Journal of Research in Horticultural Science
پژوهش در علوم باغبانی
Vol. 4, No. 1 Spring and Summer 2025 (51–73)
جلد ۴، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۴۰۴ (ص ۷۳-۵۱)
10.22092/rhsj.2025.363143.1074
مقاله علمی پژوهشی
تارنمای مجله: https://rhsj.areeo.ac.ir

اثرات محیط کشت‌های مختلف بر ریشه‌زایی قلمه‌های چای

رضا آزادی گنبد[۱*]، شاهین جهانگیرزاده خیاوی[۲]
۱- پژوهشکده گلخانه و محیط های کنترل شده، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
۲- پژوهشکده چای، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، لاهیجان، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۵/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۴/۲۶

چکیده
در مناطق چایکاری کلون‌های اصلاح شده جایگزین بوته‌های قدیمی می‌گردند. بوته‌های چای ایران مسن می‌باشند لذا دستیابی به روش‌های تکثیری با کمترین تلفات برای جایگزینی ضروری است. تحقیق حاضر با هدف کاهش تلفات قلمه با تأکید بر اثر انواع مختلف ماده آلی با نسبت‌های مختلف با نسبت‌های حجمی با خاک پایه بر ریشه‌زایی قلمه‌های چای رقم کاشف انتقال یافته از بستر ماسه به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سه سال انجام گرفت و صفات وزن تر و خشک ریشه و شاخساره، رشد طولی ریشه و شاخساره، تعداد برگ و ریشه و درصد تلفات نهال‌ها اندازه گیری و ثبت گردید. بر اساس تجزیه میانگین انجام‌شده مشخص گردید که تیمارهای انجام‌شده (محیط کشت و نسبت اختلاط) در تمام شاخصه‌های مورد بررسی تأثیر معنی‌داری دارند اما اثر متقابل آنها در دو شاخصه تعداد ریشه و زنده‌مانی فاقد معنی است. از لحاظ آماری، بیشترین میانگین طول ریشه، وزن تر و خشک ریشه در بستر ضایعات چای و نسبت اختلاط ۲۵٪ حاصل شد. بالاترین درصد زنده‌مانی قلمه‌ها پس از انتقال در بستر ضایعات چای مشاهده شده و تیمار اختلاط ۲۵٪ بیشترین تأثیر را در میزان زنده‌مانی داشت. نتایج نشان داد که تیمار ضایعات چای با نسبت ۲۵ درصد حجمی اختلاط در شاخصه‌های طول شاخساره، وزن تر و خشک ریشه، وزن تر و خشک شاخساره و زنده‌مانی قلمه‌ها دارای بالاترین میزان بود و با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت که بر این اساس به‌عنوان تیمار برتر قابل معرفی شدن است.

واژگان کلیدی: چای، ضایعات چای، کود دامی، کمپوست بستر قارچ، زباله شهری.

Effects of various media on the rooting of tea cuttings

Reza Azadi Gonabad [1], Shahin Jahangirzadeh Khiavi [2*]
1- Greenhouse and Controlled Environment Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.
2- Tea Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Lahijan, Iran.

Received: August 2023 Accepted: July 2025

Abstract
In tea cultivation regions, improved clones are replacing old tea bushes. Iranian tea bushes are aging, necessitating the development of propagation methods with minimal losses for replacement. This study aimed to reduce cutting losses by examining the effects of various organic materials in different ratios at volumetric ratios mixed with base soil on the rooting of tea cuttings of the Kashef cultivar transferred from sand beds. The experiment was conducted as a factorial design within a Randomized Complete Block Design with three replications over three years. The measured and recorded traits included fresh and dry weight of roots and shoots, longitudinal growth of roots and shoots, number of leaves and roots, and seedling mortality rate. Results of mean analysis showed that treatments (growth medium and mixing ratio) had significant effects on all examined parameters, but their interaction was not significant for root number and survival rate. Statistically, the highest mean root length and fresh and dry root weight were obtained in tea waste medium with a 25% mixing ratio. The highest cutting survival rate after transfer was observed in the tea waste medium, with the 25% mixing ratio having the greatest impact on survival rate. The results indicated that the tea waste treatment with a 25% volume mixing ratio showed the highest values for shoot length, fresh and dry root weight, fresh and dry shoot weight, and cutting survival rate, differing significantly from other treatments. Based on these findings, this treatment can be recommended as the superior option.

Keywords: Tea, Tea waste, Organic material, Organic fertilizer, Mushroom culture media, Household garbage.

*نویسنده مسئول: azadi_g@yahoo.com

۱- مقدمه

چای (*Camellia sinensis* L.) می‌تواند از طریق بذر یا به روش رویشی با استفاده از قلمه‌های ساقه تکثیر شود. تکثیر از طریق بذر یک روش سنتی برای پرورش گیاهان چای است و طیف وسیعی از تغییرات را در رفتار رشد، بنیه، خصوصیات مورفولوژیکی، پتانسیل عملکرد و کیفیت برگ در میان سایر موارد نشان می‌دهد. برعکس، تکثیر رویشی از بوته‌های چای انتخابی فرصت تکثیر سریع گیاهان چای با ویژگی‌های بالا برای عملکرد و کیفیت را تا حد زیادی بهبود می‌بخشد. بانرجی گزارش داد که گیاهانی که از طریق رویشی تکثیر می‌شوند عملکرد بالاتری تولید می‌کنند و چای یکنواخت را نشان می‌دهند (Banerjee, 1992). همچنین روش تکثیر اقتصادی‌تر و صرفه‌جویی در زمان است. گزارش شده است که موفقیت ریشه‌زایی قلمه‌های ساقه به عواملی مانند موقعیت قلمه‌ها روی اندام هوایی گیاه مادری (Hansen, 1988)، محیط ریشه زایی مورد استفاده (Hartman *et al*., 1997; Jawanda *et al*., 1997)، زمانی که قلمه‌گیری انجام می‌شود (Leaky 1983) و همچنین عوامل فیزیکی و محیطی (Loach, 1992; Wilson, 1993) بستگی دارد.

گیاه چای برای تغذیه، رشد، نمو و ساخت بافت آلی از انواع مختلف خاک آلی و معدنی برای رشد قوی قلمه چای در خزانه به تأمین کافی مواد مغذی نیاز دارد. تکثیر موفق قلمه‌ها نیازمند محیط مناسبی است که قلمه‌ها در آن ریشه دوانده و رشد کنند. انتخاب محیط تکثیر مناسب به گونه، نوع قلمه، فصل و هزینه و در دسترس بودن محیط بستگی دارد (Green, 1964). از آنجایی که خاک در اکثر مناطق چایکاری بسیار متغیر است، توصیه دقیق آن ممکن نیست و به نوع و تاریخچه خاک محلی بستگی دارد. بنابراین، محیط ریشه‌زایی برای بهترین نتایج به نوع خاک مورد استفاده و خواص شیمیایی آن، عمدتاً به PH بستگی دارد.

همان طور که بیان شده است ریشه‌زایی در قلمه‌های چای وابستگی بسیار زیادی به محیط ریشه‌زایی خود دارد، بنابراین، در هر خزانه بایستی بهترین خاک را استفاده کرد. بهترین خاک برای ریشه‌زایی قلمه‌های چای، خاکی با بافت شنی لومی اسیدی با مقدار هوموس پایین می‌باشد. در خزانه‌ها از کاربرد خاک‌های رسی به‌علت تهویه کم و زه کشی نامناسب بایستی اجتناب نمود (پراکش و همکاران، ۲۰۰۱).

حداد و تقوی (۱۳۷۳) در گزارش نهایی طرح بررسی و تعیین مناسب‌ترین بستر جهت تکثیر غیرجنسی نهال چای، خاک را به عنوان مناسب‌ترین محیط بستر برای ریشه‌زایی قلمه‌های چای معرفی نموده‌اند. بی‌دریغ فرد (۱۳۷۶) در گزارش نهایی پس از آزمایش‌های مختلف، اعلام نمود که ریشه‌زایی قلمه‌های چای بسیار وابسته به نوع محیط ریشه‌زایی بوده و برای خزانه‌های چای بایستی بهترین محیط ریشه‌زایی را تهیه گردد. او طی آزمایش اول، دو محیط بستر را با هم مقایسه نمود و نتیجه گرفت که محیط اول (۷۵٪ خاک شنی لومی + ۲۵٪ ضایعات پوسیده چای) نسبت به محیط دوم (خاک شنی- لومی) برای ریشه‌زایی قلمه‌ها مناسب‌تر است. وی در آزمایش دوم خود گزارش کرد که تمام مراحل رشد محیط ریشه‌زایی (خاک جنگلی) با pH=۵ نسبت به محیط ریشه‌زایی (خاک شنی – لومی) با pH=۵/۵ برتر بود و علت آن را به pH محیط ریشه‌زایی ارتباط داد. او در نهایت بهترین محیط ریشه‌زایی را برای قلمه‌های چای، ترکیبی از ۷۵٪ خاک شنی لومی به همراه ۲۵٪ ضایعات کاملاً پوسیده توصیه نمود و کاربرد خاک جنگلی را از نظر اهمیت در رتبه دوم قرار داده است (بی‌دریغ فرد، ۱۳۷۶).

کایانگ (Kayange, 1989) اثر ضایعات پوسیده چای حاصل از مواد قلمه‌ای و بقایای گیاهی به همراه خاک زیرین در باغ‌های چای را در ریشه‌زایی قلمه‌های چای بسیار مفید گزارش کرد. چاکراوارتی و همکاران (Chakravartee *et al*., 1986) گزارش کردند که تشکیل کالوس و آغازش ریشه‌های قلمه‌های چای در خاک‌هایی باpH کمتر از پنج بهتر صورت می‌گیرد.

شارما (Sharma, 1976) گزارش نمود که در pHهای پایین‌تر از ۵، کالوس‌زایی بیش از حد صورت می‌گیرد و این

امر باعث کاهش تشکیل ریشه در قلمه‌های چای می‌شود. ایشان هم چنین گزارش کرد که می‌توان در تهیه محیط ریشه‌زایی، به جای شن از ضایعات کاملاً پوسیده چای استفاده نمود. در این صورت بایستی این مواد بستر به نسبت ۱:۱۰ مخلوط شده و کاربرد زیادتر از این حد آنها باعث از بین رفتن تعداد زیادی از قلمه‌ها می‌شود.

مفانگو (Mphangwe, 1999) طی چندین آزمایش و به منظور پیدا نمودن جایگزین مناسب برای خاک‌های سطح‌الارض جهت ریشه‌زایی قلمه‌های چای، در آزمایش اول بهترین محیط را مخلوط خاک سطح‌الارض همراه گوشت میوه قهوه، خاک سطح‌الارض همراه ضایعات و خاک سطح‌الارض مخلوط با ماسه عنوان نمود و در آزمایش دوم بهترین محیط ریشه‌زایی را ضایعات پوسیده چای و مخلوط گوشت میوه قهوه با خاک سطح‌الارض یا ماسه گزارش کرد. بوردولی و بزبارو (Bordoloi and Bazbaruah, 1983) نتیجه گرفتند که مخلوط کردن سوپر فسفات با خاک زیرین به‌خوبی خاک فوقانی اسیدی جنگلی که معمولاً برای خزانه مورد استفاده قرار می‌گیرد بر ریشه‌زایی قلمه‌های چای اثر می‌گذارد. اما مخلوطی از ماسه درشت و خشن با چنین خاک‌هایی، سنگینی بافت خاک خزانه را به حداقل رسانده و لیکن هزینه زیادی را به همراه خواهد داشت.

