

Evaluation of different feeding schedules on morphological traits, economical yield and photosynthetic pigments of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.)

**Mahmoud Ramroudi^{1*}, Mohamad Raisi Nezhad², Mohamad Galavi³,
Mohamad Reza Asgharipour⁴**

1- Corresponding author and Associated Professor, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran
mramroudi42@uoz.ac.ir

2- Msc student of Agronomy, University of Zabol, Zabol, Iran
mraisi@yahoo.com

3- Professor, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran
mgalavi@yahoo.com

4- Professor, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran
m_asgharipour@yahoo.com

Received Date: 2019/12/25

Accepted Date: 2020/05/12

Abstract

Introduction: Roselle from the Malvaceae family, which specialized in warm climates (Copley, 1975), is considered a medicinal plant (Aziz et al., 2007). The growing trend towards the consumption of medicinal plants without proper planting methods, proper management and planning will have alarming consequences such as environmental degradation. The evaluation of plant nutrition systems is one of the most important crop planning needs in order to achieve high yield and optimum quality. Soil fertility and plant nutrition can improve input efficiency while preserving the environment, water quality, and reducing erosion. The results of numerous studies indicate the significant effect of combined fertilizers along with organic and biofertilizers on plant height, leaf protein percentage, anthocyanin content and dry weight of roselle (Mohammadpour Vashvaei et al., 2017; Ahmad et al., 2011). Due to the importance and role of medicinal plants in various industries and the need for their production in agricultural systems and the need to manage plant nutrition to increase production and environmental protection, it is necessary to conduct this type of research.

Material and methods: Experiment was conducted in a completely randomized block design with four replications in Ghale Ganj city in 2017-18. Treatments comprised NPK fertilizer, humic acid, Nano Biozar, 50% NPK + 50% humic acid, 50% NPK + 50% Nano Biozar, 50% humic acid + 50% Nano Biozar and control. The measured traits include characteristics plant height, stem diameter, dry weight of sepals, number of boll per plant, weight of boll, weight of fresh shoot, percentage of leaf protein, chlorophyll, relative leaf water content and anthocyanin. Finally, data was analyzed using SAS9.1 and means were compared by Duncan's multiple range test at 5% level of probability.

Results and discussion: Results of analysis of variance showed that plant height, stem diameter, dry weight of sepals, number of boll per plant, weight of boll, weight of fresh shoot, leaf protein percentage, leaf chlorophyll, relative water content were affected by different feeding schedules. The highest amount of mentioned traits belonged to the application of 50% NPK and 50% humic acid and the lowest values belonged to the control treatment. So that dry weight of sepals increased about 47% in 50% humic acid + 50% NPK fertilizer compared to control. The lowest amount of dry weight of sepals was obtained from the control treatment and the highest amount from the use of 50% NPK + 50% humic acid and the use of humic acid and Nano-biozar had 27.0% and 21.2% higher dry weight of sepals compared to the control, respectively. The results showed that the highest amount of anthocyanin were obtained from the use of 50% NPK + 50% humic acid, although the difference with NPK treatment was not statistically significant.

Conclusions: Results showed that the combined application of humic acid + chemical fertilizer improved the physiological and morphological traits and increased roselle growth by accelerating root nutrient uptake and this resulted in rapid establishment of plants.

Keywords: Anthocyanin, Humic acid, Sepals yield, Leaf chlorophyll, Nano Biozar.

ارزیابی برنامه‌های مختلف تغذیه‌ای بر ویژگی‌های مورفولوژیک، عملکرد اقتصادی و رنگیزه‌های فتوسنتزی چای ترش (*Hibiscus sabdariffa* L.)

محمود رمرودی^{*۱}، محمد رئیسی نژاد^۲، محمد گلوی^۳، محمدرضا اصغری پور^۴

۱- نویسنده مسئول و دانشیار گروه زراعت، دانشگاه زابل، زابل، ایران

mramroudi42@uoz.ac.ir

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه زابل، زابل، ایران

mraisi@yahoo.com

۳- استاد گروه زراعت، دانشگاه زابل، زابل، ایران

mgalavi@yahoo.com

۴- استاد گروه زراعت، دانشگاه زابل، زابل، ایران

m_asgharipour@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۲/۲۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۰/۰۴

چکیده

به منظور بررسی برنامه‌های مختلف تغذیه بر ویژگی‌های مورفولوژیک، عملکرد اقتصادی و میزان آنتوسیانین چای ترش، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در شهرستان قلعه گنج استان کرمان در سال ۹۷-۱۳۹۶ اجرا شد. تیمارها شامل کود شیمیایی کامل (NPK)، اسید هیومیک، نانو بیوزر، ۵۰ درصد NPK + ۵۰ درصد اسید هیومیک، ۵۰ درصد NPK + ۵۰ درصد نانو بیوزر، ۵۰ درصد اسید هیومیک + ۵۰ درصد نانو بیوزر و عدم مصرف کود (شاهد) بودند. نتایج نشان داد که ویژگی‌های مورد بررسی (ارتفاع بوته، قطر ساقه، وزن خشک کاسبرگ، تعداد غوزه در بوته، وزن غوزه، وزن تر اندام هوایی، درصد پروتئین برگ، کلروفیل و محتوای نسبی آب برگ) به طور معنی‌داری تحت تاثیر برنامه‌های مختلف تغذیه‌ای قرار گرفتند. بیشترین مقادیر ویژگی‌های مذکور از کاربرد ۵۰ درصد NPK + ۵۰ درصد اسید هیومیک و کمترین مقادیر آن‌ها از شاهد به‌دست آمد. تحت تاثیر کاربرد تلفیقی ۵۰ درصد NPK + ۵۰ درصد اسید هیومیک، وزن خشک کاسبرگ نسبت به شاهد حدود ۴۷ درصد افزایش یافت. به طوری که کمترین وزن خشک کاسبرگ از تیمار شاهد و بیشترین آن از کاربرد ۵۰ درصد NPK + ۵۰ درصد اسید هیومیک به‌دست آمد و کاربرد اسید هیومیک و نانو بیوزر نسبت به تیمار شاهد به ترتیب ۲۷/۰ و ۲۱/۲ درصد وزن خشک کاسبرگ بیشتری داشتند. نتایج نشان داد بیشترین میزان آنتوسیانین از کاربرد ۵۰ درصد NPK + ۵۰ درصد اسید هیومیک به‌دست آمد، گرچه که تفاوت آن با تیمار NPK از نظر آماری معنی‌دار نبود. در مجموع نتایج نشان داد که کاربرد ۵۰ درصد NPK + ۵۰ درصد اسید هیومیک تاثیر مثبتی در بهبود ویژگی‌های مورفولوژیک، تولید کاسبرگ و میزان آنتوسیانین چای ترش دارد.

کلمات کلیدی: آنتوسیانین، اسید هیومیک، عملکرد کاسبرگ، کلروفیل برگ، نانو بیوزر.

مقدمه

با توجه به تأثیر زیان‌بار استفاده از ترکیبات شیمیایی و مواد سنتتیک، بشر دوباره به استفاده از فراورده‌های گیاهی روی آورده است. روند رو به افزایش مصرف گیاهان دارویی بدون توسعه روش‌های مناسب کاشت و مدیریت و برنامه‌ریزی صحیح، پیامدهای نگران‌کننده‌ای نظیر تخریب محیط زیست را در بر خواهد داشت، اگر چه قیمت گیاهان جمع‌آوری شده از منشا طبیعی بسیار ارزان‌تر است. برای تامین مواد اولیه مورد نیاز صنایع داروسازی توصیه می‌گردد که کشت و پرورش گیاهان دارویی به صورت جدی انجام پذیرد. در این راستا بررسی عملیات زراعی از جمله زمان کاشت، نحوه تکثیر، تغذیه و مدیریت آن، تاریخ برداشت و مراقبت‌های پس از برداشت، نقش مهمی در افزایش کمیت و کیفیت فراورده‌های دارویی خواهد داشت (Omidbaigi, 2005).

