

## بررسی میزان خاکستر، کلرید سدیم و باقیمانده نیتريت در سوسیس و کالباس های حرارت دیده تولید شده در شهر اهواز و مقایسه آن با استانداردهای ملی ایران

فضل آرا، ع. \*، زند مقدم، ا. آ، لویمی، م. م.، طاهری، م. م.

دریافت: ۱۳۸۹/۱۰/۰۵ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۱/۱۶

### خلاصه

گوشت و فرآورده های آن از جمله منابع با ارزش پروتئینی در ارتباط با تغذیه بشر به شمار می روند و بویژه فرآورده های گوشتی به لحاظ سهولت مصرف و ذائقه پسندی شان، امروزه در اکثر نقاط جهان مورد توجه و استقبال مصرف کنندگان هستند. نمک، از جمله مواد افزودنی در تهیه فرآورده های گوشتی است که باید براساس استاندارد شماره ۲۳۰۳ مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، حداکثر به میزان ۲ درصد مورد مصرف قرار گیرد که علت آن بالا بردن ظرفیت نگهداری و جذب آب در فرآورده های گوشتی و نیز طعم و مزه مطلوب آن است. نمک های نیتريت نیز از جمله افزودنی هایی هستند که در فرآورده های گوشتی به منظور ایجاد رنگ مطلوب در فرآورده، ایجاد طعم و مزه مطلوب، جلوگیری از رشد اسپورکسترییدیوم بوتولینوم و افزایش مدت زمان نگهداری فرآورده مورد استفاده قرار می گیرند، هر چند از طریق یک سری واکنش های پیچیده شیمیایی، ترکیبات نیتروزامین تولید می کنند که این ترکیبات می توانند سرطانزا باشند؛ از این رو میزان مصرف آنها باید در حد استانداردهای مصوب باشد (حداکثر ۱۲۰ ppm بر پایه نیتريت). از عوامل دیگر بیانگر نوع مواد متشکله فرآورده های گوشتی، میزان خاکستر است که چنانچه از حد مجاز فراتر رود به معنای استفاده بیش از حد از پرکننده های گیاهی در محصولات است. لذا با توجه به نکات فوق، برخی از فرآورده های گوشتی پر مصرف در شهر اهواز مورد بررسی قرار گرفت. در بررسی صورت گرفته در طی ۳ ماه، تعداد ۱۸۰ نمونه سوسیس و کالباس از ۵ کارخانه مختلف از نظر خاکستر، نمک و باقیمانده نیتريت آزمایش شدند. پس از تهیه خاکستر محصولات به روش مرجع یا استاندارد، میزان نمک این فرآورده ها با استفاده از روش تیتراسیون با تیوسیانات پتاسیم (استاندارد شماره ۷۴۱) و همچنین باقیمانده نیتريت، با استفاده از روش اسپکتروفتومتری مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۹۲۳ اندازه گیری شد. نتایج حاصل از آنالیزهای آماری نشان داد که میزان نمک و باقیمانده نیتريت در حیطه استانداردهای ملی قرار داشت، همچنین میزان خاکستر در سوسیس آلمانی در حد استاندارد و در سایر فرآورده ها (سوسیس کوکتل، کالباس خشک و کالباس لیونر) بالاتر از حد استاندارد ملی بود ( $p < 0.05$ ).

**واژه های کلیدی:** فرآورده های گوشتی حرارت دیده، خاکستر، نمک، باقیمانده نیتريت.

۱. گروه بهداشت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران، اهواز، ایران.

۲. گروه تغذیه، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور، اهواز، ایران.

۳. دانش آموخته دکتری حرفه ای دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.

نمک بیشتر، می‌توان میزان بیشتری پودر یخ در خمیر (فارش) فرآورده افزود که سبب افزایش وزن و در واقع سودجویی اقتصادی می‌گردد. حال با توجه به آن که فرآورده‌های گوشتی (سوسیس و کالباس) مورد علاقه عموم جامعه بویژه نسل جوان و کودکان است، نظارت بر میزان نمک در این فرآورده‌ها و مطابقت آن با استانداردهای موجود، ضروری است.

ترکیبات نیتريت از جمله افزودنی‌هایی هستند که در فرآورده‌های گوشتی با اهداف ذیل استفاده می‌شوند:

۱. ایجاد رنگ مطلوب خوش رنگ در فرآورده
۲. جلوگیری از رشد اسپورکلاستریدیوم بوتولینوم
۳. افزایش مدت زمان نگهداری فرآورده
۴. خوش طعم کردن فرآورده (شهراسبی و ناصری، ۱۳۶۴؛ فلاحی، ۱۳۷۰؛ Richard و همکاران، ۲۰۰۵).

اما به علت تولید ترکیبات نیتروزآمین در روده، که در اثر واکنش بین ترکیبات نیتريت با بعضی از ترکیبات آمین است، میزان مصرف آنها باید در حد استانداردهای مجاز و مصوب باشد. این میزان  $120 \text{ ppm}$  بر پایه نیتريت است (استاندارد ملی ایران شماره ۲۳۰۳، ۱۳۸۱؛ شهراسبی و ناصری، ۱۳۶۴). ترکیبات نیتروزآمین، مشکوک به سرطان‌زایی بوده و بویژه می‌توانند به عنوان عامل سرطان‌های معده و کبد به شمار آیند (فلاحی، ۱۳۷۰). لذا کنترل مصرف ترکیبات نیتريت در صنایع باید همواره مد نظر واقع باشد، زیرا در مواردی ممکن است میزان این ترکیبات در فرآورده‌ها به دلایل سوء استفاده ذیل از حد مجاز فراتر رود که در چنین صورتی عوارض دراز مدت آن متوجه جامعه و مصرف کنندگان خواهد بود:

۱. ترکیبات نیتريت به عنوان عوامل مهارکننده رشد میکروبی است، لذا ضمن مخفی کردن وضعیت غیر بهداشتی تولید، سبب افزایش مدت زمان نگهداری فرآورده (ممانعت از ترشیدگی و لیز شدن فرآورده) می‌شوند.
۲. ترکیبات نیتريت سبب ایجاد نیتروزومیوگلوبین در فرآورده‌ها می‌شود که ایجاد رنگ صورتی خوش رنگی را در فرآورده ایجاد می‌کند، ولی چنانچه در مواردی به صورت تقلب از میزان گوشت کمتری در فرآورده‌ها استفاده شود، ممکن است به منظور دستیابی به حداکثر رنگ قرمز یا صورتی مطلوب از مقادیر بیش از حد مجاز ترکیبات نیتريت در فرآورده‌ها استفاده نمایند (Richard و همکاران، ۲۰۰۵).

