

## فرمولاسیون و تولید کالباس کم کالری با استفاده از

### نشاسته اصلاح شده ذرت

مهرداد ممدی<sup>۱\*</sup>، دکتر فیروز عقابی<sup>۲</sup>، مهندس ناصر ولایی<sup>۳</sup>، فریبا سید احمیدیان<sup>۴</sup>

#### چکیده

**سابقه و هدف:** نظر به روند رو به افزایش مصرف کالباس، بیماری‌های شناخته شده ناشی از دریافت بیش از حد کالری به ویژه از چربی، وجود بعضی از گزارش‌ها مبنی بر استفاده از نشاسته اصلاح شده ذرت در فرآورده‌های گوشتی کم چرب، به منظور فرمولاسیون و امکان تولید کالباس کم کالری این تحقیق در انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور و شرکت گوشتیان در سال ۱۳۸۴ انجام گرفت.

**مواد و روش‌ها:** این تحقیق در مرحله اول برای فرمولاسیون کالباس‌های کم کالری، به روش اکتشافی و در مرحله دوم برای مقایسه ۶ فرمول کالباس کم کالری با فرمول کنترل، به روش تجربی انجام گرفت. در فرمول‌های ۱، ۳ و ۵ نشاسته اصلاح شده ذرت و آب در نسبت جایگزین بخشی از محتوی چربی و در فرمول‌های ۲، ۴ و ۶ نشاسته اصلاح شده ذرت و آب در همین نسبت، جایگزین بخشی از محتوی چربی و تمامی آرد گندم موجود در فرمول کنترل شد. تیمارها در ۳ تکرار مجموعاً به تعداد ۲۱ فرمول تولید شدند. ویژگی‌های کیفی کالباس‌های تولیدی شامل ویژگی‌های شیمیایی، تکنولوژیکی، میکروبی، حسی و مقدار کالری تعیین شد و با آماره پارامتری و ناپارامتری مورد قضاوت آماری قرار گرفت.

**یافته‌ها:** انرژی فرمول کنترل  $203/8 \pm 2/1$  کیلوکالری در صد گرم بود و با کاهش یافتن مقدار چربی، به طور معنی‌داری کاهش یافت ( $P < 0/05$ ). در میان تمامی تیمارهای تولیدی، فرمول کم کالری ۵ از نظر ویژگی‌های کیفی مطلوبترین بود و با دارا بودن انرژی برابر با  $132/7 \pm 0/9$  کیلوکالری در صد گرم و داشتن کمترین درصد کالری حاصل از چربی،  $34/9\%$  انرژی کمتری نسبت به فرمول کنترل داشت ( $P < 0/05$ ).

**نتیجه گیری:** امکان تولید کالباس کم کالری با استفاده از نشاسته اصلاح شده ذرت مقدور بود. با توجه به وجود انواع جانشین‌های چربی، توصیه می‌شود در تحقیقات بعدی به منظور فرمولاسیون و تولید فرآورده‌های گوشتی کم کالری، از مخلوط جانشین‌های چربی استفاده گردد.

**واژگان کلیدی:** کم کالری، کالباس، نشاسته اصلاح شده ذرت، تغییرات انرژی

#### مقدمه

اما عدم کاهش چربی در این فرآورده و دریافت بیش از حد چربی در بروز چاقی، بیماری‌های قلبی - عروقی، سرطان‌های خاص مثل سینه، کولون، پروستات (۱، ۲) و (۹-۷)، بیماری کیسه صفرا، پر فشاری خون و مقاومت به انسولین نقش دارند (۷). به همین دلیل است که سازمان‌های مرتبط با سلامتی مانند سازمان بهداشت جهانی و انجمن‌های آمریکایی قلب و سرطان پیشنهاد داده‌اند که دریافت چربی در رژیم غذایی محدود شود، به طوری که کالری دریافتی از چربی‌ها، حداکثر ۳۰ درصد کل کالری دریافتی باشد (۹ و ۱۰).

افزایش آگاهی مصرف کنندگان از ارتباط میان رژیم غذایی و سلامتی (۱)، کاهش نیاز به مصرف غذاهای دارای انرژی بالا به علت الگوی زندگی بدون تحرک و توجه به ویژگی‌های ظاهری به پیروی از مد (۲) موجب تغییرات سریعی در عادات غذایی مصرف کنندگان شده است. به همین سبب میزان تقاضا برای غذاهایی که در افزایش سلامتی مؤثرترند مانند فرآورده‌های گوشتی کم چرب، افزایش یافته است (۱ و ۲). در فرمولاسیون کالباس ۶۰ درصد گوشت، میزان چربی تا ۲۲ درصد مطابق با ویژگی‌های استاندارد ملی است (۳).

\*۱. نویسنده مسئول: دانش آموخته کارشناسی ارشد رشته علوم و صنایع غذایی، گرایش کنترل کیفی، کارشناس تحقیقات صنایع غذایی، انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور، گروه تحقیقات صنایع غذایی، آدرس برای مکاتبه: تهران شهرک قدس (غرب) بلوار شهید فرحزادی خیابان ارغوان غربی پلاک ۴۶. E-mail: m.mohammadi@nnftri.ac.ir

۲. استادیار، گروه آموزشی علوم و صنایع غذایی، دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی.

۳. عضو هیات علمی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی. ۴. کارشناس تحقیقات صنایع غذایی، انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور، گروه تحقیقات صنایع غذایی.

