

## بررسی تأثیر جایگزینی آرد بلوط (کوئرکوس برانتی) بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی همبرگر

وحیده سالارکریمی<sup>۱</sup>، محمدجواد وریدی<sup>۲\*</sup>، مهدی وریدی<sup>۲</sup>

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران  
۲- دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران  
\* نویسنده مسئول (mjvaridi@um.ac.ir)

### چکیده

در این پژوهش، تأثیر جایگزینی آرد بلوط بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی همبرگر (۳۰ درصد گوشت) مورد بررسی قرار گرفت. سطوح آرد بلوط صفر، ۳، ۶ و ۹ درصد بود که جایگزین آرد سوخاری موجود در فرمولاسیون شد. آرد بلوط تمامی ویژگی‌های پخت تیمارها شامل کاهش قطر، افزایش ضخامت، آفت پخت، چروکیدگی و ظرفیت حفظ چربی و نیز شاخص‌های بافت به‌جز چسبندگی را به‌طور معنی‌داری ( $P < 0.05$ ) بهبود بخشید. پارامترهای رنگ  $L^*$  و  $b^*$  نمونه‌های تیمار شده به‌طور معنی‌داری ( $P < 0.05$ ) بالاتر از نمونه شاهد بود. در حالی که شاخص  $a^*$  آنها کمتر به‌دست آمد. در ارزیابی حسی نمونه‌ها، همه تیمارهای آرد بلوط از لحاظ طعم، بافت، آبدار بودن و پذیرش کلی امتیاز بالاتری در مقایسه با نمونه شاهد کسب کردند. اما از لحاظ شاخص رنگ، نمونه شاهد مطلوب‌تر بود. براساس نتایج به‌دست آمده، با جایگزینی آرد بلوط در فرمولاسیون همبرگر، می‌توان تا حد قابل‌قبولی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی این فراورده را بهبود بخشید.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۴/۰۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۰/۲۵

### واژه‌های کلیدی

آرد بلوط

ارزیابی حسی

فیزیکوشیمیایی

همبرگر

### مقدمه

افزودنی‌هایی با منابع مختلف گیاهی از جمله آرد نخود، لوبیاچشم‌بلبلی و عدس، آرد ذرت، پوسته فندق، هویج و سیب‌زمینی صورت گرفته است (Gujral, Kaur, Singh, & Sodhi, 2002). استفاده از این مواد غیرگوشتی در تولید محصولات گوشتی، همچنین از عوامل مهم حفظ کیفیت، خواص تکنولوژیکی و تغذیه‌ای این محصولات، بشمار می‌آید. برخی از آنها مانند آرد جو، ظرفیت نگهداری آب و چربی را در محصولات گوشتی بهبود می‌بخشند (Serdaroglu, 2006). همچنین محصولاتی مانند سبوس و فیبر جو نیز در افزایش ظرفیت نگهداری آب و بهبود احساس دهانی محصولات نقش عمده‌ای دارند (Giese, 1992). علاوه بر این به‌دلیل افزایش دامنه تقاضای مصرف‌کنندگان جهت تولید غذاهای فست‌فود سالم،

گوشت یکی از منابع مهم رژیم غذایی انسان‌ها بشمار می‌رود که به‌دلیل مواد مغذی بسیاری همچون پروتئین‌هایی با ارزش بیولوژیکی بالا، روی، آهن، سلنیوم و ویتامین‌های گروه B<sub>12</sub>، نقش حیاتی در بهبود دستگاه گوارش انسان و نیز متعادل‌سازی رژیم غذایی افراد برعهده دارد. عموم مصرف‌کنندگان نیز، گوشت و محصولات گوشتی را به‌دلیل ویژگی‌های تغذیه‌ای و خواص حسی قابل‌توجه، ترجیح می‌دهند (Higgs, 2000). در تولید انواع محصولات گوشتی موادی چون پودر سوخاری، به‌عنوان یک ترکیب اتصال‌دهنده و افزودنی مورد استفاده قرار می‌گیرد. اما امروزه برای تولید محصولات گوشتی سالم‌تر، تحقیق‌های زیادی در جهت به‌کارگیری اتصال‌دهنده‌ها و

سالیانه مقادیر زیادی از این میوه، بدون استفاده مفید هدر می‌رود و نیز تقاضای مصرف‌کنندگان جهت تولید محصولات گوشتی سالم از جمله همبرگر روبه‌افزایش است، می‌توان با استفاده از ترکیب آرد بلوط در فرمولاسیون همبرگر، به بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی این فراورده تحت‌تأثیر این آرد، پرداخت.

### مواد و روش‌ها

میوه‌های بلوط پس از جمع‌آوری از مناطق جنگلی شهرکرد خشک، و پس از پوست‌گیری با دستگاه آسیاب صنعتی با مش ۲۰ تبدیل به آرد شدند.

### تولید همبرگر

نمونه‌های همبرگر (۳۰ درصد گوشت) در دو تکرار مستقل، طبق فرمولاسیون صنعتی (حاوی گوشت، پیاز، نمک، ادویه، گلوتن و آرد سوخاری)، تهیه و آرد بلوط با نسبت‌های صفر، ۳، ۶ و ۹ درصد جایگزین آرد سوخاری موجود در فرمولاسیون گردید. پس از همگن‌سازی خمیر، نمونه‌هایی به وزن ۸۰ گرم و ضخامت ۱ سانتی‌متر از هر تیمار قالب‌زنی و پس از بسته‌بندی، در فریزر با دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد تا زمان انجام آزمایش‌ها نگهداری شد. آنالیزهای مربوطه ظرف مدت ۳ روز انجام گرفت.

### آزمون‌ها

تعیین ویژگی‌های شیمیایی و عملکردی آرد بلوط ترکیبات شیمیایی آرد بلوط شامل رطوبت، خاکستر، چربی، پروتئین و کربوهیدرات براساس روش‌های استاندارد ملی ایران (Institute of Standards and Industrial Research of Iran [ISIRI], 1992, 1994, 2011) تعیین شد. اندیس ظرفیت جذب آب و جذب روغن آرد بلوط نیز به روش Beuchat (۱۹۷۷) اندازه‌گیری شد. یک گرم از آرد بلوط (w)، داخل یک لوله سانتی‌فیوژ ریخته شد. سپس ۱۰ میلی‌لیتر (v) روغن ذرت یا آب‌مقطر به آن اضافه گردید و به کمک دستگاه ورتکس (هایدولف ریکس کنترل، ساخت آلمان)، به مدت ۲ دقیقه مخلوط شد. سپس به مدت ۳۰ دقیقه در دمای محیط قرار گرفتند و بعد از آن به مدت ۲۰ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتی‌فیوژ شدند و فاز رویی (v<sub>۱</sub>) (آب یا روغن)، جدا شد. ظرفیت جذب آب و روغن به‌صورت حجم آب یا

تلاش‌های زیادی در زمینه بهبود کیفیت و پایداری محصولاتی مانند همبرگر صورت گرفته است (Besbes, Attia, Deroanne, Makni, & Blecker, 2008).

درخت بلوط متعلق به خانواده *Fagaceae* و جنس *Quercus* است. محل رویش این درخت عمدتاً در اروپا، آفریقای شمالی، آمریکای شمالی، خاورمیانه و آسیا بوده و تا حدود سال ۱۹۰۰ میلادی غذای اصلی مردم این مناطق بشمار می‌رفت (Özcan, 2006). در ایران جنگل‌های بلوط به‌طور گسترده در نواحی غرب، جنوب غرب، شمال و شمال غرب رشد کرده و بیشترین تعداد این درختان در دامنه رشته کوه‌های زاگرس و در غرب دیده می‌شوند. مساحتی قریب ۳ یا ۴ میلیون هکتار از جنگل‌های غرب را، جنگل‌های بلوط اشغال کرده است (Sabeti, 1994). بیش از ۲۵ درصد از مصرف غذایی قشر فقیرنشین مردم ایتالیا و اسپانیا را میوه بلوط در اشکال مختلف نان، کیک و نیز به‌عنوان نوعی جایگزین قهوه تشکیل می‌دهد. در مناطقی همچون آمریکای شمالی و هند نیز میوه بلوط در تهیه غذاهایی مثل فرنی و حریره استفاده شده است. بنابراین بلوط به‌عنوان یک محصول با ترکیبات مشابه غلات، نقش مهمی در احیای سلامت افراد گرسنه و مبتلا به سوءتغذیه برعهده داشته است (Özcan, 2006). پس از گذشت قرن‌ها، در دهه‌های اخیر، بلوط مجدداً به‌دلیل کیفیت تغذیه‌ای و خواص سلامتی‌بخش بالقوه آن، موردتوجه مصرف‌کنندگان قرار گرفته است. میوه بلوط حاوی مقادیر بالایی از کربوهیدرات‌ها، اسیدهای چرب غیراشباع (۵۲/۶۶ درصد)، مواد معدنی (پتاسیم ۷۴/۵۸ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم)، منیزیم (۷۴/۵۸ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم)، آهن (۷/۳۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم)، منگنز (۵/۳۴ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم)، مس (۱/۸۸ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم)، ویتامین‌های E (۱/۹ میلی‌گرم) و C (۱۵/۶ میلی‌گرم) و نیز مواد فیبری است (Borges, Gonçalves, de Carvalho, Correia, & Silva, 2008; Pereira-Lorenzo, Ramos-Cabrera, Díaz-Hernández, Ciordia-Ara, & Ríos-Mesa, 2006). به‌همین دلیل میوه بلوط و مشتقات آن برای تولید غذاهای انسانی و حیوانی و نیز اختلاط با بخشی از آردهای سیب‌زمینی، گندم، حبوبات و ذرت مناسب به نظر می‌رسند. همچنین در تهیه غذاهای مخصوص افراد مبتلا به برخی از بیماری‌ها و آلرژی‌ها نقش مهمی برعهده دارد (Borges, Soeiro Carvalho, Reis, Correia, & Paula Silva, 2007). بنابراین باتوجه‌به اینکه

آفت پخت، میزان چروکیدگی، درصد حفظ چربی<sup>۱</sup> و رطوبت<sup>۲</sup> نمونه‌ها به ترتیب از رابطه‌های (۴)، (۵)، (۶) و (۷) محاسبه گردید.

