

اثر محلول پاشی جلبک دریایی و کاربرد ورمی کمپوست بر ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه دارویی چای ترش (*Hibiscus sabdariffa* L.)

نوشین قیومی محمدی^۱ و حسینعلی اسدی قارنه^{۲*}

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد علوم باغبانی، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران
۲- نویسنده مسئول، استادیار، گروه علوم باغبانی، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران
پست الکترونیک: h.asadi@khuisf.ac.ir

تاریخ پذیرش: مرداد ۱۳۹۷

تاریخ اصلاح نهایی: مرداد ۱۳۹۷

تاریخ دریافت: مهر ۱۳۹۶

چکیده

چای ترش (*Hibiscus sabdariffa* L.) از گیاهان دارویی مهم است که در ساخت فرآورده‌های داروسازی، غذایی و صنعتی کاربرد دارد. به منظور بررسی تأثیر کود ورمی کمپوست و محلول پاشی جلبک دریایی بر ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه دارویی چای ترش، این تحقیق در مزرعه پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان) در بهار، تابستان و پاییز سال ۱۳۹۵ انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای ورمی کمپوست در چهار سطح: صفر (شاهد)، ۵، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار و محلول پاشی جلبک دریایی در سه سطح: صفر (شاهد)، ۱ و ۱/۵ گرم بر لیتر در فواصل زمانی یک‌ماه روی گیاه اعمال شدند. در پایان آزمایش ارتفاع بوته، تعداد گل در بوته، وزن تر و خشک بوته، وزن تر و خشک کاسبرگ، شاخص سبزیگی برگ، میزان کلروفیل a، b و کلروفیل کل برگ، میزان آنتوسیانین کاسبرگ، میزان ویتامین C، اسیدیته قابل تیتراسیون و فلاونوئید کاسبرگ، اندازه‌گیری شدند. نتایج این تحقیق نشان داد که کاربرد کود ورمی کمپوست و محلول پاشی جلبک دریایی، عملکرد کمی و کیفی چای ترش را بهبود بخشید، به طوری که بیشترین میزان ارتفاع بوته، تعداد گل در بوته، وزن تر و خشک بوته، وزن تر و خشک کاسبرگ، بیشترین میزان کلروفیل a، b و کل برگ، میزان آنتوسیانین کاسبرگ، اسیدیته قابل تیتراسیون و ویتامین C کاسبرگ مربوط به تیمار ورمی کمپوست ۱۵ تن در هکتار بود و بیشترین تعداد گل در بوته، وزن تر بوته، میزان کلروفیل a، اسیدیته قابل تیتراسیون، آنتوسیانین، فلاونوئید و ویتامین C کاسبرگ، در تیمار ۱/۵ گرم بر لیتر جلبک دریایی مشاهده شد. بیشترین میزان ویتامین C (۶۸/۷۴ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم)، اسیدیته قابل تیتراسیون (۴/۹۷٪)، آنتوسیانین کاسبرگ (۱/۴۰۰ میلی‌مول بر گرم)، بیشترین تعداد گل در بوته (۷۳/۳۳ عدد) و وزن تر بوته (۸۲۸/۳۳ گرم) در تیمار ورمی کمپوست ۱۵ تن در هکتار همراه با جلبک دریایی ۱/۵ گرم بر لیتر مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: چای ترش (*Hibiscus sabdariffa* L.)، ویتامین C، آنتوسیانین، کود آلی، صفات مورفولوژیک، صفات بیوشیمیایی.

مقدمه

به استعدادهای بالقوه کشور و داشتن تنوع اقلیمی در این بخش می‌تواند نقش به‌سزایی در رشد اقتصادی و کارآفرینی داشته باشد. ایران خاستگاه گیاهان متنوعی است که بسیاری از این گیاهان به لحاظ خواص درمانی منحصر به فرد

رویکرد گسترده جهانیان به استفاده از داروهای گیاهی موجب افزایش توجه بیشتر کشورهای جهان به شناسایی گیاهان دارویی و بازگشت به طبیعت شده است که با توجه

تر اندام هوایی و وزن تر و خشک کاسبرگ‌ها در گیاه چای ترش شده است و نیز استفاده توأم ورمی کمپوست و اسید هیومیک سبب افزایش آنتوسیانین کاسبرگ چای ترش می‌شود (Ebrahimzadeh-Abdashti *et al.*, 2016). نتایج حاصل از پژوهش Azizi و همکاران (۲۰۰۸) نشان داد که افزایش سطوح ورمی کمپوست از ۵٪ وزنی تا ۱۵٪ وزنی باعث بهبود معنی‌دار صفات ارتفاع بوته و عملکرد گل بابونه آلمانی شده است. در پژوهشی که Rathore و همکاران (۲۰۰۹) انجام دادند اثر عصاره جلبک دریایی بر رشد و عملکرد گیاه سویا بررسی شد و محلول پاشی برگ‌ها با جلبک دریایی باعث افزایش معنی‌دار ارتفاع گیاه، تعداد غلاف، تعداد دانه در غلاف، تعداد شاخه‌های جانبی و شاخص برداشت در گیاه سویا نسبت به نمونه شاهد شده است. Spinelli و همکاران (۲۰۱۰) در تحقیقی دریافتند که استفاده از عصاره جلبک دریایی سبب افزایش میزان کلروفیل و در نتیجه افزایش میزان آنتوسیانین و ویتامین C در گیاه توت‌فرنگی می‌شود. Heydari و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کردند که کاربرد ۵ تن در هکتار کود ورمی کمپوست به همراه ۳٪ کود جلبک دریایی، برای صفات وزن خشک گل و وزن خشک ساقه بهترین نتیجه را در گیاه همیشه‌بهار داشت. در تحقیقی دیگر استفاده از دو نوع کود بیولوژیک ورمی کمپوست و جلبک دریایی، میزان ویتامین C و اسیدپتت میوه گوجه‌فرنگی گیلانی را افزایش داد (Araghian *et al.*, 2015).

باتوجه به مطالب ذکر شده این پژوهش با هدف بررسی اثر محلول پاشی جلبک دریایی و کاربرد کود ورمی کمپوست و نیز بررسی اثرهای متقابل این دو تیمار بر برخی صفات کمی و کیفی گیاه دارویی چای ترش، انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در بهار، تابستان و پاییز سال ۱۳۹۵ در مزرعه پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)، واقع در جنوب شرقی اصفهان، با عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۴۰ دقیقه شمالی و طول ۵۱ درجه و ۴۸ دقیقه شرقی با

می‌باشند (Heidari & Dahmardeh, 2015).

به دلیل این‌که داروهای شیمیایی عوارض جانبی بسیاری دارند، امروزه گیاه‌درمانی بیشتر مورد توجه قرار گرفته است. چای ترش متعلق به خانواده مالواسه (Malvaceae) می‌باشد و کاسبرگ‌های این گیاه دارای خواص دارویی است و در صنایع غذایی استفاده می‌شود و لیاف و چوب آن در تولید خمیر کاغذ مورد استفاده قرار می‌گیرد (Duke, 2006). کاسبرگ‌ها دارای اسیدهای آگزالیک، مالیک، سیتریک و تارتاریک، ویتامین C، پروتئین، مواد معدنی و آنتوسیانین می‌باشند (Ahmed *et al.*, 2011). این گیاه آنتی‌اکسیدان، آنتی‌باکتریال، ضدسرطان (Mahadevan *et al.*, 2009) و نیز خنک‌کننده و آرام‌بخش، اشتهاآور، ملین، ضدسرفه، ضدتب، منبع غنی آهن، کاهش‌دهنده کلسترول خون، اختلالات کبدی و صفراوی است (D'Heureux-Calix & Badrie, 2004).

یکی از ارکان سیستم کشاورزی پایدار استفاده از کودهای بیولوژیک به منظور تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه با هدف حذف یا کاهش قابل ملاحظه در مصرف نهادهای شیمیایی است که از میان کودهای بیولوژیک می‌توان به کود ورمی کمپوست اشاره کرد. مطالعات انجام شده بر روی گیاهان دارویی نیز گویای آنست که حداکثر عملکرد کمی و کیفی در چنین شرایطی حاصل می‌گردد (Darzi *et al.*, 2011). ورمی کمپوست با داشتن خصوصیتی مانند تخلخل زیاد، قدرت جذب و نگه‌داری بالای عناصر معدنی و آزادسازی تدریجی آنها و نیز ظرفیت بالای نگه‌داری آب دارای اهمیت است (Arancon *et al.*, 2004).

عصاره جلبک دریایی به دلیل داشتن هورمون‌های رشد و عناصری مانند آهن، مس، روی، کبالت، مولیبدن، منگنز، منیزیم، نیکل، ویتامین‌ها و اسیدآمینها تأثیر مفیدی بر روی رشد گیاهان دارد (Haghparast *et al.*, 2012). همچنین جلبک دریایی باعث افزایش رشد گیاه، تحریک رشد ریشه، تأخیر در پیری و بهبود تحمل به تنش‌های محیطی از قبیل خشکی، شوری و دما می‌شود (Muller, 2000).

تحقیقات نشان داده است که استفاده از ۵ تن در هکتار کود ورمی کمپوست سبب افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته، وزن

محل آزمایش قبل از کاشت از پنج نقطه از زمین به عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر نمونه برداری و پس از مخلوط کردن آنها یک نمونه به آزمایشگاه منتقل شد. نتایج تجزیه خاک محل آزمایش و ورمی‌کمپوست مورد مطالعه در جدول ۱ نشان داده شده است.

