



Original Research Paper

A quantitative and qualitative investigation of chitin and chitosan extracted from the Shell wastes of three crustacean species caught in Bandar Abbas coastal Shoreline

Parisa Feizi ¹, Alireza Salarzadeh*²

¹ Department of Food Industry, Faculty of Food Industry, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

² Department of Fisheries, Bandar Abbas Branch, Islamic Azad University, Bandar Abbas, Iran

Key Words

Chitin
Chitosan
Banana shrimp
Mud crab
Mantis shrimp

Abstract

Introduction: Chitin and chitosan obtained from crustaceans have higher biological values such as physiological compatibility, non-toxicity, and bio-digestibility. These biological values of chitosan depend on quality factors that are directly related to the source of the raw material.

Materials & Methods: In this research, the shell wastes of three crustacean species of banana shrimp, mud crab, and mantis shrimp were used to extract chitin and chitosan. To produce chitosan, chemical methods of demineralization, deproteinization, and deacetylation were used.

Results: The results showed that there is a significant difference between the samples in terms of waste efficiency ($p < 0.05$) and Mud crab has the highest amount of waste (55.67 ± 0.18). The amount of extracted chitin also showed a significant difference between the samples ($p < 0.05$) and banana shrimp had the best efficiency with $17.35 \pm 0.06\%$. Chitosan production was also measured with a significant difference between samples ($p < 0.05$) and banana shrimp with a quantitative yield of $15.32 \pm 0.06\%$ and in terms of qualitative parameters solubility (97.07 ± 0.23), degree of deacetylation (71.57 ± 0.08) and viscosity (5300 ± 31) showed the best performance among the samples.

Conclusion: The results showed that the use of banana shrimp shell waste for the production of chitin and chitosan will have more economic and biological value along with reducing the environmental pollution.

* Corresponding Author's email: reza1375bandar@yahoo.com

Received: 5 April 2023; Reviewed: 11 May 2023; Revised: 14 July 2023; Accepted: 16 August 2023

(DOI): [10.70102/AEJ.2025.16.4.17](https://doi.org/10.70102/AEJ.2025.16.4.17)

مقاله پژوهشی

بررسی کمی و کیفی کیتین و کیتوزان استحصال شده از ضایعات پوسته سه گونه سخت پوست صید شده در نوار ساحلی بندرعباس

پریسا فیضی^۱، علیرضا سالارزاده^{۲*}

^۱ گروه صنایع غذایی، دانشکده صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

^۲ گروه شیلات، واحد بندرعباس، دانشگاه آزاد اسلامی، بندرعباس، ایران

چکیده

کلمات کلیدی

مقدمه: کیتین و کیتوزان به دست آمده از سخت پوستان دارای ارزش بیولوژیکی بالاتری مانند سازگاری فیزیولوژیکی، غیر سمیت و قابلیت هضم زیستی است. این مقادیر بیولوژیکی کیتوزان به عوامل کیفی وابسته بوده که مستقیماً مرتبط با منبع ماده اولیه هستند.

مواد و روش ها: در این تحقیق ضایعات پوسته سه گونه سخت پوست میگوی موزی (*Fenneropenaeus merguensis*)، خرچنگ ماندابی (*Scylla serrata*) و میگوی آخوندکی (*Gonodactylus demanii*) به منظور استخراج کیتین و کیتوزان استفاده گردید. به منظور تولید کیتوزان از روش های شیمیایی کانی زدایی، پروتئین زدایی و داستیلاسیون استفاده شد.

