

Investigation of Quantitative Yield and Some Morphological Traits of Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) in Response to Different Planting Pattern and Integrated Fertilizer Management

Mohammad Shirin¹, Esfandiar Fateh^{2*}, Amir Aynehband³

Received: 08 April 2025

Accepted: 19 August 2025

1- PhD Student of Agrotechnology, Production Engineering and Plant Genetic Dept, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

2- Assoc. Prof, Production Engineering and Plant Genetic Dept, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

3- Prof, Production Engineering and Plant Genetic Dept, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

* Corresponding Author Esfandiar Fateh Email: e.fateh@scu.ac.ir

Abstract

Background and Objectives: Roselle (sour tea) is a multipurpose plant with various applications, including use as a food, medicinal, and ornamental plant. The aim of this research was to investigate the effects of planting arrangement and integrated fertilizer management (plant nutrition) on quantitative and economic traits.

Materials and Methods: The experiment was conducted as a split-plot design in a randomized complete block arrangement with three replications at the educational Farm of the plant production and genetics department, Shahid Chamran University of Ahvaz during the 2022-2023 growing season. The main plot treatments consisted of four ridge planting systems: 50 cm row spacing (conventional furrow), 50 cm row spacing (wide furrow), 75 cm row spacing (conventional furrow), and 75 cm row spacing (wide furrow). The subplot treatments included five integrated nutrient management systems: chemical fertilizer (control), integrated treatment A (chemical base (100% N-P-K) with cattle manure and humic acid), integrated treatment B (chemical base (75% N-P-K) with super nitroplus biofertilizer, barvar-2 phosphate biofertilizer and micronutrient mixture), organic treatment A (compost, super nitroplus, Biosulfur, Barvar-2, humic acid and jasmonic acid), and organic treatment B (vermicompost, mycorrhizal fungi, super nitroplus, salicylic acid, melatonin, and ellagic acid).

Results: The evaluated plant traits and indices included characteristics related to yield components such as plant height, number of capsules, number of seeds per capsule, number of lateral branches, dry weight of leaves, dry weight of stems and lateral branches, dry weight of capsules, 1000-seed weight, dry weight of calyx, and economic yield index. The results indicated that the maximum plant height (236.6 cm), number of capsules (42.6 capsules per plant), number of seeds per capsule, number of lateral branches (6.7 lateral branches), dry weight of capsules (1.52 g), dry weight of leaves (25.7 g per plant), dry weight of stems and lateral branches (227 g per plant), and economic harvest index (calyx) (8.7%) were achieved in the 75 cm wide planting arrangement with integrated fertilizer A. The highest 1000-seed weight (48.8 g) was obtained in the 75 cm wide planting arrangement with organic fertilizer B (48.8 g), and the highest economic yield was achieved in the 50 cm conventional planting arrangement with integrated fertilizer A (0.73 g). Correlation analysis between traits revealed that the dry weight of capsules and calyx, which are among the most important quantitative and yield-related traits of roselle, had a strong and positive correlation (0.99) with each other.

Conclusion: Research indicates that in tropical and subtropical regions, the warm-adapted roselle achieves optimal economic yield when grown under specific conditions temperatures around 27°C during the reproductive stage, combined with wide furrow that promotes extensive lateral branching and greater vegetative growth space. Furthermore, the integrated application of combined fertilizer treatment A (N.P.K chemical fertilizers) with (cattle manure and humic acid) consistently produces excellent quantitative yield outcomes, demonstrating the plant's positive response to balanced nutrient management in these climatic conditions.

Keywords: Economic Yield, Medicinal Plant, Planting Arrangement, Plant Nutrition Management, Yield Components



This is an open-access article under the CC BY NC license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/>)

Copyright@ 2025 Esfandiar Fateh Email: e.fateh@scu.ac.ir



<https://doi.org/10.22034/saps.2025.66677.3357>

بررسی عملکرد کمی و برخی صفات مورفولوژیکی چای ترش (*Hibiscus sabdariffa* L.) در واکنش به آرایش کشت و مدیریت تلفیقی کود

محمد شیرین^۱، اسفندیار فاتح^{۲*}، امیر آینه بند^۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۵/۲۸

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۱/۱۹

۱- دانشجوی دکتری دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.

۲- دانشیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.

۳- استاد دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.

چکیده

مقدمه و اهداف: چای ترش گیاهی چند منظوره با کاربردهای مختلفی از جمله استفاده به عنوان گیاه غذا، دارو و گیاه زینتی است. بررسی آرایش کشت و مدیریت تلفیقی کود (تغذیه گیاه) بر صفات کمی و اقتصادی از اهداف این پژوهش می‌باشد.

مواد و روش‌ها: آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی، با سه تکرار در مزرعه آموزشی شماره یک گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی دانشگاه شهید چمران اهواز در سال زراعی ۱۴۰۲-۱۴۰۱ به اجرا در آمد. تیمار اصلی مورد آزمایش شامل آرایش کاشت جوی و پشته در چهار سطح (فاصله بین ردیف ۵۰ سانتی‌متر (پشته معمولی) و (پشته عریض))، (فاصله بین ردیف ۷۵ سانتی‌متر (پشته معمولی) و (پشته عریض)) و تیمار فرعی شامل پنج سطح مدیریت تلفیقی کود شیمیایی، تلفیقی الف (پایه شیمیایی (۱۰۰ درصد N-P-K) همراه با کود گاوی و هیومیک اسید)، تلفیقی ب: (پایه شیمیایی (۷۵ درصد N-P-K) + کود زیستی سوپرنیتروپلاس + کود فسفات بارور ۲ و مخلوط عناصر ریزمغذی)، آلی الف (کمپوست، سوپرنیتروپلاس، بیوسولفور، فسفات بارور ۲، هیومیک اسید و جاسمونیک اسید) و آلی ب (ورمی‌کمپوست، قارچ میکوریزا، سوپرنیتروپلاس، سالیسیلیک اسید، ملاتونین، الازیک اسید) در نظر گرفته شدند.

یافته‌ها: صفات و شاخص‌های گیاهی مورد ارزیابی ویژگی‌های مربوط به اجزای عملکرد شامل ارتفاع بوته، تعداد غوزه، تعداد دانه در غوزه، تعداد شاخه فرعی، وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه و شاخه فرعی و وزن خشک غوزه، وزن ۱۰۰۰ دانه، وزن خشک کاسبرگ و شاخص عملکرد اقتصادی بودند. کشت با فاصله ردیف ۷۵ سانتی‌متر و کود تلفیقی (الف) به‌طور معنی‌داری بهترین نتایج را نشان داد. این تیمار موجب افزایش ارتفاع بوته به ۲۳۶/۶ سانتی‌متر، تعداد ۱۶۲ غوزه در بوته و تعداد شاخه فرعی ۲۵/۳ شد. بیشترین وزن خشک غوزه (۱/۵۲ گرم)، برگ (۲۵/۷ گرم) و ساقه (۲۲۷ گرم) و بالاترین شاخص برداشت اقتصادی کاسبرگ (۸/۷٪) در این تیمار مشاهده گردید. همچنین از تیمار فاصله ردیف ۷۵ سانتی‌متر با کود آلی (ب) بیشترین وزن هزار دانه (۴۸/۸ گرم) به‌دست آمد، درحالی‌که بالاترین عملکرد اقتصادی (۰/۷۳ گرم در بوته) در تیمار ۵۰ سانتی‌متر با کود تلفیقی (الف) حاصل شد. همبستگی بین صفات نشان داد وزن خشک غوزه و کاسبرگ که جز مهم‌ترین صفات کمی و عملکردی گیاه چای ترش هستند با هم همبستگی قوی و مثبت (۰/۹۹) داشتند.

نتیجه‌گیری: به نظر می‌رسد که در شرایط گرمسیری و نیمه گرمسیری با توجه به اینکه چای ترش گیاهی گرمادوست است درجه دمای بالا (۲۸ درجه) در مرحله زایشی گیاه و همچنین تشکیل شاخه‌های فرعی زیاد کشت‌های با ردیف عریض‌تر به واسطه فضای رشد رویشی بیشتر در عملکرد اقتصادی گیاه تأثیرگذار خواهد بود. از طرفی با به کارگیری ترکیبات کود تلفیقی الف (شیمیایی N-P-K) همراه با کود گاوی و هیومیک اسید عملکرد کمی بسیار مطلوبی را می‌توان انتظار داشت.

واژه های کلیدی: اجزای عملکرد، آرایش کشت، عملکرد اقتصادی، گیاه دارویی، مدیریت تغذیه گیاه

مقدمه

بیش از ۳۰۰ گونه از چای ترش در سراسر دنیا یافت می‌شوند. زادگاه اصلی این گیاه غرب آفریقا بوده و در زمان حال در سطح گسترده‌ای در آسیا، غرب آفریقا، استرالیا از مالزی تا هند، اروپای غربی (اتریش)، آمریکای مرکزی و خیلی از کشورهای گرمسیر کشت و کار می‌شود (بایرامی و همکاران ۲۰۱۹ و اسلام و همکاران ۲۰۲۰). در ایران زمین چای ترش را در سیستان و بلوچستان و در شهرهای خاش، ایرانشهر، نیکشهر و دلگان و در شهرهای جنوبی خوزستان به صورت بهاره و تابستانه کشت و کار می‌کنند (دهمرد ۲۰۱۲). چای ترش^۱ گیاهی دارویی از خانواده ختمی بوده که در مناطق گرمسیر و نیمه گرمسیری دنیا به چندین منظور کشت و کار می‌گردد. مواد آلی خاک جزء کلیدی همه اکوسیستم‌های خشکی می‌باشد و هر گونه تغییر در فراوانی و ترکیب آن اثرات بسیار مهمی بر بسیاری از فرآیندهای موجود در آن را به همراه دارد. از مزایای کودهای آلی می‌توان به عدم سمی بودن این کودها برای گیاهان مختلف اشاره نمود. این کودها باعث جلوگیری از بروز بیماری‌های مختلف برای گیاه می‌شوند (یرزاگالا و همکاران ۲۰۲۳).

