



بررسی افزودن پروتئین هیدرولیز شده احشائی ماهی قزل آلابی رنگین کمان بر خواص کیفی همبرگر پخته شده

ثمین شفیعی<sup>۱</sup>، ژاله خوشخو<sup>۱</sup>، محمد گلی<sup>۲\*</sup>، سید ابراهیم حسینی<sup>۳</sup>

۱- گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، تهران، ایران

۲- گروه علوم و صنایع غذایی، مرکز تحقیقات لیزر و بیوفوتونیک در فناوریهای زیستی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران

۳- گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

اطلاعات مقاله	چکیده
<p>تاریخ های مقاله :</p> <p>تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۲/۷</p> <p>تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۳/۱۲</p>	<p>اکسیداسیون چربی در طول دوره نگهداری از عوامل مهم در افت کیفیت ماده غذایی است. ضایعات ماهی هیدرولیز شده از مهم ترین منابع پپتید های زیست فعال به عنوان نوعی آنتی اکسیدان طبیعی می باشد. هدف از این پژوهش افزودن پپتید زیست فعال حاصل از هیدرولیز آنزیمی ضایعات ماهی قزل آلابی رنگین کمان (ویسرا)، به فرمولاسیون همبرگر و اندازه گیری خصوصیات همبرگر پخته شده است. ضایعات ماهی در شرایط اپتیمم (دمای ۵۹ درجه سانتی گراد، زمان ۱۱۸ دقیقه و غلظت ۲ درصد آنزیم آلکالاز) هیدرولیز شده و سپس، به مقدار ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ درصد وزنی به نمونه های همبرگر، افزوده شد. یک تیمار نیز به عنوان شاهد است. آزمون ها در ۳ تکرار و مقایسه ی میانگین ها با آزمون دانکن جهت بررسی معنادار بودن متغیرها در <math>P &lt; ۰/۰۵</math> و داده ها به صورت میانگین <math>\pm</math> انحراف میانگین گزارش شدند. نتایج آزمون ها نشان داد که فرمولاسیون همبرگر پخته ی حاوی ۲ % وزنی ویسرا، دارای بالاترین میزان عملکرد پخت، احتباس آب و چربی و همچنین کمترین میزان فاکتور سختی بافت، افت پخت و کاهش قطر (چروکیدگی) می باشد. کاربرد بهینه از یک منبع ضایعاتی، در جهت تبدیل آن به فرآورده ی با ارزش با خاصیت آنتی اکسیدانی، سبب کاهش حجم ضایعات ماهی و کمک به محیط زیست می شود. با این روش می توان از آنتی اکسیدان های طبیعی به جای منابع سنتزی استفاده نمود.</p>
<p>کلمات کلیدی:</p> <p>آنتی اکسیدان طبیعی، پپتید زیست فعال، ضایعات ماهی، همبرگر پخته شده</p>	
<p>DOI:10.22034/FSCT.21.157.145.</p> <p>* مسئول مکاتبات:</p>	

## ۱- مقدمه

امروزه در سطح دنیا از انواع فرآورده های گوشتی به میزان بالایی استفاده میشود. همبرگر از جمله محصولات گوشتی محبوبی است که توسط میلیون ها مصرف کننده در سراسر جهان مورد استفاده قرار میگیرد. فرموله کردن محصولات گوشتی بدون تغییر در طعم، احساس دهانی و دیگر ویژگی های ارگانولپتیکی فرایندی بسیار دقیق و تخصصی است [۱]. اکسیداسیون چربی در طول دوره نگهداری از عوامل مهم در افت کیفیت این ماده غذایی به شمار می آید و یکی از نگرانی های تولیدکنندگان همبرگر است. اکسیداسیون لیپیدها در حین نگهداری و فراوری غذاها نه تنها باعث از دست رفتن کیفیت تغذیه ای می شود، بلکه محصولاتی مانند رادیکال های آزاد تولید می کند. رادیکال های آزاد تولید شده در سامانه های غذایی باعث اکسیداسیون خود به خودی و تولید ترکیبات شیمیایی نامطلوب و در نتیجه باعث تندی و بدطعمی ماده غذایی میشود. هم چنین رادیکال های آزاد در سامانه های بیولوژیکی و زیستی باعث بروز بسیاری از بیماری ها، خصوصاً سرطان هستند. آنتی اکسیدان ها ترکیباتی هستند که به طور موثری از اکسیداسیون چربی ها جلوگیری می کنند [۲]. کاربرد مواد آنتی اکسیدان با منشاء شیمیایی اگر چه در حفظ کیفیت، افزایش زمان نگهداری و جلوگیری از خسارت های اقتصادی محصول مفید است ولی ارزش سلامت آن را کاهش می دهد. امروزه در راستای حذف و یا کاهش ترکیبات شیمیایی و سنتزی در مواد غذایی، تحقیقات زیادی برای جایگزین کردن مواد شیمیایی با طبیعی انجام شده است. در همین زمینه تلاش های زیادی برای یافتن آنتی اکسیدان های طبیعی از منابع دریایی صورت گرفته است [۳]. در حال حاضر مواد زیست فعال به عنوان اجزای طبیعی و یا به عنوان مکمل در مواد غذایی با پتانسیل بهبود سلامت، ارزش تغذیه ای فراتر از محصول ارائه میدهند. پپتید های زیست فعال به عنوان اجزای پروتئینی مورد بررسی قرار می گیرند که در ساختار پروتئین اصلی غیر فعال بوده و پس از آزاد شدن توسط هیدرولیز آنزیمی، عملکردهای فیزیوشیمیایی متعددی از خود بروز می دهند.

این پپتیدها در اندازه های ۲ تا ۲۰ اسید آمینه و جرم مولکولی کمتر از ۶۰۰۰ دالتون می باشند. ساختار آمینواسیدی و توالی های آنها، فعالیت زیست فعالی را تحت تاثیر قرار می دهند [۴]. بر اساس ویژگی های ساختاری و ترکیب آمینواسیدی آنها نقش های متعددی مانند مهارکنندگی عناصر کمیاب، تقویت کنندگی سیستم ایمنی، فعالیت ضد میکروبی، فعالیت آنتی اکسیدانی، کاهش دهندگی کلسترول و فعالیت ضد فشار خون بالا از خود نشان می دهند [۵]. یکی از مهم ترین منابع پپتید های زیست فعال، آبزیان هستند. معمولاً ماهیان کم ارزش و ضایعات آبزیان به صورت روغن ماهی، کود و کمپوست، پودر ماهی و فرآورده سیلاژ استفاده می شوند. این در حالیست که بسیاری از این محصولات بازیافت شده دارای ارزش اقتصادی کمی میباشند، در صورتی که با تولید ترکیبات زیست فعال میتوان به ارزش افزوده بیشتری دست یافت [۶]. هیدرولیز آنزیمی متداول ترین روش مورد استفاده برای تولید پپتیدهای زیست فعال از منابع آبزیان است. از جمله مزایای این روش، تولید پپتیدهای زیست فعال با وزن مولکولی پایین و عملکرد و ویژگی های زیستی مطلوب، کاهش خاصیت آلرژی زا پی پروتئین ها و عدم تولید ترکیبات شیمیایی سمی است [۷]. امروزه در راستای حذف و یا کاهش ترکیبات شیمیایی و سنتزی در مواد غذایی، تحقیقات زیادی برای جایگزینی مواد شیمیایی با طبیعی انجام شده است. با توجه به اینکه استفاده از مواد نگهدارنده در همبرگر ممنوع است، تحقیقات متعددی در زمینه ی یافتن آنتی اکسیدان های طبیعی از منابع مختلف انجام گرفته است. تحقیقاتی در این زمینه انجام شده است که به شرح زیر می باشد. شاهرخ شعبانی و همکاران در سال ۱۳۹۳ از عصاره آبی سیر به عنوان یک ترکیب آنتی اکسیدان طبیعی به میزان ۱، ۲ و ۳ سی سی در فرمولاسیون نمونه های همبرگر ۱۰۰ گرمی استفاده کردند. نمونه های همبرگر آماده شده در شرایط یخچالی با دمای ۴-۰ درجه سانتی گراد به مدت ۱ و ۲ هفته و بخشی دیگر از نمونه ها در شرایط انجماد با دمای ۱۸- درجه سانتی گراد به مدت ۱، ۲ و ۳ ماه نگهداری شدند. سپس روی تمامی نمونه ها ارزیابی میزان اکسیداسیون