نتایج: نتایج نشان داد از نظر میزان بازده ضایعات اختلاف معنی داری بین نمونه ها وجود دارد ($p < 0/05$) و خرچنگ ماندابی بیش ترین میزان ضایعات ($55/67 \pm 0/18$) را به خود اختصاص داده است. میزان کیتین استحصال شده نیز اختلاف معنی داری بین نمونه ها را نشان داده ($p < 0/05$) و میگوی موزی با $17/35 \pm 0/06$ درصد بهترین کارایی را به خود اختصاص داد. از نظر تولید کیتوزان نیز اختلاف معنی داری بین نمونه ها سنجش گردید ($p < 0/05$) و میگوی موزی با بازده کمی $15/32 \pm 0/06$ درصد و از نظر پارامترها کیفی حلالیت ($97/0 \pm 07/23$)، درجه داستیلاسیون ($71/57 \pm 0/08$) و ویسکوزیته (5300 ± 31) بهترین کارایی را بین نمونه ها از خود نشان داد.

بحث و نتیجه گیری: نتایج در مجموع نشان دادند که استفاده از ضایعات پوسته میگوی موزی برای تولید کیتین و کیتوزان ارزش اقتصادی و بیولوژیکی بیش تری را همراه با کاهش آلودگی زیست محیطی خواهد داشت.

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: reza1375bandar@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۶ فروردین ۱۴۰۲؛ تاریخ داوری: ۲۱ اردیبهشت ۱۴۰۲؛ تاریخ پذیرش: ۲۵ مرداد ۱۴۰۲

(DOI): 10.70102/AEJ.2025.16.4.17

مقدمه

کیفیت کیتین و کیتوزان با توجه به منابع آن‌ها متفاوت بوده، اگرچه غلظت‌های مختلفی از اسید و قلیا به‌منظور استخراج کیتین و کیتوزان از ضایعات پوسته مورد استفاده قرار می‌گیرد (۱۰). مطالعات Toan نشان داد که کیتین و کیتوزان تولید شده با اسیدکلریدریک ۳ درصد برای کانی‌زدایی، هیدروکسید سدیم ۴ درصد برای پروتئین زدایی و هیدروکسید سدیم ۵۰ درصد برای استیل زدایی منجر به کیتین و کیتوزانی با کیفیت خوب خواهد گردید (۱۱). علاوه بر این در خصوص استخراج کیتین و کیتوزان از ضایعات میگو می‌توان به تحقیقات انجام شده توسط Taheri و همکاران (۱۲)، Giasodin و همکاران (۱۳)، Hardani و همکاران (۱۴) و Timori و همکاران (۱۵) اشاره نمود. همچنین مطالعاتی نیز توسط Pazouki و Khakshoor در زمینه استخراج کیتین و کیتوزان از پوسته خرچنگ شناگر آبی (*Portunus segnis*) انجام شده است (۱۶). ولی درخصوص مقایسه کمیت و کیفیت کیتین و کیتوزان استحصال شده میگوهای موزی، خرچنگ ماندابی و میگوی آخوندکی مطالعه‌ای صورت نگرفته است، لذا در این تحقیق مقایسه کمی و کیفی کیتین و کیتوزان استخراج شده از گونه‌های مذکور مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

میگوی موزی، خرچنگ ماندابی و نیز میگوی آخوندکی از صیادان صید میگو بندرعباس در بهمن ماه سال ۱۴۰۰ به صورت تازه تهیه گردید. بعد از تهیه مورد شستشو قرار داده، بخش گوشتی آن‌ها با دست جدا شده و ترکیب تقریبی پوسته‌های تازه بر اساس وزن مرطوب برحسب گرم و با دقت ۰/۰۱ برآورد گردید. ضایعات پوسته پس از تمیز شدن در محیط آزمایشگاه دانشگاه آزاد واحد بندرعباس و با تهویه مناسب خشک شدند. پوسته‌های خشک شده به‌منظور انجام آزمایش در کیسه‌های پلی اتیلن درزبندی شده و در دمای محیط (25 ± 2 سانتی‌گراد) قرار داده شدند.

