مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

بررسی مقادیر آلومینیوم در رب های انار و آلوچه سنتی استان گیلان

علیرضا مهرگان نیکو*[۱]، امیر پورفرزاد[۱] ، سیامک غیبی[۱]

۱- دکتری، استادیار گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی دانشگاه گیلان، ایران.

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله:

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۹/۲۴

تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۱/۰۷

کلمات کلیدی:

رب انار،

رب آلوچه،

آلومینیوم،

جذب اتمی،

ظروف فرآوری.

DOI: 10.52547/fsct.18.04.12

* مسئول مکاتبات:

a.mehregan@guilan.ac.ir

چکیده

رب انار و آلوچه محصولاتی اسیدی هستند که غالباً در تهیه بیشتر غذاهای محلی استان گیلان مورد استفاده قرار می‌گیرند، از آنجا که تهیه این رب‌هاعمدتاًبهصورتسنتی و در دیگ های آلومینیومی صورت می‌گیرد، احتمال نشت آلومینیوم به پوره انار و آلوچه در حین فرآوری وجود دارد که با توجه به ماهیت اسیدی رب‌های مذکور مقدار آلومینیوم وارد شده قابل توجه به نظر می‌رسد. وجود آلومینیوم در جیره غذایی انسان به عنوان یک آلاینده، نگرانی بسیاری از محققین را بر انگیخته و پژوهش‌های فراوانی در زمینه ردیابی ارتباط دریافت آلومینیوم در بدن و بروز اختلالاتی نظیر آلزایمر، پارکینسون، سرطان سینه و سندرم‌های عصبی و کم خونی صورت گرفته و به اثبات رسیده است. در این مطالعه نمونه های رب انار و آلوچه از ۱۳ شهراستان گیلان جمع‌آوری شد و مقادیر آلومینیوم در آنها پس از هضم به سه روش خشک، مرطوب و مایکروویوبا دستگاه جذب اتمیمورد سنجش قرار گرفت. نتایج، حاکی از آلودگی رب‌های انار و آلوچه با مقادیر نسبتاً بالای فلز آلومینیوم بود که در رب آلوچه مقادیربالاتری از آن اندازه گیری گردید. غلظت آلومینیوم در حالتی که هضم به کمک امواج مایکروویو صورت گرفت، بالاتر از دو روش دیگربه دست آمد. غلظت آلومینیوم اندازه گرفته شده در تمامی نمونه‌هادرمحدودهمجازتعیین شده توسط سازمان بهداشت جهانی بود؛ هرچند مقدار آلومینیوم مهاجرت یافته فراتر از حد پذیرش تعیین شده نبود، اما استفاده مستمر و طولانی مدت با در نظر گرفتن سایر منابع آلوده کننده می تواند تهدیدی جدی برای سلامتیمصرف کنندگان باشد بنابراین ضروریست روش های فرآوری ایمن این فراورده ها مورد توجه قرار گیرد.

۱- مقدمه

انسان در معرض آلایندهای زیادی قرار دارد که طیف وسیعی از آنها از طریق هوای آلوده و مواد غذایی وارد بدن می-شوند؛آلومینیوم یکیاز مهم‌ترین این آلاینده‌ها وفلزات است. فلزات سنگین بسته به میزان، مدت زمان در تماس بودن، مسیر جذب، سن و بیماری‌های زمینه‌ای آسیب‌های مختلفی وارد می‌کنند. بر اساس گزارش سازمان بهداشت جهانی دریافت دهانی آلومینیوم مهم‌ترین منبع آلودگی انسان به این فلز سنگین است که میزان آن در زنجیره غذایی انسان هر روزه در حال افزایشبوده و دریافت آن عمدتاً از طریق غذاهای فرآوری شده، افزودنی‌های غذایی حاوی نمک‌های آلومینیوم، نشت آلومینیوم از ظروف بسته‌بندی ایجاد می‌شود؛ برطبق پژوهش های انجام شده حدود ۲۰ درصد آلومینیوم دریافتی روزانه از طریق تجهیزات پخت‌وپز آلومینیومی وارد رژیم غذایی می‌گرد [۱].

سمیت آلومینیوم بر مغز، کبد، عضلات اسکلتی، قلب و استخوان کاملاًبه اثبات رسیده است. مکانیسم تجمع داخل سلولی آلومینیوم در کلیه، حذف آن را امکان‌پذیر می‌کند؛ اما در بافت‌های دیگر تجمع آهسته آلومینیوم می‌تواند باعث ایجاد رسوبات زیادی شود و عملکرد صحیح سلول‌ها را مختل نمایدکه گفته می‌شود نقش مهمی در بروز عوارضی نظیر کم خونی، سرطان سینه، پارکینسون و سندرم های عصبی دارد [۱]. آلزایمر یک بیماری شناخته شده با علائم اختلالات حوزه شناختی نظیر حافظه و جهت یابی مبتلایان به آن است. تحقیقات، وجود غلظت بالای آلومینیوم در برخی نواحی بافت مغز افراد مبتلا به آلزایمر را اثبات نموده اند[۲].