استفاده از کودهای آلی یک روش بسیار مهم برای تأمین نیازهای غذایی گیاهان است، بدون اینکه تأثیرات نامطلوبی بر محیط زیست داشته باشد. همچنین کودهای آلی نقش عمده‌ای در دستیابی به کشاورزی پایدار ایفا می‌کنند؛ زیرا این کودها برای تثبیت باروری خاک، منبع مناسبی از هوموس خاک و مواد مغذی کلان و خرد (نظیر نیتروژن، فسفر و پتاسیم) فراهم می‌کنند (یرزاگالا و

همکاران ۲۰۲۳). در آزمایشی که چیو و همکاران (۲۰۲۴) نشان دادند بالاترین مقادیر عملکرد اقتصادی و زیستی چای ترش در خاک رسی شامل ارتفاع بوته، تعداد شاخه در بوته، وزن خشک کل بوته، اجزای عملکرد (تعداد میوه، کاسبرگ و عملکرد دانه در بوته) در حضور ترکیبات شیمیایی (N - P - K) و ۶۸ کیلوگرم نیتروژن + ۳۲ کیلوگرم P_2O_5 + ۲۴ کیلوگرم K_2O و اسید هیومیک ۴ لیتر در هر هکتار بدست آمد. در شرایط مناطق مرکزی مصر حداکثر افزایش رشد گیاه چای ترش (ارتفاع بوته، تعداد شاخه و وزن تر در هر بوته)، عملکرد (وزن خشک کاسبرگ و بذر در بوته و در هر تغذیه) تحت بافت خاک‌های مختلف (رس، لوم شنی و خاک‌های ماسه‌ای لومی) با تیمار سولفات آمونیوم (۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن، ۱۵۰ کیلوگرم کلسیم، سوپر فسفات (۲۲/۵) کیلوگرم P_2O_5) و ۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم K_2O ، ۲۴ کیلوگرم به همراه کودهای زیستی و ازتوباکتر به دست آمد (حسن و ال سید ۲۰۱۶).

محمدپور و همکاران (۲۰۱۷) دریافتند که اثر متقابل کود گاوی (۷ تن در هر هکتار) همراه با مخلوطی از بیوکودها (هیومیک و نیتروپلاس) بهترین نتایج را برای گیاهان چای ترش شامل عملکرد کاسبرگ‌ها، عملکرد بذر، محتوای آنتوسیانین و ویتامین C در کاسبرگ‌ها و همچنین ترکیبات شیمیایی برگ‌ها به ازای هر گیاه (نیتروژن، فسفر، پتاسیم، پروتئین و کربوهیدرات‌های کل) تحت شرایط خاک رسی لومی به دست آورد؛ چای ترش که با ترکیب نیمی از مقدار کود شیمیایی + ۲۰ تن در هکتار کمپوست و ۲۰۰ پی‌پی‌ام اسید آسکوربیک تیمار شده بودند، به طور ایمن و بهتر از شرایط کامل کود

شیمیایی عمل کردند، جایی که این ترکیب به طور معناداری بالاترین مقادیر ارتفاع گیاه، تعداد برگ‌ها، شاخه‌ها و میوه‌ها به ازای هر گیاه، وزن تازه و خشک شاخه‌ها، برگ‌ها و کاسبرگ‌ها به ازای هر گیاه، عملکرد بذر و کاسبرگ‌ها و همچنین جذب نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن، روی و منگنز در برگ‌ها را افزایش داد؛ عبارتی کود استفاده شده توانسته نیتروژن و مواد غذایی ضروری خاک را افزایش دهد و در نتیجه شرایط بهتری برای رشد گیاه فراهم کند. (هندی وال و همکاران ۲۰۲۴). از سوی دیگر، بایرامی و همکاران (۲۰۱۹) دریافتند که سطح عرضه آب در بین فواصل خط کاشت تأثیر معنی‌داری بر محتوای کلروفیل در برگ‌ها دارد و تأثیری بر خصوصیات ارتفاع گیاه، قطر ساقه، تعداد شاخه‌ها و بسته شدن روزنه‌ها نداشت.

کودهای شیمیایی غیر یارانه‌ای نسبتاً گران هستند و به دلیل قدرت خرید پایین کشاورزان خرد، به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه، کشاورزان نمی‌توانند کودها را به نسبت متعادل استفاده کنند که این امر می‌تواند منجر به کاهش محصول شود. در چنین شرایطی، استفاده یکپارچه از منابع نیتروژن شیمیایی و آلی می‌تواند نقش مهمی در حفظ باروری خاک و افزایش محصول ایفا کند (محمّدپور و شوابی و همکاران ۲۰۱۸). برخی از محققین اذعان دارند که وجود اسید هیومیک و کودهای دامی در ترکیبات کودی گیاهان می‌تواند اصلاح خاک و بهبود دانه بندی خاک را به واسطه فضای بیشتری برای نفوذ آب در خاک ایجاد کنند، که در این شرایط رشد و نمو بهتر همراه با تعداد شاخه فرعی و غوزه را برای چای ترش رقم می‌زند (سنجری و همکاران ۲۰۱۶). حسن و السید (۲۰۱۶) در پژوهشی که بر روی چای ترش تحت تیمارهای تراکم و مدیریت کودی انجام دادند دریافتند که تأثیر تراکم کشت (۷۵ × ۵۰ سانتی‌متر ۲ ردیف کشت) و مدیریت تلفیقی کودها (کود دامی + کود شیمیایی) بر برخی صفات مورفولوژیکی چای ترش تأثیر مثبت دارد. در بررسی تأثیر آرایش کشت و سطوح مختلف نیتروژن بر رشد و عملکرد چای ترش که توسط کریمیان و

همکاران (۲۰۲۰) انجام شد کشت دو ردیفه با فاصله ۱۰۰ سانتی‌متر بین ردیف‌ها و ۵۰ سانتی‌متر بین گیاهان، بیشترین ارتفاع ساقه را داشت. در مطالعه دیگر رسولی و همکاران (۲۰۱۸) نشان دادند که استفاده از ژیک اسید و سالیسیلیک اسید به مقدار پنج میلی‌مولار عملکرد گیاه سرخارگل را به طور قابل توجهی افزایش داد.

استفاده از کودهای آلی به همراه انتخاب الگوی کاشت مناسب و تراکم مطلوب گیاهی، برای بهره‌وری بهتر از تمام عوامل و منابع تولید، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (کوچکی و همکاران ۲۰۱۹). مکانیزم کشت روی پشته‌های عریض در مناطق خشک و کم آب به منظور حفظ رطوبت می‌باشد و باعث صرفه جویی در مصرف آب، نهاده‌ها و نیروی کار لازم برای کشت می‌گردد (سارتاس ۲۰۲۱). وضعیت یا الگوی هندسی بوته‌ها در یک ردیف را می‌توان با تنظیم عرض ردیف، فاصله میان بوته‌ها و نحوه قرارگیری آن‌ها روی ردیف کشت تغییر داد (بذرافشان و همکاران، ۲۰۰۵). انتخاب آرایش مناسب برای کاشت می‌تواند از طریق تغییر توزیع نور دریافتی در سایه‌انداز گیاهی، تأثیر قابل توجهی بر فتوسنتز داشته باشد. همچنین، آرایش کشت بر دسترسی به آب و عناصر غذایی نیز اثرگذار است (کوچکی و همکاران ۲۰۱۹). در این راستا شباهنگ و همکاران (۲۰۱۰) با بررسی اثر فواصل بین ردیف و روی ردیف بر اجزای عملکرد، عملکرد بذر و روغن گیاه دارویی کدو پوست کاغذی^۱ اظهار داشتند که آرایش کاشت در فاصله ردیف‌های عریض اثر معنی‌داری بر عملکرد کمی بذر نسبت به شاهد (۶۰ سانتی‌متر) به دلیل استفاده بهتر و بیشتر از منابع نوری و کاهش رقابت آبی بین بوته‌ها داشت. در مجموع وضعیت کنونی جهان به طور قطع نیاز به پذیرش شیوه‌های کشاورزی دوستدار محیط زیست برای تولید پایدار غذا را تأکید می‌کند که در این رابطه استفاده یکپارچه از کودهای آلی با یا بدون کودهای معدنی و کنترل آفات و بیماری‌ها در مراحل مختلف فنولوژیکی و همچنین برای افزایش صفات کمی و عملکرد می‌تواند با انتخاب آرایش کاشت مناسب به عنوان راه‌حلی

برای دستیابی به تولید پایدار چای ترش قابل پیشنهاد است (نورحیاتی و ادزانی ۲۰۱۹). بنابراین، این مطالعه به منظور تعیین عملکرد کمی و برخی صفات مورفولوژیکی تحت تأثیر آرایش کشت و مدیریت تلفیقی کود بر چای ترش انجام شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در خرداد ماه سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۲ در مزرعه آموزشی شماره یک دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز که در مرکز استان خوزستان (با اقلیم گرم و خشک، طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۶۷ دقیقه و

عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۳۱ دقیقه در حاشیه غربی رودخانه کارون و ارتفاع ۲۰ متر از سطح دریا قرار دارد اجرا شد. این آزمایش به شکل کرت‌های یک‌بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار با هدف بررسی عملکرد کمی و برخی صفات مورفولوژیکی چای ترش در واکنش به روش‌های مختلف کشت و مدیریت تلفیقی کود به اجرا درآمد. به منظور تعیین ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک مزرعه مورد کشت، پیش از شروع آزمایش، دو نمونه مرکب تا عمق ۳۰ سانتی‌متری خاک تهیه شده و برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن در جدول (۱) آورده شده است.

