

## بررسی اثر آنتی‌اکسیدان‌های استخراج شده از چای سبز روی ویژگی‌های فیزیکی کاغذ بسته‌بندی چای کیسه‌ای سیاه و ماندگاری محصول

شیما نوری<sup>a\*</sup>، مریم میزانی<sup>b</sup>، عباس گرامی<sup>c</sup>، محمد فرقانی<sup>d</sup>

<sup>a</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، گروه مهندسی کشاورزی- علوم و صنایع غذایی،

تهران، ایران

<sup>b</sup> دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشکده علوم و مهندسی صنایع غذایی، تهران، ایران

<sup>c</sup> دانشیار دانشگاه تهران، دانشکده ریاضی، گروه آمار و علوم کامپیوتر، تهران، ایران

<sup>d</sup> کارشناس ارشد دانشگاه آزاد اسلامی، واحد سبزوار، گروه مهندسی کشاورزی- علوم و صنایع غذایی، سبزوار، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۰/۳/۲۹

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۰/۲/۱۸

۲۹

### چکیده

**مقدمه:** چای یکی از پرمصرف‌ترین نوشیدنی‌های جهان است. در میان انواع مختلف چای، چای سبز منبع سرشار از ترکیبات آنتی‌اکسیدانی موسوم به کاتچین‌ها است که به علت دارا بودن خواص سلامتی بخش بسیار مورد توجه و تحقیق قرار گرفته‌اند. در اثر مرحله اکسیداسیون که از مراحل تولید چای سیاه است از میزان فعالیت این ترکیبات ارزشمند کاسته شده و به تئاروبیگین، رنگ چای سیاه تبدیل می‌شوند. هدف اصلی از انجام این پژوهش بررسی اثر آنتی‌اکسیدان‌های استخراج شده از چای سبز بر روی ویژگی‌های فیزیکی ماده بسته بندی چای کیسه‌ای سیاه و همچنین بررسی میزان در دسترس بودن این آنتی‌اکسیدان چای سبز در حین مصرف چای کیسه‌ای سیاه است.

**مواد و روش‌ها:** عصاره چای سبز توسط استخراج دو مرحله‌ای در آب در دو دمای ۵۰°C و ۸۰°C تهیه شد، این دو دما در ۴ زمان مختلف تیمارهای (۱۰ دقیقه، ۱۰ دقیقه)، (۱۰ دقیقه، ۲۰ دقیقه)، (۲۰ دقیقه، ۱۰ دقیقه) و (۲۰ دقیقه، ۲۰ دقیقه) را اعمال گردید. عصاره نهایی از هر تیمار بر روی کاغذ بسته‌بندی (فیلتر) اسپری شد و آنالیز ویژگی‌های فیزیکی آن و میزان نفوذ هوا از آن بلافاصله پس از تولید و ۳ ماه پس از آن انجام شد. به علاوه فعالیت و غلظت آنتی‌اکسیدان رها شده در حین مصرف چای کیسه‌ای سیاه توسط پودر DPPH و HPLC بررسی گردید و همچنین ارزیابی حسی جهت تعیین ویژگی‌های ارگانولپتیکی صورت پذیرفت.

**یافته‌ها:** نتایج نشان می‌دهند که غلظت آنتی‌اکسیدان در تیمارها نسبت به شاهد (چای سیاه) ۴۵-۵۰٪ افزایش داشته است. نفوذ هوا در فیلتر تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. استحکام کششی در تیمارها نسبت به نمونه تیمار شده ۱-۱/۵٪ کاهش داشت. و نمونه‌های تولید شده نسبت به نمونه شاهد کمی گس‌تر بودند.

**نتیجه گیری:** در میان تیمارها بهترین نتیجه مربوط به تیمار ۳ با شرایط (۲۰ دقیقه، ۱۰ دقیقه) بود زیرا بالاترین غلظت آنتی‌اکسیدان فعال و کمترین گسی را از خود نشان داد.

**واژه‌های کلیدی:** استحکام کششی، چای سبز، فیلتر بسته‌بندی چای کیسه‌ای، قدرت و غلظت آنتی‌اکسیدانی

## مقدمه

چای یکی از پر مصرف‌ترین و بعد از آب ارزان‌ترین نوشیدنی جهان است و به ۳ دسته تخمیر شده (چای سیاه)، نیمه تخمیری (چای اولونگ) و تخمیر نشده (چای سبز) تقسیم می‌شود (Dalluge & Nelcon, 2000; Sharma et al., 2004). گرچه مصرف کنندگان عمده چای در آسیا هستند ولی امروزه به دلیل ارتباط بین مصرف چای و پیشگیری از برخی بیماری‌ها در انسان روز به روز بر مصرف کنندگان این نوشیدنی افزوده می‌شود (Dalluge & Nelcon, 2000; Cabrera et al., 2006). در سال ۲۰۰۷ Shinichiro Takashima و همکاران، آنتی‌اکسیدان‌های چای سبز را استخراج کرده و کاتچین بدون کافئین را به بسته‌بندی نوشیدنی‌های انرژی‌زای ورزشی افزودند، این مواد آنتی‌اکسیدان دو نقش داشتند اول تامین نیاز روزانه بدن جوانان به آنتی‌اکسیدان برای جلوگیری از واکنش‌های اکسیداسیون مخرب در مغز انسان و دوم جلوگیری از اکسیداسیون عطر و طعم‌های افزوده شده به نوشیدنی. مصرف سرانه چای در دنیا ۱۲۰ میلی لیتر در روز است که ۷۶-۷۸٪ آن متعلق به چای سیاه، ۲۰-۲۲٪ مربوط به چای سبز و ۲٪ آن متعلق به چای اولونگ است (Cabrera et al., 2006). در مواد غذایی گوناگون ترکیباتی وجود دارند که ارزش آن‌ها در خواص سلامتی بخش آن‌ها است مانند کاتچین‌ها که پلی‌فنل‌های درون برگ چای می‌باشند. این ترکیبات باعث تلخی و گسی در طعم چای می‌شوند پس هر چه مقدار آن‌ها بیشتر باشد این طعم بیشتر احساس می‌شود مانند تلخی و گسی در چای سبز در مقایسه با چای سیاه (Wang, Provan, Helliwell, 2000). کاتچین‌های مهم فعال عبارتند از اپی‌گالو کاتچین گالات (EGCG)<sup>۱</sup>، اپی‌گالو کاتچین (EGC)<sup>۲</sup>، اپی‌کاتچین گالات (ECG)<sup>۳</sup> و اپی‌کاتچین (EC)<sup>۴</sup> هستند (Bazinet, Labbe, Tremblay, 2007). بر اساس نتایج بدست آمده از تحقیقات پیشین نشان داده شده که فعالیت و مقدار EGCG از سایر کاتچین‌ها بیشتر است (Yang, Landau, 2000). جداسازی کاتچین‌ها از چای سبز در پژوهش‌های مختلفی در سراسر جهان توسط روش‌های متفاوت صورت گرفته

است و افزودن این ماده به عنوان آنتی‌اکسیدان بیشتر به مواد آرایشی و بهداشتی و در برخی موارد در محصولات غذایی مانند روغن‌ها برای جلوگیری از اکسیداسیون اسیدهای چرب، در غذاهای دامی برای حفظ سلامت دام و بهبود کیفیت محصولات دامی، به عنوان یک ترکیب ضد میکروبی در برخی مواد غذایی و در نهایت به عنوان ترکیبی فعال برای سلامت انسان در غذاها استفاده می‌شود. (جاوید، ۱۳۸۴; Yilmaz & Swaminatan, 2006). استخراج کاتچین‌ها توسط آب در دو مرحله توسط Labbe, Tetu, Trudel, Bazinet, 2008 و Bazinet, Labbe and Tremblay 2007 انجام شده است و آن‌ها نشان دادند مقدار قابل توجهی از کاتچین به خصوص EGCG از چای توسط آب استخراج می‌شود که در مقایسه با استخراج با حلال بازده پایین تر دارد و جدا کردن سایر مواد در آن صورت نمی‌پذیرد ولی این کاتچین استخراج شده احتیاج به جداسازی حلال ندارد و در ترکیب با ماده شیمیایی قرار نمی‌گیرد. بر طبق گزارشات Cabrera, Artacho, Gime'nez, 2006 و Tang Ho, Lin, Shahidi, 2009 در برگ تازه چای ۳۰٪ وزن خشک کاتچین (پلی‌فنل) وجود دارد که در چای سیاه تنها ۵٪ آن باقی می‌ماند و باقی آن در اثر اکسیداسیون به ترکیبات رنگی تبدیل می‌شود در حالی که در چای سبز تمام پلی‌فنل‌ها به شکل واقعی خود باقی می‌مانند. در مطالعات گذشته نشان داده شده است که بین مدت زمان استخراج و غلظت کاتچین نسبت مستقیم وجود دارد و همچنین گفته شده که کاتچین‌ها به دو دسته وابسته به زمان مانند EGC, EC و وابسته به دما و زمان مانند ECG, EGCG, GCG, C تقسیم می‌شوند، بر اساس این مشاهدات می‌توان نتیجه گرفت هر چه زمان استخراج بیشتر باشد غلظت آنتی‌اکسیدان بیشتر و نوع آنتی‌اکسیدان استخراج شده متفاوت می‌شود، در نتیجه اثر ماندگاری آن‌ها روی یکدیگر نیز متفاوت خواهد بود (Labbe, Tremblay, Bazinet, 2006). در سال ۱۹۹۹ Szeto و Benzie قدرت آنتی‌اکسیدان‌های چای سبز را بوسیله آزمون FRAP نشان دادند و ثابت کردند که قدرت آنتی‌اکسیدان‌های چای سبز از ویتامین C بیشتر است. در سال ۲۰۰۳ Vahakopus Mika در پژوهشی

<sup>1</sup> Epigallocatechingallate

<sup>2</sup> Epigallocatechin

<sup>3</sup> Epicatechingallate

<sup>4</sup> Epicatechine

دقیقه غوطه‌ور گشتند و عصاره خارج شده از آن‌ها برای آزمون مورد استفاده قرار گرفت. جهت اندازه‌گیری غلظت آنتی‌اکسیدان توسط دستگاه HPLC عصاره خارج شده از چای کیسه‌ای توسط دستگاه لیوفلایزر با  $10^{-1} \times 6$  مگابار و دمای ۴۵- درجه‌سانتی‌گراد به صورت پودر درآمد. در فریزر ۲۲- درجه‌سانتی‌گراد تا زمان آزمون نگهداری شدند نمونه‌های مورد آزمایش در جدول ۱ نشان داده شده‌اند.

