

## بررسی و مقایسه ویژگی های فیزیکوشیمیایی و فلزات سنگین در چای صادراتی و وارداتی

پویا زرعی<sup>۱\*</sup>، حامد فراجی<sup>۲</sup>، فریده طباطبایی یزدی<sup>۳</sup>، پرستو کریمی فر<sup>۴</sup>،  
هیلسا بیدخوری<sup>۵</sup>، منا فراجی هریس<sup>۶</sup>

۱- دانشجوی دوره دکتری شیمی تجزیه، موسسه امین آزما شرق

۲- دانشجوی دوره دکتری میکروبیولوژی، موسسه امین آزما شرق

۳- دکتری صنایع غذایی گرایش میکروبیولوژی، استاد گروه صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی

۴- کارشناس ارشد مهندسی کشاورزی، علوم صنایع غذایی، موسسه امین آزما شرق

۵- کارشناس ارشد شیمی تجزیه، موسسه امین آزما شرق

۶- کارشناس ارشد بیوتکنولوژی دامی، موسسه امین آزما شرق

(تاریخ دریافت: ۹۵/۰۵/۲۴ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۱/۲۳)

### چکیده

چای یکی از رایج ترین نوشیدنی ها در جهان است و به علت اثرات مثبت آن در سلامت انسان، بعنوان یک گیاه دارویی مورد توجه قرار دارد. گیاه چای (*Camellia sinensis*) قادر به جذب و ذخیره عناصر فلزی در بخش های مختلف گیاه می باشد. با توجه به تاثیرات نامطلوب فلزات سنگین بر سلامت انسان و مصرف زیاد چای در کشور ایران، هدف از این بررسی تعیین و مقایسه فلزات سنگین و ویژگی های فیزیکوشیمیایی در دو دسته چای صادراتی و وارداتی می باشد. در این مطالعه ۴۸ نمونه به صورت تصادفی در طول سال ۱۳۹۳ جهت بررسی میزان فلزات سنگین و ویژگی های فیزیکوشیمیایی مطابق با استانداردهای ملی ایران مورد بررسی قرار گرفت. برای ارزیابی پارامترهای آماری از میانگین بوسیله نرم افزار Minitab 16 استفاده شد. نتایج نشان داد که میانگین داده ها در اغلب ویژگی های فیزیکوشیمیایی و فلزات آرسنیک و سرب در دسته واردات بیش از صادرات است. این در حالی است که فیبر خام، مس، کادمیوم و جیوه در نمونه های صادراتی بیش از نمونه های وارداتی است.

کلید واژگان: چای، ویژگی های فیزیکوشیمیایی، فلزات سنگین

## ۱- مقدمه

چای بعد از آب، رایج ترین نوشیدنی دنیا است. تولید جهانی چای، طی دهه گذشته با رشد ۱/۸۱٪ در سال رو به رو بوده و میزان مصرف جهانی چای نیز نرخ معادل ۲/۰۵٪ را داشته است [۱]. همچنین برآورد سرانه مصرف چای در ایران حدود ۱/۵ کیلوگرم است [۲]. رشد چای تحت تاثیر عواملی مثل رطوبت نسبی هوا، اختلاف دمای روز و شب، طول روز، رطوبت در دسترس گیاه در خاک و دمای خاک قرار می گیرد. با در نظر داشتن این که برداشت چای از بوته بیش از یک بار در سال صورت می گیرد به صورتی که برداشت اول در بهار و برداشت دوم در تابستان می باشد، انتظار می رود میزان عناصر کمیاب در چین بهاره و تابستانه با توجه به تغییرات آب و هوای ذکر شده و تغییر مقدار عناصر موجود در خاک متفاوت باشد [۳].

