کاربرد پپتیدهای زیست فراوری شده (پرو تئین هیدرولیز شده) در جیره غذایی ماهیان پرورشی با تاکید بر ماهیان خاویاری

میرحامد سید حسنی[1]، علی حسین‌پور زلتی[1]، تورج سهرابی[1]، امید صفری[2]، محمود محسنی[1]*

۱- انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (AREEO)، رشت، ایران

۲- پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (AREEO)، ساری- مازندران

چکیده

در صنعت تولید غذا جهت مصارف انسانی، پرورش آبزیان و ماهیگیری صنعتی بیشترین رشد را دارا می باشند .هر ساله پس از صید آبزیان پرورشی و صید صنعتی حجم زیادی از ضایعات ماهی تولید و دور ریخته می‌شود که این رقم ۶۰ درصد زیست توده را شامل می‌شود. این مواد زائد را می‌توان با افزودن آنزیم‌های مختلف پروتئولیتیک و یا روش‌های اسیدی و شیمیایی به محصولات باارزش افزوده مانند پروتئین هیدرولیز شده و یا سیلاژ ماهی تبدیل نمود. پروتئین هیدرولیز شده ماهی در واقع مواد زائد فرآوری‌شده به پپتید از پوست، سر، عضلات، احشاء، کبد و استخوان بوده که دارای پپتیدهای عملکردی و زیست فعال مطلوبی هستند. تحقیقات زیادی نشان داده است که الحاق مقادیر متوسط پروتئین هیدرولیز شده موجب بهبود رشد، کارایی غذا، عملکردهای ایمنی و مقاومت در برابر بیماری در آبزیان می‌شوند. از سوی دیگر پروتئین هیدرولیز شده می‌تواند موجب کاهش بروز ناهنجاری‌های اسکلتی و عادت‌پذیری بیشتر لارو به غذای مصنوعی گردد و هزینه‌های بالای تولید خوراک زنده را کاهش دهد. تحقیقات محققین انستیتو تحقیقات ماهیان خاویاری نشان داده است که افزودن ۶ تا ۱۰ درصد پروتئین هیدرولیز شده به جیره غذایی بچه ماهی فیلماهی موجب بهبود شاخص‌های رشد و ایمنی گردید.

واژگان کلیدی: پروتئین هیدرولیز شده، روش‌های تولید، ماهیان خاویاری، رشد، سیستم ایمنی

