

(مقاله پژوهشی)

مقایسه ترکیبات زیست فعال چای سیاه، سبز و سفید ایرانیمنیره رنجبر^{۱*}، مریم علینقیان^۲

۱- گروه زیست شناسی، واحد فلاورجان، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران.

۲- گروه بیوشیمی، واحد فلاورجان، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۱/۲۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۲/۲۹

چکیده

چای دارای انواع تخمیری، غیرتخمیریو چای سفیدمی باشد. چای شامل ترکیباتی مانند پلی فنولها، پروتئینها، آمینو اسیدها و اسیدهای آلی است. در این پژوهش تفاوت موجود در ترکیبات چای سیاه، سبز و سفید بررسی شد. به این منظور میزان فنول کل، فلاونوئید، فلاونول، تانن، اپی کاتچین، اپی گالوکاتچین گالات، کافئین، تئافلاوین، تئاروبی جین، تئابروونین، ویتامین C، ویتامین E و نیز درصد مهار رایکالهای آزاد و IC₅₀ اندازه گیری شد. چای سفید و سبز نسبت به چای سیاه میزان فنول کل و تانن بیشتری داشتند. میزان فلاونوئید و فلاونول (۴/۳۸ و ۳۵/۲۹ میلی گرم بر گرم ماده خشک گیاه)، اپی کاتچین و اپی گالوکاتچین (۸۱/۹۶ و ۴۱/۶۵ میلی گرم بر گرم) در چای سفید نسبت به دو نوع چای دیگر بیشتر بود. چای سیاه با ۲۵/۵ میلی گرم بر گرم نسبت دو نوع چای دیگر کافئین بالاتری داشت. تئافلاوین، تئاروبی جین و تئابروونین فقط در چای سیاه یافت شدند که نشان دهنده تغییر در ترکیبات فنولی در اثر تخمیر چای است. چای سبز دارای بیشترین میزان (۴۷/۸ میکروگرم بر گرم) ویتامین C و (۳۳/۱۸ میکروگرم بر گرم) ویتامین E بود. چای سفید و سبز توانستند به ترتیب ۳۶/۸۹ درصد و ۵۶/۸۷ درصد رادیکالهای آزاد را مهار کنند. میزان ترکیبات فعال زیستی موجود در سه نوع چای متفاوت بوده و با مراحل عملیات انجام شده بر روی آنها ارتباط داشت. با این حال هر سه نوع چای دارای ترکیباتی هستند که دارای خاصیت آنتی اکسیدانی بالایی می باشند.

واژه های کلیدی: چای، فنول کل، اپی کاتچین، مهار رادیکال آزاد، ویتامین.

۱- مقدمه

چای گیاهی نهانده، یک پایه و دولپه‌ای با نام علمی *L. Camellia sinensis* از تیره Camelliaceae می‌باشد. برگ چای که از نظر بهره برداری قسمت اصلی این گیاه است، همیشه سبز بوده و معمولا دارای شکل کشیده، نوک تیز و کنار آن دارای دندان‌های ریز است. برگ‌ها بطور متناوب اطراف شاخه‌ها قرار دارند. برگ‌های جوان پوشیده از کرک بوده و برگ‌های مسن بدون کرک هستند. گل‌های چای سفید، معطر بوده و به شکل خوشه یا تک گل در کنار برگ قرار دارند. چای دارای انواع تخمیری (*Camellia sinensis* blacktea)، غیر تخمیری (*Camellia sinensis green tea*) و چای سفید (*Camellia sinensis white tea*) می‌باشد. چای سفید یکی از نوشیدنی‌های مورد توجه است زیرا کمترین فرآوری بر روی آن انجام می‌گیرد. به دلیل عدم تخمیر تمام خواص خود را حفظ می‌کند. این چای از برگ‌های بسیار جوان یا جوانه‌های پوشیده با کرک‌های نقره‌ای و نازک است که قبل از باز شدن کامل چیده می‌شوند (۲۰). فرآوری کوتاه در چای سفید باعث می‌شود تا مقادیر بالایی از ترکیبات مانند کاتچین و آمینواسیدها حفظ شوند. ثابت شده است که کاتچین کل و کاتچین استری با رشد شاخه‌های جدید کاهش می‌یابد (۲۱). چای سبز و سیاه بیشترین مصرف را در بین انواع چای دارا می‌باشند. تهیه چای سبز شامل مراحل خشک کردن و برشته نمودن برگ‌ها است و بر خلاف چای سیاه مرحله تخمیر را ندارد. خواص ضدسرطانی آن به دلیل بالا بودن خاصیت آنتی‌اکسیدانی بالا ثابت شده است (۸). ترکیبات مهم ایجادکننده رنگ و طعم چای، در قسمت‌های جوان شاخساره که در بردارنده غنچه و برگ‌های اول است، بیشتر می‌باشد (۳۳). چای شامل ترکیباتی مانند پلی‌فنولها، پروتئینها، آمینواسیدها، اسیدهای آلی است. شاخساره‌های جوان چای از لحاظ محتوای فنولی بسیار غنی هستند. علاوه بر آن در چای ترکیبات معدنی گوناگون مانند پتاسیم، منیزیم، کروم، نیکل و روی وجود دارد که باعث خواص آنتی‌باکتریال و

