

## بررسی و اندازه‌گیری مواد مهم تشکیل دهنده خاک و سه نوع ضایعات معمول چای

فاطمه پارسا<sup>۱</sup>، رضا آزادی گنبد<sup>۱\*</sup> و علی مقدم درودخانی<sup>۲</sup>

(تاریخ دریافت: ۸۵/۱۰/۳۰؛ تاریخ پذیرش: ۸۷/۷/۲۱)

### چکیده

در اجرای این تحقیق نمونه‌برداری در سه تکرار از چهار ماده آزمایشی خاکه (خاکه چای: به نوعی از چای خشک گفته می‌شود که در مراحل فرآوری چای خشک به روش ارتدکس حاصل شده و با استفاده از توری با سایز ۴۰×۳۰ حاصل می‌گردد)، پو، دمار و ساقه پس از عملیات چای‌سازی انجام گرفت و در هر نمونه مقدار کافئین، پروتئین، فیبر و فلئوئور در سه زمان (چین بهاره، تابستانه و پاییزه) و از دو قطعه آزمایشی (با آرایش سطح برگ چینی به صورت تخت و کمائی) به طور جداگانه اندازه‌گیری گردید. مدل طرح آزمایشی این تحقیق به صورت طرح فاکتوریل خرد شده در زمان، در پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی و مقایسه میانگین مواد آزمایشی با روش دانکن انجام گردید. میانگین ارقام به دست آمده از چهار نمونه ضایعات نشان داد که بیشترین و کمترین مقدار کافئین، فلئوئور و پروتئین به ترتیب در خاکه و ساقه چای ولی در مورد فیبر عکس این موضوع صادق می‌باشد. نتایج حاصل از تجزیه داده‌های این تحقیق نشان داد که بین انواع ضایعات، زمان‌های برداشت و قطعه (به جز اثر قطعه بر مقدار کافئین) روی مقدار کافئین، فلئوئور، پروتئین و فیبر اختلاف معنی‌داری وجود داشت. به طوری که بیشترین مقدار کافئین، فلئوئور و پروتئین در تیمار خاکه و بیشترین مقدار فیبر مربوط به تیمار ساقه می‌باشد و در رابطه با تأثیر زمان برداشت بیشترین مقدار کافئین و فلئوئور (۲/۵ گرم در صد گرم و ۸/۲ میلی‌گرم در صد گرم) در چین تابستانه و بیشترین مقدار فیبر و پروتئین در چین پاییزه (۲۶ و ۱۵ گرم در صد گرم) بوده است. هم‌چنین نتایج حاصله از تأثیر قطعه (تخت و کمائی) (به طور معمول در مناطق چایکاری ایران دو نوع آرایش سطح برگ چینی به صورت تخت و کمائی وجود دارد). نشان داد که بیشترین مقدار فیبر در قطعه تخت (۲۵ گرم در صد گرم) و بیشترین مقدار پروتئین و فلئوئور در قطعه کمائی (۱۴ گرم در صد گرم و ۸ میلی‌گرم در صد گرم) می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: چای سیاه، ضایعات، کافئین، پروتئین، فیبر، فلئوئور

### مقدمه

استفاده باقی‌مانده و یا دور ریخته می‌شوند و تنها مقدار کمی از ضایعات در پرورش قارچ، تهیه کمپوست و تصفیه فاضلاب‌های صنعتی استفاده می‌شود. این درحالی است که ضایعات چای دارای ترکیبات با ارزشی است که به صورت

با توجه به فعالیت حدود ۱۷۰ کارخانه در دو استان گیلان و مازندران هر ساله شاهد تولید مقادیر زیادی ضایعات از کارخانه‌های فعال در تولید چای خشک می‌باشیم که غیر قابل

۱. اعضای هیئت علمی مرکز تحقیقات چای کشور، رشت

۲. دانشجوی دکتری زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه تربیت معلم، تهران

\*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: [Azadi\\_g@yahoo.com](mailto:Azadi_g@yahoo.com)

دو مرحله در صورت داشتن بهره‌وری اقتصادی وارد مرحله پایلوت و صنعتی می‌گردد.

ضایعات معمول در کارخانه‌های چای‌سازی از لحاظ ساختاری به چهار گروه خاکه، پو، دمار و ساقه تقسیم می‌شوند این واژه‌ها با تعاریف زیر به کار می‌روند.

خاکه: به نوعی از چای گفته می‌شود که ریزتر از سایر انواع چای خشک بوده و پس از انجام فرآوری و چای‌سازی و در مرحله طبقه‌بندی چای خشک با استفاده از توری با سایز ۳۰×۴۰ حاصل می‌گردد. رنگ مشکی و مشکی مایل به خاکستری از مشخصه‌های بارز خاکه چای می‌باشد.

پو: در مرحله مالش کرک‌های پشت برگ‌های لطیف و کرک‌های ساقه‌های ترد و شکننده چای از برگ و ساقه جدا شده و پس از دمیدن هوای گرم در مرحله خشک به بیرون از دستگاه خشک پرتاب می‌شود. پو جزء مواد زائد می‌باشد که بایستی از چای خشک جدا گردد.

دمار: رگبرگ‌های چوبی شده برگ‌های چای است که هنگام مالش به علت خرد شدن برگ از آن جدا می‌گردد.

ساقه: ساقه‌های خشک شده از چای که در دستگاه ساقه گیر یا دمارگیر از چای جدا می‌شود.

شایان ذکر است که ترکیبات شیمیایی موجود در ضایعات چای مشابه ترکیبات برگ سبز چای و با ترکیبات موجود در چای سیاه یکسان می‌باشد ولی از لحاظ مقدار با آن متفاوت است. هم‌چنین مقدار ترکیبات شیمیایی در قسمت‌های مختلف بوته‌چای با هم متفاوت می‌باشد و غلظت این مواد در برگ‌های جوان بیشتر از برگ‌های مسن و ساقه چای می‌باشد که روی انواع مختلف ضایعات تأثیر می‌گذارد که در این طرح بررسی و اندازه‌گیری شده است.