تولید چای با تبدیل برگ سبز به چای خشک و آماده مصرف در صنعت چای سازی شامل عملیات پلاس، مالش، غربال کردن، تخمیر، خشک کردن، درجه بندی و بسته بندی می باشد که کیفیت هر کدام از عوامل تاثیر به سزایی در خواص فیزیکوشیمیایی و ارگانولپتیک چای خواهد داشت. انواع چای شامل چهار گروه چای تخمیری (چای سیاه)، تخمیر نشده (چای سبز)، نیمه تخمیری (چای اولانگ و پوچونگ) و چای سفید می باشد [۳]. بیشترین چای تولیدی جهان چای سیاه یا معمولی است که پرمصرف ترین چای در جهان است. بر این اساس تحقیقات مختلفی در زمینه چای صورت گرفته که از آن جمله کونراد و همکاران (۲۰۰۱) تاثیر روش های مختلف آماده سازی را بر میزان مواد جامد محلول، کافیین و پلی فنول های عصاره چای بررسی نمودند که نتایج این مطالعه نشان داد نوع چای، محیط کشت، شرایط تولید و سایز برگ های چای همگی بر روی ترکیبات محصول نهایی حاصله از چای تاثیر گذار هستند [۴]. آتوا و همکاران (۲۰۰۵) برخی ویژگیها از قبیل میزان رطوبت، عصاره آبی، رنگ، کافیین و تانن را مورد ارزیابی قرار دادند [۵]. با توجه به شرایط آب و هوایی مناطق شمال کشور، یکی از محصولات کشاورزی ایران چای می باشد که نقش عمده ای در صادرات ایفا می کند [۱]. براساس مطالعات اپیدمیولوژیک، چای قادر در مهار بسیاری از بیماری ها نظیر سرطان پوست، پارکینسون، سکنه و

سایر بیماریهای قلبی موثر باشد [۶]. با در نظر گرفتن ترکیبات شیمیایی بسیار پیچیده چای که شامل فلاونوئیدها، آلکالوئیدها، آنزیم ها، املاح عناصر کمیاب و غیره است، مطالعات بیانگر خواص ضد موتاسیون و سرطان زایی این فرآورده در رژیم غذایی می باشد [۲]. براساس استاندارد ملی ایران به شماره ۶۲۳ حد مجاز تعیین شده فلزات سنگین سرب، آرسنیک، مس، کادمیوم و جیوه به ترتیب ۱، کمتر از ۵۰، ۱، ۰/۱ و ۰/۰۵ بر حسب میلی گرم در کیلوگرم می باشد [۷]. مطالعات بر روی چای نشان داده است که میزان فلزات سنگین در مواردی بالاتر از حد مجاز بوده است [۸]. اغلب پژوهش های صورت گرفته در ایران بر روی چای بسته بندی شده می باشد و مطالعات مربوط به برگ چای تولیدی کارخانه های ایران محدود است. در مطالعه ای که به منظور بررسی میزان فلزات سنگین در چای سیاه کشت شده در شمال ایران صورت گرفت، عناصر سرب و کادمیوم قابل شناسایی نبودند اما میانگین مس موجود در نمونه های مورد بررسی ۲۹/۳ میلی گرم در کیلوگرم بود [۹].

این تحقیق به منظور بررسی و مقایسه ویژگی های فیزیکوشیمیایی و فلزات سنگین در نمونه های چای وارداتی و صادراتی کشور در سال ۱۳۹۳ و مقایسه با استانداردهای ملی موجود صورت پذیرفته است.

## ۲- مواد و روش ها

جهت رفع آلودگی احتمالی وسایل آزمایشگاهی از محلول Aqua Rejia و آب یون زدایی شده استفاده شده است. برای آماده سازی نمونه ها، مقدار مناسبی از چای مورد نظر توزین گردید. نمونه ها پس از افزایش اسید نیتریک ۶۵٪ و اسید هیدروکلریک ۳۷٪ در دستگاه هضم مایکروویو (Anton Paar- Multiwave Go) قرار داده شد و پس از پایان عملیات دستگاه، محلول چای با آب یون زدایی شده به حجم مشخصی رسانده شد.

