The Investigation of Biochemical Properties of Tea Plants Attributed to Darjeeling in Iran

Pages 37-56

Heidar Babayi[1], Amir Sahraroo[2], Shahin Jahangirzadeh Khiavi[3*], Davod Bakhsi[4] and Moazzam Hassanpour Asil[5]

1, 2 4 & 5) Department of Horticultural Science, University of Guilan, Rasht, Iran.
3) Tea Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Lahijan, Iran.

*Corresponding author: **shjahangirzadeh@gmail.com**

Received date: 2023.08.30 **Accepted date: 2023.12.05**

Abstract

Tea is the most consumed beverage after water and possesses numerous medicinal properties. Increasing demand for consumption leads to increased production interest. Given the limited tea cultivation areas in Iran, focusing on increasing production per unit area is of high importance, which requires identifying and utilizing superior genotypes. In this study, biochemical traits of some genotypes attributed to Darjeeling tea were examined and evaluated, and compared with some selected domestic genotypes. Biochemical traits including caffeine, chlorophyll a, b, and total, polyphenols, total ash, soluble and insoluble ash, and water extract were compared and analyzed. Based on the results of these experiments, all biochemical traits of the samples showed significant differences at the 1% level, indicating diversity among the studied genotypes. The maximum, minimum, and average levels of the examined parameters were respectively: caffeine (2.03, 0.56, and 1.190% in fresh weight), chlorophyll a (3.11, 0.60, and 1.656 mg/g fresh weight), chlorophyll b (0.62, 0.25, and 0.419 mg/g fresh weight), total chlorophyll (3.59, 0.94, and 2.075 mg/g fresh weight), total polyphenols (16.78, 8.33, and 12.011% in fresh weight), total ash (6.57, 2.04, and 4.933% in fresh weight), water-soluble ash (3.21, 0.91, and 2.323% in fresh weight), water-insoluble ash (3.89, 0.67, and 2.608% in fresh weight), and water extract (42.86, 30.26, and 36.533% in fresh weight). Considering the examined parameters, genotypes 1, 3, and 14, all attributed to Darjeeling genotypes, can be introduced as superior genotypes. The present study provides useful guidelines on using the examined leaf biochemical parameters in identifying Iranian tea germplasm. These traits can be used in planning breeding projects and decision-making for selecting suitable parents in hybridization to increase tea yield and enhance phytochemical traits.

Keywords: *Camellia sinensis*, Extract, Chlorophyll and Biochemical compounds.

بررسی خصوصیات بیوشیمیایی بوته‌های چای منسوب به دارجلینگ در ایران

شماره صفحات
۵۶-۳۷

حیدر بابایی[۱]، امیر صحرارو[۲]، شاهین جهانگیرزاده خیاوی*[۳]، داود بخشی[۴] و معظم حسن پور اصیل[۵]

۱، ۲، ۴ و ۵) گروه علوم باغبانی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.
۳) پژوهشکده چای، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، لاهیجان، ایران.
* نویسنده مسئول: **shjahangirzadeh@gmail.com**

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۶/۰۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۹/۱۴

چکیده

چای پرمصرف‌ترین نوشیدنی بعد از آب و دارای خواص دارویی بسیاری می‌باشد. افزایش تقاضا برای مصرف موجب افزایش تمایل به تولید می‌گردد. با توجه به محدودیت مناطق کشت چای در ایران، توجه به افزایش تولید در واحد سطح اهمیت بالایی دارد که مستلزم شناخت و به‌کارگیری ژنوتیپ‌های برتر می‌باشد. در این بررسی صفات بیوشیمیایی برخی ژنوتیپ‌های منتسب به چای دارجلینگ مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت و با برخی ژنوتیپ‌های منتخب داخلی مقایسه شدند. صفت‌های بیوشیمیایی کافئین، کلروفیل a، b و کل، پلی‌فنل، خاکستر کل، خاکستر محلول و غیر محلول و عصاره آبی مورد مقایسه و بررسی قرار گرفتند. بر اساس نتایج حاصل از این آزمایش‌ها، تمامی صفات بیوشیمیایی نمونه‌ها، صفات در سطح یک درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر داشتند که نشان‌دهنده وجود تنوع در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی بود. حداکثر، حداقل و متوسط میزان شاخصه‌های مورد بررسی به ترتیب برای کافئین (۲/۰۳، ۰/۵۶ و ۱/۱۹۰ درصد در وزن تر)، کلروفیل a (۳/۱۱، ۰/۶۰ و ۱/۶۵۶ میلی‌گرم بر گرم وزن تر)، کلروفیل b (۰/۶۲، ۰/۲۵ و ۰/۴۱۹ میلی‌گرم بر گرم وزن تر)، کلروفیل کل (۳/۵۹، ۰/۹۴ و ۲/۰۷۵ میلی‌گرم بر گرم وزن تر)، پلی‌فنل کل (۱۶/۷۸، ۸/۳۳ و ۱۲/۰۱۱ درصد در وزن تر)، خاکستر کل (۶/۵۷، ۲/۰۴ و ۴/۹۳۳ درصد در وزن تر)، خاکستر محلول در آب (۳/۲۱، ۰/۹۱ و ۲/۳۲۳ درصد در وزن تر)، خاکستر غیرمحلول در آب (۳/۸۹، ۰/۶۷ و ۲/۶۰۸ درصد در وزن تر) و عصاره آبی (۴۲/۸۶، ۳۰/۲۶ و ۳۶/۵۳۳ درصد در وزن تر) بود. با توجه به شاخصه‌های بررسی شده زنوتیپ‌های ۱، ۳ و ۱۴ که هر سه منسوب به ژنوتیپ‌های دارجلینگ می‌باشند به عنوان ژنوتیپ‌های برتر قابل معرفی هستند. مطالعه حاضر دستورالعمل‌های مفیدی را در مورد استفاده از پارامترهای بیوشیمیایی برگ مورد بررسی در مشخص کردن ژرم‌پلاسم چای ایران ارائه می‌دهد که این صفات می‌توانند در برنامه‌ریزی پروژه‌های اصلاحی و تصمیم‌گیری برای انتخاب والدین مناسب در دورگه‌گیری برای افزایش عملکرد چای و افزایش صفات فیتوشیمیایی مورد استفاده قرار گیرند.

واژه‌های کلیدی: *Camellia sinensis*، عصاره، کلروفیل و ترکیبات بیوشیمیایی.

مقدمه

گیاه چای (*Camellia sinensis* .L) از خانواده Theaceace یک گیاه همیشه سبز، دائمی و دگرگرده افشان است (Mondal *et al*., 2004; Selvan *et al*., 2018). برگ‌های جوان گیاه چای در طی فرآیند چای‌سازی تبدیل به یکی از قدیمی‌ترین نوشابه‌های غیرالکلی حاوی کافئین در دنیا به نام چای می‌گردد. بر اساس گزارشات گیاه چای از استان یونان[1] در جنوب غربی چین سرچشمه گرفته است (Chen and Zhou, 2005، Zheng *et al*., 2015). چای دارجیلینگ یک رقم معروف و ارزشمند چای است که در منطقه دارجیلینگ در ایالت بنگال غربی هند کشت می‌شود. این چای از گونه *Camellia sinensis* var. sinensis تهیه می‌شود که اصالتاً چینی است. از نظر بیوشیمیایی، دارجیلینگ حاوی ترکیبات آروماتیک خاصی است که به آن عطر و طعم گل‌مانند و میوه‌ای معروفش را می‌دهد. این چای نسبت به چای‌های دیگر کافئین کمتری دارد. در مقایسه با ژنوتیپ‌های چینی رایج در ایران، بوته‌های دارجیلینگ معمولاً کوچک‌تر هستند و برگ‌های ظریف‌تر و کوچک‌تری دارند. رنگ برگ‌های آن معمولاً سبز روشن‌تر است و لبه‌های برگ‌ها دندانه‌دار است. در کلکسیون چای پژوهشکده چای در گذشته بخشی با نام بوته‌های دارجلینگ وجود داشت که متاسفانه بخش بزرگی از آن از بین رفته‌است و تنها تعداد محدودی از بوته‌های آن باقی مانده‌اند که آنها نیز بدلیل تکثر بذری کمی تفاوت با یکدیگر نشان می‌دهند لذا در این بررسی با عنوان ژنوتیپ‌های منسوب به دارجلینگ نام برده شده‌اند. در ایران گیاه چای به‌عنوان یک گیاه وارداتی می‌باشد که اساس و پایه ژنتیکی چای تحت کشت در ایران از سه واریته بذری با نام‌های Betjan، Dhonjan و Rajghur منشا گرفته است (Ahmadiyshad *et al*., 2009). با این وجود به علت‌های خود ناسازگاری، آلوگامی و انتخاب مصنوعی گیاه چای ناهمگونی بالا و تنوع ژنتیکی گسترده‌ای دارد (Kottawa-Arachchi *et al*., 2019). وجود این تنوع، مخزن ژنتیک مطلوبی را برای بررسی و شناسایی ژنوتیپ‌های برتر از نظر مواد موثره موجود در برگ سبز ایجاد می‌کند که در حال حاضر یکی از با ارزش‌ترین و اساسی‌ترین مواد با پتانسیل بالایی برای برنامه‌های اصلاحی و بیوتکنولوژی برای کل صنعت چای در آینده است. استفاده عقلانی از ژرم پلاسم موجود در برنامه های اصلاح نژاد تا حد زیادی به دانش و درک خصوصیات مربوطه و تنوع ژنتیکی این مجموعه بستگی دارد. بنابراین، درک بهتر تنوع مورفولوژیکی و اکوبیوشیمیایی در بین نمونه‌های ژرم‌پلاسم مهم است تا بهترین نتایج از برنامه‌های بهبود محصول به‌دست آید. ترکیبات شیمیایی مختلفی از جمله پلی‌فنول‌ها (کاتچین‌ها)، اسیدهای آمینه، کافئین و عصاره آبی (شامل مواد غیرالی، کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها و غیره) در برگ چای یافت می‌گردند که تاثیرات مهمی بر کیفیت چای خشک تولید شده دارند (Li *et al*., 2020; Samadi and Fard, 2020). ترکیبات برگ چایی شامل فلاوونول‌ها، فلاوانول‌ها، اسیدهای فنولیک، کافئین، اسیدهای آمینه، اسیدهای آلی، مونوپلی ساکاریدها، لیگنین، رنگدانه‌های فتوسنتزی، خاکستر و مواد معطر می‌باشد. پلی‌فنول‌ها

