Ministry of Science, Research and Technology
Institute for Color Science & Technology

available online @ www.jcst.icrc.ac.ir
Journal of Color Science and Technology, 17, 1(2023), 65-75
Article type: Research article
Open access

نشریه علمی علوم و فناوری رنگ
Journal of Color Science and Technology
www.jcst.icrc.ac.ir

# Physicochemical Characteristics of Edible Tea Color and its Marketability Evaluation

**Shiva Roofigari Haghighat[*1], Ahmad Shirinfekr[1], Sanam Safaei Chaeikar[1], Abbas Jafari Jid[2], Soghra Mohebian Otaghvary[3]**

1- Faculty member of Tea Research Center, Horticultural Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), P.O. Box: 44145-1163, Lahijan, Iran
2- Faculty member of Iranian institute of research and development in chemical industries, P.O. Box: 31375-1575, Karaj, Iran
3- Laboratory Expert of Tea Research Center, Horticultural Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), P.O. Box: 44145-1163, Lahijan, Iran

**ARTICLE INFO**

Article history:
Received: 10-08-2022
Accepted: 12-12-2022
Available online: 14-05-2023
Print ISSN: 1735-8779
Online ISSN: 2383-2169

**DOR: 20.1001.1.17358779.1402.17.1.5.4**

**Keywords:**
Food color
Tea factory residue
Food industry
Antioxidant

## ABSTRACT

*The waste of tea factories is a good source for extracting food colorants that can be replaced with synthetic colors in the food industry. The present study was designed and implemented at a semi-industrial scale to complete the results obtained from research that was previously conducted to determine the best extraction method with the highest performance and color stability from black tea wastes on a laboratory scale. Extracting color from the wastes of the tea factory was done using a reverse condensation system with water: ethanol solvent for 30 minutes and at the solvent boiling temperature. After purification and pasteurization, the extract was concentrated, and a part of it was converted into dried extract in a spray dryer. Quality assessments, including microbial, physicochemical, and marketability tests, were performed on the sample. The results demonstrated that the number of microorganisms and heavy metal elements in tea color did not exceed the standard limit. The amount of antioxidant activity, total polyphenol, and caffeine were 94.5 %, 18.3 and 4.7 % in solid color and 49.7, 2.8 and 0.4 % in liquid color, respectively. In the sensory test, applying a solid and liquid color mixture in Gummy candy obtained a higher score ($p \leq 0.05$) from the evaluators. In their opinion, there was no significant difference between vinegar with tea color and vinegar with color available in the market. The extracted color can be prepared in liquid and solid form, increasing its usability in various food products.*

***Corresponding author: sh.haghighat@areeo.ac.ir**

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

نشریه علمی علوم و فناوری رنگ
Journal of Color Science and Technology
www.jcst.icrc.ac.ir

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
پژوهشگاه رنگ

**دسترسی آنلاین: www.jcst.icrc.ac.ir**
**نشریه علمی علوم و فناوری رنگ/ ۱۷، (۱۴۰۲)۱، ۷۵ـ۶۵**
**نوع مقاله: پژوهشی**
**دسترسی آزاد**

# ویژگی‌های فیزیک و شیمیایی رنگ خوراکی چای و ارزیابی بازارپسندی آن

**شیوا روفی‌گری حقیقت[1*]، احمد شیرین‌فکر[1]، صنم صفائی چائی‌کار[1]، عباس جعفری جید[2]، صغری محبیان اطاقوری[3]**

۱ـ عضو هیات علمی پژوهشکده چای، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، لاهیجان، ایران، صندوق‌پستی: ۱۱۶۳-۴۴۱۴۵

۲ـ عضو هیات علمی گروه پژوهشی بیوتکنولوژی صنعتی پژوهشکده توسعه صنایع شیمیایی ایران،کرج، ایران، صندوق پستی: ۱۵۷۵-۳۱۳۷۵

۳ـ کارشناس آزمایشگاه پژوهشکده چای، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، لاهیجان، ایران، صندوق پستی: ۱۱۶۳-۴۴۱۴۵

**اطلاعات مقاله**

تاریخچه مقاله:
تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۵/۱۹
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۹/۲۱
در دسترس به صورت الکترونیکی: ۱۴۰۲/۲/۲۴
شاپا چاپی: ۸۷۷۹-۱۷۳۵
شاپا الکترونیکی: ۲۱۶۹-۲۳۸۳

**DOR: 20.1001.1.17358779.1402.17.1.5.4**

**واژه‌های کلیدی:**
رنگ خوراکی
پسماند کارخانه چای
صنایع غذایی
آنتی‌اکسیدان

## چکیده

پسماند کارخانجات چای‌سازی منبع مناسبی برای استخراج رنگ خوراکی هستند که می‌توانند جایگزین رنگ‌های غیرطبیعی در صنایع غذایی شوند. این مطالعه با هدف تکمیل نتایج به دست آمده از پژوهشی که قبلا برای تعیین بهترین روش استخراج با بالاترین عملکرد و پایداری رنگ از ضایعات چای سیاه در مقیاس آزمایشگاهی انجام شده بود، در سطح نیمه صنعتی طراحی و اجرا گردید. استخراج رنگ از پسماند کارخانه چای و با استفاده از سیستم کندانس برگشتی با حلال آب: اتانل، زمان ۳۰ دقیقه و در دمای جوش حلال انجام گردید. عصاره استخراج شده پس از تصفیه و پاستوریزه کردن، تغلیظ شد و بخشی از آن در دستگاه خشک‌کن پاششی به عصاره خشک شده تبدیل گردید. سنجش کیفیت شامل آزمون‌های میکروبی، فیزیک و شیمیایی و بازارپسندی روی نمونه انجام شد. نتایج نشان داد تعداد کل میکروارگانیزم‌ها و عناصر سنگین فلزی در رنگ چای از حد مجاز استاندارد تجاوز نکرده است. میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی، پلی‌فنل کل و کافئین در رنگ جامد به ترتیب ۹۴,۵، ۱۸,۳ و ۴,۷ درصد و در رنگ مایع ۴۹,۷، ۲,۸ و ۰,۴ درصد بود. در آزمون حسی، کاربرد مخلوط رنگ جامد و مایع در پاستیل امتیاز بالاتری ($p\leq ۰,۰۵$) از ارزیاب‌ها کسب کرد و از نظر آنها تفاوت معنی‌داری بین سرکه با رنگ چای و سرکه با رنگ موجود در بازار دیده نشد. رنگ استخراج شده می‌تواند به هر دو صورت مایع و جامد تهیه گردد که قابلیت استفاده آن را در دامنه وسیعی از محصولات غذایی افزایش می‌دهد.

***Corresponding author: sh.haghighat@areeo.ac.ir**

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

## ۱ــ مقدمه

رنگ‌های خوراکی دسته‌ای از افزودنی‌های غذایی هستند که به منظور جبران رنگ از دست رفته در حین فرآوری، انبارش، بسته‌بندی یا توزیع ماده غذایی و یا تشدید رنگ‌هایی که بطور طبیعی در مواد غذایی یافت می‌شوند و همچنین کمک به شناسایی طعم یا رنگ‌دهی به مواد غذایی بدون رنگ، نظیر پودر ژله و یا به منظور افزایش جذابیت و بازارپسندی محصولات خوراکی استفاده می‌شوند. رنگ‌ها از دیرباز مورد توجه بسیاری از تولیدکنندگان بوده و در صنعت مواد غذایی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. این نوع افزودنی‌ها شامل انواع رنگ‌های خوراکی، رنگدانه‌های تزیینی و مواد رنگزای سطحی می‌باشند که در مخلوط با مواد غذایی و افزودنی‌های آن مانند طعم دهنده‌ها، اسیدها یا دیگر مواد تشکیل دهنده آن، واکنش شیمیایی نداده و بدون تغییر باقی می‌مانند [۱]. در دهه‌های اخیر استفاده از رنگ‌های طبیعی در غذا و نوشیدنی‌ها با سرعتی بسیار بیشتر از رنگ‌های مصنوعی افزایش یافته است. پیشرفت‌های فناوری و همچنین روند بازار از دلایل متعدد توسعه کاربرد آنها است. از موارد مصرف رنگ‌های طبیعی در صنایع غذایی می‌توان به استفاده از رنگ بتائین برای سس‌ها و رنگ کارامل برای نوشابه‌های گازدار و از کاروتنوئیدها برای رنگین نمودن پنیر، نوشابه‌های پرتقالی، بستنی و از بتاکاروتن در ماکارونی، کره و مارگارین اشاره نمود.