نیاز به شناسایی روش‌های جایگزین برای پرورش نهال‌های چای با هزینه‌های حداقلی به‌دلیل مشکلات و محدودیت‌هایی مانند یافتن خاک مناسب نهالستان در مقادیر کافی، مشکلات ناشی از استفاده از کیسه‌های پلاستیکی نهالستان، نیاز به فضای زیاد برای پرورش نهال‌ها، نگهداری بوته‌های مادری برای تهیه قلمه‌های شاخه و هزینه حمل و نقل نهال‌ها وجود دارد. بنابراین، آزمایشی برای بررسی امکان بهبود روش تولید نهال‌های رویشی چای از طریق استفاده از بسترهای کشت متفاوت برای کاهش تلفات قلمه‌هایی که در بستر ماسه ریشه‌دار شده‌اند، انجام گرفت. اهداف خاص این مطالعه درک بهتر فرآیند ریشه‌زایی قلمه‌های چای و کاهش تلفات و افزایش میزان ریشه‌زایی قلمه‌های ریشه‌دار شده در بستر ماسه انتقال داده شده به انواع بستر کشت با نسبت‌های متفاوت برای قلمه‌های نیمه خشبی رقم کاشف به عنوان یکی از ارقام چای معرفی شده ایرانی بود.

۲- مواد و روش‌ها

این آزمایش در ایستگاه تحقیقاتی چای شهید افتخاری فشالم (فومن) پژوهشکده چای به‌مدت سه سال از زمستان ۱۳۸۳ به مرحله اجرا درآمد. قلمه‌ها از بوته‌های چای رقم کاشف انتخاب گردیدند. تحقیق در قالب آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با دو فاکتور (ترکیب خاک گلدانی و نسبت حجمی) در سه تکرار انجام گردید. فاکتور اول شامل مواد آلی در چهار سطح (زباله شهری، ضایعات کارخانه چای، کود گاوی و بستر کاشت قارچ) و فاکتور دوم نسبت حجمی در چهار سطح (۰، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد) با خاک پایه (۵۰ ٪ ماسه + ۵۰ ٪ خاک ایستگاه) بود و محیط بستر اولیه به کار رفته در این آزمایش ماسه انتخاب شد.

در این تحقیق، در زمستان اقدام به گزینش بوته‌های مادری که از آنها هیچ‌گونه برگ چینی صورت نگرفته بود، گردید. آبیاری در گلخانه تکثیر و خزانه تا زمان تولید کالوس و ریشه‌زایی اولیه به‌صورتی انجام شد که همیشه رطوبت نسبی در حد مطلوبی باشد. شدت متعادل نور، رطوبت، دمای بستر و قلمه‌ها در طول فصل‌های مختلف سال‌های آزمایش با ایجاد سایبان روی خزانه‌ها تأمین شد. قلمه‌ها از شاخه‌های نورسته (با یک برگ و جوانه) در محیط بستر ماسه و به فاصله ۵×۵ سانتی‌متر و عمق دو و نیم تا سه سانتی‌متر کشت گردیدند. قلمه‌ها تا تبدیل شدن به نهال سه تا چهار برگی با گسترش ریشه مناسب زیر پوشش و دمای مناسب جهت رشد در طول سال‌های تحقیق در گلخانه نگهداری گردید. خزانه‌های انتخابی جهت تکثیر، داخل گلخانه با عرض ۱/۲۰ و عمق ۳۰ سانتی‌متر مجهز به سیستم مه پاش انتخاب شدند.

قلمه‌ها پس از تشکیل کالوس و ریشه‌زایی اولیه در اواخر اردیبهشت هر سال به گلدان‌های پلاستیکی سیاه (۸ ×

۲۸ سانتی‌متر) با ترکیبات و نسبت‌های خاکی متفاوت (بسته به نوع تیمار) در سه تکرار منتقل شدند. سپس در سن یک سالگی قلمه‌ها، از هر قطعه آزمایشی پنج قلمه برداشت و صفاتی چون وزن تر و خشک ریشه، وزن تر و خشک شاخساره، رشد طولی ساقه و ریشه، تعداد برگ، درصد تلفات و تعداد ریشه اندازه‌گیری و ثبت گردید. برای اندازه‌گیری وزن ریشه، نهال‌ها را همراه خاک اطراف ریشه آنها برداشته و نسبت به توزین ریشه‌ها اقدام شد. طول ریشه‌ها در هر قلمه از مجموع طولی همه ریشه‌ها به‌دست آمد. پس از شمارش تعداد ریشه، تعیین رشد طولی ساقه و ریشه و همچنین توزین وزن تر ریشه و شاخساره، برای توزین وزن خشک ریشه و شاخساره، نمونه‌های آزمایش را داخل آون با دمای ۷۰ تا ۸۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲۴ ساعت خشک شدند و سپس وزن خشک نمونه‌ها با ترازوی دقیق آزمایشگاهی (با دقت ۰/۰۱) توزین گردیدند.

شایان ذکر است که همه عملیات مربوط به داشت و کود دهی در خزانه طبق عرف معمول ایستگاه در پروژه مذکور اعمال و در هر مرحله از ثبت اطلاعات، تعداد قلمه‌ها یا نهال‌های از بین رفته نیز یادداشت گردید. در پایان تحقیق، تمامی داده‌های به‌دست آمده مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و از میانگین نمونه‌ها به‌عنوان معیار تیمار یا کرت آزمایش استفاده گردید. تجزیه واریانس بر اساس میانگین داده‌ها و بر روی داده‌های نرمال با نرم‌افزار آماری SAS 8.1 انجام شد. برای مقایسه میانگین داده‌ها نیز از روش توکی استفاده گردید.

۳- نتایج

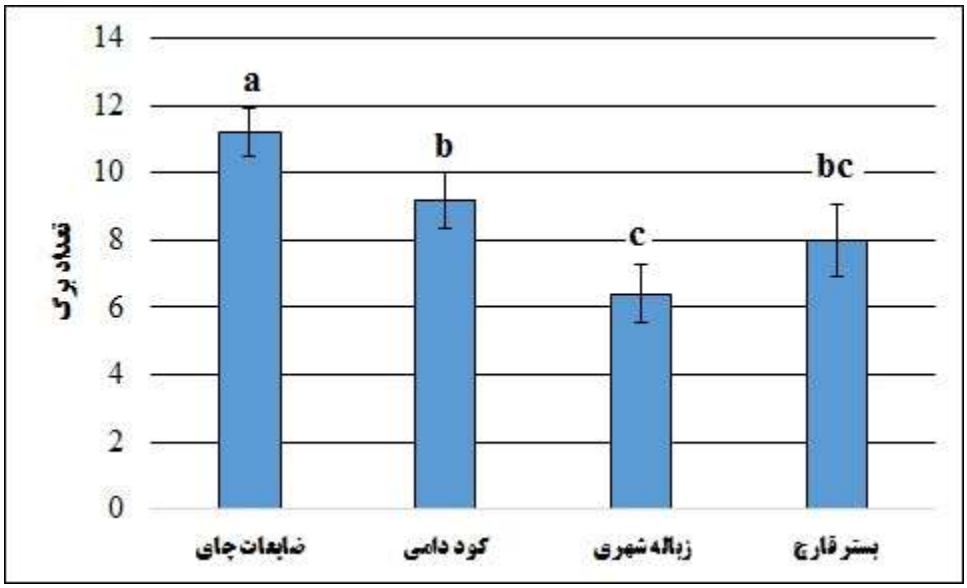
۳-۱- تعداد برگ

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارهای محیط کشت، نسبت‌های اختلاط و اثر متقابل آنها بر تعداد برگ نهال چای در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون توکی در سطح احتمال یک درصد مشخص نمود که محیط بستر ضایعات چای با میانگین ۱۱/۲ برگ در هر نهال و نسبت اختلاط ۲۵ درصد ماده آلی با تعداد ۱۱/۱ برگ در هر نهال بهترین تیمار بودند (شکل‌های ۱ و ۲). مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارها هم نشان داد که ترکیب ۲۵ ٪ ضایعات چای با میانگین ۱۵/۲ برگ بهترین تیمار بوده است (شکل ۳).

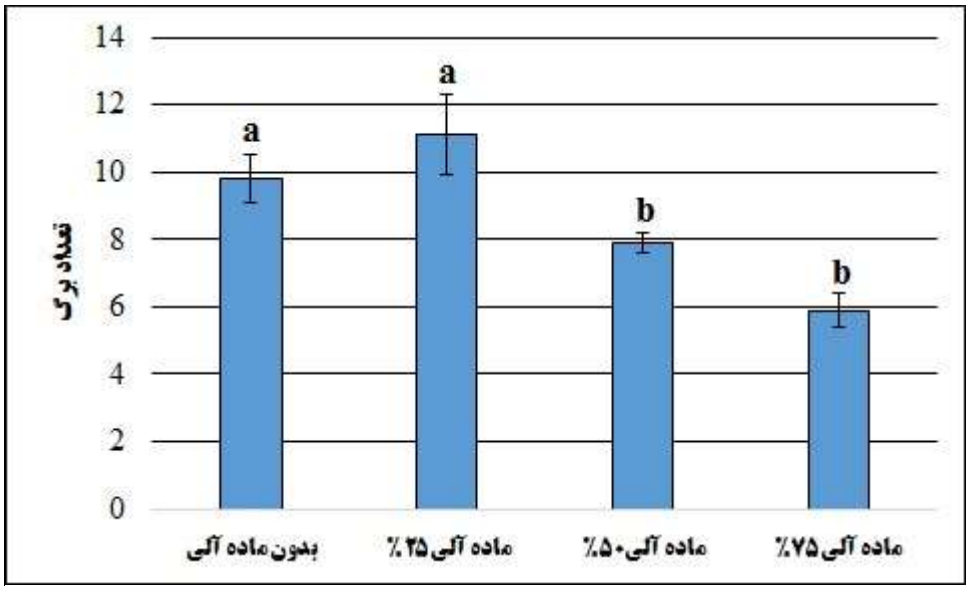
جدول ۱- خلاصه تجزیه واریانس صفات مورد اندازه‌گیری در انواع محیط بستر و نسبت‌های آنها.

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		تعداد برگ	طول شاخساره	طول ریشه	تعداد ریشه	وزن تر ریشه	وزن خشک ریشه	وزن تر ساقه	وزن خشک ساقه	زنده مانی قلمه
تکرار	۲	۰/۵۵۵^{ns}	۱/۵^{ns}	۵/۵۸^{ns}	۰/۱۲^{ns}	۰/۴۲۶^{ns}	۰/۰۴۴^{ns}	۱/۳۷۶^{ns}	۰/۱۲۶^{ns}	۱۶۲/۰۱^{ns}
محیط کشت	۳	۴۸/۳۰۵**	۲۶۰/۹۵۹**	۴۲/۱۶۲**	۱/۳۳۵**	۹۹/۳۹۳**	۲/۲۰۳**	۳۰/۳۱۷**	۲/۶۸۸**	۳۸۵۰/۷۴**
نسبت اختلاط	۳	۶۱/۴۸۹**	۲۱۲/۶۲۵**	۱۱۲/۳۱۸**	۰/۹۱۴**	۱۵/۳۲۸**	۱/۱۳۳**	۶/۵۰۳**	۰/۵۹۷**	۲۱۸۳/۸۵*
محیط بستر × نسبت	۹	۹/۹۲۶**	۶۵/۸۹۹**	۱۸/۹۱۴**	۰/۱۹۵^{ns}	۹/۸۲۳**	۰/۴۰۸**	۳/۵۸۵**	۰/۳۱۸**	۱۲۶/۰۴^{ns}
خطای آزمایش	۳۰	۳/۰۱	۱۶/۳۳۸	۲/۴۷۴	۰/۱۸۵	۰/۵۸۸	۰/۰۷	۰/۴۴	۰/۰۳۹	۵۳۲/۴
ضریب تغییرات (درصد)		۱۹/۷	۱۸/۸	۱۳/۶	۱۹/۵	۱۹/۳	۱۷/۲	۱۸/۸	۱۷/۱	۱۵/۵

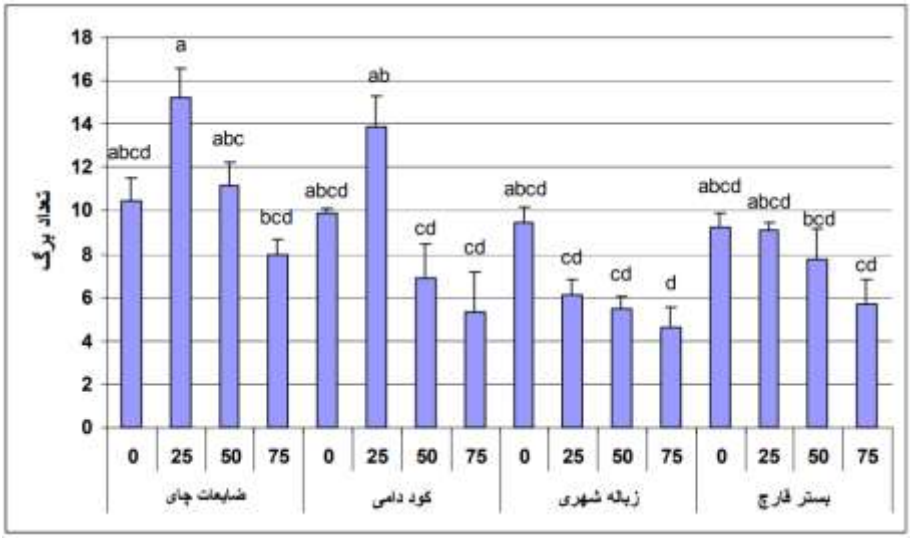
ns- **- *: به‌ترتیب به مفهوم غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪



شکل ۱- مقایسه میانگین تأثیر مواد آلی بر تعداد برگ.



