مقاله علمی پژوهشی/ نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی/ جلد ۳۰ شماره ۴/ سال ۱۳۹۹/ صفحات ۸۱ تا ۹۳

DOI: 10.22034/fr.2021.31888.1642

بررسی اثر انجماد بر ویژگی‌های کیفی گوشت ماهیچه گاو خام و پخته در مدت پنج ماه نگهداری

سرور کلانتری[۱] و آیناز علیزاده[۲*]

تاریخ دریافت : ۹۷/۱۱/۱۶ تاریخ پذیرش: ۹۸/۹/۹

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی تبریز

[۲] دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی تبریز

*مسئول مکاتبه: Email: a.alizadeh@iaut.ac.ir

چکیده

زمینه مطالعاتی: گوشت قرمز به دلیل داشتن پروتئین بالا و کامل از ضروری‌ترین ترکیبات در رژیم غذایی انسان می‌باشد. زمینه مطالعاتی: در سال‌های اخیر مطالعات نشان داده‌اند که روش‌های پخت و فرآوری گوشت نه تنها در کیفیت و محتوای ماده چرب بلکه در تشدید شاخص اکسایشی آن مؤثرند. هدف: در این پژوهش اثر نگهداری در شرایط انجماد بر گوشت ماهیچه در دو تیمار مختلف، ابتدا پخته و سپس منجمد شده (تیمار ۱) و منجمد و سپس پخته شده (تیمار ۲) مورد مطالعه قرار گرفت. **روش کار**: ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی نمونه‌ها در طول ۳ دوره زمانی (روز ۱، ۳ و ۵ ماه) مورد بررسی قرار گرفت. نمونه‌ای نیز بدون تیمار به عنوان نمونه شاهد در نظر گرفته شد. در تمامی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی مورد مطالعه (pH، رطوبت، چربی، پروتئین، اندیس پراکسید، تیوباربیتوریک اسید، آهن و رنگ) اثر تیمار بر روی ویژگیهای فوق‌الذکر در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنی‌دار بودند ($P<۰/۰۵$). **نتایج**: نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در طول مدت نگهداری در هر دو تیمار چربی، pH و آهن به طور معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) کاهش یافته است و میزان پروتئین، پراکسید و تیوباربیتوریک اسید به طور معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) افزایش یافته است. نتیجه این پژوهش نشان داد که تقریباً هر دو تیمار طی ۵ ماه به فساد اکسیداتیو می‌رسند و نگهداری در هر دو تیمار نهایتاً تا ۳ ماه توصیه می‌شود. .نتیجه گیری کلی: با در نظر گرفتن ویژگی‌های تغذیه‌ای که از گوشت انتظار می‌رود می توان گفت تیمار ۱ (گوشت پخته و سپس منجمد شده) به علت حفظ بیشتر آهن و پروتئین و TBA پایین‌تر که نشان‌دهنده شدت پایین‌تر اکسیداسیون است نسبت به تیمار ۲ (گوشت منجمد و سپس پخته شده) برتری نسبی دارد و می‌توان این روش را برای نگهداری گوشت پیشنهاد کرد.

واژگان کلیدی: اثر فرآیند، انجماد، تیمار حرارتی، فیزیکی‌شیمیایی، گوشت گاو، ویژگی های کیفی

مقدمه

یکی از دغدغه‌های موجود در علوم صنایع‌غذایی، حفظ و نگهداری موادغذایی می‌باشد. برای این منظور روشهای فیزیکی و شیمیایی مختلفی پیشنهاد شده است که شامل استفاده از سرما، انجماد، حرارت، خشک کردن، دود دادن، فشار هیدرواستاتیک بالا، بسته بندی با اتمسفر اصلاح شده، اسیدی کردن، استفاده از مواد شیمیایی مختلف و پرتودهی می‌باشد (احسانی و همکاران ۱۳۹۰).

انجماد به عنوان ساده‌ترین روش برای نگهداری گوشت یک نقش اساسی در صنعت داشته و سلامتی محصولات گوشت را که به تمام نقاط جهان فرستاده می‌شود تضمین می‌کند (لاگرستد و همکاران ۲۰۰۸). گوشتی که با روش انجماد نگهداری می‌شود بعد از خارج شدن از حالت انجماد بهترین کیفیت را از نظر طعم و بافت دارا است. همچنین از نظر ارزش غذایی نیز حداکثر مطلوبیت را در حین نگهداری دارد (فلاحی ۱۳۷۵). البته برخی تغییرات فیزیکی و شیمیایی ممکن است در طول انجماد و نگهداری در حالت انجماد گوشت اتفاق بیفتد و باعث بروز برخی تغییرات در ویژگیهای ارگانولپتیک شود (لیگونیه و همکاران ۲۰۱۲؛ اوتررا و همکاران ۲۰۱۲) کالولو در سال ۱۹۸۱ گزارش کرد که خونابه یکی از مشکلات گوشت یخزده است و در زمان رفع انجماد، کنترل خونابه، رشد میکروبی و واکنش‌های تخریبی اهمیت دارد. جاکوبسون و همکاران در سال ۱۹۷۳ گوشت گاو را مستقیماً در حالت منجمد پختند و آبدار بودن بالاتری در مقایسه با گوشت گاو خارج شده از حالت منجمد وسپس پخته شده گزارش کردند. خواص حسی دو نوع ماهیچه تازه پخته شده و پخته شده بعد از انجماد زدایی توسط آنن و کالولو (۱۹۸۰) مورد مطالعه قرار گرفت و هیچ تفاوت قابل ملاحظه‌ای در آبداربودن، تردی، شدت طعم یا بی‌طعمی پیدا نکردند. دناتوراسیون گوشت به طور واضحی به کاهش کیفیت گوشت منتهی شده ولی هیچ تغییر واضحی در مقدار و ترکیب پروتئین‌های نمونه-های تازه و انجمادزدایی شده مشاهده نشد.

امروزه به دلیل کمبود وقت و اشتغال زنان، یکی از دغدغه‌های تهیه غذا در منزل نحوه نگهداری گوشت می‌باشد. معمولاً در منازل گوشت به‌صورت منجمد نگهداری می‌شود و اینکه گوشت به‌صورت پخته در حالت انجماد نگهداری شود یا خام یکی از سؤال‌های پیش روی اکثر بانوان می‌باشد. بررسی منابع نشان داد تحقیقی که بتواند پاسخگوی این سؤال باشد انجام نگرفته است لذا با توجه به موارد مطرح شده هدف از این مطالعه، مقایسه اثر انجماد بر ویژگیهای کیفی گوشت خام و پخته می‌باشد تا بتوان ویژگی‌های کیفی گوشت منجمد و سپس پخته را با گوشت پخته و سپس منجمد شده مقایسه کرد.