آلومینیوم در مواد غذایی به عنوان جزئی از ترکیباتِ مواد رنگ-بر و افزودنی یافت می شود. بخش عمده‌ای از آلومینیوم خوراکی از طریق ظروف مورد استفاده برای پخت وپز [۳, ٤]، مهاجرت آن از بسته بندی مواد غذایی [۵]، آب و مواد افزودنی [٦, ۷] وارد بدن می‌گردد. مشخص گردیده که از لوازم آشپزی آلومینیومی مقادیر معتنابهی آلومینیوم وارد غذا می شود که در خصوص غذاهای اسیدی نظیر سس های گوجه این میزان محسوس تر است.استفاده از ظروف آلومینیومی در بین مردم ایران به دلیل قیمت پایین آنها رواج دارد به همین دلیل به نظر می‌رسد در ایران انتقال آلومینیوم از ظروف پخت‌وپز بیشترین سهم دریافت مردم را تشکیل دهد. رادی و امیری (۱۳۹۳) میزان مهاجرت آلومینیوم به مواد غذایی از طریق ظروف پخت و پز آلومینیومی را مورد بررسی قرار دادند. برای این منظور محلول های مدل با غلظت های متفاوت اسید سیتریک، کلرید سدیم، چربی، پروتئین و شکر تهیه شده و پس از اعمال تیمار حرارتی آنها در ظروف آلومینیومی توسط دستگاه جذب اتمی میزان آلومینیوم نمونه ها سنجش گردید. نتایج گویای افزایش اثر غلظت نمک و به ویژه اسید در بالا رفتن مهاجرت آلومینیوم به محلول ها بود. همچنین افزایش شدت فرایند حرارتی و مدت زمان آن این مهاجرت را تشدید نمودند [۸].اکرامی و همکاران (۱۳۹۱) نشت آلومینیوم از ظروف آلومینیومی به هنگام طبخ غذاهای ایرانی شامل مربای به، برنج و قیمه را مورد بررسی قرار داده و مشخص نمودند که در صورت مصرف روزانه ۱۰۰ گرم از غذاهای طبخ شده مذکور در ظروف آلومینیومی خطری متوجه مصرف کننده نخواهد بود [۹].ملکوتیان و گلپایگانی (۱۳۹۲) میزان آلومینیوم را به همراه برخی دیگر از فلزات سمی نظیر کادمیم و سرب را در غذای کودک عرضه شده در ایران مورد بررسی قرار دادند [۱۰].استهال و همکاران (۲۰۱۷) مهاجرت آلومینیوم از ظروف مسافرتی و لوازم آشپزی ساخته شده از آلومینیوم را مورد بررسی قرار دادند. نتیجه این پژوهش نشان داد که اضافه شدن مقادیر آلومینیوم به غذا از این طریق، غیر قابل چشم پوشی است [۲]. محمد و همکاران (۲۰۱۱) نشت آلومینیوم از طریق ظروف آشپزی به درون غذای گوشتی را مورد بررسی قرار دادند. مشخص گردید که افزودن نمک و به ویژه اسید سیتریک، ورود آلومینیوم به غذا را به طور معناداری حین فرایند پخت و پز افزایش می دهند [۱].گرامیسیونی و همکاران (۱۹۹٦) مقادیر آلومینیوم ناشی از مهاجرت از لوازم پخت و پز، ظروف نگهداری و نیز فویل آلومینیوم در تعدادی از غذاهای کشور ایتالیا را مورد بررسی قرار دادند؛نتایج این پژوهش گویای بالاتر بودن حضور آلومینیوم در غذاهایی با محتوای نمک و اسید بیشتر در ظروف آلومینیومی بود [۱۱].

هدف از پژوهش حاضر تعیین مقدار آلومینیوم در نمونه‌های رب انار و آلوچه در شهرهای مختلف استان گیلان بود که برای این منظور از روش‌های خاکسترگیری خشک، مرطوب و هضم با کمک مایکروویو برای تهیه خاکستر نمونه‌های رب استفاده شد و در ادامه تعیین غلظت آلومینیوم با روش جذب اتمی صورت پذیرفت. در روش‌های خاکسترگیری خشک و مرطوب پارامترهای دمای کوره و مدت زمان نگهداری نمونه در کوره، تعیین نسبت حلال به نمونه و تغییر دادن نسبت حلال‌ها برای بهینه سازی شرایط هضم مورد بررسی قرار گرفت. در فرآیند خاکسترگیری با کمک امواج مایکروویو، توان دستگاه به عنوان متغییر، مورد بررسی قرار گرفت و در نهایت اندازه‌گیری میزان نمک نمونه‌های رب و pH آنها صورت پذیرفت.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

نمونه‌های رب انار و آلوچه از شهرهای مختلف استان گیلان شامل رشت، ماسال، صومعه سرا، رضوانشهر، کوچصفهان، انزلی، شفت، سیاهکل، لاهیجان، آستانه، رودسر، طارم و رودبار جمع آوری شد. اسید نیتریک، پراکسید هیدروژن به ترتیب از شرکت‌های مرک (Germany ,Merck) و سیگما (Sigma Germany ,Alderich) خریداری شد. محلول استاندارد آلومینیوم ۰/۱ درصد از شرکت سیگما (Alderich Sigma, Germany) تهیه گردید. کلرور سدیم، نیترات نقره و تیوسیانات آمونیوم از شرکت سیگما (Alderich Sigma, Germany) خریداری شدند.

۲-۲- آماده سازی نمونه‌ها به منظور تعیین غلظت آلومینیوم

۲-۲-۱- خاکسترگیری خشک

در این روش حدود۳ گرم نمونه در بوته چینی توزین گردید و ابتدا در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد خشک شد، سپس ماده آلی آن توسط تجزیه حرارتی در کوره الکتریکی با دماهای مختلف ۴۵۰و ۵۵۰ درجه سانتی گراد به مدت ٤ و ۸ ساعت از بین برده شد. در ادامه مخلوط اسید نیتریک و پراکسید هیدروژن (۲ به ۱) با نسبت ۱ به ۱ به خاکستر اضافه شد و بر روی هیتر داغ حرارت داده شد تا خشک گردد. نمونه حاصل با اسید نیتریک رقیق ۱ مولار به حجم ۱۰ میلی‌لیتر رسانیده شد. محلول به دست آمده به مدت ۱۵ دقیقه با دور ۲۰۰۰ دور بر دقیقه سانتریفوژ، سپس با دستگاه جذب اتمی غلظت آلومینیوم آن اندازه‌گیری شد [۱۲, ۱۳].

