

مقاله پژوهشی

مطالعه تنوع ژنتیکی برخی بوته‌های ژرم پلاسما چای شمال ایران (*Camellia sinensis*) با استفاده از صفات مورفولوژی

آرزو مهرآسا^۱، حسین مرادی^۱، داود بخشی^۲، شاهین جهانگیرزاده خیای^۳*

^۱ گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
^۲ گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
^۳ پژوهشکده چای، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، لاهیجان، ایران

* نویسنده مسئول مکاتبات: Shjahangirzadeh@gmail.com

تاریخ پذیرش: اسفند ۱۴۰۱

تاریخ دریافت: دی ۱۴۰۱

<https://doi.org/10.30495/jdb.2023.1975262.1343>

چکیده

چای (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze) از مهمترین محصولات منطقه شمال ایران می‌باشد از آنجا که بسیاری از بوته‌های چای منطقه به دلایل مختلف در معرض از بین رفتن قرار دارند، بنابراین داشتن اطلاعات درباره ژنتیک آن برای طراحی برنامه‌های اصلاحی جهت دستیابی به گیاهان مناسب و با اهداف خاص کمک شایانی است. در این بررسی ۳۰ گیاه چای شامل نمونه‌های منطقه غرب و مرکز چایکاری به عنوان نمونه‌های بومی و سه گروه سریلانکایی، گرجستانی و آسامی به عنوان نمونه‌های خارجی با استفاده از ۲۱ صفت کمی و کیفی با استفاده از ضریب تفاوت گاوور و الگوریتم UPGMA مورد بررسی تنوع ژنتیکی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که تمام نمونه‌های چای گزینش شده از نظر مورفولوژی مشابه یکدیگر بودند، اگرچه برخی از آن‌ها تفاوت‌های کوچکی در برخی ویژگی‌ها نشان دادند اما در کل دارای تفاوت معنی‌دار نبودند. بر اساس داده‌های حاصل دامنه تفاوت بین نمونه‌های مورد بررسی از ۰/۰۴۸ تا ۰/۴۹۹ با متوسط ۰/۲۶۵ بدست آمد. به منظور تعیین خویشاوندی ژنوتیپ‌های مورد بررسی و گروه‌بندی آن‌ها بر اساس صفات مورفولوژی در تجزیه خوشه‌ای در ضریب فاصله ۰/۲۹ نمونه‌های مورد بررسی در چهار گروه اصلی گروه‌بندی شدند. با توجه به نحوه گروه‌بندی مشاهده شد، توزیع نمونه‌های مورد مطالعه از الگوی خاصی پیروی نمی‌کند و با توزیع جغرافیایی هم‌خوانی ندارد. با توجه به نتایج تحقیق حاضر، تایید می‌شود که آنالیزهای مورفولوژیکی در چای برای تعیین تنوع و ارتباط ژنتیکی می‌توانند با موفقیت مورد بهره‌برداری قرار بگیرند. نتایج این مطالعه دریچه‌ای را برای مقابله با مشکل قدیمی طبقه‌بندی و شناسایی چای در ایران باز می‌کند.

کلیدواژه‌ها: مورفولوژی؛ تنوع ژنتیکی؛ شمال ایران؛ ارقام چای.

مقدمه

شناسایی توده‌های ژرم پلاسما کاندید برای گنجاندن در برنامه‌های اصلاحی برای بهبود ژنتیکی ارقام آینده با هدف بهره‌وری و کیفیت بالاتر محصول امری حیاتی است. با این حال، دستیابی به این هدف تا حد زیادی به اطلاعات موجود در مورد توصیف و ارزیابی اکسیشن‌های^۱ بستگی دارد. بنابراین، درک بهتر تنوع ژنتیکی موجود و توزیع آن برای استفاده منطقی از ژرم پلاسما در برنامه‌های بهبود محصول ضروری است.

با توجه به آنکه گیاه چای در کشور ایران در گذشته از طریق کاشت بذر تکثیر می‌شده است، به همین دلیل ژنوتیپ‌های زیادی در باغ‌های چای وجود دارند که با تلاش پژوهشگران چای کشور در طی سال‌های گذشته تعدادی از این ژنوتیپ‌های طبیعی جمع‌آوری شده در بانک‌های ژن مزرعه‌ای در پژوهشکده چای موسسه تحقیقات علوم باغبانی کشور نگهداری می‌شوند. با اینکه این مجموعه گیاهی تنوع ژنتیکی موجود چای داخلی و خارجی موجود در کشور ایران را دربر نمی‌گیرد ولی به عنوان گام اولیه و اصلی در نگهداری، شناسایی و ارزیابی گیاه چای از اهمیت بالایی برخوردار هستند. روش‌های متنوع زیادی مانند مورفولوژی، بیوشیمی، نشانگرهای مولکولی و ارزیابی حسی، برای ارزیابی منابع ژرم پلاسما چای استفاده شده است [۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷]. می‌توان به عنوان یک استاندارد خوب برای ارزیابی ژرم پلاسما چای از خصوصیات مورفولوژی که مرتبط به فنوتیپ گیاه می‌باشند نیز یاد کرد، زیرا این روش صرفاً براساس صفات مورفولوژیکی برای تجزیه و تحلیل ارزیابی تنوع ژنتیکی است [۸].

اکسیشن‌هایی که در ژرم پلاسما چای (*Camellia sinensis* L.) در بانک‌های ژن مزرعه‌ای در پژوهشکده چای موسسه تحقیقات علوم باغبانی حفظ شده‌اند، به اندازه کافی به جز تعداد اندکی از نمونه‌ها بر اساس ویژگی‌های مورفولوژیکی مطالعه نشده‌اند [۹، ۱۰]. مطالعات در زمینه مورفولوژی گیاه چای در سایر کشورهای چای خیز مانند چین، هند و سریلانکا بخوبی انجام شده است [۱۱، ۱۲، ۱۳].