مواد و روش‌ها

آماده‌سازی نمونه

در این مطالعه گوشت گرم ماهیچه گاو نر ۲ ساله از بازار تبریز خریداری شده و تحت شرایط یخچالی به آزمایشگاه منتقل (لاشه ارائه شده به بازار کشتار روز قبل بوده که تحت شرایط یخچالی به بازار ارسال شده است) وبه دو بخش تقسیم بندی شد. هر کدام از این دو بخش خود به قسمت‌های کوچکتر تقسیم گردیدند. یکی از این دو بخش بصورت خام منجمد وسپس پخته شد (تیمار ۱) و بخش بعدی ابتدا پخته و سپس منجمد (تیمار ۲) گردید. نمونه‌ها تحت شرایط یکسان در فریزر خانگی ۱۸- درجه سیلسیوس به مدت ۵ ماه نگهداری شد و پخت نیز در شرایط یکسان در مورد هر دو نمونه انجام گرفت (روش معمول خانگی پخت گوشت شامل تفت‌دهی اولیه به مدت ۱۰ دقیقه و سپس افزودن ۳ لیوان آب به بسته‌های ۸۰۰ گرمی و پخت به مدت ۵۵ دقیقه در زودپز) و در نهایت فاکتورهای فیزیکی - شیمیایی هر دو نمونه به همراه شاهد مورد ارزیابی قرار گرفت. تهیه نمونه‌ها در ۶ تکرار انجام گرفت و نمونه‌ای به عنوان شاهد (بدون تیمار) در ۳ تکرار از ماده اولیه یکسان تهیه گردید که با توجه به فساد پذیری آن تنها در روز اول نگهداری مورد آنالیز قرار گرفت.

اندازه گیری pH

طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۱۰۲۸، به نمونه-های ۱۰ گرمی گوشت خرد شده ۱۰۰ سی‌سی آب مقطر اضافه کرده، بخوبی مخلوط و به مدت ۱۵ دقیقه در حالت سکون قرار داده و در نهایت؛ با استفاده از pH متر (Mesulabme-210، ساخت کشور انگلستان) اندازه‌گیری شد (دباغ و همکاران ۱۳۹۷).

درصد رطوبت

رطوبت نمونه همگن شده با استفاده از آون در دمای ۱۰۳ درجه سلسیوس به مدت ۵ ساعت مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۷۴۵ اندازه گیری گردید.

درصد چربی کل

چربی کل نمونه همگن شده به روش سوکسله مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۷۴۲ اندازه گیری گردید.

اندازه‌گیری درصد پروتئین در گوشت

مقدار پروتئین طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۹۲۴ مورد ارزیابی قرار گرفت. آزمایش اندازه‌گیری درصد پروتئین شامل ۳ بخش هضم، تقطیر و تیتراسیون بود.

درصد پراکسید

عدد پراکسید چربی استخراج شده با روش یدومتری طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۴۱۷۹ اندازه‌گیری شد.

تیوباربیتوریک اسید

جهت اندازه گیری اندیس TBA، دو گرم گوشت چرخ شده را با ۵ میلی لیتر محلول ۲۰ درصد تری-کلرواستیک اسید به مدت ۲ دقیقه در مخلوط‌کن مخلوط کرده، سپس ظرف مخلوط کن با ۵ میلی‌لیتر آب مقطر شستشو داده شد و به مخلوط قبلی اضافه گردید. در پایان کل مخلوط با یک فیلتر کاغذی صاف گردید. پنج میلی‌لیتر از عصاره تری‌کلرواستیک اسید گوشت با ۵ میلی‌لیتر از محلول تیوباربیتوریک اسید ۰/۰۱ مولار در یک لوله آزمایش مخلوط شده و به مدت ۱ ساعت در حمام آب گرم ۱۰۰ درجه سلسیوس گذاشته شد تا رنگ ایجاد گردد. رنگ حاصل در طول موج ۵۳۲ نانومتر قرائت گردید (AOAC 1990).

آهن

مقدار آهن با طیف سنج جذب اتمی شعله‌ای(Agilent، مدل ۲۴۰، ساخت آمریکا) اندازه‌گیری شد. جهت آنالیز آهن، شعله استیلن (۱/۵ لیتر در دقیقه) و هوا (۱۷ لیتر در دقیقه) مورد استفاده قرار گرفت. لازم به توضیح است که قبل از اندازه گیری این فلز، میزان بازیافتی یا ریکاوری برای آن با افزودن غلظت مشخصی از استاندارد آهن به نمونه تعیین شد (استاندارد ملی ایران به شماره ۹۲۶۶).

رنگ سنجی

برای گرفتن عکس دیجیتالی جهت مقایسه واندازه گیری، می بایست شرایط ثابت و یکنواخت فراهم شود. برای این منظور از جعبه ایی به ابعاد استاندارد، با دیوار داخلی سفید رنگ جهت باز تابش نور لامپ از تمام جهات به سمت نمونه استفاده شد. برای عکس برداری از کارت‌های رنگی استاندارد و نمونه‌ها از یک دوربین دیجیتالی (Canon Power Shot SX 230 HS، ژاپن) استفاده شد. عکس‌های دیجیتالی به یک PC منتقل و با برنامه فتوشاپ ۸ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرف. در نهایت شاخص‌های رنگی نمونه‌ها شامل a^* ، b^* و L^* موردارزیابی قرار گرفتند و ΔE (اختلاف رنگ با نمونه شاهد) با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد (ارکسکون و ازکال ۲۰۱۱).

$$\Delta E = \sqrt{(L_0^* - L_i^*)^2 + (a_0^* - a_i^*)^2 + (b_0^* - b_i^*)^2}$$

بافت سنجی

آزمون بافت سنجی با استفاده از یک بافت سنج و تست نفوذ (LFRA 4500, Brookfield، ساخت آمریکا) انجام شد. در این روش نمونه با ابعاد ۲ cm روی یک صفحه سوراخدار و زیر پروب دستگاه قرار داده شد. پروب با سرعت ۱میلی متر بر ثانیه به سمت پایین حرکت کرد و ضمن نفوذ در نمونه بیشترین نیروی ثبت شده جهت نفوذ به نمونه و سوراخ کردن آن به عنوان شاخص سفتی بافت گزارش شد (هاف لرنگان و لرنگان ۲۰۰۵)

روش تجزیه و تحلیل آماری

آنالیز واریانس (ANOVA) در قالب طرح کاملاً تصادفی با استفاده از طرح خطی (G.L.M) با نرم افزار Minitab 16 انجام شده است. مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون توکی در سطح اطمینان ۹۵٪ انجام شده است. تیمارها در شش تکرار انجام شد. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel 2010 استفاده شده است.