ترکیب تقریبی ضایعات پوسته‌ها: ترکیب تقریبی ضایعات پوسته‌های جمع‌آوری و آماده شده با استفاده از روش‌های استاندارد رطوبت، پروتئین، خاکستر و چربی هر کدام با سه تکرار مورد اندازه گیری قرار گرفتند (۱۷). درصد رطوبت با استفاده از آبیگری نمونه (حدود ۵ گرم)، در آون با حرارت ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۲۴ ساعت برآورد گردید. به‌منظور برآورد میزان پروتئین خام، حدود ۱ گرم از نمونه ضایعات پوسته برای برآورد میزان نیتروژن در دستگاه کجلدال مورد استفاده قرار گرفت. درصد پروتئین خام محاسبه شده از نیتروژن کل با ضرب شدن در ضریب ۶/۲۵ به دست آمد. میزان خاکستر با استفاده از کوره الکتریکی و با سوزاندن نمونه پوسته در

افزایش سرعت رشد جمعیت جهان از یک طرف و کاهش میزان صید آبزیان و ذخایر از طرف دیگر باعث شده است جوامع جهانی برای تامین غذا هر روز تلاش‌های فراوانی را انجام داده و یکی از جمله کارها کاهش و یا جلوگیری از اتلاف صید و یا فرآورده‌های تولید شده از آبزیان خواهد بود. سالانه مقادیر بالایی از صید آبزیان جهت مصارف انسانی مورد استفاده قرار گرفته ولی تمام بخش‌های آبزیان صید شده مورد استفاده قرار نمی‌گیرد (۱). بخش‌های دوریزر علاوه بر صدمه به محیط زیست از جنبه‌های اقتصادی نیز خسارت بالایی را در برخواهند داشت (۲). به همین دلیل سازمان خواربار و کشاورزی جهانی (FAO) اقدام به تدوین آئین‌نامه رفتاری جهت امور صید نموده تا علاوه بر جنبه‌های مسئولانه صید، درخصوص بهره‌برداری بیش از اندازه ذخایر توصیه‌ها و رویکردهای جدیدی را در امر مدیریت صید به بهره‌برداران پیشنهاد نموده که عملاً در برگیرنده ملاحظات زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی است (۳). میزان ضایعات فرآوری محصولات شیلاتی بسته به نوع محصول، گونه آبی، مراحل پردازش و فناوری مورد استفاده بین ۲۰ تا ۸۰ درصد متغیر می‌باشد (۴). بخش دفع شده حاصل از فرآیند فرآوری می‌تواند آلودگی و مشکلات زیست‌محیطی جدی را به وجود آورد (۵). ضایعات پوسته سخت پوستان به دست آمده از صنایع غذایی دریایی تنها ارزش اقتصادی کمی داشته و به عنوان خوراک دام و یا کود آلی مورد استفاده قرار می‌گیرد (۶). میگوی موزی (*Fenneropenaeus merguensis*) عمده صید میگو در آب‌های ساحلی شهرستان بندرعباس را به خود اختصاص می‌دهد (۷)، در کنار صید این گونه معمولاً خرچنگ ماندابی (*Scylla serrata*) و میگوی آخوندکی (*Gonodactylus demanii*) به همراه گونه موزی در تورهای ترال صید میگو صید خواهند شد که نسبت به گونه موزی از نظر قیمت و ارزش در مقیاس پایین‌تری قرار دارند و به عنوان بخش زائد صید محسوب شده و کاملاً دورریز خواهند بود. ضایعات سخت پوستان شامل ۸ الی ۱۰ درصد کیتین، ۳۰ الی ۶۵ درصد پروتئین و ۱۰ الی ۲۰ درصد کلسیم براساس وزن ماده خشک هستند (۸). کیتین، پس از سلولز به عنوان دومین پلیمر زیستی فراوان در طبیعت در نظر گرفته می‌شود (۹). کیتوزان که پس از فرایندی به نام N-استیل زدایی از کیتین به دست می‌آید، دارای ماهیت کاتیونی منحصر به فردی است (۱۰). کیتین و کیتوزان به دلیل سازگاری فیزیولوژیکی، غیرسمیت، قابلیت هضم زیستی و ظرفیت جذب و کلیت به صورت تجاری مورد استفاده قرار می‌گیرند. این ویژگی‌های کیتوزان دارای کاربردهای صنعتی بیوتکنولوژیکی زیادی از جمله خواص دارویی، کشاورزی، آبی‌پروری و مهندسی محیط زیست می‌باشد (۹). نوع و

