنتزی			عدد اسپاد (SPAD)	عملکرد اقتصادی (t.h^{-1})	تیمارهای آزمایش
		کاروتنوئید (mg.g^{-1})	کلروفیل b (mg.g^{-1})	کلروفیل a (mg.g^{-1})			
کود دامی (تن در هکتار)							
c./۱۹	۸۰۷/۳ b	c۸/۹	۱/۲۶ b	c۶/۲	c۲۸/۳	۰/۶۵ b	شاهد
۰/۲۰ b	۸۴۹/۲ a	۱۳/۱ b	۱/۲۶ b	۶/۴ b	۳۱/۰ b	۰/۷۳ a	۱۰
۰/۲۲ a	۸۴۹/۵ a	۱۵/۳ a	۱/۴۰ a	۶/۶ a	۳۳/۵ a	۰/۶۶ b	۲۰
۰/۰۰۸	۸/۸۳	۰/۴۲	۰/۰۸۱	۰/۰۱۲	۱/۸	۰/۱۳	LSD 0.05%
کود زیستی							
۰/۱۷ d	۷۷۰/۶ e	۱۰/۶ f	۱/۱۶ c	۵/۷ g	۳۳/۱ b	۰/۷۷ b	شاهد
۰/۱۴ f	۸۶۷/۹ a	۱۳/۱ c	۱/۳۶ ab	۶/۶ c	۳۲/۸ b	۰/۹۱ a	نیتروکسین
۰/۱۶ de	۸۱۹/۷ c	۱۱/۲ e	۱/۳۵ ab	۶/۲ e	۲۹/۳ c	۰/۵۷ f	بیوسولفور
۰/۲۴ c	۸۵۰/۱ b	۱۱/۲ e	۱/۳۰ b	۵/۸ f	۲۸ d	۰/۶۱ e	فسفات بارور ۲
۰/۲۸ b	۸۴۳/۰ b	۱۴/۲ b	۱/۲۵ bc	۶/۵ d	۲۶/۲ e	۰/۶۱ e	نیتروکسین+بیوسولفور
۰/۱۵ ef	۷۷۸/۶ d	۱۲/۶ d	۱/۳۵ ab	۶/۶ c	۳۰/۱ c	۰/۶۰ e	نیتروکسین+فسفات بارور ۲
۰/۳۱ a	۸۶۹/۶ a	۱۰/۹ ef	۱/۲۸ b	۷/۰ b	۳۲/۱ b	۰/۷۰ b	بیوسولفور+فسفات بارور ۲
۰/۱۷ d	۸۷۵/۵ a	۱۵/۶ a	۱/۴۲ a	۷/۱ a	۳۶/۰ a	۰/۶۸ d	نیتروکسین+بیوسولفور+فسفات بارور ۲
۰/۰۱	۱۲/۱۸	۰/۴۴	۰/۱۰	۰/۰۱	۱/۴۰	۰/۱۵	LSD 0.05%

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک، براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

جدول ۳- مقایسه میانگین عملکرد اقتصادی و ویژگی‌های کیفی تحت تأثیر برهم‌کنش کودهای دامی و زیستی

آنتوسیانین ($\mu\text{mol.g}^{-1}$)	کربوهیدرات ($\mu\text{g.g}^{-1}$)	رنگی‌های فتوسنتزی			عدد اسپاد (SPAD)	عملکرد اقتصادی (t.h^{-1})	کود زیستی	کود دامی (t.h^{-1})
		کاروتنوئید (mg.g^{-1})	کلروفیل b (mg.g^{-1})	کلروفیل a (mg.g^{-1})				
۰/۱۶ ghi	۸۶۷/۴ de	۲/۹ l	۱/۴۴ bcde	۶/۴ k	۲۳/۸ k	۰/۳ l	شاهد	
۰/۲۸ d	۸۵۱/۷ ef	۹/۹ gh	۱/۰۷ hi	۶/۶ gh	۳۳/۴ de	۰/۸۲ d	نیتروکسین	
۰/۱۸ fg	۷۳۶/۷ ij	۱۴/۸ cd	۱/۲۰ fghi	۶/۰ m	۳۰/۲ fgh	۰/۸۲ d	بیوسولفور	
۰/۳۲ c	۷۵۵/۷ i	۹/۴ h	۱/۲۳ efghi	۶/۵ h	۲۲/۸ k	۰/۴۳ k	فسفات بارور ۲	

ادامه جدول ۳- مقایسه میانگین عملکرد اقتصادی و ...