جهانگیرزاده و همکاران [۱] در بررسی امکان کاربرد نشانگرهای مورفولوژی و ISSR جهت شناسایی برخی

ژنوتیپ‌های چای در مورد نشانگرهای مورفولوژی گزارش کرده‌اند که ۲۱ ویژگی مورفولوژیکی مورد استفاده در ژنوتیپ‌ها و کلون‌های چای نشان دادند که تنوع مورفولوژیکی مابین نمونه‌های چای مورد بررسی محدود است و دامنه تشابه باریکی برای آنها محاسبه شد. در تجزیه خوشه‌ای نیز در سطح تفاوت ۶/۶، نمونه‌ها در شش گروه قابل تقسیم بودند. نتایج آزمون^۲ PCA در خصوص ویژگی‌های مورفولوژیکی نشان داد که پنج مولفه اصلی اول ۵۴/۲۱٪، از واریانس کل را نشان می‌دهند. در انتها آنها نتیجه گرفتند که بررسی مورفولوژیکی نشان می‌دهد که توزیع گیاه چای هر چند در گذشته بر اساس ویژگی‌های مطلوب بوده است اما با توجه به محدود بودن منبع اولیه وارداتی این گیاه تنوع چندانی در بین ژنوتیپ‌های مناطق مورد مطالعه دیده نمی‌شود.

پیسائوندر و همکاران [۱۲] ژرم پلاسما چای سریلانکا را با استفاده از ۲۰ نشانگرهای مورفولوژی بررسی کردند و گزارش نمودند که در آنالیز PCA نه عامل اول ۷۹٪ تنوع را ایجاد می‌نمایند و در تجزیه کلاستر نمونه‌ها در ۷ گروه اصلی قابل تقسیم می‌باشند. هویت مورفولوژیکی منحصر به فرد هر گروه با استفاده از اطلاعات موجود مربوط به منشاء، روابط اجدادی و مکان انتخاب‌های توده‌ها تأیید شد. علاوه بر این، آنها توانستند توصیفگرهای کلیدی را که به تنوع فنوتیپی ژرم پلاسما چای در سریلانکا کمک می‌کنند، شناسایی کنند.

راجانا و همکاران [۱۳] در بررسی تنوع مورفولوژی کلون‌های چای در جنوب هند، تنوع مورفولوژیکی سه گونه کاملیا (Theaceae) نگهداری شده در یک بانک ژنی در شرایط *ex situ* مورد مطالعه قرار دادند و اهمیت توصیف‌گرهای مختلف در دسته‌بندی اکسیشن‌ها به گروه‌های مجزا نیز مشخص نمودند. آنها ۱۲ اکسیشن را با استفاده از ۱۵ صفت مورفولوژی معرفی شده توسط موسسه IPGRI بررسی کردند و نتایج آزمون PCA نشان داد که دو شاخصه اول ۴۴/۷۷ درصد کل تنوع را سبب می‌گردند. متأسفانه تاکنون مطالعات زیادی در مورد شناسایی گسترده ژرم پلاسما چای در کشور ایران گزارش نشده است. این امر استفاده موثر از منابع ژنتیکی چای را در برنامه‌های اصلاحی و تحقیقات مرتبط با آن محدود می‌کند. بنابراین، هدف از مطالعه حاضر، مشخص کردن توده‌های ژرم پلاسما چای با استفاده از

² Principal Component Analysis

¹ Accession

بعد از اندازه گیری و امتیاز دهی صفات مورفولوژی، داده‌های بدست آمده وارد نرم افزار اکسل گردید. داده‌های حاصل جهت بررسی میزان تشابه از ضریب GOWER و نرم افزار PAST. 4.03 استفاده شد. جهت طراحی کلاستر بر اساس ماتریس تشابه بدست آمده از الگوریتم UPGMA در همین نرم افزار استفاده گردید. جهت تشخیص بهترین ضریب و الگوریتم جهت طراحی کلاستر ضریب کوفنتیک توسط همین نرم افزار محاسبه شد. تجزیه به مؤلفه‌های اصلی^۲ نیز برای گروه‌بندی نمونه‌ها صورت گرفت و تجزیه بای پلات توسط نرم‌افزار Past-pc, v. 4.03 انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج مربوط به بررسی داده‌های مورفولوژیکی نشان داد تمام نمونه‌های چای گزینش شده از نظر مورفولوژی مشابه یکدیگر بودند، اگرچه برخی از آن‌ها تفاوت‌های کوچک و کمی در ویژگی‌های مانند زاویه شاخه، شکل نوک برگ، شکل حاشیه برگ، زاویه برگ با شاخه، رنگ برگ بالغ، سطح بالایی برگ از نظر صاف یا موجی، شکل پایه برگ (سمت دم‌برگ)، حاشیه پهنک، شکل پهنک و اندازه (طول و عرض پهنک) نشان دادند. تفاوت در برخی از صفات مورد مطالعه ممکن است به دلیل تکثیر جنسی در گذشته و شیوه‌های گرده افشانی باشد [۱].

طبق گزارش [۱۱] استفاده از ویژگی‌های برگ و ساقه به دلیل تفاوت‌های معنی دار برای بررسی تنوع ژنتیکی گیاه چای با استفاده از نشانگرهای مورفولوژیکی کافی است. آنها همچنین گزارش دادند که صفات میوه به دلیل عدم وجود تفاوت معنی دار برای مطالعه مناسب نبودند، بنابراین در مطالعه حاضر وارد نشدند.