کلروفیل‌ها، کاروتنوئیدها، فلاونوئیدها و بتالین‌ها چهار گروه اصلی رنگدانه‌های طبیعی هستند. کاکائو و چای دو منبع مهم پلی‌فنل‌های قهوه‌ای از دسته فلاونوئیدها بوده، که به عنوان رنگ برای غذاها استفاده می‌شود. هر دو بسیار قدیمی هستند و قدمت آنها به دوران باستان بر می‌گردد. گیاه چای،[1] قرن‌هاست که نوشیدنی مطلوبی را ارائه می دهد، اما از آن به عنوان رنگ دهنده نیز استفاده می‌شود. هر دو محصول کاکائو و چای در انواع محصولات غذایی از جمله نوشیدنی‌ها، محصولات نانوایی، شیرینی‌ها، تاپینگ، مخلوط خشک و غیره استفاده می‌شود [۲]. فلاونوئیدها در سلول‌های اپیدرم گیاه قرار دارند و بیش از ۴۰۰۰ ساختار شیمیایی مختلف برای آنها پیدا شده است. بیشترین ساختارهای فلاونوئیدی موجود در گیاهان دارای ساختار فلاونول و فلاون هستند که به عنوان مثال می‌توانند در موقعیت‌های مختلف مانند آنتوسیانین‌ها هیدروکسیله، متوکسیله یا گلیکوزیله شوند [۳]. در فرآوری چای سیاه از طریق قهوه‌ای شدن آنزیمی، ترکیبات فلاونوئیدی مانند کاتچین به کوئینون مربوطه تبدیل می‌شوند. کوئینون‌ها، دیمرها (تئافلاوین) و تئاروبیجین‌های پلیمری پیچیده‌تری ایجاد می‌کنند که اجزای اصلی تشکیل دهنده رنگ در چای سیاه هستند [۳]. بررسی گسترده شامل بررسی اثرات زیستی و رفتاری، متابولیسم، تنوع گونه‌ها، حاملگی، شیردهی، تولید مثل، تراتولوژی، جهش‌زایی، بیماری‌های فیبروکیستیک پستان و عوامل دارویی و غذایی در مورد سم‌شناسی ترکیبات موجود در عصاره چای مانند متیل گزانتین‌ها، تئوبرومین، کافئین و تئوفیلین، نشان داد که هیچ مورد زیان‌آوری برای استفاده انسان به عنوان یک نوشیدنی یا رنگ خوراکی ندارند [۲].

استخراج رنگ خوراکی از چای سیاه و سبز توسط محققین به روش‌های مختلفی انجام شده است. روفی‌گری حقیقت و همکارانش [۴] از پسماند کارخانه تولید چای سیاه (موسوم به ضایعات چای) در شرایط مختلف شامل؛ حلال آب: اتانل، دما و زمان رنگ خوراکی استخراج کردند. رنگ استخراج شده در بهترین تیمار استخراج پس از صاف کردن، تغلیظ و سترون کردن به ژله آلوورا اضافه شد و مورد ارزیابی حسی قرار گرفت. تفاوت معنی‌داری بین طعم ژله با رنگ چای و رنگ تجاری توسط ارزیاب‌ها مشاهده نشد [۴]. بارا و همکارانش چای خشک را با آب جوش عصاره‌گیری کرده و پس از تغلیظ، عصاره حاصل را با خشک‌کن پاششی به صورت پودر به رنگ قهوه‌ای مایل به قرمز (برای چای سیاه) و زرد مایل به سبز (برای چای سبز) تهیه کردند. رنگ به دست آمده در طیف وسیعی از محصولات خوراکی با ایجاد خواص ضد اکسید کنندگی مورد استفاده قرار گرفت [۵]. کاربرد ضایعات چای در تولید رنگ قهوه‌ای خوراکی و استفاده از آن در تولید بیسکویت‌های دیابتی، در آزمایشی بررسی گردید که در آن از روش خشک‌کردن کف[2] برای تهیه رنگ قهوه‌ای استفاده شد و خاصیت ضد اکسید کنندگی عصاره ضایعات چای موجب تولید محصول فراسودمند گردید [۶]. فرهوش و همکارانش نیز گزارش کردند، ضایعات چای سیاه پتانسیل تولید آنتی‌اکسیدان طبیعی را دارد [۷].

سازوکار اتصال تئافلاوین به عنوان رنگدانه کلیدی در چای سیاه با خواص مفید بر روی سلامت انسان، با پروتئین اووالبومین تخم مرغ (OVA) به عنوان یک پروتئین غذایی در پژوهشی تعیین شد. نتایج نشان داد که تئافلاوین می‌تواند به خوبی با OVA با میل ترکیبی بالا ترکیب شود. پایداری بالای رنگ تخم‌مرغ چای به علت تشکیل کمپلکس پایدار بین تئافلاوین و OVA گزارش شد. این رنگ در تخم‌مرغ می‌تواند به مدت ۶ الی ۱۲ ماه در شرایط بسته‌بندی شفاف و نگهداری در دمای اتاق ثابت بماند. مدل کمپلکس زیستی که در اینجا مشخص شده است می‌تواند در غذاهای فراسودمند برای بهبود حامل‌های غنی از پروتئین با ترکیبات ارتقا دهنده سلامت مورد استفاده قرار گیرد [۸].

رنگ‌های طبیعی استخراج شده از برگ چای برای رنگرزی پارچه پنبه‌ای نیز مورد استفاده قرار گرفته است. فرآیند رنگرزی با استفاده از روش‌های مختلف با حلال‌های مختلف بر روی پارچه‌های پنبه‌ای انجام شد. بررسی خواص رنگ‌آمیزی نشان داد که می‌توان از برگ چای به

1- Thea sinensis

2- Foam mat drying

عنوان رنگ برای رنگ آمیزی منسوجات استفاده کرد. طیف‌های مختلف رنگ را می‌توان با استفاده از مواد شیمیایی و طبیعی مختلف به دست آورد [۹]. بهینه سازی شرایط استخراج رنگ طبیعی از برگ‌های چای سبز برای کاربرد در صنایع نساجی با تغییر pH، زمان و نسبت ماده به حلال انجام شده و مشخص شد که بیشترین قدرت رنگ عصاره را می‌توان پس از یک ساعت استخراج در pH ۶,۶ و نسبت ماده به حلال ۱ به ۳۳ به دست آورد. پنبه‌های رنگ‌شده با عصاره برگ‌های چای سبز در شرایط بهینه استخراج، خاصیت شستشوی خوب، سبک و پایدار به مالش خشک نشان دادند [۱۰].

