

# تأثیر تیمار فراصوت بر ویژگی‌های فیزیکی و بافتی گوشت گاو در طی نگهداری در دمای یخچال و پس از رفع انجماد

عبدالرحمن حمزه<sup>۱</sup>، فریبا زینالی<sup>۲\*</sup>، هادی الماسی<sup>۳</sup>

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

۲- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

۳- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

(تاریخ دریافت: ۹۶/۱۰/۰۹ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۴/۲۱)

## چکیده

هدف از این مطالعه، بررسی اثر تیمار اولتراسوند بر خواص فیزیکوشیمیایی و بافتی گوشت گاو بود. تیمار اولتراسوند در دو فرکانس ۶۰ و ۴۰ کیلوهرتز به مدت‌های ۱۵ و ۳۰ دقیقه بر روی گوشت تازه اعمال شد. سپس قطعات گوشت به مدت ۸ روز در دمای یخچال (۴ درجه سانتی‌گراد) نگهداری شده و خواص شیمیایی و فیزیکی آن‌ها در بازه‌های زمانی ۱، ۴ و ۸ روزه مورد ارزیابی قرار گرفت. تیمار اولتراسوند باعث کاهش pH و ظرفیت نگهداری آب شد. با انجام تیمار فراصوت، افت پخت افزایش یافت و افت حاصل از رفع انجماد کاهش یافت و نمونه تیمار شده با فرکانس ۴۰ کیلوهرتز و مدت زمان ۳۰ دقیقه بیشترین میزان تغییرات در این پارامترها را نشان داد. تیمار فراصوت تأثیر معنی‌داری بر روی ظرفیت نگهداری آب در گوشت نداشت ( $p > 0/05$ ). تأثیر تیمار اولتراسوند بر روی سفتی گوشت، بسته به پارامترهای فرکانس، زمان تیمار و مدت نگهداری متفاوت بود. گوشت تیمار شده با فرکانس ۴۰ کیلوهرتز به مدت ۱۵ دقیقه، در روز چهارم کمترین سفتی بافت را نشان داد. تصاویر میکروسکوپی نوری تهیه‌شده از نمونه‌ها حاکی از تغییر در ساختار میوفیبریل‌ها و افزایش فضای بین الیاف عضلانی بود و با کاهش فرکانس و افزایش زمان تیمار، تغییر در ساختار میوفیبریل‌ها بیشتر شد. با بررسی کلی تمام پارامترها مشخص شد که استفاده از فرکانس ۴۰ کیلوهرتز به مدت ۳۰ دقیقه بهترین تأثیر را بر روی خصوصیات کیفی گوشت داشته و می‌تواند بعنوان یک تیمار موثر پس از ذبح دام مورد استفاده قرار گیرد.

**کلید واژگان:** گوشت گاو، تیمار اولتراسوند، سفتی بافت، خواص فیزیکوشیمیایی

\*مسئول مکاتبات: f.zeynali@urmia.ac.ir

## ۱- مقدمه

گوشت یکی از مهمترین منابع پروتئینی به شمار می‌آید. غنی بودن گوشت از پروتئین‌های ارزشمند حاوی اسیدهای آمینه ضروری برای بدن، مواد معدنی مانند آهن و روی، انواع ویتامین‌ها و نیز انرژی کافی سبب می‌شود تا آن را در زمره بهترین و کاملترین مواد غذایی طبقه بندی نمایند.

در بین همه‌ی ویژگی‌های کیفی و خوراکی گوشت، بافت و تردی، بیشترین اهمیت را از نظر مصرف کنندگان دارد. عوامل تعیین کننده سفتی شامل نوع عضله به عنوان مثال سمی ممبرانوس جزء عضلات زیر و سمی تندینوسوس جزء عضلات نرم است [۱]. گونه و نژاد، جنسیت، اندازه جثه و میزان بافت پیوندی نیز از جمله عوامل تأثیرگذار است [۲]. علاوه بر این، مشکلاتی مانند سفتی حاصل از جمود نعشی، گوشت PSE و DFD، کوتاه شدگی عضله در اثر سرما، Rigor Shortening و جمود نعشی به هنگام رفع اجساد صنعت گوشت را درگیر خود کرده است (۳). یکی دیگر از مشکلات صنعت گوشت، مسائل بوجود آمده در اثر انجماد است. انجماد باعث تعدادی پدیده مشخص فیزیکی و بیولوژیکی می‌شود که بعد از رفع انجماد قابل مشاهده اند، شامل خروج خونابه، تغییر انسجام و مهمتر از همه کاهش کیفیت حسی [۴]. بنابراین اعمال تغییراتی برای کاهش آسیب‌ها و افزایش خواص مطلوب الزامی است. مطالعات مختلفی جهت افزایش تردی بافت گوشت و همچنین حفظ کیفیت آن پس از رفع انجماد انجام گرفته است.