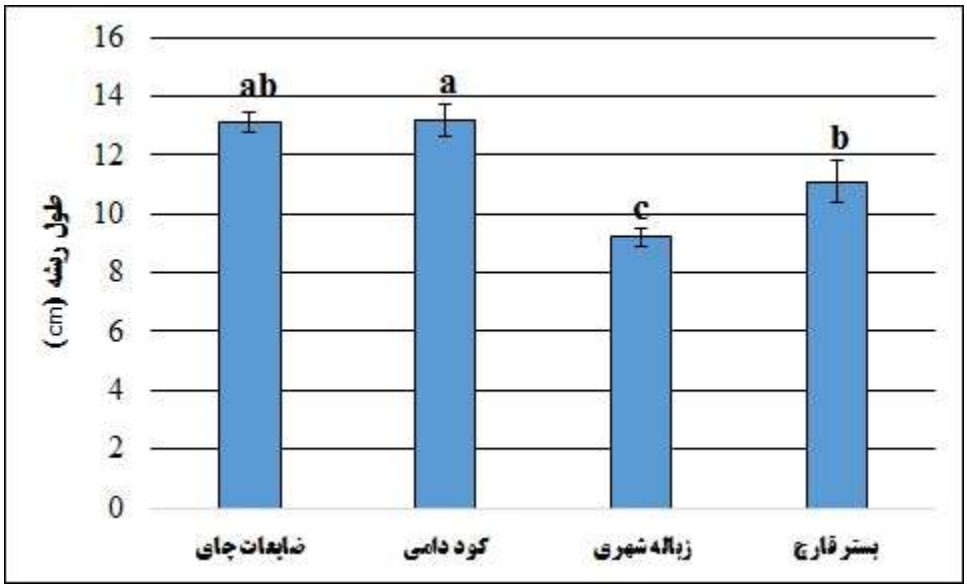
شکل ۲- مقایسه میانگین اثر نسبت‌های حجمی مواد آلی بر تعداد برگ.



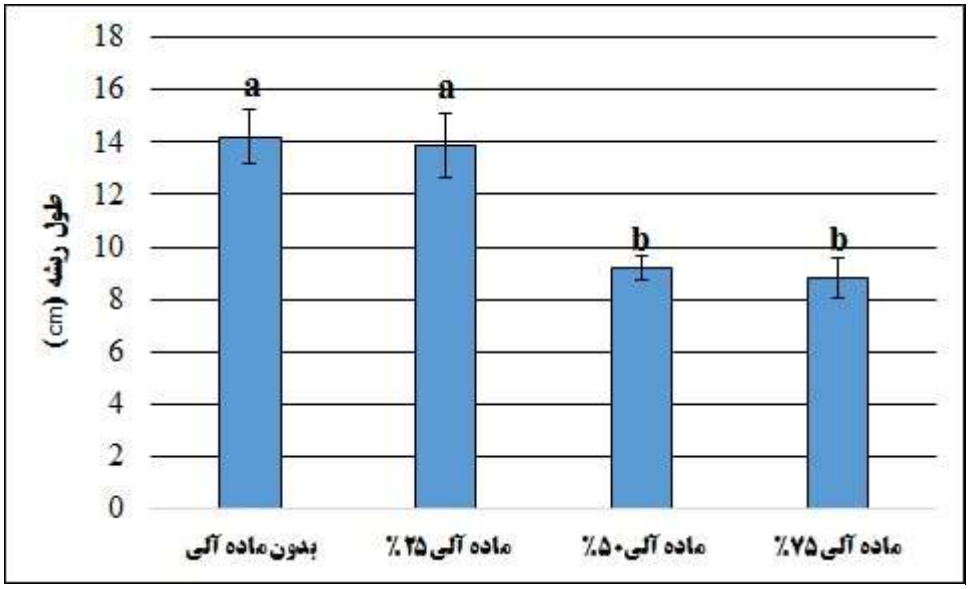
شکل ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل مواد آلی و نسبت‌های حجمی آنها بر تعداد برگ.

۳-۲- طول ریشه

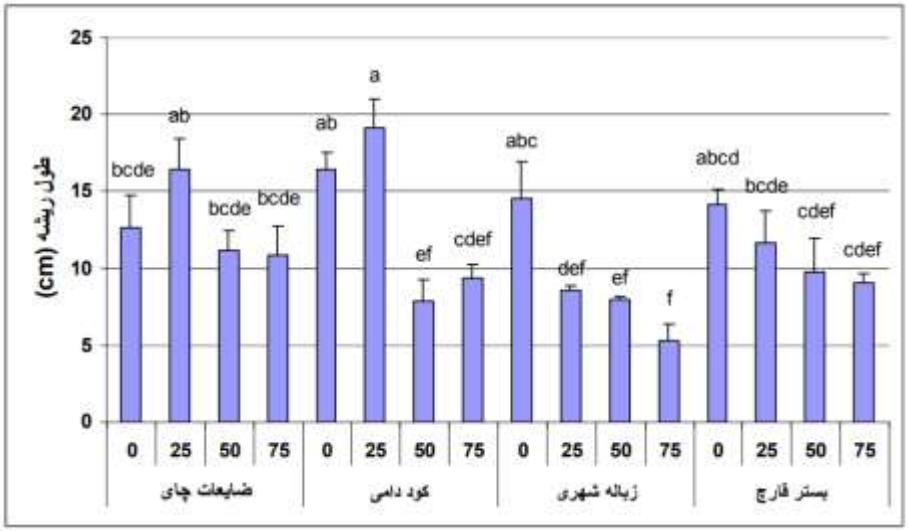
نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارهای محیط کشت، نسبت‌های اختلاط و اثر متقابل آنها بر طول ریشه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین اثرات ساده با آزمون توکی مشخص کرد که محیط بستر ضایعات با طول ریشه ۱۳/۰۲ سانتی‌متر و نسبت ۲۵٪ ماده آلی با طول ریشه ۱۳/۹ در بین تیمارهای آزمایش بهترین تیمارها بودند (شکل‌های ۴ و ۵). مقایسه میانگین اثرات متقابل مشخص نمود که تیمار ۲۵٪ کود دامی در بالاترین گروه آماری قرار دارد (شکل ۶).



شکل ۴- مقایسه میانگین تأثیر مواد آلی بر طول ریشه.



شکل ۵- مقایسه میانگین تأثیر نسبت‌های حجمی مواد آلی بر طول ریشه.

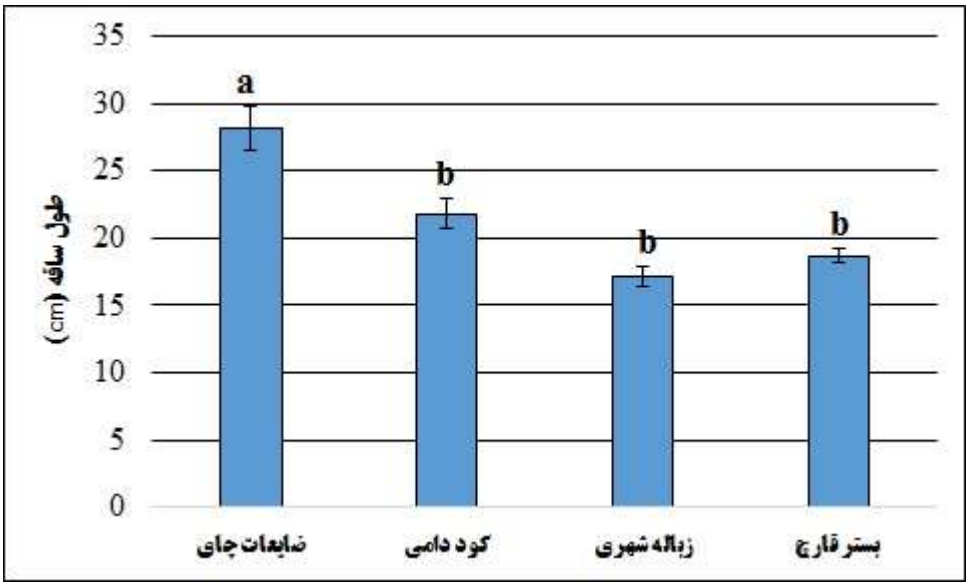


شکل ۶- مقایسه میانگین اثر متقابل مواد آلی و نسبت‌های حجمی بر طول ریشه.

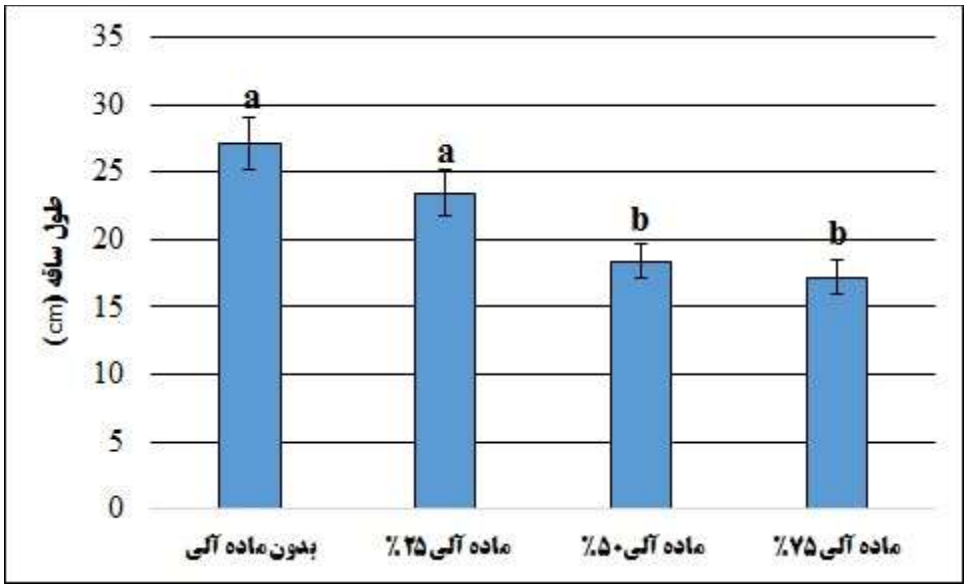
۳-۳- طول شاخساره

جدول تجزیه واریانس بیانگر معنی‌دار بودن اثرات تیمارهای محیط کشت، نسبت‌های اختلاط و نیز اثرات متقابل آنها بر طول شاخساره در سطح احتمال یک درصد بود (جدول ۱). اثر تیمارها بر طول شاخساره بیانگر این نتیجه است که بالاترین طول ساقه مربوط به ضایعات چای با میانگین ۲۸/۲ سانتی‌متر بوده و بهترین نسبت مربوط به تیمار بدون ماده آلی و ۲۵٪ ماده آلی می‌باشد (شکل‌های ۷ و ۸). در حالی که سایر بسترها از نظر آماری موجب اختلاف معنی داری در طول ساقه نهال‌های جوان نشد.