[1] Yunnan

از مهم‌ترین ترکیبات معطر چای است که دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی زیاد و برای سلامت انسان مفید است (Kottawa-Arachchi *et al*., 2019). پلی‌فنول‌های موجود در چای شامل فلاوانول‌ها، هیدروکسی-۴- فلاونول‌ها، آنتوسیانین‌ها، فلاوانول‌ها و اسیدهای آلی است (Kottawa-Arachchi *et al*., 2019). در این میان، کاتچین‌ها از مهمترین ترکیبات چای است که ۶۰ تا ۸۰ درصد پلی‌فنول‌ها را تشکیل می‌دهد. مقدار پلی‌فنول‌های چای بسته به موقعیت جغرافیایی متفاوت است. از مهمترین ترکیبات بیوشیمیایی چای جهت بررسی کیفیت آن کاتچین و کافئین موجود در برگ‌های تازه می‌باشد. پلی‌فنول‌های موجود در چای سبب افزایش خصوصیات آنتی‌اکسیدانی گیاه و تقویت خصوصیات دارویی این گیاه شده است. چای دارای خصوصیات دارویی مهمی مانند محافظ قلب و عروق، ضد سرطان، ضد دیابت، ضد چاقی و محافظ عصبی است (Pan *et al*., 2017; Tang *et al*., 2019). رنگیزه‌های فتوسنتزی برگ چای از ترکیبات بیوشیمیایی مهم می‌باشد که دارای ارتباطی قوی با خصوصیات آنتی‌اکسیدانی و کیفیت این گیاه دارویی است. Wei *et al* (2011) در پژوهشی نشان دادند که با افزایش توسعه برگی، محتوای کلروفیل a افزایش یافت که همراه با افزایش اپی‌کاتچین و اپی‌گالوکاتچین گات وکاهش کاتچین بود. تاکنون تحقیقات مختلفی روی ترکیبات بیوشیمیایی چای در دنیا انجام شده است. در مطالعه Kottawa-Arachchi *et al* (2012) مواد بیوشیمیایی برای شناسایی ژرم‌پلاسم چای سریلانکا سنجش شده است. در تجزیه به مولفه‌های اصلی سه شاخصه اول (سرعت تخمیر، محتوای فیبر خام، پلی فنل کل، کاتچین کل، کلروفیل a، کلروفیل b و کاروتنوئید کل) ۸۷٪ تفاوت‌ها را سبب شده اند و چهار صفت سرعت تخمیر، پلی فنول کل، کاتچین کل و رنگدانه‌های برگ سبز به عنوان شاخصه‌های مهم معرفی شده‌اند. Chen and Zhou (2005) تفاوت ترکیبات کیفی اصلی در ژرم‌پلاسم چای موجود در چین را بررسی نموده‌اند و گزارش کردند که محتوای پلی‌فنول بر اساس وزن خشک از ۱۳/۶ تا ۴۷/۸ درصد با متوسط ۲۸/۴ ٪؛ میزان کاتچین از ۸۱/۹g/kg تا ۲۶۲/۷ با متوسط ۱۴۴/۶g/kg است. Li *et al* (2020) در تحقیقی نشان دادند که اکوتیپ‌های مختلف چای سیاه حاوی مقادیر بیشتری از کاتچین و اسیدهای فنولی نسبت به اوکوتیپ‌های چای سبز بودند، اما مقدار قندهای آزاد و اسیدهای آمینه در چای سبز بیشتر از چای سیاه بود. در تحقیقی دیگر تانگ و همکاران (Tang *et al*., 2019) خصوصیات آنتی‌اکسیدانی قوی چای در ۳۰ اکوتیپ چای در چین بررسی کردند و نتایج نشان داد که اکوتیپ‌ها دارای مقادیر مختلفی از خصوصیات آنتی‌اکسیدانی هستند ولی در کل مقدار آن در تمامی اکوتیپ‌ها قابل توجه بوده است. فرآیند تولید باعث می‌شود برگ‌های سبز و تازه گیاه چای به چای‌های ساخته شده تجاری مختلفی از جمله چای سبز (بدون تخمیر)، چای اولانگ (نیمه تخمیر) و چای سیاه (چای تخمیر) تبدیل شود. فرآیند تولید در هر نوع چای تأثیر قابل توجهی در مسیرهای واکنش سازنده و تخریب کننده دارد، بنابراین بر رنگ ، عطر و طعم و عطر محصول نهایی تأثیر می‌گذارد. از این‌رو اطلاع از وضعیت مواد اکوفیتوشیمیایی موجود در برگ سبز استحصالی می‌تواند بر انتخاب مسیر چای‌سازی و کیفت چای بدست آمده اثر گذاشته و منجر به تولید محصول تجاری مطلوب گردد. در این بررسی هدف اصلی مقایسه نمونه‌های مختلف برگ سبز چای از نظر محتوای مواد شیمیایی آنها می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق تعداد ۲۵ نمونه که حاوی ۱۷ نمونه منتسب به چای دارجلینگ و ۸ نمونه انتخابی به صورت طرح کاملا تصادفی مورد آزمایش قرار گرفتند. از هر بوته مورد بررسی در ۳ تکرار در زمان اولین برداشت برگ سبز چای (اردیبهشت ماه ۱۳۹۸) که جوانه‌ها به بلوغ رسیده‌اند، جمع‌آوری شده و جهت بررسی به آزمایشگاه‌های پژوهشکده چای واقع در لاهیجان انتقال داده شدند. جدول ۱ ویژگی‌های اقلیمی و خاک منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

جدول ۱: ویژگی‌های اقلیمی و خاک لاهیجان (منطقه نمونه برداری)

Table 1. Climatic and soil characteristics of Lahijan (sampling area)

ویژگی	لاهیجان
موقعیت جغرافیایی	۳۷ درجه و ۱۲ دقیقه شمالی؛ ۵۰ درجه و ۱ دقیقه شرقی
ارتفاع از سطح دریا	۴ متر
میانگین بارندگی سالیانه	۱۴۹۷ میلی‌متر
میانگین حداکثر سالانه دما	۲۴/۹ درجه سانتی‌گراد
میانگین حداقل سالانه دما	۷/۶ درجه سانتی‌گراد
pH خاک	۳/۸۷
EC (دسی‌زیمنس بر متر)	۰/۳۷
کربن آلی (درصد)	۱/۶۸

اندازه‌گیری کافئین:

برای استخراج کافئین ۰/۵ گرم نمونه سائیده شده با ۵۰ml کلروفرم ۴ بار (هر بار ۱۲/۵ml) در حضور ۲/۵ml محلول آمونیوم (۴۲٪) مخلوط و در ادامه فیلتراسیون استفاده شد. پس از تهیه عصاره میزان کافئین توسط اسپکتروفتومتر در طول موج ۲۷۶ nm مطابق منحنی استاندارد کافئین به دست آمد (Lakin, 1989).

اندازه‌گیری کلروفیل a، b و کل

به میزان دو گرم نمونه خشک شده و آسیاب شده توزین شد و به آن ۵۰ml استون (۸۰٪) اضافه شد، پس از دو دقیقه میزان جذب در طول موج‌های ۶۶۳nm و ۶۴۵nm به‌دست آمد. میزان کلروفیل‌ها بر اساس فرمول‌های زیر (Lichtenthaler and Wellburn, 1983) محاسبه شد.

رابطه ۱: $$\text{mg chlorophyll a/g tissue}=12.7(A\ 663)-2.69(A\ 645)\times\frac{V}{1000\times W}$$

رابطه ۲: $$\text{mg chlorophyll b/g tissue}=22.9(A\ 645)-4.68(A\ 663)\times\frac{V}{1000\times W}$$

رابطه ۳: $$\text{mg total chlorophyll/g tissue}=20.2(A\ 645)+8.02(A\ 663)\times\frac{V}{1000\times W}$$

اندازه‌گیری پلی‌فنول

اندازه‌گیری پلی‌فنول با استفاده از معرف Folin-Ciocalteu انجام شد و اسید گالیک به عنوان استاندارد استفاده شد و به وسیله اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد. برای این منظور دو گرم از نمونه به همراه هشت میلی‌لیتر اتانول ۸۰ درصد هموژن شده و در سانتریفیوژ ۱۲۰۰۰ دور در دقیقه، به مدت ۲۰ دقیقه سانتریفیوژ شد. ۰/۵ میلی‌لیتر از رو شناور با استفاده از سمپلر برداشته و درون فالکون های ۱۵ میلی لیتری ریخته شد، سپس ۵۰۰ میکرولیترفولین - سیوکالتو به محتوی فالکون اضافه شد و پس از دو دقیقه،یک میلی لیتر کربنات سدیم هفت درصد به مخلوط واکنش اضافه شد و حجم نهایی با استفاده از آب مقطر به شش میلی‌لیتر رسانده شد. فالکون‌ها به مدت ۹۰ دقیقه درون حمام بن ماری ۳۰ درجه سانتی‌گراد (شرایط تاریکی) قرار داده شدند. جذب نمونه‌ها نیز دراسپکتروفتومتر طول‌موج ۷۲۵ نانومتر اندازه گیری شد. این روش برای کلیه محلول های استاندارد اسید گالیک و رسم منحنی کالیبراسیون استاندارد به کار برده شد (Ouchikh, 2011).