برای تعیین میزان فلزات سنگین در نمونه ها از دستگاه طیف سنج جذب اتمی Young Lin-AAS 8000 Series استفاده گردید. آب یون زدایی شده از دستگاه Aqua Max-Ultra 370 Series تهیه شد. کلیه مواد از شرکت Merck با درجه

دستگاه جذب اتمی برای محاسبه مقادیر فلزات سنگین از روش استاندارد خارجی و منحنی کالیبراسیون (عیار سنجی) استفاده می کند و نتایج با مقیاس ppm گزارش گردید. اندازه گیری میزان سرب، کادمیوم و مس بر طبق استاندارد ملی به شماره ۹۲۶۶ نیز آرسنیک و جیوه به ترتیب بر طبق استاندارد ملی به شماره ۹۲۱۵ و ۶۱۲۳ انجام پذیرفت.

آزمایشگاهی خریداری گردیده است. در این مطالعه پس از جمع آوری داده ها، تجزیه و تحلیل با استفاده از نرم افزار Minitab16 انجام گرفت.

برای اندازه گیری میزان فلزات سنگین از هر عنصر، استانداردهایی با غلظت مشخص تهیه شده است که شامل استانداردهای آرسنیک، کادمیوم، مس، سرب و جیوه می باشند. همچنین طول موج های بهینه شده برای اندازه گیری این عناصر در جدول شماره ۱ آمده است.

**Table 1** This table represents optimized wavelength , limit of detection and maximum tolerated level for each heavy metal

element	wavelength	Limit of detection	Maximum tolerated level
Lead	283.3	0.005	1
Arsenic	193.7	0.005	0.15
Cadmium	228.8	0.001	0.1
Copper	324.7	0.01	50
Mercury	253.7	0.002	0.02

## ۲-۴- آزمون عصاره آبی

آزمون عصاره آبی طبق استاندارد ۳۳۲۰ به صورت درصد جرمی بر اساس ماده خشک محاسبه گردید.

## ۲-۵- آزمون فیبر خام

آزمون فیبر خام طبق شرایط استاندارد شماره ۳۲۹۴ انجام پذیرفت.

## ۲-۶- آزمون کافین

آزمون کافین، از طریق قلیایی کردن نمونه با اکسید منیزیم سنگین، کافین موجود در نمونه را آزاد شده و با استفاده از کلروفرم طبق استاندارد ملی ایران شماره ۳۳۹۳ استخراج گردید.

## ۳- نتایج و بحث

بر اساس مطالعات انجام گرفته بر روی چای وارداتی و صادراتی کشور آرسنیک و سرب در چای وارداتی به ترتیب ۱۰/۵٪ و ۴۵/۹٪ بیشتر نسبت به چای صادراتی است. در حالی که میزان فلزات کادمیوم، مس و جیوه در

آزمون های شیمیایی انجام شده شامل تعیین مقادیر رطوبت، خاکستر کل، خاکستر محلول در آب، قلیائیت خاکستر محلول، عصاره آبی، فیبر خام و کافین می باشد. تمامی نمونه ها در شرایط مناسب تا زمان انجام آزمون نگهداری شده اند.

## ۲-۱- آزمون مقدار رطوبت

آزمون مقدار رطوبت طبق روش اندازه گیری افت و لتاژ جرمی چای در ۱۰۳ درجه سلسیوس با استفاده از گرم خانه الکتریکی طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۳۲۷۶ انجام شده است.

## ۲-۲- آزمون خاکستر کل و خاکستر محلول در آب

آزمون خاکستر کل و خاکستر محلول نیز با استفاده از گرم خانه الکتریکی در دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس طبق استانداردهای ملی ایران به شماره های ۳۲۷۵ و ۳۲۷۳ انجام شد.

## ۲-۳- آزمون قلیائیت خاکستر محلول

آزمون قلیائیت خاکستر محلول در آب از طریق عیارسنجی محلول صاف شده اندازه گیری خاکستر قابل حل در آب بر طبق استاندارد ملی شماره ۳۲۷۴ انجام گردید.

چای صادراتی به ترتیب با ۰/۸۴/۲٪، ۰/۷۸/۵٪ و ۰/۹/۵٪ بیشتر از چای وارداتی می باشد.