سوزوکی و والر (۲۱) بابررسی اثر فصل روی میزان کافئین نشان دادند که غلظت کافئین در مهر و آبان کاهش می‌یابد و سپس در اواخر اردیبهشت و خرداد مقدار آن به تدریج افزایش یافته و در تابستان به حداکثر می‌رسد. جعفری پور (۲) میزان کافئین در ماه مرداد حداکثر و بعد از آن در ماه‌های مهر، تیر و

مستقیم و غیرمستقیم در صنایع مختلف قابل استفاده است. یکی از ترکیبات مهم ضایعات چای، کافئین (کاربرد در صنایع داروسازی، صنایع غذایی، نوشابه‌های کافئینی) می‌باشد که در دنیا به دو روش ۱- استخراج از ضایعات چای ۲- سنتز مصنوعی در آزمایشگاه تهیه می‌گردد.

### ضایعات حاوی ترکیبات مهم دیگری شامل

پلی فنل‌ها (کتچین‌ها): به عنوان آنتی اکسیدانت برای جلوگیری از اکسیداسیون و فساد مواد غذایی (مانند روغن‌ها، ماهی، گوشت قرمز و...) به عنوان دارو برای درمان بیماری‌های گوناگون (مانند انواع سرطان‌ها، قند خون، چربی خون و...)، به عنوان آنتی باکتریال در صنایع بهداشتی (مانند کرم دست و صورت، صابون و...) به عنوان آنتی ویروس در برابر بیماری‌هایی ویروسی (مانند آنفولانزا) (۸).

پروتئین: در صنایع مختلف به صورت یک ماده افزودنی سودمند به غذای حیوانات و ماکیان، به عنوان کف کننده در صنایع غذایی، استفاده در محیط کشت برای حفظ و نگه‌داری سلول از جهش ژنی در برابر نور، به عنوان آنتی اکسیدانت، (۱۵).

فلوئور: به دلیل داشتن خواص دارویی بالا نسبت به مواد کتونی در صنایع بهداشتی مانند خمیر دندان بسیار حائز اهمیت است (۸)

فیبر نیز در صنایع کاغذ سازی، داروسازی و مصالح ساختمانی، ... کاربرد دارد. به عنوان مثال افزودن ضایعات چای به آجرهای رسی برای تهیه آجرهای ساختمان نشان داد که افزایش ۵ درصدی ضایعات به خاک رس، پایداری و مقاومت آجر را نسبت به نمونه‌های خالص آن به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌دهد (۸).

هدف از اجرای این پروژه اندازه‌گیری دقیق مقدار کافئین، پروتئین، سلولز و فلوئور در چهار نمونه خاکه، پو، دمار و ساقه در مقیاس آزمایشگاهی و کارخانه تحقیقاتی کاشف و سپس تعمیم آن به کل استان گیلان و مازندران می‌باشد که پس از این

خرداد به ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار دارد.

هیلتون، پالم و الیس (۱۰) گزارش نمودند که زمان برداشت بر کیفیت چای بسیار مؤثر است. در فصول مختلف به علت شرایط آب و هوایی مختلف میزان و نوع مواد شیمیایی برگ‌ها تغییر می‌یابد که سبب تغییر در ترکیبات شیمیایی چای سیاه و ضایعات می‌گردد. اور (۱۸) با بررسی بر روی باغ‌های چای در کنیا چنین گزارش نمود که میزان محصول و کیفیت مواد شیمیایی برگ‌ها با زمان برداشت مختلف در طول سال تغییر می‌کند که در تحقیق حاضر سه زمان برداشت بهاره، تابستانه و پاییزه بررسی شده است.

روفی‌گری حقیقت (۳) با بررسی عوامل کیفی، انواع برگ چینی و اثر فصل گزارش نمودند که در چای هیبرید، عوامل کیفی در تابستان در بالاترین سطح بودند. هم‌چنین دو تیمار برگ چینی یک غنچه و یک برگ و یک غنچه و دو برگ از نظر عوامل کیفی در رتبه بالاتر از یک غنچه و سه برگ و برگ چینی غیر استاندارد قرار داشتند. صفات کیفی مورد بررسی در این طرح شامل کافئین، تئافلاوین، تئاروبیجن، رنگ‌کل و شفافیت بود.

گورو و آیسن (۷) برای استخراج بیشترین میزان کافئین بر اساس وزن خشک از ضایعات چای و با هدف دست‌یابی به یک روش ارزان مقدار کافئین در فیبر و ساقه را به ترتیب ۱/۱۶ و ۰/۹۲ درصد گزارش نمودند.

اسماعیل (۱۱) در افزودن ضایعات چای به خاک‌های رسی برای تهیه آجرهای ساختمان نشان داد که افزایش پنج درصدی ضایعات به خاک رس، پایداری و مقاومت آجر را نسبت به نمونه‌های خالص آن به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌دهد. در این تحقیق خواص شیمیایی ضایعات چای شامل عصاره آبی، خاکستر کل، خاکستر محلول در آب، خاکستر نامحلول در اسید، قلیائیت، فیبرخام و کافئین اندازه‌گیری شده است.

میکلاز و شلامبریز (۱۶) ضایعات چای را طبقه‌بندی و مقدار کافئین آنها را اندازه‌گیری نمودند. ضایعات چای‌سازی شامل اجزای سلولی، برگ‌های اول کاملاً لول شده، پو،

برگ‌های دوم کمی لول شده، فیبرهای برگ، برگ‌های سوم لول نشده و ساقه چای می‌باشد که به ترتیب دارای ۵، ۴، ۴، ۳/۵، ۳، ۱/۵ و ۱/۵ درصد کافئین است.

کاتلاز و مادزیری (۱۴) تحقیقاتی روی ضایعات صنعتی چای با هدف استخراج مقدار ماکزیمم کافئین انجام دادند و گزارش نمودند که مهم‌ترین منبع استخراج کافئین از انواع ضایعات چای و نیز خاکه چای می‌باشد. با توجه به مقدار بالای انواع ضایعات در فصل پاییز بهترین فصل برای استخراج کافئین پاییز می‌باشد.

