

بررسی تغییرات فصلی ترکیب‌های فنولیک در چای سیاه (*Camellia sinensis* L.)

زهرا پوری^۱، محمدهادی گیویان‌راد^{۲*}، سیدمهدی سیدین‌اردبیلی^۳ و کامبیز لاریجانی^۴

- ۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران
- ۲- نویسنده مسئول، استادیار، گروه مهندسی شیمی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، پست الکترونیک: givianradh@yahoo.com
- ۳- استادیار، گروه صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران
- ۴- استادیار، گروه مهندسی شیمی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران

تاریخ پذیرش: تیر ۱۳۸۹

تاریخ اصلاح نهایی: تیر ۱۳۸۹

تاریخ دریافت: فروردین ۱۳۸۹

چکیده

چای پس از آب، پرمصرف‌ترین نوشیدنی در سراسر جهان است. ترکیب‌های فنولیک ۵۰ تا ۷۰ درصد از عصاره آبی نوشیدنی چای را تشکیل می‌دهند که از مهمترین آنها می‌توان به تئافلاوین‌ها و تئاروبیجین‌ها که تعیین‌کننده کیفیت چای سیاه می‌باشند، اشاره کرد. نوع رقم، فصل و شرایط آب و هوایی و موقعیت جغرافیایی منطقه رویش از عوامل تأثیرگذار بر کیفیت چای می‌باشد. در این پژوهش میزان پلی‌فنل کل، تئافلاوین کل، تئاروبیجین کل و دو گروه عمده تشکیل‌دهنده آن (TRSII، TRSI)، شفافیت و رنگ کل به روش اسپکتروفتومتری در چای سیاه بدست آمده از کلون امید بخش ۱۰۰ در سال زراعی ۱۳۸۸ در ماه‌های خرداد، تیر، مرداد، شهریور و مهر مورد مطالعه قرار گرفت. براساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس میزان ترکیب‌های فنولیک در سطح ۰/۰۵ دارای تفاوت معنی داری در زمان‌های مختلف برداشت بودند. نوشیدنی چای بدست آمده از برگ سبز برداشت شده در تیرماه دارای بالاترین میزان پلی‌فنل کل (۱۵/۸۳٪)، تئافلاوین کل (۲۲/۳۳)، رنگ کل (۳/۰۱٪) و شفافیت (۲۸/۸۵٪) بود. بررسی نتایج ضریب‌های همبستگی نشان داد که همبستگی تئاروبیجین کل و TRSII با شفافیت معنی دار نمی‌باشد، اما سایر ویژگی‌های کیفی مورد مطالعه دارای همبستگی معنی داری با یکدیگر بودند. از نظر چشمنده‌ها، چای حاصل از ماه‌های تیر و مرداد دارای بالاترین مجموع امتیازات حسی بودند، اما از نظر عطر چای، چشمنده‌ها رتبه بالاتری به چای حاصل از خرداد ماه اختصاص دادند. ضریب‌های همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن نشان داد که بین عطر با سایر ویژگی‌های حسی همبستگی معنی داری وجود ندارد، ولی بین سایر ویژگی‌های حسی به صورت دو به دو همبستگی مثبت و معنی داری مشاهده شد. این مطلب بیانگر آن است که چای با کیفیت شیمیایی مناسب دارای ویژگی‌های حسی مطلوب است.

واژه‌های کلیدی: چای سیاه (*Camellia sinensis*)، ترکیب‌های فنولیک، تغییرات فصلی، ارزیابی حسی.

مقدمه

آنها در مرحله تخمیر مسئول ویژگی‌های کیفی و حسی چای سیاه می‌باشند (Obanda *et al.*, 2001). در مرحله اول اکسیداسیون تولید چای سیاه، کاتشین‌ها توسط آنزیم پلی فنل اکسیداز و در حضور اکسیژن تبدیل به کینون‌های کاتشین می‌شوند. کینون‌های کاتشین با توان اکسیداسیون بالا مسئول ایجاد تئافلاوین‌ها، بیس فلاوانول‌ها و اپی تئافلاویک اسیدها می‌باشند که احتمالاً در اثر کندانه شدن محصولات حاصل از اکسیداسیون بعدی آنها تئاروبیجین‌ها تشکیل می‌شوند. تئافلاوین‌ها در واقع دیمر کاتشین‌ها می‌باشند که ایجاد طعم گس و رنگ نارنجی-قرمز در چای می‌کنند (Luczaj & Skrzydlewska, 2005)؛ Wang *et al.*, 2000). چهار تئافلاوین اصلی موجود در چای سیاه عبارتند از: تئافلاوین، تئافلاوین-۳-گالات، تئافلاوین-۳'-گالات و تئافلاوین-۳،۳'-دی-گالات. میزان این ترکیب به‌عنوان معیاری جهت بررسی ارزش خرید چای، انواع کلون‌ها و تغییرات کیفی چای سیاه در فصول مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد (Yoa *et al.*, 2006). در طی فرایند تولید چای سیاه بیشتر میزان کاتشین‌ها تبدیل به ترکیب قرمز-قهوه‌ای رنگ تئاروبیجین با وزن ملکولی در حدود ۱ تا ۴۰ هزار دالتون می‌شود. تئاروبیجین‌ها را براساس قطبیت شیمیایی به دو گروه عمده TRSI (Thearubigin type SI) و TRSII (Thearubigin type SII) تقسیم‌بندی می‌کنند. TRSI از نظر ایجاد شدت رنگ قهوه‌ای و در نتیجه ارتباط آنها با رنگ کل و احتمالاً شفافیت با یکدیگر متفاوت می‌باشند. رنگ کل و شفافیت نیز از عوامل کلیدی در کنترل کیفیت، معاملات چای و قیمت چای سیاه می‌باشد (Obanda *et al.*, 2004).

چای نوشیدنی معطر است که از برگ‌های گیاه *Camellia sinensis* بدست می‌آید. چای را براساس روش‌های مختلف فرایند به‌ویژه میزان تخمیر به سه گروه عمده چای سبز (تخمیر نشده)، چای اولانگ (نیمه تخمیری) و چای سیاه (کاملاً تخمیر شده) تقسیم‌بندی می‌کنند. براساس آمار منتشر شده از سازمان کشاورزی و خواروبار جهانی (Food and Agriculture Organization (FAO))، چای سبز و چای سیاه به ترتیب ۲۳/۲۵٪ و ۰۹/۷۰٪ از کل چای تولیدی جهان را در سال ۲۰۰۵ به خود اختصاص داده‌اند (Ho & Shahidi, 2009). ترکیب‌های فنولیک ۵۰ تا ۷۰ درصد از عصاره آبی چای را تشکیل می‌دهند و به‌عنوان مهمترین عامل در تعیین کیفیت چای به‌شمار می‌روند. از مهم‌ترین پلی فنل‌های چای سیاه می‌توان به تئافلاوین و تئاروبیجین که ۲۵ تا ۳۰ درصد وزن خشک چای را به خود اختصاص می‌دهند، اشاره کرد (Yoa *et al.*, 2006). ترکیب‌های فنولی چای به صورت مستقیم و غیرمستقیم مسئول ویژگی‌های نوشیدنی چای از قبیل طعم، رنگ و عطر می‌باشند. پلی فنل‌ها یا فلاونوئیدهای چای که در گذشته به آنها تانن می‌گفتند را می‌توان به شش دسته اصلی تقسیم‌بندی نمود: فلاون‌ها (Flavone)، فلاوانون‌ها (Flavanones)، ایزوفلاون‌ها (Isoflavones)، فلاونول‌ها (Flavonols)، فلاوانول‌ها (Flavanols) و آنتوسیانین‌ها (Anthocyanins) که فلاوانول‌ها و فلاونول‌ها عمده‌ترین فلاونوئیدهای موجود در چای می‌باشد (Wang *et al.*, 2000). کاتشین‌ها فلاونوئیدهای متعلق به گروه فلاوان-۳-أل (Flavan-3-ols) هستند که از ترکیب‌های فنولی اصلی چای سبز محسوب می‌شوند و محصولات حاصل از اکسیداسیون

