مقاله علمی – پژوهشی:

تاثیر زمان آبکافت بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی پروتئین آبکافتی حاصل از سر ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*)

سکینه یگانه*[۱]، مینا اسمعیلی خاریکی[۱]، حامد احمدی[۱]

*skyeganeh@gmail.com
s.yeganeh@sanru.ac.ir

۱- گروه شیلات، دانشکده علوم دامی و شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۳۹۹ تاریخ پذیرش: شهریور ۱۳۹۹

چکیده

در مطالعه حاضر فعالیت آنتی‌اکسیدانی غلظت‌های مختلف پروتئین آبکافتی حاصل از سر ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) در زمان‌های مختلف آبکافت مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور ۸ قطعه کپور معمولی با میانگین وزن ۰/۷۶۶±۰/۰۳۴ کیلوگرم از بازار تهیه شدند، سپس آبکافت سر ماهی کپور معمولی با آنزیم آلکالاز با غلظت ۱ درصد (حجمی/وزنی) در دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد و pH ۸ در زمان‌های مختلف (۳۰، ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ دقیقه) انجام شد. نتایج آنالیز تقریبی نشان داد که در نتیجه آبکافت، درصد پروتئین (از ۱/۹±۵۸/۳۱ به ۱/۴۹±۷۵/۲۶ درصد) به طور معنی‌داری افزایش و مقدار چربی و خاکستر (به‌ترتیب از ۰/۸۷±۱۶/۴۶ به ۰/۹۷±۲/۳۷ و از ۰/۶۴±۲۷/۱۶ به ۱/۶۳±۲۵/۳۴ درصد) به طور معنی‌داری کاهش یافت ($p<0/05$). همچنین محتوای پروتئین محلول و درجه آبکافت با افزایش مدت زمان آبکافت به طور معنی‌داری افزایش یافت به‌طوری‌که بیشترین پروتئین محلول ۰/۱۹±۲۳/۰۱ میلی‌گرم/ میلی‌لیتر و درجه آبکافت ۰/۸۶±۴۹/۶۷ درصد در زمان ۱۸۰ دقیقه به‌دست آمد ($p<0/05$). درصد مهار رادیکال آزاد DPPH نیز با افزایش غلظت و افزایش مدت زمان آبکافت، به طور معنی‌داری افزایش یافت ($p<0/05$) و بهترین زمان برای شاخص قدرت مهار رایکال آزاد DPPH، ۱۸۰ دقیقه و مقدار IC_{50} در حذف این رادیکال، ۲/۰۸ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر تعیین شد. همچنین با افزایش غلظت و زمان آبکافت، قدرت کاهندگی یون آهن سه ظرفیتی و فعالیت مهارکنندگی رادیکال ABTS نیز افزایش معنی‌داری پیدا کردند ($p<0/05$). به طور کلی، با توجه به عملکرد مناسب پروتئین آبکافتی سر ماهی کپور معمولی در حذف رادیکال‌های آزاد DPPH و ABTS و قدرت کاهندگی آهن سه ظرفیتی، می‌توان اظهار داشت که این پروتئین آبکافتی می‌تواند به عنوان یک افزودنی غذایی با عملکرد آنتی‌اکسیدانی مطلوب مورد استفاده قرار گیرد.

لغات کلیدی: پروتئین آبکافتی، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، سر کپور معمولی، قدرت مهار رادیکال آزاد، قدرت کاهندگی آهن

*نویسنده مسئول

[Downloaded from isfj.ir on 2025-09-07]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1399.29.6.12.0]

مقدمه

رادیکال‌های آزاد اتم فعال یا گروهی از اتم‌ها با تعداد الکترون‌های فرد هستند. وجود الکترون منفرد در ساختار رادیکال‌های آزاد، آنها را ناپایدار و بسیار واکنش‌پذیر می‌سازد. خطرناک‌ترین رادیکال‌های آزاد، اکسی رادیکال‌های بسیار فعال، متحرک و کوچک هستند که بعد از تشکیل، واکنش‌های زنجیره‌ای را آغاز می‌کنند و به DNA، پروتئین و چربی‌ها آسیب می‌رسانند. آسیب DNA به صورت جهش، خطای ترجمه و ممانعت از سنتز پروتئین می‌باشد و آسیب به پروتئین‌ها سبب تغییراتی در انتقال یون‌ها و فعالیت آنزیم‌ها می‌شود. اکسیداسیون اسیدهای چرب غیراشباع نیز سبب تغییر ترکیبات، ساختار و ویژگی‌های غشاء (حلالیت و نفوذ پذیری) و تغییر فعالیت آنزیم‌های متصل به غشاء می‌شود (Surai, 2002). این رادیکال‌های فعال عامل بسیاری از بیماری‌ها مانند دیابت، بیماری‌های قلبی-عروقی و اختلالات سیستم مغزی می‌باشند. همچنین در سیستم‌های غذایی نیز با تسریع اکسیداسیون چربی‌ها و اسیدهای چرب غیر اشباع موجب فساد ماده غذایی می‌گردند (You *et al*., 2009). به همین دلیل توجه زیادی به یافتن آنتی‌اکسیدان‌ها به‌ویژه با منشأ طبیعی با خطرات سلامتی کمتر معطوف شده است. برای این منظور پروتئین‌های آبکافت شده با منشا جانوری و گیاهی تولیدی با آنزیم‌های مختلف (با منشأ میکروبی، گیاهی و جانوری) با خواص آنتی اکسیدانی قوی مانند پروتئین آبکافت شده دانه زنجبیل (Amza *et al*., 2013)، ضایعات چند گونه ماهی مدیترانه‌ای (García-Moreno *et al*., 2014)، ضایعات شیزوتوراکس (خواجوی و همکاران، ۱۳۹۵)، سر ماهی هوور مسقطی (اسمعیلی خاریکی و همکاران، ۱۳۹۶)، اندرونه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (ریحانی‌پول و جعفرپور، ۱۳۹۶)، اندرونه تاس‌ماهی ایرانی، فیل‌ماهی، آنچوی، تن زردباله (Ovissipour *et al*., 2009a,b,c; 2012a, b) مورد تحقیق قرار گرفتند.

بسیاری از خواص فیزیولوژیک و کارکردی پروتئین‌ها با پپتیدهای زیست فعال موجود در ساختار آنها مرتبط است. تحقیقات نشان داده است که بیش‌تر پپتیدهای زیست‌فعال در توالی پروتئین اصلی خود غیر فعال هستند (Kim and Kim, 2013)، اما پس از آزادشدن طی فرآیند هضم گوارشی یا با استفاده از روش‌های مختلف فرآوری (مثل آبکافت آنزیمی)، فعالیت فیزیولوژیک خود را نمایان می‌سازند (Ahn *et al*., 2010). تلاش‌های زیادی در جهت افزایش بازدهی و کیفیت محصول نهایی پس از آبکافت با استفاده از تکنیک‌های شیمیایی (اصغرنیا و همکاران، ۱۳۹۶) و آنزیمی صورت گرفته است که یکی از کارآمدترین این تکنیک‌ها، روش آبکافت آنزیمی است. از مزایای روش آبکافت آنزیمی می‌توان به آسان بودن شرایط فرآوری، کنترل واکنش و شرایط واکنش ملایم‌تر اشاره کرد (Ovissipour *et al*., 2010). پروتئین‌های ناشی از آبکافت، مخلوطی از قطعات مختلف پپتیدی (دی، تری و الیگوپپتید) با محدوده متنوعی از وزن‌های مولکولی می‌باشند که با تولید گروه‌های آبدوست سبب افزایش حلالیت پروتئین می‌شوند و در نتیجه خواص کارکردی و زیست فعالی پروتئین را بهبود می‌بخشند. پپتیدهای زیست فعال ویژگی‌های کارکردی متفاوتی دارند (Kim and Kim, 2013) که از جمله می‌توان به خواص ضد دیابت، ضد میکروبی، ضد انعقادی، ضد فشار خون، ضد سرطانی، تقویت‌کنندگی سیستم ایمنی، تنظیم‌کنندگی سیستم هورمونی و هم‌چنین فعالیت آنتی‌اکسیدانی اشاره کرد (Rajapakse *et al*., 2005; Shahidi and Zhong, 2008; Jiang *et al*., 2014). اگرچه آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی ارزان‌تر و قابل دسترس‌تر هستند، اما استفاده از آنها یک ریسک بالا برای سلامت می‌باشد (Chai *et al*., 2015). عوامل مختلفی بر فرایند آبکافت آنزیمی تاثیرگذارند که از جمله آنها می‌توان به نوع آنزیم مورد استفاده (ویژگی‌های اختصاصی و هیدرولیتیک)، شرایط حاکم بر فرآیند آبکافت (مدت زمان، دما، pH) و سوبسترا (نوع و ترکیب) اشاره کرد و این عوامل با توجه به هدف تحقیق، باید هنگام انتخاب نوع آنزیم و مراحل انجام فرآیند آبکافت مد نظر قرار گیرند. آبکافت آنزیمی بر اندازه مولکولی، گروه‌های آب‌گریز و قطبی پپتیدها تأثیر می‌گذارد که به طور مستقیم بر خواص کاربردی آنها در ترکیب مواد غذایی مؤثر است (علی‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۳؛ Chalamaiah *et al*., 2012).