چای ترش (*Hibiscus sabdariffa* L.) گیاهی دارویی، روز کوتاه، خودگشن، یک ساله و گاهی چند ساله از خانواده پنیرکیان (Malvaceae)، مخصوص آب و هوای گرم و بومی آفریقا (Copley, 1975) می‌باشد که به عنوان گیاه دارویی و خوراکی مورد توجه است (Aziz et al., 2007). کاسبرگ‌های خشک چای ترش بخش مهم اقتصادی گیاه (Raifa et al., 2005) بوده که برای درمان فشار خون بالا، اسهال، بیماری دهان و درمان آسکوربیت (کمبود ویتامین C) استفاده می‌شود (Faraji and Tarkhani, 1999).

ارزیابی الگوی تغذیه یکی از نیازهای مهم در برنامه ریزی‌های زراعی به منظور حصول عملکرد بالا و کیفیت مطلوب، گیاهان است. با روش صحیح حاصل‌خیزی خاک و تغذیه گیاه ضمن حفظ محیط زیست، کیفیت آب و تنوع زیستی و کاهش فرسایش خاک می‌توان کارایی نهاده‌ها را افزایش، و با اجتناب از کاربرد غیر ضروری و بی‌رویه عناصر غذایی، هزینه‌ها را کاهش داد. در سامانه‌های رایج کشاورزی برای حصول حداکثر عملکرد، استفاده مداوم از

کودهای شیمیایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم تبدیل به بخشی انکارناپذیر تولید شده است. عناصر غذایی از جمله نیتروژن با تأثیری که بر رشد رویشی و زایشی گیاهان دارویی دارند، باعث تغییر در عملکرد محصول می‌شوند و کیفیت و کمیت ماده موثره آنها را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهند (Griffe et al., 2003).

استفاده مداوم از کودهای شیمیایی تعادل اکولوژیکی خاک و باروری آن را کاهش می‌دهد و اثرات مضر بر سلامت انسان دارد و سبب آلودگی آب‌های زیرزمینی نیز می‌گردد (Ayala and Prakasa Rao, 2002). کودهای آلی فراورده‌های بدون خطری هستند که می‌توانند برای پایداری کشاورزی مناسب باشد. استفاده از افزودنی‌های آلی در خاک‌های کشاورزی، سبب بهبود قابل توجه ساختمان خاک، افزایش ماده آلی و باروری پایدار خاک می‌گردد که بسته به نوع ماده مورد استفاده برای حاصل‌خیزی خاک و گیاه مزایایی به همراه دارد. استفاده از کودهای زیستی گوناگون برای بهبود و افزایش کمیت و کیفیت محصولات زراعی و دارویی تا اندازه‌ای رونق یافته است. این کودها، گاه به عنوان جایگزین و در بیشتر موارد به عنوان مکمل کودهای شیمیایی می‌توانند پایداری تولید نظام‌های کشاورزی را تضمین کنند (Han and Lee, 2006).

نتایج یک پژوهش نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته و قطر ساقه چای ترش در نتیجه کاربرد کودهای آلی توأم با اسید هیومیک حاصل شده است (Ebramizadeh abdashti et al., 2016). کاربرد کمپوست توأم با اسید هیومیک سبب افزایش ارتفاع بوته، قطر ساقه، وزن خشک کاسبرگ، تعداد میوه و میزان آنتوسیانین چای ترش می‌گردد (Ahmad et al., 2011). نتایج تحقیقی نشان داد که کاربرد تلفیقی کودهای زیستی و محلول‌پاشی آهن، نسبت به مصرف جداگانه آن‌ها توانسته است در افزایش عملکرد کاسبرگ و ویژگی‌های کیفی چای ترش نقش موثری داشته باشد (Mir et al., 2018). نتایج تحقیق دیگری حاکی از آن است که

افزایش تولید محصول و حفظ محیط زیست برخوردار است. این تحقیق به منظور بررسی تأثیر برنامه‌های مختلف تغذیه‌ای بر ویژگی‌های مورفولوژیک، تولید کاسبرگ و میزان آنتوسیانین در گیاه دارویی چای ترش در شرایط آب و هوایی شهرستان قلعه گنج انجام گردید.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در شهرستان قلعه گنج واقع در استان کرمان در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ اجرا گردید. شهر قلعه گنج در عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۲۷ دقیقه با طول جغرافیایی ۵۷ درجه و ۵۰ دقیقه در ارتفاع ۴۰۹ متر از سطح دریا قرار دارد. این منطقه دارای آب و هوای نیمه مرطوب و اقلیمی بیابانی می‌باشد. میانگین بارش سالانه ۱۶۶ میلی‌متر و میزان تبخیر سالانه در آن ۳۳۲۵ میلی‌متر است. حداکثر دما در تابستان ۵۲ و حداقل آن در زمستان ۲ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. نتایج تجزیه شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش (۰-۳۰ سانتی‌متر)

Table 1. Physical and chemical characteristics of soil (0-30 cm)

Texture	Sand	Clay	Silt	P	K	Total N	Organic matter	pH	EC
	%			ds/m		%			dS.m ⁻¹
Silt loam	13.3	21.2	65.5	13	188	0.06	0.52	8.43	3.36

مصرف نظیر بر، مس، آهن، منگنز، مولیدن و روی) به مقدار ۴۰ کیلوگرم در هکتار براساس دستورالعمل شرکت سازنده موقع کاشت و قبل از گلدهی با آب آبیاری داده شد. اسید هیومیک با نام تجاری natural green ساخت شرکت Green آلمان محتوای ۱۶ درصد اسید هیومیک، ۷ درصد نیتروژن، ۲/۵ درصد پتاسیم، ۱۲۰۰ ppm آهن، ۴۰۰ ppm روی، ۵۰۰ ppm منگنز بود به همراه با آبیاری در مرحله چهار برگی به مقدار ۱۰ کیلوگرم در هکتار براساس دستورالعمل تولید کننده در اواسط خرداد ماه به گیاه داده

اسید هیومیک اثر معنی‌داری بر قطر ساقه، وزن خشک کاسبرگ و میزان آنتوسیانین چای ترش دارد (Sanjari et al., 2016). افزایش عملکرد کاسبرگ، درصد پروتئین و محتوای آنتوسیانین چای ترش را تحت تأثیر محلول پاشی توام روی و آهن نیز گزارش شده است (Alizadeh Moradi et al., 2018). تأثیر محلول پاشی نانو کلات آهن نیز بر میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی و وزن خشک کاسبرگ چای ترش افزایش گزارش شده است (Hashemi Fadaki et al., 2018). نتایج تحقیقی حاکی از تأثیر معنی‌دار کاربرد تلفیقی کودهای شیمیایی و زیستی را بر درصد پروتئین برگ، محتوای آنتوسیانین و وزن خشک کاسبرگ چای ترش است (Mohammadpour vashvaei et al., 2017). تأثیر مثبت کاربرد تلفیقی کودهای آلی و شیمیایی در بهبود ماده خشک گیاهان در تحقیقات زیادی گزارش شده است (Olaniya et Mohammadpour vashvaei et al., 2017) ; (al., 2010).