بنابراین مقدار کل کالری و درصد کالری حاصل از چربی در یک فرآورده، دو عامل کلیدی در طراحی ترکیب هر فرآورده تولیدی جدید و معیار تازه‌ای برای ارزیابی غذاها به شمار می‌روند (۱۱). نیاز به کاهش مصرف چربی نه تنها برای کشورهای صنعتی مرفه بلکه در مورد کشورهای در حال توسعه نیز مطرح می‌شود (۲). در کشور ما نیز شیوع بیماری‌های قلبی - عروقی همانند جهان رو به افزایش است، به گونه‌ای که نزدیک به ۴۰ درصد مرگ و میرها را مربوط به این بیماریها می‌دانند که از جمله علل آن، نوع و مقدار چربی است (۱۲). کاهش مقدار چربی فرآورده‌های گوشتی، دریافت کالری را از این فرآورده‌ها محدود می‌کند (۱۱). یکی از روش‌های کاهش مصرف و دریافت چربی، استفاده از فرآورده‌های کم چرب است (۷، ۱۰ و ۱۳). فرمولاسیون و تولید فرآورده‌های گوشتی کم چرب، مورد اهمیت صنعت گوشت بوده است (۱، ۲ و ۱۴). جانشین‌های چربی می‌توانند به کاستن از مقادیر چربی و کالری در غذا کمک کنند (۱۵). اخیراً نشاسته‌های اصلاح شده به عنوان جایگزین چربی در فرآورده‌های گوشتی کم چرب به کار می‌روند (۱۶) و گزارش شده است که در فرآورده‌هایی نظیر امولسیون‌های گوشتی (۲۲-۱۶)، بلوگنا (۲۳-۲۷)، Nugget (۲۸)، Ham (۲۹)، Patty (۳۰ و ۳۱) و فرانکفورتر (۵، ۳۱ و ۳۲) توانسته است جایگزین چربی شده و میزان آن را در فرآورده تولیدی کاهش دهد. حال این سؤال مطرح است که آیا با استفاده از نشاسته اصلاح شده ذرت در فرمولاسیون فرآورده‌های گوشتی کشورمان و کاهش مقدار چربی در آنها، می‌توان فرآورده‌های کم کالری با ویژگی‌های مطلوب تولید کرد یا خیر؟ با توجه به روند رو به افزایش مصرف کالباس و سوسیس در کشورمان (۳۳) به ویژه در میان جوانان، عوارض شناخته شده ناشی از دریافت بیش از حد کالری و به منظور فرمولاسیون و تولید کالباس کم کالری با ترکیبی از نشاسته اصلاح شده ذرت و آب در ۶ فرمول و گروه شاهد آنها و تعیین ویژگی‌های کیفی کالباس‌های تولیدی، این تحقیق در شرکت گوشتیران، آزمایشگاه انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور و دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی در ۱۳۸۴ انجام گرفت.

## مواد و روش‌ها

این تحقیق برای فرموله کردن کالباس‌های کم کالری در مقیاس صنعتی، به روش اکتشافی و برای تعیین ویژگی‌های کیفی کالباس‌های تولیدی شامل ویژگی‌های شیمیایی، تکنولوژیکی، میکروبی، انرژی زایی و حسی به روش تجربی انجام گرفت. کالباس

۶۰ درصد گوشت گوساله (تحت عنوان کالباس خشک) شرکت گوشتیران که حاوی ۱۵ درصد چربی و دارای ۵ درصد آرد گندم و عاری از نشاسته اصلاح شده ذرت است، به عنوان کنترل و ۶ فرمول کالباس مذکور که حاوی مقادیر متفاوتی از نشاسته اصلاح شده ذرت دارای اتصالات عرضی (با نام تجاری FIRM-TEX تولید شرکت National Starch & Chemical) و آب هستند در سه بار مجموعاً به تعداد ۲۱ فرمول، تولید شدند. در فرمول‌های ۱، ۳ و ۵ نشاسته اصلاح شده و آب در نسبت جایگزین بخشی از محتوی چربی فرمول کنترل و در فرمول‌های ۲، ۴ و ۶ نشاسته اصلاح شده و آب در همین نسبت جایگزین بخشی از محتوی چربی و تمامی ۵ درصد آرد گندم موجود در فرمول کنترل شد. در هر فرمول ویژگی‌های شیمیایی تکنولوژیکی و میکروبی دست کم در دو تکرار مورد آزمایش قرار گرفت. در ویژگی‌های شیمیایی چربی به روش سوکسله، رطوبت به روش آون، پروتئین به روش کجلدال، خاکستر به روش کوره و PH توسط PH متر دیجیتال مطابق با روش AOAC ۱۹۹۷ (۳۸-۳۴) و کربوهیدرات مطابق با روش استاندارد ملی (۳) آزمایش شدند. مقدار آب اضافی مطابق با مقررات ۱۹۹۸ USDA محاسبه گردید که با کسر کردن درصد رطوبت از چهار برابر درصد پروتئین به دست می‌آید (۲۶ و ۲۳) و قانون ۴۰ درصد USDA نیز از مجموع درصد آب اضافی و درصد چربی محاسبه گردید (۱۶، ۲۳، ۳۱ و ۳۲). قانون ۴۰ درصد، جایگزینی چربی را با آب مجاز می‌داند به شرطی که مجموع مقدار آنها از ۴۰ درصد فراتر نرود. مقدار انرژی قابل متابولیسه شدن کالباس‌های تولیدی بر حسب کیلوکالری درصد گرم از فرآورده، به روش Atwater و برابر با [(مقدار کربوهیدرات × ۴) + (مقدار پروتئین × ۴) + (مقدار چربی × ۹)] محاسبه گردید (۹-۴۰، ۳۹، ۴۱، ۱۱) و ضرایب تبدیل انرژی مطابق با دستورالعمل ۱۹۹۰ اتحادیه اروپا در مورد برجسب گذاری تغذیه‌ای (۹۰/۴۹۶/EEC) برابر با ۹ کیلو کالری یا ۳۷ کیلو ژول به ازای یک گرم چربی و برابر با ۴ کیلو کالری یا ۱۷ کیلو ژول به ازای یک گرم پروتئین یا کربوهیدرات در نظر گرفته شد (۳۹، ۴۱ و ۱۱). در ویژگی‌های تکنولوژیکی، افت پخت با تقسیم کردن وزن فرآورده پخته شده بعد از ۲۴ ساعت نگهداری در سردخانه، به وزن فرآورده پخته نشده تعیین شد (۲۳). ویژگی‌های میکروبی شامل شمارش کلی میکروارگانیزم‌ها، کپک و مخمر، کلی فرم، اشریشیاکلی، کلستریدیوم پرفرانژانس و استافیلوکوک طلائی مطابق با استاندارد ملی کشورمان (۴۷-۴۲) آزمایش شدند. برای ارزیابی ویژگی حسی کام پذیری (از بد مزه فوق العاده زیاد تا خوشمزه فوق العاده زیاد) برگه ای در

