بررسی تأثیر بسته‌بندی بر میزان تجمع آهن، قلع و سرب در کمپوت گیلاس (رقم گیلاس سیاه مشهد) طی شرایط نگه‌داری

فرشته حسینی[۱*]، محمدباقر حبیبی نجفی[۲] و ناصر صداقت[۲]

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۳/۱ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۳/۹)

چکیده

در این پژوهش تأثیر دو نوع بسته‌بندی، قوطی حلبی (قلع اندود) و نوعی بسته‌بندی انعطاف‌پذیر برمیزان تجمع فلزات آهن، قلع و سرب در کمپوت گیلاس مورد ارزیابی قرار گرفت. کمپوت گیلاس در شرایط یکسان در دو نوع بسته‌بندی تولید و تغییرات میزان فلزات در آن، طی نگه‌داری در درجه حرارت‌های ۴، ۲۳ ، ۳۵ و ۴۰ درجه سلسیوس، بلافاصله پس از تولید و در روزهای ۳۰، ۶۰ و ۹۰ پس از آن به روش اسپکتروفوتومتری جذب اتمی اندازه‌گیری شد. میانگین میزان آهن موجود در نمونه‌ها، در قوطی برابر ۴/۸۵۸ و در بسته انعطاف‌پذیر برابر ۳/۱۶۱ mg/kg ، میانگین میزان سرب در قوطی ۳۸/۴۵۹ و در بسته انعطاف‌پذیر ۳۳/۹۹۳ µg/kg و میانگین میزان قلع در قوطی برابر ۵۰۰/۲۰۳ µg/kg و در بسته‌های انعطاف‌پذیر ۳۸۷/۹۷۸µg/kg تعیین گردید. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از آن است که اثر نوع بسته‌بندی بر تغییرات میزان فلزات فوق در سطح ۵٪= α معنی‌دار است و میزان آهن، قلع و سرب در قوطی‌ها طی زمان نگه‌داری به طور معنی‌دار افزایش می‌یابد. هم‌چنین دما سرعت حل شدن فلزات مذکور را افزایش می‌دهد و نمونه‌های نگه‌داری شده در دماهای بالاتر، دارای محتوی فلزات بیشتر بودند. در نمونه‌های بسته‌بندی انعطاف‌پذیر، تغییرات میزان فلزات فوق طی زمان ناچیز بود و می‌توان گفت این نوع بسته‌بندی تغییر معنی‌داری در میزان فلزات در کمپوت گیلاس ایجاد نمی‌کند.

واژه‌های کلیدی: آهن، قلع، سرب، قوطی حلبی، انعطاف‌پذیر، اسپکتروفوتومتری جذب اتمی

مقدمه

امروزه مواد غذایی مختلفی ازجمله انواع کمپوت و کنسرو در قوطی‌های حلبی (قلع اندود) بسته‌بندی شده و به بازار عرضه می‌شوند. از جمله مشکلات مواد غذایی بسته‌بندی شده در قوطی‌های حلبی تجمع فلزاتی مانند آهن و قلع در محتوی غذاها در نتیجه خوردگی جدار داخلی قوطی است. سرعت خوردگی بر حسب خصوصیات ورق حلبی، نحوه فرآوری ماده غذایی، شرایط نگه‌داری و نوع ماده غذایی بسته‌بندی شده متفاوت است. مقادیر زیاد آهن، سبب ایجاد تغییرات نامطلوب در رنگ، طعم (بروز طعم فلزی) و شفافیت فرآورده‌های

۱. عضو هیئت علمی گروه پژوهشی افزودنی‌های غذایی، پژوهشکده علوم و فناوری مواد غذایی، جهاد دانشگاهی مشهد

۲. به ترتیب دانشیار و استادیار علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: fe-hsn@yahoo.com

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-02-06]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.48.14.4]

غذایی می‌شود. حد مجاز آهن در کمپوت میوه، در استاندارد ملی ایران و در آیین نامه کمیته مشترک WHO/FAO برابر ۱۵ میلی‌گرم در کیلوگرم(ppm) تعیین شده است(۲ و ۱۳).