آنتی‌اکسیدانی آن است (۹). کاتچین‌هایی که در برگ‌های چای سبز موجود می‌باشند عبارتند از اپی‌گالوکاتچین گالات (EGCG)^۱، اپی‌گالوکاتچین (EGC)^۲، کاتچین گالات (CG)^۳، اپی‌کاتچین گالات (ECG)^۴، اپی‌کاتچین (EC)^۵ و کاتچین^۶ که خاصیت آنتی‌اکسیدانی و سلامت بخش اپی‌گالوکاتچین گالات نسبت به سایر انواع کاتچین بیشتر است (۲۴). چای سیاه دارای مراحل کامل تخمیر است که در آن تغییرات اساسی در نوع پلی‌فنول‌های موجود پدید می‌آید. در چای سیاه طی فرایند تخمیر کاتچین‌ها به وسیله آنزیم‌های اکسیداتیو شامل پراکسیداز و پلی‌فنلاکسیداز به تانفالوین^۷ و تاروبی‌جین^۸ تبدیل شده که با ادامه تخمیر تی‌روبین با واکنش با تانفالوین و پروتئین به ساختار پلیمریزه شده‌های تبدیل می‌شود (۲۵). تانفالوین و تاروبی‌جین و تانبروونین^۹ ترکیبات فنلی کمپلکس هستند که از اکسیداسیون کاتچین و کاتچین گالات در طی تخمیر چای سبز به چای سیاه تولید می‌شوند. تانفالوین اولین ترکیب پایدار حاصل از اکسیداسیون کاتچین است. تاروبی‌جین یک مخلوط ناهمگن از محصولات اکسید شده با وزن مولکولی بالا است. تانبروونین حاصل پلیمری شدن تاروبی‌جین با پروتئینها است (۱۸). پلی‌فنول‌های موجود در چای اثرات ضدسرطان، ضدالتهاب داشته و کنترل‌کننده کلسترول خون هستند. این ترکیبات از سلول‌ها در برابر آسیب‌های مختلف محافظت می‌کنند. کاتچین‌های موجود در چای سبز از طریق کاهش گوارش و جذب کربوهیدرات‌ها به کاهش مقاومت به انسولین کمک می‌کنند. هیدروژن گروه‌های هیدروکسیل موجود در ساختار مولکولی پلی‌فنولهای چای سبز به رادیکال‌های آزاد ایجاد شده در

- 1- Epigallocatechin Gallate
- 2- Epigallocatechin
- 3- Catechin Gallate
- 4- Epicatechin Gallate
- 5- Epicatechine
- 6- Catechin
- 7- Theaflavin
- 8- Thearubigin
- 9- Theaborunin

فنول چای سبز بالاتر از چای سیاه بود. همچنین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و محتوای فنولی در چای‌های این کشور رابطه مستقیم با یکدیگر داشتند (۱). با توجه به تحقیقات انجام شده در سایر کشورها بر روی این سه نوع چای و تفاوت موجود در نوع و میزان ترکیبات موجود در آنها، هدف این تحقیق مقایسه ترکیبات فعال زیستی در این سه نوع چای ایرانی بود.

۲- مواد و روش‌ها

نمونه‌های چای (*Camellia sinensis* var. *sinensis*) با ۴ الی ۵ درصد رطوبت از مرکز تحقیقات چای کشور واقع در لاهیجان، (۱۵ اردیبهشت ۱۳۹۷) تهیه شد. ۴۰ گرم نمونه خشک با ۲۸۰ میلی لیتر متانول (مرک آلمان گرید آنالیز آزمایشگاهی) ۷۰٪ به مدت ۲ ساعت بر روی شیکرتحت تکان مداوم قرار گرفت. پس از صاف کردن با قیف بوختر، بقایای نمونه با ۲۴۰ میلی لیتر متانول در دمای اتاق به مدت ۱۸ ساعت بر روی شیکر (روتاتور ۲۰۰۲، شرکت بهداد، ایران) عصاره‌گیری شد. پس از صاف کردن و ترکیب با یکدیگر در دستگاه روتاری (مدل STRIKE ۲۰۲، شرکت Steroglass، ایتالیا) و در دمای ۵۰°C عصاره‌ها تغلیظ و سپس در آون خشک گردیدند (۲۸).

۲-۱- سنجش فنول کل، فلاونوئید و فلاونول

برای تعیین میزان فنول کل، مقدار ۰/۱۰ گرم از هریک از عصاره‌های چای سبز، سفید، سیاه با آب مقطر به حجم ۱۰ میلی‌لیتر رسید. به محلول‌های حاصل یک میلی لیتر محلول کربنات سدیم (مرک آلمان) ۷٪ و ۱ میلی لیتر معرف فولین سیوکالتیو^۲ (مرک آلمان) اضافه شد. نمونه‌ها به مدت یک ساعت در شرایط تاریکی و همزدن روی شیکر قرار گرفته و سپس جذب نوری نمونه‌ها در طول موج ۷۶۵ نانومتر با دستگاه اسپکتروفوتومتر (UV 2100، شرکت UNICO آمریکا) قرائت شدند (۱۱). سنجش فلاونوئید و فلاونول به روش چانگ و همکاران (۲۰۰۲) انجام گرفت. به عصاره متانولی ۱ میلی‌لیتر از

بیماری‌های پاتولوژیکال بدن انسان متصل می‌شود. اما فعالیت آنتی‌اکسیدانی پلی‌فنول‌های چای تنها مربوط به توانایی آن‌ها در مهار سوپراکسیدها نیست بلکه با افزایش فعالیت بعضی از آنزیم‌ها مانند گلوکاتایون پراکسیداز، گلوکاتایون ردوکتاز، گلوکاتایون S ترانسفراز، کاتالاز و کونین‌ردوکتاز در روده کوچک، کبد و ریه‌ها نیز مرتبط است (۲۹). چای سبز خطر مرگ در اثر بیماری قلبی را بیش از ۲۵٪ کاهش می‌دهد و در جلوگیری از بروز بسیاری از بیماری‌ها به‌ویژه سرطان‌های مختلف بسیار حائز اهمیت است. علت این امر را می‌توان به خاصیت آنتی‌اکسیدانی پلی‌فنول‌های موجود در آن نسبت داد. چای سبز در مقایسه با چای سیاه دوره تخمیر و اکسیداسیون کوتاه‌تری داشته و بنابراین آنتی‌اکسیدان‌های موجود در آن نسبت به چای سیاه بهتر حفظ می‌شود (۲۳). ویتامین E یکی از ویتامین‌های محلول در چربی است که خاصیت آنتی‌اکسیدانی این ویتامین از آسیب رگ‌ها و سکت قلبی پیشگیری می‌کند. ویتامین C آنتی‌اکسیدان محلول در آب است که برای حفظ بقا و سلامت موجود زنده الزامی است زیرا مانع اکسیداسیون چربی‌ها، پروتئین‌ها و DNA می‌شود. ویتامین C حساس‌ترین و ناپایدارترین ویتامین است و عوامل قبل و پس از برداشت بر غلظت و میزان این متغیر موثر است (۷). هیلال و همکاران^۱ میزان ترکیبات اختصاصی چای سفید از جمله پلی‌فنول‌ها، کاتچین‌ها و اسیدگالیک را اندازه‌گیری و سپس با چای سبز و سیاه موجود در فروشگاه‌های آلمان مقایسه کردند. نتایج نشان داد که مقدار کل پلی‌فنول‌ها، کاتچین‌ها و کافئین چای سفید بیشتر از چای سبز و میانگین کل پلی‌فنول‌ها، کل کاتچین‌ها در چای سبز از چای سیاه بیشتر می‌باشد (۱۱). بررسی چای سبز و سیاه چای سریلانکا نشان داد که بین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و محتوای فنولکل چای‌های کشت شده در این کشور ارتباط معنی‌دار وجود دارد (۱۴). مطالعه محتوای پلی‌فنولی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی چای‌های تجاری آرژانتین نشان داد که محتوای

1- Hilal et al.