کانجیکات و همکاران (۱۳) ارزش غذایی ضایعات چای را بر تغذیه خوک‌ها بررسی و گزارش نمودند که استفاده از ضایعات چای به نسبت ۰، ۱۰، ۲۰ به جای قسمتی از سبوس برنج و بادام زمینی در رژیم غذایی، سبب افزایش وزن آنها می‌گردد. در این تحقیق درصد مواد مهم تشکیل دهنده ضایعات برای پروتئین، فیبر خام، خاکستر کل و پلی فنل‌های احیا کننده (تانن) به ترتیب ۲۹/۳، ۱۴/۱، ۳/۸ و ۱۱/۸ درصد گزارش گردید.

### مواد و روش‌ها

در اجرای این طرح در سال‌های ۸۳-۸۲ از بوته‌های چای هیبرید چینی (گونه غالب مناطق چایکاری ایران) دو قطعه با فرم درختچه‌ها به صورت تخت و کمانی موجود در ایستگاه تحقیقاتی شهید افتخاری فومن (فشالم) استفاده گردید. قطعه ۲۷۱ با آرایش سطح برگ چینی به صورت تخت و قطعه ۳۱ با آرایش کمانی انتخاب شد در مناطق چایکاری ایران دو نوع آرایش سطح برگ چینی، تخت و کمانی وجود دارد. قطعات انتخاب شده از نظر شرایط داشت (هرس، میزان کود، آبیاری و سن بوته) یکسان بودند. برگ سبز از باغ‌های چای در ایران طی مدت شش ماه برداشت می‌گردد که در این تحقیق سه مرحله برداشت ۲، ۵ و ۸ به ترتیب به عنوان شاخص چین بهاره، تابستانه و پاییزه شناخته شده است. طی این آزمایش در چین‌های تعیین شده، ۲۵۰ کیلوگرم برگ سبز چای توسط ماشین

**اندازه‌گیری فلئوئور به روش اسپکتروفتومتری آلیزارین**

۳ تا ۴ گرم نمونه چای پودر شده (مش سایز ۶۰) با ۲۰ cc هیدروکسید کلسیم ۱۰۰ گرم در لیتر در یک ظرف نیکلی مخلوط می‌شود. مخلوط با یک هم زن شیشه‌ای به هم زده می‌شود و یک شب به همان صورت نگه‌داری و در دمای ۱۱۰-۱۲۰ درجه سانتی‌گراد خشک شده در دمای ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت یک ساعت سوزانده می‌شود بعد از سرد شدن، ۲ گرم هیدروکسید سدیم به مخلوط اضافه می‌شود و مخلوط به مدت یک تا دو ساعت در دمای ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد گرما داده می‌شود تا ذوب گردد. باقی‌مانده به یک بالون تقطیر با مقداری آب منتقل می‌گردد. ۲۵ cc پرکلریک اسید ۶۰ درصد و ۵ میلی‌گرم سولفات نقره اضافه می‌شود مخلوط با بخار آب تقطیر می‌شود بعد از این که حدود ۲۰۰ cc در یک بشر جمع آوری گردید در یک بالون ۲۵۰ cc به حجم رسانده می‌شود سپس توسط روش آلیزارین کمپلکسومتری سنجیده می‌شود (۱۱).

**اندازه‌گیری پروتئین به روش میکروکج‌لدال**

۳/۰ گرم نمونه را وزن می‌کنیم و آن را در داخل بالون به حجم ۱۰۰ cc می‌رسانیم. سپس ۳ گرم اسید سالیسیلیک را وزن می‌نماییم و در ۱۰۰ cc آب حل می‌کنیم و آن را در داخل بورت می‌ریزیم. سپس ۳/۵ cc اسید سالیسیلیک به هر یک از بالون‌ها اضافه می‌کنیم. می‌گذاریم تا یک شب بماند. سپس عمل هضم روی هیتر در دمای ۳۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲ ساعت انجام می‌گیرد. دمای هیتر را به ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد می‌رسانیم. ۲ سی سی آب اکسیژنه اضافه می‌کنیم این عمل را تا سفید شدن کامل بالون‌ها ادامه می‌دهیم سپس می‌گذاریم تا سرد شود و با آب مقطر به حجم ۱۰۰ cc می‌رسانیم. سپس توسط دستگاه اعداد را می‌خوانیم. عدد خوانده شده میزان حجم اسید سولفوریک مورد استفاده برای خنثی‌سازی آمونیاک است (اندازه‌گیری پروتئین در مؤسسه تحقیقات برنج گیلان انجام گرفت) (۱).

برگ چین، برداشت شد. پس از حمل برگ سبز چای به کارخانه تحقیقاتی کاشف و انجام چای‌سازی به روش ارتدکس (که شامل مراحل پلاس، مالش، تخمیر و خشک می‌باشد) یک کیلوگرم از چهار ماده مورد بررسی، شامل خاکه، پو، دمار و ساقه از قسمت‌های مختلف کارخانه نمونه‌برداری گردید. پس از نمونه‌برداری چهار ماده کافئین، پروتئین، فیبر و فلئوئور به روش‌هایی که در زیر قید شده‌اند، از چهار ماده آزمایشی (خاک، پو، دمار و ساقه) در سه زمان و با سه تکرار استخراج و اندازه‌گیری شد. مواد شیمیایی بکار رفته جهت انجام آزمون‌ها از شرکت مرک با درجه خلوص بالا خریداری شده است.

اندازه‌گیری کافئین به روش وزنی اکسید منیزیم (۴ و ۵)

اندازه‌گیری فلئوئور به روش اسپکتروفتومتری آلیزارین (۱۷)

اندازه‌گیری پروتئین به روش میکروکج‌لدال (۱)

اندازه‌گیری فیبر به روش وزنی (۴ و ۵)

داده‌های اندازه‌گیری مربوط به هر فاکتور (کافئین، ... روی چهار تیمار (خاکه، ...) از دو قطعه تخت و کمانی در سه چین بهاره، تابستانه و پاییزه پس از آزمون نرمال بودن، به طور جداگانه مورد تجزیه واریانس قرار گرفت و مقایسه میانگین‌های تیمارها نیز به روش دانکن انجام شد. مدل طرح آزمایشی این تحقیق به صورت آزمایش فاکتوریل خرد شده در زمان، در پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی می‌باشد.