تجمع قلع در محتوی مواد غذایی کنسرو شده، به خصوص در مورد قوطی‌های ساده بدون لاک حائز اهمیت است. در قوطی‌های لاکدار، وجود لاک سبب جلوگیری از حفاظت کاتدی قلع برای ورق آهنی پایه شده، از حل شدن قلع و ورود آن به محتوی قوطی جلوگیری می‌نماید. البته در بخش‌هایی که لاک قوطی به دلایلی مانند خراش، صدمات فیزیکی، خوردگی و ... از بین رفته، ورق آهنی پایه قوطی تحت تأثیر محتوی ماده غذایی قرار گرفته و قلع از آن جدا شده و وارد غذا می‌شود. در میان عوامل مؤثر بر سرعت حل شدن قلع از ورق حلبی به محتوی ماده غذایی، حضور عوامل اکسید کننده یا دپلاریزه‌کننده مانند نیترات‌ها که از کودهای مورد استفاده در تولید محصولات کشاورزی و یا ازافزودنی‌های به کار گرفته شده در فرآوری مواد غذایی ناشی می‌شوند، از همه مهم‌تر هستند. از عوامل مهم دیگر در سرعت حل شدن قلع می‌توان به حضور آنتوسیانین‌ها، میزان اکسیژن موجود در بسته‌بندی و شرایط نگه‌داری به خصوص دما اشاره نمود. هم‌چنین اندازه قوطی، نوع ورق فولادی و میزان هیدروژن موجود در ساختار آن از عوامل تأثیرگذار بر حلالیت قلع در غذاها هستند(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 تأثیر گذاشته و در درازمدت سبب بروز ناراحتی‌های گوارشی و اسهال در مصرف کننده می‌شود. هم‌چنین برخی مطالعات حاکی از بروز آنمی‌ها، تومورها و تأثیرات سوء پاتولوژیکی نظیر کاهش جذب کلسیم، مس و روی در بافت‌های حیوانی در نتیجه مصرف دوز بالای قلع می‌باشند. حد مجاز قلع در غذاهای قوطی شده مطابق استاندارد ملی ایران و آیین‌نامه کمیته مشترک FAO/WHO ۲۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم است(۵ و ۶ و ۱۰).

سرب از جمله عناصر سنگین است که اغلب از طریق مواد غذایی، آب آشامیدنی و هوای آلوده وارد بدن انسان می‌شود. تماس طولانی مدت بدن با فلز سرب و تجمع آن در بدن سبب بروز مسمومیت‌های مزمن و بیماری‌هایی مانند سرطان می‌شود. کاهش سن باروری، کاهش وزن تولد در نوزادان، میزان هموگلوبین کمتر در خون و نارسایی عمل کلیه‌ها از جمله عوارضی است که به اثر تجمع سرب در بدن نسبت داده شده است. حد مجاز سرب برای مواد غذایی نظیر کمپوت،۱ میلی‌گرم در کیلوگرم و برای آب آشامیدنی ۵۰ میکروگرم در کیلوگرم(ppb) تعیین شده است(۱ و ۹).

محققان مختلفی میزان فلزات راه یافته از قوطی‌های حلبی به محتوی مواد غذایی را بررسی کرده‌اند که نتایج همه این مطالعات حاکی از وجود رابطه معنی‌دار بسته‌بندی مواد غذایی در قوطی با افزایش میزان تجمع فلزات در آنها می‌باشد، از جمله می‌توان به گزارش‌های پرایس و روس، ناگی و همکاران، سو و همکاران، مادوآبوچی و همکاران و... اشاره نمود(۲ ، ۸، ۱۱ و ۱۳).

در عصر حاضر بالا رفتن استانداردهای زندگی لزوم ایجاد تغییراتی در بازارهای بسته‌بندی مواد غذایی را ناگزیر ساخته و گزینه‌های مختلفی از سوی محققان جهت جایگزینی قوطی‌های حلبی پیشنهاد شده است. در این میان در سال‌های اخیر بسته‌بندی‌های انعطاف‌پذیر جایگاه ویژه‌ای یافته‌اند. مزایای این بسته‌بندی‌ها نظیر قیمت ارزان، وزن کم، هزینه حمل و نقل و انبارداری پایین، امکان ایجاد انواع چاپ و جلوه‌های گرافیکی روی بسته و ایجاد ظاهر جذاب‌تر، امکان ایجاد تنوع در شکل و اندازه و ... در مقایسه با قوطی، کاربرد آنها را جهت بسته‌بندی انواع محصولات از جمله کمپوت توجیه‌پذیر می‌نماید.