اختیار ۸ نفر ارزیاب آموزش دیده در شرکت گوشتیران قرار داده شد تا پس از ارزیابی هر نمونه به روش مقیاس طبقه‌ای ۸ درجه‌ای و با علامت زدن، صفت مناسب هر نمونه را مشخص کنند. امتیازهای مربوط به این ویژگی به نحوی محاسبه گردید که برای صفت بد مزه فوق العاده زیاد امتیاز ۱ و برای صفت خوشمزه فوق العاده زیاد امتیاز ۸ در نظر گرفته شد (۳۱). طرح آماری مورد استفاده در این تحقیق، طرح بلوک‌های کامل تصادفی در یک ترتیب فاکتوریل (۳ سطح چربی و ۲ سطح آرد گندم) است. هنگامی که در نرم افزار آماری SPSS با استفاده از آزمون پارامتری One-Way ANOVA اختلاف معنی‌داری بین تیمارها از نظر ویژگی‌های شیمیایی، تکنولوژیکی، میکروبی و انرژی زایی مشاهده گردید. برای مقایسه تیمارها از آزمون LSD استفاده شد و در مورد داده‌های حسی به دست آمده از ارزیابی آموزش دیده، از آزمون ناپارامتری کروسکال والیس و به دنبال آن برای مقایسه دو به دو تیمارها و تعیین وجود اختلاف معنی‌داری بین تیمارها، از آزمون مان ویتنی استفاده شد. سطح احتمال قابل پذیرش برای تمامی مقایسه‌ها ۵ درصد ( $P < 0.05$ ) در نظر گرفته شد.

## یافته‌ها

این تحقیق بر روی ۷ تیمار کالباس شامل ۱ فرمول کنترل (دارای ۱۰٪ روغن مایع و ۵٪ آرد گندم افزوده شده به فرمولاسیون) و ۶ فرمول کم کالری در ۳ سطح چربی (۲، ۴ و ۶٪ روغن مایع افزوده شده به فرمولاسیون) و ۲ سطح آرد گندم (۰ و ۵٪ آرد گندم افزوده شده به فرمولاسیون) جمعاً به تعداد ۲۱ تیمار انجام شد.

### ویژگی‌های شیمیایی فرآورده‌های کنترل و کم کالری

در جدول ۱ ویژگی‌های شیمیایی تیمارها ارایه گردیده است. آزمون تکمیلی LSD نشان داد که مقدار چربی فرمول‌های کم کالری با تفاوت معنی‌داری از فرمول کنترل کمتر است ( $P < 0.05$ ) اما مقدار چربی در فرمول‌های ۱ با ۲ و ۳ و ۴ و ۵ با ۶ تفاوت معنی‌داری ندارد. مقدار رطوبت فرمول کنترل و فرمول ۱ با یکدیگر و با بقیه فرمول‌ها تفاوت معنی‌داری دارد اما مقدار رطوبت فرمول‌های ۴ و ۵ و ۶ تفاوت معنی‌داری ندارند. مقادیر کربوهیدرات، پروتئین و خاکستر در تیمارهای حاوی آرد گندم (فرمول کنترل و فرمول‌های ۱، ۳ و ۵) با اختلاف معنی‌داری بیشتر از تیمارهای فاقد آرد گندم (فرمول‌های ۲، ۴ و ۶) است ( $P < 0.05$ ) ولی میزان PH در تمامی فرمول‌های کم کالری به جز فرمول ۶ اختلاف معنی‌داری

ندارد. ویژگی‌های شیمیایی تمامی فرمول‌های کم کالری به جز مقدار رطوبت، مطابق با ویژگی‌های شیمیایی استاندارد ملی برای کالباس ۶۰ درصد گوشت است (۳). جدول ۲، تغییرات شیمیایی را در تیمارهای کم کالری نشان می‌دهد و حاکی از آن است که درصد کاهش چربی در فرمول‌های ۲، ۴ و ۶ به ترتیب از فرمول‌های ۱، ۳ و ۵ بیشتر است. درصد آب اضافی بر اساس مقررات USDA، در فرمول‌های کم کالری بیشتر از فرمول کنترل است و در فرمول‌های ۲، ۴ و ۶ با اختلاف معنی‌داری بیشتر از فرمول‌های ۱، ۳ و ۵ است ( $P < 0.05$ ) به طوری که از مقدار ۱۱/۲ در فرمول کنترل با ۵۵/۴ درصد افزایش به مقدار ۲۲/۳ در فرمول ۶ می‌رسد. مجموع درصدهای چربی و آب اضافی، در تمامی تیمارهای تولیدی کمتر از حداکثر مقدار تعیین شده ۴۰ درصد توسط USDA است و در فرمول‌های ۱، ۳ و ۵ با اختلاف معنی‌داری کمتر از فرمول کنترل و فرمول‌های ۲، ۴ و ۶ است و در فرمول کم کالری ۵ از کمترین میزان برخوردار است. به طوری که از مقدار ۲۵/۹ در فرمول کنترل با ۸/۱ درصد کاهش به مقدار ۲۳/۸ در فرمول ۵ و ۸/۵ درصد افزایش به مقدار ۲۸/۱ در فرمول ۶ می‌رسد آزمون LSD نشان داد که مجموع درصد‌های چربی و آب اضافی در فرمول ۱ با ۳ و در فرمول ۲ با ۴ تفاوت معنی‌داری ندارد ( $P < 0.05$ ).