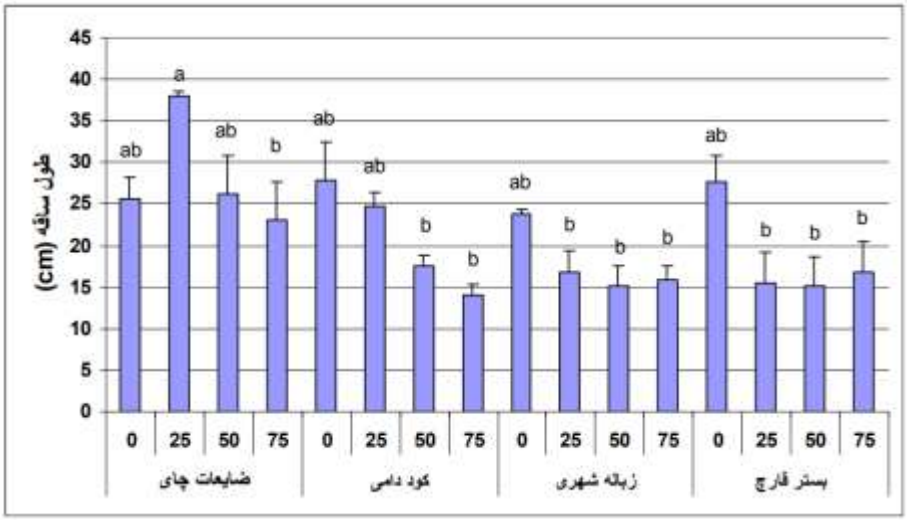
اثرات متقابل تیمارها مشخص نمود که تیمار ضایعات با نسبت ۲۵٪ و میانگین ۳۷/۹۴ سانتی‌متر در بالاترین گروه آماری قرار گرفته و از نظر آماری این تیمار با شاهد در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری ندارد (شکل ۹). البته، تیمار ضایعات با نسبت ۲۵ ٪ با تیمار ضایعات با نسبت‌های صفر و ۵۰ ٪ تفاوت قابل ملاحظه‌ای با هم نداشتند و در یک گروه آماری قرار گرفتند.



شکل ۷- مقایسه میانگین اثر مواد آلی بر طول ساقه.



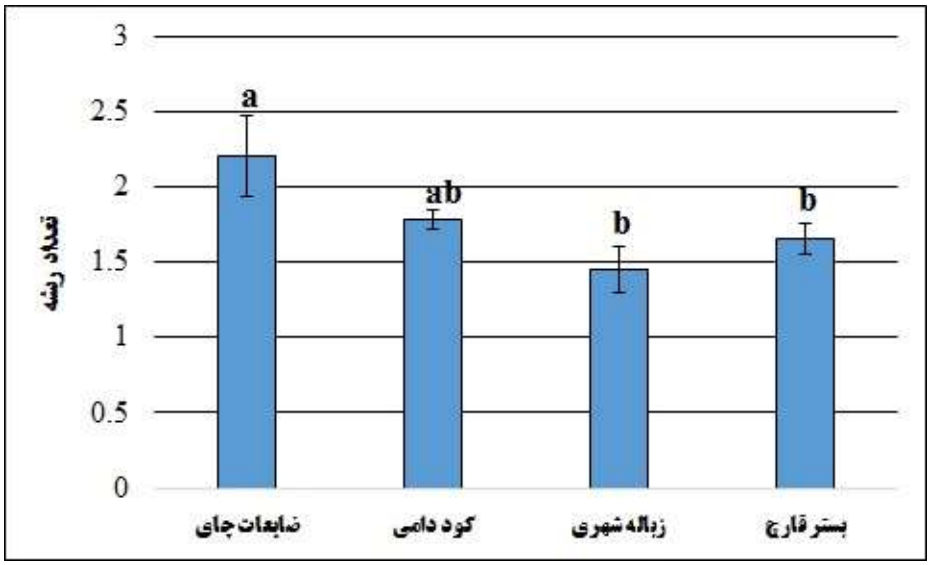
شکل ۸- مقایسه میانگین اثر نسبت‌های حجمی مواد آلی بر طول ساقه.



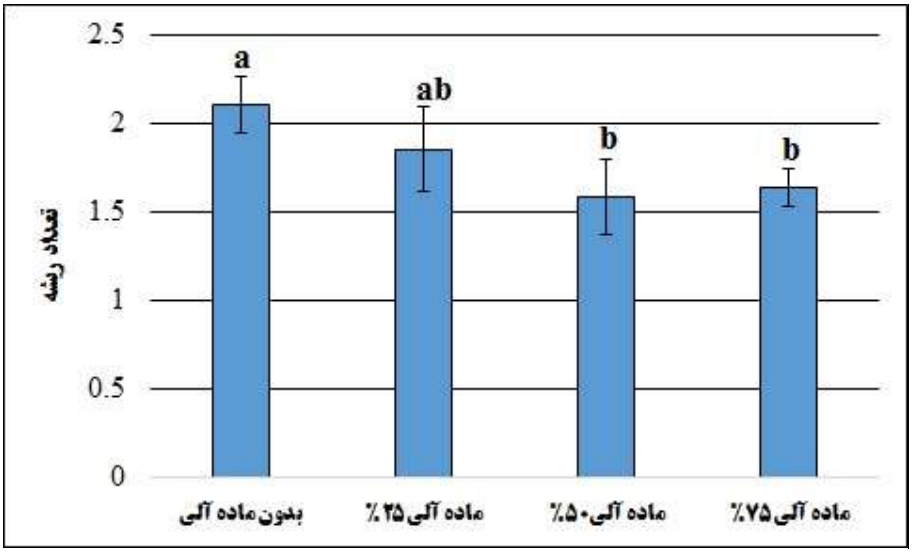
شکل ۹- مقایسه میانگین اثر متقابل مواد آلی و نسبت‌های حجمی بر طول ساقه.

۴-۳- تعداد ریشه

با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) می‌توان نتیجه گرفت که تنها اثرات ساده تیمارها بر تعداد ریشه در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌دار داشتند. اما اثر متقابل آنها بر این صفت معنی‌دار نبود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین تعداد ریشه در تیمار ضایعات با میانگین ۲/۲ عدد و بیشترین تعداد ریشه در نسبت اختلاط صفر حاصل گردید که با نسبت اختلاط ۲۵٪ ماده آلی این تیمار اختلاف معنی‌داری نداشت و در گروه آماری یکسانی قرار گرفتند (شکل‌های ۱۰ و ۱۱).



شکل ۱۰- مقایسه میانگین اثر مواد آلی بر تعداد ریشه.

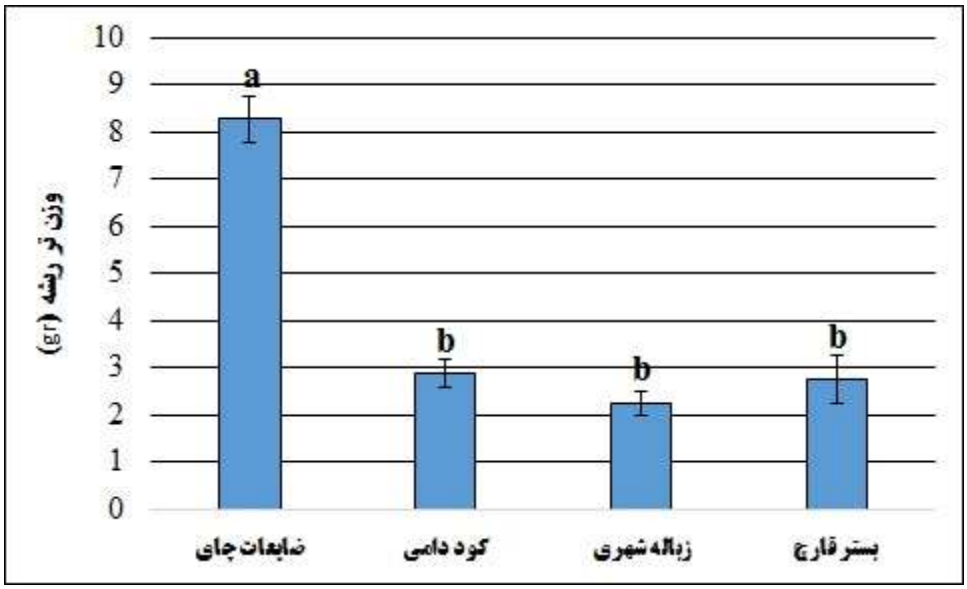


شکل ۱۱- مقایسه میانگین اثر نسبت‌های حجمی مواد آلی بر تعداد ریشه.

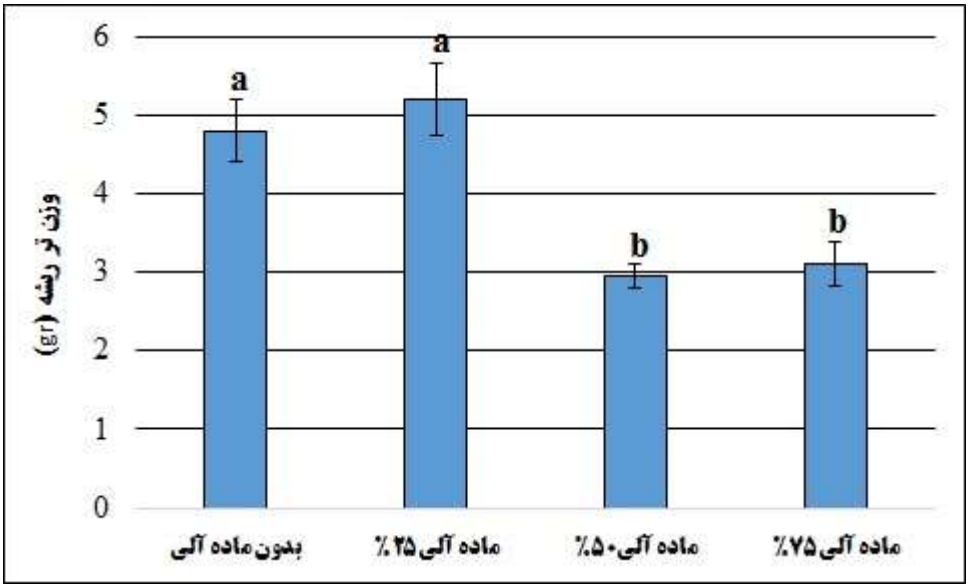
۳-۵- وزن تر ریشه

جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارهای محیط کشت، نسبت‌های اختلاط و اثر متقابل آنها بر وزن تر ریشه در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌دار داشتند. مقایسه میانگین‌های محیط کشت نشان داد که تیمار ضایعات چای با ۸/۲۶ گرم دارای بیشترین وزن تر ریشه بود (شکل ۱۲). مقایسه میانگین نسبت‌های اختلاط نشان داد که نسبت اختلاط ۲۵٪ با میانگین ۵/۲ گرم بیشترین وزن تر ریشه را داشت (شکل ۱۳).