نتایج و بحث

pH

جدول ۱ تغییرات مقدار pH را در تیمارهای مختلف و در طی مدت زمان نگهداری نشان می‌دهد. بیشترین مقدار pH در نمونه های روز اول بود. نتایج حاصل از آنالیز واریانس داده‌های pH نشان داد که اثر نوع تیمار روی تغییرات میزان pH معنی‌دار (P<۰/۰۵) بوده است. طبق نتایج لیگونیه و همکاران در سال ۲۰۱۲، در گوشتی که منجمد شده و سپس انجمادزدایی روی آن صورت گرفته است، کاهش در pH نسبت به قبل از انجماد مشاهده می‌شود. از آنجا که pH اندازه‌گیری شده مقدار یون‌های آزاد محلول را نشان می دهد، منجمد کردن و خروج از انجماد تولید برون نشت را سبب می‌شود. در نتیجه دناتوره‌شدن پروتئین‌ها، یون-های هیدروژن آزاد شده و به تبع آن کاهش در pH رخ می‌دهد.

محتوی رطوبت

رطوبت فاکتور کیفی مهمی ا ست که طی نگهداری تغییراتی در آن صورت می‌گیرد. نتایج آنالیز واریانس داده‌های رطوبت نشان داد که اثر نوع تیمار روی تغییرات میزان رطوبت معنی‌دار (P<۰/۰۵) بوده است. در طول مدت زمان نگهداری، بیشترین رطوبت در هر دو تیمار مربوط به روز اول و کمترین رطوبت مربوط به ماه پنجم است. یعنی طی دوره نگهداری رطوبت کاهش یافته است. جدول ۲ تغییرات میزان رطوبت را در تیمارهای مختلف و در طی مدت زمان نگهداری نشان می‌دهد.

جدول ۱- نتایج اندازه گیری pH در گوشتهای خام، منجمد پخته و پخته منجمد شده

Table1- Results of pH analysis in raw, precooked frozen and pre-frozen cooked meats

Time / Treatments	Day 1	Third month	Fifth month
Control sample (raw meat)	6.70 ± 0.07^{a}	-	-
Sample 1 (Precooked +frozen)	6.30 ± 0.01^{Ac}	6.22 ± 0.04^{Ba}	5.62 ± 0.02^{Cb}
Sample 2 (Pre-Frozen +cooked)	6.37 ± 0.02^{Ab}	6.19 ± 0.01^{Ba}	5.85 ± 0.06^{Ca}

Different letters indicate a significant difference at the 5% probability level over time (uppercase letters) and depending on treatments (lowercase letters). Results are reported as the mean of six replications± standard deviation.

کاهش رطوبت بعد از کشتار، اجتناب ناپذیر است که این امر مربوط به کاهش pH (نزدیک pH ایزوالکتریک پروتئین‌ها)، اتمام ATP و اثرات مربوط به انقباضات میوفیبریل‌ها درنتیجه‌ی جمود نعشی و حالات آن است. این فاکتورها همه به آزاد شدن آب منجر می‌گردند که متعاقباً آب در فضای خارج سلولی و سارکوپلاسمی پروتئین‌ها توزیع می‌گردند. انجماد و انجمادزدایی بر برون نشت تأثیر می‌گذارد. اکسیداسیون پروتئین محتویات پروتئین را بی‌ثبات می‌کند و باعث افزایش سفتی، از دست دادن ظرفیت آب متصل و کاهش حلالیت پروتئین می‌شود (هاف لرنگان و لرنگان ۲۰۰۵). در پژوهشی که توسط لاگرستد و همکاران در سال ۲۰۰۸ صورت گرفت نتایج ارزیابی نشان داد که بعد ازپخت، گوشت سرد شده تردتر، آبدارتر و شدت طعم بالاتری نسبت به گوشت منجمد دارد. قابلیت نگهداری آب برای نمونه‌های منجمد کمتر بود.

محتوای چربی

چربی درون ماهیچه‌ها قرار دارد و همراه با موادمعدنی و گلیکوژن حدود ۵ درصد بافت ماهیچه را تشکیل می-دهد و طی دوره نگهداری در معرض اکسیداسیون قرار دارد. نتایج آنالیز واریانس داده‌های چربی نشان داد که اثر نوع تیمار روی تغییرات میزان چربی معنی‌دار (P<۰/۰۵) بود. میزان چربی در طول مدت زمان نگهداری ۵ ماهه به طور معنی‌داری در هر دو تیمار کاهش یافت. جدول ۳ تغییرات میزان چربی را در زمان‌های نگهداری نشان می‌دهد. در دو تیمار ۱و ۲ چربی روز اول بیشتر از ماه سوم و ماه سوم بیشتر

از ماه پنجم گزارش شده است و چربی نمونه شاهد (خام) بیشتر از نمونه‌های تیمار شده بود که به‌دلیل اثر منفی حرارت و انجماد بر محتوای چربی بود. اگر چه غذاهای منجمد شده از نظر میکروبی مقاومند اما در معرض تغییرات شیمیایی هستند و فعالیت‌های آنزیمی در آنها با شدت پایین ادامه دارد. با توجه به اینکه اکسیداسیون لیپید و دناتوره شدن پروتئین از واکنشهای عمده در گوشت است، دلیل کاهش چربی در روز اول و ماه سوم و پنجم فرآیند لیپولیز است (رکنی ۱۳۹۳). طبق ادعای پورخلیلی و همکاران (۱۳۹۱) چربی نمونه آب پز شده کمتر از نمونه خام می‌باشد که در طول مدت زمان این روند نزول ادامه می‌یابد. چربی گوشت تازه بیشتر از گوشت منجمد و گوشت پخته است مسلماً خروج چربی طی پخت باعث این کاهش است (اوتررا و همکاران ۲۰۱۲). تیمار ۱و ۲ در روز اول و ماه سوم در مقایسه با یکدیگر تفاوت معنی‌داری ندارند (P>۰/۰۵) ولی در ماه پنجم اختلاف معنی‌داری مشاهده می‌شود. محتوای چربی تیمار ۲ بیشتر ازتیمار ۱ و اکسیداسیون در تیمار ۱ بیشتر بوده است. در واقع، پخت اولیه باعث خروج بیشتر چربی در تیمار ۱ نسبت به پخت بعد از انجماد (تیمار ۲) بوده است که طی دوره نگهداری نیز این تفاوت وجود داشته و در نتیجه در ماه پنجم نیز محتوای چربی کمتری داشته است.