### مواد و روش کار

در این مطالعه، خاکستر، نمک (کلرید سدیم) و باقیمانده نیتريت ۱۸۰ نمونه سوسیس و کالباس در طی سه ماه اندازه‌گیری شد. سوسیس‌ها

اهمیت غذا بر هیچکس پوشیده نیست. به طور کلی ۴۰ عامل مغذی به عنوان عوامل اولیه وجود دارند که تأمین‌کننده نیازهای پیچیده بدن هستند (شهراسبی و ناصری، ۱۳۶۴). فرآورده‌های گوشتی یکی از منابع پر ارزش پروتئینی در ارتباط با تغذیه بشر محسوب می‌شوند (رکنی، ۱۳۸۵). فرآورده‌های گوشتی از نظر مصرف راحت بوده و معمولاً بدون نیاز به پختن مصرف می‌گردند و مواد پروتئینی را که حاوی اسیدهای آمینه ضروری و لازمند در اختیار مصرف‌کنندگان قرار می‌دهند (شهراسبی و ناصری، ۱۳۶۴). از آنجا که روز به روز نقش صنایع فرآورده‌های گوشتی باتوجه به مصرف روزافزون این فرآورده‌ها بیشتر می‌شود، بنابراین لازم است کنترل کیفیت این محصولات به صورت جدی‌تری انجام گیرد. باتوجه به این مهم، بررسی و اندازه‌گیری مقادیر خاکستر، نمک و باقیمانده نیتريت در این فرآورده‌ها و مقایسه نتایج حاصل، با استانداردهای ملی مدنظر قرار گرفت که تا حدودی بیانگر وضعیت موجود بر کیفیت این محصولات در جامعه است. از جمله عواملی که بیانگر نوع مواد متشکله فرآورده‌های گوشتی است، میزان خاکستر می‌باشد و چنانچه از حد مجاز استاندارد فراتر رود به معنای افزایش استفاده از پرکننده‌ها و رعایت نکردن فرمولاسیون محصول است. نمک، نیز از جمله مواد افزودنی در فرآورده‌های گوشتی است که باید براساس استانداردهای ملی موجود حداکثر به میزان ۲ درصد مورد مصرف قرار گیرد (استاندارد ملی ایران شماره ۲۳۰۳، ۱۳۸۱). وجود نمک زیاد در رژیم تغذیه‌ای انسان سبب بروز عوارضی همچون فشار خون در دراز مدت می‌شود که این موضوع بویژه در تغذیه کودکان و نوجوانان بسیار حائز اهمیت است و باید براساس توصیه‌های پزشکی میزان مصرف نمک طعام از کودکی و دوران جوانی تحت کنترل باشد تا از بروز فشار خون در سنین بالاتر جلوگیری شود (Sacks و همکاران، ۲۰۰۱). مصرف بالای نمک، درصد ابتلا به سرطان حلق و معده را نیز افزایش می‌دهد. لذا رعایت میزان مصرف نمک در رژیم غذایی امری ضروری است (Key و همکاران، ۲۰۰۴). ذکر این نکته حائز اهمیت است که در مواردی ممکن است میزان نمک اضافه‌شده به فرآورده‌های گوشتی به دلایل ذیل از حد مجاز در استانداردهای ملی فراتر رود که عوارض تخطی از این حد در درازمدت متوجه مصرف‌کنندگان این فرآورده‌ها می‌شود:

۱. نمک به صورت باکتریو استاتیک عمل نموده و مدت زمان ماندگاری فرآورده را طولانی‌تر می‌کند.
۲. باعث مخفی‌شدن طعم برخی از مواد پرکننده (در صورت استفاده بیش از حد) نظیر سویا، آرد گندم یا گلوتن می‌شود.
۳. افزایش وزن در فرآورده‌های تولیدی که از طریق ایجاد قدرت یونی حداکثر و جذب آب ماکزیمم در فرآورده‌ها صورت می‌گیرد و با مصرف

ملی ایران شماره ۹۲۳، ۱۳۷۵؛ پروانه، ۱۳۷۸؛ Patrica، ۱۹۹۶). در مرحله بعد رابطه بین پارامترهای جذب نورمذکور و غلظت نیتريت سدیم (میکروگرم در میلی لیتر) با بهره گیری از رگرسیون خطی نرم افزار اکسل به دست آمد که رابطه یا معادله منحنی مذکور به شرح ذیل بود:

$$R^2=0/9999 \quad Y=0/0169X+0/0007$$

که در این رابطه، مقادیر  $X$ ،  $Y$  عبارتند از:

$Y$  = جذب نور خوانده شده توسط دستگاه اسپکتروفتومتر

$X$  = غلظت نیتريت سدیم بر حسب میکروگرم در میلی لیتر

در مرحله بعد نسبت به ارزیابی و اندازه گیری میزان جذب نور در نمونه های مجهول مورد آزمایش، براساس دستورالعمل استاندارد اقدام شد. سپس با قراردادن اعداد قرائت شده مربوط به جذب نور در معادله فوق ( $Y$ )، غلظت نیتريت سدیم بر حسب میکروگرم در میلی لیتر ( $X$ ) در نمونه ها به دست آمد. در نهایت اعداد به دست آمده از معادله فوق براساس استاندارد شماره ۹۲۳ مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران در فرمول زیر قرار داده شد و غلظت نیتريت سدیم باقیمانده بر حسب میلی گرم در کیلوگرم (ppm) به دست آمد که در این فرمول:

$$NaNO_2 = c^x \frac{2000}{m^x v}$$

$m$  = مقدار نمونه بر حسب گرم

$v$  = حجم محلول صاف شده بر حسب میلی لیتر که برای اندازه گیری رنگ به کار رفته است.

$c$  = غلظت نیتريت سدیم بر حسب میکروگرم در میلی لیتر

## نتایج

ارزیابی کلی محصولات ۵ کارخانه مورد مطالعه، نشان داد که بالاترین میزان خاکستر و نمک مربوط به سوسیس کوکتل کارخانه شماره یک بود که میانگین میزان خاکستر  $0/29 \pm 3/6$  درصد و میانگین نمک  $0/09 \pm 2/2$  درصد و همچنین بالاترین میزان باقیمانده نیتريت، مربوط به سوسیس کوکتل کارخانه شماره دو با میانگین  $10/37 \pm 38/42$  میلی گرم در کیلوگرم بود.

با توجه به جدول ۱، میانگین و انحراف معیار مقادیر خاکستر، نمک و باقیمانده نیتريت در فرآورده های مورد مطالعه به ترتیب  $0/39 \pm 2/98$  درصد،  $0/24 \pm 1/71$  درصد و  $14/05 \pm 13/77$  میلی گرم در کیلوگرم بود. آزمون تحلیل واریانس یک طرفه (ANOVA) با استفاده از نرم افزار SPSS11 نشان داد که اختلاف بین میانگین های خاکستر، نمک و باقیمانده نیتريت در فرآورده های مورد مطالعه در ماه های مختلف معنی دار نمی باشد ( $p > 0/05$ ).