نیستند، بنابراین محققین با بررسی صفات کمی و کیفی بوته‌های چای موجود در کشور، مناسبترین بوته را گزینش کرده و اقدام به تکثیر آن در ایستگاه‌های تحقیقاتی نمودند و یکی از ژنوتیپ‌های برتر را به نام کلون امید بخش ۱۰۰ نامگذاری کردند که امید می‌رود در سال‌های آینده به کشت انبوه برسد. همچنین با توجه به این‌که در کارخانه‌های ایران سالانه بیش از پنج هزار تن ضایعات تولید می‌شود، در صورت آگاهی از میزان ترکیب‌های شیمیایی مؤثر در چای به‌ویژه ترکیب‌های فنلی که دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی می‌باشند، می‌توان جهت مصارف مختلف دارویی، درمانی، غذایی و صنعتی مورد استفاده قرار گیرد (Sharangi, 2009). اما متأسفانه تاکنون در این خصوص هیچ‌گونه استفاده‌ای در کشور از آن بعمل نیامده است.

مواد و روشها

برگ سبز تازه چای

برگ سبز تازه چای حاصل از کلون امید بخش ۱۰۰ در سال زراعی ۱۳۸۸ از ایستگاه تحقیقاتی رضوان‌شهر واقع در شمال غربی استان گیلان با عرض جغرافیایی ۳۵° و ۳۷° و طول جغرافیایی ۵' و ۴۹° تهیه شد. در مجموع، پنج بار برداشت برگ سبز در ماه‌های خرداد، تیر، مرداد، شهریور و مهر به صورت استاندارد (یک غنچه و دو برگ) انجام شد.

فرآوری چای

برگهای چای پس از هر بار برداشت به کارخانه چای‌سازی آزمایشی کاشف واقع در مرکز تحقیقات چای کشور در لاهیجان انتقال یافت. پس از طی کردن مرحله

پلی‌فنل‌های موجود در چای آنتی‌اکسیدان‌های بسیار قوی هستند و با کاهش آسید به DNA سلول‌ها و کاهش سرعت رشد سلول‌های سرطانی، دارای خاصیت ضد سرطانی می‌باشند. پلی‌فنل‌های چای دارای خاصیت ضد میکروبی نیز می‌باشند، به‌طور مثال، با کاهش فعالیت بیولوژیکی استرپتوکوکوسی‌ها مانند *Streptococcus mutans* و *Streptococcus sobrinus* از فساد دندان‌ها جلوگیری می‌کنند (Wang et al., 2000).

چای یکی از محصولات اساسی و استراتژیک کشور است و در حدود ۳۲۰۰۰ هکتار از زمین‌های کشاورزی در کشور زیر کشت بوته‌های چای قرار دارد. یکی از مهمترین مشکلات در صنعت چای کشور پایین بودن کیفیت چای تولیدی است (حسن‌پور اصل، ۱۳۷۷). از عوامل تأثیرگذار بر کیفیت چای می‌توان به نوع رقم، فصل و شرایط آب و هوایی و فرآوری و نگهداری چای اشاره کرد (حجت انصاری و همکاران، ۱۳۸۷؛ Gulati & Ravindranath, 1996). در پژوهش انجام شده در سال ۲۰۰۸ در کشور ترکیه، نشان داده شد که میزان ترکیب‌های فنولیک و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در برگ سبز برداشت شده در تابستان بالاتر است، در این مطالعه میزان کل ترکیب‌های فنولیک به‌عنوان عامل توصیف‌کننده کیفیت برگ چای در فصول مختلف شناخته شد (Ercisli et al., 2008). از آنجا که شرایط آب و هوایی مختلف بر ترکیب‌های برگ سبز و در نتیجه کیفیت محصول نهایی مؤثر است، لذا در این پژوهش کیفیت نوشیدنی چای سیاه بدست آمده از کلون امید بخش ۱۰۰ در فصول مختلف مورد بررسی قرار گرفت. از آنجا که بوته‌های چایی که هم‌اکنون در باغ‌های کشور وجود دارد به علت دورگ‌گیری‌های طبیعی، از کیفیت مطلوبی برخوردار

در طول موج ۵۴۰ نانومتر (A_{540}) در مقابل شاهد توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (Cary 100 cons uv-visible spectrophotometer) اندازه‌گیری شد (Yoa *et al.*, 2006).

$$DM / V_1 \times V_0 \times A_{540} \times 0.3913 = (\%) \text{ پلی فنل کل}$$

اندازه‌گیری تئافلاوین کل به روش فلاوگنوست (Flavognost)

آماده‌سازی محلول چای: به ۹ گرم چای خشک ۳۷۵ میلی لیتر آب داغ اضافه و به مدت ۱۰ دقیقه تکان داده شد و سپس عصاره صاف و سرد گردید.

۱۰ میلی لیتر محلول چای با ۱۰ میلی لیتر از حلال ایزوبوتیل متیل کتون مخلوط گردید. پس از دو فاز شدن، ۲ میلی لیتر از فاز بالایی با ۴ میلی لیتر اتانول و ۲ میلی لیتر از معرف فلاوگنوست (۲ گرم دی فنیل بوریک اسید-۲-آمینواتیل استر در ۱۰۰ میلی لیتر اتانول) ترکیب و جذب آن در طول موج ۶۲۵ نانومتر (A_{625}) در مقابل شاهد (ایزوبوتیل متیل کتون/ اتانول v/v ۱:۱) توسط دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد (Yoa *et al.*, 2006).

$$DM / 100 \times 47/9 \times A_{625} = (\mu\text{mol/g}) \text{ تئافلاوین کل}$$

اندازه‌گیری رنگ کل: ۵ میلی لیتر از محلول صاف شده چای با ۴۵ میلی لیتر آب مقطر مخلوط و جذب آن در طول موج ۴۶۰ نانومتر (A_{460}) در مقابل آب مقطر در دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده شد (Yoa *et al.*, 2006).

$$(\%) \text{ رنگ کل} = (A_{460} \times 10) / (DM / 100)$$

پلاس به مدت ۱۴ ساعت و رسیدن وزن برگها به حدود ۷۰٪ وزن اولیه، عملیات مالش سه بار و هر بار به مدت ۳۰ دقیقه در دستگاه مالش مخصوص چای ارتدوکس انجام شد. سپس با استفاده از الک ۲ میلی متری ذرات برگهای خرد از هم جدا شدند و آنگاه اکسیداسیون به مدت ۶۰ دقیقه در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت اشباع ۹۵٪ انجام گردید. برگهای اکسید شده در دستگاه خشک‌کن با بستر سیال به مدت ۲۷ دقیقه و در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد تا رطوبت تقریبی ۳٪ خشک گردیدند.