### - آزمون‌های فیزیکی، شیمیایی و حسی

تمامی آزمون‌های فیزیکی، شیمیایی و حسی در ۳ تکرار انجام شد.

اندازه‌گیری استحکام کششی در جهت طولی، عرضی و جهت طولی در حالت مرطوب: این آزمون توسط دستگاه اینسترون مدل Instron 5566 (ساخت آمریکا) و مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۲۵۰۶ انجام شد.

اندازه‌گیری میزان نفوذ هوا: این آزمون توسط دستگاه Airtronic به منظور مشخص کردن میزان منافذ مسدود شده در اثر تیمار انجام شد و کلیه شرایط آزمون بر طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۲۵۰۶ صورت پذیرفت.

اندازه‌گیری غلظت آنتی‌اکسیدان در این آزمون از دستگاه HPLC مدل LC10AD - Shimadzu استفاده شد. مشخصات تنظیم شده برای این آزمون به شرح زیر می‌باشد: ستون RP C18-water (Octadecyl-interoduced silica gel) دمای ستون ۳۵ درجه سانتی‌گراد. فاز متحرک: استونیتریل mol/lit ۰/۱ اسید ارتوفسفریک در آب (w/v) با سرعت ml/min ۰/۱. دتکتور: UV : 275 nm.

اندازه‌گیری قدرت آنتی‌اکسیدانی: از پودر DPPH (شرکت Sigma) محلول ۰/۱ میلی مولار با متانول تهیه شد (۰/۰۴ گرم از DPPH در ۱۰۰ میلی لیتر متانول)، ابتدا ۲ میلی لیتر محلول در هر لوله آزمایش توسط Sampler ریخته می‌شود، سپس در هر ۳ تکرار به ترتیب میزان مشخص شده از نمونه (۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میکرولیتر) اضافه می‌گردد. رنگ DPPH در ابتدا بنفش است و پس از اضافه شدن نمونه به آن بر اساس میزان قدرت آنتی‌اکسیدانی از صورتی کمرنگ تا زرد تغییر می‌کند.

کوت کردن کاغذ با روش اسپری توسط رنگ را نشان دادند و بیان کردند که مزایای اسپری نسبت به غلطک شامل یکنواختی رنگ در سراسر فیلتر، جمع نشدن رنگ در لبه‌های فیلتر، کمتر مسدود شدن منافذ فیلتر و صرفه جویی در مقدار رنگ می‌باشد. هدف اصلی از انجام این پژوهش بررسی اثر آنتی‌اکسیدان‌های استخراج شده از چای سبز بر روی ویژگی‌های فیزیکی ماده بسته‌بندی چای کیسه‌ای سیاه و میزان در دسترس بودن این آنتی‌اکسیدان در حین مصرف چای سیاه می‌باشد.

### مواد و روش‌ها

در این بررسی ۴ تیمار عصاره استخراج شده از چای سبز وجود دارد که با ۴ دمای متفاوت از برگ چای استخراج شده‌اند و هر تیمار در ۳ تکرار انجام شده است. تیمارها عبارتند از دو مرحله استخراج برای هر نمونه در دو زمان متفاوت و با دماهای ثابت به ترتیب دمای مرحله اول ۵۰ درجه‌سانتی‌گراد و دمای مرحله دوم استخراج ۸۰ درجه سانتی‌گراد است و زمان مربوط به این دو مرحله به ترتیب برای تیمارهای ۱ تا ۴ شامل ۱۰:۱۰، ۲۰:۱۰، ۱۰:۱۰ و ۲۰:۲۰ دقیقه می‌باشد. نمونه شاهد در این آزمایش چای سیاه و چای سبز است، چای سبز چینی از محصولات وارداتی یکی از کارخانه‌های معتبر به شماره LOTM4 و چای سیاه بهاره لاهیجان از بازار تهران خریداری شد. ماده بسته‌بندی چای کیسه‌ای با شرایط استاندارد ملی ایران به شماره ۲۵۰۶ از شرکت Schoeller (سریلانکا) خریداری شد. استاندارد برای اندازه‌گیری غلظت آنتی‌اکسیدان EGCG به روش HPLC از شرکت Sigma تهیه شد و همچنین پودر DPPH برای اندازه‌گیری قدرت آنتی‌اکسیدان از شرکت Sigma خریداری شد، این پودر به صورت محلول ۰/۱ میلی‌مولار در متانول مورد استفاده قرار گرفت. جهت آماده‌سازی نمونه‌ها عصاره چای سبز توسط دستگاه پیستوله با قطر ۱/۸ میلی‌متر و فشار ۳۰۰ Psi، بر روی فیلتر، ماده بسته‌بندی اسپری گردید سپس این مواد بریده شده و درون آن‌ها ۲ گرم از چای سیاه پر شد، سپس به صورت دستی بسته بندی شدند و به شکل کیسه چای آماده گردید. تیمارهای حاضر شده و نمونه‌های شاهد هر کدام در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب ۸۰ درجه سانتی‌گراد برای ۵

## بررسی اثر آنتی اکسیدان‌های چای سبز روی ویژگی‌های فیزیکی کاغذ بسته بندی

جدول ۱- کد شناسایی نمونه‌های شاهد و تولید شده

کد و نام تیمار	زمان استخراج عصاره
۱ چای سبز (شاهد)	-
۲ چای سیاه (شاهد)	-
۳ تیمار ۱	۱۰ دقیقه مرحله اول و ۱۰ دقیقه مرحله دوم
۴ تیمار ۲	۱۰ دقیقه مرحله اول و ۲۰ دقیقه مرحله دوم
۵ تیمار ۳	۲۰ دقیقه مرحله اول و ۱۰ دقیقه مرحله دوم
۶ تیمار ۴	۲۰ دقیقه مرحله اول و ۲۰ دقیقه مرحله دوم

جدول ۳، ۴ و ۵ ارائه شده است. در جداول ۶ و ۷ نتایج حاصل از آزمایشات نفوذ هوا بر روی فیلتر چای کیسه‌ای بین تیمارها و در طی نگهداری آورده شده است. نتایج آزمون سنجش قدرت و غلظت آنتی اکسیدانی در نمونه‌های شاهد و تیمارهای مورد آزمایش و روند تغییرات این فاکتورها در طی مدت ماندگاری و بررسی اثر اسپری کردن بر روی کاهش قدرت و غلظت آنتی‌اکسیدانی در عصاره استخراج شده در جداول ۸ و ۹ و ۱۰ نشان داده شده است. بررسی اثر اسپری کردن در ویژگی‌های حسی چای کیسه‌ای میان نمونه‌های تیمار شده و نمونه شاهد در نمودارهای شماره ۱ تا ۴ نشان داده شده است. در آزمون HPLC و تعیین غلظت آنتی‌اکسیدان، پیک مربوط به ترکیب آنتی‌اکسیدان اپی‌گالوکاتچین‌گالات (EGCG)، در حد فاصل زمان‌های ۶ تا ۷ دقیقه ظاهر شد.

همانگونه که در شکل ۱ مشاهده می‌شود  $RT^1$  و سطح زیر منحنی<sup>۲</sup> به ترتیب نشان دهنده زمان خارج شدن پیک مربوط به نمونه و غلظت آن است. منحنی کالیبراسیون<sup>۳</sup> در شکل ۲ دیده می‌شود که از استوک<sup>۴</sup> ۱ به ۵ شروع می‌شود و آخرین نقطه مربوط به استوک ۱ به ۱۰۰ است که از محلول اولیه (۵ میلی‌گرم از پودر استاندارد که با ۱۰ میلی‌لیتر فاز مایع رقیق شده است) بدست آمده است. نمونه‌ای از کروماتوگرام‌های مربوط به نمونه‌های چای در شکل‌های ۳ الی ۸ دیده می‌شود، همانگونه که مشاهده می‌شود بر اساس  $RT$  می‌توان نتیجه گرفت که پیک خارج شده در دقایق ۶ تا ۷، مربوط به EGCG می‌باشد و بر اساس سطح زیر منحنی آن غلظت آن در مقایسه با استاندارد محاسبه گردید.

رنگ‌سنجی توسط اسپکتروفتومتر: دستگاه رنگ سنجی مدل Cary cone 100 استفاده شد. ابتدا صفر دستگاه توسط اتانول تنظیم شد سپس نمونه‌های شاهد درون دستگاه قرار داده شده و عدد جذب آن تعیین شد و در آخر نمونه‌ها، به ترتیب در دستگاه قرار داده شد و در طول موج ۵۱۷ نانومتر میزان جذب خوانده شد.