آنتوسیانین ($\mu\text{mol.g}^{-1}$)	کربوهیدرات ($\mu\text{g.g}^{-1}$)	رنگیزه‌های فتوسنتزی			عدد اسپاد (SPAD)	عملکرد اقتصادی (t.h^{-1})	کود زیستی	کود دامی (t.h^{-1})
		کاروتنوئید (mg.g^{-1})	کلروفیل b (mg.g^{-1})	کلروفیل a (mg.g^{-1})				
۰/۲۸ d	۸۳۹/۱ f	۱۰/۶ g	۱/۴۱ bcdef	۴/۸ p	۳۷/۸ ab	۰/۶۷ g	نیتروکسین + بیوسولفور	
۰/۰۷ k	۷۲۹/۱ j	۱۱/۵ f	۱/۴ bcdef	۵/۷ o	۲۹/۴ gh	۰/۶۱ i	نیتروکسین + فسفات بارور ۲	
۰/۱۷ gh	۸۱۵/۹ g	۴/۵ k	۱/۰۳ i	۶/۷ f	۳۵/۹ bcd	۰/۶۳ hi	بیوسولفور + فسفات بارور ۲	
۰/۱۴ i	۸۶۳/۳ de	۷/۴ i	۱/۲۹ defg	۶/۸ e	۲۵/۳ jk	۰/۷۳ e	نیتروکسین + بیوسولفور + فسفات بارور ۲	
۰/۱۴ i	۸۵۶/۵ def	۱۶/۴ b	۱/۵۹ ab	۷/۰ d	۳۶/۴ b	۰/۸۸ b	شاهد	
۰/۰۷ k	۷۴۵/۷ ij	۱۶/۴ b	۱/۰۹ ghi	۶/۶ gh	۳۹/۲ a	۱/۲۹ a	نیتروکسین	
۰/۱۶ ghi	۸۵۶/۳ def	۱۲/۱ f	۱/۵۵ abc	۶/۱ l	۳۲/۰ efg	۰/۶۴ h	بیوسولفور	
۰/۴۱ b	۹۴۱/۷ b	۱۸/۷ a	۱/۳۲ def	۴/۵ q	۳۱/۴ efg	۰/۶۰ li	فسفات بارور ۲	
۰/۲۶ d	۷۳۲/۶ ij	۱۳/۷ e	۱/۲۷ defgh	۴/۸ p	۳۳/۰ e	۰/۶۷ g	نیتروکسین + بیوسولفور	۱۰
۰/۲۶ d	۷۹۰/۹ h	۱۲/۱ f	۱/۶ ab	۶/۷ f	۲۹/۶ gh	۰/۶۷ g	نیتروکسین + فسفات بارور ۲	
۰/۱ j	۷۷۵ i	۱۵/۴ c	۱/۴۷ bcd	۷/۵ c	۳۳/۷ cde	۰/۶۱ i	بیوسولفور + فسفات بارور ۲	
۰/۱۴ i	۸۳۶/۱ fg	۱۵/۶ c	۱/۰۹ ghi	۷/۸ b	۳۲/۶ ef	۰/۶۲ hi	نیتروکسین + بیوسولفور + فسفات بارور ۲	
۰/۲۳ e	۸۷۹/۸ d	۱۴/۳ de	۱/۰۶ hi	۵/۹ n	۳۰/۱ fgh	۰/۶۲ hi	شاهد	
۰/۱۸ fg	۷۳۸/۳ ij	۱۸/۶ a	۱/۳۲ def	۶/۶ g	۲۶/۷ ij	۰/۸۲ d	نیتروکسین	
۰/۱۵ hi	۸۶۶/۱ de	۶/۶ j	۱/۲۹ defg	۶/۴ k	۳۶/۰ bc	۰/۴۷ j	بیوسولفور	
۰/۲ f	۸۵۲/۶ ef	۱۴/۵ d	۱/۳۵ cdef	۶/۴ j	۲۴/۲ jk	۰/۸۱ d	فسفات بارور ۲	
۰/۳۲ c	۹۵۷/۱ b	۷/۵ i	۱/۰۷ hi	۷/۵ c	۲۵/۴ jk	۰/۴۹ j	نیتروکسین + بیوسولفور	۲۰
۰/۱۳۶ i	۷۹۱/۱ h	۹/۱ h	۱/۲۷ defgh	۷/۰ d	۲۵/۰ jk	۰/۴۹ j	نیتروکسین + فسفات بارور ۲	
۰/۴۵ a	۱۰۳۵/۷ a	۱۷/۸ a	۱/۲۹ defg	۶/۵ i	۲۸/۷ hi	۰/۸۵ c	بیوسولفور + فسفات بارور ۲	
۰/۱۴ i	۹۰۹/۳ c	۱۸/۳ a	۱/۷۲ a	۸/۴ a	۳۹/۹ a	۰/۶۹ fg	نیتروکسین + بیوسولفور + فسفات بارور ۲	
۰/۰۲۴	۲۱/۱	۰/۷۷	۰/۱۹	۰/۰۲۳	۲/۴۲	۰/۰۲	LSD 0.05%	

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک، براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

جدول ۴- تجزیه واریانس خاکستر و عناصر معدنی و پروتئین تحت تأثیر کودهای دامی و زیستی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		خاکستر	فسفر	پتاسیم
تکرار	۲	۰/۰۴	۰/۰۱	۰/۳۱
کود دامی	۲	۱/۵۴ *	۱/۹۱ **	۹/۹ **
خطای اصلی	۴	۰/۱۱	۰/۰۵	۰/۲۷
کود زیستی	۷	۱۰/۷۶ **	۱/۷۶ **	۹/۶ **
دامی × زیستی	۱۴	۷/۵۹ **	۱/۲۷ **	۹/۶ **
خطای فرعی	۴۲	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۲۷
ضریب تغییرات	-	۲/۸۳	۱/۲۲	۱۱/۱

* و **: به ترتیب معنی دار در سطح ۵٪ و ۱٪

جدول ۵- مقایسه میانگین‌های خاکستر و عناصر معدنی و پروتئین تحت تأثیر کودهای دامی و زیستی