رابطه (۴)

$$100 \times \left( \frac{\text{وزن بعد از پخت} - \text{وزن قبل از پخت}}{\text{وزن قبل از پخت}} \right) = \text{آفت پخت}$$

رابطه (۵)

$$= \text{چروکیدگی} \\ \left( \frac{\text{قطر ثانویه} - \text{قطر اولیه}}{\text{قطر اولیه} + \text{ضخامت ثانویه}} + \text{ضخامت اولیه} \right) \times 100$$

رابطه (۶)

$$100 \times \left( \frac{\text{درصد چربی نمونه پخته} \times \text{وزن نمونه پخته}}{\text{درصد چربی نمونه خام} \times \text{وزن نمونه خام}} \right) = \text{میزان حفظ چربی}$$

رابطه (۷)

$$100 \times \left( \frac{\text{درصد رطوبت نمونه پخته} \times \text{وزن نمونه پخته}}{\text{درصد رطوبت نمونه خام} \times \text{وزن نمونه خام}} \right) = \text{میزان حفظ رطوبت}$$

### بررسی پارامترهای رنگ

برای تعیین پارامترهای رنگ ( $L^*$ ،  $a^*$  و  $b^*$ ) نمونه‌های همبرگر قبل و بعد از پخت، از دستگاه رنگ‌سنج دیجیتال (مدل CR-410، شرکت مینولتا، ساخت ژاپن)، استفاده شد.  $L^*$ ،  $a^*$  و  $b^*$  به ترتیب بیانگر میزان روشنی، قرمزی و زردی نمونه‌ها می‌باشند. کالیبراسیون اولیه دستگاه از طریق کاشی استاندارد سفید ( $L^*=98/14$ ،  $a^*=-0/23$  و  $b^*=1/89$ ) صورت گرفت.

### بررسی پارامترهای بافت

نمونه‌های پخته‌شده به وسیله آزمون آنالیز پروفایل بافت<sup>۳</sup>، در دمای  $4 \pm 1$  درجه سانتی‌گراد به کمک دستگاه آنالیز بافت (Brookfield, QTS-25، ساخت آمریکا)، به روش AMSA (۱۹۹۵) تجزیه و تحلیل شدند. نمونه‌های پخته‌شده به شکل مکعب‌هایی با ابعاد  $(1 \times 1 \times 1)$  بریده شده و تحت آزمون فشاری با دو سیکل رفت و برگشتی قرار گرفتند. برای این کار از پروبی با قطر ۵۵ میلی‌متر، با نیروی فشاری ۲۵ کیلوگرم و سرعت ۲۰ سانتی‌متر بر دقیقه، جهت فشردن نمونه‌ها تا ۷۰ درصد ارتفاع

روغن جذب‌شده (میلی‌لیتر) توسط هر گرم آرد از رابطه (۱) محاسبه گردید.

رابطه (۱)

$$\text{ظرفیت جذب آب یا روغن} = \frac{(V_0 - V_1)}{W}$$

ظرفیت نگهداری آب و روغن به روش Larrauri، Rupérez، Borroto و Saura-Calixto (۱۹۹۶) انجام گرفت. ۲۵ میلی‌لیتر آب یا روغن به ۱ گرم آرد اضافه شد و پس از مخلوط کردن به مدت ۱ ساعت در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد، در انکوباتور قرار گرفت. در مرحله بعد به مدت ۱۵ دقیقه با سرعت ۵۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. سپس فاز رویی جدا شده و بخش باقی‌مانده توزین می‌گردد. ظرفیت نگهداری آب و روغن از طریق گرم آب یا روغن در هر گرم ماده خشک محاسبه شد.

### تعیین ترکیبات شیمیایی و pH

ترکیبات شیمیایی نمونه‌های همبرگر، با استفاده از روش‌های استاندارد ملی ایران (Institute of Standards and Industrial Research of Iran [ISIRI], 1973, 2002a, 2002b, 2003) اندازه‌گیری شدند. مقادیر pH نمونه‌ها با استفاده از دستگاه پی‌اچ‌متر (Testo 230، ساخت آلمان) تعیین گردید.

### تعیین ویژگی‌های پخت

نمونه‌های همبرگر با استفاده از آون (Memmert، ساخت آلمان) با دمای ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد، تا رسیدن دمای مرکز نمونه‌ها به ۷۲ درجه سانتی‌گراد پخته شدند که زمان آن حدود ۵۰ دقیقه به دست آمد. دمای مرکز نمونه‌ها با استفاده از ترموکوپل دیجیتال اندازه‌گیری و تعیین شد (Sánchez-Zapata et al., 2010). نمونه‌ها پس از رسیدن به دمای محیط وزن و ضخامت و قطر آنها نیز با استفاده از کولیس دیجیتال، برای هر نمونه ۵ مرتبه اندازه‌گیری و سپس میانگین آنها لحاظ گردید. کاهش قطر و افزایش ضخامت از طریق رابطه‌های تجربی (۲) و (۳) محاسبه شد.

رابطه (۲)

$$100 \times \left( \frac{\text{قطر پخته} - \text{قطر خام}}{\text{قطر خام}} \right) = \text{درصد کاهش قطر}$$

رابطه (۳)

$$100 \times \left( \frac{\text{ضخامت پخته} - \text{ضخامت خام}}{\text{ضخامت خام}} \right) = \text{درصد افزایش ضخامت}$$

<sup>1</sup> Fat Retention

<sup>2</sup> Moisture Retention

<sup>3</sup> Texture Profile Analysis

همان سیکل فشاری اول، قابل محاسبه خواهند بود.

#### ارزیابی حسی

دو تکرار هر فرمول جهت ارزیابی حسی (به کمک دستگاه آنون در دمای ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد، به مدت ۵ دقیقه از هر رویه تا رسیدن دمای مرکز آنها به ۷۲ درجه سانتی‌گراد) پخته و توسط ۱۵ داور حسی سنجیده شد. نمونه‌ها به صورت تصادفی در اختیار شرکت‌کنندگان قرار گرفت و بین هر تیمار جهت افزایش دقت چشایی، به شرکت‌کنندگان آب داده شد. ارزیابی شامل رنگ<sup>۸</sup>، طعم<sup>۹</sup>، بافت<sup>۱۰</sup>، آبداربودن<sup>۱۱</sup> و پذیرش کلی<sup>۱۲</sup> بود که به کمک طرح هدونیک ۵ نقطه‌ای از بسیار مطلوب تا بسیار نامطلوب انجام گرفت.

#### تجزیه و تحلیل داده‌ها

پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی و با دو تکرار انجام شد و در نهایت نتایج حاصل با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ تجزیه و تحلیل شدند. مقایسه معنی‌داری تیمارها نیز به کمک آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد ( $P < 0.05$ ) انجام گرفت.

#### نتایج و بحث

ترکیبات شیمیایی و خصوصیات عملکردی آرد بلوط به ترتیب در جدول (۱) و (۲)، آورده شده است.