[1] نویسنده مسئول: mirhamedhassani @yahoo.com

بیان مسأله

افق برنامه سازمان شیلات تا سال ۱۴۰۴ تولید ۱۰۰۰۰ تن گوشت و ۱۰۰ تن خاویار می‌باشد. برای تحقق این امر در شروع برنامه نیاز به حداقل یک میلیون بچه ماهی با وزن متوسط ۵ گرم است که این میزان بچه ماهی مورد نیاز درافق برنامه ۱۴۰۴ به دو میلیون عدد افزایش می‌یابد. بعبارت دیگر نظر به اهمیت زیست‌محیطی و اقتصادی تاسماهیان و سرمایه‌گذاری بخش خصوصی در زمینه تولید گوشت و خاویار، نیاز به بچه ماهی به‌عنوان مهم‌ترین عامل تولید هر ساله به شدت در حال افزایش است. یکی از بزرگترین مشکلات در تولید بچه‌ماهی با کیفیت درصد تلفات بالا (۶۰ تا ۷۰ درصد) با جیره فرموله‌شده خشک و غیرزنده و ناهنجاری‌های ریختی و تلفات در اوزن ۵ تا ۵۰ گرم است. رشد سریع در مراحل لاروی عمدتاً به میزان جذب پروتئین و اسیدآمینه از مواد غذایی و انباشت آن در ماهیچه مرتبط است. نیاز به پروتئین برای حداکثر رشد در مراحل لاروی و دوران رشد تقریبا دو برابر بیشتر از ماهیان بالغ است. پودر ماهی به عنوان منبع پروتئینی بهینه در نظر گرفته می‌شود، زیرا بهترین آمینواسید را برای رفع نیازهای ماهی فراهم می‌کند (Siddik *et al.*, 2021). با این حال، تحقیقات زیادی نشان داده است که حلالیت و اندازه مولکولی پروتئین‌های موجود در پودر ماهی مناسب با آنزیم‌های گوارشی ماهی خاویاری نمی‌باشد، زیرا ماهی خاویاری در دوران لاروی در محیطی زندگی می‌کند که سرشار از غذای زنده و تحریک‌کننده آنزیم های گوارشی است. در این محیط آنزیم پپسین به تنهایی برای هضم و جذب غذای زنده کافی است (Soriguer *et al.*, 1999). اما در شرایط پرورشی، یکی از دلایل تلفات زیاد لارو ماهی خاویاری عدم توانایی شکستن زنجیره‌های آمینواسید توسط پپسین در فاصله روزهای هجدهم تا سی و سوم است که موجب انباشت غذا در معده و بروزآنتریت و نفخ شکمی می‌شود (Gisbert *et al.*, 2010). پروتئین هیدرولیز شده ماهی، یک محصول ضایعاتی است که به صورت مایع یا پودر تولید شده و حاوی نسبت بیشتری از پپتیدهای کوچکتر حاوی ۲ تا ۲۰ اسیدآمینه است. در محصول بدون هیدرولیز، این پپتیدها با زنجیره کوتاه در توالی پروتئین‌های مادری قرار دارند. اما در عمل هیدرولیز توسط فرایندهای آنزیمی، شیمیایی، زیستی و یا تخمیر زنجیره اسیدآمینه آن شکافته شده و تبدیل به پپتیدهای کوچکی می‌شوند که محصول حاصله پروتئین هیدرولیز شده نام دارد. در اواخر دهه ۱۹۹۰، آزمایش‌هایی نشان داد که جایگزینی پودر ماهی با پروتئین هیدرولیز متشکل از زنجیره‌های پپتیدی کوتاه با ۱۰ تا ۲۰ اسیدآمینه در جیره غذایی سی‌باس اروپایی (*Dicentrarchus labrax*) موجب بهبود عملکرد رشد و مانع بروز اسکولیوز و بدشکلی های فک می‌شود. اثرات مفید پروتئین هیدرولیزشده را می‌توان با ویژگی‌های فیزیولوژی گوارشی لارو و توانایی لارو برای هضم پپتیدها توضیح داد. پروتئین‌های پیچیده دو تا سه برابر کندتر از پروتئین‌های هیدرولیز شده جذب می‌شوند. در صورتی که مطالعات نشان داده است فعالیت برخی از آنزیم‌های سیتوزولی دستگاه گوارشی و آنزیم‌های لایه نوار مسواکی (Brush border) در لارو ماهیان تحت تأثیر دی و تری‌پپتیدهای پروتئین هیدرولیز شده قرار گرفته و افزایش می‌یابد. در نتیجه جذب غذا بیشتر شده و رشد ماهی روند صعودی به خود می‌گیرد.

مطالعات اخیر نشان داده است که سیستم ایمنی بدن لارو هم تحت تاثیر پروتئین هیدرولیز شده در جیره غذایی قرار دارد. زیرا پپتیدهای موجود خواص تحریک‌کننده ایمنی و ضد باکتری دارند. پروتئین هیدرولیز شده با وزن مولکولی ۱۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ دالتون تأثیر مثبتی بر فعالیت تغذیه در لارو ماهی دارد. در حالی که پپتیدهایی با وزن مولکولی کمتر (۲۰۰ تا ۲۵۰۰ دالتون) اثرات مفیدی از نظر رشد ، بقا و فعالیت آنزیم‌های

گوارشی لارو و بچه ماهی دارند. در کل تأثیر افزودن پروتئین هیدرولیز شده به جیره غذایی ماهیان پرورشی می‌توان در موارد ذیل خلاصه نمود:

۱- به دلیل دارا بودن پپتیدهایی با وزن مولکولی کم می‌تواند به عنوان یک جاذب غذایی در جیره غذایی آبزیان پرورشی عمل نموده و به تبع آن مصرف خوراک و کارایی غذا را افزایش دهد.