یکی از روش‌های نسبتاً جدید برای فرآوری مواد غذایی استفاده از تیمار فراصوت با قدرت بالا است. التراسوند شکلی از انرژی تولید شده توسط امواج صوتی با فرکانس بالا (بالای ۲۰ kHz) است. التراسوند دارای امواج با فرکانس بالا در محدوده مگاهرتز است که برای ارزیابی و تشخیص استفاده می‌شود و نیز امواج با فرکانس پایین در محدوده کیلوهرتز که از آن به عنوان التراسوند قدرتی نامبرده می‌شود [۵-۷]. عملکرد التراسوند قدرتی عموماً وابسته به ارتعاشاتش است که تولید کایتاسیون در مایعات و بافت‌های بیولوژیک می‌کند. کایتاسیون شامل شکل گیری، رشد و متلاشی شدن مداوم

میکرو حباب‌ها در یک محیط آبی است و تحت تأثیر تنش وارد شده در اثر این پدیده، تغییرات بیولوژیکی مختلفی در مواد رخ می‌دهد [۸ و ۹].

التراسوند اولین بار در سال ۱۹۵۰ به عنوان یک ابزار غیر مخرب برای ارزیابی کیفیت لاشه در صنعت گوشت استفاده شد. استفاده از التراسوند قدرتی در صنعت گوشت می‌تواند خواص فیزیکی، بیوشیمیایی و میکروبی گوشت را تغییر دهد. به عنوان مثال روی تردی گوشت تأثیر داشته، رنگ گوشت و ثبات رنگی آن را بهبود داده و همچنین می‌تواند باعث اختلال فیزیکی (شکستگی) در بافت گوشت شود. بطوری که از هم گسستن و حلالیت پروتئین‌های میوفیبریلاری را بهبود داده و باعث متلاشی شدن بافت پیوندی می‌شود. التراسوند همچنین با تأثیر روی ظرفیت نگهداری آب و بافت و خواص عملکردی گوشت می‌تواند خروج خونابه و افت پخت را کاهش دهد. تیمار فراصوت بعنوان فرآیندی ارزان و کم هزینه، گزینه‌ای مناسب جهت استفاده در صنایع گوشت می‌باشد و [۱۰-۱۲]. مطالعات معدودی در مورد اثر تیمار التراسوند بر روی ویژگی‌های کیفی گوشت‌های مختلف وجود دارد که اکثر آنها مربوط به تأثیر روی تردی گوشت است و سایر خصوصیات کیفی گوشت بررسی نشده است. به عنوان مثال Lyng و همکاران (۱۱) و Chang و همکاران [۱۲] با استفاده از حمام التراسوند با فرکانس پایین (۳۴ و ۴۲ KHz) و شدت بالا (۲۹ و ۴۰ وات بر سانتی متر مربع) هیچ بهبودی در سفتی گوشت مشاهده نکردند در صورتی که Smith و همکاران [۱۳] با استفاده از حمام التراسوند (۲۵/۹ KHz) متوجه کاهش قابل توجهی در سفتی بافت گوشت شدند. همچنین Dolatowski و همکاران [۴] با فرکانس ۲۵ KHz و شدت ۲ وات بر سانتی متر مربع تغییرات قابل توجهی در میزان تردی فقط برای گوشت پخته شده در ۵۰°C مشاهده کردند اما در ۷۰°C بهبودی در تردی بافت مشاهده نشد. با وجود این تناقضات، Stadnik و همکاران [۱۴] ریز ساختار گوشت تیمار شده با التراسوند را بررسی کرده و مشاهده کردند که بسیاری از صفحه‌های Z و میوفیبریل‌ها و سارکومرها در نمونه التراسوند شده متلاشی شده‌اند. بنابراین آنها اثر التراسوند در افزایش تردی گوشت را تأیید نمودند.

در این تحقیق، تأثیر تیمار التراسوند بر روی خواص فیزیکی و بافتی گوشت قرمز مورد بررسی قرار گرفته است تا با تکیه

1. Rigor mortis
2. Pale.Soft.Exudativ
3. Dark.Firm. Dry
4. cold shortening

مجدداً وزن شد. با استفاده از رابطه زیر میزان ظرفیت نگهداری آب محاسبه گردید.

$$100 \times \text{وزن نمونه قبل از سانتریفیوژ} / (\text{وزن نمونه بعد از آون گذاری} - \text{وزن نمونه بعد از سانتریفیوژ}) = \text{WHC}$$

## ۲-۴- افت پخت

جهت انجام این آزمایش هر نمونه گوشت پس از توزین دقیق در کیسه‌ی پلاستیکی زی پک بسته‌بندی شد و در بن ماری ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۵ دقیقه قرار داده شد. سپس تا رسیدن به دمای محیط خنک شده و ترشحات آن خارج شد. در نهایت با دستمال حوله‌ای کاغذی خشک، توزین شد میزان افت حاصل از پخت برحسب درصد طبق فرمول زیر محاسبه گردید [۱۷].

$$100 \times (\text{وزن نمونه پخته} - \text{وزن نمونه پخته} - \text{وزن نمونه خام})$$