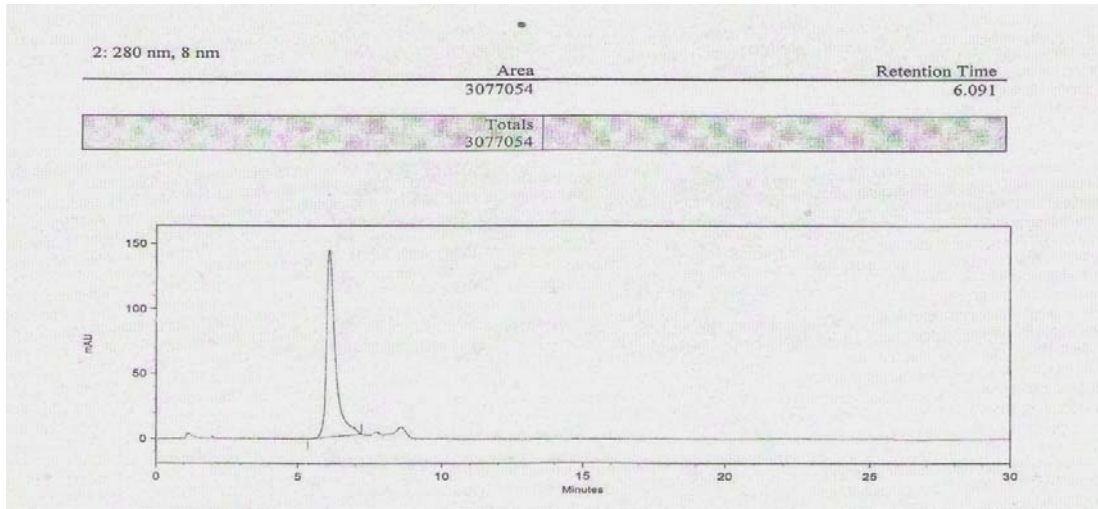
ارزیابی حسی: نمونه‌ها توسط ۶ نفر ارزیاب حرفه‌ای در بدو تولید و ۳ ماه پس از تولید با استفاده از روش هدونیک بررسی شدند. از هر نمونه ۲ تکرار در اختیار ارزیاب قرار گرفت که یکی نمونه تازه تولید شده و دیگری نمونه پس از ۳ ماه تولید بود. پرسشنامه‌ها جهت ۶ صفت رنگ، عطر، طعم، شفافیت، گسی و شفافیت رنگ طراحی شد که برای هر صفت ۹ ارزش از ۱ تا ۹ (بسیار عالی تا غیر قابل قبول) تعیین گردید. ارزیاب‌ها تفاوت میان تیمارها و نمونه شاهد و همچنین تفاوت میان نمونه تازه و نمونه نگهداری شده را بر حسب صفات تعیین شده ارزیابی نمودند.

تجزیه و تحلیل آماری: تجزیه و تحلیل آماری نتایج توسط نرم افزار SPSS و Minitab و روش Two-Way ANOVA و Paired-Sample T-Test به صورت طرح بلوک کامل تصادفی  $P < 0,05$  انجام شد. همچنین نمودارها و جداول در نرم‌افزار Excel تهیه شدند.

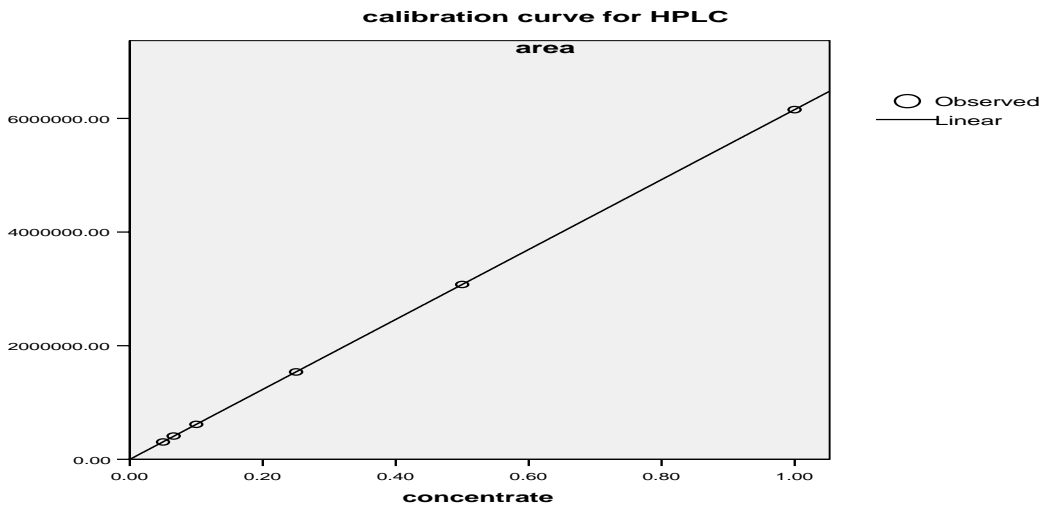
## یافته‌ها

اثر اسپری کردن عصاره چای بر روی استحکام کششی در جهت طولی، عرضی و طولی در حالت مرطوب فیلتر چای کیسه‌ای و مقایسه بین تیمارها در جدول شماره ۲ نشان داده شده است همچنین روند تغییرات استحکام کششی فیلتر چای کیسه‌ای اسپری شده در جهت طولی، عرضی و طولی در حالت مرطوب در طی نگهداری به ترتیب در

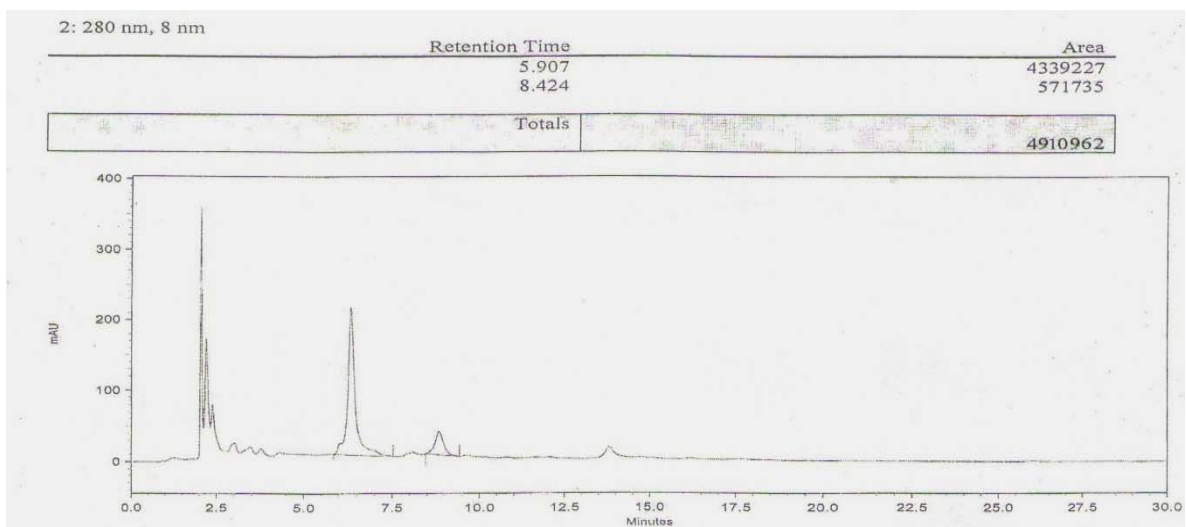
<sup>1</sup> Retention Time<sup>2</sup> Area<sup>3</sup> Calibration Curve<sup>4</sup> Stock



شکل ۱- کروماتوگرام مربوط به استاندارد EGCG، استوک ۰/۱



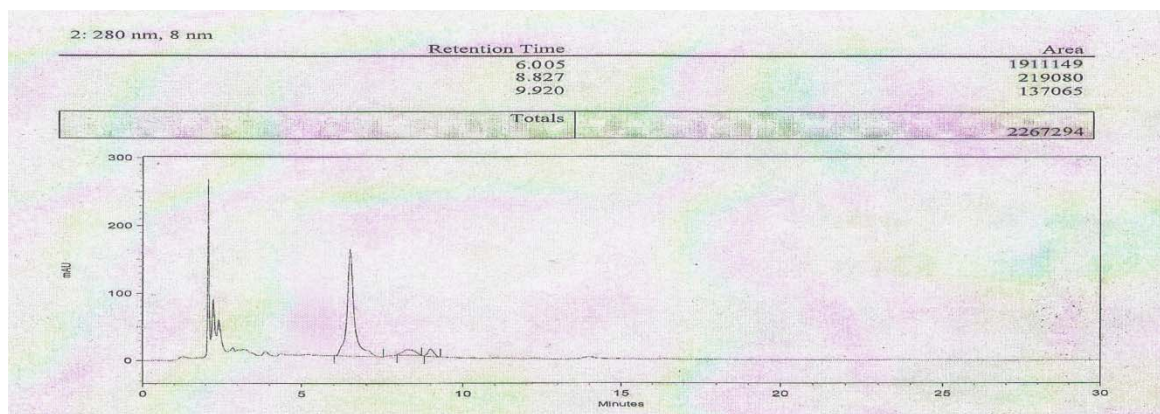
شکل ۲- منحنی کالیبراسیون HPLC براساس غلظت‌های متفاوت استاندارد EGCG



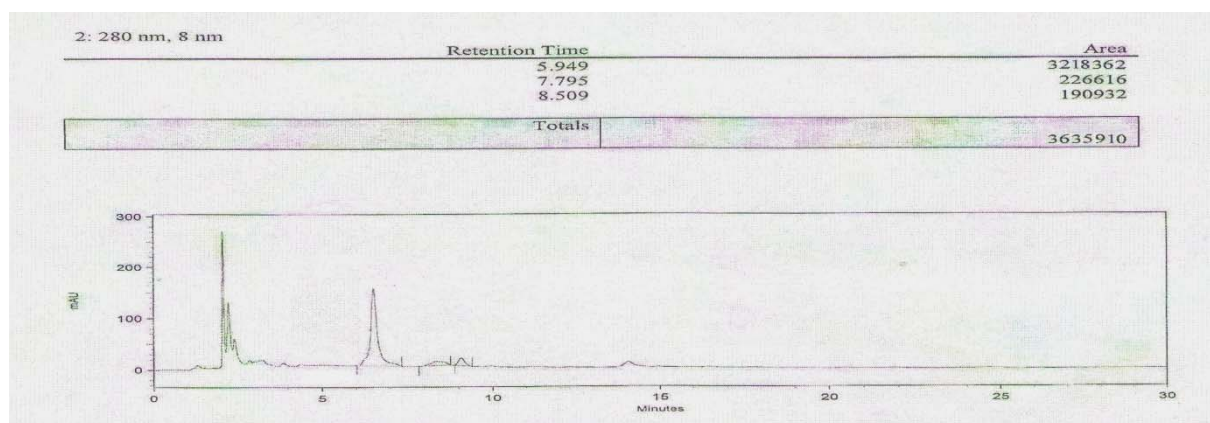
شکل ۳- کروماتوگرام مربوط به نمونه چای سبز استخراج شده