اندازه گیری خاکستر کل

خاکستر کل با از بین بردن ماده آلی ۲ گرم نمونه خشک شده چای با قرار دادن در کوره الکتریکی با دمای ۲۵± ۵۲۵°c بدست آمد (ISO, 1987)

اندازه گیری خاکستر محلول و غیر محلول در آب

روش استخراج خاکستر کل شامل استخراج با استفاده از آب داغ، فیلتراسیون از طریق کاغذ صافی بدون خاکستری، احتراق، وزن کردن باقی مانده برای تعیین خاکستر نامحلول و محاسبه خاکستر محلول با بدست آوردن اختلاف است. (ISO, 1988)

اندازه گیری مواد جامد محلول (عصاره آبی)

برای اندازه‌گیری میزان عصاره آبی، به دو گرم از شاخساره‌های آسیاب شده چای (یک جوانه و دو برگ) ۲۰۰ میلی‌لیتر آب جوش اضافه گردید. مخلوط حاصل با حرارت ملایم به مدت یک ساعت جوشانده شد. عصاره به‌دست آمده پس از خنک شدن، با آب مقطر به حجم ۵۰۰ میلی‌لیتر رقیق و سپس صاف گردید و مقدار ۲۵ میلی‌لیتر از محلول صاف شده درون یک بوته چینی روی بن ماری خشک شد. پس از یک ساعت قرار دادن در آون ۱۰۴ درجه سانتی‌گراد و سپس خنک کردن، توزین گردید. درصد عصاره آبی با انجام محاسبات مربوطه تعیین شد (Iso, 1994).

تجزیه و تحلیل آماری

نتایج به دست آمده با استفاده از تحلیل واریانس مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. تجزیه‌ها توسط نرم افزار SAS 9.4 صورت پذیرفت. مقایسه میانگین از طریق آزمون توکی در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج و بحث

پس از تجزیه و تحلیل و بررسی داده‌های حاصل از آزمایشات بیوشیمیایی، جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) توسط نتایج به‌دست‌آمده تشکیل شد. بررسی نتایج مربوط به صفات بیوشیمیایی، نشان داد که صفات بررسی‌شده در سطح احتمال ۱ درصد دارای تفاوت معنی‌داری با یکدیگر بودند.

جدول ۲: تجزیه واریانس صفات بررسی شده
Table 2. Variance analysis of investigated traits

		میانگین مربعات							
منبع تغییرات	درجه آزادی	درصد پلی‌فنل	کافئین	درصد عصاره آبی	خاکستر کل	خاکستر محلول در آب	خاکستر غیرمحلول در آب	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل
ژنوتیپ	۲۴	۱۴/۴۰**	۰/۵۴**	۴۰/۴۲**	۳/۵۸**	۱/۰۷**	۲/۲۱**	۱/۲۵**	۰/۰۳**	۱/۵۴**
خطا	۵۰	۰/۰۰۴	۰/۰۰۰	۰/۰۶۷	۰/۰۰۱	۰/۰۰۵	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱
ضریب تغییرات	-	۴/۷۶	۲/۹۳	۹/۴۲	۲/۷۵	۳/۳۶	۳/۴۱	۶/۷۲	۹/۳۲	۴/۳۹

** در جدول نشان‌دهنده معنی‌دار بودن در سطح احتمال یک درصد است.

بررسی داده‌های حاصل از آزمایش‌های بیوشیمیایی، مقدار بیشترین، کمترین و میانگین صفات بررسی‌شده کل نمونه‌ها (ژنوتیپ‌های منتسب به دارجلینگ و ژنوتیپ‌های انتخابی) در جدول ۳ ثبت گردید.

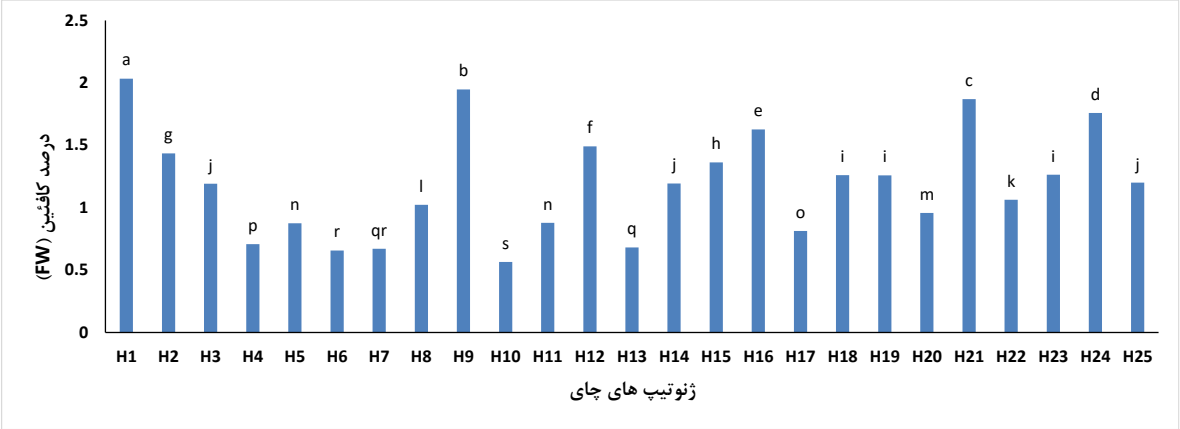
جدول ۳. میانگین، بیشترین و کمترین مقدار صفات بررسی شده
Table 3. The Mean, maximum and minimum values of the investigated traits

	درصد پلی‌فنل	درصد کافئین	درصد عصاره آبی	درصد خاکستر کل	درصد خاکستر محلول در آب	درصد خاکستر غیرمحلول در آب	کلروفیل a (میلی‌گرم بر گرم)	کلروفیل b (میلی‌گرم بر گرم)	کلروفیل کل (میلی‌گرم بر گرم)
بیشترین	۱۶/۷۸	۲/۰۳	۴۲/۸۶	۶/۵۷	۳/۲۱	۳/۸۹	۳/۱۱	۰/۶۲	۳/۵۹
کمترین	۸/۳۳	۰/۵۶	۳۰/۲۶	۲/۰۴	۰/۹۱	۰/۶۷	۰/۶۰	۰/۲۵	۰/۹۴
میانگین	۱۲/۰۱۱	۱/۱۹۰	۳۶/۵۳۳	۴/۹۳۳	۲/۳۲۳	۲/۶۰۸	۱/۶۵۶	۰/۴۱۹	۲/۰۷۵

مقدار کافئین

کافئین ماده‌ای است با مزه کمی تلخ با فرمول شیمیایی $C_8H_{10}N_4O_2$ که مقدار آن در بخش‌های مختلف چای، متفاوت است. آلکالوئید کافئین از مهم‌ترین عوامل ارزیابی کیفیت چای می‌باشد (صداقت حور و همکاران، ۱۳۸۲). کافئین در ایجاد تندی تلخی و طعم چای نقش دارد. تندی عامل مهمی در ارزیابی چای و یکی از عوامل کیفی در چای دم‌کرده است. بالا بودن میزان کافئین باعث افزایش کیفیت در چای می‌شود و نشان‌دهنده کیفیت بالاتر در چای است (Rahdar *et al*., 2015; Harborne, 1976; Rofigari haghighat *et al*., 2009). نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به کافئین نشان داد که

داده‌ها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بودند. دامنه میزان کافئین بدست آمده از ۰/۵۶ الی ۲/۰۳ درصد در وزن تر بود که این دامنه کافئین در مطالعات دیگر نیز مشاهده شد. بیشترین میزان کافئین مربوط به ژنوتیپ‌های شماره ۱ و ۹ که هر دو منسوب به دارجلینگ و به ترتیب به میزان ۲/۰۳ و ۱/۹۴ درصد در وزن تر بودند و کمترین مقدار مربوط به ژنوتیپ شماره ۱۰ که آن نیز منسوب به دارجلینگ با میزان ۰/۵۶ درصد در وزن تر بود. شکل ۱ میزان درصد کافئین ژنوتیپ‌های چای را نشان می‌دهد.