**Table 2** The amount of heavy metals in according by ppm in imported and exported tea

Tea	Lead	Arsenic	Cadmium	Mercury	Copper
Exported tea	0.007	0.128	0.045	0.012	12.49
Imported tea	0.065	0.28	0.038	0.001	9.81

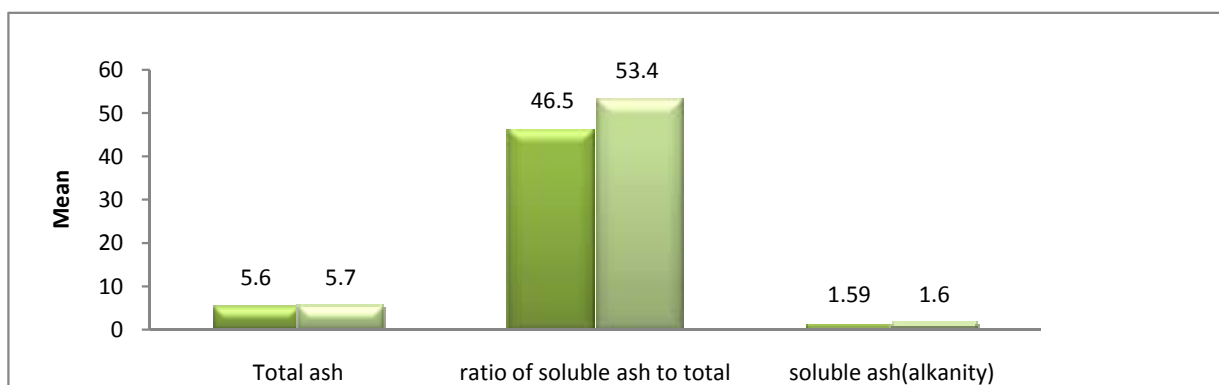
های مختلف می تواند ناشی از تفاوت در میزان آلودگی مناطق مختلف کشت چای و باران های اسیدی باشد [۱۲].

اسیدی بودن محیط کشت چای که می تواند ناشی از بارش باران های اسیدی و pH پایین خاک می تواند موجب بهبود حلالیت ترکیبات عناصر مختلف در آب و تسهیل انتقال این عناصر به گیاه چای گردد. در تحقیقات دیگر نیز غلظت عناصر در گیاه چای به

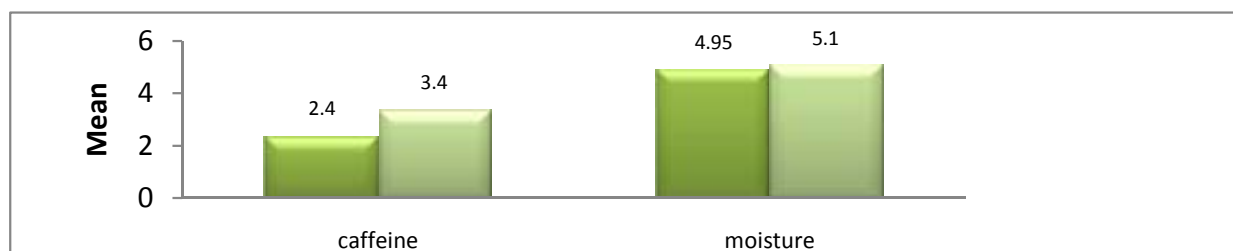
میزان قابل توجهی به pH محیط رشد، وجود عوامل ترکیب شونده با فلزات در خاک، گونه و خصوصیات ژنتیکی گیاه چای بستگی داشته است [۱۳].

فاکتورهایی نظیر سن برگهای مورد استفاده در تهیه نمونه های چای خشک، شرایط خاک نظیر pH، کودهای مورد استفاده، شرایط جوی از نظر میزان بارندگی، ارتفاع محل کشت و خصوصیات ژنتیکی گیاه در میزان فلزات سنگین اثر گذار هستند [۱۰ و ۱۱].

