نشریه علمی یافته‌های تحقیقاتی در گیاهان زراعی و باغی
جلد ۸، شماره ۱، سال ۱۳۹۸

# اثر ژنوتیپ در موفقیت پیوند خزانه‌ای در سه کلون چای

# Effect of Genotype on Success of Nursery Grafting in Three Tea Clones

فاضل پورحقگوی[۱]، کورش مجدسلیمی[۲] و مهران غلامی[۳]

۱ و ۲- به ترتیب محقق و مربی، پژوهشکده چای، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، لاهیجان، ایران.

۳- مربی، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گیلان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران.

**تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۷/۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱/۲۶**

## چکیده

**پورحقگوی، ف.، مجدسلیمی، ک. و غلامی، م. ۱۳۹۸.** اثر ژنوتیپ در موفقیت پیوند خزانه‌ای در سه کلون چای. **نشریه علمی یافته‌های تحقیقاتی در گیاهان زراعی و باغی ۸ (۱):** ۱۰۵- ۹۱.

**به‌منظور دستیابی به فن پیوند خزانه‌ای و تولید نهال‌های پیوندی چای، پژوهشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با نه تیمار و سه تکرار طی دو سال در ایستگاه تحقیقات چای شهید اسلامی لاهیجان اجرا شد. در این آزمایش از سه کلون امیدبخش ۱۰۰، ژنوتیپ انتخابی ۲۰۲۱ و رقم DN (سریلانکایی) به عنوان پایه و پیوندک استفاده شد. پس از پیوند، برخی از صفات کیفی برگ سبز چای مانند پلی‌فنل کل، میزان فعالیت آنزیم‌های پلی‌فنل اکسیداز و پراکسیداز و درصد پروتئین در نزدیک‌ترین برگ‌ها به محل پیوند درگیاهان پیوندی و غیر پیوندی (شاهد) اندازه‌گیری شد. هم‌چنین اندازه‌گیری صفات کمی مانند ماده خشک، ارتفاع گیاه، تعداد برگ، قطر ساقه و درصد زنده‌مانی پیوند و نهال‌های شاهد پس از پیوند انجام گردید. نتایج نشان داد که بین گیاهان پیوندی و غیرپیوندی از نظر درصد زنده‌مانی برای تولید نهال، درصد پلی‌فنل کل و آنزیم پلی‌فنل اکسیداز اختلاف معنی‌داری وجود داشت به طوری‌که درصد زنده‌مانی نهال‌های قلمه‌ای در همه موارد بیشتر از نهال‌های پیوندی بود. در بین ترکیبات پیوندی، پیوند 100/DN (پایهDN و پیوندک ۱۰۰) با ۵۶٪ بیشترین درصد زنده‌مانی را داشت. از نظر درصد ماده‌ی خشک، ارتفاع گیاه، تعداد برگ و قطر ساقه بین گیاهان پیوندی و غیرپیوندی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین مقدار پلی‌فنل کل مربوط به گیاهان پیوندی 100/2021 (پایه ۲۰۲۱ و پیوندک ۱۰۰) به میزان ۱۳/۷٪ و کمترین مقدار نیز مربوط به قلمه‌های ریشه‌دار کلون ۱۰۰ به میزان ۱۰/۴٪ بود. بیشترین مقدار پروتئین مربوط به گیاهان پیوندی DN/2021 (پایه ۲۰۲۱ و پیوندک DN) به میزان ۱۳/۵٪ و کمترین مقدار آن نیز مربوط به گیاهان غیرپیوندی DN به‌میزان ۹٪ بود.**

**واژه‌های کلیدی: چای، پیوند خزانه‌ای، اثر متقابل پایه و پیوندک، ترکیبات بیوشیمیایی.**

نویسنده مسئول: fps.tea44@ gmail.com تلفن: ۰۱۳۴۲۴۲۴۰۰۲

**مقدمه**

چای (*Camellia sinensis* L.) درختچه‌ای دائمی و دگرگشن است که ازدیاد آن به‌صورت جنسی و غیرجنسی انجام می‌شود. تفاوت‌های زیادی در جمعیت‌های بذری چای دیده می‌شود و عکس‌العمل ژنوتیپ‌ها نسبت به شرایط متفاوت محیطی، یکسان نیست به طوری‌که مقاومت ژنوتیپ‌های چای در برابر تنش‌های زنده و غیرزنده متفاوت است (۲۵). به‌طور معمول، ازدیاد ژنوتیپ‌های ایده‌آل چای (کلون‌ها) با استفاده از قلمه‌زدن انجام می‌شود اما استفاده از فن پیوندزدن (Grafting) برای تولید گیاهان پیوندی (Composite Plant) روشی رایج در دانش باغبانی است و اغلب برای کاهش دوره‌ی نونهالی، کوتاه کردن برنامه‌ی اصلاحی، بهبود کیفیت، افزایش عملکرد و افزایش تحمل به تنش‌های محیطی و مقاومت به انتقال عوامل بیماری‌زا انجام می‌شود (۲۵). پیوندزدن همچنین به‌علت کاهش آلودگی به پاتوژن، کاهش حساسیت به بیماری‌های ریشه و افزایش عملکرد به‌دلیل توان بیشتر گیاه پیوندی به‌طور گسترده‌ای به‌کار می‌رود (۱۴و ۲۱). با توجه به ساختار ژنتیکی چای که بسیار هتروزیگوت است، تولید گیاهان پیوندی به کمک پیوندک تک گره، امکان ترکیب صفات مطلوب مانند مقاومت به خشکی، مقاومت به بیماری و مقاومت به نماتد ریشه را فراهم می‌نماید. با این حال، یکی از مشکلات در توسعه‌ی گیاهان پیوندی، ناسازگاری بین کلون‌های مطلوب است. لذا مطالعات ابتدایی برای غربال کردن طیف گسترده‌ای از پایه‌ها از نظر سازگاری با پیوندک‌های مطلوب و سپس ترکیب نمودن کلون‌های پرمحصول با کلون‌های متحمل یا مقاوم به تنش‌ها توصیه می‌شود (۱۲).

اکثر برنامه‌های اصلاحی چای مبتنی بر گزینش، به‌طور عمده در ارتباط با شناسایی بوته‌های پرمحصول انجام شده است. در میان کلون‌های شناسایی شده برخی از کلون‌هایی که دارای محصول متوسط هستند، با توجه به سیستم ریشه‌های عمیق‌تر خود می‌توانند در برابر شرایط نامساعد آب و هوایی مقاومت نموده و به‌عنوان پایه‌های ایده‌آل برای پیوند کلون‌های پرمحصول روی آنها مورد استفاده قرار گیرند. بر این اساس، فقط کلون‌هایی که به‌عنوان پایه‌های قوی دارای صفات مطلوبی مانند مقاومت به خشکی باشند، می‌توانند تولید مستمر شاخساره‌های رویشی را حتی در طول دوره تنش رطوبتی، تضمین نمایند (۱۷).