۲- به دلیل داشتن وزن مولکولی کم، قابلیت هضم مواد مغذی با افزایش پروتئین هیدرولیز شده در جیره افزایش می‌یابد.

۳-به دلیل افزایش قابلیت دسترسی و جذب اسیدهای آمینه آزاد موجود در پروتئین هیدرولیز شده و افزایش قابلیت دسترسی مواد مغذی جیره، ماهیان تغذیه‌شده با جیره حاوی پروتئین هیدرولیز شده از رشد وضریب تبدیل غذایی بهتری برخوردار هستند.

۴- به دلیل آن که پپتیدهای فعال زیستی با وزن مولکولی پایین دارای خواص تحریک ایمنی و ضد باکتری می‌باشند، افزودن پروتئین هیدرولیز شده به جیره غذایی آبزیان موجب بهبود عملکرد ایمنی سلولی و یا هومورال با افزایش مقاومت ماهی در برابر بیماری‌های مختلف می‌شود. امروزه با پیشرفت علم فراوری ضایعات شیلاتی این امکان وجود دارد که بتوان با روش‌های کم هزینه از ضایعات ماهیان پرورشی و شیلاتی پپتیدهای زیست فعال تولید کرد.

نتایج تحقیقات در مورد افزودن پروتئین هیدرولیز شده به جیره غذایی گونه‌های مختلف ماهیان نشان داد که پروتئین هیدرولیز می تواند موجب افزایش بازماندگی در لارو کپور (*Carasius auratus*) (Szlaminska *et al.*, 1991) و سی باس (Chau and Zamboninio.,1995a) و افزایش قابلیت هضم و رشد در بچه ماهیان و ماهیان در حال رشد کفشک ماهی(*Scophtalmus maximus*)، آزاد ماهی اقیانوس اطلس (*Salmo salar*)، سیم دریایی (*Pagrus major*) و کفشک ماهی روغنی (*Paralichthys olivaceu*) (Gisbert, 2010)گردد.

در برنامه پنج ساله پنجم توسعه هدف رسیدن به پرورش یک میلیون بچه ماهی به منظور تولید ۱۰۰۰۰ تن گوشت و ۱۰۰ تن خاویار است. تحقیقات حاکی از آن است که میزان تلفات لارو از مرحله جذب کیسه زرده تا رسیدن به وزن یک گرم در حالت عادی ۶۰ درصد است (تجربیات کارگاهی). همچنین قیمت هر عدد بچه فیلماهی یک گرمی جهت فروش بالغ ۱۵۷۵۰۰ ریال می‌باشد (نظریه کارشناسی دادگستری در سال ۱۴۰۱). منابع در مورد لارو گونه‌های دریایی سی باس (*Dicentrarchus labeax*) و بارامونڈی (Nankervis and Souuthgate, 2009) حاکی از کاهش درصد تلفات به میزان ۲۵ تا ۳۰ درصد در هنگام دوره لاروی و بعد از تغذیه با جیره حاوی پروتئین هیدرولیز شده در حد ۹ درصد است. اگر مبنای تولید بر پایه ۱۰۰۰۰۰۰ بچه ماهی خاویاری ۰/۲ میلی‌گرمی بنا نهاده شود، با توجه به تلفات ۶۰ درصدی تنها ۴۰۰۰۰۰ عدد از این ماهیان به وزن یک گرم می‌رسند، اما با اضافه کردن پروتئین هیدرولیز شده و کاهش تلفات به ۴۰ درصد، ۶۰۰۰۰۰ بچه ماهی به وزن یک گرم خواهند رسید که موجب ۳۱۵۰۰ میلیون ریال سود برای پرورش‌دهنده و افزایش ۲۵ درصدی تولید گوشت برای ماهیان خاویاری خواهد شد (جدول ۱).

