نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۰، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۵، ص. ۱۷۷-۱۶۹
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 30, No. 2, Summer 2016, P. 169-177
ISSN: 2008 - 4730

اثرات کودهای آلی و شیمیایی بر برخی ویژگی‌های کمی و میزان آنتوسیانین چای ترش (*Hibiscus sabdariffa* L.) در شرایط زابل

رحمن ابراهیم‌زاده آبدشتی[1*]- محمد گلوی[2]- محمود رمرودی[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۹/۱۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۰/۱۶

چکیده

به منظور بررسی اثرات کودهای آلی و شیمیایی بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی چای ترش آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۰ تیمار و ۴ تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل انجام شد. تیمارها شامل: (T1) عدم مصرف کود (شاهد)، (T2) ۳۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن، فسفر و پتاسیم در هکتار به نسبت ۲:۱:۱، (T3) ۲۰ تن کود گاوی در هکتار، (T4) ۱۰ تن کمپوست در هکتار، (T5) ۵ تن ورمی‌کمپوست در هکتار، (T6) محلول پاشی اسید هیومیک به نسبت ۱/۵ در هزار، (T7) ۵۰ درصد T6 + T2، (T8) ۵۰ درصد T6 + T3، (T9) ۵۰ درصد T6 + T4 و (T10) ۵۰ درصد T6 + T5 بودند. نتایج نشان داد در اکثر صفات مورد بررسی اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای اعمال شده و شاهد وجود داشت، به طوری که بیشترین مقدار ارتفاع و تعداد شاخه‌های جانبی و قطر ساقه در نتیجه کاربرد تیمار کودهای آلی توأم با اسید هیومیک (T8، T9 و T10) حاصل شد. تأثیر کود کمپوست توأم با اسید هیومیک (T9) بر وزن‌تر و خشک کاسبرگ (۱۵۷/۳۱، ۲۲/۶۹ گرم در بوته)، تعداد میوه در بوته، وزن میوه، تعداد دانه در بوته، و در مورد میزان آنتوسیانین، تأثیر کود گاوی توأم با اسید هیومیک (T8) نسبت به سایر تیمارها بیشتر بود. نتایج این تحقیق نشان داد که کاربرد کودهای آلی در بهبود عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی چای ترش و همچنین در جهت پایداری تولید و حفظ محیط زیست تأثیر مثبتی داشته و به نظر می‌رسد کودهای آلی جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی باشند.

واژه‌های کلیدی: آنتوسیانین، اسید هیومیک، چای ترش، کود

مقدمه

طی قرن‌های متمادی مصرف گیاهان دارویی و داروهای طبیعی حاصل از آن‌ها به عنوان تنها روش درمان بیماری‌ها محسوب می‌گردید. با گذشت زمان، بشر با انجام تحقیقات گسترده توانست تعداد زیادی مواد مؤثره دارویی را استخراج و در درمان بیماری‌ها مورد استفاده قرار دهد. به همین جهت امروزه صنایع داروسازی، پزشکان و گروه‌های تحقیقاتی بسیاری از کشورها توجه خود را به منابع طبیعی و گیاهان دارویی معطوف ساخته‌اند (۱۵). چای ترش گیاه دارویی یکساله یا دوساله و متعلق به خانواده پنیرکیان است که از قدیم الایام تا به امروز به عنوان گیاه دارویی مورد توجه می‌باشد. این گیاه به خوبی در آب و هوای گرمسیری و نیمه گرمسیری رشد می‌کند (۷).

گل و میوه گوشتی آن در صنعت داروسازی برای تسکین علایم برونشیت و سرفه و کاسبرگ آن برای درمان فشار خون بالا، دیابت، اسهال و ضد آسکوربیت (کمبود ویتامین C)، درمان سوءهاضمه و بیماری‌های کبدی و قلبی کاربرد دارد (۷ و ۱۰).

یکی از نیازهای مهم در برنامه‌ریزی‌های زراعی به منظور حصول عملکرد بالا و کیفیت مطلوب، ارزیابی سیستم تغذیه گیاهان می‌باشد. در کشاورزی رایج برای افزایش عملکرد، استفاده مداوم از کودهای شیمیایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم تبدیل به جزء ثابتی از مدیریت زراعی شده است. کاربرد این کودهای شیمیایی به علت آب شویی و تبدیل به شکل غیر قابل دسترس، راندمان پایینی دارد. استفاده مداوم از کودهای شیمیایی تعادل اکولوژیکی خاک را بهم زده، باروری آن را کاهش داده، سبب آلودگی آب‌های زیر زمینی شده و اثرات مضری بر سلامتی انسان می‌گذارند (۶). در مقابل، کودهای آلی فراورده‌های بدون خطری هستند که می‌توانند برای پایداری کشاورزی مناسب باشند (۲۴). از جمله کودهای آلی می‌توان به کمپوست، ورمی

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد گیاهان دارویی و دانشیاران زراعت، دانشگاه زابل
(*-نویسنده مسئول: Email: rahman1365e@gmail.com)