با افزایش سن برگ های چای، میزان تجمع عناصر در برگ ها افزایش می یابد. از این رو کمترین مقدار عناصر در جوانه چای و برگ های جوان مشاهده می شود لذا می توان انتظار داشت چای خشک تهیه شده از جوانه و برگ های جوان نسبت به برگ های مسن عناصر کمتری دارد. همچنین تفاوت در مقادیر عناصر چای



**Fig 4** Survey of ash properties in imported and exported tea



**Fig 5** comparison between water extract and crude fiber in imported and exported tea

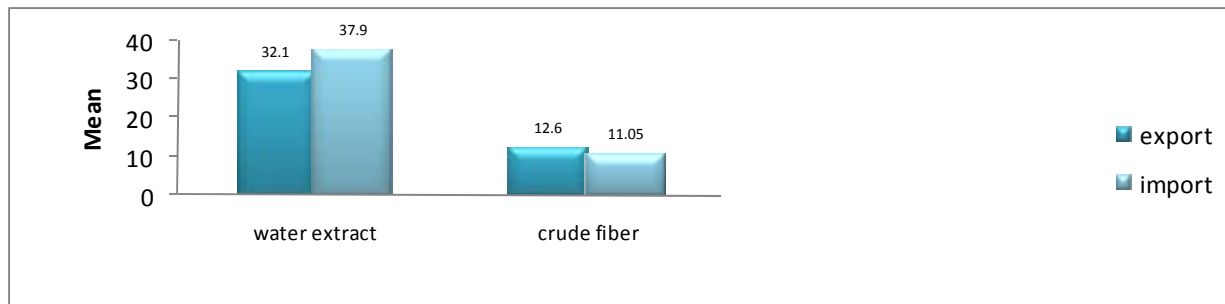


Fig 6 comparison between moisture and caffeine in imported and exported tea

همی سلولز و لیگنین در چای است در نمونه های صادراتی بیشتر از نمونه های وارداتی می باشد. بالا بودن فیبر خام در چای نشان دهنده سن گیاه می باشد بدین معنی که میزان فیبر خام در برگهای جوان بسیار کمتر از برگهای مسن است و وجود فیبر خام بالا، کیفیت پایین محصول را نشان می دهد.

میانگین میزان کافئین نیز در چای صادراتی و وارداتی به ترتیب ۲/۴ و ۳/۴ است مقایسه داده ها نشان می دهد میزان کافئین در چای وارداتی به مراتب بیشتر از چای صادراتی می باشد. کافئین یک آلکالوئید است که به طور طبیعی دارای ترکیبات نیتروژن دار بوده و خصوصیات یک ترکیب بازی آمینی را دارد و در بیش از ۶۰ گونه گیاهی وجود دارد.

کافئین در حدود ۲۰۰ میلی گرم می تواند سیستم عصبی مرکزی را تحریک، خستگی را کاهش و فعالیت ذهنی را افزایش دهد [۱۵].

#### ۴- نتیجه گیری

نتایج آزمایشات چای نواحی مختلف در تحقیقات متعدد کاملاً با یکدیگر متفاوت است که به عوامل متعددی شامل وارسته چای، شرایط جوی محل کاشت، شرایط خاک و ارتفاع، سن برگهای مورد استفاده در تهیه چای و نوع چای بستگی دارد. بطور کلی تمامی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی شامل رطوبت، عصاره آبی، کافیین و انواع خاکستر در چای وارداتی بیش از چای صادراتی می باشد و فقط فیبر خام در نمونه های صادراتی بیش از وارداتی است. همچنین مقادیر آرسنیک و سرب در دسته واردات بیش از صادرات است در حالی که مس، کادمیوم و جیوه در نمونه های صادراتی بیش از واردات است.