هدف این پژوهش، افزودن پپتید زیست فعال حاصل از هیدرولیز آنزیمی ضایعات ماهی قزل آلی رنگین کمان (ویسرا<sup>۲</sup>)، بعنوان آنتی اکسیدان طبیعی، به فرمولاسیون همبرگر و اندازه گیری خصوصیات همبرگر پخته شده و تعیین بهترین درصد افزودن ضایعات هیدرولیز شده حاوی پپتیدهای زیست فعال به فرمولاسیون همبرگر و انجام مقایسه ی آماری داده ها می باشد. اهمیت و ضرورت این پژوهش، بررسی تاثیرات آنتی اکسیدان طبیعی (پپتیدهای زیست فعال) بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی همبرگر طی فرآیند پخت می باشد. همچنین می توان به اهمیت کاربرد آنتی اکسیدان با منبع طبیعی به عنوان جایگزین آنتی اکسیدان های سنتزی، استفاده ی بهینه از ضایعات ماهی در جهت تبدیل ضایعات به منبعی با خاصیت آنتی اکسیدانی و کاهش تولید ضایعات ماهی و کمک به محیط زیست اشاره نمود.

## ۲- مواد و روش ها

### ۲-۱- مواد

در این پژوهش مواد اولیه ی استفاده شده برای تولید نمونه های همبرگر بر اساس جدول شماره ۱ می باشد و از بازار محلی تهیه شدند.

امعاء و احشای ماهی قزل آلی رنگین کمان از بازار ماهی خریداری شد. آنزیم مورد استفاده جهت هیدرولیز، آلکالاز<sup>۳</sup> بوده که از شرکت مرک (Merck) خریداری شد و دارای فعالیت آنزیمی ۰/۷۵ Au.Kg و چگالی ۱/۲۵ g.ml می باشد. آلکالاز نوعی پروتئاز قلیایی با منشاء میکروبی است و از باکتری باسیلوس لیچنیفورمیس<sup>۴</sup> استخراج می شود.

با استفاده از روش اندازه گیری اندیس تیوباربیتوریک اسید<sup>۱</sup> (TBA) صورت گرفت تا موثرترین و بهترین میزان عصاره آبی سیر در کاهش اکسیداسیون مشخص شود. بررسی های آماری نشان داد که نمونه های همبرگر حاوی ۲ و ۳ سی سی عصاره های آبی سیر بیشترین اثر را در جلوگیری از توسعه اکسیداسیون و مهار فساد در نمونه ها داشته اند. نتایج این تحقیق نشان داد که عصاره آبی سیر به عنوان یک آنتی اکسیدان طبیعی، بطور موثر مانع از اکسیداسیون چربی در همبرگر و محصولات گوشتی شده و باعث تامین سلامتی و ایمنی محصول می گردد [۸]. حسنا ساغری و همکاران در سال ۱۳۹۴ در زمینه ی بررسی اثر آویشن بر خصوصیات همبرگر طی دوره ی انبارداری تحقیق کردند. براساس نتایج بدست آمده، عصاره آویشن بطور معنی داری اکسیداسیون لیپید در برگر گوشت گوساله تیمار شده را به تعویق انداخت. تعداد باکتریهای سرمادوست در طول دوره نگهداری در همبرگرهای تیمار شده با عصاره آویشن کمتر از حد قابل قبول پیشنهادی باقی ماند و فساد میکروبی در این نمونه ها نسبت به نمونه شاهد بطور معنی داری کاهش یافت. بر طبق نتایج ارزیابی حسی، نمونه های تیمار شده، از لحاظ پذیرش کلی قابل قبول بودند. در کل، نتایج حاصل نشان دهنده تأثیر آنتی اکسیدانی و ضد میکروبی عصاره آویشن بر روی برگرهای گوشت گوساله در مدت انبارداری و افزایش زمان ماندگاری آن بود [۹]. Monica Bergamaschi و همکاران در سال ۲۰۲۳ در زمینه ی بررسی خصوصیات آنتی اکسیدانی و ویژگی های حسی در همبرگر گوشت خوک حاوی عصاره ی دانه ی قهوه ی سبز، تحقیق کردند. نمونه ها شامل شاهد و نمونه های حاوی ۰/۱۵، ۰/۳ و ۰/۶ درصد عصاره بودند و در دمای ۴ درجه ی سانتی گراد طی ۱۴ روز نگهداری شدند. نتایج نشان داد که در غلظت های بالا ترکیبات فنولی و مهار رادیکال آزاد به طور معناداری افزایش می یابد [۱۰].

Table 1. Proportion of raw materials in hamburger production

Materials	Weight ratio (g/100g)
The calf minced meat	91

۲- Bacillus lichenformis

1 -Thiobarbituric acid

2- Viscera

۱ -Alcalase

Onion	5
Garlic	0.7
Salt	1.2
Pepper	0.3
Spice	0.8
Flour	2

ها به صورت مکعبی در ابعاد ۱×۱ بریده شده و تحت آزمون فشاری توسط دستگاه آنالیز بافت (Texture Analyzer) قرار گرفتند. نیروی مورد نیاز جهت فشرده شدن نمونه ها تا حد ۷۰ درصد ارتفاع اولیه آنها تحت سرعت ثابت اندازه گیری شد [۱۲].

#### ۲-۴- اندازه گیری افت پخت<sup>۱</sup>

بدین منظور، نمونه های همبرگر ابتدا توزین شده و سپس به مدت ۵ دقیقه در روغن و در سرخ کن با دمای ۱۷۰ درجه سانتیگراد سرخ گردیدند. پس از سرخ شدن، نمونه ها به مدت ۱۰ دقیقه روی صافی قرار داده شده تا روغن اضافی آنها حذف گردد و سپس مجدداً توزین شدند. افت سرخ کردن از رابطه زیر محاسبه شد [۱۳].