اصلی خود استفاده شد (Sánchez-Zapata et al., 2010). پارامترهای مورد اندازه‌گیری بافت مطابق تعاریف Bourne (۱۹۷۸)، شامل این موارد هستند. سختی<sup>۱</sup> (بیشترین مقدار نیروی مورد نیاز جهت فشردن نمونه) برحسب نیوتن، انسجام<sup>۲</sup> (میزانی که نمونه می‌تواند قبل از شکستن تغییر شکل بدهد)، قابلیت ارتجاع<sup>۳</sup> (توانایی نمونه در به‌دست‌آوردن شکل اصلی خود پس از حذف نیروی تغییر شکل) برحسب میلی‌متر، صمغی‌بودن<sup>۴</sup> (نیروی لازم جهت از هم‌پاشیدن یک نمونه گوشت نیمه‌جامد آماده بلع) برحسب نیوتن، قابلیت جویدن<sup>۵</sup> (کار لازم برای جویدن نمونه جهت بلع) برحسب کیلوگرم در سانتی‌متر، چسبندگی<sup>۶</sup> (کار منفی بین دو چرخه فشاری) برحسب نیوتن در میلی‌متر، فنریت<sup>۷</sup> یا حالت ارتجاعی نیز برحسب میلی‌متر است. در نمودار بافت‌سنجی، پارامتر انسجام از تقسیم ناحیه کار زیر نمودار در طول فشردن سازی دوم بر ناحیه کار زیر نمودار در طول فشردن سازی اول، پارامتر قابلیت ارتجاع از طریق فاصله ارتفاع مشخص شده در طول سیکل فشردن سازی دوم بر این فاصله طی سیکل فشردن سازی اول، پارامتر صمغی‌بودن از حاصل ضرب سختی در انسجام، قابلیت جویدن از تقسیم ناحیه زیر نمودار قبل از پیک فشردن سازی دوم بر ناحیه زیر نمودار قبل از پیک فشردن سازی اول، پارامتر چسبندگی تحت‌عنوان کار منفی بین دو سیکل فشردن و در نهایت پارامتر فنریت از تقسیم انرژی حرکت صعودی نمودار در مرحله فشردن سازی اول بر انرژی حرکت نزولی نمودار در

جدول ۱- آنالیز ترکیبات شیمیایی آرد بلوط (درصد)

ویژگی شیمیایی	رطوبت	چربی	خاکستر	پروتئین	کربوهیدرات
ترکیب	۱۰/۳۵±۰/۰۱	۱/۴۹±۰/۲۰	۱/۹۰±۰/۰۴	۳/۴۶±۰/۱۰	۸۲/۸۰±۰/۳۰

جدول ۲- خصوصیات عملکردی آرد بلوط

ویژگی شیمیایی	جذب آب	جذب روغن	ظرفیت نگهداری آب	ظرفیت نگهداری روغن
ترکیب	(میلی‌لیتر بر گرم) ۲/۹۲±۰/۰۳	(میلی‌لیتر بر گرم) ۲/۴۱±۰/۰۲	(گرم بر گرم) ۱/۴۰±۰/۱۰	(گرم بر گرم) ۲/۱۶±۰/۴۰

<sup>1</sup> Hardness

<sup>2</sup> Cohesiveness

<sup>3</sup> Springiness

<sup>4</sup> Gumminess

<sup>5</sup> Chewiness

<sup>6</sup> Adhesiveness

<sup>7</sup> Resilience

<sup>8</sup> Color

<sup>9</sup> Flavor

<sup>10</sup> Texture

<sup>11</sup> Juiciness

<sup>12</sup> Overall Accepting

### ترکیبات شیمیایی نمونه‌های همبرگر و pH

ترکیبات شیمیایی برگرهای فرموله‌شده با سطوح مختلف آرد بلوط به همراه مقادیر pH در جدول (۳)، نشان داده شده است. رطوبت و چربی بین تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری ( $P < 0.05$ ) داشتند. اما برای خاکستر، پروتئین و کربوهیدرات هیچ تفاوت معنی‌داری ( $P < 0.05$ ) مشاهده نشد. با افزایش سطوح آرد بلوط، میزان رطوبت و چربی تیمارها افزایش پیدا کرد. به طوری که تیمار ۹ درصد آرد بلوط بالاترین میزان رطوبت و چربی را نشان داد. میزان رطوبت و چربی بالاتر مشاهده‌شده در تیمارهای حاوی آرد بلوط، به علت رطوبت و چربی بالاتر این آرد نسبت به آرد سوخاری است. این مقادیر در آرد سوخاری به ترتیب  $6/90 \pm 0/30$  و  $0/90 \pm 0/20$  درصد به دست آمد. در حالی که مطابق جدول (۱)، این دو مقدار برای آرد بلوط به ترتیب  $10/35$  و  $1/49$  درصد مشخص شد. Choi و همکاران (۲۰۱۰)، روند مشابهی را در این مورد، برای سوسیس‌های فرموله‌شده با پودر پوست بلوط مشاهده کردند.

خصوصیات عملکردی شامل جذب آب، جذب روغن، ظرفیت نگهداری آب و ظرفیت نگهداری روغن برای آرد بلوط تعیین شد. همان‌طور که در جدول (۲)، قابل مشاهده است، دو پارامتر جذب آب و جذب روغن این آرد به ترتیب  $2/41$  و  $2/92$  میلی‌لیتر بر گرم به دست آمد. ظرفیت نگهداری روغن ( $2/16$  گرم/گرم)، برای این آرد بالاتر از ظرفیت نگهداری آب ( $1/40$  گرم/گرم)، به دست آمد. این خصوصیات ممکن است با چگالی بار کل و طبیعت آب‌دوستی مواد تشکیل‌دهنده مرتبط باشد (Elleuch *et al.*, 2011). پارامتر جذب و نگهداری روغن یک فاکتور قابل اهمیت در محصولات گوشتی بشمار می‌رود و نقش مؤثری در قابلیت نگهداری عطر و طعم دارد. این فاکتور همچنین در محصولات گوشتی مانند همبرگر، منجر به کاهش چروکیدگی در حین پخت و نیز خروج عصاره به وسیلهٔ به دام انداختن چربی در ماتریکس خود، خواهد شد (Kinsella, 1979). موادی که توانایی بالایی در حفظ رطوبت و چربی در ماتریکس خود دارند، کاهش آفت پخت را نیز به دنبال خواهند داشت (Besbes *et al.*, 2008).

جدول ۳- آنالیز ترکیبات شیمیایی و مقادیر pH همبرگرهای فرموله‌شده با درصد‌های مختلف آرد بلوط

پارامتر (درصد)	۰	۳	۶	۹
رطوبت	$51/94 \pm 0/03^c$	$52/36 \pm 0/02^c$	$53/71 \pm 0/04^b$	$54/59 \pm 0/02^a$
خاکستر	$2/70 \pm 0/01^a$	$2/69 \pm 0/01^a$	$2/52 \pm 0/01^a$	$2/38 \pm 0/02^a$
چربی	$15/71 \pm 0/02^b$	$15/76 \pm 0/02^b$	$16/05 \pm 0/02^{ab}$	$16/34 \pm 0/02^a$
پروتئین	$15/71 \pm 0/04^a$	$15/66 \pm 0/02^a$	$15/43 \pm 0/02^a$	$14/82 \pm 0/01^a$
کربوهیدرات	$13/97 \pm 0/02^a$	$13/52 \pm 0/01^a$	$12/48 \pm 0/05^a$	$12/36 \pm 0/07^a$
pH	$5/54 \pm 0/01^a$	$5/39 \pm 0/01^b$	$5/33 \pm 0/02^b$	$5/21 \pm 0/04^c$

میانگین دو تکرار  $\pm$  انحراف استاندارد

نتایج هر سطر که دارای حروف غیرمشترک می‌باشند، از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری ( $P < 0.05$ ) دارند.

برای آرد بلوط و آرد سوخاری در جدول (۴)، نشان داده شده است. همان‌طور که دیده می‌شود، علت روند به دست آمده مقدار پایین‌تر pH آرد بلوط نسبت به pH آرد سوخاری موجود در فرمولاسیون است.

جدول ۴- مقادیر pH برای آرد بلوط و سوخاری

پارامتر	آرد بلوط	آرد سوخاری
pH	$4/96 \pm 0/03$	$5/30 \pm 0/05$

میانگین دو تکرار  $\pm$  انحراف استاندارد

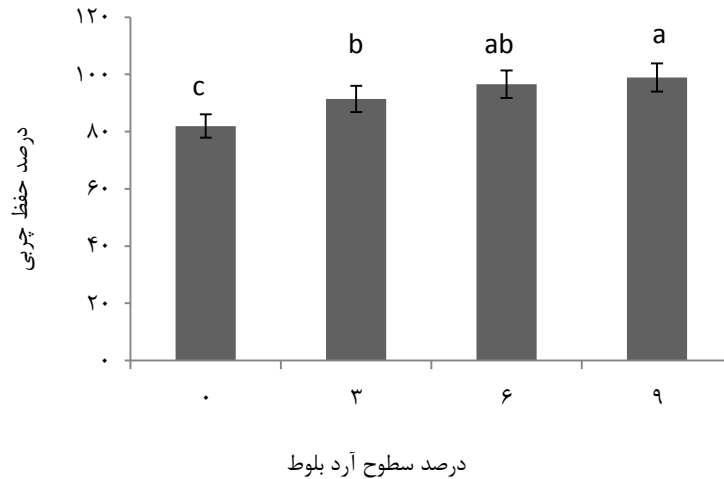
مقادیر به دست آمده برای pH، روند کاهشی معنی‌داری ( $P < 0.05$ ) نشان داد. در واقع با افزایش سطوح آرد بلوط، pH کاهش یافت و کمترین مقدار آن مربوط به تیمار ۹ درصد آرد بلوط بود. Choi و همکاران (۲۰۱۰)، مشابه این روند کاهشی را در سوسیس‌های فرموله‌شده با پودر پوست بلوط به دست آوردند. Kim, Park, Jeong و Kim (۲۰۰۶)، نیز این روند را در جایگزینی پودر پوست بلوط در نوعی محصول به نام تاکجو<sup>۱</sup> مشاهده کردند. مقادیر pH