۲-۲-۲- خاکسترگیری مرطوب

در این روش حدود۳ گرم از نمونه‌های رب، توزین و به بوته چینی انتقال داده شد و اسید نیتریک به آنها افزوده شده و روی هات پلیت با دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد حرارت داده شد؛ در ادامه به نمونه‌ها فرصت داده شد تا خنک شوند؛ سپس پراکسید هیدروژن به مخلوط افزوده شده و بر روی هیتر داغ حرارت داده شدند (اسید نیتریک و پراکسید هیدروژن به نسبت ۱ به ۱ و ۳ به ۱ مورد استفاده قرار گرفتند). نسبت‌های حلال به نمونه ۱ به ۱ و ۲ به ۱ به کار گرفته شدند. به نمونه به دست آمده اجازه داده شد تا خنک شود، سپس اسید نیتریک رقیق ۱ مولار به آن اضافه شد تا حجم نمونه به ۱۰ میلی‌لیتر برسد، مخلوط حاصل در دور ۲۰۰۰ دور بر دقیقه به مدت ۲۵ دقیقه سانتریفوژ و توسط دستگاه جذب اتمی میزان جذب اندازه-گیری شد [۱۲, ۱٤].

۲-۲-۳- خاکسترگیریبا مایکروویو

برای این منظور نمونه‌های رب در بوته چینی توزین گردید. در ادامه مخلوط اسید نیتریک و پراکسید هیدروژن (نسبت ۳ به ۱) با نسبت ۳ به ۱ حلال به نمونه رب، اضافه شد. بوته درون محفظه مایکروویو قرار داده شد و تحت تشعشع با قدرت‌های ۱۸۰، ۳٦۰ و ٦۰۰ وات به مدت نیم ساعت قرار گرفت. پس از خنک شدن، مخلوط اسیدنیتریک و هیدروژن پراکسید اضافه شد و مجدداً تحت تشعشع به مدت ۳۰ دقیقه دیگر قرار داده شد. پس از خنک شدن، اسید نیتریک رقیق ۱ مولار به آن اضافه شد و حجم نمونه نهایی به ۱۰ میلی‌لیتر رسید. سپس نمونه حاصل سانتریفیوژ شده و میزان آلومینیوم محلول شفاف به دست آمده توسط دستگاه جذب اتمی اندازه گرفته شد [۱۲, ۱۵].

۲-۳- اندازه‌گیری غلظت آلومینیوم

شرایط عملیاتی دستگاه جذب اتمی مطابق پارامترهای مندرج در جدول ۱ بود.

Table 1 Operating condition of the atomic absorption spectrometry to measure the amount of aluminum in the paste samples

Parameter	
309.3	Wavelength (nm)
6.95	Acetylene flow rate (L/min)
10.90	N_2O flow rate (L/min)
0.5	Slit (nm)

۲-٤- اندازه‌گیری pH

برای اندازه‌گیری pH نمونه‌های رب از روش ذکر شده در استاندارد ملی ایران با شماره ۱۸۱۳ استفاده شد. ابتدا دستگاه pH متر با محلول بافر pH ۷ و محلول بافر با pH ٤ کالیبره شد، سپس مقداری از نمونه در یک بشر خشک و تمیز ریخته و الکترود pH متر درون آن قرار داده شد. دمای pH متر با توجه به دمای نمونه تنظیم گردیده و پس از ثابت شدن عدد، pH نمونه‌ها قرائت شد.

۲-۵- اندازه‌گیری نمک

مقدار نمک نمونه‌های رب بر اساس روش ذکر شده در استاندارد ملی ایران با شماره ۱۸۱۳ اندازه گیری‌شد. حدود ۳ گرم از نمونه در بشر ۵۰ میلی‌لیتری توزین گردید؛سپس به

کمک همزن شیشه‌ای و آب مقطر، نمونه به بالن حجمی ۱۰۰ میلی‌لیتری انتقال داده شد و با آب مقطر حجم آن به ۵۰ میلی‌لیتر رسانده شد. در ادامه محلول به خوبی تکان داده شد و ۲ میلی‌لیتر اسید نیتریک غلیظ و ۲۵ میلی‌لیتر نیترات نقره ۰/۱ نرمال به محلول اضافه گردید. با آب مقطر حجم محلول به دست آمده به ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد. پس از همزدن آن را از کاغذ صافی گذرانده و ۲۵ میلی‌لیتر از محلول صاف شده با پی پت به ارلن ۲۵۰ یا ۵۰۰ میلی‌لیتری انتقال داده شد و ۲ میلی‌لیتر معرف فروسولفات آمونیوم به آن اضافه گردید و با آمونیوم تیوسیانات ۰/۱ نرمال تا رسیدن به رنگ آجری روشن تیتر شد. درصد کلرور سدیم با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید.

$$S = (\frac{(N - 4T)}{0.00585} \Big/ W) \times 100$$

در این رابطه S، N، T و W به ترتیب درصد کلرور سدیم، میلی‌لیتر نیترات نقره، میلی‌لیتر تیوسیانات آمونیوم مصرفی و وزن نمونه به گرم می‌باشند.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- مقایسه روش‌های خاکسترگیری خشک، مرطوب و مایکرویو

در جدول ۲میانگین و انحراف معیار غلظت آلومینیوم به تفکیک شهرهای استان گیلان و روش هضم رب انار ارائه شده است. نتایج نشان داد که بیشترین و کمترین میزان آلومینیوم به ترتیب در نمونه‌های رب انار شفت و صومعه سرا بود و بین نمونه‌های رب انار شهرهای مختلف استان گیلان اختلاف معنی دار وجود داشت. یکی از دلایل وجود اختلاف بین نمونه‌ها می‌تواند مدت زمان جوشاندن رب در ظروف آلومینیومی باشد، به این معنی که با افزایش مدت زمان جوشاندن رب دریافت حرارت اضافی و تغلیظ بیشتر آن، انتقال آلومینیوم از دیگ آلومینیومی به آن افزایش یافته است. مطابق بررسی‌ها و پرس و جوهای میدانی صورت گرفته حرارت دهی به آب انار و آلوچه غالباً در ظروف آلومینیومی که در اصطلاح عامیانه آن را ظروف روحی می دانند انجام می‌شود و در پاره‌ای از موارد از ظروف مسی قلع اندود (سفید شده) برای حرارت دهی استفاده می گردد کهبه دلیل قیمت پایین و در دسترس بودن، عمدتاً ظروف آلومینیومی برای تهیه رب مورد استفاده قرار می‌گیرد.