سونی کیت (شرکت UNICO، آمریکا) قرار گرفت سپس با سرعت ۵۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفوژ (یونیورسال مدل ۳۲۰ PIT) شد و مایع رویی جمع آوری شد و ۱۲ میلی لیتر محلول استخراجی مواد ته نشین اضافه گردید و ۶۰ دقیقه در دستگاه سونی کیت قرار گرفت سپس با سرعت ۵۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفوژ شد و محلول رویی با محلول جمع آوری شده قبلی مخلوط گردید. در نهایت جهت تعیین میزان اپی کاتچین و اپی گالوکاتچین گالات به سیستم HPLC مجهز به پمپ دوتایی و شناساگر UV-visible تزریق شد (شرکت UNICO، آمریکا). جداسازی ترکیبات در یک ستون C18 (۶/۴×۱۵۰ میلی متر) با قطر منافذ ۵ میکرومتر و فاز متحرک استونیتریل و اسیدفرمیک ۱/۰ درصد انجام شد. سرعت جریان فاز متحرک داخل ستون یک میلی لیتر در دقیقه، دمای ستون ۲۵°C و حجم ماده تزریقی ۵ میکرولیتر بود. جهت تهیه محلول استاندارد ۱ میلی گرم استاندارد اپی کاتچین و اپی گالوکاتچین گالات (Sigma:HPLC grade، آلمان) در ۱ میلی لیتر فرمیک اسید ۱/۰٪ در استونیتریل ۷۰٪ حل شد. آشکارساز UV در طول موج ۲۸۰ نانومتر تنظیم شد. در نهایت مقدار بر حسب میلی گرم بر گرم وزن خشک گیاه تعیین شد (۳۲).

۲-۵- اندازه گیری مقدار کافئین

میزان کافئین مطابق روش AOAC (۱۹۹۵) اندازه گیری شد (۲). کافئین به وسیله قلیایی کردن با اکسید منیزیم سنگین، آزاد و با کلروفرم استخراج و توزین گردید. به ۵ گرم نمونه چای خشک ساییده ۵۰۰ میلیلیتر آب مقطر اضافه گردید و پس از جوشاندن، ۱۰ گرم اکسید منیزیم به محلول اضافه شد و بر روی شوف بالون مدل (EME3 شرکت الکتروترمال، انگلستان) به مدت دو ساعت تحت میرد با آب سرد با دمای ۲۰ تا ۲۲ درجه سانتی گراد جوشانده شد. ۲۰۰ میلیلیتر از محلول سرد شده فوق، پس از صاف شدن با کاغذ صافی واتمن شماره ۴۰ به قیف جداکننده منتقل و به آن ۲۰ میلیلیتر

محلول کلرید آلومینیوم (مرک آلمان) ۲٪ و ۶ میلی لیتر محلول استات پتاسیم (مرک آلمان) ۵٪ افزوده و به مدت ۴۰ دقیقه روی شیکر قرار گرفت و جذب محلولها در طول موج ۴۱۵ نانومتر برای فلاونوئید و ۴۴۵ نانومتر برای فلاونول قرائت شد. مقدار فنل کل، فلاونوئید و فلاونول بر حسب میلی گرم بر گرم وزن خشک تعیین شد (۶).

۲-۲- مهار رادیکال های آزاد DPPH

مقدار ۰/۱ گرم از هر یک از عصاره های حاصل با استفاده از آب مقطر به حجم ۱۰ میلی لیتر رسانده شد. به ۱ میلی لیتر از محلول، ۳ میلی لیتر محلول DPPH^۱ (سیگما آلمان) اضافه شد. نمونه ها به مدت ۳۰ دقیقه در شرایط تاریکی و روی شیکر قرار گرفتند. سپس جذب نمونه ها در دستگاه اسپکتروفوتومتر در طول موج ۵۱۷ نانومتر قرائت شد. با توجه به میزان جذب محلول های به دست آمده، درصد مهار رادیکال های آزاد با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد (۳۱).

$$\text{Free-radical scavenging activity (\%)} = [(A_{\text{control}} - A_{\text{test}}) / A_{\text{control}}] \times 100$$

۲-۳- سنجش تانن

۲/۰ گرم از هر عصاره در آب مقطر حل شده و به آن ها ۵ میلی لیتر معرف فولین دنیس^۲ (مرک آلمان) و ۱۰ میلی لیتر محلول سدیم کربنات (مرک آلمان) اضافه شد. پس از ۳۰ دقیقه جذب نوری در طول موج ۷۶۰ نانومتر تعیین شد. سپس از روی منحنی استاندارد اسید تانیک سیگمای آلمان (با غلظتهای صفر، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ پی پی ام) مقدار تانن بر حسب میلی گرم بر گرم وزن خشک به دست آمد.

۲-۴- سنجش میزان اپی کاتچین و اپی گالوکاتچین گالات

۱۰۰ میلی گرم از هر نمونه چای در ۱۲ میلی لیتر محلول استخراج (فرمیک اسید ۰/۵٪ در متانول ۷۰٪) (فرمیک اسید Sigma:HPLC grade، آلمان و متانول HPLC Merck: grade، آلمان) حل شد و برای ۶۰ دقیقه در دستگاه

۲ میلی لیتر از فاز آبی E_a با ۲ میلی لیتر اگزالیک اسید اشباع شده و ۶ میلی لیتر آب مقطر مخلوط شده و با اتانل ۹۵٪ به حجم ۲۵ میلی لیتر رسید. جذب این محلول به عنوان E_d تعیین شد. جذب محلول‌ها در طول موج ۳۸۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده شد و مقادیر بر اساس فرمول‌های زیر محاسبه شد.

$$TF\% = 2.25 \times E_d / (1-M) \quad (2)$$

$$TR\% = 7.06 \times (2E_a + 2E_d - 2E_b - E_c) / (1-M) \quad (3)$$

$$TB\% = 7.06 \times 2E_b / (1-M) \quad (4)$$

M میزان رطوبت نمونه‌های چای است که توسط آون خلا بر اساس استاندارد جهانی اندازه گیری شد (۱۳).