از نوع کوکتل و آلمانی و کالباس ها از نوع خشک و لیونر بودند. این نمونه ها از مراکز توزیع اصلی محصولات ۵ کارخانه مورد مطالعه خریداری شد، بدین ترتیب که نمونه ها از بهره های مختلف تهیه می شد و حداکثر چهار روز از تاریخ تولیدشان گذشته بود. هر ماه، از هر کارخانه، ۱۲ نمونه تهیه می شد. بدین ترتیب هر ماه، ۶۰ نمونه مورد بررسی قرار می گرفت. در ابتدا بر طبق دستور العمل مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به شماره ۷۴۴، خاکستر این فرآورده ها تهیه شد (استاندارد ملی ایران شماره ۷۴۴، ۱۳۸۲). پس از اندازه گیری و محاسبه میزان خاکستر، با استفاده از دستورالعمل استاندارد به شماره ۷۴۱ و روش تیتراسیون با تیوسیانات پتاسیم، نسبت به اندازه گیری نمک (استاندارد ملی ایران شماره ۷۴۱، ۱۳۷۰) و در نهایت بر اساس دستورالعمل شماره ۹۲۳ مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، به روش اسپکتروفتومتری باقیمانده نیتريت در این فرآورده ها اندازه گیری شد (استاندارد ملی ایران شماره ۹۲۳، ۱۳۷۵). اصول روش اندازه گیری نمک، عبارت از استخراج ماده مورد آزمایش با آب داغ، صاف کردن و اسیدی نمودن آن، رسوب دادن پروتئین ها و افزودن مقدار بیش از حد لازم از محلول نترات نقره به عصاره حاصل و تیتراسیون مازاد نترات نقره یا محلول تیوسیانات پتاسیم بود (استاندارد ملی ایران شماره ۷۴۱، ۱۳۷۰؛ پروانه، ۱۳۷۸). اساس روش اندازه گیری باقیمانده نیتريت، شامل استخراج ماده مورد آزمایش با آب گرم، رسوب دادن پروتئین ها با استفاده از بوراکس، فروسیانور پتاسیم و استات روی، صاف کردن و ایجاد کمپلکس رنگی در نتیجه افزودن سولفانیل آمید و آلفانفیل آمین به عصاره استخراج شده و اندازه گیری شدت رنگ قرمز ایجاد شده در مجاورت نیتريت با روش اسپکتروفتومتری در طول موج ۵۳۸ نانومتر و محاسبه مقدار نیتريت در مقایسه با محلول های استاندارد تهیه شده بود. محلول های استاندارد از حل کردن یک گرم نیتريت سدیم در ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر و سپس به حجم رسانیدن ۵ میلی لیتر از محلول حاصل با آب مقطر به حجم یک لیتر و در مرحله بعد برداشت مقادیر ۵، ۱۰ و ۲۰ میلی لیتر از محلول حاضر و به حجم رسانیدن آنها با آب مقطر در بالن ژوژه های یک صد میلی لیتری حاصل می آمد که به ترتیب حاوی ۲/۵، ۵ و ۱۰ میکروگرم نیتريت سدیم در هر میلی لیتر بودند (استاندارد ملی ایران شماره ۹۲۳، ۱۳۷۵؛ پروانه، ۱۳۷۸؛ Patrica، ۱۹۹۶). به منظور اندازه گیری باقیمانده نیتريت، در ابتدا منحنی استاندارد براساس مقادیر مختلف جذب نور اندازه گیری شده توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در مقابل غلظت های مختلف نیتريت سدیم (بر حسب میکروگرم در میلی لیتر) در محلول های استاندارد، با استفاده از نرم افزار اکسل PC/۲۰۰۰ ترسیم شد (نمودار یک) (استاندارد

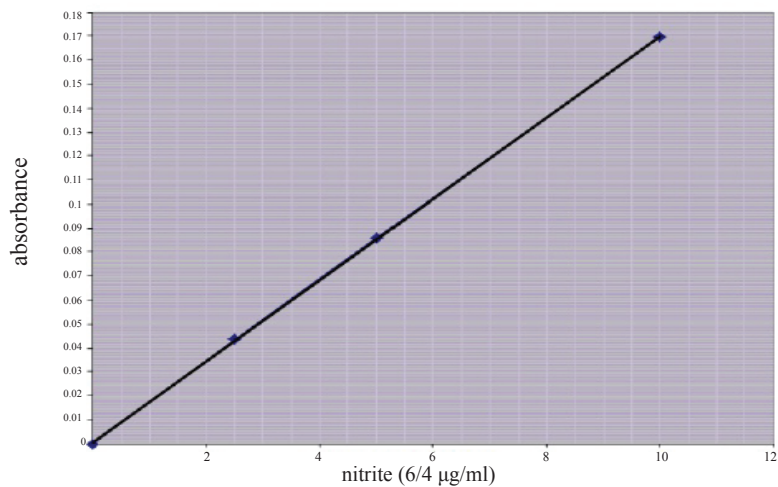
در جدول ۲، مقادیر میانگین خاکستر، نمک و باقیمانده نیتريت به تفکیک نوع محصولات مورد مطالعه درج شده است. آزمون تحلیل واریانس یک طرفه (ANOVA) با استفاده از نرم افزار SPSS 11، اختلاف معنی داری بین میانگین های خاکستر و نمک در محصولات مختلف نشان نداد ( $p > 0.05$ )، اما اختلاف بین میانگین باقیمانده نیتريت در محصولات مورد مطالعه، معنی دار بود ( $p < 0.05$ ) و با انجام آزمون LSD مشخص شد که اختلاف بین میانگین باقیمانده نیتريت در سوسیس کوکتل با کالباس خشک و لیونر و همچنین در سوسیس آلمانی با کالباس لیونر نیز معنی دار بود ( $p < 0.05$ ). در جدول ۳ مقادیر میانگین خاکستر، نمک و باقیمانده نیتريت به تفکیک کارخانه های تولیدکننده فرآورده های مورد مطالعه درج شده است. آزمون تحلیل واریانس یک طرفه (ANOVA) با استفاده از نرم افزار SPSS 11 نشان داد که اختلاف بین میانگین های خاکستر، نمک و باقی مانده نیتريت با ( $p < 0.05$ ) بین کارخانه های تولیدکننده فرآورده های مورد مطالعه معنی دار بود که با انجام آزمون LSD نشان داد که اختلاف بین میانگین خاکستر موجود در محصولات مورد مطالعه در کارخانه های شماره یک و چهار با کارخانه های شماره دو، سه و پنج معنی دار بود ( $p < 0.05$ ). همچنین مشخص شد که اختلاف بین میانگین نمک موجود در محصولات مورد مطالعه در کارخانه شماره یک با چهار کارخانه دیگر، کارخانه شماره دو با کارخانه های شماره چهار و پنج، همچنین کارخانه شماره سه با کارخانه شماره چهار معنی دار بود ( $p < 0.05$ ). از سوی دیگر اختلاف بین میانگین باقیمانده نیتريت در محصولات مورد مطالعه در کارخانه شماره یک با کارخانه شماره دو و سه معنی دار بود ( $p < 0.05$ ). با توجه به این که میانگین درصد خاکستر در محصولات مورد مطالعه، بالاتر از حد استاندارد بود از آزمون T با یک نمونه استفاده شد که نشان داد میانگین خاکستر سوسیس آلمانی  $0.45 \pm 0.04$  درصد بود که با بیشینه مقدار استاندارد معادل  $0.37 \pm 0.04$  درصد (حداکثر میزان استاندارد خاکستر در فرآورده های دارای حداکثر ۵۰ درصد گوشت) اختلاف معنی داری نداشت ( $p > 0.05$ ). اما میانگین درصد خاکستر سوسیس کوکتل، کالباس لیونر و خشک  $0.37 \pm 0.04$  درصد بود که با بیشینه مقدار استاندارد معادل  $0.25$  درصد (حداکثر میزان استاندارد خاکستر در فرآورده های بالای ۵۰ درصد گوشت) اختلاف معنی داری نشان داد ( $p < 0.05$ ).