با افزایش مضرات و خطرات مواد رنگ‌زای مصنوعی در مواد غذایی، استخراج و خالص‌سازی مواد رنگزا از منابع طبیعی ارزان‌قیمت مورد توجه خاصی قرار گرفته است. در ایران تحقیقات متعددی روی استخراج رنگ‌های خوراکی از منابع طبیعی یا پسماندهای کارخانجات مواد غذایی انجام شده است. کیانی از ضایعات پرتقال شامل آب پرس تفاله و پوست خشک پرتقال، برای استخراج رنگ زرد استفاده کرد. رنگ حاصل در محصولاتی مانند نوشابه زرد گازدار، بستنی یخ زده و تافی کره‌ای با موفقیت مورد استفاده قرار گرفت [۱۱]. فرشادفر و همکارانش روش‌های مختلف استخراج لیکوپن از گوجه‌فرنگی و ضایعات گوجه‌فرنگی را معرفی و مقایسه کردند [۱۲]. خانی‌پور و همکارانش شرایط بهینه استخراج کاروتنوئید به‌عنوان رنگ خوراکی از گوجه‌فرنگی را در روش استخراج با حلال بررسی کردند و رنگ استخراج شده در روغن آفتابگردان در ۴ درجه سانتی‌گراد پس از سه ماه انبارداری کاملاً پایدار بود [۱۳]. شریفی و حسنی از میوه زرشک برای استخراج آنتوسیانین به عنوان رنگ‌دهنده طبیعی با کاربرد سیستم برگشت حلال استفاده کردند [۱۴]. همتی و ملک‌زاده گزارش کردند از گلبرگ زعفران که در حال حاضر به عنوان ضایعات دفع می‌شود می‌توان رنگ خوراکی طبیعی تولید کرد. عصاره رنگی گلبرگ زعفران به شکل پودر علاوه بر سهولت نگهداری و حمل و نقل و بسته‌بندی امکان استفاده در غذاهای مختلف را نیز دارد [۱۵]. توکلی و عربشاهی از برگ گیاه تاج خروس[1] ماده رنگ‌زای بتالائین با کمک حلال متانل و آب را استخراج کرده و گزارش کردند عصاره استخراج شده در دماهای پایین تر از ۲۵ درجه سانتی‌گراد، در pH معادل ۵ و در تاریکی پایدار بوده و می‌توان از آن به عنوان رنگ دهنده در فرآورده‌هایی مثل بستنی، شربت‌های یخی، ماست و نیز برای رنگ بخشیدن به راحت الحلقوم‌ها، پوشش شیرینی‌ها و کرم‌های وسط شیرینی استفاده نمود [۱۶].

استفاده از پسماند چای در تولید رنگ خوراکی در مقیاس آزمایشگاهی در قالب پروژه تحقیقاتی در پژوهشکده چای انجام شد و بهترین روش استخراج با بالاترین عملکرد و پایداری رنگ تعیین گردید [۱۷]. این پروژه بر اساس نتایج به دست آمده از پروژه قبلی و در سطح پایلوت طراحی و اجرا گردید تا ضمن استفاده بهینه از پسماند کارخانجات چای‌سازی، جایگزین مناسب و با خواص سلامتی برای استفاده از رنگ در صنایع غذایی گردد. هدف از اجرای این پژوهش استخراج رنگ خوراکی از ضایعات کارخانه چایسازی در مقیاس نیمه‌صنعتی، تعیین ویژگی‌های آن و استفاده در مواد غذایی بود.

## ۲ـ بخش تجربی

### ۲ـ۱ـ مواد و دستگاه‌ها

پسماند یا ضایعات چای سیاه از کارخانه تحقیقاتی کاشف پژوهشکده چای واقع در شهر لاهیجان استان گیلان، در سال ۱۳۹۹ تهیه گردید. برگ سبز ارقام بذری و کاشف برداشت شده از ایستگاه‌های تابعه پژوهشکده و به طور عمده از ایستگاه واقع در منطقه فومن برای تولید چای سیاه به این کارخانه انتقال می‌یابد. ضایعات چای شامل رگبرگ‌ها و ساقه چوبی شده برگ سبز چای بوده که در زمان تولید چای خشک توسط دستگاه‌های ویژه سورت و جداسازی از چای جدا می‌گردند. اتانل مصرفی از نوع تولید داخلی (شرکت کیمیا الکل) و دستگاه‌های عصاره‌گیری، فیلتر فشاری[2]، پاستوریزاتور، تغلیظ (همه تولید شرکت طراحی فراز سازه) و خشک کن پاششی (تولید شرکت طلایه‌داران صنعت فرآیند) از تجهیزات مستقر در مرکز خدمات تخصصی تولید عصاره‌ها و مواد موثره گیاهی پژوهشکده توسعه صنایع شیمیایی جهاد دانشگاهی مستقر در کرج استفاده شد.

### ۲ـ۲ـ روش کار

#### ۲ـ۲ـ۱ـ استخراج رنگ

برای اجرای مرحله استخراج در مقیاس نیمه‌صنعتی از بهترین روش به دست آمده از پروژه انجام شده در مقیاس آزمایشگاهی [۱۷] استفاده شد. در این مرحله، عصاره رنگی از ۴۵ کیلوگرم ضایعات چای در سیستم کندانس برگشتی و به کمک حلال آب و اتانل با نسبت ۵۰:۵۰، در زمان ۳۰ دقیقه و در دمای جوش حلال استخراج گردید. عصاره استخراج شده ابتدا از فیلتر فشاری به منظور صاف شدن عصاره عبور داده شد. سپس با عبور از سیستم پاستوریزاتور با دمای ۸۰ درجه در ۱۵ ثانیه و اعمال شوک حرارتی با مبرد سرد، میکروب‌زدایی انجام گردید. عصاره به دست آمده تا ۵۰ درصد تغلیظ و پس از ظرف‌گیری در ظروف تیره در سردخانه بالای صفر (دمای ۴ درجه سانتی‌گراد) نگهداری شد. بخشی از عصاره تغلیظ شده در

1- *Amaranthus celosia cristata*

۱- فیلتر فشاری یکی از رایج‌ترین سیستم‌های تصفیه می‌باشد که عمل جداسازی جامد از مایع را تحت فشار انجام می‌دهد و شامل مجموعه‌ای از صفحات متحرک، پارچه فیلتراسیون و پمپ و جک هیدرولیک است که جامدات را از سیال جدا کرده و برای استفاده در محیط‌های صنعتی و نیمه‌صنعتی مورد استفاده قرار گیرد.

دستگاه خشک کن پاششی با دمای ورودی ۱۲۰ و دمای خروجی ۶۰ درجه به عصاره خشک شده (پودر شده) تبدیل و در بسته‌بندی نایلونی نگهداری گردید.

آزمون‌ها نمونه‌هایی از هر دو نوع عصاره رنگ استخراج شده (پودر و مایع) برای انجام آزمون‌های سنجش کیفیت به آزمایشگاه مرکز خدمات تخصصی آنالیز شیمیایی پژوهشکده توسعه صنایع شیمیایی ایران و آزمایشگاه شیمی پژوهشکده چای انتقال داده شد. آزمون‌های شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها [۱۸]، کپک و مخمر [۱۹]، تعیین فلزات سنگین [۲۲-۲۰]، آفلاتوکسین‌ها [۲۳]، میزان پلی‌فنل، فعالیت ضد اکسید کنندگی ، اسیدی بودن [۲۴]، چگالی [۲۵]، حلالیت در آب، درصد ماده جامد محلول در آب [۲۴]، درصد خاکستر کل [۲۶]، درصد کافئین و رنگ کل روی نمونه‌ها انجام شد.

۱- تعیین میزان پلی‌فنل: برای تعیین میزان پلی‌فنل، دو میلی‌لیتر از عصاره به همراه ۲۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر در حال جوش و ۵۰ میلی‌لیتر استات مس ۴ درصد رسوب داده شد. رسوب روی کاغذ صافی جمع‌آوری گردید و در کوره با دمای ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد به خاکستر تبدیل شد [۲۷].