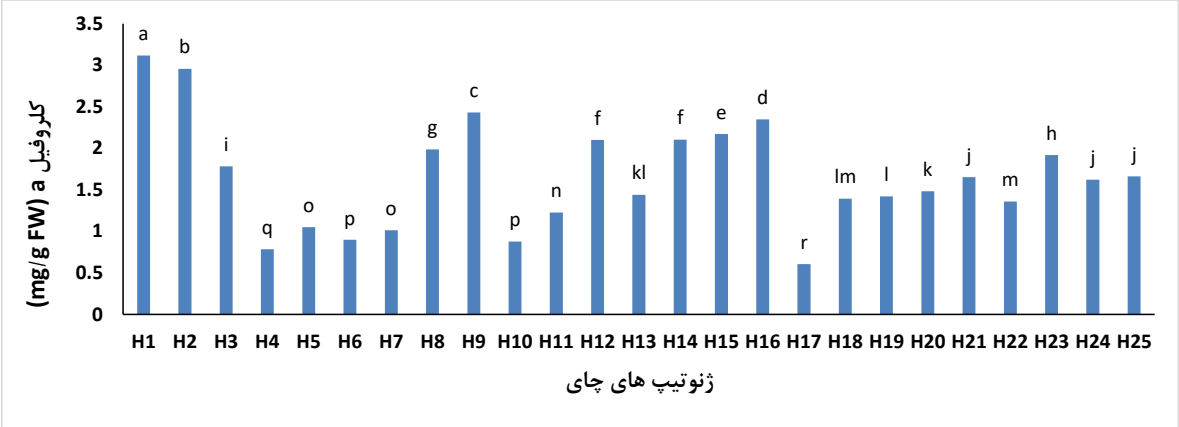
شکل ۱. میزان درصد کافئین ژنوتیپ‌های چای
Figure 1. The percentage of Caffeine in tea genotypes

با توجه به بررسی داده‌ها، میانگین درصد کافئین کل نمونه‌ها ۱/۱۹ درصد در وزن تر بود که ۱۳ نمونه معادل ۵۲ درصد از کل نمونه‌ها دارای درصد کافئین بالای ۱/۱۹ درصد بودند. از میان این تعداد، ۷ نمونه معادل ۲۸ درصد کل نمونه‌ها چای منسوب به دارجلینگ بودند و ۶ نمونه معادل ۲۴ درصد از کل نمونه‌ها از ژنوتیپ‌های انتخابی بودند. در آزمایشی با عنوان بررسی اثر چند عنصر مهم غذایی بر عملکرد و کیفیت چای، گزارش شده است که میزان کافئین برگ سبز چای مورد آزمایش در حدود ۱/۷ درصد است (Sedaghathour *et al*., 2003). در آزمایش دیگری که به بررسی تأثیر زمان برداشت برگ سبز چای بر کیفیت چای سیاه پرداخته است گزارش شده تفاوت معنی‌داری در میزان کافئین چای سیاه وجود دارد که این امر موجب افزایش کیفیت چای می‌شوند. در این بررسی میزان کافئین را در چای سیاه بین حدود ۲ تا ۳/۵ درصد بیان شده است (Rofigari haghighat *et al*., 2009). در آزمایش راهدار و صادق حسنی (Rahdar and Sadegh hasani, 2015) که به بررسی مقدار رنگدانه‌های کلروفیلی، کارتنوئیدی، کافئین، تئافلاوین، تئاروبیجین و تانن چای و تأثیر آن‌ها در کیفیت چای خشک در ۱۳ کلون (ژنوتیپ) پرداخته‌اند میزان کافئین برگ سبز چای حدود دو تا سه درصد گزارش شده است. روفی‌گری حقیقت و همکاران (Rofigari haghighat *et al*., 2013) در آزمایشی با عنوان مطالعه تغییرات عملکرد برگ سبز و کیفیت چای سیاه در شیوه‌های متفاوت برداشت دستی، میزان کافئین چای سیاه را بین دو تا سه درصد گزارش نموده‌اند. در آزمایشی با عنوان بهبود عملکرد و

خصوصیات کیفی چای با بهینه‌سازی کاربرد کود نیتروژن و آب آبیاری، میزان کافئین در برگ سبز چای را در فصول مختلف معنی‌دار و میزان آن را دو تا سه درصد گزارش شده است (Majd salami and shaigan, 2017). در آزمایشی دیگر، با عنوان بررسی میزان پلی‌فنل‌های کل و کافئین موجود در چای سبز و سیاه و پودر فوری آنها، میزان کافئین را در چای‌های مورد بررسی معنی‌دار گزارش نموده‌اند. آنها در این بررسی میزان کافئین در انواع چای را در دامنه ۲/۲۰ تا ۵/۳۲ درصد گزارش کردند (Raftani Amiri and Maddah, 2016). کشاورز و همکاران در آزمایشی با عنوان خصوصیات فیزیکوشیمیایی، کیفیت میکروبی و ویژگی‌های حسی برندهای مختلف چای سیاه، میزان میانگین کافئین را سه درصد بیان نمودند (Keshavarz Faizasa *et al*., 2017). با توجه به اهمیت کافئین در افزایش کیفیت و همچنین ایجاد خواص دارویی در چای و براساس اهداف مختلف می‌توان تصمیمات مختلفی برای کشت و پرورش چای با انواع میزان کافئین اتخاذ نمود. استفاده از ژنوتیپ‌ها با میزان کافئین متنوع برای تولید چای با میزان کافئین بالا یا میزان کافئین کم براساس تقاضا و ذائقه افراد جامعه می‌تواند در دستور کار قرار گیرد.

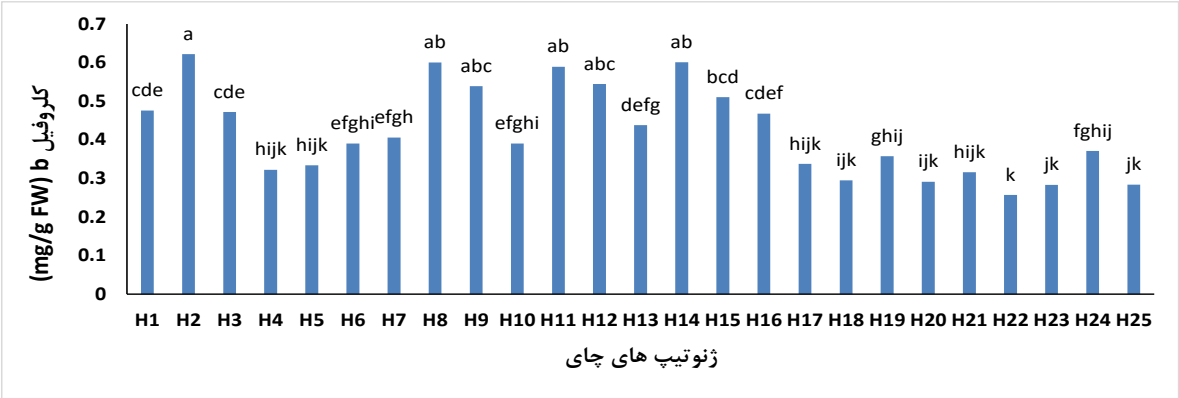
مقدار کلروفیل a، b و کل

کلروفیل به سیاه شدن چای که یکی از معیارها در ارزیابی تجاری چای محسوب می‌شود، کمک می‌کند. کلروفیل در مراحل چای‌سازی ازجمله تخمیر و خشک شدن به سیاه شدن چای که یکی از مهم‌ترین معیارها در ارزیابی تجاری چای محسوب می‌شود کمک می‌کند. کلون‌هایی که دارای رنگدانه کلروفیلی بیشتری هستند بخاطر داشتن فعالیت آنتی‌اکسیدانی بیشتر در مواقعی که ارزش آنتی‌اکسیدانی مطرح است و نه کیفیت تجاری آن حائز اهمیت بالایی است (Rahdar and Sadegh hasani, 2015؛ Liyanagc, 1993؛ Ravichandran, 2002) نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به کلروفیل a نشان داد که داده‌ها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بودند. دامنه میزان کلروفیل a از ۰/۶ تا ۳/۱۱ میلی‌گرم بر گرم در وزن تر متغیر بود. بیشترین مقدار مربوط به ژنوتیپ‌های شماره ۱ و ۲ با میزان ۳/۱۱ و ۲/۹۵ میلی‌گرم بر گرم در وزن تر متعلق به ژنوتیپ‌های منسوب به دارجلینگ بودند و کمترین مقدار مربوط به ژنوتیپ شماره ۱۷ با میزان ۰/۶۰ میلی‌گرم بر گرم در وزن تر متعلق به ژنوتیپ منسوب به دارجلینگ بود. شکل ۲ میزان کلروفیل a ژنوتیپ‌های چای را نشان می‌دهند.



شکل ۲. میزان کلروفیل a ژنوتیپ‌های چای
Figure 2. Chlorophyll a content in tea genotypes

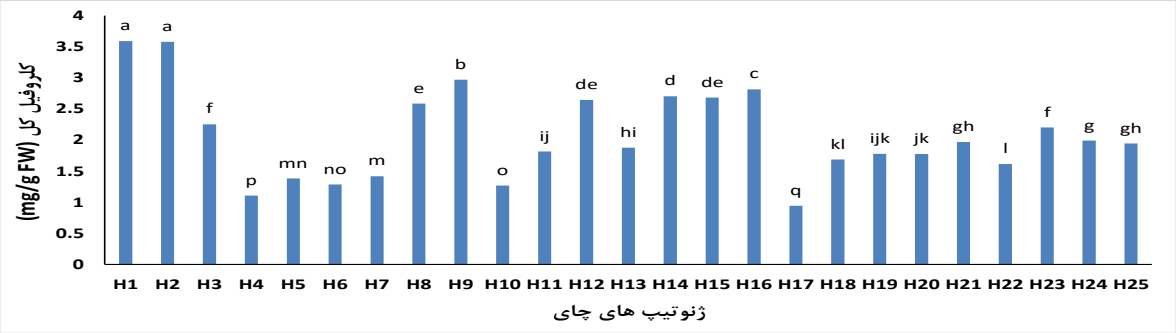
با توجه به بررسی داده‌ها، میانگین مقدار کلروفیل a نمونه‌ها ۱/۶۵۶ میلی‌گرم بر گرم در وزن تر بود. تعداد ۱۱ نمونه دارای مقادیر بالاتر از میانگین بودند که معادل ۴۴ درصد از کل نمونه‌ها بودند. از این تعداد، ۹ نمونه معادل ۳۶ درصد از کل نمونه‌ها متعلق به چای منسوب به دارجلینگ و تعداد ۲ نمونه معادل ۸ درصد از کل نمونه‌ها متعلق به ژنوتیپ‌های انتخابی بودند. نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به کلروفیل b نشان داد که میزان داده‌ها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بودند. دامنه میزان کلروفیل b از ۰/۲۵ تا ۰/۶۲ میلی‌گرم بر گرم در وزن تر متغیر بود. بیشترین مقدار مربوط به ژنوتیپ‌های شماره ۲، ۸، ۱۱ و ۱۴ به ترتیب ۰/۶۲، ۰/۶۰، ۰/۵۹ و ۰/۵۸ میلی‌گرم بر گرم در وزن تر و مربوط به ژنوتیپ‌های منسوب به دارجلینگ بودند و کمترین مقدار مربوط به ژنوتیپ شماره ۲۲ با ۰/۲۵ میلی‌گرم بر گرم در وزن تر متعلق به ژنوتیپ انتخابی بود. شکل ۳ میزان کلروفیل b ژنوتیپ‌های چای را نشان می‌دهند.