با توجه به اهمیت تولید گیاهان دارویی در نظام‌های کشاورزی پایدار، کاربرد کودهای آلی از اهمیت ویژه‌ای در

آزمایش به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۷ تیمار و ۴ تکرار اجرا شد. تیمارها شامل کود شیمیایی کامل (NPK)، اسید هیومیک، نانو بیوزر، ۵۰ درصد NPK + ۵۰ درصد نانو بیوزر، ۵۰ درصد NPK + ۵۰ درصد اسید هیومیک، ۵۰ درصد نانو بیوزر + ۵۰ درصد اسید هیومیک و شاهد بودند. کود شیمیایی کامل ۲۰-۲۰-۲۰ ساخت شرکت مل اسپرینگ (Mel Spring) کشور هلند (حاوی عناصر پرمصرف مورد نیاز گیاهان نظیر نیتروژن، فسفر و پتاسیم، هر یک با غلظت ۲۰ درصد و سایر عناصر کم

اندازه‌گیری شد. در مرحله بعد، برگ‌ها به مدت ۲۴ ساعت در آون قرار گرفت و وزن خشک برگ نیز اندازه‌گیری شد. در نهایت محتوای نسبی آب برگ با استفاده از معادله ۱ محاسبه شد (Bian and Jiang, 2008):

$$RWC = (FW-DW/TW-DW) \times 100 \quad \text{معادله ۱}$$

در این معادله، RWC محتوای نسبی آب، FW وزن تر برگ، DW وزن خشک برگ و TW وزن آماس برگ است. برای اندازه‌گیری مقدار آنتوسیانین از روش واگنر (Wagner, 1979) استفاده شد. غلظت کلروفیل کل برگ در مرحله گلدهی با استفاده از روش آرنون (Arnon, 1967) تعیین گردید. درصد پروتئین برگ از طریق اندازه‌گیری نیتروژن کل و به روش تیتراسیون بعد تقطیر (کج‌لدال) استفاده شد (Lowry et al.; 1951). محاسبات آماری با استفاده از نرم افزار SAS نسخه ۹/۲ و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته: نتایج نشان داد که ارتفاع بوته به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای کودی قرار گرفت (جدول ۲)، به طوری که بیشترین ارتفاع بوته از تلفیق ۵۰ درصد NPK و ۵۰ درصد اسید هومیک و کمترین آن از تیمار شاهد (عدم مصرف کود) به‌دست آمد و کاربرد تلفیقی ۵۰ درصد NPK و ۵۰ درصد اسید هومیک نسبت به تیمار NPK که در رتبه دوم قرار داشت ارتفاع بوته را ۷/۲۷ درصد افزایش داد (جدول ۴). ارتفاع بوته یکی از ویژگی‌هایی است که از عوامل زراعی و تیمارهای آزمایشی متأثر می‌شود و دارای همبستگی زیادی با عملکرد محصول می‌باشد. Ebramizadeh abdashti et al. (2016) نیز در تیمار تلفیقی اسید هیومیک + ۵۰ درصد NPK افزایش ۱۸/۶۲ درصدی ارتفاع بوته چای ترش نسبت به شاهد گزارش کرده‌اند که با نتایج این تحقیق تطابق دارد. براساس

شد. کود نانو بیولوژیک بیوزر هم به میزان ۳ کیلوگرم در هکتار به صورت محلول در آب طبق دستورالعمل تولید کننده (شرکت فناور پژوهش بیوزر) به گیاه داده شد، این کود حاوی ترکیب مناسبی از انواع ریزمغذی‌ها نظیر آهن، روی، منگنز، مولیبدن، منیزیوم، و کلسیم می‌باشد. در خصوص تیمارهای تلفیقی کود مشابه کاربرد منفرد آنها استفاده گردید. کاشت به صورت دستی در اوایل اردیبهشت انجام گرفت. بذرها در عمق ۳ تا ۵ سانتی متر کشت گردید و روی آن‌ها توسط لایه‌ای از ماسه بادی به منظور تسهیل در جوانه‌زنی پوشانده شد. هر کرت دارای چهار ردیف کاشت به طول چهار متر با فاصله ۵۰ سانتی متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف ۲۰ سانتی متر بود (Mir et al., 2018). تنک بوته‌ها در مرحله استقرار کامل (۴-۶ برگی) با دست انجام شد و وجین علف‌های هرز در طول دوره رشد انجام گرفت.

پس از رسیدگی فیزیولوژیک در ماه‌های آبان و آذر در دو مرحله برداشت کاسبرگ‌ها انجام گرفت. زمان برداشت کاسبرگ‌ها تقریباً با رسیدن دانه همزمان بود. برداشت از دو ردیف میانی با حذف اثر حاشیه‌ای به صورت دستی انجام گرفت. در مراحل پایانی رشد گیاه پنج بوته به صورت تصادفی انتخاب و ارتفاع بوته (از ناحیه طوقه تا انتهای بلندترین شاخه) و قطر ساقه (از پنج سانتی متر بالای سطح خاک با کولیس) و تعداد میوه در بوته اندازه‌گیری شدند. در نهایت در مرحله رسیدگی کامل تعداد پنج بوته به صورت تصادفی از ردیف‌های میانی هر واحد آزمایشی برداشت و کاسبرگ‌ها در سایه به مدت ۲ هفته خشک شدند و سپس با ترازوی دیجیتال مدل cf-300 با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین صورت گرفت.

به منظور اندازه‌گیری محتوای نسبی آب^۱، نمونه برگ از هر کرت به‌طور جداگانه گرفته شد و سپس توزین گردید (وزن تر برگ). سپس نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در آب مقطر قرار داده شد و مجدد وزن برگ (وزن آماس برگ)

نظر آماری در سطح یک درصد معنی‌دار گردید (جدول ۲)، به طوری که بیشترین قطر ساقه از کاربرد توأم ۵۰ درصد کود NPK + ۵۰ درصد کود آلی اسید هیومیک و کمترین آن از شاهد به دست آمد (جدول ۴). نتایج این آزمایش با یافته‌های دیگر محققان روی گیاه دارویی رازیانه (*Foeniculum vulgare*) و نعناع فلفلی (*Mentha piperita* L. (Hazarika et al., 2000; Swaefy Hend et al., 2007). نتایج مطالعه‌ای نشان داد که کاربرد غلظت‌های مختلف اسید هیومیک با کاربرد کود NPK منجر به افزایش قطر ساقه گوجه فرنگی گردید (Turkmen et al., 2004). همچنین در مطالعه دیگری روی منداب (*Eruca sativa*) کاربرد اسید هیومیک منجر به افزایش قطر ساقه شده است (Albayrak and Camas, 2005). در گزارشی بیان شد در شرایط مصرف اسید هیومیک، افزایش فعالیت میکروارگانسیم‌ها باعث افزایش معنی‌دار فعالیت تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی نظیر اکسین، جیبرلین و سیتوکینین می‌شود و از طرفی افزایش سیتوکینین باعث افزایش تقسیم سلولی و بزرگ شدن سلولی و نهایتاً باعث افزایش قطر ساقه گیاه می‌گردد (De Sanfilippo et al., 1990). به نظر می‌رسد افزودن همزمان کودهای آلی و شیمیایی، ضمن تأمین نیتروژن مورد نیاز گیاه، هدر روی نیتروژن (آبشویی، متصاعد شدن یا تثبیت) کاهش یافته و سپس به دلیل فرآیند معدنی شدن، مجدداً نیتروژن به صورت تدریجی به شکل قابل جذب گیاه در آمده و سبب افزایش رشد رویشی گیاه می‌شود (Amara and Mourad, 2013).

نتایج تحقیقی کاربرد تلفیقی کودهای شیمیایی و دامی سبب افزایش ۳۰ درصدی ارتفاع بوته نخود (*Cicer arietinum* L.) نسبت به تیمار شاهد گردیده است (Rezaei-chiyaneh et al., 2015) که با نتایج این تحقیق مبنی بر افزایش ۴۵ درصدی تأثیر تیمار تلفیقی ۵۰ درصد کود NPK و ۵۰ درصد اسید هیومیک بر ارتفاع بوته چای ترش همخوانی دارد. نتایج تحقیقی نشان داد که افزایش ارتفاع بوته در نتیجه کاربرد کودهای زیستی را ناشی از افزایش جذب عناصر غذایی، به ویژه فسفر و نیتروژن، افزایش توسعه ریشه و جذب بهتر آب و مواد غذایی و تولید مواد تنظیم‌کننده رشد از جمله جیبرلین و اکسین‌ها می‌دانند (Vessey, 2003). تلفیق کودهای زیستی و شیمیایی سبب افزایش ارتفاع بوته گیاهان می‌گردد. نتایج تحقیقی نشان داد که ارتفاع چای ترش تحت تأثیر اسید هیومیک قرار گرفت و کاربرد اسید هیومیک در مقایسه با عدم مصرف آن سبب افزایش ارتفاع بوته گردید. احتمالاً اسید هیومیک با تأثیر بر رشد سلول در افزایش ارتفاع بوته موثر بوده است (Sanjari et al., 2016). کاربرد اسید هیومیک موجب افزایش جذب مواد غذایی و تحریک فعالیت هورمون‌های رشد می‌شود و این مواد مکانیسم‌هایی برای رشد طولی گیاهان دارند. افزایش ارتفاع بوته اسفرزه با مصرف کودهای زیستی گزارش شده است و دلیل این امر، بهبود خصوصیات خاک و قابل دسترس شدن عناصر غذایی در نتیجه استفاده تلفیقی از کودهای شیمیایی و زیستی عنوان گردیده است (Yadav et al., 2002).