۲-۲- اندازه گیری میزان ویتامین C

۱ میلی لیتر از معرف فسفوتنگستن^۱ و ۱ میلی لیتر از محلول عصاره را سانتریفوژ کرده و فاز بالایی جمع‌آوری گردید. جذب نوری در طول موج ۷۰۰ نانومتر و در مقابل محلول شاهد ساخته شده از ترکیب ۱:۱ آسکوربیک اسید و معرف قرائت گردید. غلظت ویتامین بر اساس فرمول ۵۰ بر حسب میکروگرم بر گرم وزن چای محاسبه شد (۲۶).

۲-۸- اندازه گیری میزان ویتامین E

۵۰۰ میکرو لیتر محلول عصاره‌های چای با ۵۰۰ میکرو لیتر اتانول خالص و ۳۰۰۰ میکرو لیتر زایلن (انواع ایزومرها) به مدت ۲ دقیقه مخلوط شد. پس از سکون دو فاز تشکیل شد. ۲۵۰ میکرو لیتر محلول باتوفانترویلین^۲ به محلول رویی قبلاً اضافه گردید. پس از هم زدن محلول، ۲۵۰ میکرو لیتر محلول کلرید آهن و ۲۵۰ میکرو لیتر اسید فسفریک افزوده شد. جذب نوری نمونه در طول موج ۵۳۹ نانومتر در مقابل شاهد خوانده شد. برای تهیه نمونه استاندارد از محلول α -توکوفرول استفاده شد. بر اساس فرمول

اسید سولفوریک رقیق اضافه شد. سپس شش مرتبه به ترتیب با مقادیر ۱۰، ۱۰، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵ میلی لیتر کلروفرم استخراج انجام شد. ضمن اضافه کردن کلروفرم در هر مرحله مخلوط به خوبی هم زده شد. تمام محلولهای کلروفرمی استخراج شده در یک قیف جداکننده جمع‌آوری و به آن ۵ میلی لیتر محلول هیدروکسید پتاسیم یک درصد اضافه گردید. پس از هم زدن کامل، مخلوط داخل قیف جداکننده تا جدا شدن دو لایه از هم، بی حرکت گذاشته شد. لایه کلروفرمی زیرین قیف جداکننده، در ظرفی که به وزن ثابت رسیده ریخته سپس کلروفرم آن تبخیر شد. کافئین باقیمانده در ظرف در آون صد درجه سانتیگراد خشک و وزن گردید و میزان کافئین بر حسب ماده خشک محاسبه گردید.

۲-۶- اندازه گیری میزان تئافلاوین (TF) تئارویجین (TR) تئابرووین (TB)

۳ گرم چای خشک را با ۱۲۵ میلی لیتر آب دم کرده، پس از صاف کردن محلول بدست آمده به ۴ قسمت تقسیم شد (E_a , E_b , E_c , E_d) ۳۰ میلی لیتر چای دم کشیده با ۳۰ میلی لیتر اتیل استات بر روی شیکر قرار گرفت. مخلوط دو فاز تشکیل داد. ۲ میلی لیتر از فاز اتیل استات با ۲۵ میلی لیتر اتانول ۹۵٪ مخلوط شد. جذب این مخلوط به عنوان E_a تعیین شد. ۱۵ میلی لیتر چای دم کشیده با ۱۵ میلی لیتر n -بوتانول مخلوط شد. ۲ میلی لیتر از این مایع با ۲ میلی لیتر اگزالیک اسید اشباع شده و ۶ میلی لیتر آب دوبار یونیزه مخلوط شده و سپس با اتانل ۹۵٪ به حجم ۲۵ میلی لیتر رسید. جذب این محلول به عنوان E_b تعیین شد. پس از مخلوط کردن چای دم کشیده با اتیل استات دو فاز تشکیل شد که ۱۵ میلی لیتر از فاز اتیل استات با ۱۵ میلی لیتر $NaHCO_3$ ۵/۲٪ (W/V) مخلوط و به مدت ۳۰ ثانیه بر روی شیکر قرار گرفت. ۴ میلی لیتر از فاز بالایی عصاره گیری شده با اتیل استات با اتانل ۹۵٪ به حجم ۲۱ میلی لیتر رسید. جذب محلول اتانولی به عنوان E_c تعیین شد. مجدداً

۵ غلظت ویتامین E در هریک از نمونه‌ها بر حسب میکروگرم بر گرم وزن چای محاسبه شد (۲۶).

$$C_x = \frac{A_x}{A_s} \cdot C_s \quad (۵)$$

۲-۹- اندازه گیری میزان گالیک اسید

برای تهیه محلول استاندارد گالیک اسید ۱۰۰ میلی گرم گالیک اسید در ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر حل شده و محلول ۱ میلی گرم در میلی لیتر بدست آمد. جهت اندازه گیری میزان گالیک اسید، ۱۵ میلی لیتر بافر فسفات ۱/۰ مولار با pH=۷، ۲ میلی لیتر معرف اورسینول (سیگمای آلمان) ۳/۰٪ وزن حجمی، ۱ میلی لیتر پراکسید هیدروژن ۰/۰۱ مولار و ۲ میلی لیتر محلول عصاره چای (۱:۱) مخلوط و حجم نهایی با آب مقطر به ۲۵ میلی لیتر رسید. پس از انجام واکنش جذب نوری دز طول موج ۶۲۰ نانومتر قرائت شد. با کمک نمودار استاندارد گالیک اسید بر حسب میلی گرم بر گرم ماده خشک بدست آمد (۲۳).

۲-۱۰- روش آماری

تحلیل آماری داده های بدست آمده با نرم افزار SPSS V.22 به روش آنالیز واریانس یک طرفه و مقایسه میانگین‌ها به روش LSD انجام شد.