مطابق نتایج جداول ٤-۲، غلظت آلومینیوم در رب انار شهرهای مختلف در محدوده ٤۰۰ تا ۱۰۰۰ ppm بود. بر اساس توصیه سازمان بهداشت جهانی و سازمان خوراک و کشاورزی، یک شخص بزرگسال در هر روز مجاز به مصرف ۱ میلی‌گرم آلومینیوم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن می‌باشد. اگر میانگین وزن افراد بزرگسال را ۷۰ کیلوگرم فرض کنیم، بیشینه دریافت آلومینیوم برای این شخص ۷۰میلی‌گرم خواهد بود. بر اساس نتایج پژوهش حاضر، اگر حداکثر غلظت آلومینیوم موجود در رب انار ppm ۱۰۰۰ در نظر گرفته شود، با مصرف ۱۰ گرم از آن ۱۰ میلی‌گرم آلومینیوم دریافت خواهد نمود که در محدوده مجاز دریافتی برای یک شخص بزرگسال قرار می‌گیرد. با اینحال با توجه به سبک زندگی افراد در دنیای مدرن و ماشینی امروز، بدن انسان از طریق هوا، آب و غذا دائماً در معرض دریافت آلومینیوم قرار دارد و این فلز ممکن است در آب، هوای آلوده، داروهای ضد اسید، مواد بوگیر و حشره کش‌ها موجود باشد؛ علاوه بر این از طریق بسته‌بندی‌های واجد فویل آلومینیوم و قوطی‌های آلومینیومی نگهداری مواد غذایی نیز وارد آنها شود.

همانطور که در نتایج جدول ۲مشاهده می‌شود، با افزایش دمای کوره مقدار آلومینیوم آزاد شده از سوبسترا افزایش یافت؛ بعلاوه با افزایش دما و مدت زمان خاکسترگیری در هر دو دمای ٤۵۰ و ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد، غلظت آلومینیوم آزاد شده از سوبسترا افزایش یافت. در پژوهشی که اسیاک و جونز در سال ۱۹۹۷ بر روی اثر افزایش دمای کوره بر میزان استخراج عناصر مختلف از ۵ گیاه مختلف انجام دادند نیز مشاهده کردند که با افزایش دمای کوره، غلظت آلومینیوم استخراجی افزایش یافت [۱٦]. خاکستر گیری در محدوده دمایی زیر ۵۲۵-۵۰۰ درجه سانتی-گراد سبب می‌شود تا ترکیبات کمتری به کربن تبدیل شوند [۱۷] و بر اساس نتایج به دست آمده از این پژوهش بنظر می-رسد برای خروج آلومینوم از رب انار، دماهای بالاتر کوره که در پژوهش حاضر ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۸ ساعت به دست آمد، نیاز باشد.

فرآیند خاکسترگیری به روش مرطوب، ماتریس آلی احاطه کننده مواد معدنی را از بین برده و در محلول اسیدی به کار گرفته شده آزاد می‌کند در این روش، در صورتی که از یک اسید به تنهایی استفاده شود فرآیند اکسیداسیون مواد آلی به کندی پیش خواهد رفت، از این رو از ترکیبی از حداقل دو اسید برای هضم استفاده می‌شود که انتخاب دو اسید به ماهیت ماده مورد آنالیز بستگی دارد [۱۷]. پژوهش‌های جدید نشان داده است که هضم اسیدی با اسید نیتریک و آب اکسیژنه نتیجه بهتری نسبت به استفاده از اسید نیتریک همراه با اسید

سولفوریک یا اسید کلریدریک در انجام کامل هضم دارد [۱۸]، به همین دلیل در پژوهش حاضر از اسید نیتریک و پراکسید هیدروژن در فرآیند هضم استفاده شد و مشاهده گردید که با افزایش نسبت حلال به نمونه، میزان استخراج آلومینیوم افزایش یافت. علاوه بر آن در نسبت ثابت حلال به نمونه با افزایش نسبت اسید نیتریک به پراکسید هیدروژن نیز میزان استخراج افزایش یافت. در پژوهشی که یامان و همکاران (۲۰۰۵) انجام دادند نیز مشاهده گردید که با افزایش نسبت حلال به نمونه میزان استخراج آلومینیوم افزایش یافت [۱۲]. در پژوهش دیگری که دمیرال و همکاران (۲۰۰۸) انجام دادند گزارش گردید که در به کارگیری دو حلال اسید نیتریک و پراکسید هیدروژن به نسبت ٦ به ۲ بالاترین راندمان استخراج آلومینیوم اتفاق می‌افتد.

با مقایسه نتایج جداول ۲و ۳می‌توان مشاهده کرد که خاکسترگیری به روش مرطوب نسبت به روش خشک به صورت کارامدتری آلومینیوم را از ماتریس نمونه‌های رب خارج کرده است.

Table 2 Mean and Standard deviation of the aluminum concentration (ppm) in pomegranate paste samples which were digested by dry method.

Name of cities	Furnace temperature (centigrade)			
	450		550	
	Ashing time (h)		Ashing time (h)	
	8	4	8	4
Rasht	638.34±6.76	602.25±4.51	675.53±5.19	648.11±4.67
Masal	741.45±5.77	711.13±5.73	769.27±5.44	750.12±5.21
Sowme'eh Sara	398.11±3.57	378.22±4.56	448.87±4.47	412.33±4.38
Rezvanshahr	572.42±5.71	540.72±5.82	611.88±5.44	586.64±5.83
Kuchesfahan	836.78±7.22	808.55±6.58	876.66±5.77	852.92±6.31
Anzali	777.76±7.41	758.41±7.65	803.63±6.83	785.98±7.38
Shaft	872.36±6.73	840.52±6.55	923.10±6.18	887.42±7.32
Siahkal	548.32±6.38	535.54±6.17	580.22±6.54	559.82±6.33
Lahijan	657.71±7.23	648.68±7.52	721.97±7.34	654.73±7.45
Astaneh	652.73±5.82	621.36±7.56	703.55±7.11	669.36±7.52
Rudsar	661.63±5.66	635.45±6.32	719.89±5.43	676.54±5.46
Tarom	467.68±7.42	422.47±7.51	525.86±7.47	471.38±7.63
Rudbar	676.73±7.28	645.72±7.66	736.79±7.75	687.57±7.48

Table 3 Mean and Standard deviation of the aluminum concentration (ppm) in pomegranate paste samples which were digested by wet method.