**اندازه‌گیری کافئین به روش استاندارد**

نمونه به نحوی ساییده می‌شود تا از الک به قطر ۰/۶ میلی‌متر رد شود سپس ۵ گرم از نمونه آماده شده را در یک ارلن مایر یا بالون یک لیتری ریخته به آن ۵۰ cc آب مقطر اضافه نموده پس از وزن کردن به هم زده تا به جوش آید. سپس به محلول ۱۰ گرم اکسید منیزیم سنگین اضافه و به مدت ۲ ساعت رفلاکس شود. عمل استخراج کافئین با حلال کلروفرم انجام می‌گیرد. پس از تبخیر حلال کافئین در ظرف باقی می‌ماند (۴ و ۵).

## اندازه‌گیری فیبر به روش استاندارد

مقدار یک گرم نمونه چای خشک همراه  $200^{\circ}\text{C}$  اسید سولفوریک  $255/0$  نرمال به مدت  $30$  دقیقه رفلاکس می‌شود سپس صاف می‌کنیم و با کمک  $50^{\circ}\text{C}$  آب جوش و  $50$  cc آب سرد تفاله را شستشو و باقی مانده را به ارلن مایر انتقال می‌دهیم و عمل رفلاکس و شستشو را با  $200^{\circ}\text{C}$  سود  $313/0$  نرمال تکرار می‌کنیم و برای شستشوی مواد چرب از  $50^{\circ}\text{C}$  دی اتیل اتر یا الکل سفید استفاده می‌نماییم. کاغذ صافی و تفاله را در اتو در درجه حرارت  $105-103$  درجه سانتی‌گراد به مدت  $5$  ساعت قرار داده تا خشک شود سپس وزن می‌کنیم. مقدار فیبر به همراه مواد معدنی به دست می‌آید برای اندازه‌گیری مواد معدنی آن را در کوره الکتریکی می‌سوزانیم مقدار فیبر خالص به دست می‌آید ( $4$  و  $5$ ).

## نتایج

نتایج اندازه‌گیری در دو قطعه تخت و کمانی در سه چین برداشت برای هر چهار تیمار خاکه، پو، دمار و ساقه معنی دار بوده است (جدول ۱). نتایج نشان داد که میزان پروتئین ( $14/034$  گرم در صد گرم) و فلونور ( $7/291$  میلی‌گرم در صد گرم) در قطعه کمانی بیشتر از قطعه تخت ولی میزان سلولز (گرم در صد گرم)، در قطعه تخت ( $24/861$ ) بیشتر از قطعه کمانی ( $24/4$ ) است (جدول ۵). در بین تیمارها، خاکه چای از میزان کافئین، پروتئین و فلونور بیشتر و سلولز کمتری نسبت به پو، دمار و ساقه برخوردار است (جدول ۲ و ۳). در مورد پروتئین و سلولز میزان تفاوت بین خاکه و سه تیمار دیگر به حدی است که باعث غیر نرمال شدن داده‌ها می‌شود. اندازه‌گیری تیمارها نشان داد که میزان پروتئین در خاکه چای به طور قابل توجهی بیش از سه تیمار دیگر آزمایش بوده، به طوری که دامنه تغییرات میزان پروتئین در خاکه بین  $19/1$  تا  $27/3$  (گرم در یکصد گرم) می‌باشد. هم‌چنین میزان سلولز در خاکه چای نیز به طور قابل توجهی کمتر از سه تیمار دیگر آزمایش بوده به طوری که دامنه تغییرات میزان سلولز در خاکه

بین  $7/1$  تا  $9/42$  (گرم در یکصد گرم) می‌باشد. با توجه به این که دامنه تغییرات دو فاکتور سلولز و پروتئین در خاکه با سه تیمار دیگر فاصله زیادی داشته، بدین منظور داده‌های مربوط به خاکه چای برای این دو فاکتور مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار نگرفت چون حضور داده‌های خارج از دامنه غالب، سبب غیرنرمال شدن توزیع فراوانی داده‌های مربوط به این دو فاکتور گردید.

در مجموع، کلیه اثرات ساده، دوگانه و سه‌گانه در مورد تیمار، چین برداشت و قطعه برای کلیه صفات به جز اثر قطعه بر میزان کافئین با احتمال  $1\%$  و اثر تیمار در قطعه و تیمار در چین برداشت برای میزان کافئین با احتمال  $5\%$  معنی‌دار گردیده است که نتایج تجزیه واریانس در جدول ۱ خلاصه شده است.

## بحث و نتیجه‌گیری

نتایج به دست آمده از کلیه صفات مورد ارزیابی به تفکیک در ذیل مورد بحث قرار گرفته است. کافئین: برای اندازه‌گیری کافئین از روش استاندارد استفاده شد. در این اندازه‌گیری، دامنه تغییرات مقدار کافئین در ضایعات چای  $3-1/5$  گرم در صدگرم مشاهده گردید (جدول ۲). به طوری که بیشترین میزان کافئین در خاکه چای و کمترین مقدار آن در ساقه چای دیده شد. میزان خلوص کافئین با دستگاه HPLC  $97/6$  درصد تعیین شد. هارلر ( $9$ ) گزارش نمود که مقدار کافئین در غنچه و برگ اول  $5-4$  درصد و در برگ دوم  $3$  درصد و در ساقه  $1/5$  درصد می‌باشد. هم‌چنین اثر فصل نشان داد که بیشترین مقدار کافئین ( $2/5$  درصد) در فصل تابستان و کمترین مقدار آن ( $1/5$  درصد) در فصل پاییز است (جدول ۴). سوزوکی و والر ( $21$ ) با بررسی اثر فصل بر روی میزان کافئین نشان دادند که غلظت کافئین در مهر و آبان کاهش می‌یابد و سپس در اواخر اردیبهشت و خرداد مقدار آن به تدریج افزایش یافته و در تابستان به حداکثر خود می‌رسد. نتایج در مورد اثر متقابل تیمار و قطعه و تیمار و زمان

جدول ۱. خلاصه جدول تجزیه واریانس اندازه‌گیری صفات مورد آزمایش در ضایعات چای حاصل از دو قطعه آزمایشی طی سه چین برداشت