HCl استاندارد، $V_2 = (\text{ml})$ حجم NaOH استاندارد، و $M = (\text{g})$ وزن کیتوزان است.

۰/۰۱۶ در حقیقت گرم معادل وزن عامل آمینی (NH_2) در یک میلی لیتر محلول اسیدکلریدریک ۱ مولار بر لیتر می باشد و ۰/۰۹۹۴ نیز نسبت عامل آمینی به وزن کیتوزان خواهد بود، درجه استیلایسیون با کم کردن مقدار درجه داستیلایسیون از ۱۰۰ درصد محاسبه گردید. **حلالیت:** کیتین برخلاف کیتوزان، در حلال های آلی نامحلول بوده اما کیتوزان در شرایط اسیدی pH پایین تر از ۶ محلول است. اسیدهای آلی مانند اسیداستیک، فرمیک و لاکتیک می توانند کیتوزان را حل کنند. اما محلول اسیداستیک ۱ درصد با pH برابر با ۴ بیش تر به عنوان محلول مرجع برای انحلال کیتوزان مورد استفاده قرار می گیرد. غلظت بالاتر محلول های اسید استیک در دمای بسیار بالا منجر به پلیمریزاسیون کیتوزان می شود. استفاده از اسید معدنی برای انحلال کیتوزان به ندرت انجام می شود (۹). جهت محاسبه میزان حلالیت از فرمول Puvvada و همکاران، به شرح زیر استفاده گردید (۲۱):

$$100 \times \frac{\text{ماده نامحلول (گرم)}}{\text{وزن نمونه (گرم)}} = \text{درصد ماده نامحلول}$$

درصد ماده نامحلول = ۱۰۰ - درصد حلالیت

بازده کمی کیتین و کیتوزان: جهت محاسبه میزان بازده کمی

کیتین و کیتوزان از فرمول زیر استفاده شد (۲۰):

$$100 \times \frac{\text{وزن کیتین و کیتوزان خشک شده (گرم)}}{\text{وزن خام پوسته سخت پوست (گرم)}} = \text{درصد بازده کمی}$$

ویسکوزیته: ویسکوزیته کیتوزان با استفاده از ویسکومتر دیجیتالی

Viscotech (مدل VK2000) برآورد شد. محلول کیتوزان ۱ درصد با استفاده از اسیداستیک ۱ درصد به صورت خشک برای اندازه گیری ویسکوزیته مورد استفاده قرار گرفت. ویسکومتر با اسپندل شماره ۵ ثابت و در سرعت ۵۰ در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد محلول ۱ درصد سنجش صورت گرفت. سنجش مورد نظر با سه تکرار انجام گردید و مقادیر به صورت واحد سانتی پواز (cps) گزارش شدند.

تجزیه و تحلیل آماری: برای آنالیز آماری داده ها، نرمال بودن

توزیع داده ها با آزمون گلموگروف - اسمیرنوف بررسی شد. داده های به دست آمده با استفاده از نرم افزار SPSS 20 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته؛ جهت تحلیل پارامترهای مورد نظر از روش آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) و جهت مقایسه میانگین بین نمونه های مختلف آزمایشی نیز از طریق آزمون دانکن در سطح اطمینان ۰/۰۵ استفاده گردید. جداول و نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel ۲۰۱۶ رسم شدند.