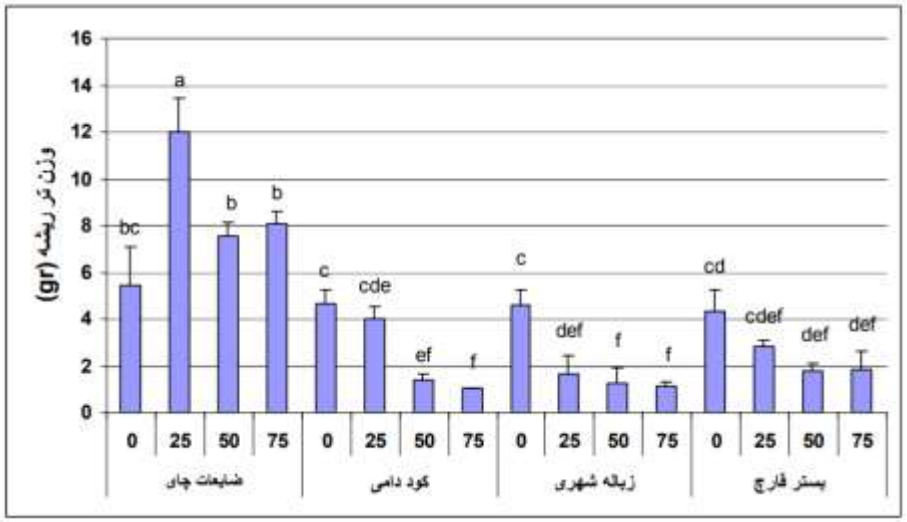
مقایسه میانگین‌های اثر متقابل محیط کشت و نسبت اختلاط بیانگر بیشترین وزن تر ریشه در تیمار ضایعات چای با نسبت اختلاط ۲۵ ٪ به مقدار ۱۲/۰۱ بوده است که اختلاف قابل ملاحظه را با تیمار شاهد داشت (شکل ۱۴).



شکل ۱۲- مقایسه میانگین اثر مواد آلی بر وزن تر ریشه.



شکل ۱۳- مقایسه میانگین اثر نسبت‌های حجمی مواد آلی بر وزن تر ریشه

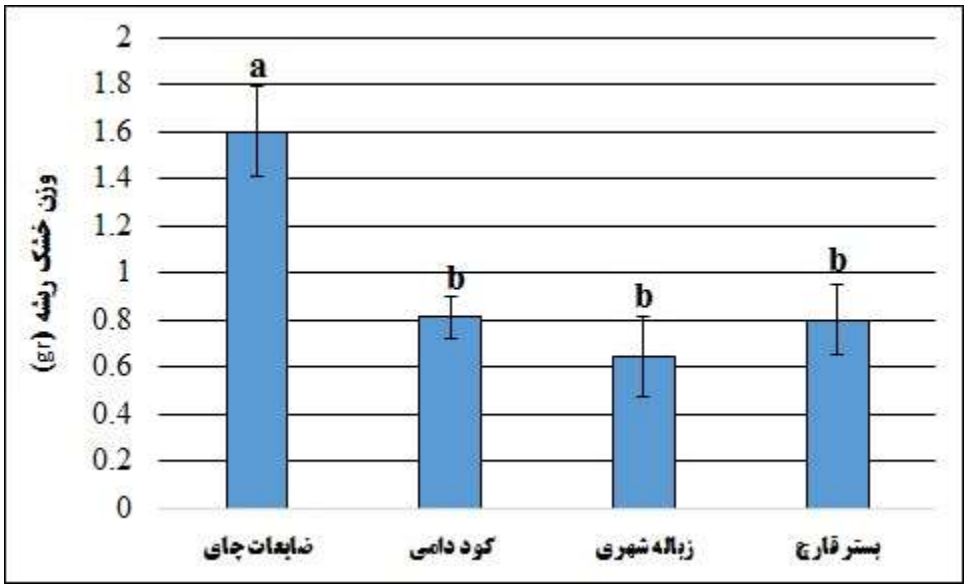


شکل ۱۴- مقایسه میانگین اثر متقابل مواد آلی و نسبت‌های حجمی بر وزن تر ریشه

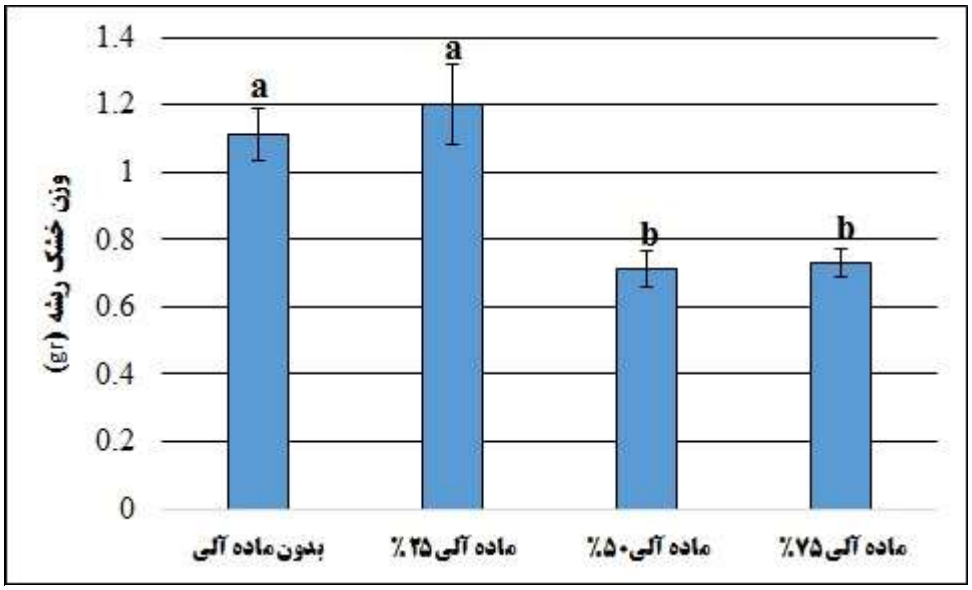
۳-۶- وزن خشک ریشه

با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) نتایج جدول بیانگر معنی‌دار بودن اثرات ساده و متقابل تیمارهای مورد آزمایش بر وزن خشک ریشه در سطح احتمال یک درصد می‌باشد. مقایسه میانگین‌های تیمار محیط کشت با آزمون توکی مشخص نمود که تیمار ضایعات با ۱/۶۰ گرم بیشترین وزن خشک ریشه را به خود اختصاص داد. از طرفی مقایسه میانگین‌های تیمار نسبت اختلاط، بیانگر بیشترین وزن خشک ریشه به میزان ۱/۲ گرم در نسبت اختلاط ۲۵ ٪ بود (شکل‌های ۱۵ و ۱۶). مقایسه میانگین‌های اثر متقابل

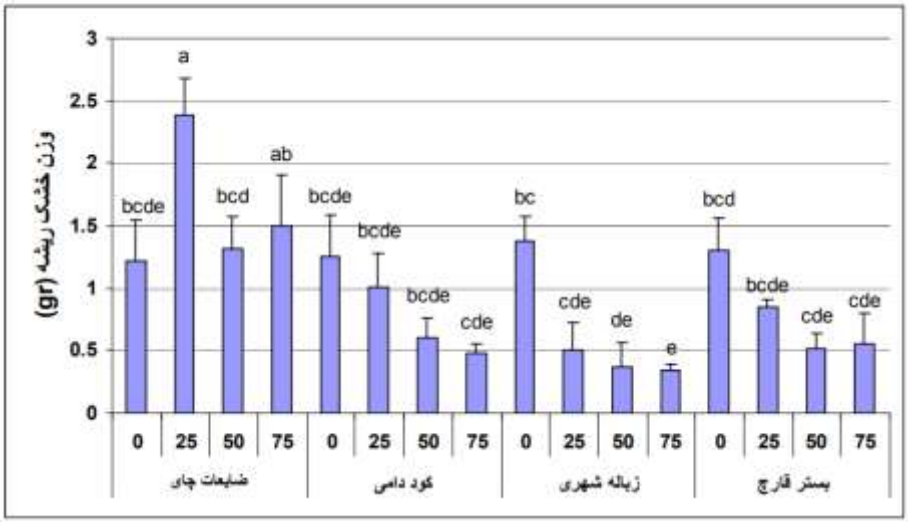
تیمارهای محیط کشت و نسبت اختلاط نشان داد که تیمار ضایعات با نسبت اختلاط ۲۵٪ بیشترین تأثیر را بر وزن خشک ریشه داشت و از نظر این صفت بر تیمار شاهد برتر بود (شکل ۱۷).



شکل ۱۵- مقایسه میانگین اثر مواد آلی بر وزن خشک ریشه.



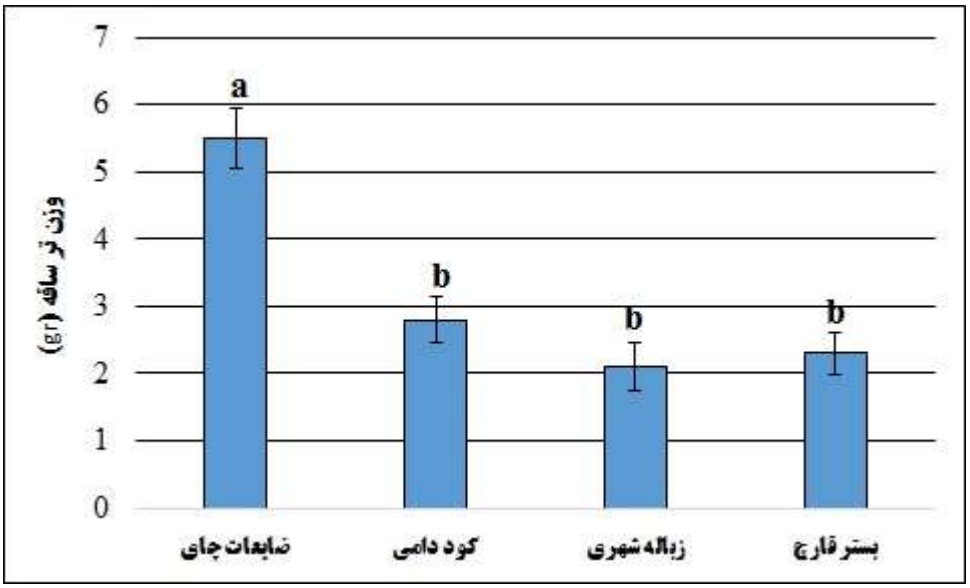
شکل ۱۶- مقایسه میانگین اثر نسبت‌های حجمی مواد آلی بر وزن خشک ریشه.



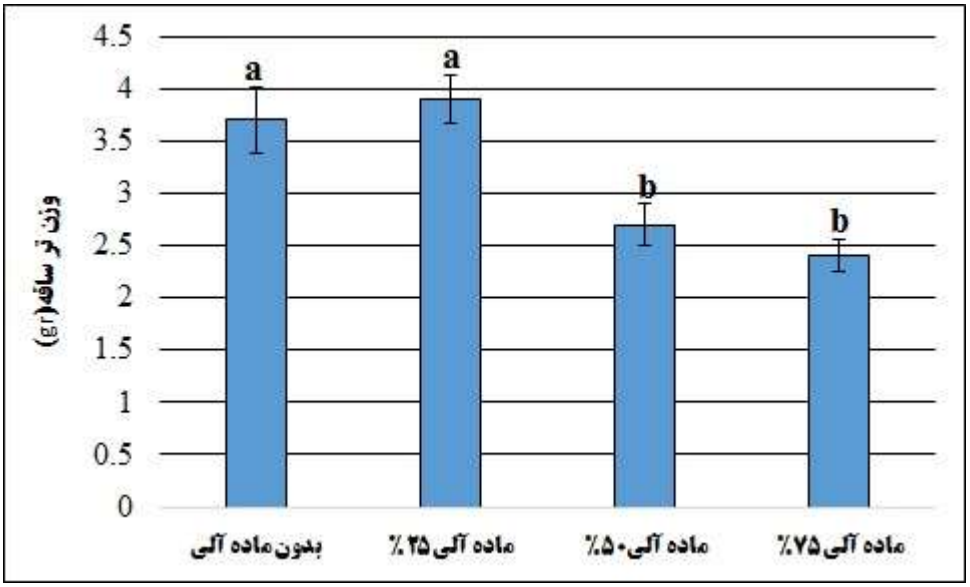
شکل ۱۷- مقایسه میانگین اثر متقابل مواد آلی و نسبت‌های حجمی بر وزن خشک ریشه.