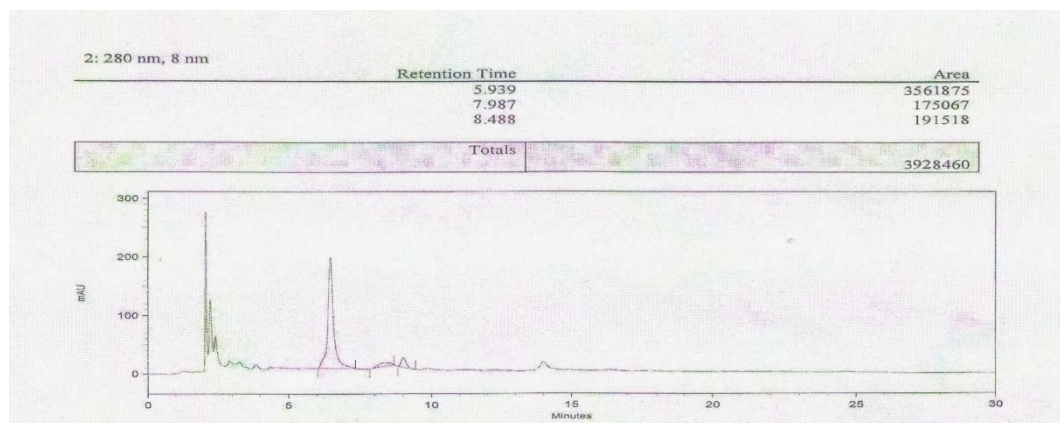
بررسی اثر آنتی اکسیدان‌های چای سبز روی ویژگی‌های فیزیکی کاغذ بسته بندی



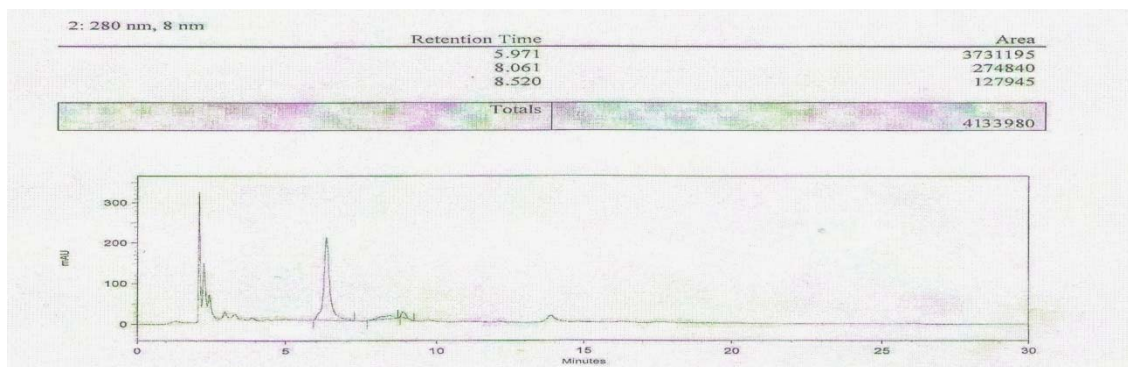
شکل ۴- کروماتوگرام مربوط به نمونه چای کیسه‌ای سیاه تیمار نشده



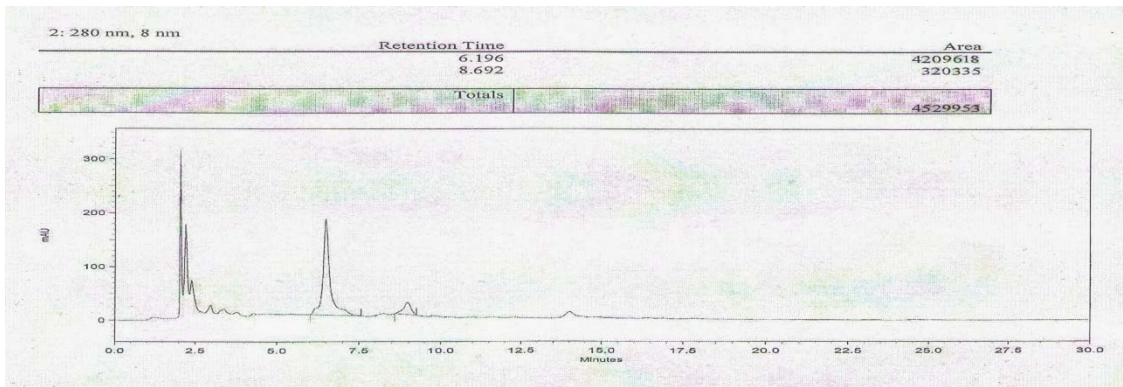
شکل ۵- کروماتوگرام مربوط به تیمار ۱ اسپری شده (۱۰:۱۰)



شکل ۶- کروماتوگرام مربوط به تیمار ۲ اسپری شده (۱۰:۲۰)



شکل ۷- کروماتوگرام مربوط به تیمار ۳ اسپری شده (۲۰:۱۰)



شکل ۸- کروماتوگرام مربوط به تیمار ۴ اسپری شده (۲۰:۲۰)

## بحث

نتایج آزمون اثر اسپری کردن عصاره چای سبز بر روی استحکام کششی در جهت طولی، عرضی و جهت طولی در حالت مرطوب فیلتر چای کیسه‌ای و مقایسه بین تیمارها در جدول ۲ نشان داده شده است. محدوده ذکر شده استحکام کششی در استاندارد ملی ایران به شماره ۲۵۰۶، در جهت طولی و در حالت خشک: حداقل ۱۰ نیوتن بر ۱۵ میلی‌متر فیلتر، در جهت عرضی و در حالت خشک: حداقل ۳/۵ نیوتن بر ۱۵ میلی‌متر فیلتر، در جهت طولی و در حالت مرطوب: حداقل ۱ نیوتن بر ۱۵ میلی‌متر فیلتر است. فیلتر شاهد بر اساس استاندارد ملی ایران انتخاب شده است و نتایج آزمون حاکی از آن است که فیلتر شاهد تمامی صفات مطابق با استاندارد را داراست. بر اساس جداول بدست آمده از تجزیه واریانس و همانگونه که در جدول ۲ نشان داده شده است، میان نمونه‌های تیمار شده و نشده از نظر استحکام کششی در جهت طولی تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال خطای کمتر از ۵٪ ( $P < 0/05$ ) وجود دارد. از نمونه ۱ تا نمونه ۴ استحکام کششی در جهت طولی در حال کاهش است به طوری که نمونه ۱ پس از شاهد بیشترین استحکام کششی را داراست به میزان ۱۴/۱۱۶۷ نیوتن بر ۱۵ میلی‌متر و نمونه ۴ دارای کمترین استحکام کششی است و به میزان ۱۲/۴۱۶۷ نیوتن بر ۱۵ میلی‌متر است. نتایج تحقیقات Yagi در سال ۲۰۰۵ و Rixon در سال ۱۹۹۶ نشان می‌دهد استحکام کششی فیلتر، با توجه به نوع ماده‌ی تیمار شونده محلول در چربی یا محلول در آب به ترتیب افزایش و یا کاهش پیدا می‌کند. همچنین ترکیبات محلول در چربی یا پلاستیسایزرها مانند متیل‌تری‌متوکسیلان باعث نرمی و لطافت فیلتر می‌شوند.

ترکیبات محلول در آب مانند آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی می‌توانند بسته به غلظتشان باعث شکننده شدن فیلتر شوند. در این تحقیق ترکیب تیمار کننده مواد آنتی‌اکسیدانی محلول در آب بوده و کاهش استحکام کششی را در تیمارها ۱ الی ۴ باعث شده است. تیمار ۱ و ۲ با هم تفاوت معنی‌دار ندارند، علت آن می‌تواند نزدیک بودن زمان استخراج عصاره برای این دو تیمار باشد که در نتیجه آن نوع آنتی‌اکسیدان‌های استخراج شده نزدیک به یکدیگر است. تیمار ۳ و ۴ نیز با یکدیگر تفاوت معنی‌دار ندارند که علت آن نیز می‌تواند نزدیک بودن زمان استخراج برای عصاره این دو تیمار باشد. البته کاهش استحکام کششی در جهت طولی در تمامی تیمارها حدود ۱/۵٪ است که در هیچ یک از تیمارها کمتر از محدوده استاندارد ملی ایران نمی‌باشد. بر اساس تحقیقات Yagi در سال ۲۰۰۵ تیمار کردن فیلتر بر استحکام کششی در جهت طولی و عرضی اثر مشابهی دارد و در این مورد نیز بر طبق استاندارد ملی ایران ۲۵۰۶ استحکام کششی از محدوده استاندارد خارج نمی‌شود. در آزمون استحکام کششی در جهت طولی در حالت مرطوب بر اساس نتایج جدول ۲، کلیه تیمارها نسبت به نمونه شاهد تفاوت معنی‌دار نشان داده بطوریکه هر چه غلظت آنتی‌اکسیدان استخراج شده در عصاره بیشتر باشد، استحکام فیلتر بیشتر کاهش پیدا کرده است. میزان کاهش استحکام کششی در حالت مرطوب ۱٪ برای تیمار ۱ و ۱/۳٪ برای تیمار ۴ است یعنی از تیمار ۱ به سمت تیمار ۴ کاهش استحکام بیشتر بوده است زیرا غلظت آنتی‌اکسیدان استخراج شده از تیمار ۱ به ۴، به دلیل افزایش زمان استخراج، افزایش یافته است. با وجود تفاوت معنی‌دار بین تیمارها و شاهد (به عنوان نمونه استاندارد)، در هیچ یک از

## بررسی اثر آنتی اکسیدان‌های چای سبز روی ویژگی‌های فیزیکی کاغذ بسته بندی

نمونه‌ها استحکام کششی در جهت طولی در حالت مرطوب از محدوده استاندارد ملی ایران شماره ۲۵۰۶ خارج نمی‌شود. جدول ۳ به ترتیب نشان‌دهنده نتایج حاصل از روند تغییرات استحکام کششی در جهت طولی، عرضی و در جهت طولی در حالت مرطوب در طی نگهداری است. بر اساس نتایج این جدول نگهداری فیلترها در استحکام کششی آن در هیچیک از تیمارها در جهت طولی، عرضی و طولی در جهت مرطوب تفاوت معنی‌داری ایجاد نمی‌کند.