بررسی شیمیایی

اندازه‌گیری ماده خشک چای سیاه (Dry Matter

(DM))

مقدار معینی از چای خشک در ظروف مخصوص توزین، وزن و به مدت ۱۶ ساعت در آون با دمای 103 ± 2 درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. از اختلاف وزن بدست آمده، درصد ماده خشک محاسبه گردید.

اندازه‌گیری پلی فنل کل

به ۲ گرم چای خشک ۲۰۰ میلی لیتر آب داغ اضافه و به مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد حرارت داده شد. پس از صاف کردن و سرد شدن، محلول چای به حجم ۲۵۰ میلی لیتر (V_0) رسانده شد. ۱ میلی لیتر از محلول چای (V_1) با ۴ میلی لیتر آب مقطر و ۵ میلی لیتر محلول تارتارات (۱ گرم سولفات آهن به همراه ۵ گرم پتاسیم سدیم تارتارات در ۱۰۰۰ میلی لیتر آب مقطر) مخلوط گردید و به وسیله محلول بافر (۸۵٪ حجمی محلول Na_2HPO_4 به همراه ۱۵٪ حجمی محلول PO_4KH_2) به حجم ۲۵ میلی لیتر رسانده شد و جذب آن

۲/۵٪ سدیم هیدروژن کربنات مخلوط گردید. پس از دو فاز شدن کامل، ۴ میلی لیتر از فاز رویی با متانول به حجم ۲۵ میلی لیتر رسید.

محلول (۴): ۲ میلی لیتر از محلول اگزالیک اسید اشباع و ۶ میلی لیتر آب مقطر با ۲ میلی لیتر از فاز آبی بدست آمده از استخراج اول با متانول به حجم ۲۵ میلی لیتر رسید.

جذب محلول های ۱، ۲، ۳ و ۴ (A_1, A_2, A_3, A_4) در طول موج های ۳۸۰ و ۴۶۰ نانومتر در مقابل آب مقطر با دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه گیری شد (Obanda et al., 2004).

اندازه گیری تاروبیجین کل، TRSI، TRSII و شفافیت ۵۰ میلی لیتر از محلول چای با ۵۰ میلی لیتر حلال ایزوبوتیل متیل کتون مخلوط و جهت ممانعت از تشکیل امولسیون به آرامی تکان داده شد. پس از دو فاز شدن فاز رویی مربوط به ایزوبوتیل متیل کتون و فاز زیری فاز آبی بود. محلول (۱): ۴ میلی لیتر از فاز رویی با متانول به حجم ۲۵ میلی لیتر رسید.

محلول (۲): ۲ میلی لیتر از فاز آبی با ۱۰ میلی لیتر آب مقطر مخلوط و با متانول به حجم ۲۵ میلی لیتر رسید.

محلول (۳): ۲۵ میلی لیتر از فاز ایزوبوتیل متیل کتون اولیه به دکانتور منتقل گردید و با ۲۵ میلی لیتر محلول

در طول موج ۳۸۰ نانومتر:

$$(\%) \text{ تاروبیجین کل} = (375 \times 0.02 \times 6/25 [A_4 + A_1 - A_3]) / (0.733 \times 9 \times DM \times 100)$$

در طول موج ۴۶۰ نانومتر:

$$\text{TRSI}(\%) = (375 \times 0.02 \times 6/25 [A_1 - A_3]) / (0.138 \times 9 \times DM / 100)$$

$$(\%) \text{ شفافیت} = (100 \times A_3) / (A_1 + 2A_2)$$

تجزیه های آماری

تمامی آزمون های شیمیایی در سه تکرار انجام شدند. جهت تحلیل آماری داده ها از نرم افزار SPSS (Statistical Package for Social Sciences) (نسخه ۱۶) استفاده گردید. مقایسه میانگین میزان ویژگی های کیفی اندازه گیری شده در ماه های مختلف با استفاده از تجزیه واریانس یک طرفه و تفاوت معنی دار بین داده ها در زمان های مختلف برداشت توسط آزمون دانکن مورد بررسی قرار گرفت. برای ارزیابی قدرت همبستگی بین ویژگی های

ارزیابی حسی چای

ارزیابی حسی چای توسط سه چشمنده متخصص در کارخانه چای گلستان مورد بررسی قرار گرفت. روش تهیه نوشیدنی چای جهت ارزیابی حسی مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۵۶۰۸ انجام شد. سیستم رتبه بندی براساس امتیاز کل ۱۰۰ بود که ۱۰٪ آن به عطر نوشیدنی چای، ۱۰٪ به تفاله، ۲۰٪ به ظاهر چای خشک، ۳۰٪ به رنگ نوشیدنی چای و ۳۰٪ نیز به طعم نوشیدنی چای اختصاص داده شد.

$\mu\text{mol/g}$) و خردادماه ($22/23 \pm 0/31 \mu\text{mol/g}$) و خردادماه ($13/5 \pm 0/56$) دیده شد. میزان تئاروبیجین کل در طی سه ماه تیر، مرداد و شهریور تفاوت معنی‌داری در سطح $0/05$ نشان نداد اما میزان دو گروه عمده تشکیل‌دهنده آن در طی این سه ماه تفاوت قابل ملاحظه‌ای نشان دادند، به‌طوری که بیشترین مقدار TRSI در تیرماه ($1/88 \pm 0/06$) مشاهده شد و در ماه‌های بعدی نسبتاً این میزان کاهش یافت و بیشترین مقدار TRSII در شهریورماه ($6/43 \pm 0/10$) ملاحظه گردید. کمترین مقدار تئاروبیجین کل ($10/39 \pm 0/08$)، TRSI ($1/13 \pm 0/05$) و TRSII ($3/5 \pm 0/32$) در خردادماه رؤیت گردید. در خصوص شفافیت و رنگ کل نیز بیشترین و کمترین میزان به‌ترتیب در تیرماه ($28/85 \pm 0/9$)، ($3/01 \pm 0/17$) و خردادماه ($22/15 \pm 0/38$)، ($2/15 \pm 0/06$) مشاهده گردید. در شکل‌های ۷-۱ نمودار میزان هر یک از ویژگی‌های کیفی اندازه‌گیری شده در ماه‌های مختلف نشان داده شده است.

