

بررسی اثر نوع بسته بندی و شرایط نگهداری بر میزان تجمع فلزات کمیاب در کمپوت گیلاس (رقم گیلاس سیاه مشهد)

فرشته حسینی^{۲۳۷}، محمد باقر حبیبی نجفی^۲، ناصر صداقت^{۲۳۸}

چکیده

در این پژوهش تأثیر دو نوع بسته بندی، قوطی TP و پاکت انعطاف پذیر بر میزان آهن، قلع و سرب در کمپوت گیلاس تهیه شده از گیلاس سیاه مشهد مورد ارزیابی قرار گرفت. کمپوت گیلاس در شرایط یکسان در دو نوع بسته بندی تولید و تغییرات میزان فلزات در آن، طی نگهداری در درجه حرارت های ۴، ۲۳-۲۰، ۳۵ و ۴۰ درجه سانتیگراد، بلافاصله پس از تولید و در روزهای ۳۰، ۶۰ و ۹۰ پس از آن اندازه گیری گردید. آزمایش فاکتوریل فوق در قالب طرح آماری اسپلیت پلات انجام شده و میانگین ها در سطح $\alpha=5\%$ ، با آزمون دانکن مورد مقایسه قرار گرفتند. نتایج نشان داد که در نمونه های قوطی TP میزان آهن، قلع و سرب طی زمان نگهداری بطور معنی دار افزایش می یابد. همچنین دما سرعت حل شدن فلزات مذکور را افزایش می دهد بطوریکه نمونه های نگهداری شده در دماهای بالاتر، دارای محتوی فلزات بیشتر بودند. برای کمپوت های بسته بندی شده در پاکت انعطاف پذیر، تغییرات میزان فلزات فوق طی زمان ناچیز بود، بطوریکه می توان گفت این نوع بسته بندی تغییر معنی داری در میزان فلزات در کمپوت گیلاس ایجاد نمی کند کلمات کلیدی: آهن، قلع، سرب، کمپوت گیلاس، قوطی TP، پاکت انعطاف پذیر

دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی - دانشگاه فردوسی مشهد²³⁷
استادیاران گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد²³⁸



بررسی اثر نوع بسته بندی و شرایط نگهداری بر میزان تجمع فلزات کمیاب در کمپوت گیلاس (رقم گیلاس سیاه مشهد)

فرشته حسینی*^۱، محمد باقر حبیبی نجفی، ناصر صداقت^۲

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی - دانشگاه فردوسی مشهد

۲- استادیاران گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده:

در این پژوهش تأثیر دو نوع بسته بندی، قوطی TP و پاکت انعطاف پذیر بر میزان آهن، قلع و سرب در کمپوت گیلاس تهیه شده از گیلاس سیاه مشهد مورد ارزیابی قرار گرفت. کمپوت گیلاس در شرایط یکسان در دو نوع بسته بندی تولید و تغییرات میزان فلزات در آن، طی نگهداری در درجه حرارت های ۴، ۲۳-۲۰، ۳۵ و ۴۰ درجه سانتیگراد، بلافاصله پس از تولید و در روزهای ۳۰، ۶۰ و ۹۰ پس از آن اندازه گیری گردید. آزمایش فاکتوریل فوق در قالب طرح آماری اسپلیت پلات انجام شده و میانگین ها در سطح $\alpha=0.05$ با آزمون دانکن مورد مقایسه قرار گرفتند. نتایج نشان داد که در نمونه های قوطی TP میزان آهن، قلع و سرب طی زمان نگهداری بطور معنی دار افزایش می یابد. همچنین دما سرعت حل شدن فلزات مذکور را افزایش می دهد بطوریکه نمونه های نگهداری شده در دماهای بالاتر، دارای محتوی فلزات بیشتر بودند. برای کمپوت های بسته بندی شده در پاکت انعطاف پذیر، تغییرات میزان فلزات فوق طی زمان ناچیز بود، بطوریکه می توان گفت این نوع بسته بندی تغییر معنی داری در میزان فلزات در کمپوت گیلاس ایجاد نمی کند.

کلمات کلیدی: آهن، قلع، سرب، کمپوت گیلاس، قوطی TP، پاکت انعطاف پذیر

یکی از مشکلات مواد غذایی بسته بندی شده در قوطی های TP تجمع فلزاتی نظیر آهن و قلع در محتوی غذاها در نتیجه خوردگی جدار داخلی قوطی می باشد. سرعت خوردگی بر حسب خصوصیات ورق TP، نحوه فرآوری ماده غذایی، شرایط نگهداری و نوع ماده غذایی بسته بندی شده متفاوت است. مقادیر زیاد آهن، سبب ایجاد تغییرات نامطلوب در رنگ، طعم (بروز طعم فلزی) و شفافیت فرآورده های غذایی می شود. حد مجاز آهن در کمپوت میوه، در استاندارد ملی ایران و در کمیته مشترک WHO/FAO برابر ۱۵ میلی گرم در کیلوگرم تعیین شده است {۱۳و۲}.