جدول ۲- نتایج آزمون استحکام کششی (نیوتن بر ۱۵ میلی‌متر)

تیمار	استحکام کششی در جهت طولی	استحکام کششی در جهت عرضی	استحکام کششی در جهت طولی در حالت مرطوب
شاهد	۱۴/۳۲۵ ± ۰/۱۶۴ <sup>a</sup>	۴/۱۶۶۷ ± ۰/۰۰۸ <sup>a</sup>	۱/۵۸۱۷ ± ۰/۱۱۷ <sup>a</sup>
تیمار ۱	۱۴/۱۱۶۷ ± ۰/۱۴۷۳ <sup>b</sup>	۴/۱۷۸۳ ± ۰/۱۱۵۷ <sup>b</sup>	۱/۵۴۱۷ ± ۰/۱۹۴ <sup>b</sup>
تیمار ۲	۱۳/۶۰۰ ± ۰/۳۲۸۶ <sup>b</sup>	۳/۹۱۸۳ ± ۰/۱۳۸۱ <sup>b</sup>	۱/۵۰۸۳ ± ۰/۱۴۷ <sup>c</sup>
تیمار ۳	۱۳/۳۰۰ ± ۰/۳۲۲۵ <sup>c</sup>	۳/۶۳۳۳ ± ۰/۰۷۲۶ <sup>c</sup>	۱/۴۶۸۳ ± ۰/۰۲۰۴ <sup>d</sup>
تیمار ۴	۱۲/۴۱۶۷ ± ۰/۳۳۷۲ <sup>c</sup>	۳/۵۴۵۰ ± ۰/۰۳۳۹ <sup>c</sup>	۱/۳۸۶۷ ± ۰/۱۶۳ <sup>e</sup>

نتایج به صورت میانگین ± انحراف معیار گزارش شده و مقادیر با حروف فوقانی مشابه اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند ( $P < ۰/۰۵$ )

جدول ۳- نتایج روند تغییرات استحکام کششی در طی نگهداری (۳ ماه) (نیوتن بر ۱۵ میلی‌متر)

نوع آزمون	تیمار	تغییرات استحکام کششی در بدو تولید	تغییرات استحکام کششی در طی نگهداری (۳ ماه)
استحکام کششی در جهت طولی	شاهد	۱۴/۳۲۶۷ ± ۰/۲۰۸۲ <sup>a</sup>	۱۴/۳۲۳۳ ± ۰/۱۵۲۶ <sup>a</sup>
	تیمار ۱	۱۴/۱ ± ۰/۱ <sup>a</sup>	۱۴/۱۳۳۳ ± ۰/۲۰۸۲ <sup>a</sup>
	تیمار ۲	۱۳/۷۶۶۷ ± ۰/۳۰۵۵ <sup>a</sup>	۱۳/۴۳۳۳ ± ۰/۳۰۵۵ <sup>a</sup>
	تیمار ۳	۱۳/۱ ± ۰/۱ <sup>a</sup>	۱۳/۵ ± ۰/۳۶۰۶ <sup>a</sup>
استحکام کششی در جهت عرضی	تیمار ۴	۱۲/۵۶۶۷ ± ۰/۴۰۴۲ <sup>a</sup>	۱۲/۲۶۶۷ ± ۰/۲۳۰۹ <sup>a</sup>
	شاهد	۴/۱۶۶۷ ± ۰/۰۰۵۸ <sup>a</sup>	۴/۱۶۶۷ ± ۰/۰۱۱۶ <sup>a</sup>
	تیمار ۱	۴/۱۲۳۳ ± ۰/۰۳۲۲ <sup>a</sup>	۴/۲۳۳۳ ± ۰/۱۵۲۸ <sup>a</sup>
	تیمار ۲	۳/۹۶۶۷ ± ۰/۱۷۱۶ <sup>a</sup>	۳/۸۷ ± ۰/۱۰۵۸ <sup>a</sup>
استحکام کششی در حالت مرطوب	تیمار ۳	۳/۵۷۷ ± ۰/۰۴۰۴ <sup>a</sup>	۳/۶۹ ± ۰/۰۴۳۶ <sup>a</sup>
	تیمار ۴	۳/۵۵ ± ۰/۰۴۵۸ <sup>a</sup>	۳/۵۴ ± ۰/۰۲۶۵ <sup>a</sup>
	شاهد	۱/۵۷۳۳ ± ۰/۰۰۵۷ <sup>a</sup>	۱/۵۹ ± ۰/۰۱ <sup>a</sup>
	تیمار ۱	۱/۵۴۶۷ ± ۰/۰۲۰۸ <sup>a</sup>	۱/۵۲۶۷ ± ۰/۰۲۰۸ <sup>a</sup>
استحکام کششی در جهت عرضی	تیمار ۲	۱/۵۱ ± ۰/۱ <sup>a</sup>	۱/۵۰۶۷ ± ۰/۰۲۰۸ <sup>a</sup>
	تیمار ۳	۱/۴۶۶۷ ± ۰/۰۲۵۲ <sup>a</sup>	۱/۴۷ ± ۰/۰۲ <sup>a</sup>
	تیمار ۴	۱/۳۹ ± ۰/۰۱ <sup>a</sup>	۱/۳۸۳۳ ± ۰/۰۲۳۱ <sup>a</sup>

نتایج به صورت میانگین ± انحراف معیار گزارش شده و مقادیر با حروف فوقانی مشابه اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند ( $P < ۰/۰۵$ )

جدول ۴- اثر اسپری کردن عصاره چای بر میزان نفوذ هوا در فیلتر و ماندگاری آن در طی ۳ ماه (لیتر بر دقیقه)

تیمار	میزان نفوذ هوا	میزان نفوذ هوا در بدو تولید	میزان نفوذ هوا در طی نگهداری (۳ ماه)
شاهد	۱۵۲۸/۳۳ ± ۵۴/۳۳۱ <sup>a</sup>	۱۵۴۵ ± ۷/۸۱۰۳ <sup>a</sup>	۱۵۱۱/۶۶۷ ± ۸۰/۵۳۱ <sup>a</sup>
تیمار ۱	۱۵۱۸/۱۷ ± ۱۶/۶۴۱ <sup>a</sup>	۱۵۳۱/۳۳ ± ۱۰/۶۹۳ <sup>a</sup>	۱۵۰۵ ± ۶/۵۵۸ <sup>a</sup>
تیمار ۲	۱۴۹۷/۳۳ ± ۱۶/۳۹۱ <sup>a</sup>	۱۴۹۹/۳۳ ± ۱۰/۶۹۲۷ <sup>a</sup>	۱۴۹۵/۳۳ ± ۲۳/۳۵۳ <sup>a</sup>
تیمار ۳	۱۴۷۷/۶۷ ± ۲۷/۲۸۹ <sup>a</sup>	۱۴۸۹ ± ۲ <sup>a</sup>	۱۴۶۶/۳۳ ± ۳۸/۳۷۱ <sup>a</sup>
تیمار ۴	۱۴۴۵/۸۳ ± ۲۳/۶۱۸ <sup>a</sup>	۱۴۶۴ ± ۳۴/۰۴۴۱ <sup>a</sup>	۱۴۲۷/۶۶۷ ± ۲۶/۰۰۶ <sup>a</sup>

نتایج به صورت میانگین ± انحراف معیار گزارش شده و مقادیر با حروف فوقانی مشابه اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند ( $P < ۰/۰۵$ )



جدول ۵- نتایج آزمون غلظت آنتی اکسیدان توسط HPLC و روند تغییرات آن در طی نگهداری (میکروگرم بر میلی لیتر)

نوع چای	غلظت آنتی اکسیدان	غلظت آنتی اکسیدان در بدو تولید	غلظت آنتی اکسیدان در طی نگهداری (۳ ماه)
سیاه	$0.28517 \pm 0.044^a$	$0.32233 \pm 0.026^a$	$0.248 \pm 0.004^a$
سبز	$0.714 \pm 0.03^b$	$0.71 \pm 0.31^a$	$0.711 \pm 0.1^a$
تیمار ۱	$0.48217 \pm 0.045^c$	$0.521 \pm 0.02^a$	$0.44333 \pm 0.007^b$
تیمار ۲	$0.527 \pm 0.051^c$	$0.57343 \pm 0.005^a$	$0.4867 \pm 0.022^b$
تیمار ۳	$0.585 \pm 0.316^c$	$0.61331 \pm 0.007^a$	$0.55671 \pm 0.006^b$
تیمار ۴	$0.60667 \pm 0.031^c$	$0.633 \pm 0.015^a$	$0.58033 \pm 0.01^b$

نتایج به صورت میانگین  $\pm$  انحراف معیار گزارش شده و مقادیر با حروف فوقانی مشابه اختلاف معنی داری با یکدیگر ندارند ( $P < 0.05$ )

نظر نفوذ هوا مشاهده نمی شود، این آزمون جهت اندازه گیری میزان خروج رنگ و سایر ترکیبات چای از درون فیلتر می باشد. بر اساس نتایج جدول ۵ مشاهده می شود که غلظت آنتی اکسیدان در میان تیمارها به علت زمان استخراج نزدیک به یکدیگر تفاوت معنی داری نشان نمی دهد. با وجود اینکه با افزایش دما از تیمار ۱ به تیمار ۴، غلظت آنتی اکسیدان افزایش می یابد اما این افزایش در بین تیمارها به حدی نیست که تفاوت معنی داری ایجاد کند. بر اساس تحقیقات Bazinet در سال ۲۰۰۷ غلظت EGCG پس از دو مرحله استخراج برای چای سبز در حدود ۶۵۵ میکروگرم بر میلی لیتر است و در تیمارهای مورد آزمایش در این تحقیق غلظت در رنج ۵۲۳ تا ۶۲۶ میکروگرم بر لیتر برای تیمار ۴ است. با استناد به تحقیقات Yilmaz در سال ۲۰۰۶ غلظت آنتی اکسیدانی چای سیاه در رنج ۱۳۲ تا ۶۵۴ میکروگرم بر میلی لیتر، بسته به نوع وارته متغیر است. نتایج حاصله از نمونه چای سیاه مورد آزمایش در تحقیق حاضر ۳۱۱ میکروگرم بر میلی لیتر است که نوع متوسطی از چای سیاه محسوب می شود. نمونه های تیمار شده از نظر غلظت آنتی اکسیدانی افزایشی در حدود ۴۵ تا ۵۰٪ را نشان دادند که تقریباً نسبت به نمونه شاهد (چای سیاه) دو برابر شده است. چای سبز نیز به عنوان شاهد دوم در نظر گرفته شده است که با توجه به غلظت EGCG بدست آمده در تحقیقات Bazinet در سال ۲۰۰۷، غلظت EGCG در نمونه چای سبز مورد استفاده در این تحقیق دارای مقدار بیشتری آنتی اکسیدان معادل ۷۱۴ میکروگرم بر میلی لیتر بوده است.