شکل ۳. میزان کلروفیل b ژنوتیپ‌های چای
Figure 3. Chlorophyll b content in tea genotypes

با توجه به بررسی داده‌ها، میانگین مقدار کلروفیل b نمونه‌ها، ۰/۴۱۹ میلی‌گرم بر گرم در وزن تر بود. تعداد ۱۱ نمونه دارای مقادیر بالاتر از میانگین بودند که معادل ۴۴ درصد از کل نمونه‌ها و همگی متعلق به چای منسوب به دارجلینگ بودند. نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به کلروفیل کل نشان داد که داده‌ها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بودند. دامنه میزان کلروفیل کل از ۰/۹۴ تا ۳/۵۹ میلی‌گرم بر گرم در وزن تر متغیر بود. بیشترین مقدار مربوط به ژنوتیپ‌های شماره ۱ و ۲ با میزان ۳/۵۹ و ۳/۵۷ میلی‌گرم بر گرم در وزن تر که

متعلق به ژنوتیپ‌های منسوب به دارجلینگ بودند. کمترین مقدار مربوط به ژنوتیپ شماره ۱۷ با میزان ۰/۹۴ میلی‌گرم بر گرم در وزن تر متعلق به ژنوتیپ منسوب به دارجلینگ بود. شکل ۴ میزان کلروفیل کل ژنوتیپ‌های چای را نشان می‌دهند.



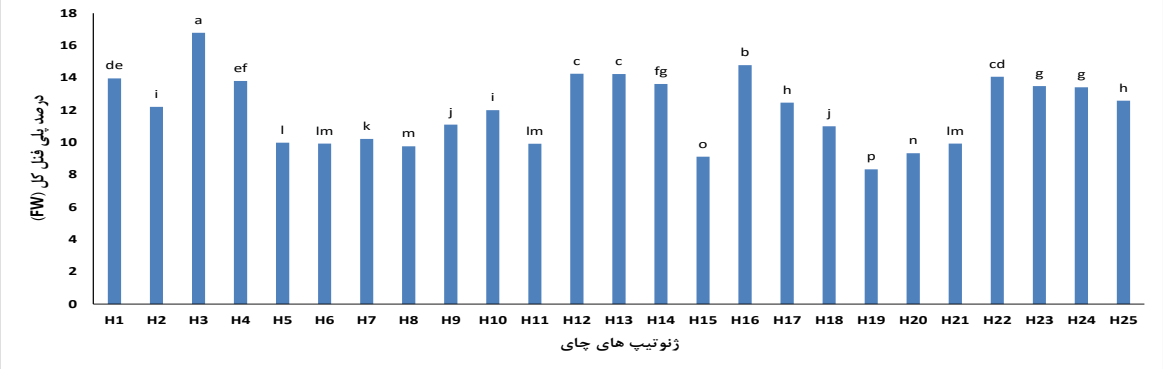
شکل ۴. میزان کلروفیل کل ژنوتیپ‌های چای
Figure 4. Total chlorophyll content in tea genotypes

با توجه به بررسی داده‌ها، میانگین کلروفیل کل نمونه‌ها برابر ۲/۰۷۵ میلی‌گرم بر گرم در وزن تر بود. میزان کلروفیل کل ۱۰ نمونه دارای مقادیر بالاتر از میانگین بودند که ۴۰ درصد از کل نمونه‌ها بودند. تعداد ۹ نمونه معادل ۳۶ درصد از کل نمونه‌ها متعلق به چای منسوب به دارجلینگ بودند و ۱ نمونه معادل ۴ درصد از کل نمونه‌ها متعلق به ژنوتیپ‌های انتخابی بود. در آزمایشی که به بررسی مقدار رنگدانه‌های کلروفیلی، کارتنوئیدی، کافئین، تئافلاوین، تئاروبیجین و تانن چای و تأثیر آن‌ها در کیفیت چای خشک در ۱۳ کلون (ژنوتیپ) پرداخته است، مقدار رنگدانه‌های کلروفیلی در برگ سبز چای معنی‌دار گزارش گردیده و در این آزمایش میزان کلروفیل a را ۰/۴ تا ۰/۸ میلی‌گرم بر گرم و میزان کلروفیل b را ۰/۱ تا ۰/۳ میلی‌گرم بر گرم و میزان کلروفیل کل را ۰/۶ تا ۱/۱ میلی‌گرم بر گرم گزارش شده است (Rahdar and Sadegh hasani, 2015). در آزمایش دیگری که برخی ژنوتیپ‌های چای موجود در ژرم‌پلاسم سریلانکا را انتخاب کرده و خصوصیات بیوشیمیایی آنها را بر اساس ترکیبات بیوشیمیایی موجود در برگ تازه چای مورد بررسی قرار دادند نیز میزان کلروفیل a بین ۱/۶۲ تا ۳/۷۰ میلی‌گرم بر گرم، کلروفیل b بین ۰/۳۹ تا ۱/۱۶ میلی‌گرم بر گرم گزارش شده است (Kottawa-Arachchi *et al*. 2013). با توجه به اینکه کلروفیل از فاکتورهای مهم کیفی در چای می‌باشد انتخاب ژنوتیپ‌هایی با میزان کلروفیل مناسب می‌تواند باعث افزایش کیفیت چای تولیدی گردد.

مقدار پلی‌فنل کل

پلی‌فنل نقش مهمی در تعیین عطروطعم چای دارد. افزایش پلی‌فنل باعث افزایش کیفیت چای می‌شود (راهداری و صادق حسنی، ۱۳۹۳). نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به پلی‌فنل نشان داد که داده‌ها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بودند. دامنه میزان درصد پلی‌فنل از ۸/۳۳ تا ۱۶/۷۸ درصد در وزن تر بود. بیشترین مقدار مربوط به ژنوتیپ‌های شماره ۳ و ۱۶ با میزان ۱۶/۷۸ و ۱۴/۷۸ درصد در وزن تر متعلق به ژنوتیپ‌های منسوب به دارجلینگ و کمترین مقدار مربوط به ژنوتیپ شماره

۱۹ با میزان ۸/۳۳ درصد در وزن تر متعلق به ژنوتیپ‌های انتخابی بود. شکل ۵ میزان پلی‌فنل کل ژنوتیپ‌های چای را نشان می‌دهند.



شکل ۵. میزان پلی‌فنل کل ژنوتیپ‌های چای
Figure 5. Total polyphenol content in tea genotypes

با توجه به بررسی داده‌ها، میانگین درصد پلی‌فنل کل نمونه‌ها ۱۲/۰۱۱ درصد در وزن تر بود. ۱۳ نمونه معادل ۵۲ درصد از کل نمونه‌ها دارای مقادیر بیش از میانگین بودند که از این تعداد، ۹ نمونه معادل ۳۶ درصد از کل نمونه‌ها متعلق به چای منسوب به دارجلینگ و چهار نمونه معادل ۱۶ درصد از کل نمونه‌ها متعلق به ژنوتیپ‌های انتخابی بودند. در آزمایشی با عنوان بررسی تغییرات فصلی ترکیبات فنولیک در چای سیاه، میزان پلی‌فنل کل در چای سیاه در زمان‌های مختلف برداشت بررسی شد. براساس نتایج میزان پلی‌فنل کل در چای سیاه حدود ۹ تا ۱۶ درصد بیان شد (Pouri *et al.*, 2011). در آزمایشی با عنوان بررسی عوامل موثر بر استخراج پلی‌فنل‌ها و فعالیت آنتی‌اکسیدانی چای سبز، میزان پلی‌فنل چای سبز در تمامی روش‌های استخراج پلی‌فنل بین ۲۰ تا ۳۰ درصد گزارش شد. میزان پلی‌فنل در این آزمایش در سطح پنج درصد معنی‌دار بود (Arianfar *et al.*, 2015). در آزمایشی دیگر با عنوان بررسی میزان پلی‌فنل‌های کل و کافئین موجود در چای سبز و سیاه و پودر فوری آن‌ها، میزان پلی‌فنل در چای‌های مورد بررسی مقدار پلی‌فنل در دامنه ۴/۸۰۲۷ تا ۲۱/۶۵۱۰ درصد در انواع مختلف چای گزارش شد (Raftani Amiri and Maddah, 2016). در آزمایشی، در تجزیه‌وتحلیل اجزای بیوشیمیایی انتخاب‌شده در چای سیاه (*Camellia sinensis*) برای پیش‌بینی کیفیت ژرم‌پلاسم چای در سریلانکا، میزان پلی‌فنل را در فصل آبی ۲۰/۲۲ تا ۴۲/۱۴ درصد و در فصل خشک بین ۲۴/۱۴ تا ۷۹/۲۴ درصد گزارش دادند (Kottawa-Arachchi *et al.*, 2011). پلی‌فنل از فاکتورهای مهم کیفی چای می‌باشد. همچنین باعث افزایش خواص دارویی در چای می‌گردد. انتخاب ژنوتیپ‌هایی با میزان پلی‌فنل بالا می‌تواند در افزایش کیفیت و خاصیت دارویی چای عامل موثری باشد.