تجمع قلع در محتوی مواد غذایی کنسرو شده، بخصوص در مورد قوطی های ساده بدون لاک حائز اهمیت است. در قوطی های لاکدار، وجود لاک سبب جلوگیری از حفاظت کاندی قلع برای استیل پایه شده و میزان حل شدن آن در محتوی قوطی کاهش می یابد. البته در بخش هایی که لاک قوطی به دلایلی نظیر خراش خوردگی و ... از بین رفته، استیل پایه قوطی تحت تاثیر محتوی ماده غذایی قرار گرفته و قلع از ورق TP وارد غذا می شود. در میان عوامل موثر بر سرعت حل شدن قلع از ورق TP به محتوی ماده غذایی، حضور عوامل اکسید کننده یا دپلاریزه کننده نظیر نیترا تها که از کودهای مورد استفاده در تولید محصولات کشاورزی و یا از افزودنی های بکار گرفته شده در تولید غذاها ناشی می شوند، از همه مهمتر هستند. از عوامل مهم دیگر در سرعت حل شدن قلع می توان به حضور آنتوسیانین ها، میزان اکسیژن موجود در بسته بندی و شرایط نگهداری بخصوص دما اشاره نمود. همچنین اندازه قوطی، نوع ورق استیل و میزان هیدروژن موجود در ساختار آن از عوامل تاثیر گذار بر حلالیت قلع در غذاها می باشند {۶}.

اگرچه قلع از جمله فلزات بسیار سمی و خطرناک نیست، اما غلظت بالای آن (حدود ۱-۰/۱ گرم بر لیتر) روی طعم مواد غذایی تاثیر گذاشته و در درازمدت سبب بروز ناراحتی های گوارشی و اسهال در انسان می شود. همچنین برخی مطالعات حاکی از بروز آنتی ها، تومورها و تاثیرات سوء پاتولوژیکی نظیر کاهش جذب کلسیم، مس و روی در بافتهای حیوانی در نتیجه مصرف دوز بالای قلع می باشند. حد مجاز قلع در غذاها قوطی شده مطابق استاندارد ملی ایران و کمیته مشترک FAO/WHO ۲۵۰ میلی گرم در کیلوگرم می باشد {۵و۶و۱۰}.

سرب یکی از عناصر سنگین می باشد که از طریق مواد غذایی، آب آشامیدنی و هوای آلوده وارد بدن انسان می شود. لحیم قوطی های کنسرو نیز در برخی موارد حاوی سرب است و نگهداری مواد غذایی در این قوطیها بخصوص در مورد مواد غذایی اسیدی نظیر انواع کمپوت، سبب پیدایش سرب در غذا می شود. تماس طولانی مدت بدن با فلز سرب و تجمع آن در بدن سبب بروز مسمومیت های مزمن و بیماریهایی نظیر سرطان می شود. کاهش سن باروری، کاهش وزن تولد در نوزادان، میزان هموگلوبین کمتر در خون و نارسایی عمل کلیه ها از جمله عوارضی است که به اثر تجمع سرب در بدن نسبت داده شده است. حد مجاز سرب برای مواد غذایی نظیر کمپوت، ۱ ppm و برای آب آشامیدنی ۵۰ ppb تعیین شده است {۹و۱}.

محققان مختلفی میزان فلزات راه یافته از قوطیهای TP به محتوی مواد غذایی را بررسی کرده اند که نتایج همه این مطالعات حاکی از رابطه معنی دار بسته بندی مواد غذایی در قوطی با افزایش میزان تجمع فلزات در آنها می باشد، از جمله پرایس و روس (۱۹۶۹)، ناگی و همکاران (۱۹۸۰)، سو و همکاران (۱۹۸۴)، مادوآوچی و همکاران (۲۰۰۶) و ... {۱۳و۱۱و۸و۲}.

در این پژوهش تأثیر دو نوع بسته بندی، قوطی TP و پاکت انعطاف پذیر بر میزان تجمع فلزات ناچیز در کمپوت گیلاس مورد مقایسه قرار گرفت. کمپوت گیلاس در دو نوع بسته بندی در شرایط یکسان تولید شده و تغییرات میزان فلزات در آنها، طی نگهداری در درجه حرارت های ۴، ۲۳-۲۰، ۳۵ و ۴۰ درجه سانتی گراد، بلافاصله پس از تولید و در روزهای ۳۰، ۶۰ و ۹۰ پس از آن ارزیابی گردید.