= افت پخت

## ۲-۵- تعیین میزان خروج خونابه در هنگام رفع

### انجماد

نمونه‌ها بعد از تیمار اولتراسوند به صورت دقیق توزین شده و در زی پک و ظروف یک‌بار مصرف پلاستیکی بسته‌بندی شدند. سپس به یخچال منتقل و تا ۴ درجه سانتی‌گراد سرد شدند پس از گذشتن ۸ ساعت به فریزر منتقل شده و در ۱۸- درجه سانتی‌گراد منجمد شده و به مدت ۱۲ روز در همان حالت نگهداری شدند. سپس از فریزر خارج و در دمای محیط تا آب شدن کامل یخ‌های آن رفع انجماد شدند. ترشحات خارج شده از گوشت جدا شد. نمونه‌ها با دستمال حوله‌ای کاغذی در حد ممکن خشک شدند و بعد از وزن کردن نمونه‌ها میزان خروج خونابه به صورت زیر محاسبه شد [۴].

$$100 \times \text{وزن نمونه قبل از انجماد} / (\text{وزن نمونه بعد از رفع انجماد} - \text{وزن نمونه قبل از انجماد}) = \text{درصد خروج خونابه}$$

## ۲-۶- آنالیز بافت

آزمون نفوذ با دستگاه آنالیز بافت ( texture Analyser, TA.XT Plus, StableMicro Systems, uk) انجام گردید. آزمون نفوذ با استفاده از یک پروب استوانه‌ای با قطر ۵ میلی‌متر و در جهت موازی با تارهای عضلانی انجام گرفت. سرعت حرکت پروب بر روی ۲ میلی‌متر بر ثانیه و تغییر شکل ایجاد شده بر روی ۰.۵٪ تنظیم شد. نمودارهای نیرو-زمان از

بر نتایج آن بتوان اولتراسوند را به عنوان یک روش نوین در فراوری محصولات گوشتی بیشتر مورد توجه قرار داد.

## ۲- مواد و روش‌ها

### ۲-۱- آماده سازی و تیمار نمونه های گوشت

گوشت ران گاو تازه از کشتارگاه صنعتی شهر ارومیه خریداری و به آزمایشگاه تکنولوژی گروه صنایع غذایی منتقل شد. پس از جداسازی قسمت‌های زائد و چربی قابل رویت گوشت به قطعات ۳-۵ cm در ۲-۳ cm خرد شد.

تیمار اولتراسوند توسط یک پردازنده اولتراسوند از نوع حمام با ابعاد تانک داخلی (۳۰۰×۱۵۰×۲۴۰ میلی‌متری) و فرکانس‌های ۶۰ KHz و ۴۰ و ۷۰٪ در دمای ۲۵°C به مدت زمان ۱۵ و ۳۰ دقیقه انجام گرفت. بدین صورت که تکه‌های گوشت در کف بشرهای ۱ لیتری به صورت یک‌لایه چیده شده و بشر داخل حمام قرار گرفته و تحت تیمار فراصوت قرار گرفت. از نمونه های گوشت بدون تیمار فراصوت به عنوان نمونه‌های شاهد استفاده شد. سپس هر تیمار به ۴ گروه ۷۰-۵۰ گرمی تقسیم شده و بعد از توزین در کیسه پلاستیک‌های زی پک برای جلوگیری از اعمال فشار وزن بسته‌ها بر روی هم در ظروف یک‌بار مصرف ۱۰ در ۲۰ بسته‌بندی شده. و تا زمان آنالیز در یخچال (دمای ۴°C) نگهداری شدند. در طول نگهداری، در دوره‌های ۱، ۴ و ۸ روز آزمون‌های مختلف بر روی نمونه‌های گوشت انجام شد.

### ۲-۲- اندازه گیری pH

مقدار ۲۰ گرم گوشت با استفاده از خردکن کاملاً خرد و یکدست شد سپس با ۸۰ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط شده و خوب هموژن شد. سپس pH گوشت توسط pH متر در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری شد [۱۵].

### ۲-۳- تعیین ظرفیت نگهداری آب (WHC)

از روش Kocher و Foegeding [۱۶] با کمی تغییرات برای تعیین ظرفیت نگهداری آب استفاده شد. گوشت گاو توسط خردکن به صورت خمیر درآمده سپس ۲ گرم از نمونه درون کاغذ صافی واتمن شماره ۱ گذاشته شده و کاغذ صافی به همراه نمونه درون دستگاه سانتریفیوژ با دور ۶۰۰۰ و به مدت ۵ دقیقه قرار داده شد. نمونه سانتریفیوژ شده توزین و در آون ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲ ساعت خشک شده و

21 و آزمون دانکن در سطح احتمال 5% ( $p < 0.05$ ) برای تأیید وجود اختلاف بین میانگین‌ها استفاده شد.

طریق نرم‌افزار سیستم رسم گردیدند. بدین ترتیب پارامترهای سفتی (به‌عنوان حداکثر نیروی لازم برای نفوذ پروب به بافت گوشت) محاسبه شد.