مقدار خاکستر کل

خاکسترکل از جمله فاکتورهای مهم کیفی است که در تشخیص کیفیت چای موثر است. مقدار خاکسترکل در چای نشان‌دهنده مقدار مواد معدنی آن است و در صورتی که یک تعادل مطلوب از مواد معدنی ضروری وجود داشته باشد، نشانه

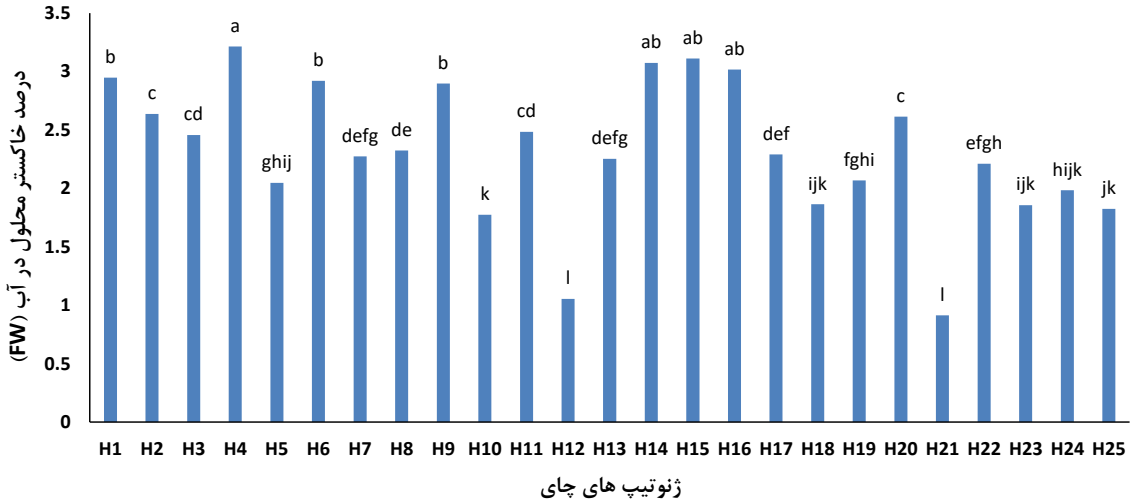
کیفیت بالا است (Keshavarz Faizasa *et al*., 2017). نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به خاکستر کل نشان داد که داده‌ها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بودند. دامنه مقدار خاکستر کل از ۲/۰۴ تا ۶/۵۷ درصد در وزن تر بود. بیشترین مربوط به ژنوتیپ شماره ۶ با مقدار ۶/۵۷ درصد در وزن تر متعلق به ژنوتیپ منسوب به دارجلینگ و کمترین مقدار مربوط به ژنوتیپ شماره ۲۱ با مقدار ۲/۰۴ در وزن تر درصد متعلق به ژنوتیپ انتخابی بود. شکل ۶ میزان خاکستر کل ژنوتیپ‌های چای را نشان می‌دهند.

با توجه به بررسی داده‌ها، میانگین خاکستر کل نمونه‌ها ۴/۹۳ درصد در وزن تر بود. ۱۵ نمونه معادل ۶۰ درصد از کل نمونه‌ها دارای مقادیر بالاتر از میانگین بودند که تمامی این نمونه‌ها مربوط به چای منسوب به دارجلینگ بودند. رفتنی امیری و مداح در آزمایشی با عنوان به بررسی میزان پلی‌فنل‌های کل و کافئین موجود در چای سبز و سیاه و پودر فوری آن‌ها، میزان خاکستر کل را در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار گزارش کرده‌اند. آن‌ها میزان خاکستر کل را در چای‌های مختلف در حدود ۴ درصد گزارش نمودند (رفتنی امیری و مداح، ۱۳۹۴). کشاورز و همکاران در آزمایشی با عنوان خصوصیات فیزیکوشیمیایی، کیفیت میکروبی و ویژگی‌های حسی برندهای مختلف چای سیاه، میزان میانگین خاکستر کل را بین ۴ تا ۸ درصد بیان نمودند (Keshavarz Faizasa *et al*., 2017). با توجه به این که خاکسترکل از فاکتورهای مهم تشخیص کیفیت چای می‌باشد، براساس اهداف می‌توان اقدام به انتخاب ژنوتیپ موردنظر با میزان خاکسترکل بالا نمود.

شکل ۶. میزان خاکستر کل ژنوتیپ‌های چای
Figure 6. Total ash content in tea genotypes

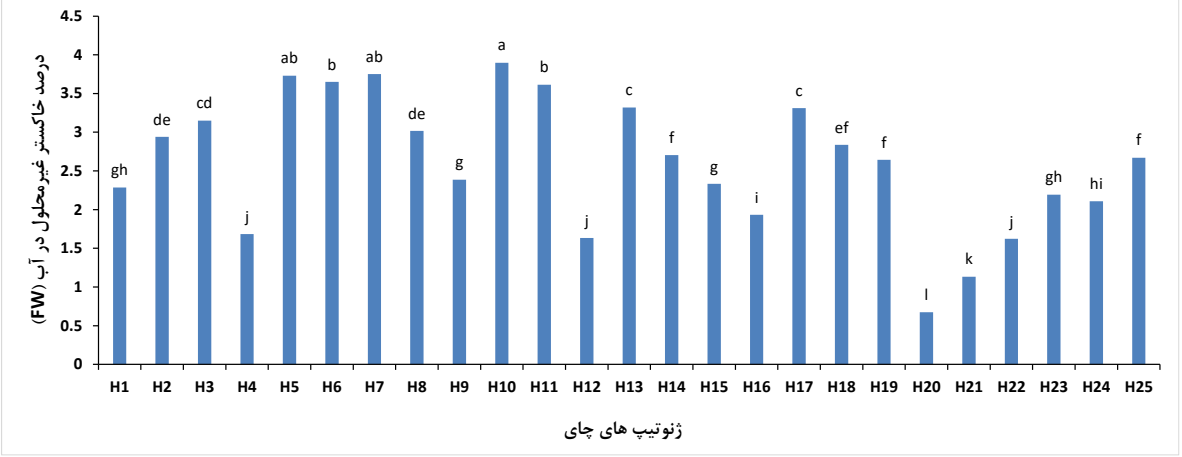
مقدار خاکستر محلول و غیر محلول در آب

خاکستر محلول در آب بخشی از خاکستر کل می‌باشد که بعد از انجام مراحلی در آب حل می‌شود. نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به خاکستر محلول در آب نشان داد که داده‌ها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بودند. دامنه مقدار خاکستر محلول در آب از ۰/۹۱ تا ۳/۲۱ درصد در وزن تر بود. بیشترین میزان مربوط به ژنوتیپ شماره ۴ با مقدار ۳/۲۱ درصد در وزن تر متعلق به ژنوتیپ منسوب به دارجلینگ و کمترین مقدار مربوط به ژنوتیپ شماره ۲۱ با ۰/۹۱ درصد در وزن تر متعلق به ژنوتیپ انتخابی بود. شکل ۷ میزان درصد خاکستر محلول در آب ژنوتیپ‌های چای را نشان می‌دهند.



شکل ۷. میزان درصد خاکستر محلول در آب ژنوتیپ‌های چای
Figure 7. Percentage of water-soluble ash in tea genotypes

با توجه به بررسی داده‌ها، میانگین خاکستر محلول در آب نمونه‌ها ۲/۳۲ درصد در وزن تر بود. ۱۱ نمونه معادل ۴۴ درصد از کل نمونه‌ها دارای مقادیر بالاتر از میانگین بودند. از این تعداد ۱۰ نمونه معادل ۴۰ درصد از کل نمونه‌ها متعلق به چای منسوب به دارجلینگ بودند و ۱ نمونه معادل ۴ درصد از کل نمونه‌ها متعلق به ژنوتیپ انتخابی بود. خاکستر غیرمحلول بخشی از خاکستر کل است که پس از انحلال خاکستر محلول در آب، به‌صورت نامحلول باقی می‌مانند. نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به خاکستر غیر محلول در آب نشان داد که داده‌ها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بودند. دامنه مقدار خاکستر غیر محلول در آب نمونه‌ها از ۰/۶۷ تا ۳/۸۹ درصد در وزن تر بود. بیشترین مقدار مربوط به ژنوتیپ شماره ۱۰ با مقدار ۳/۸۹ درصد در وزن تر متعلق به ژنوتیپ منسوب به دارجلینگ و کمترین مقدار مربوط به ژنوتیپ شماره ۲۰ با مقدار ۰/۶۷ درصد در وزن تر متعلق به ژنوتیپ انتخابی بود. شکل ۸ میزان درصد خاکستر غیر محلول در آب ژنوتیپ‌های چای را نشان می‌دهند.