### بحث

با توجه به نقش نیتريت ها در تولید نیتروزآمین ها که امروزه بخوبی اثرات سرطان زایی آنها به اثبات رسیده است، از طرف

سازمان های بهداشتی مسؤول، به منظور کاهش خطرات ناشی از تولید چنین ترکیبات خطرناکی، مقادیر مجاز برای مصرف آنها ذکر شده است. طبق نظر کارشناسان سازمان خوار و بار و کشاورزی جهانی حداکثر مقدار مجاز قابل مصرف روزانه برای نیترات و نیتريت سدیم یا پتاسیم به ترتیب ۵ و  $0.4$  میلی گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن است. همچنین حداقل نیتريت مورد نیاز جهت جلوگیری از رشد کلستریدایوم بوتولینوم در محصولات گوشتی عمل آوری شده ppm ۸۰-۴۰ است (استاندارد ملی ایران شماره ۲۳۰۳، ۱۳۸۱؛ Harold، ۱۹۹۴؛ Richard و همکاران، ۲۰۰۵). از سوی دیگر، نمک نقش مهمی در افزایش فشار خون دارد و افزایش مصرف آن خطر ابتلا به بیماری فشار خون را افزایش می دهد و از این نظر همواره مورد توجه پزشکان بوده است. افزایش مصرف نمک علاوه بر این که باعث کاهش کیفیت فرآورده می شود، در درازمدت سبب افزایش فشار خون می گردد، همچنین دارای اثرات نامطلوب دیگری نیز هست که قبلاً به آنها اشاره شد (Key و همکاران، ۲۰۰۴؛ Sacks و همکاران، ۲۰۰۱). به هر حال ترس و نگرانی بشر ناشی از تأثیر نامطلوب انواع نیتروزآمین ها و نمک بر روی سلامت جسمی افراد باعث شده است که همواره توجه خاصی به منابع ورود، میزان دریافت، باقیمانده و متابولیت های نیتروزآمین ها توسط محققان مختلف در سراسر دنیا مبذول شود. در این تحقیق به منظور بررسی معنی دار بودن یا نبودن میزان مقادیر خاکستر، نمک و باقیمانده نیتريت بین ماه ها، کارخانه ها و محصولات مختلف از آزمون تحلیل واریانس یک طرفه (ANOVA) با بهره گیری از نرم افزار SPSS 11 استفاده شد. در نتایج حاصل از بررسی میانگین خاکستر، نمک و باقیمانده نیتريت به تفکیک نوع محصول در ماه های مختلف، تفاوتی در کل محصولات مورد مطالعه یا به تفکیک سوسیس و کالباس مشاهده نشد ( $p > 0.05$ ) و در طی سه ماه، کارخانه ها از روند ثابت و یکنواختی برخوردار بودند و احتمالاً در فرمولاسیون کارخانه های مورد مطالعه، برای تولید این محصولات، در طی ۳ ماه تغییری صورت نگرفته بود. نتایج حاصل از بررسی میانگین خاکستر، نمک و باقیمانده نیتريت در کارخانه های مورد مطالعه (جدول ۳) اختلاف معنی داری را نشان داد ( $p < 0.05$ ) و این بدان معنی است که در کارخانه های مختلف از فرمولاسیون های متفاوتی استفاده شده است و هر کارخانه به صورت سلیقه ای یا بر حسب ذائقه مصرف کنندگان آن منطقه، عمل نموده و مواد پرکننده و ادویه جات متفاوتی را مورد استفاده قرار می دهد. به طوری که بالاترین میزان نمک و خاکستر در کارخانه شماره یک گزارش شد که میانگین خاکستر محصولات مورد مطالعه  $0.22 \pm 0.04$  درصد و میانگین نمک  $0.12 \pm 0.02$  درصد بود و این احتمالاً به دلیل

(Calibration curve)



نمودار ۱. منحنی استاندارد جذب نور براساس مقادیر مختلف نیتريت سدیم در محلول‌های استاندارد

باقیمانده نیتريت (میلی‌گرم در کیلوگرم)		نمک (درصد)		خاکستر (درصد)		فاکتورهای مورد بررسی ماه
میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	
۱۵/۸۴	۱۵/۸۲	۱/۷۳	۰/۲۹	۳	۰/۳۹	ماه اول
a		a		a		
۱۳/۵۱	۱۲/۹	۱/۷۱	۰/۲۱	۲/۹۱	۰/۳۸	ماه دوم
a		a		a		
۱۱/۹۵	۱۳/۷۱	۱/۶۹	۰/۲۲	۳/۰۳	۰/۴	ماه سوم
a		a		a		
۱۳/۷۷	۱۴/۰۵	۱/۷۱	۰/۲۴	۲/۹۸	۰/۳۹	میانگین ۳ ماه

جدول ۱. مقادیر میانگین و انحراف معیار خاکستر، نمک و باقیمانده نیتريت به تفکیک ماه و در کل مطالعه

\* حروف کوچک مختلف درج شده زیر میانگین‌ها، بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار است.

باقیمانده نیتريت (میلی گرم در کیلوگرم)		نمک(درصد)		خاکستر(درصد)		فاکتورهای مورد بررسی
میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	نوع محصول
۲۲/۵۰ a	۱۶/۶۴	۱/۷۱ a	۰/۳۰	۲/۹۵ a	۰/۴۷	سوسیس کوکتل
۱۶/۱۹ ab	۱۱/۲۴	۱/۷۴ a	۰/۲۳	۳/۰۴ a	۰/۴۵	سوسیس آلمانی
۱۱/۰۵ b	۱۴/۹۸	۱/۶۶ a	۰/۲۱	۲/۸۹ a	۰/۲۹	کالباس خشک
۵/۳۴ c	۵/۶۷	۱/۷۳ a	۰/۲۲	۳/۰۳ a	۰/۳۴	کالباس لیونر

جدول ۲. مقادیر میانگین و انحراف معیار خاکستر، نمک و باقیمانده نیتريت به تفکیک نوع محصولات مورد مطالعه

\* حروف کوچک مختلف درج شده زیر میانگین‌ها، بیانگر وجود اختلاف معنی دار است.

