

ارزیابی خواص آنتی‌اکسیدانی و ترکیبات پلی‌فنلی در محصول چای ایرانی

الهه پهلوانی^۱، سید احمد شهیدی^۲ و شیوا روفی‌گری حقیقت^{۳*}

۱. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد آیت الله آملی

۲. دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد آیت الله آملی

۳. پژوهشکده چای، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، لاهیجان، ایران

[*sh354haghighat@gmail.com](mailto:sh354haghighat@gmail.com)

بیان مساله و اهمیت موضوع

چای دومین نوشیدنی پرمصرف جهان بعد از آب است و نام یک گیاه و نوشیدنی ساخته‌شده از این گیاه است. نوشیدنی چای با دم کردن برگ‌ها، جوانه‌ها یا شاخه‌های فرآوری شده بوته چای به مدت چند دقیقه در آب داغ درست می‌شود. چای دارای مواد محرکی چون کافئین و یک منبع طبیعی از تیوفیلین، تیانین و کاتچین است (رنجبر و همکاران، ۱۳۹۳). کاتچین‌ها نوعی آنتی‌اکسیدان و از مهم‌ترین فلاوانول‌ها به شمار می‌روند. در برگ تازه چای، کاتچین می‌تواند ۳۰ درصد کل وزن برگ خشک را تشکیل دهد (گروه مولفان، ۱۳۹۹). با توجه به اینکه فرآیند تولید در انواع مختلف چای متفاوت است، میزان خواص این ترکیبات پلی‌فنلی و آنتی‌اکسیدانی نیز در انواع چای متفاوت است. آنتی‌اکسیدان موجود در چای سبز بیشتر از چای سیاه است. برگ‌های چای که بسیار غنی از کاتچین هستند، در تولید چای سبز تخمیر نمی‌شوند بلکه پژمرده می‌شوند و توسط بخار از اکسیداسیون کاتچین‌ها توسط پلی‌فنل اکسیداز جلوگیری می‌شود. در حالی که برگ‌های چای در تولید چای سیاه خرد می‌شوند و یک فرآیند تخمیر کامل در آنها صورت می‌گیرد که در آن مشتقات کاتچین اکسید می‌شوند در نتیجه منجر به تشکیل ترکیبات پلیمری و رنگین می‌شود (لی و همکاران ۲۰۰۲).

میزان آنتی‌اکسیدان نوشیدنی چای به عوامل دیگری مانند مدت زمان دم کردن چای، دمای آب، شیوهی نگهداری برگ‌های خشک چای نیز بستگی دارد (گروه مؤلفین ۱۳۸۷). با افزایش دمای استخراج، بسیاری از ترکیبات چای از جمله پلی‌فنل‌ها و ترکیبات معطر آسیب دیده و سبب کاهش خواص آنتی‌اکسیدانی می‌شود (نصیری راد و همکاران، ۱۳۹۱) عصاره‌گیری در شرایط دمایی ملایم و در حداقل زمان، ترکیبات فنلی را از آسیب‌های حرارتی

حفظ می‌کند. اطلاع از مقدار ترکیبات پلی‌فنلی و خواص آنتی‌اکسیدانی چای تولید داخلی می‌تواند علاوه بر شناخت خواص سلامتی چای ایرانی، راهنمایی برای استفاده از این نوع چای در ترکیبات دارویی و همچنین فرآورده‌های فراسودمند غذایی باشد. در این مطالعه میزان پلی‌فنل‌ها و خواص آنتی‌اکسیدانی در نمونه‌های مختلف چای تولید داخلی موجود در بازار و همبستگی میان ترکیبات پلی‌فنلی و خواص آنتی‌اکسیدانی در چای بررسی شد.