ارتفاع ۱۵۵۵ متر از سطح دریا اجرا شد. آب و هوای این منطقه نیمه‌خشک با زمستان‌های نسبتاً سرد با میانگین بارندگی سالیانه بین ۱۶۰-۱۱۰ میلی‌متر و میانگین درجه حرارت سالیانه بین ۱۶-۱۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. برای اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

جدول ۱- نتایج تجزیه برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش و کود ورمی‌کمپوست

بافت	pH	هدایت الکتریکی	پتاسیم	فسفر	نیترژن	
		(dS/m)	(گرم بر کیلوگرم)	(گرم بر کیلوگرم)	(%)	
لومی-رسی	۷/۵۵	۲/۰۸	۰/۱	۰/۴	۰/۱۶	خاک مزرعه
-	۸/۰۲	۲/۹۴	۴	۱/۶۹	۴/۳۵	ورمی‌کمپوست

۴۴/۵٪ مواد آلی) در مرحله ۵-۴ برگی گیاه و دو مرحله دیگر با فاصله زمانی یک ماه روی بوته‌ها اعمال شدند. برداشت کاسبرگ‌ها قبل از مرحله چوبی شدن آنها در اواخر آبان‌ماه انجام گردید.

صفات مورد بررسی در این پژوهش شامل صفات مورفولوژیک (ارتفاع بوته، تعداد گل در بوته، وزن تر و خشک کاسبرگ و وزن تر و خشک بوته) و صفات بیوشیمیایی (شاخص سبزی‌نگی برگ، میزان کلروفیل a, b و کلروفیل کل برگ، میزان آنتوسیانین کاسبرگ، اسیدیته قابل تیتراسیون، ویتامین C و فلاونوئید کاسبرگ) بودند که بعد از مرحله گلدهی و قبل از چوبی شدن کاسبرگ‌ها (۱۸۰ روز پس از کاشت) اندازه‌گیری شدند.

برای اندازه‌گیری صفات مورفولوژیک گیاه در مراحل پایانی رشد گیاه و بعد از حذف اثر حاشیه‌ها، ۵ بوته به صورت تصادفی انتخاب کرده و ارتفاع بوته (از ناحیه طوقه تا انتهای ساقه اصلی) اندازه‌گیری و تعداد گل در بوته نیز شمارش شد و میانگین آنها در نظر گرفته شد. بوته‌ها به مدت ۴۰ روز و کاسبرگ‌ها در مدت ۷ روز در شرایط سایه و دمای اتاق خشک شدند. برای اندازه‌گیری وزن تر و خشک بوته و وزن تر و خشک کاسبرگ‌ها از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ استفاده شد.

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی اجرا شد. تیمارهای مورد استفاده شامل: کود ورمی‌کمپوست در ۴ سطح (صفر، ۵، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار) که از شرکت دانش‌بنیان گل‌دن ورم (Golden worm) تهیه شد و محلول‌پاشی جلبک دریایی با نام تجاری آ‌ل‌گ‌ل‌این (Algline) ساخت شرکت صفا تریم (Safa tarim) ترکیه در سه سطح (صفر، ۱ و ۱/۵ گرم بر لیتر) در نظر گرفته شد. کرت‌بندی زمین آزمایش براساس نقشه طرح شامل ۳۶ کرت با ابعاد ۲×۲ متر و فاصله بین کرت‌ها نیم متر و بین بلوک‌ها دو متر در نظر گرفته شد. پس از عملیات خاک‌ورزی، کشت بذر که از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه شد، به صورت کپه‌ای در اردیبهشت‌ماه ۱۳۹۵ با فاصله بین ردیف و روی ردیف ۵۰ سانتی‌متر و عمق کاشت ۲ سانتی‌متر انجام شد. بعد از یک هفته بذرها به‌طور کامل جوانه زدند. تعداد دفعات آبیاری زمین در سه ماه اول دوره رشد گیاه دو بار در هفته و بعد از آن یک‌بار در هفته بود. در طول دوره رشد عملیات کنترل علف‌های هرز به صورت دستی انجام شد. مقادیر کود ورمی‌کمپوست قبل از کاشت بذرها به کرت‌های آزمایشی اضافه شد و اولین دوره محلول‌پاشی جلبک دریایی (حاوی ۱٪ اسید آلژینیک، یک میلی‌گرم بر کیلوگرم اسید جیبرلیک، ۱۹/۳٪ اکسید پتاسیم و

برای اندازه‌گیری اسیدیتته قابل تیتراسیون، از عصاره کاسبرگ (۲ گرم کاسبرگ تر را با هاون کوبیده و بعد ۵۰ میلی‌متر آب مقطر به آن اضافه شد) و ۳ قطره فنل فتالین ۱٪ به عنوان شناساگر استفاده شد. سپس عصاره با محلول سود ۰/۲ نرمال تا رسیدن به $pH=8/2$ تیتر شد و براساس فرمول ۵ مقدار آن بر حسب درصد محاسبه شد (Rutkowski et al., 2006; Zheng et al., 2007).

$$TA = S.N.E/C \times 100 \quad (5)$$

S = مقدار سود مصرفی (میلی لیتر)

N = نرمالیتته سود (۰/۲ نرمال)

E = اکی‌والان اسید آلی (اسید سیتریک = ۰/۰۶۴)

C = میزان عصاره میوه (۱۰ میلی لیتر)

برای اندازه‌گیری ویتامین C از روش Uggla و همکاران (۲۰۰۳) استفاده شد. برای این منظور از هر کرت ۱۲/۵ گرم از کاسبرگ تازه جای‌ترش را وزن کرده و به هر یک از نمونه‌ها ۵۰ میلی‌لیتر محلول پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات ۱۰ میلی‌مولار اضافه کرده و به مدت ۱۰ ثانیه بهم زده تا کاملاً مخلوط گردد. مخلوط بدست آمده به مدت ۲ دقیقه در ۴۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ کرده و بعد فیلتر شد. در مرحله بعد ۰/۵۰ میلی‌لیتر از عصاره فیلتر شده را با محلول پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات به حجم ۵ میلی‌لیتر رسانده و بعد برای تهیه استاندارد ویتامین C، به میزان ۱۲۵ میلی‌گرم ال-اسید آسکوربیک در ۲۵۰ میلی‌لیتر پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات ۱۰ میلی‌مولار حل کرده و پس از آن غلظت‌های ۲۰۰-۰ میلی‌لیتر بر لیتر اسید آسکوربیک از محلول مادر استاندارد تهیه شد. سپس محلول‌های تهیه شده به دستگاه کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (HPLC) مدل ۲۰۰ ساخت شرکت Perkin Elmer آمریکا تزریق شد. طول موج مورد استفاده ۲۶۵ نانومتر بود. میزان ویتامین C برحسب میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم نمونه تر گزارش شد.

برای سنجش میزان فلاونوئید از روش Krizek و همکاران (۱۹۹۸) استفاده شد. برای این منظور به میزان ۰/۱ گرم بافت

برای اندازه‌گیری مقدار کلروفیل از روش Arnon (۱۹۴۹) استفاده شد. بدین منظور مقدار ۰/۵ گرم از بافت تازه گیاه در هاون چینی با ۵ میلی‌لیتر استون ۸۰٪ کوبیده و بعد عصاره از کاغذ صافی واتمن شماره ۲ عبور داده شد؛ محلول بدست آمده با استون ۸۰٪ به حجم ۲۰ میلی‌لیتر رسانده شد و به ترتیب در طول موج‌های ۶۶۳ و ۶۴۵ نانومتر برای کلروفیل a و b میزان جذب قرائت شد و براساس فرمول‌های ۱، ۲ و ۳ به ترتیب میزان کلروفیل a، b و کلروفیل کل برحسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر نمونه محاسبه شد.

$$Chla = 12.7A_{663} - 2.69A_{645} \times V / 1000W \quad (1)$$

$$Chlb = 22.9A_{645} - 4.68A_{663} \times V / 1000W \quad (2)$$

$$Total\ Chl = 20.2A_{645} - 8.02A_{663} \times V / 1000W \quad (3)$$

A_x = میزان جذب در طول موج مورد نظر

V = حجم نهایی محلول کلروفیل (میلی متر)

W = وزن نمونه تر گیاهی (گرم)

برای اندازه‌گیری میزان آنتوسیانین از روش Wagner (۱۹۷۹) استفاده شد. بدین‌منظور ۰/۱ گرم از بافت تازه کاسبرگ را با ۱۰ میلی‌لیتر محلول متانول اسیدی خوب ساییده و بعد عصاره حاصل را به فالکون منتقل کرده و به مدت ۱۰ دقیقه با دور ۴۰۰۰ سانتریفیوژ شد و محلول رویی آن به لوله‌های آزمایش سرپیچ‌دار انتقال یافته و دور آنها را فویل پیچیده و به مدت ۲۴ ساعت در تاریکی با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. سپس جذب این ماده در طول موج ۵۵۰ نانومتر توسط اسپکتروفتومتر قرائت شد. غلظت آنتوسیانین کاسبرگ (C) با استفاده از فرمول ۴ بر حسب میلی‌مولار بر گرم وزن تر بافت محاسبه گردید.

$$A = \epsilon bc \quad (4)$$

ϵ = ضریب خاموشی برابر ۳۳۰۰۰ سانتی‌متر بر مول

A = جذب

b = عرض کوات یا سل

c = غلظت محلول مورد نظر

تیمار جلبک ۱/۵ گرم بر لیتر بدون تیمار ورمی‌کمپوست بود (جدول ۴).

وزن تر کاسبرگ

بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، اثر تیمار ورمی‌کمپوست و اثر متقابل تیمارهای ورمی‌کمپوست و جلبک دریایی بر وزن تر کاسبرگ در سطح ۱٪ معنی‌دار شد، ولی تیمار جلبک دریایی معنی‌دار نبود (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر تیمارهای ورمی‌کمپوست نشان داد که بیشترین وزن تر کاسبرگ (۳/۳۸ گرم) در تیمار ورمی‌کمپوست ۱۵ تن در هکتار و کمترین وزن تر کاسبرگ (۲/۶۹ گرم) در تیمار شاهد بدست آمد (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای ورمی‌کمپوست و جلبک نشان داد که بیشترین وزن تر کاسبرگ (۳/۵۰ گرم) مربوط به تیمار ورمی‌کمپوست ۱۵ تن در هکتار همراه با تیمار جلبک ۱ گرم بر لیتر و کمترین آن (۲/۱۳ گرم) مربوط به تیمار ورمی‌کمپوست ۵ تن در هکتار بدون تیمار جلبک بود (جدول ۴).