پروتئین (mg.g ⁻¹)	پتاسیم (µg.g ⁻¹)	فسفر (µg.g ⁻¹)	خاکستر (%)	تیمارهای آزمایش
کود دامی (تن در هکتار)				
۶۰۱/۰ c	۴/۰ c	۱۶/۴ c	۷/۲ b	شاهد
۷۴۴/۹ a	۴/۷ b	۱۶/۶ b	۷/۷ b	۱۰
۶۸۸/۶ b	۵/۳ a	۱۷/۰ a	۷/۳ a	۲۰
۴/۷	۰/۴۱	۰/۱۸	۰/۳۶	LSD 0.05%
کود زیستی				
۶۴۴/۱ f	۳/۷ f	۱۵/۷ e	۶/۴ f	شاهد
۷۶۷/۳ a	۴/۹ bc	۱۶/۹ ab	۵/۴ g	نیتروکسین
۷۱۵/۵ c	۴/۳ de	۱۶/۷ bc	۸/۳ b	بیوسولفور
۶۹۶/۹ d	۳/۸ ef	۱۶/۴ d	۸/۳ b	فسفات بارور ۲
۶۵۸/۱ e	۴/۲ def	۱۶/۶ dc	۷/۴ d	نیتروکسین + بیوسولفور
۵۶۳/۲ g	۴/۴ cd	۱۶/۹ ab	۷/۰ e	نیتروکسین + فسفات بارور ۲
۶۴۶/۳ f	۵/۳ b	۱۶/۹ ab	۷/۶ c	بیوسولفور + فسفات بارور ۲
۷۳۳/۷ b	۶/۹ a	۱۷/۱ a	۸/۶ a	نیتروکسین + بیوسولفور + فسفات بارور ۲
۷/۷۴	۰/۴۹	۰/۱۹	۰/۱۹	LSD 0.05%

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک، براساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

جدول ۶- مقایسه میانگین‌های خاکستر و عناصر معدنی و پروتئین تحت تأثیر برهم‌کنش کودهای دامی و زیستی

کود دامی (ton.h ⁻¹)	کود زیستی	خاکستر (%)	فسفر (μg.g ⁻¹)	پتاسیم (μg.g ⁻¹)	پروتئین (mg.g ⁻¹)
۰	شاهد	۴/۲ h	۱۶/۵ g	۶/۴ bc	۷۷۵/۱ c
	نیتروکسین	۳/۳ i	۱۶/۹ defg	۴/۶ bf	۷۵۳/۱ d
	بیوسولفور	۸/۵ b	۱۷/۵ ab	۴/۷ bf	۷۸۴/۹ c
	فسفات بارور ۲	۸/۳ bc	۱۵/۶ i	۳/۲ hi	۸۰۳/۹ b
	نیتروکسین + بیوسولفور	۷/۵ e	۱۷/۵ bc	۲/۳ j	۷۷۷/۶ c
	نیتروکسین + فسفات بارور ۲	۸/۵ b	۱۷/۲ bcd	۲/۷ j	۶۹۹/۶ gh
	بیوسولفور + فسفات بارور ۲	۷/۹ d	۱۷/۲ bcd	۳/۶ gh	۷۷۴/۴ c
	نیتروکسین + بیوسولفور + فسفات بارور ۲	۸/۵ b	۱۷/۱ cde	۴/۷ ef	۵۹۰/۱ m
	شاهد	۵/۶ g	۱۷/۲ bcd	۳/۵ gh	۶۴۷/۸ k
	نیتروکسین	۶/۴ f	۱۶/۶ fg	۲/۴ ij	۸۴۱/۴۲ a
۱۰	بیوسولفور	۷/۹ d	۱۵/۷ i	۷/۵ a	۶۷۴/۸ ij
	فسفات بارور ۲	۸/۵ b	۱۵/۵ i	۴/۳ fg	۶۶۴/۷ i
	نیتروکسین + بیوسولفور	۸/۲ bcd	۱۵/۶ i	۶/۵ b	۶۴۷/۲ k
	نیتروکسین + فسفات بارور ۲	۸/۲ bcd	۱۶/۹ def	۴/۳ fg	۷۱۳/۱ fg
	بیوسولفور + فسفات بارور ۲	۸/۳ bc	۱۷/۵ ab	۵/۹ bcd	۷۰۲/۴ g
	نیتروکسین + بیوسولفور + فسفات بارور ۲	۸/۲ bc	۱۶/۱ h	۳/۱ hij	۶۱۰/۲ l
	شاهد	۸/۲ bcd	۱۵/۵ i	۳/۳ hi	۶۷۸/۵ ij
	نیتروکسین	۶/۴ f	۱۶/۷ efg	۷/۷ a	۵۷۳/۲ n
	بیوسولفور	۸/۵ b	۱۷/۵ bc	۳/۷ gh	۶۸۶/۹ hi
	فسفات بارور ۲	۸/۰ cd	۱۵/۹ hi	۵/۴ de	۶۲۲/۱ l
۲۰	نیتروکسین + بیوسولفور	۶/۷ f	۱۶/۷ efg	۲/۴ ij	۵۰۷/۴ o
	نیتروکسین + فسفات بارور ۲	۴/۳ h	۱۶/۵ g	۵/۵ cde	p۲۷۶/۷
	بیوسولفور + فسفات بارور ۲	۶/۷ f	۱۶/۵ g	۶/۳ bcd	۷۲۴/۳ f
	نیتروکسین + بیوسولفور + فسفات بارور ۲	۹/۵ a	۱۷/۸ a	۸/۴۴ a	۷۳۸/۵ e
	LSD 0.05%				
			۰/۳۵	۰/۳۳	۰/۸۶

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک، براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

بحث

منابع انرژی و مواد غذایی اکوسیستم خاک به‌شمار می‌رود و از طریق بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک باعث افزایش عملکرد محصول می‌شود (Fallahi et

براساس نتایج حاصل از این پژوهش، کاربرد کود دامی سبب افزایش عملکرد اقتصادی گردید. کود دامی از مهمترین