مقدار کل پلی‌فنل و میزان فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز از عوامل مهم کنترل کیفیت چای هستند. به طور کلی ۵۰ تا ۶۰٪ کیفیت را تحت کنترل خود دارند. ترکیبات پلی‌فنلی حدود ۳۰٪ ماده خشک شاخساره جوان چای را تشکیل می‌دهند (شکل ۱). تعدادی از این پلی‌فنل‌ها که جز کاتچین‌ها می‌باشند، در تغییراتی که در عمل اکسیداسیون (تخمیر) رخ می‌دهد، دخالت دارند (گروه مؤلفین، ۱۳۸۷). با شناخت واکنش‌های اکسیداتیوی که باعث آسیب به بدن می‌شوند و با کشف فعالیت آنتی‌اکسیدانی چای امکان بکارگیری کاتچین‌های چای در زمینه‌های مختلف بیشتر و بیشتر در حال گسترش است. در سالهای اخیر تحقیقات وسیعی به منظور یافتن راهی جهت مقابله با این فرآیند انجام گرفت و ترکیبات متفاوت و مختلفی که دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی بودند، در گیاهان و سبزیجات و میوه‌ها یافت شد. در این میان به ویژه پلی‌فنل‌های چای، تاثیر بیشتری را نسبت به آنتی‌اکسیدان‌های عمومی معروف نشان می‌دهد. تحقیقات بر روی موجودات زنده قابلیت استفاده آن در گستره وسیعی را نشان می‌دهد. پلی‌فنل‌ها قدرت جمع‌کنندگی رادیکال‌های آزاد مانند رادیکال‌های اکسیژن یا رادیکال‌هایی که در اثر قرار گرفتن در برابر اشعه فرابنفش در داخل بدن تولید شده و موجب سرطان می‌شوند را،

جمع‌آوری می‌کنند و آنها را به ترکیبات بی‌ضرر تبدیل می‌کند (نصیری راد، ۱۳۹۱). امروزه از ترکیبات کتچینی

چای در تولید مکمل‌های خوراکی استفاده وسیعی می‌گردد (شکل ۲).



شکل ۱- پلی‌فنل استخراج شده از چای



شکل ۲- کپسول خوراکی حاوی عصاره چای سبز

یوسف و همکاران (۲۰۰۷) اعلام کردند که پلی‌فنل‌های چای سبز دارای پتانسیل زیادی در ممانعت از ایجاد سرطان توسط اشعه UV از خود نشان می‌دهند. همچنین آنها از ایجاد سایر اثرات نامطلوب اشعه UV، مانند آفتاب سوختگی و پیری زودرس پوست جلوگیری به عمل می‌آورند و هنگامی که با کرم‌های ضد آفتاب مورد استفاده قرار گیرند، عمل حفاظتی آنها در برابر اشعه UV بیشتر می‌شود.

فرهوش و همکاران (۲۰۰۷) فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌های مختلفی از برگ‌های مسن چای و ضایعات چای سیاه را با برگ‌های سبز چای مورد مقایسه قرار دادند و اعلام

کردند که برگ‌های سبز چای بیشترین بازده استخراج و فعالیت آنتی‌اکسیدانی را داراست و برگ‌های مسن چای و ضایعات چای سیاه فعالیت آنتی‌اکسیدانی مشابهی از خود نشان می‌دهند. آنسینی و همکارانش (۲۰۰۸) محتوای پلی‌فنلی کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی چای سبز و سیاه را تعیین کردند. با توجه به شواهد مشخص شد که چای سبز محتوای پلی‌فنلی بالاتری از چای سیاه و سفید دارد و بین فعالیت آنتی‌اکسیدانی و محتوای پلی‌فنلی نمونه‌های چای، ارتباط خوبی برقرار بود.

روش اجرا

نمونه برداری از ۲۰ برند مختلف چای سبز و سیاه موجود در بازار شامل انواع مختلفی از چای تولید داخلی انجام شد. نمونه‌ها توسط آسیاب برقی خرد شدند و در

قوطی ریخته شدند و سپس کد گذاری شدند. آزمون‌های رطوبت، عصاره آبی، آنتی‌اکسیدان و پلی‌فنل روی نمونه‌ها انجام گرفت (شکل ۳).