<sup>۱</sup> Takju

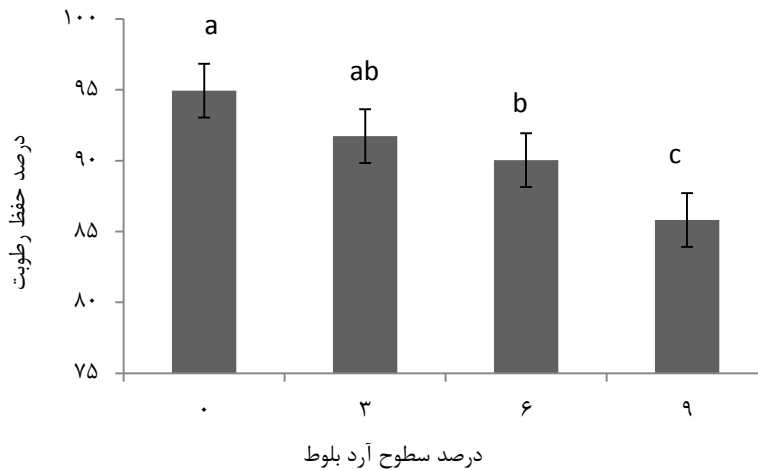
**میزان حفظ چربی و رطوبت**

شکل (۱) و (۲)، به ترتیب اثر سطوح آرد بلوط، بر شاخص‌های ظرفیت حفظ چربی و رطوبت در نمونه‌های همبرگر را نشان می‌دهد. تمامی تیمارها نسبت به نمونه شاهد، شاخص حفظ چربی بیشتر و شاخص حفظ رطوبت

کمتری نشان دادند. نمونه ۹ درصد آرد بلوط بیشترین میزان حفظ چربی و کمترین میزان حفظ رطوبت را در بین تیمارها داشت. این دو شاخص به توانایی ماتریکس پروتئین در حفظ چربی و رطوبت محصورشده، مربوط است (Besbes *et al.*, 2008).



شکل ۱- تأثیر افزودن سطوح آرد بلوط بر شاخص ظرفیت نگهداری چربی همبرگر نتایج با حروف غیرمشابه بیانگر اختلاف آماری معنی‌دار هستند ( $P < 0.05$ ).



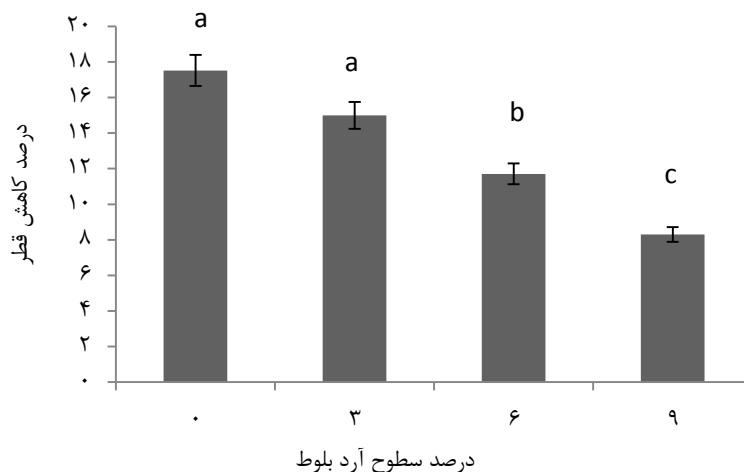
شکل ۲- تأثیر افزودن سطوح آرد بلوط بر شاخص ظرفیت نگهداری رطوبت همبرگر نتایج با حروف غیرمشابه بیانگر اختلاف آماری معنی‌دار هستند ( $P < 0.05$ ).

زیرا حضور ترکیبات آب‌گریز، در دسترس قرارگرفتن ترکیبات آب‌دوست جهت به‌دام‌انداختن آنها در شبکه پروتئینی را محدود می‌کند (Heywood, Myers, Bailey, & Johnson, 2002). بنابراین با توجه به مطالب گفته‌شده، ظرفیت بالای حفظ چربی تیمارهای حاوی آرد بلوط و ظرفیت پایین حفظ رطوبت آنها قابل توجیه است.

Kurt و Kilincceker (2012)، در بررسی پاتی‌های گوشت فرموله‌شده با آرد غلات و حیوانات، مشاهده کردند که استفاده از آرد غلات و حیوانات منجر به افزایش شاخص‌های حفظ چربی و رطوبت در پاتی‌های گوشت گردید. مطالعه‌ها ثابت کردند هرچه ظرفیت حفظ چربی نمونه‌ای بیشتر باشد، ظرفیت حفظ رطوبت آن کمتر است.

## کاهش قطر و افزایش ضخامت

نمونه‌های شاهد بیشترین میزان کاهش قطر را پس از پخت نسبت به تیمارهای حاوی آرد بلوط نشان دادند. همان‌طور که شکل (۳)، نشان می‌دهد، افزودن آرد بلوط به‌طور معنی‌داری ( $P < 0.05$ ) باعث کاهش این شاخص شد و کمترین میزان آن نیز مربوط به تیمار ۹ درصد آرد بلوط

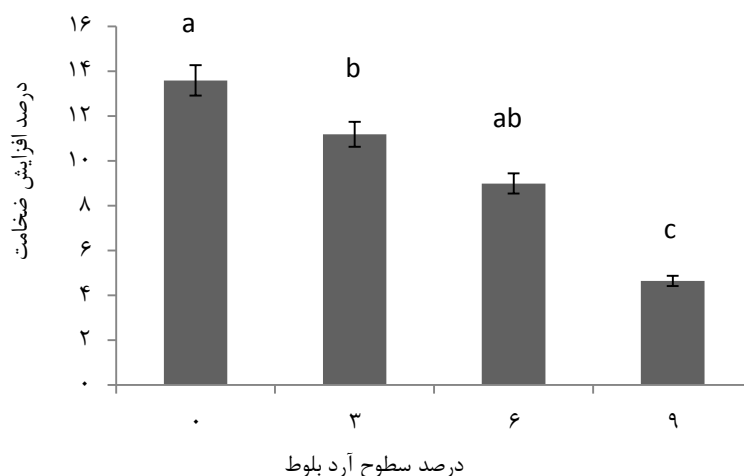


شکل ۳- تأثیر افزودن سطوح آرد بلوط بر کاهش قطر همبرگر

نتایج با حروف غیرمشابه بیانگر اختلاف آماری معنی‌دار هستند ( $P < 0.05$ ).

می‌تواند مرتبط با قابلیت مناسب اتصال چربی به آرد بلوط باشد که تغییر شکل محصول را در زمان پخت محدود می‌کند. Besbes و همکاران (۲۰۰۸)، در بررسی اثر جایگزینی بخشی از گوشت برگر با فیبر گندم و نخود به این نتیجه رسیدند که دو فیبر یادشده نیز با افزایش ظرفیت نگهداری چربی بر شاخص افزایش ضخامت تأثیر مثبتی داشتند.

نتایج تأثیر جایگزینی آرد بلوط بر افزایش ضخامت نمونه‌ها در شکل (۴)، نشان داده شده است. افزودن آرد بلوط به‌دلیل ظرفیت نگهداری بالا در حفظ چربی، در کاهش این شاخص تأثیر به‌سزایی داشت. با افزایش درصد آرد بلوط، میزان افزایش ضخامت به‌طور معنی‌داری ( $P < 0.05$ ) کاهش پیدا کرد. به‌گونه‌ای که تیمار ۹ درصد آرد بلوط کمترین افزایش ضخامت را نشان داد که این



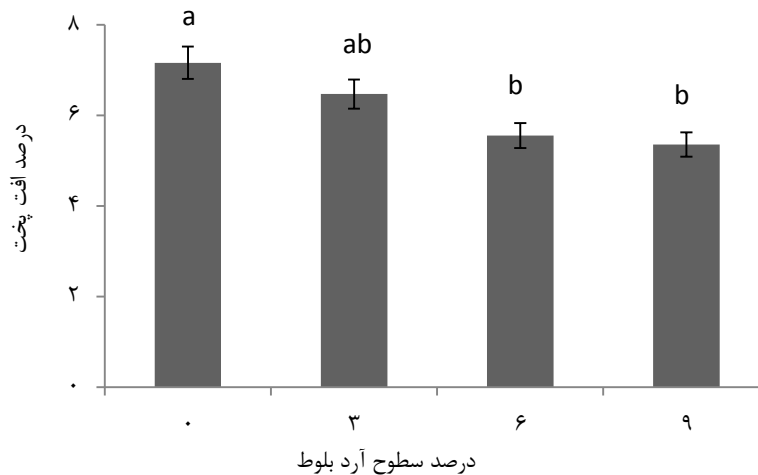
شکل ۴- تأثیر افزودن سطوح آرد بلوط بر افزایش ضخامت همبرگر

نتایج با حروف غیرمشابه بیانگر اختلاف آماری معنی‌دار هستند ( $P < 0.05$ ).