### ویژگی تکنولوژیکی فرآورده‌های کنترل و کم کالری

در جدول ۳ افت پخت تیمارها ارایه شده است. میزان افت پخت فرمول کنترل از مقدار ۴/۱۳ درصد با ۱۵/۲ درصد افزایش به مقدار ۴/۷۶ درصد در فرمول ۵ و با ۳۰/۷ درصد افزایش به مقدار ۵/۴۰ درصد در فرمول ۶ می‌رسد. آزمون LSD نشان داد که افت پخت در تمامی فرمول‌های تولیدی به جز فرمول‌های ۳ و ۶ تفاوت معنی‌داری دارند ( $P < 0.05$ ).

### انرژی فرآورده‌های کنترل و کم کالری

در جدول ۴ ویژگی‌های انرژی‌زایی تیمارها ارایه شده است. درصد کالری حاصل از چربی از مقدار ۶۴/۸ در فرمول کنترل با ۳۴/۴ درصد کاهش به مقدار ۴۲/۵ در فرمول ۵ و با ۳۱ درصد کاهش به مقدار ۴۴/۷ در فرمول ۶ می‌رسد آزمون تکمیلی LSD نشان داد که درصد کالری حاصل از چربی در فرمول کنترل با اختلاف معنی‌داری بیشتر از فرمول‌های کم کالری است و در فرمول‌های ۲، ۴ و ۶ نیز با اختلاف معنی‌داری به ترتیب بیشتر از فرمول‌های ۱، ۳ و ۵ است.

جدول ۱ - ویژگی‌های شیمیایی کالباس‌های تولیدی بر حسب تیمارها

ردیف	تیمار	فاکتور	چربی (%)	رطوبت (%)	کربوهیدرات (%)	پروتئین (%)	خاکستر (%)	PH
۱	فرمول کنترل	۱۴/۷±۰/۳۵*	a	۶۴/۶±۰/۱۴	۴/۶۹±۰/۱۲	۱۳/۲±۰/۱۰	۲/۴۴±۰/۰۱	۶/۱۲±۰/۰۳ a
۲	فرمول کم کالری ۱	۱۰/۹±۰/۳۸	b	۶۶/۴±۰/۰۶	۵/۵۰±۰/۱۱	۱۳/۳±۰/۰۶	۲/۴۵±۰/۰۱	b۵/۸۲±۰/۰۳ a
۳	فرمول کم کالری ۲	۱۰/۶±۰/۱۵	b	۷۰/۰±۰/۰۸	۳/۱۶±۰/۱۹	۱۲/۸±۰/۰۴	۲/۳۸±۰/۰۱	b۵/۸۲±۰/۰۳ b
۴	فرمول کم کالری ۳	۸/۷۳±۰/۱۹	c	۶۸/۷±۰/۰۹	۵/۸۴±۰/۳۳	۱۳/۲±۰/۰۵	۲/۴۵±۰/۰۲	b۵/۸۲±۰/۰۳ a
۵	فرمول کم کالری ۴	۸/۵۲±۰/۰۳	c	۷۱/۹±۰/۰۷	۳/۴۵±۰/۰۲	۱۲/۸±۰/۱۵	۲/۳۹±۰/۰۳	b۵/۸۲±۰/۰۳ b
۶	فرمول کم کالری ۵	۶/۲۶±۰/۰۸	d	۷۰/۴±۰/۰۴	۵/۸۶±۰/۱۴	۱۳/۳±۰/۰۶	۲/۴۶±۰/۰۱	b۵/۸۲±۰/۰۳ a
۷	فرمول کم کالری ۶	d۵/۸۵±۰/۱۷	d	۷۳/۵±۰/۰۷	۳/۴۷±۰/۳۳	۱۲/۸±۰/۰۷	۲/۴۰±۰/۰۲	۵/۷۲±۰/۰۳ c

\* در هر ستون مقادیر دارای حروف متفاوت، تفاوت معنی دار (P&lt;۰/۰۵) با یکدیگر دارند.

جدول ۲ - تغییرات ویژگی‌های شیمیایی کالباس‌های تولیدی بر حسب تیمارها

ردیف	تیمار	فاکتور	کاهش چربی (%)	آب اضافی (%)	قانون ۴۰٪ (%)
۱	فرمول کنترل	—	—	۱۱/۲±۰/۵	۲۵/۹±۰/۱۶ a
۲	فرمول کم کالری ۱	۲۵/۸	۲۵/۸	۱۳/۴±۰/۲	۲۴/۹±۰/۱۳ b
۳	فرمول کم کالری ۲	۲۷/۹	۲۷/۹	۱۸/۹±۰/۲	۲۹/۶±۰/۱۳ c
۴	فرمول کم کالری ۳	۴۰/۶	۴۰/۶	۱۵/۸±۰/۱	۲۴/۵±۰/۱ b
۵	فرمول کم کالری ۴	۴۲	۴۲	۲۰/۷±۰/۶	۲۹/۲±۰/۱۶ c
۶	فرمول کم کالری ۵	۵۷/۴	۵۷/۴	۱۷/۴±۰/۲	۲۳/۸±۰/۱۳ d
۷	فرمول کم کالری ۶	۶۰/۲	۶۰/۲	۲۲/۳±۰/۳	۲۸/۱±۰/۱۳ e

\* در هر ستون مقادیر دارای حروف متفاوت، تفاوت معنی دار (P&lt;۰/۰۵) با یکدیگر دارند.

جدول ۳ - افت پخت کالباس‌های تولیدی بر حسب تیمارها

تیمارها	فرمول	فرمول	فرمول	فرمول	فرمول	فرمول	فرمول
فاکتور	کنترل	کم کالری ۱	کم کالری ۲	کم کالری ۳	کم کالری ۴	کم کالری ۵	کم کالری ۶
افت پخت	۴/۱۳±۰/۱۴	۵/۱۸±۰/۰۴	۷/۸۴±۰/۰۳	۵/۳۶±۰/۰۵	۶/۴۹±۰/۰۴	۴/۷۶±۰/۰۴	۵/۴۰±۰/۰۲
	a*	b	c	e	d	f	e

\* مقادیر دارای حروف متفاوت، تفاوت معنی دار (P&lt;۰/۰۵) با یکدیگر دارند.

