CC BY

مقاله مروری:

بهره‌وری از ضایعات سخت‌پوستان با تأکید بر استفاده از ضایعات میگو در تغذیه آبزیان

محمدمهدی شاه‌محمدپورعسکری*[۱]؛ امید صفری[۱]

*mmsh137798@gmail.com

۱-گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

تاریخ دریافت: مهر ۱۴۰۱ تاریخ پذیرش: دی ۱۴۰۱

چکیده

امروزه ضایعات تولیدی سخت‌پوستان طی فعالیت‌های آبزی‌پروری به عنوان یک مشکل مهم محیط زیستی مطرح است. با توجه به رویکرد آبزی‌پروری پایدار و با توجه به این مهم که ضایعات صنایع بخش آبزی‌پروری، زائدات نیستند، تمرکز به امر فرآوری این محصولات می‌تواند منجر به تولید ترکیبات ارزشمندی همچون کیتین و کیتوسان، پلاستیک زیستی، آنزیم، کاروتنوئیدها و آرد میگو شود. کیتین و کیتوسان به عنوان یک ترکیب محرک ایمنی در جیره غذایی گونه‌های آبزی از جمله ماهیان زینتی استفاده می‌شود. آرد میگو به عنوان یکی از اجزاء مهم جیره غذایی گونه‌های سخت‌پوست، بخشی از پروتئین مورد نیاز را تأمین می‌کند.

کلمات کلیدی: پسماند، آبزی‌پروری، افزودنی غذایی، آرد میگو، کاروتنوئید، تغذیه

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2025-05-24]

[DOI: 10.22034.11.1.63]

مقدمه

هر ساله با شروع فصل صید سخت‌پوستان به‌ویژه میگو، از دریا و برداشت آن از استخرهای پرورشی، کمیت‌های عظیمی از ضایعات (پوسته بخش شکمی و سر و سینه) به‌وسیله صنایع فرآوری میگو تولید می‌شود. تنها در اروپا، بخش آماری سازمان غذا و کشاورزی (FAOSTAT) تخمین می‌زند که سالانه بیش از ۷۵۰،۰۰۰ تن ضایعات میگو تولید می‌شود. این پسماندها به‌خصوص در نواحی گرمسیری و استوایی باعث تجمع حشرات موذی و عوامل بیماری‌زا، تشدید رشد باکتریایی و ایجاد بوی ناخوشایند در اثر فساد زودرس می‌گردند و مشکلات محیط زیستی ایجاد می‌کنند. علاوه‌برآن، تجمع این پسماندها مکانی بد نما و ناخوشایند برای توریست‌ها و جمعیت‌های محلی ایجاد می‌کند. این ضایعات شامل ۸۰-۶۰ درصد از کل میگوی استحصالی هستند. امروزه نیازهای روز افزون جامعه بشری در کنار پیشرفت برق‌آسای شاخه‌های مختلف علوم کاربردی، سبب شده است تا آنچه از نظر بعضی به عنوان زباله‌های متعفن در کارگاه‌های عمل‌آوری و باعث آلودگی محیط زیست شناخته می‌شود، اکنون یکی از ارکان توسعه صنایع دارویی و بهداشتی محسوب گردد. این پسماندهای به ظاهر بی‌ارزش، امروزه به مدد علم و تکنولوژی، نه تنها دیگر تهدیدی برای محیط زیست و انسان ایجاد نمی‌کنند بلکه ثروت کلانی را نصیب عرضه‌کنندگان خود می‌نمایند. با برنامه‌ریزی صحیح نه تنها مشکلات آلودگی محیط زیستی ایجاد شده از این پسماندها کاهش می‌یابد بلکه از این ضایعات می‌توان در تهیه موارد سودمند (رنگدانه، کیتوسان، خوراک دام، چاشنی غذای انسان، کود ترکیبی برای اصلاح خاک، آرد میگو و ...)، استفاده کرد (Dashizadeh, 2004; Herdani *et al*., 2018; Shilatiha, 2021). در این مطلب بر این شدیم تا به مهم‌ترین موارد بهره‌وری از این پسماند ارزشمند، پرداخته شود (شکل ۱).