جدول ۱- مشخصات فیزیکی شیمیایی خاک محل آزمایش

ماده آلی (%)	هدایت الکتریکی (dS.m ⁻¹)	pH	پتاسیم قابل جذب (mg.kg ⁻¹)	فسفر قابل جذب (mg.kg ⁻¹)	نیترژن کل (%)	بافت خاک	عمق نمونه‌برداری (cm)
۰/۳۱	۱/۳۳	۷/۷۶	۱۴۶	۱۴/۶۱	۰/۱۱	رسی لومی	۰-۳۰

در این پژوهش کرت اصلی، روش‌های مختلف آرایش کاشت (شکل ۱) در چهار سطح شامل: ۱- فاصله بین ردیف ۵۰ سانتی‌متر (پشته^۱ معمولی با یک طرف کشت)، ۲- فاصله بین ردیف ۵۰ سانتی‌متر (پشته عریض با دو طرف کشت)، ۳- فاصله بین ردیف ۷۵ سانتی‌متر (پشته معمولی با یک طرف کشت)، ۴- فاصله بین ردیف ۷۵ سانتی‌متر (پشته عریض با دو طرف کشت) و کرت فرعی (مدیریت تلفیقی کود) شامل پنج سطح: ۱- شیمیایی بر اساس میزان N-P-K توصیه شده (۹۰-۱۱۰-۷۵) از منبع اوره، سوپر فسفات تریپل و سولفات پتاسیم، ۲- تلفیقی الف: کود پایه شیمیایی (۱۰۰ درصد N-P-K) همراه با کود گاوی (۵ تن در هکتار) + هیومیک اسید (۱ کیلوگرم در هکتار)، ۳- تلفیقی ب: کود پایه شیمیایی (۷۵ درصد N-P-K) + کود زیستی سوپرنیتروپلاس (۱ کیلوگرم در

هکتار) و کود فسفات بارور ۲ (۱۰۰ گرم در هکتار) + کود مخلوط عناصر ریزمغذی (محلول‌پاشی)، ۴- آلی الف: کود کمپوست (۵ تن در هکتار)، سوپرنیتروپلاس (۱ لیتر در هکتار با آب آبیاری از منبع پلنت استار شرکت دانش بنیان مروارید هامون) + بیوسولفور (۶ کیلوگرم در هکتار با آب آبیاری از منبع کوالی مکس شرکت ردسا) + فسفات بارور ۲ (۱۰۰ گرم در هکتار با آب آبیاری) + هیومیک اسید (۱ کیلوگرم در هکتار با آب آبیاری)^۲ و جاسمونیک اسید^۳ (۵ میلی‌مولار در لیتر) (محلول‌پاشی)، ۵- آلی ب: کود ورمی‌کمپوست (۵ تن در هکتار)، قارچ میکوریزا^۴ (تلقیح بذری^۵)، سوپرنیتروپلاس^۶ (۱ لیتر در هکتار) + سالیسیلیک اسید (۵۰۰ میلی‌مول در لیتر) + ملاتونین (ان- استیل ۵- متوکسی تریپتامین (۵۰۰ میلی‌مول در لیتر)) و الاژیک اسید^۷ (۵۰ میلی‌گرم در لیتر)

مخلوط می‌کنیم، بعد از خشک شدن رطوبت سطحی بذرهای تلقیح شده کشت می‌شوند (رجالی، ۲۰۱۸).

۶ . شرکت دانش بنیان اکسیر حیات البرز

7 . C₁₄H₆O₈

1 . Furrow

۲ . شرکت دانش بنیان مرسین کشت

3 . C₁₂H₁₈O₃

4 . *Glumus mossea*

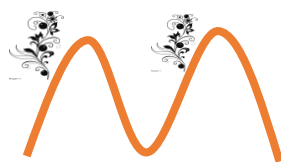
۵ . بذور مورد نظر با یک ماده چسباننده آغشته ، سپس مایه تلقیح قارچ (شرکت دانش بنیان زیست فناوری پیشتان واریان) را به آن اضافه و کاملاً

اعمال تیمار کود شیمیایی به صورت پایه و سرک در دو مرحله چهار تا شش برگی و قبل از غنچه‌دهی هم زمان با آب آبیاری داده شد (پارسا مطلق و همکاران ۲۰۱۷). همچنین از بین سطوح کرت فرعی مدیریت کود تلفیقی هیومیک اسید همزمان با آب آبیاری در دو مرحله و محلول پاشی ملاتونین، الاژیک اسید و جاسمونیک اسید بعد از تهیه محلول مورد نیاز در دو مرحله ۶ برگی و قبل از گلدهی و بدلیل حساس بودن این محلول‌ها به نور و گرما و اثرپذیری حداکثری آنها بر گیاه در زمان قبل از طلوع آفتاب بوسیله کودپاش کوله ای صورت گرفت (بایرامی و همکاران ۲۰۱۹).

در زمان برداشت (اوایل آبان‌ماه) صفات رویشی ارتفاع بوته، تعداد غوزه در بوته، تعداد دانه در غوزه، تعداد شاخه فرعی در بوته، وزن خشک برگ در بوته، وزن خشک ساقه و شاخه‌های فرعی در بوته، وزن خشک غوزه در بوته، وزن خشک کاسبرگ در بوته، وزن هزار دانه و شاخص برداشت کاسبرگ در پنج بوته از خطوط غیر حاشیه (ردیف‌های وسط هر کرت) به صورت تصادفی بوته‌ها کف بُر، برداشت و اندازه‌گیری شدند. برای تعیین وزن خشک، نمونه‌های گیاهی به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد در آون قرار گرفته و سپس با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین گردید. کلیه محاسبات آماری با استفاده از نرم افزاری SAS نسخه ۹/۳ انجام و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد و برای همبستگی بین صفات از روش پیرسون استفاده شد. رسم جداول با کمک نرم‌افزار Excel ۲۰۱۹ صورت گرفت.

(محلول‌پاشی) در نظر گرفته شد. کشت ماقبل از چای ترش، کتان^۱ بوده که بعد از برداشت تمامی بقایای آن و قبل از انجام تهیه زمین و اجرای نقشه کاشت از سطح زمین مزرعه آزمایشی جمع‌آوری شد. اعمال تیمار آرایش کشت ابتدا با دستگاه فاروئر پشته‌ها به عرض ۵۰ و ۷۵ سانتی‌متری ایجاد گردید و سپس به کمک ادوات دستی اقدام به تهیه پشته عریض شد. هر تکرار شامل ۲۰ کرت بود و در مجموع ۶۰ کرت که فاصله کرت‌های اصلی ۳ متر و کرت‌های فرعی ۱ متر و فاصله تکرارها از هم ۲ متر در نظر گرفته شد. کشت بصورت دستی از بذره‌های سالم و یکدست گیاه چای ترش رقم ویداس (Vidas) از شرکت آرکا بذر ایرانیان که دارای خصوصیات دوره زندگی چندساله، زمان جوانه زنی ۱۰الی ۱۴ روز، بهترین زمان کاشت بهار و با نیاز نوری آفتاب دوست تهیه شده بود انجام گردید. بدین منظور کشت در اول خردادماه سه تا چهار بذر در هر کپه در عمق دو الی سه سانتی‌متری در چهار ردیف ۳ متری (در پشته‌های ۵۰ سانتی‌متر فاصله بین بوته ۲۵ سانتی‌متر و در پشته‌های ۷۵ سانتی‌متر فاصله بین بوته ۱۶ سانتی‌متر) با تراکم ۸۰۰۰۰ بوته در هکتار انجام شد. آبیاری بر اساس نیاز گیاه در ابتدا جوانه‌زنی و سبز شدن (سه تا پنج روز) و بعد از شاخه‌دهی جانبی هر (۱۰ تا ۱۴ روز) یکبار انجام شد. در مرحله چهار تا شش برگی برای رسیدن به تراکم مناسب تنک کردن کرت‌ها (هشت بوته در مترمربع) و مبارزه با علف‌های هرز بصورت دستی (وجین با استفاده از فوکا) در سه مرحله (پنج تا شش برگی، ساقه دهی، شاخه دهی جانبی) صورت گرفت و از هر گونه آفت‌کش و علف‌کش در طول دوره رشد گیاه استفاده نگردید.

۵۰ و ۷۵ سانتی متر معمولی



۵۰ و ۷۵ سانتی متر عریض



شکل ۱- نحوه قرار گرفتن بوته‌ها در کرت‌های اصلی معمولی و عریض

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

با توجه به جدول تجزیه واریانس، این صفت رویشی مورد آزمایش تحت تأثیر تیمارهای آرایش کشت و مدیریت تلفیقی کود قرار گرفت و در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). از طرف دیگر مقایسات میانگین اثر متقابل تیمارهای آرایش کشت و مدیریت تلفیقی کود نشان داد که بیشترین ارتفاع مربوط به فاصله بین ردیف ۷۵ سانتی‌متر (پشته عریض) در کود تلفیقی (الف) و همچنین کود آلی (الف) با ۲۳۶/۶ سانتی‌متر و کمترین میزان ارتفاع مربوط به برهم‌کنش فاصله بین ردیف ۵۰ سانتی‌متر (پشته معمولی) و (کود آلی ب) با ۱۶۳/۳ سانتی‌متر بدست آمد (جدول ۴). با بررسی مقایسات میانگین روش‌های مختلف آرایش کشت، بیشترین ارتفاع بوته مربوط به فاصله کشت ردیف ۷۵ سانتی‌متر (پشته عریض) و کمترین میزان ارتفاع بوته، فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر (پشته معمولی) بوده که ۷/۷ درصد اختلاف ارتفاع بوته را نشان داد. همچنین در بین نوع مدیریت کودهای مصرفی از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری وجود داشت. بین بیشترین (تلفیقی الف) تا کمترین (آلی ب) ارتفاع ساقه در حدود ۲۳/۷ درصد اختلاف وجود داشت (جدول ۳). این نتایج نشان دهنده تأثیرگذاری بیشتر مدیریت کود تلفیقی بر این شاخص نسبت به آرایش کشت بوده است. به نظر می‌رسد کاهش ارتفاع گیاه به موازات تنش‌های محیطی و رژیم تغذیه با اختلال در فتوسنتز یعنی کاهش تولید مواد فتوسنتزی جهت ارسال به بخش‌های در حال رشد گیاه و در نهایت عدم دستیابی گیاه به پتانسیل ژنتیکی از نظر ارتفاع صورت می‌گیرد. نتایج این پژوهش با نتایج علیزاده مرادی و اصغری‌پور (۲۰۱۸) مطابقت دارد. در آزمایشی که بر روی گیاه چای ترش انجام شد ترکیب نیمی از مقدار کود شیمیایی (توصیه شده) + ۲۰ تن کمپوست در هر هکتار و ۲۰۰ پی‌پی‌ام اسید آسکوربیک تیمار شده، به‌طور ایمن و بهتر از شرایط کامل کود شیمیایی عمل کردند. به‌طوری که این ترکیب به‌طور معناداری