ساخت کلروفیل نقش مهمی ایفا می‌کنند، می‌افزایند و سرانجام سبب افزایش سنتز کلروفیل می‌شوند (سنجولی، ۱۳۸۶). از سوی دیگر نیز کود دامی از طریق افزایش قدرت جذب آب و تدارک مطلوب عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف بر میزان کلروفیل برگ تأثیر مثبت گذاشته و موجب بالا رفتن عدد اسپاد می‌گردد. البته این موضوع در تحقیقات انجام شده روی بادرشبو (*Dracocephalum moldavica*)، *Sesbania emerus* و ارزن مرواریدی (*Pennisetum glaucum*) نیز مشاهده شد (Hameeda et al., 2012؛ Gardezi et al., 2000؛ Ratti et al., 2006). بنابراین به نظر می‌رسد که تیمار تلفیقی سه کود زیستی (نیتروکسین+بیوسولفور+فسفات بارور ۲) در مقایسه با دیگر تیمارها، از طریق تشکیل کلونی در ناحیه اطراف ریشه و یا درون گیاه شرایط مناسب‌تری را به‌منظور تأمین زیستی نیتروژن، فسفر، گوگرد و سایر ریزمغذی‌ها در خاک ایجاد کرده‌اند. افزایش کلروفیل برگ از طریق جذب بیشتر فسفر ناشی از کاربرد کود فسفات‌زایی زیستی، در پژوهش انجام شده روی بادرشبو و *Cymbopogon martinai* نیز مشاهده شد (Ratti et al., 2001؛ Mafakheri et al., 2012). همچنین Eid و همکاران (۲۰۰۶) در آزمایشی روی گیاه *Celosia argentea* نشان دادند که بالا رفتن میزان کلروفیل در گیاهان تلقیح شده با نیتروکسین، نتیجه افزایش جذب نیتروژن است. این پدیده در اثر شرکت فعال نیتروژن در ساختمان کلروفیل و اسیدهای آمینه به وقوع می‌پیوندد، از سوی دیگر تبدیل آمونیاک در چرخه گلوتامین سنتاز و گلوتامات سنتاز میزان کلروفیل را با سرعت بالا می‌برد (Harbone & Dey, 1997). از این رو می‌توان گفت که مصرف مقادیر مناسب کود دامی از طریق بهبود فعالیت‌های میکروبی خاک و تولید تنظیم‌کننده‌های رشد توسط این میکروارگانیسم‌ها (کودهای زیستی) و نیز در دسترس قرار دادن مقدار بیشتر مواد غذایی برای مصرف گیاه، سبب افزایش مقدار کلروفیل برگ می‌شود که با یافته‌های گزارش شده در مورد رازیانه، ریحان، نخود (*Cicer arietinum*) و جای مطابقت دارد (عزیزی و

2009). نتایج تحقیق Ahmadian و همکاران (۲۰۰۴) روی بررسی اثر مصرف کود دامی بر کمیت و کیفیت عملکرد زیره سبز نیز نشان داد که تعداد چتر در بوته، تعداد بذر در گیاه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد اقتصادی به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمار کود دامی افزایش می‌یابند. Akbarinia و همکاران (۲۰۰۴) نیز در پژوهش خود روی زنیان ملاحظه کردند که با افزایش مقدار کود دامی، عملکرد دانه افزایش می‌یابد و بیشترین عملکرد دانه با کاربرد ۳۰ تن در هکتار بدست می‌آید.

در رابطه با دلیل افزایش عملکرد کاسبرگ چای ترش به‌دنبال کاربرد نیتروکسین، می‌توان اظهار داشت که باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن از طریق تولید ویتامین‌ها و محرک‌های رشد، افزایش رشد ریشه، تسریع جذب آب و عناصر غذایی، باعث بهبود صفات تعداد سرشاخه گلدار، تعداد میوه و عملکرد بیولوژیک شدند که افزایش این ویژگی‌ها ارتباط مستقیمی با رشد عملکرد کاسبرگ داشت. این نتیجه با نتایج Sanches Govin و همکاران (۲۰۰۵) در بررسی اثر کودهای بیولوژیک بر دو گیاه دارویی بابونه و همیشه‌بهار هم‌خوانی دارد. آنان نشان دادند که کاربرد این کودها در همیشه‌بهار باعث افزایش عملکرد گل و بهبود کیفیت دارویی شد؛ در حالی‌که در بابونه باعث افزایش عملکرد گل گردید، اما بر کیفیت اثری نداشت. Omidi و همکاران (۲۰۰۹) نیز گزارش کردند که کاربرد نیتروکسین (به میزان ۵ لیتر در هکتار) در زعفران عملکرد کلاله و خامه را به میزان ۸۳٪ افزایش داد. همچنین طی تحقیقی روی گیاه دارویی بابونه آلمانی نشان داده شد که بیشترین عملکرد گل تر و خشک، عملکرد اسانس و کامازولن در تیمارهای نیتروکسین و باکتری حل‌کننده فسفات بدست آمد (Fallahi et al., 2009).