### اُفت پخت و چروکیدگی

تأثیر جایگزینی آرد بلوط بر اُفت پخت در شکل (۵)، مشخص شده است. همانند دو شاخص کاهش قطر و افزایش ضخامت، برگزیده‌های شاهد بیشترین میزان اُفت پخت را نشان دادند. در واقع با جایگزینی آرد بلوط و افزایش درصد جایگزینی، اُفت پخت به‌طور معنی‌داری ( $P < 0.05$ ) کاهش پیدا کرد و تیمار ۹ درصد آرد بلوط،

کمترین میزان اُفت پخت را نشان داد. در این رابطه نتایج مشابهی توسط Choi و همکاران (۲۰۱۰) برای سوسیس‌های فرموله‌شده با پودر پوست بلوط مشاهده شد. همچنین این نتیجه با نتایج به‌دست‌آمده توسط Teye و همکاران (۲۰۱۲)، که به بررسی اثر آرد لوبیاچشم‌بلبلی بر همبرگر گوشت گاو و خوک پرداخته‌اند، هماهنگ بود.

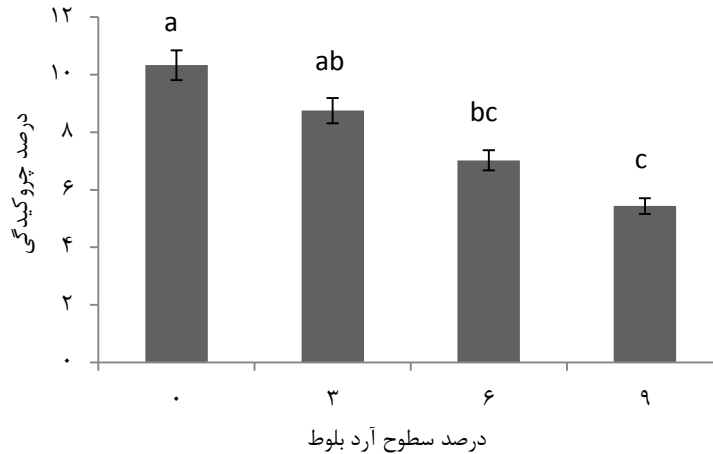


شکل ۵- تأثیر افزودن سطوح آرد بلوط بر میزان اُفت پخت همبرگر  
نتایج با حروف غیرمشابه بیانگر اختلاف آماری معنی‌دار هستند ( $P < 0.05$ ).

استفاده از پرکننده‌ها در محصولات گوشتی، ظرفیت نگهداری آب و چربی را در این محصولات بهبود بخشیده و در نتیجه منجر به کاهش چروکیدگی و افزایش بازده پخت خواهند شد (Sheridan *et al.*, 1991). علاوه بر این محتوای نشاسته و پروتئین غلات و حبوبات، در نگهداری چربی و آب محصولات گوشتی پخته‌شده مؤثر خواهند بود (Talukder & Sharma, 2010; Ziegler & Acton, 1984). آرد بلوط نیز با توجه به ظرفیت حفظ چربی بالایی که از خود نشان داد (آزمون حفظ چربی)، در حین پخت از خروج عصاره گوشت جلوگیری کرد و به‌طور معنی‌داری باعث کاهش اُفت پخت در نمونه‌های همبرگر شد. این نتیجه می‌تواند توضیح مناسبی برای چروکیدگی کمتر

تیمارهای حاوی آرد بلوط نسبت به نمونه شاهد نیز باشد. مطالعه‌ها بیانگر آن است که بین اُفت پخت و چروکیدگی یک همبستگی مثبت وجود دارد. در واقع افزایش میزان اُفت پخت ممکن است منجر به افزایش میزان چروکیدگی شود و بالعکس (Du & Sun, 2005). بنابراین با توجه به اُفت پخت بالاتر نمونه‌های شاهد نسبت به تیمارهای حاوی آرد بلوط، چروکیدگی بالاتر آنها نیز قابل توجیه خواهد بود. استفاده از آرد بلوط هم‌زمان با کاهش شاخص چروکیدگی از افزایش ضخامت محصول نیز نسبت به آرد سوخاری جلوگیری نمود. تأثیر سطوح آرد بلوط بر چروکیدگی در شکل (۶)، نشان داده شده است.





شکل ۶- تأثیر افزودن سطوح آرد بلوط بر میزان چروکیدگی همبرگر  
نتایج با حروف غیرمشابه بیانگر اختلاف آماری معنی‌دار هستند ( $P < 0.05$ ).

#### پارامترهای رنگ

پارامترهای رنگ برای نمونه‌های خام و پخته در جدول (۵)، نشان داده شده است. آرد بلوط، تأثیر معنی‌داری ( $P < 0.05$ ) بر شاخص‌های رنگ‌سنجی  $L^*$ ،  $a^*$  و  $b^*$  داشت. با افزودن آرد بلوط به فرمولاسیون نمونه‌ها، دو شاخص  $L^*$  و  $b^*$  در مقایسه با نمونه شاهد، کاهش و شاخص  $a^*$

افزایش پیدا کرد. تیمارهای فرموله‌شده با آرد بلوط نسبت به نمونه شاهد، مقادیر کمتری از روشنی را نشان دادند. مطالعه‌ها نشان داده است که روشنی در محصولات گوشتی به عواملی همچون ظرفیت نگهداری رطوبت، محتوای چربی و آب آزاد بستگی دارد (Georgantelis, Blekas, Katikou, Ambrosiadis, & Fletouris, 2007).

جدول ۵- آنالیز پارامترهای رنگ نمونه‌های خام و پخته همبرگرهای فرموله‌شده با درصد‌های مختلف آرد بلوط

پارامتر	سطوح جایگزینی آرد بلوط			
	۹	۶	۳	۰
خام				
$L^*$	$49.62 \pm 2.11^b$	$48.99 \pm 2.31^b$	$48.90 \pm 2.56^b$	$56.72 \pm 0.97^a$
$a^*$	$9.14 \pm 0.55^a$	$9.54 \pm 0.34^a$	$9.21 \pm 0.04^a$	$8.10 \pm 0.14^b$
$b^*$	$16.04 \pm 0.47^b$	$15.45 \pm 0.29^b$	$14.64 \pm 0.27^c$	$19.52 \pm 0.63^a$
پخته				
$L^*$	$34.98 \pm 2.30^b$	$36.20 \pm 0.12^b$	$35.89 \pm 0.56^b$	$42.43 \pm 1.48^a$
$a^*$	$10.55 \pm 0.04^b$	$11.11 \pm 0.19^a$	$10.43 \pm 0.06^b$	$10.30 \pm 0.23^b$
$b^*$	$12.56 \pm 0.68^{bc}$	$13.26 \pm 0.14^b$	$12.04 \pm 0.02^c$	$19.33 \pm 0.24^a$

میانگین دو تکرار  $\pm$  انحراف استاندارد

نتایج هر سطر که دارای حروف غیرمشترک می‌باشند، از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری ( $P < 0.05$ ) دارند.

می‌تواند به دلیل تغییر در شکل میوگلوبین و آفت رطوبتی باشد که در حین پخت اتفاق می‌افتد و منجر به تیرگی بیشتر رنگ نمونه‌ها خواهد شد.

انجام واکنش مایلارد در حین حرارت‌دادن نیز می‌تواند در این پدیده دخیل باشد (Hunt et al., 1991). شاخص  $a^*$  در برگ‌های خام و پخته فرموله‌شده با آرد بلوط افزایش قابل‌توجهی نسبت به نمونه شاهد داشت که این مقادیر در نمونه‌های پخته‌شده بیشتر بود. دلیل این امر

تیمارهای حاوی آرد بلوط به دلیل محتوای پایین‌تر رطوبت نسبت به نمونه شاهد، میزان روشنی کمتری داشتند. علاوه بر این رنگ تیره‌تر آرد بلوط با میزان شاخص روشنی کمتر از آرد سوخاری استفاده‌شده نیز می‌تواند در این امر دخیل باشد (جدول ۶). پارامترهای رنگ برای آرد بلوط و آرد سوخاری استفاده‌شده در فرمولاسیون در جدول (۶)، آورده شده است. مقادیر روشنی نمونه‌های پخته نسبت به نمونه‌های خام کمتر به دست آمد. این امر

فنولیک روند کندتری از فرایند اکسیداسیون چربی‌ها و در نتیجه مقادیر بالاتری از قرمزی را داشته‌اند. با جایگزینی آرد بلوط، کاهش قابل توجهی در شاخص  $b^*$  نسبت به نمونه شاهد، هم در نمونه‌های خام و هم در نمونه‌های پخته دیده شد. در واقع نمونه شاهد به دلیل حضور آرد سوخاری که رنگی متمایل به زرد دارد، نسبت به تیمارهای حاوی آرد بلوط با ظاهر رنگی تیره‌تر (جدول ۶)، مقدار بیشتری از این شاخص را نشان داد.