دمایی برابر با ۵۵۰ درجه سانتی گراد و به مدت ۶ ساعت تخمین زده شد. میزان چربی با استفاده از دستگاه سوکسله، به وسیله استخراج با استون حلال از مقداری مشخص مواد زائد پوسته های خشک، تخمین زده شد.

تهیه کیتین و کیتوزان: آماده سازی کیتین به وسیله دو مرحله

عمل آوری، یعنی کانی زدایی و پروتئین زدایی انجام شد و برای تولید کیتوزان مرحله دیگری به نام داستیلایسیون نیز انجام گرفت.

کانی زدایی: کانی زدایی ضایعات پوسته ها به وسیله اسیدکلریدریک

۳۰ درصد با نسبت ۵ به ۱ حلال به ماده جامد در درجه حرارت محیط (25 ± 2 سانتی گراد) و به مدت ۱۶ ساعت انجام گرفت. در نهایت باقی مانده اسیدکلریدریک با شستشوی مکرر با آب به تدریج حذف شده تا pH نمونه به حد خنثی رسید.

پروتئین زدایی: پس از مرحله کانی زدایی، هیدروکسید سدیم

۴ درصد با نسبت ۵ به ۱ حلال به ماده جامد به مدت ۲۰ ساعت در درجه حرارت محیط (25 ± 2 سانتی گراد) به منظور پروتئین زدایی پوسته ها مورد استفاده قرار گرفت. جهت حذف NaOH باقی مانده با استفاده از شستشوی مکرر به وسیله آب تا دستیابی به pH خنثی صورت گرفت. کیتین به دست آمده دهیدراته شده تا تبدیل به پودر گردد، تا بتوان فرآیند داستیلایسیون را انجام داد.

داستیلایسیون: حذف گروه های استیل از کیتین حاصل از

ضایعات پوسته با استفاده از هیدروکسید سدیم ۵۰ درصد و با نسبت ۱۰ به یک حلال به ماده جامد به مدت ۲۰ ساعت در دمای ۶۵ درجه سانتی گراد انجام شد (۱۱). هیدروکسید سدیم باقی مانده با استفاده از شستشوی مکرر به وسیله آب تا رسیدن به pH خنثی حذف گردید. کیتوزان فیلتر شده در آون با هوای گرم به مدت ۴ ساعت در دمای 65 ± 2 درجه سانتی گراد دهیدراته شد تا خصوصیات آن فعال شود.

تعیین درجه داستیلایسیون (Degree of Deacetylation):

روش تیتراسیون اسید-باز برای تخمین درجه داستیلایسیون (DD) انجام شد (۱۸). حدود ۰/۱ گرم کیتوزان در ۳۰ میلی لیتر محلول ۰/۱ مولار اسید کلریدریک در دمای اتاق حل شده و ۵ و ۶ قطره شاخص متیل اورنژ به آن اضافه گردید. محلول کیتوزان قرمز رنگ با هیدروکسید سدیم ۰/۱ مولار تیتراسیون شده تا رنگ محلول به نارنجی تبدیل شود (۱۹). برای تعیین درجه داستیلایسیون از فرمول زیر استفاده گردید (۲۰):

$$DD(\%) = \frac{C1V1 - C2V2}{M \times 0.0994} \times 0.016$$

که در آن $C1 = (\text{mol/l})$ غلظت محلول اسید HCl استاندارد، $C2 = (\text{mol/l})$ غلظت محلول NaOH استاندارد، $V1 = (\text{ml})$ حجم محلول