کمپوست، کود گاوی و اسید هیومیک اشاره کرد. کمپوست جهت بهبود حاصلخیزی خاک و افزایش ظرفیت نگهداری آب خاک استفاده می‌شود (۱). ورمی کمپوست به علت داشتن ویژگی‌هایی مانند: تخلخل زیاد، قدرت جذب و نگهداری بالای عناصر معدنی، آزاد سازی تدریجی آن‌ها و ظرفیت بالای نگهداری آب برای بهبود رشد و کیفیت محصولات زراعی و باغی متداول می‌باشد (۵). کاربرد کودهای گاوی نیز ویژگی‌های فیزیکی و میزان عناصر غذایی در خاک را بهبود می‌بخشند (۱۳). اسید هیومیک از تجزیه مواد آلی بدست آمده و به طور مستقیم و غیر مستقیم بر رشد گیاهان تأثیر می‌گذارد. اثرات غیر مستقیم اسید هیومیک شامل بهبود شرایط فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک و بهبود جذب عناصر مغذی می‌شود. اثرات مستقیم آن در رشد گیاهان از طریق افزایش مقدار کلروفیل، بهبود تنفس، تحریک تولید هورمون‌های رشد است. اسید هیومیک همچنین اثرات مثبتی بر توسعه ریشه‌های جانبی گیاهان دارد (۱۶).

تحقیقات نشان داده است که استفاده از کودهای گاوی در سطوح بالای تنش خشکی، سبب افزایش عملکرد و اجزای عملکرد گل و میوه چای ترش می‌گردد (۲۲). اکبری‌نیا و همکاران (۴) افزایش عملکرد دانه گیاه دارویی زنیان، یاداو و همکاران (۲۸) افزایش ارتفاع گیاه دارویی اسفرزه را با کاربرد کودهای دامی گزارش کرده‌اند. استفاده از کمپوست در خاک‌های شنی باعث افزایش رشد، تعداد میوه، بیومس و عملکرد اقتصادی کاسبرگ چای ترش می‌شود (۱۴و ۲۱). افزایش وزن خشک اندام هوایی گیاه فلفل با افزایش سطوح ورمی کمپوست گزارش شده است (۵). اکنبی و همکاران (۳) نشان دادند که مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن و فسفر و پتاس ۱۰- ۱۰- ۲۰ به همراه ۵ تن در هکتار کمپوست باعث افزایش عملکرد کمی و کیفی چای ترش می‌گردد. نتایج پژوهش سعیدنژاد و رضوانی‌مقدم (۲۳) نشان داد که با کاربرد کودهای آلی کمپوست، ورمی کمپوست و کود گاوی، عملکرد و اجزای عملکرد گیاه داروئی زیره سبز در مقایسه با شاهد بطور معنی‌داری افزایش یافت. احمد و همکاران (۲) با کاربرد کمپوست به همراه محلول پاشی اسید هیومیک روی چای ترش در شرایط مزرعه‌ای، افزایش ارتفاع، قطر ساقه، تعداد شاخه در بوته، وزن تر و خشک برگ و شاخه در بوته، تعداد میوه، وزن‌تر و خشک کاسبرگ‌ها، عملکرد بذر در بوته و میزان آنتوسیانین را گزارش کردند. همچنین محلول‌پاشی اسید هیومیک روی چای ترش (۱۲) و گیاه گل تاب (۱۹) سبب بهبود رشد ریشه و منجر به جذب بالاتر مواد غذایی توسط ریشه گردید. اولانیا و همکاران (۲۰) دریافتند که ترکیب کودهای شیمیایی و آلی اثر بیشتری در رشد، عملکرد، کیفیت و تغذیه بامیه دارد. کودهای آلی با تولید هوموس، عوارض نامطلوب کودهای شیمیایی را کاهش و کارایی مصرف کود را افزایش می‌دهند (۲۵). امروزه افزایش در عملکرد از طریق افزایش سطح زیر کشت تقریباً غیر ممکن است، بنابراین بهبود کمی و کیفی در اجزای عملکرد به عنوان راهی مفید جهت افزایش عملکرد محصولات زراعی و باغی می‌باشد. در راستای کشاورزی پایدار و به منظور بررسی اثرات کودهای آلی و شیمیایی بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه چای ترش این پژوهش انجام شد.