باقیمانده نیتريت (میلی گرم در کیلوگرم)		نمک(درصد)		خاکستر(درصد)		فاکتورهای مورد بررسی
میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	کارخانه
۹/۳۱ a	۱۶/۶۴	۲/۰۲ a	۰/۱۲	۳/۴۱ a	۰/۲۲	کارخانه شماره یک
۱۸/۷۷ ab	۱۴/۹۲	۱/۵۱ b	۰/۱۹	۲/۶۹ b	۰/۳۷	کارخانه شماره دو
۲۰/۷۵ c	۱۸/۰۹	۱/۵۷ bd	۰/۱۴	۲/۷۱ c	۰/۳۰	کارخانه شماره سه
۱۳/۳۴ a	۱۱/۴۸	۱/۷۴ c	۰/۰۶	۳/۲۱ a	۰/۱۴	کارخانه شماره چهار
۶/۶۸ a	۷/۷۶	۱/۷۱ d	۰/۲۶	۲/۸۷ d	۰/۳۷	کارخانه شماره پنج

جدول ۳. مقادیر میانگین و انحراف معیار خاکستر، نمک و باقیمانده نیتريت به تفکیک کارخانه‌های مورد مطالعه

\* حروف کوچک مختلف درج شده زیر میانگین‌ها، بیانگر وجود اختلاف معنی دار است.

شورپسندی ذائقه مردم منطقه کارخانه مربوطه (جنوب کشور) است. نتایج حاصل از بررسی میانگین خاکستر، نمک و باقیمانده نیتريت بر حسب نوع محصولات مورد مطالعه (جدول ۲) نشان داد که میانگین خاکستر و نمک این محصولات معنی‌دار نبود ( $p > 0.05$ )، ولی میانگین باقیمانده نیتريت معنی‌دار بود ( $p < 0.05$ ) و این بدین مفهوم است که تولید تمام محصولات مورد مطالعه روند ثابتی دارد و اختلافی بین محصولات از نظر نمک و خاکستر مشاهده نشد که این موضوع بویژه باتوجه به میزان مجاز خاکستر در انواع فرآورده‌های گوشتی می‌تواند حائز اهمیت باشد، زیرا براساس استاندارد شماره ۲۳۰۳ حداکثر مقدار مجاز خاکستر در فرآورده‌های گوشتی با داشتن حداکثر ۵۰ درصد گوشت، ۳/۲ درصد است. از سوی دیگر، براساس همین استاندارد، حداکثر مقدار مجاز خاکستر در فرآورده‌های گوشتی حاوی بیش از ۵۰ درصد گوشت، ۲/۵ درصد است (استاندارد ملی ایران شماره ۲۳۰۳، ۱۳۸۱). از آنجایی که در طی این مطالعه، سوسیس‌های آلمانی دارای ۴۰ درصد، سوسیس‌های کوکتل دارای ۵۵ الی ۷۰ درصد، کالباس خشک دارای ۶۰ درصد و کالباس لیونر دارای ۵۵ درصد گوشت بودند (بر مبنای مشخصات درج شده بر روی پوشش فرآورده‌ها) لذا باید با توجه به استاندارد فوق‌الذکر، از نظر میزان خاکستر نیز با یکدیگر متفاوت باشند که براساس نتایج حاصل از این تحقیق این‌چنین نبود. نتایج به دست آمده نشان داد که میانگین خاکستر در سوسیس کوکتل  $0.47 \pm 0.29$  درصد، سوسیس آلمانی  $0.45 \pm 0.04$  درصد، کالباس خشک  $0.29 \pm 0.89$  درصد و کالباس لیونر  $0.34 \pm 0.03$  درصد بود که در مقایسه با استاندارد فوق‌الذکر مشخص شد که میزان خاکستر در سوسیس آلمانی در حیطه استاندارد (بیشینه مقدار استاندارد معادل ۳/۲ درصد) و در سایر محصولات بالاتر از حیطه استاندارد (بیشینه مقدار استاندارد معادل ۲/۵ درصد) بود و این نشان می‌دهد که کارخانه‌های تولیدکننده توجهی به این مسأله ندارند و یا به عبارت دیگر در فرآورده‌هایی همچون سوسیس کوکتل، کالباس خشک و نیز لیونر که باید براساس اصول استاندارد در آنها از درصد گوشت بالاتری استفاده شود و به تبع آن میزان مواد پرکننده گیاهی کمتر باشد، با نتایج حاصل از این تحقیق مطابق نبود و به نظر می‌رسد که از مواد پرکننده گیاهی بیش از حد مجاز تعیین شده برای این فرآورده‌ها استفاده شده که منجر به بالا رفتن میزان خاکستر کل شده است. این موضوع درصد ارقام ذکر شده بر روی پوشش این فرآورده‌ها را که مبنی بر میزان گوشت موجود در این محصولات است، زیر سؤال برده، قابل تأمل می‌سازد. البته این نکته، صرف نظر از وجود برخی تقلب‌ها در فرمولاسیون محصولات، نظیر افزودن پودر استخوان، پودر پر و غیره، باز هم منجر به افزایش خاکستر محصول نهایی خواهد شد.

(شهراسی و ناصری، ۱۳۶۴؛ Nielsen، ۲۰۱۰). این موضوع با نتایج آزمون T با یک نمونه که در خصوص این فرآورده‌ها به انجام رسید نیز تطابق دارد که در مورد سوسیس‌های آلمانی معنی‌دار نبود ( $p > 0.05$ )، حال آن که در خصوص سایر فرآورده‌ها معنی‌دار بود ( $p < 0.05$ ) در یک بررسی که در کشور مالزی صورت گرفت، میزان خاکستر در برگرهایی که با گوشت گاو تهیه شده بود و به نام‌های تجاری فیکا، آنگوس، پرینس، هالفومار، یوتاما، کبی، امیرول، مستی بست، ویزماپرگر، راملی و سالام در سراسر دنیا معروف هستند، اندازه‌گیری شد که این میزان به ترتیب محصولات،  $0.2 \pm 0.0$ ،  $0.2/2 \pm 0.0$ ،  $0.2/3 \pm 0.0$ ،  $0.2/4 \pm 0.0$ ،  $0.1/9 \pm 0.0$ ،  $0.2/4 \pm 0.0$  و  $0.2/3 \pm 0.0$  درصد بود (Yusof و Babji، ۱۹۹۵) که علت اصلی اختلاف در مقادیر خاکستر در محصولات مذکور را فرمولاسیون‌های خاص هر کدام از این فرآورده‌ها عنوان نمودند که طبیعتاً باید از استانداردهای ملی هر کشور تبعیت نماید. در خصوص تحقیق حاضر نیز، که بر روی برخی از فرآورده‌های تولیدی ایران صورت گرفته است، مقایسه و تطابق آنها با استانداردهای مصوب موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران ضروری است. نتایج به دست آمده در این تحقیق نشان داد که میانگین نمک در سوسیس کوکتل  $0.30 \pm 0.71$  درصد، سوسیس آلمانی  $0.23 \pm 0.74$  درصد، کالباس خشک  $0.21 \pm 0.66$  درصد و کالباس لیونر  $0.22 \pm 0.73$  درصد بود که با مقایسه با استاندارد شماره ۲۳۰۳ مشخص شد که میزان نمک موجود در این فرآورده‌ها در حیطه استاندارد ملی ایران (حداکثر ۲ درصد) بود. همچنین در یک بررسی در کشور نروژ میزان نمک فرآورده‌های گوشتی با استفاده از روش NIR مورد ارزیابی قرار گرفت که در آن بررسی ۵۷ بهر سوسیس با ترکیبات متفاوت مورد مطالعه قرارگرفت و نتایج حاصل نشان داد که میزان نمک بین ۱/۴ تا ۲/۲ درصد بود (Ellekjaer و همکاران، ۱۹۹۹). نتایج حاصل از میزان باقیمانده نیتريت در محصولات مورد مطالعه نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین محصولات مختلف وجود دارد ( $p < 0.05$ ). میانگین باقیمانده نیتريت در سوسیس کوکتل  $16.64 \pm 22.5$ ، سوسیس آلمانی  $11.26 \pm 16.19$ ، کالباس خشک  $14.9 \pm 11.05$  و کالباس لیونر  $5.67 \pm 5.34$  بود که در مقایسه با استاندارد شماره ۲۳۰۳ مشخص شد که میزان باقیمانده نیتريت در همه محصولات در حیطه استاندارد (حداکثر ۸۰-۶۰ ppm) بود. نتایج حاصل از مطالعات متعدد نشان داده است که دریافت روزانه نیتريت از طریق مواد غذایی ۸۴/۵ میلی‌گرم است که از این میان ۶۱/۷ درصد آن از طریق سبزیجات، ۲۶/۳ درصد از طریق آب آشامیدنی، ۴ درصد از طریق غلات و حبوبات، ۳/۹ درصد از طریق میوه جات، ۲/۶ درصد از طریق