(وزن همبرگر پخته - وزن همبرگر خام) = افت پخت (%)  
 ۱۰۰ × [وزن همبرگر خام]

#### ۲-۵- اندازه گیری عملکرد پخت<sup>۱</sup> (بازده پخت)

به منظور اندازه گیری عملکرد پخت، وزن نمونه های همبرگر و نمونه ی شاهد قبل و بعد از پخت، با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ اندازه گیری شده و با استفاده از رابطه زیر میزان بازده پخت تعیین شد [۱۳].

۱۰۰ × (وزن نمونه ی خام / وزن نمونه ی پخته) = عملکرد پخت (%)

۲-Cooking yield

#### ۲-۲- روش تولید

برای تولید نمونه های همبرگر، مواد اولیه طبق فرمولاسیون توسط ترازوی آزمایشگاهی، مدل AND-GE120 توزین و برای رسیدن به خمیری یکنواخت با یکدیگر مخلوط شده و توسط چرخ گوشت مدل National MK-G28NR با مش ۱۰ میلی متر چرخ شده و همگن شدند. سپس خمیر تهیه شده در هر سطح، جداگانه به وسیله دستگاه همبرگرزن دستی، فرم داده شده و در لفاف های پلی اتیلنی بسته بندی گردید. نمونه ها تا زمان آزمایش در فریزر ۱۸- درجه سانتیگراد نگهداری شدند. به منظور هیدرولیز ضایعات ماهی (ویسرا)، ابتدا ضایعات ماهی در شرایط اپتیمم (دمای ۵۹ درجه سانتی گراد، مدت زمان ۱۱۸ دقیقه و غلظت آنزیم ۲ درصد) هیدرولیز شده و سپس به مقدار ۰/۵ ، ۱ ، ۱/۵ و ۲٪ به نمونه ی همبرگر تهیه شده، افزوده شد [۱۱]. یک تیمار همبرگر نیز به عنوان نمونه ی شاهد، فاقد ضایعات ماهی هیدرولیز شده (فاقد پپتید زیست فعال) است. در نهایت نمونه های همبرگر، در روغن سرخ کردنی در دمای ۸۰ درجه ی سانتی گراد به مدت زمان ۵ دقیقه پخته شدند.

#### ۲-۳- اندازه گیری خصوصیات بافتی

جهت اندازه گیری ویژگی بافتی همبرگر از جمله خاصیت صمغی، سختی، به هم پیوستگی، جهندگی و قابلیت جویدن، نمونه ها در دمای ۱۷۰ درجه به مدت ۵ دقیقه پخت شدند و سپس به مدت ۱۲ ساعت در دمای ۴ درجه نگهداری شده تا دمای مرکز نمونه ها به ۴ درجه کاهش یابد. سپس نمونه

۱-Cooking loss

۲-۶- اندازه گیری کاهش قطر<sup>۷</sup> (چروکیدگی)

(رطوبت نمونه ی خام / رطوبت نمونه ی پخته) × بازده پخت = احتباس رطوبت (%)

## ۲-۹- اندازه گیری ارزیابی حسی

به منظور انجام آزمون ارزیابی حسی از هر تیمار به میزان ۵۰ گرم برداشته و در دستگاه همبرگر زن قرار داده و سپس همبرگر به دست آمده را به طور یکسان با استفاده از دستگاه سرخ کن و روغن مایع مخصوص سرخ کردنی در دمای ۱۷۰ درجه ی سانتی گراد به مدت ۵ دقیقه سرخ شد و در اختیار گروه پنلیست قرار گرفت. آزمون ارزیابی حسی با استفاده از یک گروه پنلیست آموزش دیده متشکل از ۱۵ نفر انجام گردید. این افراد نظرات خود را پس از ارزیابی طعم، بو، بافت، رنگ و مقبولیت کلی هر تیمار، روی پرسش نامه هایی که از قبل بر اساس مقیاس هدونیک (ATSM1۹۶۰) با اندکی تغییر تهیه شده بود منتقل کردند [۱۶].

## ۲-۱۰- آنالیز آماری

در این پژوهش به منظور آنالیز داده های حاصل از افزودن ضایعات هیدرولیز شده ی ماهی به فرمولاسیون همبرگر پخته و بررسی اثرات متقابل تیمار-زمان، از نرم افزار SPSS نسخه ۲۰۱۸ استفاده شد. کلیه آزمون های در ۳ تکرار و مقایسه ی میانگین ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن جهت بررسی معنا دار بودن متغیرها در  $P < 0/05$ ، انجام شده و داده ها به صورت میانگین  $\pm$  انحراف میانگین گزارش شدند.

## ۳- نتایج و بحث

## ۳-۱- خصوصیات بافتی

۳-۱-۱- سختی: اثر متقابل زمان-تیمار در تمامی تیمارها نشان می دهد، بالاترین میزان فاکتور سختی در تیمار شاهد و در روز ۹۰ و برابر ۷۹/۳۳ و همچنین کمترین میزان فاکتور

به منظور انجام این آزمون ابتدا نمونه هایی با وزن ۱۵ گرم از نمونه های همبرگر خام جدا شده و به شکل دیسک های مدور شکل داده شد. سپس قطر نمونه ها قبل و بعد از سرخ کردن (در روغن گیاهی مخصوص سرخ کردنی در دمای ۱۵۵ درجه سانتی گراد به مدت ۵ دقیقه) با کولیس اندازه گرفته شد. درصد کاهش قطر نمونه ها (DR%) توسط فرمول زیر محاسبه شد [۱۴].

/ قطر برگر خام - قطر برگر سرخ شده = کاهش قطر (%)  
 $100 \times (\text{قطر برگر خام})$

۲-۷- اندازه گیری احتباس چربی<sup>۸</sup>

به منظور اندازه گیری قدرت نگهداری چربی نمونه های همبرگر و نمونه ی شاهد به طور تصادفی انتخاب و میزان چربی تام آنها با استفاده از روش سوکسله قبل و بعد از پخت اندازه گیری شده و با استفاده از رابطه زیر قدرت نگهداری چربی به دست آمد [۱۵].

(چربی نمونه ی خام / چربی نمونه ی پخته) × بازده پخت = احتباس چربی (%)

۲-۸- اندازه گیری احتباس آب<sup>۹</sup>

برای اندازه گیری قدرت نگهداری رطوبت نمونه های همبرگر و نمونه ی شاهد به طور تصادفی انتخاب و میزان رطوبت آنها با استفاده از آون مدل Memmert UE500 قبل و بعد از پخت اندازه گیری شده و با استفاده از رابطه زیر میزان نگهداری رطوبت محاسبه شد [۱۵].

۱- Moisture retention

۳- Shrinkage

۴- Fat retention

سختی در تیمار حاوی ۲ درصد ویسرا در روز صفر و برابر ۴۱/۴۶ می باشد.

۳-۱-۲- به هم پیوستگی: اثر متقابل زمان-تیمار در تمامی تیمارها نشان می دهد، بالاترین میزان فاکتور به هم پیوستگی در تیمار شاهد و در روز ۶۰ و برابر ۱/۹۲ و همچنین کمترین میزان فاکتور به هم پیوستگی در تیمار حاوی ۲ درصد ویسرا در روز صفر و برابر ۰/۴۷ می باشد.