منابع تغییرات	درجه آزادی	کافئین	فلوئور	سلولز	پروتئین
تکرار	۲	۰/۰۱۸ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۲ <sup>ns</sup>	۰/۳۲۹*	۰/۰۰۷
قطعه	۱	۰/۰۴۷ <sup>ns</sup>	۱۲/۴۴۲**	۳/۲۹۵**	۰/۳۲۹**
ضایعات	۳	۲/۸۵۶**	۳۳۶/۵۴۷**	۱۳۵/۴۷۶**	۶۵/۱۱۲**
ضایعات × قطعه	۳	۰/۰۸۲*	۰/۴۱۹**	۱/۳۸۵**	۳/۷۵۲**
خطا	۱۴	۰/۰۱۵	۰/۰۰۶	۰/۰۶۳	۰/۰۳۲
چین برداشت	۲	۶/۶۲۹**	۷/۰۸۵**	۲۱/۵۵۸**	۱۴/۰۴۸**
قطعه × برداشت	۲	۰/۲۸۶**	۰/۰۷۱**	۲۱/۳۱۳**	۳/۷۶**
ضایعات × برداشت	۶	۰/۰۴۸*	۰/۲۸۵**	۲/۴۳۸**	۵/۰۳۲**
قطعه × ضایعات × برداشت	۶	۰/۱۷۷**	۰/۱۹۲**	۱۰/۱۶۳**	۱/۶۱۱**
خطا	۳۲	۰/۰۱۵	۰/۰۰۷	۰/۰۴۹	۰/۰۳۲
ضریب تغییرات (درصد)		۵/۹۰	۱/۰۷	۰/۹۰	۱/۲۷

ns، \*\* و \* : به ترتیب به مفهوم غیرمعنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪

جدول ۲. نتایج مقایسه میانگین‌های کافئین و فلوئور اندازه‌گیری شده برای اثر تیمار

تیمار	کافئین (gr/100gr)	فلوئور (mgr/100gr)
خاکه	۲/۶۱۸ <sup>a</sup>	۱۲/۳۲ <sup>a</sup>
پو	۲/۰۵۲ <sup>b</sup>	۱۰/۴۴ <sup>b</sup>
دمار	۱/۹۹۹ <sup>۰b</sup>	۴/۵۰۱ <sup>c</sup>
ساقه	۱/۶۵۹ <sup>c</sup>	۳/۵۷۲ <sup>d</sup>

جدول ۳. نتایج مقایسه میانگین‌های سلولز و پروتئین اندازه‌گیری شده برای اثر تیمار

تیمار	سلولز (gr/100gr)	پروتئین (gr/100gr)
پو	۲۲/۰۷ <sup>c</sup>	۱۵/۴۰ <sup>a</sup>
دمار	۲۴/۲۵ <sup>b</sup>	۱۵/۰۳ <sup>b</sup>
ساقه	۲۷/۵۲ <sup>a</sup>	۱۱/۹۳ <sup>c</sup>

جدول ۴. نتایج مقایسه میانگین‌های صفات اندازه‌گیری شده برای اثر برداشت

زمان برداشت	کافئین (gr/100gr)	پروتئین (gr/100gr)	فلوئور (mgr/100gr)	فیبر (gr/100gr)
برداشت بهاره	۲/۲۳۲ <sup>b</sup>	۱۳/۷۵ <sup>b</sup>	۷/۰۹ <sup>۰c</sup>	۲۴/۱۵ <sup>b</sup>
برداشت تابستانه	۲/۵۱۳ <sup>a</sup>	۱۳/۴۸ <sup>c</sup>	۸/۱۱۵ <sup>a</sup>	۲۳/۸۳ <sup>c</sup>
برداشت پاییزه	۱/۴۹۵ <sup>c</sup>	۱۵/۱۳ <sup>a</sup>	۷/۹۱۶ <sup>b</sup>	۲۵/۸۶ <sup>a</sup>

جدول ۵. نتایج مقایسه میانگین‌های صفات اندازه‌گیری شده برای اثر قطعه

فایبر (gr/100gr)	فلوئور (mgr/100gr)	پروتئین (gr/100gr)	کافئین (gr/100gr)	قطعه
۲۴/۸۶ <sup>a</sup>	۷/۲۹ <sup>۱b</sup>	۱۴/۰۳۴ <sup>b</sup>	ns	قطعه تخت (۲۷۱)
۲۴/۳۶۷ <sup>b</sup>	۸/۱۲۲ <sup>a</sup>	۱۴/۲۰۵ <sup>a</sup>	ns	قطعه کمانی (۳۱)

که دارای مقدار فیبر بیشتری است انجام می‌شود (جدول ۵). نتایج بیانگر بیشترین میزان فلوئور در تیمار خاکه و قطعه کمانی و کمترین میزان آن در تیمار ساقه و قطعه تخت می‌باشد (جدول ۶) و تیمار خاک در چین تابستانه و پاییزه دارای بالاترین و تیمار ساقه در چین بهار کمترین میزان فلوئور را دارد (جدول ۸).

پروتئین: ارزش غذایی ضایعات چای به مقدار پروتئین آن مربوط می‌شود که می‌تواند در رژیم غذایی دام و طیور به کار رود (۱۵). در این تحقیق دامنه تغییرات پروتئین در ضایعات چای بین ۲۸-۱۰ گرم در صدگرم مشاهده گردید به طوری که بیشترین مقدار آن در خاکه چای کمترین مقدار آن در ساقه مشاهده شد که با نتایج تحقیقات کانجیکات و همکاران (۱۳) که حداکثر مقدار پروتئین را در ضایعات چای ۲۹/۳ گرم در صد گرم گزارش کرد مطابقت دارد. تحقیقات لیاکوئینگ و همکاران (۱۵) نشان می‌دهد که برگ‌های چای حاوی ۲۸-۲۱ درصد پروتئین است و اسیدهای آمینه آن شبیه اسیدهای آمینه موجود در پروتئین سویاست و می‌تواند همراه با پلی ساکاریدها، نشاسته و پروتئین به عنوان یک ماده کم چرب و سالم، جانشین گوشت گردد.

هم‌چنین در این تحقیق بررسی تغییرات فصلی نشان داد که بیشترین میزان پروتئین در فصل پاییز و کمترین در تابستان می‌باشد (جدول ۴). بوته چای در فصل بهار و پاییز در شرایط فتوسنتزی مطلوب‌تری از نظر بارش باران و جذب ازت قرار می‌گیرد. مقایسه میانگین‌ها بیانگر بیشترین میزان پروتئین در پو و کمترین میزان آن در ساقه در قطعه تخت می‌باشد (جدول ۷). بیشترین میزان پروتئین در تیمار پو در چین پاییزه و کمترین میزان آن در تیمار ساقه در چین بهار می‌باشد (جدول ۹).