در مورد تأثیر مثبت کاربرد مقدار بیشتر کود دامی بر میزان کلروفیل برگ می‌توان گفت، این کودها با تأمین نیازهای غذایی موجودات ذره‌بینی خاک، باعث افزایش آنها می‌شوند که این امر به کاهش pH خاک می‌انجامد و بر میزان جذب عناصر میکرو (از جمله Fe، Mn و Mg) که در

طبق نظر محققان، بالا بودن درصد خاکستر در تیمارهای کود دامی خالص و تلفیقی، می‌تواند به علت افزایش غلظت عناصر در اثر کاربرد این تیمارها باشد (Adediran *et al.*, 2005)؛ هوموس موجود در خاک‌های تغذیه شده با کود آلی، از طریق پوشاندن سطح ذرات رس، از تثبیت فسفر پیشگیری می‌کند و به افزایش فسفر قابل جذب و بالا رفتن غلظت آن در پیکره گیاه می‌انجامد. همچنین بیشتر بودن میزان عناصر ضروری در کود دامی که به تدریج معدنی و آزاد می‌شوند در افزایش غلظت پتاسیم خاک و کارایی جذب آن به وسیله گیاه بسیار مؤثر است (ملکوتی، ۱۳۷۸؛ Blaise *et al.*, 2005).

تلفیق کودهای زیستی نیز منجر به افزایش میزان خاکستر و فسفر و پتاسیم در چای ترش شد. در این رابطه Abo-Baker و Mostafa (۲۰۱۱) و Hassan (۲۰۰۹) در بررسی‌های خود روی چای ترش دریافتند که تلقیح باکتریایی همزمان بذرها با آزوسپریلیوم (باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن) و باسیلوس (باکتری‌های حل‌کننده فسفات) به همراه نصف میزان رایج کود شیمیایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم بیشترین مقدار فسفر و پتاسیم را در بین تیمارها داشت.

مقایسه میانگین برهم‌کنش کودهای دامی و زیستی بر درصد خاکستر و غلظت فسفر و پتاسیم نشان داد که بیشترین مقدار این فاکتورها مربوط به تیمار تلفیق سه کود زیستی به همراه ۲۰ تن در هکتار کود دامی بوده‌است، که با بررسی‌های Gendy و همکاران (۲۰۱۲) روی چای ترش مبنی بر اینکه کاربرد همزمان دو نوع کود زیستی نیتروژن و فسفرین همراه با کود دامی موجب افزایش غلظت عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در آن شد، مطابقت دارد. در این رابطه می‌توان گفت که مصرف مقادیر مناسب کود دامی همراه با کود زیستی، بهبود احتمالی فعالیت‌های میکروبی مفید در خاک، معدنی کردن عناصر غذایی و افزایش غلظت آنها در گیاه را به دنبال داشته‌است.

بیشترین مقدار پروتئین از تیمار ۱۰ تن در هکتار بدست آمد که نسبت به شاهد حدود ۲۴٪ افزایش نشان داده‌است.

همکاران، ۱۳۸۳؛ Darzi *et al.*, 2006؛ Jat & Ahlawal, 2004؛ Hazarika *et al.*, 2000).

نتایج تحقیق حاضر بیانگر آن بود که استفاده از کود دامی و کودهای زیستی سبب افزایش غلظت کلروفیل a, b و کاروتنوئیدهای برگ چای ترش شد. در همین رابطه Kennedy و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که در گندم تلقیح‌شده با باکتری *Azospirillum brasilense* و قارچ *Glomus fasciculatum* غلظت کلروفیل، میزان فتوسنتز، فعالیت آنزیم‌های نترات ردوکتاز و گلوتامین سینتتاز افزایش یافت. کاربرد بیشترین مقدار کود دامی به همراه تلفیق سه کود زیستی نیز نشان‌دهنده بالاترین افزایش در میزان کلروفیل a, b و کاروتنوئیدهای برگ بود. نتایج بدست آمده با یافته‌های Hassan (۲۰۰۹) بر روی گیاه چای ترش مطابقت دارد. یافته‌های حاصل نمایانگر تأثیر مثبت استفاده از کود آلی و کودهای زیستی بر افزایش مقدار کربوهیدرات در گیاه است. این نتیجه در تحقیقات Gendy و همکاران (۲۰۱۲) و Hassan (۲۰۰۹) روی چای ترش نیز گزارش شده‌است.

طبق نتایج موجود کود دامی نقش مثبتی در افزایش مقدار آنتوسیانین کاسبرگ چای ترش دارد. در پژوهش Haj Seyed Hadi و همکاران (۲۰۰۸) نیز استفاده از کود آلی، باعث بالا رفتن فعالیت‌های میکروبی خاک و افزایش ترکیب فنولی سیلیمارین در ماریتیغال شد. کاربرد کودهای زیستی نیز میزان آنتوسیانین را افزایش داد، کمترین میزان مربوط به تیمار نیتروکسین بود که دلیل آن را می‌توان کاهش سنتز ترکیب‌های فنولی (آنتوسیانین‌ها و فلاونوئیدها) دانست که در اثر وجود مقادیر اضافی نیتروژن محیط به وقوع پیوسته‌است. این نیتروژن محصول فعالیت باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن موجود در نیتروکسین است. این نتیجه با یافته‌های دیگر محققان در مورد چای ترش مغایرت داشت (Hassan, 2009؛ Harridy & Amara, 1998؛ Gendy *et al.*, 2012)؛ در حالی‌که با یافته‌های حاصل از تحقیقات Omidbaigi و Nobakht (۲۰۰۱) روی گیاه ماریتیغال مشابه است.

فیزیکی، شیمیایی و حاصل خیزی زمین‌های زراعی، تأمین سطوح مناسب این مواد در خاک برای دستیابی به حداکثر عملکرد لازم به نظر می‌رسد. هرچند استفاده از کودهای آلی نسبت به کودهای معدنی هزینه بیشتری را دربر دارد، ولی به دلیل تأثیر بلندمدت آن بر بهبود ویژگی‌های فیزیکی، بیولوژیکی و تغذیه‌ای خاک می‌تواند از لحاظ اقتصادی قابل توجیه باشد و استفاده متوالی و بهینه از زمین‌های کشاورزی را ممکن سازد. بر این اساس مدیریت کودی خاک با کودهای دامی و زیستی امری مهم در کشاورزی ارگانیک محسوب می‌شود.