۲- تعیین فعالیت ضد اکسید کنندگی: اندازه‌گیری فعالیت ضداکسید کنندگی توسط روش جذب رادیکالی 2,2- diphenyl-l-picryhydrazyl (DPPH) انجام شد. به این ترتیب که ۰,۱ میلی‌لیتر از عصاره مایع و ۰,۱ گرم عصاره خشک شده به طور جداگانه با متانل خالص استخراج شد و به نسبت ۱:۱۰ با متانل رقیق گردید. به هر رقت محلول DPPH اضافه شد. نمونه‌ها بعد از ورتکس، به مدت نیم ساعت در تاریکی نگهداری شدند و جذب مرئی نمونه‌ها در طول موج ۵۱۷ نانومتر قرائت گردید [۲۸] و از رابطه ۱ محاسبه شد.

$$F=\frac{A_{dpph0}-A_{sample0}}{A_{dpph0}}*100$$

که در آن، F= درصد فعالیت ضد اکسید کنندگی ؛ Adpph0= جذب محلول DPPH ؛ Asample= جذب نمونه

۳- تعیین مقدار کافئین: برای اندازه‌گیری کافئین، یک گرم نمونه در مجاورت با ۵ میلی‌لیتر آمونیاک ۴۲ درصد با ۱۰۰ میلی‌لیتر حلال کلرفرم در ۴ مرتبه استخراج شد. با استفاده از ۱۰ میلی‌لیتر محلول پتاس و عبور از یک گرم سولفات سدیم خالص خشک ناخالصی‌ها از عصاره جدا گردید. پس از تهیه رقت از عصاره حاصل، میزان جذب محلول در طول موج ۲۷۶ نانومتر با طیف‌سنج هانون[1] مدل i3 تعیین گردید. درصد کافئین نمونه از طریق مقایسه با منحنی استاندارد کافئین محاسبه شد [۲۹].

۴- ارزیابی بازارپسندی: به منظور ارزیابی بازارپسندی نمونه، عصاره‌های رنگی مایع و پودری در فرآورده خوراکی پاستیل (به ازای هر ۱۰۰ گرم ژله ۵ گرم رنگ مایع و ۳ گرم رنگ پودری) به عنوان جایگزین رنگ مصنوعی استفاده شد و در آزمون "پذیرش با مقیاس ۵ نقطه‌ای" برای تعیین درجه دوست داشتن رنگ پاستیل تولید شده با عصاره رنگی چای ارزیابی گردید. در این آزمون نمونه‌های رمزگذاری شده به همراه پرسشنامه در اختیار ۳۲ ارزیاب با آموزش مختصر گذاشته شد تا نمونه‌ها را بر اساس تمایل به رنگ از یک تا ۵ امتیازدهی کنند. به طوری که عدد یک بیانگر بی‌میلی زیاد و عدد ۵ نشان‌دهنده تمایل زیاد به رنگ پاستیل بود. امتیازهای به دست آمده برای هر نمونه به طور جداگانه جمع شده و با استفاده از روش تجزیه واریانس و به کمک نرم‌افزار SAS وجود یا عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین نمونه‌ها تعیین شد [۳۰].

به منظور تعیین تفاوت دو نمونه رنگ شده با رنگ‌های رایج قهوه‌ای موجود در بازار مانند کارامل با نمونه رنگ شده با عصاره رنگی چای از آزمون سه‌تایی[2] استفاده شد. به این منظور دو نوع سرکه رنگی و سفید از یک برند موجود در بازار، تهیه شد. به سرکه سفید، رنگ چای تا به دست آمدن رنگ مطلوب (رسیدن به رنگ سرکه رنگی) اضافه شد و در آزمون سه تایی مورد استفاده قرار گرفت. در این آزمون سه نمونه رمزگذاری شده در اختیار ۳۳ نفر ارزیاب قرار داده شد که دو نمونه مشابه و نمونه سوم متفاوت بود و از آنها خواسته شد که نمونه متفاوت را انتخاب کنند. هر سه نمونه در ظروف مشابه با اعداد تصادفی دو رقمی رمزگذاری و عرضه شدند. برای تعیین وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین نمونه‌ها نتایج با استفاده از آزمون دو جمله‌ای یک دامنه‌ای[3] تجزیه و تحلیل شد. تعداد ارزیاب‌هایی که نمونه متفاوت را درست شناسایی کردند، جمع و نتیجه به دست آمده را برای تعیین وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار با استفاده از جدول آزمون دو جمله‌ای یک دامنه‌ای مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته شد [۳۰].

## ۳ـ نتایج و بحث

### ۳ـ۱ـ ویژگی‌های فیزیکی رنگ استخراج شده از ضایعات چای

- **حالت ماده**

رنگ استخراج شده از ضایعات می‌تواند به هر دو صورت مایع و پودر تهیه گردد، که می‌تواند قابلیت استفاده آن را در دامنه وسیعی از محصولات غذایی افزایش دهد. از مزایای استفاده از رنگ در حالت جامد قابلیت نگهداری طولانی مدت، سهولت بسته‌بندی و انتقال و توزیع است. در حالی که برای نگهداری رنگ مایع فضای وسیع‌تری از سردخانه اشغال می‌شود و ماندگاری آن کوتاه‌تر خواهد بود.

1- Hanon

2- Triangle Test
3- One Tailed Binomial

- **چگالی**

چگالی رنگ مایع ۰,۹۵ گرم بر میلی‌لیتر و چگالی توده[1] رنگ پودری برابر ۰,۳۶ گرم بر سانتی‌متر مکعب بود. چگالی در انتخاب حجم مناسب برای بسته‌بندی و نقل و انتقال فرآورده مورد استفاده قرار می‌گیرد. در مقایسه چگالی رنگ مایع با آب تقریبا برابر است و رنگ پودری مشابه چای فوری (۰,۴۳ گرم بر سانتی‌متر مکعب) و قهوه فوری (۰,۳ گرم بر سانتی متر مکعب) می‌باشد [۳۱].

- **حلالیت**

قابلیت انحلال رنگ جامد چای در آب و اتانل ناچیز است، اعمال حرارت تا دمای جوش بر انحلال رنگ تا میزان ۳۰ گرم در لیتر موثر بود. استفاده از این رنگ در مواد غذایی که نیاز به شفافیت محصول ندارد به راحتی قابل انجام خواهد بود.

- **مقدار مواد جامد محلول در آب**

رنگ مایع حاوی ۷,۸ درصد ماده جامد است که شامل ترکیبات محلول درآب موجود در چای مانند پلی‌فنل‌ها، کافئین و املاح معدنی است. حدود ۲۵ تا ۳۰ درصد از ضایعات چای در آب محلول می‌باشد که این مقدار پس از انحلال در حلال مورد استفاده برای استخراج و عبور از مراحل تصفیه و تغلیظ وارد عصاره رنگی چای شده است.

- **درصد رطوبت**

رنگ جامد حاوی ۵,۳ درصد رطوبت است و حاوی همه ترکیباتی است که در عصاره مایع از ضایعات استخراج گردید. رنگ جامد مانند چای فوری به شدت جاذب رطوبت است و در معرض هوای مرطوب تبدیل به کلوخه می‌شود لذا استفاده از مواد بسته‌بندی مناسب برای نگهداری آن ضروری است. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی رنگ مایع و پودری استخراج شده از ضایعات چای در جدول ۱ آورده شده است.

### ۳ـ۲ـ ویژگی‌های شیمیایی رنگ استخراج شده از ضایعات چای

- **مقدار ترکیبات پلی‌فنلی**

پلی‌فنل‌ها مهم‌ترین ترکیب و عامل ایجاد رنگ در عصاره استخراج شده از چای است. مقدار کل پلی‌فنل در رنگ مایع ۲,۸ (شامل ۰,۱۷۸ درصد تئافلاوین) و در رنگ جامد ۱۸,۳ درصد بود. مقدار پلیمر تئاروبیجین در رنگ مایع ۵,۵۷ درصد بود. در ضایعات چای حدود ۶ درصد پلی‌فنل وجود دارد. پلی‌فنل چای جزو دسته رنگ‌های فلاونوئیدی است که در تولید چای سیاه، با تبدیل شدن به ترکیبات کوئینونی و ایجاد دیمرها (تئافلاوین) و پلیمرها (تئاروبیجین) اجزای اصلی تشکیل دهنده رنگ در چای سیاه هستند [۳].