۲- مواد و روشها

مواد اولیه مورد استفاده در تولید کمپوت گیلاس عبارت بودند از :

۱- گیلان: گیلان‌های مورد استفاده در این پژوهش از واریته گیلان سیاه مشهدی در اردیبهشت ماه ۸۳ از یکی از باغات منطقه شاندیز واقع در اطراف شهر مشهد تهیه شد. برای اطمینان از یکنواخت بودن محصول، تمامی گیلان مورد استفاده در پژوهش از یک درخت خاص، جمع آوری و در جعبه پلاستیکی ۲۰ کیلویی به محل تولید محصول منتقل گردید.

۲- شکر: شکر سفید مورد نیاز از بازار محلی تهیه شد.

۳- اسیدسیتریک: اسیدسیتریک با درجه خلوص ۹۹/۵ درصد ساخت شرکت مرک آلمان در پژوهش مورد استفاده قرار گرفت.

۴- بسته بندی انعطاف پذیر: بسته بندی انعطاف پذیر مورد استفاده در پژوهش دارای ۳ لایه پلی اتیلن (PE) با ضخامت ۱۰۰ میکرون، آلومینیوم فویل با ضخامت ۹ میکرون و پلی استر با ضخامت ۱۲ میکرون می‌باشد. ابعاد بسته ۱۴۳ × ۱۰۰ میلی‌متر بوده و فاقد چاپ می‌باشد. این بسته بندی‌ها از بخش پاکت‌سازی شرکت شهد ایران - واحد یک تهیه شد.

۵- قوطی: قوطی‌های مورد استفاده از نوع قوطی‌های TP لاکدار (با لاک جنرال) ساخت شرکت صنایع بسته بندی مشهد و درب غیر قابل نفوذ ساخت همان شرکت تهیه شد.

۲-۲- تهیه کمپوت و شرایط نگهداری

کمپوت گیلان با در نظر گرفتن استانداردهای تعیین شده از سوی سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، تهیه شد {۳}. کمپوت گیلان، در بسته بندی قوطی TP در محل مجتمع صنایع غذایی دانشگاه فردوسی و با استفاده از تجهیزات پرن و دربندی و پاستوریزاسیون آن تولید شد. همچنین تهیه کمپوت گیلان در پاکتهای انعطاف پذیر ۳ لایه در محل شرکت شهد ایران یک و با استفاده از امکانات پاستوریزاسیون و دربندی آن واحد صورت گرفت. سپس نمونه های کمپوت در ۴ دمای مختلف ۴، ۲۳-۲۰، ۳۵ و ۴۰ درجه نگهداری شده و محتوی فلزات آنها در روزهای ۰، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ پس از تولید اندازه گیری شدند.

آزمایش فاکتوریل فوق در قالب طرح اسپلیت پلات بر پایه کاملاً تصادفی با ۳ تکرار اجرا شد. بدین منظور فاکتور درجه حرارت به عنوان پلات اصلی و ترکیب فاکتورهای نوع بسته بندی و زمان نگهداری به عنوان پلات فرعی در نظر گرفته شدند. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار MSTAT آنالیز واریانس شده و میانگین‌ها با آزمون چند دامنه ای دانکن مقایسه گردیدند.

۲-۳- اندازه گیری میزان فلزات

جهت اندازه گیری قلع و آهن، ۱۰ گرم نمونه همگن شده با دقت ۰/۰۰۱ گرم در لوله‌های هضم توزین گردیده و مقدار ۱۰ میلی لیتر اسید نیتریک و ۲ میلی لیتر اسید سولفوریک به آنها افزوده شد. مخلوط به مدت ۱ شب جهت انجام هضم مقدماتی نگهداری گردید. سپس نمونه‌ها با استفاده از اجاق هضم الکتریکی حرارت داده شدند. پس از اتمام عمل هضم محصول به رنگ زرد بسیار روشن تغییر رنگ یافت. شایان ذکر است طی عمل هضم، در مواقع لزوم چند میلی لیتر اسیدنیتریک به نمونه‌ها افزوده شد.

نمونه‌های هضم شده در بالن ژوژه ۵۰ میلی لیتری با استفاده از آب مقطر، به حجم رسیده و جهت اندازه گیری محتوی آهن و قلع به دستگاه اتمیک ابزوربشن انتقال یافتند {۳ و ۴ و ۷ و ۱۳}.