وزن خشک کاسبرگ

نتایج تجزیه واریانس وزن خشک کاسبرگ نشان داد که تیمار ورمی‌کمپوست و اثر متقابل تیمارهای ورمی‌کمپوست و جلبک دریایی در سطح ۱٪ معنی‌دار بود، اما تیمار جلبک دریایی معنی‌دار نبود (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر تیمار ورمی‌کمپوست نشان داد که بیشترین وزن خشک کاسبرگ (۰/۴۳ گرم) مربوط به تیمار ورمی‌کمپوست ۱۵ تن در هکتار و کمترین آن (۰/۳۴ گرم) مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر تیمارهای ورمی‌کمپوست و جلبک نشان داد که بیشترین وزن خشک کاسبرگ (۰/۴۵ گرم) در تیمار ورمی‌کمپوست ۱۵ تن در هکتار همراه با تیمار جلبک ۱ گرم بر لیتر و کمترین آن (۰/۲۷ گرم) در تیمار ۱/۵ گرم بر لیتر جلبک بدون تیمار ورمی‌کمپوست مشاهده شد (جدول ۴).

تازه کاسبرگ را با ۱۰ میلی‌لیتر اتانول اسیدی خوب ساییده و بعد عصاره را به فالكون منتقل کرده و به مدت ۱۰ دقیقه با دور ۴۰۰۰ سانتریفیوژ شد. محلول رویی به لوله‌های سریچ‌دار انتقال یافته و پس از آن به مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب گرم با دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد و بعد جذب محلول با طول موج ۳۰۰ نانومتر توسط اسپکتروفتومتر قرائت شد و برای محاسبه غلظت فلاونوئید از فرمول ۶ استفاده و نتیجه برحسب درصد محاسبه شد.

$$\text{Flav} = A V / 700 \times 100 \quad (6)$$

$$A = \text{میزان جذب در طول موج } 300 \text{ نانومتر}$$

$$V = \text{حجم عصاره}$$

داده‌های بدست آمده از تحقیق با استفاده از نرم‌افزار آماري SAS نسخه ۹/۱ تجزیه شدند. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ انجام گردید و رسم نمودارها نیز به کمک نرم‌افزار Excel, 2013 انجام شد.

نتایج

ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس، نشان داد که اثر تیمار ورمی‌کمپوست و اثر متقابل آن با جلبک دریایی بر روی ارتفاع ساقه به ترتیب در سطح ۱٪ و ۵٪ معنی‌دار شد، ولی اثر تیمار جلبک دریایی بر روی ارتفاع ساقه معنی‌دار نشد (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر تیمارهای ورمی‌کمپوست نشان داد که بیشترین میزان ارتفاع ساقه (۱۱۷ سانتی‌متر) مربوط به تیمار ۱۵ تن در هکتار ورمی‌کمپوست بود و کمترین آن در تیمار شاهد (۹۴/۲۲ سانتی‌متر) مشاهده شد (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای ورمی‌کمپوست و جلبک نشان داد که بیشترین میزان ارتفاع ساقه (۱۲۸/۳۳ سانتی‌متر) مربوط به تیمار ورمی‌کمپوست ۱۰ تن در هکتار همراه با تیمار جلبک ۱/۵ گرم بر لیتر و کمترین میزان ارتفاع ساقه (۸۹/۳۳ سانتی‌متر) مربوط به

تعداد گل در بوته

بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، اثر تیمار ورمی‌کمپوست بر تعداد گل در بوته در سطح ۱٪ معنی‌دار شد و تیمار جلبک دریایی و اثر متقابل ورمی‌کمپوست و جلبک دریایی نیز در سطح ۵٪ معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر تیمار ورمی‌کمپوست نشان داد که بیشترین تعداد گل در بوته (۶۷/۱۱ عدد) در تیمار ورمی‌کمپوست ۱۵ تن در هکتار و کمترین تعداد گل در بوته (۳۳/۸۹ عدد) در تیمار ورمی‌کمپوست ۵ تن در هکتار مشاهده شد که با تیمار شاهد در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌دار نداشت (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر تیمار جلبک دریایی نشان داد که بیشترین تعداد گل در بوته (۵۲/۶۷ عدد) مربوط به تیمار ۱/۵ گرم بر لیتر جلبک دریایی بود و کمترین تعداد آن (۴۶ عدد) در تیمار شاهد بود (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای ورمی‌کمپوست و جلبک نشان داد که بیشترین تعداد گل همراه با تیمار جلبک ۱/۵ گرم بر لیتر و کمترین مقدار آن (۳۰/۶۷) مربوط به تیمار ورمی‌کمپوست ۵ تن در هکتار بدون تیمار جلبک بود (جدول ۴).

وزن تر بوته

در این پژوهش نتایج تجزیه واریانس، بیانگر آن بود که اثر تیمارهای ورمی‌کمپوست و جلبک دریایی و همچنین اثر متقابل آنها روی وزن تر بوته در سطح ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر تیمار ورمی‌کمپوست نشان داد که بیشترین وزن تر بوته (۶۱۸/۳۳ گرم) در تیمار ورمی‌کمپوست ۱۵ تن در هکتار و کمترین آن (۳۳۷/۳۳ گرم) در تیمار شاهد بدست آمد

(جدول ۳). مقایسه میانگین اثر تیمار جلبک دریایی نشان داد که بیشترین وزن تر بوته (۵۰۴/۹۲ گرم) در تیمار ۱/۵ گرم بر لیتر جلبک دریایی و کمترین آن (۴۲۶/۸۳ گرم) در تیمار ۱ گرم بر لیتر جلبک دریایی مشاهده شد که با تیمار شاهد در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای ورمی‌کمپوست و جلبک نشان داد که بیشترین وزن تر بوته (۸۲۸/۳۳ گرم) مربوط به تیمار ورمی‌کمپوست ۱۵ تن در هکتار همراه با تیمار جلبک ۱/۵ گرم بر لیتر و کمترین میزان آن (۳۰۱/۶۷ گرم) مربوط به تیمار جلبک ۱/۵ گرم بر لیتر بدون تیمار ورمی‌کمپوست بود (جدول ۴).

وزن خشک بوته

نتایج تجزیه واریانس آزمایش نشان داد که تیمار ورمی‌کمپوست در سطح ۱٪ و اثر متقابل آن با تیمار جلبک دریایی در سطح ۵٪ معنی‌دار شد ولی تیمار جلبک دریایی معنی‌دار نشد (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر تیمارهای ورمی‌کمپوست نشان داد که بیشترین وزن خشک بوته (۱۱۱/۹۶ گرم) مربوط به تیمار ورمی‌کمپوست ۱۵ تن در هکتار و کمترین مقدار آن (۷۴/۹۱ گرم) مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای ورمی‌کمپوست و جلبک نشان داد که بیشترین میزان وزن خشک بوته (۱۱۸/۸۴ گرم) مربوط به تیمار ورمی‌کمپوست ۱۵ تن در هکتار همراه با تیمار جلبک ۱ گرم بر لیتر و کمترین میزان آن (۶۵ گرم) مربوط به تیمار جلبک ۱/۵ گرم بر لیتر و بدون تیمار ورمی‌کمپوست بود (جدول ۴).

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس اثر ورمی کمپوست و محلول پاشی جلبک دریایی بر برخی از ویژگی‌های مورفولوژیکی گیاه چای ترش

میانگین مربعات						درجه آزادی	منابع تغییرات
وزن خشک بوته	وزن تر بوته	تعداد گل در بوته	وزن خشک کاسبرگ	وزن تر کاسبرگ	ارتفاع بوته		
۱۰/۷۲ ns	۱۵۵۳ ns	۹/۶۹ ns	۰/۰۰۰۲ ns	۰/۱۲ ns	۴۶۰/۳۶*	۲	بلوک
۳۱۱۶/۷**	۱۴۳۶۴۸**	۲۴۳۴/۰۳**	۰/۰۱۵**	۰/۹۲**	۸۲۶/۴۱**	۳	ورمی کمپوست
۲۱۳/۶ ns	۲۲۵۲۶**	۱۳۸/۰۳*	۰/۰۰۲ ns	۰/۰۵ ns	۲۳/۱۱ ns	۲	جلبک
۳۱۰/۷*	۲۹۶۱۳**	۱۰۱/۶۹*	۰/۰۱۲**	۰/۴۵**	۴۴۵/۵۲*	۶	ورمی کمپوست × جلبک
۹۱/۰۵	۲۵۳۷/۷	۳۷/۴۵	۰/۰۰۰۵	۰/۰۹	۱۲۲/۳۳	۲۲	خطا
۱۰/۰۰	۱۱/۰۷	۱۲/۳۱	۵/۶۹	۱۰/۰۰	۱۰/۴۸		ضریب تغییرات (%)

ns: عدم معنی دار شدن، * و **: به ترتیب معنی دار شدن در سطوح آماری ۰/۰۵ و ۰/۰۱

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر ورمی کمپوست و جلبک دریایی بر برخی از ویژگی‌های مورفولوژیکی گیاه چای ترش