۳- نتایج و بحث

نتایج حاصل از تعیین میزان ترکیبات موجود در چای سیاه، سبز و سفید در جداول ۱ و ۳ آمده است. بر اساس جدول ۱ میزان فنل کل در چای سفید و سبز از نظر آماری تفاوتی با یکدیگر ندارند ($p \geq 0.05$). در حالی که میزان فنل کل در چای سیاه نسبت به این دو کاهش یافته است. از نظر میزان فلاونوئید نیز چای سفید بیشترین مقدار را دارد (۱۵/۳۵ میلی گرم بر گرم). در چای سبز و سیاه به ترتیب این میزان کاهش یافته است. تغییر میزان فلاونول مشابه فلاونوئید است. سه نوع چای مورد بررسی از نظر گالیک اسید تفاوت آماری نشان ندادند ($p \geq 0.05$). بررسی میزان اپی کاتچین و اپی گالوکاتچین

در جدول ۱ نشان می‌دهد که بیشترین میزان مربوط به چای سفید بوده و در چای سبز و سیاه به ترتیب کاهش یافته است. اطلاعات مربوط به میزان اپی کاتچین و اپی گالوکاتچین و زمان بازداری بر اساس کروماتوگرام در جدول ۲ آمده است. تانن موجود در چای سبز و سفید از نظر آماری تفاوتی با یکدیگر نداشته ($p \geq 0.05$) ولی در چای سیاه مقدار آن نسبت به دو نوع دیگر کمتر است. میزان کافئین اندازه گیری شده در چای سیاه بیشتر از چای سبز و سفید است در این دو نوع چای تفاوتی با یکدیگر وجود ندارد (جدول ۱). برگ‌های چای غنی از ترکیبات فنلی هستند و می‌توانند تا مقادیر بالای ۱۷۷ میلی گرم بر گرم ماده خشک چای را تشکیل دهند (۱۰). تحقیقات انجام شده توسط کومز و همکاران (۲۰۰۹) بر روی نمونه های چای کشورهای چین، ژاپن و کنیا نشان داد که میزان پلی فنول کل نمونه‌های چای سبز بیشتر از انواع چای سیاه بوده و تفاوت معنی داری بین مقادیر حاصل وجود داشته (۱۶) که با نتایج حاضر مطابقت دارد. جولیان و سیمون (۲۰۰۲) در پژوهشی نشان دادند که شاخساره‌های جوان چای از لحاظ محتوای فنولی بسیار غنی هستند و میزان ترکیبات فنولی شاخساره‌های چای ۴ تا ۵ برابر بیشتر از محتوای فنل دارچین و پونه کوهی است (۱۵). بیوستز ترکیبات فنولی می‌تواند به طور تأثیرگذاری توسط تابش نور خورشید القا شود. برگ‌های جوان چای (جوانه و دو برگ بالایی بوته) که چای سفید از آن‌ها تولید می‌گردد نسبت به برگ‌های مسن تر از محتوای پلی فنولی بیشتر برخوردارند (۲۴) که مشابه نتایج حاضر است. البته نتایج نشان می‌دهد که تغییرات انجام شده بر روی چای سبز تأثیری بر میزان فنول کل نداشته است. در حدود ۹۰٪ از ترکیبات فنولی موجود در چای را فلاونوئیدها تشکیل می‌دهند که شامل کاتچین‌های برگ‌های سبز چای و محصولات اکسیداسیون آن‌ها می‌باشند (۲۴). کاتچین‌ها نوعی آنتی‌اکسیدان و از مهم‌ترین فلاونول‌ها به شمار می‌روند. فراوان‌ترین و فعال‌ترین کاتچین (فعالیت آنتی‌اکسیدانی) اپی گالوکاتچین گالات است (۱۷). فعالیت

آنتی‌اکسیدانی کاتچین‌ها به کیفیت برگ‌چای (موقعیت جغرافیایی کشت، آب و هوا، شرایط برداشت و ذخیره‌سازی) و شرایط فرایند و عمل‌آوری آن بستگی دارد (۳) که احتمال دارد بالا بودن درصد مهار رادیکال‌های آزاد محیط در چای سفید به دلیل عدم تغییرات زیاد آن‌ها باشد. از فاکتورهای مهم تاثیرگذار بر میزان ترکیبات پلی‌فنول و کافئین چای، عملیات تبدیل برگ سبز تازه چای به چای سیاه می‌باشد به طوری که با افزایش مراحل تخمیر میزان کافئین به دلیل آزاد شدن آن از حالت ترکیبی طی عملیات فرآوری افزایش و فنل کل به دلیل تبدیل آن‌ها به ترکیباتی مانند تئافلاوین کاهش یافته است. در تحقیق کومز و همکاران (۲۰۰۹) مقدار کافئین نمونه‌های چای سیاه بیشتر از چای سبز تعیین شد. آن‌ها تفاوت میزان کافئین در انواع چای را به روش عمل‌آوری نسبت دادند به طوری که با طولانی شدن مراحل فرآوری مقادیر بیشتری از کافئین ترکیبی با سایر مواد موجود در چای، آزاد می‌شود. البته این محققین از روشهای متفاوتی برای تعیین میزان کافئین در انواع چای استفاده کردند و به این نتیجه دست یافتند که

روش استفاده شده نیز بر میزان کافئین اندازه‌گیری شده در چای موثر است (۱۶). سابتو و همکاران (۲۰۰۶) میزان کافئین را در نمونه‌های چای سبز کشورهای برزیل، چین و ژاپن مقدار ۲/۰۹ تا ۰۲/۳ میلی گرم بر گرم وزن خشک محاسبه کردند (۲۷) که این مقدار در چای سبز ایرانی ۴/۷۹ میلی گرم بر گرم تعیین شد. میزان ترکیبات اختصاصی چای سفید از جمله پلی‌فنول‌ها، کاتچین‌ها و اسید گالیک اندازه‌گیری و سپس با چای سبز و سیاه مقایسه شد. نتایج نشان داد که میانگین کل پلی‌فنول‌ها، کاتچین و کافئین چای سفید بیشتر از چای سبز و نیز میانگین کل پلی‌فنول‌ها و کاتچین‌ها در چای سبز از چای سیاه بیشتر می‌باشد (۱۱). در حالی که کابرا و همکاران (۲۰۰۳) کاهش ترکیبات فنولی چای و افزایش کافئین را در حین تخمیر گزارش کردند (۵) که مشابه نتایج حاصل در این تحقیق است. در این تحقیق کاهش میزان کاتچین در طی مراحل تخمیر چای گزارش شده که مربوط به تبدیل کاتچین به سایر ترکیبات است. علاوه بر این به آزاد شدن کافئین در طی مراحل تخمیر و انجام واکنش‌های بیوشیمیایی در چای نیز اشاره شده است.