جدول۲- نتایج اندازه گیری رطوبت (درصد) در گوشتهای خام، منجمد پخته و پخته منجمد شده

Table2- Results of moisture content (%) in raw, precooked frozen and pre-frozen cooked meats

time / treatments	Day 1	Third month	Fifth month
Control sample (raw meat)	6.75 ± 0.06^{a}	-	-
Sample 1 (Precooked +frozen)	64.78 ± 0.60^{Ab}	64.07 ± 0.11^{ABa}	63.22 ± 0.25^{Ba}
Sample 2 (Pre-Frozen +cooked)	62.12 ± 0.03^{Ac}	61.45 ± 0.08^{Bb}	60.29 ± 0.03^{Cb}

Different letters indicate a significant difference at the 5% probability level over time (uppercase letters) and depending on treatments (lowercase letters). Results are reported as the mean of six replications± standard deviation.

محتوای پروتئین

نتایج آنالیز واریانس داده‌های پروتئین نشان داد که اثر نوع تیمار روی تغییرات میزان پروتئین معنی‌دار (P<۰/۰۵) می باشد. جدول ۴ تغییرات میزان پروتئین را در زمان‌های مختلف نشان می‌دهد. براساس نتایج، مشاهده می‌شود که میزان پروتئین درتیمار ۱ در ماه سوم بیشترین مقدار را نشان داده است (P<۰/۰۵).

تغییرات پروتئین در گوشت ممکن است به کاهش تردی و آبدار بودن، از دست دادن طعم و بی رنگی منتهی شود (روو و همکاران ۲۰۰۴). انجماد و انجمادزدایی باعث آسیب به ساختار در سلول‌های ماهیچه از طریق آزادسازی آنزیم‌های لیزوزومی و میتوکندریایی، آهن هم و سایر پراکسیدان‌ها می‌شود که شدت و سرعت اکسیداسیون پروتئین‌ها را افزایش داده است. هم‌چنین، تیمار حرارتی آب‌پز کردن محتوای آمینواسیدهای اساسی را افزایش می‌دهد ولی در روش سرخ کردن و به سیخ کشیدن تفاوت محسوسی از این نظر با نمونه خام مشاهده نمی‌شود. تفاوت‌های مشاهده شده در محتوای آمینواسیدها مربوط به تیمار حرارتی و باز ترکیب‌شان یا تبدیل به سایر ترکیبات با واکنشهای شیمیایی می‌باشد (دمینگواز و همکاران ۲۰۱۵). در کل دو فرآیند پخت و پروتئولیز طی زمان نگهداری بطور متضاد بر محتوای پروتئین اثر می گذارند به این ترتیب که اولی باعث افزایش محتوای پروتئین و دومی باعث کاهش آن می گردد. در تیمار ۱ به دلیل فرآیند حرارتی در ابتدا و غیر فعال شدن بعضی آنزیم‌ها، روند پروتئولیز کند تر شده است. در حالی‌که در تیمار ۲ روند فرآیند پروتئولیز پیشرفت بیشتری داشته است. ارکسکون و ازکال در سال۲۰۱۱ نیز گزارش کردند طی مدت زمان نگهداری گوشت، محتوای پروتئین افزایش

می یابد. طبق بیان زانگ و همکاران (۲۰۱۴) در روش آبپز کردن پروتئین افزایش و در سرخ کردن کاهش یافت. نتایج این تحقیق نیز در مورد نمونه ۱ افزایش و در نمونه ۲ کاهش را نشان داد که به دلیل پخت اولیه و اثر افزایشی آن بر محتوای پروتئین درماه سوم و پنجم نسبت به روز اول بوده است.

جدول ۳- نتایج اندازه گیری چربی (درصد) در گوشتهای خام، منجمد پخته و پخته منجمد شده

Table3- Results of Fat measurement (%) in raw, precooked frozen and pre-frozen cooked meats

time / treatments	Day 1	Third month	Fifth month
Control sample (raw meat)	5.91 ± 0.07^{a}	-	-
Sample 1 (Precooked +frozen)	4.66 ± 0.01^{Ab}	4.35 ± 0.06^{Ba}	3.57 ± 0.11^{Cb}
Sample 2 (Pre-Frozen +cooked)	4.82 ± 0.04^{Ab}	4.42 ± 0.05^{Ba}	4.06 ± 0.01^{Ca}

Different letters indicate a significant difference at the 5% probability level over time (uppercase letters) and depending on treatments (lowercase letters). Results are reported as the mean of six replications± standard deviation.

جدول ۴- نتایج اندازه گیری پروتئین (درصد) در گوشتهای خام، منجمد پخته و پخته منجمد شده

Table4- Results of protein measurement (%) in raw, precooked frozen and pre-frozen cooked meats

time / treatments	Day 1	Third month	Fifth month
Control sample (raw meat)	71.47 ± 0.73^{C}	-	-
Sample 1 (Precooked +frozen)	85.21 ± 1.72^{Bb}	90.26 ± 0.58^{Aa}	86.27 ± 0.65^{Bb}
Sample 2 (Pre-Frozen +cooked)	89.36 ± 0.23^{Aa}	88.51 ± 0.12^{Bb}	84.37 ± 0.14^{Cb}

اندیس پراکسید

نتایج آنالیز واریانس روی داده‌های پراکسید نشان می-دهد که اثر نوع تیمار روی میزان پراکسید معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) می باشد. جدول ۵ تغییرات میزان پراکسید را در زمان‌های مختلف نشان می‌دهد. در طول نگهداری در هر دو تیمار اندیس پراکسید افزایش یافته است. در طی نگهداری نیز در تیمار ۲ نسبت به تیمار ۳ اندیس پراکسید بالاتری مشاهده شده است.

طبق گفته پتروویک در سال ۱۹۸۲ واکنش‌های شیمیایی در گوشت منجمد شده در دماهای زیر ۲۰- درجه سیلسیوس نیز می‌تواند اتفاق بیفتد از آنجا که آب باقی مانده در این دماها برای اغلب واکنش‌ها کافی است و هم چنین انجماد بخشی از آب باعث افزایش در غلظت مواد محلول در فضای داخل و خارج سلولی می‌شود، دلیلی برای افزایش واکنش‌های شیمیایی در طول نگهداری انجمادی است.

کریستال‌های یخ بستگی به سایز و موقعیت، ساختار سلول‌های ماهیچه را تخریب می‌کنند و باعث آزادسازی آنزیم‌های میتوکندریایی و لیزوزومی در سارکوپلاسم می‌شود (حام ۱۹۷۹). به همین دلیل در کل طی نگهداری در حالت انجماد، اندیس پراکسید افزایش یافته است.