شکل ۳- استخراج عصاره آبی از چای

اندازه گیری درصد رطوبت: مقدار ۲ گرم نمونه آسیاب شده، در دمای 103 ± 2 درجه سانتی‌گراد در آون تا رسیدن به وزن ثابت حرارت داده شد و با محاسبه درصد رطوبت نمونه بدست آمد (تامپسون، ۲۰۰۰).

اندازه گیری درصد عصاره آبی: دو گرم از نمونه‌ی آسیاب شده با ۲۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر جوش و با اتصال مبرد به مدت یک ساعت با حرارت ملایم جوشید. تمام محتویات ارلن پس از خنک شدن به حجم ۵۰۰ سی‌سی رسانده شد. ۵۰ میلی‌لیتر از عصاره صاف شده در بوتله چینی برای اندازه گیری درصد پلی‌فنل: ۰/۲ گرم نمونه در دو مرحله و هر بار با پنج میلی‌لیتر متانل ۷۰ درصد به مدت ۱۰ دقیقه حرارت داده شد و فاز رویی با محلول متانل در دمای اتاق به حجم ۱۰ میلی‌لیتر و سپس با آب مقطر به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد. عصاره استخراج شده با ۵

روی حمام بخار قرار داده شد. سپس بوتله همراه با رسوب را به مدت هشت ساعت در آون با دمای 103 ± 2 درجه سانتی‌گراد خشک شد (تامپسون، ۲۰۰۰).

اندازه گیری درصد فعالیت آنتی‌اکسیدانی: ۰/۱ گرم نمونه با ۱۰ میلی‌لیتر متانل به مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. محلول صاف شده با متانل به نسبت ۱:۱۰ رقیق شد و با محلول ۰/۰۳ درصد DPPH مخلوط و مقدار جذب محلول در ۵۱۷ نانومتر قرائت گردید (پریودیچ و همکاران، ۲۰۱۱).

میلی‌لیتر معرف سیوکالتوفنل و محلول کربنات سدیم برای تعیین مقدار پلی‌فنل مخلوط شد و مقدار جذب محلول در طول موج ۷۶۵ نانومتر قرائت شد (موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۵).

تجزیه و تحلیل یافته

مقایسه میانگین درصد رطوبت در انواع مختلف چای

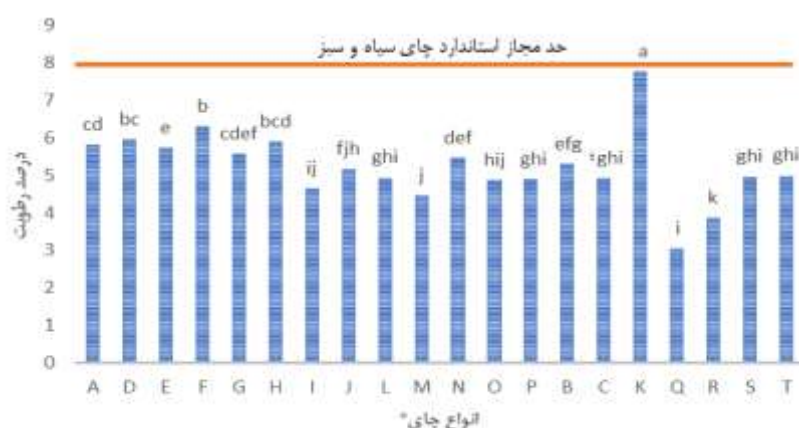
مقایسه میانگین درصد رطوبت در انواع چای ایرانی موجود در بازار (شکل ۴) نشان داد که میانگین درصد

رطوبت در انواع چای با یکدیگر تفاوت معنی‌دار داشت. بر طبق استاندارد ملی ایران (چای سیاه، ویژگی‌ها و روش

فیزیکی و پارامتر شیمیایی را تحت تاثیر قرار می‌دهد. مقدار آب رشد میکروارگانیسم‌ها و فعالیت آنزیمی را تحت تاثیر قرار می‌دهد، همچنین بر مقاومت و عمر مفید مواد خوراکی تاثیر دارد. افزایش رطوبت شرایط را برای وقوع واکنش اکسیداسیون پلی‌فنل‌ها و متعاقب آن کاهش فعالیت آنتی‌اکسیدانی مهیا می‌کند به همین دلیل عرضه چای به صورت فله و یا در بسته‌بندی نامناسب موجب تسریع در افت کیفیت آن می‌گردد. لذا نگهداری در شرایط مناسب به ویژه برای محصول چای سبز لازم و ضروری است.