تاکنون گزارشی مبنی بر استفاده از این نوع بسته‌های انعطاف‌پذیر جهت بسته‌بندی کمپوت گیلاس در دست نیست. در این پژوهش تأثیر دو نوع بسته‌بندی، قوطی حلبی و نوعی بسته انعطاف‌پذیر بر میزان تجمع فلزات کم مقدار در کمپوت گیلاس مورد مقایسه قرار گرفت. بدین منظورکمپوت گیلاس در دو نوع بسته‌بندی در شرایط یکسان تولید شده و تغییرات میزان فلزات در آنها، طی نگه‌داری در درجه حرارت‌های ۴، ۲۳،

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-02-06]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.48.14.4]

۳۵ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد، بلافاصله پس از تولید و در روزهای ۳۰، ۶۰ و ۹۰ پس از آن ارزیابی گردید.

مواد و روش‌ها

مواد اولیه فرمولاسیون و بسته‌بندی

جهت تولید کمپوت، گیلاس از واریته گیلاس سیاه مشهد انتخاب شد که در اردیبهشت ماه ۸۵ از یکی از باغات منطقه شاندیز واقع در اطراف شهر مشهد تهیه گردید، شکر سفید و اسیدسیتریک با درجه خلوص ۹۹/۵ درصد ساخت شرکت مرک آلمان، در فرمولاسیون محصول مورد استفاده قرار گرفت.

بسته انعطاف‌پذیر مورد استفاده در پژوهش از نوع چند لایه(laminated pouch) به ترتیب از داخل به خارج شامل پلی‌اتیلن با ضخامت (۱۰۰ میکرون)، آلومینیوم فویل (۹ میکرون) و پلی استر (۱۲ میکرون) بود. ابعاد بسته۱۴۳×۱۰۰ میلی‌متر و فاقد چاپ بود. این بسته‌بندی‌ها از بخش بسته‌سازی شرکت شهد ایران تهیه شد.

قوطی‌های مورد استفاده از نوع قوطی‌های حلبی لاکدار با لاک جنرال(general) (اپوکسی فنولیک) ساخت شرکت صنایع بسته‌بندی مشهد و درب غیر قابل نفوذ ساخت همان شرکت تهیه شد.

روش تهیه کمپوت و شرایط نگه‌داری

کمپوت گیلاس مطابق با استانداردهای تعیین شده از سوی سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران تهیه شد(۳). بریکس شربت با توجه به میانگین بریکس میوه‌ها و مورد نظر بودن بریکس تعادلی برابر ۱۷، وزن میوه و شربت به نسبت ۵۰:۵۰ و pH برابر ۳/۸ تنظیم گردید. نمونه‌های کمپوت گیلاس، در قوطی‌های حلبی در محل مجتمع صنایع غذایی دانشگاه فردوسی و در بسته انعطاف‌پذیر در محل شرکت شهد ایران تولید شد. سپس نمونه‌ها در دماهای ۴، (دمای محیط) ۲۳، ۳۵ و ۴۰ درجه نگه‌داری شده و محتوی فلزات آنها در روزهای ۰، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ پس از تولید اندازه‌گیری گردید.

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 بسته‌بندی 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 دامنه‌ای دانکن مقایسه گردیدند.

روش آماده‌سازی نمونه‌ها

به منظور اندازه‌گیری قلع و آهن ،۱۰ گرم نمونه همگن شده با دقت ۰/۰۰۱ گرم در لوله‌های هضم توزین گردیده و مقدار ۱۰ میلی‌لیتر اسید نیتریک و ۲ میلی‌لیتر 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 و تغییر رنگ محصول به رنگ زرد بسیار روشن، نمونه‌ها در بالن ژوژه ۵۰ میلی‌لیتری با آب مقطر، به حجم رسیده و جهت اندازه‌گیری محتوی آهن و قلع به دستگاه اتمیک ابزوربشن انتقال یافتند (۳، ۴، ۷ و ۱۳).