می‌تواند حضور ترکیبات فنولیک در آرد بلوط باشد (Sáyago-Ayerdi, Brenes, & Goñi, 2009). در واقع بین شاخص قرمزی و اکسیداسیون رابطه معکوسی وجود دارد. بدین صورت که با افزایش میزان اکسیداسیون چربی‌ها میزان شاخص قرمزی کاهش پیدا می‌کند و بالعکس (Aleson-Carbonell, Fernández-López, Pérez-) (Alvarez, & Kuri, 2005). بنابراین چنین به نظر می‌رسد که نمونه‌های حاوی آرد بلوط، به دلیل حضور ترکیبات

جدول ۶- پارامترهای رنگی آرد بلوط و آرد سوخاری استفاده شده در فرمولاسیون

آرد سوخاری	آرد بلوط	پارامتر
۸۵/۳۴±۰/۲۰	۶۷/۳۱±۰/۳۰	L*
۱/۲۲±۰/۰۱	۶/۰۱±۰/۰۸	a*
۲۳/۲۷±۰/۰۳	۲۱/۰۶±۰/۰۵	b*

میانگین دو تکرار ± انحراف استاندارد

که بین میزان چربی و سختی محصولات گوشتی، رابطه عکس وجود دارد (Gregg, Claus, Hackney, & Marriotti, 1993). حضور ترکیبات فنولیک نیز می‌تواند به دلیل مهار فرایند اکسیداسیون پروتئین‌ها در طول مدت ذخیره‌سازی، در کاهش سختی تأثیرگذار باشد (Kuliev & Poletaeva, 1982). نتایج تعدادی از مطالعه‌ها بیانگر آن بوده که محتوای چربی محصولات گوشتی می‌تواند تأثیر قابل توجهی بر شاخص قابلیت ارتجاع و انسجام داشته باشد. در واقع در سطوح پایین‌تر چربی، مقادیر بالاتری از این شاخص‌ها دیده می‌شود (Troutt et al., 1992).

### خصوصیات بافتی

جدول (۷)، تأثیر افزودن آرد بلوط بر ویژگی‌های بافتی برگر را نشان می‌دهد. آرد بلوط بر همه ویژگی‌های سختی، قابلیت ارتجاع، انسجام، قابلیت جویدن، خاصیت صمغی و فنریت نمونه‌ها مؤثر بود و به‌طور معنی‌داری ( $P < 0/05$ ) باعث کاهش تمامی آنها شد. اما تأثیر آن بر شاخص چسبندگی معنی‌دار نبود. تیمار ۹ درصد آرد بلوط کمترین مقدار را برای همه شاخص‌ها نشان داد.

از آنجایی که تیمار ۹ درصد آرد بلوط بالاترین ظرفیت حفظ چربی را داشت، این امر می‌تواند کمک مؤثری در کاهش سختی آن داشته باشد. تحقیق‌ها نشان داده است

جدول ۷- آنالیز پارامترهای بافت همبرگرهای فرموله شده با درصدهای مختلف آرد بلوط

سطوح جایگزینی آرد بلوط				پارامتر
۹	۶	۳	۰	
۱/۸۲±۰/۱۰ <sup>b</sup>	۲/۱۲±۰/۱۱ <sup>b</sup>	۲/۸۸±۰/۱۱ <sup>a</sup>	۳/۲۳±۰/۲۹ <sup>a</sup>	سختی (نیوتن)
۰/۴۲±۰/۰۰ <sup>b</sup>	۰/۴۷±۰/۰۱ <sup>b</sup>	۰/۵۳±۰/۰۳ <sup>ab</sup>	۰/۶۰±۰/۰۷ <sup>a</sup>	قابلیت ارتجاع (میلی‌متر)
۰/۳۹±۰/۰۱ <sup>b</sup>	۰/۴۳±۰/۰۱ <sup>b</sup>	۰/۴۸±۰/۰۴ <sup>ab</sup>	۰/۵۴±۰/۰۴ <sup>a</sup>	انسجام (بدون بُعد)
۶۳/۵۵±۶/۳۰ <sup>b</sup>	۶۹/۴۷±۱۳/۱۴ <sup>b</sup>	۱۰۳/۶۹±۸/۴۷ <sup>a</sup>	۱۰۴/۸۸±۳/۶۰ <sup>a</sup>	قابلیت جویدن (کیلوگرم در سانتی‌متر)
۱/۱۳±۰/۰۶ <sup>c</sup>	۱/۵۰±۰/۰۴ <sup>b</sup>	۱/۷۱±۰/۰۳ <sup>a</sup>	۱/۸۰±۰/۰۳ <sup>a</sup>	صمغی‌بودن (نیوتن)
۰/۱۲±۰/۰۱ <sup>b</sup>	۰/۱۴±۰/۰۱ <sup>b</sup>	۰/۱۷±۰/۰۰ <sup>b</sup>	۰/۲۴±۰/۰۲ <sup>a</sup>	فنریت (میلی‌متر)
-۰/۲۳±۰/۰۸ <sup>a</sup>	-۰/۳۴±۰/۲۹ <sup>a</sup>	-۰/۴۵±۰/۲۳ <sup>a</sup>	-۰/۷۰±۰/۰۳ <sup>a</sup>	چسبندگی (نیوتن در میلی‌متر)

میانگین دو تکرار ± انحراف استاندارد.

نتایج هر سطر که دارای حروف غیرمشترک می‌باشند، از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری ( $P < 0/05$ ) دارند.

مقایسه با نمونه شاهد بودند.

### ارزیابی حسی

نتایج حاصل از ارزیابی حسی در جدول (۸)، نشان داده شده است. ظاهر و رنگ از جمله ویژگی‌های مهم در انتخاب مشتری هستند. بافت نیز نقش مهمی در تعیین کیفیت فراورده‌های گوشتی دارد. امتیازهای ارزیابی حسی توسط داوران حسی نشان داد که افزودن آرد بلوط به نمونه‌های همبرگر باعث افزایش معنی‌دار ( $P < 0.05$ ) در امتیازهای طعم، بافت، آبداربودن و پذیرش کلی نمونه‌ها شد. بالاتر بودن امتیاز آبداری را می‌توان به قابلیت بالاتر تیمارهای حاوی آرد بلوط در حفظ چربی طی پخت نسبت داد. زیرا آرد بلوط به دلیل جلوگیری از خروج عصاره گوشت در حین پخت، منجر به ایجاد بافتی نرم‌تر و آبدارتر، در تیمارهای فرموله شده با آرد بلوط پس از پخت شد. داده‌های به‌دست‌آمده از آزمون بافت نیز با نتایج حاصل از آزمون حسی مطابقت داشت. نمونه شاهد که بیشترین میزان سختی را در آزمون بافت نشان داد، در آزمون حسی نیز از لحاظ شاخص بافت، کمترین امتیاز را کسب کرد. Ordóñez, Rovira و Jaime (۲۰۰۱)، نیز به این نتیجه رسیدند که سطوح چربی در فرانکفورتها<sup>۲</sup> با آبداری این فراورده همبستگی مثبتی داشتند. از آنجاکه چربی نقش مهمی در بافت فراورده‌های گوشتی دارد، مقادیر پایین چربی، کاهش امتیاز بافت را به دنبال دارد. از این رو فراورده‌های گوشتی کم‌چرب معمولاً سفت‌تر از فراورده‌هایی است که میزان چربی آنها بالاتر هستند (Ahmed, Miller, Lyon, Vaughters, & Reagan, 1990; Serdaroglu & Ozsumer, 2003).

در همین راستا Joseph, Berry و Stanfield (۱۹۹۶) و نیز Troutt و همکاران (۱۹۹۲)، به این نتیجه رسیدند که کاهش میزان چربی در فراورده‌های گوشتی، باعث کاهش شدت طعم آنها نیز خواهد شد. تیمارهای فرموله شده با آرد بلوط از لحاظ شاخص رنگ، امتیاز کمتری نسبت به نمونه شاهد دریافت کردند. در مجموع تیمار ۳ درصد آرد بلوط بیشترین پذیرش کلی را در بین تیمارهای مختلف داشت.

Berry و Leddy (۱۹۸۴)، گزارش دادند که افزایش محتوای چربی در پاتی‌های گوشت منجر به بافت نرم‌تر آنها شد. همچنین Gujral و همکاران (۲۰۰۲)، نشان دادند که چربی تأثیر معنی‌داری بر خاصیت صمغی‌بودن و قابلیت جویدن پاتی‌های گوشت بزرگ خام دارد. در مواد گوشتی حرارت‌دیده با مواد افزودنی اضافه‌شده، پس از فرایند حرارت‌دهی، در پی افزایش ساختار صفحه بتا<sup>۱</sup>، ساختار ماریپیج آلفا<sup>۲</sup> کاهش پیدا کرد و همبستگی معنی‌داری بین این تغییرات ساختاری ثانویه در بافت گوشت و قابلیت اتصال به چربی و آب و خصوصیات بافتی محصولات گوشتی مشخص شد (Gujral et al., 2002). بنابراین باتوجه به ظرفیت حفظ چربی بالای به‌دست‌آمده برای همبرگرهای حاوی آرد بلوط، مقادیر پایین‌تر قابلیت ارتجاع و انسجام نیز برای آنها قابل توجه است. همچنین کاهش معنی‌دار شاخص قابلیت جویدن که با شاخص سختی در ارتباط است، در تیمارهای حاوی آرد بلوط، نشان‌دهنده نرم‌تر شدن نمونه‌ها و در نتیجه کاهش نیروی لازم برای عمل جویدن است. این نیز می‌تواند مرتبط با میزان بالاتر ظرفیت حفظ چربی تیمارهای حاوی آرد بلوط باشد.