آزمون، ۱۳۹۲) حد قابل پذیرش مقدار رطوبت در محدوده ۳ تا ۸ درصد است. میانگین درصد رطوبت اندازه گیری شده در ۲۰ نمونه چای در محدوده ۷/۷۸-۳/۰۴ درصد قرار داشت که از این میان هفت نوع چای سبز در محدوده ۷/۷۸-۳/۷ درصد و سیزده نوع چای سیاه در محدوده ۴۵/۴۱-۴/۶ درصد قرار داشت. که هر دو نوع چای در محدوده قابل پذیرش استاندارد ملی ایران قرار داشت و همچنین نشان داد که میانگین درصد رطوبت در انواع چای سیاه کمتر از انواع چای سبز بود.

تقریباً همه محصولات غذایی حاوی آب هستند و این پارامتر رطوبت، بسیاری از پارامترهای دیگر، مانند پارامتر



شکل ۴- مقایسه میانگین درصد رطوبت در انواع مختلف چای سیاه و سبز

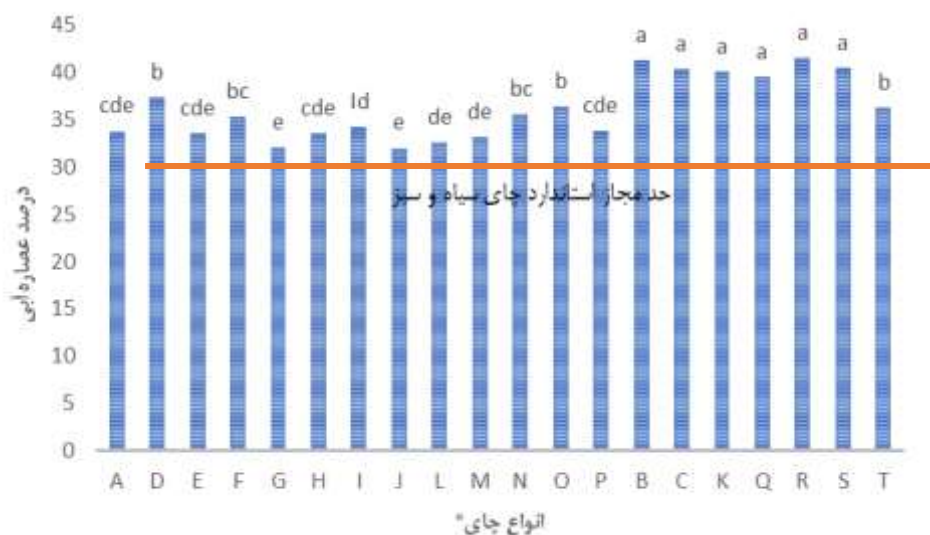
*حروف B, C, K, Q, R, S, T مربوط به نمونه‌های چای سبز است.

مقایسه میانگین درصد عصاره آبی در انواع مختلف چای

در چای سبز تولید داخلی حداقل ۳۰ درصد است. عصاره آبی چای به بسیاری از اجزاء که شامل قندها، ترکیبات فنولیک، آلکالوئیدها، آمینواسیدها و بسیاری مواد محلول کوچک از قبیل مواد معدنی و رنگدانه‌ها است وابسته می‌باشد. عواملی وجود دارد که مقدار عصاره آبی چای به آن‌ها وابسته است که شامل نسبت آب و چای، دمای دم کردن، نوع، اندازه ذرات و روش ساخت چای است (نصیری راد، ۱۳۹۱). عصاره آبی چای دربرگیرنده ترکیبات کیفی چای مانند کافئین، پلی‌فنلها، رنگدانه‌ها، اسیدهای آمینه و