برای اندازه گیری سرب در نمونه‌ها، ۵ گرم از نمونه همگن شده با دقت ۰/۰۰۱ گرم در لوله‌های هضم توزین و مقدار ۱۰ میلی لیتر اسید نیتریک به آنها افزوده شد. پس از طی یک شب جهت انجام هضم مقدماتی، نمونه‌ها تا اتمام عمل هضم و تغییر رنگ به زرد بسیار روشن، حرارت داده شدند. طی عمل هضم در مواقع لزوم چند میلی لیتر اسید نیتریک به نمونه‌ها افزوده شد. نمونه‌های هضم شده پس از به حجم رساندن با آب مقطر در بالن ۵۰ میلی لیتری جهت تعیین محتوی سرب به دستگاه اتمیک ابزوربشن با کوره گرافیتی انتقال یافتند {۳ و ۷}.

لازم به ذکر است که کلیه ظروف شیشه‌ای مورد استفاده در آزمون فوق به مدت ۲۴ ساعت در محلول آب و اسید نیتریک به نسبت حجمی ۹۰ : ۱۰ غوطه ور شده و در پی آن با محلول اسید کلریدریک ۱۰ درصد شستشو داده شدند. سپس ظروف دوبار با آب مقطر دیونیزه شستشو داده شده و قبل از استفاده کاملاً خشک گردیدند {۷}.

۲-۴- روش اندازه گیری میزان فلزات

در این پژوهش، میزان آهن، قلع و سرب نمونه‌ها به روش اسپکتروفوتومتری جذب اتمی و با استفاده از دستگاه اتمیک ابزوربشن اسپکتروفوتومتر SHIMADZU مدل B70 ساخت کشور ژاپن اندازه گیری و تعیین شدند. محلول های استاندارد آهن، باغلظتهای ppm ۱۰، ۵، ۳ و ۱ آهن ساخته شده و منحنی استاندارد آنها در طول موج ۲۴۸/۳۳ نانومتر ترسیم گردید. محلولهای استاندارد قلع با غلظتهای ppb ۱۰۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ تهیه شده و برای ترسیم منحنی استاندارد مورد استفاده قرار گرفتند. با انطباق ابزوربانس نمونه ها با ابزوربانس محلولهای استاندارد، غلظت آهن موجود در آنها توسط دستگاه اتمیک ابزوربشن با شعله هوا- استیلین تعیین گردید. اندازه گیری قلع با دستگاه اتمیک ابزوربشن مجهز به کوره گرافیتی در طول موج ۲۲۴/۶ نانومتر انجام شد. محلولهای استاندارد سرب جهت ترسیم منحنی استاندارد، با غلظتهای ppb ۱۰، ۳۰ و ۶۰ تهیه شدند و اندازه گیری میزان سرب در طول موج ۲۸۳/۳۰ نانومتر توسط دستگاه اتمیک ابزوربشن با کوره گرافیتی صورت گرفت.

۳- نتایج

۳-۱- میزان آهن

نتایج اندازه گیری میزان آهن در نمونه های کمپوت گیلان در جداول ۱ و ۲ آورده شده است.

جدول ۱- میانگین میزان آهن موجود در نمونه های کمپوت گیلان در قوطی TP (mg/kg)

دمای نگهداری (سانتیگراد)				زمان (روز)
۴۰	۳۵	۲۰-۲۳	۴	
۲/۳۳	۲/۳۳	۲/۳۳	۲/۳۳	زمان صفر
۴/۹۳۰	۴/۶۰	۴/۲۵۰	۳/۹۲	۳۰
۷/۸۷۰	۵/۵۲۰	۵/۵۴۵	۴/۳۸۵	۶۰
۹/۶۴۰	۷/۱۲۵	۶/۰۶۰	۴/۵۶۰	۹۰

جدول ۲- میانگین میزان آهن موجود در نمونه های کمپوت گیلان در پاکت انعطاف پذیر (mg/kg)

دمای نگهداری (سانتیگراد)				زمان (روز)
۴۰	۳۵	۲۰-۲۳	۴	
۲/۷۵	۲/۷۵	۲/۷۵	۲/۷۵	زمان صفر
۳/۲۶۵	۲/۸۸	۳/۰۷۵	۳/۱۴۵	۳۰
۳/۶۲۵	۳/۰۷۰	۳/۱۲۰	۳/۲۴۵	۶۰
۴/۰۸۵	۳/۳۴۰	۳/۴۱۵	۳/۳۱۵	۹۰

میانگین میزان آهن موجود در کمپوت گیلان در قوطی TP برابر ۴/۸۵۸ و در پاکت انعطاف پذیر برابر ۳/۱۶۱ میلی گرم در کیلوگرم تعیین شد که نشان می دهد اثر نوع بسته بندی در میزان آهن موجود در نمونه ها در سطح $\alpha=5\%$ معنی دار است ($p < 0.05$).