مواد و روش‌ها

در بهار ۱۳۹۱ به منظور بررسی تأثیر کودهای آلی و شیمیایی بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی چای ترش آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار و ۱۰ تیمار؛ (T1) عدم مصرف کود (شاهد)، (T2) ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن، فسفر و پتاسیم در هکتار به نسبت ۲:۱:۱، (T3) ۲۰ تن کود گاوی در هکتار، (T4) ۱۰ تن کمپوست در هکتار، (T5) ۵ تن ورمی کمپوست در هکتار، (T6) محلول پاشی اسید هیومیک به نسبت ۱/۵ لیتر در هزار، (T7) ۵۰ درصد T6 + T2، (T8) ۵۰ درصد T6 + T3، (T9) ۵۰ درصد T4 +T6 و (T10) ۵۰ درصد T6 + T5 در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل، واقع در سد سیستان اجرا شد. عملیات آماده سازی زمین شامل شخم و دو دیسک عمود بر هم بود و تسطیح زمین با استفاده از لولر و ایجاد جوی و پشته در فروردین ماه انجام شد. قبل از کاشت از نقاط مختلف زمین نمونه‌برداری خاک انجام و تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش انجام گرفت و درصد عناصر اصلی آن تعیین شد (جدول ۱). اسید هیومیک با نام تجاری Sisaron محتوای ۱۶ درصد اسید هیومیک، ۷ درصد نیتروژن، ۲/۵ درصد پتاسیم و آهن، روی، منگنز و مس به ترتیب ۱۲۰۰، ۴۰۰، ۵۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود. ویژگی‌های شیمیایی ورمی کمپوست و کمپوست و کود گاوی در جدول (۲) آورده شده است. هر واحد آزمایشی دارای ۴ ردیف به طول ۴/۵ متر و فاصله بین ردیف‌ها ۷۰ سانتی‌متر بود. عملیات کاشت در اول اردیبهشت ماه و به صورت دستی انجام شد. بذور (رقم محلی) روی ردیف با فاصله ۵۰ سانتی‌متر و در محل داغ‌آب پشته‌ها، در عمق ۲ سانتی‌متری به صورت کپه‌ای و در هر کپه ۵-۴ عدد کشت شدند. کودهای گاوی، کمپوست و ورمی کمپوست یک هفته قبل از کاشت و کود فسفر و پتاسیم به طور کامل ۳ روز قبل از کاشت به خاک پشته‌ها اضافه و در عمق ۳۰ سانتی‌متری خاک مخلوط شدند. یک سوم کود نیتروژن سه روز قبل کاشت و باقیمانده آن در دو مرحله، اوایل تیر و در شهریور ماه قبل از گلدهی به کرت‌های مورد نظر اضافه شد. قبل از بسته شدن کانوپی (تیر ماه) تا تشکیل گل (اواسط شهریور ماه) هر ۲۰ روز یکبار، محلول پاشی محلول پاشی انجام گرفت (در مجموع ۶ نوبت محلول پاشی انجام شد). وجین علف‌های هرز به روش مرسوم برای چای ترش، یعنی به صورت دستی انجام گرفت. گیاهان ۸ هفته بعد از کاشت به یک بوته در هر کپه تنک شدند. برای اندازه‌گیری متغیرهای ارتفاع،

تعداد شاخه در بوته، قطر ساقه، وزن‌تر اندام هوایی، وزن میوه‌ها، تعداد میوه، تعداد دانه، وزن‌تر و خشک کاسبرگ، طول گل‌آذین، طول و قطر میوه؛ قبل از برداشت نهایی ۵ بوته بصورت تصادفی انتخاب و میانگین آن‌ها به‌عنوان تک بوته برای هر متغیر محاسبه گردید (اندازه‌گیری متغیرهای ارتفاع، تعداد شاخه در بوته و قطر ساقه در سه مرحله الف- بسته شدن کانوپی (۹۰روز بعد از کاشت)، ب- شروع گلدهی (۱۴۵ پس از کاشت)، پ- قبل از برداشت کاسبرگ (۲۰۵ پس از کاشت) انجام گرفت). جهت اندازه‌گیری مقدار آنتوسیانین‌ها از روش واگنر (۲۶) استفاده شد. ۰/۱ گرم از نمونه را در هاون چینی کوبیده و به آن ۱۰ میلی‌لیتر متانول اسیدی (۹۹ میلی لیتر متانول خالص به اضافه ۱ میلی لیتر اسید کلریدریک) افزوده گردید. سپس محلول در لوله‌های آزمایش کوچک ریخته شد، درب آن‌ها بسته شده و به مدت ۲۴ ساعت در تاریکی و دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. پس از طی این مراحل، به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۴۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ گردید. جذب محلول بالایی در طول موج ۵۵۰ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر، اندازه‌گیری شد. برای محاسبه غلظت ضریب خاموشی (ε) ۳۳۰۰۰ سانتی‌متر بر مول به عنوان مبنا در نظر گرفته شد.

$$A=\varepsilon bc$$

A: جذب‌ها، b: عرض کووت، c: غلظت مورد نظر

در پایان، داده‌ها توسط نرم‌افزار آماری SAS Ver.9.00 مورد تجزیه و مقایسه میانگین‌ها با آزمون حداقل دامنه معنی‌دار (LSR) در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1- Physical and chemical characteristics of the soil in the research farm

بافت خاک Texture	شن Sandy	رس clay	لوم Loam	Mn	Zn	Fe	K	P	N	ماده آلی organic matter	pH	EC
	(%)			(mg L^{-1})					(%)			(dS.m-1)
شنی رس Sandy clay	42	32	26	2.9	2.8	3.6	177	11	0.04	0.52	8.4	1.6

جدول ۲- برخی خصوصیات شیمیایی مواد آلی مورد استفاده

Table 2- Some chemical properties of organic matters used

	EC ($dS.m^{-1}$)	پتاسیم K (%)	فسفر P (%)	نیتروژن N (%)	pH
ورمی کمپوست Vermicompos	8.9	1.2	1.2	1.4	8.1
کمپوست Compost	7.2	1.4	1.4	1.2	7.5
کود گاوی Cattle manure	6.9	1.1	1.1	1.1	7.2

نتایج و بحث

ارتفاع، تعداد شاخه جانبی در بوته و قطر ساقه

نتایج این تحقیق نشان داد که تأثیر کاربرد کودهای مختلف منجر به افزایش ارتفاع بوته در مراحل مختلف رشد گردید. مقایسه میانگین‌ها (جدول ۳) نشان داد که کاربرد کودهای آلی و شیمیایی توأم با محلول پاشی اسید هیومیک، نسبت به استفاده مجزای این کودها تأثیر بیشتری در ارتفاع بوته داشت. این نتایج با گزارشات احمد و همکاران (۲) در چای ترش مطابقت دارد.