ماتریس شباهت دوگانه بین نمونه‌ها بر اساس ضریب فاصله GOWER محاسبه شد. این ضریب بالاترین ضریب کوفنتیک محاسبه شده (۰/۷۵۲) را در بین سایر ضرایب استفاده شده داشت. این ضریب نشان می‌دهد که چه مقدار تناظر بین نمودار به دست آمده و ماتریس عدم تشابه محاسبه شده وجود دارد. این ماتریس (جدول ۳) تفاوت جزئی را نشان داد. تفاوت بین نمونه‌ها از ۰/۰۴۸ تا ۰/۴۹۹ با میانگین ۰/۲۶۵ بر اساس داده‌های

توصیف‌گرهای مورفولوژیکی استاندارد، و گروه‌بندی آنها به گروه‌های فنوتیپی متنوع برای تعریف نیازها برای ارزیابی آبی است تا از این طریق هم به بانک اطلاعاتی ژرم‌پلاسم چای در ایران افزوده گردد و هم بتوان این ژرم‌پلاسم را بهتر مدیریت و نگهداری نمود.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی

تعداد یازده اکسیشن چای جمع آوری شده در بانک ژن منطقه غرب چایکاری مستقر در ایستگاه تحقیقات چای فشالم (شفت)، نه اکسیشن از بوته چای جمع آوری شده در بانک ژن منطقه مرکز چایکاری مستقر در ایستگاه تحقیقات چای فجر لاهیجان (ایستگاه تحقیقات گل و گیاهان زینتی لاهیجان)، سه ژنوتیپ منسوب به کلون‌های آسامی مستقر در بانک ژن گیاهی ایستگاه تحقیقات چای شهید اسلامی لاهیجان، پنج نمونه از کلون‌های وارداتی از کشور سریلانکا و دو ژنوتیپ منسوب به گرجستان از بانک ژن گیاهی ایستگاه تحقیقات چای کاشف سیاهکل تهیه شدند.

نکته لازم به ذکر این است که تمام بوته‌های انتخاب شده در مرحله بلوغ و تولید تجاری بودند. این پروژه در دو سال متوالی (۱۳۹۹ و ۱۴۰۰) انجام شد. جدول ۱ اسامی نمونه‌های مورد بررسی و شکل ۱ مناطقی که نمونه‌های تحت پوشش در آن قراردادند را بیان می‌نماید.

آنالیز مورفولوژی:

برای بررسی مورفولوژی و خصوصیات ظاهری درختان در کل ۲۱ صفت کمی و کیفی (۵ صفت کمی و ۱۶ صفت کیفی) در رابطه با هر بوته ده برگ مورد بررسی قرار گرفت. انتخاب صفات مورد بررسی بر اساس توصیف نامه مخصوص گیاه چای معرفی شده موسسه بین‌المللی بررسی ژنتیک گیاهان^۱ [۱۴] انجام شد. برای آنکه اثر محیط در بررسی کم گردد عمل نمونه‌گیری در دو سال متفاوت با سه تکرار انجام شد. جدول ۲ صفات بررسی شده را نشان می‌دهد.

² Principal component analysis (PCA)

¹ International Plant Genetic Resources Institute

به‌دست‌آمده در مطالعه حاضر، می‌توان بیان کرد که مقدار اختلاف به‌دست‌آمده در مجموعه مطالعه قابل قبول است. به‌منظور تعیین خویشاوندی ژنوتیپ‌های مورد بررسی و گروه‌بندی آن‌ها براساس صفات مورفولوژی، تجزیه خوشه‌ای به روش UPGMA صورت گرفت. دندروگرام در ضریب فاصله ۰/۲۹ برش داده شد. بر این اساس، ژنوتیپ‌ها در چهار گروه اصلی گروه‌بندی شدند (شکل ۱). گروه اول (A) شامل چهار نمونه (S7، S9، S22، S15) بود. گروه دوم (B) شامل چهار نمونه (S4، S10، S12، S11) بود. گروه سوم (C) شامل ۱۹ نمونه (S15، S16، S8، S23، S27، S13، S19، S3، S1، S28، S24، S18، S30، S17، S29، S6، S21، S20، S2) بود. گروه چهارم (D) شامل سه نمونه (S25، S26، S14) بود. همانطور که از گروه‌بندی مشاهده می‌شود، توزیع نمونه‌های مورد مطالعه از الگوی خاصی پیروی نمی‌کند. مطالعات انجام شده بر روی مورفولوژی گیاه چای در مناطق مختلف چای‌کار ایران [۱]، ۱۰، ۱۵، ۱۸ نیز نشان می‌دهد که توزیع نمونه‌ها الگوی خاصی ندارد که دلیل اصلی آن منابع اولیه محدود گیاه چای وارداتی است.

مورفولوژی متغیر بود. بیشترین تفاوت (۰/۴۹۹) بین ژنوتیپ S5-S10، یک ژنوتیپ از کلون‌های منتخب منطقه مرکزی چایکاری و دیگری از کلون‌های وارداتی از سریلانکا مشاهده شد، در حالی که کمترین آن (۰/۰۴۸) در بین دو نمونه چای S18-S30 یکی از نمونه‌های منسوب به آسام و دیگری از کلون‌های منتخب منطقه غرب چایکاری محاسبه شده است. در مطالعات قبلی روی ژرم پلاسماهای چای، تفاوت مورفولوژیکی محدودی گزارش شده است [۱، ۱۵، ۱۶، ۱۷].