سو و همکاران (۱۹۸۴) میزان آهن موجود در ۳ نوع آبمیوه مختلف (آب سیب، آب انگور، آب گوجه فرنگی) بسته بندی شده در قوطی های TP را بررسی کردند. نتایج مطالعه آنها نشان داد که بیش از ۵۶ درصد از کل نمونه های آبمیوه دارای میزان آهن بیش از ۱۵ میلی گرم در کیلوگرم می باشند که بیشتر از حد مجاز تعیین شده از سوی استانداردهای بین المللی است {۱۳}.

همانگونه که در جدول ۳ مشاهده می شود، در قوطی های TP با افزایش دمای نگهداری، میانگین میزان آهن موجود در نمونه ها افزایش می یابد، بطوریکه نمونه های نگهداری شده در دمای ۴ درجه سانتیگراد کمترین میزان آهن و نمونه های نگهداری شده در ۴۰ درجه بیشترین محتوی آهن را داشته اند.

جدول ۳- میانگین میزان آهن موجود در نمونه های کمپوت در دماهای مختلف (میلی گرم در کیلوگرم)

دمای نگهداری (سانتیگراد)				نوع
۴۰	۳۵	۲۰-۲۳	۴	بسته بندی
۶/۱۹۳	۴/۸۹۴	۴/۵۴۶	۳/۷۹۹	قوطی TP
۳/۰۱۰	۳/۰۹۰	۳/۱۱۴		پاکت انعطاف پذیر
				۳/۴۳۱

مقایسه میانگین ها با آزمون دانکن حاکی از آن است که اختلاف میزان آهن موجود در نمونه ها در دمای ۲۳ و ۳۵ درجه سانتیگراد، از نظر آماری معنی دار نیست، ولی دماهای ۴ و ۴۰ درجه سانتیگراد تفاوت معنی دار در میزان آهن نمونه ها ایجاد نموده اند.

همچنین نتایج مقایسه میانگین ها برای کمپوت های بسته بندی شده در پاکت انعطاف پذیر نشان داد که تغییرات میزان آهن موجود در نمونه های نگهداری شده در دماهای مختلف مورد آزمون، در سطح $\alpha=5\%$ از نظر آماری معنی دار نمی باشد. شرایط نگهداری از جمله دما بر سرعت واکنش های شیمیایی بین بسته بندی و ماده غذایی موثر است، بطوریکه با افزایش دما، خوردگی جدار قوطی ها تسریع شده و میزان آهن موجود در نمونه های کمپوت گیلان افزایش می یابد. محققان دیگر نیز نتایج مشابه با یافته های این تحقیق داشته اند، از جمله:

سو و همکاران (۱۹۸۴) به اثر افزایش دما در تسریع خوردگی جدار داخلی قوطیها و افزایش میزان آهن موجود در آبمیوه های بسته بندی شده در قوطی TP اشاره کردند {۱۳}.

ناگی و همکاران (۱۹۸۰) نمونه های آب پرتقال بسته بندی شده در قوطی را طی نگهداری در دماهای مختلف بررسی نموده و دریافتند بالا رفتن دما سبب افزایش میزان آهن در نمونه ها می شود {۱۱}.

همچنین نتایج نشان داد که در قوطیهای TP، محتوی آهن نمونه های کمپوت با گذشت زمان افزایش می یابد که این افزایش از نظر آماری در سطح $\alpha=5\%$ معنی دار است ($p<0/05$). اما برای پاکت های انعطاف پذیر، میانگین محتوی آهن نمونه ها در مدت نگهداری افزایش جزئی نشان می دهد که از نظر آماری معنی دار نیست ($p>0/05$). به عبارت دیگر می توان گفت طی مرور زمان تغییرات معنی داری در میزان آهن کمپوت گیلان بسته بندی شده در پاکت انعطاف پذیر مشاهده نمی شود.

۳-۲- میزان قلع

نتایج اندازه گیری میزان قلع در نمونه های کمپوت گیلان طی تیمارهای دما و زمان اعمال شده، در جدول ۴ و ۵ آورده شده است. آنالیز واریانس داده های حاصل از اندازه گیری قلع نشان داد که اثر نوع بسته بندی بر میزان قلع در سطح $\alpha=5\%$ معنی دار است ($p<0/05$). میانگین محتوی قلع کمپوت های بسته بندی شده در قوطی TP برابر $50/203$ ppb می باشد که نسبت به پاکت های انعطاف پذیر ($387/978$ ppb) بالاتر است.