## ۲-۷- تصویر برداری از بافت با میکروسکوپ

### نوری

برای مشاهده و مطالعه بافت گوشت توسط میکروسکوپ، ضخامت نمونه بافتی باید به اندازه‌ای باشد که نور عبور کرده از کندانسور میکروسکوپ بتواند از آن عبور کرده و به عدسی شیئی برسد. بنابراین نمونه‌ها به ضخامت ۵ تا ۱۰ میکرون برش داده شدند. پس از آماده سازی بافت، رنگ آمیزی با هماتوکسیلین - ائوزین انجام شده و با بزرگ نمایی ۱۰۰ تصویر برداری توسط میکروسکوپ نوری انجام شد.

## ۲-۸- تجزیه و تحلیل آماری

همه آزمون‌ها در سه تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی به منظور تعیین تأثیر تیمار فراصوت و زمان نگهداری بر خصوصیات گوشت انجام شدند. از نرم افزار آماری SPSS

## ۳- نتایج و بحث

### ۳-۱- اثر تیمار اولتراسوند بر pH

نتایج حاصل از اندازه‌گیری pH گوشت در جدول ۱ آورده شده است. در روز اول (بلا فاصله بعد از اعمال تیمار اولتراسوند) با افزایش فرکانس و زمان مورد استفاده برای تیمار، pH افزایش یافت و نمونه تیمار شده با فرکانس KHz ۶۰ به مدت ۳۰ دقیقه بیشترین pH و نمونه شاهد پایین‌ترین pH را دارا بود. این افزایش pH می‌تواند به علت آسیب به ساختار سلولی و آزاد شدن یون‌ها به داخل سیتوزول و یا به علت تغییر ساختار پروتئینی که موجب تغییر در برخی از گروه‌های یونی می‌شود باشد [۱۸]. همچنین با گذشتن زمان بیشتری از نگهداری نمونه‌ها در دمای یخچال مشاهده شد که pH در نمونه های تیمار شده، با شدت بیشتری کاهش یافته است. این کاهش سریع pH نشان دهنده افزایش سرعت گلیکولیز در اثر تیمار اولتراسوند است [۳].

**Table 1** Effect of ultrasound treatment on the pH of beef during storage in refrigerator

Sample	Storage time (day)		
	1	4	8
Control	6.30±0.22 <sup>ab</sup>	6.17±0.10 <sup>abA</sup>	6.01±0.14 <sup>cA</sup>
60kHz-15min	6.60±0.03 <sup>bcB</sup>	6.34±0.30 <sup>cB</sup>	5.80±0.07 <sup>bA</sup>
60kHz-30min	6.71±0.07 <sup>cC</sup>	6.29±0.16 <sup>bcB</sup>	5.69±0.58 <sup>abA</sup>
40kHz-15min	6.46±0.01 <sup>abB</sup>	6.28±0.06 <sup>bcB</sup>	5.78±0.06 <sup>bA</sup>
40kHz-30min	6.57±0.02 <sup>bcC</sup>	6.35±0.11 <sup>bcB</sup>	5.58±0.38 <sup>aA</sup>

Means with different lowercase letters indicate significant differences ( $p < 0.05$ ) within a column.

Means with different uppercase letters indicate significant differences ( $p < 0.05$ ) within a raw.

۴۰ دقیقه نشان داد که تیمار انجام شده در مدت ۲۰ دقیقه بیشترین ظرفیت نگهداری آب را داشته است. پس باید در استفاده از اولتراسوند با زمان‌های بالا محتاط بود. در تحقیق حاضر بجز نمونه تیمار شده با فرکانس KHz ۴۰ در مدت ۱۵ دقیقه، با افزایش زمان نگهداری کاهش معنی داری در میزان نگهداری آب نمونه‌های تیمار شده ملاحظه گردید. این موضوع را اینگونه می‌توان توضیح داد که احتمالاً اولتراسوند بر ساختار پروتئین‌های میوفیبریلی تأثیر گذاشته است. دلیل دیگر برای این تغییر را می‌توان کاهش سریع pH دانست.

## ۳-۲- اثر تیمار اولتراسوند بر ظرفیت نگهداری

### آب (WHC)

نتایج حاصل از تعیین ظرفیت نگهداری آب در جدول ۲ آورده شده است. بین شاهد و نمونه‌های تیمار شده با اولتراسوند از نظر ظرفیت نگهداری آب، تفاوت آماری معنی داری مشاهده شد. نمونه تیمار شده با فرکانس KHz ۴۰ به مدت ۳۰ دقیقه بیشترین ظرفیت نگهداری آب را دارا بود. نتایج مطالعات Li و همکاران [۱۹] بر روی ژل گوشت سینه مرغ تیمار شده با اولتراسوند با فرکانس KHz ۴۰ در مدت های ۱۰، ۲۰، ۳۰،

**Table 2** Effect of ultrasound treatment on the water holding capacity (%) of beef during storage in refrigerator

Sample	Storage time (day)		
	1	4	8
Control	50.90±0.55 <sup>aA</sup>	50.60±0.62 <sup>aA</sup>	50.10±4.42 <sup>aA</sup>
60kHz-15min	59.70±0.40 <sup>abB</sup>	55.46±2.74 <sup>aAB</sup>	48.51±2.37 <sup>aA</sup>
60kHz-30min	59.70±0.85 <sup>abB</sup>	54.43±1.00 <sup>aAB</sup>	49.60±1.76 <sup>aA</sup>
40kHz-15min	54.86±2.60 <sup>abA</sup>	51.96±3.36 <sup>aA</sup>	50.16±2.47 <sup>aA</sup>
40kHz-30min	61.76±4.41 <sup>bB</sup>	54.36±0.66 <sup>aA</sup>	53.93±1.87 <sup>aA</sup>

Means with different lowercase letters indicate significant differences ( $p < 0.05$ ) within a column.