بخش آب غیر منجمد در تعیین اکسیداسیون مهم است، از آنجا که برخی واکنش‌های شیمیایی می‌تواند درطول نگهداری انجمادی نیز اتفاق بیفتد، اکسیداسیون اولیه مثلا طی پخت می‌تواند به اکسیداسیون ثانویه لیپید موقع ذوب منتهی شود (اون و لاوریه ۱۹۷۵). با توجه به اینکه تیمار ۱ ابتدا پخته و سپس منجمد شده، اکسیداسیون در مرحله حرارت‌دهی اولیه آغاز شده و طی انجماد نیز با سرعت کمتر ادامه یافته است. به همین دلیل نسبت به تیمار ۲ در کل اندیس پراکسید بالاتری داشته است.

جدول ۵- نتایج اندازه گیری اندیس پراکسید (میلی اکی والان در کیلوگرم) در گوشتهای خام، منجمد پخته و پخته منجمد شده

Table5- Results of Peroxide index measurement (mEq / kg) in raw, precooked frozen and pre-frozen cooked meats

time / treatments	Day 1	Third month	Fifth month
Control sample (raw meat)	0.62 ± 0.02^{C}	-	-
Sample 1 (Precooked +frozen)	3.59 ± 0.02^{Ca}	3.70 ± 0.02^{Ba}	4.62 ± 0.03^{Aa}
Sample 2 (Pre-Frozen +cooked)	2.57 ± 0.03^{Cb}	3.32 ± 0.03^{Bb}	3.56 ± 0.02^{Ab}

Different letters indicate a significant difference at the 5% probability level over time (uppercase letters) and depending on treatments (lowercase letters). Results are reported as the mean of six replications± standard deviation.

TBA

محصولات اولیه اکسایش لیپید، هیدروپرکسیدها هستند که با پیشرفت اکسایش به ترکیبات ثانویه تبدیل می-شوند و لذا افزایش عدد پرکسید تنها در مراحل اولیه اکسایش شاخص مناسبی است و نهایتاً پیشرفت اکسیداسیون با اندازه‌گیری شاخص تیوباربیتوریک اسید که معرف حضور و غلظت مالون آلدئید است، ارزیابی می‌گردد (پورخلیلی و همکاران ۱۳۹۱).

نتایج این تحقیق نشان داد در طول مدت زمان نگهداری مقدار TBA به طور معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) افزایش یافت. جدول ۶ تغییرات میزان تیوربار‌بیتوریک اسید را در طی زمان‌های مختلف نشان می‌دهد. هانسن و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که اکسیداسیون در گوشت منجمد شده و سپس انجمادزدایی شده افزایش می‌یابد. در بررسی کلی کمترین تیوباربیتوریک اسید مربوط به شاهد و بیشترین مقدار مربوط به تیمار۲ (منجمد و پخته) بعد از ۵ ماه نگهداری می باشد. هر دوتیمار (۱و ۲) در مدت ۵ ماه نگهداری به فساد اکسیداتیو رسیده اند البته شدت فساد تیمار ۲ بالاتر از تیمار ۱ می‌باشد. در واقع، پخت اولیه با غیرفعالسازی آنزیمی توانسته از شدت اکسیداسیون طی نگهداری در حالت منجمد بکاهد.

محتوای آهن

یکی از عوامل مؤثر در اهمیت غذایی گوشت، وجود املاح‌معدنی به ویژه آهن در آن است. کم‌خونی ناشی از کمبود آهن در اکثر نقاط جهان اعم از کشورهای در حال توسعه و حتی توسعه یافته در بین انسان ها دیده می‌شود. از آن جا که اغلب، آهن به اندازه ی کافی در بدن ذخیره نمی‌شود، با مصرف به اندازه‌ی گوشت و فرآورده‌های آن، می‌توان از بروز عوارض کمبود آهن جلوگیری کرد. نتایج این تحقیق نشان داد میزان آهن به طور معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) با گذشت زمان کاهش یافت. طول مدت زمان نگهداری در حالت انجماد به طور ویژه‌ای باقی ماندن ویتامین‌ها و مواد معدنی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (سوری و همکاران ۱۹۹۷). وقتی آب منجمد می‌شود غلظت مواد محلول باقی مانده (پروتئین‌ها، کربوهیدرات‌ها، لیپیدها، ویتامین‌ها و مواد معدنی) افزایش می‌یابد. تغییرات در فضای فیبرهای ماهیچه ویژگیهای غشای سلولی و کیفیت گوشت را تحت تأثیر قرار می‌دهند که در هنگام انجمادزدایی بیرون نشت اتفاق می‌افتد. آهن در ساختار میوگلوبین است، دناتوراسیون به افزایش حساس پذیری میوگلوبین به اتواکسیداسیون منتهی می‌شود و همزمان با اکسیداسیون میوگلوبین آهن هم اکسید می-شود (اوتررا و همکاران ۲۰۱۲). اکسیداسیون پروتئین می‌تواند همراه با یکی از فاکتورهای اکسیداتیو نظیر لیپیدهای اکسید شده، رادیکال‌های آزاد، پیگمان‌های هم (محتوی آهن) و آنزیم های اکسیداتیو باشد (کالولو ۱۹۸۱). در تیمار۱ به دلیل پخت اولیه و غیر فعالسازی آنزیمی قبل از انجماد، پدیده اکسیداسیون کندتر بوده و در نتیجه اکسیداسیون میوگلوبین که منجر به کاهش آهن گردد کمتر انجام گرفته است. به هر حال تیمارحرارتی می‌تواند به تغییرات نامطلوب نظیر کاهش در ویتامین‌ها، اسیدهای چرب و مواد معدنی منجر -

شود (ژربر و همکاران ۲۰۰۹). در کل پختن، مسئول از دست دادن ویتامین‌ها و مواد معدنی در غذاهاست (لی و کلیدسدال ۱۹۸۱).

جدول ۶- نتایج اندازه گیری تیوباربیتوریک اسید (TBA) (میلی گرم مالون دی‌آلدهید در کیلوگرم) در گوشتهای خام، منجمد پخته و پخته منجمد شده

Table6- Results of TBA measurement (mg of malondialdehyde per kg) in raw, precooked frozen and pre-frozen cooked meats

time / treatments	Day 1	Third month	Fifth month
Control sample (raw meat)	0.312 ± 0.003^{C}	-	-
Sample 1 (Precooked +frozen)	0.660 ± 0.019^{Cb}	1.752 ± 0.160^{Bb}	2.92 ± 0.011^{Ab}
Sample 2 (Pre-Frozen +cooked)	0.789 ± 0.004^{Ca}	1.88 ± 0.004^{Ba}	3.002 ± 0.004^{Aa}

Different letters indicate a significant difference at the 5% probability level over time (uppercase letters) and depending on treatments (lowercase letters). Results are reported as the mean of six replications± standard deviation.

