

## فعالیت ضداکسیدانی پتید حاصل از هیدرولیز پروتئین ایزوله عضله کیلکای معمولی (*Clupeonella cultriventris caspia*) با استفاده از عصاره آنزیمی ضمائم پیلوریک

عباس زمانی\*<sup>۱</sup>، مریم خواجهی<sup>۲</sup>

۱- استادیار گروه شیلات دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست دانشگاه ملایر، همدان

۲- دانشجوی دکتری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان

پذیرش: ۹۵/۰۳/۲۳

دریافت: ۹۴/۱۱/۰۳

\*نویسنده مسئول مقاله: a.zamani@malayeru.ac.ir

### چکیده:

اکسیداسیون چربی یکی از فرایندهای اصلی در کاهش کیفیت و ارزش تغذیه‌ای انواع مواد غذایی محسوب می‌شود. هدف از انجام این تحقیق تعیین فعالیت ضداکسیدانی پتید حاصل از هیدرولیز پروتئین ایزوله عضله کیلکای معمولی (*Clupeonella cultriventris caspia*) بود که با استفاده از آنزیم تریپسین موجود در عصاره استخراج شده ضمائم پیلوریک ماهی کیلکای معمولی تولید شد. بررسی نشان داد دما و pH بهینه فعالیت آنزیم تریپسین برای هیدرولیز سوبسترای BAPNA (Na<sup>-</sup> benzoyl-DL-arginine-p-nitroanilide-HCL) به ترتیب ۶۰ درجه سانتی‌گراد و ۸/۰ بود. فعالیت ضداکسیدانی پتید حاصل از هیدرولیز پروتئین ایزوله نیز نشان داد که با افزایش درجه هیدرولیز از ۲۰ تا ۴۰ درصد، میزان فعالیت بازدارندگی رادیکال DPPH و ABTS و همچنین قدرت ضداکسیدانی بازدارندگی آهن (FRAP) به‌طور معناداری افزایش یافت ( $p < 0/05$ ). نتایج پیشنهاد می‌کند آنزیم تریپسین موجود در عصاره مستخرج شده ضمائم پیلوریک ماهی کیلکای معمولی می‌تواند ابزار مناسبی برای تولید پتید از پروتئین ایزوله این گونه با فعالیت ضداکسیدانی محسوب شود و جایگزین مناسبی برای آنزیم‌های تجاری مورد استفاده در تولید پروتئین هیدرولیز شده مانند آنزیم میکروبی باشد.

کلید واژگان: ضداکسیدانی، پروتئین ایزوله، هیدرولیز آنزیمی، *Clupeonella cultriventris caspia*

## مقدمه

امروزه حجم زیادی از مواد غنی از پروتئین ناشی از فراوری محصولات دریایی بدون بازیابی مناسب به طور مستقیم به دریا تخلیه شده و یا برای تولید محصولات با ارزش افزوده پایین در نظر گرفته می شود. بازیابی پروتئین های موجود در این مواد جنبی و تبدیل آنها به فرآورده های با ارزش افزوده بالا، مانند پپتیدهای زیست فعال، می تواند جایگزین مناسبی تلقی شده و به دلیل دارا بودن عملکردهای فیزیولوژیک مانند ضد فشار خون و فعالیت ضد اکسیدانی برای کاربردهای غذایی و دارویی محصولات مناسبی به شمار روند (Naqash and Nazeer, 2010; Roslan et al., 2014; Zamani and Benjakul, 2015). براساس آمار ارائه شده از سوی فائو، میانگین تولید آبزیان در جهان از سال ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۲، حدود ۱۴۹ میلیون تن می باشد که از این میزان حدود ۹۱ میلیون تن آن متعلق به صید از منابع آبی است که ۲۹/۵ درصد آن به پودر ماهی تبدیل می شود (FAO, 2014). احتمالاً بیش از ۵۰ درصد باقیمانده بافت ماهیان به عنوان ضایعات تلقی شده و استفاده بهینه غذایی برای آنها متصور نیست (Kristinsson and Rasco, 2000; Safari et al., 2012). با افزایش چشمگیر جمعیت جهان و محدودیت های موجود در صید آبزیان، بدیهی است که استفاده از منابع دریایی باید با پیش بینی هوشمندانه تری صورت گیرد. از متداول ترین روش ها برای بازیابی پروتئین از بقایای مواد حاصل از فراوری ماهی می توان به روش های شیمیایی و آنزیمی اشاره کرد که امکان تولید طیف گسترده ای از مواد غذایی یا فرآورده های صنعتی با کاربردهای متنوع را فراهم می کند. یکی از این روش های مؤثر و کارآمد، روش آنزیمی می باشد که دارای مزایایی از جمله شرایط ملایم واکنش، پایین بودن میزان محصولات

نامطلوب و بالابودن کیفیت محصول تولیدی است و منابع استفاده شده می تواند مواد باقیمانده از فراوری آبزیان یا گونه های فاقد ارزش تجاری و خوراکی باشد. معمولاً هضم آنزیمی پروتئین ها از طریق شکست پیوندهای پپتیدی با استفاده از آنزیم های پروتئولیتیک میکروبی (مانند آلكالاز، نئوتراز، پروتامکس و...) در صنایع غذایی کاربردهای زیادی دارد (Cassia et al., 2000; Kristinsson and Rasco, 2000; Safari et al., 2012; Roslan et al., 2014). اکسیداسیون چربی یکی از فرایندهای اصلی در کاهش کیفیت و ارزش تغذیه ای در انواع مواد غذایی محسوب می شود و علاوه بر این منجر به تولید محصولات سمی می گردد که می تواند علت اصلی بروز بیماری های مهمی مانند قلبی عروقی، سرطان و اختلالات عصبی و همچنین پیری زودرس به شمار رود (Kinsella, 1987; Khantaphant et al., 2011). برای جلوگیری از بروز این مشکلات در اثر اکسیداسیون چربی از طریق تولید رادیکال آزاد، ضد اکسیدان های طبیعی و مصنوعی به طور گسترده استفاده می شوند به طوری که انواع مصنوعی به دلیل ایجاد سمیت در طولانی مدت، خود به نوعی مشکلاتی را برای مصرف کنندگان ایجاد می کنند. بنابراین علاقه رو به رشد برای استفاده از ضد اکسیدان های طبیعی، به ویژه پپتیدهای مشتق شده از پروتئین هیدرولیز شده مواد غذایی وجود دارد (Tavano, 2013). امعا و احشای ماهیان یک منبع بالقوه آنزیمی از جمله پروتئازها است که دارای برخی خواص منحصر به فرد برای کاربردهای صنعتی می باشد (Klomklao et al., 2014).