با توجه به اهمیت شناخت اساس بیوشیمیایی پیوند و ارتباط آن با نمود ظاهری سازگاری پایه و پیوندک، برقراری ارتباط بین اجزای فوق می‌تواند کاربران را در انتخاب صحیح ژنوتیپ‌ها و نیز پیش‌بینی موفقیت پیوند راهنمایی کرده و مانع از اتلاف وقت و هزینه گردد. از آنجا که پیوندزدن باعث استرس متابولیک و پاسخ بافت‌ها از طریق القای متابولیسم آنتی اکسیدانتی می‌شود، لذا ارزیابی تغییرات فعالیت آنزیم‌های

آنتی اکسیدانت پلی‌فنل اکسیداز (PPO) و پراکسیداز (POD) و اندازه‌گیری میزان کل فنل‌ها و پروتئین و ارتباط آن با درصد زنده‌مانی گیاهچه‌های چای، می‌تواند در انتخاب صحیح پایه و پیوندک موثر باشد. تحقیقات نشان داده است که آسیب به بافت‌ها ناشی از پیوند زدن و بازسازی بخش پیوند شده، ممکن است به تغییرات فعالیت آنزیم‌ها یا مولکول‌های دیگری که با پتانسیل آنتی اکسیدانتی مرتبط هستند، وابسته باشد (۶).

نتایج تحقیقات در کنیا نشان داد که عملکرد کلون‌های چای می‌تواند به‌طور قابل ملاحظه‌ای با پیوند روی پایه‌های مناسب افزایش یابد و بهترین ترکیبات پایه و پیوندک باعث افزایش معنی‌دار عملکرد نسبت به گیاهان قلمه‌ای شود. در این آزمایش اثر متقابل پایه و پیوندک معنی‌دار بود، اما همه کلون‌ها پاسخ مثبتی به پیوند (حتی روی بهترین پایه‌ها) نشان ندادند. اثر پیوند سبب افزایش تعداد شاخساره‌های قابل برداشت شد اما تغییر کمی در وزن متوسط شاخساره‌ها مشاهده شد. هم‌چنین پیوند اثر کمی روی کیفیت چای تولیدی داشت (۲۶).

مطالعه‌ای در زمینه اثر پیوند خزانه‌ای ۳ کلون (UPASI-28,TRF-1, TRF-2) به‌عنوان پیوندک روی چهار کلون دیگر (TRI-2025,UPASI-2, UPASI-9, ATK-1) به‌عنوان پایه نشان داد که درصد زنده‌مانی و موفقیت پیوند خزانه‌ای TRF-1 روی پایه‌های ATK-1و UPASI-9 به‌ترتیب ۸۶ و ۸۲ درصد به‌دست آمد که به‌طور معنی‌داری بالاتر از بقیه ترکیبات بود. هم‌چنین زیست توده تولیدی این پیوندها در مقایسه با TRF-1 پیوند نشده، ۴۰ درصد بیشتر بود. موفقیت پیوند خزانه‌ای TRF-2 نیز روی پایه‌های ATK-1 و UPASI-9 به‌ترتیب ۸۶ و ۸۶/۶۷ درصد گزارش شد که به‌طور معنی‌داری بالاتر از بقیه ترکیبات بود. زیست‌توده تولیدی این پیوندها هم در مقایسه با TRF-2 پیوند نشده، ۲/۵ برابر بیشتر بود. کل زیست توده، رشد شاخساره و رشد ریشه در پیوند UPASI-28 روی پایه UPASI-9 در مقایسه با UPASI-28 پیوند نشده، بیشتر بود (۲۱).

تحقیق حاضر با هدف شناسایی و معرفی پایه و پیوندک‌های سازگار و هم‌چنین دستیابی به شناخت و درک مناسبی از روابط بیوشیمایی بین پایه و پیوندک و ارتباط برخی از شاخص‌های بیوشیمایی با درصد زنده ماندن نهال‌های پیوندی به‌منظور معرفی شاخص‌های غیرمستقیم پیش‌گویی درصد موفقیت در روش پیوندزدن کلون‌های چای انجام شده است.

## مواد و روش‌ها

این پژوهش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با نه تیمار و سه تکرار طی دو سال در خزانه‌های تکثیر ایستگاه تحقیقات چای شهید اسلامی لاهیجان انجام شد. مواد گیاهی این تحقیق عبارت بودند از: ۱- رقم کلونی DN: وارداتی از کشور سریلانکا، با عملکرد متوسط،

قدرت ریشه‌دهی بالا، مقاومت زیاد به خشکی و نماتد مولد زخم ریشه، میانگین مقدار تانن حدود ۱۶ درصد و ماده‌ی خشک حدود ۲۳ درصد. ۲- کلون انتخابی ۲۰۲۱: میانگین طول میانگره حدود پنج سانتی‌متر، میانگین ۲۸ عدد شاخساره در هر مترمربع، میانگین وزن ۵۲ گرم برای ۱۰۰ عدد شاخساره، میانگین مقدار تانن حدود ۱۵/۵ درصد و ماده‌ی خشک حدود ۲۱ درصد. ۳- کلون امید بخش ۱۰۰: عملکرد برگ سبز استاندارد (دو برگ و یک جوانه) در حدود ۵/۵ تن در هکتار، میانگین امتیاز کیفیت ۱۴ از ۲۰ در آزمون حسی چای، میانگین طول میانگره چهار سانتی‌متر، میانگین ۴۱ عدد شاخساره در هر مترمربع، تعداد ۵ تا ۷ دور برداشت در سال، میانگین مقدار تانن حدود ۱۵/۵ درصد و ماده‌ی خشک حدود ۲۲ درصد. تیمارهای پیوندی (پایه و پیوندک) در جدول ۱ آورده شده است.

از هر تیمار ۵۰ نمونه تهیه و به‌صورت تصادفی در بستر خزانه‌ها در جهت شرقی- غربی در تیر ماه کشت شد. برای پیوند به روش اسکنه‌ای سبز با استفاده از پیوندک گوه‌ای شکل به طول ۱ تا ۱/۵ سانتی‌متر (که از دو طرف برش داده شد) روی ساقه‌ی ۲/۵ سانتی‌متری پایه استفاده شد (شکل ۱). برش‌ها طوری صورت گرفت که برگ‌های پایه و پیوندک به موازات هم قرار گیرند. با توجه به اهمیت برقراری تماس کامل بین لایه‌ی زاینده پایه و پیوندک، قطر پایه و پیوندک هم اندازه در نظر گرفته شد. پس از انجام پیوند، محل اتصال پیوندها توسط نوار پلی‌اتیلنی به دقت پوشانده و به‌طور کامل محافظت شد. سپس پایه‌های پیوند شده مانند قلمه‌های معمولی با فاصله‌ی ۱۵ × ۱۵ سانتی‌متر در خزانه‌ها کشت شدند.

به‌منظور ایجاد شرایط مناسب رشد در خزانه‌ها از پوشش چتایی در تابستان (سایه‌بان) و برای جلوگیری از سرمازدگی در پاییز و زمستان از پوشش پلاستیکی استفاده شد. میزان رطوبت و دمای محیط خزانه به کمک دماسنج و رطوبت‌سنج کنترل گردید. برای تامین رطوبت مورد نیاز در خاک و محیط از سامانه‌ی آبیاری مه‌پاش استفاده شد. آبیاری بر اساس تخلیه‌ی رطوبت به میزان ۱۸ درصد کل آب قابل دسترس در بستر کشت انجام شد. بافت خاک در بستر کشت خزانه از نوع لوم مخلوط با خاک برگ و به ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر بود. تغذیه‌ی گیاهان بر اساس آزمون خاک و پس از چهار برگی شدن به‌صورت محلول‌پاشی با کودهای اوره و ریز مغذی‌ها انجام گرفت.