خیای و همکاران [۱۵] در بررسی تنوع گیاهی چای با استفاده از صفات مورفولوژیکی در منطقه لاهیجان و اطراف آن به عنوان مرکز چای ایران، دامنه محدودی از تفاوت را گزارش کردند که می‌تواند به دلیل محدود بودن منطقه نمونه برداری و تعداد صفات کمتر مورد مطالعه در مطالعه آنها باشد. خیای و همکاران [۱] در مطالعه دیگری بر روی گیاه چای از نشانگرهای مورفولوژیکی و مولکولی برای سنجش تنوع ژنتیکی و ارتباط آنها استفاده کردند. آنها گزارش کردند که هنگام استفاده از صفات مورفولوژیکی، تغییرات متوسط و دامنه باریکی از عدم تشابه مشاهده می‌گردد. با توجه به نتایج مطالعه قبلی و نتایج

جدول ۱. نمونه‌های چای مورد مطالعه

| کد نمونه | کد ثبتی پژوهشکده | محل جمع آوری | نام علمی | کد نمونه | کد ثبتی پژوهشکده | محل جمع آوری | نام علمی |
|----------|------------------|--------------|--------------------|----------|------------------|--------------|--------------------|
| S1 | 444 | فجر لاهیجان | <i>C. sinensis</i> | S16 | 101 smal leaf | گرجستان | <i>C. sinensis</i> |
| S2 | 100 | فجر لاهیجان | <i>C. sinensis</i> | S17 | Assam 1 | آسام | <i>C. sinensis</i> |
| S3 | 548 | فجر لاهیجان | <i>C. sinensis</i> | S18 | Assam 2 | آسام | <i>C. sinensis</i> |
| S4 | 2021 | فجر لاهیجان | <i>C. sinensis</i> | S19 | Assam 3 | آسام | <i>C. sinensis</i> |
| S5 | 2013 | فجر لاهیجان | <i>C. sinensis</i> | S20 | 269 | فشالم | <i>C. sinensis</i> |
| S6 | 581 | فجر لاهیجان | <i>C. sinensis</i> | S21 | 279 | فشالم | <i>C. sinensis</i> |
| S7 | 591 | فجر لاهیجان | <i>C. sinensis</i> | S22 | 261 | فشالم | <i>C. sinensis</i> |
| S8 | 578 | فجر لاهیجان | <i>C. sinensis</i> | S23 | 285 | فشالم | <i>C. sinensis</i> |
| S9 | 703 | فجر لاهیجان | <i>C. sinensis</i> | S24 | 399 | فشالم | <i>C. sinensis</i> |
| S10 | DN | سریلانکا | <i>C. sinensis</i> | S25 | 74 | فشالم | <i>C. sinensis</i> |
| S11 | 3015 | سریلانکا | <i>C. sinensis</i> | S26 | 280 | فشالم | <i>C. sinensis</i> |
| S12 | GT7.1 | سریلانکا | <i>C. sinensis</i> | S27 | 256 | فشالم | <i>C. sinensis</i> |
| S13 | 3020 | سریلانکا | <i>C. sinensis</i> | S28 | 284 | فشالم | <i>C. sinensis</i> |
| S14 | KEN | سریلانکا | <i>C. sinensis</i> | S29 | 269I | فشالم | <i>C. sinensis</i> |
| S15 | 101 larg leaf | گرجستان | <i>C. sinensis</i> | S30 | 2611 | فشالم | <i>C. sinensis</i> |

جدول ۲ صفات مورفولوژیکی مورد مطالعه

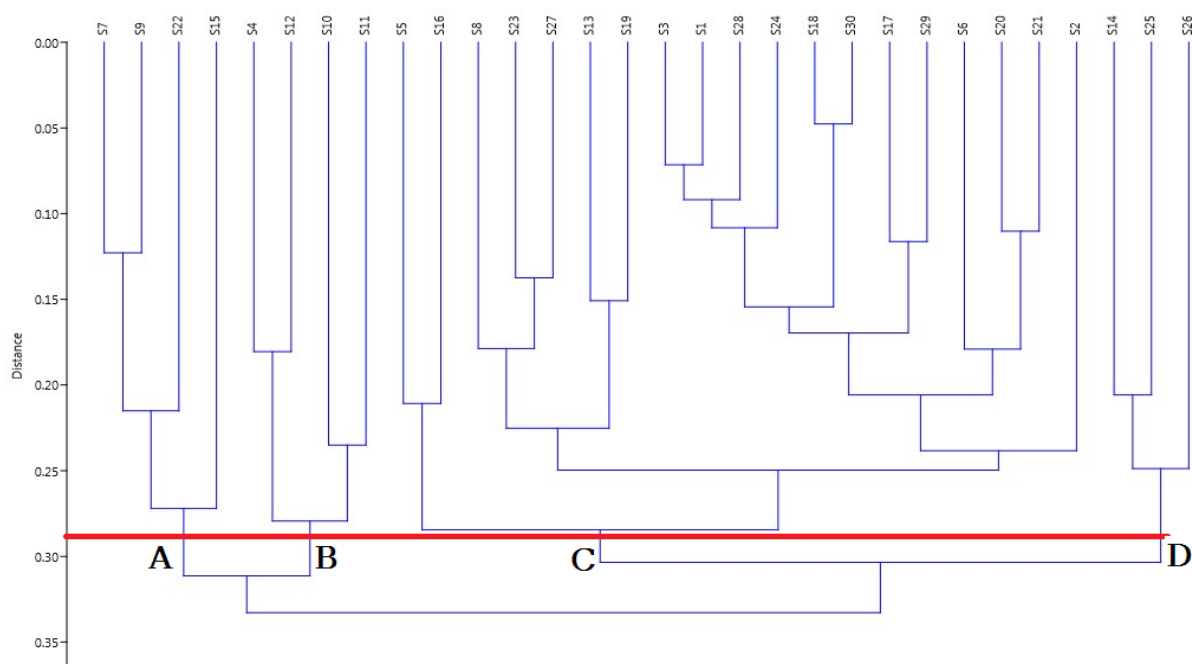
| ردیف | صفات | ردیف | صفات |
|------|--|------|----------------------------|
| ۱ | طول میان گره (mm) | ۱۲ | طول به عرض برگ بالغ |
| ۲ | رنگی شدن در برگ‌های جوان (در فصل رشد) | ۱۳ | طول برگ بالغ (mm) |
| ۳ | رنگی شدن در برگ‌های جوان (در فصل رکود) | ۱۴ | عرض برگ بالغ (mm) |
| ۴ | رنگ برگ نابالغ | ۱۵ | زاویه برگ |
| ۵ | رنگ برگ بالغ | ۱۶ | رگه بندی |
| ۶ | شکل برگ | ۱۷ | طرز قرار گیری برگ روی گیاه |
| ۷ | سطح بالایی برگ | ۱۸ | واکسی بودن برگ |
| ۸ | شکل انتهایی (نوک برگ) | ۱۹ | رنگی بودن برگچه |
| ۹ | عادت رشد انتهایی برگ (نوک برگ) | ۲۰ | طول دمبرگ برگ بالغ (mm) |
| ۱۰ | شکل پایه برگ | ۲۱ | رنگ شاخه جوان |
| ۱۱ | حاشیه برگ | | |