یکی از مهم ترین آنزیم های پروتئازی موجود در امعا و احشای ماهیان به ویژه ضمام پیلوریک، آنزیم تریپسین (EC 3.4.21.4) است که نقش بسیار مهمی در هیدرولیز پروتئین دارد (Khantaphant and Benjakul, 2008;)

تا زمان انجام آزمایش‌ها نگهداری شدند (Zamani and Benjakul, 2015) وزن متوسط و طول کل ماهیان به ترتیب  $10/5 \pm 1/5$  گرم و  $12/45 \pm 0/5$  سانتی متر بودند.

#### چربی‌زدایی و آماده‌سازی نمونه‌ها

نمونه ضمائم پیلوریک برای مدت ۴ ساعت در دمای یخچال (۴ درجه سانتی‌گراد) قرار گرفت تا از حالت انجماد خارج شود. سپس عمل چربی‌زدایی با استفاده از استون سرد (۲۰- درجه سانتی‌گراد) انجام شد که ابتدا نمونه تعیین حجم شده و با استون سرد با نسبت ۱ به ۳ مخلوط گردید و برای مدت ۱ دقیقه عمل یکنواخت‌سازی با دستگاه همگن‌ساز (Hand Held WT130 homogenizer, Lab Tissue & Cell Tearor, Malaysia) حضور یخ انجام شد. سپس نمونه یکنواخت شده با کمک کاغذ صافی (Whatman grade No. 2, Lawrence, Kansas, USA) فیلتر شده و مواد باقیمانده روی فیلتر چندین مرتبه با استون سرد شسته شدند و در نهایت مواد روی فیلتر برای مدت یک شبانه روز در دمای اتاق قرار گرفتند تا خشک شوند (El-Beltagy et al., 2005). سپس ماده خشک شده با کمک بافر استخراج (50 mM Tris-HCl, pH 7.5, 10mM CaCl<sub>2</sub>, 0.5M NaCl) با نسبت ۱ به ۵۰ ترکیب شده و برای مدت ۳ ساعت در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد بر روی همزن مغناطیسی به آرامی مخلوط شدند. سپس مخلوط حاصل شده برای مدت ۴۵ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد در ۱۴۰۰۰g سانتریفیوژ گردید (Hermle Z36HK) و سپس محلول رویی به‌عنوان عصاره خام آنزیمی در نظر گرفته شد (Khantaphant and Benjakul, 2010).

#### راسب‌سازی با آمونیوم سولفات

(Klomklao et al., 2010). کیلکا ماهیان از مهم‌ترین ماهیان پلاژیک دریای خزر محسوب می‌شوند که در تهیه پودر ماهی استفاده می‌شوند و صید آن در سال ۱۳۹۲ به میزان ۲۳۲۲۱ تن بوده است (Shilat, 2013). کیلکا ماهیان دریای خزر متعلق به جنس *Clupeonella* بوده و شامل سه گونه کیلکای معمولی (*C.cultriventris caspia*)، کیلکای آنچوی (*C.grimmi*) و کیلکای چشم درشت (*C.engrauliformis*) می‌باشند که در بین این گونه‌ها، کیلکای معمولی بیش از ۹۰ درصد صید را به خود اختصاص داده است (Karimzadeh et al., 2010). این ماهی همانند سایر ماهیان کوچک پلاژیک دارای فعالیت بالایی از پروتئازها به‌ویژه آنزیم تریپسین در امعا و احشا است و می‌تواند منبع خوبی از این آنزیم بوده و بجای آنزیم‌های با منبع میکروبی برای تهیه پروتئین هیدرولیز شده با فعالیت ضد اکسیدانی استفاده شود (Kishimura et al., 2005; Castillo-Yanez et al., 2005; Zamani and Benjakul, 2015).

هدف از انجام این مطالعه تهیه عصاره ضمائم پیلوریک از کیلکای معمولی و استفاده از آن برای تهیه پروتئین هیدرولیز شده از عضله این گونه است و سپس فعالیت ضد اکسیدانی پپتیدهای حاصل از پروتئین هیدرولیز شده ارزیابی می‌شود.

#### مواد و روش‌ها

##### تهیه نمونه ماهی

ماهی کیلکای معمولی مورد نیاز در این مطالعه از صیدگاه شهرستان بابلسر تهیه گردید. ماهیان پس از صید در داخل یک ظرف یونولیتی با نسبت ۱ به ۲ با یخ مخلوط و به آزمایشگاه منتقل شدند. پس از انتقال ماهیان به آزمایشگاه، ضمائم پیلوریک به‌عنوان منبع آنزیم تریپسین از ۱۸۰ نمونه در حضور یخ جدا شده و در فریزر ۸۰- درجه سانتی‌گراد

درصد‌های مورد آزمایش سنجش گردید. بیشترین فعالیت آنزیم در ۶۰-۳۰ درصد مشاهده شد. در نتیجه این درصد برای تولید پروتئین هیدرولیز شده انتخاب شد.

#### تعیین دما و pH بهینه فعالیت آنزیم تریپسین

برای تعیین دما و pH بهینه به منظور هیدرولیز پروتئین به وسیله آنزیم تریپسین، دمای بهینه از طریق مخلوط شدن نمونه آنزیمی با محلول سوبسترا- بافر (۱ میلی مولار BAPNA در بافر 50 mM Tris-HCl, pH 8.0, 10mM CaCl<sub>2</sub>) و انکوباسیون به مدت ۲۰ دقیقه در دماهای مختلف شامل ۲۵، ۳۵، ۴۵، ۵۰، ۶۰، ۵۵، ۶۵ و ۷۰ درجه سانتی گراد تعیین گردید. سپس فعالیت آنزیم تریپسین در طول موج ۴۱۰nm اندازه گیری شد (Erlanger et al., 1961; Khantaphant and Benjakul, 2010). برای تعیین pH بهینه، ابتدا محلول سوبسترا- بافر با pHهای مختلف (۱ میلی مولار BAPNA در بافرهای ذکر شده در جدول ۱) تهیه و سپس با نمونه آنزیمی مخلوط گردید و برای ۲۰ دقیقه در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد به حالت انکوباسیون قرار گرفت. سپس فعالیت آنزیم تریپسین در طول موج ۴۱۰nm اندازه گیری شد (Erlanger et al., 1961; Khantaphant and Benjakul, 2010).