- **خاصیت ضد اکسیدکنندگی**

از مهم‌ترین خواص ترکیبات پلی‌فنلی بازدارندگی فعالیت رادیکال‌های آزاد است که این خاصیت برای رنگ مایع به میزان ۴۹,۷ درصد و برای رنگ جامد ۹۴,۵ درصد اندازه‌گیری شد. میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی ارتباط مستقیم با مقدار پلی‌فنل‌ها دارد. بارا و همکارانش [۵]، با استفاده از رنگ خوراکی استخراج شده از چای سیاه و سبز نوشیدنی با خواص ضد اکسیدکنندگی تهیه کرده و همبستگی مثبت و معنی‌داری بین مقدار رنگ استفاده شده با فعالیت ضد اکسیدکنندگی محصولات خوراکی تهیه شده با آن گزارش کردند.

1 Bulk density

**جدول ۱:** ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی رنگ مایع و جامد چای.

**Table 1:** Physicochemical properties of liquid and solid tea color.

| Solid color | Liquid color | Specification |
|---|---|---|
| Density | 0.95 g/ml | 0.36 g/cm$^3$ (bulk density) |
| Total Soluble Solid | 7.8 g/100 ml | - |
| Moisture | - | 5.3 g/100 g |
| Poly phenoles | 2.8 g/100 g | 18.3 g/100 g |
| Antioxidan Activity | 49.7 % | 94.5 % |
| Caffein | 0.4 g/100 g | 4.7 g/100 g |
| pH | 5.8 | - |
| Ash | 0.7 g/100 g | 9.5 mg/g |

- **کافئین**

کافئین از ترکیبات شاخص در چای است که مقدار آن در رنگ مایع و جامد به ترتیب ۰٫۴ و ۴٫۷ درصد تعیین شد. کافئین از عوامل ایجاد طعم تلخ در عصاره چای است و مقدار آن در ضایعات چای (ساقه) ۱٫۶ درصد گزارش شده است [۳۲]. کافئین (۱،۳،۷-تری متیل گزانتین) یک آنتاگونیست آدنوزین (مهار کننده آدنوزین) است که پس از مصرف به سرعت جذب می‌شود و در عرض ۳۰ دقیقه به حداکثر اثر خود می‌رسد. در حالی که کافئین به طور کلی هنگام مصرف در حد متعادل بی‌خطر است، ممکن است مصرف بیش از حد کافئین خطر سمیت قابل‌توجهی را افزایش می‌دهد. کافئین اغلب به دلیل مزایای عملکردی مانند بهبود استقامت بدنی، کاهش وزن، هوشیاری شناختی و کاهش خستگی مصرف می‌شود [۳۳].

- **مقدار pH**

رنگ مایع چای دارای pH برابر با ۵٫۸ بود. در مشاهدات قبلی مشخص شد که رنگ چای در محیط‌های قلیایی دچار تغییرات معنی‌دار شده و شدت آن افزایش نشان می‌دهد اما در محیط اسیدی تفاوتی گزارش نشده است [۱۷]. ترکیبات رنگی چای نظیر تئافلاوین در محیط اسیدی مقاومت نشان داده‌اند، در حالی که عدم پایداری این ترکیبات در محیط قلیایی (pH=۸٫۵) به اثبات رسیده است در این محیط‌های قلیایی تئافلاوین به سرعت به ترکیب رنگی قهوه‌ای تیره به نام تئانفتوکوئینون[1] اکسید می‌شود [۳۴]. لیانگ و زو [۳۵] گزارش کردند ترکیبات شیمیایی عصاره چای با تغییر pH از ۴٫۹ (عصاره استخراج شده از چای) به ۹٫۴۵ دستخوش تغییر می‌شوند به‌طوری‌که ۸۰ درصد تئافلاوین‌ها تغییر ماهیت داده و استرهای گالات‌اپی‌کاتچین‌ها به اپی‌کاتچین و اسید گالیک تجزیه می‌شوند. همچنین در این pH پلی‌فنل‌هایی که در مرحله تخمیر اکسید نشده‌اند اکسید شده و به ترکیبات رنگی تبدیل می‌شوند. تئافلاوین‌ها از رنگ زرد مایل به نارنجی به ترکیبات با رنگ تیره مانند تئاروبیجین تبدیل می‌گردند. بنابراین کاربرد رنگ چای در مواد غذایی که در محدوده pH اسیدی قرار داشته باشند، مانند انواع آب نبات، دراژه، پاستیل، نوشیدنی‌ها، سرکه و انواع چاشنی‌ها، بدون تغییر در رنگ خواهد بود و استفاده از آن در محصولات با pH قلیایی منجر به تغییر رنگ و تیرگی خواهد شد.

- **مقدار خاکستر کل**

مقدار خاکستر کل یا مواد معدنی در رنگ مایع و جامد به ترتیب ۰٫۷ و ۹٫۵ درصد اندازه‌گیری شد. مقدار خاکستر کل در چای ۴ الی ۸ درصد است که بیش از ۴۵ درصد آن در آب محلول بوده [۳۶] و هم‌زمان با استخراج عصاره وارد محلول رنگی چای می‌شود. مقدار خاکستر کل در چای فوری که با استخراج آبی از چای تهیه می‌گردد، کمتر از ۲۰ درصد گزارش شده است [۳۷]. از جمله مهم‌ترین مواد معدنی محلول در آب چای شامل نیتروژن، پتاسیم، منیزیم، منگنز، روی و مس است. نیتروژن یکی از مهم‌ترین عناصر تشکیل دهنده کلروفیل، اسیدهای آمینه، پروتئین‌ها، هورمون‌ها و ویتامین‌ها است. مقدار نیتروژن در برگ سبز گیاه چای بین ۳ تا ۵ درصد متغیر است. پتاسیم بعد از نیتروژن مهم‌ترین ماده غذایی برای گیاه چای است. مقدار پتاسیم برگ سبز چای بین ۱٫۶ تا ۳ درصد متغیر است و چای به واسطه مقدار پتاسیم آن به نوشیدنی رژیمی مناسب برای افراد با فشار خون بالا معرفی شده است. مقدار منیزیم در برگ سبز چای ۰٫۰۵ تا ۰٫۳ درصد، روی ۲۰ تا ۵۰ ppm، مس ۱۰ تا ۳۰ ppm و منگنز ۵۰ تا ۵۰۰۰ ppm است [۳۸].

- **باقی‌مانده فلزات سنگین**

مقدار فلزات سنگین مطابق جدول ۲ در رنگ مایع و جامد اندازه‌گیری شد. عنصر آلومینیم جزو فلزات سنگین نیست ولی به دلیل تجمع آن در برگ‌های پیر و احتمال حضور بیشتر این عنصر در ضایعات چای، مقدار آن در رنگ چای اندازه‌گیری شد. مقایسه مقدار این عناصر در هر دو حالت جامد و مایع رنگ با حد مجاز اعلام شده استاندارد بیانگر اطمینان از مصرف آن برای استفاده خوراکی می‌باشد. مقدار عناصر در حالت جامد به دلیل تغلیظ بیشتر از حالت مایع مشاهده می‌گردد.