فیبر: فیبر خام در گیاهان از چهار واحد ساختاری معین

برداشت در تحقیق حاضر نشان داد بیشترین و کمترین میزان کافئین به ترتیب در تیمار خاک و ساقه در قطعه تخت (۲۷۱) می‌باشد (جدول ۶) و تیمار خاکه در چین تابستانه دارای بیشترین میزان و ساقه در چین پاییزه دارای کمترین میزان کافئین می‌باشد (جدول ۹).

فلوئور: دامنه تغییرات مقدار فلوئور در ضایعات چای ۱۲-۳/۶ میلی‌گرم در صد گرم مشاهده گردید (جدول ۲) به طوری که بیشترین میزان فلوئور در خاکه و کمترین مقدار آن در ساقه چای می‌باشد که با نتایج تحقیقات فونگ و همکاران (۶) که بیشترین میزان فلوئور را در برگ‌های جوان چای و کمترین مقدار آن را در شاخه‌های چای گزارش نموده‌اند مطابقت دارد. در این تحقیق دامنه تغییرات مقدار فلوئور در برگ‌های جوان چای را ۱۰۰-۳۰ میلی‌گرم در صد گرم و در شاخه‌های چای و ریشه ۴۶-۳/۰۸ میلی‌گرم در صد گرم گزارش شده است هم‌چنین در این مقاله دامنه تغییرات مقدار فلوئور در چای چین ۴۲/۲-۱۹/۹، کانادا ۴۰-۳۲/۰ و یونان ۳۲/۵-۳۰/۲ میلی‌گرم در صد گرم گزارش گردیده است. هم‌چنین در تحقیق شا و زینگ (۱۹) آمده است که گیاه چای به عنوان یک منبع جذب فلوئور از خاکه شناخته شده است و برگ‌های چای احتمالاً دارای بالاترین مقدار فلوئور می‌باشند. ضریب جذب فلوئور در برگ‌ها بسیار بالاست. جلولد، گرینیر و جاشام (۲۰۰۵) گزارش نمودند میزان فلوئور در برگ‌ها ۱۰۰۰ برابر میزان فلوئور محلول در خاکه و ۷-۲ برابر مقدار کل فلوئور می‌باشد به طوری که ۹۷٪ فلوئور در برگ‌ها و ۳٪ در قسمت‌های دیگر گیاه می‌باشد.

هم‌چنین نتایج در تحقیق حاضر نشان داد که بیشترین مقدار فلوئور و پروتئین در قطعه‌ای است که برداشت برگ به صورت کمانی از شاخساره‌های جوان چای صورت می‌گیرد ولی در آرایش تخت، برداشت برگ از قسمت‌های خشبی تر بوته چای

جدول ۶. نتایج مقایسه میانگین‌های فلئور و کافئین اندازه‌گیری شده برای اثر متقابل تیمار × قطعه (TG)

TG	کافئین (gr/100gr)	TG	فلئور (mgr/100gr)
T <sub>1</sub> G <sub>1</sub>	۲/۶۹۹ <sup>a</sup>	T <sub>1</sub> G <sub>2</sub>	۱۲/۷۶۸ <sup>a</sup>
T <sub>2</sub> G <sub>1</sub>	۲/۰۸۹ <sup>c</sup>	T <sub>1</sub> G <sub>1</sub>	۱۱/۸۸ <sup>b</sup>
T <sub>3</sub> G <sub>1</sub>	۲/۰۴۷ <sup>cd</sup>	T <sub>2</sub> G <sub>2</sub>	۱۱/۰۶ <sup>c</sup>
T <sub>4</sub> G <sub>1</sub>	۱/۵۸۷ <sup>f</sup>	T <sub>2</sub> G <sub>1</sub>	۹/۸۱۶ <sup>d</sup>
T <sub>1</sub> G <sub>2</sub>	۲/۵۳۸ <sup>b</sup>	T <sub>3</sub> G <sub>2</sub>	۴/۸۱۳ <sup>e</sup>
T <sub>2</sub> G <sub>2</sub>	۲/۰۱۶ <sup>cd</sup>	T <sub>3</sub> G <sub>1</sub>	۴/۱۸۹ <sup>f</sup>
T <sub>3</sub> G <sub>2</sub>	۱/۹۳۳ <sup>d</sup>	T <sub>4</sub> G <sub>2</sub>	۳/۸۵۹ <sup>g</sup>
T <sub>4</sub> G <sub>2</sub>	۱/۷۳۱ <sup>e</sup>	T <sub>4</sub> G <sub>1</sub>	۳/۲۸۴ <sup>h</sup>

T<sub>1</sub> (خاکه)، T<sub>2</sub> (پو)، T<sub>3</sub> (دمار) و T<sub>4</sub> (ساقه)  
G<sub>1</sub> قطعه تخت (۲۷۱) و G<sub>2</sub> قطعه کمانی (۳۱)

جدول ۷. نتایج مقایسه میانگین‌های پروتئین و فیبر اندازه‌گیری شده برای اثر متقابل تیمار × قطعه (TG)

TG	فیبر (gr/100gr)	TG	پروتئین (gr/100gr)
T <sub>4</sub> G <sub>2</sub>	۲۷/۴۲ <sup>a</sup>	T <sub>2</sub> G <sub>1</sub>	۱۵/۳۶ <sup>a</sup>
T <sub>4</sub> G <sub>1</sub>	۲۷/۶۳ <sup>a</sup>	T <sub>3</sub> G <sub>1</sub>	۱۵/۳۷ <sup>a</sup>
T <sub>3</sub> G <sub>1</sub>	۲۴/۸۱ <sup>b</sup>	T <sub>2</sub> G <sub>2</sub>	۱۵/۴۴ <sup>a</sup>
T <sub>3</sub> G <sub>2</sub>	۲۳/۶۸ <sup>c</sup>	T <sub>3</sub> G <sub>2</sub>	۱۴/۶۸ <sup>b</sup>
T <sub>2</sub> G <sub>2</sub>	۲۲/۰۰ <sup>d</sup>	T <sub>4</sub> G <sub>2</sub>	۱۲/۵۰ <sup>c</sup>
T <sub>2</sub> G <sub>1</sub>	۲۲/۱۴ <sup>d</sup>	T <sub>4</sub> G <sub>1</sub>	۱۱/۳۷ <sup>d</sup>