منابع مورد استفاده

- امیدگی، ر.، ۱۳۷۹. رهیافت‌های تولید و فرآوری گیاهان دارویی (جلد اول). انتشارات فکر روز، تهران، ۲۸۶ صفحه.
- پارسایی مهر، ح.، علیزاده، ا. و جعفری حقیقی، ب.، ۱۳۸۷. اثر کودهای بیولوژیک نیتروژنوباکتر و آزوسپریلیوم در کاهش میزان نیتروژن مصرفی و اثر متقابل آنها با استریتوس ماسیس در زراعت پایدار گندم. ۶۶ صفحه.
- زرگری، ع.، ۱۳۷۱. گیاهان دارویی (جلد اول). انتشارات دانشگاه تهران، تهران، ۸۷۰ صفحه.
- سالاردینی، ع.، ۱۳۷۱. حاصل خیزی خاک. انتشارات دانشگاه تهران، تهران، ۴۴۱ صفحه.
- سعیدنژاد، ا.ح.، رضوانی مقدم، پ. خزاعی، ح و نصیری محلاتی، م.، ۱۳۹۰. بررسی اثر کاربرد مواد آلی، کودهای بیولوژیک و کود شیمیایی بر قابلیت هضم و میزان پروتئین سورگوم علوفه‌ای رقم اسیدفید. پژوهش‌های زراعی ایران، ۴(۹): ۶۳۰-۶۲۳.
- سنجولی، ن.، ۱۳۸۶. بررسی اثر نسبت‌های مختلف کود دامی و شیمیایی و مخلوط آنها بر خصوصیات خاک، عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای رقم سینکل کراس ۷۰۴. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل.
- شجاعی، ا.، علوی فاضل، م. و فتاحی‌نژاد، ا.، ۱۳۹۰. تأثیر نیتروژن و کودزیستی نیتروکسین بر پروتئین گندم. ششمین همایش ملی ایده‌های نو در کشاورزی. دانشگاه آزاد خوراسگان دانشکده کشاورزی. ۱۲-۱۱ اسفند: ۱۴۲.
- در تحقیقی که اثر کاربرد کمپوست کاه برنج به همراه کود مرغی روی باقلا مورد مطالعه قرار گرفت، مشاهده شد که این نوع کود محتوای پروتئین خام دانه‌های باقلا را افزایش داد (Abdelhamid *et al.*, 2004). کاربرد کودهای زیستی نیز بر میزان پروتئین چای ترش افزود، در این باره می‌توان گفت با توجه به اینکه نیتروژنوباکتر و آزوسپریلیوم باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن هستند و این عنصر ماده اولیه تشکیل‌دهنده پروتئین می‌باشد، احتمالاً یکی از دلایل افزایش غلظت پروتئین، کاربرد آنها و تثبیت نیتروژن توسط این باکتری‌ها می‌باشد (شجاعی و همکاران، ۱۳۹۰؛ پارسایی مهر و همکاران، ۱۳۸۷). همچنین می‌توان دلیل بالا بودن پروتئین در کاربرد نیتروکسین را جذب سریعتر نیتروژن توسط گیاه و افزایش غلظت نیتروژن در اندام هوایی ذکر کرد که با نتایج Stancheva و Dinev (۲۰۰۳) بر ذرت مطابقت داشت.
- استفاده همزمان کودهای دامی و زیستی بر میزان پروتئین سرشاخه‌های چای ترش افزود. این نتیجه نشان داد که با مصرف تلفیقی این دو نوع کود از هدرروی نیتروژن به واسطه وجود کود دامی جلوگیری می‌شود و در نتیجه نیتروژن بیشتری در اختیار گیاه قرار می‌گیرد، از این رو میزان پروتئین در تیمارهای تلفیقی نسبت به سایر تیمارها بیشتر بوده است. بررسی Gendy و همکاران (۲۰۱۲) روی چای ترش نشان داد که کاربرد همزمان دو نوع کود زیستی نیتروبین و فسفورین همراه با کود دامی موجب افزایش میزان پروتئین در دانه آن شد. سعیدنژاد و همکاران (۱۳۹۰) نیز طی بررسی روی سورگوم علوفه‌ای گزارش کردند که تیمار تلفیقی نیتروژنوباکتر و کودآلی (ورمی‌کمپوست) بیشترین میزان پروتئین نسبت به سایر تیمارها را داشته است.
- نتایج پژوهش حاضر بیانگر آن است که کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود دامی+تلفیق سه کود زیستی در بیشتر ویژگی‌های کیفی بهترین نتیجه را داشته است. بر این اساس کاربرد تلفیقی کود دامی و زیستی برتری قابل توجهی را نسبت به کاربرد جداگانه هر یک از آنها داشت. با توجه به نقش مهم کودهای زیستی در خصوص بهبود ویژگی‌های