Means with different uppercase letters indicate significant differences ( $p < 0.05$ ) within a row.

است به نحوی که در روز ۴ این نمونه دارای پایین ترین افت پخت در بین تمامی نمونه ها است. علت این افزایش افت توسط تیمار اولتراسوند را می توان این گونه بیان کرد که تیمار اولتراسوند به علت تاثیر روی پروتئین های میوفیبریلی در مرحله نخست پخت را تسهیل نموده و لذا میزان مایعات خروجی از گوشت را افزایش داده است [۳]. نتایج حاصل از این مطالعه با نتایج حاصل از مطالعات صورت گرفته توسط Li و همکاران [۱۹] بر روی بهبود خواص ژل گوشت با استفاده از تیمار اولتراسوند (۴۰ KHz) مطابقت دارد. آن ها گزارش کردند که با افزایش مدت تیمار افت پخت افزایش می یابد.

### ۳-۳- اثر تیمار اولتراسوند بر روی افت پخت

نتایج حاصل از تعیین افت پخت نمونه های گوشتی در طول مدت نگهداری در یخچال در جدول ۳ آمده است. تیمار اولتراسوند بلافاصله بعد از اعمال تیمار باعث افزایش افت پخت شده، به نحوی که نمونه شاهد کمترین میزان افت پخت و نمونه تیمار شده با فرکانس ۶۰ KHz به مدت ۱۵ دقیقه بیشترین افت را دارا بود، بقیه نمونه ها تفاوت معنی داری با هم نداشتند. با افزایش مدت نگهداری در نمونه شاهد، افت پخت افزایش یافت ولی در تیمار ها ابتدا کاهش و سپس افزایش مشاهده می شود، این روند کاهش و سپس افزایش در نمونه تیمار شده با فرکانس ۶۰ KHz به مدت ۱۵ دقیقه شدیدتر

**Table 3** Effect of ultrasound treatment on the cooking loss (%) of beef during storage in refrigerator

Sample	Storage time (day)		
	1	4	8
Control	37.47±2.43 <sup>aA</sup>	38.97±0.19 <sup>bA</sup>	46.22±0.23 <sup>aB</sup>
60kHz-15min	46.42±1.39 <sup>cB</sup>	35.13±0.41 <sup>aA</sup>	43.72±3.71 <sup>aB</sup>
60kHz-30min	43.54±1.41 <sup>bA</sup>	40.01±0.39 <sup>bA</sup>	44.40±2.92 <sup>aA</sup>
40kHz-15min	41.25±0.69 <sup>bAB</sup>	40.14±0.96 <sup>bA</sup>	44.76±3.53 <sup>aB</sup>
40kHz-30min	44.33±0.31 <sup>bB</sup>	39.43±0.52 <sup>bA</sup>	45.53±1.77 <sup>aB</sup>

Means with different lowercase letters indicate significant differences ( $p < 0.05$ ) within a column.

Means with different uppercase letters indicate significant differences ( $p < 0.05$ ) within a row.

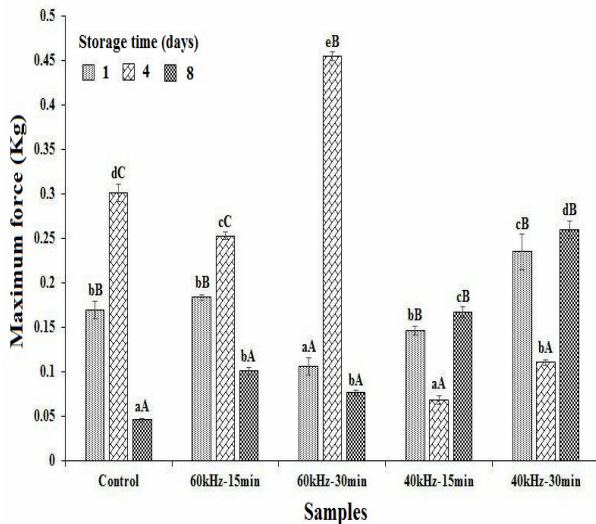
عش کاهش افت به صورتی معنی دار شد. احتمالاً نمونه تیمار شده با فرکانس ۴۰ KHz به مدت ۱۵ دقیقه انرژی کافی برای ایجاد تغییرات ساختاری و پروتئین ها به خصوص پروتئین های میوفیبریلی را دریافت نکرده بود. نمونه تیمار شده با فرکانس ۴۰ KHz به مدت ۳۰ دقیقه کمترین افت را دارا بود که به علت ظرفیت نگهداری آب بالای آن می باشد. علت را می توان اینگونه توضیح داد که تیمار اولتراسوند باعث تغییرات بافتی