برای اندازه‌گیری سرب در نمونه‌ها، ۵ گرم از نمونه همگن شده با دقت ۰/۰۰۱ گرم در لوله‌های هضم توزین و مقدار ۱۰ میلی‌لیتر اسید نیتریک به آنها افزوده شد و پس از طی سایر مراحل مشابه فوق، 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 غوطه‌ور شده و در پی آن با محلول اسید کلریدریک ۱۰ درصد شسته شدند. در نهایت ظروف دوبار با آب مقطر دیونیزه شستشو داده شده و خشک گردیدند(۷).

روش اندازه‌گیری میزان فلزات

در این پژوهش، میزان آهن، قلع و سرب نمونه‌ها به روش اسپکتروفوتومتری جذب اتمی و با استفاده از دستگاه

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-02-06]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.48.14.4]

اتمیک ابزوربشن اسپکتروفوتومتر SHIMADZU مدل B70 ساخت کشور ژاپن اندازه‌گیری و تعیین شدند. محلول‌های استاندارد آهن، باغلظت‌های mg/kg ۱۰، ۵، ۳ و ۱ آهن ساخته شده و منحنی استاندارد آنها در طول موج ۲۴۸/۳۳ نانومترترسیم گردید. محلول‌های استاندارد قلع با غلظت‌های ۱۰۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ µg/kg تهیه شده و برای ترسیم منحنی استاندارد مورد استفاده قرار گرفتند. با انطباق جذب نمونه‌ها با جذب محلول‌های استاندارد، غلظت آهن موجود در آنها توسط دستگاه جذب اتمی با شعله هوا- استیلن تعیین گردید.

اندازه‌گیری قلع با دستگاه جذب اتمی مجهز به کوره گرافیتی در طول موج ۲۲۴/۶ نانومتر انجام شد. محلول‌های استاندارد سرب جهت ترسیم منحنی استاندارد، با غلظت‌های ۱۰، ۳۰ و ۶۰ µg/kg تهیه شدند و اندازه‌گیری میزان سرب در طول موج ۲۸۳/۳۰ نانومتر توسط دستگاه جذب اتمی با کوره گرافیتی صورت گرفت.

نتایج و بحث

میزان آهن

نتایج اندازه‌گیری میزان آهن در نمونه‌های کمپوت گیلاس در جدول ۱ و ۲ آورده شده است.

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن نشان می‌دهد اثر نوع بسته‌بندی در میزان آهن موجود در نمونه‌ها در سطح ۵٪ = α معنی‌دار است($P<0/05$). میانگین میزان آهن موجود در کمپوت گیلاس در قوطی حلبی برابر ۴/۸۶ و در بسته انعطاف‌پذیر برابر ۳/۱۶ میلی‌گرم در کیلوگرم اندازه‌گیری شد.

سو و همکاران میزان آهن موجود در۳ نوع آبمیوه مختلف (آب سیب، آب انگور، آب گوجه فرنگی) بسته‌بندی شده در قوطی‌های حلبی را بررسی کردند. نتایج مطالعه آنها نشان داد که بیش از ۵۶ درصد از کل نمونه‌های آبمیوه دارای میزان آهن بیش از ۱۵ میلی‌گرم در کیلوگرم می‌باشند که بیشتر از حد مجاز تعیین شده از سوی استانداردهای بین المللی است(۱۳).

هم‌چنین در قوطی‌های حلبی با افزایش دمای نگه‌داری، میانگین میزان آهن موجود در نمونه‌ها افزایش می‌یابد، به طوری که نمونه‌های نگه‌داری شده در دمای ۴ °C کمترین میزان آهن و نمونه‌های نگه‌داری شده در ۴۰ درجه بیشترین محتوی آهن را داشته‌اند (جدول۱). بالا رفتن دما سرعت فعل و انفعالات شیمیایی میان ماده بسته‌بندی و غذا را افزایش می‌دهد به طوری که با افزایش دما خوردگی جدار قوطی‌ها تسریع شده (به دلیل افزایش اسیدیته ناشی از تجزیه قندها در دماهای بالاتر) و میزان آهن نمونه‌های کمپوت افزایش نشان می‌دهد.

مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن حاکی از آن است که اختلاف میزان آهن موجود در نمونه‌ها در دمای ۲۳ و ۳۵ درجه سانتیگراد، از نظر آماری معنی‌دار نیست، ولی دماهای ۴ و ۴۰ درجه سانتیگراد تفاوت معنی‌دار در میزان آهن نمونه‌ها ایجاد نموده‌اند($P<0/05$). هم‌چنین نتایج مقایسه میانگین‌ها برای کمپوت‌های بسته‌بندی شده در بسته انعطاف‌پذیر نشان داد که تغییرات میزان آهن موجود در نمونه‌های نگه‌داری شده در دماهای مختلف مورد آزمون، در سطح ۵ ٪ = α از نظر آماری معنی‌دار نمی‌باشد($P> 0/05$). شرایط نگه‌داری از جمله دما بر سرعت واکنش‌های شیمیایی بین بسته‌بندی و ماده غذایی مؤثر است، به طوری که با افزایش دما، خوردگی جدار قوطی‌ها تسریع شده و میزان آهن موجود در نمونه‌های کمپوت گیلاس افزایش می‌یابد.

محققان دیگر نیز نتایج مشابه با یافته‌های این تحقیق داشته‌اند. سو و همکاران به اثر افزایش دما در تسریع خوردگی جدار داخلی قوطی‌ها و افزایش میزان آهن موجود در آبمیوه‌های بسته‌بندی شده در قوطی حلبی اشاره کردند(۱۳).

ناگی و همکاران نمونه‌های آب پرتقال بسته‌بندی شده در قوطی را طی نگه‌داری در دماهای مختلف بررسی نموده و دریافتند بالا رفتن دما سبب افزایش میزان آهن در نمونه‌ها می‌شود(۱۱).

هم‌چنین نتایج نشان داد که در قوطی‌های حلبی، محتوی آهن

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-02-06]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.48.14.4]

جدول ۱. میانگین میزان آهن موجود در نمونه‌های کمپوت گیلاس در قوطی حلبی (mg/kg)

	زمان (روز)	دمای نگه‌داری (°C)			
		۴	۲۳	۳۵	۴۰
میزان آهن (mg/kg)	۰	۲/۳۳	۲/۳۳	۲/۳۳	۲/۳۳
	۳۰	۳/۹۲	۴/۲۵	۴/۶۰	۴/۹۳
	۶۰	۴/۳۸	۵/۵۴	۵/۵۲	۷/۸۷
	۹۰	۴/۵۶	۶/۰۶	۷/۱۲	۹/۶۴
میانگین		۳/۸۰	۴/۵۵	۴/۸۹	۶/۱۹

جدول ۲. میانگین میزان آهن موجود در نمونه‌های کمپوت گیلاس در بسته انعطاف‌پذیر (mg/kg)

	زمان (روز)	دمای نگه‌داری (°C)			
		۴	۲۳	۳۵	۴۰
میزان آهن (mg/kg)	۰	۲/۷۵	۲/۷۵	۲/۷۵	۲/۷۵
	۳۰	۳/۱۴	۳/۰۷	۲/۸۸	۳/۲۶
	۶۰	۳/۲۴	۳/۱۲	۳/۰۷	۳/۶۲
	۹۰	۳/۳۱	۳/۴۱	۳/۳۴	۴/۰۸
میانگین		۳/۱۱	۳/۰۹	۳/۰۱	۳/۴۳

نمونه‌های کمپوت با گذشت زمان افزایش می‌یابد که این افزایش از نظر آماری در سطح ۵٪ = α معنی‌دار است (P<۰/۰۵). اما برای بسته‌های انعطاف‌پذیر، میانگین محتوی آهن نمونه‌ها در مدت نگه‌داری افزایش جزئی نشان می‌دهد که از نظر آماری معنی‌دار نیست(P> ۰/۰۵). به عبارت دیگر می‌توان گفت طی مرور زمان تغییرات معنی‌داری در میزان آهن کمپوت گیلاس بسته‌بندی شده در بسته انعطاف‌پذیر مشاهده نمی‌شود.

میزان قلع

نتایج اندازه‌گیری میزان قلع در نمونه‌های کمپوت گیلاس طی تیمارهای دما و زمان اعمال شده، در جدول ۳ و۴ آورده شده است. آنالیز واریانس داده‌های حاصل از اندازه‌گیری قلع نشان داد که اثر نوع بسته‌بندی بر میزان قلع در سطح ۵٪ = α معنی‌دار است (P<۰/۰۵). میانگین محتوی قلع کمپوت‌های بسته‌بندی شده در قوطی حلبی برابر ۵۰۰/۲ µg/kg می‌باشد که نسبت به بسته‌های انعطاف‌پذیر (۳۸۷/۹۸ µg/kg) بالاتر است.