نتایج

می‌دهد. نتایج بیانگر آن است که ضایعات میگو موزی در مقایسه با خرچنگ ماندابی و میگوی آخوندکی از نظر کمی اختلاف معنی‌داری را با دو سخت پوست دیگر نشان داده است ($p < 0/05$). ترکیب و پارامترهای کمی و کیفی کیتوزان جهت نمونه‌های مورد بررسی در جدول ۳ نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد که از نظر بازده تولید کیتوزان اختلاف معنی‌داری بین نمونه‌ها وجود دارد ($p < 0/05$)، و میگوی موزی بیش‌ترین میزان بازده تولید را از خود نشان داده است. از نظر پارامترهای کیفی حلالیت، درجه داستیلاسیون و ویسکوزیته نیز کیتوزان استحصال شده از میگوی موزی اختلاف معنی‌داری با دو نمونه دیگر از خود نشان داد ($p < 0/05$)، حلالیت کیتوزان به‌دست آمده از میگو موزی بسیار بالا بوده ($97/07 \pm 0/23$ درصد) که بهترین میزان در میان تمامی ضایعاتی است که در این آزمایش مورد بررسی قرار گرفتند. حلالیت کیتوزان تحت تاثیر درجه داستیلاسیون ($71/57 \pm 0/08$) بود که موجب می‌گردد ویسکوزیته بهتر (31 ± 53) را نشان دهد.

جدول ۱ نتایج ترکیب تقریبی رطوبت، خاکستر، پروتئین خام، و میزان چربی ضایعات پوسته‌های سه گونه سخت پوست مورد استفاده در این مطالعه را نشان می‌دهد. نتایج بیانگر اختلاف معنی‌دار بین نمونه‌های مورد مطالعه از نظر ترکیب تقریبی است ($p < 0/05$)؛ بین نمونه‌ها از نظر کمی ضایعات خرچنگ ماندابی بیش‌ترین میزان را به خود اختصاص داده است ($55/67 \pm 0/18$) و اختلاف معنی‌داری با نمونه‌ها دیگر از خود نشان داد ($p < 0/05$)؛ به‌طور کلی میزان ضایعات پوسته تولیدی، بیان کننده مقدار ضایعاتی است که در زمان فرآوری غذاهای دریایی از سخت پوستان تولید خواهد گردید. از نظر کیفی خاکستر و چربی از نظر رطوبت و پروتئین خام میگوی موزی و میگوی آخوندکی در مقایسه با خرچنگ ماندابی وضعیت مناسب‌تری را نشان دادند. جدول ۲ وضعیت کمی و کیفی کیتین به‌دست آمده از ضایعات پوسته میگو موزی، خرچنگ ماندابی و میگوی آخوندکی را نشان

جدول ۱: درصد ترکیب تقریبی و میزان بازده کمی ضایعات پوسته میگوی موزی، میگوی آخوندکی و خرچنگ ماندابی ($Mean \pm SE$)

نوع گونه	بازده کمی (درصد)	پارامترهای کیفی (درصد)		
		رطوبت	خاکستر	پروتئین خام
میگوی موزی	$47/17 \pm 0/16^c$	$21/52 \pm 0/12^a$	$20/42 \pm 0/02^b$	$32/12 \pm 0/07^a$
خرچنگ ماندابی	$55/67 \pm 0/18^a$	$20/56 \pm 0/04^b$	$24/47 \pm 0/03^a$	$30/34 \pm 0/02^b$
میگوی آخوندکی	$52/21 \pm 0/07^b$	$22/54 \pm 0/14^a$	$21/57 \pm 0/02^b$	$33/19 \pm 0/03^a$

* حروف غیرهمنام در هر ستون نشان‌دهنده معنی‌دار بودن در سطح ۵ درصد خواهد بود ($p < 0/05$)

جدول ۲: درصد آنالیز کمی و کیفی کیتین ضایعات پوسته میگوی موزی، میگوی آخوندکی و خرچنگ ماندابی ($Mean \pm SE$)