۳-۱-۳- خاصیت فنریت: اثر متقابل زمان-تیمار در تمامی تیمارها نشان می دهد، بالاترین میزان فاکتور فنریت در تیمار شاهد و در روز صفر و برابر ۱/۱۴ و همچنین کمترین میزان فاکتور فنریت در تیمار حاوی ۲ درصد ویسرا در روز نود و برابر ۰/۸۱ می باشد.

۳-۱-۴- خاصیت صمغی: اثر متقابل زمان-تیمار در تمامی تیمارها نشان می دهد، بالاترین میزان فاکتور صمغی در تیمار شاهد و در روز ۶۰ نگهداری و برابر ۱۳۶/۵۹ و همچنین کمترین میزان فاکتور صمغی در تیمار حاوی ۲ درصد ویسرا در روز صفر و برابر ۱۹/۲۸ می باشد .

۳-۱-۵- خاصیت جوندگی: از حاصل ضرب دو فاکتور سختی و به هم پیوستگی به دست می آید [۱۶]. روند تغییرات آن در تمامی تیمارها هم راستا با دو فاکتور وابسته می باشد.

با افزایش درصد ویسرا در نمونه های همبرگر پخته شده، میزان ظرفیت نگهداری آب و همچنین میزان احتباس آب و احتباس چربی افزایش می یابد. همچنین نتایج نیز نشان می دهد که کمترین میزان فاکتور سختی و بیشترین خاصیت به هم پیوستگی، در نمونه های حاوی ۲ درصد ویسرا اندازه گیری شده است.

Table 2. Interaction effects of treatment-time (Treatment-day) on Hardness, Cohesiveness, Springiness, Gumminess and Chewiness of cooked hamburger

Treatment-day	Hardness (N)	Cohesiveness	Springiness (cm)	Gumminess (kg)	Chewiness (kg.cm)
Blank-Day0	53.52±0.02 <sup>m</sup>	0.81±0.02 <sup>g</sup>	1.14±0.02 <sup>a</sup>	43.08±0.79 <sup>jk</sup>	48.88±0.25 <sup>gh</sup>
Blank-Day30	62.12±0.01 <sup>g</sup>	1.14±0.02 <sup>c</sup>	1.12±0.02 <sup>ab</sup>	70.50±0.94 <sup>c</sup>	78.97±2.46 <sup>d</sup>
Blank-Day60	71.14±0.02 <sup>c</sup>	1.92±0.01 <sup>a</sup>	0.97±0.02 <sup>c</sup>	136.59±0.68 <sup>a</sup>	131.81±2.70 <sup>a</sup>
Blank-Day90	79.33±0.02 <sup>a</sup>	1.65±0.03 <sup>b</sup>	0.97±0.01 <sup>c</sup>	130.50±2.02 <sup>b</sup>	126.60±3.26 <sup>b</sup>
0.5% VH-Day0	49.83±0.00 <sup>q</sup>	0.72±0.01 <sup>h</sup>	1.12±0.02 <sup>ab</sup>	35.87±0.50 <sup>l</sup>	40.00±1.10 <sup>j</sup>
0.5% VH-Day30	57.32±0.01 <sup>k</sup>	0.93±0.01 <sup>f</sup>	1.07±0.02 <sup>b</sup>	53.30±0.58 <sup>h</sup>	57.02±0.45 <sup>f</sup>
0.5% VH-Day60	65.65±0.02 <sup>e</sup>	1.24±0.02 <sup>d</sup>	0.96±0.01 <sup>cd</sup>	81.07±1.01 <sup>d</sup>	77.41±0.56 <sup>de</sup>
0.5% VH-Day90	72.32±0.01 <sup>b</sup>	1.44±0.02 <sup>c</sup>	0.92±0.01 <sup>cd</sup>	104.14±1.44 <sup>c</sup>	95.79±0.28 <sup>c</sup>
1% VH-Day0	46.57±0.02 <sup>f</sup>	0.63±0.02 <sup>ij</sup>	0.97±0.01 <sup>c</sup>	29.10±0.69 <sup>m</sup>	28.08±0.81 <sup>m</sup>
1% VH-Day30	53.23±0.02 <sup>n</sup>	0.84±0.02 <sup>g</sup>	0.97±0.02 <sup>c</sup>	44.44±0.81 <sup>j</sup>	42.89±1.45 <sup>ij</sup>
1% VH-Day60	61.44±0.01 <sup>h</sup>	0.95±0.03 <sup>f</sup>	0.94±0.02 <sup>cd</sup>	56.83±0.30 <sup>g</sup>	53.41±0.86 <sup>fg</sup>
1% VH-Day90	66.59±0.02 <sup>d</sup>	1.20±0.02 <sup>d</sup>	0.93±0.03 <sup>cd</sup>	79.57±1.02 <sup>d</sup>	73.63±2.94 <sup>e</sup>
1.5% VH-Day0	44.80±0.02 <sup>s</sup>	0.52±0.01 <sup>k</sup>	0.95±0.02 <sup>cd</sup>	23.29±0.44 <sup>n</sup>	22.02±0.77 <sup>n</sup>
1.5% VH-Day30	51.13±0.02 <sup>o</sup>	0.66±0.03 <sup>i</sup>	0.91±0.02 <sup>cde</sup>	33.49±1.30 <sup>l</sup>	30.49±1.85 <sup>lm</sup>
1.5% VH-Day60	57.46±0.01 <sup>j</sup>	0.84±0.02 <sup>g</sup>	0.95±0.03 <sup>cd</sup>	47.97±0.87 <sup>i</sup>	45.31±0.38 <sup>hi</sup>
1.5% VH-Day90	63.77±0.02 <sup>f</sup>	0.96±0.02 <sup>f</sup>	0.90±0.03 <sup>de</sup>	61.21±1.29 <sup>f</sup>	54.82±2.69 <sup>f</sup>
2% VH-Day0	41.46±0.01 <sup>t</sup>	0.47±0.01 <sup>l</sup>	0.94±0.02 <sup>cd</sup>	19.28±0.21 <sup>o</sup>	18.02±0.10 <sup>n</sup>
2% VH-Day30	50.97±0.02 <sup>p</sup>	0.59±0.01 <sup>j</sup>	0.92±0.02 <sup>cd</sup>	29.81±0.26 <sup>m</sup>	27.43±0.84 <sup>m</sup>
2% VH-Day60	56.19±0.01 <sup>l</sup>	0.73±0.02 <sup>h</sup>	0.86±0.02 <sup>ef</sup>	40.74±0.84 <sup>k</sup>	34.81±0.10 <sup>kl</sup>
2% VH-Day90	59.39±0.02 <sup>i</sup>	0.83±0.01 <sup>g</sup>	0.81±0.03 <sup>f</sup>	48.99±0.31 <sup>i</sup>	39.44±1.47 <sup>jk</sup>

Means ± SE (n = 10) with different letters in each column indicate significant difference (P<0.05)