مقایسه میانگین درصد عصاره آبی در انواع مختلف چای (شکل ۵) نشان داد که میانگین درصد عصاره آبی در انواع چای تفاوت معنی دار با یکدیگر داشت. میانگین عصاره آبی اندازه گیری شده در ۲۰ نمونه چای در محدوده ۴۱/۵-۳۲/۰ درصد قرار داشت که از این میان هفت نوع چای سبز در محدوده ۴۱/۵-۳۶/۳ درصد و سیزده نوع چای سیاه در محدوده ۳۷/۰-۳۲/۳۷ درصد قرار داشت. همچنین نشان داد که میانگین درصد عصاره آبی در انواع چای سبز بیشتر از انواع چای سیاه بود. برطبق استاندارد ملی ایران شماره ۶۲۳ (۱۳۹۲) حد قابل پذیرش مقدار عصاره آبی در چای سیاه و

املاح معدنی است لذا چای با عصاره آبی بیشتر از کیفیت بهتری برخوردار است (کشاورز و همکاران، ۲۰۱۷).



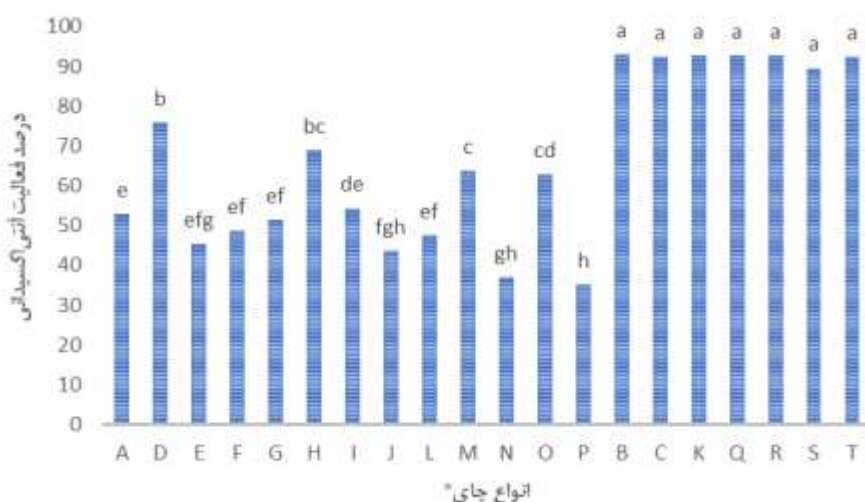
شکل ۵- مقایسه میانگین درصد عصاره آبی در انواع مختلف چای سیاه و سبز

*حروف B, C, K, Q, R, S, T مربوط به نمونه‌های چای سبز است.

مقایسه میانگین درصد آنتی‌اکسیدانی در انواع مختلف چای

عمومی بدن می‌شوند. تحقیقات نشان داده است که کاتچین موجود در برگ سبز چای، نقش مهمی در جلوگیری از بیماری‌های قلبی-عروقی، ناراحتی‌های گوارشی و برخی از سرطان‌ها دارند. در ساخت چای سبز پس از برگ‌چینی ابتدا شاخساره‌های چای را در معرض گرما قرار می‌دهند. در این عمل آنزیم‌های داخل برگ، غیرفعال می‌شوند در نتیجه اکسیداسیون (تخمیر) اتفاق نمی‌افتد. بدین ترتیب ترکیبات شیمیایی چای سبز شبیه شاخساره‌های تازه‌ی چای می‌باشد. چای سبز در دنیا در انواع مختلف و با نام‌های گوناگون (با توجه به نوع فرآوری) تولید می‌شود که هر نوع دارای ویژگی‌های فیزیکی، حسی و شیمیایی مخصوص به خود می‌باشد (گروه مولفان، ۱۳۹۹).