جدول ۸. نتایج مقایسه میانگین‌های فلئور و کافئین اندازه‌گیری شده برای اثر متقابل تیمار × برداشت (TB)

TB	کافئین (gr/100gr)	TB	فلئور (mgr/100gr)
T <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	۳/۰۹۰ <sup>a</sup>	T <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	۱۲/۵۸ <sup>a</sup>
T <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	۲/۶۴۷ <sup>b</sup>	T <sub>1</sub> B <sub>3</sub>	۱۲/۴۵ <sup>b</sup>
T <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	۲/۵۲۷ <sup>bc</sup>	T <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	۱۱/۹۳ <sup>c</sup>
T <sub>3</sub> B <sub>2</sub>	۲/۳۹۵ <sup>c</sup>	T <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	۱۰/۷۷ <sup>d</sup>
T <sub>3</sub> B <sub>1</sub>	۲/۲۱۵ <sup>d</sup>	T <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	۱۰/۶۴ <sup>e</sup>
T <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	۲/۲۴۸ <sup>d</sup>	T <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	۹/۸۹۷ <sup>f</sup>
T <sub>1</sub> B <sub>3</sub>	۲/۱۱۸ <sup>de</sup>	T <sub>3</sub> B <sub>2</sub>	۵/۱۵۵ <sup>g</sup>
T <sub>4</sub> B <sub>2</sub>	۲/۰۳۸ <sup>e</sup>	T <sub>3</sub> B <sub>3</sub>	۴/۸۱۲ <sup>h</sup>
T <sub>4</sub> B <sub>1</sub>	۱/۸۱۸ <sup>f</sup>	T <sub>4</sub> B <sub>2</sub>	۳/۹۵۲ <sup>i</sup>
T <sub>3</sub> B <sub>3</sub>	۱/۳۶۰ <sup>g</sup>	T <sub>4</sub> B <sub>3</sub>	۳/۷۶۵ <sup>j</sup>
T <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	۱/۳۸۲ <sup>g</sup>	T <sub>3</sub> B <sub>1</sub>	۳/۵۳۷ <sup>k</sup>
T <sub>4</sub> B <sub>3</sub>	۱/۱۲۰ <sup>h</sup>	T <sub>4</sub> B <sub>1</sub>	۲/۹۹۸ <sup>l</sup>

B<sub>1</sub> چین بهاره، B<sub>2</sub> چین تابستانه و B<sub>3</sub> چین پاییزه

جدول ۹. نتایج مقایسه میانگین‌های پروتئین و فیبر اندازه‌گیری شده برای اثر متقابل تیمار × برداشت (TB)

TB	فیبر (gr/100gr)	TB	پروتئین (gr/100gr)
T <sub>4</sub> B <sub>3</sub>	۲۸/۳۱ <sup>a</sup>	T <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	۱۷/۵۰ <sup>a</sup>
T <sub>4</sub> B <sub>1</sub>	۲۷/۸۳ <sup>b</sup>	T <sub>3</sub> B <sub>1</sub>	۱۵/۲۱ <sup>b</sup>
T <sub>4</sub> B <sub>2</sub>	۲۶/۴۲ <sup>c</sup>	T <sub>3</sub> B <sub>3</sub>	۱۵/۳۶ <sup>b</sup>
T <sub>3</sub> B <sub>3</sub>	۲۳/۵۵ <sup>d</sup>	T <sub>3</sub> B <sub>2</sub>	۱۴/۵۰ <sup>c</sup>
T <sub>3</sub> B <sub>2</sub>	۲۳/۵۰ <sup>e</sup>	T <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	۱۴/۷۱ <sup>c</sup>
T <sub>3</sub> B <sub>1</sub>	۲۳/۶۹ <sup>e</sup>	T <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	۱۳/۹۹ <sup>d</sup>
T <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	۲۳/۷۳ <sup>e</sup>	T <sub>4</sub> B <sub>3</sub>	۱۲/۵۲ <sup>e</sup>
T <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	۲۱/۵۶ <sup>f</sup>	T <sub>4</sub> B <sub>2</sub>	۱۱/۹۷ <sup>f</sup>
T <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	۲۰/۹۲ <sup>g</sup>	T <sub>4</sub> B <sub>1</sub>	۱۱/۳۲ <sup>g</sup>

پروتئین (۲۸/۱) در هر سه چین و کمترین مقدار فیبر (۴/۱۵) می‌باشد که به عنوان یک منبع غنی از کافئین، فلئوئور و پروتئین معرفی می‌گردد.

پو: پو شامل رگبرگ‌های ریز داخل برگ و ذرات چای با جرم حجمی پایین می‌باشد مقدار کافئین (۲/۰۵) و فلئوئور (۱۰/۴) در تیمار پو نزدیک به خاکه است و از مقادیر بالای کافئین در چین بهاره و تابستانه (مقدار کافئین در پو در چین پاییزه حدود نصف مقدار آن در چین بهاره و تابستانه است) و مقادیر خوب فلئوئور در هر سه چین برخوردار است که می‌تواند به عنوان یک منبع غنی از کافئین در چین بهاره و تابستانه و فلئوئور در هر سه چین معرفی می‌گردد.

دمار: مقدار کافئین (۱/۱) آن در چین بهاره و تابستانه نزدیک به تیمار پو می‌باشد. اما مقدار فیبر (۲۴/۲) آن بالا می‌باشد و می‌تواند به عنوان یک منبع خوب از کافئین در چین بهاره و تابستانه و یک منبع غنی از فیبر معرفی می‌گردد.

ساقه: به دلیل داشتن ساختار چوبی دارای کمترین مقدار کافئین (۱/۶)، فلئوئور (۳/۵) و پروتئین (۱۱/۹) و بیشترین مقدار فیبر (۲۷/۵) می‌باشد، و به عنوان یک منبع غنی از فیبر معرفی می‌گردد.