### ۳-۴ - اثر تیمار اولتراسوند روی افت ناشی از

#### انجماد زدایی

پس از رفع انجماد از نمونه های منجمد در دمای اتاق، افت حاصله اندازه گیری شد که نتایج آن در شکل ۱ قابل مشاهده است. تیمار اولتراسوند در نمونه های تیمار شده به غیر از نمونه تیمار شده با فرکانس ۴۰ KHz به مدت ۱۵ دقیقه با

مانند فرکانس و مدت‌زمان اعمال تیمار و نیز مدت‌زمان نگه‌داری دارای اثرات متفاوتی بر روی بافت گوشت می‌باشد، اما به نظر می‌رسد اعمال فرکانس بالا در پایان دوره نگهداری و فرکانس کمتر در اواسط دوره، بر ترد شدن گوشت اثر قابل توجهی داشته است.

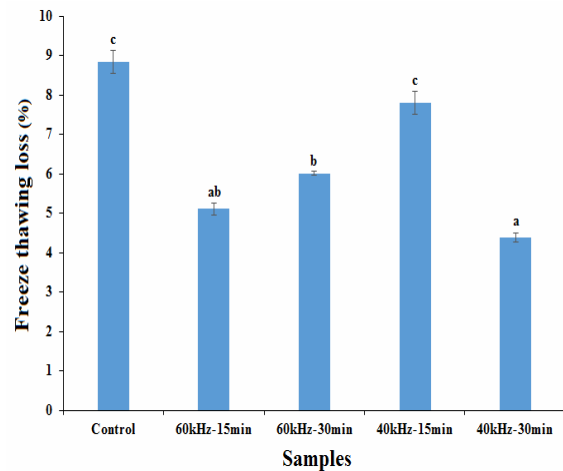


**Fig 2** Effect of ultrasound treatment on the textural stiffness of beef samples. Different lowercase letters show significantly different ( $p < 0.05$ ) between all samples and different uppercase letters show significantly different ( $p < 0.05$ ) between times for each sample.

### ۳-۶- آزمون میکروسکوپی بافت

تصاویر میکروسکوپ نوری (بزرگ‌نمایی ۱۰۰) نمونه‌های گوشت گاو تیمار شده با اولتراسوند و نمونه شاهد در شکل ۳ نمایش داده شده است. تمامی فیبرهای ماهیچه‌ای نمونه شاهد ساختار سازمان‌یافته‌ای دارند و به‌دقت با یکدیگر متصل شده‌اند. درحالی‌که در بخش‌های عرضی ماهیچه‌های تیمار شده با اولتراسوند، شکاف بین الیاف دیده می‌شود. در تصاویر فروپاشی ساختار میوفیبریل‌ها و افزایش فضای بین الیاف تا حدی قابل مشاهده می‌باشد. این مطالعه نشان داد که در اثر تیمار با اولتراسوند الیاف عضلانی تغییر کرده و غشای سلولی تا حدودی تخریب شد. مشاهده ریزساختار نمونه‌های تیمار شده نیز مؤید نتایج به‌دست‌آمده در بخش خصوصیات بافتی است.

بخصوص تغییرات بافتی ناشی از تغییر در مولکول‌های پروتئین، شده و ظرفیت نگهداری آب را تغییر داده است.



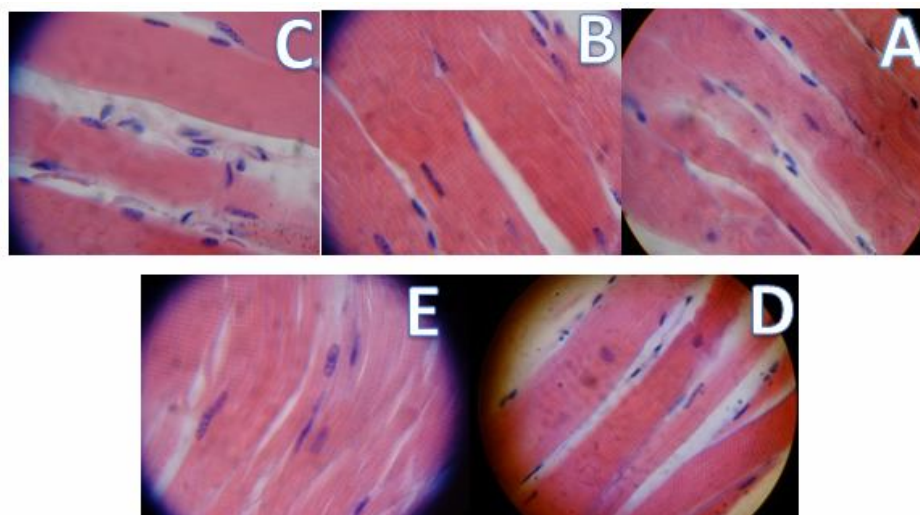
**Fig 1** The weight loss of beef samples treated with ultrasound treatment after freeze thawing. Different letters show significant differences between samples ( $p < 0.05$ ).