صفت‌های ارتفاع گیاه، تعداد برگ‌ها، شاخه‌ها و میوه به ازای هر گیاه چای ترش، وزن تازه و خشک شاخه‌ها، برگ‌ها و کاسبرگ‌ها به ازای هر گیاه، عملکرد بذر و کاسبرگ‌ها را افزایش داد (هندی وال و همکاران ۲۰۲۴). در ارتباط با آرایش کشت، یافته‌های حاضر گواه این نکته است که تغییر در فواصل کاشت می‌تواند پارامترهای رشد گیاه را تحت تأثیر قرار دهد. این مشاهده با تئوری‌های موجود در مورد اهمیت فضای کافی برای توسعه سیستم ریشه و دسترسی به منابع محیطی همسو است. در بخش مدیریت کودی، تفاوت مشاهده شده بین تیمارهای مختلف تغذیه‌ای می‌تواند ناشی از تفاوت در سرعت معدنی‌سازی و قابلیت جذب عناصر غذایی باشد. استفاده از کودهای تلفیقی ممکن است با تأمین متعادل عناصر غذایی و بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک همراه باشد.

تعداد غوزه، تعداد دانه در غوزه و تعداد شاخه فرعی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر متقابل آرایش کشت و مدیریت تلفیقی کود بر روی سه صفت مذکور معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین تعداد غوزه (۱۶۲ غوزه)، تعداد دانه در غوزه (۲۲/۵ دانه در غوزه) و شاخه فرعی (۲۵/۳ شاخه فرعی) از برهم‌کنش تیمار آرایش کشت پشته عریض (۷۵ سانتی‌متر) و تیمار مدیریت کود تلفیقی (الف) و کمترین مقدار این سه صفت اندازه‌گیری شده از برهم‌کنش آرایش کشت پشته معمولی ۵۰ سانتی‌متری و تیمار کودی آلی (ب) (۴۲/۶ غوزه)، (۱۷/۳ دانه در غوزه) و (۶/۷ شاخه فرعی) بدست آمد (جدول ۴). در بررسی مقایسات میانگین روش‌های مختلف کشت، افزایش ۳۳ درصدی تعداد غوزه و ۵۶ درصدی تعداد شاخه‌های فرعی در روش کشت با فاصله ردیف ۷۵ و ۵۰ سانتی‌متر پشته عریض نسبت به کشت در فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متری با پشته معمولی حاصل گردید. (جدول ۳). در روش آرایش کشت با فاصله ردیف کمتر به‌دلیل گسترش بیشتر ساقه اصلی برای دریافت نور بیشتر رقابت درون گونه‌ای رخ می‌دهد، بنابراین تعداد

غوزه و شاخه فرعی کمتر دور از انتظار نیست. همچنین بین انواع کودهای مورد آزمایش اختلاف معنی‌دار وجود داشت. بدین ترتیب که کود تلفیقی (الف) بیشترین مقدار این دو شاخص را با ۱۳۳ غوزه و ۱۶/۹ شاخه فرعی در بوته و کود آلی (ب) که به ترتیب با ۶۰ غوزه و ۱۰/۹ شاخه فرعی را باعث شد اما اثر ساده این تیمار بر تعداد دانه در غوزه معنی‌دار نشد (جدول ۳). استفاده از کودهای آلی مانند اسید هیومیک و کود دامی با بهبود ساختار خاک و افزایش ظرفیت نگهداری آب، رشد گیاه را تقویت می‌کند. همچنین این ترکیبات با کاهش تبخیر

رطوبت و تنظیم تعرق، کارایی مصرف آب را افزایش می‌دهند. تأثیر مثبت آنها بر توسعه شاخه‌دهی و تعداد غوزه منجر به افزایش عملکرد زایشی گیاه می‌شود. ترکیب بهینه کود ضمن تأمین متعادل مواد مغذی، پایداری سیستم کشت را تضمین می‌کند. بنابراین، مدیریت تلفیقی تغذیه گیاه در دراز مدت با اصلاح خاک، راهکاری مؤثر برای افزایش کمیت محصولات است. نتایج این پژوهش با نتایج تحقیق حسن و السید (۲۰۱۶) مطابقت دارد.

جدول ۲- تجزیه واریانس میانگین مربعات آرایش کشت و کاربرد مدیریت تلفیقی کود بر صفات مورفولوژیکی و عملکرد کمی چای ترش

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد غوزه	تعداد دانه در غوزه	تعداد شاخه فرعی	وزن خشک برگ	وزن خشک ساقه و شاخه فرعی	وزن خشک غوزه	وزن خشک کاسبرگ	وزن ۱۰۰۰ دانه	شاخص برداشت کاسبرگ
بلوک	۲	۲۷۰/۹**	۸۶۴/۶**	۶/۳ ^{ns}	۶/۰۷ ^{ns}	۵/۱*	۲۸۱۳/۳**	۰/۰۰۰۳ ^{ns}	۰/۸۵**	۲۰۴/۷*	۰/۰۰۵ ^{ns}
آرایش کشت	۳	۵۹۲/۸**	۱۷۹۹/۸**	۷/۰ ^{ns}	۱۰۸/۱۵**	۷۷/۹**	۷۰۷۰/۳**	۰/۳**	۰/۱۸**	۱۰۸/۴ ^{ns}	۰/۰۰۴ ^{ns}
خطای اصلی	۶	۱۹/۴	۹۲/۲	۱۳/۲	۷/۱۳	۰/۷۹	۸۹/۵	۰/۰۰۰۵	۰/۰۲	۶۸/۴	۰/۰۰۴
مدیریت تلفیقی	۴	۳۳۵۳/۶**	۱۲۴۶۵/۴**	۱/۹ ^{ns}	۸۷/۸۹**	۶۸/۵**	۲۲۹۹/۵*	۰/۷**	۰/۱۶**	۳۴/۴ ^{ns}	۰/۰۰۱**
آرایش کشت × مدیریت کود	۱۲	۷۹/۴*	۹۳۱/۴**	۶/۴*	۷۹/۶۶**	۷۱/۲**	۳۵۲۲/۵**	۰/۱**	۰/۰۲**	۳۴/۲ ^{ns}	۰/۰۰۱**
خطای کرت فرعی	۳۲	۲۶/۲	۴۴/۳	۲/۸	۷/۸	۶/۸	۵۳۰/۲	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۳	۳۷/۱	۰/۰۰۰۳
ضرب تکرار	(%)	۲/۵	۷/۱	۸/۰	۱۹/۲	۱۷/۵	۱۵/۷	۷/۷	۱۳/۱	۱۶/۹	۱۳/۲

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد آزمون LSD می‌باشد

وزن خشک برگ

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که اثرات متقابل تیمارهای مورد آزمایش در سطح احتمال یک درصد بر وزن خشک برگ معنی‌دار است. تیمارهای فاصله ردیف ۵۰ و ۷۵ در کشت پشته عریض یا همان دو طرف کشت با ترکیب کود تلفیقی (الف) با ۲۴/۳ و ۲۵/۷ گرم در بوته بیشترین وزن خشک برگ را داشتند و در مقابل اثر متقابل تیمار فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر و کود آلی (ب) کمترین وزن خشک برگ (۷/۳ گرم در بوته) را داشت. این صفت نیز در بین تیمار آرایش کشت و مدیریت تلفیقی کود نیز در سطح یک درصد معنی‌دار شد به طوری که بیشترین وزن خشک برگ در تیمار آرایش کشت پشته‌های عریض ۵۰ و ۷۵ سانتی‌متر با حدود ۳۸/۵ درصد نسبت به کشت در فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متری

معمولی بدست آمد و در بین تیمار مدیریت کود بیشترین مقدار مربوط به کود تلفیقی (الف) با ۵۸/۱ درصد نسبت به کود آلی (ب) بدست آمد (جدول ۳). با وجود اینکه بزرگ‌ترین وظیفه اسید جاسمونیک در تنظیم کردن رشد گیاه که شامل ممانعت از ریزش برگ‌ها و افزایش وزن آنهاست اما به نظر می‌رسد خیلی تأثیر گذار نبوده است. از طرفی با توجه به حساس بودن الاژیک اسید به دمای بالای ۲۷ درجه سانتی‌گراد از کارایی نسبی این ماده آلی نیز کاسته شده است. مفتاحی زاده (۲۰۲۱) در پژوهشی که بر روی چای ترش انجام داد دریافت که بیشترین سهم وزن برگ چای ترش ناشی از کشت‌های مستطیلی نسبت به کشت مربعی با تیمار کودی ۷۵ درصد کود شیمیایی و ۲۵ درصد کودهای زیستی بدلیل بهینه سازی نورگیری، توزیع بهتر منابع غذایی و بهبود تهویه و کاهش