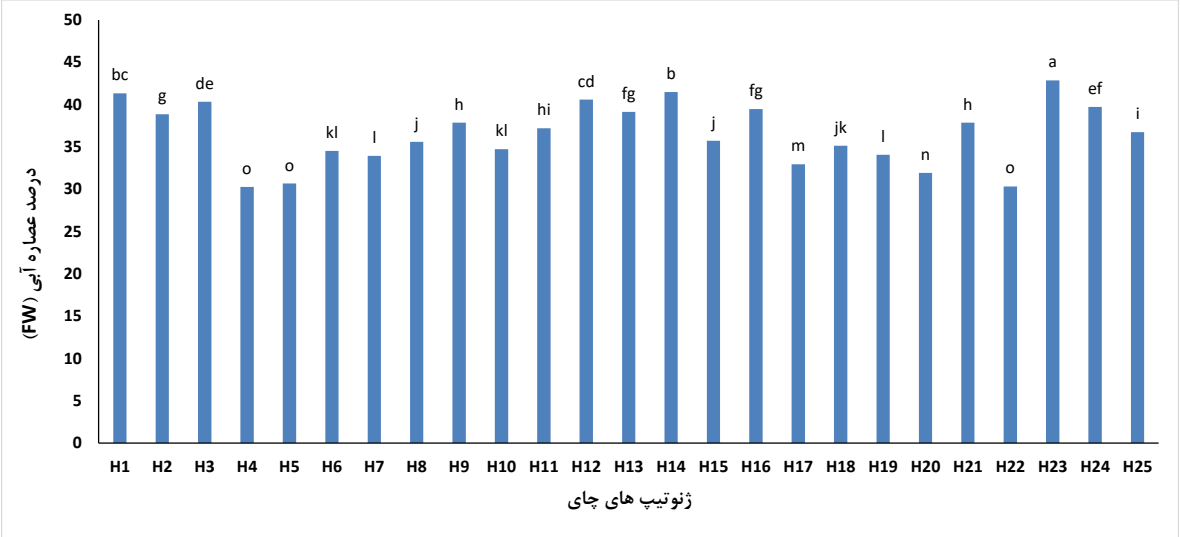
شکل ۸. میزان درصد خاکستر غیر محلول در آب ژنوتیپ‌های چای
Figure 8. Percentage of water-insoluble ash in tea Genotypes

با توجه به بررسی داده‌ها، میانگین خاکستر غیر محلول در آب نمونه‌ها ۲/۶ درصد در وزن تر بود. ۱۴ نمونه معادل ۵۶ درصد از کل نمونه‌ها دارای مقادیر بالاتر از میانگین بودند. از این تعداد ۱۱ نمونه معادل ۴۴ درصد از کل نمونه‌ها مربوط به چای منسوب به دارجلینگ و ۳ نمونه معادل ۱۲ درصد از کل نمونه‌ها متعلق به ژنوتیپ انتخابی بودند. در آزمایشی با عنوان خصوصیات فیزیکوشیمیایی، کیفیت میکروبی و ویژگی‌های حسی برندهای مختلف چای سیاه، میزان میانگین خاکستر محلول و غیر محلول به ترتیب ۳ تا ۴ و ۲ تا ۳ درصد بیان شد (Keshavarz Faizasa *et al*., 2017). خاکستر محلول و نامحلول در آب که بخشی از خاکستر کل می‌باشند، و از فاکتورهای کیفی در چای هستند. در واقع آن بخش از خاکسترکل و مواد معدنی که در آب حل می‌شود و یا به صورت نامحلول در آب باقی می‌ماند. چای با میزان خاکستر محلول در آب بالاتر دارای کیفیت و خواص بالاتری می‌باشد. بنابراین براساس اهداف و برنامه‌ریزی می‌توان اقدام به انتخاب ژنوتیپ موردنظر براساس میزان خاکستر محلول و نامحلول در آب نمود.

مقدار عصاره آبی[2]

عصاره آبی، مواد محلولی است که از نمونه چای استخراج گردیده و به‌صورت درصد جرمی بر اساس ماده خشک محاسبه می‌گردد. عصاره آبی از عوامل کیفی چای می‌باشد و تأثیر مهمی در یکنواختی نوشابه چای دارد (Sedaghathour *et al*., 2003). یکی از خصوصیات کیفیت بالا در چای، میزان بالای عصاره آبی می‌باشد (Rofigari haghighat *et al*., 2009). نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به درصد عصاره آبی نشان داد که داده‌ها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بودند. دامنه درصد عصاره آبی در نمونه‌ها از ۳۰/۲۶ تا ۴۲/۸۶ درصد در وزن تر بود. بیشترین میزان درصد عصاره آبی مربوط به ژنوتیپ شماره ۲۳ که مربوط به کلون‌های انتخابی است با ۴۲/۸۶ درصد در وزن تر و ژنوتیپ شماره ۱۴ با ۴۱/۴۶ درصد در وزن تر و ژنوتیپ شماره ۱ با ۴۱/۳۳ درصد در وزن تر مربوط به ژنوتیپ‌های منسوب به دارجلینگ بود. کمترین مقدار مربوط به ژنوتیپ شماره ۴ با ۳۰/۲۶ درصد در وزن تر متعلق به ژنوتیپ منسوب به دارجلینگ و ژنوتیپ شماره ۲۲ با ۳۰/۳۳ درصد در وزن تر متعلق به ژنوتیپ انتخابی بود. شکل ۹ میزان درصد عصاره آبی ژنوتیپ‌های چای را نشان می‌دهند.

[2] Water Extract



شکل ۹. میزان درصد عصاره آبی ژنوتیپ‌های چای
Figure 9. The percentage of water extract in tea genotypes

با توجه به بررسی داده‌ها، میانگین درصد عصاره آبی نمونه‌ها ۳۶/۵۳ درصد در وزن تر بود. تعداد ۱۳ نمونه که معدل ۵۲ درصد از نمونه‌ها دارای مقادیر بیشتری از میانگین کل بودند که ۹ نمونه معادل ۳۶ درصد از کل نمونه‌ها متعلق به چای منسوب به دارجلینگ بودند و چهار نمونه معادل ۱۶ درصد از کل نمونه‌ها مربوط به ژنوتیپ‌های انتخابی بودند.

در آزمایشی با عنوان بررسی اثر چند عنصر مهم غذایی بر عملکرد و کیفیت چای، درصد عصاره آبی در برگ سبز چای مورد آزمایش قرار گرفت و میزان درصد عصاره آبی در حدود ۳۵ تا ۴۰ درصد بیان شد (Sedaghathour *et al*., 2003). در آزمایشی با عنوان بررسی تأثیر زمان برداشت برگ سبز چای بر کیفیت چای سیاه، بیان کردند که تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد در میزان درصد عصاره آبی در چای سیاه وجود دارد که موجب افزایش کیفیت چای می‌شوند. آن‌ها در این بررسی میزان عصاره آبی را در چای سیاه بین حدود ۳۵ تا ۴۳ درصد بیان نمودند (Rofigari haghighat *et al*., 2009). در آزمایشی با عنوان مطالعه تغییرات عملکرد برگ سبز و کیفیت چای سیاه در شیوه‌های متفاوت برداشت دستی، میزان درصد عصاره آبی در چای سیاه بررسی شد و میزان عصاره آبی بین حدود ۳۰ تا ۴۰ درصد گزارش گردید (Rofigari haghighat *et al*., 2013). مجد سلیمی و شایگان در آزمایشی با عنوان بهبود عملکرد و خصوصیات کیفی چای با بهینه‌سازی کاربرد کود نیتروژن و آب آبیاری، درصد عصاره آبی در برگ سبز چای را در فصول مختلف در سطوح احتمال یک و پنج درصد معنی‌دار و میزان آن را حدود بین ۳۰ تا ۴۰ درصد گزارش نمودند (Majd salami and shaigan, 2017). کشاورز و همکاران در آزمایشی با عنوان خصوصیات فیزیکوشیمیایی، کیفیت میکروبی و ویژگی‌های حسی برندهای مختلف چای سیاه، میزان میانگین عصاره آبی را ۳۲ درصد بیان نمودند (Keshavarz Faizasa *et al*., 2017). با توجه به اینکه میزان عصاره آبی در چای باعث افزایش کیفیت چای می‌گردد، انتخاب ژنوتیپ‌های با میزان عصاره آبی بالاتر باعث افزایش کیفیت در چای تولیدی خواهد شد.