مقایسه میانگین درصد آنتی‌اکسیدان در انواع مختلف چای (شکل ۶) نشان داد که میانگین درصد آنتی‌اکسیدان در انواع چای تفاوت معنی‌دار داشتند. میانگین درصد آنتی‌اکسیدان اندازه‌گیری شده در ۲۰ نمونه چای در محدوده ۹۳/۱-۳۵/۰٪ قرار داشت که از این میان هفت نوع چای سبز در محدوده ۹۳/۱-۸۹/۵٪ و سیزده نوع چای سیاه در محدوده ۷۵/۷-۳۵/۰٪ قرار داشت. بیشترین میزان آنتی‌اکسیدان در نمونه چای شماره ۲ از انواع چای سبز و کمترین میزان آنتی‌اکسیدان در نمونه چای سیاه بود. در چای سبز به‌علت دست نخورده ماندن پلی‌فنل‌ها (کاتچین‌ها) طی فرآیندی موسوم به آنزیم‌بری، خواص آنتی‌اکسیدانی بیشتر از چای سیاه حفظ می‌شود. آنتی‌اکسیدان‌ها در برگ سبز چای موجب تقویت سلامت



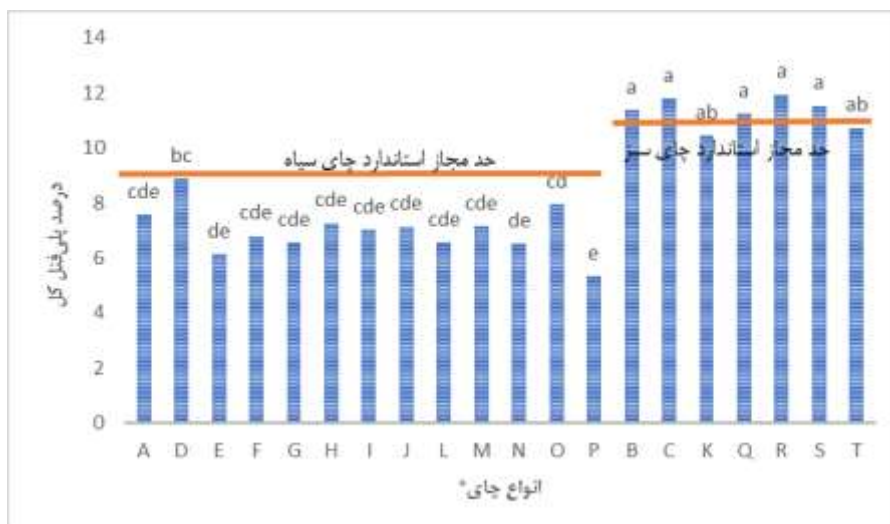
شکل ۶- مقایسه میانگین درصد فعالیت آنتی اکسیدان در انواع مختلف چای سیاه و سبز

* حروف B, C, K, Q, R, S, T مربوط به نمونه‌های چای سبز است.

مقایسه میانگین مقدار پلی فنل در انواع مختلف چای

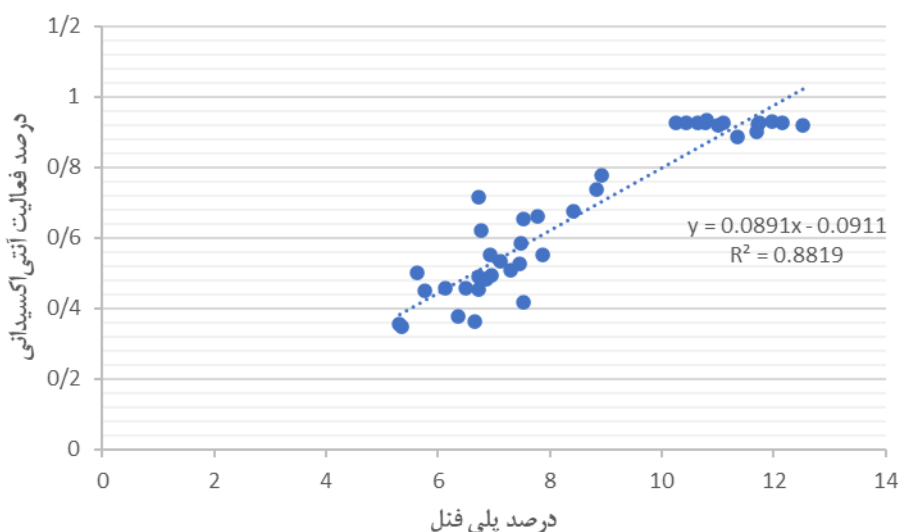
کمتر از حد مجاز استاندارد خواهند بود. مقدار ترکیبات پلی فنلی در گیاه چای تحت تاثیر عوامل اقلیمی و به ویژه وراثتی متغیر است. میانگین درصد پلی فنل در برگ سبز چای موجود در باغات چای ایران ۸/۴ درصد گزارش شده است (شیرینفکر و همکاران، ۱۴۰۲).