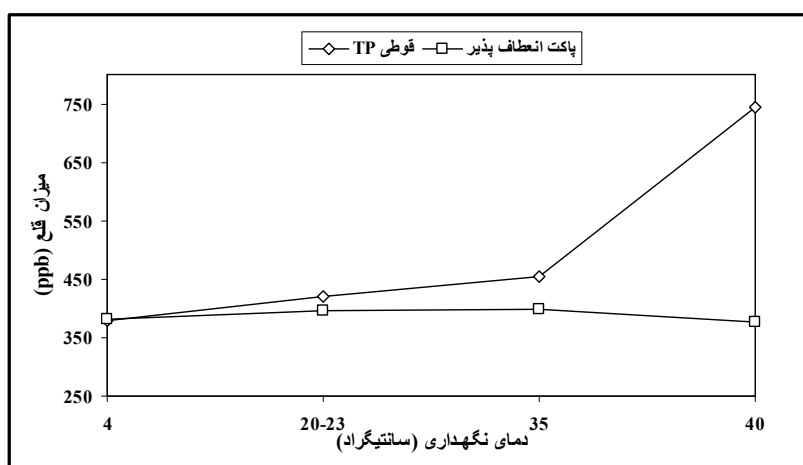
جدول ۴- میانگین میزان قلع در نمونه های کمپوت گیلان در قوطی TP (ppb)

دمای نگهداری (سانتیگراد)				زمان (روز)
۴۰	۳۵	۲۰-۲۳	۴	
۳۴۸/۷	۳۴۸/۷	۳۴۸/۷	۳۴۸/۷	زمان صفر
۶۲۹/۵	۴۲۱/۹	۳۸۵/۲۵	۳۵۰/۳	۳۰
۸۶۵/۵	۴۶۵/۷۵	۴۵۷/۰۵	۳۶۰	۶۰
۱۱۳۵	۵۸۵/۵	۴۸۲/۷۵	۴۶۰/۹۵	۹۰

جدول ۵- میانگین میزان قلع در نمونه های کمپوت گیلان در پاکت انعطاف پذیر (ppb)

دمای نگهداری (سانتیگراد)				زمان (روز)
۴۰	۳۵	۲۰-۲۳	۴	
۳۱۳	۳۱۳	۳۱۳	۳۱۳	زمان صفر
۳۵۶/۸	۴۰۰/۶	۳۸۷	۳۷۳/۹	۳۰
۴۱۲/۳	۴۰۱/۴۵	۴۳۲/۲	۴۱۴/۶۵	۶۰
۴۲۴/۴۵	۴۷۷/۶	۴۴۹/۵۵	۴۲۰/۶۵	۹۰

مطابق نتایج جدول آنالیز واریانس داده ها، تغییرات درجه حرارت سبب ایجاد تفاوت معنی دار در میزان قلع موجود در نمونه های کمپوت بسته بندی شده در قوطی TP می گردد ($p < 0.05$)، بطوریکه نمونه های نگهداری شده در ۴۰ درجه سانتیگراد بیشترین میزان قلع را دارا می باشند. اما میانگین تغییرات میزان قلع در پاکتهای انعطاف پذیر معنی دار نیست ($p > 0.05$). نمودار ۱ اثر دمای نگهداری بر میانگین تغییرات میزان قلع در دو بسته بندی قوطی TP و پاکت انعطاف پذیر را نشان می دهد.



نمودار ۱- میانگین تغییرات میزان قلع در دو بسته بندی قوطی TP و پاکت انعطاف پذیر در دماهای مختلف

اثر زمان بر افزایش میزان قلع در نمونه ها معنی دار است ($p < 0.05$) و در ماه سوم پس از تولید، بیشترین میزان قلع در نمونه های کمپوت مشاهده شده است.

برخی مطالعات پیرامون تعیین میزان قلع در محتوی قوطی های لاکدار انجام شده است:

سو و همکاران (۱۹۸۴) میزان قلع موجود در آب سیب و آب گوجه فرنگی را در قوطی های لاکدار در حد ناچیز (trace) گزارش کردند {۱۳}.

سو و همکاران (۱۹۸۴) میزان قلع را در آب انگور بسته بندی شده در قوطیهای لاکدار ppm ۶ گزارش نمودند {۱۳}. کویونگ و همکاران (۱۹۹۶) میزان قلع موجود در کمپوت گلابی را در قوطی های لاکدار، ۴۸۰ ppb گزارش کردند {۱۲}. در مطالعه دیگر میزان قلع راه یافته از قوطی به محتوی ماده غذایی در قوطیهای لاکدار، ppm ۳/۲ گزارش شده است {۶}.

۳-۳- میزان سرب

جداول ۶ و ۷ میزان سرب را در نمونه های کمپوت گیلاس نشان می دهد.