نتیجه گیری کلی

با توجه به نتایج به دست آمده از بررسی ۲۵ ژنوتیپ چای، شامل ژنوتیپ‌های منسوب به دارجلینگ و ژنوتیپ‌های انتخابی، تفاوت‌های قابل توجهی در خصوصیات بیوشیمیایی مشاهده شد. این تفاوت‌ها در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بودند که نشان‌دهنده تنوع ژنتیکی قابل توجه در بین نمونه‌های مورد مطالعه است. فاکتورهای کیفی مهم مانند میزان کافئین، پلی‌فنل، کلروفیل، خاکستر و عصاره آبی در ژنوتیپ‌های مختلف متفاوت بود. به طور خاص، ژنوتیپ شماره ۱ (منسوب به دارجلینگ) با بالاترین میزان کافئین (۲/۰۳ درصد)، کلروفیل کل بالا (۳/۵۹ میلی‌گرم بر گرم) و عصاره آبی بالا (۴۱/۳۳ درصد) به عنوان یکی از ژنوتیپ‌های برتر شناخته شد. همچنین، ژنوتیپ شماره ۳ (منسوب به دارجلینگ) با بالاترین میزان پلی‌فنل (۱۶/۷۸ درصد) و ژنوتیپ شماره ۱۴ (منسوب به دارجلینگ) با عصاره آبی بالا (۴۱/۴۶ درصد) و کلروفیل b بالا (۰/۵۸ میلی‌گرم بر گرم) نیز از ژنوتیپ‌های برتر بودند. این نتایج نشان می‌دهد که ژنوتیپ‌های منسوب به دارجلینگ در اکثر موارد خصوصیات کیفی بهتری نسبت به ژنوتیپ‌های انتخابی داشتند. با این حال، برخی از ژنوتیپ‌های انتخابی نیز در برخی فاکتورها عملکرد خوبی داشتند، مانند ژنوتیپ شماره ۲۳ که بالاترین میزان عصاره آبی (۴۲/۸۶ درصد) را نشان داد. این تنوع در خصوصیات بیوشیمیایی می‌تواند فرصت‌های خوبی برای انتخاب و اصلاح ژنتیکی چای با هدف بهبود کیفیت و عملکرد فراهم کند. همچنین، این نتایج می‌تواند در تولید چای‌های با خصوصیات ویژه (مانند چای با کافئین بالا یا پلی‌فنل بالا) مورد استفاده قرار گیرد. در مجموع، این مطالعه اهمیت بررسی و مقایسه ژنوتیپ‌های مختلف چای را برای بهبود کیفیت محصول نهایی و تنوع بخشی به تولیدات چای نشان می‌دهد.

منابع

Ahmadiyshad, M.A., Kazemi Tabar, S.K., Babaian Jalodar, N.A., Gholami, M. & Kazemi behind, H. (2009). Evaluation of genetic diversity of tea crop clones in Iran using Rapid molecular marker. *Journal of Crop Breeding*, 1: 65-76. (In Persian)

Arianfar, A., Shahidi, F., Kadkhodaee, R & Varidi, M. (2015). Evaluation of factors effecting on extraction of the green tea polyphenols and antioxidant properties. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*. 11(4): 285-295. (In Persian)

Chen, L. & Zhou Z. (2005). Variations of Main Quality Components of Tea Genetic Resources [*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze] Preserved in the China National Germplasm Tea Repository. *Plant Foods for Human Nutrition*, 60: 31-35.

Harborne, J.B. (1976). Function of flavonoids in plants. In: Chemistry and biochemistry of plants pigments. Ed Goodwin T. Academic press. Lonnon, New York. USA. 736-774.

International Organization for Standardization. (ISO) tea determination of total ash. ISO No. 1575; 1987.

International Organization for Standardization. (ISO) tea determination of water-soluble ash and water-insoluble ash. ISO No. 1576; 1988.

International Organization for Standardization. (ISO). tea-determination of water extract. ISO No. 9768; 1994.

Keshavarz Faizasa, K., Koushki, M., & Roofigary Haghighat, S. (2017). Physicochemical Properties, Microbial Quality and Sensory Attributes of Different Black Tea Brands. *Current Nutrition & Food Science*. 13(3), 212-218.

Kottawa-Arachchi, J. D., Gunasekare, M. T. K., Ranatunga, M. A. B., Punyasiri, P. A. N., & Jayasinghe, L. (2013). Use of biochemical compounds in tea germplasm characterization and its implications in tea breeding in Sri Lanka. *Journal of the National Science Foundation of Sri Lanka*. 41(4): 309-318

Kottawa-Arachchi, J. D., Gunasekare, M. T. K., Ranatunga, M. A. B., Jayasinghe, L., & Karunagoda, R. P. (2011). Analysis of selected biochemical constituents in black tea (*Camellia sinensis* L.) for predicting the quality of tea germplasm in Sri Lanka. *Tropical Agricultural Research Vol.* 23 (1): 30 – 41

Kottawa-Arachchi, J. D., Gunasekare, M.K. & Ranatunga, M. A. (2019). Biochemical diversity of global tea [*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze] germplasm and its exploitation: a review. *Genetic Resources and Crop Evolution*. 66(1), 259-273.

Kottawa-Arachchi, J.D., Gunasekare, M.T.K., Ranatunga, M.A.B., Jayasinghe, L. & Karunagoda, R.P. (2012). Analysis of selected biochemical constituents in black tea (*Camellia sinensis*) for predicting the quality of tea germplasm in Sri Lanka. *Tropical Agricultural Research.* 23(1): 30−41.

Lakin, A. (1989). Food analysis, practical handout. Reading: Reading University.

Li, J., Wang, J., Yao, Y., Hua, J., Zhou, Q., Jiang, Y., Deng, Y., Yang, Y., Wang, J., Yuan, H. & Dong Ch. (2020). Phytochemical comparison of different tea (*Camellia sinensis*) cultivars and its association with sensory quality of finished tea. *LWT - Food Science and Technology*. 117, 108595.

Lichtenthaler, H.K. & Wellburn, A.R. (1983). Determination of total carotenoids and chlorophyll a and b of leaf extracts in different solvents. *Biochemical Society Transactions.* 11: 591−592.

Liyanagc, A.C. (1993). High performance liquid chromatography (HPLC) of chlorophylls in tea (*Camellia Sinesis*). *Sri Lanka Journal of Tea Science*. 62(1): 32-70.

Majd salami, K. & shaigan, Sh. (2017). Optimizing the use of nitrogen fertilizer and irrigation water to improve the tea (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze) yield and quality. *Journal of Plant Production Research*. 24(1): 1-16. (In Persian)

Mondal, T. K., Bhattacharya, A., Laxmikumaran, M. & Ahuja, P.S. (2004). Recent advances of tea (*Camellia sinensis*) biotechnology. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. 76(3): 195-254.

Ouchikh, O., Chahed, T., Ksouri, R., Taarit, M.B., Faleh, H., Abdelly, C. & Marzouk, B. (2011). The effects of extraction method on the measured tocopherol level and antioxidant activity of L. nobilis vegetative organs. *Journal of Food Composition and Analysis*. 24(1): 103-110.

Pan, H., Wang, F., Rankin, G.O., Rojanasakul, Y., Tu, Y. & Chen, Y.C. (2017). Inhibitory effect of black tea pigments, theaflavin-3/3'-gallate against cisplatin-resistant ovarian cancer cells by inducing apoptosis and G1 cell cycle arrest. *International journal of oncology.* 51(5): 1508-1520.

Pouri, Z., Givianrad, M.H., Seyedeyn Ardebili, S.M. & Larijani, K. (2011). Seasonal variations in phenolic compounds of black tea (*Camellia sinensis* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*. 27(1): 57-71. (In Persian)

Raftani Amiri, Z. & Maddah, P. (2016). Investigation on total poly phenols and caffeine contents in green and black tea and instant powder of them. *Food Research Journal*. 25(3): 419-426. (In Persian)

Rahdar, P. & Sadegh hasani, M.M. (2015). Investigating the amount of chlorophyll, carotenoid, caffeine, theaflavin, theorubigin and tannin in tea and their effect on the quality of dry tea in 13 tested clones (genotypes). *Journal of lant ecophysiology*. 33(1): 46-56. (In Persian)

Ravichandran, R. (2002). Cartenoid composition. Distribution and degradation to flavor volatiles during black tea manufacture and the effect of carotenoid supplementation on tea quality and aroma. *Food Chemistry*. 78(1): 23-28.

Rofigari haghighat, S., Sabori Helestani, S., CHeraghi, K. & SHokrgozar, S. (2009). Effect of Tea Plucking Time on Black Tea Quality. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*. 13 (47): 437-442. (In Persian)

Rofigari haghighat, S., Shirinfekr, A. & Cheraghi, K. (2013). Changes of Leaf Yield and Black Tea Quality in Different Types of Handy Plucking. *Journal of Horticultural Science*. 27(3): 227-234. (In Persian)

Samadi, S., & Fard, F. R. (2020). Phytochemical properties, antioxidant activity and mineral content (Fe, Zn and Cu) in Iranian produced black tea, green tea and roselle calyces. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology. 23*, 101472.

Sedaghathour, Sh., Masiha, S. & Malekouti, M.J. (2003). The effects of optimal consumption of several nutrients on the yield and quality of tea. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*. 10(2): 81-93. (In Persian)

Selvan, D.A., Mahendiran, D., Kumar, R.S. & Rahiman, A.K. (2018). Garlic, green tea and turmeric extracts-mediated green synthesis of silver nanoparticles: Phytochemical, antioxidant and in vitro cytotoxicity studies. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*. 180: 243-252.

Tang, G.Y., Zhao, C.N., Xu, X.Y., Gan, R.Y., Cao, S.Y., Liu, Q. & Li, H.B. (2019). Phytochemical composition and antioxidant capacity of 30 Chinese teas. *Antioxidants*. 8(6): 180-190.

Wei, K., Wang, L., Zhou, J., He, W., Zeng, J., Jiang, Y. & Cheng, H. (2011). Catechin contents in tea (*Camellia sinensis*) as affected by cultivar and environment and their relation to chlorophyll contents. *Food Chemistry*. 125: 44 − 48.

Zheng, C., Zhao, L., Wang, Y., Shen, J., Zhang, Y., Jia, S., Li, Y. & Ding, Z. (2015). Integrated RNA-Seq and sRNA-Seq analysis identifies chilling and freezing responsive key molecular players and pathways in tea plant (*Camellia sinensis*). PLoS ONE 10:e0125031.