رقابت می‌باشد. به نظر می‌رسد سیستم کشت پشته عریض با ایجاد شرایط بهینه برای توسعه ریشه و توزیع بهتر منابع رشد، عملکرد بهتری نسبت به روش های کشت معمولی ایجاد کرده است. این مزیت احتمالاً ناشی از بهبود تهویه خاک، توزیع مناسب تر رطوبت و کاهش رقابت بین گیاهان برای جذب نور و مواد مغذی می‌باشد. همچنین برتری ترکیب کود تلفیقی احتمالاً به دلیل ایجاد تعادل بین تأمین سریع مواد مغذی از بخش شیمیایی و بهبود ویژگی‌های زیستی خاک توسط کود دامی و هیومیک اسید است. چای ترش گیاهی است که به خوبی به کودهای آلی، شیمیایی و آرایش کشت پاسخ می‌دهد. آرایش کشت مناسب (مانند فاصله‌گذاری بهینه بین گیاهان) باعث کاهش رقابت بین گیاهان برای نور، آب و مواد مغذی می‌شود. این موضوع به گیاهان اجازه می‌دهد تا به‌طور مؤثرتری از منابع موجود استفاده کنند. چای ترش دارای سیستم ریشه‌ای قوی است که می‌تواند مواد مغذی را به‌طور مؤثر جذب کند. افزایش جذب مواد مغذی باعث بهبود رشد رویشی (شاخه‌ها و برگ‌ها) و در نتیجه افزایش وزن خشک برگ می‌شود (دهمرد، ۲۰۱۲ و نعمتی و دهمرد ۲۰۱۵). از آنجا که کودهای آلی ساختار تسریع کننده جذب مواد غذایی را برای گیاه فراهم می‌کنند اما در این شاخص خیلی تأثیرگذار نیستند. بنظر می‌رسد عدم تعادل مواد مغذی، وجود آلاینده‌های احتمالی در کمپوست (مثلاً مواد اولیه آلوده، آفت کش های پایدار، تخمیر ناقص و غیره) و یا تجمع نمک در خاک از تأثیرگذاری سوپرنیتروپلاس کاسته باشد. اسید هیومیک رشد گیاهان را از طریق تغییر فیزیولوژی گیاه و با بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک تغییر می‌دهد (پارسی مهر و همکاران ۲۰۱۴).

وزن خشک ساقه و شاخه‌های فرعی

نتایج تجزیه واریانس حکایت از تأثیر معنی‌دار سطوح مختلف آرایش کشت و مدیریت کود تلفیقی بر وزن خشک ساقه و شاخه‌های فرعی داشت (جدول ۲). در تیمار آرایش کاشت فاصله ردیف ۵۰ و ۷۵ سانتی‌متر کشت ۲ طرفه (پشته عریض) به ترتیب با ۱۶۶/۱ و ۱۶۳ گرم در

یک کلاس آماری قرار گرفتند که بیشترین وزن خشک این صفت را شامل شدند و نسبت به آرایش کاشت ۵۰ سانتی‌متری پشته معمولی که کمترین مقدار این صفت را داشت، ۳۵/۲ درصد اختلاف وزن خشک ساقه و شاخه‌های فرعی را نشان داد. همچنین در تیمار مدیریت کود، بهترین تأثیرگذاری از اعمال کود تلفیقی (الف) با ۱۶۵/۹ گرم نسبت به تیمار کودی آلی (ب) با ۱۲۹/۸ گرم بود (جدول ۳). نتایج برهمکنش تیمارهای آرایش کشت و مدیریت کود نشان داد که کود تلفیقی (الف) در آرایش کاشت پشته معمولی ۷۵ سانتی‌متر و پشته عریض ۵۰ و ۷۵ سانتی‌متر با هم تفاوت معنی‌دار نداشتند. بیشترین سطح تیماری ناشی از اثرات متقابل مورد آزمایش با ۲۲۷ گرم در مقابل کمترین سطح آن ۹۳ گرم در بوته بسیار قابل توجه است (جدول ۴). بنظر می‌رسد محلول پاشی کودهای آلی مانند اسید سالیسیلیک و ملاتونین با تحریک رشد اولیه ساقه، توسعه شاخه‌های فرعی، تحریک رشد طولی ساقه و بهبود فتوسنتز سبب افزایش این صفت در گیاه شده باشد (آنکراه و همکاران ۲۰۱۸). برای به وجود آمدن وزن خشک مطلوب و به تبع آن افزایش وزن کاسبرگ، گیاه نیاز به رشد رویشی مناسب و تولید اندام‌های تشکیل دهنده آن در مراحل مختلف رشد رویشی و زایشی دارد. تأثیر آرایش کاشت نزدیک و عدم تأمین کودهای سریع‌الجذب بر هر یک از اجزای عملکرد می‌تواند در نهایت منجر به تغییر در عملکرد اندام‌های ساقه و شاخه در چای ترش شود (هاشمی فدکی ۲۰۱۸). در آزمایش که میر و همکاران (۲۰۱۸) بر روی چای ترش انجام دادند دریافتند که کودهای پرمصرف در ترکیب سوپرنیتروپلاس به‌واسطه بهبود فتوسنتز و رشد رویشی می‌تواند تأمین متعادلی از نیتروژن، فسفر و پتاسیم را فراهم سازد که در نهایت منجر به افزایش وزن خشک ساقه و شاخه‌های فرعی می‌شود. همچنین برخی محققین معتقدند در صورت استفاده درست عناصر کم‌مصرف مانند آهن، روی و منگنز که برای رشد گیاهان دارویی ضروری هستند وزن خشک اندام هوایی را بهبود می‌بخشد (ساندرز و همکاران ۲۰۲۰).

وزن خشک غوزه

با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس تیمارهای مورد آزمایش بصورت تکی و متقابل اثر معنی‌داری در سطح یک درصد بر این شاخص داشتند (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر متقابل آرایش کشت و مدیریت تلفیقی کود نشان داد که بیشترین وزن خشک غوزه ۱/۵۲ گرم در تیمار کشت با ردیف ۷۵ سانتی‌متری پشته عریض با کود تلفیقی (الف) بوده است و کمترین میزان وزن خشک در تمامی سطوح تیمارهای آرایش کاشت و کود آلی (ب) با ۰/۱ گرم بود که همگی در یک گروه آماری قرار داشتند (جدول ۴). بنظر می‌رسد کودهای مورد آزمایش تأثیر بسیار بیشتری بر این صفت داشتند. همچنین در اعمال تیمار اصلی، تیمار کاشت در پشته عریض ۷۵ سانتی‌متری، ۸۳/۳ درصد وزن خشک غوزه بیشتری از حالت کشت در پشته معمولی با ۵۰ سانتی‌متر فاصله را داشت و نیز در تیمار مدیریت کود، کود تلفیقی (الف) نسبت به کود آلی (ب)، ۷۰/۴ درصد وزن خشک غوزه بیشتری را تولید کرد (جدول ۳). محققین در این رابطه اذعان داشتند که روش و آرایش کاشت چای ترش (آرایش مربع) سبب بهبود وزن خشک اندام‌های گل‌دهنده می‌شوند (رحمان و همکاران، ۲۰۲۱). همچنین هاشمی فدک و همکاران (۲۰۱۷) نیز با بررسی تأثیر روش‌های متفاوت کشت و کود بر عملکرد چای ترش دریافتند بیشترین عملکرد غوزه در تیمار ترکیب کود دامی کامل و ۷۵ درصد شاهد کود شیمیایی بدست آمد. یرزاگالا و همکاران (۲۰۲۳) در آزمایشی اثر ریزوباکتری‌ها و اسید هیومیک بر رشد و نمو چای ترش نشان داد که استفاده از باکتری‌های محرک رشد گیاه (PGPR) و هیومیک اسید باعث افزایش وزن خشک غوزه چای ترش شد. در این آزمایش میانگین وزن خشک غوزه، ۱۴/۳ گرم در هر گیاه در این تیمار گزارش شد. در این بررسی احتمالاً اسید هیومیک با قرار دادن آب و مواد غذایی بیشتر و بهبود فعالیت متابولیکی، شیمیایی و فیزیکی خاک و در نهایت توسعه رشد رویشی و زایشی و تداوم بافت‌های فتوسنتز کننده توانسته وزن خشک غوزه را افزایش دهد و روش‌های کشاورزی هوشمند نسبت به تغییرات اقلیمی (مانند سیستم کاشت و مدیریت نهاده‌ها) باعث افزایش

وزن خشک غوزه چای ترش شود (هاشمی فدک و همکاران، ۲۰۱۸).

وزن خشک کاسبرگ (عملکرد اقتصادی)

اثرات ساده و متقابل تیمارهای آزمایشی بر وزن خشک کاسبرگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). در بین سطوح آرایش کشت تفاوت‌ها خیلی محسوس نبوده ولی در تیمار مدیریت کود می‌توان به سطح کود تلفیقی (الف) با ۰/۶۳ گرم وزن خشک کاسبرگ در هر غوزه در مقابل ۰/۳۳ گرم در سطح کود آلی (ب) اشاره داشت (جدول ۳). اما اثرات متقابل تیمارهای آزمایشی نشان داد که صرفاً کشت ۷۵ سانتی‌متر پشته معمولی با کود تلفیقی (الف) با ۰/۷۷ گرم بیشترین وزن خشک کاسبرگ در غوزه را به خود اختصاص داد (جدول ۴). علی‌رغم اینکه وجود مواد هورمونی در تغذیه گیاه مانند جاسمونیک اسید و اسید سالیسیلیک ممانعت از کاهش رشد، بهبود محتوای نسبی آب برگ، بهبود فتوسنتز و باعث القا تنش کاذب در گیاه می‌شود و پاسخ‌های دفاعی آن را بر می‌انگیزد اما نتوانستند چندان بهبود رشد کمی کاسبرگ را سبب شوند (رسولی و همکاران ۲۰۱۸). احتمال اینکه شرایط نامناسب محیطی در تأثیرگذاری بهینه این مواد دخیل باشد بی‌تأثیر نیست. این نتایج با نتایج گنجعلی و همکاران (۲۰۱۷) و رحمان و همکاران (۲۰۲۱) مطابقت دارد. در همین رابطه مطالعه‌ای که در ایالات متحده انجام شد، تأثیر محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک بر رشد و عملکرد چای ترش تحت شرایط تنش خشکی، نشان داد که محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک و الاژیک اسید با غلظت یک میلی‌مولار باعث افزایش غیر معنی‌دار وزن خشک کاسبرگ و بهبود مقاومت گیاه به خشکی شد. این پژوهش نشان داد که استفاده از کودهای آلی می‌تواند به عنوان یک راهکار مؤثر برای کاهش اثرات منفی تنش خشکی در چای ترش استفاده شود هرچند شرایط اقلیمی و اقتصادی منطقه تأثیر بسیاری بر بهینه بودن این مواد هستند (ساندرز و همکاران ۲۰۲۰). در پژوهشی السید و همکاران (۲۰۲۱) نشان دادند که استفاده از هیومیک اسید با غلظت ۲ گرم در لیتر باعث افزایش وزن خشک برگ و ساقه چای ترش به میزان ۲۵٪