وزن خشک بوته	وزن تر بوته	تعداد گل در بوته	وزن خشک کاسبرگ	وزن تر کاسبرگ	ارتفاع بوته	ورمی کمپوست (تن در هکتار)
(گرم)	(گرم)	(عدد)	(گرم)	(گرم)	(سانتی متر)	
۷۴/۹۱ b	۳۳۷/۳۳ c	۳۷/۵۶ c	۰/۳۴ c	۲/۶۹ b	۹۴/۲۲ c	شاهد
۸۴/۲۳ b	۳۷۶/۰۰ c	۳۳/۸۹ c	۰/۳۶ bc	۲/۷۲ b	۱۰۲/۷۸ bc	۵
۱۱۰/۲۳ a	۴۸۸/۴۴ b	۶۰/۲۲ b	۰/۳۸ b	۲/۸۸ b	۱۰۸/۴۴ ab	۱۰
۱۱۱/۹۶ a	۶۱۸/۳۳ a	۶۷/۱۱ a	۰/۴۳ a	۳/۳۸ a	۱۱۷/۰۰ a	۱۵
۹/۳۳	۴۹/۲۵	۵/۹۸	۰/۰۲	۰/۲۹	۱۰/۸۱	LSD (5%)
جلبک دریایی (گرم بر لیتر)						
۹۲/۲۴	۴۳۳/۳۳ b	۴۶/۰۰ b	۰/۳۹	۲/۸۵	۱۰۴/۵۰	شاهد
۱۰۰/۱۴	۴۲۶/۸۳ b	۵۰/۴۲ ab	۰/۳۷	۲/۹۳	۱۰۵/۱۷	۱
۹۳/۶۱	۵۰۴/۹۲ a	۵۲/۶۷ a	۰/۳۸	۲/۹۷	۱۰۷/۱۷	۱/۵
۸/۰۸	۴۲/۶۵	۵/۱۸	۰/۰۲	۰/۲۵	۹/۳۶	LSD (5%)

در هر ستون، میانگین‌های با حروف یکسان در سطح ۵٪ آزمون LSD تفاوت معنی داری با هم ندارند.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای ورمی کمپوست و جلبک دریایی بر خصوصیات مورفولوژیک و شیمیایی گیاه چای ترش

V4S3	V4S2	V4S1	V3S3	V3S2	V3S1	V2S3	V2S2	V2S1	V1S3	V1S2	V1S1	تیمارها
۱۱۷ab	۱۱۵/۳۳ab	۱۱۸/۶۷ab	۱۲۸/۳۳a	۱۰۱/۳۳bcd	۹۵/۶۷cd	۹۴d	۱۰۱/۳۳bcd	۱۱۳abc	۸۹/۳۳d	۱۰۲/۶۷bcd	۹۰/۶۷d	ارتفاع گیاه (سانتی متر)
۳/۱۹abc	۳/۵۰a	۳/۴۶ab	۳/۱۰abc	۲/۵۵def	۳/۰۰bcd	۳/۱۹abc	۲/۸۴cde	۲/۱۳f	۲/۴۱ef	۲/۸۵cde	۲/۸۱cde	وزن تر کاسبرگ (گرم)
۰/۴۰b	۰/۴۵a	۰/۴۵a	۰/۴۱b	۰/۳۰d	۰/۴۱b	۰/۴۲ab	۰/۳۶c	۰/۳۰d	۰/۲۷d	۰/۳۶c	۰/۳۹bc	وزن خشک کاسبرگ (گرم)
۷۳/۳۳a	۵۹/۳۳bc	۶۸/۶۷ab	۶۲/۳۳b	۶۷/۶۷ab	۵۰/۶۷cd	۳۷/۰۰e	۳۴/۰۰e	۳۰/۶۷e	۳۸/۰۰e	۴۰/۶۷de	۳۴/۰۰e	تعداد گل در بوته (عدد)
۸۲۸/۳۳a	۵۲۳/۰۰b	۵۰۳/۶۷b	۵۰۴/۰۰b	۵۰۷/۰۰b	۴۵۴/۳۳bc	۳۸۵/۶۷cde	۳۶۷/۳۳de	۳۷۵/۰۰cde	۳۰۱/۶۷e	۳۱۰e	۴۰۰/۳۳cd	وزن تر بوته (گرم)
۱۰۳/۲۸ab	۱۱۸/۸۴a	۱۱۳/۷۷a	۱۱۷/۵۰a	۱۱۸/۰۳a	۹۵/۱۶bc	۸۸/۶۷bcd	۸۸/۳۲bcd	۷۵/۶۹de	۶۵/۰۰e	۷۵/۳۷de	۸۴/۳۶cd	وزن خشک بوته (گرم)
۰/۱۲۰ab	۰/۱۳۰a	۰/۰۷۰ef	۰/۱۲۰ab	۰/۰۹۰cde	۰/۰۸۰def	۰/۰۹۰cd	۰/۰۹۰cd	۰/۰۶۰f	۰/۱۰۰bc	۰/۰۶۰f	۰/۰۶۰f	کلروفیل a (mg/g)
۰/۱۶۰d	۰/۳۵۰a	۰/۲۱۰bc	۰/۲۱۰bc	۰/۱۹۰cd	۰/۱۵۰d	۰/۱۹۰cd	۰/۲۳۰b	۰/۱۶۰d	۰/۱۷۰cd	۰/۲۵۰b	۰/۲۴۰b	کلروفیل b (mg/g)
۰/۲۸۰bc	۰/۴۸۰a	۰/۲۸۰bc	۰/۳۳۰b	۰/۲۷۰bcd	۰/۲۲۰de	۰/۲۸۰bc	۰/۳۲۰bc	۰/۲۲۰e	۰/۲۷۰cd	۰/۳۱۰bc	۰/۳۰۰bc	کلروفیل کل (mg/g)
۱/۴۰۰a	۱/۲۹۰ab	۱/۲۲۰abc	۱/۲۰۰a-d	۳/۵۵۰bcd	۰/۹۶۰e	۱/۳۵۰a	۱/۰۱۰de	۱/۰۳۰cde	۰/۹۸۰e	۱/۱۴b-e	۰/۴۹۰f	آنتوسیانین (mM/g)
۴/۹۷۰a	۳/۷۳۰b	۲/۸۷۰cde	۳/۵۵۰bcd	۳/۷۰۰bc	۲/۸۱۰de	۳/۵۱۰bcd	۴/۰۱۰b	۳/۷۴۰b	۳/۳۴۰b-e	۳/۴۱۰b-e	۲/۵۹۰e	اسید آلی (%)
۶۸/۷۴۰a	۳۹/۷۲۰b	۳۱/۹۱۰c	۳۳/۰۰c	۲۴/۴۴۰d	۲۱/۹۵۰e	۲۲/۱۷۰e	۱۸/۵۰f	۱۰/۴۴۰h	۱۶/۱۷۰g	۸/۳۲۰i	۴/۵۶۰j	ویتامین C (mg/100g)
۳/۳۳۰c-f	۳/۱۵۰d-g	۳/۷۸۰bcd	۵/۰۸۰a	۴/۴۰۰ab	۳/۹۵۰bc	۴/۳۵۰bcd	۲/۶۴۰fg	۲/۸۰۰efg	۳/۰۶۰d-g	۳/۵۰۰cde	۲/۴۴۰g	فلاونوئید (%)

در هر ردیف میانگین‌های با حروف یکسان در سطح ۵٪ آزمون LSD تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

V1, V2, V3 و V4 = به ترتیب تیمار ورمی کمپوست صفر، ۵، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار

S1, S2 و S3 = به ترتیب تیمار جلبک دریایی صفر، ۱ و ۱/۵ گرم بر لیتر

شاخص سبزینگی برگ

هکتار بدون تیمار جلبک بدست آمد (جدول ۴).

اثر کود ورمی کمپوست روی شاخص سبزینگی برگ در سطح ۵٪ معنی دار بود اما اثر جلبک دریایی و نیز اثر متقابل تیمارهای ورمی کمپوست و جلبک دریایی معنی دار نشد (جدول ۵). مقایسه میانگین اثر ورمی کمپوست روی شاخص سبزینگی برگ نشان داد که بیشترین میزان آن مربوط به تیمار شاهد بود که با سایر تیمارها تفاوت معنی داری در سطح ۵٪ نداشت (جدول ۶).

میزان آنتوسیانین کاسبرگ

میزان کلروفیل a، b و کلروفیل کل برگ

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها در رابطه با میزان آنتوسیانین کاسبرگ نشان داد که اثر تیمار ورمی کمپوست، جلبک دریایی و اثرهای متقابل آنها در سطح ۱٪ معنی دار شدند (جدول ۵). اثر تیمار ورمی کمپوست نشان داد که بیشترین میزان آنتوسیانین کاسبرگ (۱/۳۰ میلی مول بر گرم) مربوط به تیمار ورمی کمپوست ۱۵ تن در هکتار و کمترین آن (۰/۸۷ میلی مول بر گرم) مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ۶). مقایسه میانگین اثر جلبک دریایی نشان داد که بیشترین میزان آنتوسیانین کاسبرگ (۱/۲۳۲ میلی مول بر گرم) در تیمار جلبک دریایی ۱/۵ گرم بر لیتر مشاهده شد و کمترین میزان آن (۰/۹۲۵ میلی مول بر گرم) مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ۶). مقایسه میانگین اثرهای متقابل تیمارهای ورمی کمپوست و جلبک دریایی نشان داد که بیشترین میزان آنتوسیانین کاسبرگ (۱/۴۰۰ میلی مول بر گرم) مربوط به تیمار ورمی کمپوست ۱۵ تن در هکتار همراه با تیمار جلبک دریایی ۱/۵ گرم بر لیتر و کمترین میزان آن (۰/۴۹۰ میلی مول بر گرم) مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ۴).