در این مرحله ابتدا برای حذف برخی پروتئین‌های غیرضروری، عصاره خام آنزیمی با کمک آمونیوم سولفات (Sigma, St. Louis, MO, USA) با درصد اشباعیت ۳۰-۰ درصد و ۶۰-۳۰ درصد برای راسب سازی آنزیم تریپسین مخلوط شد تا بهترین درصد حاوی بیشترین فعالیت آنزیم تریپسین به دست آید. برای این منظور ابتدا آمونیوم سولفات تا حصول اشباعیت ۳۰ درصد در حضور یخ به آرامی به نمونه اضافه شد تا به خوبی حل شود. پس از ۲ ساعت، نمونه در سانتریفیوژ، در ۱۴۰۰۰ g در دمای ۴ درجه سانتی گراد برای مدت ۴۵ دقیقه قرار گرفت. سپس قسمت رسوب یافته جمع آوری و در ۵ ml بافر استخراج حل شد و محلول رویی نیز مجدد با آمونیوم سولفات تا حصول اشباعیت ۶۰ درصد مخلوط گردید و پس از ۲ ساعت در ۱۴۰۰۰ g در دمای ۴ درجه سانتی گراد برای مدت ۴۵ دقیقه سانتریفیوژ شد. قسمت رسوب یافته جمع آوری و در ۵ ml بافر استخراج حل شد. نمونه حاصل از اشباعیت ۳۰-۰ درصد و ۶۰-۳۰ درصد پس از حل شدن در بافر استخراج در کیسه دیالیز (Sigma, St. Louis, MO, USA) ریخته و برای یک شبانه روز در حضور بافر استخراج عمل دیالیز در دمای ۴ درجه سانتی گراد به منظور حذف یون‌های آمونیوم سولفات انجام شد. سپس فعالیت آنزیم تریپسین در

جدول ۱ انواع بافرهای استفاده شده برای آماده سازی محلول بافر- سوبسترای ۱ میلی مولار BAPNA

۱ بافر شماره ۱: 50 mM acetic acid-sodium acetate, pH 4.0-6.0, 10mM CaCl <sub>2</sub>
۲ بافر شماره ۲: 50 mM Tris-HCl, pH 7.0-9.0, 10mM CaCl <sub>2</sub>
۳ بافر شماره ۳: 50 mM Glycine-NaOH, pH 10.0-11.0, 10mM CaCl <sub>2</sub>

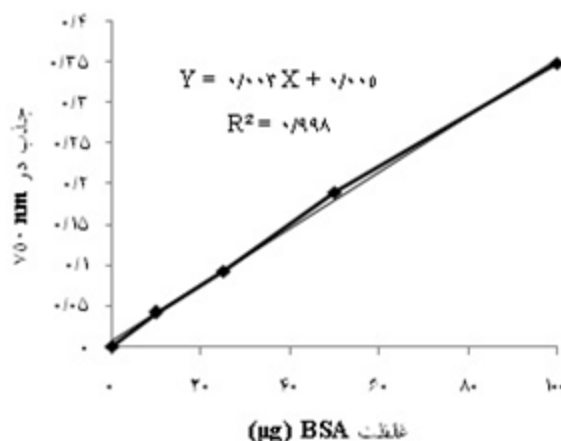
در بافر benzoyl-DL-arginine-p-nitroanilide-HCL ( در بافر 50 mM Tris-HCl, pH 8.0, 10mM CaCl<sub>2</sub> استفاده گردید و قرائت نوری در طول موج ۴۱۰nm انجام شد. برای

#### سنجش فعالیت آنزیم تریپسین و پروتئین محلول

برای سنجش فعالیت آنزیم تریپسین از روش Erlanger و همکاران (۱۹۶۱) و از سوبسترای BAPNA (α-Na-

۱ ml به عنوان استاندارد استفاده شد و قرائت نوری نمونه‌ها در ۷۵۰ nm انجام شد (شکل ۱).

سنجش میزان پروتئین محلول در نمونه‌ها از جمله نمونه هیدرولیز شده از روش Lowry و همکاران (۱۹۵۱) استفاده گردید. در این روش از آلبومین سرم گاوی با غلظت / mg



شکل ۱ منحنی استاندارد BSA (محور X: غلظت BSA: (µg / ۱۰۰ µl)، محور Y: جذب نوری).

پروتئین ۲ درصد مخلوط گردید. سپس برای مدت ۱ دقیقه با کمک دستگاه همگن‌ساز، عمل همگن‌سازی انجام شد و عمل انکوباسیون مخلوط حاصل شده برای مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد انجام شد. واکنش هیدرولیز با اضافه کردن عصاره ضمائم پیلوریس حاوی ۲/۵، ۴/۵ و ۶/۵ واحد فعالیت آنزیم تریپسین (IU)، نسبت به گرم پروتئین ایزوله تا حصول تقریبی درجه هیدرولیز ۲۰، ۳۰ و ۴۰ درصد انجام شد (Benjakul and Morrissey, 1997). پس از گذشت ۱۲۰ دقیقه در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد، ۱ میلی‌لیتر از مخلوط هیدرولیز شده با ۱ میلی‌لیتر SDS ۱ درصد (دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد) ترکیب شده و برای مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد به منظور غیرفعال کردن آنزیم تریپسین حرارت داده شد. سپس مخلوط برای مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد در ۲۰۰۰g سانتریفیوژ گردید و مایع رویی به دست آمده به عنوان پروتئین هیدرولیز شده در نظر گرفته شد و برای تعیین فعالیت ضد اکسیدانی استفاده شد.

#### تولید پروتئین ایزوله و پروتئین هیدرولیز شده

برای تولید پروتئین ایزوله و پروتئین هیدرولیز شده از روش Rawdkuen و همکاران (۲۰۰۹) استفاده گردید. عضله ماهی کیلکا پس از جداسازی با کمک دست، با استفاده از چاقو به قطعات کوچک تبدیل شد و با آب مقطر سرد (۱: ۹) مخلوط شده و برای مدت ۱ دقیقه با دستگاه همگن‌ساز عمل همگن‌سازی صورت گرفت. سپس مخلوط به دست آمده در pH ۱۱/۲ تنظیم شده و برای مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد در ۵۰۰۰g سانتریفیوژ گردید و محل رویی حاصل شده جمع‌آوری و در pH ۵/۵ تنظیم گردید و عمل سانتریفیوژ برای مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد در ۵۰۰۰g انجام شد. ماده رسوب یافته به عنوان «پروتئین ایزوله» در نظر گرفته شد و میزان پروتئین آن با روش کج‌لدل (AOAC, 2000) سنجش شد که مقدار آن معادل ۹۵/۱۴ درصد بود. برای آماده‌سازی پروتئین هیدرولیز شده، پروتئین ایزوله با بافر 50 mM Tris-HCl, pH 8.0 تا حصول غلظت

## تعیین درجه هیدرولیز

برای تعیین درجه هیدرولیز از روش Benjakul و Morrissey (۱۹۹۷) استفاده گردید. نمونه هیدرولیز شده با بافر فسفات ۰/۲ مولار pH ۸/۲ و محلول ۰/۰۱ درصد 2,4,6-trinitrobenzenesulfonic acid (TNBS) مخلوط شده و در حمام آب در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد برای ۳۰ دقیقه در تاریکی قرار گرفت. برای توقف واکنش از محلول ۰/۱ مولار سولفیت سدیم استفاده گردید. سپس مخلوط واکنش برای مدت ۱۵ دقیقه در دمای اتاق خنک گردید و قرائت نوری نمونه در ۴۲۰ نانومتر انجام شد و محتویات اسید آمینه از طریق منحنی استاندارد متعلق به اسید آمینه لوسین (غلظت ۰ تا ۵ میلی‌مولار) تعیین شد و درجه هیدرولیز نیز از فرمول زیر محاسبه گردید:

$$DH (\%) = [(L_t - L_0) / (L_{max} - L_0)] \times 100$$

$L_t$  = مقدار اسید آمینه رهاسازی شده در زمان ۱۲۰ دقیقه.