۳-۷- وزن تر ساقه

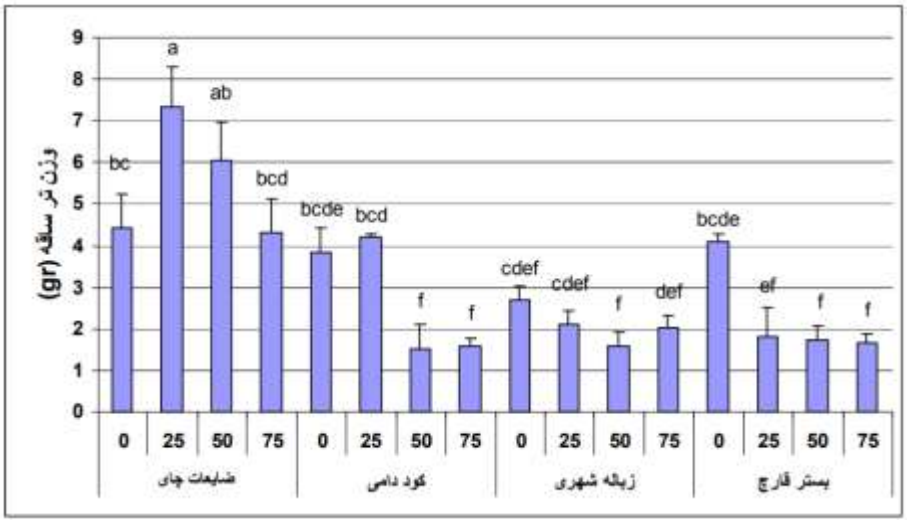
آنچه از جدول تجزیه واریانس استنباط می‌گردد بیانگر معنی‌دار بودن اثرات ساده و متقابل تیمارها بر روی وزن تر ساقه در سطح احتمال یک درصد می‌باشد (جدول ۱). با مقایسه میانگین اثرات ساده تیمارها مشخص گردید که تیمار ضایعات چای با میانگین ۵/۵ گرم و نسبت اختلاط ۲۵٪ ماده آلی با میانگین ۳/۹ گرم نسبت به سایر تیمارها اثرات بهتری بر وزن تر ساقه نشان داده‌اند (شکل‌های ۱۸ و ۱۹). مقایسه اثرات متقابل تیمارهای آزمایش هم مشخص نمود که بیشترین وزن تر ساقه با میانگین ۷/۳ گرم مربوط به تیمار ۲۵٪ ضایعات چای بود (شکل ۲۰).



شکل ۱۸- مقایسه میانگین اثر مواد آلی بر وزن تر ساقه.



شکل ۱۹- مقایسه میانگین اثر نسبت‌های حجمی مواد آلی بر وزن تر ساقه.

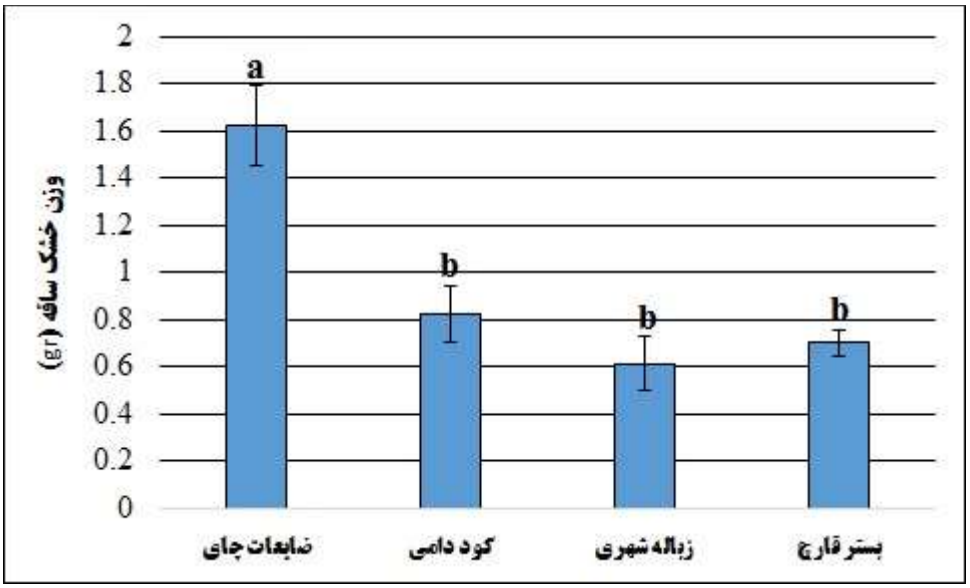


شکل ۲۰- مقایسه میانگین اثر متقابل مواد آلی و نسبت‌های حجمی بر وزن تر ساقه.

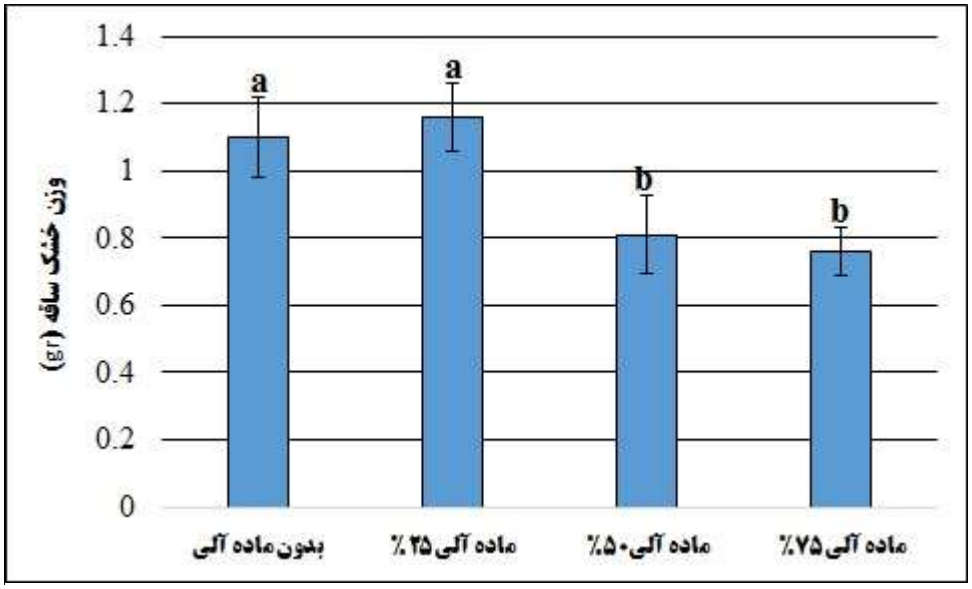
۳-۸- وزن خشک ساقه

نتایج تجزیه واریانس وزن خشک ساقه نیز بیانگر معنی‌دار بودن اثر تیمارهای محیط کشت و نسبت اختلاط و اثر متقابل آنها بر این صفت در سطح احتمال یک درصد بود (جدول ۱). مقایسه میانگین‌های تیمار محیط کشت با آزمون توکی نشان داد که تیمار ضایعات با ۱/۶ گرم نسبت به سایر تیمارها برتر بود. مقایسه میانگین‌های تیمار نسبت اختلاط مشخص نمود که نسبت اختلاط ۲۵٪ با ۱/۱۶ گرم بیشترین تأثیر را بر وزن خشک ساقه داشت و از این نظر برتر از سایر تیمارها بود (شکل‌های ۲۱ و ۲۲). مقایسه

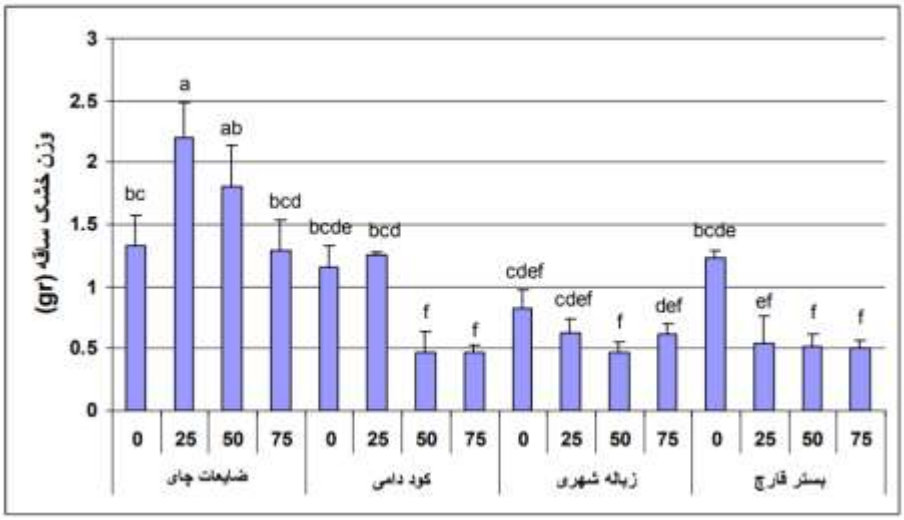
میانگین تیمارهای محیط کشت و نسبت اختلاط نشان داد که تیمار ضایعات با نسبت ۲۵ ٪ با مقدار ۲/۲ گرم بیشترین تأثیر را بر وزن خشک ساقه داشت به‌طوری که دارای تفاوت معنی داری در سطح احتمال یک درصد در مقایسه با شاهد بود (شکل ۲۳).



شکل ۲۱- مقایسه میانگین اثر مواد آلی بر وزن خشک ساقه.



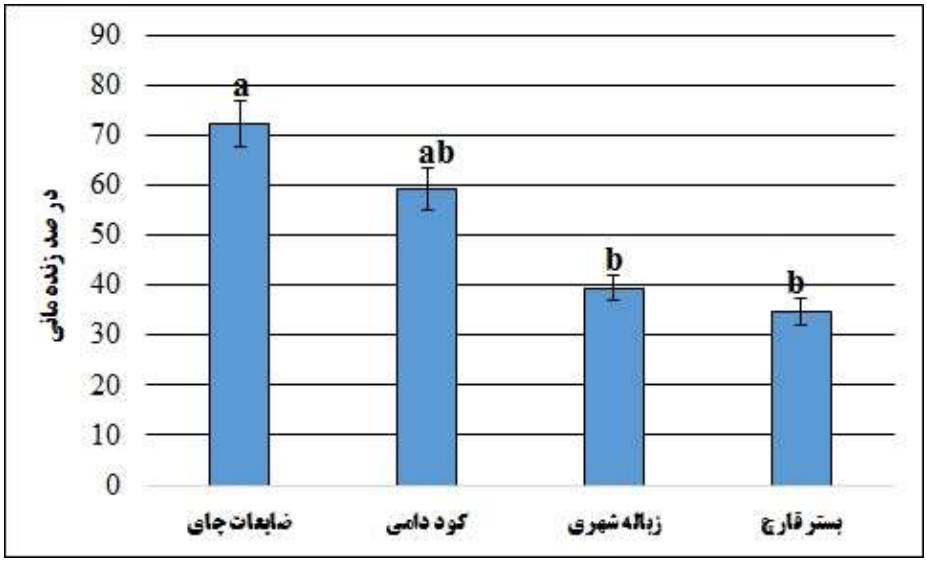
شکل ۲۲- مقایسه میانگین اثر نسبت‌های حجمی مواد آلی بر وزن خشک ساقه.