در این آزمایش صفات کمّی نظیر درصد زنده‌مانی، تعداد برگ، ارتفاع گیاه، قطر ساقه و ماده‌ی خشک نزدیک‌ترین برگ به محل پیوند اندازه‌گیری شد. سنجش صفات کیفی مانند مقدار کل پلی‌فنل‌ها به روش طیف‌سنجی با استفاده از اسپکتروفتومتر در طول موج ۷۶۵ انومتر به روش ISO 14502-1 (۱۶)، مقدار پروتئین کل به روش برادفورد (۴) و سنجش

جدول ۱- تیمارهای پیوندی

| تیمار | پایه | پیوندک |
|---|---|---|
| ۱ | 2021 | 100 |
| ۲ | 100 | 2021 |
| ۳ | DN | 100 |
| ۴ | 100 | DN |
| ۵ | DN | 2021 |
| ۶ | 2021 | DN |
| ۷ | قلمه کلون امیدبخش ۱۰۰ | |
| ۸ | قلمه کلونی DN سریلانکایی | |
| ۹ | قلمه کلون انتخابی ۲۰۲۱ | |

۱- پایه آماده ۲- پایه و پیوندک آماده ۳- عمل پیوند

۴- بستن محل پیوند ۵- پیوندک جوانه زده ۶- نهال‌های پیوندی

شکل ۱- نمایش مراحل انجام پیوند اسکنه سبز در کلون‌های چای

فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز به روش آدام و همکاران (۲) و پلی‌فنل اکسیداز به روش هوآنگ و همکاران (۱۰) به روش اسپکتروفتومتری انجام شد. آزمایش‌های کیفی روی نمونه‌های تهیه شده از نزدیک‌ترین برگ به محل پیوند در تیمارهای تحت آزمایش در سال دوم و به شرح زیر انجام شد:

تهیه‌ی عصاره: به‌منظور آماده‌سازی عصاره

برای سنجش فعالیت آنزیم‌ها و پروتئین کل از بافر استخراج پتاسیم فسفات ۵۰ میلی‌مولار استفاده شد سپس مقدار ۰/۵ گرم برگ از هر نمونه تهیه و به آن ۱۰۰۰ میکرولیتر بافر استخراج افزوده شد و عملیات استخراج روی یخ انجام گردید. نمونه‌ها در داخل دستگاه سانتریفوژ به‌مدت ۲۰ دقیقه با چرخش ۱۲۰۰۰ دور در دقیقه در دمای چهار درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. اندازه‌گیری پروتئین کل: اندازه‌گیری پروتئین کل با استفاده از عصاره تهیه شده و معرف رنگی کوماسی برلیانت بلو G-250 در اتانول ۹۵ درصد و ارتوفسفریک اسید ۸۵ درصد انجام شد (۴). از پروتئین آلبومین گاوی به‌عنوان پروتئین استاندارد برای رسم منحنی استاندارد استفاده گردید و جذب نمونه‌ها در طول موج ۵۹۵ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت شد و غلظت پروتئین کل بر اساس مقایسه با منحنی استاندارد، محاسبه و بر حسب میلی‌گرم در گرم بافت تازه در تجزیه داده‌ها مورد استفاده قرار گرفت (۱۶).

سنجش فعالیت آنزیم پراکسیداز (POD): برای سنجش فعالیت آنزیم پراکسیداز از روش آدام و همکاران (۲) با کمی تغییرات استفاده شد. از ضریب خاموشی $mM^{-1}cm^{-1}$ ۲۶/۶ برای محاسبه فعالیت آنزیمی استفاده شد و میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز بر حسب واحد آنزیمی در گرم بافت تازه (هر واحد آنزیمی عبارت است از مقداری از آنزیم که سبب افزایش یک صدم درصد جذب در طول موج ۴۷۰ نانومتر در هر دقیقه می‌شود) محاسبه شد (۱۹).

سنجش پلی‌فنل‌اکسیداز (PPO): برای سنجش فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز از روش هوانگ و همکاران (۱۰) با کمی تغییرات استفاده شد. در این روش میزان فعالیت آنزیم با در نظر گرفتن ضریب خاموشی $mM^{-1}cm^{-1}$ ۰/۰۰۱ بر حسب واحد آنزیمی در گرم بافت تازه محاسبه شد (۱۹).

اندازه‌گیری‌های خزانه‌ای نیز شامل اندازه‌گیری‌های ارتفاع گیاه، قطر ساقه و تعداد برگ‌ها در پایان فصل رشد در سال دوم انجام شد. تجزیه واریانس داده‌ها، مقایسه میانگین‌ها به روش LSD در سطح احتمال ۵٪ و مقایسات گروهی تیمارها به کمک نرم افزار آماری SAS انجام گرفت.

## نتایج و بحث

### صفات کمی

نتایج تجزیه واریانس صفات کمّی (جدول ۲) نشان داد که بین گیاهان پیوندی و غیرپیوندی (قلمه به عنوان شاهد) از نظر درصد زنده‌مانی اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود دارد. از نظر تعداد برگ، قطر ساقه، ارتفاع گیاه و درصد ماده‌ی خشک، اختلاف معنی‌داری بین گیاهان پیوندی و غیرپیوندی وجود نداشت (جدول ۲). بیشترین تعداد برگ (۱۱/۵ برگ) در نهال‌های غیرپیوندی کلون امیدبخش ۱۰۰ و کمترین تعداد برگ (۴/۸ برگ) مربوط به گیاهان

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات کمی نهال‌های پیوندی و غیرپیوندی مورد آزمایش