تعداد شاخه جانبی در بوته تحت تأثیر اثرات کودهای مختلف قرار گرفت. به‌طوری‌که تیمار کودی آلی توأم با محلول پاشی اسید هیومیک بیشترین تاثیر را بر تعداد شاخه جانبی داشت (جدول ۳). این نتیجه با نتایج دهمرده در مورد تاثیر تیمارهای کود گاوی، کود مرغ، کود شترمرغ، کود شیمیایی NPK و مخلوط هر یک از این کودهای آلی با کود شیمیایی روی گیاه چای ترش تطابق دارد (۹). در مراحل اولیه رشد، تیمار T7 (NPK + اسید هیومیک) با ۱۰/۳۳ عدد شاخه جانبی، نسبت به سایر تیمارها بیشترین تعداد شاخه‌های جانبی را به خود اختصاص داد، در حالی که در مراحل بعدی، T9 (کمپوست + اسید هیومیک) بیشترین تعداد شاخه جانبی را به خود اختصاص داد (جدول ۳).

قطر ساقه در مراحل مختلف اندازه‌گیری تحت تأثیر تیمارهای کودی مختلف قرار گرفت. طبق جدول مقایسه میانگین در مراحل

اولیه رشد تیمار T2 (NPK) و در مراحل بعدی T8 (کود گاوی و اسید هیومیک) و T9 (کمپوست + اسید هیومیک) بیشترین تأثیر را بر قطر ساقه داشتند، در ضمن تأثیر کودهای آلی توأم با محلول پاشی اسید هیومیک بر قطر ساقه، بیشتر از اثر استفاده جداگانه‌ی این کودها بود (جدول ۳)، پوستوما و همکاران (۲۱) نیز در چای ترش تحت شرایط مزرعه‌ای، نتایج مشابهی را گزارش کردند. گیاهان در مراحل اولیه رشد، عناصر غذایی قابل جذب کودهای شیمیایی را در مقایسه با کودهای آلی، راحت‌تر جذب می‌کنند، در نتیجه کودهای شیمیایی نسبت به کودهای آلی باعث رشد رویشی بیشتر یا بهتری می‌شوند. در مراحل بعدی رشد، کودهای آلی ضمن حفظ مقادیر بیشتر رطوبت، افزایش تعادل کاتیونی خاک، بهبود تهویه و نگهداری رطوبت خاک، عناصر غذایی پرمصرف و کم مصرف لازم را در اختیار گیاه قرار می‌دهند؛ همچنین هیومیک اسید با تحریک هورمون‌های رشد و بهبود فتوسنتز در نتیجه باعث برتری تیمارهای آلی توأم با اسید هیومیک (T8، T9 و T10) نسبت به استفاده مجزای این تیمارها و تیمار کود شیمیایی در متغیرهای ارتفاع، تعداد شاخه‌های جانبی و قطر ساقه گردید.

وزن‌تر اندام هوایی

بیشترین وزن‌تر اندام هوایی در نتیجه‌ی کاربرد تیمار T3 (کود گاوی) حاصل شد که در مقایسه با T2 (NPK) تفاوت معنی‌داری نداشت، ولی نسبت به شاهد ۴۱/۱۱ درصد برتری نشان داد (جدول ۴). به طور کلی، استفاده از کود گاوی به دلیل تولید سطح سبز بیشتر و در نتیجه افزایش فتوسنتز و به دنبال آن افزایش تولید ماده خشک (۱۷)، سبب برتری این تیمار در افزایش وزن‌تر اندام‌های هوایی نسبت به سایر تیمارها گردید. ناردی و همکاران (۱۸) بیان کردند که کاربرد اسید هیومیک، بر اندام‌های زیرزمینی گیاه تأثیر بیشتری داشته و احتمالاً کاهش میزان وزن بوته به دلیل توسعه اندام‌های زیرزمینی در مقایسه با اندام‌های هوایی بوده است.

تعداد میوه و تعداد دانه در بوته

تعداد میوه در بوته تحت تأثیر تیمارهای کودی قرار گرفت، به‌طوری‌که بیشترین مقدار آن در نتیجه‌ی کاربرد تیمار T9 (کمپوست + اسید هیومیک) بدست آمد که در مقایسه با تیمار T2 (NPK) تفاوت معنی‌داری نشان نداد، هرچند نسبت به شاهد ۴۱/۹۸ درصد برتری داشت (جدول ۴) که با نتایج سایر محققان (احمد و همکاران (۲)، اکنبی و همکاران (۳) و دهمرده (۹)) در چای ترش مطابقت دارد.