Name of cities	Sample to solvent ratio			
	1:1		1:2	
	Ratio of HNO_3 to H_2O_2		Ratio of HNO_3 to H_2O_2	
	3:1	1:1	3:1	1:1
Rasht	649.13±5.57	610.25±4.75	688.32±4.63	655.24±5.86
Masal	747.09±6.02	717.25±6.15	785.18±5.85	752.36±5.74
Sowme'eh Sara	403.23±5.84	398.89±4.33	463.23±5.42	418.51±4.95
Rezvanshahr	586.64±6.54	549.87±6.24	628.57±5.82	594.78±6.12
Kuchesfahan	848.75±6.38	814.66±6.05	883.56±5.94	862.81±6.12
Anzali	788.33±7.56	748.16±7.41	835.46±6.83	797.48±7.56
Shaft	889.82±7.78	857.85±6.55	943.98±6.36	897.94±7.57
Siahkal	559.13±7.73	546.63±6.88	592.65±6.92	566.82±7.12
Lahijan	669.76±7.55	668.76±7.47	735.88±7.13	673.64±7.34
Astaneh	665.22±7.89	636.73±7.68	712.04±7.24	678.43±5.35
Rudsar	675.87±6.11	642.74±6.22	731.57±5.82	688.89±5.79
Tarom	473.81±8.39	431.64±7.78	534.78±7.89	451.33±7.76
Rudbar	689.71±9.67	652.47±8.88	744.87±8.87	694.66±87.54

Table 4 Mean and Standard deviation of the aluminum concentration (ppm) in pomegranate paste samples which were digested by microwave oven.

Name of cities	Power of the microwave (W)		
	180	360	600
Rasht	675.43±5.77	746.25±5.63	793.81±5.37
Masal	787.57±6.12	856.57±5.83	905.25±5.56
Sowme'eh Sara	451.33±5.43	518.25±4.84	572.34±5.55
Rezvanshahr	635.34±6.63	706.37±6.32	751.47±6.42
Kuchesfahan	897.58±6.84	966.27±6.43	1017.62±5.85
Anzali	836.41±7.72	906.84±7.55	956.64±6.73
Shaft	927.29±7.81	998.85±7.45	1057.84±7.56
Siahkal	602.52±7.26	683.46±7.22	711.72±6.74
Lahijan	719.85±6.53	788.94±5.36	837.58±5.64
Astaneh	707.34±7.76	768.73±7.48	819.15±7.61
Rudsar	711.89±7.32	779.73±7.42	830.77±7.26
Tarom	515.72±7.41	586.47±7.52	635.73±7.25
Rudbar	731.63±8.12	804.55±8.33	854.86±8.45

با توجه به نتایج به دست آمده از روش هضم مرطوب، زمانی که از حلال‌های اسید نیتریک و هیدروژن پراکسید با نسبت‌های ۳ به ۱ استفاده شد، بالاترین راندمان استخراج آلومینیوم از نمونه‌های رب به دست آمد، از این رو از این دو نسبت برای هضم در شرایط مایکروویو نیز استفاده شد. همانگونه از نتایج جدول ٤ برمی‌آید، میزان آلومینیوم استخراج شده به کمک مایکروویو بیشتر از دو روش خشک و مرطوب بود. دما و فشار بالایی که به هنگام هضم با کمک امواج مایکروویو ایجاد می‌شودکه به بالاتر از نقطه جوش اسید نیز می‌رسد،سبب هضم کامل سوبسترای آلی و آزاد شدن آلومینیوم از آن بستر می‌گردد [۱۷].

Table 5 Mean and Standard deviation of the aluminum concentration (ppm) in plum paste samples which were digested by dry method.

Name of cities	Furnace temperature (centigrade)			
	450		550	
	Ashing time (h)		Ashing time (h)	
	8	4	8	4
Rasht	801.52±5.26	765.46±5.42	855.36±5.67	811.23±5.38
Masal	893.54±5.34	852.24±5.25	944.71±5.63	902.77±5.46
Sowme'eh Sara	725.81±5.55	720.45±5.58	802.44±5.45	772.71±5.66
Rezvanshahr	697.34±6.12	656.89±6.35	751.74±6.27	704.89±6.76
Kuchesfahan	855.48±5.58	812.46±5.20	895.47±5.63	862.78±5.75
Anzali	812.32±6.10	778.54±6.23	878.43±6.39	832.81±6.32
Shaft	903.55±5.18	873.65±5.72	965.38±5.47	912.89±5.33
Siahkal	727.95±6.43	686.77±6.22	773.75±6.58	733.76±6.43
Lahijan	721.52±6.58	677.34±6.75	768.61±6.83	724.72±6.78
Astaneh	707.32±5.74	658.72±6.27	755.57±6.33	716.84±5.78
Rudsar	778.85±6.65	743.16±6.15	829.43±6.33	785.44±6.45
Tarom	611.58±6.68	571.69±6.25	668.87±6.53	624.98±6.31
Rudbar	781.42±6.32	739.88±6.44	828.52±6.28	793.46±6.53

در پژوهشی که توسط دمیرال و همکاران (۲۰۰۸) نیز صورت گرفت میزان آلومینیوم در نمونه سس گوجه فرنگی که با کمک مایکروویو هضم شده بود، بالاتر از روش خشک و مرطوب به دست آمد[۱۹]. در پژوهش دیگری که بر روی اندازه‌گیری عناصر کمیاب در غذای کودک صورت گرفت نیز غلظت بالاتر آلومینیوم در روش هضم با مایکروویو در مقایسه با روش خشک و مرطوب گزارش شد [۱۵].