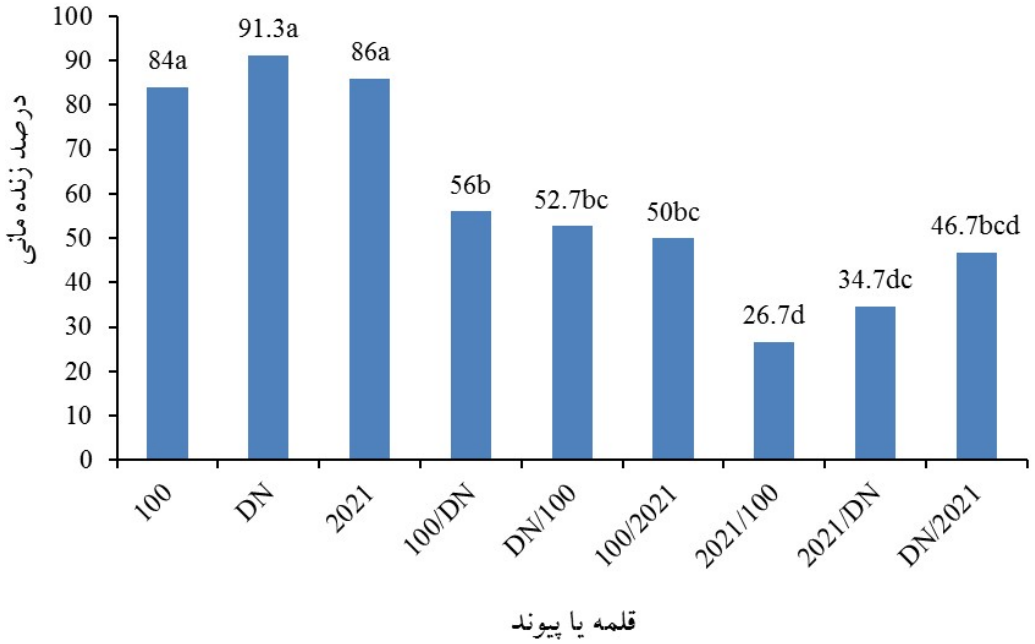
| منابع تغییرات | درجه آزادی | میانگین مربعات | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | زنده‌مانی (٪) | قطر ساقه (mm) | تعداد برگ | ارتفاع نهال (cm) | ماده خشک (٪) |
| بلوک | ۲ | ۵۶۸/۴۴ ns | ۲/۱۵۱ ns | ۳۸/۰۲۱ ns | ۵۸۹/۵۶ ns | ۰/۸۵۰ ns |
| تیمار | ۸ | ۱۶۱۹/۳۳** | ۱/۴۳۰ ns | ۱۰/۱۳۶ ns | ۱۴۴/۰۶ ns | ۴/۷۴۴ ns |
| خطا | ۱۶ | ۱۵۱/۲۷۹ | ۱۱/۴۶۴ | ۱۰/۱۰۴ | ۱۲۵/۸۹۹ | ۳/۸۴۹ |
| درصد ضریب تغییرات | | ۲۰/۹۷ | ۲۰/۴۱ | ۴۱/۳۴ | ۴۹/۲۸ | ۵/۲۷ |

* و**: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.
ns: غیر معنی‌دار.

پیوندی 2021/DN (پایه DN و پیوندک 2021) بود، هر چند این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار نبود. معنی‌دار نشدن اختلاف ارتفاع بین گیاهان پیوندی و غیر پیوندی نشان داد که تفاوت ژنتیکی گیاهان پایه و پیوندک و اثر متقابل آن‌ها روی ارتفاع گیاهان پیوندی در سال‌های ابتدایی رشد تاثیرگذار نبوده است. تحقیقات نشان داده است که گیاهان پیوندی چای حاصل از پیوند TRI-2023 روی CY9 و TRI-2026 روی DN به‌ترتیب در مقایسه با گیاهان غیر پیوندی TRI-2023 و TRI-2026 ارتفاع کمتری داشتند، اما اختلافی از نظر تعداد برگ نداشتند (۱۲).

بر اساس نتایج مقایسه میانگین تیمارها (شکل ۲) درصد زنده‌مانی (گیرایی) قلمه‌ها در همه موارد بیشتر از پیوندها بوده است اما درصد زنده‌مانی قلمه‌های کلون‌ها نسبت به هم تفاوت معنی‌داری نداشتند. کلون DN با ۹۱/۳٪ دارای زنده‌مانی بیشتری نسبت به سایر کلون‌ها بود اما در بین کلون‌ها از نظر درصد زنده‌مانی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت، در صورتی‌که درصد زنده‌مانی پیوندها با هم تفاوت معنی‌داری داشتند. مقایسه میانگین درصد زنده‌مانی پیوندهای مختلف (شکل ۲) نشان داد که پیوندهای 100/DN و DN/100 به‌ترتیب با ۵۶/۰ و ۵۲/۷ درصد بیشترین درصد زنده‌مانی را نسبت به سایر ترکیبات پیوندی داشتند.

در یک پژوهش انجام شده، درصد زنده‌مانی پیوند اسکنه چای در خزانه برابر ۹۰٪ گزارش شده است (۳)، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که کلون‌های چای امیدبخش ۱۰۰ و DN، پایه و پیوندک مناسبی برای یکدیگر بوده و سازگاری خوبی برای پیوند موفقیت‌آمیز نشان می‌دهند. نتایج این تحقیق مشخص نمود که درصد زنده‌مانی (درصد موفقیت) پیوند در چای، کمتر از درصد زنده‌مانی قلمه‌های معمولی یا شاهد بوده است. عدم ایجاد ارتباط منظم بین آوندها به‌دلیل تشکیل پریدرم در پارانشیم و قرار گرفتن لایه‌ی زاینده در جایگاهی غیرطبیعی، مانع از جوش خوردن کامل پایه و پیوندک




شکل ۲- مقایسه میانگین درصد زنده‌مانی نهال‌های پیوندی و غیرپیوندی چای

می‌شود (۲۰، ۲۲ و ۲۳).

علاوه بر سازگاری ژنتیکی پایه و پیوندک، عواملی مانند خشبی بودن شاخه‌ها، نوع برگ از نظر بلوغ، نحوه‌ی برش پایه و شکاف در پیوندک، اندازه‌ی قطر پایه و پیوندک، نحوه‌ی بستن محل پیوند با نوار پلی‌اتیلنی و مهارت فرد در پیوندزدن در ایجاد این تفاوت‌ها، تاثیر چشمگیری دارند، به‌طوری‌که هرچه عملیات پیوند با دقت بیشری انجام شود و ساقه‌ی پایه و پیوندک به حالت نیمه خشبی نزدیک‌تر و برگ‌ها نیز بالغ‌تر (غیرلطیف و غیرخشبی) باشند، درصد زنده‌مانی بیشتر خواهد بود. بنابراین با دقت در انتخاب نوع شاخه و عملیات پیوند و شرایط نگهداری می‌توان درصد زنده‌مانی پیوند را به درصد زنده‌مانی قلمه‌ها نزدیک‌تر کرد.

هم‌چنین مقایسه گروهی بین پایه‌ها و پیوندک‌ها (جدول ۳) نشان داد که در نظر گرفتن کلون امید بخش ۱۰۰ به عنوان پایه باعث کاهش درصد زنده‌مانی نهال‌های پیوندی و انتخاب ژنوتیپ ۲۰۲۱ باعث افزایش درصد زنده‌مانی نهال‌های پیوندی شد. مقایسه ارتوگونال بین تیمارهای مختلف (جدول ۳) نشان داد که پیوندک کلون DN نسبت به پیوندک دو کلون دیگر تاثیر بیشتری روی تولید نهال‌های پیوندی داشت. در نظر گرفتن این کلون به‌عنوان پیوندک برای دو کلون دیگر باعث افزایش درصد زنده‌مانی نهال‌های تولیدی شد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که دو کلون ۱۰۰ و DN سازگاری بیشتری برای تولید