هم‌چنین مطابق نتایج جدول آنالیز واریانس داده‌ها، تغییرات درجه حرارت سبب ایجاد تفاوت معنی‌دار در میزان قلع موجود در نمونه‌های کمپوت بسته‌بندی شده در قوطی حلبی می‌گردد(P<۰/۰۵)، به طوری که نمونه‌های نگه‌داری شده در ۴۰ °C بیشترین میزان قلع را دارا هستند. ولی میانگین تغییرات میزان قلع در دماهای مختلف در بسته‌های انعطاف‌پذیر معنی‌دار نیست (P>۰/۰۵) (جدول ۴).

اثر زمان بر افزایش میزان قلع در نمونه‌ها معنی‌دار است(P<۰/۰۵) و در ماه سوم پس از تولید، بیشترین میزان قلع در نمونه‌های کمپوت مشاهده شده است.

سو و همکاران میزان قلع موجود در آب سیب و

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-02-06]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.48.14.4]

جدول۳. میانگین میزان قلع در نمونه‌های کمپوت گیلاس در قوطی حلبی (µg/kg)

	زمان (روز)	دمای نگه‌داری (°C)			
		۴	۲۳	۳۵	۴۰
میزان قلع (µg/kg)	۰	۳۴۸/۷	۳۴۸/۷	۳۴۸/۷	۳۴۸/۷
	۳۰	۳۵۰/۳	۳۸۵/۲۵	۴۲۱/۹	۶۲۹/۵
	۶۰	۳۶۰	۴۵۷/۰۵	۴۶۵/۷۵	۸۶۵/۵
	۹۰	۴۶۰/۹۵	۴۸۲/۷۵	۵۸۵/۵	۱۱۳۵
میانگین		۳۷۹/۹۹	۴۱۸/۴۳	۴۵۵/۴۶	۷۴۴/۶۷

جدول۴. میانگین میزان قلع در نمونه‌های کمپوت گیلاس در بسته‌های انعطاف‌پذیر (µg/kg)

	زمان (روز)	دمای نگه‌داری (°C)			
		۴	۲۳	۳۵	۴۰
میزان قلع (µg/kg)	۰	۳۱۳	۳۱۳	۳۱۳	۳۱۳
	۳۰	۳۷۳/۹	۳۸۷	۴۰۰/۶	۳۵۶/۸
	۶۰	۴۱۴/۶۵	۴۳۲/۲	۴۰۱/۴۵	۴۱۲/۳
	۹۰	۴۲۰/۶۵	۴۴۹/۵۵	۴۷۷/۶	۴۲۴/۴۵
میانگین		۳۸۰/۵۵	۳۹۵/۴۴	۳۹۸/۱۶	۳۷۶/۶۴

آب گوجه فرنگی را در قوطی‌های لاکدار در حد ناچیز(trace) و برای آب انگور بسته‌بندی شده در قوطی‌های لاکدار mg/kg ۶ گزارش کردند(۱۳). کویونگ و همکاران میزان قلع موجود در کمپوت گلابی را در قوطی‌های لاکدار، µg/kg ۴۸۰ گزارش کردند(۱۲). در مطالعه دیگر میزان قلع راه یافته از قوطی به محتوی ماده غذایی در قوطی‌های لاکدار، mg/kg ۳/۲ گزارش شده است(۶).

میزان سرب

نتایج اندازه‌گیری میزان سرب در نمونه‌های کمپوت گیلاس در جدول ۵ و۶ آمده است.

نتایج آنالیز واریانس داده‌ها و مقایسه میانگین‌ها نشان داد که میزان سرب در نمونه‌های قوطی حلبی نسبت به بسته‌های انعطاف‌پذیر بیشتر است و تفاوت آنها از نظر آماری در سطح α = ۵ % معنی‌دار می‌باشد($P<۰/۰۵$). هم‌چنین درجه حرارت‌های مختلف مورد آزمون در میزان سرب موجود در نمونه‌ها تفاوت معنی‌داری ایجاد نکرده‌اند($P>۰/۰۵$)، اما اثر متقابل دمای نگه‌داری و بسته‌بندی معنی‌دار می‌باشد($P<۰/۰۵$).