در جداول ٥، ٦و ٧غلظت آلومینیوم در نمونه‌های رب آلوچه شهرهای مختلف استان گیلان که به روش‌های خشک، مرطوب و با کمک مایکروویو خاکستر آنها به دست آمده‌اند، آورده شده است. همانگونه که در جداول ۷-۵ مشاهده می‌گردد، بیشترین میزان آلومینیوم که به کمک هضم با مایکروویو اندازه گیری شد، مربوط به نمونه شفت و کمترین مقدار مربوط به نمونه طارم بود که همین روند در خاکسترگیری به روش مرطوب و خاکسترگیری خشک نیز تکرار شد. میزان آلومینیوم استخراج شده در روش مرطوب اندکی بیشتر از روش خشک بود،

درحالی که هضم با کمک امواج مایکروویو به صورت بسیار موثرتری قادر به استخراج آلومینیوم از بستر رب بود به طوریکه میزان آلومینیوم استخراج شده با این روش بالاتر از دو روش دیگر بود.

در روش خشک با افزایش دمای کوره از ٤٥٠ به ٥٥٠ درجه سانتی‌گراد و همچنین افزایش مدت زمان نگهداری نمونه در کوره از ٤ به ٨ ساعت، میزان آلومینیوم اندازه گرفته شده افزایش یافت که این مشاهدات در راستای نتایج به دست آمده از نمونه‌های رب انار بود.

در روش مرطوب نیز با افزیش نسبت حلال به ماتریس و نیز افزایش غلظت اسید نیتریک به هیدروژن پراکسید میزان آلومینیوم استخراجی افزایش یافت.

در روش هضم با به کارگیری امواج مایکروویو، با افزایش توان دستگاه از ۱۸۰ به ۳٦۰ وات میزان آلومینوم اندازه گرفته شده به صورت قابل ملاحظه‌ای افزایش یافت، درحالیکه این افزایش با افزایش توان به کارگرفته شده از ۳٦۰ به ٦۰۰ وات چندان چشمگیر نبود. اندازه‌گیری غلظت آلومینیوم به سه روش خاکسترگیری خشک، مرطوب و با کمک مایکروویو نشان داد غلظت آلومینیوم اندازه گرفته شده با کمک مایکروویو بالاتر از دو روش دیگر بود که این نتایج با اندازه‌گیری غلظت آلومینیوم در نمونه‌های رب انار و همچنین مطالعات سایر پژوهشگران هم‌خوانی داشت. از این رو هضم با مایکروویو به دلیل سادگی، سرعت بیشتر، هزینه کمتر و دقت بالاتر برای اندازه‌گیری آلومینیوم در نمونه‌های رب اناز و آلوچه توصیه می‌گردد.

مقایسه مقادیر غلظت آلومینیوم در نمونه‌های رب انار و آلوچه نشان داد که غلظت آلومینیوم در نمونه‌های رب آلوچه بالاتر از رب انار بود. غلظت بالاتر آلومینیوم در نمونه‌های رب آلوچه را می‌توان به pH پایین‌تر آنها در مقایسه با نمونه‌های رب انار نسبت داد (جدول ۸). بنظر می‌رسد pH پایین‌تر نمونه‌های رب آلوچه به انحلال بیشتر آلومینیوم کمک کرده باشد.

Table 6 Mean and Standard deviation of the aluminum concentration (ppm) in plum paste samples which were digested by wet method.

Name of cities	Sample to solvent ratio			
	1:1		1:2	
	Ratio of HNO_3 to H_2O_2		Ratio of HNO_3 to H_2O_2	
	3:1	1:1	3:1	1:1
Rasht	815.35±5.67	775.54±5.14	867.47±5.72	823.22±5.58
Masal	907.26±5.48	865.35±5.76	955.37±5.77	915.84±5.55
Sowme'eh Sara	775.96±5.37	732.55±5.62	817.33±5.42	781.83±5.59
Rezvanshahr	722.63±6.36	667.46±6.81	771.21±6.42	733.34±6.52
Kuchesfahan	868.88±6.55	829.19±5.33	912.84±5.48	875.99±5.66
Anzali	834.46±6.26	789.88±6.11	889.78±6.23	847.87±6.29
Shaft	927.57±5.28	888.52±5.82	978.58±5.65	935.95±5.73
Siahkal	734.48±6.64	692.34±6.83	793.75±6.58	745.82±6.52
Lahijan	727.95±6.45	686.77±6.32	782.76±6.67	736.89±6.61
Astaneh	713.35±6.42	663.56±5.67	766.74±5.57	722.85±6.34
Rudsar	733.85±6.41	730.76±6.71	824.92±6.55	793.69±6.26
Tarom	625.74±6.73	584.61±6.49	683.72±6.69	638.82±6.56
Rudbar	788.74±7.23	758.47±7.57	838.92±7.35	807.78±7.45

Table 7 Mean and Standard deviation of the aluminum concentration (ppm) in plum paste samples which were digested by microwave oven.