شکل ۱: ضایعات میگو پس از فرآوری شامل سفالوتوراکس و پوسته بخش شکمی

استخراج کیتین و کیتوسان

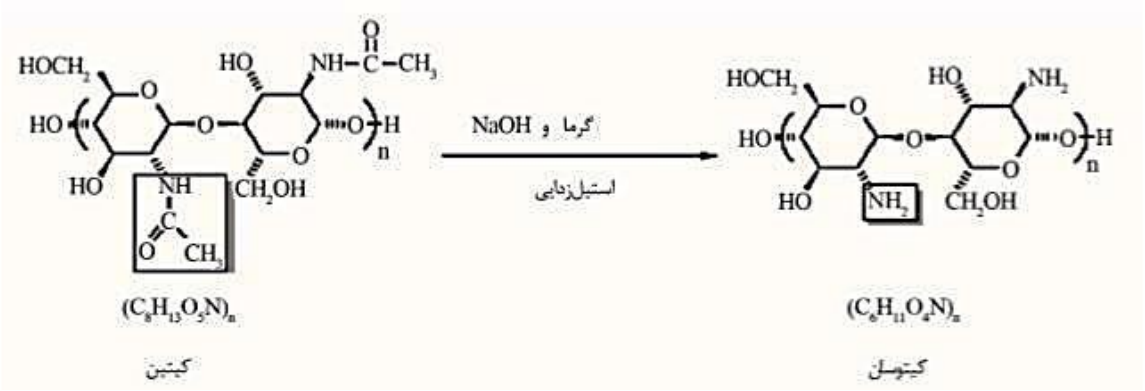
کیتین، ترکیبی پلی‌ساکاریدی با وزن ملکولی بالا با ساختار خطی است (Dufresne, 2010) که به عنوان یک لایه ساختاری و محافظ در پندپایان، گیاهان و قارچ‌ها عمل می‌کند و به فرم کریستالی در طبیعت دیده می‌شود (Khor, 2014). نام این پلیمر زیستی از واژه یونانی کیتون به معنای زره (پوشش) گرفته شده است. این ماده پس از سلولز، فراوان‌ترین پلی ساکارید موجود در طبیعت به‌شمار می‌آید. از نظر شیمیایی این ماده را پلیمری از N-استیل D-گلوکز آمین از نوع (4-1)- β می‌دانند (Sedaghat *et al*., 2016) که هرگاه تحت واکنش استیل‌زدایی (DD)[1] قرار گیرد، ماده ارزشمند دیگری به نام کیتوسان حاصل می‌شود (Sagheer *et al*., 2009). کیتوسان پلیمر گلوکزآمین و مهم‌ترین و پرکاربردترین مشتق به‌دست آمده از کیتین است و حلالیت بیشتری نسبت به کیتین در آب و حلال‌های قطبی دارد. هر دو این مواد بار الکتریکی مثبت دارند که همین امر سبب ایجاد پیوند با غشاءهای حاوی بار منفی می‌گردد و اثرات مثبتی را به این مواد داده است. کیتین و کیتوسان به دلیل دارا بودن ویژگی‌هایی چون زیست‌سازگاری، تجزیه‌پذیری، غیر سمی بودن، خواص ضد باکتریایی و ضد اکسندگی و کیلیت کردن یون های فلزی، توجه زیادی را به‌خود جلب کرده‌اند که باعث کاربرد گسترده آنها در صنایع مختلف از جمله پزشکی و داروسازی،کشاورزی، غذایی، تصفیه آب و فاضلاب، صنایع نساجی و ... شده است (Sagheer *et al*., 2009; Ben-rebah, and Miled, 2013; Sedaghat *et al*., 2016; Shilatiha, 2021). در میان منابع کیتینی طبیعی، پسماندهای میگو و خرچنگ دارای بالاترین محتوا هستند (Ben-Rebah and Miled, 2013; Hardani *et al*., 2016) (شکل ۲).

به طور کلی، پوسته‌ها و پوشش‌های بندپایان شامل ۴۰-۱۵ درصد کیتین در وزن خشک است (Kim *et al*., 2001). از نظر کاربردی می‌توان از ضایعات صنایع فرآوری شیلاتی که به مقادیر بسیار زیاد در دسترس است، به عنوان منابع تولید تجاری کیتین بهره‌برداری نمود (Sedaghat *et al*., 2016).