جدول ۳- مقایسه ارتوگونال صفات کمی بین تیمارهای مختلف

| منابع تغییرات | درجه آزادی | میانگین مربعات | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ماده خشک | زنده‌مانی | قطر ساقه | تعداد برگ | ارتفاع نهال |
| تیمار | ۸ | | | | | |
| قلمه‌ها vsپیوندها | ۱ | ۱۰/۵۳۴$^{ns}$ | ۱۰۹۹۲/۷$^{**}$ | ۵/۳۵۲$^{**}$ | ۲۴/۸۱$^{ns}$ | ۳۶۲/۹۶$^{ns}$ |
| پایه ۱۰۰ vs سایر پایه‌ها | ۱ | ۵/۰۲۵$^{ns}$ | ۶۵۸/۸$^{*}$ | ۰/۳۶۰$^{ns}$ | ۱۰/۳۵$^{ns}$ | ۲۶/۶۹$^{ns}$ |
| DN پایه vs سایر پایه‌ها | ۱ | ۱/۴۱۲$^{ns}$ | ۲۴۵/۴۴$^{ns}$ | ۰/۶۴۰$^{ns}$ | ۱/۰۳۴$^{ns}$ | ۴/۷۶۷$^{*}$ |
| پایه ۲۰۲۱ vsسایر پایه‌ها | ۱ | ۱/۱۱۰$^{ns}$ | ۱۷۰۸/۴۴$^{**}$ | ۱/۹۶۰$^{ns}$ | ۱۷/۹۲۱$^{ns}$ | ۸/۹$^{ns}$ |
| پیوندک۱۰۰ vsسایر پیوندک‌ها | ۱ | ۵/۷۲۰$^{ns}$ | ۲۰۵/۴۴$^{ns}$ | ۰/۴۲۳$^{ns}$ | ۰/۰۰۷$^{**}$ | ۱۱۲/۷۱$^{ns}$ |
| DN پیوندک vsسایر پیوندک‌ها | ۱ | ۸/۷۳۱$^{ns}$ | ۷/۱۱۱$^{*}$ | ۰/۰۹۰$^{ns}$ | ۹/۶۱۸$^{ns}$ | ۱۱۰/۹۵$^{ns}$ |
| پیوندک۲۰۲۱ vsسایر پیوندک‌ها | ۱ | ۰/۲۵۲$^{ns}$ | ۱۳۶/۱۱$^{ns}$ | ۰/۱۲۲$^{ns}$ | ۱۰/۳۴۷$^{ns}$ | ۰/۰۰۷$^{**}$ |
| خطا | ۱۷ | ۳/۸۴۹ | ۱۵۱/۲۷۹ | ۱۱/۴۶۴ | ۱۰/۱۰۴ | ۱۲۵/۸۹۹ |

$^{*}$ و$^{**}$: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.
ns: غیر معنی‌دار.

نهال‌های پیوندی داشتند.

مقایسه ارتوگونال (α=٪۱) نشان داد (جدول ۳) که در نظر گرفتن کلون ۱۰۰ به‌عنوان پیوندک، تعداد برگ نهال‌های پیوندی را افزایش می‌دهد. نتایج این پژوهش از نظر تعداد برگ با نتایج تحقیقات انجام شده در سریلانکا (۱۲) مطابقت داشت اما نتایج این دو پژوهش از نظر ارتفاع گیاه با هم متفاوت بودند. لذا می‌توان نتیجه گرفت که یک تنوع متمایز و مشخص در سازگاری کلونی برای برخی صفات در پیوند خزانه‌ای وجود دارد. با وجود اختلاف غیرمعنی‌دار قطر ساقه بین گیاهان پیوندی و غیرپیوندی، این اختلاف در سطح احتمال ۱۰ درصد معنی‌دار بود و گیاهان غیرپیوندی شاهد از نظر قطر ساقه تفاوت‌هایی با یکدیگر و هم‌چنین با گیاهان پیوندی داشتند.

محققان چای در سریلانکا با پیوند کلون چای Cr-6017 روی UPASI-9 گزارش کردند که از نظر قطر ساقه بین گیاهان پیوندی و غیرپیوندی Cr-6017 تفاوت معنی‌داری وجود داشت؛ به‌طوری‌که قطر ساقه گیاهان پیوندی نسبت به غیرپیوندی افزایش یافته بود اما بین گیاهان پیوندیCr-6017 و غیرپیوندی UPASI-9 تفاوت معنی‌دار وجود نداشت (۳). در پژوهش حاضر، بین گیاهان پیوندی و غیرپیوندی از نظر درصد ماده خشک تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۲) که این نتیجه با یافته‌های گزارش شده از تحقیقات مشابه در سریلانکا (۳) متفاوت بود. در سریلانکا، پیوند کلون چای Cr-6017 روی UPASI-9 منجر به افزایش درصد ماده خشک (سه برگ و یک جوانه) درگیاهان پیوندی نسبت به گیاهان غیر پیوندی گردید (۳). در این پژوهش مقدار ماده خشک در نزدیک‌ترین برگ به محل پیوند

انـدازه‌گیری شـد، ایـن مسـئله را می‌تـوان دلیـل اصلی اختلاف نتایج دو تحقیق دانست.

**صفات کیفی**

نتایج تجزیـه واریـانس (جـدول ۴) نشـان داد که در بین صفات کیفی اندازه‌گیری‌شده فقط از نظر فعالیت آنزیم پراکسیداز تفـاوت معنـی‌داری بـین نهال‌هـای پیونـدی و غیرپیونـدی وجـود نداشت. به عبـارت دیگـر اثـر متقابـل پایـه روی پیوندک بر فعالیت آنزیم پراکسیداز مـوثر نبـود (جـدول ۴). پراکسـیدازها از جملـه آنزیم‌هـایی است که وظیفه اکسیداسیون پراکسید هیـدروژن را برعهده دارند و ممکن است فعالیـت بیشـتری برای حذف رادیکال‌های آزاد تشکیل شده پس از پیوند و نیز فرآیند تشکیل چوب داشـته باشـند (۸)، اما از نظر مقدار پروتئین تفاوت معنـی‌داری با احتمال ۵٪ بین گیاهـان پیونـدی و غیرپیونـدی وجـود داشـت (جـدول ۴). مشـاهده شـد کـه بیشـترین درصـد پـروتئین بـه میـزان ۱۳/۵٪ در نهال‌های پیوندی DN/2021 و کمتـرین مقـدار پروتئین به‌میزان ۹٪ در نهال‌های غیرپیوندی DN وجـود داشـت (جـدول ۵). بـین ژنوتیپ‌هـای پیونـــدی و غیرپیونـــدی نیـــز اخـــتلاف معنی‌دار از نظر فعالیت آنـزیم پلی‌فنـل اکسـیداز (احتمـال ۱٪) و درصـد پلی‌فنـل کـل و پـروتئین (احتمـــال ۵٪) مشـــاهده شـــد (جـــدول ۴).

جدول۴- تجزیه واریانس صفات کیفی نهال‌های پیوندی و غیرپیوندی مورد آزمایش

| منابع تغییرات | درجه آزادی | میانگین مربعات | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | پلی‌فنل اکسیداز | پراکسیداز | پلی‌فنل کل | پروتئین |
| بلوک | ۲ | ۰/۰۰۱$^{ns}$ | ۰/۱۴۵$^{ns}$ | ۲/۶۹۹$^{ns}$ | ۰/۰۰۰۱$^{ns}$ |
| تیمار | ۸ | ۰/۰۰۸$^{**}$ | ۰/۰۳۲$^{ns}$ | ۳/۷۵۰$^{*}$ | ۰/۰۰۱$^{*}$ |
| خطا | ۱۶ | ۰/۰۰۱ | ۰/۰۳۳ | ۱/۳۵۲ | ۰/۰۰۰۱ |
| درصد ضریب تغییرات | | ۱۸/۳۴ | ۴۸/۴۳ | ۹/۸۵ | ۱۶/۹۹ |

$^{*}$ و$^{**}$: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.
ns: غیر معنی‌دار.