بیشترین میزان سرب در نمونه‌های کمپوت بسته‌بندی شده در قوطی حلبی در ۴۰ °C و کمترین میزان آن در نمونه‌های بسته انعطاف‌پذیر در ۴ °C مشاهده شده است. میانگین میزان سرب در نمونه‌های قوطی حلبی ۳۸/۴۵۹ و در کیسه انعطاف‌پذیر µg/kg ۳۳/۹۹۳ تعیین شد.

اثر زمان نگه‌داری بر میانگین میزان سرب در نمونه‌ها معنی‌دار می‌باشد ($P<۰/۰۵$) و در طی ۳ ماه نگه‌داری میانگین میزان سرب به تدریج افزایش می‌یابد.

از جمله مطالعات انجام شده پیرامون اثر بسته‌بندی بر میزان سرب در نمونه‌های غذایی، مطالعه مادوآبوچی و همکاران

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-02-06]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.48.14.4]

می‌باشد. آنها میزان سرب راه یافته از قوطی به محتوی ۵۰ نمونه نوشیدنی مختلف را با استفاده از دستگاه اتمیک

جدول۵. میانگین میزان سرب در نمونه‌های کمپوت گیلاس در قوطی حلبی (µg/kg)

	زمان (روز)	دمای نگه‌داری (°C)			
		۴	۲۳	۳۵	۴۰
میزان سرب (µg/kg)	۰	۱۳/۹۶	۱۳/۹۶	۱۳/۹۶	۱۳/۹۶
	۳۰	۲۶/۴۲	۳۶/۱۹	۳۰/۷	۴۳/۴۱
	۶۰	۳۹/۳۴	۳۵/۷۱	۵۰/۶	۶۰/۱
	۹۰	۴۷/۵۱	۵۲/۳۵	۵۴/۷۵	۸۲/۴۳
میانگین		۴۰/۲۲	۳۴/۵۵	۳۷/۵۰	۴۹/۹۸

جدول۶. میانگین میزان سرب در نمونه‌های کمپوت گیلاس در بسته انعطاف‌پذیر (µg/kg)

	زمان (روز)	دمای نگه‌داری (°C)			
		۴	۲۳	۳۵	۴۰
میزان سرب (µg/kg)	۰	۱۳/۶۳	۱۳/۶۳	۱۳/۶۳	۱۳/۶۳
	۳۰	۲۹/۹۶	۳۲/۶۸	۳۸/۱۹	۳۵/۵
	۶۰	۳۲/۷	۴۶/۸۲	۴۱/۸۵	۴۹/۸۲
	۹۰	۳۳/۹۱	۴۲/۳۳	۵۲/۱۱	۵۳/۵
میانگین		۲۷/۵۵	۳۳/۸۶	۳۶/۴۴	۳۸/۱۱

ابزوربشن اسپکتروفوتومتر اندازه‌گیری کردند و میزان سرب موجود در نمونه‌های مذکور را µg/kg ۷۳-۲ گزارش نمودند(۹).

نتیجه‌گیری

میزان آهن در نمونه‌های کمپوت مربوط به قوطی حلبی، طی درجه حرارت‌های نگه‌داری و زمان آزمون افزایش نشان می‌دهد، ولی در بسته‌های انعطاف‌پذیر روند تغییرات آن طی زمان معنی‌دار نیست. میزان آهن در نمونه‌های قوطی حلبی در دامنه mg/kg ۹/۶۴- ۲/۳۳ اندازه‌گیری شده است که با توجه به روند افزایشی که در این نمونه‌ها مشاهده می‌شود، در مدت کمتر از ۱۲ ماه کلیه نمونه‌ها دارای محتوی آهن بیش از mg/kg ۱۵ خواهند بود که حد مجاز تعیین شده از سوی استاندارد ملی ایران و کمیته بین المللی FAO/WHO است. از آنجا که ماندگاری کمپوت در قوطی‌های حلبی بین ۲۴-۱۸ ماه ذکر می‌شود، با توجه به نتایج به دست آمده در این پژوهش می‌توان گفت احتمالاً در اکثر نمونه‌هایی که بیش از ۱۲ ماه از تاریخ تولید آنها گذشته، آهن بیش از حد مجاز تجمع یافته است.