Name of cities	Power of the microwave (W)		
	180	360	600
Rasht	843.87±4.86	913.73±5.26	961.16±5.33
Masal	976.93±5.52	1047.36±5.48	1085.87±5.49
Sowme'eh Sara	851.13±6.28	839.87±6.24	885.71±6.05
Rezvanshahr	747.55±5.54	818.78±5.35	867.95±5.62
Kuchesfahan	942.71±5.32	1011.14±5.24	1063.58±5.52
Anzali	899.68±5.16	988.88±5.23	1051.62±5.58
Shaft	962.64±5.82	1037.83±5.53	1095.77±5.66
Siahkal	758.79±5.76	831.74±5.69	879.55±5.78
Lahijan	751.74±5.32	823.58±5.48	871.53±5.51
Astaneh	767.41±5.53	782.21±5.42	786.21±5.71
Rudsar	823.87±5.83	897.98±6.51	946.47±6.58
Tarom	662.57±6.21	738.87±6.15	780.68±5.98
Rudbar	873.46±5.83	946.72±5.31	992.82±5.47

۳-۲- اندازه‌گیری pHو نمک نمونه‌های رب انار و آلوچه

در جدول ۸مقادیر pH نمونه‌های رب انار و آلوچه آورده شده است که برای نمونه‌های رب انار در محدوده ۲/۰٤ تا ۳/۱۱ و برای نمونه‌های رب آلوچه در محدوده ۱/۹٤ تا ۲/٤۳ بود. بر اساس استاندارد ملی ایران به شماره ۱۸۱۳، محدوده pH رب انار می‌بایست بین ۳/۵ تا ۲/۵ باشد؛ ولی در نمونه‌های رب انار مورد مطالعه در این پژوهش مقادیر pH در محدوده ۲/۰۱ تا ۳/۱۱ بود. در مورد رب آلوچه استاندارد تدوین شده وجود ندارد.

جدول ۹ میانگین غلظت نمک را در نمونه‌های رب انار و آلوچه نشان می‌دهد. همچنان که ملاحظه می‌گردد، میزان نمک در تمامی نمونه‌ها در محدوده ۰/٤۵ تا ۰/۹۵ درصد قرار داشت که کمتر از مقدار بیان شده در استاندارد ملی رب انار می‌باشد. نمک یکی از رایج‌ترین ترکیباتی است که به عنوان نگهدارنده به مواد غذایی اضافه می‌گردد.

Table 8 Mean and standard deviation of pH in samples of pomegranate paste and plum in different cities of Guilan province

Name of cities	pH of samples	
	pomegranate paste	plum paste
Rasht	2.43±0.13	2.11±0.12
Masal	2.19±0.11	1.94±0.13
Sowme'eh Sara	3.11±0.41	2.23±0.13
Rezvanshahr	2.47±0.05	2.35±0.10
Kuchesfahan	2.11±0.21	2.02±0.07
Anzali	2.15±0.23	2.09±0.05
Shaft	2.01±0.21	1.84±0.03
Siahkal	2.52±0.10	2.25±0.23
Lahijan	2.29±0.13	2.31±0.21
Astaneh	2.40±0.08	2.43±0.20
Rudsar	2.31±0.15	2.21±0.12
Tarom	2.74±0.16	2.46±0.13
Rudbar	2.23±0.21	2.17±0.11

نمک خصوصیت ضدمیکروبی ندارد، اما با کاهش فعالیت آبی چرخه زندگی میکروارگانیسم‌ها را دچار مشکل می‌کند. درصورتی که غلظت‌های بالای نمک مورد استفاده قرار گیرد، متابولیسم میکروبی را به دلیل تاثیر اسمزی تغییر می‌دهد و فعالیت آنها را دچار اختلال می‌کند. عیب استفاده از غلظت‌های بالای نمک، کاهش ارزش غذایی ماده غذایی به دلیل حذف ویتامین‌ها و مواد معدنی می‌باشد. افزودن نمک در غلظت‌های پایین باعث تحریک غدد بزاقی و ترشح بزاق می‌شود که این به نوبه خود به توزیع آروما در حفره دهانی کمک می‌کند. بعلاوه نمک، درک طعم تلخی را سرکوب کرده و باعث می‌شود که طعم رب حتی شیرین‌تر بنظر برسد [۲۰].

Table 9 Mean and standard deviation of salt content in samples of pomegranate and plum paste in different cities of Guilan province

Name of cities	Salt of samples	
	pomegranate paste	plum paste
Rasht	0.73±0.04	0.89±0.05
Masal	0.84±0.02	0.96±0.04
Sowme'eh Sara	0.62±0.03	0.82±0.06
Rezvanshahr	0.71±0.05	0.76±0.03
Kuchesfahan	0.89±0.04	0.94±0.04
Anzali	0.86±0.05	0.91±0.05
Shaft	0.92±0.08	0.98±0.03
Siahkal	0.68±0.03	0.80±0.04
Lahijan	0.79±0.06	0.78±0.01
Astaneh	0.75±0.07	0.74±0.05
Rudsar	0.77±0.05	0.85±0.05
Tarom	0.65±0.04	0.72±0.02
Rudbar	0.81±0.07	0.87±0.06

۵- نتیجه گیری

در این پژوهش نمونه‌های رب انار و آلوچه از شهرهای مختلف استان گیلان جمع آوری و از لحاظ میزان آلومینیوم، pH و نمک مورد سنجش قرار گرفت. نتایج نشان داد میزان آلومینیوم در نمونه‌های رب آلوچه بالاتر از رب انار بود. میزان pH و نمک نمونه‌های رب آلوچه به ترتیب کمتر و بیشتر از نمونه‌های رب انار بود که هر دوی این موارد سبب افزایش مهاجرت آلومینیوم از دیگ‌های پخت آب انار و آلوچه گردیده است. اگرچه در تمامی نمونه‌های مورد بررسی در این پژوهش، غلظت آلومینیوم فراتر از محدوده مجاز مصرفی نبود، اما به دلیل ورود آلومینیوم از طرق مختلف به بدن انسان نظیر آب، بسته بندی‌های غذایی، دارو، حشره‌کش‌ها و ... و با در نظر گرفتن بیماری‌هایی که به واسطه آلودگی با این فلز ایجاد می‌شوند، می‌بایست تلاش هرچه بیشتر برای کمتر کردن دریافت این آلاینده از طریق غذایی و پخت و پز را داشت.

٦- منابع

[1] Mohammad, F. S., Al Zubaidy, E. A. H., Bassioni, G. (2011). Effect of aluminum leaching process of cooking wares on food. Int. J. Electrochem. Sci., 6:1, 222–230.
[2] Stahl, T., Falk, S., Rohrbeck, A., Georgii,

S., Herzog, C., Wiegand, A., … Brunn, H. (2017). Migration of aluminum from food contact materials to food—a health risk for consumers? Part I of III: exposure to aluminum, release of aluminum, tolerable weekly intake (TWI), toxicological effects of aluminum, study design, and methods. Environ. Sci. Eur., 29:1.