کیفی از ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد. بررسی میانگین رتبه‌های ماه‌های مختلف در خصوص ویژگی‌های حسی از نظر چشنده‌های چای، به وسیله آزمون فریدمن انجام گردید. برای ارزیابی قدرت همبستگی بین ویژگی‌های حسی از ضریب همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن استفاده شده است.

نتایج

بررسی نتایج حاصل از تجزیه واریانس یک‌طرفه و آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری در سطح $0/05$ بین میانگین هر یک از ویژگی‌های کیفی نظیر پلی‌فنل کل، تئافلایین کل، تئاروبیجین کل، TRSI، TRSII، رنگ کل و شفافیت نشان داد (جدول ۱). بیشترین مقدار پلی‌فنل کل در تیرماه ($15/83 \pm 0/36$) و کمترین مقدار در خردادماه ($9/11 \pm 0/36$) مشاهده گردید. در رابطه با تئافلایین کل که یکی از مهمترین پارامترهای تعیین کیفیت چای سیاه می‌باشد، بیشترین و کمترین میزان نیز به‌ترتیب در تیرماه

جدول ۱- مقادیر میانگین و انحراف معیار ($\text{mean} \pm \text{SD}$) تئاروبیجین کل، TRSI، TRSII، رنگ کل، تئافلایین کل، شفافیت و پلی‌فنل کل در ماه‌های مختلف و نتایج آزمون دانکن

متغیر	ماه				
	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر
تئاروبیجین کل	$10/39 \pm 0/08$ a	$13/66 \pm 0/34$ c	$14/03 \pm 0/26$ c	$13/53 \pm 0/31$ c	$12/67 \pm 0/43$ b
TRSI	$1/13 \pm 0/05$ a	$1/88 \pm 0/07$ e	$1/76 \pm 0/03$ d	$1/45 \pm 0/05$ b	$1/56 \pm 0/04$ c
TRSII	$3/50 \pm 0/32$ a	$6/08 \pm 0/18$ cd	$5/77 \pm 0/28$ c	$6/43 \pm 0/10$ d	$4/13 \pm 0/57$ b
رنگ کل	$2/15 \pm 0/06$ a	$3/01 \pm 0/17$ d	$2/75 \pm 0/09$ c	$2/53 \pm 0/03$ b	$2/53 \pm 0/09$ b
تئافلایین کل	$13/50 \pm 0/56$ a	$22/33 \pm 0/31$ e	$18/37 \pm 0/35$ d	$17/12 \pm 0/41$ c	$16/22 \pm 0/16$ b
شفافیت	$22/15 \pm 0/38$ a	$28/85 \pm 0/90$ d	$23/50 \pm 0/13$ b	$23/54 \pm 0/23$ b	$25/64 \pm 0/52$ c
پلی‌فنل کل	$9/11 \pm 0/36$ a	$15/83 \pm 0/36$ d	$13/98 \pm 0/34$ c	$13/06 \pm 0/14$ bc	$12/57 \pm 0/96$ b

(a-e) میانگین‌های با حروف کاملاً متمایز تفاوت معنی‌داری در سطح $0/05$ دارند ($p < 0/05$).

نتایج بررسی ضریب‌های همبستگی پیرسون بین ویژگی‌های کیفی مورد آزمایش نشان داد که بین شفافیت و تئارویبجین کل، و شفافیت و TRSII همبستگی معنی‌داری وجود ندارد اما بین سایر ویژگی‌های کیفی همبستگی معنی‌دار مشاهده گردید (جدول ۲). میزان تئافلاوین کل در سطح ۰/۰۱ دارای همبستگی بالاتری با شفافیت اسپکتروفتومتری بود. TRSI نیز در سطح ۰/۰۵ همبستگی معنی‌داری با شفافیت

نتایج بررسی ضریب‌های همبستگی پیرسون بین ویژگی‌های کیفی مورد آزمایش نشان داد که بین شفافیت و تئارویبجین کل، و شفافیت و TRSII همبستگی معنی‌داری وجود ندارد اما بین سایر ویژگی‌های کیفی همبستگی معنی‌دار مشاهده گردید (جدول ۲). میزان تئافلاوین کل در سطح ۰/۰۱ دارای همبستگی بالاتری با شفافیت اسپکتروفتومتری بود. TRSI نیز در سطح ۰/۰۵ همبستگی معنی‌داری با شفافیت

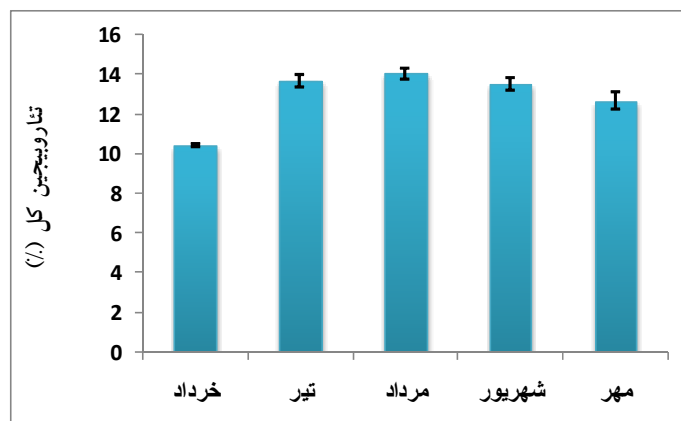
جدول ۲- ضریب‌های همبستگی پیرسون و p-value بین ویژگی‌های کیفی

ویژگی‌های کیفی	تئارویبجین کل	TRSI	TRSII	رنگ کل	تئافلاوین کل	شفافیت
TRSI	r = ۰/۸۲۸ ** p < ۰/۰۰۱					
TRSII	r = ۰/۸۱۰ ** p < ۰/۰۰۱	r = ۰/۶۱۶ * p = ۰/۰۱۵				
رنگ کل	r = ۰/۷۸۰ ** p = ۰/۰۰۱	r = ۰/۹۴۵ ** p < ۰/۰۰۱	r = ۰/۶۷۳ ** p = ۰/۰۰۶			
تئافلاوین کل	r = ۰/۷۵۸ ** p = ۰/۰۰۱	r = ۰/۸۹۲ ** p < ۰/۰۰۱	r = ۰/۷۳۳ ** p = ۰/۰۰۲	r = ۰/۹۳۱ ** p < ۰/۰۰۱		
شفافیت	r = ۰/۴۶۴ ns p = ۰/۰۸۲	r = ۰/۷۱۷ ** p = ۰/۰۰۳	r = ۰/۳۵۹ ns p = ۰/۱۸۸	r = ۰/۷۲۷ ** p = ۰/۰۰۲	r = ۰/۸۲۷ ** p < ۰/۰۰۱	
پلی فنل کل	r = ۰/۸۹۶ ** p < ۰/۰۰۱	r = ۰/۹۲۶ ** p < ۰/۰۰۱	r = ۰/۷۵۷ ** p = ۰/۰۰۱	r = ۰/۹۱۵ ** p < ۰/۰۰۱	r = ۰/۹۳۹ ** p < ۰/۰۰۱	r = ۰/۷۵۴ ** p = ۰/۰۰۱