با توجه به میزان رو به رشد تولید آبزیان، حجم بالایی از ضایعات شامل فلس، پوست، امعا و احشا، استخوان‌ها و ستون فقرات نیز تولید خواهد شد (Benjakul and Morrissey, 1997). امروزه بر اساس آمارها میزان کل تولیدات آبزیان در دنیا بیش از ۱۷۰ میلیون تن می‌باشد (FAO, 2016). این حجم عظیم از تولیدات و آبزی‌پروری موجب تولید ضایعات کلانی می‌شود به‌طوری‌که ۶۰ درصد ماهی در کارخانه‌ها جزء ضایعات محسوب می‌شود (Dekkers *et al*., 2010) و حذف این

[Downloaded from isfj.ir on 2025-09-07]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1399.29.6.12.0]

ضایعات، هزینه‌های مالی و زیست محیطی به همراه دارد. یکی از راه‌های کاهش آسیب‌های زیستی ضایعات ماهی، استفاده از آن در قالب پروتئین آبکافتی می‌باشد (Klompong *et al.*, 2007; Raghavan *et al.*, 2008). میزان تولید ماهیان گرم‌آبی در سال ۱۳۹۷، ۱۸۷۳۹۹ تن بوده است (سالنامه آماری سازمان شیلات ایران، ۱۳۹۷-۱۳۹۲). ماهی کپور معمولی (*C. carpio*) حدود ۳۰-۲۵ درصد از گونه‌های پرورشی در استخرهای گرم‌آبی ایران را به‌خود اختصاص می‌دهد (مصباح و همکاران، ۱۳۹۵). امروزه مصرف‌کنندگان ماهی گرایش به سمت مصرف ماهی فیله‌شده و تازه دارند و سر ماهیان تقریباً ۱۹ درصد از فرآورده‌های جنبی ماهی پس از فیله‌شدن را تشکیل می‌دهد (Prihanto *et al.*, 2019)، لذا مدیریت ضایعات حاصل از آن ضروری می‌باشد. مطالعاتی در ارتباط با تولید پروتئین آبکافتی از فریم و سر ماهی کپور معمولی (ریحانی‌پول و جعفرپور، ۱۳۹۶)، تخم ماهی کپور معمولی (قلیچی و همکاران، ۱۳۹۷؛ Chalamaiah *et al.*, 2015) و پوست ماهی کپور عفلخوار (Wasswa *et al.*, 2007) انجام شده است، اما پژوهشی در مورد تاثیر زمان آبکافت بر خواص آنتی‌اکسیدانی پروتئین آبکافتی حاصل از سر ماهی کپور معمولی با استفاده از آنزیم آلکالاز انجام نشده است، لذا با توجه به مطالب عنوان شده در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش کار

آماده‌سازی نمونه ماهی

برای این منظور ۸ قطعه ماهی کپور معمولی با وزن ۰/۷۶۶±۰/۰۳۴ کیلوگرم از بازار تهیه و در جعبه‌های یونولیتی به همراه یخ (با نسبت ۱: ۳ وزنی/ وزنی) به سرعت به آزمایشگاه فرآوری در گروه شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری منتقل گردیدند. جهت برطرف کردن آلودگی‌ها و موکوس، ماهیان با آب سرد شستشو داده شدند و سپس سر زنی، دم‌زنی و تخلیه محتویات درون شکم ماهیان صورت گرفت. در این تحقیق از سر ماهی کپور معمولی به عنوان ضایعات ماهی در ادامه مراحل تحقیق استفاده شد. سرهای ماهیان با استفاده از چرخ گوشت به طور کامل چرخ شده و پس از بسته‌بندی در کیسه های پلاستیکی در دمای فریزر (۲۰- درجه سانتی‌گراد) تا روز آزمایش نگهداری شدند.

آنالیز تقریبی سر ماهیان و پروتئین آبکافتی حاصل از آن

سنجش مقادیر رطوبت، خاکستر، چربی و پروتئین کل در دو تیمار بافت چرخ شده سر ماهی و پروتئین آبکافتی فریز درای شده (هر تیمار سه تکرار)، به‌ترتیب با استفاده از آون، کوره الکتریکی، سوکسله و کجلدال و طبق روش‌های استاندارد AOAC انجام گرفت (AOAC, 2000).

آبکافت سر ماهی کپور معمولی

به‌منظور آماده‌سازی نمونه‌ها، ابتدا سر چرخ شده ماهی کپور معمولی در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد انجمادزدایی و با آب مقطر با نسبت ۱: ۲ (v/w) مخلوط شدند و سپس به مدت ۲ دقیقه با استفاده از هموژنایزر همگن شدند. به منظور غیر فعال‌سازی آنزیم‌های درونی، نمونه‌ها به مدت۱۰ دقیقه در حمام آب گرم (Memert wub 29, Germany) ۹۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. به منظور انجام آزمایش، غلظت آنزیم آلکالاز ۱ درصد (حجمی/وزنی)، دما ۵۵ درجه سانتی‌گراد، pH برابر ۸ و مدت زمان آبکافت نیز ۳۰، ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ دقیقه در نظر گرفته شد (اسمعیلی خاریکی و همکاران، ۱۳۹۶). پس از انجام فرآیند، جهت غیر فعال‌سازی آنزیم آلکالاز نمونه‌ها در حمام آبی (Memert wub 29, Germany) ۹۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰ دقیقه قرار گرفتند. سپس نمونه‌ها به منظور جداسازی مواد غیر محلول از پروتئین‌های محلول، سانتریفیوژ (Sigma, 2-16KL) (۲۰ دقیقه با دور g ۸۰۰۰) شدند و قسمت روماند هر نمونه به وسیله سمپلر جدا شده و در فریزر ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگه‌داری گردید.

اندازه‌گیری مقدار پروتئین محلول

مقدار پروتئین محلول (برای ۴ تیمار در زمان‌های مختلف آبکافت و هر تیمار ۳ تکرار) با استفاده از روش Lowry و همکاران (۱۹۵۱) سنجش شد. منحنی استاندارد سنجش پروتئین نیز با استفاده از آلبومین سرم گاوی (۱-۰/۱ میلی‌گرم/میلی‌لیتر) به عنوان پروتئین استاندارد رسم شد.

تعیین درجه آبکافت (DH)

درجه آبکافت (برای ۴ تیمار در زمان‌های مختلف آبکافت و هر تیمار ۳ تکرار) بر اساس روش Hoyle و Merritt (۱۹۹۴) با

[Downloaded from isfj.ir on 2025-09-07]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1399.29.6.12.0]

استفاده از محلول تری‌کلرواستیک اسید (TCA) اندازه‌گیری شد. ۵۰۰ میکرولیتر از پروتئین آبکافت شده با ۵۰۰ میکرولیتر تری‌کلرواستیک اسید ۲۰٪ ترکیب و سپس با دور g ۳۰۰۰ به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ (Sigma, 2-16KL) شد. مقدار پروتئین در فاز محلول به روش لوری (Lowry, 1951) تعیین و درجه هیدرولیز با معادله ذیل محاسبه شد:

درجه آبکافت (٪) = میزان نیتروژن در محلول ۱۰٪ تری کلرواستیک اسید ×۱۰۰ / میزان نیتروژن در نمونه

سنجش فعالیت آنتی‌اکسیدانی

قدرت مهار رادیکال آزاد ۲ و ۲ دیفینیل -۱-پیکریل هیدرازیل (DPPH): برای انجام این آزمایش به حجم معینی از محلول نمونه (۴ تیمار در زمان‌های مختلف آبکافت و ۴ تیمار با غلظت‌های مختلف پروتئین آبکافتی (در مجموع ۱۶ تیمار) و هر تیمار ۳ تکرار)، همان میزان از محلول ۰/۱ میلی‌مولار DPPH در متانول اضافه شد. مخلوط حاصل هموژن (IKA T25-Digital Ultra-Turrax) و به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۳۲ درجه سانتی‌گراد در تاریکی قرار داده شد و سپس جذب مخلوط به وسیله دستگاه اسپکتوفتومتر (Spectrophotometr UV-M51 UV/Vis, Italy) در طول موج ۵۱۷ نانومتر قرائت شد. درصد مهار رادیکال آزاد طبق رابطه ذیل محاسبه گردید (Mishra *et al*, 2012):

درصد مهار DPPH = ((Ab – As)/Ab) ×۱۰۰

Ab: جذب شاهد؛ As: جذب نمونه یا استاندارد (جذب نمونه خوانده شده – جذب رنگ نمونه (۱ میلی‌لیتر نمونه+۱ میلی‌لیتر متانول))

قدرت کاهندگی یون آهن سه ظرفیتی: برای بررسی این شاخص، ۰/۵ میلی‌لیتر پروتئین آبکافتی (۴ تیمار در زمان‌های مختلف آبکافت و ۳ تیمار با غلظت‌های مختلف پروتئین آبکافتی (در مجموع ۱۲ تیمار) و هر تیمار ۳ تکرار) با غلظت‌های مختلف با ۲/۵ میلی‌لیتر بافر فسفات ۰/۲ مولار (با pH=۶/۶) و ۲/۵ میلی‌لیتر محلول پتاسیم فری‌سیناید ۱ درصد مخلوط شد. سپس ترکیب به‌دست آمده به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد انکوبه و متعاقب آن ۲/۵ میلی‌لیتر محلول تری‌کلرواستیک‌اسید ۱۰ درصد به آن اضافه گردید. سپس این محلول ۱۰ دقیقه با گردش ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ (Sigma, 2-16KL) و سپس فاز رویی با ۲/۵ میلی‌لیتر آب مقطر و ۲/۵ میلی‌لیتر محلول کلرید فریک ۰/۱ درصد ترکیب شد. جذب محلول حاصل در طول موج ۷۰۰ نانومتر (Spectrophotometr UV-M51 UV/Vis, Italy) قرائت گردید. هر چه جذب بیشتر باشد قدرت کاهندگی پروتئین آبکافتی نیز بیشتر است (Ovissipour *et al*., 2012a).