- Clairmont, K.B., Hagar, W.G. and Davis, E.A., 1986. Manganese toxicity to chlorophyll synthesis in tobacco callus. *Plant Physiology*, 80: 291-293.
- Darzi, M.T., Ghalavand, A., Rejali, F. and Sefidkon, F., 2006. Effects of biofertilizers application on yield and yield components in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 22(4): 276-292.
- Eid, R.A., Abo-Sedera, S.A. and Attia, M., 2006. Influence of nitrogen fixing bacteria incorporation with organic and/or inorganic nitrogen fertilizers on growth, flower yield and chemical composition of *Celosia argentea*. *World Journal of Agricultural Sciences*, 2(4): 450-458.
- Fallahi, J., Koocheki, A.R. and Rezvani Moghadam, P., 2009. Effects of biofertilizers on quantitative and qualitative yield of chamomile (*Matricaria recutita*) as a medicinal plant. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 7(1): 127- 135.
- Gardezi, A.K., Ferrera, R., Acuna, J.L. and Saavedra, M.L., 2000. *Sesbania emerus* (Aubi) urban inoculated with *Glomus* sp. in the presence of vermicompost. *Mycorrhiza News*, 12(3): 12-15.
- Gendy, A.S.H., Said-Al Ahl, H.A.H. and Mahmoud, A.A., 2012. Growth, productivity and chemical constituents of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) plants as influenced by cattle manure and biofertilizers treatments. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 6(5): 1-12.
- Haj Seyed Hadi, M.R., Darzi, M.T. and Sharifi Ashoorabadi, E., 2008. Study the effects of conventional and low input production system on quantitative and qualitative yield of *Silybum marianum* L. 2nd Conference of the International Society of Organic Agriculture Research ISOFAR, Modena, Italy, 18-20 June: 738-741.
- Hameeda, B., Rupela, O.P., Reddy, G. and Satyavani, K., 2006. Application of plant growth-promoting bacteria associated with composts and macrofauna for growth promotion of pearl millet (*Pennisetum glaucum* L.). *Biology and Fertility of Soils*, 43(2): 221-227.
- Han, H.S., Supanjani, D. and Lee K.D., 2006. Effect of co-inoculation with phosphate and potassium solubilizing bacteria on mineral uptake and growth of pepper and cucumber. *Plant Soil Environment*, 52(3): 130-136.
- Harbone, J.B. and Dey, P.M., 1997. *Plant Biochemistry*. Academic Press, New York, 554p.
- Harridy, I.M. and Amara, M., 1998. Effect of presowing inoculation of seeds by nitrogen fixed bacteria on growth, fruit production, sepals yield and
- طباطبایی، س.ج.، ۱۳۸۸. اصول تغذیه معدنی گیاهان. انتشارات مؤلف، تبریز، ۳۸۹ صفحه.
- عزیزی، م.، لکزبان، ا. و باغبانی، م.، ۱۳۸۳. بررسی تأثیر مقادیر متفاوت ورمی کمپوست بر شاخص‌های رشد و میزان اسانس ریحان اصلاح شده. خلاصه مقالات دومین همایش گیاهان دارویی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ۷-۸ بهمن: ۶۲.
- ملکوئی، م.، ۱۳۷۸. کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با بهینه‌سازی مصرف کود در ایران. مؤسسه تحقیقات خاک و آب، کرج، ۴۶۰ صفحه.
- Abdelhamid, M.T., Horiuchi, T. and Oba, S., 2004. Composting of rice straw with oil seed rape cake and poultry manure and its effects on faba bean (*Vicia faba*) growth and soil properties. *Bioresorce Technology*, 93(2): 183-189.
- Abo-Baker, A.A. and Mostafa, G.G., 2011. Effect of bio-and chemical fertilizers on growth, sepals yield and chemical composition of *Hibiscus sabdariffa* at new reclaimed soil of south valley area. *Asian Journal of Crop Science*, 3: 16-25.
- Adediran, J.A., Taiwo, L.B., Akande, M.O., Sobulo, R.A. and Idowu, O.J., 2005. Application of organic and inorganic fertilizer for fertilizer for sustainable maize and cowpea yields in Nigeria. *Journal of Plant Nutrition*, 27(7): 1163-1181.
- Ahmadian, A., Ghanbari, A. and Galavi, M., 2004. The effect of consume manure on yield, yield index and quality of cumin. *Proceeding of 2nd Medicinal Plants Symposium*, Shahed University of Tehran, Iran, 27-28 January 2004.
- Akbarinia, A., Ghalavand, A., Tahmasbi Sarvestani, Z., Sharrifi Ashorabadi, A. and Banj Shafieei, S., 2004. Effect of different nutrition systems on soil properties, Elemental uptake and seed yield of Ajowan (*Carum copticum*). *Pajouhesh and Sazendegi*, 62:11- 19.
- Arnon, A.N., 1967. Method of extraction of chlorophyll in the plants. *Agronomy Journal*, 23: 112-121.
- Blaise, D., Singh, J.V., Bonde, A.N., Tekale, K.U. and Mayee, C.D., 2005. Effects of farmyard manure and fertilizers on yield, fiber quality and nutrient balance of rain fed cotton (*Gossypium hirsutum*). *Bioresource Technology*, 96(3): 345-349.
- Bradford, M.M., 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*, 72: 248-254.