تیمارهای کودی تأثیر معنی‌داری بر تعداد دانه در بوته داشتند. نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴) نشان داد که بیشترین تعداد دانه در بوته با میانگین (۲۰۳۴/۷ عدد) به تیمار T9 (کمپوست + اسید هیومیک) و کمترین آن با میانگین (۱۳۰۳/۴ عدد) به شاهد اختصاص داشت و تیمار T9 (کمپوست + اسید هیومیک) نسبت به شاهد ۵۶/۱۰ درصد برتری داشت. در مورد اکثر صفات اندازه‌گیری شده، تأثیر کودهای آلی به مراتب بیشتر از کود شیمیایی بود که احتمالاً به فراهمی بیشتر عناصر غذایی موجود در کودهای آلی در تمام طول دوره رویشی و زایشی گیاه مربوط می‌شود. احمد و همکاران (۲) نیز افزایش تعداد دانه در بوته را با کاربرد توأم کمپوست به علاوه محلول پاشی اسید هیومیک گزارش کردند. جندی و همکاران (۱۱) نیز بهبود معنی‌دار تعداد دانه در بوته در چای ترش را تحت تأثیر افزایش مصرف کودهای آلی گزارش کردند.

طول گل‌آذین

طول گل‌آذین تحت تأثیر تیمارهای کودی قرار گرفت (جدول ۴). بیشترین طول گل‌آذین با میانگین ۹۱ و ۸۳/۷۵ سانتی‌متر، به ترتیب تحت تأثیر تیمارهای T5 (ورمی کمپوست) و T8 (کود گاوی + اسید هیومیک) به‌دست آمد و در یک گروه آماری قرار گرفتند، کمترین طول گل‌آذین (۶۱/۲۵ سانتی‌متر) از تیمار شاهد بدست آمد (جدول ۴). افزایش طول گل‌آذین چای ترش تحت تأثیر مصرف کود گاوی توسط رئیسی (۲۲) نیز گزارش شده است. وو و همکاران (۲۷) افزایش طول سنبله ذرت بر اثر کاربرد کودهای آلی را، بدلیل افزایش جذب عناصر غذایی، بهبود فتوسنتز و تولید مواد پرورده، و در نتیجه‌ی افزایش سطح برگ عنوان کردند.

طول و قطر میوه

نتایج نشان داد که تیمارهای کود گاوی + اسید هیومیک و اسید هیومیک بیشترین و شاهد کمترین قطر و طول میوه را داشتند (جدول ۴). به نظر می‌رسد که اثرات مثبت کود گاوی بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و از طرف دیگر تأثیر محلول‌پاشی در تولید هورمون‌های رشد، سبب برتری این کودها از نظر تأثیر بر طول و قطر میوه نسبت به سایر تیمارها گردید.

وزن‌تر میوه، وزن‌تر و خشک کاسبرگ در بوته

تأثیر تیمارهای کودی بر وزن میوه در بوته در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۵)، به طوری که بالاترین وزن میوه در اثر تیمار T9 (کمپوست + اسید هیومیک) بدست آمد که در مقایسه با تیمار T2 (NPK) تفاوت معنی‌داری نداشت ولی نسبت به شاهد ۲۳/۹۴ درصد برتری نشان داد (جدول ۶).

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های ویژگی‌های رویشی چای ترش تحت تأثیر کودهای آلی و شیمیایی در مراحل مختلف رشدی

Table 3- Mean comparison for chemical and organic manure effects on vegetative growth characters of roselle plants

کود Fertilizer	ارتفاع بوته Plant height (cm)			تعداد شاخه جانبی بوته Number of branches			قطر ساقه Stem diameter (cm)		
	بسته شدن کانوپی Canopy closure	شروع گلدهی Beginniing of flowering	ارتفاع نهایی Final height	بسته شدن کانوپی Canopy closure	شروع گلدهی Beginniing of flowering	ارتفاع نهایی Final height	بسته شدن کانوپی Canopy closure	شروع گلدهی Beginniing of flowering	ارتفاع نهایی Final height
T1: شاهد Control	67.92b	111.00c	147.50c	6.42b	7.20ab	7.25b	1.78c	1.40e	2.63c
T2: NPK	78.08a	122.31abc	171.19ab	9.42a	9.58ab	9.68ab	2.16a	2.87ab	3.01a
T3: کود گاوی Cattle manure	73.80ab	133.24ab	176.56ab	9.08ab	9.60ab	9.53ab	1.93abc	2.76abc	2.98ab
T4: کمپوست Compost	73.50ab	121.69abc	164.94abc	8.17ab	10.31a	10.48a	2.08ab	2.92a	2.94ab
T5: ورمی کمپوست Vermicompost	75.26ab	121.06bc	164.00bc	8.00ab	9.13ab	9.90ab	1.80c	2.62bcde	2.86abc
T6: اسید هیومیک Homic acid	72.58ab	115.86bc	168.75ab	7.58ab	9.31ab	8.80ab	2.02abc	2.46de	2.67c
T7: ۵۰ درصد T2 + T6 50% of T2 + T6	73.25ab	125.81bc	181.25ab	10.33a	10.38a	10.35a	1.84bc	2.72abc	2.89abc
T8: ۵۰ درصد T3 + T6 50% of T3 + T6	75.42ab	139.44a	186.19a	8.17ab	9.50ab	10.18a	1.97abc	2.56cde	3.03a
T9: ۵۰ درصد T4 + T6 50% of T4 + T6	75.25ab	128.75abc	175.38ab	10.18a	11.38a	11.38a	2.16a	2.92a	3.01a
T10: ۵۰ درصد T5 + T6 50% of T5 + T6	75.08ab	132.19ab	147.25ab	8.75ab	10.05ab	10.05ab	1.87bc	2.66abcde	2.71bc

میانگین‌های دارای حروف یکسان در هر ستون، بر اساس آزمون حداقل دامنه معنی داری دانکن در سطح احتمال ۵ درصد، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Similar letters in each column shows non- significant difference according to Duncan multiple range tests at 5% level.