1- Theanaphthoquinone

**جدول ۲:** مقدار فلزات سنگین در رنگ مایع و جامد چای.

**Table 2:** Amount of heavy metals in liquid and solid tea color.

| Heavy metals | Liquid color (mg/kg) | Solid color (mg/kg) | Standard limit* |
|---|---|---|---|
| Al | 27.24 | 125.77 | - |
| Cu | 4.22 | 26.88 | <50 |
| Cd | 0.03 | 0.08 | <0.1 |
| As | 0.01 | 0.03 | <0.15 |
| Pb | 0.21 | 0.92 | <1 |
| Hg | 0.01 | 0.004 | <0.02 |

*reference: Institute of Standards and Industrial Research of Iran, [20-22]

چای در مقایسه با سایر گیاهان مقدار آلومینیم و آرسنیک بیشتری دارد که تجمع آرسنیک برخلاف آلومینیم در برگ‌های لطیف چای بیشتر مشاهده شده است. سرعت استخراج عناصر فلزی در عصاره متفاوت است، برخی به طور کامل در عصاره چای وارد می‌شوند مانند پتاسیم و برخی با درصد نسبتا بالایی استخراج می‌شوند مانند مس، فلورین، روی، منیزیم و منگنز و برخی مانند آرسنیک، آلومینیم و سرب به طور جزئی وارد عصاره چای می‌شوند. آلومینیم بیشتر به شکل کمپلکس با کتچین در چای دیده شده و با متابولیسم ذخیره فلاوانول‌ها در چای ارتباط دارد. این عنصر در بهبود خواص رنگی چای موثر گزارش شده اما مقدار زیاد مصرف آن برای سیستم عصبی مضر شناخته شده و منجر به بیماری آلزایمر می‌گردد [۳۹]. مس به دلیل حضور در ساختار آنزیم پلی‌فنل اکسید از عنصر مهمی در بیوشیمی چای محسوب می‌گردد. مقدار آن در چای گاهی به دلیل استفاده از قارچ‌کش حاوی مس در مبارزه با بیماری بلیستر بلایت[1]، تا چندین برابر مقدار معمول آن گزارش شده است.

**– میزان آفلاتوکسین**

مقادیر انواع آفلاتوکسین‌ها در رنگ جامد در جدول ۳ آورده شده است. این عامل در رنگ مایع قابل اندازه‌گیری نبود و به همین علت مقدار سم آفلاتوکسین در ضایعات چای تعیین گردید. آفلاتوکسین یکی از متابولیت‌های ثانویه و سمی است که توسط گونه‌هایی از قارچ آسپرژیلوس مانند Aspergillus flavus, A. parasiticus, and A. nomius ساخته می‌شود. این قارچ‌ها اغلب غلاتی مانند گندم و ذرت و میوه‌های آجیلی را در زمان حمل و نقل و انبارداری آلوده می‌کنند و سلامت انسان و حیوانات را به شدت دچاره مخاطره می‌کنند [۴۰]. نگهداری ضایعات چای در انبار نامناسب از نظر دما و رطوبت موجب رشد این نوع قارچ و تولید آفلاتوکسین شده است. گرچه چای محیط مناسبی برای تشکیل این نوع سم نبوده و مقدار مجموع آفلاتوکسین برآورد شده در ضایعات کمتر از ۰,۷ میکروگرم در کیلوگرم اندازه‌گیری شده است. دمای ۲۶ درجه سانتی‌گراد و فعالیت آبی ۰,۹۶ بهترین شرایط برای تولید آفلاتوکسین و دمای بالای ۳۷ درجه سانتی‌گراد موجب توقف تولید آن می‌گردد [۴۰].

B1 و B2 و G1 و G2 از مهم‌ترین آفلاتوکسین‌ها هستند که می‌توانند از طریق مسیرهای تنفسی، مخاطی یا پوستی موجب مسمومیت بدن شده و منجر به التهاب و سرطان شوند. از نظر شدت سمیت، آفلاتوکسین B1 بیشترین مقدار و پس از آن به ترتیب آفلاتوکسین G1 و B2 و G2 قرار دارند. آفلاتوکسین به حرارتی که به طور معمول برای فرآیند مواد غذایی اعمال می‌گردد مقاوم است و در دمای ۲۳۷ تا ۳۰۶ درجه سانتی‌گراد تخریب می‌شود [۴۰].

مقدار دو نوع آفلاتوکسین با شدت سمیت بالا (B1 , G1) در ضایعات چای و رنگ جامد کمتر از ۰,۱ میکروگرم در کیلوگرم بود. دو نوع کم خطر آفلاتوکسین در ضایعات چای به مقدار ناچیز مشاهده شده اما در رنگ جامد که ترکیبات در آن تغلیظ شده‌اند، به ترتیب ۱,۹۹ و ۷,۹ میکروگرم در کیلوگرم وجود دارند که بیانگر عدم تاثیر دمای خشک کن پاششی (درجه سانتی‌گراد) بر تخریب این نوع توکسین می‌باشد. لذا رعایت شرایط مناسب نگهداری پسماند کارخانجات چای‌سازی که در استخراج رنگ استفاده می‌شود برای اجتناب از رشد قارچ و ایجاد توکسین، لازم و ضروری است.

**– ویژگی‌های میکروبی رنگ استخراج شده از ضایعات چای**

در جدول ۴ شمارش کلی میکروارگانیزم‌ها و تعداد کپک و مخمر در رنگ مایع و جامد آورده شده است. تعداد کل میکروارگانیزم‌ها در هر دو نوع رنگ از حد مجاز استاندارد برای چای کمتر است. اما تعداد کپک و مخمر در نمونه رنگ جامد از حد استاندارد بیشتر شده است که می‌تواند به دلیل آلودگی ثانویه نمونه پس از فرآوری و در زمان بسته‌بندی باشد. همچنین نگهداری مواد اولیه (ضایعات چای) در شرایط بدون کنترل از نظر دما و رطوبت موجب افزایش رشد قارچ در ضایعات چای می‌گردد و وجود آفلاتوکسین در نمونه رنگ جامد نیز ناشی از رشد این نوع از میگروارگانیزم‌ها در ماده اولیه و انتقال اسپور آن به نمونه است. مطابق ضوابط سازمان غذا و دارو اندازه‌گیری برخی از عوامل میکروبی مانند شمارش کلی و کپک و مخمر در نمونه‌های رنگ طبیعی ضروری است [۱].

1- Blister blight

**جدول ۳:** مقدار آفلاتوکسین در رنگ جامد و ضایعات چای.

**Table 3:** Amount of aflatoxin in solid tea color and tea waste.*

| Aflatoxin type | solid color (µg/kg) | Tea waste (µg/kg) | Action level in foods (µg/kg) ** |
|---|---|---|---|
| $B_1$ | <0.1 | <0.1 | - |
| $B_2$ | 1.99 | <0.02 | - |
| $G_1$ | <0.1 | <0.1 | - |
| $G_2$ | 7.9 | <0.7 | - |
| total | 9.89 | <0.7 | 20 |

*reference: Institute of Standards and Industrial Research of Iran, [23]
**Food & Drug Adminestration [41]

**جدول ۴:** ویژگی‌های میکروبی در رنگ مایع و جامد چای.

**Table 4:** Microbial characteristics in liquid and solid tea color.

| Test type | Liquid color (cfu/g) | Solid color (cfu/g) | Standard limit |
|---|---|---|---|
| Total count | 900 | 14000 | <100000 |
| Mold & yeast | <10 | 9000 | <1000 |

**جدول ۵:** ارزیابی تفاوت کاربرد رنگ چای و رنگ موجود در بازار برای سرکه در آزمون سه‌تایی.

**Table 5:** Evaluation of the difference between the use of tea color and the color available in the market for vinegar in Triangle Test.