- liquid medium. Internatinal Journal of Botany, 6: 394-403.
- Omidbaigi, R. and Nobakht, A., 2001. Nitrogen fertilizer affecting growth, seed yield and active substances of milk thistle. Pakistan Journal of Biological Sciences, 4(11): 1345-1349.
 - Omid, H., Naghdi Abadi, H.A., Golzad, A., Torabi, H. and Fotookian, M.H. 2009. Effect of fertilizer and biofertilizer nitroxin on quantitative and qualitative yield of saffron (*Crocus sativus* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 9(30): 98-109.
 - Rahimzadeh, S., Sohrabi, Y., Heidari, Gh., Eivazi, A.R. and Hoseini, T., 2011. Effect of bio and chemical fertilizers on yield and quality of dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 27(1): 81-96.
 - 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(2): 145-149.
 - Sanches Govin, E., Rodrigues Gonzales, H. and Carballo Guerra, C., 2005. Influencia de los abonos organicos y biofertilizantes en la calidad de las especies medicinales *Calendula officinalis* l.y *Matricaria recutita* L. Revista Cubana de Plantas Medicinales, 10(1): 1-5.
 - Stancheva, I. and Dinev, N., 2003. Effect of inoculation of maize and species of tribe Triticeae with *Azospirillum brasilense*. Journal of Plant Physiology, 4: 550-552
 - Wagner, G.J., 1979. Content and vacuole/extra vacuole distribution of neutralsugars, free amino acids and anthocyanins in protoplasts. Plant Physiology, 64: 88-93.
 - Wu, S.C., Caob, Z.H., Li, Z.G., Cheung, K.C. and Wong, M.H., 2005. Effects of biofertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial. Geoderma, 125: 155-166.
 - the chemical composition of roselle plants. Egyptian Journal of Applied Sciences, 13(6): 217-231.
 - Hassan, F.A.S., 2009. Response of *Hibiscus sabdariffa* plant to some biofertilization treatments. Annals Agricultur Science, 54(2): 437-445.
 - Hazarika, D.K., Taluk Dar, N.C., Phookan, A.K., Saikia, U.N., Das, B.C. and Deka, P.C., 2000. Influence of Vesicular arbuscular mycorrhizal fungi and phosphate solubilizing bacteria on nursery establishment and growth of tea seedlings in Assam. Symposium no. 12, Assam Agriculture University, Jorhat Assam, India, 14-21 August, Thailand.
 - Hecl, J. and Sustrikova, A., 2006. Determination of heavy metals in chamomile flower drugan assurance of quality control. Program and Abstract book of the 1st International Symposium on Chamomile Research, Development and Production: 69.
 - Jat, R.S. and Ahlawat, I.P.S., 2004. Effect of vermicompost, biofertilizer and phosphorus on growth, yield and nutrient uptake by gram (*Cicer arietinum*) and their residual effect on fodder maize (*Zea mays*). Indian Journal of Agricultural Sciences, 74(7): 359-361.
 - Kennedy, I.R., Choudhury, A.T.M.A. and Kecskes, M.L., 2004. Non- symbiotic bacterial diazotrophs in crop-farming systems: can their potential for plant growth promotion be better exploited? Soil Biology & Biochemistry, 36(8): 1229-1244.
 - Laur, D.A., 1975. Limitation of animal waste replacement of inorganic fertilizer. Energy Agriculture and Waste Management Proceeding. Agricultural Waste Management Conference, Annal Arbor, Science, October: 409-432
 - Mafakheri, S., Omidbaigi, R., Sefidkon, F. and Rejali, F., 2012. Effect of vermicompost, biophosphate and azotobacter on quantity and quality of essential oil of *Dracocephalum moldavica* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 27(4): 596-605.
 - Nagananda, G.S., Das, A., Bhattacharya, S. and Kalpana, T., 2010. In vitro studies on the effects of biofertilizers (*Azotobacter* and *Rhizobium*) on seed germination and development of *Trigonella foenum graecum* L. using a novel glass marble containing

Effect of biofertilizer and manure application on economic yield and quality characteristics of Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.)

M. Nemati^{1*}, M. Dahmardeh², E. Khmmari³ and M. Nejati⁴

1*- Corresponding author, M.Sc. student of Medicinal Plants, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran, E-mail: nemati9531@gmail.com

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

3- Department of Agronomy, Reaserch Center of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran

4- Department of chemistry, Faculty of Science, University of Zabol, Zabol, Iran

Received: August 2013

Revised: June 2014

Accepted: July 2014

Abstract

To study the effect of biological and manure fertilizers on economic yield and quality characteristics of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.), an experiment was conducted as split plot based on a randomized complete block design with three replications at the Agricultural Research Center of Zabol University, Iran during growing season of 2012. Treatments included three manure levels; 0, 10 and 20t.h⁻¹ and eight levels of biofertilizer including control, nitroxin, bio-sulfur, biological phosphorus, nitroxin+bio-sulfur, nitroxin+biological phosphorus, bio-sulfur+biological phosphorus, nitroxin+bio-sulfur+biological phosphorus. Different levels of manure fertilizer and biofertilizers were considered as main plots and subplots, respectively. Traits included economic yield, leaf SPAD, chlorophyll a, b, carotenoids, carbohydrates, anthocyanin, protein, potassium and phosphorus. According to the obtained results different levels of manure and bio-fertilizer treatments and their interactions on biological traits were significant. The maximum economic yield (1290kg.h⁻¹) and protein content (841.42mg.g⁻¹) was obtained with a combined consumption of 10 tons of manure per hectare and nitroxin. The highest amount of anthocyanins (0.45µg.g⁻¹) and carbohydrates (1035.7µg.g⁻¹) in sepals was obtained at 20t.h⁻¹ manure+bio-sulfur+biological phosphorus. The use of 20t.h⁻¹ manure and nitroxin, bio-sulfur and biological phosphorus caused an increased leaf SPAD, chlorophyll a, b, carotenoids, phosphorus and potassium as compared to control. Our results clearly showed that combined use of manure and biological fertilizers could play an important role in increasing the economic yield and quality characteristics of roselle in comparison with the separate consumption.

Keywords: Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.), anthocyanin, biosulfur, carotenoid, chlorophyll, nitroxin.