تمامی نمونه ها پس از تیمار افزایشی قابل توجهی از نظر غلظت آنتی اکسیدانی بین ۴۵ تا ۵۰٪ با نمونه شاهد (چای سیاه) نشان دادند اما با وجود روند افزایشی غلظت EGCG

این موضوع به لحاظ کاربردی اهمیت دارد و بدین معنی است که این نوع فراوری که در جهت بهبود کیفیت چای و قابلیت نگهداری محصول انجام می گیرد، اُفت قابل توجهی در مقاومت مکانیکی بسته بندی چای ایجاد نکرده است. به این معنی که کاهش میزان ترکیب آنتی اکسیدان در طی نگهداری تأثیری در میزان مقاومت کششی آن نمی گذارد.

به منظور بررسی قطر منافذ فیلتر چای کیسه ای و مقایسه آن با فیلتر شاهد که مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۲۵۰۶ است، آزمون اندازه گیری نفوذ هوا در فیلتر انجام شد. بر اساس استاندارد ملی ایران اگر میزان عبور هوا از منافذ فیلتر چای کیسه ای عددی بین ۶۰۰ تا ۱۸۰۰ لیتر بر دقیقه در هر ۱۰۰ سانتی متر مربع آن باشد، آن فیلتر قابل قبول است. فیلتر چای کیسه ای در گروه پارچه های بافته نشده<sup>۱</sup> می باشد در نتیجه قطر منافذ آن بسیار متغیر است. جدول ۴ نشان دهنده نتایج حاصل از اسپری نمودن عصاره چای حاصل در تیمارهای مختلف بر میزان نفوذ هوا در فیلتر چای کیسه ای و همچنین روند تغییرات آن در اثر ماندگاری می باشد. با توجه به نتایج جدول ۴ در بین تیمارها از نظر نفوذ هوا تفاوت معنی داری با نمونه شاهد که مطابق با استاندارد ملی ایران است، وجود ندارد و آغشته نمودن فیلتر با عصاره چای کیسه ای باعث مسدود شدن یا حتی کوچک شدن آن ها به حدی که از محدوده استاندارد خارج شوند، نمی گردد. بر اساس تحقیقات Zhukov در سال ۱۹۷۲ میزان نفوذ هوا در فیلتر پس از هر نوع تیماری نباید از محدوده ۶۰۰ تا ۱۸۰۰ لیتر بر دقیقه بیشتر یا کمتر شود و این استاندارد کاملاً با استاندارد ملی ایران شماره ۲۵۰۶ مطابقت دارد. بر اساس نتایج بدست آمده از جدول ۴، میان تیمارها و نمونه شاهد در طی نگهداری تفاوت معنی داری از

<sup>1</sup> Non woven

## بررسی اثر آنتی اکسیدان‌های چای سبز روی ویژگی‌های فیزیکی کاغذ بسته بندی

از تیمار ۱ به سمت تیمار ۴، میان نمونه‌ها تفاوت معنی‌دار دیده نمی‌شود. با توجه به نتایج جدول ۵ مشاهده می‌شود که کاهش غلظت آنتی‌اکسیدان را در طی نگهداری در تمامی تیمارها روی می‌دهد و این کاهش معنی‌دار است اما در تیمارهای ۳ و ۴ کاهش غلظت در طی نگهداری، کمتر از تیمار ۱ و ۲ بوده است که کاهش غلظت آنتی‌اکسیدان در تیمارهای ۱ تا ۴ به ترتیب معادل ۱۱٪، ۹/۵٪، ۹٪ و ۷/۵٪ می‌باشد دلیل آن احتمالاً افزایش زمان استخراج از تیمار ۱ به ۴ است و در نتیجه خروج بیشتر آنتی‌اکسیدان را در تیمارهای آخر به دنبال دارد که باعث می‌گردد اثر محافظتی آن‌ها بر یکدیگر بیشتر شده و کمتر کاهش پیدا کنند. غلظت آنتی‌اکسیدان در چای سبز و سیاه به عنوان شاهد در طی نگهداری معادل ۳ تا ۵٪ کاهش پیدا کرده است زیرا آنتی‌اکسیدان در چای سبز و سیاه درون برگ محفوظ است و نفوذ اکسیژن که یکی از عوامل تخریب کننده آن است به درون برگ سخت‌تر است در نتیجه کاهش کمتری در طی نگهداری مشاهده می‌شود اما در نمونه‌های تیمار شده به دلیل اسپری شدن عصاره بر روی سطح فیلتر چای کیسه‌ای، آنتی‌اکسیدان‌ها بیشتر در معرض اکسیژن هستند و حتی در شرایط مناسب نگهداری تخریب بیشتر را نسبت به آنتی‌اکسیدان‌های درون برگ از خود نشان می‌دهند. تیمار ۴ از نظر ماندگاری بین تیمارها مطلوب‌تر است زیرا کمترین کاهش را در طی نگهداری نشان می‌دهد. با توجه به نتایج جدول ۶ قدرت آنتی‌اکسیدانی در نمونه‌های تیمار شده نسبت به نمونه شاهد افزایش پیدا کرده است. بر اساس تحقیقات Nooman در سال ۲۰۰۵ عدد  $Ic_{50}$  برای چای سیاه و سبز به ترتیب ۹/۷ و ۶/۷ میکروگرم بر میلی‌لیتر بدست آمده است ( $Ic_{50}$  به این معنی است که چه غلظتی از آنتی‌اکسیدان می‌تواند ۵۰٪ از DPPH را به دام بیاندازد و هر چه غلظت کمتر باشد پس قدرت آنتی‌اکسیدان بیشتر است). عدد  $Ic_{50}$  در نمونه چای سیاه و سبز مورد آزمایش، در این تحقیق به ترتیب معادل ۱۳/۲ و ۶/۵ میکروگرم بر میلی‌لیتر بدست آمده است. محدوده بدست آمده برای تیمار ۱ تا ۴ به ترتیب ۸/۲، ۷/۹، ۷/۵ و ۷/۲ میکروگرم بر میلی‌لیتر می‌باشد، همانگونه که جدول ۶ نشان می‌دهد میان تیمارها از نظر قدرت آنتی‌اکسیدانی تفاوت معنی‌دار مشاهده نمی‌شود زیرا زمان استخراج عصاره جهت تولید تیمارها به هم نزدیک بوده است. افزایش قدرت

آنتی‌اکسیدان در تیمارها نسبت به نمونه شاهد (چای سیاه) حدود ۲۷٪ است و کاهش قدرت آنتی‌اکسیدانی پس از اسپری کردن روی فیلتر چای کیسه‌ای معادل ۳ تا ۷٪ می‌باشد که این امر طبیعی است زیرا اسپری نمودن آنتی‌اکسیدان را در معرض اکسیژن قرار می‌دهد که باعث کاهش قدرت آن می‌گردد. کاهش قدرت آنتی‌اکسیدانی در تیمارهای ۱ تا ۴ به ترتیب ۷٪، ۹٪، ۶٪ و ۱۰٪ است و همانگونه که مشاهده می‌شود کاهش در تیمارهای ۱ و ۳ کمتر از تیمارهای ۲ و ۴ است. به دلیل حفظ شرایط یکسان برای نمونه‌ها در طول مدت ماندگاری و مشابه نمونه‌های حاضر در بازار، دلیل متفاوت بودن کاهش در طی نگهداری عاملی غیر از شرایط نگهداری است و آن عامل می‌تواند تفاوت در زمان استخراج برای تیمارها باشد که در نتیجه نوع آنتی‌اکسیدان استخراج شده متفاوت است بر اساس تحقیقات Bazinet در سال ۲۰۰۷ و Labbe در سال ۲۰۰۸، کاتچین‌ها انواع مختلفی دارند و در دو دسته وابسته به زمان مانند اپی‌کاتچین (EC) و اپی‌گالوکاتچین (EGC) و وابسته به دما و زمان مانند اپی‌گالوکاتچین‌گالات (EGCG)، اپی‌کاتچین‌گالات (ECG)، گالوکاتچین‌گالات (GCG) و کاتچین (C) تقسیم می‌شوند. در نتیجه در اثر تفاوت در دما و زمان در استخراج، نوع آنتی‌اکسیدان استخراج شده می‌تواند متفاوت باشد. البته باید توجه شود افزایش زمان استخراج بیش از ۲۰ دقیقه باعث تخریب مقداری از آنتی‌اکسیدان‌ها می‌گردد. در نمونه ۱ زمان مرحله اول استخراج ۱۰ دقیقه و مرحله دوم استخراج ۲۰ دقیقه است و در نمونه ۳ زمان مرحله اول استخراج ۲۰ دقیقه و مرحله دوم ۱۰ دقیقه می‌باشد، در میان نمونه‌های ۱ و ۳، نمونه ۳ کمترین کاهش را در طول نگهداری از خود نشان داده است که می‌تواند به دلیل افزایش کاتچین‌های وابسته به زمان باشد به حدی که اثر آن‌ها بر هم باعث مقاومت بیشتری در طول مدت نگهداری شده است. همچنین در نمونه ۴ زمان استخراج بیشتر شده است ولی کاهش قدرت آنتی‌اکسیدانی در طول مدت ماندگاری بیشتر از سایر تیمارها است زیرا افزایش زمان استخراج و زمان بیشتر مجاور بودن آنتی‌اکسیدان‌ها با دمای بالا باعث تخریب یا نیمه تخریب شدن برخی از آنتی‌اکسیدان‌ها می‌شود در نتیجه کاهش بیشتر قدرت آنتی‌اکسیدانی در طول مدت نگهداری نسبت به نمونه‌های دیگر را داراست. در این آزمون نمونه ۳ به

یا کارایی آن کاهش پیدا کند. قدرت آنتی‌اکسیدان در حدود ۹ تا ۱۳٪ کاسته می‌شود در حالی که غلظت آن ۵ تا ۸٪ کاهش پیدا کرده است.