اثر تیمارهای ورمی کمپوست و جلبک دریایی و نیز اثرهای متقابل آنها روی میزان کلروفیل a، b و کل برگ در سطح ۱٪ معنی دار شد (جدول ۵). بیشترین میزان کلروفیل a (۰/۱۰۴ میلی گرم بر گرم)، b (۰/۲۴۱ میلی گرم بر گرم) و کل برگ (۰/۳۴۶ میلی گرم بر گرم) مربوط به تیمار ورمی کمپوست ۱۵ تن در هکتار بود و کمترین میزان کلروفیل a (۰/۰۷۴ میلی گرم بر گرم) مربوط به تیمار شاهد بود و کمترین میزان کلروفیل b (۰/۱۸۰ میلی گرم بر گرم) در تیمار ورمی کمپوست ۱۰ تن در هکتار و کمترین میزان کلروفیل کل (۰/۲۷۴ میلی گرم بر گرم) در تیمار ورمی کمپوست ۵ تن در هکتار مشاهده شد (جدول ۶). مقایسه میانگین اثر محلول پاشی جلبک دریایی نشان داد که تیمار ۱ و ۱/۵ گرم بر لیتر جلبک دریایی، باعث افزایش معنی دار میزان کلروفیل a، b و کلروفیل کل در برگ چای ترش شد (جدول ۶). مقایسه میانگین اثرهای متقابل تیمار ورمی کمپوست و جلبک نشان داد که بیشترین میزان کلروفیل a (۰/۱۳۰ میلی گرم بر گرم)، میزان کلروفیل b (۰/۳۵۰ میلی گرم بر گرم) و میزان کلروفیل کل (۰/۴۸۰ میلی گرم بر گرم) در تیمار ورمی کمپوست ۱۵ تن در هکتار همراه با تیمار جلبک ۱ گرم بر لیتر و کمترین میزان کلروفیل a (۰/۰۶۰ میلی گرم بر گرم) در تیمار شاهد، کمترین میزان کلروفیل b (۰/۱۵۰ میلی گرم بر گرم) در تیمار ورمی کمپوست ۱۰ تن در هکتار بدون تیمار جلبک و کمترین میزان کلروفیل کل (۰/۲۲۰ میلی گرم بر گرم) در تیمار ورمی کمپوست ۵ تن در

میزان اسیدیته قابل تیتراسیون کاسبرگ

براساس نتایج تجزیه واریانس اثر تیمار ورمی کمپوست و اثر متقابل تیمارهای ورمی کمپوست و جلبک دریایی روی میزان اسیدیته کاسبرگ در سطح ۵٪ معنی دار بود و اثر تیمار جلبک دریایی روی میزان اسیدیته کاسبرگ در سطح ۱٪ معنی دار شد (جدول ۵). مقایسه میانگین اثر ورمی کمپوست نشان داد که بیشترین میزان اسیدیته کاسبرگ (۳/۸۶٪) مربوط به تیمار ورمی کمپوست ۱۵ تن در هکتار و کمترین آن (۳/۱۱٪) مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ۶). مقایسه میانگین اثر تیمار جلبک دریایی نشان داد که بیشترین میزان اسیدیته کاسبرگ (۳/۸۴۳٪) مربوط به تیمار ۱/۵ گرم بر لیتر جلبک دریایی بود و کمترین میزان آن (۳/۰۰۳٪) مربوط به تیمار

ورمی کمپوست ۱۵ تن در هکتار همراه با تیمار جلبک ۱/۵ گرم بر لیتر و کمترین میزان آن (۴/۵۶ میلی گرم در ۱۰۰ گرم) مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ۴).

میزان فلاونوئید کاسبرگ

در این پژوهش نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارهای ورمی کمپوست، جلبک دریایی و اثر متقابل آنها روی میزان فلاونوئید کاسبرگ در سطح ۱٪ معنی دار شد (جدول ۵). مقایسه میانگین اثر کود ورمی کمپوست نشان داد که بیشترین میزان فلاونوئید کاسبرگ (۴/۴۸٪) مربوط به تیمار ورمی کمپوست ۱۰ تن در هکتار و کمترین میزان آن (۳/۰۰٪) مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ۶). مقایسه میانگین اثر جلبک دریایی نشان داد که بیشترین میزان فلاونوئید کاسبرگ (۳/۹۵٪) مربوط به تیمار جلبک دریایی ۱/۵ گرم بر لیتر و کمترین میزان آن (۳/۲۴٪) مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ۶). مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای ورمی کمپوست و جلبک نشان داد که بیشترین میزان فلاونوئید کاسبرگ (۵/۰۸٪) مربوط به تیمار ورمی کمپوست ۱۰ تن در هکتار به همراه تیمار جلبک ۱/۵ گرم بر لیتر و کمترین میزان آن (۲/۴۴٪) مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ۴).

شاهد بود (جدول ۶). مقایسه میانگین اثرهای متقابل تیمارهای ورمی کمپوست و جلبک نشان داد که بیشترین میزان اسیدیته (۴/۹۷٪) در تیمار ورمی کمپوست ۱۵ تن در هکتار همراه با تیمار جلبک ۱/۵ گرم بر لیتر و کمترین میزان اسیدیته (۲/۵۹٪) در تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۴).

میزان ویتامین C (اسید آسکوربیک) کاسبرگ

اثر عوامل ورمی کمپوست و جلبک دریایی و اثرهای متقابل آنها روی میزان ویتامین C کاسبرگ در سطح ۱٪ معنی دار بود (جدول ۵). مقایسه میانگین اثر تیمار ورمی کمپوست نشان داد که بیشترین میزان ویتامین C کاسبرگ (۴۶/۷۹ میلی گرم در ۱۰۰ گرم) در تیمار ورمی کمپوست ۱۵ تن در هکتار و کمترین میزان آن (۹/۶۸ میلی گرم در ۱۰۰ گرم) مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ۶). مقایسه میانگین اثر تیمار جلبک دریایی نشان داد که بیشترین میزان ویتامین C کاسبرگ (۳۵/۰۲۰ میلی گرم در ۱۰۰ گرم) در تیمار جلبک دریایی ۱/۵ گرم بر لیتر و کمترین میزان آن (۱۷/۲۱۶ میلی گرم در ۱۰۰ گرم) در تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۶). مقایسه میانگین اثرهای متقابل تیمارهای ورمی کمپوست و جلبک نشان داد که بیشترین میزان ویتامین C (۶۸/۷۴ میلی گرم در ۱۰۰ گرم) مربوط به تیمار

جدول ۵- نتایج تجزیه واریانس اثر ورمی کمپوست و محلول پاشی جلبک دریایی بر برخی از رنگدانه‌ها و خصوصیات شیمیایی گیاه چای ترش

میانگین مربعات								درجه	منابع تغییرات
فلاونوئید	ویتامین C	اسید آلی	آنتوسیانین	کلروفیل کل	کلروفیل b	کلروفیل a	شاخص سبزیگی	آزادی	
۰/۶۲ ns	۰/۳۸ ns	۰/۰۶ ns	۰/۰۰۳ ns	۰/۰۰۲ ns	۰/۰۰۱ ns	۰/۰۰۰۲ ns	۶/۴۸ ns	۲	بلوک
۳/۷۸**	۲۳۲۴/۸**	۱/۰۸*	۰/۲۸**	۰/۰۱۰**	۰/۰۰۷**	۰/۰۰۲**	۴۸/۱۶*	۳	ورمی کمپوست
۱/۶۶**	۹۹۶/۵**	۲/۴۶**	۰/۳۲**	۰/۰۲۶**	۰/۰۱۹**	۰/۰۰۵**	۰/۸۶ ns	۲	جلبک
۱/۰۶**	۱۴۹/۲**	۰/۸۰*	۰/۰۸**	۰/۰۱۰**	۰/۰۰۷**	۰/۰۰۰۷**	۲۱/۸۹ ns	۶	ورمی کمپوست × جلبک
۰/۲۰	۱/۰۴	۰/۲۵	۰/۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۰۲	۱۲/۵۲	۲۲	خطا
۱۲/۵۰	۴/۰۸	۱۴/۱۵	۱۰/۵۴	۱۰/۴۲	۱۲/۸۹	۱۴/۰۶	۱۲/۹۷		ضریب تغییرات (%)

ns: عدم معنی دار شدن، * و **: به ترتیب معنی دار شدن در سطوح آماری ۰/۰۵ و ۰/۰۱.

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر ورمی کمپوست و جلبک دریایی بر برخی از رنگدانه‌ها و خصوصیات شیمیایی گیاه چای ترش

ورمی کمپوست (تن در هکتار)	شاخص سبزی‌نگی (-)	کلروفیل a (mg/g)	کلروفیل b (mg/g)	کلروفیل کل (mg/g)	آنتوسیانین (mM/g)	اسید آلی (%)	ویتامین C (mg/100g)	فلاونوئید (%)
شاهد	۲۹/۲۱ a	۰/۰۷۴ b	۰/۲۲۲ a	۰/۲۹۶ b	۰/۸۷ c	۳/۱۱ c	۹/۶۸ d	۳/۰۰ b
۵	۲۳/۹۱ b	۰/۰۸۳ b	۰/۱۹۱ b	۰/۲۷۴ b	۱/۱۳ b	۳/۷۵ ab	۱۷/۰۴ c	۳/۲۶ b
۱۰	۲۸/۰۱ a	۰/۰۹۵ a	۰/۱۸۰ b	۰/۲۷۶ b	۱/۱۵ b	۳/۳۵ bc	۲۶/۴۶ b	۴/۴۸ a
۱۵	۲۷/۹۴ a	۰/۱۰۴ a	۰/۲۴۱ a	۰/۳۴۶ a	۱/۳۰ a	۳/۸۶ a	۴۶/۷۹ a	۳/۴۲ b
LSD (5%)	۳/۵۰	۰/۰۱۲	۰/۰۲۷	۰/۰۳	۰/۱۱	۰/۴۹	۱/۰۰	۰/۴۳
جلبک دریایی (گرم بر لیتر)								
شاهد	۲۷/۳۶	۰/۰۶۸ c	۰/۱۸۹ b	۰/۲۵۷ c	۰/۹۲۵ b	۳/۰۰۳ b	۱۷/۲۱۶ c	۳/۲۴ b
۱	۲۶/۹۶	۰/۰۹۳ b	۰/۲۵۵ a	۰/۳۴۸ a	۱/۱۸۱ a	۳/۷۱۵ a	۲۲/۷۴۵ b	۳/۴۲ b
۱/۵	۲۷/۴۷	۰/۱۰۷ a	۰/۱۸۲ b	۰/۲۸۹ b	۱/۲۳۲ a	۳/۸۴۳ a	۳۵/۰۲۰ a	۳/۹۵ a
LSD (5%)	۳/۰۰	۰/۰۱۱	۰/۰۲۳	۰/۰۲۷	۰/۱۰	۰/۴۲	۰/۸۶	۰/۳۷