[1] Distillation (DD)

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2025-05-24]

[DOI: 10.22034.11.1.63]



شکل ۲: ساختار مولکولی کیتین و کیتوسان (Mangalizadeh *et al.*, 2014)

تولید کیتین از ضایعات می‌تواند به روش‌های شیمیایی، فیزیکی، آنزیمی و میکروبیولوژیک صورت گیرد. در روش شیمیایی، استفاده از اسیدها و بازهای قوی، فرایند استخراج کیتین را به لحاظ اکولوژیک غیر قابل قبول می‌سازد (Ghorbel- Bellaaj *et al.*, 2012). علاوه‌براین، موجب هیدرولیز پلیمر شده و به خصوصیات فیزیکی نامناسب در محصول نهایی منجر می‌شود. در روش آنزیمی، استخراج کیتین با استفاده از آنزیم هایی مثل آلکالاز، تریپسین، پاپایین و پپسین صورت می‌گیرد که هزینه‌بر بودن و استخراج کم بازده، برخی از اشکالات این روش است (Zhang *et al.*, 2012). علاوه بر روش‌های مذکور، اخیراً توجه زیادی به استفاده از پروتئاز و اسید لاکتیک تولیدی از تخمیر میکروبی، جهت استخراج کیتین معطوف شده است. زیرا این روش نسبتاً ساده و ارزان است و از داستیلاسیون ناخواسته و کاهش وزن مولکولی که به‌وسیله اسید و باز قوی ایجاد می‌شود نیز جلوگیری می‌کند (Ghorbel-Bellaaj *et al.*, 2012). در این روش از میکروارگانیزمی استفاده می‌گردد که از قابلیت حذف مواد پروتئینی و معدنی موجود در پوسته سخت پوستان برخوردار باشد. در واقع، وظیفه میکروارگانیزم این است با شکستن گلوکز برای تولید اسید لاکتیک، باعث حل شدن کلسیم کربنات و سایر مواد معدنی موجود در پوسته می‌گردد. علاوه‌براین، آنزیم‌های پروتئولیتیک تولیدی از میکروارگانیزم، می‌تواند منجر به شکسته شدن پروتئین به هیدرولیزات پروتئین محلول در آب شود (Oh *et al.*, 2007).

ساخت پلاستیک با استفاده از کیتوسان مستخرج از ضایعات میگو

محققان در تلاش برای تولید کیسه‌های پلاستیکی قابل‌تجزیه در محیط زیست، توانستند با استفاده از پوسته میگو، پلیمری تولید کنند که شباهت زیادی به پلاستیک دارد. برای ساخت این پلیمر، محققان ابتدا کیتوسان را به صورت تکه‌های نازک جامد تولید کرده و سپس آن را در ترکیبی حل کردند که قبلاً با استفاده از روش‌های سنتی تولید پلیمر، یک فیلم پلاستیکی درون آن حل شده است. پلیمر به‌دست آمده از این تکنیک علاوه بر قابلیت تجزیه در محیط زیست، خاصیت ضدمیکروبی و ویژگی‌های سازگار با محیط زیست دارد (New atlas, 2021) (شکل‌های ۳ و ۴).

شکل ۳: فیلم کیتوسان تولید شده در مراحل اولیه ساخت

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2025-05-24]

[DOI: 10.22034.11.1.63]

شکل ۴: فیلم کیتوسان پس از تولید

تولید آنزیم‌های با ارزش اقتصادی

به طور کلی، امروزه استفاده از پسماندهای سخت پوستان به سه دلیل مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است: ۱) این مواد زائد بسیار فاسدشدنی هستند و آلودگی‌های زیست محیطی ایجاد می کنند، ۲) غنی از پروتئین، کیتین و رنگدانه بوده و به‌وفور در دسترس هستند و ۳) میکروب‌های مختلفی قادر به استفاده از چنین بسترهایی به عنوان منبع کربن و انرژی در فرایند تولید آنزیم‌هایی نظیر پروتئاز، لیپاز، کیتیناز، لیزوزیم، ناتوکیناز، پراکسیداز، اکسیداز و ... هستند (Herdani *et al.*, 2018). از مزیت‌های تولید آنزیم با فرایندهای بیوتکنولوژی از پسماندهای کیتینی می‌توان به دلایلی از جمله میزان بهره‌وری بالاتر، ساده بودن، کاهش انرژی مورد نیاز اولیه و کاهش هزینه‌های تولید نام برد (Archer et al., 2001). با استفاده از باکتری‌های انتخابی در محیط کشت حاوی پودر پوسته های کیتینی سخت پوستان نظیر خرچنگ و میگو، علاوه بر حذف موفقیت‌آمیز پسماندهای کیتینی از محیط زیست و استحصال کیتین خالص، می‌توان آنزیم‌هایی نظیر لیزوزیم، کیتیناز، ناتوکیناز و ... را تولید نمود. آنزیم‌های مذکور، پس از بهینه‌سازی صنعتی، در پزشکی و داروسازی مورد استفاده قرار می‌گیرند (Herdani *et al.*, 2018).