### ۳-۲- افت پخت، عملکرد پخت و کاهش قطر

اثر متقابل زمان-تیمار در تمامی تیمارها نشان می دهد، بالاترین میزان فاکتور افت پخت در تیمار شاهد و در روز ۹۰ و برابر ۲۵/۷۵ و همچنین کمترین میزان افت پخت در تیمار حاوی ۲ درصد ویسرا در روز صفر و برابر ۱۲/۸۷ می باشد. عوامل موثر در دناتوراسیون پروتئین ها حرارت، تغییرات pH و انجماد می باشد طبق نتایج میزان افت پخت طی ۹۰ روز نگهداری در تمامی تیمارها، به طور معناداری افزایش یافته است. علت دناتوراسیون پروتئین ها فرآیند پخت و سپس انجماد تیمارها می باشد. طی دناتوراسیون، پروتئین از حالت در هم تنیده خارج شده و گسترده می شوند. در این وضعیت بخش های آبگریز (هیدروفوب) که تاکنون در داخل ساختار محبوس بودند به سطح آمده و حلالیت پروتئین کاهش می یابد. همچنین از دیگر اثرات دناتوراسیون کاهش قدرت جذب آب است. اسیدهای آمینه بر حسب pH محیط می توانند به فرم آنیونی (در شرایط قلیایی) و کاتیونی (در شرایط اسیدی) و یا یون دو جنسی (دارای هر دو بار مثبت و منفی) باشند. به pH که در آن اسیدهای آمینه از نظر بار الکتریکی کاملا خنثی می شوند و

به فرم یون دو جنسی در می آیند، pH ایزوالکتریک گفته می شود. در pH ایزوالکتریک قابلیت انحلال، قدرت امولسیفایری و قدرت جذب آب به حداقل می رسد و پروتئین ها در این pH رسوب می کنند. pH ایزوالکتریک پروتئین ها حدود ۵/۵ الی ۶ می باشد و در این شرایط دناتوراسیون نیز به راحتی انجام می گیرد [۱۷]. هیدرولیز آنزیمی ضایعات ماهی در pH حدود ۸ انجام گرفته و لذا این شرایط بالاتر از نقطه ی ایزوالکتریک می باشد و پروتئین ها به صورت آنیونی می باشند و توانایی جذب یون H<sup>+</sup> آن بالا بوده و متعاقباً میزان ظرفیت نگهداری آب بالا می رود. به علاوه وجود شرایط قلیایی ملایم نیز سبب می شود که گروه های کربوکسیل پروتئین یونیزه شده و گروه های منفی به وجود آمده توسط نیروهای دافعه بین خود باعث افزایش حلالیت پروتئین ها شوند. کلیه ی عوامل ذکر شده می توانند در زمینه ی افزایش میزان ظرفیت نگهداری آب و احتباس آب و همچنین کاهش افت پخت، به واسطه ی افزایش درصد ویسرا در فرمولاسیون همبرگر، موثر باشند [۱۸].

اثر متقابل زمان-تیمار در تمامی تیمارها نشان می دهد، بالاترین میزان فاکتور بازده پخت در تیمار حاوی ۲ درصد

Table 3. Interaction effects of treatment (Treatment-Day) on Cooking loss, Shrinkage and Cooking yield of cooked hamburger

Treatment-day	Cooking loss (%)	Shrinkage (%)	Cooking yield (%)
Blank-Day0	18.17±0.02 <sup>i</sup>	37.22±0.01 <sup>f</sup>	79.66±0.01 <sup>k</sup>
Blank-Day30	20.66±0.02 <sup>f</sup>	37.96±0.01 <sup>d</sup>	75.83±0.02 <sup>p</sup>
Blank-Day60	22.52±0.01 <sup>c</sup>	39.19±0.02 <sup>b</sup>	73.98±0.02 <sup>r</sup>
Blank-Day90	25.75±0.02 <sup>a</sup>	40.24±0.02 <sup>a</sup>	71.14±0.02 <sup>t</sup>
0.5% VH-Day0	17.24±0.01 <sup>j</sup>	35.62±0.01 <sup>j</sup>	81.54±0.01 <sup>h</sup>
0.5% VH-Day30	19.23±0.01 <sup>h</sup>	36.28±0.01 <sup>h</sup>	78.90±0.02 <sup>m</sup>
0.5% VH-Day60	21.65±0.00 <sup>d</sup>	37.45±0.03 <sup>e</sup>	76.24±0.01 <sup>o</sup>
0.5% VH-Day90	23.55±0.01 <sup>b</sup>	38.63±0.01 <sup>c</sup>	73.70±0.02 <sup>s</sup>
1% VH-Day0	15.79±0.01 <sup>l</sup>	33.61±0.02 <sup>m</sup>	82.49±0.02 <sup>f</sup>
1% VH-Day30	17.59±0.02 <sup>j</sup>	34.73±0.02 <sup>k</sup>	80.15±0.02 <sup>j</sup>
1% VH-Day60	19.13±0.02 <sup>h</sup>	35.66±0.01 <sup>i</sup>	77.71±0.02 <sup>n</sup>
1% VH-Day90	21.18±0.01 <sup>e</sup>	36.53±0.02 <sup>s</sup>	75.47±0.02 <sup>q</sup>
1.5% VH-Day0	14.65±0.02 <sup>m</sup>	31.87±0.02 <sup>q</sup>	85.29±0.02 <sup>c</sup>
1.5% VH-Day30	16.25±0.03 <sup>k</sup>	32.70±0.01 <sup>o</sup>	83.19±0.01 <sup>e</sup>
1.5% VH-Day60	17.50±0.48 <sup>j</sup>	33.65±0.02 <sup>m</sup>	81.27±0.02 <sup>i</sup>
1.5% VH-Day90	19.62±0.01 <sup>g</sup>	34.54±0.01 <sup>l</sup>	79.15±0.03 <sup>l</sup>
2% VH-Day0	12.87±0.01 <sup>n</sup>	30.44±0.01 <sup>s</sup>	87.42±0.01 <sup>a</sup>
2% VH-Day30	14.37±0.02 <sup>m</sup>	31.19±0.01 <sup>r</sup>	85.52±0.01 <sup>b</sup>
2% VH-Day60	15.90±0.02 <sup>l</sup>	31.96±0.02 <sup>p</sup>	83.66±0.02 <sup>d</sup>
2% VH-Day90	17.30±0.02 <sup>j</sup>	32.75±0.01 <sup>n</sup>	81.70±0.02 <sup>g</sup>

Means ± SE (n = 10) with different letters in each column indicate significant difference (P<0.05)

### ۳-۳- احتباس چربی و احتباس آب

اثر متقابل زمان-تیمار در تمامی تیمارها نشان می دهد، بالاترین میزان فاکتور احتباس چربی در تیمار حاوی ۲ درصد ویسرا و در روز ۰ و برابر ۷۶/۶۷ و همچنین کمترین میزان فاکتور به هم پیوستگی در تیمار شاهد در روز ۹۰ و برابر ۶۳/۲۳ می باشد. اثر متقابل زمان-تیمار در تمامی تیمارها نشان می دهد، بالاترین میزان فاکتور احتباس آب در تیمار حاوی ۲ درصد ویسرا و در روز ۰ و برابر ۴۸/۵ و همچنین کمترین میزان احتباس آب در تیمار حاوی شاهد در روز ۹۰ و برابر ۳۵/۹۳ می باشد. ظرفیت نگهداری آب، بازده پخت و کاهش قطر نمونه ها از مهم ترین آزمون های تعیین کیفیت فرآورده های گوشتی هستند. آزاد شدن چربی و آب عامل اصلی کاهش این شاخص هاست و بستگی به قدرت تشکیل ژل توسط پروتئین ها و نیز تغییر ماهیت پروتئین ها هنگام فرآیند حرارتی دارد. میزان احتباس چربی تیمارها، با دو فاکتور میزان بازده ی پخت و همچنین قابلیت امولسیون کنندگی نیز مرتبط است [۱۹]. نتایج تحقیقات Lopez و