$L_0$  = مقدار اسید آمینه در محلول پروتئین ایزوله اولیه.

$L_{max}$  = مقدار کل اسید آمینه در محلول پروتئین ایزوله

اولیه پس از هیدرولیز در ۶ مولار HCl در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد برای ۲۴ ساعت.

## تعیین فعالیت ضد اکسیدانی نمونه هیدرولیز شده

- فعالیت بازدارندگی رادیکال DPPH

برای تعیین فعالیت بازدارندگی رادیکال DPPH از روش Binsan و همکاران (۲۰۰۸) استفاده گردید. در این روش از DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) ۰/۱۵ میلی مولار استفاده شد و جذب نمونه در طول موج ۵۱۷ نانومتر قرائت شد.

- فعالیت بازدارندگی رادیکال ABTS

برای تعیین فعالیت بازدارندگی رادیکال ABTS از روش Binsan و همکاران (۲۰۰۸) استفاده گردید. در این روش از ABTS (2,2'-azinobis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic

(acid) ۷/۴ میلی‌مولار استفاده شد و جذب نمونه در طول موج ۷۳۴ نانومتر قرائت شد.

- قدرت ضد اکسیدانی احیاکنندگی آهن (FRAP)

برای تعیین قدرت ضد اکسیدانی احیاکنندگی آهن از روش Benzie و Strain (۱۹۹۶) استفاده گردید. در این روش از TPTZ

(2,4,6-tripyridyltriazine) با غلظت ۱۰ میلی‌مولار

استفاده شد و جذب نمونه در طول موج ۵۹۳ نانومتر قرائت گردید.

برای تعیین مقدار فعالیت ضد اکسیدانی ناشی از سنجش‌های فوق از منحنی استاندارد Trolox استفاده شد و مقادیر به صورت میکرومول Trolox در گرم پروتئین بیان گردید. غلظت پروتئین محلول برای سنجش فعالیت ضد اکسیدانی ۲/۵ میلی‌گرم در میلی‌لیتر در نظر گرفته شد.

## آنالیز آماری

برای مقایسه فعالیت ضد اکسیدانی بین درجات مختلف هیدرولیز پروتئین ایزوله و همچنین رسم نمودارها از نرم‌افزارهای SPSS 21 و Excel استفاده شد. برای تعیین معنادار بودن اختلاف از تجزیه واریانس یک طرفه (ANOVA) در قالب طرح کاملاً تصادفی استفاده گردید و سپس میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد مقایسه شدند. تمام ارزیابی‌ها نیز در ۳ تکرار انجام گرفت.

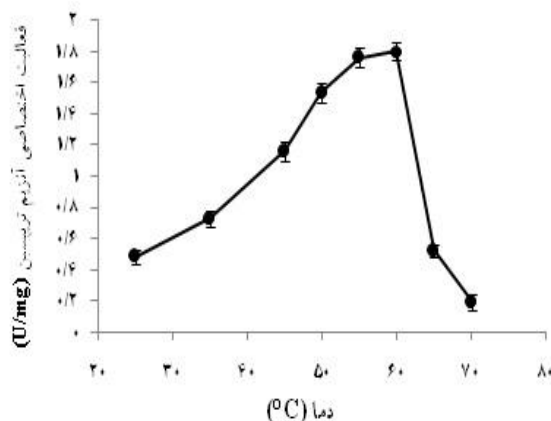
## نتایج

## دما و pH بهینه فعالیت آنزیم تریپسین

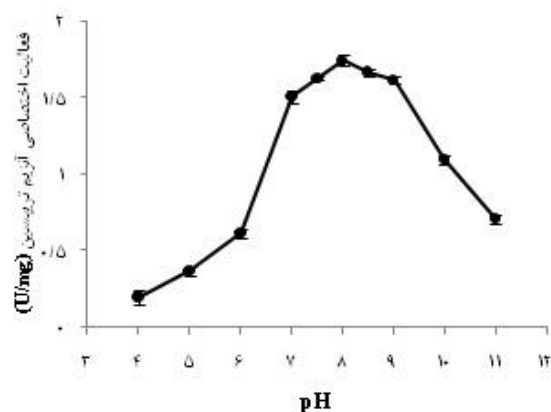
نتایج حاصل از بررسی دمای بهینه آنزیم تریپسین ماهی کیلکای معمولی در شکل ۲ نشان داده شده است. نتایج نشان داد دمای بهینه فعالیت آنزیم تریپسین عصاره ضمام پیلوریک برابر با ۶۰ درجه سانتی‌گراد بود، به طوری که با افزایش دما از ۲۵ تا ۶۰ درجه سانتی‌گراد، فعالیت آنزیم افزایش یافت و در ۶۰ درجه سانتی‌گراد به حداکثر خود

شده است. pH بهینه فعالیت آنزیم تریپسین برابر ۸/۰ بود و با افزایش pH از ۴/۰ تا ۸/۰، فعالیت آن افزایش و از ۸/۰ تا ۱۱/۰ فعالیت کاهش یافت.

رسید، اما از ۶۰ تا ۷۰ درجه سانتی گراد یک کاهش ناگهانی در فعالیت آنزیم مشاهده شد. نتایج حاصل از بررسی pH بهینه بر فعالیت آنزیم تریپسین نیز در شکل ۳ نشان داده



شکل ۲ تأثیر دما بر فعالیت آنزیم تریپسین کیلکای معمولی (*C. cultriventris caspia*)



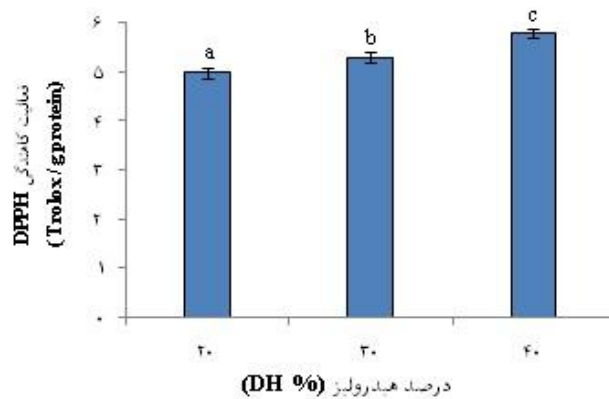
شکل ۳ تأثیر pH بر فعالیت آنزیم تریپسین کیلکای معمولی (*C. cultriventris caspia*)