جدول ۳. ماتریس تفاوت بر اساس داده‌های مورفولوژی با ضریب تفاوت گاوور

| | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 | S6 | S7 | S8 | S9 | S10 | S11 | S12 | S13 | S14 | S15 | S16 | S17 | S18 | S19 | S20 |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| S1 | 0.000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| S2 | 0.178 | 0.000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| S3 | 0.072 | 0.186 | 0.000 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| S4 | 0.365 | 0.290 | 0.370 | 0.000 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| S5 | 0.321 | 0.244 | 0.249 | 0.326 | 0.000 | | | | | | | | | | | | | | | |
| S6 | 0.202 | 0.320 | 0.175 | 0.428 | 0.402 | 0.000 | | | | | | | | | | | | | | |
| S7 | 0.200 | 0.267 | 0.197 | 0.324 | 0.426 | 0.284 | 0.000 | | | | | | | | | | | | | |
| S8 | 0.203 | 0.294 | 0.224 | 0.353 | 0.321 | 0.260 | 0.235 | 0.000 | | | | | | | | | | | | |
| S9 | 0.249 | 0.277 | 0.264 | 0.276 | 0.437 | 0.330 | 0.123 | 0.220 | 0.000 | | | | | | | | | | | |
| S10 | 0.415 | 0.452 | 0.439 | 0.388 | 0.499 | 0.469 | 0.265 | 0.336 | 0.275 | 0.000 | | | | | | | | | | |
| S11 | 0.266 | 0.355 | 0.289 | 0.277 | 0.356 | 0.412 | 0.271 | 0.339 | 0.328 | 0.235 | 0.000 | | | | | | | | | |
| S12 | 0.308 | 0.350 | 0.318 | 0.181 | 0.353 | 0.445 | 0.216 | 0.281 | 0.211 | 0.247 | 0.206 | 0.000 | | | | | | | | |
| S13 | 0.289 | 0.339 | 0.225 | 0.392 | 0.247 | 0.330 | 0.348 | 0.308 | 0.445 | 0.420 | 0.309 | 0.343 | 0.000 | | | | | | | |
| S14 | 0.196 | 0.260 | 0.206 | 0.336 | 0.289 | 0.334 | 0.304 | 0.362 | 0.296 | 0.387 | 0.295 | 0.256 | 0.356 | 0.000 | | | | | | |
| S15 | 0.296 | 0.361 | 0.322 | 0.333 | 0.367 | 0.426 | 0.221 | 0.237 | 0.259 | 0.323 | 0.326 | 0.238 | 0.394 | 0.432 | 0.000 | | | | | |
| S16 | 0.293 | 0.285 | 0.228 | 0.229 | 0.211 | 0.359 | 0.326 | 0.259 | 0.339 | 0.412 | 0.277 | 0.253 | 0.217 | 0.309 | 0.388 | 0.000 | | | | |
| S17 | 0.153 | 0.276 | 0.120 | 0.366 | 0.341 | 0.224 | 0.152 | 0.310 | 0.258 | 0.402 | 0.280 | 0.308 | 0.241 | 0.321 | 0.320 | 0.308 | 0.000 | | | |
| S18 | 0.126 | 0.197 | 0.173 | 0.379 | 0.248 | 0.279 | 0.252 | 0.253 | 0.292 | 0.478 | 0.357 | 0.378 | 0.324 | 0.199 | 0.394 | 0.307 | 0.186 | 0.000 | | |
| S19 | 0.207 | 0.225 | 0.231 | 0.313 | 0.235 | 0.316 | 0.290 | 0.183 | 0.304 | 0.333 | 0.291 | 0.324 | 0.151 | 0.343 | 0.315 | 0.216 | 0.259 | 0.192 | 0.000 | |
| S20 | 0.241 | 0.319 | 0.197 | 0.377 | 0.282 | 0.193 | 0.296 | 0.245 | 0.348 | 0.341 | 0.345 | 0.354 | 0.159 | 0.352 | 0.369 | 0.267 | 0.208 | 0.296 | 0.177 | 0.000 |
| S21 | 0.150 | 0.253 | 0.115 | 0.429 | 0.302 | 0.165 | 0.256 | 0.297 | 0.297 | 0.367 | 0.330 | 0.360 | 0.201 | 0.248 | 0.406 | 0.316 | 0.143 | 0.226 | 0.221 | 0.110 |
| S22 | 0.384 | 0.314 | 0.312 | 0.408 | 0.415 | 0.365 | 0.195 | 0.340 | 0.235 | 0.423 | 0.403 | 0.363 | 0.447 | 0.460 | 0.337 | 0.372 | 0.284 | 0.389 | 0.401 | 0.382 |
| S23 | 0.172 | 0.288 | 0.214 | 0.285 | 0.348 | 0.215 | 0.244 | 0.201 | 0.250 | 0.285 | 0.204 | 0.261 | 0.267 | 0.248 | 0.309 | 0.238 | 0.272 | 0.264 | 0.180 | 0.141 |
| S24 | 0.113 | 0.194 | 0.080 | 0.350 | 0.322 | 0.242 | 0.209 | 0.302 | 0.290 | 0.466 | 0.291 | 0.304 | 0.274 | 0.223 | 0.384 | 0.223 | 0.163 | 0.233 | 0.306 | 0.245 |
| S25 | 0.266 | 0.351 | 0.277 | 0.369 | 0.353 | 0.417 | 0.204 | 0.321 | 0.226 | 0.367 | 0.254 | 0.211 | 0.407 | 0.206 | 0.299 | 0.367 | 0.296 | 0.285 | 0.415 | 0.434 |
| S26 | 0.219 | 0.294 | 0.235 | 0.469 | 0.310 | 0.354 | 0.272 | 0.208 | 0.247 | 0.468 | 0.440 | 0.377 | 0.442 | 0.273 | 0.358 | 0.386 | 0.319 | 0.170 | 0.311 | 0.376 |
| S27 | 0.170 | 0.267 | 0.193 | 0.269 | 0.269 | 0.299 | 0.326 | 0.156 | 0.300 | 0.384 | 0.241 | 0.276 | 0.258 | 0.302 | 0.302 | 0.172 | 0.307 | 0.248 | 0.156 | 0.217 |
| S28 | 0.089 | 0.215 | 0.095 | 0.450 | 0.295 | 0.196 | 0.221 | 0.289 | 0.334 | 0.449 | 0.295 | 0.374 | 0.264 | 0.262 | 0.334 | 0.316 | 0.145 | 0.181 | 0.258 | 0.233 |
| S29 | 0.188 | 0.335 | 0.154 | 0.379 | 0.308 | 0.216 | 0.198 | 0.349 | 0.252 | 0.392 | 0.307 | 0.325 | 0.344 | 0.213 | 0.355 | 0.379 | 0.116 | 0.169 | 0.327 | 0.244 |
| S30 | 0.078 | 0.149 | 0.126 | 0.331 | 0.295 | 0.231 | 0.204 | 0.206 | 0.244 | 0.430 | 0.309 | 0.330 | 0.276 | 0.246 | 0.346 | 0.260 | 0.139 | 0.048 | 0.145 | 0.248 |