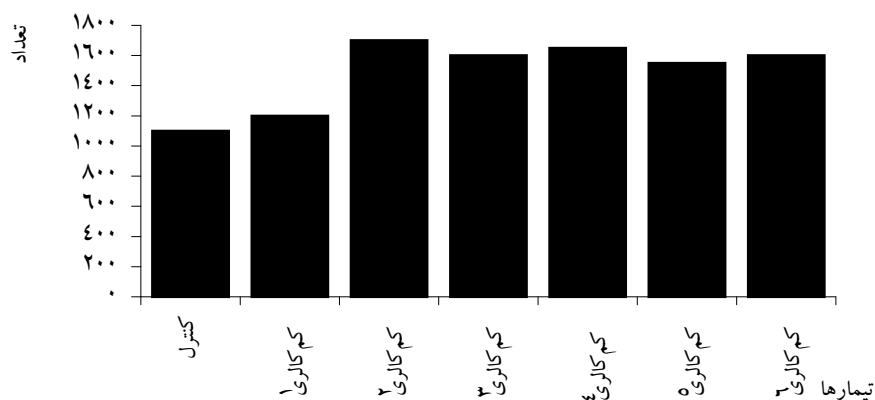
جدول ۴ - انرژی زایی کالبا‌س‌های تولیدی بر حسب تیمارها

رديف تيمار	فایل	کالری حاصل از چربی (%)	کالری کل (Kcal/۱۰۰g)	کاهش کالری (%)
۱	فرمول کنترل	۶۴/۸±۰/۶	۲۰۳/۸±۳/۱	---
۲	فرمول کم کالری ۱	۵۶/۶±۱	۱۷۳±۳/۰	۱۵/۱
۳	فرمول کم کالری ۲	۵۹/۹±۰/۶	۱۵۸/۹±۱/۵	۲۲
۴	فرمول کم کالری ۳	۵۰/۷±۰/۴	۱۵۵±۲/۲	۲۳/۹
۵	فرمول کم کالری ۴	۵۴±۰/۵	۱۴۱/۸±۱	۳۰/۴
۶	فرمول کم کالری ۵	۴۲/۵±۰/۶	۱۳۲/۷±۰/۹	۳۴/۹
۷	فرمول کم کالری ۶	۴۴/۷±۰/۶	۱۱۷/۶±۱/۷	۴۲/۳

\* در هر ستون مقادیر دارای حروف متفاوت، تفاوت معنی دار ( $P < 0.05$ ) با یکدیگر دارند.

جدول ۵ - کام پذیری کالبا‌س‌های تولیدی بر حسب تیمارها

تیمارها	فرمول کنترل	فرمول کم کالری ۱	فرمول کم کالری ۲	فرمول کم کالری ۳	فرمول کم کالری ۴	فرمول کم کالری ۵	فرمول کم کالری ۶
میانگین امتیازهای کام پذیری	۵/۳۸±۰/۷۴	۵/۲۵±۱/۰۴	۵/۳۸±۱/۰۶	۵/۵۰±۱/۲۰	۵/۶۳±۰/۷۴	۵/۵۰±۰/۷۶	۶/۳۸±۰/۹۲
	a*	a	ab	ab	ab	ab	b



نمودار - شمارش کلی میکروارگانیسمها در کالبا‌س‌های تولیدی بر حسب تیمارها

نشاسته اصلاح شده ذرت صورت گرفت، همراه با کاهش مقدار چربی و افزایش مقدار آب افزوده شده به فرمولاسیون، مقدار رطوبت فرآورده‌ها افزایش یافت (۳۱، ۲۳، ۲۷، ۳۰ و ۳۱) هر چند که ذرات نشاسته اصلاح شده ذرت به سبب داشتن تعداد فراوان اتصالات عرضی، در برابر انتقال آب در حین پخت مقاومت نشان می‌دهند (۱۷). مقدار کربوهیدرات فرمول‌های ۱، ۳ و ۵ با اختلاف معنی داری از مقدار کربوهیدرات فرمول کنترل و فرمول‌های ۲، ۴ و ۶ بیشتر است زیرا در این فرمول‌ها علاوه بر نشاسته اصلاح شده ذرت، آرد گندم نیز وجود دارد که ترکیبی بر پایه کربوهیدرات است و میزان کربوهیدرات را افزایش می‌دهد (۴۹). مقدار پروتئین فرمول کنترل و فرمول‌های ۱، ۳ و ۵ با اختلاف معنی داری بیشتر از مقدار پروتئین فرمول‌های ۲، ۴ و ۶ است که به علت وجود آرد گندم و پروتئین حاصل از آن در این فرمول‌ها است. مقدار خاکستر در تمامی فرمول‌های تولیدی مطابق با مقدار خاکستر در گوشت‌های فرآیند شده یعنی برابر با مقدار نمک افزوده شده به فرمولاسیون به اضافه ۱ درصد است (۲۲). میزان PH فرمول‌های کم کالری به سبب ماهیت اسیدی نشاسته اصلاح شده ذرت، از میزان PH فرمول کنترل کمتر است (۲۳ و ۳۲). پایین‌تر بودن درصد آب اضافی در فرمول کنترل به سبب کمتر بودن مقدار آب افزوده شده به فرمولاسیون و در نتیجه پایین‌تر بودن مقدار رطوبت در آن است. فرمول‌های ۱، ۳ و ۵ با داشتن رطوبت پایین‌تر و پروتئین بالاتر، مقدار آب اضافی کمتری از فرمول‌های ۲، ۴ و ۶ داشتند. از آنجا که مجموع درصدهای آب اضافی و چربی هر یک از فرمول‌های کنترل و کم کالری کمتر از ۴۰ درصد و درصد چربی هر یک از این فرمول‌ها کمتر از ۳۰ درصد است، این فرآورده‌ها از قانون ۴۰ درصد USDA پیروی می‌کنند (۲۳، ۲۶، ۳۱، ۳۲).