میزان رطوبت یکی از مهم ترین عوامل فساد و ایجاد آلودگی میکروبی خصوصاً رشد کپک ها در چای می باشد که با افزایش رطوبت سرعت رشد میکروارگانیسم ها تشدید یافته و قابلیت نگهداری چای کاهش می یابد. میانگین رطوبت چای در نمونه های صادراتی و وارداتی به ترتیب ۴/۹۵ و ۵/۱ می باشد که نشان می دهد علت آن تنوع در نحوه بسته بندی، شرایط و زمان نگهداری باشد. میانگین رطوبت نمونه های وارداتی بیش از صادراتی است و کلیه نمونه ها از لحاظ رطوبت در محدوده قابل قبول قرار داشته اند.

میانگین نتایج مربوط به خاکستر کل، نسبت خاکستر محلول به خاکستر کل و قلیائیت خاکستر محلول در نمونه های صادراتی به ترتیب ۱/۵۹، ۴۶/۵، ۵/۶ و در نمونه های وارداتی ۵۳/۴، ۱/۶ و ۵/۷ می باشد. میانگین فاکتورهای ذکر شده در نمونه های صادراتی کمتر می باشد. افزایش مصرف مواد معدنی به دلیل جلوگیری از مکانیسم کنترل جذب در روده کوچک و تجمع در بدن موجب بروز بیماری می گردد بنابراین هرچه میزان خاکستر کل موجود در چای افزایش یابد اثرات نامطلوب آن بر روی بدن تشدید می گردد همچنین به دلیل بالا رفتن املاح معدنی، کیفیت چای از نظر رنگ و طعم تقلیل می یابد [۱۳ و ۱۴].

تحلیل مقادیر عصاره آبی و فیبر خام در نمونه های صادراتی ۱۲/۶ و ۳۲/۱ و در نمونه های وارداتی ۳۷/۹ و ۱۱/۰۵ نشان می دهد. از عوامل ایجاد رنگ، عطر و طعم چای در عصاره آبی می توان به کافئین، کاتچین، تئوفیلین، ویتامینها، آنتی اکسیدان ها و ... اشاره نمود که اثرات مفیدی بر سلامتی دارند [۷]. عصاره آبی در نمونه های وارداتی به طور چشم گیری بالاتر می باشد و بلعکس میزان فیبر خام که نشان دهنده میزان سلولز،

- [5] Atwa, M.A. and Khatir, M.R. , 2005. Evaluation of some varieties of tea recently cultivated in Egypt. *Egypt. J. Agric. Res.*, 83(1): 321-325.
- [6] Qin F, Chen W. 2007, Lead and Copper Levels in Tea Samples Marketed in Beijing, China. *Bull Environ Contam Toxicol*; 78: 128-131
- [7] Institute of Standards and Industrial Research of Iran. 2007 , Black tea – Specifications and test methods. ISIRI. NO. 623. 2rd ed. Karaj:ISIRI,ICS:67.140.10
- [8] Karak T, Bhagat RM. 2010 ,Trace elements in tealeaves, made tea and tea infusion: A review. *Food Res Int*; 43(9): 2234-2252.
- [9] Ansari F, Norbaksh R, Daneshmandirani K., 2007, Determination of heavy metals in Iranian and imported black tea. *Iran J Environ Health SciEng*; 4(4): 243-248 (Persian).
- [10] Flaten, T.P. 2002. Aluminium in tea concentrations ,speciation and bioavailability. *Coordination ChemistryReviews*. 228 (2), 385-395.
- [11] Street, R., Drabek, O., Szakova, J. and Mladkova, L. 2007. Total content and speciation of aluminium in tea leaves and tea infusions. *Food Chemistry*. 104, 1662-1669.
- [12] Taşcloğlu, S and Kok, E. 1998. Temperature dependence of copper, iron, nickel and chromium transfers into various black and green tea infusions. *J. Sci. Food. Agri.*, 76, 200-208.
- [13] Shu, W.S., Zhang, Z.Q., Lan, C.Y. and Wong, M.H. 2003. Fluoride and aluminum concentrations of tea plants and tea products from Sichuan province, PR China. *Chemosphere*. 52, 1475-1482.
- [14] Vauzour, D., Rodriguez-Mateos, A. Corona, G., Oruna-Concha, M. J., Spencer, J.P. E. (2010). Polyphenols and human health: prevention of disease and mechanisms of action. *Nutrients*, 2: 1106–1131
- [15] Murray, D.S. and Hansen, P.J. 1995. Extraction of Caffeine from Tea Leaves. *Chem. Educ.* 72: 851.