جدول ۷- نتایج اندازه گیری آهن (ppm) در گوشتهای خام، منجمد پخته و پخته منجمد شده

Table7- Results of iron measurement (ppm) in raw, precooked frozen and pre-frozen cooked meats

Different letters indicate a significant difference at the 5% probability level over time (uppercase letters) and depending on treatments (lowercase letters). Results are reported as the mean of six replications± standard deviation.

time / treatments	Day 1	Third month	Fifth month
Control sample (raw meat)	72.98 ± 0.06^{a}	-	-
Sample 1 (Precooked +frozen)	54.07 ± 0.07^{Ab}	33.07 ± 0.08^{Ba}	32.69 ± 0.24^{Ca}
Sample 2 (Pre-Frozen +cooked)	48.24 ± 0.23^{Ac}	29.21 ± 0.09^{Bb}	28.2 ± 0.09^{Cb}

نتایج ارزیابی رنگ گوشت های تیمار شده در طی نگهداری

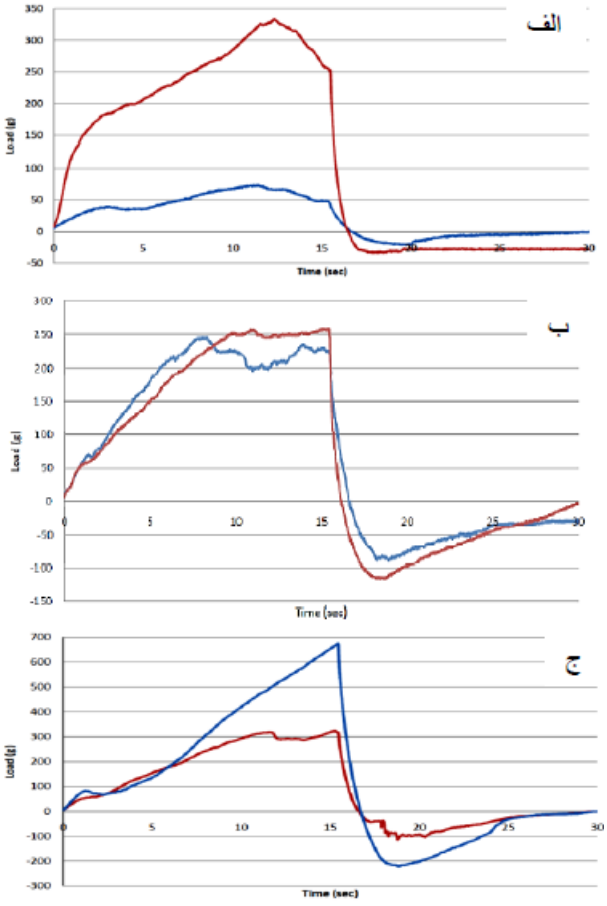
نتایج آنالیز واریانس داده‌های آماری نشان داد که اثر تیمار روی مقدار ΔE معنی دار ($P<۰/۰۵$) بوده است و مقایسه میانگین نیز نشان داد که با گذشت زمان شدت رنگ قرمزی به طور معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) کاهش یافته است. دناتوراسیون قسمت گلوبین ملکول میوگلوبین در همه حالات نگهداری انجماد و ذوب شده اتفاق می‌افتد، دناتوراسیون به افزایش حساسیت میوگلوبین به اتواکسیداسیون و متعاقب آن به از دست دادن رنگ موجود منتهی می‌شود (کالولو ۱۹۸۱). طبق نتایج ارکسکون و ازکال (۲۰۱۱) در مدت زمان ۱۰ روز نگهداری، مقدار شاخص‌های رنگی L و b کاهش یافته و شاخص a ابتدا افزایش و سپس کاهش یافته است که با نتایج این تحقیق منطبق است. طبق گفته ویرا و همکاران (۲۰۰۷) با گذر زمان در شرایط انجماد، در مورد گوشت گاو مقدار L کاهش یافته و a تا ۳۰ روز افزایش و سپس کاهش یافته است. شاخص b نیز طی مدت زمان ۹۰ روز کاهش یافته است.

جدول ۸- نتایج اندازه گیری ΔE در گوشتهای خام، منجمد پخته و پخته منجمد شده

Table8- Results of ΔE measurement in raw, precooked frozen and pre-frozen cooked meats

time / treatments	Day 1	Third month	Fifth month
Control sample (raw meat)	-	-	-
Sample 1 (Precooked +frozen)	22.53 ± 0.35^{Aa}	19.10 ± 0.21^{Ba}	18.26 ± 0.16^{Ca}
Sample 2 (Pre-Frozen +cooked)	21.77 ± 0.57^{Aa}	17.56 ± 0.51^{Bb}	18.30 ± 0.37^{Ba}

Different letters indicate a significant difference at the 5% probability level over time (uppercase letters) and depending on treatments (lowercase letters). Results are reported as the mean of six replications± standard deviation.



شکل ۱- مقایسه بافت بین دو تیمار ۱ و ۲ (آبی: تیمار ۱، قرمز: تیمار۲ ،الف: روز اول، ب: ماه سوم و ج: ماه پنجم،)

Figure1- Comparison of texture between two treatments 1 and 2 (blue: treatment 1(Precooked frozen), red: treatment 2(Pre-frozen cooked), A: first day, B: third month, C: fifth month)

بافت سنجی

افزایش سفتی از مشکلات انجماد گوشت می‌باشد. اوتررا و همکاران در سال ۲۰۱۲ بیان کردند که افزایش در سفتی با اکسیداسیون پروتئین‌ها طی پیش تیمار انجماد در ارتباط می‌باشد و با گذشت زمان این سفتی بیشتر می‌شود. نمودارهای زیر میزان سفتی را در طی نگهداری نشان می‌دهند.