جدول ۱- مقایسه میزان فنل کل، فلاونوئید، فلاونول، کاتچین، اپی‌گالوکاتچین، گالیک اسید، کافئین و تانن در چای سیاه، سبز و سفید

فنل کل (mg/g)	فلاونوئید (mg/g)	فلاونول (mg/g)	اپی کاتچین (mg/g)	اپی گالوکاتچین گالات (mg/g)	گالیک اسید (mg/g)	کافئین (mg/g)	تانن (mg/g)
۹۴/۲۴ ^b	۳۵/۱۵ ^c	۵۳/۱۲ ^c	۵/۳ ^c	۹/۱۶ ^c	۰/۶/۰ ^a	۲۵/۵ ^a	۶۸/۰ ^b
۸۰/۵۱ ^a	۸۲/۲۶ ^b	۱۴/۲۰ ^b	۱/۱۵ ^b	۲۲/۲۱ ^b	۰/۸/۰ ^a	۸۱/۳ ^b	۷۹/۴ ^a
۱۲/۶۸ ^a	۴۰/۳۸ ^a	۳۵/۲۹ ^a	۸۱/۹۶ ^a	۴۱/۶۵ ^a	۰/۹/۰ ^a	۴۲/۳ ^b	۹۱/۴ ^a

*حروف نامشابه نشان دهنده تفاوت معنی دار بین نمونه‌ها می‌باشد.

جدول ۲- میزان اپی کاتچین و اپی گالوکاتچین بر اساس کروماتوگرام و زمان بازداری آن‌ها

نمونه	نوع ترکیب	زمان بازداری (دقیقه)	مقدار ترکیب (mg/g)
چای سیاه	اپی کاتچین	۷/۴	۳/۵
چای سبز	اپی گالوکاتچین	۱۱/۲	۹/۱۲
چای سفید	اپی کاتچین	۷/۳	۱۵/۱
	اپی گالوکاتچین	۱۱/۱	۲۱/۲۲
	اپی کاتچین	۷/۴	۹۶/۸۱
	اپی گالوکاتچین	۱۱/۲	۶۵/۴۱

بر اساس جدول ۳ تئافلاوین، تئاروبی‌جین و تئابروونین در چای سبز و سیاه یافت نشد. تخمیر یکی از مهمترین فرایندها در تهیه و عمل‌آوری چای است. کاتچین‌ها به وسیله آنزیم‌های اکسیداتیو شامل پراکسیداز و پلی‌فنل‌اکسیداز به تئافلاوین، تئاروبی‌جین و تئابروونین تبدیل می‌شوند. چای‌سبز با میزان اکسیداسیون پایین دارای مقادیر بالایی از کاتچین (فلاونول و فلاونول گالات) است. چای سیاه با میزان اکسیداسیون بالا توسط فرایندهای آنزیمی، دارای کاتچین کمتری بوده ولی فلاونول‌های کمپلکس از جمله تئافلاوین در آن تشکیل می‌گردد. در حین تخمیر چای، پلی‌فنول‌ها به یوبی‌کینون‌ها اکسید شده و با آنزیم پلی‌فنل‌اکسیداز به شکل تئافلاوین و تئاروبی‌جین تبدیل شده که با ادامه تخمیر تیروبین با واکنش با تئافلاوین و پروتئین به ساختار پلیمریزه شده‌ای تبدیل می‌شود (۲۵). موتانیو همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که مشابه نتایج حاضر، در حین تخمیر بسته به زمان، مقدار پلی‌فنول کل کاهش و کمپلکس‌های نامحلول در اثر اکسیداسیون پلی‌فنول‌ها افزایش می‌یابد. ترکیباتی که مسئول کیفیت چای‌سیاه هستند از جمله تئافلاوین و تئاروبی‌جین با طولانی شدن زمان تخمیر افزایش می‌یابند. فرایند تخمیر باعث آزاد شدن کافئین شده ولی مدت زمان تخمیر تاثیری بر میزان کافئین چای‌سیاه ندارد. از طرفی در مراحل اولیه تخمیر پلی‌فنول‌ها کاهش یافته و سپس ترکیبات جدیدی در اثر اکسید شدن آن‌ها تولید می‌شود (۱۹). کمترین میزان ویتامین E در چای سفید که از جوانه‌های برگ گیاه *Camellia Sinensis* تهیه می‌گردد، مشاهده شد. چای سبز حاوی مقادیر بالایی از این ویتامین نسبت به دو چای دیگر است. این نتیجه حاکی از آن است که ویتامین E در برگ‌های سبز یافت می‌شود. میزان ویتامین E در چای سیاه کمتر از چای سبز است که ممکن است نشان دهنده این باشد که مراحل تخمیر چای سبب کاهش ویتامین E در برگ سبز چای می‌شود. چای سبز با دارا بودن ۸/۴۷ میکروگرم برگرم و چای سفید با ۱/۴۶ میکروگرم برگرم نسبت به چای سیاه دارای ویتامین C بیشتری