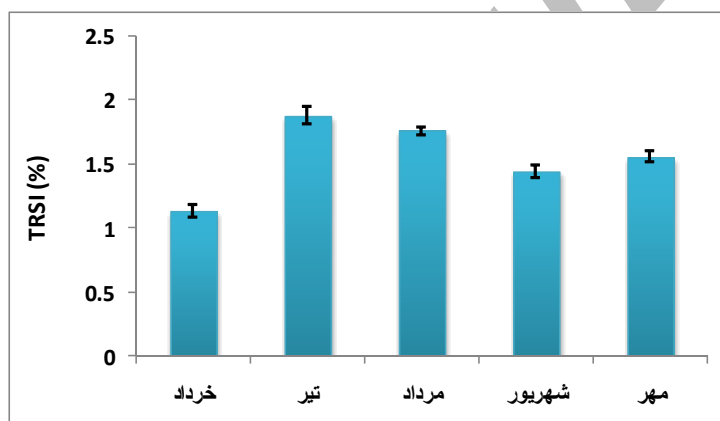
*: در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار است (p < ۰/۰۵).

** در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار است (p < ۰/۰۱).

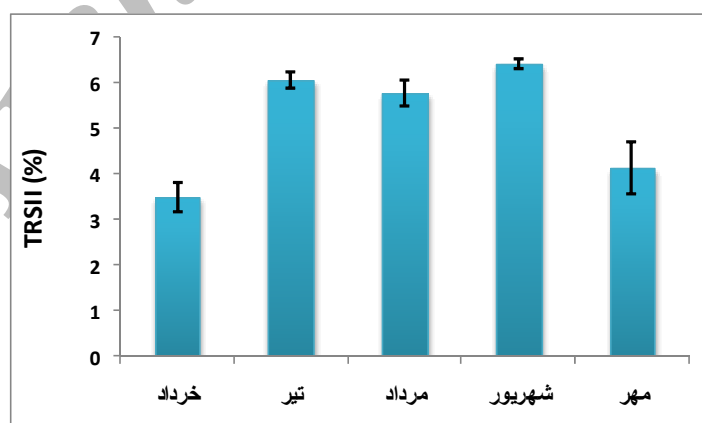
ns غیر معنی‌دار است (non-significant).



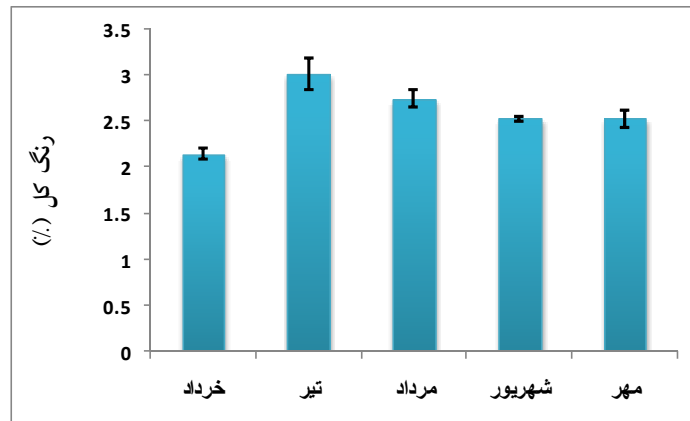
شکل ۱- تاثیر ماههای مختلف روی تارویبجین کل



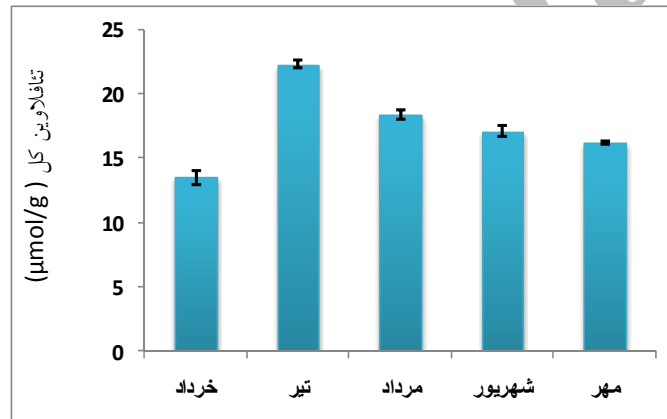
شکل ۲- تاثیر ماههای مختلف روی TRSI



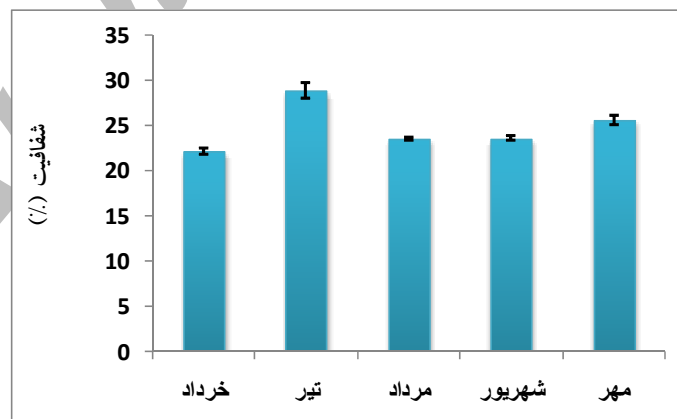
شکل ۳- تاثیر ماههای مختلف روی TRSII



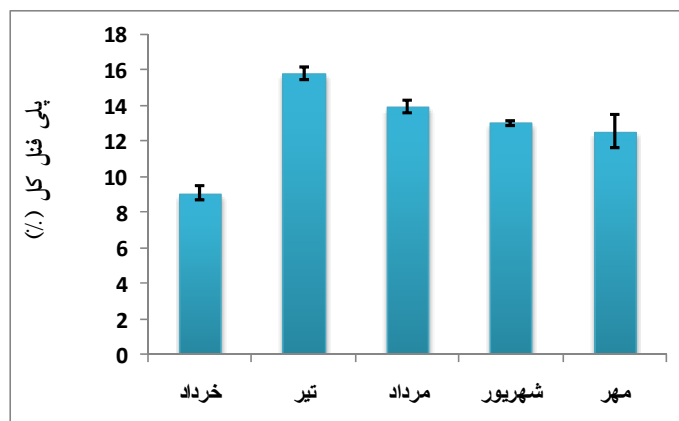
شکل ۴- تاثیر ماههای مختلف روی رنگ کل



شکل ۵- تاثیر ماههای مختلف روی تتافلاوین کل



شکل ۶- تاثیر ماههای مختلف روی شفافیت



شکل ۷- تأثیر ماه‌های مختلف روی پلی فنل کل

ضریب‌های همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن و P-value نشان داد که بین عطر با سایر ویژگی‌های حسی همبستگی معنی‌داری وجود ندارد ($P > 0/05$) ولی بین سایر ویژگی‌های حسی به صورت دو به دو همبستگی مثبت و معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۵). همبستگی میان فاکتورهای رنگ، طعم و تفاله بیانگر آن است که همواره چایی با رنگ و طعم مناسب دارای تفاله‌ای با رنگ شفاف و مطلوب می‌باشد. ظاهر چای خشک به ترتیب دارای بالاترین همبستگی با امتیاز کیفی کل ($P < 0/001$; $r = 0/951$) چای و رنگ چای ($P < 0/001$; $r = 0/912$) بود. چای خوش ساخت باید دارای ظاهری پیچ‌دار و تاب خورده، رنگ خوب، اندازه و بافت همگن باشد.