### ۳-۵- اثر تیمار اولتراسوند بر روی ویژگی‌های

#### بافتی گوشت گاو طی آزمون نفوذ

تأثیر تیمار اولتراسوند بر روی بافت گوشت گاو و از طریق تعیین نیروی لازم جهت نفوذ به گوشت بر کیلوگرم در روزهای مختلف از زمان نگهداری گوشت در دمای یخچال در شکل ۲ نمایش داده شده است. در روز اول بین نمونه‌های تیمار شده با فرکانس‌های ۴۰ و ۶۰ به مدت ۱۵ دقیقه و نمونه شاهد تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ولی نمونه تیمار شده با فرکانس ۴۰ KHz به مدت ۳۰ دقیقه باعث افزایش و نمونه تیمار شده با فرکانس ۶۰ KHz به مدت ۳۰ دقیقه باعث کاهش حداکثر نیروی لازم برای نفوذ به گوشت شد. در روز چهارم همه‌ی نمونه‌های تیمار شده به‌جز نمونه تیمار شده با فرکانس ۶۰ KHz به مدت ۳۰ دقیقه نسبت به شاهد در همان روز کاهش در میزان حداکثر نیرو را نشان دادند که این کاهش در نمونه تیمار شده با فرکانس ۶۰ KHz به مدت ۳۰ دقیقه دقیقاً ملموس‌تر است. در روز هشتم شاهد کم‌ترین و نمونه تیمار شده با فرکانس ۴۰ KHz به مدت ۳۰ دقیقه بیشترین سفتی را

دارا هستند. در حالت کلی تیمار اولتراسوند بسته به پارامترهایی



**Fig 3** Microscopic images of beef sample; A: control, B: treated with 40 KHz for 15 min, C: treated with 40 KHz for 30 min, D: treated with 60 KHz for 15 min, E: treated with 60 KHz for 30 min

#### ۴- نتیجه گیری

تیمار اولتراسوند با فرکانس‌های (۶۰ و ۴۰ KHz) به مدت‌های ۱۵ و ۳۰ دقیقه برای هر فرکانس بر روی گوشت گاو اعمال شد. در بررسی خصوصیات گوشت گاو با اعمال تیمار اولتراسوند و افزایش فرکانس و زمان pH افزایش یافته و در طول زمان نگهداری سرعت کاهش pH در نمونه‌های تیمار شده بیشتر بود. میزان WHC توسط تیمار اولتراسوند افزایش یافت، به طوری که در نمونه تیمار شده با فرکانس ۴۰ KHz به مدت ۳۰ دقیقه بیشترین میزان را داشت. افت پخت بلافاصله بعد از تیمار اولتراسوند افزایش یافته و در طول نگهداری یکرورد ابتدا کاهش و سپس افزایشی را نشان داد که این روند در شاهد افزایشی بود. افت ناشی از رفع انجماد با اعمال تیمار اولتراسوند کاهش یافته و نمونه تیمار شده با فرکانس ۴۰ KHz به مدت ۳۰ دقیقه کمترین افت را دارا بود. با ارزیابی ویژگی بافتی مشاهده شد که اعمال تیمار اولتراسوند ذر فرکانس‌ها و زمان‌های متفاوت و همچنین در طول مدت نگهداری می‌تواند اثرات متفاوتی بر سفتی داشته باشد. تصاویر میکروسکوپی تهیه شده از نمونه‌ها نشان‌دهنده تغییر در ساختار میوفیبریل‌ها و افزایش فضای بین الیاف بود. به‌طور کلی با در نظر گرفتن تمامی نتایج به‌دست آمده، استفاده از تیمار اولتراسوند با فرکانس ۴۰ KHz به مدت ۳۰ دقیقه سبب تأثیرات قابل توجه و متفاوتی بر خواص فیزیکی‌شیمیایی گوشت شد.

#### ۵- منابع

- [1] Lawrie R. A. Ledward D.A. High-frequency ultrasound on ageing rate, ultrastructure and some physico-chemical properties of beef. *Meat Science*, 2006; (51): 35-42.
- [2] Soltanizadeh N. Comparison of physicochemical and electrophoretic properties of beef. 1386; Ms.C thesis report, *Isfahan Industrial University*, Isfahan, Iran [In Farsi].
- [3] Soltanizadeh S. Kadivar, M. Chemistry and technology of meat and meat products. 1390; *Isfahan Industrial University publishing*, Isfahan [In Farsi].
- [4] Dolatowski Z., Stasiak D.M., Latoch, A. Effect of ultrasound processing of meat before freezing on its texture after thawing. *Electronic Journal of Polish Agricultural University*, 2000; 3(2): 122-129.
- [5] Awad T.S., Moharram H.A., Shaltout O.E., Asker D., Youssef M.M. Applications of ultrasound in analysis, processing and quality control of food: a review. *Food Research International*, 2012; 48 :410-427.
- [6] Arroyo C., Cebrian G., Pagan R., Condon S. Inactivation of *Coronobacter sakazakii* by ultrasonic waves under pressure in buffer and foods. *International Journal of Food Microbiology*, 2011; 144: 446-454.
- [7] Mason T.J. Power ultrasound in food processing-The way forward. In: Povey M.J.W. and Mason T.J. (Eds.), *Ultrasound in*