میزان سرب موجود در نمونه‌های کمپوت گیلاس در قوطی حلبی طی ۳ ماه نگه‌داری در درجات حرارت مختلف، در دامنه µg/kg ۸۲/۴۳-۱۳/۹۶ و میزان قلع آنها، µg/kg ۱۱۳۵-۳۴۸/۷ تعیین شده است. مقادیر فوق از حدود تعیین شده در استاندارد پایین‌تر است. میزان فلزات فوق در نمونه‌های کمپوت مربوط به قوطی طی زمان افزایش می‌یابد، ولی برای بسته‌های انعطاف‌پذیر تغییرات آنها ناچیز است. شرایط نگه‌داری از جمله دما بر سرعت واکنش‌های شیمیایی بین بسته‌بندی و ماده غذایی مؤثر است به طوری که با افزایش دما، خوردگی جدار قوطی‌ها تسریع شده و میزان فلزات موجود در نمونه‌های کمپوت گیلاس افزایش می‌یابد. بدین ترتیب به نظر می‌رسد جایگزینی بسته‌های انعطاف‌پذیر نام برده با قوطی‌های حلبی به حذف

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-02-06]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.48.14.4]

مشکلات احتمالی ناشی از تجمع فلزات فوق کمک نمـوده و از جهت ایمنی و سلامتی مصرف کننده مفید خواهد بود.

منابع مورد استفاده

۱. پروانه، و. ۱۳۷۱. *کنترل کیفی و آزمایش‌های شیمیایی مواد غذایی*. انتشارات دانشگاه تهران.

۲. قنبر زاده، ب. ۱۳۸۴. *مبانی شیمی مواد غذایی (ترجمه)*. چاپ دوم، انتشارات آییژ، تهران.

۳. مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایـران. ۱۳۸۵. اسـتانداردهای ملـی ایـران شـماره هـای ۶-۲۸۳۶،۲۱۴۸،۲۳۲۶،۲۴۸۵، ۳۹۰۹، ۴۹۰۱، ۴۹۰۲.

4. AOAC. 1990. Official Methods of Analysis 15th ed., Washington, DC, Association of Official Analytical Chemists.
5. Benoy, C.J., P. A. Hooper and R Schneider. 1971. The Toxicity of Tin in Canned Fruit Juices and Solid Foods. Fd Cosmet. Toxicol. 9: 645-656.
6. Blunden, S. and T. Wallace. 2003. Tin in canned food: A review and understanding of occurrence and effect. Food and Chem. Toxicol. 41:1651–1662.
7. Emami Khansari, F. M., M. Ghazi-Khansari and M. Abdollahi. 2005. Heavy metals content of canned tuna fish. Food Chem. 93: 293–296.
8. Labuza, T.P. and M. K. Schmidi. 1985. Accelerated shelf life testing of food. Food Technol. 39(9):57-62.
9. Maduabuchi, J.M.U., C.N. Nzegwu, E.O. Adigba, R.U. Aloke, C.N. Ezomike, C.E. Okocha, E. Obi and O.E. Orisakwe 2006. Lead and cadmium exposures from canned and noncanned beverages in Nigeria: A public health concern. Sci. Total Environ. 366: 621–626.
10. Manzoori, J., M. Amjadi and D. Abolhasani. 2006. Spectrofluorimetric determination of tin in canned foods. J. Hazardous Mat. 137(3):1631-1635.
11. Nagy, S., R. Rouseff and S. V. Ting. 1980. Effects of temperature and storage on the iron and tin contents of commercially canned single strength orange juice. Food Chem. 28: 1166-1169.
12. Qiong, L., L. Guanghan, W. Heng and W. Xiaogang. 1999. Determination of trace tin in foods by single sweep polarography. Food Chem. 64: 129-132.
13. Seow, C.C., Z. Abdul Rahman and N. A. Abdul Aziz. 1984. Iron and Tin Content of Canned Fruit Juices and Nectars. Food Chem. 14: 125-134.

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-02-06]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.48.14.4]