ویسرا و در روز صفر نگهداری و برابر ۸۷/۴۲ و همچنین کمترین میزان فاکتور به هم پیوستگی در تیمار شاهد در روز ۹۰ نگهداری و برابر ۷۱/۱۴ می باشد. دقیقا در همین تیمار ها به ترتیب شاهد بیشترین و کمترین میزان ظرفیت نگهداری آب و احتباس آب نیز می باشیم. ظاهرا علت این موضوع، احتباس آب و چربی و میزان ظرفیت نگهداری آب در تیمارها می باشد. اثر متقابل زمان-تیمار در تمامی تیمارها نشان می دهد، بالاترین میزان فاکتور چروکیدگی در تیمار شاهد و در روز ۹۰ و برابر ۴۰/۲۴ و همچنین کمترین میزان فاکتور به هم پیوستگی در تیمار حاوی ۲ درصد ویسرا در روز صفر و برابر ۳۰/۴۴ می باشد. انتشار چربی، آب و دانتوراسیون پروتئین های عضله دلایل اصلی کاهش قطر طی پخت می باشد. از آنجاییکه پپتید های زیست فعال توانایی تشکیل ژل و حفظ رطوبت را دارند، می توان نتیجه گرفت که حفظ رطوبت و چربی بالا در نمونه های حاوی حداکثر مقدار ویسرا، مانع کاهش قطر و چروکیدگی شده است. همچنین نتایج اندازه گیری میزان احتباس آب و چربی نیز تایید کننده ی این مطلب می باشد.



بیشتر چربی و رطوبت در بافت آن ها در هنگام پخت نسبت داد که نتایج این محققان، با نتایج پژوهش انجام شده هم راستا می باشد [۲۰].

همکاران در سال ۲۰۱۱ در زمینه ی بررسی اثرات پخت بر خصوصیات همبرگر کم چرب نشان می دهد که علت افزایش میزان بازده پخت نمونه ها را می توان، به حفظ

Table 4. Interaction effects of treatment-time (Treatment-day) on fat retention and moisture retention of cooked hamburger

Treatment-day	Fat retention (%)	Moisture retention (%)
Blank-Day0	64.87±0.02 <sup>q</sup>	37.46±0.01 <sup>p</sup>
Blank-Day30	64.50±0.01 <sup>r</sup>	36.94±0.02 <sup>q</sup>
Blank-Day60	64.15±0.03 <sup>s</sup>	36.44±0.01 <sup>r</sup>
Blank-Day90	63.23±0.02 <sup>t</sup>	35.93±0.02 <sup>s</sup>
0.5% VH-Day0	66.84±0.02 <sup>m</sup>	38.69±0.02 <sup>m</sup>
0.5% VH-Day30	66.15±0.01 <sup>n</sup>	38.24±0.01 <sup>n</sup>
0.5% VH-Day60	65.38±0.01 <sup>o</sup>	37.78±0.02 <sup>o</sup>
0.5% VH-Day90	65.81±0.02 <sup>p</sup>	37.42±0.01 <sup>p</sup>
1% VH-Day0	69.27±0.02 <sup>i</sup>	41.17±0.02 <sup>i</sup>
1% VH-Day30	68.92±0.02 <sup>j</sup>	40.81±0.02 <sup>j</sup>
1% VH-Day60	68.57±0.03 <sup>k</sup>	40.43±0.02 <sup>k</sup>
1% VH-Day90	68.32±0.01 <sup>l</sup>	40.11±0.02 <sup>l</sup>
1.5% VH-Day0	73.43±0.03 <sup>e</sup>	45.37±0.01 <sup>e</sup>
1.5% VH-Day30	73.11±0.02 <sup>f</sup>	45.09±0.02 <sup>f</sup>
1.5% VH-Day60	72.86±0.02 <sup>g</sup>	44.72±0.01 <sup>g</sup>
1.5% VH-Day90	72.52±0.01 <sup>h</sup>	44.42±0.03 <sup>h</sup>
2% VH-Day0	76.67±0.02 <sup>a</sup>	48.55±0.01 <sup>a</sup>
2% VH-Day30	76.42±0.02 <sup>b</sup>	48.27±0.02 <sup>b</sup>
2% VH-Day60	76.14±0.03 <sup>c</sup>	47.94±0.03 <sup>c</sup>
2% VH-Day90	75.88±0.02 <sup>d</sup>	47.64±0.02 <sup>d</sup>

Means ± SE (n = 10) with different letters in each column indicate significant difference (P<0.05)

بو، رنگ، بافت، ظاهر و پذیرش کلی) در روزهای آزمایش در طی ۹۰ روز نگهداری کاهش یافت. تیمارها در روزهای نخست دارای بو و ظاهر تازه ای بودند و به تدریج این دو فاکتور کاهش یافتند. به علاوه شاخص های بو، ظاهر و مقبولیت کلی نسبت به شاخص های مزه، رنگ و بافت از امتیاز بیشتری برخوردار بودند. روند کاهش برای کلیه ی فاکتور های اندازه گیری شده جهت ارزیابی حسی کیفیت تیمارها، در بیشتر روزها معنی دار بود.

### ۳-۴- ارزیابی حسی

در کلیه ی تیمارها، بوی نامطلوب در اثر فساد اکسیداتیو چربی و تشکیل ترکیباتی با وزن ملکولی پایین و تخریب پروتئین ها و نیز تغییر در ترکیب تری متیل آمین اکسید ایجاد میشود. طعم و رنگ دو فاکتور کیفی مهم محصولات گوشتی است که بر پذیرش مصرف کننده و مدت ماندگاری محصول اثرگذار است [۲۱]. در این مطالعه امتیازات داده شده برای ۶ شاخص مورد نظر (مزه،

Table 5. Interaction effects of treatment-time (Treatment-Day) on sensory evaluation of cooked hamburger