جدول ٤- مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده در بوته چای ترش تحت تأثیر کودهای آلی و شیمیایی

Table 3- Mean comparison for chemical and organic manure effects on some measured characters of roselle plants

کود Fertilizer	قطر میوه fruit diameter (cm)	طول میوه fruit length (cm)	طول گل‌آذین inflorescence length (cm)	تعداد دانه در بوته Number of seed/plant	تعداد میوه در بوته Number of fruit/plant	وزن تر اندام هوایی Shoot fresh weight (g/plant)
T1: شاهد Control	2.60b	3.20c	61.25c	1303.40c	49.88c	843.45c
T2: NPK	2.75ab	3.73abc	81.25ab	1961.20ab	70.44a	1190.63a
T3: کود گاوی Cattle manure	2.88ab	3.98ab	81.50ab	1970.10ab	66.00ab	1191.88a
T4: کمپوست Compost	2.90ab	4.05ab	68.00bc	1969.70ab	67.25ab	1097.50ab
T5: ورمی کمپوست Vermicompost	2.70ab	3.95ab	91.00a	1769.10ab	62.13abc	921.88bc
T6: اسید هیومیک Homic acid	3.05a	3.98ab	78.75ab	1715.00ab	57.19bc	932.50bc
T7: ۵۰ درصد T2 + T6 50% of T2 + T6	2.78ab	3.50ab	77.50abc	1542.90bc	57.82abc	1113.88abc
T8: ۵۰ درصد T3 + T6 50% of T3 + T6	2.90ab	4.20ab	83.75a	1850.90ab	66.19ab	1084.38ab
T9: ۵۰ درصد T4 + T6 50% of T4 + T6	2.88ab	4.10ab	79.50ab	2034.70a	70.82a	1115.00ab
T10: ۵۰ درصد T5 + T6 50% of T5 + T6	2.88ab	3.95ab	81.50ab	1977.10ab	63.38a	956.50bc

میانگین دارای حروف یکسان در هر ستون، بر اساس آزمون حداقل دامنه معنی‌داری دانکن در سطح احتمال ۵ درصد، اختلاف معنی‌دار ی با یکدیگر ندارند.

Similar letters in each column shows non- significant difference according to Duncan multiple range tests at 5% level.

تأثیر تیمارهای کودی مختلف بر وزن‌تر و خشک کاسبرگ به طور معنی‌داری متفاوت بود (جدول ۵). بیشترین وزن‌تر و خشک کاسبرگ در اثر تیمار T9 (کمپوست + اسید هیومیک) به ترتیب با مقادیر ۱۵۷/۳۱، ۲۲/۶۹ گرم و کمترین وزن‌تر و خشک کاسبرگ به ترتیب با مقادیر ۱۱۳/۱۹ و ۱۴/۳۸ در نتیجه‌ی تیمار شاهد بدست آمد (جدول ۶). گزارش شده است که اثر کمپوست با محلول پاشی اسید هیومیک روی چای ترش سبب افزایش تعداد میوه، وزن‌تر و خشک کاسبرگ گردید (۲). کندیل و همکاران (۱۴) و جندی و همکاران (۱۱) نیز نتایج مشابهی را در چای ترش گزارش کردند. عزیزی و همکاران (۸) نیز بیان کردند که تحت تأثیر افزایش مصرف کودهای آلی طول، قطر نهنج و عملکرد گل بابونه به صورت معنی‌دار بهبود می‌یابند. چنین به نظر می‌رسد که با اعمال کمپوست + اسید هیومیک، به‌دلیل بهبود شرایط رشد حاصل از افزودن کود کمپوست و همچنین تحریک تولید هورمون رشد و افزایش جذب عناصر غذایی توسط گیاه، متأثر از کاربرد کود اسید هیومیک؛ عملکرد بیشتری نسبت به سایر تیمارها حاصل شد.

آنتوسیانین

آنتوسیانین یک ترکیب فلاونوئیدی است که به مقدار زیاد در کاسبرگ‌های چای ترش وجود دارد. میزان آنتوسیانین تحت تأثیر کودهای مختلف بسیار معنی‌دار شد (جدول ۵). بالاترین میزان آنتوسیانین در اثر تیمار T8 (کود گاوی + اسید هیومیک) بدست آمد (جدول ۶). تأثیر تیمار کودهای آلی و شیمیایی توأم با محلول پاشی اسید هیومیک بر مقدار آنتوسیانین بیشتر از استفاده‌ی جداگانه‌ی این کودها بود. جندی و همکاران (۱۱) و احمد و همکاران (۲) نیز نتایج مشابهی را در چای ترش گزارش کردند. کودهای کمپوست، ورمی کمپوست و گاوی دارای مواد هیومیکی هستند، اسید هیومیک (مشتقات ترکیب فنلی) به عنوان پیش ماده سنتز آنتوسیانین (ساختار فلاونوئید) می‌باشد، در نتیجه می‌توانند با افزایش آنتوسیانین در تیمارهای کودهای آلی و شیمیایی توأم با اسید هیومیک در ارتباط باشند.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این آزمایش نشان داد که تمامی تیمارهای کودی مورد استفاده باعث بهبود ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه چای ترش نسبت به شرایط عدم استفاده از کود شدند. با این وجود تأثیر کودهای آلی توأم با اسید هیومیک نسبت به استفاده‌ی مجزای این کودها و کودهای شیمیایی، بر ویژگی‌های رویشی، عملکرد کاسبرگ و میزان مواد مؤثره آنتوسیانین بیشتر بود. بنابراین، جهت حصول حداکثر عملکرد و میزان مواد مؤثره، استفاده از کودهای آلی توأم با اسید