قطر ساقه: قطر ساقه تحت تأثیر تیمار کودی از

جدول ۲. تجزیه واریانس برخی ویژگی‌های مورفولوژیک چای ترش تحت تأثیر تیمارهای مختلف کودی

Table 2. Analysis of variance for some morphological traits of roselle under different fertilizer treatments

SOV	df	MS				
		Plant height	Stem diameter	Boll number per plant	Boll weight	Dry weight of sepal per plant
Replication	3	0.02**	3.94*	2.60**	24.28 ^{ns}	4.04**
Treatment	6	0.21**	40.99**	157.05**	890.73**	19.06**
Error	18	0.004	0.96	2.63	7.95	0.26
CV (%)	-	4.35	4.34	5.80	2.19	2.58

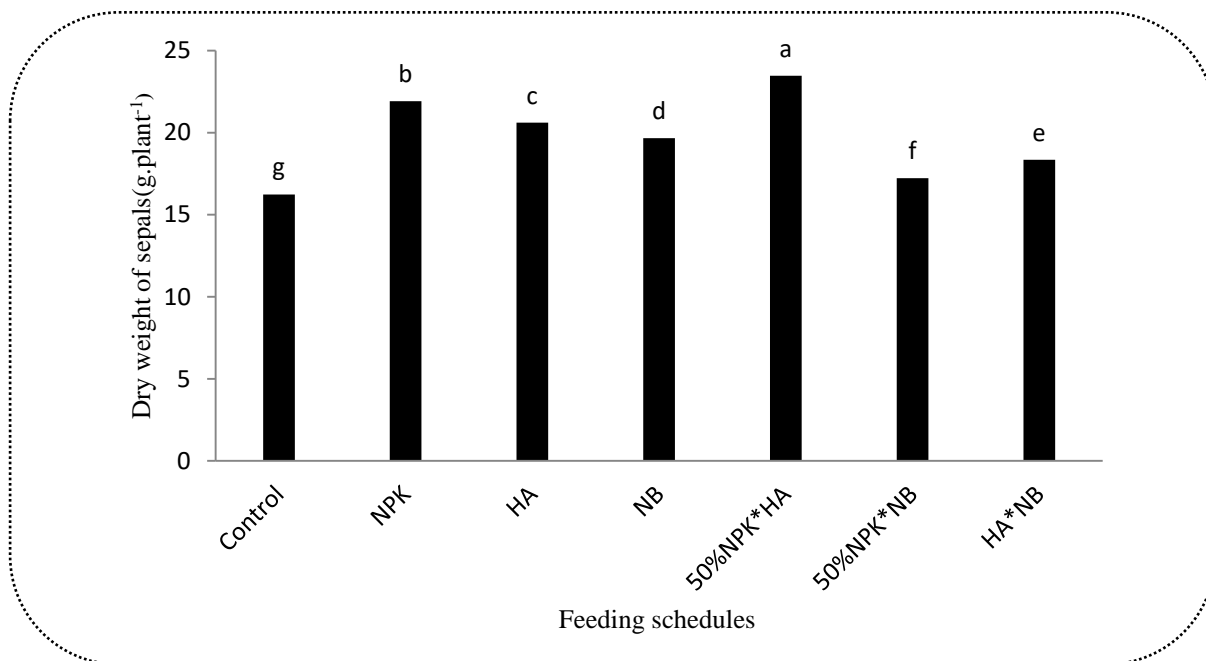
ns, * and ** are not significant, significant at the 5% and 1% probability levels, respectively

تعداد غوزه در بوته و وزن غوزه: نتایج آنالیز واریانس نشان داد که تعداد غوزه و وزن آن تحت تاثیر تیمارهای کودی قرار گرفت (جدول ۲). طبق نتایج مقایسه میانگین‌ها، بیشترین تعداد و وزن غوزه از کاربرد توام ۵۰ درصد NPK+۵۰ گرم در بوته و کمترین تعداد ۱۸/۲۵ و وزن غوزه ۱۰۴/۵ گرم در بوته از تیمار شاهد حاصل گردید (جدول ۴). (Ebramizadeh abdashti et al., 2016) تحت تاثیر کاربرد توام کمپوست + اسید هیومیک بیشترین وزن میوه به دست آوردند. گزارشاتی مبنی بر اثر کمپوست و محلول‌پاشی اسید هیومیک روی افزایش تعداد و وزن غوزه گیاه دارویی چای ترش (Ahmad et al., 2011; Kandee et al., 2002) وجود دارد. افزایش تعداد دانه و وزن میوه در بوته رازیانه تحت تاثیر کاربرد کودهای دامی در پژوهش دیگری نیز گزارش شده است (Moradi et al., 2009). به نظر می‌رسد که بهبود وضعیت تغذیه‌ای گیاه و همچنین افزایش دسترسی آن به آب در اثر بهبود خواص فیزیکی خاک برخوردار از کودهای دامی، باعث افزایش قدرت رشد گیاه، تعداد گل و به‌دنبال آن تعداد میوه در بوته می‌شود. مصرف کمپوست + اسید هیومیک، باعث بهبود شرایط رشد حاصل از افزودن کود شیمیایی و همچنین تحریک تولید هورمون‌های رشد و افزایش جذب عناصر غذایی توسط گیاه می‌گردد (Rezaei-chiyaneh et al., 2015). حضور مداوم عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن و فسفر که در فرایندهای رویشی و زایشی گیاه نقش کلیدی دارند، می‌تواند اجزای عملکرد گیاه را به میزان قابل توجهی افزایش دهند. وجود اسید هیومیک توام با کود شیمیایی، علاوه بر بهبود سرعت رشد ریشه و حفظ رطوبت خاک، محیط مناسبی را برای فعالیت باکتری‌ها و قابلیت دسترسی و جذب عناصر غذایی برای گیاه، جهت افزایش آسیمیلسیون مواد فتوسنتزی، افزایش سطح برگ و در نتیجه افزایش ظرفیت فتوسنتزی فراهم می‌کند (Sceffer et al., 1993).