میانگین مجموع امتیازات حسی گزارش شده توسط چشمنده‌ها بین ۸۲/۷۵ تا ۹۳/۵۸ متغیر بود. مجموع امتیازات حسی داده شده به چای حاصل از خردادماه و تیرماه به ترتیب کمترین و بیشترین میزان را به خود اختصاص دادند. مقایسه میانگین رتبه‌های چای حاصل از ماه‌های مختلف در خصوص ویژگی‌های حسی (رنگ، عطر، طعم، تفاله، ظاهر چای خشک و مجموع امتیازات حسی) از نقطه نظر چشمنده‌ها به وسیله آزمون فریدمن، تفاوت معنی‌داری از خود نشان دادند (جدول ۳). از نظر رنگ، طعم، تفاله، ظاهر چای خشک و مجموع امتیازات حسی چای برداشت شده در تیرماه میانگین رتبه‌ی ویژگی‌های حسی بالاتری داشت، در حالی که از نظر عطر چای، چای برداشت شده در بهار رتبه‌ی بالاتری را دارا بود (جدول ۴).

جدول ۳- آزمون فریدمن برای برابری میانگین رتبه‌ها در ماه‌های مختلف در خصوص ویژگی‌های حسی

ویژگی حسی	آماره آزمون	درجه آزادی	p
ظاهر	۱۱/۴۲ *	۴	۰/۰۲۲
رنگ	۱۱/۲۲ *	۴	۰/۰۲۴
طعم	۱۰/۴۸ *	۴	۰/۰۳۳
عطر	۱۰/۵۷ *	۴	۰/۰۳۲
تفاله	۹/۸۶ *	۴	۰/۰۴۳
امتیاز کل	۱۱/۴۶ *	۴	۰/۰۲۲

*: در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار است ($p < 0/05$).

جدول ۴- میانگین رتبه‌ها در ماه‌های مختلف در خصوص ویژگی‌های حسی

ویژگی حسی	ماه				
	مهر	شهریور	مرداد	تیر	خرداد
ظاهر	۲/۰۰	۲/۶۷	۴/۰۰	۵/۰۰	۱/۳۳
رنگ	۲/۸۳	۲/۰۰	۴/۵۰	۴/۵۰	۱/۱۷
طعم	۲/۵۰	۲/۱۷	۴/۱۷	۴/۸۳	۱/۳۳
عطر	۱/۱۷	۲/۰۰	۳/۵۰	۳/۵۰	۴/۸۳
تفاله	۲/۱۷	۲/۸۳	۳/۶۷	۵/۰۰	۱/۳۳
امتیاز کل	۲/۶۷	۲/۳۳	۴/۰۰	۵/۰۰	۱/۰۰

جدول ۵- ضریب‌های همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن و p-value بین ویژگی‌های حسی

ویژگی‌های حسی	ظاهر	رنگ	طعم	عطر	تفاله
رنگ	rs = ۰/۹۱۲ ** p < ۰/۰۰۱				
طعم	rs = ۰/۸۱۶ ** p < ۰/۰۰۱	rs = ۰/۸۲۷ ** p < ۰/۰۰۱			
عطر	rs = ۰/۳۷۳ ns p = ۰/۱۷۰	rs = ۰/۲۵۰ ns p = ۰/۳۶۸	rs = ۰/۱۱۸ ns p = ۰/۶۷۶		
تفاله	rs = ۰/۶۶۰ ** p = ۰/۰۰۷	rs = ۰/۶۵۵ ** p = ۰/۰۰۸	rs = ۰/۷۲۴ ** p = ۰/۰۰۲	rs = ۰/۰۲۲ ns p = ۰/۹۳۸	
امتیاز کل	rs = ۰/۹۵۱ ** p < ۰/۰۰۱	rs = ۰/۹۵۱ ** p < ۰/۰۰۱	rs = ۰/۸۷۱ ** p < ۰/۰۰۱	rs = ۰/۳۰۴ ns p = ۰/۲۷۱	rs = ۰/۷۳۶ ** p = ۰/۰۰۲

ns: غیر معنی‌دار است (non-significant).

** در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار است (p < ۰/۰۱).

بحث

پلی فنل کل به‌ویژه کاتشین‌ها در برگ سبز چای و همچنین میزان تئافلاوین و تئاروبیجین تولید شده از واکنش‌های آنزیمی در طی فرایند چای، سبب تغییر کیفیت چای در فصول مختلف می‌گردد.

در این پژوهش با اندازه‌گیری میزان پلی فنل کل، تئافلاوین کل، تئاروبیجین کل، TRSI، TRSII، رنگ کل و شفافیت نوشیدنی چای بدست آمده از کلون امید بخش

بررسی نتایج حاصل از تجزیه واریانس یک طرفه و آزمون دانکن نشان داد که شرایط آب و هوایی در زمان‌های مختلف برداشت تا حد زیادی بر میزان ترکیب‌های فنولیک چای سیاه تأثیرگذار است، بنابراین کیفیت چای سیاه تولیدی در طول ماه‌های مختلف برداشت نیز متفاوت می‌باشد. تغییرات فصلی در غلظت

بیوستز ترکیب‌های شیمیایی باشد (Owuor et al., 2008). در این پژوهش میزان پلی‌فنل کل در تیر ماه بیشترین مقدار و در بهار کمترین میزان بود. در پژوهشی در سال ۲۰۰۰، همبستگی منفی و معنی‌داری میان افزایش میزان بارندگی در نتیجه افزایش رطوبت نسبی و میزان تئافلایین کل مشاهده گردید (Sud & Baru, 2000). در مطالعه‌ی دیگری در سال ۲۰۰۶، بررسی اثر تنش خشکی بر ترکیب‌های شیمیایی برگ سبز چای نشان داد که یک دوره کم آبی ۱۹ روزه، سبب افزایش میزان ترکیب‌های حاصل از اکسیداسیون پلی‌فنل‌ها شد. در پژوهشی در سال ۲۰۰۷ مشخص گردید که نه تنها غلظت پلی‌فنل کل در طی ماه‌های مختلف در برگ سبز چای می‌تواند متغیر باشد، بلکه نسبت هر یک از انواع کاتشین‌ها و متعاقباً نسبت هر یک از انواع تئافلایین‌ها نیز در چای سیاه می‌تواند متفاوت باشد. در این مطالعه بیشترین میزان تئافلایین کل در تابستان مشاهده شد (Turkmen & Velioglu, 2007). کاتشین‌ها و تئافلایین‌های موجود در چای سیاه خصوصیات آنتی‌اکسیدانی قویتری در مقایسه با آنتی‌اکسیدان‌های متداول از قبیل گلوکوتایون، اسیدآسکوربیک و تکوفرول‌ها دارند. ترتیب کاتشین‌ها براساس قدرت آنتی‌اکسیدانی آنها به شرح زیر می‌باشد:

کاتشین > اپی‌کاتشین = اپی‌کاتشین گالات >> اپی‌گالو کاتشین گالات ~ اپی‌گالو کاتشین

هستند، بنابراین در مقایسه با کاتشین‌ها گروه‌های هیدروکسیل (OH) بیشتری دارند که این ویژگی جهت خصوصیت آنتی‌اکسیدانی، امری ضروریست. ویژگی آنتی‌اکسیدانی تئافلایین‌ها براساس تعداد و موقعیت گروه‌های هیدروکسیل آنها بشرح زیر می‌باشد:

۱۰۰ مشخص گردید که به‌طور کلی چای بدست آمده از فصل بهار از نظر تمامی ترکیب‌های فنلی اندازه‌گیری شده، کمترین میزان و چای بدست‌آمده از تیرماه به استثنای میزان TRSII دارای بیشترین مقدار ترکیب‌های فنلی می‌باشد. در طی ماه‌های مرداد، شهریور و مهر نسبتاً از میزان ترکیب‌های فنلی اندازه‌گیری شده کاسته می‌شود. میزان پلی‌فنل کل در برگ سبز چای و چای سیاه حاصل از آن یکسان می‌باشد اما با توجه به میزان اکسیداسیون، نوع فلاونوئیدهای موجود در آنها متفاوت است. به‌طور نسبی چای سیاه حاوی تئاروبیجین‌ها (۷۰٪)، تئافلایین‌ها (۱۲٪) و کاتشین‌ها (۸٪) می‌باشد، در حالی که در برگ سبز چای ۷۰٪ فلاونوئیدها را کاتشین‌ها تشکیل می‌دهند (Mejia et al., 2009). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که میزان پلی‌فنل کل در برگ سبز چای نیز با توجه به شرایط آب و هوایی در زمان رشد نیز متفاوت می‌باشد. عواملی که بر سرعت رشد گیاه چای اثر می‌گذارند، سبب تغییر ترکیب‌های شیمیایی و در نتیجه کیفیت چای سیاه می‌گردند. تفاوت در شرایط محیطی منجر به تفاوت در سرعت رشد گیاه می‌شود. افزایش میزان فتوستز در روزهای بلند با میانگین دمای بالاتر به دلیل تابش بیشتر نور خورشید می‌تواند عامل افزایش

مستقل از کاتشین‌ها، تئافلایین‌های موجود در چای سیاه نیز دارای خصوصیات آنتی‌اکسیدانی هستند. تئافلایین دی‌گالات دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی بیشتری از اپی‌گالو کاتشین گالات که قویترین آنتی‌اکسیدان در بین کاتشین‌ها و پیش‌ساز تئافلایین دی‌گالات می‌باشد، است. تئافلایین‌ها دایمر کاتشین‌ها

معنی دار TRSI و رنگ کل گزارش شده است (Obanda *et al.*, 2004). از آنجا که میزان تئاروبیجین کل در طی ماه‌های مختلف به خصوص در طول سه ماه تابستان تفاوت قابل ملاحظه‌ای نشان نداده است، اما در رابطه با میزان دو گروه عمده تشکیل‌دهنده آن تفاوت معنی‌داری مشاهده شده است و با توجه به تأثیر متفاوت این دو گروه بر شفافیت و رنگ کل نوشیدنی چای، می‌توان نتیجه گرفت که اندازه‌گیری تئاروبیجین کل به تنهایی عامل مناسبی جهت تعیین کیفیت نوشیدنی چای نمی‌باشد. همبستگی مثبت و معنی‌دار تئافلایین کل و تئاروبیجین کل احتمالاً به علت وجود پیش‌سازهای مشترک شیمیایی (پلی‌فنل‌ها) برای تولید این دو ماده و همچنین تبدیل تئافلایین به تئاروبیجین به‌عنوان یکی از راه‌های تولید تئاروبیجین می‌باشد. در مطالعه‌ای در سال ۲۰۰۴ همبستگی میان شفافیت و رنگ کل مثبت ولی غیر معنی‌دار گزارش شد (Obanda *et al.*, 2004)، در حالی که براساس نتایج حاصل از این پژوهش، همبستگی این دو عامل مثبت و معنی‌دار بود.

ضریب‌های همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن نشان داد که بین عطر با سایر ویژگی‌های حسی همبستگی معنی‌داری وجود ندارد ولی بین سایر ویژگی‌های حسی به صورت دو به دو همبستگی مثبت و معنی‌داری مشاهده شد. این یافته‌ها منطبق با مطالعه‌ای در سال ۲۰۰۳ می‌باشد، که بین رنگ، طعم، تفاله، ظاهر چای خشک و مجموع امتیازات حسی به صورت دو به دو همبستگی مثبت و معنی‌داری مشاهده گردید (Liang *et al.*, 2003). این مطلب بیانگر آن است که چای با کیفیت مناسب دارای ویژگی‌های حسی مطلوب است. بنابراین می‌توان چای‌های با ویژگی‌های کیفی متفاوت را با یکدیگر

تئافلایین ساده > تئافلایین مونوگالات > تئافلایین دی‌گالات با توجه به نتایج حاصل از این مطالعه چای‌های برداشت شده در فصل تابستان به دلیل داشتن میزان پلی‌فنل کل و تئافلایین کل بالاتر دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی بیشتری می‌باشند. در مطالعه‌ای در سال ۲۰۰۵، به منظور تعیین قابلیت جذب زیستی کاتشین‌های چای سیاه، داوطلبان ۴ بار در روز هر دو ساعت یکبار، نوشیدنی چای سیاه مصرف کردند. نتایج نشان داد که میزان تئافلایین در پلاسما و ادرار در مقایسه با کاتشین کمتر بود. میزان کاتشین در پلاسما بعد از مصرف چای سبز بیشتر از چای سیاه بود اما پتانسیل آنتی‌اکسیدانی پلاسما، تفاوت قابل ملاحظه‌ای نشان نداد. این حقیقت این فرض را تأیید کرد که تئافلایین‌ها و تئاروبیجین‌های چای سیاه به راحتی جذب می‌شوند و سبب افزایش پتانسیل آنتی‌اکسیدانی می‌گردند. در رابطه با قابلیت جذب زیستی تئاروبیجین‌ها تاکنون توضیح داده نشده است (Luczaj & Skrzydlewska, 2005).