هیومیک بهتر از سایر تیمارهای کودی در این تحقیق بود. یکی از دلایل اصلی عدم مصرف نهاده‌های شیمیایی در گیاهان دارویی و فراورده‌های آن‌ها حفظ سلامت و طبیعی ماندن این محصولات است. بنابراین با توجه به پاسخ مثبت گیاه دارویی چای ترش به کاربرد کودهای آلی، به نظر می‌آید که بکارگیری این کودها ضمن کاهش مصرف کودهای شیمیایی و نیز عدم عواقب سوء زیست محیطی، روش مناسبی برای افزایش عملکرد این محصول می‌باشد.

جدول ۵- تجزیه واریانس عملکرد و میزان آنتوسیانین چای ترش تحت تأثیر کودهای آلی و شیمیایی

Table 5- Variance analysis of yield and anthocyanin amount of roselle plants under chemical and organic manure treatments

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Means of Squares			
		وزن تر میوه Fruit weight (g/plant)	وزن‌تر کاسبرگ Sepals fresh weight (g/plant)	وزن خشک کاسبرگ Sepals dry weight (g/plant)	آنتوسیانین Anthocyanin content (µM)
تکرار Replication	3	144.89	366.09	14.27	0.003
تیمار Treatment	9	2558.26*	603.63*	20.17*	0.005**
خطا Error	27	1095.15	244.92	46.41	0.001
ضریب تغییرات CV (%)	-	8.52	11.19	13.12	16.41

*، ** به ترتیب نشان دهنده معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد و ns غیر معنی‌دار می‌باشند.

*, ** significantly at the 5% and 1% levels of probability respectively and n.s (non significant).

جدول ٦- مقایسه میانگین عملکرد و میزان آنتوسیانین چای ترش تحت تأثیر کودهای آلی و شیمیایی

Table 6- Mean comparison for chemical and organic manure effects on yield and anthocyanin amount of roselle plants

کود Fertilizer	وزن تر میوه Fruit weight (g/plant)	وزن‌تر کاسبرگ Sepals fresh weight (g/plant)	وزن خشک کاسبرگ Sepals dry weight (g/plant)	آنتوسیانین Anthocyanin (µM)
T1: شاهد Control	342.50c	113.19c	14.38c	0.22bc
T2: NPK	417.25a	147.81ab	20.56ab	0.21bc
T3: کود گاوی Cattle manure	391.75abc	138.75ab	18.38b	0.23abc
T4: کمپوست Compost	392.25abc	140.31ab	19.06ab	0.18c
T5: ورمی کمپوست Vermicompost	380.00abc	136.63abc	18.75ab	0.22bc
T6: اسید هیومیک Homic acid	360.75bc	130.31bc	18.56ab	0.22bc
T7: ۵۰ درصد T6 + T2 50% of T2 + T6	371.50abc	136.25abc	19.00ab	0.24abc
T8: ۵۰ درصد T6 + T3 50% of T3 + T6	408.50ab	151.25ab	21.75ab	0.29a
T9: ۵۰ درصد T6 + T4 50% of T4 + T6	424.50a	157.31a	22.69a	0.28a
T10: ۵۰ درصد T6 + T5 50% of T5 + T6	395.75abc	145.63ab	19.75ab	0.25ab

میانگین دارای حروف یکسان در هر ستون، بر اساس آزمون حداقل دامنه معنی‌داری دانکن در سطح احتمال ۵ درصد، اختلاف معنی‌دار ی با یکدیگر ندارند.

Similar letters in each column shows non- significant difference according to Duncan multiple range tests at 5% level.

منابع

1- Abbasi P.A., Al-Dahmani J., Sahin F., Hoitink H.A.J., and Miller S.A. 2002. Effect of compost amendments on