روش‌های تولید پروتئین هیدرولیزشده

پروتئین هیدرولیزشده از امعاء و احشاء و قسمت‌های غیرقابل مصرف انسانی از ماهی و یا جانوران اهلی به‌دست می‌آید. با استفاده از سه روش: شیمیایی (استفاده از اسید و یا بازهای قلیایی)، بیوشیمیایی و تخمیر (باکتریایی و یا هیدرولیز خود بخودی) به‌دست می‌آید. در روش شیمیایی از اسید و باز جهت تجزیه پروتئین استفاده می‌شود. روش‌های بیوشیمیایی مبتنی بر استفاده از آنزیم‌های تجزیه‌کننده پروتئین است که در آن از آنزیم‌های تجاری (برومِلین، نوتراز، تریپسین، پاپائین، فلاویزایم، کیموتریپسین، پروناز) جهت تجزیه پروتئین استفاده می‌شود. در تخمیر باکتریایی، پروتئین در معرض باکتری‌های اسیدلاکتیک قرار می‌گیرد و در روش تخمیر یا اتولیز اتولیتیک با استفاده از آنزیم‌های درونی بافت و امعاء و احشای ماهی با بهینه‌سازی دما، pH و زمان، عمل تخمیر و هیدرولیز تا مدت زمان معینی صورت می‌پذیرد (Siddik *et al.*, 2021).

فرایند کلی تولید پروتئین هیدرولیز شده را می‌توان در فلوچارت زیر خلاصه کرد:

تهیه مواد اولیه جهت فراوری بر اساس فراوانی شامل -امعاء و احشای ماهی (۵۵ درصد)، پوست ماهی(۲۵درصد) و سر و استخوان ماهی (۲۰ درصد)

محصولات جانبی و مواد زائد قبل از انتقال به رآکتور چرخ شده و سپس به نسبت وزنی ۲ به ۱ با آب شسته و هموژن می‌شوند. برای از بین‌بردن چربی از حلالهای آلی استفاده می‌شود

ماهیان به راکتور که در آن دما و **pH** تحت کنترل است انتقال می‌یابند. سه روش کلی جهت هیدرولیز پروتئین مورد استفاده قرار می‌گیرد.

هیدرولیز شیمیایی از طریق اضافه کردن اسید و یا باز و بهینه‌سازی آن از طریق درجه حرارت و **pH**

هیدرولیز بیوشیمیایی از طریق اضافه‌کردن آنزیم‌های پروتئولیتیک تجاری

هیدرولیز باکتریایی از طریق باکتری‌های اسیدلاکتیک و یا هیدرولیز خودبخودی از طریق آنزیم‌های درونی بافت و امعاء و احشای ماهی

به دنبال هیدرولیزشدن، فعالیت هیدرولیز شدن با غیرفعال‌سازی آنزیم‌های برون‌زا با استفاده از گرما در دمای ۹۵-۸۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۰-۵ دقیقه خاتمه می‌یابد.

پروتئین تجزیه‌شده و محلول موجود به سانتریفیوژ انتقال می‌یابد و بر اثر سانتریفیوژ سه قسمت ایجاد میشود که در سطح لایه روغنی، در وسط محلول پروتئین هیدرولیز شده مایع و در کف ضایعات و ذرات درشت پروتئین و لیپید وجود دارد.

پس از حذف لایه چربی (چربی زدایی)، محلول پروتئین هیدرولیز شده بدون مخلوط شدن با لایه نیمه جامد پایین برداشت، به فریز درایر و یا اسپری درایر منتقل و خشک می شود

بسته‌بندی و حمل و نقل

دستور العمل ترویجی

ویژگی‌های فیزیکی

– پروتئین هیدرولیز شده پودری شفاف و سفید رنگ با آردینگی بالا است.