همانگونه که در نمودارهای ۱، ۲، ۳ و ۴ مشاهده می‌شود در نمونه ۱ صفات رنگ، طعم، عطر، شفافیت تفاوت معنی‌دار با نمونه شاهد نداشته است و تیمار کردن تغییری در این صفات ایجاد نکرده است. اما صفت گسی در جای تیمار شده از نظر داوران نسبت به نمونه شاهد افزایش داشته که این افزایش به دلیل اضافه شدن کاتچین‌ها که مسئول طعم گسی در چای هستند می‌باشد.

عنوان بهترین نمونه انتخاب می‌گردد زیرا کمترین کاهش را در طول مدت نگهداری از خود نشان داده است.

بر اساس نتایج جدول ۷ تأثیر اسپری کردن عصاره آنتی‌اکسیدان استخراج شده بر روی قدرت و غلظت آنتی‌اکسیدانی معنی‌دار می‌باشد، بر اساس تحقیقات Sugisawa در سال ۲۰۰۴ اثر اسپری کردن بر روی قدرت آنتی‌اکسیدانی بیش از غلظت آن است زیرا حساسیت قدرت آنتی‌اکسیدانی بیشتر از غلظت آن است، پس بعد از مجاورت آنتی‌اکسیدان با اکسیژن این امکان وجود دارد که مقداری از آنتی‌اکسیدان تخریب شود و مقداری دیگر از آن در عین حالی که وجود دارد، کارایی خود را از دست بدهد

جدول ۶- نتایج آزمون قدرت آنتی‌اکسیدان توسط DPPH و روند تغییرات آن در طی نگهداری (براساس درصد نسبت به نمونه شاهد)

نوع چای	قدرت آنتی‌اکسیدان	قدرت آنتی‌اکسیدان در بدو تولید	قدرت آنتی‌اکسیدان در طی نگهداری (۳ ماه)
سیاه	۵۱/۲۱۶۷ ± ۰/۸۸ <sup>a</sup>	۵۱/۲۶۶۷ ± ۰/۹۲۹ <sup>a</sup>	۵۱/۱۶۶۷ ± ۱/۰۴۱ <sup>a</sup>
سبز	۸۰/۸۶۶۷ ± ۱/۶۷۵ <sup>b</sup>	۸۱/۱۶۶۷ ± ۱/۰۴۱ <sup>a</sup>	۸۰/۵۶۷۱ ± ۲/۳۸ <sup>a</sup>
تیمار ۱	۶۹/۵۸۳۳ ± ۲/۳۱۵ <sup>c</sup>	۷۱/۶۶۶۷ ± ۰/۳۵۱ <sup>a</sup>	۶۷/۵ ± ۰/۵ <sup>b</sup>
تیمار ۲	۶۹/۶۱۶۷ ± ۳/۲۵۹ <sup>c</sup>	۷۲/۵۷۶۱ ± ۰/۵۱۴ <sup>a</sup>	۶۶ ± ۶۶۶۷ ± ۰/۴۱۶ <sup>b</sup>
تیمار ۳	۷۰/۵۳۳۳ ± ۲/۶۸۶ <sup>c</sup>	۷۲/۸۷۶۷ ± ۱/۲۶۳ <sup>a</sup>	۷۰/۵۳۳۳ ± ۰/۳ <sup>b</sup>
تیمار ۴	۷۰/۷۵۰ ± ۳/۲۱۲ <sup>c</sup>	۷۳/۳۴۲۵ ± ۰/۳۵۲ <sup>a</sup>	۶۷/۸۳۴۲ ± ۰/۳۷۹ <sup>b</sup>

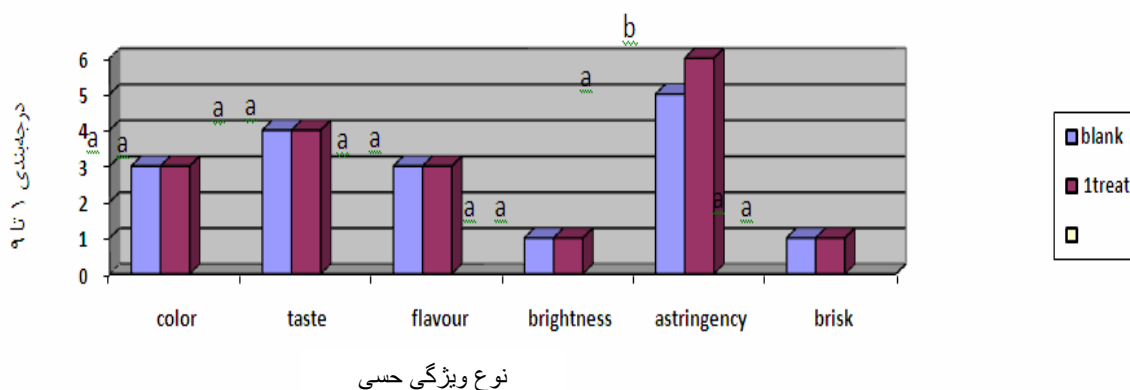
نتایج به صورت میانگین ± انحراف معیار گزارش شده و مقادیر با حروف فوقانی مشابه اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند. (P < ۰/۰۵)

۳۹

جدول ۷- نتایج حاصل از اثر اسپری نمودن عصاره بر فیلتر روی قدرت و غلظت آنتی‌اکسیدان

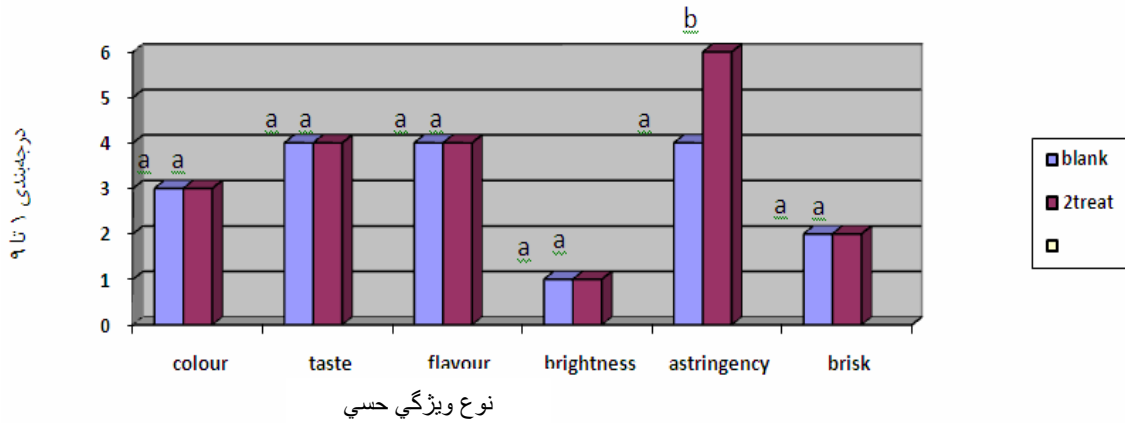
تیمار	قدرت آنتی‌اکسیدان (درصد نسبت به نمونه شاهد)	غلظت آنتی‌اکسیدان (میکروگرم بر میلی‌لیتر)
تیمار ۱	عصاره اسپری شده: ۷۹/۲۳۳۳ ± ۰/۳۵۱۲ <sup>b</sup> عصاره استخراج شده: ۷۹/۲۳۳۳ ± ۰/۲۵۲ <sup>a</sup>	عصاره اسپری شده: ۰/۵۲۱۰ ± ۰/۰۲۰۱ <sup>b</sup> عصاره استخراج شده: ۰/۵۷۸ ± ۰/۰۰۷ <sup>a</sup>
تیمار ۲	عصاره اسپری شده: ۷۲/۵۶۶۷ ± ۰/۵۱۳۲ <sup>b</sup> عصاره استخراج شده: ۷۸/۹۳۳۳ ± ۰/۱۱۵۵ <sup>a</sup>	عصاره اسپری شده: ۰/۵۷۳۳۳ ± ۰/۰۰۵ <sup>b</sup> عصاره استخراج شده: ۰/۶۳۸۳۳ ± ۰/۰۱۵ <sup>a</sup>
تیمار ۳	عصاره اسپری شده: ۷۲/۸۶۶ ± ۱/۲۶۶۲ <sup>b</sup> عصاره استخراج شده: ۸۰/۸۰۰ ± ۰/۷۰۰۰ <sup>a</sup>	عصاره اسپری شده: ۰/۶۱۳۳۳ ± ۰/۰۰۷۱ <sup>b</sup> عصاره استخراج شده: ۰/۶۶۱۳۳ ± ۰/۰۰۸ <sup>a</sup>
تیمار ۴	عصاره اسپری شده: ۷۳/۶۶۶۷ ± ۰/۳۵۱۲ <sup>b</sup> عصاره استخراج شده: ۸۰/۶۶۶۷ ± ۱/۱۵۴۷ <sup>a</sup>	عصاره اسپری شده: ۰/۶۳۳۰۰ ± ۰/۰۱۴۸ <sup>b</sup> عصاره استخراج شده: ۰/۶۸۴۶۷ ± ۰/۰۰۶۱ <sup>a</sup>

نتایج به صورت میانگین ± انحراف معیار گزارش شده و مقادیر با حروف فوقانی مشابه اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند. (P < ۰/۰۵)