وزن خشک کاسبرگ: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تاثیر کود بر وزن خشک کاسبرگ در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲) و با تغییر برنامه تغذیه‌ای، وزن خشک کاسبرگ افزایش چشمگیری نسبت به شاهد نشان داد، به طوری که در تیمار ترکیبی ۵۰ درصد NPK + ۵۰ درصد اسید هیومیک افزایش حدود ۴۷ درصدی وزن خشک کاسبرگ نسبت به شاهد مشاهده گردید (شکل ۱). به طوری که کمترین آن از تیمار شاهد حاصل شد و بیشترین آن از کاربرد ۵۰ درصد NPK+۵۰ درصد اسید هیومیک به‌دست آمد و تفاوت آن با تیمار NPK از نظر آماری معنی‌دار بود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد کاربرد اسید هیومیک و نانو بیوزر نسبت به تیمار شاهد به ترتیب ۲۷/۰ و ۲۱/۲ درصد وزن خشک کاسبرگ بیشتری داشتند. تولید بیشتر وزن خشک کاسبرگ با کاربرد ۵۰ درصد NPK+۵۰ درصد اسید هیومیک را می‌توان به تامین عناصر غذایی از کود کامل و فراهمی آب و مواد غذایی بیشتر، بهبود فعالیت بیوشیمیایی خاک و توسعه رشد رویشی و زایشی در مقایسه با کاربرد انفرادی آنها نسبت داد (Sanjari et al., 2016). کاربرد تلفیقی اسید هیومیک + NPK دسترسی به عناصر غذایی را برای گیاه آسان‌تر می‌کند و باعث استقرار سریع‌تر آن می‌گردد، از این رو نیاز به توسعه ریشه در آن کاهش می‌یابد و در نتیجه انرژی بیشتری صرف توسعه بخش‌های رویشی و زایشی می‌گردد (Pop et al., 2007). در بررسی تاثیر کاربرد تلفیقی کودهای آلی و شیمیایی بر رشد، عملکرد کاسبرگ و کیفیت چای ترش نسبت به کاربرد منفرد آنها تأثیرات به مراتب بهتری (Akanbi et al., 2009) گزارش شده است. کاربرد توام کود آلی اسید هیومیک و ۵۰ درصد کود شیمیایی سبب افزایش وزن خشک کاسبرگ چای ترش نسبت به شاهد شد (Ebramizadeh abdashti et al., 2016) که با نتایج این مطالعه مطابقت دارد. کمبود عناصر غذایی خاک می‌تواند سبب کاهش عملکرد گیاه به دلیل کاهش سطح فتوسنتز کننده، کاهش تولید کلروفیل، کاهش

میوه و وزن خشک کاسبرگ چای ترش می‌گردد (Ahmad et al., 2011).

ارتفاع بوته و کاهش سطح برگ باشد (Sreevalli et al., 2001). اثر کمپوست با اسید هیومیک سبب افزایش تعداد



شکل ۱. تاثیر برنامه تغذیه‌ای بر وزن خشک کاسبرگ چای ترش

Figure 1. Effect of feeding schedules on dry weight of sepals of roselle

حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن می‌باشد.

Different letters indicate significant difference between the values of pairs of treatment within columns at $P < 0.05$ according Duncan's multiple comparisons test

جمله نیتروژن، فسفر و پتاسیم در خاک افزایش یافته که این امر در رشد اندام‌های هوایی و سطح برگ گیاه موثر است، علت افزایش وزن خشک اندام هوایی با کاربرد کود نیتروژن را می‌توان به دلیل بهبود شرایط تغذیه‌ای، عوامل رشدی گیاه و افزایش سطح سبز گیاه در مقادیر بالای نیتروژن نسبت داد. همچنین پتاسیم موجب افزایش انتقال مواد فتوسنتزی می‌شود. احتمالاً می‌توان افزایش وزن تر اندام هوایی را در طی کاربرد اسید هیومیک به این دلیل دانست که اسید هیومیک با اثرات شبه هورمونی که دارد، موجب افزایش رشد ریشه در خاک می‌شود که در نتیجه این امر آب و مواد غذایی موجود در خاک به دلیل سطح تماس بیشتر با ریشه سریع‌تر جذب گیاه می‌گردد و این امر سبب تولید سطح سبز بیشتر و در نتیجه افزایش کلروفیل و در پی آن سبب افزایش فتوسنتز و تولید ماده خشک

وزن تر اندام هوایی: نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد که کاربرد کود تاثیر معنی‌داری بر وزن تر اندام هوایی در سطح احتمال یک درصد داشت. بیشترین وزن تر اندام هوایی از تیمار ترکیبی ۵۰ درصد NPK + ۵۰ درصد اسید هیومیک به دست آمد که سبب افزایش ۳۸/۲۳ درصدی وزن تر اندام هوایی نسبت به تیمار شاهد شد (جدول ۴). نتایج مطالعه Ebramizadeh abdashti et al. (2016) روی چای ترش نشان داد که کاربرد تلفیقی اسید هیومیک + ۵۰ درصد کود NPK سبب افزایش ۱۸/۶۲ وزن تر بوته نسبت به تیمار شاهد شد که با یافته‌های این تحقیق مبنی بر اینکه کاربرد تلفیقی اسید هیومیک + ۵۰ درصد کود شیمیایی NPK سبب افزایش وزن تر اندام هوایی نسبت به تیمار شاهد می‌شود، همخوانی دارد. با اضافه کردن کودهای شیمیایی به خاک میزان عناصر غذایی از

تأثیرگذار است. عمده ترکیبات رنگیزه‌های فتوسنتزی دارای ساختار نیتروژنی هستند. از این رو کاربرد نیتروژن می‌تواند تا حد زیادی سبب افزایش مقدار آن‌ها در گیاه گردد (Zgallai et al., 2006; Vidal et al., 1999). اثرات مثبت اسید هیومیک بر متابولیسم سلول‌های گیاهی و افزایش مقدار رنگیزه‌های کلروفیل تأیید شده است (Babaee et al., 2010). اسید هیومیک با قدرت کلات‌کنندگی عناصر غذایی و با کاهش تبخیر، تعرق و در نتیجه، قرار دادن آب و مواد غذایی بیشتر و مناسب‌تر در اختیار گیاه می‌تواند ساخت رنگیزه‌ها را افزایش دهد و انتقال مواد فتوسنتزی را در گیاه آسان‌تر کند (Nasuti et al., 2010). افزایش جذب عناصر غذایی با کاربرد اسید هیومیک منجر به افزایش کلروفیل برگ می‌شود. بنابراین در غلظت‌های زیاد اسید هیومیک، میزان جذب عناصر مغذی، به‌ویژه نیتروژن، افزایش می‌یابد و متعاقب آن افزایش کلروفیل برگ باعث بهبود فتوسنتز گیاه می‌گردد (Kausar and Azam, 1985).

بیشتر می‌شود (Ebramizadeh abdashti et al., 2016).

کلروفیل کل برگ: تاثیر کود در سطح احتمال یک درصد بر محتوای کلروفیل برگ معنی‌دار بود (جدول ۳). بالاترین محتوای کلروفیل کل برگ از تیمار ترکیبی ۵۰ درصد NPK + ۵۰ درصد اسید هیومیک به‌دست آمد که نسبت به شاهد ۵۳/۸۷ درصد افزایش نشان داد (جدول ۴). با توجه به نقش نیتروژن در ساختار کلروفیل، به نظر می‌رسد کود NPK و اسید هیومیک با فراهمی مطلوب‌تر عناصر غذایی موجب افزایش محتوای کلروفیل کل برگ گردیده است. همچنین با توجه به شرکت نیتروژن در ساختمان اسیدهای آمینه، افزایش جذب این عنصر ناشی از مصرف کود NPK، در افزایش میزان کلروفیل برگ، نقش مهمی داشته است (Hojtpour, 2017). Boveiri et al. (2017) بیشترین میزان کلروفیل برگ گیاه دارویی ریحان (*Ocimum basilicum*) را از تیمار کاربرد تلفیق کودهای زیستی + ۵۰ درصد کود شیمیایی گزارش کردند. مصرف کودهای شیمیایی و آلی حاوی نیتروژن، به شدت بر غلظت نیتروژن موجود در گیاه

جدول ۳. تجزیه واریانس وزن تر اندام هوایی و برخی رنگیزه‌های فتوسنتزی چای ترش تحت تاثیر تیمارهای مختلف کودی
Table 3. Analysis of variance for weight of fresh shoot and some photosynthetic pigments of roselle under different fertilizer treatments

SOV	df	MS				
		weight of fresh shoot	Leaf chlorophyll	Anthocyanin	Leaf protein	RWC
Replication	3	51.79 ^{ns}	0.09 ^{ns}	0.001 ^{**}	0.72 ^{**}	59.24 ^{**}
Treatment	6	386.18 ^{**}	6.90 ^{**}	0.005 ^{**}	5.83 ^{**}	388.02 ^{**}
Error	18	4.56	0.09	0.0002	0.08	6.26
CV (%)	-	3.21	3.21	2.72	4.74	4.08