ادامه جدول ۳. ماتریس تفاوت بر اساس داده‌های مورفولوژی با ضریب تفاوت گاوور

| | S21 | S22 | S23 | S24 | S25 | S26 | S27 | S28 | S29 | S30 |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| S21 | 0.000 | | | | | | | | | |
| S22 | 0.370 | 0.000 | | | | | | | | |
| S23 | 0.192 | 0.365 | 0.000 | | | | | | | |
| S24 | 0.158 | 0.343 | 0.221 | 0.000 | | | | | | |
| S25 | 0.349 | 0.301 | 0.319 | 0.298 | 0.000 | | | | | |
| S26 | 0.301 | 0.260 | 0.328 | 0.313 | 0.225 | 0.000 | | | | |
| S27 | 0.260 | 0.371 | 0.138 | 0.215 | 0.321 | 0.283 | 0.000 | | | |
| S28 | 0.132 | 0.328 | 0.217 | 0.132 | 0.348 | 0.306 | 0.239 | 0.000 | | |
| S29 | 0.158 | 0.338 | 0.255 | 0.223 | 0.231 | 0.269 | 0.337 | 0.180 | 0.000 | |
| S30 | 0.179 | 0.342 | 0.217 | 0.185 | 0.332 | 0.217 | 0.200 | 0.133 | 0.217 | 0.000 |



شکل ۱- کلاستر ۳۰ نمونه چای بر اساس ضریب تفاوت گاورد صفات مورفولوژیکی

به‌طورکلی نتایج حاصل از کاربرد نشانگر مورفولوژی نشان‌داد که اختلافات زیادی مابین نمونه‌های چای موردبررسی وجود ندارد که در این رابطه در بررسی مورفولوژی نمونه‌های چای سه منطقه چای‌کاری اطراف لاهیجان [۱۵] و بررسی تنوع مورفولوژی برخی ژنوتیپ‌های منطقه شرق چای‌کاری [۱۸] نتایج مشابهی گزارش نمودند. بطوری که در مطالعه مورفولوژی نمونه‌های چای سه منطقه چای‌کاری اطراف لاهیجان [۱۵] نمونه‌های بررسی شده در پنج گروه قرار گرفتند که تمام گروه‌ها بجز گروه پنجم تعداد محدودی از نمونه‌ها را شامل بودند و گروه اصلی شناسایی شده (گروه ۵) حدود ۷۴ درصد کل نمونه‌ها را در بر داشت. بر اساس این نتایج خوشه بندی مشخص گردید که گروه بندی‌های گیاهان در خوشه‌های بدست آمده از این بررسی با توزیع جغرافیایی هم خوانی ندارد و از سوی دیگر تنوع مورفولوژیکی بالایی نیز در بین گیاهان بدست نیامد. جهانگیرزاده و همکاران، [۱۸] همچنین در بررسی تنوع مورفولوژی برخی ژنوتیپ‌های منطقه شرق چای‌کاری یعنی منطقه غرب مازندران اعلام کردند که بر اساس داده‌های مورفولوژی دامنه تشابه مابین نمونه‌ها از ۰/۲۰ الی ۰/۶۰ بود. در تجزیه خوشه‌ای نمونه‌ها در سطح تشابه ۰/۳۵ درصد در سه گروه قرار گرفتند که به جز گروه اول دو گروه دیگر تعداد نمونه‌های تقریباً برابری داشتند. بر اساس این نتایج خوشه بندی مشخص گردید که گیاه چای در منطقه