در هر ستون، میانگین‌های با حروف یکسان در سطح ۵٪ آزمون LSD تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

بحث

نتایج این پژوهش نشان داد که تیمار کود ورمی کمپوست تأثیر معنی‌داری بر افزایش میزان ارتفاع بوته چای ترش داشت. مصرف ورمی کمپوست از طریق بهبود خواص بیولوژیک خاک مانند افزایش بار میکروبی، عرضه پایدار عناصر غذایی پرمصرف و نیز وجود تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی می‌تواند موجب بهبود رشد و عملکرد گیاه گردد (Arancon *et al.*, 2005) که با نتایج تحقیق Amiri و همکاران (۲۰۱۶) روی گیاه گاوزبان ایرانی، مبنی بر افزایش ارتفاع گیاه به میزان ۱۲٪ بر اثر استفاده از ۷ تن در هکتار کود ورمی کمپوست و نیز با پژوهش Ebrahimzadeh-Abdashti و همکاران (۲۰۱۶) روی گیاه چای ترش مبنی بر افزایش ارتفاع بوته با استفاده از تیمار ۵ تن در هکتار کود ورمی کمپوست همخوانی داشت.

در این تحقیق همچنین تیمار ورمی کمپوست سبب افزایش وزن تر و خشک کاسبرگ چای ترش شد که با نتایج پژوهش Ebrahimzadeh-Abdashti و همکاران (۲۰۱۶) روی گیاه چای ترش که با استفاده از ۵ تن در هکتار کود

ورمی کمپوست، وزن تر و خشک کاسبرگ افزایش یافته و نیز با پژوهش Ahmed و همکاران (۲۰۱۱) روی گیاه چای ترش مبنی بر افزایش وزن تر و خشک کاسبرگ بر اثر افزودن کود کمپوست به خاک مطابقت داشت.

کود ورمی کمپوست و محلول‌پاشی جلبک دریایی و نیز اثر متقابل آنها باعث افزایش تعداد گل در بوته چای ترش شد که این افزایش تعداد گل، می‌تواند به علت بهبود شرایط خاک و هورمون‌های گیاهی موجود در ورمی کمپوست و همچنین بهبود جذب آب و مواد غذایی در گیاه باشد. علاوه بر این، عصاره جلبک دریایی به دلیل داشتن عناصر ماکرو و میکرو، ویتامین‌ها و آمینواسیدها تأثیر مفیدی بر رشد گیاهان دارد و وجود هورمون‌های رشد از جمله سیتوکینین در جلبک‌ها سبب تأثیرگذاری در افزایش رشد در گیاهان و افزایش گلدهی می‌شود. اثر متقابل این دو تیمار سبب افزایش عملکرد در گیاه می‌گردد که با نتایج حاصل از تحقیق Heydari و همکاران (۲۰۱۷) روی گیاه همیشه‌بهار مبنی بر افزایش گلدهی بر اثر استفاده از کود ورمی کمپوست همراه با جلبک دریایی تطابق داشت و نیز با

همکاران (۲۰۱۶) بر روی گیاه اکلیل کوهی و Ayyobi و همکاران (۲۰۱۴) روی گیاه نعنا فلفلی مشابهت داشت. جلبک‌های دریایی نیز حاوی هورمون‌های تنظیم‌کننده رشد از جمله سیتوکینین هستند که مانع تخریب و زوال کلروفیل می‌گردد و در معرض نور، رسیدگی کلروپلاست را تحریک می‌کند که سبب افزایش سرعت تولید کلروفیل می‌شود (Kaminek, 1992)؛ همچنین جلبک‌های دریایی دارای منیزیم می‌باشند و منیزیم به دلیل شرکت در ساختار مولکول کلروفیل، نقش مهمی در افزایش آن دارد. بنابراین محلول پاشی جلبک دریایی در افزایش میزان کلروفیل برگ جای‌ترش تأثیرگذار بود که با نتایج Ghafarizadeh و همکاران (۲۰۱۶) روی گیاه گندم مبنی بر افزایش میزان کلروفیل با استفاده از غلظت ۱۰٪ عصاره جلبک دریایی و نیز با تحقیق Latique و همکاران (۲۰۱۳) روی گیاه لوبیا تطابق داشت.

طبق نتایج بدست‌آمده از این پژوهش، تیمارهای کود ورمی‌کمپوست، محلول پاشی جلبک دریایی و اثر توأم آنها باعث افزایش میزان آنتوسیانین در کاسبرگ‌های جای‌ترش شد. کودهای کمپوست، ورمی‌کمپوست و گاوی دارای مواد هیومیکی هستند. این مواد از مشتقات ترکیب‌های فنلی به‌شمار می‌آیند و به‌عنوان پیش‌ماده سنتز آنتوسیانین‌ها می‌باشند (Ebrahimzadeh-Abdashti et al., 2016). در نتیجه کاربرد این کودها می‌تواند با افزایش آنتوسیانین در گیاه مرتبط باشد که با پژوهش‌های Ahmed و همکاران (۲۰۱۱) روی گیاه جای‌ترش که با کاربرد ۳ تن در هکتار کود کمپوست، میزان آنتوسیانین کاسبرگ‌ها، ۱/۴ برابر افزایش یافته و با پژوهش‌های Mohammadnejad و همکاران (۲۰۱۶) روی گیاه همیشه‌بهار مبنی بر افزایش آنتوسیانین بر اثر استفاده از کود ورمی‌کمپوست همخوانی داشت. جلبک‌های دریایی نیز حاوی محرک‌های رشد، ویتامین‌ها و آنتی‌اکسیدان‌ها، اسیدهای آلی و هورمون‌های گیاهی و همچنین یون‌های کلسیم، منیزیم و آهن می‌باشند. این عناصر رابطه مؤثری بر پارامترهای تشکیل‌دهنده رنگ گل از جمله آنتوسیانین‌ها دارند (Akbari, 2012). در نتیجه

نتایج پژوهش Kamiab و همکاران (۲۰۱۴) روی گیاه اطلسی مبنی بر افزایش تعداد گل در بوته بر اثر استفاده از کود ورمی‌کمپوست همخوانی داشت.

در این پژوهش تیمار کود ورمی‌کمپوست و اثر متقابل آن با جلبک، روی وزن تر و خشک بوته جای‌ترش اثر مثبت داشت و سبب افزایش میزان وزن تر و خشک بوته شد. به عبارت دیگر، ورمی‌کمپوست از طریق ازدیاد قدرت جذب آب و فراهم آوردن مطلوب عناصر غذایی بر پارامترهای مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه از جمله فتوسنتز، میزان کلروفیل برگ، وزن تر و خشک گیاه، ارتفاع گیاه و وزن تر گل اثر مثبت گذاشته که در نهایت موجب افزایش عملکرد می‌گردد (Valaie et al., 2015) که با تحقیقات Kamiab و همکاران (۲۰۱۴) روی گیاه اطلسی و Nourafcan و همکاران (۲۰۱۵) روی گیاه پنیرک همخوانی داشت. اثر تیمار جلبک دریایی روی وزن تر بوته جای‌ترش معنی‌دار شد که با پژوهش Araghian و همکاران (۲۰۱۵) مبنی بر افزایش وزن تر بوته با استفاده از غلظت شش در هزار جلبک دریایی روی گوجه‌فرنگی گیلانی تطابق داشت. همان‌طور که پیشتر ذکر شد جلبک‌ها علاوه بر دارا بودن عناصر معدنی بالا، دارای هورمون تنظیم‌کننده رشد از جمله سیتوکینین نیز هستند که سیتوکینین‌ها باعث نگه‌داری وزن تر می‌شوند (Coorts, 1973)، از سوی دیگر کلسیم موجود در جلبک دریایی باعث بهبود تعادل آب در گیاه شده و از طریق حفظ آب، وزن تر گیاه کمتر کاهش می‌یابد (Torre et al., 2002).

کاربرد کود ورمی‌کمپوست و محلول پاشی جلبک دریایی و اثر متقابل این دو تیمار، تأثیر معنی‌داری بر افزایش میزان کلروفیل a, b و کل برگ داشت. بنابراین به نظر می‌رسد اضافه کردن ورمی‌کمپوست به خاک باعث جذب نیتروژن توسط ریشه‌ها، افزایش رشد رویشی و تولید بیشتر برگ‌ها و در نتیجه افزایش سطح جذب نوری، سطح فتوسنتزی، ساخته شدن مواد هیدروکربنی در برگ‌ها و افزایش کلروفیل a, b و کلروفیل کل برگ می‌شود (Sedghi-Moghaddam & Mirzaee, 2008) که با نتایج تحقیقات Nourbakhsh و

افزایش رشد، عملکرد و کیفیت میوه‌ها می‌شوند. نتایج تحقیقات Joshi و Palvig (۲۰۱۰) روی گوجه‌فرنگی و Kumar و همکاران (۲۰۱۵) روی میوه توت‌فرنگی مبنی بر افزایش میزان ویتامین C میوه‌ها بر اثر استفاده از ورمی‌کمپوست با نتایج این پژوهش تطابق داشت. جلبک دریایی نیز منبع غنی از ویتامین‌ها و آنتی‌اکسیدان‌ها است و همین امر باعث افزایش میزان ویتامین C موجود در کاسبرگ چای‌ترش شد که با نتایج پژوهش‌های Javanmardi و Sattar (۲۰۱۶) روی گوجه‌فرنگی و Zamani و همکاران (۲۰۱۳) روی توت‌فرنگی بر اثر کاربرد جلبک دریایی همخوانی داشت.