بیشترین مقدار فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز در نهال‌هـای پیونـدی DN/100 (پایـه ۱۰۰ و پیوندک DN) وجود داشت (جدول ۵). فعالیـت ایـن آنـزیم در نهال‌هـای پیونـدی DN/2021 و 2021/DN تفاوتی با فعالیت آنزیم در نهال‌هـای پیونـدی DN/100 نداشـت و در یـک گـروه آماری قرار داشتند. کمترین مقدار این آنزیم در نهال‌های کلون ۱۰۰ مشاهده شد.

از نظر پلی‌فنـل کـل، تفـاوت معنـی‌داری در سـطح احتمـال ۵٪ در بـین ژنوتیپ‌هـای چـای مشاهده شد. مقایسه میانگین‌ها (جـدول ۵) نشـان داد که بیشترین و کمترین درصد پلی‌فنل کل بـا ۱۳/۸ و ۱۰/۳ درصد به‌ترتیب مربوط به نهال‌های پیوندی ۱۰۰/۲۰۲۱ و ۲۰۲۱/۱۰۰ بود؛ بنابراین بـا

جدول ۵- مقایسه میانگین برخی صفات کیفی نهال‌های پیوندی و غیرپیوندی

| | تیمار | پلی‌فنل اکسیداز (واحد آنزیمی در گرم) | پلی‌فنل کل (درصد$^{\alpha}$) | پروتئین (میلی‌گرم در گرم) |
|---|---|---|---|---|
| قلمه | 100 | ۰/۰۹۶۳d | ۱۰/۴۲c | ۹/۳c |
| | DN | ۰/۱۶۵c | ۱۲/۲۶abc | ۹/۰c |
| | 2021 | ۰/۱۴۲cd | ۱۱/۰۰bc | ۱۰/۸abc |
| پیوند | 100/DN | ۰/۱۵۵c | ۱۲/۱۱abc | ۱۰/۱bc |
| | DN/100 | ۰/۲۵۷a | ۱۱/۴۴bc | ۱۲/۱abc |
| | 100/2021 | ۰/۱۸۷bc | ۱۳/۷۵a | ۱۱/۷abc |
| | 2021/100 | ۰/۱۸۲bc | ۱۰/۲۸c | ۱۳/۴ab |
| | 2021/DN | ۰/۲۳۳ab | ۱۲/۴۸b | ۱۳/۱ab |
| | DN/2021 | ۰/۲۳۴ab | ۱۲/۴۶b | ۱۳/۵a |
| | $LSD_{5\%}$ | ۰/۰۵۸۲ | ۲/۰۱۳ | ۳/۳۵ |

α: مقدار کل پلی فنل بر اساس استاندارد ملی موسسه استاندارد وتحقیقات صنعتی ایران به شماره ۱-۸۹۸۶ بر حسب درصد جرمی ماده خشک نمونه پایه محاسبه می‌شود.

پیوند کلون ۱۰۰ روی ۲۰۲۱ میزان پلی‌فنل کل افزایش می‌یابد.

همان‌طوری‌که در جدول ۵ مشاهده می‌شود با پیوند کلون ۱۰۰ روی پایه ۲۰۲۱ میزان پلی‌فنل کل افزایش می‌یابد، اما تعویض پایه و پیوندک باعث کاهش میزان پلی‌فنل کل می‌شود. بر اساس نتایج مقایسات ارتوگونال (جدول ۶)، بین گروه‌های پیوند و قلمه از نظر درصد پلی‌فنل کل تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (در بین گروه‌ها، تیمارهایی با درصد پلی‌فنل کل مشابه وجود داشت). میزان پلی‌فنل کل در پایه‌ی کلون ۱۰۰ نسبت به سایر پایه‌ی کلون‌ها و در پیوندک کلون ۱۰۰ نسبت به پیوندک سایر کلون‌ها متفاوت بود. پلی‌فنل‌ها مهم‌ترین گروه از ترکیبات شیمیایی چای هستند و مقدار آنها در بوته‌ی چای به ژنتیک گیاه چای و به عوامل محیطی مانند شرایط آب و هوایی، نوع خاک و سن برگ بستگی دارد (۱۵). گزارش شده است که تفاوت معنی‌داری بین مقدار پلی‌فنل کل گیاهان پیوندی و غیرپیوندی کلون Cr-6017 وجود نداشت، اما مقدار پلی‌فنل کل در این کلون در مقایسه با گیاهان غیر پیوندی UPASI-9 بیشتر و تفاوت آنها معنی‌دار بود (۳).

مقایسات ارتوگونال (جدول ۶) نشان داد که بین گروه‌های قلمه و پیوند از نظر فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت. بدین معنی که میزان فعالیت این آنزیم در پایه‌ی ۱۰۰ در مقابل دو پایه‌ی دیگر یا پایه‌ی DN در مقابل دو پایه‌ی دیگر یا پایه‌ی ۲۰۲۱ در برابر دو پایه‌ی دیگر متفاوت می‌باشد اما میزان فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز در پیوندک‌ها نشان داد که فقط

جدول۶- مقایسه ارتوگونال صفات کیفی بین تیمارهای مختلف

| منابع تغییرات | درجه آزادی | میانگین مربعات صفات کیفی | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | پلی‌فنل اکسیداز | پراکسیداز | پلی‌فنل کل | پروتئین |
| تیمار | ۸ | | | | |
| قلمه‌ها vsپیوندها | ۱ | ۰/۰۳۲$^{**}$ | ۰/۰۰۳$^{ns}$ | ۴/۴۴۳$^{ns}$ | ۰/۰۰۴$^{**}$ |
| پایه ۱۰۰vs سایر پایه‌ها | ۱ | ۰/۰۱۲$^{**}$ | ۰/۰۷۴$^{ns}$ | ۶/۳۹۲$^{*}$ | ۰/۰۰۲$^{*}$ |
| DN پایهvs سایر پایه‌ها | ۱ | ۰/۰۱۳$^{**}$ | ۰/۰۹۸$^{ns}$ | ۰/۱۶۹$^{ns}$ | ۰/۰۰۰۱$^{ns}$ |
| پایه ۲۰۲۱vsسایر پایه‌ها | ۱ | ۰/۰۰۰۱$^{**}$ | ۰/۰۰۲$^{*}$ | ۴/۴۸۰$^{ns}$ | ۰/۰۰۱$^{ns}$ |
| پیوندک ۱۰۰vsسایر پیوندک‌ها | ۱ | ۰/۰۰۱$^{ns}$ | ۰/۰۲۴$^{ns}$ | ۳/۵۱۸$^{**}$ | ۰/۰۰۰۱$^{ns}$ |
| DN پیوندکvsسایر پیوندک‌ها | ۱ | ۰/۰۰۲$^{ns}$ | ۰/۰۱۰$^{ns}$ | ۰/۳۹۵$^{ns}$ | ۰/۰۰۰۱$^{ns}$ |
| پیوندک ۲۰۲۱vsسایر پیوندک‌ها | ۱ | ۰/۰۰۰۱$^{*}$ | ۰/۰۰۳$^{ns}$ | ۹/۲۹۲$^{**}$ | ۰/۰۰۰۱$^{ns}$ |
| خطا | ۱۷ | ۰/۰۰۱ | ۰/۰۳۳ | ۱/۳۵۲ | ۰/۰۰۰۱ |

$^{*}$ و$^{**}$: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.
ns: غیر معنی‌دار.