تمامی گروه‌ها در صفات رنگی شدن در برگ جوان (در فصل رشد)، رنگی شدن در برگ جوان (در فصل رکود)، رنگ برگ نابالغ، رنگ برگ و واکسی بودن سطح برگ مشابه یکدیگر بودند، و در صفات حاشیه برگ، رنگی بودن برگچه و شکل پایه برگ با هم تفاوت داشتند.

گروه دوم و چهارم در شکل برگ تخم مرغی، گروه اول و چهارم در سطح بالایی برگ موجدار، گروه دوم، سوم، چهارم در سطح انتهایی برگ نوک تیز، گروه اول و چهارم در عادت رشد انتهایی برگ منحنی، گروه اول، دوم و سوم در زاویه برگ بسته، گروه اول و دوم در طرز قرارگیری برگ روی گیاه نیمه سرپا، گروه اول، سوم و چهارم در واکسی نبودن، گروه اول، دوم و سوم در رگه بندی مشخص، گروه اول و دوم در رنگ شاخه جوان سبز و گروه سوم و چهارم در رنگ شاخه جوان قرمز با یکدیگر تشابه داشتند. میانگین پنج صفت کمی در گروه‌های چهارگانه بررسی شد. براساس جدول ۴ گروه دوم و چهارم به ترتیب دارای بیشترین و کمترین میانگین طول برگ بالغ بودند. در بررسی میانگین عرض برگ بالغ گروه دوم بیشترین و گروه سوم کمترین مقدار را داشتند. گروه سوم دارای بیشترین نسبت طول به عرض برگ و گروه دوم کمترین مقدار را دارا بودند. طول دم‌برگ در گروه اول بیشترین و در گروه چهارم کمترین مقدار را داشت.

جدول ۴- صفات بارز مورفولوژیکی در گروه‌های مختلف

| گروه‌ها | تعداد اعضا | صفات برجسته |
|------------|------------|---|
| گروه اول | ۴ | سطح بالایی برگ موجدار، عادت رشد انتهایی برگ منحنی، شکل پایه برگ گرد، زاویه برگ بسته، رگه بندی مشخص، طرز قرارگیری برگ روی گیاه نیمه سرپا، واکسی نبودن، رنگ شاخه جوان سبز |
| گروه دوم | ۴ | شکل برگ تخم مرغی، شکل انتهایی برگ نوک تیز، عادت رشد انتهایی برگ صاف، زاویه برگ بسته، رگه بندی مشخص، طرز قرارگیری برگ روی گیاه نیمه سرپا، رنگ شاخه جوان قرمز |
| گروه سوم | ۱۹ | سطح بالایی برگ صاف، شکل انتهایی برگ نوک تیز، زاویه برگ بسته، رگه بندی مشخص، طرز قرارگیری برگ روی گیاه سرپا، واکسی نبودن، رنگ شاخه جوان سبز |
| گروه چهارم | ۳ | شکل برگ تخم مرغی، سطح بالایی برگ موجدار، شکل انتهایی برگ نوک تیز، عادت رشد انتهایی برگ منحنی، شکل پایه برگ باریک، زاویه برگ باز، رگه بندی نامشخص، واکسی نبودن، رنگ شاخه جوان قرمز |

جدول ۵- میزان صفات مورفولوژیکی در گروه‌های مختلف

| میانگین طول برگ بالغ (میلی متر) | میانگین عرض برگ بالغ (میلی متر) | نسبت طول به عرض برگ | طول دم‌برگ (میلی متر) |
|---------------------------------|---------------------------------|---------------------|-----------------------|
| ۷۲/۷۳ | ۳۷/۹۳ | ۱/۹۳ | ۷/۱ |
| ۸۳/۵۹ | ۵۴/۲ | ۱/۵۷ | ۵/۴۶ |
| ۷۲/۷۵ | ۳۳/۰۵ | ۲/۲۶ | ۶ |
| ۶۳/۴۹ | ۳۴ | ۱/۸۵ | ۵/۱۲ |

sinensis L.) clones. J Horti Postharv Res, 2020; 3(2): 269-84.

- [5] Fang W, Cheng H, Duan Y, Jiang X, Li X. Genetic diversity and relationship of clonal tea (*Camellia sinensis*) cultivars in China as revealed by SSR markers. Plant System Evol, 2012; 298: 469-83.
- [6] Li Y, Chen C, Li Y, Ding Z, Shen J, Wang Y, Zhao L, Xu M. The identification and evaluation of two different color variations of tea. J Scie Food Agri, 2016; 96(15):4951-61.
- [7] Wambulwa MC, Meegahakumbura MK, Kamunya S, Muchugi A, Möller M, Liu J, Xu JC, Ranjitkar S, Li DZ, Gao LM. Insights into the genetic relationships and breeding patterns of the African tea germplasm based on nSSR markers and cpDNA sequences. Front plant Scie, 2016; 30:7:1244.
- [8] Gunasekare MT. Applications of molecular markers to the genetic improvement of *Camellia sinensis* L.(tea)—a review. J Horti Scie Biotech, 2007; 82(2):161-9.
- [9] Babayi h, Sahraroo A, Khiavi SJ, Hassanpour Asil M, Bakhsi D. Assessment of morphological diversity among some Darjeeling tea genotypes in Iran. 26-29 August 2019, 11th Iranian Horticultural Science Congress. Iran.