– پروتئین هیدرولیز شده باید دارای بو و مزه طبیعی مخصوص بخود (شیرین و خوش عطر) و عاری از هر گونه بو و مزه غیر طبیعی بخصوص تندشدگی ناشی از اکسیداسیون باشد.

– پروتئین هیدرولیز شده جهت مقاصد آرایشی و بهداشتی در بسته های ۱۰ کیلوگرمی عرضه می‌شود.

ویژگی‌های شیمیایی

– با توجه به نوع فراوری میزان پروتئین خام در این محصول از ۶۰ تا ۹۰ درصد متغیر است و این در حالی است که پروتئین پودر ماهی با توجه به کیفیت ماهی و نحوه فراوری بین ۶۳ تا ۷۲ درصد می‌باشد.

– در اکثر مطالعات انجام شده، میزان چربی پروتئین هیدرولیز شده زیر ۵ درصد و میزان چربی پودر ماهی بین ۱۱ تا ۱۸ درصد است.

– محتوای رطوبت محصول زیر ۱۰ درصد گزارش شده است.

– محتوای خاکستر پروتئین هیدرولیز شده با توجه به نحوه فرآوری بالا بوده و بین ۰/۴۵تا ۲/۷درصد می‌باشد.

– نوع فرآوری می‌تواند بر کیفیت اسیدهای آمینه آن تاثیر گذارد.

– روند هیدرولیز شیمیایی کم هزینه، سریع و منجر به بازیابی پروتئین بالا می‌شود. با این حال، کنترل کمی بر پایداری محصولات هیدرولیز شده به دلیل تغییرات زیاد در پروفایل اسیدامینه به دلیل تجزیه غیراختصاصی پیوندهای پپتید موجود دارد و ممکن است موجب کمبود اسیدآمینه‌های ضروری شود.

– فرآیند اتولیز با عملکرد و فعالیت آنزیم‌های گوارشی ماهی تنظیم و به‌پیش می‌رود. غلظت‌های آنزیم درون‌زا با توجه به نوع گونه فرق نموده و وابسته به فصل و سن ماهی بوده و در نتیجه کیفیت محصول تولید شده متفاوت است.

– در تخمیر باکتریایی، تخمیر باکتری باعث رشد باکتری‌های اسیدلاکتیک می‌شود که فاکتورهای اسیدی و ضد میکروبی تولید کرده و باعث مهار باکتری های رقیب می‌شود. اما با این روش، حذف لیپید امکان پذیر نیست.

– روش آنزیمی روشی پایدار با حفظ پروفایل اسیدآمینه‌های ضروری ماهی در حین فرآوری بوده، علاوه بر آن که در هیدرولیز آنزیمی هیچ حلال آلی و مواد شیمیایی سمی در محصولات نهایی تولید نمی‌شود. اما موجب افزایش قیمت محصول به میزان ۵۰ درصد در مقایسه با روش های ذکر شده می‌شود.

توصیه ترویجی

– با توجه به تحقیقات انجام‌شده جهت تغذیه آبزیان پیشنهاد می‌شود که پروتئین هیدرولیز شده در دوره لاروی، انگشت قد و پرواری به ترتیب در مقادیر ۵ تا ۱۰،۱۰ تا ۱۵ و ۱۵ تا ۱۸ درصد به جیره غذایی آبزیان اضافه شود (Siddik *et al*., 2021)

– افزودن پروتئین هیدرولیز شده امعاء و احشای ماهی تن در سطوح ۱۰ و ۱۵ درصد به جیره غذایی لارو تاسماهی ایرانی موجب افزایش مصرف خوراک، آنزیم‌های گوارشی، میکروفلور روده و مقاومت در برابر باکتری *Aeromonas salmonicida* می‌گردد (Ovissipour *et al*., 2014).