هستند. با توجه به بالا بودن ویتامین C در چای سبز، این نوشیدنی منبع قابل توجهی برای ویتامین C می‌باشد. بر اساس تحقیق حوسین و همکاران (۲۰۰۶) چای سبز و سفید نسبت به چای سیاه از میزان ویتامین C بیشتر برخوردار هستند که دلیل احتمالی آن حساس بودن این ویتامین به گرما و نور است. چای سیاه طی عملیات فرآوری مقداری از ویتامین خود را از دست می‌دهد (۱۲). بررسی خواص آنتی‌اکسیدانی این سه نوع چای نشان می‌دهد که مهار رادیکال‌های آزاد توسط چای سفید و سبز تفاوتی با یکدیگر نداشته ولی این ویژگی در چای سیاه کمتر است. بر این اساس غلظتی از عصاره چای سیاه که قادر به مهار نیمی از رادیکال‌های آزاد محیط است، ۷۱/۲ میلی گرم در میلی‌لیتر است. در حالی که این غلظت برای چای سبز و سفید به ترتیب ۶۲/۰ و ۲۸/۰ میلی‌گرم در میلی‌لیتر است. بر اساس این نتایج چای سبز و سفید در غلظت‌های کمتر قادرند تا نیمی از رادیکال‌های آزاد را مهار کنند که نشان دهنده خاصیت آنتی‌اکسیدانی بالای آن‌ها می‌باشد. در حالی که این غلظت برای چای سیاه بیشتر است. احتمالاً این نتیجه به دلیل وجود مقادیر بالای پلی‌فنول در چای سبز و سفید است چون در بسیاری از موارد بین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و میزان پلی‌فنول‌های موجود رابطه مستقیم وجود دارد (۱). چای سبز خطر مرگ ناشی از بیماری قلبی-عروقی را بیش از ۲۵٪ کاهش می‌دهد و در جلوگیری از بروز بسیاری از بیماری‌ها به‌ویژه سرطان‌های مختلف بسیار حائز اهمیت است که علت آن خاصیت آنتی‌اکسیدانی پلی‌فنول‌های چای می‌باشد. چای سبز در مقایسه با چای سیاه دوره تخمیر و اکسیداسیون کوتاه‌تری داشته و بنابراین آنتی‌اکسیدان‌های موجود در آن نسبت به چای سیاه بهتر حفظ می‌شود (۲۳). نتایج نشان دهنده رابطه بین میزان فنل کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی چای است. مطالعه محتوای پلی‌فنولی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی چای‌های تجاری موجود در آرژانتین نشان داد که محتوای فنول چای سبز بالاتر از چای سیاه می‌باشد. همچنین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و محتوای فنولی رابطه مستقیم با یکدیگر دارند (۱). بررسی

کاتچین‌های موجود در آن بستگی دارد. این خاصیت در کاتچینها به کیفیت برگ چای و شرایط فرایند و عمل‌آوری آن بستگی دارد (۲۹).

چای تازه و تخمیر شده چای سریلانکا نشان داد که بین قدرت آنتی‌اکسیدانی و محتوای فنولیک کل رابطه معنی دار وجود دارد (۱۴). فعالیت آنتی‌اکسیدانی چای تا حدود زیادی به

جدول ۳. مقایسه میزان تئافلاوین، تئاروبی‌جین، تئابروونین، ویتامین C، ویتامین E، مهار رادیکال آزاد و IC₅₀ چای سیاه، سبز و سفید

IC ₅₀ (mg/ml)	مهار رادیکال آزاد (%)	ویتامین E (μg/g)	ویتامین C (μg/g)	تئابروونین %	تئاروبی‌جین %	تئافلاوین %	
۷۱/۲ ^a	۷/۷۹ ^b	۸/۱۵ ^b	۱۳/۳۹ ^b	۵۹/۱	۰۷/۴	۲۴/۰	چای سیاه
۶۲/۰ ^b	۸۷/۵۶ ^a	۳۳/۱۸ ^a	۸/۴۷ ^a	-	-	-	چای سبز
۲۸/۰ ^b	۳۶/۸۹ ^a	۵۶/۸ ^c	۱/۴۶ ^a	-	-	-	چای سفید

*حروف نامشابه نشان دهنده تفاوت معنی دار بین نمونه‌ها می‌باشد.

activity of green tea. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, 11(4): 285-295.

4. Balasekharan, C. and Vijaya Saradhi, S. 2008. Spectrophotometric methods for determination of gallic acid by oxidative coupling with orcinol. *Biosciences, Biotechnology Research Asia*, 5(1):491-492.

5. Cabrera, C., Gimenez, R. and Lopez, M.C. 2003. Determination of tea components with antioxidant activity. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 51: 4427- 4435.

6. Chang, C., Yang, M., Wen, H. and Chern, J. 2002. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. *Journal of Food and Drug Analysis*, 10(3):78-82.

7. Dal, F., Chen, W.F. and Zhou B. 2008. Antioxidant synergism of green tea polyphenols with alpha-tocopherol and L-ascorbic acid in SDS micelles. *Biochimica*, 90(10): 1499- 1505.

8. Fernandez, P.L., Martin, M.J., Gonzalez A.G. and Pablo F. 2000. HPLC determination of catechins and caffeine in tea differentiation of green, black and instant teas. *The Royal Society of Chemistry*, 125:421- 425.

9. Friedman, M., Henika, P.R., Levin, C.E., Mandrell, R.E. and Kozukue, N. 2006. Antimicrobial activities of tea catechins and theaflavins and tea extracts against *Bacillus cereus*. *Journal of Food Protection*, 69(2): 354-361.

10. Harbowy, M.E. and Balentine, D.A. 1997. Tea chemistry. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 16: 415-480.

۴- نتیجه گیری

بر اساس نتایج تحقیق حاضر، چای سفید از نظر میزان فنول کل، فلاونوئید، فلاونول، اپی کاتچین، اپی گالوکاتچین، ویتامین C نسبت به دو چای دیگر برتری داشت. البته چای سبز از نظر میزان فنول، گالیک اسید، تانن و ویتامین C تفاوتی با چای سفید نداشت. چای سیاه دارای ترکیبات فنلی تئافلاوین، تئاروبی جین و تئابروونین است که در دو چای دیگر یافت نشد. چای سبز و سفید ظرفیت آنتی‌اکسیدانی مشابه و بیشتر از چای سیاه داشتند. بنابراین مصرف هریک از انواع چای می تواند تامین کننده ترکیبات آنتی‌اکسیدانی باشد که بدن برای مقابله با آسیب‌های حاصل از رادیکال‌های آزاد موجود در محیط به آن‌ها نیاز دارد.

۵- منابع

1. Anesini, C., Ferraro, G.E. and Filip R. 2008. Total polyphenol content and antioxidant capacity of commercially available tea (*Camellia sinensis*) in Argentina. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 5: 9225-9229.
2. AOAC. 1995. Official methods of analysis (15th Ed.). Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists 1.
3. Arianfar, A., Shahidi, F., Kadkhodaie, R.V. and Varidi, M. 2015. Investigating the effective factors on polyphenol extraction and antioxidant