پیوندک کلون ۲۰۲۱ نسبت به سایر پیوندک ها متفاوت بود. گزارش شده است که میزان فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز در کلون‌ها و در اندام‌های مختلف گیاه چای متفاوت است و مقدار این آنزیم در برگ‌های مسن و خشبی حدود ۷٪ بوده وکمتر از مقدار آن در برگ‌های جوان با حدود ۱۶/۵٪ می‌باشد (۱).

مقایسات ارتوگونال بین گروه‌های پیوند و قلمه از نظر درصد پروتئین نیز تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد نشان داد. میزان پروتئین در تمامی نهال‌های پیوندی بیشتر از نهال‌های غیرپیوندی بود و به‌نظر می‌رسد که واکنش متقابل پایه و پیوندک باعث افزایش میزان پروتئین در نهال‌های پیوندی شده است (جدول ۶).

نتایج مربوط به مقایسه میانگین صفات کمی (جدول ۵) همچنین نشان داد که پیوندک کلون ۱۰۰ تاثیر کمتری در افزایش مقدار پروتئین نهال‌های پیوندی نسبت به پیوندک سایر کلون‌ها داشت. مطالعات محققان ترکیبات پایه و پیوندک انگور، افزایش بطئی محتوای پروتئین در سومین روز پس از پیوند را نشان داده است و پس از آن، کاهش شدید تا ششمین روز ادامه داشت. محتوای پروتئین، شش روز پس از پیوند به‌طور قابل ملاحظه‌ای تغییر نکرد (۱۱). هم‌چنین تغییرات در فعالیت آنزیم‌های پلی‌فنل اکسیداز و پراکسیداز ممکن است به تاثیر پایه‌ها از طریق جذب و انتقال آب، مواد مغذی و هورمون‌های گیاهی ارتباط داشته باشد. ترکیبات فنولیک، فعال‌کننده‌های کاتالاز، POD و PPO هستند که به‌عنوان بازدارنده‌ها و تحریک‌کننده نیز شناخته می‌شوند (۱۱).

اگر چه بین گروه‌های قلمه و پیوند از نظر فعالیت آنزیم پراکسیداز تفاوت معنی‌داری وجود نداشت، اما فعالیت این آنزیم در پایه کلون ۲۰۲۱ نسبت به سایر کلون‌ها متفاوت بود

(جدول ۶). مطالعات نشان می‌دهند که تغییرات کم فعالیت پراکسیداز ممکن است نشان دهنده سازگاری پایه و پیوندک و بقای گیاهان پیوندی باشد (۲۶). در تحقیق دیگری روی انواع روش‌های پیوند در گیاه گوجه فرنگی، بالاترین فعالیت پلی‌فنل اکسیداز، ۱۲ روز بعد از پیوند به‌وجود ، هرچند که تفاوت معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد (۶).

نتایج متفاوتی از تغییرات میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز در ارتباط با سازگاری پیوند در گیاهان مختلف گزارش شده است. مطالعات نشان دادند که پیوندک نخود روی پایه نخود و آکاسیا باعث افزایش فعالیت آنزیم پراکسیداز در گیاه پیوندی شده است (۱۳). اگرچه افزایش فعالیت آنزیم پراکسیداز در پیوندهای ناسازگار در مقایسه با پیوندهای سازگار گزارش شده است (۷)، اما محققان افزایش معنی‌داری را در فعالیت این آنزیم در مطالعه پیوند نهال به و گلابی مشاهده نکرده‌اند (۹). نتایج این پژوهش با یافته‌های تحقیق بر روی پیوند به و گلابی (۹) مطابقت و با نتایج پیوند نخود (۱۳) و پیوند فلفل و گوجه‌فرنگی (۷) مغایرت داشت. به‌نظر می‌رسد یک دلیل مهم برای توجیه نتایج غیرمشابه تحقیقات می‌تواند به‌علت تفاوت در مقدار فعالیت آنزیم پراکسیداز در کلون‌ها و اندام‌های متفاوت نهال‌های گیاهان متفاوت باشد.

نتایج مطالعه پیوند در گیاه کدو نشان داد که فعالیت POD، PPO و PAL در ابتدا افزایش سپس کاهش یافته است و دامنه این تغییرات در گیاهان پیوند شده زیاد بود. هم‌چنین فعالیت این سه آنزیم در گیاهان پیوند شده، بالاتر از گیاهان غیر پیوندی گزارش شد و تفاوت آنزیم‌ها در میان گیاهان با سه روش پیوند، کمتر بود (۲۴). گزارش شده است که تیره‌شدن ناحیه پیوندشده (تشکیل ترکیبات ملانیک) پس از پیوند به‌علت اکسیداسیون ترکیبات فنلی به کوئینون ها و سمی کوئینون‌ها، ناشی از فعالیت آنزیم‌هایی نظیر پلی‌فنل اکسیداز و پراکسیداز است (۵ و ۲۸).

## توصیه ترویجی

در برخی از مواقع که امکان تولید نهال برتر چای با استفاده از روش‌های اصلاحی امکان‌پذیر نمی‌باشد می‌توان از طریق پیوند خزانه‌ای برای رسیدن به نهال مطلوب (مانند متحمل به خشکی، آفات و بیماری‌ها و دارای عملکرد کمی و کیفی بالا) اقدام نمود. برای این کار لازم است قبل از عمل پیوند صفات موردنظر مورد تایید و گواهی باشند. در ضمن به‌منظور کاهش تلفات در تولید نهال‌های پیوندی یا افزایش درصد گیرایی پیوند لازم است برخی از آزمایش‌های بیوشیمیایی که در انجام پیوند موفقیت آمیز و تولید گیاهچه‌های چای نقش دارند، انجام شود تا با پیش‌بینی میزان موفقیت پیوند از اتلاف وقت و هزینه‌ها جلوگیری گردد.