#### ویژگی تکنولوژیکی فرآورده‌های کنترل و کم کالری

فرمول کنترل به سبب داشتن کمترین میزان آب افزوده، از افت پخت کمتری در مقایسه با فرمول‌های کم کالری برخوردار بود (۲۳ و ۲۶). افت پخت در فرمول‌های ۱، ۳ و ۵ کمتر از افت پخت در فرمول‌های ۲، ۴ و ۶ است که به علت بالاتر بودن ظرفیت نگهداری آب حاصل از وجود آرد گندم و پروتئین ناشی از آن در فرمول‌های ۱، ۳ و ۵ است (۱۷ و ۱۸). در بین فرمول‌های کم کالری، کمترین مقدار افت پخت در فرمول ۵ دیده می‌شود زیرا بیشترین ظرفیت نگهداری آب را دارد و فرمول ۲ بیشترین مقدار افت پخت را دارد زیرا پائین‌ترین ظرفیت نگهداری آب را دارد. داده‌های جداول ۱ و ۳ نشان می‌دهند

انرژی بر حسب کیلوکالری در صد گرم فرمول کنترل از مقدار ۲۰۳/۸ به مقدار ۱۳۲/۷ در فرمول ۵ و به مقدار ۱۱۷/۶ در فرمول ۶ می‌رسد. آزمون تکمیلی LSD نشان داد که مقدار کالری در فرمول کنترل با اختلاف معنی داری بیشتر از فرمول‌های کم کالری است و مقدار کالری در فرمول‌های ۲، ۴ و ۶ با اختلاف معنی داری به ترتیب کمتر از فرمول‌های ۱، ۳ و ۵ است ( $P < 0.05$ ). درصد کاهش کالری در فرمول کم کالری ۵ نسبت به فرمول کنترل ۳۴/۹ درصد و در فرمول کم کالری ۶ نسبت به فرمول کنترل ۴۲/۳ درصد بود. درصد کاهش کالری در فرمول‌های ۲، ۴ و ۶ به ترتیب بیشتر از فرمول‌های ۱، ۳ و ۵ است.

#### ویژگی‌های میکروبی فرآورده‌های کنترل و کم کالری

ویژگی‌های میکروبی تیمارها نشان داد که در تمامی تیمارهای تولیدی اعم از فرمول کنترل و فرمول‌های کم کالری، شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها از حد مجاز استاندارد مربوطه ( $1 \times 10^5$ ) بسیار کمتر و با آن فاصله زیادی دارد (نمودار ۱). همچنین تعداد کپک و مخمر، کلی فرم، اشیشیاکلی، کلاستریدیوم پرفرنزانس و استافیلوکوک طلایی مطابق با ویژگی‌های میکروبی استاندارد ملی برای کالباس است (۳).

#### ویژگی حسی فرآورده‌های کنترل و کم کالری

داده‌های جدول ۵ نشان داد که کام پذیری فرمول کنترل از امتیاز ۵/۳۸ تا ۲/۲ درصد افزایش به امتیاز ۵/۵۰ در فرمول ۵ و با ۱۸/۶ درصد افزایش به امتیاز ۶/۳۸ در فرمول ۶ می‌رسد. آزمون تکمیلی مان وتینی نشان داد که به غیر از فرمول کنترل و فرمول ۱ که با فرمول ۶ اختلاف معنی داری دارند، از نظر کام پذیری بین بقیه فرمول‌های تولیدی اختلاف معنی داری وجود ندارد ( $P < 0.05$ ).

## بحث

#### ویژگی‌های شیمیایی فرآورده‌های کنترل و کم کالری

چربی ماده بالقوه مضر است و با کاستن از مقدار آن می‌توان از بیماری‌های ناشی از دریافت بیش از حد چربی و کالری حاصل از آن جلوگیری کرد، بنابراین فرمول‌های کم کالری تولیدی با محدود شدن مقدار چربی در آنها، فرآورده‌های سالم‌تر شناخته می‌شوند (۱۱). از آنجا که چربی فرمول‌های ۳، ۴، ۵ و ۶ کمتر از ۱۰ درصد است این فرآورده‌ها به عنوان فرآورده‌های گوشتی کم چرب شناخته می‌شوند (۴۸). به سبب آن که جایگزینی چربی با استفاده از آب و

میکروبی می‌تواند به علت کیفیت قابل قبول مواد مصرفی در فرمولاسیون، پایین بودن دمای کاتریزاسیون، مناسب بودن مدت زمان پخت و نیز شرایط مطلوب نگهداری باشد (۴۹).

#### ویژگی حسی فرآورده‌های کنترل و کم کالری

کام پذیری فرمول‌های ۲، ۴ و ۶ از فرمول کنترل و به ترتیب از فرمول‌های ۱، ۳ و ۵ بیشتر بود (۸) اما بین کام پذیری فرمول‌های ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶ تفاوت معنی داری نبود (۲۹). با توجه به یافته‌های به دست آمده از این تحقیق مشاهده شد که امکان تولید کالباس کم کالری با استفاده از نشاسته اصلاح شده ذرت مقدور بود و با توجه به درصد کالری حاصل از چربی، مقدار کل کالری و درصد کاهش کالری، فرمول کم کالری ۵ در میان تیمارهای تولیدی، با داشتن ۱۳۲/۷ کیلوکالری انرژی در هر صد گرم و با ۳۴/۹ درصد کاهش کالری نسبت به فرمول کنترل، از نظر ویژگی‌های کیفی در سطح عالی است. با توجه به وجود انواع جانشین‌های چربی، توصیه می‌شود که در تحقیقات بعدی به منظور فرمولاسیون و تولید فرآورده‌های گوشتی کم کالری، از مخلوط جانشین‌های چربی استفاده شود.

#### تشکر و قدردانی

از اعضای شورای محترم پژوهشی انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور به خاطر تشخیص ضرورت انجام این طرح تحقیقاتی و پرداخت بخشی از هزینه‌های آن و همچنین از همراهی مدیر عامل محترم شرکت گوشتیران جناب آقای اصغر علیزاده غریب و همکارانشان در تأمین مواد اولیه و امکانات مورد نیاز صمیمانه قدردانی می‌شود.

که فرمول‌های کم کالری دارای مقدار رطوبت پائین‌تر، مقدار افت پخت کمتری دارند.