[3] Veríssimo, M. I. S., Oliveira, J. A. B. P., Gomes, M. T. S. R. (2006). Leaching of aluminium from cooking pans and food containers. Sensors Actuators B Chem., 118:1–2, 192–197.

[4] Liukkonen‐Lilja, H., Piepponen, S. (1992). Leaching of aluminium from aluminium dishes and packages. Food Addit. Contam., 9:3, 213–223.

[5] Ranau, R., Oehlenschläger, J., Steinhart, H. (2001). Aluminium levels of fish fillets baked and grilled in aluminium foil. Food Chem., 73:1, 1–6.

[6] Stahl, T., Taschan, H., Brunn, H. (2011). Aluminium content of selected foods and food products. Environ. Sci. Eur., 23:1, 37.

[7] Flaten, T. P. (2001). Aluminium as a risk factor in Alzheimer's disease, with emphasis on drinking water. Brain Res. Bull., 55:2, 187–196.

[8] Radi, M; Amiri, S. (2014). Evaluation of aluminum migration into foodstuffs from aluminium cookware. Food hygeine, 4:3, 57–67.

[9] Ekrami, TM; Amini, M; Kargosha, K. (1391). Leaching of Aluminum from aluminum cook wares during cooking the Iranian foods. In Iran. Rare Elem. Congr. (pp. 671–672.(

[10] Malakootian, M; Golpayegani, A. (2013). Determination of Pb, Cd, Al, Zn and Ca in infant formula and baby foods in Iran and estimation of daily infant intake of these metals. Iran. J. Nutr. Sci. Food Technol., 8, 251–259.

[11] Gramiccioni, L., Ingrao, G., Milana, M. R., Santaroni, P., Tomassi, G. (1996). Aluminium levels in Italian diets and in selected foods from aluminium utensils. Food Addit. Contam., 13:7, 767–774.

[12] Yaman, M., Durak, M., Bakirdere, S. (2005). Comparison of dry, wet, and microwave ashing methods for the determination of Al, Zn, and Fe in yogurt samples by atomic absorption spectrometry. Spectrosc. Lett., 38:4–5, 405–417.

[13] Mendil, D., Ünal, Ö. F., Tüzen, M., Soylak, M. (2010). Determination of trace metals in different fish species and sediments from the River Yeşilırmak in Tokat, Turkey. Food Chem. Toxicol., 48:5, 1383–1392.

[14] Akinyele, I. O., Shokunbi, O. S. (2015). Comparative analysis of dry ashing and wet digestion methods for the determination of trace and heavy metals in food samples. Food Chem., 173, 682–684.

[15] Saracoglu, S., Saygi, K. O., Uluozlu, O. D., Tuzen, M., Soylak, M. (2007). Determination of trace element contents of baby foods from Turkey. Food Chem., 105:1, 280–285.

[16] Isaac, R. A., Jones, J. B. (1972). Effects of various dry ashing temperatures on the determination of 13 nutrient elements in five plant tissues. Commun. Soil Sci. Plant Anal., 3:3, 261–269.

[17] Nielsen, S. S. (2010). Food Analysis - 4th Ed. Nature.

[18] Yang, L., LI, Y., XJ, G., MA, X., YAN, Q. (2013). Comparison Of Dry Ashing, Wet Ashing And Microwave Digestion For Determination Of Trace Elements In Periostracum Serpentis And Periostracum Cicadae By ICP-AES. J. Chil. Chem. Soc., 58:3, 1876–1879.

[19] Demirel, S., Tuzen, M., Saracoglu, S., Soylak, M. (2008). Evaluation of various digestion procedures for trace element contents of some food materials. J. Hazard. Mater., 152:3, 1020–1026.

[20] Albarracín, W., Sánchez, I. C., Grau, R., Barat, J. M. (2011). Salt in food processing; usage and reduction: a review. Int. J. Food Sci. Technol., 46:7, 1329–1336.

Iranian Journal of Food Science and Technology

Homepage: www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Investigation of the aluminum concentration in the traditional pomegranate and plum pastes of Guilan province

Mehregan Nikoo, A. [1]*, Pourfarzad, A. [1] , Gheibi, S. [1]

1. Ph.D., Assistant professor, Department of Food Science and Technology, University of Guilan, Iran.

ARTICIE INFO

Article History:

Received 2020/ 12/ 14
Accepted 2021/ 01/ 26

Keywords:

Pomegranate paste,
plum paste,
aluminum,
atomic absorption spectrometry,
processing containers.

DOI: 10.52547/fsct.18.04.12

*Corresponding Author E-Mail:
a.mehregan@guilan.ac.ir

ABSTRACT

Pomegranate and plum paste are acidic products that are often used in the preparation of most local foods in Guilan province. As the preparation of these pastes is mainly done in the aluminum containers traditionally, there is a possibility of aluminum leaking into the pomegranate and plum puree during processing. The presence of aluminum in the diet as a contaminant has aroused the concern of many researchers and many studies have been conducted to track the relation between the aluminum intake and the occurrence of the disorders such as Alzheimer's, Parkinson's, breast cancer, neurological syndromes, and anemia and the link has been proved.In this study, pomegranate and plum paste from13 different cities of the Guilan province werecollected and the amounts of aluminum in them was measured using atomic absorption spectrometryafter digestion by dry, wet, and microwave ashing methods. The results showed contamination of pomegranate and plum pastes with high amounts of the aluminum that was higher in plum paste in comparison to the pomegranate paste. The concentration of aluminum in the case of digestion by microwave was higher than the other two methods. Although the aluminumconcentration in all samples did not exceed the tolerable level defined by WHO, continuous and long-term use, considering exposure to the other sources of contamination, would be a serious health threat. Therefore, it is necessary to pay more attention to the safe processing of these products.