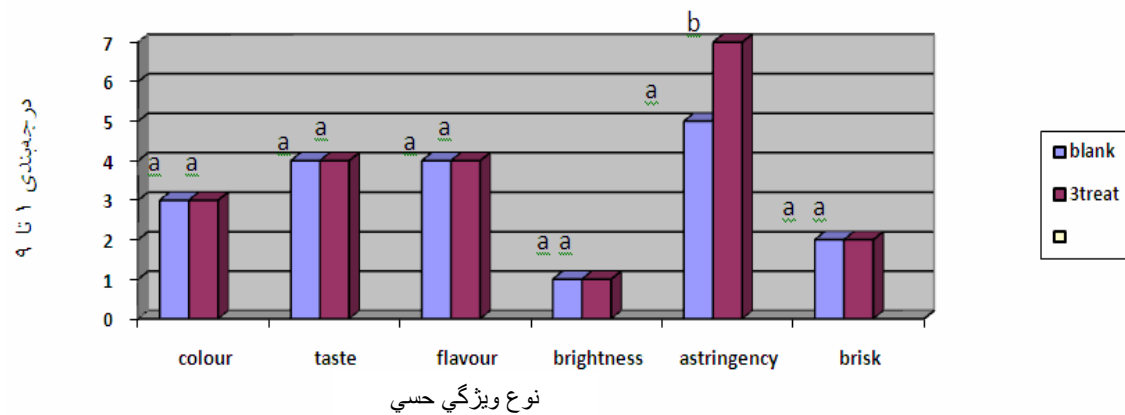


نمودار ۱- نتایج ویژگی‌های حسی در تیمار ۱۰:۱۰

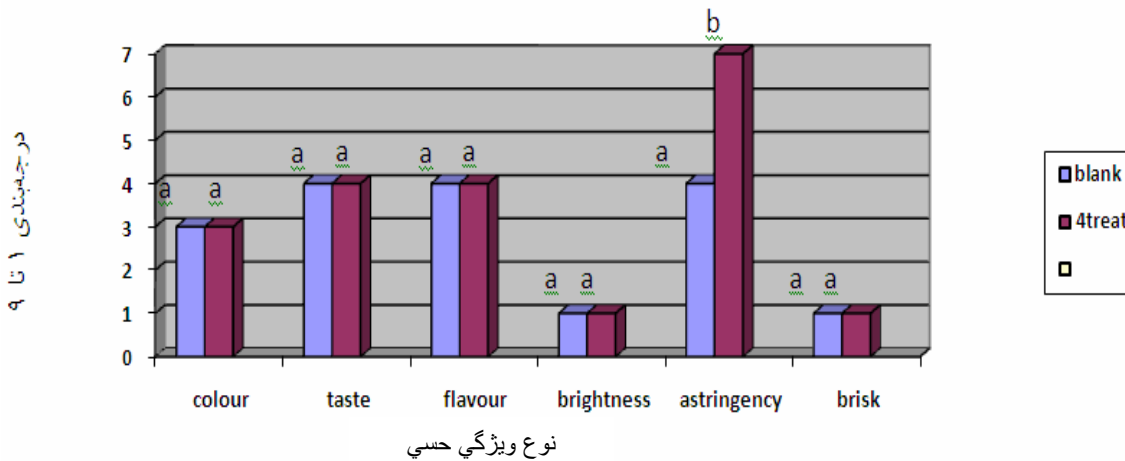
بررسی اثر آنتی اکسیدان‌های چای سبز روی ویژگی‌های فیزیکی کاغذ بسته بندی



نمودار ۲- نتایج ویژگی‌های حسی در تیمار ۱۰:۲۰



نمودار ۳- نتایج ویژگی‌های حسی در تیمار ۲۰:۱۰



نمودار ۴- نتایج ویژگی‌های حسی در تیمار ۲۰:۲۰

صفت شفافیت رنگ بین ارزش ۱ و ۲ یعنی بسیار عالی و عالی متغیر است و تنها صفت گس بودن است که میان بسیار متوسط و بد متغیر می‌شود و همان‌طور که گفته شد به علت وجود مقدار زیادی از کاتچین‌ها در چای سبز و تیمار کاغذ چای کیسه‌ای چای سیاه با چای سبز، گس بودن به مقدار معنی‌داری افزایش پیدا می‌کند.

این روند در تمام نمونه‌ها دیده می‌شود و به طور کلی از نظر ارزیابی حسی تنها تفاوت میان نمونه شاهد و چای تیمار شده بیشتر بودن صفت گسی است. صفت رنگ ارزش شماره ۳ یعنی بسیار خوب را به خود اختصاص داده است، صفت طعم ارزش ۴ یعنی خوب را به خود اختصاص داده است. صفت عطر میان خوب و بسیار خوب متغیر است و

## نتیجه گیری

استفاده از عصاره چای سبز در فیلتر چای کیسه‌ای سیاه باعث افزایش غلظت و قدرت آنتی‌اکسیدان در چای سیاه و در نتیجه افزایش خواص سلامتی بخش چای سیاه با حفظ رنگ، عطر و شفافیت آن می‌شود.

## منابع

- اخوت، م. (۱۳۷۷). چای، کاشت، داشت و برداشت، انتشارات فارابی تهران.
- حسینی، ج. (۱۳۶۳). طرح مطالعاتی استفاده از ضایعات چای، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج.
- شراعت، س. ه. (۱۳۷۱). عصاره‌گیری و استخراج مواد متشکله گیاهان، انتشارات مانی چاپ اول.
- معزی، غ. (۱۳۸۷). چای در گذر زمان: پیدایش، سیر تکامل و توسعه گیاه چای، رویداد های تاریخی، سیاسی، عرفانی و اجتماعی در جهان؛ دانشگاه تهران، علمی.
- Banerjee, B. (2002). Production and Processing, of Tea OXFORD & IBH PUBLISHING CO. PVT. LTD.
- Benzie, I. F. F. & Szeto, Y. T. (1999). Total Antioxidant Capacity of Teas by the Ferric Reducing/Antioxidant Power Assay, *J. Agric. Food Chem.*, 47, 633-636.
- Bontleure, D. (1990). Tea. LONDON: MACMILLAN.
- Cabrera, C., Artacho, R. & Giménez, R. (2006). Beneficial Effects of Green Tea—A Review, *Journal of the American College of Nutrition*, 25, 79–99.
- Cao, G., Sofic, E. & Prior, R. L. (1996). Antioxidant Capacity of Tea and Common Vegetables, *J. Agric. Food Chem.*, 44, 3426-3431.
- Chen, Z. & Suoo, Y. (2003). Stability of Tea Theafelavins and Catechins, *Food Chemistry*, 83, 189-195
- Chipault, J. (1962). Auto Oxidation and Antioxidants. Wiley Interscience Publisher, New York, 2, PP: 477-540.
- Dalluge, J. J. & Nelson, B. C. (2000). Determination of tea catechins, *Journal of Chromatography A*, 881, 411– 424.
- Enavc, J. C. (1992). Tea in china: The history of china's national drink; New York: Green Wood.
- Hara, Y. (2001). Green Tea: health benefits and applications, Tokyo Food Techno Co., Ltd.
- Labbe, D., Tetu, B., Trudel, D. & Bazinet, L. (2008). Catechin stability of EGC- and EGCG-enriched tea drinks produced by a two extraction procedure, *Food Chemistry*, 111:139-143.
- Lee, M. H. & Shear. R. (1983) Natural Antioxidant From Tea. *Food Science*, 10, 1-8.
- Nooman, A. KH., Ashok, K. Sh., Atif, A. O., Zaha, E. A. & Farah, H. (2008). Antioxidant Activity of some Common Plants, *Journal Biol.*, 32, 51-55.
- Obanda, M., Okind, P., Mangoka, R. & Kawai, M. (2004). Changes in Thearubigin fractions and Theaflavin. *Food Chemistry*, 88, 163-173
- Oon, K. (2000). The Effect of Harvest and Extraction Methods on the Antioxidant contain in virgin olive oil. *Food Chemistry*, 78, 207-211.
- Pellegrini, N., Serafini, M., Colombi, B., Rio, D. D., Salvatore, S., Bianchi, M. & Brighenti, F. (2003). Total antioxidant capacity of Plant Foods, Beverages and Oils consumed in Italy Assessed by three Different In Vitro Assay, *Journal of Nutrition*, 133, 2812-2819.
- Rupert. F, 2003, Tea east & west, V & A Publications.
- Sharma, V., Gulati, A. & Ravindranath, S. D. (2004). Extractability of tea catechins as a function of manufacture procedure and temperature of infusion, *Food Chemistry*, 93, 141–148.
- Schwarz, S. & Mendez, J. (2001), Antioxidant Activity and Phenolic Contents of Oat Grouts and Hulls. *Cereal Chemistry*, 78, 902-906.
- Sugisawa, A., Inoue, S., Umegaki, K. (2004). Grape Seed Extract Prevents H2O2 induced Chromosomal Damage in Human Lymphoblastoid Cells. *Biol Pharm. Bull.* 27, 145901461.
- Swaminatan, J. (2006). Coated filter bag material for oral administration of medicament in liquid and methods of making same, US PATENT, NO: 7090858.
- Yagi, O., Iwamiya, Y., Suzuki, K., Funane, R. & Ohishi, F. (2005). Improvement in Tensile Strength and Water Repellency of Paper after Treatment with Methyltrimethoxysilane Oligomer Using Titanium Butoxide as a Catalyst, *Science and Technology*, 36, 69-75.
- Tang Ho, C., Lin, J. K. & Shahidi, F. (2009). Tea and Tea Products, Chemistry and Health- promoting Properties, *Nutraceutical Science and Technology*



Yilmaz, Y. (2006). Novel uses of catechin in foods, Department of food engineering, Trends in Food Science & Technology, 17, 64-71.

Yoshida, Y., Kiso, M. & Goto, T. (1999). Food Chemistry, Volume 67, Issue 4, Page 429-433.

Zhukov, V. A., Novikov, A., Morozova, S. M. & Fedorina, F. V. (1972). Investigation of the Filtration Properties of some Synthetic Fabrics, Journal of Pharmaceutical Chemistry, 6, 173-175.