جدول ۶- میانگین میزان سرب در نمونه های کمپوت گیلاس بسته بندی شده در قوطی TP

(بر حسب ppb)

دمای نگهداری (سانتیگراد)				زمان (روز)
۴۰	۳۵	۲۰-۲۳	۴	
۱۳/۹۶	۱۳/۹۶	۱۳/۹۶	۱۳/۹۶	زمان صفر
۴۳/۴۱	۳۰/۷	۳۶/۱۹	۲۶/۴۲	۳۰
۶۰/۱	۵۰/۶	۳۵/۷۱	۳۹/۳۴	۶۰
۸۲/۴۳	۵۴/۷۵	۵۲/۳۵	۴۷/۵۱	۹۰

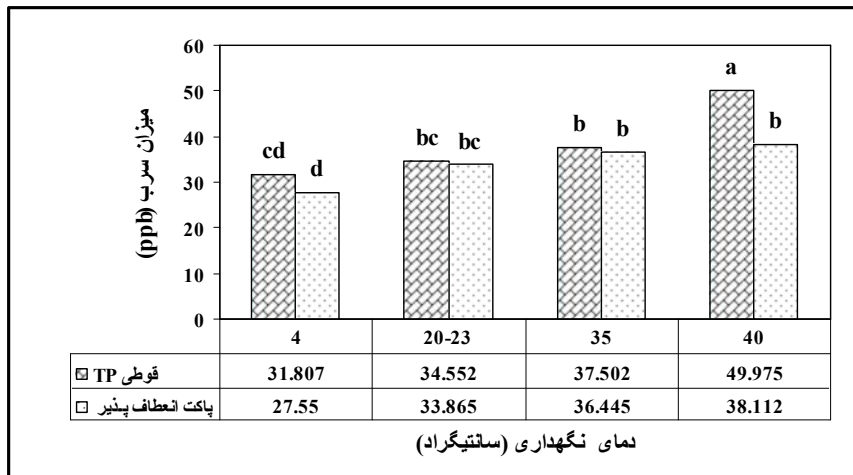
جدول ۷- میانگین میزان سرب در نمونه های کمپوت گیلاس بسته بندی شده در پاکت انعطاف پذیر

(بر حسب ppb)

دمای نگهداری (سانتیگراد)				زمان (روز)
۴۰	۳۵	۲۰-۲۳	۴	
۱۳/۶۳	۱۳/۶۳	۱۳/۶۳	۱۳/۶۳	زمان صفر
۳۵/۵	۳۸/۱۹	۳۲/۶۸	۲۹/۹۶	۳۰
۴۹/۸۲	۴۱/۸۵	۴۶/۸۲	۳۲/۷	۶۰
۵۳/۵	۵۲/۱۱	۴۲/۳۳	۳۳/۹۱	۹۰

نتایج آنالیز واریانس داده ها و مقایسه میانگین ها نشان داد که میزان سرب در نمونه های قوطی TP نسبت به پاکتهای انعطاف پذیر بیشتر است و تفاوت آنها از نظر آماری در سطح $\alpha=5\%$ معنی دار می باشد ($p<0.05$). همچنین درجه حرارت های مختلف مورد آزمون در میزان سرب موجود در نمونه ها تفاوت معنی داری ایجاد نکرده اند ($p>0.05$)، اما اثر متقابل دمای نگهداری و بسته بندی معنی دار می باشد ($p<0.05$).

مطابق نمودار ۲، بیشترین میزان سرب در نمونه های کمپوت بسته بندی شده در قوطی TP در ۴۰ درجه سانتیگراد و کمترین میزان آن در نمونه های پاکت انعطاف پذیر در ۴ درجه سانتیگراد مشاهده شده است. میانگین میزان سرب در نمونه های قوطی TP ۳۸/۴۵۹ و در پاکت انعطاف پذیر ۳۳/۹۹۳ ppb تعیین شد.



نمودار ۲- میانگین تغییرات میزان سرب در نمونه های کمپوت گیلاس در دماهای مختلف نگهداری

اثر زمان نگهداری بر میانگین میزان سرب در نمونه ها معنی دارمی باشد ($p < 0.05$) و در طی ۳ ماه نگهداری میانگین میزان سرب بتدریج افزایش می یابد.

از جمله مطالعات انجام شده پیرامون اثر بسته بندی بر میزان سرب در نمونه های غذایی، مطالعه مادوآبوچی و همکاران (۲۰۰۶) می باشد. آنها میزان سرب راه یافته از قوطی به محتوی ۵۰ نمونه نوشیدنی مختلف را با استفاده از دستگاه اتمیک ابزوربشن اسپکتروفتومتر اندازه گیری کردند و میزان سرب موجود در نمونه های مذکور را ۲-۷۳ ppb گزارش نمودند {۹}.