نتایج این پژوهش حکایت از آن داشت که استفاده از کود ورمی‌کمپوست و جلبک دریایی و نیز استفاده هم‌زمان آنها در افزایش میزان فلاونوئید کاسبرگ چای‌ترش تأثیرگذار بود. جلبک دریایی به دلیل داشتن ترکیب‌های پلی‌فنولی (Kuda *et al.*, 2005) نقش مهمی در فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی گیاهان دارد (Blanc *et al.*, 2011). کاربرد کود ورمی‌کمپوست در بستر کشت، با توجه به غلظت، منجر به افزایش فنل کل و محتوای فلاونوئید در گیاه می‌شود که احتمالاً به دلیل در دسترس بودن بالای مواد مغذی مانند فسفر و کلسیم می‌باشد (Nazarideljou & Heidari, 2014). از آنجا که ورمی‌کمپوست‌ها دارای مواد هیومیکی هستند و این مواد پیش‌ساز ترکیب‌های فنلی می‌باشند، این امر می‌تواند سبب افزایش میزان فلاونوئیدهای موجود در کاسبرگ‌های چای‌ترش شود؛ به طوری که با نتایج تحقیقات Mohammadnejad و همکاران (۲۰۱۶) روی گیاه همیشه‌بهار که با استفاده از تیمار ۲٪ ورمی‌کمپوست بیشترین میزان فلاونوئید حاصل شد و نیز با پژوهش Nourbakhsh و همکاران (۲۰۱۶) روی گیاه اکلیل کوهی مبنی بر افزایش میزان فلاونوئید بر اثر استفاده از کود ورمی‌کمپوست همخوانی دارد.

به طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که استفاده هم‌زمان تیمارهای کود ورمی‌کمپوست و محلول‌پاشی جلبک دریایی در مقادیر ورمی‌کمپوست ۱۵ تن در هکتار و جلبک

این ویژگی‌های موجود در جلبک دریایی در افزایش آنتوسیانین کاسبرگ‌های چای‌ترش به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدان مؤثر بود که با نتایج Hassoon و همکاران (۲۰۱۷) روی چای‌ترش مطابقت داشت. در رابطه با اثر متقابل تیمارهای این آزمایش بر میزان آنتوسیانین کاسبرگ، به نظر می‌رسد یک اثر تشدیدکنندگی در کاربرد هم‌زمان ورمی‌کمپوست و جلبک دریایی بر روی صفت مذکور در چای‌ترش وجود داشته باشد.

میزان اسیدیته قابل تیتراسیون کاسبرگ چای‌ترش در این پژوهش بر اثر استفاده از کود ورمی‌کمپوست و محلول‌پاشی جلبک دریایی و کاربرد توأم آنها افزایش یافت. براساس تحقیقات Bachman و Metzger (۲۰۰۸)، اضافه کردن ورمی‌کمپوست به خاک باعث بهبود رشد گیاه می‌شود که این مسئله به فراهمی بیشتر عناصر غذایی از قبیل نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و همچنین عناصر کم‌مصرف در تیمارهای حاوی ورمی‌کمپوست نسبت داده شده است. بنابراین می‌توان گفت ارتباط لگاریتمی مثبتی بین سطوح پتاسیم در خاک و محتوای اسید در کاسبرگ‌ها وجود دارد (Davies & Winsor, 1961). نتایج این تحقیق با نتایج Kumar و همکاران (۲۰۱۵) روی توت‌فرنگی مبنی بر افزایش اسیدیته بر اثر افزودن ورمی‌کمپوست به خاک مشابه بود. همچنین اسیدهای آلی موجود در جلبک دریایی می‌تواند باعث افزایش اسیدیته کاسبرگ چای‌ترش شود که این مطالعه با پژوهش‌های Javanmardi و Sattar (۲۰۱۶) روی گوجه‌فرنگی و Kok و همکاران (۲۰۱۰) روی انگور که با استفاده از غلظت ۱۰۰۰ ppm جلبک دریایی، اسیدیته کل به بالاترین میزان رسیده همخوانی دارد.

میزان ویتامین C کاسبرگ چای‌ترش تحت تأثیر تیمارهای مورد استفاده و اثر متقابل آنها قرار گرفت، به طوری که سطوح ورمی‌کمپوست توانست میزان ویتامین C کاسبرگ‌ها را افزایش دهد. این افزایش ممکن است به دلیل افزایش میزان فسفر و پتاسیم کل موجود در ورمی‌کمپوست باشد. پتاسیم و فسفر اثرهای مثبتی بر میزان قند و محتوای اسیدی میوه‌ها دارند (Lacatus *et al.*, 1994) و سبب

- 10(4): 77-83.
- Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Bierman, P., Welch, C. and Metzger, J., 2004. Influences of vermicompost on field strawberries: 1. Effects on growth and yields. *Bioresource Technology*, 93: 145-153.
 - Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Bierman, P., Metzger, J. and Lucht, C., 2005. Effects of vermicomposts produced from cattle manure, food waste and paper waste on the growth and yield of peppers in the field. *Pedobiologia*, 49(4): 297-306.
 - Arnon, D.I., 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts, polyphenoxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology*, 24: 1-15.
 - Ayyobi, H., Olfati, J.A. and Peyvast, G.A., 2014. The effects of cow manure vermicompost and municipal solid waste compost on peppermint (*Mentha piperita* L.) in Torbat-e-Jam and Rasht regions of Iran. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 3(4): 147-153.
 - Azizi, M., Rezwanee, F., Hassanzadeh-Khayat, M., Lackzian, A. and Neamati, H., 2008. The effect of different levels of vermicompost and irrigation on morphological properties and essential oil content of German chamomile. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 24(1): 82-93.
 - Bachman, C.K. and Metzger, J.D., 2008. Growth of bedding plants in commercial potting substrate amended with vermicompost. *Bioresource Technology*, 99(8): 3155-3161.
 - Blanc, N., Hauchard, D., Audibert, L. and Gall, E.A., 2011. Radical-scavenging capacity of phenol fractions in the brown seaweed *Ascophyllum nodosum*: an electrochemical approach. *Talanta*, 84(2): 513-518.
 - Cakmak, I., 2000. Tansley review no. 111 possible roles of zinc in protecting plant cells from damage by reactive oxygen species. *New Phytologist*, 146(2): 185-205.
 - Coorts, G.D., 1973. Internal metabolic changes in cut flowers. *Horticultural Science*, 8: 195-198.
 - Darzi, M.T., Hadjseyed Hadi, M.R. and Rejali, F., 2011. Effect of vermicompost and phosphate biofertilizer application on yield and yield components in anise. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 26(4): 452-465.
 - Davies, J.N. and Winsor, G.W., 1961. Effect of nitrogen, phosphorus, potassium, magnesium and liming on the composition of tomato fruit. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 18(10): 459-466.
 - D'Heureux-Calix, F. and Badrie, N., 2004. Consumer acceptance and physicochemical quality of processed red sorrel/roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) دریایی ۱/۵ گرم بر لیتر، بیشترین عملکرد را در میزان آنتوسیانین، اسیدیته قابل تیتراسیون، ویتامین C کاسبرگ، بیشترین تعداد گل در بوته و وزن تر بوته داشته است و نیز استفاده توأم تیمارهای ورمی کمپوست ۱۵ تن در هکتار و جلبک دریایی ۱ گرم بر لیتر، بالاترین عملکرد را در میزان کلروفیل a، b و کل برگ، وزن خشک بوته و وزن تر کاسبرگ و استفاده هم‌زمان کود ورمی کمپوست ۱۰ تن در هکتار و جلبک دریایی ۱/۵ گرم بر لیتر، بیشترین عملکرد را در میزان فلاونوئید کاسبرگ و ارتفاع بوته داشته است و بیشترین وزن خشک کاسبرگ مربوط به تیمار ورمی کمپوست ۱۵ تن در هکتار بدون محلول پاشی جلبک دریایی بود. بنابراین استفاده از نهاده‌هایی مانند جلبک دریایی و ورمی کمپوست (به صورت کود یا محلول پاشی) علاوه بر تأمین عناصر غذایی برای گیاهان و افزایش کیفیت آنها، هیچ‌گونه خطری برای سلامتی مصرف‌کنندگان محصولات ندارد، در حالی که کودهای شیمیایی سبب آلودگی محیط زیست شده و اثرهای سوئی بر سلامتی مصرف‌کنندگان دارند.