#### انرژی فرآورده‌های کنترل و کم کالری

فرمول کنترل به علت داشتن بیشترین مقدار چربی نسبت به فرمول‌های کم کالری، بیشترین درصد کالری حاصل از چربی و بیشترین مقدار کالری را داشت (۹،۱۰،۱۴،۴۰). فرمول‌های ۲، ۴ و ۶ به ترتیب نسبت به فرمول‌های ۱، ۳ و ۵ به سبب داشتن پروتئین و کربوهیدرات کمتر، درصد بالاتری از کالری حاصل از چربی داشتند و به سبب بالاتر بودن درصد کاهش چربی در آنها (جدول ۲)، مقدار کالری کمتر و درصد بالاتری از کاهش کالری داشتند (۹،۴،۱۴ و ۹،۴۰). با توجه به درصد کاهش چربی (جدول ۲) و درصد کاهش کالری (جدول ۴) در فرمول‌های تولیدی، تمامی فرمول‌های کم کالری فرموله و تولید شده در این تحقیق، از میزان کاهش کالری مطابق با استفاده از فروکتو الیگوساکارید در کالباس مارتادالا (۹) برخوردار بودند و نسبت به پژوهش‌های گزارش شده که از فیبر رژیمی غلات مانند گندم و جو و فیبر میوه‌ها مانند گلابی، سیب و پرتغال (۱۰)، فیبر لیمو و کنساتره پروتئینی سویا (۴۰) و اینولین، یک فیبر رژیمی محلول (۱۴) استفاده کرده بودند، از میزان کاهش کالری بالاتری برخوردار بودند.

#### ویژگی‌های میکروبی فرآورده‌های کنترل و کم کالری

فرمول‌های کم کالری به رغم دارا بودن آب افزوده بالا، شمارش کلی خیلی پایین‌تری از حد مجاز استاندارد ملی ایران داشتند زیرا نشاسته اصلاح شده ذرت می‌تواند به شمارش کلی پایین‌تر منجر شود (۵۰) و با تشکیل دادن ژل، آب را در محیط غیر قابل دسترس نماید. غیر قابل دسترس شدن آب، فعالیت آبی را کنترل و از رشد باکتری‌ها جلوگیری می‌کند (۵۱). عدم تفاوت در سایر ویژگی‌های

## REFERENCES

1. Jimenez Colmenero F. Relevant factors in strategies for fat reduction in meat products. Trends Food Scie Technol 2000; 11: 56-66.
2. Jimenez Colmenero F. Technologies for developing low-fat meat products. Trends Food Scie Technol 1996; 7:41-48.
3. سوسیس و کالباس - ویژگیها و روشهای آزمون، استاندارد ملی شماره ۲۳۰۳. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. تجدید نظر دوم، ۱۳۷۹.
4. Akoh C C . Fat replacers . Food Technol 1998 ; 52(3): 47-53.
5. Cengiz E, Gokoglu N. Changes in energy and cholesterol contents of Frankfurter sausages with fat reduction and fat replacer addition. Food Chemistry 2005; 91(3): 443-447.

6. Voragen Alphons GJ. Technological aspects of functional food-related carbohydrates. *Trends Food Scie Technol* 1998; 9: 328-335.
  7. Mattes RD. Position of the american dietetic association: fat replacers. *J Am Dietetic Assoc* 1998; 98(4):463-468.
  8. Khalil Ali H. Quality characteristics of low-fat beef patties formulated with modified corn starch and water. *Food Chemistry* 2000; 68:61-68.
  9. Caceres E, Garcia ML, Toro J, Selgas MD. The effect of fructooligosaccharides on the sensory characteristics of cooked sausages. *Meat Sci* 2004; 68:87-96.
  10. Garcia ML, Dominguez R, Galvez MD, Casas C, Selgas MD. Utilization of cereal and fruit fibres in low fat dry fermented sausages. *Meat Sci* 2002; 60:227-236.
  11. Jimenez Colmenero F, Carballo J, Cofrades S. Healthier meat and meat products: their role as functional foods. *Meat Sci* 2001; 59:5-13.
۱۲. کیمیاگر مسعود، پیشنهاد الگوی مناسب تولید و مصرف روغن‌ها و چربی‌ها: قطعنامه اجلاس. مجموعه مقالات اجلاس بررسی جنبه‌های تغذیه‌ای و صنعتی روغن‌های خوراکی، گردآوری: زندی پروین. چاپ اول، تهران، انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور، ۱۳۷۳، صفحات ۱۵۳-۱۴۹.
13. Lerner CM, Mattes RD. Perception of dietary fat: ingestive and metabolic implications. *Progress Lipid Res* 1999; 38:117-128.
  14. Mendoza E, Garcia ML, Casas C, Selgas MD. Inulin as fat substitute in low fat, dry fermented sausages. *Meat Sci* 2001; 57:387-393.
  15. Kurtzweil, P. Taking the fat out of food. U.S. Food and Drug Administration Center for Food Safety and Applied nutrition. *FDA Consumer Magazine* 1996: July-August.
  16. Pietrasik Z. Effect of content of protein, fat and modified starch on binding textural characteristics, and colour of comminuted scalded sausages. *Meat Sci* 1999; 51(1):17-25.
  17. Correia LR, Mittal GS. Kinetics of hydration properties of meat emulsions containing various fillers during smokehouse cooking. *Meat Sci* 1991; 29:335-351.
  18. Hachmeister KA, Herald TJ. Thermal and rheological properties and textural attributes of reduced-fat turkey batters. *Poultry Sci* 1998; 77(4): 632-638.
  19. Shehata HA, Attia AA. Effect of some additives on the quality of low fat cooked emulsion sausage of beef. *J Food Sci Technol India* 1998; 35(5). 447-450.
  20. Li JY, Yeh AI. Effects of starch properties on rheological characteristics of starch/meat complexes. *Journal of Food Engineering* 2003; 57:287-294.
  21. Backers T, Noll B. Dietary fibers for meat processing. *Food Marketing & Technol* 1997; 11(6). 4-6,8.
  22. Tsai SJ, Unklesbay N, Unklesbay K, Clarke A. Thermal properties of restructured beef products at different isothermal temperatures. *J Food Sci* 1998; 63(3):481-484.
  23. Claus JR, Hunt MC. Low-fat, high added-water bologna formulated with texture-modifying ingredients. *J. Food Sci* 1991; 56(3):643-647, 652.
  24. Carballo J, Barreto G, Jimenez Colmenero F. Starch and egg white influence on properties of bologna sausage as related to fat content. *J Food Sci* 1995; 60(4):673-677.
  25. Carballo J, Fernandez P, Barreto G, Solas MT, Jimenez Colmenero F. Morphology and texture of bologna sausage as related to content of fat, starch and egg white. *J Food Sci* 1996; 61(3):652-655.
  26. Carballo J, Fernandez P, Barreto G, Solas MT, Jimenez Colmenero F. Characteristics of high- and low-fat bologna sausages as affected by final internal cooking temperature and chilling storage. *J Sci Food. Agric* 1996; 72:40-48.
  27. Jimenez Colmenero F, Barreto G, Fernandez P, Carballo J. Frozen storage of bologna sausages as a function of fat content and of levels of added starch and egg white. *Meat Sci* 1996; 42(3):325-332.
  28. Berry BW. Properties of low-fat, nonbreaded pork nuggets with added gums and modified starch. *J Food Sci* 1994; 59(4):742-746.