21. Ning, J.M., Ding, D., Song, Y.S., Zhang, Z.Z., Luo, X. and Wan, X.C. 2016. Chemical constituents' analysis of white tea of different qualities and different storage times. *European Food Research Technology*, 42: 2093–2104.
22. Nunes, A.R., Alves, M.G., Toma's, G.D., Conde, V.R., Cristo'va'õ, A.C. and Moreira P.I. 2015. Daily consumption of white tea (*Camellia sinensis* (L.)) improves the cerebral cortex metabolic and oxidative profile in prediabetic Wistar rats. *British Journal of Nutrition*, 113: 832–842.
23. Nurulain T.Z. 2006. Green tea and its polyphenolic catechins: medical uses in cancer and noncancer applications. *Journal of Life Science*, 78: 2073-2080.
24. Pan, J., Jiang, Y., Lv, Y., Li, M., Zhang, Sh. and Liu J. 2018. Comparison of the main compounds in fudging white tea infusions from various tea types. *Food Science Biotechnology*, 27(5):1311–1318.
25. Raftani Amiri, Z. and Maddah, P. 2015. Investigation on total poly phenols and caffeine contents in green and black tea and instant powder of them. *Journal of Food Research*, 25(3): 419-426. (In Persian)
26. Rutkowski, M. and Grzegorzczak, K. 2007. Modification of spectrophotometric methods antioxidative vitamins determination convenient in analytic practice. *Technologia Alimentaria*, 6 (3): 17-28.
27. Saito, S.T., Welzel, A., Suyenaga, E.S. and Bueno, F.A. 2006. Method for fast determination of epigallocatechin gallate (EGCG), epicatechin (EC), catechin (C) and caffeine (CAF) in green tea using HPLC. *Ciência. Tecnol. Aliment. Campinas*, 26(2): 394-400.
28. Sakanaka, J., Techibana, Y. and Okada Y. 2005. Preparation and antioxidant properties of extracts of Japan's persimmon leaf tea. *Food chemistry*, 89: 569-575.
29. Sharangi, A.B. 2009. Medicinal and therapeutic potentialities of tea- A review. *Food Research International*, 42: 529-535.
30. Singh, R.P., Murthy, K.N. and Jayaprakasha, G.K. 2002. Studies on the antioxidant activity of Pomegranate peel and seed extracts using in vitro models. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50:81-86.
11. Hilal, Y. and Engelhardt, U. 2007. Characterization of white tea Comparison to green and black tea. *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit. (Journal of Consumer Protection and Food Safety)*, 2(4): 414-421.
12. Hussain, I., Saleem, M., Iqbal, Y. and Khalil, S.J. 2006. Comparison of vitamin C contents in commercial tea brands and fresh tea leaves. *Journal Chemical Society of Pakistan*, 28(5):421-425.
13. ISO 1573. Tea—determination of loss in mass at 103°C. Geneva, Switzerland: International Standard Organization 1980.
14. Jayasekera, S., Molan, A. L., Garg, M. and Moughan, P.J. 2011. Variation in antioxidant potential and total polyphenol content of fresh and fully-fermented Srilankan tea. *Food Chemistry*, 125: 536–541.
15. Juliani, H.R. and Simon, J.E. 2002. Antioxidant activity of Basil. In: Trends in new crops and new uses (Eds. Janick, J. and Whipkey, A.) American Society for Horticultural Science Press, Alexandria. 575-579.
16. Komes, D., Horzic, D., Belscak, A., Kovacevic, K. and Baljak, A. 2009. Determination of caffeine content in tea and mate tea by using different methods. *Czech Journal of Food Science*, 27: 213-216.
17. Komes, D., Horzic, A., Belscak, K. and Kovacevic Vulic, I. 2010. Green tea preparation and its influence on the content of bioactive compounds. *Journal of Food Research International*, 43: 167-176.
18. Kunbo, W., Qingcao, C., Yong, L., Shi, L., Haiyan, L. and Jianan, H. 2014. Comparison of phenolic compounds and taste of chinese black tea. *Food Science and Technology Research*, 20 (3): 639- 645.
19. Muthumani, T. and Kumar, R.S.S. 2007. Influence of fermentation time on the development of compounds responsible for quality in black tea. *Food Chemistry*, 1: 98-102.
20. Nasiry Rad, R., Hadad khodaparast, M.H., Elhami Rad, A.H. and Rufigary haghghat, Sh. 2013. Effect of harvest season and brewing conditions on total phenolic compounds Iranian green tea. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, 8(4):349 -352.

International Food Research Journal, 18:329-336.

33. Yao, L., Caffin, N., D'Arcy, B., Jiang, Y., Shi, J. and Singanusong, R. 2005. Seasonal variation of phenolic compounds in Australia-grown tea (*Camellia sinensis*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53: 6477-6483.

31. Soni, A. and Sosa Sh. 2013. Phytochemical analysis and free radical scavenging potential of herbal and medicinal plant extracts. *Journal of pharmacognosy and phytochemistry*, 2 (4):22-29.

32. Vong, Q., Nguyen, V., Golding, J. and Roach, P. 2011. The content of bioactive constituents' equality index for Vietnam teas.

(Original Research Paper)

Comparison of Bio- active Compounds of Iranian Black, Green and White Tea

Monireh Ranjbar^{1*}, Maryam Alinaghiyan²

1-Department of Biology, Falavarjan Branch, Islamic Azad University, Esfahan, Iran.

2-Department of Biochemistry, Falavarjan Branch, Islamic Azad University, Esfahan, Iran.

Received:10/02/2020

Accepted:18/05/2020

Abstract

Tea has a variety of fermented, non-fermentable and white tea. Tea contains compounds such as polyphenols, proteins, amino acids and organic acids. In this study, differences in the composition of black, green and white tea were investigated. Total phenols, flavonoid, flavonol, tannin, catechin, epigallocatechin gallate, caffeine, theaflavin, thearubigin, theaborunin, vitamin C, vitamin E contents, free radical scavenging and IC₅₀ levels were measured. White and green tea had higher total phenols and tannin than black tea. The amount of flavonoid and flavonol (38.4 and 29.35 mg/g DW), catechin and epigallocatechin (96.81 and 65.41 mg/g) in white tea were higher than the other two types of tea. Black tea had higher caffeine content (5.25mg/g) than the other two types of tea. Theaflavin, thearubigin and theaborunin were found only in black tea. This showed that the phenolic compounds of black tea change as a result of fermentation. Green tea had the highest (13.39 µg/g) vitamin C and (33.18 µg/g) vitamin E. White and green tea were able to free radical scavenging at 36.89% and 56.87%, respectively. The amount of bioactive compounds present in the three types of tea is different and is related to its processing steps. However, all three forms of tea have compounds that have high antioxidant properties.

Key words: Free Radical Scavenging, Catechin, Tea, Total Phenol, Vitamin.

*Corresponding Author: ranjbar@iaufala.ac.ir