شرق چایکاری دارای تفاوت ژنتیکی پایینی می‌باشد.

از آنجایی که نمونه‌های چای مورد بررسی از نظر مورفولوژیکی با یکدیگر تفاوت جزئی نشان داده‌اند لذا پیشنهاد می‌گردد از نشانگرهای مولکولی مرتبط با DNA جهت افزایش دقت بررسی استفاده شود.

منابع

- [1] Khiavi S J, Falakro K, Safaei Chaei Kar S, Ramzi S, Kahneh E. Usage of morphological and ISSR markers for investigation of Tea genotypes. J Plant Produc Res, 2020; 26(4):131-47. (In Persian)
- [2] Khiavi S J, Azadi Gonbad R, Falakro K. Identification of genetic diversity and relationships of some Iranian tea genotypes using SRAP markers. J Horti Postharv Res, 2020; 3(1):25-34.
- [3] Falakro K, Khiavi SJ. Assessment of genetic diversity and relationships among tea genotypes in Iran based on RAPD and ISSR markers. J Horti Postharv Res, 2020; 3(2): 209-20.
- [4] Chaeikar SS, Falakro K, Rahimi M, Jahangirzadeh Khiavi S, Ashourpour M. The investigation of genetic diversity based on SCoT markers, morphological, and chemical characters in tea (*Camellia*

- Urmia. Urmia University, 2019. (In Persian)
- [10] Mehrasa A, Moradi H, Bakhsi D, Khiavi, SJ. Use of morphological characteristics to study the diversity between tea plants in Iran. 12th Iranian Horticultural science Congress. September, 2021. Vali-e-Asr University, Rafsanjan, Iran. (In Persian)
- [11] Chen L, Zhou ZX. Variations of main quality components of tea genetic resources [*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze] preserved in the China National Germplasm Tea Repository. Plant Foods Human Nutri, 2005; 60(1) :31-5.
- [12] Piyasundara JH, Gunasekare MT, Wickramasinghe IP. Identification of discriminating morphological descriptors for characterization of tea (*Camellia sinensis* L.) germplasm in Sri Lanka. Tropi Agri Res, 2008; 20: 193-199
- [13] Rajanna L, Ramakrishnan M, Simon L. Evaluation of morphological diversity in south Indian tea clones using statistical methods. Maejo Inter J Scie Techno, 2011; 5(1):1.
- [14] International Plant Genetic Resources Institute. Descriptors for Tea (*Camellia Sinensis*). Bioversity International; 2000.
- [15] Khiavi SJ, Pishdad A, Mohaghegh Montazeri M, Mozafari S. Assessment of Genetic Variation among Some Tea Genotypes from Lahijan by using Morphological Markers, 1st international conference and 10th national horticulture science congress of Iran. 4-7 September 2017, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran. (In Persian)
- [16] Kafkas S, Ercişli S, Doğan Y, Ertürk Y, Haznedar A, Sekban R. Polymorphism and genetic relationships among tea genotypes from Turkey revealed by amplified fragment length polymorphism markers. J Americ Soci Horti Scie, 2009; 134(4):428-34.
- [17] Ramakrishnan M, Rajanna L, Narayanaswamy P, Simon L. Assessment of genetic relationship and hybrid evaluation studies in tea (*Camellia* sp.) by RAPD. Int J Plant Breed, 2009; 3: 144-8.
- [18] Khiavi SJ, Azadi Gonabd R, Falakro , Nasrolahzadeh S. Assessment of genetic diversity among some selected tea genotypes from west of Mazandaran using morphological markers, 1st national congress of horticulture and crop production, 2018, jan, 25, Gonbad Kavous university, Gonbad Kavous, Iran. (In Persian)

Investigation of genetic diversity of some tea germplasms of north of Iran (*Camellia sinensis*) using morphological traits

Mehrasa A.¹, Moradi H.¹, Bakhsi D.², Jahangirzadeh Khiavi S.^{3*}

¹ Department of Horticulture, Faculty of Crop Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

² Department of Horticultural Science, University of Guilan, Rasht, Iran

³ Tea Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Lahijan, Iran

* (Corresponding author): Shjahangirzadeh@gmail.com

<https://doi.org/10.30495/jdb.2023.1975262.1343>

Received: December 2022

Accepted: March 2023

Abstract

Tea (*Camellia sinensis*(L.) O. Kuntze) is one of the most important crop in north of Iran, Since, many of these plants are at risk of disappearing therefore having information about genetic of them can help for designing of breeding programs in order to achieve appropriate plants. In this study, 30 tea bushes by using 21 quantitative and qualitative traits related to leaves and stems of the studied tea plants was analyzed to evaluate their genetic diversity using on Gower distances coefficient and UPGMA algorithm. The results of data analysis showed that all the selected tea samples were morphologically similar to each other, although some of them showed small and slight differences in some characteristics, but overall they did not have significant differences. Based on the obtained data, the difference between the studied samples ranged from 0.048 to 0.499 with an average of 0.265. In order to determine the relationship of the examined genotypes and grouping them based on the morphological traits in cluster analysis at the distance coefficient of 0.29, the examined samples were grouped into four main groups. According to the way of grouping, it was observed that the distribution of the studied samples does not follow a specific pattern and does not match with the geographical distribution. According to the results of the present research, it is confirmed that morphological analyzes in tea can be used successfully to determine genetic diversity and relationship. The results of this study open a window to deal with the old problem of classification and identification of tea in Iran.

Keywords: Morphology; Genetic diversity; north Iran; Tea cultivars.