سنجش فعالیت مهارکنندگی رادیکال ABTS

برای سنجش فعالیت مهارکنندگی رادیکال ABTS از روش Alemán و همکاران (۲۰۱۱) استفاده شد. محلول ۷ میلی‌مولار ABTS در پتاسیم پرسولفات ۲/۴۵ میلی‌مولار تهیه و به مدت ۱۶ ساعت در دمای محیط و در مکان تاریک نگه‌داری شد. پس از طی زمان مورد نظر، رقیق‌سازی با آب مقطر تا رسیدن به میزان جذب ۰/۷±۰/۰۲ در طول موج ۷۳۴ نانومتر (Spectrophotometr UV-M51 UV/Vis, Italy) انجام شد. سپس ۲۰ میکرولیتر نمونه با ۹۸۰ میکرولیتر محلول رقیق شده ABTS مخلوط و به مدت ۱۰ دقیقه در مکان تاریک و دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد انکوبه شد. پس از طی زمان مورد نظر جذب نمونه‌ها (۴ تیمار در زمان‌های مختلف آبکافت و ۳ تیمار با غلظت‌های مختلف پروتئین آبکافتی (در مجموع ۱۲ تیمار) و هر تیمار ۳ تکرار) در ۷۳۴ نانومتر (Spectrophotometr UV-M51 UV/Vis, Italy) قرائت شد. به منظور مقایسه نیز از غلظت‌های مختلف آسکوربیک‌اسید استفاده و درصد مهارکنندگی رادیکال ABTS با استفاده از رابطه ذیل محاسبه گردید:

درصد مهارکنندگی = (جذب نمونه شاهد/ (جذب نمونه - جذب نمونه شاهد))×۱۰۰ABTS

[Downloaded from isfj.ir on 2025-09-07]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1399.29.6.12.0]

روش تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

این تحقیق در قالب طرح کاملاً تصادفی با تیمارهای مختلف زمان و غلظت انجام شد و برای تعیین هر شاخص، در هر تیمار، سه تکرار در نظر گرفته شد. پس از بررسی نرمال‌بودن داده‌ها با آزمون شاپیروویلک، مقایسه میانگین‌ها برای تعیین تاثیر زمان آبکافت بر خاصیت آنتی‌اکسیدانی پروتئین آبکافتی با آنالیز واریانس یک طرفه و برای بررسی تفاوت معنی‌دار بین میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد استفاده شد. تمام آنالیزها با سه بار تکرار انجام گرفت. تجزیه و تحلیل داده‌ها با نرم‌افزار SPSS 22 انجام گرفت.

نتایج

آنالیز تقریبی سر و پودر پروتئین آبکافتی: در آنالیز تقریبی سر و پودر پروتئین آبکافتی حاصل از آن مشخص شد که در پودر پروتئین آبکافتی نسبت به سر درصد پروتئین به طور معنی‌داری افزایش داشت، اما رطوبت، چربی و خاکستر در پودر پروتئین آبکافتی به طور معنی‌داری کاهش یافتند (جدول ۱؛ $p<0/05$).

جدول ۱: آنالیز تقریبی سر ماهی کپور معمولی و پودر پروتئین آبکافتی (بر حسب درصد وزن ماده خشک)

Table 1: Proximate composition of Common carp head and protein hydrolysate powder (% dry weight)

شاخص	رطوبت (٪)	پروتئین (٪)	چربی (٪)	خاکستر (٪)
سر	۷۴/۲۵±۰/۳۵ [a]	۵۸/۳۱±۱/۹ [b]	۱۶/۴۶±۰/۸۷ [a]	۲۷/۱۶±۰/۶۴ [a]
پودر پروتئین آبکافتی	۵/۱۱±۰/۲۲ [b]	۷۵/۲۶±۱/۴۹ [a]	۲/۳۷±۰/۹۷ [b]	۲۵/۳۴±۱/۶۳ [b]

* داده‌های جدول نشان‌دهنده میانگین±انحراف معیار سه تکرار می‌باشد. حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار می‌باشد ($p<0/05$).

پروتئین محلول و درجه آبکافت

بر اساس نتایج، با افزایش مدت زمان آبکافت تا ۱۸۰ دقیقه، میزان پروتئین محلول افزایش معنی‌داری نشان داد (جدول ۲؛ $p<0/05$)، به‌طوری‌که بین زمان‌های ۳۰ و ۶۰ با ۱۲۰ و ۱۸۰ دقیقه تفاوت معنی‌داری وجود داشت و بیشترین میزان در زمان ۱۸۰ دقیقه به‌دست آمد ($p<0/05$)، اما بین زمان ۳۰ و ۶۰ دقیقه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ($p>0/05$) در حالی‌که درجه آبکافت تا زمان ۱۸۰ دقیقه به طور معنی‌داری افزایش یافت و بین تمام زمان‌های مورد بررسی تفاوت معنی‌داری مشاهده شد ($p<0/05$).

جدول ۲: میانگین پروتئین محلول و درجه آبکافت سر ماهی کپور معمولی در زمان‌های مختلف

Table 2: Mean soluble protein and the degree of hydrolysis of Common carp head at different times

غلظت	زمان(دقیقه)			
(میلی‌گرم/میلی‌لیتر)	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰
پروتئین محلول (میلی‌گرم/میلی‌لیتر)	۱۸/۳۷±۰/۳۷ [a]	۱۸/۶۴±۰/۲۲ [a]	۲۰/۵۴±۰/۵۸ [b]	۲۳/۰۱±۰/۱۹ [c]
درجه آبکافت (٪)	۳۰/۸۳±۰/۷۶ [a]	۳۸/۹۷±۰/۳۷ [b]	۴۶/۵۹±۰/۷۲ [c]	۴۹/۶۷±۰/۸۶ [d]

* داده‌های جدول نشان‌دهنده میانگین ± انحراف معیار سه تکرار می‌باشد. حروف متفاوت در هر سطر نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار می‌باشد ($p<0/05$).

قدرت مهار رادیکال آزاد ۲و ۲دیفینیل -۱-پیکریل هیدرازیل (DPPH)

نتایج مربوط به سنجش قدرت مهار رادیکال آزاد DPPH در زمان‌های ۳۰، ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ دقیقه و با غلظت‌های ۱، ۱/۵ ، ۲ و ۲/۵ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر پروتئین آبکافتی نشان داد که با افزایش غلظت، درصد مهار رادیکال آزاد افزایش می‌یابد (جدول ۳؛ $p<0/05$) به‌طوری‌که کمترین میزان قدرت مهارکنندگی در غلظت ۱ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر در تمامی زمان‌ها به‌دست آمد و بیشترین میزان قدرت مهارکنندگی در غلظت ۲/۵ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر حاصل شد. نتایج کلی این آزمایش نشان داد که با افزایش زمان آبکافت میزان قدرت مهارکنندگی افزایش می‌یابد ($p<0/05$)، اما در غلظت ۱/۵ و ۲/۵ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر در بین زمان‌های ۱۲۰ و ۱۸۰ دقیقه تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد ($p>0/05$).

[Downloaded from isfj.ir on 2025-09-07]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1399.29.6.12.0]

جدول ۳: نتایج حاصل از سنجش قدرت مهارکنندگی رادیکال آزاد DPPH (بر حسب درصد)

Table 3: The result of DPPH radical scavenging activity (%)

غلظت (میلی‌گرم/میلی‌لیتر)	زمان(دقیقه)			
	۳۰	۶۰	۱۲۰	۱۸۰
۱	۴/۸۸±۰/۳۱.^{Aa}	۱۰/۳۴±۱/۶۵^{Ba}	۱۵/۷۱±۲/۷۱^{Ca}	۲۲/۲۴±۱/۶۴^{Da}
۱/۵	۱۶/۹۷ ±۲/۲۱^{Ab}	۲۰/۲۱±۲/۳۱^{Bb}	۲۷/۲۷±۲/۱۵^{Cb}	۳۰/۹۹±۱/۸۸^{Cb}
۲	۲۴/۶۱±۱/۷۱^{Ac}	۴۵/۹۸±۱/۱۵^{Bc}	۵۱/۴۹±۱/۶۴^{Cc}	۵۷/۷۷±۲/۰۱^{Dc}
۲/۵	۴۴/۴۳±۲/۲۱^{Ad}	۵۶/۰۴±۲/۲۱^{Bd}	۶۳/۱۵±۲/۲۱^{Cd}	۶۴/۹۹±۲/۱۱^{Cd}

*داده‌های جدول نشان‌دهنده میانگین ± انحراف معیار سه تکرار می‌باشد. حروف بزرگ متفاوت (A,B,C,D) در هر سطر نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین زمان‌های مختلف و حروف کوچک متفاوت (a,b,c,d) در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین غلظت‌های مختلف می‌باشند (p<۰/۰۵).