محصولات گوشتی، ۸/۰ درصد از طریق شیر و فرآورده‌های شیری و ۷/۰ درصد نیز از طریق گوشت تازه می‌باشد (Mendoza, ۱۹۹۳). در دیگر بررسی‌های صورت گرفته میزان دریافت نیتريت، نیترات و انواع نیتروزآمین‌ها و نقش انواع مواد غذایی مورد مصرف در تأمین چنین موادی (مخصوصاً نقش گوشت و فرآورده‌های گوشتی) مورد ارزیابی قرار گرفته است که در مواردی مقادیر و حد مجاز مربوط به میزان باقیمانده نیتريت در آنها رعایت نگردیده بود (Park, ۱۹۹۴; Sacks و همکاران، ۲۰۰۱)؛ به عنوان مثال می‌توان به مطالعه صورت گرفته در شیلی اشاره نمود. براساس نتایج حاصل، باقیمانده نیتريت در ۱۵ درصد هم‌ها، ۴ درصد انواع سوسیس‌ها و ۴ درصد کالباس‌های مارتادلا بیش از میزان مجاز درکشورشیلی (۱۲۵ میلی گرم در کیلوگرم) بود (کامکار و همکاران، ۱۳۸۳; Mendoza, ۱۹۹۳). با توجه به این واقعیت که تاکنون جایگزینی برای نیتريت‌ها، حداقل در مورد فرآورده‌های گوشتی، پیشنهاد نشده است و به علت اثرات سودمند آنها، تحقیقات بیشتری در مورد آنها صورت پذیرفته است. این تحقیقات برای آن بوده است که بتوانند تا حدودی میزان ترکیبات نیتريت را در فرآورده‌ها کاهش دهند تا در پایان روند تولید، میزان نیتروزآمین‌ها را به صفر و یا به حداقل برسانند. در همین رابطه می‌توان به تلاش کمیته آکادمی بین‌المللی علوم در آمریکا اشاره نمود که در آن استفاده همزمان از نیتريت سدیم و افزودنی‌های دیگری نظیر آسکوربات سدیم، سوربات پتاسیم و آلفا - توکوفرول و تأثیر آن بر روی میزان تشکیل نیتروزآمین‌ها بررسی شده و اثرات مثبت آنها در جهت کاهش میزان تولید نیتروزآمین‌ها مورد تأیید قرار گرفته است. هر چند که بهره‌گیری از این حالات ترکیبی در فرآورده‌های گوشتی کاملاً موفقیت‌آمیز نبوده است و همچنان از ترکیبات نیتريت در فرآورده‌های گوشتی استفاده می‌شود (Cross, ۱۹۸۸; Muller, ۱۹۹۱; Pearson و Tauber, ۱۹۸۴; Spiegelhalder, ۱۹۸۱). ازسوی دیگر به دلایل متعددی از جمله این که خطر مسمومیت غذایی ناشی از بوتولیسم ممکن است در اثر حذف نیتريت‌ها مخصوصاً در گوشت‌های عمل‌آمده رخ دهد، بااهمیت‌تر از پایین آوردن میزان نیتروزآمین‌ها است، لذا تاکنون نتوانسته‌اند نیتريت‌ها را از ترکیب فرآورده‌های گوشتی حذف نمایند (کامکار و همکاران، ۱۳۸۳). همچنین گزارش شده است که اضافه کردن چاشنی‌ها و دود دادن در حرارت پایین‌تر از حرارت پخت، باعث افزایش میزان نیتريت و نیترات در فرآورده‌های گوشتی می‌شود. این نتایج در طی انجام تحقیقات بر روی نقش محافظت‌کنندگی نیتريت و نیترات در فرآورده‌های گوشتی به دست آمده است (Nitsch, ۱۹۹۱). ضمناً در مورد ارزیابی میزان تأثیر عواملی نظیر حرارت و

انجماد بر روی میزان نیتروزآمین‌ها تحقیقات متعددی صورت پذیرفته است که در این ارتباط می‌توان به مطالعه‌ای اشاره کرد که در مورد N- نیتروزآمین‌ها و نیتريت‌ها در انواع فرآورده‌های گوشتی در روزهای صفر، ۲۰، ۶۰ و ۹۰ پس از تولید و نگهداری تحت شرایط استاندارد، انجام شده است. نتایج حاصل بیانگر این واقعیت بود که معمولاً با افزایش زمان نگهداری از میزان نیتريت کاسته شد، ولی در مقابل مقدار N- نیتروز آمین در تعداد قابل توجهی از نمونه‌ها افزایش یافت (Zhukova, ۱۹۹۹). همچنین در مطالعه‌ای دیگر در شهرکرد اعلام شد که دمای پخت و مدت نگهداری، باعث کاهش غلظت نیتريت سدیم در نمونه‌های سوسیس آلمانی و کالباس مارتادلا می‌شود (شاکریان و همکاران، ۱۳۸۳). در مطالعه‌ای در کشور چین، تأثیر مواد افزودنی و پاستوریزاسیون را روی میزان نیتروزآمین‌ها مورد ارزیابی قرار دادند. براساس نتایج حاصل، مشاهده شد که افزودنی‌هایی نظیر آسکوربات سدیم و کلور سدیم نه تنها باعث تخریب نیتروزآمین‌ها شد، بلکه روند تخریب را تسریع نمود، ولی تأثیر انجماد روی میزان تشکیل نیتروز آمین‌ها قابل توجه بود (Chun-Kuang, ۱۹۹۴). در تحقیقی دیگر، مقادیر مختلف نیتريت سدیم (۳۰۰ ppm، ۷۵، ۱۵) به گوشت‌های عمل‌آوری شده اضافه شد و میزان کاهش آن در درجات حرارتی ۴ و ۱۵ درجه سانتیگراد مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج حاصل نشان داد که میزان کاهش در ۴ درجه سانتیگراد نسبت به ۱۵ درجه سانتیگراد سریع‌تر صورت گرفت، ولی حرارت ۱۸۰ درجه سانتیگراد به مدت ۳۰ ثانیه، در کاهش میزان N - نیتروزآمین و N - نیتروزدی بوتیل آمین نقشی نداشت (Nitsch, ۱۹۹۱; Park, ۱۹۹۴). در مطالعه‌ای در کشور ژاپن میزان باقیمانده نیتريت در سه فرآورده سوسیس ماهی، سالمون دودی و سوسیس وینا اندازه‌گیری شد که به ترتیب ۴۹/۶، ۴۹/۴ و ۴۹/۷ میلی گرم در کیلوگرم بود (Hamano و همکاران، ۱۹۹۸). در بررسی دیگری که صورت گرفت، میزان نیتريت در گوشت‌های فرآوری شده با استفاده از روش رفرکتومتريک اندازه‌گیری شد که میزان آن بین ۰/۸ تا ۶ میلی گرم در کیلوگرم متغیر بود (Alonso و همکاران، ۱۹۹۹). همچنین شرکت دیونکس در استرالیا، میزان نیتريت به روش کروماتوگرافی را براساس تبادل آنیونی اندازه‌گیری کرد. نمونه‌های مورد بررسی عبارت از سلامی و هم بودند که میزان نیتريت در سلامی ۱۰۸ و در هم ۱۱/۶ میلی‌گرم در کیلوگرم بود (APHA, ۱۹۹۹). در طی تحقیقاتی در ایالت کالیفرنیا، میزان نیتريت و نیترات در فرآورده‌های گوشتی مورد ارزیابی قرارگرفت، نتایج حاصل نشان داد که بالاترین میزان نیتريت و نیترات مربوط به