روش پیوند خزانه ای یکی از روش‌های تولید نهال‌های چای مرغوب از نظر کمی و

کیفی می‌باشد که در این آزمایش برای اولین بار در شرایط آب و هوایی مناطق چای‌کاری شمال کشور انجام شده است. بر اساس نتایج این تحقیق کلون‌های امیدبخش ۱۰۰ و DN پایه و پیوندک مناسبی برای یکدیگر بوده و سازگاری خوبی برای پیوند موفقیت‌آمیز نشان دادند. بر این اساس کلون ۱۰۰ می‌تواند به عنوان پایه و پیوندک مناسبی برای کلون DN استفاده شود. هم‌چنین کلون DN نیز می‌تواند پایه و پیوندک خوبی برای کلون ۱۰۰ باشد. با توجه به اینکه کلون DN ازکلون‌های مقاوم به خشکی است، توصیه می‌شود از کلون DN به‌عنوان پایه این ترکیب استفاده شود زیرا کلون ۱۰۰ از نظر عملکرد کمی و صفات کیفی کلون مناسبی است ولی از نظر مقاومت به تنش خشکی ضعیف است.

**منابع**


**۱- معزی، غ. ۱۳۸۸.** چای در گذر زمان: بیوشیمی و تکنولوژی فراوری چای از آغاز تاکنون. تهران. نشر علمی آبزیان. ۳۵۰ صفحه.

**2. Adam, J. W., Nellson, C. I. and Sharp, R. E. 1992.** Peroxidase activity in the leaf elongation zone of tall activity in genotypes differing in length of the elongation zone. Plant Physiol. 99: 872-878.

**3. Balasubramanian, L., Natto, A. and Parathira, j. S. 2010.** Unique graft combination of tea, Cr-6017/UPASI-9. Curr. Sci. 98(11): 1508-1517.

**4. Bradford, M. M. 1976.** A rapid and sensitive method for the quantitation of microgeram quantities of protein utilizing the principale of protein- dye binding. Anal. Biochem. 72: 248-254.

**5. Constabel, C. P. and Barbehenn, R. 2008.** Defensive roles of polyphenol oxidase in plants, induced plant resistance to herbivory. pp: 253-270. In: Schaller A (ed) Induced plant resistance to herbivory. Dordrecht, Springer Netherlands.

**6. Da Silva, E. S., de Menezes, D. V. and da Silva, E. G. 2016.** Different methods of grafting and activity of antioxidant enzymes in tomato. Agrária - Revista Brasileira de Ciências Agrárias. 11(4): 267-271.

**7. Deloire, A. and Hebant, C. 1982.** Peroxidase activity and lignification at the interfase between stock and scion of compatible and incompatible grafts of Capsicum on Lycopersicum. Ann. Bot. 49: 887-891.

**8. Fernández-Garcia, N., Carvajal, M. and Olmos, E. 2004.** Graft union formation in tomato plants: peroxidase and catalase involvement. Ann. Bot. 93(1): 53-60.

**9. Gulen, H., Polat, M., Celik, M. and Eris, A. 2005.** Cambial isoperoxidases related to graft compatibility in pear-quince graft combinations. Turk. J. Agric. For. 29: 83-89.

**10. Huang, Y., Sheng, J., Yang, F. and Hu, Q. 2007.** Effect of enzyme inactivation by microwave and oven heating on preservation quality of green tea. J. Food Eng. 78(2): 687-692.

**11. Jogaiah, S., Maske, S. R. and Upadhyay, A. 2014.** Rootstock induced changes in enzymes activity and biochemical constituents during bubreak in 'Thompson Seedless' grapevine. Vitis. 53 (2): 57-64.

**12. Kathiravetpillai, A. 1988.** Stock-Scion relationships in clonal tea. Pp: 165-172. In: Proceedings of the Regional Tea (Scientific) Conference: 19-21 Jan. BMICH, Colombo, Sri Lanka.

**13. Kawaguchi, M. and Taji, A. 2005.** Anatomy and physiology of graft incompatibility in sturt, pea (*Swaainsona Formosa*), an Australian native plant. In: international symposium on new floricultural crops ISHS. Acta Hortic. 683.

**14. Lee, J. M., Kubota, C., Tsao, S. J., Hoyos Echevarria, P., Morra, L. and Oda, M. 2010.** Current status of vegetable grafting: diffusion, grafting techniques, automation. Sci. Hortic. 127 (2): 93-105.

**15. Mulky M. J. and Sharma, V. S. 1993.** Tea culture: processing and marketing, Bomby: Oxford and IBH. 355 p.

**16. Nimal Punyasiri, P. A., Jeganathan, B., Dananjaya Kottawa-Arachchi, J., Mahasen, A. B., Ranatunga, I., Sarath, B., Abeysinghe, M., Kumudini Gunasekare, T. and Rathnayake and Bandara, B. M. 2015.** New sample preparation method for quantification of phenolic compounds of tea (*Camellia sinensis* L. Kuntze): A polyphenol rich plant. Journal of Analytical Methods in Chemistry. http:// dx.doi. org/ 10. 1155/2015/964341.

**17. Pallemulla, D., Shanmugarajah, S. and Kathiravetpillai, A. 1992.** Effect of grafting fresh cuttings on yield and drought resistance in tea. Sri Lanka J. Tea Sci. 61 (2): 45-50.

**18. Pourcel, L., Routaboul, J. M., Cheynier, V., Lepiniec, L. and Debeaujon, I. 2006.** Flavonoid oxidation in plants: from biochemical properties to physiological functions. T. Plant Sci.12 (1): 29-36.

**19. Ramkumar, S., Suresh kumar, P., Sudhakar, G., Anitha, J., Geetha, S., Mohankumar, P. and Kanniappan Gopalakrishnan, V. 2016.** Biochemical and molecular analysis of *Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze tea from the selected P/11/15 clone. J. Genet. Eng. Biotechnol. 14: 69-75.

**20. Ramos, D. E. 1998.** Walnut Production Manual. University of California. 316 p.

**21. Ranjith, K., Victor, J. and Ilango, R. 2014.** Evaluation of certain tea clones as scions for nursey grafting in tea (*Camellia* Spp.). International Symposium on Plantation Crops. Kozhikode, Kerala.

**22. Rongting, X. 1993.** A study on the uniting process of walnut grafting and the factors affecting. Acta Hortic. 311:160-172.

**23. Rongting, X. and Pinghai, D. 1990.** Theory and practice of walnut grafting. Acta Hortic. 284: 69-89.

**24. Stanisavljevic, M. and Mitrovic, M. 1997.** Effect of variety on successfull grafting and development of nursery trees of walnut. Acta Hortic. 442: 281-283.

**25. Tahardi, J. S., Riyadi, I. and Dodd, W. A. 2003.** Enhancement of somatic embryo development and plant let recovery in *Camellia sinensis* by temporary liquid immersion. J. Bioteknolo. Pertan. 8: 1-7.

**26. Telles, C. A., Biasi, L. A., Mindêllo Neto, U. R., Deschamps, C. 2009.** Fenóis totais Peroxidase e suas relações com a compatibilidade de mudas de pessegueiro interenxertadas. Ciência Agrotecnol. 33 (1):86-9.

**27. Tuwei, G., Kaptich, F. K. K., Langat, M. C., ChomboI, K. C. and Corley, R. H. V. 2008.** Effects of grafting on tea 1. Growth, Yield and Quality. Exp. Agric. 44 (4): 521-535.

**28. Ze-sheng, Y., Yao-guo, Q. and Yan-hui, H. 2008.** Effects of Graft on Activities of Three Protective Enzymes of Bitter Gourd under Waterlogging. Northera Hortic. 12: 69.