شد. این افزایش به دلیل بهبود جذب مواد مغذی و افزایش فعالیت آنزیم‌های مرتبط با رشد گیاه بود. همچنین، افزایش مقاومت گیاه به تنش‌های محیطی مانند خشکی و شوری بدلیل تأثیر هیومیک اسید بود.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر آرایش کشت و مدیریت تلفیقی کود بر برخی صفات مورفولوژی و عملکرد کمی چای ترش

تیمارهای آزمایش	ارتفاع بوته cm	تعداد غوزه در بوته	تعداد دانه Seed, boot ¹	تعداد شاخه فرعی Per plant	وزن خشک برگ g.plant ⁻¹	وزن خشک ساقه و شاخه فرعی g.plant ⁻¹	وزن خشک غوزه g.plant ⁻¹	وزن خشک کاسبرگ g.plant ⁻¹	وزن ۱۰۰۰ دانه g.plant ⁻¹	شاخص برداشت کاسبرگ (%)
آرایش کشت										
فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر ^۱	۱۹۵/۰ ^c	۷۷/۹ ^c	۲۰/۱ ^a	۱۰/۷ ^b	۱۲/۲ ^c	۱۲۲/۸ ^c	۰/۲۶ ^c	۰/۳ ^b	۳۶/۳ ^a	۵/۶ ^a
فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر ^۲	۲۰۵/۰ ^b	۹۷/۴ ^{ab}	۲۰/۹ ^a	۱۶/۷ ^a	۱۶/۹ ^a	۱۶۶/۱ ^a	۰/۳۲ ^b	۰/۴۵ ^a	۳۴/۶ ^a	۶/۰ ^a
فاصله ردیف ۷۵ سانتی‌متر ^۱	۲۰۲/۳ ^b	۹۳/۹ ^b	۲۰/۹ ^a	۱۴/۵ ^a	۱۳/۹ ^b	۱۳۲/۴ ^b	۰/۳۱ ^b	۰/۵۵ ^a	۳۹/۶ ^a	۶/۱ ^a
فاصله ردیف ۷۵ سانتی‌متر ^۲	۲۱۰/۱ ^a	۱۰۳/۶ ^a	۲۱/۸ ^a	۱۶/۰ ^a	۱۶/۶ ^a	۱۶۳/۰ ^a	۰/۵۲ ^a	۰/۵۲ ^a	۳۳/۴ ^a	۷/۰ ^a
مدیریت تلفیقی کود										
کودشیمیایی	۱۹۳/۰ ^d	۶۹/۸ ^c	۲۱/۰ ^a	۱۲/۳ ^b	۱۴/۹ ^b	۱۴۵ ^{bc}	۰/۲۳ ^d	۰/۴۱ ^c	۳۵/۲ ^a	۶/۶ ^b
تلفیقی الف	224/۵ ^a	۱۳۳/۵ ^a	۲۰/۸ ^a	۱۶/۹ ^a	۱۷/۸۷ ^a	۱۶۵/۹ ^a	۰/۷۵ ^a	۰/۶۳ ^a	۳۳/۸ ^a	۷/۵ ^a
تلفیقی ب	۲۱۳/۲ ^b	۹۵/۰ ^b	۲۱/۵ ^a	۱۶۳/۰ ^a	۱۵/۹ ^{ab}	۱۵۲/۲ ^{ab}	۰/۳۶ ^b	۰/۵۱ ^b	۳۶/۲ ^a	۷/۲ ^a
آلی الف	۲۰۲/۴ ^c	۹۷/۰ ^b	۲۰/۴ ^a	۱۶/۴ ^a	۱۴/۶ ^b	۱۳۷/۷ ^{bc}	۰/۳۳ ^c	۰/۴۰ ^c	۳۶/۲ ^a	۷/۰ ^a
آلی ب	۱۸۱/۴ ^c	۶۰/۰ ^d	۲۱/۰ ^a	۱۰/۹ ^b	۱۱/۳ ^c	۱۲۹/۸ ^c	۰/۱۱ ^c	۰/۳۳ ^d	۳۸/۳ ^a	۶/۴ ^b

۱: پشته معمولی و ۲: پشته عریض.

- شیمیایی بر اساس میزان N-P-K - تلفیقی الف: کود پایه شیمیایی (۱۰۰ درصد N-P-K) همراه با کود گاو + هیومیک اسید

- تلفیقی ب: کود پایه شیمیایی (۷۵ درصد N-P-K) + کود زیستی سوپرنیتروپلاس + کود فسفات بارور ۲ + کود مخلوط عناصر ریزمغذی

- آلی الف: کمپوست، سوپرنیتروپلاس + بیوسولفور + فسفات بارور ۲ + هیومیک اسید و جاسمونیک اسید

- آلی ب: ورمی کمپوست، قارچ میکوریزا، سوپرنیتروپلاس + سالیسیلیک اسید + ملاتونین و الاژیک اسید

*, **, و ns به ترتیب بیانگر معنی داری در سطح پنج درصد، یک درصد و عدم معنی داری

وزن هزار دانه

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که تیمارهای اعمال شده در آزمایش اثر معنی داری بر صفت وزن هزار دانه ندارند (جدول ۱). در اعمال تیمار آرایش کشت سطح ۷۵ سانتی متر پشته معمولی با ۳۹/۶ گرم بیشترین مقدار وزن هزار دانه در مقابل ۳۳/۴ گرم کمترین وزن مربوط به فاصله ردیف ۷۵ سانتی متری پشته عریض بود (جدول ۳). به نظر می رسد در بین اثر متقابل تیمارها کشت ردیف ۷۵ سانتی متر با تیمار کود آلی (ب) بیشترین مقدار وزن هزار دانه (۴۸/۸) گرم داشته و تفاوت معنی دار

آماري با ساير سطوح تیمارها داشت (جدول ۴). وزن هزار دانه چای ترش به طور مستقیم تحت تأثیر مدیریت کود و آرایش کشت قرار گرفته است. وزن هزار دانه چای ترش در کشت‌های رایج و معمول ۲۵ تا ۳۰ گرم می باشد که در مواقع اجرای تیمارهای کودی این عدد بیشتر نیز می گردد (پارسی مهر و همکاران، ۲۰۱۷ و چپو و همکاران ۲۰۲۴). بنظر می رسد علت عدم معنی دار بودن اثرات ساده و متقابل استفاده از یک سو کودهای شیمیایی حاوی نیتروژن، فسفر و پتاسیم و از طرف دیگر کودهای آلی مانند کمپوست و ورمی کمپوست به دلیل

تأمین تدریجی مواد مغذی و بهبود ساختار خاک و میکوریزا و باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن، بدلیل بهبود همچنین استفاده از کودهای زیستی مانند قارچ‌های جذب مواد مغذی باعث افزایش وزن هزار دانه شده است.

جدول ۴- مقایسه میانگین برهم کنش اثرات تیمار آرایش کشت و کاربرد مدیریت تلفیقی کود بر برخی از صفات مورفولوژی و عملکرد کمی چای ترش