- با توجه به تحقیقات انجام شده در گونه ماهی خاویاری (فیلماهی انگشت قد) افزودن ۶ تا ۱۰ درصد پروتئین هیدرولیزشده به جیره توصیه شده و افزودن این مقدار

موجب افزایش رشد، بهبود و افزایش کارایی سیستم ایمنی در این گونه می‌گردد.
استفاده از این بیوتکنیک کم هزینه و ارزان است. خط تولید این محصول را می‌توان به شکل زیر طراحی نمود:
۱-یک چرخ گوشت صنعتی به با ظرفیت چرخ کردن گوشت به میزان ۵۰ کیلوگرم که امکان چرخ و هموژن نمودن ضایعات ماهی را فراهم آورد.

۲- یک دیگ حلال شوی سربسته همراه با همزن برقی و مغناطیسی و متصل به یک سیستم حرارتی و لوله‌های انتقال آب و سود که امکان تنظیم درجه حرارت و pH مورد نظر را بوجود آورد.

۴-یک صافی پشه‌بندی یا فیلتر غشایی که ذرات درشت پروتئین و ذرات حل نشده از مایع رویی فیلتر شود.

۵- یک سانتریفیوژ صنعتی که امکان سانتریفیوژ ده کیلوگرم از مواد را در هر مرحله تولید داشته باشد.

۶ -یک اسپری درایر یا فریز درایر جهت خشک کردن پروتئین و تبدیل آن به پروتئین هیدرولیز شده.

البته باید به این نکته توجه داشت هر چند محصول به‌دست آمده از تجزیه آنزیمی، کیفیت بالایی دارد. اما استفاده از آنزیم‌های تجاری در خط تولید صنعتی موجب می شود تا هزینه محصول به طور قابل‌توجهی افزایش یابد. استفاده از باکتری‌های اسید لاکتیک تا حدودی مقرون به صرفه‌تر است و استفاده از تکنیک هیدرولیز اتولیز موجب می‌شود تا به نحو قابل ملاحظه ای از هزینه تولید کاسته شود. بنابراین پیشنهاد می‌شود که اگر تولید پروتئین هیدرولیز شده به منظور تغذیه لارو باشد از روش آنزیمی و جهت تغذیه ماهیان در اوزان بالاتر از دو روش بعدی استفاده شود.

جهت اضافه‌کردن پروتئین هیدرولیز شده به جیره در شرایط کارگاهی (شرایط ساخت جیره در مزرعه) موارد زیر توصیه می‌شود:
- مواد خشک قبل از ترکیب با مواد مرطوب با استفاده از آسیاب به سایز کمتر از ۸۰۰ میکرون تبدیل شوند.
- مواد ریز مغذی از قبیل ویتامین‌ها، مواد معدنی و پروتئین هیدرولیز شده با پودر گندم به مدت ۱۵ دقیقه با استفاده از دستگاه همزن برقی و یا مکانیکی کاملاً با یکدیگر مخلوط شوند.
-محصول حاصل با استفاده از دستگاه پلت‌زن (یا دستگاه چرخ گوشت صنعتی) به قطر ۴ تا ۸ میلی‌متر (بسته به اندازه دهانی ماهیان مزرعه) تولید شود.
- پلت‌ها با استفاده از دستگاه خشک‌کن طبقاتی در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد بمدت ۴۸ ساعت تا رطوبت تقریبی ۱۰ درصد، خشک شوند.
بعد از قراردادن پلتها به مدت بیست دقیقه در داخل دستگاه خنک‌کننده، از الک (جهت جداسازی پلت‌های شکسته و نامناسب) عبور داده شوند. در نهایت جیره‌ها شماره‌گذاری و در محفظه‌های عاری از هوا بسته‌بندی و تا زمان مصرف در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد نگهداری گردند. یک ساعت قبل از مصرف و توزیع غذا، جیره‌ها از فریزر خارج و پس از متعادل‌شدن با دمای اتاق، با استفاده از ترازوی دیجیتال توزین و در اختیار ماهی قرار گیرند.