در نهایت گوشتی که خام بصورت منجمد نگه داشته شده بود (تیمار۲) بعد از ۵ ماه سفتی بالاتری و نزدیکترین سفتی را به گوشت خام شاهد نشان داد. افزایش سفتی گوشت به علت کاهش محتوای رطوبت از متداول‌ترین مشکلاتی است که در اثر انجماد و نگهداری گوشت تازه در حال منجمد در بافت گوشت به وقوع می‌پیوندد (اختر و همکاران ۲۰۱۳).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در طول مدت نگهداری، در هر دو تیمار۱و۲، چربی، pH و آهن به طور معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) کاهش یافته است و میزان پراکسید و تیوباربیتوریک اسید به طور معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) افزایش یافته است. روند تغییرات پروتئین طی دوره نگهداری در دو تیمار ۱و ۲ متفاوت بود. از لحاظ بافت سنجی بافت گوشت طی دوره نگهداری سفت‌تر شده که بیشترین سفتی بعد از نمونه شاهد مربوط به تیمار ۲ که ۵ ماه به‌صورت خام در حالت انجماد نگهداری شده بود، مشاهده شد. از نظر رنگ، تیمار ۲ اختلاف کمتری با گوشت خام نشان داد که می توان نتیجه گرفت گوشت خام در فریزر رنگ خود را بهتر حفظ می‌کند. از لحاظ آهن، پروتئین و تیوباربیتوریک اسید تیمار ۱ شرایط بهتری داشته است چون میزان آهن و پروتئین بالاتر ولی تیوباربیتوریک کمتری داشته است. از لحاظ چربی تیمار ۲ محتوای چربی بیشتری طی دوره نگهداری حفظ کرده بود. به طور کلی، به خاطر فساد اکسیداتیو در هر دو تیمار۱و۲ نگهداری بیش از ۳ ماه به حالت منجمد توصیه نمی‌شود. با در نظر گرفتن ویژگی‌های تغذیه‌ای که از گوشت انتظار می‌رود می‌توان گفت تیمار ۱ که گوشت پخته و سپس منجمد شده است به علت حفظ بیشتر آهن، پروتئین و TBA پایین‌تر که نشان دهنده شدت پایین‌تر اکسیداسیون است نسبت به تیمار ۲ برتری نسبی دارد و می‌توان این روش نگهداری را پیشنهاد نمود.

منابع مورد استفاده

احسانی ع، تاجیک ح، حسن زاده پ، رضوی روحانی س م، علی اکبرلو ج و مرادی م، ۱۳۹۰. اثرات اشعه گاما و پوشش خوراکی کیتوزان بر روی ویژگیهای باکتریایی، شیمیایی و حسی گوشت مرغ. نشریه پژوهش های صنایع غذایی، ۲۱، ۳.

بی نام، استاندارد ملی به شماره ۷۴۵، گوشت و فرآورده های گوشتی- تعیین رطوبت به روش مرجع

بی نام، استاندارد ملی ایران به شماره ۷۴۲، گوشت و فرآورده های گوشتی تعیین چربی تام

بی نام، استاندارد ملی ایران به شماره ۱۰۲۸، گوشت و فرآورده های آن- تعیین pH

بی نام، استاندارد ملی ایران به شماره ۴۱۷۹، روغن ها و چربی های گیاهی و حیوانی- اندازه گیری مقدار پراکسید به روش یدومتری- تعیین نقطه پایانی به طریق چشمی

بی نام، استاندارد ملی ایران به شماره ۹۲۴، گوشت و فرآورده های آن- اندازه‌گیری پروتئین تام

بی نام، استاندارد ملی ایران به شماره ۹۲۶۶، مواد غذایی کنسرو شده- اندازه‌گیری میزان سرب، کادمیوم، مس، آهن و روی

پور خلیلی آ، میر لوحی م، رحیمی ر و حجت الاسلامی م، ۱۳۹۱. تغییرات شاخص های اکسایشی چربی گوشت گوسفند در روش های متداول پخت، مجله بهداشت مواد غذایی، ۲، ۱، ۵.

دباغ نیکوخصلت ه، علیزاده آ و سید مسلمی س ا، ۱۳۹۷. بررسی ویژگیهای میکروبی سوسیس تخمیری خشک بدون کشت آغازگر، نشریه پژوهشهای صنایع غذایی، ۲۸، ۱۱۵-۱۲۵.

رکنی ن، ۱۳۹۳. علوم و صنایع گوشت. انتشارات دانشگاه تهران، ۵۷-۴۵.

فلاحی م، ۱۳۷۵. علم گوشت. انتشارات بارثاوا. جلد اول، ۵۰-۲۹.

Akhtar S, Khan MI and Faiz F, 2013. Effect of thawing of frozen meat quality: A comprehensive Review. Pakistan Journal of Food Science 23(4): 198-211.

Anon MC and Calvelo A, 1980. Freezing rate effects on the drip loss of frozen beef. Meat Science 4(1): 1-14.

AOAC. 1990. Official method of analysis of the official analytical chemistry (25th ed). AOAC International, Virgin.

Calvelo RJ, 1981. Recent studies on meat freezing. In R. Lawrie (Ed), Developments in meat science- 2 (pp. 125-158). London: Elsevier Applied Science Publishers.

Dominguez R, Borrajo P and Lorenzo JM, 2015. The effect of cooking methods on nutritional value of foal meat. Journal of Food Composition and Analysis 43: 61-67.

Ercoskun H and Ozkal SG, 2011. Kinetics of traditional Turkish sausage quality aspects during fermentation. Food Control 22: 165-172.

Gerber N, Scheeder MR and Wenk C, 2009. The influence of cooking and fat trimming on the actual nutrient intake from meat. Meat Science 81(1): 148-154.

Haam R, 1979. Delocalization of mitochondrial enzymes during freezing and thawing of skeletal muscle. In O. R. Fennema (Ed.), Proteins at low temperatures. Advances in chemistry series. Washington, DC: American Chemical Society.

Hansen E, Juncher D, Henckel P, Karlsson A, Bertelsen G and Skibsted LH, 2004. Oxidative stability of chilled pork chops following long term freeze storage. Meat Science 68(3): 479-484.

Huff-Lonergan E and Lonergan SM, 2005. Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes. Meat Science 71(1): 194-204.

Jakobsson E, 1973. The Physical Interpretation of Mathematical Models for Sodium Permeability Changes in Excitable Membranes. Biophysical journal 13(11): 1200-11.

Lagerstedt A, Enfalt L, Johansson L and Lundstrom K, 2008. Effect of freezing on sensory quality, shear force and water loss in beef. Meat Science 80: 457-461.

Lee K and Clydesdale FM, 1981. Effect of thermal processing on endogenous and added iron in canned spinach. Journal of Food Technology 46(4): 1064-1067.

Leygonie C, Britz T and Hoffman L, 2012. Impact of freezing and thawing on the quality of meat. Meat Science 91: 93-98.

Owen JE and Lawrie RA, 1975. The effect of an artificially induced high Ph (hydrogen-ion concentration) on the susceptibility of minced porcine muscle to undergo oxidative rancidity under frozen storage. Journal of Food Technology 10(2): 169-180.

Petrovic L, 1982. Investigation of effects of different freezing procedures on myofibrillar proteins in beef. Doctoral Dissertation, Faculty of Technology, University Novi Sad, Yugoslavia.

Rowe LJ, Maddock KR, Lonergan SM and Huff-Lonergan E, 2004. Influence of early postmortem protein oxidation on beef quality. Journal of Animal Science 82(3): 785-93.

Severi S, Bedongi G, Manzieri AM, Poli M and Battistini N, 1997. Effect of cooking and storage methods on the micronutrientcontent of foods. European Journal of Cancer Prevention 6(1): 21-24.