Lorenzo, González-Rodríguez و Sánchez, Amado و Franco (۲۰۱۳)، در بررسی اثر عصاره بلوط بر نوعی سوسیس خشک، نتایج مشابهی در این خصوص، به‌دست آوردند. مطالعه‌ها نشان دادند که بین شاخص چروکیدگی و ویژگی‌های بافتی همبستگی مثبتی وجود دارد (Du & Sun, 2005). میزان آب و چربی در گوشت، به‌طور قابل‌توجهی کیفیت فراورده‌های گوشتی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. زمانی که آب و چربی در نمونه‌ای کاهش پیدا کرده و منجر به چروکیدگی می‌شود، پارامترهای سختی، انسجام، قابلیت ارتجاع، خاصیت صمغی‌بودن و نیز قابلیت جویدن افزایش پیدا می‌کنند (Du & Sun, 2005). در این مطالعه نیز بین چروکیدگی با فاکتورهای انسجام، قابلیت ارتجاع و قابلیت جویدن (به ترتیب با ضرایب همبستگی ۰/۷۰۸، ۰/۷۳۴ و ۰/۶۳۸) ارتباط معنی‌داری ( $P < 0.05$ ) مشاهده شد. تیمارهای حاوی آرد بلوط به علت چروکیدگی کمتر نسبت به نمونه شاهد، دارای مقادیر پایین‌تری از این شاخص‌ها، در

<sup>1</sup> Beta Sheet

<sup>2</sup> Alpha Helical

<sup>3</sup> Frankfurter

جدول ۸- نتایج به دست آمده از ارزیابی حسی همبرگرهای فرموله شده با آرد بلوط

پارامتر	سطوح جایگزینی آرد بلوط			
	۹	۶	۳	۰
رنگ	۲/۷۱±۰/۰۲ <sup>c</sup>	۲/۶۲±۰/۰۱ <sup>d</sup>	۲/۹۵±۰/۰۳ <sup>b</sup>	۳/۱۸±۰/۰۳ <sup>a</sup>
طعم	۳/۲۲±۰/۰۲ <sup>b</sup>	۳/۲۴±۰/۰۱ <sup>b</sup>	۳/۴۰±۰/۰۲ <sup>a</sup>	۲/۸۶±۰/۰۸ <sup>c</sup>
بافت	۳/۳۷±۰/۰۲ <sup>b</sup>	۳/۴۰±۰/۰۲ <sup>b</sup>	۳/۵۵±۰/۰۲ <sup>a</sup>	۲/۸۹±۰/۰۴ <sup>c</sup>
آبداربودن	۳/۵۰±۰/۰۴ <sup>b</sup>	۳/۶۴±۰/۰۴ <sup>a</sup>	۳/۶۳±۰/۰۲ <sup>a</sup>	۳/۱۸±۰/۰۳ <sup>c</sup>
پذیرش کلی	۳/۳۴±۰/۰۵ <sup>b</sup>	۳/۴۴±۰/۰۲ <sup>ab</sup>	۳/۵۵±۰/۰۲ <sup>a</sup>	۳/۰۵±۰/۰۷ <sup>c</sup>

میانگین دو تکرار ± انحراف استاندارد

نتایج هر سطر که دارای حروف غیرمشترک می باشند، از لحاظ آماری اختلاف معنی داری ( $P < 0.05$ ) دارند.

### نتیجه گیری

درصد جایگزینی آرد بلوط بود. تنها شاخص رنگ نمونه های فرموله شده با آرد بلوط، امتیاز کمتری نسبت به نمونه شاهد گرفت. بنابراین براساس نتایج به دست آمده، می توان با جایگزینی آرد بلوط در فرمولاسیون همبرگر، ضمن تولید محصولی سالم، ویژگی های فیزیکی و شیمیایی و حسی این فراورده را نیز تا حد زیادی بهبود بخشید.

### تشکر و قدردانی

بدین وسیله از کارخانه پاک جمع مشهد و جناب آقای مهندس میراحمدی برای تأمین نمونه خمیر همبرگر، جهت انجام این تحقیق سپاسگزاری می گردد.

جایگزینی آرد بلوط در فرمولاسیون همبرگر، شاخص های کاهش قطر و افزایش ضخامت را به مقدار زیادی کاهش داد و علاوه بر آن تأثیر به سزایی در به حداقل رساندن آفت پخت و چروکیدگی داشت. همچنین تیمارهای فرموله شده با آرد بلوط، ظرفیت حفظ چربی بالایی داشتند. تیمارها از لحاظ ویژگی های بافتی نیز قابل قبول بوده و همگی در مقایسه با نمونه شاهد بهبود پیدا کردند. نتایج ارزیابی حسی نیز نشان داد که امتیاز شاخص های طعم، بافت، آبداربودن و پذیرش کلی تمامی تیمارها نسبت به نمونه شاهد بالاتر و بیشترین این امتیازها مربوط به تیمار ۳

### منابع

- Ahmed, P., Miller, M., Lyon, C., Vaughters, H., & Reagan, J. (1990). Physical and sensory characteristics of low-fat fresh pork sausage processed with various levels of added water. *Journal of Food Science*, 55(3), 625-628. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1990.tb05192.x>
- Aleson-Carbonell, L., Fernández-López, J., Pérez-Alvarez, J., & Kuri, V. (2005). Characteristics of beef burger as influenced by various types of lemon albedo. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 6(2), 247-255. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ifset.2005.01.002>
- AMSA. (1995). *Research guidelines for cookery, sensory evaluation, and instrumental tenderness measurements of fresh meat*: American meat Science Association in cooperation with National Live Stock and Meat Board, 48-65.
- Berry, B., Joseph, R., & Stanfield, M. (1996). Use of electrical stimulation, hot processing and carrageenan for processing low-fat ground beef patties. *Meat Science*, 42(1), 111-123. doi:[https://doi.org/10.1016/0309-1740\(95\)00008-9](https://doi.org/10.1016/0309-1740(95)00008-9)
- Berry, B., & Leddy, K. (1984). Effects of fat level and cooking method on sensory and textural properties of ground beef patties. *Journal of Food Science*, 49(3), 870-875. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1984.tb13231.x>
- Besbes, S., Attia, H., Deroanne, C., Makni, S & ,Blecker, C. (2008). Partial replacement of meat by pea fiber and wheat fiber: effect on the chemical composition, cooking characteristics and sensory properties of beef burgers. *Journal of Food Quality*, 31(4), 480-489. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1745-4557.2008.00213.x>

- Besbes, S., Ghorbel, R., Salah, R. B., Masmoudi, M., Jedidi, F., Attia, H., & Blecker, C. (2010). Date Fiber Concentrate: Chemical Compositions, Functional Properties and Effect on Quality Characteristics of Beef Burgers. *Journal of Food & Drug Analysis*, 18(1), 8-14 .
- Beuchat, L. R. (1977). Functional and electrophoretic characteristics of succinylated peanut flour protein. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 25(2), 258-261. doi:<https://doi.org/10.1021/jf60210a044>
- Borges, O., Gonçalves, B., de Carvalho, J. L. S., Correia, P., & Silva, A. P. (2008). Nutritional quality of chestnut (*Castanea sativa* Mill.) cultivars from Portugal. *Food Chemistry*, 106(3), 976-984. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.07.011>
- Borges, O. P., Soeiro Carvalho, J., Reis Correia, P., & Paula Silva, A. (2007). Lipid and fatty acid profiles of *Castanea sativa* Mill. Chestnuts of 17 native Portuguese cultivars. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20(2), 80-89. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jfca.2006.07.008>
- Bourne, M. C. (1978). Texture profile analysis. *Food Technology*, 32(72), 62-66 .
- Choi, Y.-S., Choi, J.-H., Han, D.-J., Kim, H.-Y., Lee, M.-A., Kim, H.-W., . . . Kim, C.-J. (2010). Effects of chestnut (*Castanea sativa* Mill.) peel powder on quality characteristics of chicken emulsion sausages. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 30(5), 755-763. doi:<https://doi.org/10.5851/kosfa.2010.30.5.755>
- Du, C. J., & Sun, D. W. (2005). Correlating shrinkage with yield, water content and texture of pork ham by computer vision. *Journal of Food Process Engineering*, 28(3), 219-232. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1745-4530.2005.00408.x>
- Elleuch, M., Bedigian, D., Roiseux, O., Besbes, S., Blecker, C., & Attia, H. (2011). Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: A review. *Food Chemistry*, 124(2), 411-421. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.06.077>
- Georgantelis, D., Blekas, G., Katikou, P., Ambrosiadis, J., & Fletouris, D. J. (2007). Effect of rosemary extract, chitosan and  $\alpha$ -tocopherol on lipid oxidation and colour stability during frozen storage of beef burgers. *Meat Science*, 75(2), 256-264. doi:<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.07.018>
- Giese, J. (1992). Developing low-fat meat products. *Food Technology (USA)*, 46(4), 100-108 .
- Gregg, L., Claus, J., Hackney, C., & Marriott, N. (1993). Low-fat, high added water bologna from massaged, minced batter. *Journal of Food Science*, 58(2), 259-264. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1993.tb04251.x>
- Gujral, H. S., Kaur, A., Singh, N., & Sodhi, N. S. (2002). Effect of liquid whole egg, fat and textured soy protein on the textural and cooking properties of raw and baked patties from goat meat. *Journal of Food Engineering*, 53(4), 377-385. doi:[https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(01\)00180-7](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(01)00180-7)
- Heywood, A., Myers, D., Bailey, T., & Johnson, L. (2002). Functional properties of low-fat soy flour produced by an extrusion-expelling system. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 79(12), 1249. doi:<https://doi.org/10.1007/s11746-002-0635-y>
- Higgs, J. D. (2000). The changing nature of red meat: 20 years of improving nutritional quality. *Trends in Food Science & Technology*, 11(3), 85-95. doi:[https://doi.org/10.1016/S0924-2244\(00\)00055-8](https://doi.org/10.1016/S0924-2244(00)00055-8)
- Hunt, M., Acton, J., Benedict, R., Calkins, C., Cornforth, D., Jeremiah, L., . . . Shivas, S. (1991). *Guidelines for meat color evaluation*. Chicago: American Meat Science Association and National Live Stock and Meat Board, 9-12.
- Institute of Standards and Industrial Research of Iran. (1973). Meat and meat products, measuring the total protein (ISIRI Standard No. 924). Retrieved from <http://standard.isiri.gov.ir/StandardView.aspx?Id=6935> (in Persian)
- Institute of Standards and Industrial Research of Iran. (1992). Cereals and its products, Measurement of the moisture content, references method (ISIRI Standard No. 2705). Retrieved from <http://standard.isiri.gov.ir/StandardView.aspx?Id=46619> (in Persian)
- Institute of Standards and Industrial Research of Iran. (1994). Measurement method of the crude protein of cereals and its products (ISIRI Standard No. 2863). Retrieved from <http://www.isiri.gov.ir/portal/files/std/2863.htm> (in Persian)