درجات هیدرولیز به طور معناداری بالاترین فعالیت کاهندگی DPPH را داشت ( $p < 0.05$ ). براساس شکل ۵، نتایج حاصل از بررسی فعالیت بازدارندگی رادیکال ABTS نشان داد با افزایش درجه هیدرولیز از ۲۰ تا ۴۰ درصد، فعالیت بازدارندگی درجه هیدرولیز ۴۰ درصد نسبت به درجات هیدرولیز دیگر با افزایش معناداری همراه بود و درجه هیدرولیز ۴۰ درصد بالاترین فعالیت بازدارندگی

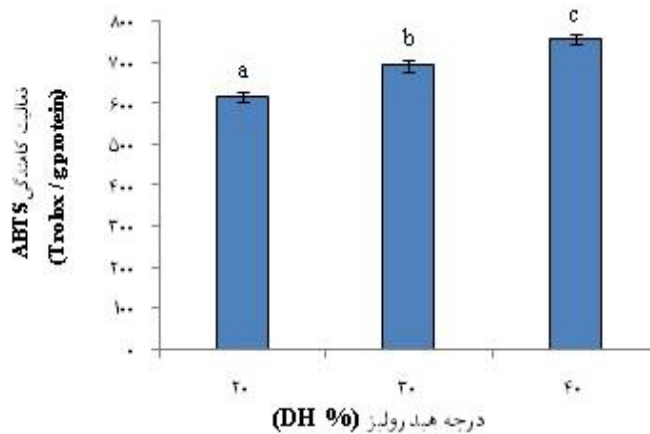
تعیین درجه هیدرولیز نتایج حاصل از فعالیت ضد اکسیدانی پپتید حاصل از هیدرولیز پروتئین ایزوله عضله کیلکای معمولی در شکل های ۴ تا ۶ نشان داده شده است. همان گونه که در شکل ۴ مشاهده می شود، با افزایش درجه هیدرولیز از ۲۰ تا ۴۰ درصد فعالیت بازدارندگی رادیکال DPPH افزایش یافت به طوری که درجه هیدرولیز ۴۰ درصد، نسبت به سایر

هیدرولیز ۴۰ درصد نسبت به ۲۰ و ۳۰ درصد به طور معناداری بالاترین قدرت ضد اکسیدانی احیاکنندگی آهن را داشت ( $p < 0/05$ ) (شکل ۶).

رادیکال ABTS را نشان داد ( $p < 0/05$ ). قدرت ضد اکسیدانی احیاکنندگی آهن نیز با افزایش درجه هیدرولیز از ۲۰ تا ۴۰ درصد نیز افزایش یافت و درجه

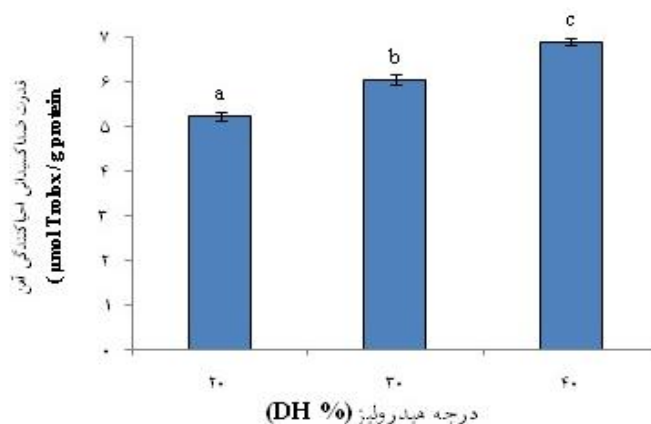


شکل ۴ تأثیر درصد مختلف هیدرولیز پروتئین ایزوله حاصل از عضله کیلکای معمولی (*C. cultriventris caspia*) بر فعالیت بازدارندگی رادیکال DPPH. حروف کوچک غیرمشترک بیانگر اختلاف معنادار است ( $\alpha = 0/05$ ,  $n = 3$ ,  $Mn \pm SD$ ).



شکل ۵ تأثیر درصد مختلف هیدرولیز پروتئین ایزوله حاصل از عضله کیلکای معمولی (*C. cultriventris caspia*) بر فعالیت بازدارندگی رادیکال ABTS. حروف کوچک غیرمشترک بیانگر اختلاف معنادار است ( $\alpha = 0/05$ ,  $n = 3$ ,  $Mn \pm SD$ ).





شکل ۶ تأثیر درصد مختلف هیدرولیز پروتئین ایزوله حاصل از عضله کیلکای معمولی (*C. cultriventris caspia*)

بر میزان قدرت ضد اکسیدانی اسیانندی آهن. حروف کوچک غیرمشترک بیانگر اختلاف معنادار است ( $\alpha = 0.05$ ,  $n = 3$ ,  $Mn \pm SD$ ).

(Khintaphant et al., 2011; Klomkiao et al., 2013; Zamani and Benjakul, 2015)

#### بحث

فعالیت بازدارندگی رادیکال DPPH عضله ماهی کیلکای معمولی نشان داد که با افزایش درجه هیدرولیز به طور معناداری افزایش یافت. Nakajima و همکاران (۲۰۰۹) نشان دادند که هیدرولیز عضله ماهی آزاد اقیانوس اطلس (*Salmo salar*) و ماهی آزاد کوهو (*Oncorhynchus kisutch*) با استفاده از آنزیم پانکراتین باعث افزایش فعالیت کاهندگی DPPH گردید، اما اختلاف معناداری را نشان نداد. DPPH یک رادیکال به نسبت پایدار نیتروژن آلی است و اغلب به عنوان نخستین روش ارزیابی مهار رادیکال آزاد در جذب بیشینه ۵۱۷ نانومتر استفاده می شود. زمانی که DPPH با یک ماده دهنده پروتون مانند یک ضد اکسیدان مواجه می شود، رادیکال مهار شده و جذب واکنش کاهش می یابد و کاهش در جذب نیز نشانه فعالیت مهارکنندگی رادیکال می باشد. (Barkia et al., 2010). Bougatef و همکاران (۲۰۱۰) تأثیر عصاره امعا و احشای ماهی *Sardinella aurita* را بر فعالیت DPPH پروتئین هیدرولیز شده همین گونه بررسی کردند و نتایج آنها نشان داد که فعالیت DPPH افزایش یافت. نتایج مطالعه Nalinanon و همکاران (۲۰۱۱) بر روی تأثیر آنزیم پروتئاز امعا و احشای