جدول ۱: افزایش بازماندگی و درصد سود حاصله برای پرورش دهندگان ماهیان خاویاری با اضافه کردن ۹ درصد پروتئین هیدرولیز شده به جیره غذایی فیلماهی

جیره	وزن اولیه ماهی (گرم)	وزن نهایی ماهی (گرم)	میزان ماهی (عدد)	تلفات (درصد)	بچه ماهی باقیمانده (عدد)	قیمت یک عدد بچه فیلماهی یک گرمی (ریال)	قیمت کل (میلیون ریال)	سود (میلیون ریال)	سود (٪)
فاقد پروتئین هیدرو لیز شده	۰/۲	۱	۱۰۰۰۰۰۰	۶۰	۴۰۰۰۰۰	۱۵۷۵۰۰	۶۳۰۰۰	—	—
جیره دارای پروتئین هیدرولیز شده در حد ۹ درصد	۰/۲	۱	۱۰۰۰۰۰۰	۴۰	۶۰۰۰۰۰	۱۵۷۵۰۰	۹۴۵۰۰	۳۱۵۰۰	۳۳/۳۳

منابع

Cahu, C., & Infante, J. Z. (2001). Substitution of live food by formulated diets in marine fish larvae. Aquaculture, 200(1-2), 161-180.

Gisbert, E. (2010). Protein hydrolysates in larval fish nutrition. Yeast, pig blood hydrolysates substitute for fishmeal in study. Global aquaculture advocate, 13, 73-74.

Nankervis, L., & Southgate, P. C. (2009). Enzyme and acid treatment of fish meal for incorporation into formulated microbound diets for barramundi (*Lates calcarifer*) larvae. Aquaculture nutrition, 15(2), 135-143.

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.

Siddik, M. A., Howieson, J., Fotedar, R., & Partridge, G. J. (2021). Enzymatic fish protein hydrolysates in finfish aquaculture: a review. Reviews in Aquaculture, 13(1), 406-430.

Soriguer, M.C., Domezain, J., Domezain, A., Bernal, M., Esteban, C., Pumar, J.C., Hernando, J.A., 1999. An approximation of the feeding habits of *Acipenser naccarii* (Bonaparte 1836) in an artificial river. J. Appl. Ichthyol. 15, 348-34.

Szlaminska, M., Escaffre, A.M., Charlon, N. and Bergot, P., 1993. Preliminary data on semisynthetic diets for goldfish (Carassius aura&s L.) larvae. In: S.J. Kaushik and P. Luquet (Editors), Fish Nutrition in Practice, Biarritz, France, 24-27 June 1991. INRA, Paris (les Colloques, No. 61), pp. 606-612.

Application of bioprocessed peptides (fish protein hydrolyzed) in the diet of farmed fish with emphasis on sturgeon

Mirhamed Seyed Hassani, Ali Hosseinpour Zalti[1], Toraj Sohrabi[1], Omid Safari[2], Mahmoud Mohseni[1]*

1-International Sturgeon Research Institute, National Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran

2- Caspian Sea Ecological Research Center, National Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Sari, Iran

*Corresponding Author**:** mirhamedhassani @yahoo.com

Abstract

Aquaculture is the fastest growing food production sector in the world and fishmeal that provides the best amino acid for fish requirement is considered as an optimal protein source. Today in the world, a large amount of fish waste is produced by fish processing and fishery companies every year, which includes 60% of the biomass. These waste materials can be converted to valuable products such as hydrolyzed protein or fish silage by different proteolytic enzymes or acidic and chemical methods. fish protein Hydrolysate is actually waste material processed into peptides from skin, head, muscles, viscera, liver, and bones, which have desirable functional and bioactive peptides. Many studies have shown that the middle amount of fish protein Hydrolysate lead to improves growth, feed efficiency, immune functions and disease resistance in aquatic animals. On the other hand, fish protein Hydrolysate can reduce of skeletal abnormalities and efficient adaptation of larvae to artificial diet and reduce of costs of live feed production. Recent investigation in Sturgeon Research Institute have shown, 6 to 10% of fish protein hydrolyzed inclusion in juvenile sturgeon lead to growth improve and immune system.

Keywords: fish protein hydrolyzed, production methods, sturgeon, growth, immune system