| | The order of distribution of samples | | | Number of correct answers | Probability of correct judgments |
|---|---|---|---|---|---|
| | first | second | third | | |
| 1 | T* | C** | C | 14 | $0.177^{ns}$ |
| 2 | C | T | C | 13 | $0.285^{ns}$ |
| 3 | C | C | T | 7 | $0.957^{ns}$ |
| 4 | T | C | T | 15 | $0.100^{ns}$ |
| 5 | C | T | T | 10 | $0.705^{ns}$ |
| 6 | T | T | C | 11 | $0.565^{ns}$ |

*T: tea color; ** C: caramel color; ns: not significant

### ۳ـ۳ـ کاربرد رنگ در محصول غذایی

- **آزمون پذیرش رنگ**

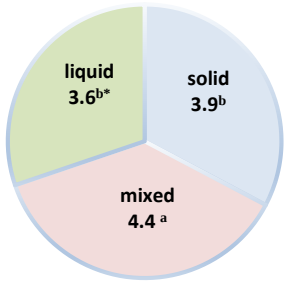
برای اطلاع از بازارپسندی رنگ، نمونه‌های پاستیل تولید شده با انواع رنگ چای (جامد، مایع و مخلوط) به ارزیاب‌ها ارائه گردید (شکل ۱) و نظرات آنها در ارتباط با میزان تمایل‌شان به نوع رنگ بررسی شد. نتایج مقایسه میانگین نظرسنجی رنگ پاستیل تولید شده با رنگ چای در شکل ۲ آورده شده است. نتایج نشان می‌دهد کاربرد حالت‌های مختلف رنگ چای اعم از جامد، مایع و مخلوط در رنگ پاستیل تولید شده تفاوت معنی‌دار ایجاد کرده است در حالی که ارزیاب‌ها اثر معنی‌داری برآزمون نداشته‌اند. نمونه‌هایی که با مخلوط رنگ جامد و مایع تهیه شده بودند امتیاز بالاتری (۴,۴) از ارزیاب‌ها کسب کرده‌اند. نمونه‌های رنگ شده با رنگ مایع و جامد به تنهایی در یک رتبه بودند. میانگین امتیاز ارزیاب‌ها بیشتر از ۳ و بیانگر تمایل افراد به رنگ محصول بود. در مقیاس ۵ نقطه‌ای عدد ۳ بیانگر تمایل متوسط است و هر چه میانگین به عدد ۵ نزدیک شود میزان تمایل بیشتر ارزیاب‌ها را نشان می‌دهد.

- **آزمون تفاوت رنگ چای**

برای دانستن تفاوت رنگ چای تهیه شده با رنگ مورد استفاده در صنایع غذایی، از محصول سرکه استفاده شد. سرکه در بازار به دو صورت بی‌رنگ و کاراملی عرضه می‌شود که تفاوت آنها تنها در رنگ کاراملی است که در سرکه بی‌رنگ وجود ندارد. با جایگزین نمودن رنگ چای با رنگ کاراملی، مقایسه و تعیین تفاوت رنگ توسط ارزیاب‌ها انجام و نتایج آزمون تفاوت در جدول ۵ آورده شده است. نتایج نشان می‌دهد در هیچ یک از ترتیب‌های متفاوت توزیع نمونه‌ها، اختلاف معنی‌دار ($p\leq ۰,۰۵$) بین نمونه‌ها مشاهده نشده است به عبارتی تفاوت معنی‌داری بین سرکه با رنگ چای و سرکه با رنگ موجود در بازار (رنگ کارامل) دیده نشد. بنابراین رنگ چای قابلیت جایگزینی با رنگ مورد استفاده در سرکه را دارد. رنگ چای را می‌توان در محصولات غذایی که دارای pH اسیدی هستند با رنگ‌های مصنوعی جایگزین کرد [۴].

**شکل ۱:** پاستیل با رنگ چای.

**Figure 1:** Gummy candy painted by tea color.




*scores 1 to 5 means: Uninterested to high interest

**شکل ۲:** مقایسه میانگین امتیاز ارزیاب‌ها برای پاستیل تهیه شده از رنگ چای جامد، مایع و مخلوط.

**Figure 2:** Comparison of the average score of evaluators for Gummy candy prepared from solid, liquid and mixed tea color.

رنگ‌های کارامل مخلوط پیچیده‌ای از ترکیباتی هستند که به وسیله حرارت دادن کربوهیدرات‌ها به تنهایی و یا در حضور اسیدها، قلیاها (مانند اسیدهای سولفوریک، سیتریک، هیدروکسیدهای سدیم، پتاسیم و کلسیم) و نمک‌های آنها تولید می‌شوند [۴۲]. این ترکیب برای ایجاد رنگ قهوه‌ای در صنایع غذایی مانند صنایع نوشابه سازی، سرکه سازی، تولید ماالشعیر، کیک و شیرینی و غیره استفاده می‌شود و رنگ چای می‌تواند جایگزین مناسبی برای آن باشد.

## ۴ـ نتیجه‌گیری

مطابق نتایج به دست آمده عصاره رنگی استخراج شده از ضایعات چای، رنگ خوراکی کاملا طبیعی بوده و عامل اصلی رنگی آن، تئاروبیجین (قرمز) و تئافلاوین (نارنجی) می‌باشد و در تولید آن هیچ ترکیب شیمیایی مصنوعی استفاده نشده است. رنگ خوراکی چای در شرایط نگهداری پایداری خود را حفظ می‌نماید اما به افزایش pH حساس بوده و تغییر رنگ می‌دهد. این رنگ دارای خواص ضد اکسید کنندگی است و برای سلامت مصرف کننده مفید است. افزودن آن به محصولات غذایی موجب افزایش خواص ضد اکسید کنندگی می‌گردد. این رنگ قابلیت کاربرد به عنوان رنگ خوراکی با منشا طبیعی و خواص سلامتی در محصولات غذایی را دارد. روش تهیه آن به تجهیزات و مواد پیچیده و پرهزینه نیازی ندارد. حلال مورد استفاده در تولید این رنگ فاقد سمیت و ممنوعیت برای مصرف مواد غذایی است. اضافه کردن این رنگ به ماده غذایی موجب افزایش خواص سلامتی آن فرآورده خوراکی می‌گردد. عدم وجود ترکیبات شیمیایی مصنوعی، ایجاد خواص ضد اکسید کنندگی و سلامتی و ایجاد ارزش افزوده برای صنعت چای از مزایای کاربرد رنگ خوراکی چای نسبت به رنگ مصنوعی است. رعایت شرایط مناسب نگهداری مواد اولیه (پسماند کارخانجات چای‌سازی) برای تولید این رنگ، در سلامت محصول نقش مهمی دارد.

هیچ گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.

## تشکر و قدردانی

بدینوسیله از حمایت ریاست و معاونین محترم پژوهشکده چای موسسه تحقیقات علوم باغبانی و تلاش همکاران گروه فیزیولوژی و فناوری پس از برداشت چای که در مسیر انجام پروژه با عنوان "استخراج رنگ خوراکی از ضایعات چای و ارزیابی پایداری آن (تحقیقی- تطبیقی)" همواره همراه بودند، قدردانی می‌شود.