- [14] Stadnik J., Dolatowski Z., Baranowska H.M. Effect of ultrasound treatment on water holding properties and microstructure of beef (*m. semimembranosus*) during ageing. *Food Science and Technology*, 2008; 41: 2151-2158.
- [15] AOAC. 2000. Official Methods of Analysis. Horwitz, W. 17<sup>th</sup>. Association of Official Analytical Chemists, Incorporated. Washington, D.C. I, II.
- [16] Kocher P.N., Foegeding E.A. Micro centrifuge-based method for measuring water-holding of protein gels. *Journal of Food Science*, 1993; 58(5): 1040-1046.
- [17] Roeber D.L., Canell R.C., Belik K.E., Tatun J.D., Smith G.C. Effects of unique application of electrical stimulation on tenderness, color, and quality attributes of the beef *Longissimus* muscle. *Journal of Animal Science*, 2000; 7: 1504-1509.
- [18] Got F., Culioli J., Berge P., Vignon X., Astruc T., Quideau J.M., Lethiecq M. Effects of high intensity ultrasound treatment on pork structure. *Meat Science*, 1999; 45: 345-352.
- [19] Li K., Kang Z., Zou Y., Xu X. Effect of ultrasound treatment on functional properties of reduced salt chicken breast meat batter. *Journal of Food Science and Technology*, 2015; 52: 2622-2633.
- Food Processing, 1998; Blackie Academic and Professional, London, 105-126.
- [8] Jayasooriya S.D., Bhandari B.R., Torley P., D'Arcy B.R. Effect of high power ultrasound waves on properties of meat: a review. *International Journal of Food Properties*, 2004; 7(2): 301-319.
- [9] Leong T., Ashokkumar M., Kentish S. The fundamental of power ultrasound-A review. *Acoustics Australia*, 2011; 2(39): 54-63.
- [10] Pathak V., Singh V.P., Sanjav Y. Ultrasound as a modern tool for carcass evaluation and meat processing; a review. *International Journal of Meat Science*, 2011; 1(2): 83-92.
- [11] Lyng J.G., Allen P., Mckenna B.M. The influence of high intensity ultrasound baths on aspects of beef tenderness. *Journal of Muscle Foods*, 1997; 8: 237-249.
- [12] Chang H.J., Xu X.L., Zhou G.H., Li C.B., Huang M. Effects of characteristics changes of collagen on meat physicochemical properties of beef semitendinosus muscle during ultrasonic processing. *Food and Bioprocess Technology*, 2012; 5: 285-297.
- [13] Smith N., Cannon J., Novakofski J., Mckeith F., O'Brien W. Tenderization of Semitendinosus muscle using high intensity ultrasound. In: Proceedings of the IEEE ultrasonics symposium, 1991; Orlando, FL, USA, pp. 1371-1374



## Effect of ultrasound treatment on physical and textural properties of refrigerated and freeze thawed beef

Hamzeh, A.<sup>1</sup>, Zeynali, F.<sup>2\*</sup>, Almasi, H.<sup>3</sup>

1. M.Sc. graduate of Department of Food Science, College of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran.
2. Associate Professor of Department of Food Science, College of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran.
3. Assistant Professor of Department of Food Science, College of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran.

(Received: 2017/12/30 Accepted:2018/07/12)

The aim of this research was to investigate the effect of ultrasound (US) treatment on physicochemical and textural characteristics of beef. US treatment was applied at two frequencies of 60 and 40 KHz for two times of 15 and 30 minutes. After that the meat pieces were held for 8 days at refrigerator temperature and their physical and chemical properties were evaluated during 1, 4 and 8 time intervals. US treatment caused to decrease pH and water holding capacity. Cooking loss was increased and storage loss (at 4 °C) and freeze thawing loss were decreased after US treatment and the sample treated by 40 KHz for 30 min exhibited the highest change in this parameters. The US treatment had no significant effect on water holding capacity of beef ( $p>0.05$ ). The effect of US treatment on hardness of meat was dependent on applied frequency, time of treatment and storage time. The sample treated at 40 KHz for 15 min at day of 4 had the lowest hardness. Microscopy images indicated that the structure of myofibrils is changed and the space between muscle fibers increased after US treatment and by decreasing of frequency and increasing of US time, the change of myofibrils was increased. By considering all parameters, using of 40 KHz for 30 min had the best effect on quality attributes of beef and thus it is able to be used as an effective treatment after slaughter.

**Keywords:** Beef, Ultrasound treatment, Textural hardness, physicochemical properties.

---

\* Corresponding Author Email Address: f.zeynali@urmia.ac.ir \*