diseases severity and yield of tomato in conventional and organic production systems. Plant Disease, 86: 156-161.
2- Ahmad Y.M., Shahlaby E.A., and Shnan N.T. 2011. The use of organic and inorganic cultures in improving vegetative growth, yield characters and antioxidant activity of roselle plants (*Hibiscus sabdariffa* L.). African Journal of Biotechnology, 10(11): 1988-1996.
3- Akanbi W.B., Oaniyn A.B., Togum A.O., Ilupeju A.E.O., and Olairan O.A. 2009. The effect of organic fertilizer on growth, calyx yield and quality of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). Amrican Eurasian Journal of Sustainable Agricalture, 3(4): 652-657.
4- Akbari A., Ghalavand A., Sefidkon F., Rezaee M.B., and Sharafi A. 2004. Study on the effect of different rates of chemical fertilizer, manure and mixure of them on seed yield and main, compositions of essential oil of Ajowan (Trachyspermum copticum). Journal Pajouhesh & Sazandegi, 61: 32-41. (with English abstract in Persian)
5- Arancon N., Edwards C.A., Bierman P., Welch C., and Metzger J.D. 2004. Influences of vermicomposts on field strawberries: 1. Effects on growth and yields. Journal of Bioresource Technology, 93: 145-153.
6- Ayala S. 2002. Perspective of soil fertility management with a focus on fertilizer use for crop productivity. Current Science, 82: 797-807.
7- Aziz E., Gad N., and Badran N.M. 2007. Effect of Cobalt and Nickel on Plant Growth, Yield and Flavonoids Content of *Hibiscus sabdariffa* L. Australian Journal of Basic Applied Sciences, 1(2): 73-78.
8- Azizi M., Rezvani F., Hassan Zadeh Khayat M., Lekzian A., and Nemati A. 2008. The effect of different levels of vermicompost and irrigation on morphological properties and essential oil content of German chamomile (*Matricaria recutita*) C.V. Goral. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 24(1): 82-93. (in Persian with English abstract)
9- Dahmardeh M. 2012. Effect of mineral and organic fertilizers on the growth and calyx yield of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). African Journal of Biotechnology, 11(48): 10899-10902.
10- Faraji M., and Tarkhani A. 1999. The effect of sour tea (*Hibiscus sabdariffa*) on essential hypertension. Journal of Ethnopharmacology, 65: 231-236.
11- 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.
12- Guvence I., Dursun A., Turan M., Tuzel Y., Burrage S.W., Bailey B.J., Gul A., Smith A.R., and Tuncay O. 1999. Effect of different foliar fertilizers on growth, yield and nutrient content of lettuce and crisp lettuce. Acta Horticulturae, 491: 247-252.
13- Hornick S.B. 1998. Use of organic amendments to increase the productivity of sand and gravel soils: Effect on yield and composition of sweet corn. American Journal of Alternative Agriculcure, 3: 156-162.
14- Kandil M., Ahmed S., Stor C., and Schnug E. 2002. Effect of organic and inorganic fertilization on fruit and essential oil yield of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) grown in Egypt. In: Proceeding Fachtag für Heil-und Gewuerzpflanzen Ahrweiler (*im Druck*). Journal of Bioresour Technology, 49: 167-173.
15- Majnun Hosseini N., and Davazdah Emami S. 2008. Cultivation and Production of Certain Herbs and Spices. University of Tehran Press. 300 p. (in Persian)
16- Mallikarjuna M., Govindasamy R., and Chandrasekaran S. 1987. Effect of humic acid on *Sorghum vulgare* var. CSH-9. Current Science, 56(24): 1273-1276.
17- Moradi R., Nasiri Mahallati M., Rezvani Moghadam P., Lakzian A., and Nejad Ali A. 2011. The effect of application of organic and biological fertilizers on quantity and quality of essential oil in fennel (*Foeniculm vulgare*). Journal of Horticulture Sciences, 25(1): 25-33. (in Persian)
18- Nardi S., Diego P., Muscolo A., and Vianello A. 2002. Physiological effects of humic substances on higher plants. Soil Biology and Biochemistry, 34: 1527-1536.
19- Nikbakbakht A., Kafi M., Babalar M., Xia Y.P., Luo A., and Etemadi N.A. 2008. Effect of humic acid on plant growh, nutrient uptake and post havest life of Gerbera. Journal of Plant Nutrition, 31: 2155-2167.
20- Olaniya J.O., Akanbi W.B., Olaniran O.A., and Ilupeju O.T. 2010. The effect of organo-mineral and inorganic fertilizers on the growth, fruit yield, quality and chemical compositions of okra. Journal of Animal and Plant Sciences, 9: 1135-1140.
21- Postma J., Montanari M., Vanden P., and Boogert H.J.F. 2003. Microbial enrichment to enhance the disease suppressive activity of compost. European Journal of Soil Biology, 39: 157-163.
22- Raeisi M. 2010. Effects of different levels of animal manure and water stress on quantitative and qualitative yield of roselle in Jiroft. M.Sc. Thesis, Agriculture. Agriculture University of zabol. (with English abstract in Persian)
23- Saeid Nejad A.H., and Rezvani Moghaddam P. 2011. Evaluation of compost, vermicompost and cattle manure opplication on yield, yield components and essential oil percent in cumin (*Cuminum cyminum*). Journal of Horticulture Sciences, 24(2): 142-148. (in Persian)
24- Sanjuli N. 2008. Study on the effect of different rates of chemical fertilizer ,manure and mixure of them on on soil characterstics, yield and yield components in maize (*Zea mays L.*) var.SC-704. M.Sc. Thesis, Agriculture. Agriculture University of zabol. (with English abstract in Persian)

25- Shata S.M., Mahmoud A., and Siam S. 2007. Improving calcareous soil productivity by integrated effect of intercropping and fertilizer. Reacerch Journal of Agriculture and Biological Sciences, Pp: 123-165.
26- Wagner G.J. 1979. Content and vacuole/extra vacuole distribution of neutralsugars, free amino acids and anthocyanins in protoplasts. Plant Physiology, 64: 88-93.
27- Wu S.C., Cao 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.
28- Yadav R.L., Keshwa G.L., and Yadav S.S. 2003. Effect of integrated use of FYM and sulphure on growth and yield of isabgol. Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences, 25: 668-671.