با توجه به نتایج IC_{50} (جدول ۴)، با افزایش زمان آبکافت، مقدار میلی‌گرم پروتئین آبکافت شده کمتری برای رسیدن به ۵۰ درصد مهار رادیکال آزاد DPPH نیاز است (p<۰/۰۵). با افزایش غلظت ویتامین C نیز درصد مهار رادیکال آزاد به طور معنی‌داری افزایش یافت (جدول ۵؛ p<۰/۰۵) و مقدار IC_{50} ویتامین C حدود ۱۴ (میکروگرم بر میلی‌لیتر) بوده که در مقایسه با پروتئین آبکافت شده (۲/۰۸ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) بسیار پایین‌تر بود و نشان می‌دهد که اثر آنتی‌اکسیدانی ویتامین C بسیار بالا می‌باشد. قدرت کاهندگی یون آهن سه ظرفیتی (یون فریک): نتایج سنجش قدرت کاهندگی یون آهن سه ظرفیتی در جدول ۶ ارائه شده است. با افزایش غلظت و زمان آبکافت، قدرت کاهندگی آهن سه ظرفیتی در تمامی زمان‌ها و غلظت‌ها افزایش معنی‌داری پیدا کرد (p<۰/۰۵)، تنها در بین زمان ۶۰ و ۱۲۰ در غلظت ۲ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد (p>۰/۰۵). فعالیت مهارکنندگی رادیکال ABTS: قدرت مهارکنندگی رادیکال ABTS با افزایش زمان آبکافت افزایش یافت (جدول ۷؛ p<۰/۰۵)، البته بین زمان ۶۰ و ۱۲۰ دقیقه در غلظت ۲ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (p>۰/۰۵). با توجه به جدول ۸ روند IC_{50} در زمان‌های مختلف معنی‌دار بوده و با گذشت زمان از مقدار آن کاسته شد (p<۰/۰۵).

جدول ۴: نتایج حاصل از سنجش قدرت مهارکنندگی ۵۰ درصد رادیکال آزاد DPPH (IC_{50})

Table 4: The result of IC_{50} value for DPPH radical scavenging activity

زمان (دقیقه)	۳۰	۶۰	۱۲۰	۱۸۰
IC_{50} (میلی‌گرم/میلی‌لیتر)	۳/۱۴±۰/۳۹^{d}	۲/۷۶±۰/۰۶^{c}	۲/۳۱±۰/۰۵^{b}	۲/۰۸±۰/۰۱^{a}

* داده‌های جدول نشان‌دهنده میانگین ± انحراف معیار سه تکرار می‌باشد. حروف متفاوت در هر سطر نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار می‌باشد (p<۰/۰۵).

جدول ۵: نتایج حاصل از سنجش قدرت مهارکنندگی رادیکال آزاد توسط ویتامین C در غلظت‌های مختلف

Table 5: The result of DPPH radical scavenging activity for vitamin C at different concentrations

غلظت (میکروگرم/میلی‌گرم)	۱	۱۰	۵۰	۱۰۰
درصد مهار رادیکال آزاد	۳/۲۷±۴/۶۴۵^{a}	۴۰/۳۳±۲/۲۶۷^{b}	۶۲/۷۷±۰/۰۲۴^{c}	۱۰۰±۰/۰۰^{d}

* داده‌های جدول نشان‌دهنده میانگین ± انحراف معیار سه تکرار می‌باشد. حروف متفاوت در هر سطر نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار می‌باشد (p<۰/۰۵).

[Downloaded from isfj.ir on 2025-09-07]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1399.29.6.12.0]

جدول ۶: نتایج زمان‌های مختلف آبکافت در غلظت‌های مختلف بر روی قدرت کاهندگی یون آهن سه ظرفیتی
Table 6: The result of different hydrolysis time at different concentrations on ferric ion (Fe^{+3}) reduction power

غلظت	زمان(دقیقه)			
(میلی‌گرم/میلی‌لیتر)	۳۰	۶۰	۱۲۰	۱۸۰
۲	۰/۰۳۱±۰/۰۱^{Aa}	۰/۰۴۶±۰/۰۱۴^{Ba}	۰/۰۴۱±۰/۰۰۲^{Ba}	۰/۰۵۵±۰/۰۰۳^{Ca}
۴	۰/۱۱۱±۰/۴۸^{Ab}	۰/۱۱۵±۰/۲۶^{Bb}	۰/۱۳۳±۰/۵۲^{Cb}	۰/۱۵۱±۰/۴۶^{Db}
۶	۰/۲۱۲±۰/۳۶^{Ac}	۰/۲۲۲±۰/۳۷^{Bc}	۰/۲۳۶±۰/۶^{Cc}	۰/۲۴۴±۰/۷^{Dc}

داده‌های جدول نشان‌دهنده میانگین ± انحراف معیار سه تکرار می‌باشد. حروف بزرگ متفاوت (A,B,C,D) در هر سطر نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین زمان‌های مختلف و حروف کوچک متفاوت (a,b,c,d) در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین غلظت‌های مختلف می‌باشد (p<۰/۰۵).

جدول ۷: نتایج حاصل از سنجش فعالیت مهارکنندگی رادیکال ABTS (بر حسب درصد)
Table 7: The result of ABTS radical scavenging activity (%)

غلظت	زمان(دقیقه)			
(میلی‌گرم/میلی‌لیتر)	۳۰	۶۰	۱۲۰	۱۸۰
۲	۱۱/۲۳±۱/۳۲^{Aa}	۱۷/۰۰±۱/۴۸^{Ba}	۱۸/۷۹±۱/۹^{Ba}	۲۳/۱۵±۰/۹۹^{Ca}
۴	۳۹/۵۳±۰/۸۸^{Ab}	۴۵/۷۰±۱/۳۱^{Bb}	۴۹/۹۰±۱/۱۲^{Cb}	۵۲/۷۱±۱/۱۶^{Db}
۶	۵۸/۵۲±۲/۳۴^{Ac}	۶۸/۷۹± ۱/۳۹^{Bc}	۷۵/۰۴±۰/۸۲^{Cc}	۷۹/۶۴±۱/۰۱^{Dc}

داده‌های جدول نشان‌دهنده میانگین ± انحراف معیار سه تکرار می‌باشد. حروف بزرگ متفاوت (A,B,C,D) در هر سطر نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین زمان‌های مختلف و حروف کوچک متفاوت (a,b,c,d) در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین غلظت‌های مختلف می‌باشد (p<۰/۰۵).

جدول ۸: قدرت مهارکنندگی ۵۰ درصد رادیکال آزاد ABTS (IC_{50})
Table 8: IC_{50} value for ABTS radical scavenging activity

غلظت	زمان(دقیقه)			
(میلی‌گرم/میلی‌لیتر)	۳۰	۶۰	۱۲۰	۱۸۰
IC_{50}	۴/۹۹±۰/۰۸^{d}	۴/۰۷±۰/۰۷^{c}	۳/۷۸±۰/۰۴^{b}	۳/۵۲±۰/۰۶^{a}

* داده‌های جدول نشان‌دهنده میانگین ± انحراف معیار سه تکرار می‌باشد. حروف متفاوت در هر سطر نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار می‌باشد (p<۰/۰۵).

بحث

آزمایش حاضر نشان داد که مقدار پروتئین در سر ماهی به گونه‌ای است که می‌تواند به عنوان منبعی برای تولید پروتئین آبکافتی مورد استفاده قرار گیرد و پس از آبکافت میزان آن افزایش یافت که دلیل احتمالی این امر، اثر آنزیم در شکستن پیوندهای پروتئینی و حذف ترکیب‌های غیر محلول جامد می‌باشد (Chalamaiah *et al*., 2010). در مطالعه جوادیان و همکاران (۱۳۹۴) مقدار پروتئین خام ضایعات کلیکای معمولی (*Clupeonella cultiventris*) ۱۵/۵۴ درصد بود که پس از آبکافت با آنزیم پرومود، مقدار پروتئین ۷۸/۹۱ درصد گزارش شد. در نتایج سایر محققین، میزان پروتئین ۹۰/۸-۴/۶۳گزارش شد (Kristinsson and Rasco, 2000; Souissi *et al*., 2007; Ovissipour *et al*., 2009a). مطالعه حاضر با مطالعات Ovissipour و همکاران (۲۰۰۹الف و ۲۰۱۰) در بررسی آبکافت اندرونه تاس‌ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) و سر ماهی Yellowfin tuna (*T. albacares*) با استفاده از آنزیم آلکالاز و پروتامکس، Chalamaiah و همکاران (۲۰۱۰) در بررسی بر آبکافت تخم ماهی Meriga (*Cirrhinus meriga*) با آنزیم آلکالاز و پاپائین و Nguyen و همکاران (۲۰۱۲) در بررسی تاثیر تغذیه از جیره‌ی حاوی پروتئین آبکافتی سر ماهی Yellowfin tuna (*T. albacares*) بر رشد میگو، همسو بوده است. مقدار چربی هم در مطالعه حاضر در پروتئین آبکافتی کاهش یافت که ممکن است متاثر از اتصال چربی به پروتئین‌های نامحلول پس از شکسته شدن پیوندهای پپتیدی طی فرایند آبکافت و حذف آنها از طریق برداشتن لایه رسوب باشد (اسمعیلی خاریکی و همکاران، ۱۳۹۶؛