مقایسه میانگین درصد پلی فنل در انواع مختلف چای (شکل ۷) نشان داد که میانگین درصد پلی فنل در انواع چای تفاوت معنی دار داشت. میانگین درصد پلی فنل اندازه گیری شده در بیست نمونه چای در محدوده ۵/۳-۱۱/۹ % قرار داشت که از این میان هفت نوع چای سبز در محدوده ۴/۹-۱۰/۱۱ % و سیزده نوع چای سیاه در محدوده ۷/۹-۵/۳ % قرار داشت. بیشترین میزان پلی فنل در نمونه چای سبز و کمترین میزان در نمونه چای سیاه بود. استاندارد ملی ایران (۱۳۹۲ و ۱۳۹۳) کمترین مقدار مجاز پلی فنل را در چای سیاه ۹ و در چای سبز ۱۱ درصد اعلام نموده است که در این صورت انواع چای سیاه مورد مطالعه در این پژوهش



شکل ۷- مقایسه میانگین درصد پلی فنل در انواع مختلف چای سیاه و سبز

*حروف B, C, K, Q, R, S, T مربوط به نمونه‌های چای سبز است.



شکل ۸- همبستگی درصد پلی فنل و فعالیت آنتی اکسیدانی در انواع مختلف چای سیاه و سبز

می‌افتد، منظور از تخمیر این است که، پس از آسیب مکانیکی که به برگ سبز چای تازه برداشت شده وارد می‌شود، عملیات اکسیداسیون و هیدرولیز در حضور اکسیژن اتفاق می‌افتد. بر اساس این واکنش، آنزیم پلی فنل اکسیداز که بیشترین فعالیت را در تخمیر (اکسیداسیون) دارد، پلی فنل‌های موجود در شیر سلولی برگ چای را متحمل تغییرات شیمیایی می‌کند و آنها را به ترکیبات معطر فرار، رنگ و طعم تبدیل می‌کند. در حالی که در فرآیند تولید چای سبز آنزیم بری با سرعت خیلی بالا در برگ‌های تازه

ارتباط مستقیمی بین میزان پلی فنل‌های عصاره با ظرفیت آنتی اکسیدانی وجود دارد. هرچه مقدار پلی فنل بیشتر باشد، مقدار آنتی اکسیدان هم بیشتر خواهد بود. در این مطالعه ضریب همبستگی مثبت و معنی‌داری (۰/۸۸) بین مقدار پلی فنل نمونه‌ها با درصد فعالیت آنتی اکسیدانی در آنها مشاهده شد (شکل ۸). با توجه به نتایج بدست آمده علت بیشتر بودن پلی فنل‌ها و آنتی اکسیدان‌ها در چای سبز نسبت به چای سیاه، تفاوت در فرآیند تولید این دو نوع چای است. در فرآیند تولید چای سیاه تخمیر (اکسیداسیون) اتفاق

برداشت شده چای، به منظور غیر فعال کردن آنزیم‌های اکسید کننده مانند پلی‌فنل اکسیداز صورت می‌گیرد. در واقع

در فرآیند تولید چای سبز تخمیر رخ نمی‌دهد (گروه مؤلفین، ۱۳۸۷).