استخراج کاروتنوئیدها

کاروتنوئیدها از رنگدانه‌های طبیعی محلول در چربی هستند که به طور عمده در گیاهان و باکتری‌های فتوسنتز کننده یافت می‌شوند. آنها نقش مهمی در جذب نور و فرآیند فتوسنتز ایفاء می‌کنند. کاروتنوئیدها در برخی از باکتری‌های غیرفتوسنتز کننده، مخمرها و کپک‌ها نیز مشاهده می‌گردند. در این موجودات رنگدانه‌ها نقش حفاظتی در برابر آسیب‌های وارده از نور و اکسیژن، ایفاء می‌کنند. کاروتنوئیدها مسئول تغییر رنگ‌های زرد، نارنجی و قرمز در برگ‌ها، میوه ها وگل‌های گیاهان و رنگ‌های پرهای زینتی بسیاری از پرندگان، رنگ حشرات، رنگ صورتی در فلامینگو و ماهی قزل‌آلا و سخت‌پوستانی نظیر میگو و خرچنگ دریایی هستند. کاروتنوئیدها پیچیده‌ترین و مهم‌ترین طبقه از رنگ‌های مواد غذایی طبیعی با حدود ۷۵۰ ساختار متفاوت در طبیعت و شامل دو دسته از ترکیبات به نام کاروتن‌ها و گزانتوفیل‌ها هستند. بعضی از کاروتنوئیدها به‌خصوص بتا کاروتن، نقش پیش ویتامین A را ایفاء می‌کنند و در بدن تبدیل به ویتامین A می‌شوند. از آن‌جایی‌که افزایش مصرف غذاهای غنی از کاروتنوئیدها با کاهش خطر ابتلاء به بعضی از بیماری‌های تخریبی همراه است، چنین بر می‌آید که این مواد در بهبود عملکرد سیستم ایمنی نقش ویژه ای ایفاء می‌کنند. کاروتنوئیدها به طور وسیعی در داروسازی و تولید مکمل‌های غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرند و به عنوان آنتی اکسیدانت‌ها، جهت کاهش ریسک سکته‌های قلبی و بیماری های قلبی-عروقی، محرک سیستم ایمنی و عامل ضد التهاب نیز مطرح هستند. همچنین از کاروتنوئیدها برای رنگین نمودن پنیر، نوشابه‌های پرتقالی، بستنی و سایر مواد خوراکی استفاده می‌شود. مقاومت و پایداری این رنگ در نوشابه‌های حاوی اسید آسکوربیک، قابل‌توجه است. ضایعات میگو یکی از منابع با ارزش طبیعی و یکی از ارزان‌ترین مواد خام برای استخراج یا بازیافت کاروتنوئیدهاست. آستاگزانتین، رنگدانه اصلی در سخت‌پوستانی مانند میگو، خرچنگ دریایی و لابستر است که در تولید غذای ماهیان پرورشی از جمله قزل‌آلای رنگین‌کمان مورد استفاده قرار می‌گیرد. بتاکاروتن و زِآگزانتین در این گونه‌ها کم است. زِآگزانتین رنگدانه مهم در خرچنگ آبهای شیرین است. طبق گزارش‌ها کاروتنوئیدها در سخت‌پوستان آبهای استوایی اندک است. سخت‌پوستان، رنگدانه‌ها را از طریق رژیم غذایی جذب می‌کنند. کاروتنوئید استخراجی از ضایعات سخت‌پوستان جایگزینی خوب برای کاروتنوئید سنتتیک خواهد بود (Ben-Rebah and Miled 2013).