Treatment-day	Odor	Taste	Color	Texture	Appearance	Overall acceptability
Blank-Day0	6.66±0.01 <sup>a</sup>	5.82±0.02 <sup>ab</sup>	4.71±0.01 <sup>a</sup>	5.81±0.01 <sup>a</sup>	7.42±0.02 <sup>a</sup>	7.57±0.02 <sup>a</sup>
Blank-Day30	6.54±0.01 <sup>b</sup>	5.71±0.01 <sup>abc</sup>	4.45±0.01 <sup>c</sup>	5.61±0.02 <sup>c</sup>	7.24±0.01 <sup>b</sup>	7.31±0.02 <sup>b</sup>
Blank-Day60	6.23±0.02 <sup>d</sup>	5.34±0.02 <sup>a-e</sup>	3.86±0.01 <sup>g</sup>	5.38±0.01 <sup>f</sup>	7.13±0.02 <sup>c</sup>	7.23±0.02 <sup>c</sup>
Blank-Day90	6.17±0.02 <sup>e</sup>	4.86±0.01 <sup>b-f</sup>	3.51±0.01 <sup>l</sup>	4.82±0.02 <sup>l</sup>	6.85±0.01 <sup>d</sup>	7.16±0.03 <sup>d</sup>
0.5% VH-Day0	6.56±0.01 <sup>b</sup>	5.73±0.02 <sup>abc</sup>	4.53±0.02 <sup>b</sup>	5.67±0.02 <sup>b</sup>	7.27±0.02 <sup>b</sup>	7.21±0.01 <sup>c</sup>
0.5% VH-Day30	6.42±0.02 <sup>c</sup>	5.32±0.02 <sup>a-e</sup>	4.20±0.02 <sup>e</sup>	5.39±0.01 <sup>ef</sup>	7.16±0.01 <sup>c</sup>	6.86±0.01 <sup>f</sup>
0.5% VH-Day60	6.21±0.02 <sup>de</sup>	4.67±0.02 <sup>b-f</sup>	3.73±0.02 <sup>i</sup>	5.33±0.01 <sup>gh</sup>	6.65±0.01 <sup>f</sup>	6.71±0.02 <sup>gh</sup>
0.5% VH-Day90	5.83±0.02 <sup>f</sup>	4.27±0.02 <sup>ef</sup>	3.51±0.01 <sup>l</sup>	5.25±0.00 <sup>i</sup>	6.53±0.01 <sup>g</sup>	6.66±0.03 <sup>h</sup>
1% VH-Day0	6.24±0.02 <sup>d</sup>	5.58±0.02 <sup>a-d</sup>	4.24±0.01 <sup>d</sup>	5.48±0.01 <sup>d</sup>	7.14±0.02 <sup>c</sup>	6.91±0.02 <sup>e</sup>
1% VH-Day30	5.71±0.02 <sup>g</sup>	5.42±0.01 <sup>a-e</sup>	4.14±0.02 <sup>f</sup>	5.31±0.01 <sup>h</sup>	6.77±0.02 <sup>c</sup>	6.75±0.03 <sup>g</sup>
1% VH-Day60	5.43±0.02 <sup>i</sup>	5.22±0.01 <sup>a-f</sup>	3.72±0.02 <sup>i</sup>	5.23±0.01 <sup>i</sup>	6.66±0.02 <sup>f</sup>	6.52±0.02 <sup>j</sup>
1% VH-Day90	4.86±0.01 <sup>m</sup>	4.73±0.00 <sup>b-f</sup>	3.51±0.01 <sup>l</sup>	5.13±0.02 <sup>j</sup>	6.55±0.03 <sup>g</sup>	6.33±0.01 <sup>l</sup>
1.5% VH-Day0	5.69±0.02 <sup>gh</sup>	5.33±0.01 <sup>a-e</sup>	3.80±0.01 <sup>h</sup>	5.43±0.03 <sup>e</sup>	6.88±0.01 <sup>d</sup>	6.61±0.02 <sup>i</sup>
1.5% VH-Day30	5.66±0.01 <sup>h</sup>	5.12±0.02 <sup>a-f</sup>	3.64±0.02 <sup>j</sup>	5.30±0.02 <sup>h</sup>	6.76±0.01 <sup>e</sup>	6.42±0.02 <sup>k</sup>
1.5% VH-Day60	5.38±0.01 <sup>j</sup>	4.84±0.02 <sup>b-f</sup>	3.54±0.02 <sup>kl</sup>	5.13±0.01 <sup>j</sup>	6.39±0.02 <sup>h</sup>	6.30±0.01 <sup>lm</sup>
1.5% VH-Day90	5.20±0.02 <sup>l</sup>	6.19±1.49 <sup>a</sup>	3.25±0.01 <sup>o</sup>	4.90±0.02 <sup>k</sup>	6.25±0.03 <sup>j</sup>	6.22±0.02 <sup>no</sup>
2% VH-Day0	5.42±0.02 <sup>i</sup>	4.78±0.01 <sup>b-f</sup>	3.56±0.01 <sup>k</sup>	5.36±0.03 <sup>fg</sup>	6.52±0.02 <sup>g</sup>	6.44±0.02 <sup>k</sup>
2% VH-Day30	5.24±0.01 <sup>k</sup>	4.65±0.02 <sup>c-f</sup>	3.43±0.02 <sup>m</sup>	5.22±0.01 <sup>i</sup>	6.31±0.01 <sup>i</sup>	6.26±0.01 <sup>mm</sup>
2% VH-Day60	4.89±0.01 <sup>m</sup>	4.43±0.03 <sup>def</sup>	3.38±0.01 <sup>n</sup>	4.83±0.02 <sup>l</sup>	6.26±0.01 <sup>j</sup>	6.18±0.01 <sup>o</sup>
2% VH-Day90	4.65±0.01 <sup>n</sup>	4.16±0.01 <sup>f</sup>	3.21±0.01 <sup>o</sup>	4.76±0.01 <sup>m</sup>	6.13±0.02 <sup>k</sup>	5.85±0.02 <sup>p</sup>

Means ± SE (n = 10) with different letters in each column indicate significant difference (P<0.05)

هیدرولیز شده ی ماهی قزل آلی رنگین کمان که حاوی پپتید زیست فعال است، بعنوان آنتی اکسیدان طبیعی در فرمولاسیون همبرگر پخته شده، سبب بهبود افت پخت، عملکرد پخت و کاهش قطر می شود. همچنین میزان احتباس آب و احتباس چربی در نمونه های همبرگر، با افزایش درصد ویسرا افزایش یافت. بعلاوه بررسی خصوصیات بافتی نیز نشان داد که بالاترین میزان فاکتور به هم پیوستگی و کمترین میزان فاکتور سختی، در نمونه ی حاوی ۲ درصد ویسرا می باشد. طبق نتایج ارزیابی حسی، تیمار شاهد، نسبت به سایر تیمارها از امتیاز بالاتری برخوردار بود.

#### ۴- نتیجه گیری

استفاده ی بهینه از یک منبع ضایعاتی با ارزش اقتصادی پایین، در جهت تبدیل آن به یک فرآورده ی با ارزش با خاصیت آنتی اکسیدانی، سبب کاهش حجم ضایعات ماهی و کمک به محیط زیست می شود. بعلاوه با این روش می توان از آنتی اکسیدان های طبیعی به جای منابع آنتی اکسیدانی سنتزی استفاده نمود. نتایج این پژوهش نشان داد استفاده از ضایعات

#### ۵- منابع

- [1] Kumar, N. S., Nazeer, R. A., & Ganesh, R. J. (2012). Functional properties of tein hydrolysates from different body parts of horse mackerel (*Magalaspis cordyla*) and croaker (*Otolithes ruber*). *editerranean Journal of Nutrition and Metabolism*, 5(2), 105–110.
- [2] Ovissipour, M., Abedian Kenari, A., Nazari, R., Motamedzadegan, A., & Rasco, B. (2014). Tuna viscera protein hydrolysate: nutritive and disease resistance properties for Persian sturgeon (*Acipenser persicus* L.) larvae. *Aquaculture Research*, 45(4), 591–601.
- [3] Kumar, N. S., Nazeer, R. A., & Jaiganesh, R. (2011). Purification and biochemical characterization of antioxidant peptide from horse mackerel (*Magalaspis cordyla*) viscera protein. *Peptides*, 32(7), 1496–1501.
- [4] Soumya, N. P., Mini, S., Sivan, K. Sh., & Mondal, S. (2021). Bioactive compounds in functional food and their role as therapeutics.