تاکنون از قسمت های مختلف بدن گونه های مختلف ماهیان، پروتئین هیدرولیز شده با استفاده از آنزیم های میکروبی تولید شده است که دارای پپتیدهای با خواص ضد اکسیدانی می باشند (Thiansilakul et al., 2007; Klompong et al., 2008; Khantaphant et al., 2011; Roslan et al., 2014; Liu et al., 2014; Silva et al., 2014; Chi et al., 2015). عضله ماهی ترکیب اسید آمینه ای بسیار مناسبی دارد و منبع عالی از پروتئین های مغذی با قابلیت هضم بالا می باشد. با این حال، بسیاری از گونه های ماهیان به دلیل دارا بودن قابلیت بالای فساد و دیگر مشکلات ذاتی مربوط به بوی نامطلوب، بافت و طعم کمتر استفاده می شوند. پروتئین های عضله گونه های مختلف ماهیان برای تولید پروتئین هیدرولیز شده با فعالیت آنتی اکسیدانی مختلف با موفقیت بررسی شده اند (Bougatef et al., 2009; Hsu, 2010; Klompong et al., 2008; Nakajima et al., 2009; Nalinanon et al., 2011; Naqash and Nazeer, 2011; Raghavan and Kristinsson, 2008; Rajaram and Nazeer, 2010). در زمینه استفاده از آنزیم های عصاره ضمائم پیلوریک یا امعا و احشای ماهی برای تولید پروتئین هیدرولیز شده از ماهیان مطالعات بسیار اندکی انجام شده است

Phanturat و همکاران (۲۰۱۰) تأثیر عصاره ضمائم پیلوریک *Priacanthus macracanthus* بر میزان هیدرولیز ژلاتین پوست همین گونه را بررسی کردند و نتایج آنها نشان داد افزایش هیدرولیز تا ۱۵ درصد باعث افزایش فعالیت بازدارندگی رادیکال ABTS گردید اما اختلاف معناداری نداشت. روش ارزیابی ABTS ابزار بسیار مناسبی برای تعیین فعالیت ضداکسیدانی بوده که در آن رادیکال به صورت ترکیب غیرفعال رادیکال - ABTS تبدیل می شود. به طور کلی، تمام ترکیبات هیدرولیز شده حاوی پپتید یا پروتئین که اهداکنندگان هیدروژن هستند، می توانند با رادیکال واکنش نشان دهند و آنها را به محصولات با ثبات تر تبدیل کرده و در نتیجه واکنش های زنجیره ای رادیکال را حذف کنند.

قدرت ضداکسیدانی احیاکنندگی آهن پپتید حاصل از هیدرولیز عضله ماهی کیلکای معمولی نشان داد با افزایش درجه هیدرولیز از ۲۰ تا ۴۰ درصد به طور معناداری افزایش یافت. Phanturat و همکاران (۲۰۱۰) تأثیر عصاره ضمائم پیلوریک *Priacanthus macracanthus* بر میزان هیدرولیز ژلاتین پوست همین گونه را بررسی کردند و نتایج آنها نشان داد افزایش هیدرولیز تا ۱۵ درصد باعث افزایش ضداکسیدانی احیاکنندگی آهن گردید اما اختلاف معناداری نداشت. نتایج حاصل از مطالعه Khantaphant و همکاران (۲۰۱۱) بر روی تأثیر عصاره ضمائم پیلوریک بر میزان هیدرولیز پروتئین نشان داد که با افزایش درجه، هیدرولیز فعالیت ضداکسیدانی پپتید حاصل از هیدرولیز پروتئین ایزوله به طور معناداری افزایش می یابد. پروتئین هیدرولیز شده حاصل از ماهی کلمه (*Misgurnus* (You et al., 2009) *anguillicaudatus*) و ماهی *Selaroides leptolepis* (Klompong et al., 2008) نیز دارای فعالیت بازدارندگی رادیکال ABTS بودند. Nalinanon و همکاران (۲۰۱۱) تأثیر آنزیم پروتئاز امعا و احشای ماهی *Katsuwonus pelamis* را بر هیدرولیز عضله گونه *Nemipterus hexodon* بررسی کردند و نتایج آنها نشان داد که افزایش درجه هیدرولیز تا ۲۰ درصد افزایش معناداری بر فعالیت بازدارندگی رادیکال ABTS داشتند.

ماهی *Katsuwonus pelamis* بر هیدرولیز عضله گونه *Nemipterus hexodon* نشان داد که افزایش درجه هیدرولیز تا ۲۰ درصد افزایش معناداری بر فعالیت بازدارندگی رادیکال DPPH داشتند. تأثیر عصاره ضمائم پیلوریک *Priacanthus macracanthus* بر میزان هیدرولیز ژلاتین پوست همین گونه نشان داد، افزایش هیدرولیز تا ۱۵ درصد باعث افزایش معناداری در فعالیت بازدارندگی رادیکال DPPH گردید (Phanturat و همکاران، ۲۰۱۰). نتایج مطالعه Khantaphant و همکاران (۲۰۱۱) روی تأثیر عصاره ضمائم پیلوریک بر میزان هیدرولیز پروتئین عضله ماهی *Lutjanus vitta* نشان داد که با افزایش درجه هیدرولیز، فعالیت ضداکسیدانی پپتید حاصل از هیدرولیز پروتئین ایزوله افزایش می یابد.

فعالیت بازدارندگی رادیکال ABTS عضله ماهی کیلکای معمولی نشان داد که با افزایش درجه هیدرولیز به طور معناداری افزایش یافت. نتایج حاصل از مطالعه Khantaphant و همکاران (۲۰۱۱) روی تأثیر عصاره ضمائم پیلوریک بر میزان هیدرولیز پروتئین عضله ماهی *Lutjanus vitta* نشان داد که با افزایش درجه، هیدرولیز فعالیت ضداکسیدانی پپتید حاصل از هیدرولیز پروتئین ایزوله به طور معناداری افزایش می یابد. پروتئین هیدرولیز شده حاصل از ماهی کلمه (*Misgurnus* (You et al., 2009) *anguillicaudatus*) و ماهی *Selaroides leptolepis* (Klompong et al., 2008) نیز دارای فعالیت بازدارندگی رادیکال ABTS بودند. Nalinanon و همکاران (۲۰۱۱) تأثیر آنزیم پروتئاز امعا و احشای ماهی *Katsuwonus pelamis* را بر هیدرولیز عضله گونه *Nemipterus hexodon* بررسی کردند و نتایج آنها نشان داد که افزایش درجه هیدرولیز تا ۲۰ درصد افزایش معناداری بر فعالیت بازدارندگی رادیکال ABTS داشتند.

### نتیجه گیری

نتایج حاصل از مطالعه حاضر پیشنهاد می کند آنزیم تریپسین موجود در عصاره استخراج شده از ضمائم پیلوریک ماهی کیلکای معمولی، می تواند ابزار مناسبی برای تولید پپتید از پروتئین ایزوله این گونه با فعالیت ضد اکسیدانی باشد، همچنین می تواند برای آنزیم های تجاری مورد استفاده در تولید پروتئین هیدرولیز شده مانند آنزیم میکروبی و پپتید حاصل شده برای ضد اکسیدان های شیمیایی جایگزین مناسبی باشد.

### منابع

AOAC, **Official Methods of Analysis, 17th edition., 2000.** Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD.