جمع‌بندی

ترکیب شیمیایی چای به عوامل زیادی از جمله ژنتیکی، شرایط اقلیمی، عملیات باغبانی، فصل برداشت، نوع و روش فراوری وابسته است. طی فراوری چای ترکیبات شیمیایی برگ سبز دستخوش تغییراتی می‌گردند که نه تنها ظاهر، رنگ، عطر و طعم (ویژگی‌های فیزیکی) محصول نهایی، بلکه خصوصیت شیمیایی آن را تحت تاثیر قرار می‌دهند. پلی‌فنل‌ها که از مهمترین ترکیبات در چای به ویژه از نظر خواص دارویی هستند، در تغییرات ناشی از فراوری چای به ترکیبات رنگی اکسید می‌شوند. ترکیبات حاصل از اکسیداسیون پلی‌فنل‌ها در رنگ و طعم چای به ویژه چای سیاه نقش مهمی دارند اما از نظر خواص دارویی از ارزش کمتری برخوردار هستند. هرچه زمان اکسیداسیون برگ سبز

کوتاه‌تر باشد خواص دارویی پلی‌فنل بیشتر حفظ می‌شود، به طوری که در چای سبز به دلیل حذف کامل اکسیداسیون بیشترین مقدار پلی‌فنل در محصول باقی می‌ماند. با توجه به بررسی‌های انجام شده در این تحقیق، انواع مختلف چای سبز از نظر میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی و پلی‌فنل با انواع چای سیاه تفاوت معنی‌دار داشتند و میانگین فعالیت آنتی‌اکسیدان و پلی‌فنل در انواع چای سبز به ترتیب ۰/۹۲ و ۱۱/۳ و در انواع چای سیاه ۰/۵۳ و ۶/۹ درصد بود. لذا خواص بهداشتی و دارویی چای سبز بیشتر از چای سیاه بوده اما خواص آنتی‌اکسیدانی در چای سیاه نیز نسبت به بسیاری از مواد غذایی از مقادیر قابل توجهی برخوردار است.

پیام ترویجی

خاصیت آنتی‌اکسیدانی پلی‌فنل‌ها موجب حفظ سیستم ایمنی بدن انسان و پیشگیری بسیاری از بیماری‌ها می‌شود. این ترکیبات به میزان قابل توجهی در چای سبز و سیاه که بخشی از رژیم غذایی متعادل برای سلامت هستند، قرار دارد. همچنین می‌توان از چای در تولید محصولات جدید مانند مکمل‌های غذایی یا نوشیدنی‌های حاوی پلی‌فنل‌های طبیعی بهره برد، که علاوه بر ایجاد ارزش افزوده برای صنعت چای، در ارتقای سلامت مصرف کنندگان موثر است.

فهرست منابع منتخب

شیرین فکر، احمد، اوستان، شاهین، نجفی، نصرت‌اله و ریحانی‌تبار، عادل. (۱۴۰۲). بررسی رابطه اسیدیته خاک با برخی از ویژگی‌های کیفی برگ سبز چای در چای‌کاری‌های استان گیلان. پژوهش‌های خاک. ۳۷(۳): ۲۵۹-۲۷۶.

نصیری راد رضا، حداد خدا پرست محمد حسین، الهامی راد امیرحسین، روفی گری حقیقت شیوا، (۱۳۹۱). بررسی تاثیر فصل برداشت و شرایط دم آوری بر میزان کل ترکیبات فنولیک چای سبز ایرانی. نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران. ۳۴۹-۳۵۲:۴

- Anesini C, Ferraro G, Filip R, (2008). Total polyphenol content and Antioxidant capacity of commercially Available tea (*Camellia sinensis*) in Argentina. Food chemistry. 56: 9225-9229.
- Farhoosh R, Golmovahhed GA and Khodaparast MH, (2007). Antioxidant activity of various extracts of old tea leaves and black tea wastes (*Camellia sinensis* L.). Food Chemistry 100(1): 231-236.
- 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.
- Lee K.W. Lee H.J. Lee C.Y. (2002). Antioxidant activity of Black tea VS. green tea. J. nutr. 132-785.
- Pripdeevech P, Machan T. (2011). Fingerprint of Volatile Flavour Constituents and antioxidant activities of teas from Thailand. Food chemistry. 125: 797-802.