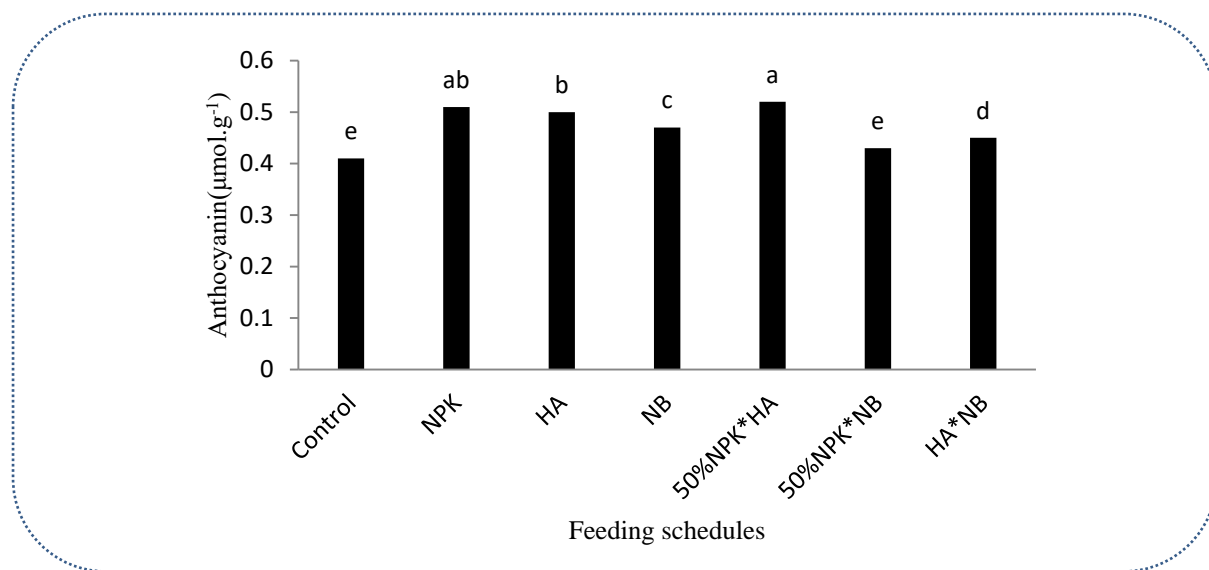
ns, * and ** are not significant, significant at the 5% and 1% probability levels, respective

کود NPK با تیمار کاربرد توام ۵۰ درصد NPK + ۵۰ درصد اسید هیومیک از نظر آماری معنی‌دار نبود (شکل ۲). کاربرد کود کامل و اسید هیومیک در یک گروه آماری قرار گرفتند و در تیمارهای اسید هیومیک و کود نانو ریبوزر میزان آنتوسیانین در مقایسه با تیمار شاهد به ترتیب ۲۴/۴ و ۱۴/۶ درصد بیشتر بود که افزایش میزان آنتوسیانین را

آنتوسیانین: اثر کود بر میزان آنتوسیانین در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین و کمترین میزان آنتوسیانین به ترتیب از کاربرد توام ۵۰ درصد NPK + ۵۰ درصد اسید هیومیک (۰/۵۲ میکرومول بر گرم) و تیمار شاهد (۰/۴۱ میکرومول بر گرم) حاصل شد، ولی اختلاف بین تیمار

تحت تأثیر عوامل مختلفی از جمله میزان هیدرات‌های کربن (گلوکز، آرابینوز و گالاکتوز) موجود در بافت‌ها قرار می‌گیرد (Taiz and Zeiger, 2006). به عبارت دیگر توسعه رنگیزه‌های یاخته و ساخت آنتوسیانین با بالا رفتن میزان هیدرات‌های کربن نسبت مستقیم دارد و هر عاملی که روی افزایش، جذب یا ساخته شدن قندها مؤثر باشد، میزان آنتوسیانین کل گیاه را افزایش می‌دهد (Vitrac et al., 2000). با توجه اینکه آنتوسیانین جزو ترکیبات فلاونوئیدی است، تجمع مواد فنلی حساس به کمبود عناصر غذایی بوده و میزان کل فنل با کاهش میزان نیتروژن محیط افزایش می‌یابد. بنابراین مقادیر اضافی نیتروژن به‌طور معمول رشد را تحریک کرده و از تولید فنل جلوگیری می‌کند (Omidbaigi and Nobakht, 2001).

می‌توان به تاثیر مثبت کاربرد تیمارهای کودهای نسبت داد. نتایج مطالعه‌ای نشان داد که بیشترین میزان آنتوسیانین از کاربرد ۱۰۰ درصد NPK و اسیدهیومیک (Khalil and Yousef, 2014) به‌دست آمد که تاییدی بر نتایج این تحقیق می‌باشد. افزایش آنتوسیانین تحت تاثیر کاربرد اسیدهیومیک در این تحقیق، با نتایج سایر محققین در چای ترش مطابقت دارد (Ahmad et al., 2011). این افزایش ممکن است به علت اثر اسید هیومیک (مشتقات ترکیب فنلی) به عنوان پیش ماده سنتز آنتوسیانین (ساختار فلاونوئید) باشد. آنتوسیانین‌ها جزئی از ترکیبات فنلی هستند که گروه بزرگی از متابولیت‌های ثانویه را تشکیل می‌دهند. آنتوسیانین‌ها ترکیبات گلیکوزیدی هستند که وجود قند برای تشکیل آن‌ها ضروری است (Hoekstra et al., 2001). ساخته شدن آنتوسیانین و تجمع آن در بافت‌های گیاهی



شکل ۲. تاثیر برنامه تغذیه‌ای بر آنتوسیانین چای ترش

Figure 2. Effect of feeding schedules on anthocyanin of roselle

حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن می‌باشد.

Different letters indicate significant difference between the values of pairs of treatment within columns at $P < 0.05$ according Duncan's multiple comparisons test

بیشترین میزان پروتئین برگ از کاربرد توام ۵۰ درصد NPK + ۵۰ درصد اسید هیومیک و کمترین آن از تیمار شاهد حاصل گردید (جدول ۴). در رابطه با افزایش

پروتئین برگ: میزان پروتئین برگ به‌طور معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد تحت تاثیر انواع برنامه‌های کودی قرار گرفت (جدول ۳). بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها

چرخه فتوسنتز گردد (Dordas and Sioulas, 2008). کاربرد کودهای شیمیایی با فراهمی نیتروژن میزان تقسیم نیتروژن از قسمت‌های دیگر به تخصیص برگ و کاسبرگ را در مقایسه با هیدرات‌های کربن افزایش داده و موجب افزایش غلظت نیتروژن برگ و کاسبرگ و میزان پروتئین آن‌ها شده است. دلیل بالا بودن پروتئین برگ و کاسبرگ با کاربرد کودهای شیمیایی را می‌توان به در دسترس بودن و جذب سریع‌تر نیتروژن و افزایش غلظت نیتروژن در اندام‌های هوایی و در نتیجه انتقال بیشتر به برگ و کاسبرگ عنوان کرد (Marschner, 1995).