**Barkia, A., Bougatef, A., Khaled, H.B. and Nasri, M., 2010.** Antioxidant activities of sardinelle heads and/or Viscera protein hydrolysates prepared by Enzymatic treatment. *Journal of Food Biochemistry*.34: 303–320.

**Benjakul, S. and Morrissey, M., 1997.** Protein hydrolysates from Pacific whiting solid wastes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 45:3423–3430.

**Benzie, L.F.F. and Strain, J.J., 1996.** The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of 'antioxidant power': the FRAP assay. *Analytical Biochemistry*. 239:70–76.

**Binsan, W., Benjakul, S., Visessanguan, W., Roytrakul, S., Tanaka, M. and Kishimura, H., 2008.** Antioxidative activity of Mungoong, an extract paste, from the cephalothorax of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Food Chemistry*.106:185–193.

**Bougatef, A., Hajji, M., Balti, R., Lassoued, L., Triki-Elouz, Y., and Nasri, M., 2009.** Antioxidant and free radical-scavenging activities of smooth hound (*Mustelus mustelus*) muscle protein hydrolysates obtained by gastrointestinal proteases. *Food Chemistry*.114:1198–1205.

**Bougatef, A., Nedjar-Arroume, N., Manni, L., Ravallec, R., Barkia, A., Guillochon, D. and Nasri,**

رادیکال آزاد را نشان می دهد و از گسترش اکسیداسیون چربی جلوگیری می کند یا آن را به تعویق می اندازد.

در حال حاضر، تحقیقات زیادی در زمینه پپتیدهای ضد اکسیدان مشتق شده از منابع غذایی گزارش شده و درباره رابطه بین ساختار و تأثیرگذاری پپتیدها نیز بحث شده است. پپتیدها فعالیت ضد اکسیدانی مختلفی بسته به اندازه مولکولی، ترکیب اسید آمینه و توالی آن نشان می دهند (Samaranayaka and Li-Chan, 2011). تاکنون سازوکار دقیق عملکرد پپتیدها به عنوان ضد اکسیدان مشخص نشده است اما بعضی از اسید آمینه های موجود در پپتیدها نقش مهمی در این زمینه دارند که می توان به هیستیدین، متیونین، سیستئین، والین، لوسین، ایزولوسین و پرولین اشاره کرد که فعالیت بالایی نسبت به اسیدهای چرب چند غیر اشباع داشته و می توانند تأثیر مهمی در حذف رادیکال های آزاد در مواد غذایی پر چرب داشته باشند. اسید آمینه های آروماتیک مانند تیروزین، فنیل آلانین و تربیتوفان به دلیل دارا بودن حلقه آروماتیک، توانایی اهدای پروتون به رادیکال های الکترونی مؤثر در ساخت گونه های اکسیژنی فعال و پایدار در فرایند حذف رادیکال را دارند (Sarmadi and Ismail, 2010). رادیکال های آزاد، به ویژه گونه های اکسیژن فعال (ROS) و گونه های نیتروژن فعال (RNS)، در بروز بیماری های مزمن و تحلیل کننده شدید مانند التهاب، بیماری های قلبی و عروقی، بیماری های عصبی، سرطان و اختلالات مربوط به پیری نقش دارند. اگرچه ROS و RNS پیامبران ثانویه در عملکردهای فیزیولوژیکی طبیعی موجودات هستند و در سازوکارهای اکسایش و کاهش مختلف شرکت دارند، تولید بیش از حد این گونه ها می تواند فعالیت آنزیم های محافظتی را مختل کند و باعث آثار مخرب و کشنده سلولی شود (Locatelli et al., 2009).

Kinsella JE. Seafood and fish oils in human diseases. New York, USA: Marcel Dekker; 1987.

**Kishimura, H., Hayashi, K., Myashita, Y. and Nonmi, Y., 2005.** Characterization of two trypsin isozymes from the viscera of Japanese Anchovy (*Engraulis japonica*). *Journal of Food Biochemistry*. 29: 459-469.

**Klomkloa, S., Kishimura, H. and Benjakul, S., 2013.** Use of viscera extract from hybrid catfish (*Clarias macrocephalus* × *Clarias gariepinus*) for the production of protein hydrolysate from toothed ponyfish (*Gazza minuta*) muscle. *Food Chemistry*. 136:1006–1012.

**Klomkloa, S., Kishimura, H. and Benjakul, S., 2014.** Anionic trypsin from the pyloric caeca of Pacific saury (*Cololabis saira*): purification and biochemical characteristics. *Journal of Aquatic Food Product Technology*. 23:186–200.

**Klomkloa, S., Kishimura, H., Benjakul, S., Simpson, B.K., and Visessanguan, W., 2010.** Cationic trypsin: A predominant protease in Pacific saury (*Cololabis saira*) pyloric caeca. *Journal of Food Biochemistry*. 34:1105–1123.

**Klompong, V., Benjakul, S., Kantachote, D., Hayes, K. D., and Shahidi, F., 2008.** Comparative study on antioxidative activity of yellow stripe trevally protein hydrolysate produced from Alcalase and Flavourzyme. *International Journal of Food Science and Technology*. 43: 1019-1026.

**Kristinsson, H. G., and Rasco, B. A., 2000.** Fish protein hydrolysates: Production, biochemical, and functional properties. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 40(1): 43–81.

**Liu, Y., Li, X., Chen, Z., Yu, J., Wang, F., and Wang, J., 2014.** Characterization of structural and functional properties of fish protein hydrolysates from surimi processing by-products. *Food Chemistry*. 151: 459–465.

**Locatelli, M., Gindro, R., Travaglia, F., Coisson, J., Rinaldi, M., Arlorio, M., 2009.** Study of the DPPH-scavenging activity: Development of free software for the correct interpretation of data. *Food Chemistry*. 114: 889–897.

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

**M., 2010.** Purification and identification of novel antioxidant peptides from enzymatic hydrolysates of sardinelle (*Sardinella aurita*) by-products proteins. *Food Chemistry*. 118: 559–565.

**Cassia, R. O., Martone, C. B., and Sanchez, J. J., 2000.** Characterization of fish protein hydrolysates obtained by enzymatic autolysis. *Latin American Applied Research*. 30: 241–244.

**Castillo-Yanez, F., Pacheco-Aguilar, R., Garcia-Carreño, F. and Toro, M., 2005.** Isolation and characterization of trypsin from pyloric caeca of Monterey sardine, *Sardinops sagax caerulea*. *Comparative Biochemistry and physiology*. 140B: 91-98.

**Chi, C.F., Wang, B., Hu, F.Y., Wang, Y.M., Bin Zhang, B., Deng, S.G., and Wu, C.W., 2015.** Purification and identification of three novel antioxidant peptides from protein hydrolysate of bluefin leatherjacket (*Navodon septentrionalis*) skin. *Food Research International*. 73:124–129.

**Erlanger, B., Kokowsky, N. and Cohen, W., 1961.** The preparation and properties of two new chromogenic substrates of trypsin. *Archives of Biochemistry and Biophysics*. 95: 271-278.