## ۵ـ مراجع

1. Food and Drug Administration. Minimum technical and sanitary criteria for producing or formulating and packaging units of permitted edible colors. Document code: FB-WI-1393-0003. 2013. [In Persian]
2. F. J. Francis. Food colorings. In D.B. MacDougall (Eds.), Colour in food Improving quality. (pp. 297-330). Woodhead Publishing Limited, Cambridge. England, 2002.
3. U. Kidmose, M. Edelenbos, R. Nørbæk & L. P. Christensen. Colour stability in vegetables. In D.B. MacDougall (Eds.), Colour in food Improving quality. (pp. 179-232). Woodhead Publishing Limited, Cambridge. England, 2002.
4. S. Roofigari Haghighat, A. Shirinfekr, R. AzadiGonbad, A. Seraji. Investigation on Natural Color Extraction from Black Tea Waste. *J. Med. Plants By-products*. 1(2020), 1-6.
5. S. Baruah, A. K. Bordoloi, R. C. Gogoi, M. Hazarika. An integrated approach to the extraction of natural tea color, flavor and evaluation of antioxidant properties of tea. *Two and a Bud*. 59(2012), 126-129.
6. N. N. Faidah, T. Estiasih. Application of dry colorant containing antioxidant from the waste of tea processing for hypoglycemic biscuit substituted by Suweg (*Amorphophallus campanulatus*) flour. *J. Technol. Pertanian*. 10(2009), 181-191.
7. R. Farhoosh, G. A. Golmovahhed, M. H. Khodaparast. Antioxidant activity of various extracts of old tea leaves and black tea wastes (*Camellia sinensis* L.). *Food Chem.* 100(2007), 231-236.
8. D. Wu, S. Mei, R. Duan, F. Geng, W. Wu, X. Li, L. Cheng, C. Wang. How black tea pigment theaflavin dyes chicken eggs: Binding affinity study of theaflavin with ovalbumin. *Food Chem*. 303(2020), 125407.
9. E. A. Bydoon, Extraction of natural dye from tea leaves and its application on giza 86 egyptian cotton fabric. *Int. J. Adv. Sci. Eng*. 3:4(2016), 455-462.
10. N. Sadia, A. Shaukat, H. Tanveer. Optimization of dye extraction conditions from (*Camellia sinensis*) green tea leaves using response surface methodology. *Asian J. Chem.* 27:11(2015), 4111-4114.
11. M. Kiani, Methods of extracting edible yellow color from the wastes of orange concentrate production factories.

Master's thesis. Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology. 2002. [In Persian]
12. Sh. Farshadfar, A. Abbasi, M. Nyakosari Introduction of different methods of extracting lycopene from tomatoes and wastes of tomato processing factories. The 16th National Congress of Iran's Food Industry. April 13-14, 2006, Gorgan, Iran. [In Persian]
13. E. Khanipour, J. Keramat, R. Shokrani. Determination of optimum conditions for carotenoid extraction from tomatoes. *J. Crop Prod.Process.* 11 (2007), 289-297. [In Persian]
14. A. Sharifi, B. Hassani. Extraction methods and stability of color extracted from barberry pigments. *Int. J. AgriScience*, 2(2012), 320-327. [In Persian]
15. A. Hemti, et al. Malekzadeh Saffron and its uses. Available: HTTP://WWW.NIAZEMARKAZI.COM/ARTICLE/PDF/10009871.HTML, access date 10th of February 2012. [In Persian]
16. Z. Tavakoli, S. Arabshahi-Delouee. Extraction of Food colorant from amaranth celosia cristata leaf and evaluation of its stability. *J. Color Sci. Tech.* 14(2021), 273-280. [In Persian]
17. S. Roofigari Haghighat, A. Shokrgozar, A. Shirinfekr, R. AzadiGonbad, A. Seraji, K. Cheraghi, S. Mohebian, M. Jalali. Extraction of food dye from tea waste and evaluation of its stability. Agricultural Engineering Research Organization, Horticultural Science Research Institute, Tea Research Center. 2016. [In Persian]
18. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the enumeration of microorganisms – Colony count technique at 30 c. No. 5272. 2007. [In Persian]
19. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. Microbioligy of food and animal feeding stuffs -enumeration of Yeast and mould-Colony count techni in products with water activity Less than or equal to 0.60. No. 10899. 2013.
20. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. Foods - Determination of Lead, Cadmium, Copper, Iron, and Zinc - Atomic absorption spectrophotometry. No. 9266. 2007. [In Persian]
21. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. Fruits, vegetables and derived products-Determination of arsenic content-Method using hydride generation atomic absorption spectrometry. No. 9215. 2007. [In Persian]
22. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. Fruits, vegetables and derived products, Determination of mercury content by flamless atomic absorption method. No. 6123. 2002. [In Persian]
23. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. Food and feed stuffs. Determination of aflatoxins B&G by HPLC method using immunoaffinity column clean up-Test method. No. 6872. 2011. [In Persian]
24. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. Carbonated soft drink- chemical test methods. No. 1249. 2002. [In Persian]
25. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. Instant tea in solid form - determination of free – flow and compacted bulk densities. No. 4100. 1996. [In Persian]
26. 26- Institute of Standards and Industrial Research of Iran. Tea - determination of total ash. No. 3273. 1992. (In Persian)
27. M. Smiechowsks, P. Dmowski. Crud fibre as a parameter in the quality evaluation of tea. *Food Chem*. 94(2006): 366-368.
28. P. Pripdeevech, T. Machan. Fingerprint of volatile flavour constituents and antioxidant activities of teas from Thailand. *Food Chem*. 125(2011), 797–802.
29. A. Lakin. Food Analysis, Practical Handout. Reading University, UK, 1989.
30. B. M. Watts, G .L. Ylimaki, L. E. Jeffery, L. G. Elias. Basic sensory methods for food evaluation. International Development Research Centre, Ottawa, 1989.
31. Anon. The engineering toolbox. Bulk dencity. In available: https://www.engineeringtoolbox.com, 2021.
32. F. Parsa, R. Azadi Gonbad,A. Moghadam Darudkhani. Investigation and measurement of important soil constituents and three common types of tea waste. *J. Water Soil Sci.* 12 (2007):252-243. [In Persian]
33. B. Gillian, A. Alexandra, C. Matthew. Caffeine Toxicity: A Brief Review and Update. Clin. Pediatric Emergency Medicine, doi: 10.1016/j.cpem.2017.07.002, 2017.
34. J. W. Jhoo, C. Y. Lo, S. Li, S. Sang, C. Y. W. Ang, T. M. Heinze, C. T. Ho. Stability of black tea polyphenol, theaflavin, and identification of theanaphthoquinone as its major radical reaction product. *J. Agricultural Food Chem.* 53(2005), 6146-6150.
35. Y. Liang, Y. Xu. Effect of pH on cream particle formation and solids extraction yield of black tea. *Food Chem.* 74(2001), 155-160.
36. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. Black tea -Specifications and test methods. No. 3273. 2014. [In Persian]
37. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. Instant tea in solid form – specification. No. 4104. 1996. [In Persian]
38. Author group. Technical, hyginic principles and safety management system for processing and packaging of tea. Publications of the Ministry of Food and Drug, Tehran. 2008. [In Persian]
39. Z. M. Chen, H. F. Wang, X. Q. You, N. Xu. The chemistry of tea non-volatiles. In Y. Zhen (Eds.), TEA bioactivity and therapeutic potential (pp. 57-88). Taylor & Francis, London, 2002.
40. K. Pradeep, K. M. Dipendra, K. Madhu, K. M. Tapan & G. K. Sang.aflatoxins: a global concern for food safety, human health and their management. frontiers in microbiology, 7.
Doi: 10.3389/fmicb.2016.02170.ISSN1664-302X.PMC 5240007. PMID 28144235, 2017.
41. Food and Drug Administration. Compliance Policy Guide Sec. 555.400 Aflatoxins in Human Food: Guidance for FDA Staff. U.S. Department of Health and Human Services Food and Drug Administration Center for Food Safety and Applied Nutrition and Office of Regulatory Affairs. 2021.
42. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. Food Additives – Food colors - Caramel -Test Methods. No. 12844. 2007. [In Persian]

**How to cite this article:**

Shiva Roofigari Haghighat, Ahmad Shirinfekr, Sanam Safaei Chaeikar, Abbas Jafari Jid, Soghra Mohebian Otaghvary, Physicochemical Characteristics of Edible Tea Color and its Marketability Evaluation. *J. Color Sci. Tech.* 17, 1(2023), 65-75

**DOR: 20.1001.1.17358779.1402.17.1.5.4**