پروتئین برگ با کاربرد تلفیقی اسید هیومیک و کود شیمیایی می‌توان گفت، چون عملکرد پروتئین تابعی از نیتروژن گیاه است، اسید هیومیک با افزایش نفوذپذیری غشای سلول‌های ریشه جذب و انتقال نیتروژن را بهبود بخشیده و باعث افزایش میزان پروتئین موجود در گیاه می‌گردد (Ayman et al., 2009) و از طرفی اثر مثبت اسید هیومیک بر افزایش پروتئین کل می‌تواند به دلیل ویژگی‌های شبه هورمونی سیتوکینین و مانند آن و جلوگیری از ایجاد وقفه در فعالیت آنزیم‌ها باشد (Nikbakht et al., 2008). اسید هیومیک می‌تواند با بهبود جذب نیتروژن سبب افزایش میزان آنزیم‌ها و پروتئین‌های شرکت کننده در

جدول ۴: مقایسه میانگین برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی و رنگیزه‌های فتوسنتزی گیاه چای ترش تحت تاثیر تیمارهای مختلف کودی

Table 4. Comparison of mean for some morphological traits and photosynthetic pigments of roselle under different fertilizer treatments

Treatments	Plant height (m)	Stem diameter (mm)	Boll number per plant	Boll weight (g)	weight of fresh shoot (g.plant ⁻¹)	Leaf chlorophyll (mg.g ⁻¹)	Leaf protein (%)	RWC (%)
Control	0.96 ^f	17.05 ^f	18.25 ^e	104.5 ^e	51.32 ^e	7.50 ^f	3.89 ^f	46.11 ^f
NPK fertilizer	1.65 ^b	26.19 ^a	34.25 ^b	148.0 ^b	77.70 ^b	10.96 ^b	7.35 ^b	73.01 ^b
Humic Acid (HA)	1.48 ^c	24.76 ^b	31.50 ^c	134.5 ^c	71.53 ^c	9.97 ^c	6.23 ^c	63.90 ^c
Nano Biozar (NB)	1.34 ^d	22.62 ^c	28.00 ^d	127.5 ^d	66.66 ^d	9.18 ^d	5.69 ^d	59.24 ^d
50%NPK+ 50%HA	1.77 ^a	27.57 ^a	39.50 ^a	154.0 ^a	83.99 ^a	11.54 ^a	8.11 ^a	79.33 ^a
50%NPK+ 50%NB	1.16 ^e	19.04 ^e	20.25 ^f	111.0 ^f	55.46 ^f	7.53 ^f	4.87 ^e	52.39 ^e
50%HA + 50%NB	1.25 ^e	20.70 ^d	23.50 ^e	119.5 ^e	59.31 ^e	8.35 ^e	5.32 ^d	54.57 ^e

*Means in each column having at least a common letter are not significantly different by the Duncan test at 5 % probability level.

درون سلولی برای رشد سلول فراهم می‌کند و امکان اتساع دیواره سلولی را فراهم می‌سازد و در نهایت باعث کاهش پایداری غشاء سلول می‌گردد تا زمینه برای رشد سلول حاصل شود (Nagananda et al., 2010). اسید هیومیک از یک طرف با بهبود خواص فیزیکی و شیمیایی خاک، ایجاد فضای بیشتر برای نفوذ آب با اصلاح و دانه‌بندی خاک و از طرف دیگر با برقراری پیوند با مولکول‌های آب برای ممانعت از تبخیر آب، سبب افزایش محتوای نسبی آب برگ می‌گردد (Rahbarian et

محتوی نسبی آب برگ: تجزیه واریانس داده‌ها نشان می‌دهد که محتوی نسبی آب برگ تحت تاثیر کود اختلاف معنی‌داری از نظر آماری در سطح یک درصد داشت (جدول ۳)، به طوری که تاثیر تیمارهای مختلف کودی بر محتوی نسبی آب برگ متفاوت بودند و کاربرد توأم ۵۰ درصد NPK + ۵۰ درصد اسید هیومیک بیشترین و تیمار شاهد کمترین میزان آن را به خود اختصاص دادند (جدول ۴). محتوای نسبی آب برگ‌ها شاخصی برای نشان دادن وضعیت آبی گیاه است، افزایش محتوای نسبی آب، فشار

رشد رویشی، عملکرد کاسبرگ، ویژگی فیزیولوژیکی و میزان آنتوسیانین بیشتر بود به طوری که کاربرد تلفیقی ۵۰ درصد NPK + ۵۰ درصد اسید هیومیک از طریق تسریع در جذب عناصر غذایی توسط ریشه و در نتیجه استقرار سریع باعث افزایش ویژگی‌های فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی گیاه چای ترش گردید.

سپاسگزاری

بدینوسیله حمایت مالی که از محل اعتبارات معاونت پژوهشی دانشگاه زابل به شماره ۱۷-۹۶۱۸ تأمین شده، سپاسگزاری می‌گردد.

al., 2010). از آنجا که مکانیسم اثر اسید هیومیک در گسترش ریشه و در نتیجه قابلیت جذب آب و عناصر غذایی کاراست با کاربرد تلفیقی اسید هیومیک + کود شیمیایی سرعت جذب آب و مواد غذایی گیاه افزایش یافته و در نتیجه می‌توان تأثیر مثبت آن را در افزایش محتوای نسبی آب برگ انتظار داشت (Nasuti Miandoab et al., 2010).

نتیجه‌گیری کلی: براساس نتایج تحقیق، تمامی الگوهای تغذیه‌ای مورد آزمایش باعث بهبود ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه چای ترش نسبت به شاهد شدند. با این وجود تأثیر توأم کودهای شیمیایی، زیستی و اسید هیومیک نسبت به استفاده مجزای این کودها، بر

منابع

- Ahmad Y.M., Shahlabi 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.
- Akanbi W.B., Oaniyn A.B., Togum A.O., Ilupeju A.E.O. and Olairan O.A. 2009. The effect of organic and inorganic fertilizer on growth, calyx yield and quality of roselle (*Hibiscus Sabdariffa* L.). American Eurasian Journal of Sustainable Agriculture, 3(4): 652-657.
- Albayrak, S. and Camas, N. 2005. Effect of different levels and application times of humic acid on root and leaf yield and yield component of forage turnip (*Brassica rapa* L.). Journal of Agronomy, 4(2): 130-133.
- Alizadeh Moradi, M., Ramroudi, M. and Asgharipour, M. R. 2018. Response of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) as a medicinal plant to planting date and micronutrient spraying in alley cropping. Applied Field Crops Research, 31(2): 119-134.
- Amara D. G. and Mourad, S.M. 2013. Influence of organic manure on the vegetative growth and tuber production of potato (*Solanum tuberosum* L. varspunta) in a Sahara desert region. International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 5 (22): 2724-2731.
- Arnon, A.N. 1967. Method of extraction of chlorophyll in the plants. Agronomy Journal, 23:112-121.
- Ayala, S. and Prakasa Rao, E. V. S. 2002. Perspective of soil fertility management with a focus on fertilizer use for crop productivity. Journal of Current Science, 82: 797-807.
- Ayman, M., Kamar, M. and Khalid, M. 2009. Amino and humic acids promote growth, yield and disease resistance of faba bean cultivated in clay soil. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 3(2): 731-739.
- 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.
- Babae, K., Amini Dehaghi, M., Modares Sanavi, S.A.M. and Jabbari. R. 2010. Water deficit effect on morphology, prolin content and thymol percentage of thyme (*Thymus vulgaris* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 26(2): 239-251.