[Downloaded from isfj.ir on 2025-09-07]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1399.29.6.12.0]

Ovissipour *et al*., 2009a) و نتایج حاصل با گزارش Kristinsson و Rasco (۲۰۰۰) در ارتباط با هیدرولیز ماهی و خواص آن، Dong و همکاران (۲۰۰۸) و Ovissipour و همکاران (۲۰۱۰) بر روی آبکافت سر ماهی Yellowfin tuna (*T. albacares*) با استفاده از آلکالاز و پروتامکس همسو بوده است. مقدار خاکستر هم پس از آبکافت مقداری کاهش یافت که می تواند متاثر از حذف رسوبات و استخوان‌ها باشد، در مطالعه بخشان و همکاران (۱۳۹۳) مقدار خاکستر قبل از آبکافت و پودر پروتئین آبکافتی تفاوت معنی‌داری نداشت، در مطالعه Ovissipour و همکاران (۲۰۰۹a) نیز میزان پروتئین و خاکستر در پودر پروتئین آبکافتی حاصل از امعاء و احشاء تاس‌ماهی ایرانی (*A. persicus*) نسبت به امعاء و احشاء افزایش، میزان چربی و رطوبت کاهش یافت. در مطالعه یعقوب‌زاده و همکاران (۱۳۹۸) نیز میزان پروتئین و چربی در پروتئین آبکافتی حاصل از پوست ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) به‌ترتیب افزایش و کاهش یافت.

میزان پروتئین محلول در طول ۱۸۰ دقیقه روندی افزایشی داشت و بیشترین میزان پروتئین بدست آمده در زمان ۱۸۰ دقیقه ۰/۱۹±۲۳/۰۱ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر بوده است. همچنین مطالعه حاضر با تحقیقات اسمعیلی خاریکی و همکاران (۱۳۹۶) بر آبکافت سر ماهی هور مسقطی و Hsu (۲۰۱۰) همسو بوده است. تفاوت در میزان پروتئین محلول به‌دست آمده می‌تواند به دلیل تفاوت سوبسترا و بافت مورد نظر به منظور آبکافت باشد.

در مطالعه حاضر، با افزایش زمان تا ۱۸۰ دقیقه میزان درجه آبکافت روندی افزایشی داشت. در مطالعه Bougatef و همکاران (۲۰۱۰) که آبکافت ضایعات حاصل از ساردین مورد بررسی قرار گرفت، نتایج نشان داد که با افزایش زمان تا ۱۵۰ دقیقه روند درجه آبکافت افزایشی بوده است و دلیل این امربه فعالیت آنزیمی بیشتر در این مدت زمان و بیشتر بودن باندهای پپتیدی در زمان‌های اولیه نسبت داده شد. در مطالعه حسینی و همکاران (۱۳۹۱) بر آبکافت سر ماهی فیتوفاگ مشخص شد که با افزایش زمان تا ۴ ساعت میزان پروتئین محلول و درجه آبکافت افزایش یافت، ولی با افزایش زمان بیش از ۴ ساعت از شدت درجه آبکافت کاسته شده بود. در مطالعه یاسمی و همکاران (۱۳۹۲) بر آبکافت امعاء و احشاء ماهی کپور سرگنده با آنزیم‌های آلکالاز، پروتامکس و پاپائین، میزان درجه آبکافت تا ۶۰ دقیقه روندی افزایشی داشت. در مطالعه Ovissipour و همکاران (۲۰۰۹الف) نیز با افزایش زمان آبکافت تا ۲۰۵ دقیقه در دمای ۴۵ و ۵۵ درجه سانتی‌گراد، درجه هیدرولیز نیز افزایش یافت. البته ممکن است با افزایش زمان آبکافت به دلیل کاهش غلظت باندهای پپتیدی در دسترس آنزیم و غیر فعال شدن آنزیم، نرخ آبکافت کاهش یابد (Guerard *et al*., 2002)، به همین دلیل لازم است بهینه زمان آبکافت با بررسی نتایج حاصل از زمان‌های مختلف تعیین گردد.

DPPH یک رادیکال آزاد پایدار است و زمانی که از یک آنتی‌اکسیدان الکترون دریافت کند مهار می‌شود (Shimada *et al*, 1992). نتایج مطالعه حاضر نشان داد که با افزایش زمان تا ۱۸۰ دقیقه و افزایش غلظت تا ۳ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر میزان مهارکنندگی نیز افزایش یافت و کمترین مقدار IC_{50} مربوط به زمان ۱۸۰ دقیقه بود. مطالعه Kusumaningtyas و همکاران (۲۰۱۹) بر آبکافت کلاژن milkfish (*Chanos chanos*) با آنزیم آلکالاز نشان داد که با افزایش زمان تا ۶۰ دقیقه نسبت به ۳۰ دقیقه میزان مهارکنندگی DPPH افزایش یافت. در نتیجه، اثر زمان آبکافت بر عملکرد آنتی‌اکسیدانی مثبت ارزیابی شد. نتایج Nalinanon و همکاران (۲۰۱۱) نیز نشان داد که در درجه آبکافت۲۰ درصد نسبت به ۱۰ درصد قدرت مهار رادیکال DPPH افزایش پیدا کرد، همچنین بیشترین مهار رادیکال آزاد در غلظت ۰/۲۴ ± ۸/۵۸ میکرومولار مشاهده شد. در مطالعه Yang و همکاران (۲۰۰۹) سر ماهی Bigeye tuna (*Thunnus obesus*) با استفاده از آلکالاز به مدت ۳۴۰ دقیقه مورد آبکافت قرار گرفت و نتایج نشان داد در غلظت ۲ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر میزان مهارکنندگی DPPH ۱/۲۶ ± ۸۶/۶۷ درصد گزارش شد و همچنین با افزایش غلظت میزان مهارکنندگی نیز افزایش یافت. در مطالعه اسمعیلی خاریکی و همکاران (۱۳۹۶) بر آبکافت سر ماهی هوور مسقطی (*Katsuwonus pelamis*) مشخص شد که با افزایش درجه آبکافت تا ۱۲۰ دقیقه اثر مهارکنندگی DPPH نیز افزایش پیدا کرد و با افزایش غلظت نیز مهارکنندگی DPPH افزایش یافت به‌طوری‌که در غلظت ۲/۵ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر بیشترین فعالیت مهارکنندگی مشاهده شد. به طور کلی، فعالیت آنتی‌اکسیدانی پپتیدهای زیست فعال متاثر از عوامل مختلفی همانند درجه آبکافت، مدت زمان آبکافت، ترکیب آمینواسیدی، اندازه و وزن مولکولی پپتیدها و توالی آمینواسیدها می‌باشد (Bougatef *et al*, 2010). بخشان و همکاران (۱۳۹۳) گزارش کردند که مدت زمان آبکافت ممکن است در افزایش شکست گروه‌هایی که باعث تسهیل واکنش میان پپتیدها و رادیکال‌های آزاد، گونه‌های واکنش‌پذیر اکسیژن و یون‌های فلزی می‌شوند، تأثیر مستقیم داشته باشد. علاوه بر این، تغییر در اندازه، مقدار و ترکیب

[Downloaded from isfj.ir on 2025-09-07]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1399.29.6.12.0]

اسیدهای آمینه آزاد و پپتیدهای کوچک بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی تاثیر می‌گذارد. پپتیدهای با اندازه کوتاه‌تر تاثیر گسترده‌تری بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی دارند و با درجه آبکافت بیشتر این امر حاصل می‌گردد، ولی در نهایت، توالی پپتیدها، ترکیب و درصد آبگریز بودن آنها خصوصیات آنتی‌اکسیدانی پپتیدهای جداشده را مشخص می‌کند (Jun *et al*., 2004; Je *et al*., 2007; Ren *et al*., 2008).