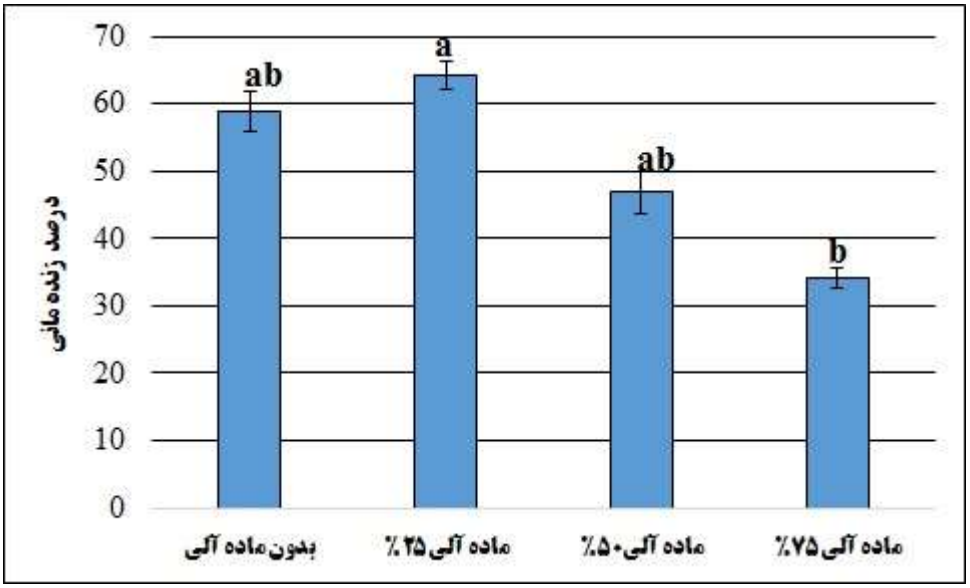
شکل ۲۳- مقایسه میانگین اثر مقابل مواد آلی و نسبت‌های حجمی بر وزن خشک ساقه.

۳-۹- زنده مانی

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس نشان می‌دهد که اثر تیمار محیط کشت در سطح احتمال یک درصد و تیمار نسبت اختلاط در سطح احتمال پنج درصد بر صفت زنده مانی قلمه‌ها تفاوت معنی‌دار داشتند. اما اثر متقابل آنها اختلاف معنی داری بر درصد زنده‌مانی قلمه‌ها نداشت (جدول ۱). مقایسه میانگین‌های اثر محیط کشت بر درصد زنده مانی قلمه نشان داد که تیمار ضایعات با ۷۲/۲ درصد بیشترین تأثیر را بر زنده‌مانی قلمه‌ها داشت (شکل ۲۴). مقایسه میانگین‌های اثر نسبت اختلاط بر درصد زنده مانی قلمه‌ها نشان داد که اختلاط صفر، ۲۵ و ۵۰ درصد اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند و در یک گروه آماری قرار گرفتند. تیمار اختلاط ۲۵ درصد تأثیر بیشتری روی زنده‌مانی قلمه‌ها داشت (شکل ۲۵).



شکل ۲۴- مقایسه میانگین اثر مواد آلی بر درصد زنده مانی.



شکل ۲۵- مقایسه میانگین اثر نسبت‌های حجمی مواد آلی بر درصد زنده مانی.

۴- بحث و نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها برای صفت تعداد برگ نشان داد که تیمار ۲۵ درصد ضایعات کارخانه چای و کود دامی، بهترین تیمارها نسبت به سایر تیمارها بودند. در مطالعه دیگری در اتیوپی که بستر کشت مواد معدی و آلی به‌صورت ترکیبی با یکدیگر برای ریشه‌زایی قلمه تک گره گیاه چای را مطالعه نمودند نیز مشاهده شده است که ترکیب ماده آلی با مواد معدنی بر ریشه‌زایی (زنده‌مانی قلمه‌ها و وزن تر و خشک ریشه و شاخساره) تأثیر مثبتی دارد که دلیل آن را تأمین کافی مواد مغذی گیاه و خواص شیمیایی بهتر خاک که برای بقای بهتر، رشد و استقرار قلمه‌های ساقه چای مناسب است بیان نمودند (Teshome *et al*., 2016). در مطالعه مشابه نشان داده شد که محیط ریشه‌زایی برای بهترین نتایج، به نوع بستر کشت مورد استفاده و خواص شیمیایی آن، عمدتاً pH بستگی دارد، به‌عنوان مثال، در استرالیا گزارش شده است که مخلوطی از خاک زیرین، پوست درخت کاج کمپوست شده و ماسه برای ریشه‌زایی و رشد خوب قلمه‌های سبز چای مناسب است (Angela, 1999). مطالعه مشابه انجام شده در هند نشان داد که کود دامی کاملاً مخلوط شده با خاک و سنگ فسفات به‌عنوان بستر کاشت برای تکثیر چای توصیه می‌شود (Barbora and Baruah, 1996).

در رابطه با شخصه‌های تخریبی مورد بررسی یعنی وزن تر و خشک ریشه و شاخساره نیز تفاوت معنی‌دار به‌دست آمده است که در مطالعه دیگری بر روی بسترهای کشت نیز مشابه همین نتایج گزارش شده است (Teshome *et al*., 2016) آنها تنوع قابل توجهی را در وزن تر اندام هوایی و وزن خشک ریشه‌ها در بین تیمارهای مورد بررسی (بسترهای کشت متفاوت) گزارش نموده‌اند. آنها وزن خشک ریشه را تحت‌تأثیر pH بیان نمودند به‌طوری که هرچه pH کاهش یابد وزن خشک ریشه افزایش نشان خواهد داد که دلیل آن تعادل هورمون‌های ریشه‌زایی و رشد چای می‌باشد. در مطالعه ما نیز نتایج به‌دست آمده نشان داده که با کاربرد ضایعات چای که باعث کاهش pH بستر کشت می‌گردد وزن تر و خشک ریشه حالت افزایشی دارد.

در رابطه با زنده مانی قلمه‌ها نیز در مطالعه‌ای بر روی گیاه سماق (*Rhus coriaria* L.) (درودی و همکاران، ۱۳۸۷) مشاهده کردند که نوع بستر خاک روی درصد جوانه‌زنی قلمه‌ها و زنده‌مانی دارای تأثیر معنی داری است

که در مطالعه ما نیز مشخص شد که با استفاده از ترکیبات آلی در بستر کشت که منجر به بهبود بستر کشت از نظر بافت می‌گردند نیز میزان جوانه‌زنی و موفقیت گیرایی قلمه (زنده‌مانی) افزایش می‌یابد اما اگر استفاده از مواد آلی بیش از حد باشد به‌دلیل سبک شدن زیاد بافت بستر کشت منجر به کاهش موفقیت در گیرایی قلمه می‌شود به‌طوری‌که با افزایش مقدار ماده آلی از ۲۵٪ به ۷۵٪ کاهش در تعداد برگ مشاهده شد.

در بررسی تأثیر چند نوع بستر ریشه‌زایی بر ریشه‌زایی قلمه‌های نیمه خشبی درختچه زینتی شیشه شور مجنون (*Callistemon viminalis*) (شکری و همکاران، ۱۳۹۳) در شرایط گلخانه نتایج نشان داد که اثر بسترهای ریشه‌زایی بر طول بلندترین ریشه، میانگین طول ریشه، درصد زنده مانی قلمه‌های ریشه‌دار شده و تعداد شاخه‌های جدید معنی‌دار بود. از لحاظ آماری, بیشترین میانگین طول ریشه در بستر ماسه + کوکوپیت و بلندترین طول ریشه در بسترهای ماسه، ماسه + کوکوپیت و کوکوپیت + پرلیت حاصل شد. بالاترین درصد زنده مانی قلمه‌ها پس از انتقال به گلدان از قلمه‌های ریشه‌دار شده در بسترهای ماسه + کوکوپیت، ماسه + پرلیت و ماسه + کوکوپیت + پرلیت به دست آمد. همان طور که در نتایج این پژوهش مشاهده می‌گردد مشابه پژوهش حاضر با کاربرد مواد آلی شاخصه‌های موفقیت در قلمه‌گیری تحت تأثیر قرار گرفتند.

پیش از این گزارش شده است که بسترهای ریشه‌زایی بیشتر از آنکه در القای ریشه نقش داشته‌باشند در توسعهٔ ریشه‌های ظاهر شده نقش دارند. همچنین، بستر می‌تواند بر نوع و ظاهر ریشه ظاهر شده اثرگذار باشد (Long, 1932). لایه آب درون و اطراف پایین قلمه با تأثیر بر میزان اکسیژن قابل دسترس برای نمو سرآغازه‌ای ریشه، میزان رشد ریشه‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. به‌طوری که بیان شده است، یک محیط ریشه‌زایی مناسب عموماً باید دارای حجم بهینه فضای منافذ پر از گاز و سرعت انتشار اکسیژن کافی برای نیازهای تنفسی باشد (Fonteno and Nelson, 1990). از سوی دیگر اتساع غشای پروتوپلاسمی و تورم سلول‌های زنده گیاهی برای رشد و القای ریشه لازم و ضروری است و آب این تورم را حفظ می‌کند (Reddy, 2009). مطالعه ویژگی‌های فیزیکی بسترهای مختلف نشان داد که نسبت بین آب و هوا در بسترهای ریشه‌زایی دارای اهمیت ویژه‌ای است (Bilderback and Lorscheider, 1992). بستر با هوادهی بهتر ریشه‌زایی بهتر، پوسیدگی کمتر و نهایتاً زنده‌مانی بیشتری را به‌دنبال خواهد داشت. بسترهایی که قابلیت بالای نگهداری آب دارند یعنی بسترهایی که دارای بافت سنگین می‌باشند یا سهم بافت آلی آنها که دارای قدرت نگهداری آب بالا می‌باشد، بیشتر است، معمولاً هوادهی نامطلوبی دارند (Akwatulira *et al*., 2011؛ Hans, 1983؛ Reddy, 2009؛ Wright *et al*., 1992). با توجه به این موارد می‌توان اعلام داشت با به کار بردن نسبت مناسب از مواد آلی که منجر به بهبود بافت خاک می‌گردند هم هوادهی (تهویه) مناسب را در بستر قلمه خواهیم داشت و هم نگهداری آب را. همچنین با توجه به این نکات مشخص می‌گردد که اگر نسبت مواد آلی در بستر افزایش پیدا کند به دلیل افزایش میزان نگهداری آب امکان کاهش موفقیت در تکثیر قلمه وجود دارد که این موضوع در تیمارهای با نسبت‌های بالاتر مواد آلی در آزمایش حاضر مشاهده شده است به‌طوری که تیمارهای ماده آلی ۵۰٪ و ۷۵٪ در هیچ‌کدام از شاخصه‌های مورد بررسی دارای برتری بر سایر تیمارها در رابطه با نسبت مواد آلی به کار رفته نیستند.

در ارتباط با تعداد ریشه شومباخ و همکاران (Schwambach *et al*., 2005) اعلام نموده‌اند که تعداد ریشه تشکیل شده در هر قلمه به‌طور معنی داری تحت اثر میزان مواد معدنی حاضر در بستر کشت قرار می‌گیرد در حالی که درصد ریشه‌زایی به میزان زیادی تحت‌تأثیر وجود اکسین در قلمه‌ها می‌باشد لذا مشاهده می‌گردد که در مطالعه پیش رو نیز بیشترین تعداد ریشه در تیمار نسبت اختلاط صفر که دارای بالاترین میزان ماده معدنی نسبت به سایر تیمارهای اختلاط بود، حاصل گردید که با نسبت اختلاط ۲۵٪ ماده آلی این تیمار اختلاف معنی‌داری نداشت

و در گروه آماری یکسانی قرار گرفتند. به همین دلیل با توجه به آنکه نسبت اختلاط ۲۵٪ ماده آلی در سایر شاخصه‌ها برتری دارد لذا در اینجا نیز می‌تواند این ترکیب بستر کشت را به‌عنوان بستر کشت برتر معرفی نمود.