نتایج ضریب‌های همبستگی پیرسون بین ویژگی‌های کیفی مورد آزمایش نشان‌دهنده این مطلب است که به ترتیب میزان تئافلایین کل و TRSI از مهمترین عوامل تأثیرگذار در شفافیت نوشیدنی چای محسوب می‌شوند. در صورتی که همبستگی تئاروبیجین کل و TRSII با شفافیت معنی‌دار نمی‌باشد و این امر بیانگر تأثیر متفاوت دو گروه عمده تشکیل‌دهنده تئاروبیجین در شفافیت نوشیدنی چای است. این مطلب در رابطه با تأثیر آنها بر رنگ کل نیز قابل مشاهده می‌باشد، به طوری که TRSI از مهمترین عوامل تأثیرگذار بر ویژگی رنگ کل می‌باشد. در پژوهشی در سال ۲۰۰۴ نیز همبستگی مثبت و

- Journal of the Science of Food and Agriculture, 71(2): 231-236.
- Ho, C.T., Lin, J.K. and Shahidi, F., 2009. Tea and tea products. CRC Press, 305P.
 - Liang, Y., Lu, J., Zhang, L., Wu, S. and Wu, Y., 2003. Estimation of black tea quality by analysis of chemical composition and colour difference of tea infusions. Food Chemistry, 80(2): 283-290.
 - Luczaj, w. and Skrzydlewska, E., 2005. Antioxidative properties of black tea. Preventive Medicine, 40(6): 910-918.
 - Obanda, M., Owuor, P.O., Mang'oka, R. and Kavoi, M.M., 2004. Changes in thearubigin fractions and theaflavin levels due to variation in processing condition and influence on black tea liquor brightness and total colour. Food Chemistry, 85(2): 163-173.
 - Obanda, M., Owuor, P.O. and Mang'oka, R., 2001. Changes in the chemical and sensory quality parameters of black tea due to variations of fermentation time and temperature. Food Chemistry, 75(4): 395-404.
 - Owuor, P.O., Obanda, M., Nyirenda, H.E. and Mandala, W.L., 2008. Influence of region of production on clonal black tea chemical characteristics. Food Chemistry, 108(1): 263-271.
 - Sharangi, A.B., 2009. Medicinal and therapeutic potentialities of tea (*Camellia sinensis* L.). Food Research International, 42(5-6): 529-535.
 - Sud, R.G. and Baru, A., 2000. Seasonal variations in theaflavins, thearubigins, total color and brightness of Kangra orthodox tea (*Camellia sinensis* (L.) O Kuntze) in Himachal Pradesh. Journal of the Science of Food and Agriculture, 80(9):1291-1299.
 - Turkmen, N. and Velioglu, Y.S., 2007. Determination of alkaloids and phenolic compounds in black tea processed by two different methods in different plucking seasons. Journal of the Science of Food and Agriculture, 87(7): 1408-1416.
 - Wang, H., Provan, G.J., and Helliwell, K., 2000. Tea flavonoids: their function, utilisation and analysis. Trends in Food Science & Technology, 11(4-5): 152-160.
 - Yoa, L.H., Jiang, Y.M., Caffin, N., D'Arcy, B., Datta, N., Liu, X., singanusong, R. and Xu, Y., 2006. Phenolic compounds in tea from Australian supermarkets. Food Chemistry, 96(4): 614-620.

ترکیب کرد تا به چایی با کیفیت مناسب رسید. به طور مثال، می‌توان چایی با طعم مطلوب و عطر کم (با توجه به نتایج این پژوهش، چای برداشت شده در تیرماه) را با چایی با طعم ضعیف و عطر قوی (با توجه به نتایج این پژوهش، چای برداشت شده در خردادماه) مخلوط کرد تا چای با عطر و طعم مناسب بدست آید.

سپاسگزاری

از مساعدت و همکاری کلیه مسئولان مجتمع آزمایشگاهی دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات و مرکز تحقیقات چای کشور (لاهیجان) به‌ویژه سرکار خانم مهندس روفی‌گری حقیقت صمیمانه سپاسگزاری می‌شود.

منابع مورد استفاده

- حجت انصاری، ر.، حسن‌پور اصیل، م.، حاتم‌زاده، ع.، ربیعی، ب. و روفی‌گری حقیقت، س.، ۱۳۸۷. بررسی تغییرات تنافلاوین و تئاروبیژن در زمان تخمیر (اکسیداسیون) و اثر آن روی شفافیت و رنگ کل در چای سیاه. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۳(الف): ۵۵-۴۷.
- حسن‌پور اصیل، م.، ۱۳۷۷. چای‌کاری و فراوری چای. انتشارات دانشگاه گیلان، رشت، ۱۲۶ صفحه.
- Ercisli, S., Orhan, E., Ozdemir, O., Sengul, M. and Gungor, N., 2008. Seasonal variation of total phenolic, antioxidant activity, plant nutritional elements, and fatty acids in tea leaves (*Camellia sinensis* var. *sinensis* clone Derepazari 7) grown in turkey. Pharmaceutical Biology, 46: 638-687.
- Gulati, A. and Ravindranath, S.D., 1996. Seasonal variations in quality of Kangra Tea (*Camellia sinensis* (L.) O Kuntze) in Himachal Pradesh.

Seasonal variations in phenolic compounds of black tea (*Camellia sinensis* L.)

Z. Pouri¹, M.H Givianrad^{2*}, S.M. Seyedeyn Ardebili³ and K. Larijani⁴

1- Msc. Student, Department of Food Science and Technology, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran

2*- Corresponding author, Department of Chemistry, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran

E-mail: givianradh@yahoo.com

3- Department of Food Science and Technology, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran

4- Department of Chemistry, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran

Received: April 2010

Revised: June 2010

Accepted: July 2010

Abstract

After water, tea is the most consumed beverage around the world. Phenolic compounds constitute 50-70 % of tea water extract that Theaflavins (TF) and Thearubigins (TR) among them are of most important polyphenols as quality parameters of black tea. Agroclimatic conditions, tea variety and geographical origin are of effective factors on tea quality. This study was undertaken to quantify seasonal variations in quality- related, biochemical, and sensory parameters in manufactured orthodox Iranian tea over various months (June, July, August, September and October). TF, TR, TRSI and TRSII, total color, total polyphenols and brightness were measured by spectrophotometer method and the tea quality was estimated and scored by professional tea tasters. According to the results of ANOVA, phenolic compounds significantly differed in different tea plucking seasons ($P < 0.05$). Drink obtained from green leaves in July tea plucking season had the highest total polyphenols (15.83%), Theaflavins (22.33 $\mu\text{mol/g}$), total color (3.01%) and brightness (28.85). Results of Pearson's correlation coefficients showed that correlation of total TR and TRSII with brightness was not significant while other measured parameters showed a significant correlation to each other. In view point of tea tasters, tea obtained from July and August had the highest total sensory scores while tea obtained from June received the highest tea aroma score. Spearman rank correlation coefficients indicated that there was no significant correlation between tea aroma and other sensory attributes while mutual correlation of other sensory attributes was positive and significant. This suggests that tea with high chemical quality should have good individual tea sensory attributes.

Key words: black tea (*Camellia sinensis*), phenolic compounds, seasonal variations, sensory evaluation.