سالامی (۱۴۳/۹۲ ppm) بود و بعد از آن به ترتیب بولونا، هم، هات داگ، بیف فرنک قرار داشتند و کمترین میزان نیتريت و نیتريت مربوط به پیرونی (۴۳/۹۸ ppm) بود. اختلاف بسیاری در میزان نیتريت و نیتريت در نمونه‌های مختلف وجود داشت؛ به عنوان مثال سالامی ۳ برابر پیرونی نیتريت و نیتريت داشت. براساس ضوابط سازمان غذا و داروی آمریکا حداکثر میزان مجموع نیتريت و نیتريت موجود در فرآورده‌های گوشتی نباید از ۲۰۰ ppm بیشتر باشد (Argad, ۲۰۰۲). در مطالعه‌ای که در ایران انجام شد، ۲۵۰ نمونه از انواع فرآورده‌های گوشتی (کالباس و سوسیس) تولید شده توسط کارخانه‌های مختلف در سطح کشور به طور اتفاقی انتخاب و نمونه‌های مذکور از نظر شاخص میزان باقیمانده نیتريت با روش اسپکتروفتومتریک مورد بررسی قرار گرفتند و مشخص شد که میزان باقیمانده نیتريت در مواردی بالاتر از حد مجاز پذیرفته شده در کشور است، لذا رعایت استانداردهای مربوطه و اندازه‌گیری و کنترل مرتب این ماده افزودنی در فرآورده‌های گوشتی توصیه می‌شود (کامکار و همکاران، ۱۳۸۳). با توجه به گستردگی جهانی استفاده از نیتريت‌ها به عنوان نگاهدارنده در محصولات گوشتی و با توجه به نتایج مطالعات مختلف که بیانگر

این نکته است که میزان نیتريت در محصولات گوشتی در مواردی بیشتر از حد استانداردهای قابل قبول در کشورهای مختلف می‌باشد (پروانه، ۱۳۷۸) و به این دلیل که نیتريت‌ها در ایجاد نیتروزآمین‌ها، به عنوان یک ماده خطرناک می‌توانند در ایجاد مسمومیت و پیدایش تومورهای سرطانی در انسان و دام موثر باشند (کامکار و همکاران، ۱۳۸۳؛ Jen-Kun، ۱۹۹۴؛ Tricker، ۱۹۹۴) و از سوی دیگر با توجه به افزایش روز افزون جمعیت کشور و تأسیس کارخانه‌های متعدد تولیدکننده مواد غذایی، خصوصاً فرآورده‌های گوشتی، رعایت تمامی نکات بهداشتی و نظارتی در این مکان‌ها کاملاً ضروری است و رعایت استانداردهای موجود در مورد میزان مواد افزودنی، بویژه افزودنی‌هایی که مصرف بیش از حد استاندارد آنها برای انسان خالی از خطر نمی‌باشد، از نکات مهم و ضروری است. در طی این بررسی، با توجه به پراکندگی نیتريت باقیمانده در محصولات مورد مطالعه، می‌توان به افزوده شدن سایر مواد غیر از نیتريت‌ها به فرآورده‌ها، همچون رنگ‌های مختلف به منظور ایجاد رنگ مناسب یا افزودن توأم نیتريت با نیتريت به این فرآورده‌های گوشتی مضمون شد که برای اطمینان از موضوع انجام دادن آزمایش‌های تکمیلی الزامی است.

## تشکر و قدردانی

مطالعه حاضر با اعتبارات پژوهشی دانشگاه شهید چمران اهواز انجام گرفته است که بدین وسیله از حوزه معاونت پژوهشی دانشگاه صمیمانه سپاسگزاری می‌شود.



## Survey on the amount of ash, sodium chloride and nitrite residue in heated sausages and its comparing with national standards of Iran

Fazlara, A.<sup>\*1</sup>, Zand Moghadam, A.<sup>2</sup>, Loveimi, M.<sup>3</sup>, Taheri, M.<sup>3</sup>.

Received: 26.12.2010

Accepted: 04.04.2012

### Abstract

The importance of food is unquestionable. Meat products are one of the major protein resources for human nutrition which nowadays, due to their easy preparation and favorable taste are widely consumed in all parts of the world. Salt is one of the substances added during the manufacture of meat products in order to prolong their maintenance, absorbance of water, and produce a favorable taste. According to the standard number 2303 of the Institute of Standard and Industrial Investigations of Iran, the maximum amount of salt in meat products is 2 percent. Nitrite compounds are food additives use in order to produce a favorable color and taste, prevent the growth of Clostridium botulinum spore, and prolong the shelf-life of products. However, their consumption also leads to the formation of nitrosamines in the body, which are carcinogenic. So they must be use within the legislated standard range (maximum 120 ppm). Another indicator of the ingredients of meat products is the amount of ash. If it will be beyond the standard range, it indicates extra usage of herbal fillers in meat products. Considering the above-mentioned factors, some of popular meat products in Ahvaz were examined. In a 3 month survey, 180 sausage samples from 5 different factories were examined for the amounts of ash, salt and nitrite residues. After ash obtaining of products through Reference Method, the amount of salt and nitrite residues were measured with standard recommendations number 741 and 923 with using potassium thiocyanate titration and spectrophotometric technique respectively. Statistical analyses revealed that the amount of salt and nitrite residues were within the national standard range. The amount of ash was found within the standard range for so-called German ('almani') sausages, but more than national standard limits in other products ( $p < 0.05$ ).