در ارتباط با تعداد برگ گزارش شده است که تعداد برگ و طول شاخساره با تعداد و طول ریشه‌ها در قلمه دارای ارتباط مستقیم می‌باشد چرا که با فتوسنتز بیشتر، مواد کربوهیدراتی بیشتری تولید می‌گردد که منجر به ریشه‌دهی بهتر خواهد شد (خوشخوی، ۱۳۸۳؛ شکری و همکاران، ۱۳۹۰) و از سوی دیگر با گسترش ریشه‌ها جذب مواد معدنی و آب افزایش یافته که این مواد به‌عنوان مواد اولیه در تولیدات برگ استفاده می‌شوند که منجر به تولید شاخه و برگ بیشتر در قلمه نیز می‌گردد (Rubasinghe *et al*., 2009). که بر همین اساس نیز مشاهده می‌گردد که در بستر کشت ضایعات چای و نسبت ۲۵٪ که بیشترین طول ریشه، تعداد ریشه، وزن تر و خشک ریشه مشاهده می‌گردد بیشترین تعداد برگ و طول شاخساره نیز مشاهده می‌گردد که این نتایج با مطالعات بالا همخوانی دارد یعنی هر زمان میزان قسمت زیر خاک افزایش یابد میزان قسمت هوایی نیز افزایش خواهد یافت و بلعکس این موضوع نیز رخ می‌دهد.

برای انتخاب یک بستر ریشه‌زایی به‌عنوان بهترین بستر شاخصه درصد ریشه‌زایی چندان دارای اهمیت نمی‌باشد بلکه باید بستری را به این عنوان انتخاب نمود که تولید ریشه‌هایی با انشعاب بیشتر و انعطاف پذیرتر تولید کند و بالاترین میزان زنده‌مانی را پس از انتقال داشته باشد (Nair et al., 2008 ،Copes *et al*., 1977). لذا قلمه‌هایی که در بستر ۲۵ درصد ضایعات کارخانه چای و کود دامی قرار می‌گیرند به ریشه‌های باریک، بلند و انعطاف‌پذیرتری می‌دهند، بنابراین می‌توان درصد بالاتر زنده‌مانی قلمه‌های ریشه‌دار شده را به داشتن تعداد ریشه‌های بیشتر نسبت داد (Long, 1932). در نتیجه، ریشه‌های تشکیل شده در این قلمه‌ها پس از کاشت در گلدان می‌توانند ارتباط بهتری با خاک برقرار کنند. جدول ۲ همبستگی صفات مورد ارزیابی را نشان می‌دهد.

جدول ۲- همبستگی صفات مورد ارزیابی.

	pH	EC	تعداد برگ	طول ریشه	طول ساقه	تعداد ریشه	تر ریشه‌وزن	وزن خشک ریشه	تر ساقه‌وزن	وزن خشک ساقه
pH	-----									
EC	-۰/۶۰۲*	-----								
تعداد برگ	-۰/۴۴۹*	-۰/۶۰۱*	-----							
طول ریشه	-۰/۷۲۴**	-۰/۶۰۲*	۰/۸۴۹**	-----						
طول ساقه	-۰/۶۹۱**	-۰/۵۹۱*	۰/۸۲۹**	۰/۷۵۴**	-----					
تعداد ریشه	-۰/۸۹۳**	-۰/۵۱۴*	۰/۷۸۵**	۰/۵۸۵**	۰/۸۸۹**	-----				
تر ریشه‌وزن	-۰/۸۳۸**	-۰/۶۰۳*	۰/۸۲۴**	۰/۷۱۲**	۰/۹۳۷**	۰/۹۱۵**	-----			
وزن خشک ریشه	-۰/۸۳۸**	-۰/۶۰۳*	۰/۸۲۴**	۰/۷۱۲**	۰/۹۳۷**	۰/۹۱۵**	۰/۹۶۰**	-----		
تر ساقه‌وزن	-۰/۸۱۶**	-۰/۵۶۱*	۰/۸۴۰**	۰/۶۳۹**	۰/۹۳۰**	۰/۸۶۷**	۰/۹۴۰**	۰/۸۹۵**	-----	
وزن خشک ساقه	-۰/۵۷۸*	-۰/۸۲۸**	۰/۸۵۸**	۰/۷۰۴**	۰/۷۵۹**	۰/۷۸۳**	۰/۷۳۶**	۰/۷۵۳**	۰/۷۵۳**	-----

تضاد و تعارض منافع- نویسنده هر گونه تعارض و تضاد منافع اعم از تجاری و غیر تجاری و شخصی را که در ارتباط مستقیم یا غیر مستقیم با اثر منتشر شده است رد می‌نمایند.

منابع

بی‌دریغ فرد، س. (۱۳۷۶). اثر IBA، سولفات روی، خراش دهی و نوع محیط ریشه‌زایی بر روی قلمه‌های چای. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران. ۳۲۳ ص.

حداد، ع. و تقوی، س. (۱۳۷۳). گزارش نهایی طرح تعیین مناسب‌ترین بستر جهت تکثیر قلمه چای، مؤسسه تحقیقات برنج، رشت

خوشخوی، م. (۱۳۸۳). گیاه افزایی (ازدیاد نبات): مبانی و روش‌ها .جلد دوم، انتشارات دانشگاه شیراز

درودی، ه.، اکبری نیا، م.، جلالی، س. غ.، و خسروجردی، ا. (۱۳۸۷). تأثیر قطر قلمه و بستر کاشت بر ریشه دهی و زنده مانی قلمه سماق (*Rhus coriaria* L.). *زیست شناسی ایران*، ۲۱(۲)، ۲۷۰-۲۷۷.

شکری، ص.، زارعی، ح.، و علیزاده، م. (۱۳۹۳). تأثیر چند نوع بستر ریشه زایی بر ریشه زایی قلمه‌های نیمه خشبی درختچه زینتی شیشه شور مجنون (*Callistemon viminalis*) در شرایط گلخانه. *روابط خاک و گیاه (علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای)*، ۵(۱۹)، ۱۷۳-۱۸۲.

شکری، ص.، زارعی، ح و علیزاده، م. (۱۳۹۰). بررسی روش تکثیر قلمه‌ای درختچه زینتی شیشه‌شور در شرایط درون‌شیشه‌ای و برون‌شیشه‌ای. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان.

Akwatulira, F., Gwali, S., Okullo, J. B. L., Ssegawa, P., Tumwebaze, S. B., Mbwambo, J. R., & Muchugi, A. (2011). Influence of rooting media and indole-3-butyric acid (IBA) concentration on rooting and shoot formation of *Warburgia ugandensis* stem cuttings. *African Journal of Plant Science*, *5*(8), 421-429

Angela, M. (1999). Continued Investigation into the Commercial production and development of green tea in tasmania, RIRDC report, Canberra.

Banerjee, B. (1992). Selection and breeding of Tea, Tea cultivation to consumption. Chapman and Hall, London, p.53-86

Barbora, A. C., & Baruah, D. C. (1996). Response of tea plant types to shear plucking. *Two and a Bud*. *43*(2), 20-24.

Bilderback, T. E., & Lorscheider, M. R. (1992). A comparison of physical properties of double processed pine bark to other selected propagation substrates and their effects on rooting response of three ornamentals. *NCAN Nursery Notes*, *25*(1), 35-38.

Bordoloi, S. C., & Bazbaruah, H. P. (1983). Observations vegetative propagation of tea.Use of subsoil in tea nursery. *Two and a bud*, *30*(1/2), 12.

Chakravartee, J., Hazarika, M., & Gogoi, D. (1986). Effect of soil pH in callusing and root growth in nursery. *Two And a Bud*, *33*(1/2), 29.

Copes, D. L. (1977). Influence of rooting media on root structure and rooting percentage of Douglas-fir cuttings. *Silvae Genetica,* 26(2-3), 102-106.

Fonteno W. C., & Nelson, P. V. (1990). Physical properties of plant responses to rockwool amended media. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, *115*(3), 375-381.

Green, M.J. (1964). Vegetative Propagation of Tea, TRIEA, Pamphlet No. 17.

Hans, R. G. (1983). Physical conditions of propagation media and their influence on the rooting of cuttings. III. The effect of air content and temperature in different propagationmedia on the rootingof cuttings. *Plant and Soil*, 75(1), 1-14.

Hansen, J., (1988). Effects of cutting position on rooting Auxiliary bud break and shoot growth in stephanotis floribunda. *Acta Horticulturae*, *226*, 159-163.

Hartmann, H. T., & Kester, D. E. (1975). Plant propagation: principles and practices. 6th edition. Prentice – Hall International editions Englewood Cliffs, New Jersey USA.

Jawanda, J. D., Cohen, S., Singh, A., Singh, S., & Bal, J. S. (1991) effect of indolebutyric acid and shoot portion on the rooting of cuttings in Japanese plum, *Acta Horticulturae*. 283, 189-197.

Kayange, C. W. (1989). Nursery tea compost. *Tea Research Foundation*, 40, 19-20.

Kayange, C. W. (1983). Influence of mother leaf and bud on success of tea cutting. *Horticulturae*.*53*(9).

Leaky, R. R. B. (1983). Stock plant factors affecting root initiation in cutting of Triplochiton sleroxylen K. Schum, an indigenous hardwood of West Africa. *Journal of Horticultural science*, *58*, 277-290.

Loach K. (1992). Environmental conditions for rooting cuttings: Importance, measurement and control. *Acta Horticulturae*, *314*, 233-242.

Long, J. C. (1932). The influence of rooting media on the character of roots produced by cuttings. *American Society for Horticultural Science*, *29*(3), 352-355

Mphangwe, N. (1999). Growing media for rooted tea cutting. *Quarterly Newsletter Tea Research Foundation of Central Africa*, *134*,18-21.

Nair, A., Zhang, D., & Smagula, J. (2008). Rooting and overwintering stem cuttings of Stewartia pseudocamellia Maxim. relevant to hormone, media, and temperature. *HortScience*, *43*(7), 2124-2128.

Prakash, O. M., Nagar, P. K., & Ahuja, P. S. (2001). Effect of auxins and phenolic acids on rooting of four and eight node cutting of tea (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze). *Journal of Plantation Crops*, *29*(3), 56-60.

Reddy, Sh. (2009). Cutting-propagation media: Cutting to the chase. Combined Proc. Int. Plant Propagators' Soc, *59*, 58-63.

Rubasinghe, M. K., Amarasinghe, K. G. K. D., & Krishnarajha, S. A. (2009). Effect of rooting media, naphtheline acetic acid and gibberelic acid (GA3) on growth performances of *Chirita Moonii*. *Ceylon Journal of Science*, *38*(1), 17-22.

Schwambach, J., Fadanelli, C., & Fett-neto, A.G. (2005). Mineral nutrition and adventitious rooting in microcuttings of Eucalyptus globulus. *Tree Physiology*, 25(4), 487-494.

Sharma, V. S. (1976). Tea nursery. *The Pirs Chronicle*, *71*, 211-13.

Teshome, M., Endale, T., Tesfay, S., & Melaku, A. (2016). Effects of various rooting media on survival and growth of tea (Camellia sinensis L.) stem cuttings at Jimma. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, *6*(3), 2224-3208.

Wilson, P. J. (1993). Propagation characteristics of Eucalyptus globules *Labill*.ssp. globulus stem cutting in relation to their original position in the parent shoot. *Journal of Horticultural science*, *68*, 715-724.

Wright, R. D., Rein, W. H. & Seiler Virginia, J. R. (1992). Propagation medium moisture level and rooting of woody stem cuttings. SNA Res. Conf., Vol. 37.