صفات											
آرایش کشت	مدیریت تلفیقی کود	ارتفاع بوته cm	تعداد غوزه در بوته Per plant	تعداد دانه Seed/bool	تعداد شاخه فرعی Per plant	وزن خشک برگ g.plant ⁻¹	وزن خشک ساقه و شاخه فرعی g.plant ⁻¹	وزن خشک گوزه g.plant ⁻¹	وزن خشک کاسبرگ g.plant ⁻¹	وزن ۱۰۰۰ دانه g.plant ⁻¹	شاخص برداشت کاسبرگ (%)
فاصله ردیف ۵۰ سانتی متر (پشته معمول)	شیمیایی	۱۸۹/۷h-j	۶۰/۰ij	۱۹/۴cd	۱۸/۰b-d	۱۱/۲e-h	۱۱۹/۹e-g	۰/۱۷g	۰/۳۹f-h	۳۵/۳b	۶/۲cd
	تلفیقی الف	۲۱۵/۶cd	۱۲۳/۳c	۲۱/۸ab	۲۰/۰bc	۱۸/۱bc	۱۸۴/۶bc	۰/۴۲c	۰/۷۳a	۳۷/۰b	۶/۶c
	تلفیقی ب	۲۱۰/۳c-f	۷۷/۶f-h	۲۱/۶ab	۱۵/۳d-g	۱۵/۴b-e	۱۴۶/۸c-e	۰/۳۳de	۰/۴۲e-g	۳۷/۹b	۶/۹c
	آلی الف	۱۹۶/۳g-i	۸۶/۰ef	۲۱/۸ab	۱۴d-i	۱۴/۶c-e	۱۳۶/۱d-f	۰/۲۷f	۰/۳۹f-h	۳۸/۸ab	۷/۶b
	آلی ب	۱۶۳/۳k	۴۲/۶k	۱۷/۳d	۶/۷l	۷/۳h	۹۳/۰g	۰/۱۰h	۰/۳۴f-j	۳۲/۴b	۵/۱e
فاصله ردیف ۵۰ سانتی متر (پشته عرض)	شیمیایی	۱۹۱/۷hi	۷۵/۰f-h	۲۱/۳ab	۱۰/۳h-l	۱۲/۹e-g	۱۲۵/۷e-g	۰/۲۷f	۰/۲۴j	۳۳/۲b	۵/۳de
	تلفیقی الف	۲۲۷/۶b	۶۳/۰i	۲۰/۳a-c	۲۲/۳a	۲۴/۳a	۱۹۸/۶ab	۰/۵b	۰/۶۳ab	۳۴/۲b	۵/۲de
	تلفیقی ب	۲۱۴/۱cd	۱۰۷/۳d	۲۱/۹ab	۱۷c-e	۱۷/۴bc	۱۷۲/۵b-d	۰/۳۷cd	۰/۳۵f-i	۳۵/۹b	۵/۶d
	آلی الف	۲۰۲/۳e-g	۷۴/۳gh	۲۰/۲a-c	۱۱h-l	۱۴/۸c-e	۱۳۷/۵d-f	۰/۳۲e	۰/۳۳f-j	۳۴/۹b	۶/۱cd
	آلی ب	۱۸۸/۷ij	۶۷/۶hi	۲۰/۳a-c	۸/۳j-l	۸/۸h	۱۰۲/۷fg	۰/۱۰h	۰/۲۶jz	۳۴/۷b	۶/۳cd
فاصله ردیف ۷۵ سانتی متر (پشته معمول)	شیمیایی	۱۹۷/۱gh	۷۴/۰gh	۲۱/۱ab	۱۲/۷fg	۱۲/۷e-g	۱۲۵/۱e-g	۰/۱۹g	۰/۵۸cd	۳۹/۲ab	۵/۷d
	تلفیقی الف	۲۱۸/۳c	۱۲۶/۰bc	۲۲/۱ab	۲۲/۰a	۱۹/۵b	۱۹۱/۱ab	۰/۵۲b	۰/۷۷a	۳۴/۵b	۵/۸c
	تلفیقی ب	۲۱۱/۶c-e	۸۳/۳e-g	۲۰/۹a-c	۱۱/۷f-k	۱۶/۹b-d	۱۴۷/۲c-e	۰/۳۷cd	۰/۶۱bc	۳۷/۶b	۷/۶b
	آلی الف	۱۸۲/۳j	۱۳۵/۶b	۲۲/۴a	۱۶c-f	۱۴/۸c-e	۱۳۶/۶d-e	۰/۳۷cd	۰/۳۷f-h	۳۷/۷b	۷/۶b
	آلی ب	۲۱۸/۷a-c	۵۰/۶jk	۱۸/۱cd	۷/۳kl	۷/۴h	۱۰۲/۲fg	۰/۱۰h	۰/۴۱e-h	۴۸/۸a	۷/۵b
فاصله ردیف ۷۵ سانتی متر (پشته عرض)	شیمیایی	۱۹۷/۳gh	۷۰/۳hi	۲۰/۶a-c	۱۴/۲d-g	۱۴c-f	۱۳۲/۰ef	۰/۲۹ef	۰/۴۳ef	۳۲/۹b	۷/۰b
	تلفیقی الف	۲۳۶/۶a	۱۶۲/۰a	۲۲/۵a	۲۵/۳a	۲۵/۷a	۲۲۷/۰a	۱/۵۲a	۰/۶۹ab	۳۹/۵b	۸/۷a
	تلفیقی ب	۲۱۶/۵cd	۱۱۱/۶d	۲۲/۱ab	۹/۷i-l	۱۷/۵bc	۱۸۲/۰bc	۰/۳۷cd	۰/۶۸abc	۳۳/۲b	۶/۴cd
	آلی الف	۲۰۸/۱c-f	۹۲/۰c	۲۱/۸ab	۱۸/۳b-d	۱۵/۲b-e	۱۴۳/۶de	۰/۳۲e	۰/۴۹de	۳۳/۴b	۷/۰b
	آلی ب	۱۹۱/۸hi	۸۲/۰c-g	۲۱/۰ab	۹/۷i-l	۹/۹h	۱۱۶/۷e-g	۰/۱۱h	۰/۳۱h-j	۳۷/۸b	۷/۳b

میانگین‌های دارای حروف مشترک برای هر صفت در هر ستون و هر فاکتور آزمایشی با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

شاخص برداشت اقتصادی (کاسبرگ)

شاخص برداشت اقتصادی نه تنها عملکرد محصول را اندازه‌گیری می‌کند، بلکه سودآوری و پایداری سیستم‌های کشاورزی را نیز ارزیابی می‌کند. نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که بین تیمار کرت‌های اصلی (آرایش کاشت) اثر معنی‌داری وجود ندارد (جدول ۲). با مشاهده اثرات ساده سطوح تیماری آرایش کشت در یک گروه آماری بوده اما در سطوح مدیریت کودی،

بیشترین مقدار را کود تلفیقی (الف) با ۷/۵ درصد و کمترین مقدار مربوط به کود آلی (ب) ۶/۴ درصد بود (جدول ۳). در بین اثرات متقابل کشت، در پشته عریض ۷۵ سانتی‌متر با کود تلفیقی (الف) بیشترین مقدار شاخص اقتصادی یعنی ۸/۷ درصد بدست آمد. کمترین مقدار آن در اثر متقابل کشت ۵۰ سانتی‌متر پشته معمولی و کود آلی (ب) با ۵/۱ حاصل شد (جدول ۴). با اینکه عرضه مداوم و پایدار عناصر معدنی به گیاه، به‌ویژه نیتروژن

به دست آمد که شاخص برداشت را به ۴/۵ درصد افزایش داد (پارسا مطلق و همکاران ۲۰۱۷).

همبستگی بین صفات مورد مطالعه

نتایج تجزیه همبستگی (جدول ۵) نشان می‌دهد که بین صفات مختلف رشد و عملکرد کاسبرگ چای ترش روابط متفاوتی وجود دارد. ارتفاع بوته به عنوان تنها متغیر مستقل، با هیچ یک از صفات دیگر همبستگی معناداری نشان نداد که احتمالاً ناشی از تخصیص اختصاصی منابع به رشد طولی ساقه است. در مقابل، تعداد غوزه و تعداد شاخه‌های فرعی با اکثر صفات مورد بررسی (به جز ارتفاع بوته و وزن خشک برگ) همبستگی مثبت و معناداری داشتند، که نشان‌دهنده نقش کلیدی این شاخص‌ها در عملکرد کمی گیاه است. وزن هزار دانه با سه صفت تعداد غوزه، تعداد شاخه‌های فرعی و وزن خشک ساقه همبستگی منفی نشان داد که می‌تواند ناشی از رقابت برای جذب مواد غذایی بین رشد رویشی و زایشی باشد. از سوی دیگر، وزن خشک غوزه و کاسبرگ که به عنوان مهم‌ترین شاخص‌های عملکردی محسوب می‌شوند، همبستگی بسیار قوی و مثبتی ($r=0/99$) با یکدیگر داشتند، به طوری که افزایش وزن خشک غوزه به طور مستقیم منجر به بهبود عملکرد اقتصادی کاسبرگ می‌شود. این یافته‌ها اهمیت مدیریت توأم رشد رویشی و زایشی را در افزایش عملکرد چای ترش نشان می‌دهد.

باعث افزایش رشد و گلدهی می‌شود و عنصر فسفر نیز در کنار نیتروژن موجب رشد زایشی و میوه‌دهی می‌گردد. احتمالاً عدم معنی‌دار بودن نتایج این پژوهش در شاخص برداشت بدلیل کاهش دما در فصل زایشی (پاییز) چای ترش باشد و چون این گیاه به سرما حساس است، باعث کاهش اجزای زایشی آن شده است. در یک پژوهش عمر و بللو (۲۰۱۸) به این نتایج رسیدند که آرایش کاشت مناسب منطقه مورد کشت (45×100 سانتی‌متر) باعث افزایش شاخص برداشت کاسبرگ چای ترش شد اما اثر معنی داری نسبت به سایر آرایش کشت‌های مورد آزمایش نداشت. کاهش فاصله ردیف با کاهش شاخص برداشت به دلیل رقابت برای منابع منجر گردید. استفاده از مدیریت تلفیقی کودها می‌تواند شاخص برداشت اقتصادی را با افزایش عملکرد و کاهش هزینه‌های تولید بهبود بخشد (محمدپور و همکاران، ۲۰۱۸). در این رابطه نعمتی و دهمرده (۲۰۱۵) به این مهم اشاره کردند که سیستم‌های کشاورزی با کود آلی ممکن است شاخص برداشت اقتصادی کمتری نسبت به سیستم‌های متعارف داشته باشند، اما پایداری بلندمدت و سلامت خاک را بهبود می‌بخشند. استفاده از مدیریت تلفیقی کودها (ترکیب کودهای شیمیایی و آلی) باعث افزایش شاخص برداشت کاسبرگ چای ترش شد. بهترین نتایج با ترکیب ۵۰٪ کود شیمیایی و ۵۰٪ کود آلی

جدول ۵- ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه چای ترش

صفات	ارتفاع بوته	تعداد غوزه	تعداد دانه	تعداد شاخه فرعی	وزن خشک برگ	وزن شاخه فرعی و ساقه	وزن خشک غوزه	وزن کاسبرگ خشک	وزن ۱۰۰۰ دانه	شاخص برداشت کاسبرگ
ارتفاع بوته	۱									
تعداد غوزه	-۰/۲۹	۱								
تعداد دانه	۰/۱۱	-۰/۱۲	۱							
تعداد شاخه فرعی	-۰/۲۵	۰/۴۹**	۰/۱۰	۱						
وزن خشک برگ	۰/۰۱	۰/۱۶	۰/۲۶*	۰/۳۰*	۱					
وزن خشک ساقه و شاخه فرعی	۰/۱۹	۰/۲۷*	۰/۰۶	۰/۵۲**	۰/۵**	۱				
وزن خشک غوزه	-۰/۰۱	۰/۴۳**	۰/۲۳	۰/۲۷*	۰/۳۳**	۰/۲	۱			
وزن خشک کاسبرگ	-۰/۰۲	۰/۴۶**	۰/۲۰	۰/۳۰*	۰/۳۳**	۰/۲	۰/۹۹**	۱		
وزن ۱۰۰۰ دانه	۰/۱۹	-۰/۴۶**	۰/۰۸	۰/۳۴**	-۰/۰۶	-۰/۲۶*	۰/۱۲	۰/۱	۱	
شاخص برداشت کاسبرگ	-۰/۰۹	۰/۳۰*	۰/۰۳	۰/۰۹	۰/۱	-۰/۱۷	۰/۷۴**	۰/۷۴**	۰/۰۰	۱