- Bian, Sh., and Jiang, Y. 2008. Reactive oxygen species, antioxidant enzyme activities and gene expression patterns in leaves and roots of Kentucky bluegrass in response to drought stress and recovery. *Scientia Horticulturae*, 120: 264-270.
- Boveiri Dehsheikh, A., Mahmoodi Sourestani, M., Zolfaghari, M. and Enayatizamir, N. 2017. The effect of plant growth promoting rhizobacteria, chemical fertilizer and humic acid on morpho-physiological characteristics of basil (*Ocimum basilicum*). *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 26(4): 129-142.
- Copley, L. S. 1975. *An Introduction to the Botany of Tropical Crops*. Longman Group, U.K.
- De Sanfilippo, E.C., Argüello, J., Abdala, G. and Orioli, G. 1990. Content of auxin-inhibitor and gibberellin-like substances in humic acids. *Biologia Plantarum*, 32(5): 346-351.
- Dordas, C. and Sioulas, C. 2008. Safflower yield, chlorophyll content, photosynthesis, and water use efficiency response to nitrogen fertilization under rainfed conditions. *Industrial Crops and Products*, 27 (1): 75-85.
- Ebramizadeh abdashti, R., Galavi, M. and Ramroudi, M. 2016. Effects of organic and chemical fertilizers on some quantitative traits and anthocyanin of roselle under Zabol conditions. *Journal of Horticulture Science*, 30(2): 169-177.
- Faraji, M. and Tarkhani, A. 1999. The effect of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) on essential hypertension. *Journal of Ethnopharmacology*, 65: 231-236.
- 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.
- Griffe, P., Metha, S. and Shankar, D. 2003. Organic production of medicinal, aromatic and dye yielding plants (MADPs): forward, preface and introduction. *Food and Agriculture Organization*, 2:52-63.
- Han, H. S. 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 and Environment*, 52: 130-136.
- Hashemi Fadaki, S. E., Fakheri, B. A., Mahdinezhad, N. and Mohammadpour Vashvaei, R. 2018. Effects of nano and nano bio-fertilizer on physiological, biochemical characteristics and yield of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) under drought stress. *Crops Improvement*, 20(1): 45-66.
- 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.
- Hoekstra, F.A., Golovina, E.A., and Buitink, J. 2001. Mechanisms of plant desiccation tolerance. *Trends in Plant Science*, 6(9): 431-438.
- Hojtpour, M. 2017. The effect of nitrogen and poultry manure on sweet corn yield in Yasuj. MSc Thesis. Faculty of Agriculture, University of Yasuj, 134 pages.
- Kandeel, A. M., Naglaa, S. A. T. and Sadek, A. A. 2002. Effect of biofertilizers on the growth, volatile oil yield and chemical composition of *Ocimum basilicum* L. *Plant. Annual Agriculture Science Cairo*, 1: 351-371.
- Kausar, A. and Azam, F. 1985. Effect of humic acid on wheat seeding growth. *Environmental and Experimental Botany*, 25: 245-252.
- Khalil, S. E. and Yousef, R. M. M. 2014. Study the effect of irrigation water regime and fertilizers on growth, yield and some fruit quality of *Hibiscus sabdariffa* L. *International Journal of Advanced Research*, 2(5): 738-750.

- Kumar, T. S., Swaminathan, V. and Kumar, S. 2009. Influence of nitrogen, phosphorus and biofertilizers on growth, yield and essential oil constituents in ratoon crop of davana (*Artemisia pallens* Wall.). Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry, 8(2):86-95.
- Lowry, O.H., Rosebrough, N.J. and Rand, R.J. 1951. Protein measurement with the folin phenol reagent. Journal of Biological Chemical, 193 (1951) 265-273.
- Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2nd Academic Press. Ltd. London. Pp: 245.
- Mir, Z., Dahmardeh, M., Khammari, I. and Piri, J. 2018. Determine the optimal levels of bio-fertilizers and foliar application of iron on yield and quality indices of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). Journal of Agroecology, 9(4): 1194-1207.
- Mohammadpour vashvaei, R., Ghanbari, A. and Fakheri, B. A. 2017. Effect of different fertilization systems (chemical, biological and integrated) on nitrogen and phosphorus concentration, biochemical attributes and sepals dry weight of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). Journal of Agroecology, 9(4): 652-674.
- Moradi, R., Rezvani Moghaddam, P., Nasiri Mahallati, M. and Lakzian, A. 2009. The effect of application of organic and biological fertilizers on yield, yield components and essential oil of *Foeniculum vulgare* (Fennel). Iranian Journal of Field Crops Research, 7(2): 625-635.
- 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 liquid medium. Internatinal Journal of Botany, 6: 394-403.
- Nasuti Miandoab, R., Smavat, S. and Tehrani. M. M. 2010. Properties of humic acid fertilizer on plants and soil. Agriculture and Food, 101:53-55.
- Nikbakht, A., Kafi, M., Babalar, M., Xia Y. P., Luo, A. and Etemadi, N. 2008. Effect of humic acid on plant growth, nutrient uptake and postharvest life of Gerbera. Journal of Plant Nutrition, 31: 2155-2167.
- 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.
- Omidbaigi, R. 2005. Production and processing of medicinal plants. Vol. 2. Astan Gods Razavi Press.
- Omidbaigi, R. and Nobakht, A. 2001. Nitrogen fertilizer affecting growth, seed yield and active substances of Milk thistle. Pakistan Journal of Biological Science, 4: 1345-1349.
- Pop, G., Pirsan, P., Mateoc-Sirb, N. and Mateoc, T. 2007. Influence of technological elements on yield quantity and quality in marigold cultural conditions of Timisoara. 1st International scientific conference on medicinal, aromatic and spice plants. Slovak University of Agriculture in Nitra. Pp. 20-23.
- Rahbarian, P., Afsharmanesh, G., and Shirzadi, M.H. 2010. Effects of drought stress and manure on relative water content and cell membrane stability in dragonhead (*Dracocephalum moldavica*). Journal Plant Ecophysiology, 2(1): 13-19.
- Raifa, A.H., Hemmat, K.I., Hala, M.S., and Sadak, M.S. 2005. Increasing the active constituents of sepals of roselle (*Hibiscus subdariffa* L.) plant applying gibberellic acid and benzyladenine. Journal of Applied Science Research, 1(2): 137-146.
- Rezaei-chiyaneh, E., Tajbakhsh, M., Ghiyasi, M. and Amirnia, R. 2015. Effect of integrated organic and chemical fertilizers on quantitative and qualitative yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under dry farming conditions. Research in Field Crops, 3(1): 55-69.

Sanjari, M., Sirousmehr, A. R. and Fakhri, B. 2016. The effects of drought stress and humic acid on morphological traits, yield and anthocyanin of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). Journal of Agroecology, 8(3): 346-358.

Sceffer, M.S.C., Ronzelli Junio, P.R., and Koehler, H.S. 1993. Influence of organic fertilization on the biomass, yield and yield composition of the essential oil of *Achillea millefolium* L. Acta Horticultural, 331:109-114.

Sreevalli, Y., Baskaran, K., chandra shekara, R., Kuikkarni, R., Sushil, H., Samresh, D., Kukre, J., Ashok, A., Sharmr Singh, K., Srikanth, S. and Rakesh, T. 2001. Preliminary observation on the effect of irrigation frequency and genotypes on yield and alkaloid concentration in petriwinkle. Journal of medicine Aromatic Plant Science, 22(4): 356-358.

Swaefy Hend, M. F., Weaam, R. A., Sabh, A. Z. and Ragab, A. A. 2007. Effect of some chemical and biofertilizers on peppermint plants grown in sandy soil. The Journal of Agricultural Science, 52(2): 451-463.

Taiz, L. and Zeiger, E. 2006. Plant Physiology, (4th Edition). Sinauer Associates, Sunderland, Mass, 623p.

Turkmen, O., Dursun, A., Turan, M. and Erdinc, C. 2004. Calcium and humic acid affect seed germination, growth, and nutrient content of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) seedling under saline soil conditions. Soil Plant Science, 54: 168- 174.

Vessey, J.K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizer. Plant and Soil, 255: 571-586.

Vidal, I., Longeri, L. and Hétiér, J. M. 1999. Nitrogen uptake and chlorophyll meter measurements in spring wheat, vNutr. Cycl. Agroecosyst, 55: 1-6.

Vitrac, X., Larronde, F., Krisa, S., Decendit, A., Deffieux, G. and Mérillon, J. M. 2000. Sugar sensing and Ca²⁺ calmodulin requirement in *Vitis vinifera* cells producing anthocyanins. Photochemistry, 53: 659-665.

Wagner, G.J. 1979. Content and vacuole/extra vacuole distribution of neutral sugars, free amino acids, and anthocyanin's in protoplast. Journal of Plant Physiology, 64(1): 88-93.

Yadav, R.D., G.L. Keshwa, and S.S. Yadav. 2002. Effect of integrated use of FYM, urea and sculpture on growth and yield of isabgol (*Plantago ovata*). Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences, 25: 668-671.

Zgallai, H., Steppe, K. and Lemeur, R. 2006. Effects of different levels of water stress on leaf water potential, stomata resistance, protein and chlorophyll content and certain anti oxidative enzymes in tomato plants. Journal of Integrative Plant Biology, 48(6): 679-685.