منابع مورد استفاده

- Ahmed, Y.M., Shalaby, E.A. and Shanani, 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.
- Akbari, R., 2012. Phytochemical study of flower color in Gerbera: The investigation on coloration mechanism and the role of factors affecting color. Ph.D. thesis, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Gilan, Rasht.
- Amiri, M.B., Rezvani-Moghaddam, P. and Jahan, M., 2016. Study the morphological characteristics affecting yield of *Echium amoenum* under different organic and chemical fertilizers and plant densities. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 47(1): 55-69.
- Araghian, S., Bagherzadeh, A. and Sadrabadi-Haghighi, R., 2015. Effect of brown algae and vermicompost application on some cherry tomato traits in hydroponic system. *Agroecology Journal*,

- Kaminek, M., 1992. Progress in cytokinin research. Trends in Biotechnology, 10: 159-164.
- Kok, D., Bal, E., Celik, S., Ozer, C. and Karauz, A., 2010. The influences of different seaweed doses on table quality characteristics of cv. Trakya ilkeren (*Vitis vinifera* L.). Bulgarian Journal of Agricultural Science, 16(4): 429-435.
- Krizek, D.T., Britz, S.J. and Mirecki, R.M., 1998. Inhibitory effects of ambient levels of solar UV-A and UV-B radiation on growth of cv. New Red Fire lettuce. Physiologia Plantarum, 103: 1-7.
- Kuda, T., Tsunekawa, M., Goto, H. and Araki, Y., 2005. Antioxidant properties of four edible algae harvested in the Noto Peninsula, Japan. Journal of Food Composition and Analysis, 18: 625-633.
- Kumar, N., Ram, R.B. and Mishra, P.K., 2015. Effect of vermicompost and azotobacter on quality parameters of strawberry (*Fragaria × Ananassa* Duch.) cv. Sweet Charlie. International Journal of Agricultural Science and Research, 5: 269-276.
- Lacatus, V., Botez, C., Chelu, M., Mirghis, R. and Voican, V., 1994. The influence of organic and mineral fertilizer on tomato quality. Acta Horticulture, 276: 329-332.
- Latique, S., Chernane, H., Mansori, M. and El-kaoua, M., 2013. Seaweed liquid fertilizer effect on physiological and biochemical parameters of bean plant (*Phaesolus vulgaris* variety Paulista) under hydroponic system. European Scientific Journal, 9(30): 174-191.
- Mahadevan, N., Shivali, M. and Kamboj, P., 2009. Roseelle (*Hibiscus sabdariffa* L.) an overview. Natural Products Radiance, 8(1):73-83.
- Mohammadnejad, S., Bahmanyar, M. and Akbarpour, V., 2016. The effect of different vermicompost and urban waste compost on some compounds of *Calendula officinalis*. Abstracts of the 2nd International Conference and 5th National Conference of IRANs Environmental and Agricultural Researches. Hamedan, 3 March: 18.
- Muller, L., 2000. Indole-3-butyric acid in plant growth and development. Plant Growth Regulation, 2(3): 219-230.
- Nazarideljou, M.J. and Heidari, Z., 2014. Effects of vermicompost on growth parameters, water use efficiency and quality of zinnia bedding plants (*Zinnia elegance* 'Dreamland Red') under different irrigation regimes. International Journal of Horticultural Science and Technology, 1: 141-150.
- Nourafcan, H., Pouyanfar, M. and Mahmoudirad, Z., 2015. The effect of different levels of vermicompost on morphological traits and yield components of mallow (*Malva silvestris* L.). sauces from enzymatic extracted calyces. Food Service Technology, 4(4): 141-148.
- Duke, J.A., 2006. Ecosystematic data on economic plants. Journal of Crude Research, 17(3): 91-110.
- Ebrahimzadeh-Abdashti, R., Galavi, M. and Ramroudi, M., 2016. Effects of organic and chemical fertilizers on some quantitative traits and anthocyanin of *Hibiscus sabdariffa* L. under Zabol conditions. Journal of Horticulture Science, 30(2): 169-177.
- Ghafarizadeh, A., Seyyednejad, M. and Gilani, A., 2016. The effect of foliar spray of brown seaweed water extract and different levels of nitrogen on some physiological, biochemical, parameters and yield of wheat. Journal of Iranian Plant Ecophysiological Research, 11: 13-25.
- Haghparast, M., Maleki-Farahani, S., Sinaki, J.M. and Zerei, G.H., 2012. Mitigation of drought stress in chickpea through application of humic acid and seaweed extract. Crop Production in Environmental Stress, 4(1): 59-71.
- Hassoon, A.S., Ramadan, E.L. and Hussain, M.H., 2017. Effect of salicylic acid and seaweed extract in the content of sepals of some active medical compounds for several varieties of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). Journal of Multidisciplinary Engineering Science and Technology, 4(4): 7068-7073.
- Heidari, H. and Dahmardeh, M., 2015. Study of the ecological characteristics roselle medicinal. Abstracts of the 1st Scientific Conference on Biological and Horticultural Sciences, Tehran, Iran, 12-13 August: 5p.
- Heydari, M., Daneshian-Moghaddam, A.M. and Nourafcan, H., 2017. Effect of vermicompost and liquid seaweed fertilizer on morpho-physiological properties of marigold. Journal of Crop Ecophysiology, 10(4): 891-906.
- Javanmardi, J. and Sattar, H., 2016. Evaluation of quantitative and qualitative characteristics of five greenhouse tomato cultivars in response to fertilizers containing seaweed extract and amino acids. Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture, 7: 121-129.
- Joshi, R. and Palvig, A., 2010. Effect of vermicompost on growth, yield and quality of tomato (*Lycopersicum esculentum* L.). African Journal of Basic and Applied Sciences, 2(3-4): 117-123.
- Kamiab, F., Khorshidi, A. and Heidari-Salehabad, M., 2014. Effect of vermicompost and cow manure application on growth and flowering of *Petunia hybrida*. Modern Science of Sustainable Agriculture Journal, 10: 65-73.

- Calcium regulation of senescence in rose petals. *Physiologia Plantarum*, 107(2): 214-219.
- Uggla, M., Gao, X. and Warlemark, G., 2003. Variation among and within dog rose taxa (*Rosa caninae*) in fruit weight, percentages of fruit flesh and dry matter, and vitamin C content. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B, Soil and Plant Science*, 53: 147-155.
 - Valaie, L., Noormohamadi, Gh., Hasanloo, T. and Haj Seyed Hadi, M.R., 2015. Effect of organic manure and bio-fertilizer on growth traits and quantity yield in milk thistle (*Silybum marianum* L. Gaerth). *Journal of Crop Production Research*, 7(3): 237-251.
 - Wagner, G.J., 1979. Content and vacuole extra vacuole distribution of neutral sugars, free amino acids, and anthocyanin in protoplasts. *Plant Physiology*, 64: 88-93.
 - Zamani, S., Khorasaninejad, S. and Kashefi, B., 2013. Effect of seaweed extract on vitamin C and pectin content of strawberry. Abstract of the 2nd National Conference on Medicinal Plants. Tehran, 20-21 November: 766-771.
 - Zheng, Y., Wang, S.Y., Wang, C.Y. and Zheng, W., 2007. Changes in strawberry phenolics, anthocyanins, and antioxidant capacity in response to high oxygen treatments. *Lwt-Food Science and Technology*, 40: 49-57.
 - Agroecology Journal, 11(3): 69-76.
 - Nourbakhsh, F., Chalavi, V. and Akbarpour, V., 2016. Effect of vermicompost and nitroxin on vegetative growth and some biochemical properties of rosemary herb. *Journal of horticulture science*, 30(2): 178-184.
 - Rathore, S.S., Chaudhary, D.R., Boricha, G.N., Ghosh, A., Bhatt, B.P., Zodape, S.T. and Patolia, J.S., 2009. Effect of seaweed extract on the growth, yield and nutrient uptake of soybean (*Glycine max*) under rainfed conditions. *South African Journal of Botany*, 75: 351-355.
 - Rutkowski, K.P., Kruczynska, D.E. and Zurawicz, E., 2006. Quality and shelf life of strawberry cultivars in Poland. *Acta Horticulturae*, 708: 329-332.
 - Sedghi-Moghaddam, M. and Mirzaee, M., 2008. Effect of municipal solid wastes compost on the yield and some quantitative and qualitative indices of pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch. ex Poir.). Abstracts of the 3rd National Congress for the Recycling and Use of Renewable Organic Resources in Agriculture. Isfahan, 13-15 May: 9.
 - Spinelli, F., Fiori, G., Noferini, M., Sprocatti, M. and Costa, G., 2010. A novel type of seaweed extract as a natural alternative to the use of iron chelates in strawberry production. *Scientia Horticulturae*, 125(3): 263-269.
 - Torre, S., Borochoy, A. and Haleavy, A.H.H., 2002.

Effects of foliar application and use of vermicompost on quantitative and qualitative characteristics of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.)

N. Ghayoumi-Mohammadi¹ and H.A. Asadi-Gharneh^{2*}

1- M.Sc. graduated, Department of Horticulture, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran

2*- Corresponding author, Department of Horticulture, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran

E-mail: h.asadi@khusif.ac.ir

Received: October 2017

Revised: July 2018

Accepted: August 2018

Abstract

Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) is a valuable medicinal plant widely used in the pharmaceutical, food, and industrial products. In order to investigate the effects of vermicompost and seaweed foliar application on quantitative and qualitative traits of roselle, this research was carried out in Islamic Azad University, Isfahan Branch in spring, summer and autumn of 2016. The experiment was conducted as factorial in the form of a randomized complete block design with three replications. Vermicompost treatments were applied on four levels: zero (control), 5, 10 and 15 ton/ha, and seaweed spraying at three levels: 0 (control), 1 and 1.5g/L at intervals of one month. At the end of experiment, plant height, number of flowers, fresh and dry weights of the plant, fresh and dry weights of calyx, chlorophyll a, b and total, anthocyanin content, vitamin C, flavonoids and titratable acidity of calyx were measured. The results indicated that the use of seaweed and vermicompost improved the quantitative and qualitative characteristics of roselle. The highest plant height, number of flowers per plant, fresh and dry weights of plant and calyx, chlorophyll a, b and total, anthocyanin content, titratable acid, and vitamin C in calyx, were measured in vermicompost 15 ton/ha. Also the highest amount of chlorophyll a, anthocyanin, flavonoids, titratable acid, and vitamin C of calyx, number of flowers per plant and fresh weight of plant were measured in 1.5 g/l seaweed. The highest amount of vitamin C (68.74 mg/100g), titratable acid (4.97%), anthocyanin (1.400mg/g) in calyx, number of flowers per plant (73.33) and plant fresh weight (828.33 g) were observed in vermicompost 15 ton /ha with the foliar application of seaweed 1.5 g/l.

Keywords: Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.), vitamin C, anthocyanin, organic fertilizer, morphological traits, biochemical traits.