مراحل عمل‌آوری ضایعات میگو جهت استخراج کاروتنوئید

- شستشو و جدا کردن ضایعات اضافی.

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2025-05-24]

[DOI: 10.22034.11.1.63]

- پخت در بخار آب در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰دقیقه
- مرحله خشک کردن در دمای ۶۰ درجه به مدت ۵ ساعت در دستگاه اوون به همراه تهویه هوا
- آسیاب کردن با استفاده از بلندر که در هر ۱۵ ثانیه ۱۰۰گرم آرد به‌دست می آید.
- استخراج کل کاروتنوئیدها (TCC)[2] با چهار روش ذیل:
  - روش کلاسیک
  - روش سوکسله
  - روش غوطه وری
  - روش اولتراسون (Ben-Rebah and Miled, 2013)

آرد میگو

آرد میگو به طور اساسی حاصل خشک کردن همان ضایعات میگو شامل سفالوتوراکس و پوسته بخش شکمی است. تجزیه شیمیایی ضایعات میگو نشان می‌دهد که این ماده به‌ترتیب حاوی ۵۴، ۳، ۲/۵۵، ۹/۱۸، ۲۴/۲۷ و ۱۰/۲۵ درصد پروتئین خام، کلسیم، فسفر، کیتین، خاکستر و چربی است (Siddiq Ara *et al*., 2014). آرد میگو غنی از اسیدهای آمینه ضروری به‌خصوص لیزین، متیونین سیستئین، تریپتوفان و آرژنین است (Arab Jafari, 2001) (شکل ۵).

شکل ۵: آرد میگو

[2] Total carotenoid content (TCC)

استفاده از سطوح مختلف آرد میگو در جیره‌های طیور تخم‌گذار و گوشتی

ضایعات فرآوری شده میگو تبدیل به محصولی با حدود ۵۴ درصد پروتئین می‌شود و از توانایی بالقوه‌ای جهت جایگزینی منابع متفاوت پروتئین در جیره‌های طیور از قبیل کنجاله سویا، آرد گوشت و آرد ماهی برخوردار است. در صورت فرآوری مناسب، آرد میگو می‌تواند در سطوح نسبتاً زیاد و بدون آثار زیان‌بار در عملکرد گله طیور، جایگزین کنجاله سویا و آرد ماهی در جیره طیور تخم‌گذار و گوشتی شود (Arab Jafari, 2001; Shrimp powder, 2021).

استفاده از آرد میگو در کشاورزی

به سبب مقادیر زیاد پروتئین موجود در آرد میگو، از آن به عنوان یکی از مواد اصلی در تهیه کمپوست و کود کشاورزی به‌ویژه در تولید کرم‌های خاکی، استفاده می‌کنند. از کرم‌های پرورش یافته در این کمپوست‌های مقوی در جیره غذایی آبزیان به‌خصوص مولدین استفاده فراوانی می‌شود. تغییر در میزان عناصر مغذی در این قبیل کودها طیف گسترده‌ای از مصرف در این زمینه را مهیا ساخته است (Shilatiha, 2021).

منابع

Arab Jafari, A., 2001. Nutritional value of shrimp waste powder in broiler nutrition, Ministry of Science, Research and Technology, Isfahan University of Technology, M.Sc. Thesis. [in Persian]

Archer, M.R. and Watson, J.W., 2001. Fish waste production in the United Kingdom -The quantities produced and opportunities for better utilization. The sea fish industry authority sea fish technology.1-57.

Ben-Rebah, F. and Miled, N., 2013. Fish processing wastes for microbial enzyme production: a review.3 *Biotechnology*, 3(4):255–265.

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2025-05-24]

[DOI: 10.22034.11.1.63]

Dashtizadeh, M., 2004. Utilization of shrimp processing waste in various industries and reducing the effects of environmental pollution, the 7th National Conference on Environmental Health, Shahrekord University of Medical Sciences. [in Persian]

Dufresne, A., 2010. Natural rubber green nanocomposites, In: Thomas, S.; Stephen, R. (ed.), Rubber Nanocomposites: Preparation, Properties and Applications. Wiley, Singapore (Asia), pp. 113– 146.