29. Prabhu GA, Sebranek JG. Quality characteristics of ham formulated with modified corn starch and kappa-carrageenan. *J Food Sci* 1997; 62(1): 198-202.
30. Hoffman LC, Mellett FD. Quality characteristics of low fat ostrich meat patties formulated with either pork Lard or modified corn starch, soya isolate and water. *Meat Sci* 2003; 65(2):869-875.
31. Yang A, Keeton JT. Evaluation of some binders and fat substitutes in low-fat frankfurters. *J Food Sci* 2001; 66(7):1039-1046.
32. Beggs Karen LH, Bowers JA, Brown D. Sensory and physical characteristics of reduced-fat turkey frankfurters with modified corn starch and water. *J. Food Sci* 1997; 62(6):1240-1244.
۳۳. کلانتری ناصر، غفارپور معصومه. طرح جامع مطالعات الگوی مصرف مواد غذایی خانوار و وضعیت تغذیه ای کشور، گزارش ملی ۸۱-۱۳۷۹، انستیتو تحقیقات تغذیه ای و صنایع غذایی کشور، ۱۳۸۳.
34. Official Methods of Analysis (1997) 16 th Ed. 3rd Revision, Volume 2, 1997, AOAC INTERNATIONAL, Gaithersburg, MD, Method 983.18.
35. Official Methods of Analysis ( 1997) 16th Ed. 3rd Revision, Volume 2, 1997, AOAC INTERNATIONAL, Gaithersburg, MD, Method 950.46.
36. Official Methods of Analysis ( 1997) 16th Ed. 3rd Revision, Volume 2, 1997, AOAC INTERNATIONAL, Gaithersburg, MD, Method 991.36.
37. Official Methods of Analysis ( 1997) 16th Ed. 3rd Revision, Volume 2, 1997, AOAC INTERNATIONAL, Gaithersburg, MD, Method 920.153.
38. Official Methods of Analysis ( 1997) 16th Ed. 3rd Revision, Volume 2, 1997, AOAC INTERNATIONAL, Gaithersburg, MD, Method 981.10.
39. Livesey G, Buss D, Coussement P, et al. Suitability of traditional energy values for novel foods and food ingredients. *Food Control* 2000; 11:249-289.
40. Cengiz E, Gokoglu N. Changes in energy and cholesterol contents of frankfurter-type sausages with fat reduction and fat replacer addition. *Food Chemistry* 2005;91(3):443-447.
41. Mahan Lk, Escott-Stump S. Krause's food, nutrition & diet therapy. 11th ED. Philadelphia, Pennsylvania: Saunders; 2004: 33-34.
۴۲. روش شمارش کلی میکروارگانیزم ها در ۳۰ درجه سلسیوس، استاندارد ملی شماره ۵۲۷۲. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۷۹.
۴۳. روش جستجو و شمارش قارچ ها (کیپک ها و مخمرها) به شمارش پرگنه در ۲۵ درجه سلسیوس، استاندارد ملی شماره ۹۹۷. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. چاپ دهم، تجدید نظر دوم، ۱۳۷۴.
۴۴. روش جستجو و شمارش کلی فرم ها در مواد غذایی، استاندارد ملی شماره ۴۳۷. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. چاپ هشتم، تجدید نظر سوم، ۱۳۷۵.
۴۵. روش جستجو و شمارش بیشترین تعداد احتمالی اشریشیاکلی در مواد غذایی، استاندارد ملی شماره ۲۹۴۶. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. چاپ سوم، تجدید نظر اول، ۱۳۷۳.
۴۶. روش جستجو، شمارش و شناسایی کلستریدیوم پرفرنژانس (ولشای) و کلستریدیوم های احیاء کننده سولفیت در مواد غذایی، استاندارد ملی شماره ۲۱۹۷. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. چاپ چهارم، ۱۳۷۳.
۴۷. روش شناسایی و شمارش استافیلوکوکوس ارئوس کوآگولاز (+) در مواد غذایی، استاندارد ملی شماره ۱۱۹۴. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. چاپ هشتم، ۱۳۷۴.
48. Pearson AM, Gillett TA. Processed meats. 3rd ED. New York: Chapman & Hall; 1996: 355-361, 367.
۴۹. مقصودی شهرام. فرمولاسیون و تولید کالباس کم چربی با استفاده از کربوکسی متیل سلولز. پایان نامه کارشناسی ارشد. تهران: دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، ۱۳۷۸.

50. Wurzburg OB. Modified starches: properties and uses. 5 th Printing. Florida: CRC Press; 1991: 200-210.
51. Sivasankar B. Food processing and preservation. New Delhi: Prentice-Hall of India Private Limited; 2002: 17, 302.