Utrera M, Armenteros M, Ventanas S, Solano F and Estevez M, 2012. Pre-freezing raw hams affects quality traits in cooked hams: Potential influence of protein oxidation. Meat Science 92: 596-603.

Vieira C, Diaz MT, Martinez B and Garcia-Cachan MD, 2007. Effect of frozen storage conditions (temperature and length of Storage) on microbiological and sensory quality of rustic crossbred beef at different states of ageing. Meat Science 83: 398-404.

Zhang Y, Wang X, Wang W and Zhang J, 2014. Effect of boiling and frying on nutritional value and in vitro digestibility of rabbit meat. African Journal of Food Science 8(2): 92-103.

Journal of Food Researches/vol.30 No.4/ 2021/pp 81-93
https://foodresearch.tabrizu.ac.ir
DOI: 10.22034/fr.2021.31888.1642

Effect of freezing on raw and cooked beef quality during five month of storage

S Kalantari[1] and A Alizadeh[2*]

Received: January 26, 2019 Accepted: November 30, 2019
[1]MSc Student, Department of Food Science and Technology, Tabriz branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran
[2]Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Tabriz branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran
[*]Corresponding author: A.Alizadeh@iaut.ac.ir

Introduction: Red meat is one of the most vital ingredients of human diet because of being an important source of protein, Further studies have proven that methods of cooking and processing of meat are effective not only on the fat, but also in increasing its oxidation index, as well. Freezing is a common practice in the meat industry because it preserves meat quality for an extended time and offers several advantages such as insignificant alterations in product dimension, and minimum deteriorations in product color, flavor, and texture. The limit of storage or shelf life of meat has been prevented from being reached by microbiological and physicochemical spoilage under conditions such as refrigeration and freezing. Today, due to the lack of time and employment of women, one of the concerns of home cooking is how to store meat. Usually the meat is kept frozen at home, and whether the meat is cooked in the frozen state or raw is one of the questions facing most women. Therefore, the purpose of this study was to compare the effect of freezing on the quality characteristics of raw and cooked meat to determine the quality characteristics of frozen and then cooked meat. In this research, effects of freezing treatment on beef was investigated in 6 replicates with two different treatments, precooked and then frozen (T1), pre-frozen first and then cooked (T2). The samples physicochemical features have been studied during 5 months of storage. A control sample was prepared without any treatment.
Material and methods: pH measurement, moisture content, fat, protein content and peroxide value of meat samples were all analyzed according to national Iranian standards.TBA index was measured according to the method described by AOAC (1990). Iron content was measured with a flame atomic absorption spectrometer according to national Iranian standard. Color measurement as ΔE was analyzed by image processing with Photoshop 8. Texture analyzing test was performed using a texture analyzer (Brookfield LFRA 4500, USA). In this method, the specimen was placed 2 cm in diameter on a porcupine and under a hemisphere. The test was accelerated to 1 mm / s, and the infiltration of the specimen was performed; the infiltration of the specimen and its perforation were reported at high power (Honika, 1997). Analysis of variance (ANOVA) was performed in a completely randomized design using linear plot (G.L.M) with Minitab 16 software. Comparisons of means were performed using Tukey's test at 95% confidence level. Treatments were performed in six replications.
Results and discussion: The treatment effect was significant on all the analyzed parameters: pH, moisture, fat, protein, peroxide, TBA and cooking loss ($p<0.05$). Results of the mean comparison showed that fat, pH and iron had significantly decreased ($p<0.05$), while protein content, peroxide and TBA had remarkably increased ($p< 0.05$) during storage. The decrease in moisture after slaughter is inevitable due to the decrease in pH (close to the isoelectric pH of proteins), the

completion of ATP, and the effects of myofibrillar contractions. These factors all lead to the release of water, which subsequently releases water into the extracellular and sarcoplasmic reticulum of proteins. Water retention was less for frozen samples. Although frozen foods are microbial-resistant, they are subject to chemical changes and their enzymatic activities continue at low intensity. The reason for the decrease in fat was due to the lipid oxidation Fresh meat fat was higher than frozen meat and cooked meat. Certainly, fat removal during baking causes this decrease. Fat content of treatment 2 was higher than treatment 1 and oxidation in treatment 1 was higher. In fact, initial cooking resulted in more fat removal in treatment 1 than in post-freezing cooking (treatment 2), which also differed during the storage period, resulting in lower fat content in the fifth month. Freezing damage, the structure of muscle cells by releasing lysosomal and mitochondrial enzymes, iron and other peroxidants, which increase the intensity and speed of protein oxidation. In treatment 1 due to the thermal process initially and inactivation of some enzymes, the proteolysis process is slower. However, in treatment 2, the process of proteolysis has improved. The non-frozen water portion is important in determining oxidation, since some chemical reactions can also occur during freezing storage, primary oxidation during baking, for example, can lead to secondary lipid oxidation during melting (Own & Laurier 1975). As treatment 1 was first cooked and then frozen, oxidation began at the initial heating stage and continued at a lower rate during freezing. For this reason, it had a higher peroxide index than treatment 2 overall. In the overall study, the lowest thiobarbituric acid was in control and the highest in treatment 2 (frozen and cooked) after 5 months of storage. Both treatments (1 and 2) had oxidative corruption within 5 months of storage, although the severity of treatment 2 was higher than that of treatment 1. In fact, the initial curing by enzymatically deactivating was able to reduce the intensity of oxidation during frozen storage. The results of this study showed that the amount of iron decreased significantly over time. Freezing time in particular affects the retention of vitamins and minerals. Iron is in the structure of myoglobin, denaturation leads to increased sensitivity of myoglobin to auto-oxidation and co-oxidizes with iron myoglobin oxidation (Otter et al. 2012). In texture analysis, the results showed the meat become stiffer during storage. The raw state showed more stiffness due to the effect of annealing on protein deterioration. Finally, raw meat (treatment 2) showed higher firmness after 5 months and the nearest firmness to control raw meat. Increased stiffness of meat due to lower moisture content is one of the most common problems that occur due to freezing and storing of frozen fresh meat in the meat texture (Akhtar et al., 2013). Regarding the color, treatment 2 showed less difference with the raw meat which can be concluded that the raw meat in the freezer retains its color better. **Conclusion**: This research showed that both samples had an oxidative spoilage within 5 months, which offers not to store frozen meat more than 3 months. Considering nutritional features expected from meat, it could be concluded that sample T1 which was the meat that was first cooked and then frozen was preferred to sample T2 because of preserving more iron, protein and having lower TBA index. In sum, cooking meat before freezing is recommended.

Key words: beef, freezing, heat treatment, physicochemical, process effect, quality