قدرت کاهندگی یون آهن شاخص دیگری است که تحت تاثیر درجه آبکافت تغییر می‌کند (اسمعیلی خاریکی و همکاران، ۱۳۹۶). تمام غلظت‌های مورد بررسی پروتئین آبکافت شده سر ماهی کپور معمولی در مطالعه حاضر خاصیت کاهندگی یون آهن را داشتند و بیشترین اثر کاهندگی مربوط به زمان ۱۸۰ دقیقه در غلظت ۶ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر ۰/۷±۰/۲۴۴ می‌باشد. افزایش قدرت کاهندگی، می‌تواند نشان از افزایش اهداء هیدروژن یا الکترون باشد، همچنین تغییر در اندازه، ساختار، تعداد آمینواسید و پپتیدها در اثر گذشت زمان و افزایش درجه آبکافت، بر کاهندگی یون آهن تاثیرگذار است (Bougatef *et al*, 2010). در مطالعه Yang و همکاران (۲۰۰۹) توانایی کاهندگی یون آهن پروتئین آبکافت شده ماهی تن (*Thunus obesus*) در غلظت ۲، ۵ و ۱۲/۵ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر به‌ترتیب ۰/۲۱۴، ۰/۵۳۴ و ۰/۹۴۸ بوده است که با افزایش غلظت، قدرت کاهندگی یون آهن فریک افزایش پیدا کرد. در مطالعه اسمعیلی خاریکی و همکاران (۱۳۹۶) بر آبکافت سر ماهی هوور مسقطی (*K. pelamis*) مشخص شد که با افزایش درجه آبکافت تا زمان ۲۴۰ دقیقه قدرت کاهندگی یون آهن نیز افزایش یافت. خصوصیات پپتیدهای جداشده از پروتئین آبکافتی مانند توالی و ترکیب آمینواسیدهای آن‌ها در آبکافت‌های مختلف متغیر است و ممکن است خاصیت کاهندگی یون فلزی از طریق اهدای هیدروژن یا دادن الکترون را تحت تأثیر قرار دهد. برای مثال، اسید آمینه‌های آبگریز از جمله هیستیدین، پرولین، متیونین، سیستئین، تیروزین و فنیل آلانین فعالیت آنتی‌اکسیدانی پپتیدها را بهبود می‌بخشند (Je *et al*., 2007; Ren *et al*., 2008; You *et al*., 2009, 2010). همچنین Bougatef و همکاران (۲۰۱۰) نیز عنوان کردند که طول زنجیره پپتیدی، قدرت کاهندگی آهن پروتئین آبکافتی ساردین را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

سنجش توانایی مهار رادیکال ABTS یک روش رنگ‌سنجی است و ابزاری عالی برای تعیین فعالیت آنتی‌اکسیدانی ترکیب‌های اهدا کننده هیدروژن (مهارکنندگی رادیکال‌های فاز آبی) و آنتی‌اکسیدان‌های شکننده زنجیره (شکستن رادیکال‌های پراکسید لیپید) است (Nalinanon *et al*., 2011). در مطالعه حاضر با افزایش زمان، اثر آنتی‌اکسیدانی پروتئین آبکافت شده سر ماهی کپور معمولی نیز به طور معنی‌داری افزایش یافت. زمان ۱۸۰ دقیقه در هر غلظت بهترین اثر آنتی‌اکسیدانی را در تست ABTS داشت که دلیل آن احتمالاً افزایش توانایی پپتیدهای زیست‌فعال در مهار رادیکال آزاد با افزایش درجه آبکافت می‌باشد. همچنین وجود آمینواسیدهای آبگریز در پپتیدها و پروتئین‌های آبکافت شده، منجر به افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی می‌شود (Nalinanon *et al*, 2011). در مطالعه Kusumaningtyas و همکاران (۲۰۱۹) بر آبکافت کلاژن milkfish (*C. chanos*) با آنزیم آلکالاز مشخص شد که با افزایش زمان تا ۶۰ دقیقه نسبت به ۳۰ دقیقه، میزان مهارکنندگی ABTS افزایش یافت و در زمان ۶۰ دقیقه ۹۶/۲۴ درصد گزارش شد. در نتیجه اثر زمان آبکافت بر عملکرد آنتی‌اکسیدانی مثبت ارزیابی شد. در مطالعه Foh و همکاران (۲۰۱۰) مقدار ۵ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر از پروتئین آبکافت فریز درایر شده گوشت چرخ‌شده ماهی تیلاپیا (*Oreochromis niloticus*) قادر بود ۰/۲۵±۹۷/۲۱ درصد خاصیت مهار کنندگی ABTS از خود نشان دهد. در مطالعه اسمعیلی خاریکی و همکاران (۱۳۹۶) بر آبکافت سر ماهی هوور مسقطی (*K. pelamis*) نتایج نشان داد که با افزایش درجه آبکافت تا ۲۴۰ دقیقه اثر مهارکنندگی ABTS نیز افزایش یافته و با افزایش غلظت نیز مهار کنندگی ABTS افزایش یافت به‌طوری‌که در غلظت ۲/۵ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر (۵۵ درصد) دارای بیشترین مهارکنندگی بود. پپتیدهای مختلف با اندازه مولکولی و توالی‌های آمینواسیدی متفاوت، ممکن است فعالیت آنتی‌اکسیدانی متفاوتی نیز از خود نشان دهند (Nalinanon *et al*., 2011).

به طور کلی، آنتی‌اکسیدان‌ها با مهار رادیکال آزاد به طرق مختلف از واکنش‌های اکسیداسیون جلوگیری به‌عمل می‌آورند. از آنجایی‌که ترکیب و کیفیت پپتیدهای حاصل از آبکافت از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد و در نهایت مشخص‌کننده فعالیت آنتی‌اکسیدانی است، روش آبکافت و نوع آنزیم جهت انجام این فرآیند حائز اهمیت است. در تحقیق حاضر که از آنزیم الکالاز برای آبکافت سر ماهی کپور معمولی در زمان‌های مختلف استفاده گردید، فرآیند آبکافت به‌ویژه در زمان ۱۸۰ دقیقه توانست تاثیر مطلوبی بر کیفیت پروتئین آبکافتی تولیدی بگذارد که این امر از طریق انجام آزمایش‌های مربوط به فعالیت

[Downloaded from isfj.ir on 2025-09-07]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1399.29.6.12.0]

آنتی‌اکسیدانی از جمله حذف رادیکال‌های آزاد DPPH و ABTS و قدرت کاهندگی آهن سه ظرفیتی در این مطالعه تایید شد. بنابراین، به‌نظر می‌رسد آبکافت سر ماهی کپور معمولی به کمک آنزیم آلکالاز در زمان ۱۸۰ دقیقه بتواند به استفاده بهینه از ضایعات و محصولات جنبی منجر شود و علاوه بر صرفه اقتصادی، با تولید ترکیبی با ویژگی آنتی‌اکسیدانی، بیشترین استفاده را از این محصولات جنبی فراهم آورد و در نهایت، با توجه به عملکرد آنتی‌اکسیدانی بالای این محصول، امکان استفاده از این مواد در مواد غذایی، جیره دام، طیور و آبزیان به منظور حفظ سلامت و ارتقاء کیفیت محصولات حاصل از آن ایجاد گردد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان از معاونت پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری بخاطر حمایت از انجام طرح (کد طرح: ۰۲-۱۳۹۸-۰۳) سپاسگزاری می‌نمایند.

منابع

اسمعیلی خاریکی، م.، رضایی، م.، خدابنده، ص. و معتمدزادگان، ع.، ۱۳۹۶. فعالیت آنتی‌اکسیدانی پروتئین هیدرولیزشده سر ماهی هوور مسقطی (*Katsuwonus pelamis*) ، نشریه علوم و فنون شیلات، ۷ (۱): ۶۴-۵۷.

اصغرنیا، م.، یگانه، س.، جعفرپور، س. و صفری، ر.، ۱۳۹۶. استفاده از روش شیمیایی به منظور تولید پروتئین آبکافت‌شده از امعاء و احشاء فیتوفاگ (*Hypophthalmichthys moltirix*) و استفاده از آن به عنوان محیط کشت *Listeria monocytogenes*. مجله علمی شیلات ایران، ۲۶(۳): ۲۳-۱۱.

بخشان، ع.، علیزاده دوغی‌کلایی، ا. و طاهری، ع.، ۱۳۹۳. بررسی خواص آنتی‌اکسیدانی پروتئین آبکافت به‌دست آمده از ضایعات در فرایند فیله کردن ماهی آزاد (*Salmo salar*). پاتوبیولوژی مقایسه‌ای علمی پژوهشی، ۱: ۱۱۵۲-۱۱۴۳.

جوادیان، س.، روشن، ع.، اویسی‌پور، م.، کشاورز، م. و نعمتی، م.، ۱۳۹۴. بهینه‌سازی تولید پروتئین هیدرولیزشده کیلکای معمولی (*Clupeonella cultiventris*) با استفاده از آنزیم پرومود. مجله علمی پژوهشی زیست شناسی دریا، ۲۶: ۹۰-۸۳.

حسینی، ش.، غرقی، ا.، جمال‌زاده، ح.، صفری، ر. و حسینی، ش. ۱۳۹۱. مقایسه پروتئین هیدرولیزشده از اندرونه و سر ماهی فیتوفاگ (*Hypophthalmichthys molitrix*) با استفاده از آنزیم آلکالاز و آنزیم‌های داخلی بافت. مجله علمی شیلات ایران، ۳: ۶۲-۵۵.

خواجوی، س.، زکی‌پور رحیم‌آبادی، ا.، غفاری مقدم، م.، شهرکی، ه.، میر، ل. و زند کریمی، م.، ۱۳۹۵. اثر شرایط هیدرولیز بر فعالیت آنتیاکسیدانی هیدرولایزات پروتئین (*Schizothorax zarudnyi*) ضایعات ماهی شیزوتراکس. شیلات (مجله منابع طبیعی ایران)، ۶۹(۳): ۳۵۸-۳۵۱.