نتایج این تحقیق نشان می دهد که کیفیت چای داخل نیازمند سرمایه گذاری و مطالعه در بخش های زیرساختی و بنیادین می باشد تا توان رقابت و بازاریابی این محصول پرمصرف در مقابل چای وارداتی افزایش یافته و به ارتقا سهم صادرات این محصول بیانجامد .

## ۵- سپاس گذاری

این مطالعه به همت و تلاش و با حمایت مالی و فنی موسسه علوم تحقیقاتی امین آزما شرق صورت گرفته است. بدین وسیله از کلیه دست اندرکاران این موسسه کمال سپاس را داریم.

## ۶- منابع

- [1] Gholizadeh MH, Abbasi R, Ebrahimpour azbari M, Mahdavi R., 2009 , Measurement and analysis of effective factors on tea processing industries in country. *Agricultural Economic and Development*; 17(67): 203-222(Persian).
- [2] Asgari A, Ahmadi Moghadam M, Mahvi A, Yonesian M., 2008, Evaluation of Aluminum in Iranian Consumed Tea. *Knowledge and Health*; 3(2): 45-49 (Persian).
- [4] Jha A, Mann RS, Balachandran R., 1996, Tea are freshing beverage. *Ind Food Indust*; 15: 22-29.
- [3] Han WY, Shi YZ, Ma LF, Ruan JY, Zhao FJ. 2007, Effect of liming and seasonal variation on lead concentration of tea plant (*Camelliasinensis* (L.) O. Kuntze). *Chemosphere*; 66(1): 84–90.
- [4] Conrad, A. Mark, R. Clive, D. Philip, G. and Philip, T. 2001. Factors Affecting the Caffeine and Polyphenol Contents of Black and Green Tea In fusions. *J. Agric. Food Chem.*, 49 : 5340-5347.

## Survey and comparison of physicochemical and heavy metals properties in exported and imported tea

Zaree, P. <sup>1\*</sup>, Faraji, H. <sup>2</sup>, Tabatabaee Yazdi, F. <sup>3</sup>, Karimifar, P. <sup>4</sup>, Bidkhorri, H. <sup>5</sup>, Faraji Heriss, M. <sup>6</sup>

1. Student of Ph.D. of Analytical Chemistry , Amin Azma Institute of research science

2. Student of Ph.D. of Microbiology , Amin Azma Institute of research science

3. Ph.D of Microbiology in food industries , Professor of food industries department , Agriculture faculty, Ferdowsi university of Mashhad

4. Master of agriculture engineering , food science , Amin Azma Institute of research science

5. Master of Analytical Chemistry , Amin Azma Institute of research science

6. Master of animal biotechnology , Amin Azma Institute of research science

(Received: 2017/08/14 Accepted: 2017/02/11)

Tea is one of the most popular drinks around the world and because of its positive effects on human health, it is considered to be a medical herb. The tea plant (*Camellia Sinensis*) is able to absorb and store metal elements in different parts of the plant. Due to high consumption of tea in Iran and adverse influences of heavy elements on the human health, the purpose of this study is to determine and compare heavy metals and physicochemical properties in 2 categories of imported and exported teas. In this study, in order to measure amount of the heavy metals and determine the physicochemical properties according to Iranian national standards; 48 samples were selected in 2014. Mean was applied via Minitab 16 software to assess statistical parameters. Results showed that the mean data in majority of physicochemical specifications, arsenic metals and lead in the import category was more than those of exports, while the amount of crude fiber, copper, cadmium and mercury in the exported samples is more than imported ones.

**Key word:** Tea, Physicochemical properties, Heavy metals

---

\* Corresponding Author E-Mail Address: pouya\_id2008@yahoo.com