- Institute of Standards and Industrial Research of Iran. (2002a). Meat and meat products - Determination of Moisture content - (Reference method) (ISIRI Standard No. 745). Retrieved from <http://standard.isiri.gov.ir/StandardView.aspx?Id=37661> (in Persian)
- Institute of Standards and Industrial Research of Iran. (2002b). Meat and meat products - Method for determining the total ash content - test method (ISIRI Standard No. 744 (revised)). Retrieved from <http://standard.isiri.gov.ir/StandardView.aspx?Id=5551> (in Persian)
- Institute of Standards and Industrial Research of Iran. (2003). Meat and meat products - measuring the moisture the free fat content, test method (ISIRI Standard No. 743). Retrieved from <http://standard.isiri.gov.ir/StandardView.aspx?Id=13511> (in Persian)
- Institute of Standards and Industrial Research of Iran. (2011). Wheat flour, characteristics and test methods (ISIRI Standard No. 103). Retrieved from <http://standard.isiri.gov.ir/StandardView.aspx?Id=51318> (in Persian)
- Jeong, J.-W., Park, K.-J., Kim, M.-H., & Kim, D.-S. (2006). Quality characteristics of Takju fermentation by addition of chestnut peel powder. *Korean Journal of Food Preservation*, 13(3), 329-336 .
- Kinsella, J. E. (1979). Functional properties of soy proteins. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 56(3Part1), 242-258. doi:<https://doi.org/10.1007/BF02671468>
- Kuliev, V., & Poletaeva, L. (1982). Polysaccharides of the fruit of *Crataegus orientalis*. *Chemistry of Natural Compounds*, 18(5), 612-613. doi:<https://doi.org/10.1007/BF00575054>
- Kurt, Ş., & Kilincceker, O. (2012). The effects of cereal and legume flours on the quality characteristics of beef patties. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 18(5), 725-730. doi:<https://doi.org/10.9775/kvfd.2011.6013>
- Larrauri, J. A., Rupérez, P., Borroto, B., & Saura-Calixto, F. (1996). Mango peels as a new tropical fibre: preparation and characterization. *LWT-Food Science and Technology*, 29(8), 729-733. doi:<https://doi.org/10.1006/fstl.1996.0113>
- Lorenzo, J. M., González-Rodríguez, R. M., Sánchez, M., Amado, I. R., & Franco, D. (2013). Effects of natural (grape seed and chestnut extract) and synthetic antioxidants (butylatedhydroxytoluene, BHT) on the physical, chemical, microbiological and sensory characteristics of dry cured sausage "chorizo". *Food Research International*, 54(1), 611-620. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.07.064>
- Ordóñez, M., Rovira, J., & Jaime, I. (2001). The relationship between the composition and texture of conventional and low-fat frankfurters. *International journal of food science & technology*, 36(7), 749-758. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2001.00525.x>
- Özcan, T. (2006). Total protein and amino acid compositions in the acorns of Turkish *Quercus L. taxa*. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 53(2), 419-429. doi:<https://doi.org/10.1007/s10722-004-1337-3>
- Pereira-Lorenzo, S., Ramos-Cabrer, A. M., Díaz-Hernández, M., Ciordia-Ara, M., & Ríos-Mesa, D. (2006). Chemical composition of chestnut cultivars from Spain. *Scientia Horticulturae*, 107(3), 306-314. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2005-08-008>
- Sabeti, H. (1994). *Forests, trees and shrubs of Iran. (2nd edition)*: Yazd university.
- Sánchez-Zapata, E., Muñoz, C., Fuentes, E., Fernández-López, J., Sendra, E., Sayas, E., . . . Pérez-Alvarez, J. (2010). Effect of tiger nut fibre on quality characteristics of pork burger. *Meat Science*, 85(1), 70-76. doi:<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.12.006>
- Sáyago-Ayerdi, S., Brenes, A., & Goñi, I. (2009). Effect of grape antioxidant dietary fiber on the lipid oxidation of raw and cooked chicken hamburgers. *LWT-Food Science and Technology*, 42(5), 971-976. doi:<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2008.12.006>
- Serdaroglu, M. (2006). The characteristics of beef patties containing different levels of fat and oat flour. *International Journal of Food Science & Technology*, 41(2), 147-153. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2005.01041.x>
- Serdaroglu, M., & Ozsumer, M. (2003). Effects of soy protein, whey powder and wheat gluten on quality characteristics of cooked beef sausages formulated with 5, 10 and 20% fat. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities*, 6(2), 3 .

- Sheridan, J., Allen, P., Ziegler, J., Marinkov, M., Suvakov, M., & Heinz, G. (1991). *Guidelines for slaughtering, meat cutting and further processing*: FAO.
- Talukder, S., & Sharma, D. (2010). Development of dietary fiber rich chicken meat patties using wheat and oat bran. *Journal of food science and technology*, 47(2), 224-229. doi:<https://doi.org/10.1007/s13197-010-0027-z>
- Teye, G., Teye, M., & Boamah, G. (2012). The effect of cowpea (*Vigna unguiculata*) flour as an extender on the physico-chemical properties of beef and ham burgers. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 12(7), 7019-7034 .
- Troutt, E., Hunt, M., Johnson, D., Claus, J., Kastner, C., Kropf, D., & Stroda, S. (1992). Chemical, physical, and sensory characterization of ground beef containing 5 to 30 percent fat. *Journal of Food Science*, 57(1), 25-29. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1992.tb05416.x>
- Ziegler, G., & Acton, J. (1984). Mechanisms of gel formation by proteins of muscle tissue. *Food Technology*, 38(5), 77-82 .



## The Effect of Chestnut (*Quercus Brantii*) Flour Substitution on the Physicochemical and Sensory Properties of Burgers

Vahideh Salarkarimi<sup>1</sup>, Mohammad Javad Varidi<sup>2\*</sup>, Mehdi Varidi<sup>2</sup>

1- MSc. Student, Department of Food Science and Technology, Ferdowsi University of Mashhad, Iran

2- Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Ferdowsi University of Mashhad, Iran

\* Corresponding author (mjvaridi@um.ac.ir)

### Abstract

In this study, the effect of chestnut flour substitution on the physicochemical and sensory properties of burger (30% meat) was investigated. Chestnut flour levels were 0, 3, 6 and 9% that were replaced with toasted flour in the formulation. Chestnut flour improved all the treatments cooking characteristics significantly ( $P<0.05$ ) including diameter reduction, thickness increase, cooking loss, shrinkage and fat retention capacity and also texture indices except adhesiveness. The color parameters of  $L^*$  and  $b^*$  of the treated sample were significantly ( $P<0.05$ ) higher than control sample whereas its  $a^*$  was lower. In samples sensory analysis, all of chestnut flour treatments got higher scores compared to control sample in terms of flavor, texture, juiciness and overall accepting. But the control sample was more favorable in terms of color index. According to the obtained results, with chestnut flour replacement in the formulation of burgers, physicochemical and sensory characteristics of this product can improve acceptably.

**Keywords:** Burger, Chestnut flour, Physicochemical Properties, Sensory Evaluation