ریحانی‌پول، س. و جعفرپور.، ۱۳۹۶. اثر درجه آبکافت بر خواص عملکردی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی پروتئین آبکافتی تولید شده از فریم و سر ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*). علوم و صنایع غذایی، ۶۸(۱۴): ۱۲۴-۱۱۳.

سال‌نامه آماری سازمان شیلات ایران.، ۱۳۹۷-۱۳۹۲. معاونت برنامه‌ریزی و مدیریت منابع، ۶۴ صفحه.

علی‌نژاد، م.، معتمدزادگان، ع. و رضایی، م.، ۱۳۹۵. خواص کاربردی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی پروتئین هیدرولیزشده کوسه چاته سفید (*Carcharhinus dussumieri*). فصل‌نامه علوم و صنایع غذایی، ۵۰(۱۳): ۱۶۹-۱۵۹.

قلیچی، س.، شعبان‌پور، ب. و پورعاشوری، پ.، ۱۳۹۷. ترکیب تقریبی و آمینواسیدی، قدرت آنتی‌اکسیدانی، قدرت مهارکنندگی آنزیم مبدل آنژیوتانسین و قدرت ضدباکتریایی پروتئین هیدرولیزشده تخم ماهی کپور معمولی با آنزیم آلکالاز. نشریه علوم و فنون شیلات، ۷(۲): ۱۵۵-۱۴۵.

مصباح، م.، محمدی، ق.، خواجه، غ. و مبنی، آ.، ۱۳۹۵. بررسی خصوصیات فیزیکوشیمی مایع منی کپور معمولی پرورشی استان خوزستان در فصل زمستان، مجله دامپزشکی ایران، ۴: ۱۱۷-۱۰۹.

یاسمی، م.، قمی مرزدشتی، م.، دارنهال، ط.، محمدزاده، ب. و امینی، ه. ۱۳۹۲. مقایسه راندمان بازیافت و درجه هیدرولیز پروتئین‌های موجود در امعا و احشای ماهی کپور سرگنده (*Aristichthys nobilis*) با استفاده از آنزیم. مجله علمی شیلات ایران، ۱: ۱۵۶-۱۴۹.

یعقوب‌زاده، ز.، کابوسی، ح.، پیروی قادیکلایی، ف.، صفری، ر. و فتاحی، ا.، ۱۳۹۸. بررسی خواص ضد باکتریایی و آنتی اکسیدانی پروتئین هیدرولیز شده پوست ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*). مجله علمی شیلات ایران.، ۲۸(۲): ۱۱۷-۱۲۸.

[Downloaded from isfj.ir on 2025-09-07]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1399.29.6.12.0]

Ahn, C.B., Lee, K.H. and Je, J.Y., 2010. Enzymatic production of bioactive protein hydrolysates from tuna liver: effects of enzymes and molecular weight on bioactivity. *International Journal of Food Science and Technology*, 45(3): 562-568. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2009.02166.x

Alemán, A., Giménez, B., Montero, P. and Gómez-Guillén, M.C., 2011. Antioxidant activity of several marine skin gelatins. *LWT-Food Science and Technology*, 44(2): 407-413. DOI: 10.1016/j.lwt.2010.09.003

Amza, T., Balla, A., Tounkara, F., Man, L. and Zhou, H.M., 2013. Effect of hydrolysis time on nutritional, functional and antioxidantproperties of protein hydrolysates prepared from gingerbread plum (*Neocarya macrophylla*) seeds. *International Food Research Journal*, 20(5): 2081-2090.

AOAC., 2000. Official Methods of Analysis, Washington, DC. USA, Association of Analytical Chemists.

Benjakul, S. and Morrissey, M.T., 1997. Protein hydrolysates from Pacific whiting solid wastes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45(9): 3423-3430. DOI: 10.1021/jf970294g

Bougatef, A., Nedjar-Arroume, N., Manni, L., Ravallec, R., Barkia, A., Guillochon, D. and Nasri, M., 2010. Purification and identification of novel antioxidant peptides from enzymatic hydrolysates of sardinelle (*Sardinella aurita*) by-products proteins. *Food Chemistry*, 118: 559–565. DOI: 10.1016/j.foodchem.2009.05.021

Chai, T.T., Tong, S.R., Law, Y.C., Ismail, N.I.N. and Wong, F.C., 2015. Anti-oxidative, metal chelating and radical scavenging effects of protein hydrolysates from blue-spotted stingray. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 14(8): 1349–1355. DOI: 10.4314/tjpr.v14i8.5

Chalamaiah, M., Narsing Rao. D.G., Rao, D.G. and Jyothirmayi, T., 2010. Protein hydrolysates from meriga (*Cirrhinus mrigala*) egg and evaluation of their functional properties. *Food Chemistry*, 120(1): 652-657. DOI: 10.1016/j.foodchem.2009.10.057

Chalamaiah, M., Kumar, D., Hemalatha, R. and Jyothirmayi, T., 2012. Fish protein hydrolysates: proximate composition, amino acid composition, antioxidant activities and applications: a review. *Food Chemistry*, 135(4): 3020-3038. DOI: 10.1016/j.foodchem.2012.06.100

Chalamaiah, M., Jyothirmayi, T., Diwan, P.V. and Kumar, B.D., 2015. Antioxidant activity and functional properties of enzymatic protein hydrolysates from common carp (*Cyprinus carpio*) roe (egg). *Journal of Food Science and Technology*, 52(9): 5817-5825. DOI: 10.1007/s13197-015-1714-6

Dekkers, E., Raghavan, S., Kristinsson, H.G. and Marshall, M.R., 2011. Oxidative stability of mahi mahi red muscle dipped in tilapia protein hydrolysates. *Food Chemistry*, 124: 640-645. DOI: 10.1016/j.foodchem.2010.06.088.

Dong, S.Y., Zeng, M.Y., Wang, D.F., Liu, Z.Y., Zhao, Y.H. and Yang, H.C., 2008. Antioxidant and biochemical properties of protein hydrolysates prepared from Silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*). *Food Chemistry*, 107: 1485-1493. DOI: 10.1016/j.foodchem.2007.10.011

FAO, 2016. Global aquaculture production (fish stat), http://www.fao.org/3/a-i5555e.pdf.

Foh, M.B.K., Qixing, J., Amadou, I. and Xia, W.S., 2010. Influence of ultrafiltration on

[Downloaded from isfj.ir on 2025-09-07]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1399.29.6.12.0]

antioxidant activity of tilapia (*Oreochromis niloticus*) protein hydrolysate. *Advance Journal of Food Science and Technology*, 2(5): 227-235.

García-Moreno, P.J., Batista, I., Pires, C., Bandarra, N.M., Espejo-Carpio, F.J., Guadix, A. and Guadix, E.M., 2014. Antioxidant activity of protein hydrolysates obtained from discarded Mediterranean fish species. *Food Research International*, 65: 469-476. DOI: 10.1016/j.foodres.2014.03.061

Guerard, F., Guimas, L. and Binet, A., 2002. Production of tuna waste hydrolysates by a commercial neutral protease preparation. *Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic*, 19–20: 489–498. DOI: 10.1016/S1381-1177(02)00203-5

Hoyle, N.T. and Merritt, J.H., 1994. Quality of fish protein hydrolysate from herring (*Clupea harengus*). *Journal of Food Science*, 59: 76–79. DOI: 10.1111/j.1365-2621.1994.tb06901.x

Hsu, K.C., 2010. Purification of antioxidative peptides prepared from enzymatic hydrolysates of tuna dark muscle by-product. *Food Chemistry*, 122(1): 42-48. DOI: 10.1016/j.foodchem.2010.02.013

Je, J.Y., Qian, Z.J., Byun, H.G. and Kim, S.K., 2007. Purification and characterization of an antioxidant peptide obtained from tuna backbone protein by enzymatic hydrolysis. *Process Biochemistry*, 42(5): 840-846. DOI: 10.1016/j.procbio.2007.02.006

Jiang, H., Tong, T., Sun, J., Xu, Y., Zhao, Z.H. and Liao, D., 2014. Purification and characterization of antioxidative peptides from round scad (*Decapterus maruadsi*) muscle protein hydrolysates. *Food Chemistry*, 154(1): 158-63. DOI: 10.1016/j.foodchem.2013.12.074

Jun, S.Y., Park, P.J., Jung, W.K. and Kim, S.K., 2004. Purification and characterization of an antioxidative peptide from enzymatic hydrolysate of yellowfin sole (*Limanda aspera*) frame protein. *European Food Research and Technology*, 219(1): 20-26. DOI: 10.1007/s00217-004-0882-9

Kim, J. and Kim, S.K., 2013. Bioactive peptides from marine sources as potential anti-inflammatory therapeutics. *Current Protein and Peptide Science*, 14(3): 177-182. DOI: 10.2174/13892037113149990039

Klompong, V., Benjakul, S., Kantachote, D. and Shahidi, F., 2007. Antioxidative activity and functional properties of protein hydrolysate of yellow stripe trevally (*Selaroides leptolepis*) as influenced by the degree of hydrolysis and enzyme type. *Food Chemistry*, 102: 1317–1327.DOI: 10.1016/j.foodchem.2006.07.016

Kristinsson, H.G. and Rasco, B.A. 2000. Biochemical and functional properties of Atlantic salmon (*Salmo salar*) muscle proteins hydrolyzed with various alkaline proteases. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48: 657-666. DOI: 10.1021/jf990447v

Kusumaningtyas, E., Nurilmala, M. and Sibarani, D., 2019. Antioxidant and antifungal activities of collagen hydrolysates from skin of milkfish (*Chanos chanos*) hydrolyzed using various bacillus proteases. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 278(1): 1-8. DOI: 10.1088/1755-1315/278/1/012040

Lowry, O.H., Rosebrough, N.J., Farr, A.L. and Randall, R.J., 1951. Protein measurement with the Folin phenol reagent. *Journal of Biological Chemistry*, 193: 265-275.