هم‌چنین نتایج اندازه‌گیری بین دو قطعه تخت و کمانی نشان می‌دهد که برگ سبز از قطعه کمانی از لطافت بیشتری

سرچشمه می‌گیرد که شامل دیواره سلولی، اسککلرانسیم، کلانشیم و بافت‌های انتقال دهنده می‌باشد. برگ‌های جوان چای دارای کمترین درصد فیبر می‌باشد. در این طرح دامنه تغییرات مقدار فیبر بین ۳۰ - ۷ گرم در صد گرم مشاهده گردید (جدول ۳) که بیشترین مقدار آن در ساقه و کمترین مقدار آن در خاکه مشاهده شد که با نتایج تحقیقات سمی کسکا و دموسکی (۲۰) که دامنه تغییرات فیبر خام در چای را بین ۴۳/۳ - ۵/۸ گرم در صد گرم گزارش نمودند، کاملاً مطابقت دارد.

بررسی تغییرات فصلی در این تحقیق نشان داد که بیشترین در صد فیبر در فصل پاییز می‌باشد (جدول ۴) چون بوته چای پس از دو مرحله برداشت بهاره و تابستانه سرعت رشد آن کند و فواصل برداشت آن طولانی می‌گردد و ساختار آن خشبی شده در صد ماده جامد و فیبر آن افزایش می‌یابد. نتایج بیانگر بیشترین میزان فیبر در تیمار ساقه و کمترین آن در تیمار پو در هر دو قطعه کمانی و تخت می‌باشد (جدول ۷). بیشترین میزان فیبر در ساقه در چین پاییزه و کمترین میزان آن در پو در چین بهاره می‌باشد (جدول ۹).

باتوجه به تحقیق انجام گرفته میزان مواد آلی در چهار تیمار خاک، پو، دمار و ساقه یکسان نمی‌باشد.

خاک: خاک چای که از اجزای سلولی برگ چای تشکیل شده است. دارای بیشترین مقدار کافئین (۲/۶)، فلئوئور (۱۲/۳) و

نسبت به قطعه تخت برخوردار است و از پروتئین و فلوئور فیبر آن بالاست. بیشتری نسبت به قطعه تخت برخوردار است در حالی که مقدار

## منابع مورد استفاده

۱. امامی، ع. ۱۳۷۵. روش‌های تجزیه گیاه. روش اندازه‌گیری پروتئین، جلد اول، نشریه فنی شماره ۹۸۲، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی.
۲. جعفری پور زنوزی، م. ۱۳۸۳. بررسی اثر رقم و شاخص‌های برگ‌چینی در میزان کافئین برگ سبز چای. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان.
۳. روفی‌گری حقیقت، ش. ۱۳۸۶. بررسی تأثیر انواع برگ‌چینی در عملکرد برگ سبز و کیفیت چای سیاه طی دوره‌های برگ‌چینی. مرکز تحقیقات چای کشور، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی.
۴. مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۷۱. روش اندازه‌گیری فیبر خام. شماره استاندارد ۳۳۹۴.
۵. مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۷۱. روش اندازه‌گیری کافئین. شماره استاندارد ۳۳۹۳.
6. Fung, K. F., Z. Q. Zhang, W. C. Wong and M. H. Wong. 1999. Fluoride contents in tea and soil from tea plantation and the release of fluoride in to tea liquor during in fusion. *Environ. Pollut.* 104: 197-205.
7. Guru, M. and H. Icen. 2004. Obtaining of caffeine from Turkish tea fiber and stalk wastes. *Bioresour. Technol.* 94 (1): 17-19.
8. Hara, Y. 2000. *Green Tea. Health Benefits and Applications*. Tokyo Food Technol. Co. Ltd., Tokyo, Japan.
9. Harler, C.R. 1970. *Tea Manufacture*. Oxford Univ. Press, UK.
10. Hilton, P., R. Palmer and R.T. Ellis. 1973. Effects of season and nitrogen fertilizer upon the flavanol composition and tea making quality of fresh shoots of tea in central Africa. *J. Sci. Food Agric.* 24: 819-826.
11. Ismail, D. 2005. An investigation on the production of construction brick with processed waste tea, *Building and Environ.* 41(9): 1274-1278.
12. Kjellevald Malde, M., R. Greiner – simonsen and K. Julshamn. 2005. Tea leaves may release or absorb fluoride, depending on the fluoride content of water. *Sci. of the Total Environ.* 366(2-3): 915-917.
13. Kunjikutt, N., P. Ramachandran, P. A. Devasia, C. T. Thomas and M. Nandakumaran. 1978. Studies on goat nutrition, *J. Vet. Sci.* 9(2): 206.
14. Kututeladze, I. G. and K. S. Mudzhiri. 1969. Prospects for extracting the maximum amount of caffeine from the Georgian Tr. *Inst. Farmakok him. Akad Nauk Grus. SSR* 11: 33-37.
15. Liaqing, S., W. Xiangyang, W. Zhongyang and W. Yuanfeng. 2007. Studies on tea protein extraction using alkaline and enzyme methods, china. *Gongshang University, College of food science, Bio technology and Environmental Engineering, Hang Zhou.*
16. Mikeladze, R. M. and S. M. Shalamberidze. 1969. Morphological classification of tea industry waste products and comparative microscopic evaluation of caffeine content in individual component. *SSR.* 11: 38-48.
17. Nahid, P. 1995. Determining of F by Alizarin complex one spectrometry in tea samples and wastes of tea factories in Iran. *J. Iran Agric. Res.* 14: 111-117.
18. Owuor, P.O. 1992. Change in quality parameters of commercial black seedling tea due to the time of the year in the eastern highland of Kenya. *Food Chem.* 45: 119-124.
19. Sha, J.Q. and D. X. Zheng. 1993. The characteristics of bioaccumulation of fluoride in tea plant. *Chinese J. Tea Leaves of Fujian Province* 3: 25-28.
20. Smiechowska, M. and P. Dmowski. 2006. Crude fiber as a parameter in the quality evaluation of tea. *Food Chem.* 94: 366-368.
21. Suzuki, T. H. and G. R. Waller. 1991. Distribution and metabolism of purine alkaloid in tea and other camellia plants. *Tea Sci. Shizuoka Japan* 38(4): 413-419.