Ghorbel- Bellaaj, O., Younes, I., Maalej, H., Hajji, S. and Nasri, M., 2012. Chitin extraction from shrimp shell waste using Bacillus bacteria. *International Journal of Biological Macromolecules*, 51, 1196- 1201.

Hardani, S., Archangi, B., Zulqarnain, H. and Zamani, I., 2016. Use of shrimp and crab chitin residues to produce chitin, chitosan and substrate for production of protease enzyme by bacteria, Comprehensive International Congress of Iran. [in Persian]

Herdani, S., Archangi, B., Zolkarnain, H. and Zamani, I., 2018. Evaluation of lysozyme and nanokinase enzymes in the chitin substrate of *Protunus pelagicus* and *Litopenaeus vannamie*, *Journal of Veterinary Research and Biological Products*,119. [in Persian]

Khor, E., 2014. Chitin: Fulfilling a Biomaterials Promise. 1st Edition. Burlington, *Elsevier Science*, 154.

Kim, W.J., Lee, W.G., Theodore, K., and Chang, H.N., 2001. Optimization of culture conditions and continuous production of chitosan by the fungi, Absidia coerulea. Biotechnol. *Bioprocess Engineering*, 1, 6- 10.

Mangalizadeh, N., Jafarzadeh Haghighifard, N., Takdastan, A. and Hormozinejad, M., 2014. Physicochemical properties of chitosan biopolymer extracted from shrimp shell. *Journal of Polymer Science and Technology*, 27, 6, pp. 371-380. [in Persian]

New atlas, 2021. Plastic bags made from shrimp's shells might help Egypt's trash problem, last seen:28 December 2021. Available at: https://newatlas.com/plastic-bags-shrimp-shells/47329/

Oh, K.T., Kim, Y.J., Nguyen, V.N., Jung, W.J. and Park, R.D., 2007. Demineralization of crab shell waste by Pseudomonas aeruginosa F722. *Process Biochemistry*, 42, 1069- 74.

Sagheer, F.A., Al-Sughayer, M.A., Muslim, S. and Elsabee, M.Z., 2009. Extraction and Characterization of Chitin and Chitosan from Marine Sources in Arabian Gulf, Carbohydr. *Polymer*, 77, 410,419.

Sedaghat, F., Yousefzadi, M., Tuyserkani, H. and Najafipour, S., 2016. The effect of glucose concentration and inoculation rate on chitin extraction from shrimp waste by microbial fermentation method. Biotechnology of Tarbiat Modares University, 7, 3, Special Issue 2016. [in Persian]

Shilatiha, 2021. By-products in shrimp processing, applications and economic value, Iranian Fisheries and Aquaculture Association, last visit: 28 December 2021. Available at: shilatiha.ir [in Persian]

Shrimp powder, 2021. Available at: Available at: https://www.bacarelexpress.co.uk/products/7411_shrimp_powder.php

Siddiq Ara, P., Vakili Saatloo, N. and Farkhondeh, T., 2014. Shrimp waste oil: a source of oxidation-resistant carotenoids, the first national conference on snacks, Mashhad, May 2014. [in Persian]

Zhang, H., Jin, Y., Deng, Y., Wang, D. and Zhao, Y., 2012. Production of chitin from shrimp shell powders using Serratia marcescens B742 and Lactobacillus plantarum ATCC 8014 successive two-step fermentation. Carbohydr. *Reseach*, 362, 13- 20.

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2025-05-24]

[DOI: 10.22034.11.1.63]

Productivity of crustacean waste with emphasis on the use of shrimp waste in fish feed

Shuhmohammadpour askari M.M.[1*]; Omid Safari O.[2]

*mmsh137798@gmail.com

1- Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources and Environment, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

Abstract

Today, crustacean waste generated during aquaculture activities is an important environmental problem. Considering the approach to sustainable aquaculture and the fact that the wastes of aquaculture industries are not waste, focusing on the processing of these products can lead to the production of valuable compounds such as chitin and chitosan, bioplastics, enzymes, carotenoids and shrimp meal. Chitin and chitosan are used as an immunostimulant in the diet of aquatic species. Shrimp meal, as one of the important feed ingredients of the diet of crustacean species, provides a part of the required protein.

Keywords: Waste, Aquaculture, Feed additive, Shrimp meal, Carotenoids, Nutrition.

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2025-05-24]

[DOI: 10.22034.11.1.63]