- Bioactive compounds in health and disease. 4(3), 24-39.
- [5] Boutin Y, Paradis ME, Couture P, Immunological effect of fish protein supplementation on healthy adults. *J Nat Prod* 5 (2012) 37-44.
- [6] El-Nassage, D. E., Refaat, W. A. (2017). Antioxidant and antibacterial activities of beef burger by using kiwi fruits peel powder. *Journal of home economics*, 27(1), 31-53.
- [7] Wang, Sh., Zhao, M., Fan, H., & Wu, J. (2023). Peptidomics study of plant-based meat analogs as a source of bioactive peptides. *Foods journal MDPI*. 12(5), 1-15.
- [8] Shaabani, Sh., Hoseini, E., Mahasti, P & Goodarzi, L. (2015). An investigation on antioxidant effect of garlic aqueous extract on uncooked hamburger. *Journal of food science and Technology*, 2(3), 31-37.
- [9] Gorran, A., Shivazad, M & Rezaeian, M. (2017). Efficacy of Aqueous Extract of *Thymus Daenensis* to Ameliorate the Adverse Effects of Aflatoxin in *Japanese Quail*. *Research on Animal Production*. 8(15), 25-32.
- [10] Bergamaschi, M., Simoncini, N., Spezzano, V. M., Ferri, M., & Tassoni, A. (2023). Antioxidant and sensory properties of raw and cooked pork meat burgers formulated with extract from non-compliant green coffee beans. *Foods journal MDPI*, 12(6), 1-16.
- [11] Shafiee, S., Goli, M., Khoshkhoo, Zh & Hosseini, E. (2021). Optimization of hydrolysis conditions (temperature, time, and concentration of alkalase) of rainbow trout viscera using the response surface methodology. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(5), e15456.
- [12] Thiansilakul, Y., Benjakul, S., & Shahidi, F. (2007). Compositions, functional properties and anti-oxidative activity of protein hydrolysates prepared from round scad (*Decapterus maruadsi*). *Food Chemistry*, 103(4), 1385–1394.
- [13] Rodrigues de souza, M. L., Gasparino, E., Coradini, M. F., Vieira, V. I., Siemer, S., & Feihrmann, A. C. (2022). Fish carcass flours from different species and their incorporation in tapioca cookies. *Futures food*. Doi: 10.1016/j. fufo. 2022. 100132.
- [14] Liu, Y., Li, X., Chen, Z., Yu, J., Wang, F., & Wang, J. (2014). Characterization of structural and functional properties of fish protein hydrolysates from surimi processing by-products. *Food Chemistry*, 151, 459–465.
- [15] Niu, J., Zhang, Y. Q., Liu, Y. J., Tian, L. X., Lin, H. Z., Chen, X., et al. (2014). Effects of graded replacement of fish meal by fish protein hydrolysate on growth performance of early post-larval Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*, Boone). *Journal of Applied Animal Research*, 42(1), 6–15.
- [16] Nikoo M, Benjakul S, Potential application of seafood-derived peptides as bio functional ingredients, antioxidant–cryoprotectant: A review. *JFunct Foods* 10 (2015) 753-764.
- [17] Nchienzia, H. A., Morawicki, R. O., & Gadang, V. P. (2010). Enzymatic hydrolysis of poultry meal with endo- and exopeptidases. *Poultry Science*, 89(10), 2273–2280.
- [18] Wang, W., Li, Z., Liu, J., Wang, Y., Liu, S., & Sun, M. (2013). Comparison between thermal hydrolysis and enzymatic proteolysis process for the preparation of tilapia skin collagen hydrolysates. *Czech Journal of Food Science*, 31(1), 1–4.
- [19] Zakey, A. A., Gandara, S. J., Eun, J. B., Shim, J. H., & Abd El-Aty, A. M. (2021). Bioactivities, applications, safety and health benefits of bioactive peptides from food and by-products. *Food chemistry*, 8, 1-18.
- [20] Mokrejs, P., Svoboda, P., Hrnčirik, J., Janacova, D., & Vasek, V. (2011). Processing poultry feathers into keratin hydrolysate through alkaline-enzymatic hydrolysis. *Waste Management & Research*, 29(3), 260–267.
- [21] Norgaard, J. V., Blaabjerg, K., & Poulsen, H. D. (2012). Salmon protein hydrolysate as a protein source in feed for young pigs. *Animal Feed Science and Technology*, 177(1-2), 124–129.



Scientific Research

Homepage: [www.fsct.modares.ir](http://www.fsct.modares.ir)

## Journal of Food Science and Technology (Iran)

## Investigating the addition of rainbow trout visceral hydrolyzed protein on the quality properties of cooked hamburger

Samin Shafiee<sup>1</sup>, Zhaleh Khoshkhoo<sup>1</sup>, Mohammad Goli<sup>2\*</sup>, Seyed Ebrahim Hosseini<sup>3</sup>

1-Department of Food Science and Technology, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

2 -Department of Food Science and Technology, Laser and Biophotonics in Biotechnologies Research Center, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran

3-Department of Food Science and Technology, Tehran Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

## ARTICLE INFO

## ABSTRACT

**Article History:**

Received: 2024/4/26

Accepted: 2024/6/1

**Keywords:**

Natural antioxidant,

bioactive peptide,

fish waste,

cooked hamburger

**DOI: 10.22034/FSCT.21.157.145.**

\*Corresponding Author E-

Fat oxidation during the storage period is one of the important factors in the deterioration of food quality. Hydrolyzed fish waste is one of the most important sources of bioactive peptides as a natural antioxidant. The purpose of this research is adding bioactive peptide that obtained from the enzymatic hydrolysis of rainbow trout waste (viscera) to the cooked hamburger formulation and measure the characteristics of the hamburger. Fish wastes were hydrolyzed in optimum conditions (temperature 59°C, time 118 minutes and concentration of 2% alcalase enzyme and then, 0.5, 1, 1.5 and 2% by weight, were added to the hamburger samples. A hamburger is also as a blank. The tests were performed in 3 repetitions and the averages were compared with Duncan's test to check the significance of the variables at  $P < 0.05$  and the data were reported as mean  $\pm$  standard deviation. The results showed that the cooked hamburger formulation contains 2% viscera by weight, has the highest percentage of cooked yield, fat and moisture retention, and the lowest amount of hardness, cooking loss and shrinkage. Using of a waste source, in order to turn it into a valuable product with antioxidant properties, lead to reduce the amount of fish waste and helps the environment. With this method, natural antioxidants can be used instead of synthetic sources.