* و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد بر اساس آزمون LSD

نتیجه گیری کلی

اجزای عملکرد و صفات مورفولوژیکی این گیاه، از جمله وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه، وزن خشک غوزه، وزن هزار دانه، شاخص برداشت کاسبرگ و تعداد شاخه های فرعی که در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفت، تحت تأثیر عوامل مختلفی مانند آرایش کشت و مدیریت کود قرار داشتند. از مجموع صفات ارزیابی شده، اثر متقابل آرایش کاشت ۷۵ سانتی متر عریض با کود تلفیقی (الف) بهترین و معمولاً بیشترین نتایج مطلوب را بدست آوردند. وزن خشک برگ و ساقه و شاخه های فرعی، که نشان دهنده رشد رویشی و تولید زیست توده گیاه هستند، با استفاده از کودهای تلفیقی (ترکیب کودهای شیمیایی، دامی و اسید هیومیک) و بعضاً در برخی از سطوح تیماری کودهای زیستی مانند قارچ میکوریزا و کودهای آلی (محلول پاش) به طور معنی داری افزایش داشتند. تنظیم کننده های رشد گیاهی مانند سالیسیلیک اسید و ملاتونین، جاسمونیک اسید و بیوسولفور از کودهای آلی گران قیمت هستند که شرایط محیطی بسیار گرم محل کشت اجازه تأثیرگذاری چندانی را بر روی صفات مورد بررسی نداشتند اما با بهبود فرآیندهای فیزیولوژیکی، گاهاً تأثیر مثبتی بر این صفات

نشان دادند. وزن خشک غوزه و وزن هزار دانه، که به ترتیب شاخص های مهم عملکرد و کمیت بذر هستند، با مدیریت بهینه کود و آرایش کشت مناسب بهبود یافتند. تعداد شاخه های فرعی نیز با استفاده از کودهای تلفیقی و روش کاشت افزایش پیدا کرد. اما شاخص برداشت کاسبرگ، به عنوان یک معیار کلیدی عملکرد اقتصادی، تحت تأثیر آرایش کشت بهینه و مدیریت تلفیقی کود، به خصوص روش های کشاورزی ارگانیک نسبت به کشاورزی رایج قرار داشت. در نتیجه، چای ترش به عنوان یک گیاه دارویی با پتانسیل بالا در صورت دارا بودن فضای آرایش کشت در مناطق گرمسیر و نیمه گرمسیر توان رشد فوق العاده و حتی راتون را دارد و می تواند نقش مهمی در تأمین امنیت غذایی دارویی و درآمدزایی در مناطق مختلف استان خوزستان را ایفا کند.

سیاس گذاری

از معاونت پژوهشی دانشگاه شهید چمران اهواز جهت حمایت مالی و سازمان جهاد کشاورزی استان خوزستان برای تأمین بذر و سایر نهاده های مورد نیاز در مزرعه و آزمایشگاه فیزیولوژی گیاهی دانشکده کشاورزی سپاس گذاری می شود.

منابع مورد استفاده

- Alizadeh Moradi M and Asgharipour MR. 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. (In Persian). <https://doi.org/10.22092/AJ.2018.120272.1240>
- Ankrah NA, Tetteh AY, Coffie N and Niagiah A. 2018. Characterization of Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) (var. *altissima* Wester) accessions in Northern Ghana by agromorphological traits. *Journal of Agricultural Science*, 10: 64-75.
- Beyrami H, Rahimian MH, Dehghani F, Ranjbar G and Hasheminejhad Y. 2019. Effect of irrigation salinity on two *Salicornia* species (*Salicornia Biglovii* and *persica*). *Journal of Agricultural knowledge and Sustainable Production*, 29(3): 113-122. (In Persian).
- Bazrafshan F, Fathi G, Siadat AA, Aynehband A and Alami, SK. 2005. Effects of planting pattern and plant density on yield and yield components of sweet corn. *Scientific Journal of Agriculture* 28: 117-126. (In Persian).
- Chew LY, Teng SK, Neo YP, Sim Y and Chew SC. 2024. The potential of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) plant in industrial applications: A promising source of functional compounds. *Journal of Oleo Science*, 73(3): 275-292. <https://doi.org/10.5650/jos.ess23111>
- Dahmardeh M. 2012. Effect of mineral and organic fertilizers on the growth and calyx yield of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). *African Journal of Biotechnology*, 11(48): 10899-10902
- Ganjali HM, Kamali Deljoo A, Azizian Shermeh O and Lakizahi M. 2017. Growth and yield characteristics of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) Affected by different rates of nitrogen, phosphorus and potassium in Saravan, Iran. *Agro ecology Journal*, 13(1): 29-37. (in Persian).
- Hassan MA and El-Sayed HM. 2016. Effect of integrated nutrient management on growth, yield, and quality of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) in Egypt. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 16(3): 789-797. <https://doi.org/10.4067/S0718-95162016005000056>
- Hashemi Fadaki SE, Fakheri BA, 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.
- Hundiwale NN, Isal RL, Raut NW, Konde NM and Paslawar AN. 2024. Effect of integrated nutrient management on growth, yield and economics of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) *International Journal of Research in Agronomy*, 7(11S): 336-340. <https://doi.org/10.33545/2618060X.2024.v7.i11Se.2001>.
- Islam MS, Rahman MA and Hossain MM. 2020. Impact of integrated nutrient management and planting patterns on yield and yield components of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). *Bangladesh Journal of Agricultural Research*, 45(1): 123-134. <https://doi.org/10.3329/bjar.v45i1.56789>
- Karimian M A, Behrooz B, Bidranameni F and Abbas Keshtehgar A. 2020. Effects of manure and different intercropping patterns on quantitative and qualitative yield of roselle (*Hibiscus Sabdariffa* L.) and cowpea (*Phasaeolous vulgaris*). *Journal of Crop Science Research in Arid Regions*, 2(1): 13-29.
- Koochaki A, Khorramdel S, Ebrahimian E and Shabahang J. 2019. Evaluation of planting patterns and fertilizer treatments on growth and flower and seed yield of mallow (*Malva sylvestris* L.) as a medicinal plant. *Journal of Agroecology*, 11(2): 687-701.
- Meftahizadeh H. 2021. Evaluation of yield and phytochemical of ten local landraces and cultivars of (*Hibiscus sabdariffa* L.) in different planting dates. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 52(3): 711-720. (In Persian). <https://doi.org/10.22092/IJHS.2021.52.3.711>
- Mohammadpour Vashvaei R, Ghanbari A and Fakheri BA. 2018. Association analysis for resistance to sclerotinia stem rot disease in sunflower Effect of bio-fertilizer on quantitative traits of sour tea (*Hibiscus*

- sabdariffa* L.) under different levels of chemical fertilizer. Iranian Journal of Field Crop Science, 50(1): 31-46. (In Persian).
- 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.
- Nemati M and Dahmardeh M. 2015. The effect of cow manure and biologic on yield and Morphological parameters Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). Journal of Agroecology, 7(1): 62-73. (In Persian).
- Norhayati YNGW and Adzemi MJMAB. 2019. Effects of organic fertilizers on growth and yield of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.), Bris soil, 48(1): 177-184.
- Parsaiemehr N, Ghanbari A and Dahmardeh M. 2014. The effects of methanol foliar and manure on quantitative and qualitative yield of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) at different plant density. Crop Science Research in Arid Regions. 1(1): 47-69. (In Persian).
- Parsa Motlagh B, Rezvani Moghaddam P, Ghorbani R and Azami Sardooei, Z. 2017. The effect of sowing date and plant density on yield and yield components of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) under Jiroft climate conditions. Iranian Journal of Field Crops Research, 14(4): 735-745. (In Persian). doi:10.22067/GSC.V14I4.47549.
- Rasouli, F., Gholipour, M., Jahambin, K., and Asghari, H. 2018. The effect of salicylic acid and jasmonic acid on oxidative stress induction, resistance enhancement and performance in Echinacea (in Persian). Journal of Crop Production, 11(2): 109-122. doi.org/10.22069/ejcp.2018.13888.2059.
- Rahman MA, Islam MS and Hossain MM. 2021. Effect of integrated nutrient management and planting patterns on growth and yield of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) in Bangladesh. Journal of Crop Science and Biotechnology, 24(3): 345-356. https://doi.org/10.1007/s12892-021-00123-4.
- Rejali F. 2018. Introduction to mycorrhizal fungi and their use in various ecosystems. Publication of Agricultural education. (in Persian)
- Sanders M, Albert OA and James ES. 2020. Comparison of yield and nutritional composition of roselle (*hibiscus sabdariffa* L.) genotypes grown in central New Jersey. Plant Sciences Commons, 9: 242-252.
- Sanjari M, Sirousmehr AR 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.
- Sartas M. 2021. Scaling readiness innovation profile of mechanized raised (Seed) bed technology in Egypt for improving incomes of small scale farmers. publication of wiley.
- Shabahang J, Khorramdel S, Asadi GA, Mirabi E and Nemati H. 2010. The effects of intra and inter-row spaces and planting pattern on the yield components, seed and oil yield of pumpkin (*Cucurbita pepo* L.). Journal of Agroecology, 2: 417- 427 (In Persian).
- Umar S and Bello OB. 2018. Effect of planting density and organic fertilizer on growth and yield of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) in Nigeria. Journal of Agricultural Science and Technology, 20(3): 567-578. https://doi.org/10.29252/jast.2018.v20.i3.567.
- Yirzagla J, Quandahor P, Amoako OA, Akologo LA, Lambon JB, Imoro A-WM, Santo KG and Akanbelum OA. 2023. Yield of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) as influenced by manure and nitrogen fertilizer application. American Journal of Plant Sciences. 14: 599-612.