Mishra, K., Ojha, H. and Chaudhury, N.K., 2012. Estimation of antiradical properties of antioxidants using DPPH assay: A critical

[Downloaded from isfj.ir on 2025-09-07]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1399.29.6.12.0]

review and results. *Food Chemistry*, 130: 1036-1043. DOI: 10.1016/j.foodchem.2011.07.127

Nalinanon, S., Benjakul, S., Kishimura, H. and Shahidi, F., 2011. Functionalities and antioxidant properties of protein hydrolysates from the muscle of ornate threadfin bream treated with pepsin from skipjack tuna. *Food Chemistry*, 124(4): 1354-1362. DOI: 10.1016/j.foodchem.2010.07.089

Nguyen, H.T.M., Pérez-Gálvez, R. and Bergé, J.P., 2012. Effect of diets containing tuna head hydrolysates on the survival and growth of shrimp *Penaeus vannamei*. *Aquaculture*, 324: 127-134. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2011.11.014

Ovissipour, M., Abedian, A.M., Motamedzadegan, A., Rasco, B., Safari, R. and Shahiri, H., 2009a. The effect of enzymatic hydrolysis time and temperature on the properties of protein hydrolysates from the Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) viscera. *Food Chemistry*, 115: 238–242. DOI: 10.1016/j.foodchem.2008.12.013

Ovissipour, M., Safari, R., Motamedzadegan, A., Rasco, B., Pourgholam, R., Mohagheghi, E. and Esmaeili Mulla, A., 2009b. Use of hydrolysates from Yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) fisheries by-products as a nitrogen source for bacteria growth media. *International Aquatic Research*, 1: 73-77.

Ovissipour, M., Taghiof, M., Motamedzadegan, A. and Rasco, B., 2009c. Optimization of enzymatic hydrolysis of visceral waste protein of beluga (*Huso huso*) using alcalase. *International Aquatic Research*, 1: 31-38.

Ovissipour, M., Benjakul, S., Safari, R. and Motamedzadegan, A., 2010. Fish protein hydrolysates production from yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) head using Alcalase and Protamex. *International Aquatic Research*, 2: 87-95.

Ovissipour, M., Rasco, B., Shiroodi, S.G., Modanlow, M., Gholami, S. and Nemati, M., 2012a. Antioxidant activity of protein hydrolysates from whole anchovy sprat (*Clupeonella engrauliformis*) prepared using endogenous enzymes and commercial proteases. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93(7): 1718–1726. DOI: 10.1002/jsfa.5957

Ovissipour, M., Safari, R., Motamedzadegan, A. and Shabanpour, B., 2012b. Chemical and biochemical hydrolysis of Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) visceral protein. *Food and Bioprocess Technology*, 5(2): 460-465. DOI: 10.1007/s11947-009-0284-x

Prihanto, A.A., Nurdiani, R. and Bagus, A.D., 2019. Production and characteristics of fish protein hydrolysate from parrot fish (*Chlorurus sordidus*) head. *PeerJ*, 7:e8297. DOI: 10.7717/peerj.8297

Raghavan, S., Kristinsson, H.G. and Leeuwenburgh, C., 2008. Radical scavenging and reducing ability of tilapia (*Oreochromis niloticus*) protein hydrolysates. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56: 10359–10367. DOI: 10.1021/jf8017194

Rajapakse, N., Jung, W.K., Mendis, E., Moon, S.H. and Kim S.K., 2005. A novel anticoagulant purified from fish protein hydrolysates inhibits factor XIIa and platelet aggregation. *Life Science*, 76(22): 2607-2619. DOI: 10.1016/j.lfs.2004.12.010

Ren, J., Zhao, M., Shi, J., Wang, J., Jiang, Y., Cui, C., Kakuda, Y. and Xue, S.J., 2008. Purification and identification of antioxidant peptides from grass carp muscle hydrolysates by consecutive chromatography and electrospray ionization-mass

[Downloaded from isfj.ir on 2025-09-07]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1399.29.6.12.0]

spectrometry. *Food Chemistry*, 108: 727–736. DOI: 10.1016/j.foodchem.2007.11.010

Shahidi, F. and Zhong, Y., 2008. Bioactive peptides. The Journal of AOAC International, 91(4): 914-31.

Shimada, T., Fujikawa, K., Yahara, K. and Nakamura, T., 1992. Antioxidant properties of xanthan on the autoxidation of soybean oil in cyclodextrin emulsion. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 40: 945–948. DOI: 10.1021/jf00018a005

Souissi, N., Bougatef, A., Triki-Ellouz, Y. and Nasri, M., 2007. Biochemical and functional properties of Sardinella (*Sardinella aurita*) by-product hydrolysates. *Food Technology and Biotechnology*, 45: 187-194.

Surai, P., 2002. Selenium in poultry nutrition I. Antioxidant properties, deficiency and toxicity. *Worlds Poultry Science Journal Wyton*, 58: 333-348. DOI: 10.1079/WPS20020026

Wasswa, J.B., Tang, J., Gu, X.H., and Yuan, X.G., 2007. Influence of the extent of enzyme hydrolysis on the functional properties of protein hydrolysate from grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) skin. *Food Chemistry*, 104(4): 1698-1704. DOI: 10.1016/j.foodchem.2007.03.044

Yang, J.I., Liang, W.S., Chow, C.J. and Siebert, K.J., 2009. Process for the production of tilapia retorted skin gelatin hydrolysates with optimized antioxidative properties. *Process Biochemistry*, 44(10): 1152-1157. DOI: 10.1016/j.procbio.2009.06.013

You, L., Zhao, M., Cui, C., Zhao, H. and Yang, B., 2009. Effect of degree of hydrolysis on the antioxidant activity of loach (*Misgurnus anguillicaudatus*) protein hydrolysates. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 10: 235–240. DOI: 10.1016/j.ifset.2008.08.007

You, L., Zhao, M., Regenstein, J.M. and Ren, J., 2010. Purification and identification of antioxidative peptides from loach (*Misgurnus anguillicaudatus*) protein hydrolysate by consecutive chromatography and electrospray ionization-mass spectrometry. *Food Research International*, 43: 117–1173. DOI: 10.1016/j.foodres.2010.02.009.

[Downloaded from isfj.ir on 2025-09-07]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1399.29.6.12.0]

Effect of hydrolysis time on the antioxidant activity of Common carp (*Cyprinus carpio*) head protein hydrolysate

Yeganeh S.[1*]; Esmaeili Kharyeki M.[1]; Ahamdi H.[1]

[*]s.yeganeh@sanru .ac.ir; skyeganeh@gmail.com

1-Department of Fisheries, Faculty of Animal Science and Fisheries, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

Abstract

In the present study, the antioxidant activity of different concentrations of protein hydrolysate from Common carp (*Cyprinus carpio*) head at different hydrolysis time was investigated. For this purpose, 8 Common carp fish with average weight of 0.766±0.034 kg were prepared from market. Fish heads were hydrolyzed by Alcalase (1% v/w at 55˚C and pH 8) at different hydrolysis times (30, 60, 120 and 180 min). The result of proximate analysis showed that the protein content increased significantly (from 58.31±1.9 to 75.26±1.49%) as a result of hydrolysis, while the amount of fat and ash decreased significantly (from 16.46±0.87 to 2.37±0.97%; from 27.16±0.64 to 25.34±1.63%, respectively, $p<0.05$). Also, as the duration of hydrolysis increased, the amount of soluble protein and the degree of hydrolysis increased significantly, so that the highest soluble protein 23.01±0.19 mg/ml and the highest degree of hydrolysis 49.67±0.86% were obtained at the time of 180 min. DPPH radical scavenging activity of protein hydrolysate showed significant increasing trend at different hydrolysis times and different concentrations ($p<0.05$). The optimum time for DPPH radical scavenging activity (DPPH) was determined at 180 min and IC_{50} value was obtained 2.08 mg/ml. In addition, with increasing concentration and duration of hydrolysis, the ferric ion reduction power and ABTS radical scavenging activity increased significantly ($p<0.05$). In general, due to the proper activity of different concentrations of Common carp head protein hydrolysate on DPPH and ABTS radicals scavenging and reduction of ferric ion, it can be stated that this protein hydrolysate can be considered as a dietary supplement with desirable antioxidant function.

Keywords: Protein hydrolysate, Antioxidant activity, Common carp head, Free radical scavenging, Ferric ion reduction power

[*]Corresponding author

[Downloaded from isfj.ir on 2025-09-07]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1399.29.6.12.0]