۴- نتیجه گیری کلی

میزان آهن در نمونه های کمپوت مربوط به قوطی TP، طی درجه حرارت های نگهداری و زمان آزمون افزایش نشان می دهد، اما در پاکت های انعطاف پذیر روند تغییرات آن طی زمان معنی دار نیست. میزان آهن در نمونه های قوطی TP در دامنه ۹/۶۴ - ۲/۳۳ ppm اندازه گیری شده است که با توجه به روند افزایشی که در این نمونه ها مشاهده می شود، در مدت کمتر از ۱۲ ماه کلیه نمونه ها دارای محتوی آهن بیش از ۱۵ppm خواهند بود. این مقدار، حد مجاز تعیین شده از سوی استاندارد ملی ایران و کمیته بین المللی FAO/WHO می باشد. از آنجا که ماندگاری کمپوت در قوطی های TP بین ۱۸-۲۴ ماه ذکر می شود، با توجه به نتایج بدست آمده در این پژوهش می توان گفت در اکثر نمونه هایی که بیش از ۱۲ ماه از تاریخ تولید آنها گذشته، آهن بیش از حد مجاز تجمع یافته است.

میزان سرب موجود در نمونه های کمپوت گیلاس در قوطی TP طی ۳ ماه نگهداری در درجات حرارت مختلف، در دامنه ۱۳/۹۶-۸۲/۴۳ ppb و میزان قلع آنها، ۳۴۸/۷-۱۱۳۵ppb تعیین شده است. مقادیر فوق از حدود تعیین شده در استاندارد پایین تر است. میزان فلزات فوق در نمونه های کمپوت مربوط به قوطی طی زمان افزایش می یابد، اما برای پاکت های انعطاف پذیر تغییرات آنها ناچیز است. شرایط نگهداری از جمله دما بر سرعت واکنش های شیمیایی بین بسته بندی و ماده غذایی موثر است بطوریکه با افزایش دما، خوردگی جدار قوطی ها تسریع شده و میزان فلزات موجود در نمونه های کمپوت گیلاس افزایش می یابد.

بنظر می رسد جایگزینی پاکت های انعطاف پذیر مذکور با قوطی های TP به حذف مشکلات احتمالی ناشی از تجمع فلزات فوق کمک خواهد کرد.

- ۱- پروانه، ویدا. (۱۳۷۱). کنترل کیفی و آزمایشهای شیمیایی مواد غذایی. انتشارات دانشگاه تهران.
- ۲- قنبر زاده، بابک. (۱۳۸۴). مبانی شیمی مواد غذایی. (ترجمه). چاپ دوم. انتشارات آبیژ.
- ۳- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. (۱۳۸۵). استانداردهای ملی ایران شماره های ۴۹۰۲، ۴۹۰۱، ۳۹۰۹، ۲۴۸۵، ۲۳۲۶، ۲۱۴۸، ۲۸۳۶-۶.
- ۴-AOAC. (1990). Official Methods of Analysis (15th ed.). Washington, DC, Association of Official Analytical Chemists.
- ۵-Benoy, C.J., Hooper, P.A., Schneider, R. (1971). The Toxicity of Tin in Canned Fruit Juices and Solid Foods. *Fd Cosmet. Toxicol*, 9, 645-656.
- ۶-Blunden, S. & Wallace, T. (2003). Tin in canned food: a review and understanding of occurrence and effect. *Food and Chemical Toxicology*, 41, 1651-1662.
- ۷-Emami Khansari, F. M., Ghazi-Khansari, M., Abdollahi, M. (2005). Heavy metals content of canned tuna fish. *Food Chemistry*, 93, 293-296.
- ۸-Labuza, T.P. & Schmidl. (1999). Accelerated shelf life testing of food. *food tech*, 39(9), 57-62.
- ۹-Maduabuchi, J.M.U., Nzegwu, C.N., Adigba, E.O., Alope, R.U., Ezomike, C.N., Okocha, C.E., Obi, E., Orisakwe O.E. (2006). Lead and cadmium exposures from canned and noncanned beverages in Nigeria: A public health concern. *Science of the Total Environment*, 366, 621-626.
- ۱۰-Manzoori, J., Amjadi, M., Abolhasani, D. (2006). Spectrofluorimetric determination of tin in canned foods. *Journal of Hazardous Materials*, (in press).
- ۱۱- Nagy, S., Rouseff, R., Ting, S.V. (1980). Effects of temperature and storage on the iron and tin contents of commercially canned single strength orange juice. *Food chemistry*, 28, 1166-1169.
- ۱۲-Qiong, L., Guanghan, L., Heng, W., Xiaogang, W. (1999). Determination of trace tin in foods by single sweep polarography. *Food Chemistry*, 64, 129-132.
- ۱۳-Seow, C.C., Abdul Rahman, Z., Abdul Aziz, N.A. (1984). Iron and Tin Content of Canned Fruit Juices and Nectars. *Food Chemistry*, 14, 125-134.