**FAO, 2014.** The state of world fisheries and aquaculture. In: FAO - Fisheries and Aquaculture Department, Food and Agriculture Organization of United Nations.

**Hsu, K., 2010.** Purification of antioxidative peptides prepared from enzymatic hydrolysates of tuna dark muscle by-product. *Food Chemistry*. 122: 42–48.

**Karimzadeh G., Gabrielyan B. and Fazli H., 2010.** Population dynamics and biological characteristics of kilka species (Pisces: Clupeidae) in the southeastern coast of the Caspian Sea. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*. 9(3):422-433.

**Khantaphant, S. and Benjakul, S., 2008.** Comparative study on the protease from fish pyloric caeca and the use for production of gelatine hydrolysate with antioxidative activity, *Comparative Physiology and Biochemistry*. 151B: 410-419.

**Khantaphant, S., Benjakul, S., and Kishimura, H., 2011.** Antioxidative and ACE inhibitory activities of protein hydrolysates from the muscle of brownstripe red snapper prepared using pyloric caeca and commercial proteases. *Process Biochemistry*. 46 :318–327.

- Roslan, J., Yunos, F.Md., Abdullah, N., and Kamal, S.M.M., 2014. Characterization of Fish Protein Hydrolysate from Tilapia (*Oreochromis niloticus*) by-Product. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*. 2: 312 – 319.
- Safari, R., Motamedzadegan, A., Ovissipour, M., Regenstein, J.M., Asbjorn Gildberg, A., and Rasco, B., 2012. Use of Hydrolysates from Yellowfin Tuna (*Thunnus albacares*) Heads as a Complex Nitrogen Source for Lactic Acid Bacteria. *Food and Bioprocess Technology*. 5:73–79.
- Samaranayaka, A. G. P., and Li-Chan, E. C. Y., 2011. Food-derived peptidic antioxidants: A review of their production, assessment, and potential applications. *Journal of Functional Foods*. 3(4): 229–254.
- Sarmadi, B. H., and Ismail, A., 2010. Antioxidative peptides from food proteins: A review. *Peptides*. 31(10):1949–1956.
- Shilat., 2013. Iranian Fisheries Organization. Annual Report. 64 p (in Persian).
- Silva, J.F.X., Ribeiro, K., Silva, J.F., Cahú, T.B., and Bezerra, R.S., 2014. Utilization of tilapia processing waste for the production of fish protein hydrolysate. *Animal Feed Science and Technology*. 196: 96–106.
- Tavano, O. L., 2013. Protein hydrolysis using proteases: An important tool for food biotechnology. *Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic*. 90:1–11.
- Thiansilakul, Y., Benjakul, S., and Shahidi, F., 2007. Antioxidative activity of protein hydrolysate from round scad muscle using Alcalase and Flavourzyme. *Journal of Food Biochemistry*. 31: 266-287.
- 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.
- Zamani, A. and Benjakul, S., 2016. Trypsin from unicorn leatherjacket (*Aluterus monoceros*) pyloric caeca: Purification and its use for preparation of fish protein hydrolysate with antioxidative activity. *Journal of the Science of Food and Agriculture*.
- Mullally, M. M., O'Callaghan, D. M., FitzGerald, R. J., Donnelly, W. J., and Dalton, J. P., 1994. Proteolytic and peptidolytic activities in commercial pancreatin protease preparations and their relationship to some whey protein hydrolysate characteristics. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 42 (12): 2973–2981.
- Nakajima, K., Yoshie-Stark, Y., and Ogushi, M., 2009. Comparison of ACE inhibitory and DPPH radical scavenging activities of fish muscle hydrolysates. *Food Chemistry*. 114: 844–851.
- 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: 1354–1362.
- Naqash, S. Y., and Nazeer, R. A., 2010. Antioxidant Activity of Hydrolysates and Peptide Fractions of *Nemipterus japonicus* and *Exocoetus volitans* Muscle. *Journal of Aquatic Food Product Technology*. 19:180–192.
- Naqash, S. Y., and Nazeer, R. A., 2013. Antioxidant and functional properties of protein hydrolysates from pink perch (*Nemipterus japonicus*) muscle. *Journal of Food Science and Technology*. 50(5): 972-978.
- Phanturat, P., Benjakul, S., Visessanguan, W., and Roytrakul, S., 2010. Use of pyloric caeca extract from bigeye snapper (*Priacanthus macracanthus*) for the production of gelatin hydrolysate with antioxidative activity. *LWT – Food Science and Technology*. 43:86–97.
- Raghavan, S., and Kristinsson, H. G., 2008. Antioxidative efficacy of alkali-treated Tilapia protein hydrolysates: A comparative study of five enzymes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 56:1434–1441.
- Rajaram, D., and Nazeer, R. A., 2010. Antioxidant properties of protein hydrolysates obtained from marine fishes *Lepturacanthus savala* and *Sphyrna barracuda*. *International Journal of Biotechnology and Biochemistry*. 6: 435–444.
- Rawdkuen, S., Sai-Ut, S., Khamorn, S., Chaijan, M. and Benjakul, S., 2009. Biochemical and gelling properties of tilapia surimi and protein recovered using an acid-alkaline process. *Food Chemistry*. 112:112–119.



---

## Antioxidative activity of peptide from protein isolate hydrolysate from common kilka (*Clupeonella cultriventris caspia*) muscle using pyloric caeca enzyme extraction

Abbas Zamani <sup>1\*</sup>, Maryam Khajavi <sup>2</sup>

1- Assistant Prof., Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources and Environment, Malayer University, Hamedan, Iran.

2- Ph.D Student, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Golestan, Iran.

Received: 23.01.2016

Accepted: 12.06.2016

\*Corresponding author: a.zamani@malayeru.ac.ir

---

### Abstract:

Lipid oxidation is one of the major processes in deterioration of food quality and nutritional value. In this study, antioxidative activity of peptide was determined from hydrolysate of protein isolate from common kilka (*Clupeonella cultriventris caspia*) muscle using trypsin enzyme of pyloric caeca extraction. The optimum pH and temperature of trypsin enzyme for BAPNA (N $\alpha$ -benzoyl-DL-arginine-p-nitroanilide-HCL) hydrolysis were measured 8.0 and 60 °C, respectively. The finding showed that antioxidative activities determined by DPPH, ABTS radical scavenging activities and ferric reducing antioxidant power (FRAP) increased significantly with variation of degree of hydrolysates from 20 to 40% (p<0.05). The results suggest that trypsin enzyme from pyloric caeca extraction could be a useful tool for peptide production from protein isolate with antioxidant activity and used as an alternative for commercial enzymes such as microbial enzymes in production of protein hydrolysates.

**Keywords:** Antioxidative, Protein isolate, Enzymatic hydrolysis, *Clupeonella cultriventris caspia*