**Keywords:** Heated sausages, Ash, Sodium chloride (Salt), Nitrite residues.

1. Department of Food Hygiene, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

2. Department of Nutrition, Faculty of Paramedicine Sciences, Jundishapur University of Medical Sciences of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

3. Graduated from Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

\*Corresponding author: [a.fazlara@scu.ac.ir](mailto:a.fazlara@scu.ac.ir)

استاندارد ملی ایران شماره ۷۴۱، ۱۳۷۰. گوشت و فرآورده‌های آن اندازه‌گیری کلرور (نمک). انتشارات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.

استاندارد ملی ایران شماره ۷۴۴، ۱۳۸۲. تعیین مقدار خاکستر کل در گوشت و فرآورده‌های آن. انتشارات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.

استاندارد ملی ایران شماره ۹۲۳، ۱۳۷۵. اندازه‌گیری نیتريت در گوشت و فرآورده‌های گوشتی. انتشارات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.

استاندارد ملی ایران شماره ۲۳۰۳، ۱۳۸۱. ویژگی‌های سوسیس و کالباس. انتشارات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.

پروانه، و. ۱۳۷۸. کنترل کیفی و آزمایش‌های شیمیایی مواد غذایی. چاپ چهارم، انتشارات دانشگاه تهران، تهران، ایران. ۸-۹، ۷۱-۷۷، ۲۶۵.

رکنی، ن. ۱۳۸۵. علوم و صنایع گوشت. چاپ چهارم، انتشارات دانشگاه تهران، تهران، ایران. ۱۲۹-۱۴۲.

شاکریان، ا.؛ رکنی، ن.؛ شکر فروش، ش.؛ کمال زاده، ا. ۱۳۸۳. تأثیر دمای پخت و مدت نگهداری سوسیس و کالباس بر غلظت نیتريت سدیم در یکی از کارخانه‌های تولید فرآورده‌های گوشتی. مجموعه خلاصه مقالات همایش کشوری بهداشت و ایمنی غذا، یزد، ایران. ۱۱۳.

شهراسبی، ح.؛ ناصری، ع. ۱۳۶۴. ارزش غذایی و روش‌های عملی کنترل بهداشتی و شیمیایی بعضی از فرآورده‌های گوشتی ایران. چاپ اول، انتشارات جهاد دانشگاهی، تهران، ایران. ۷۵-۱۲۰، ۱۶۰-۱۹۰.

فلاحی، م. ۱۳۷۰. علم مواد غذایی. تألیف: نورمن ان. پاتر. جلد دوم، چاپ دوم، انتشارات گوتنبرگ، تهران، ایران. ۷۷.

کامکار، ا.؛ رکنی، ن.؛ چراغعلی، ع.؛ حسینی، ه.؛ رضایی مجاز، م.؛ بکائی، س.؛ نوروزیان، ا.؛ عبدالله زاده، ع. ۱۳۸۳. اندازه‌گیری میزان باقیمانده نیتريت در انواع فرآورده‌های گوشتی عرضه شده در ایران به وسیله روش اسپکتروفوتومتریک. مجله دانشکده دامپزشکی تهران. ۵۹ (۲)، ۱۷۹-۱۸۲.

Alonso, A., Etxaniz, B., Martinez, M.D. 1999. Food Additives and Contamination, Saunders Company. UK. 111-117.

APHA. 1999. Determination of nitrate and nitrite in meat using high-performance anion-exchange chromatography. Internet Site: www.Idionex. Com/en-us/webdocs/application/ industry/foodber/ic/an 112. pdf.

Argad, N.P. 2002. Determination of nitrate and nitrite in meat products. California State Seince Fair, Abstract of Project. Internet Site: www.usc.edu/cssf/ history/2002/projects/jo503. pdf.

Babji, A.S., Yusof, S.Ch.M. 1995. The nutrition value of some processed meat products in Malaysia. Malaysian Journal of Nutrition, 11, 83-94.

Chun-Kuang, C. 1994. Change of nitrite and nitrate residues in meat products with perior addition of nitrates. Journal Chinese Society Animal Science, 23, 67-73.

Cross, H.R. 1988. World Animal Science-Meat Science-Milk Science and Technology. Elsevier Company. NewYork. USA. 83-88.

Ellekjaer, M.R., Hildrum, K.I., Naes, T., Isaksson, T. 2001. Ioride content of sausages by near infrared spectroscopy. Norwegian Food Research, 65. 14-30.

Hamano, T., Mitsuhashi, Y., Aoki, N., Semma, M., Itooji, Y. 1998. Enzymic method for the determination of nitrite in meat and fish products. Journal of Analyst, 123, 1127-1129.

Harold, B.H. 1994. Principles of Meat Science. 3rd ed. Kendoll Hunt Publishing Company. London. UK. 133-162.

Jen-Kun, L. 1994. Hepatotoxic action of dietary amines. Toxicology Ecotoxicology News. 1, 82-86.

Key, T.J., Schatzkin, A., Willett, W.C., Allen, N.E., Spencer, E.A., Travis, R.C. 2004. Diet, nutrition and the prevention of cancer. Cancer Research, 1, 1-5.

- Mendoza**, C.N. 1993. Level and occurrence of N- nitrosodimethylamines, N-nitrosodiethylamine and N-nitrosopyrrolidine in cured -meat products. *Alimentos*, 18, 1-19.
- Muller**, D.W. 1991. Curing and smoking are the healthier processes today than they used to be. *Flerschwirtsch*, 71, 61-63.
- Nielsen**, S.S. 2010. *Food Analysis, Food Science Texts Series*. 4th ed. Springer Science. UK. 107-115.
- Nitsch**, G. 1991. Curing and reddening of meat, past and present. *Fleischerei*, 45, 24, 26-28.
- Park**, G.B. 1994. Effect of sodium nitrite levels and curing temperatures on preservation and production of antihygenic chemical of cured pork. *Korean Journal Animal Science*, 36, 330-339.
- Patrica**, C. 1996. *Official Methods of Analysis of AOAC International*. Vol.2, 16th ed. chapter 39: 8-9 and chapter 42: 7-8.
- Pearson**, A.M., Tauber, F.W. 1984. *Processed Meat*. 2nd ed. AVI Publishing Company. London. UK. 46-67, 69-81, 352-354.
- Richard**, J., Epley, D., Paul, B., Addis, N., Joseph, J. 2005. *Nitrite in Meat*. Animal Science Department. Minnesota University. USA. 20-24.
- Sacks**, F.M., Suetkey, L.P., Vollmer, W.M. 2001. Effects on blood pressure of reduced dietary sodium and the dietary approaches to stop hypertension. *New England Journal Medicine*, 344(1), 3-10.
- Spiegelhalder**, E. 1981. Volatile nitrosamines in food. *Oncology*, 37, 211-216.
- Tricker**, A.R. 1994. Mean daily intake of volatile N-nitrosamins from foods and beverages in West Germany in 1980-1990. *Food Chemistry Toxicology*, 29(11), 729-732.
- Zhukova**, G.F. 1999. N-nitrosamines and nitrites in meat and food-stuffs. *Voprosy-Pitaniia*. 68 (4), 32-34.