نوع گونه	بازده کمی (درصد)	پارامترهای کیفی (درصد)		
		رطوبت	خاکستر	پروتئین خام
میگوی موزی	$17/35 \pm 0/06^a$	$8/17 \pm 0/02^b$	$0/45 \pm 0/01^c$	$0/81 \pm 0/05^c$
خرچنگ ماندابی	$14/48 \pm 0/17^b$	$9/20 \pm 0/11^a$	$0/95 \pm 0/03^a$	$0/82 \pm 0/02^b$
میگوی آخوندکی	$13/37 \pm 0/16^c$	$9/16 \pm 0/05^a$	$0/72 \pm 0/01^b$	$0/85 \pm 0/03^a$

* حروف غیرهمنام در هر ستون نشان‌دهنده معنی‌دار بودن در سطح ۵ درصد خواهد بود ($p < 0/05$)

جدول ۳: درصد آنالیز کمی و کیفی کیتوزان ضایعات پوسته میگوی موزی، میگوی آخوندکی و خرچنگ ماندابی ($Mean \pm SE$)

نوع گونه	بازده کمی (درصد)	پارامترهای کیفی (درصد)			
		رطوبت	خاکستر	حلالیت	درجه داستیلاسیون
میگوی موزی	$15/32 \pm 0/06^a$	$7/63 \pm 0/12^a$	$0/37 \pm 0/16^c$	$97/07 \pm 0/23^a$	$71/57 \pm 0/08^a$
خرچنگ ماندابی	$13/17 \pm 0/11^b$	$7/57 \pm 0/10^a$	$0/77 \pm 0/16^a$	$81/12 \pm 0/22^c$	$62/52 \pm 0/04^c$
میگوی آخوندکی	$12/46 \pm 0/12^c$	$7/69 \pm 0/09^a$	$0/57 \pm 0/16^b$	$87/57 \pm 0/19^b$	$65/55 \pm 0/07^b$

* حروف غیرهمنام در هر ستون نشان‌دهنده معنی‌دار بودن در سطح ۵ درصد خواهد بود ($p < 0/05$)

بحث

میزان رطوبت: ترکیب ضایعات پوسته، کیتین و کیتوزان به دست آمده از سه منبع مختلف در جدول های ۱، ۲ و ۳ نمایش داده شده است. Sultana و همکاران، میزان رطوبت ضایعات پوسته میگو را برابر با ۶۹/۳ درصد اندازه گیری کردند (۲۲). اما این تحقیق نشان داد که میزان رطوبت ضایعات میگو موزی، خرچنگ ماندابی و میگوی آخوندکی به ترتیب برابر با ۲۱/۵۲، ۲۰/۵۶ و ۲۲/۵۴ درصد بوده است. تفاوت در میزان رطوبت ممکن است ناشی از شرایط ماده خام، آب و هوا و فصل باشد. میزان رطوبت پایین تر مواد خام عمدتاً ناشی از روش جمع آوری خواهد بود. در این مطالعه مواد خام جمع آوری شده پس از آبکشی کامل و خروج کامل آب مورد استفاده قرار گرفتند. میزان رطوبت کیتین به دست آمده از میگو موزی، خرچنگ ماندابی و میگوی آخوندکی به ترتیب برابر با ۸/۱۷، ۹/۲۰ و ۹/۱۶ درصد بود. در مطالعه Abdulkarim و همکاران، میزان رطوبت اندازه گیری شده در کیتین استحصال شده از نرم تن ماسل ۱۲/۹۰ درصد ذکر شده است که علت این امر ممکن است ناشی از شرایط خشک شدن کیتین باشد که در آن کیتین آزمایشگاهی در آونی با هوای داغ خشک گردیده است (۲۳). ماهیت هیگروسکوپیک کیتوزان منجر به جذب رطوبت از اتمسفر در زمان قرار گرفتن در محیط بیرون می شود. بر اساس تحقیق انجام شده توسط Knidri و همکاران، محصولات کیتوزان تجاری باید رطوبتی کمتر از ۱۰ درصد داشته باشند (۱۸). نتایج رطوبت نهایی کیتوزان میگو موزی، خرچنگ ماندابی و میگوی آخوندکی در محدوده ای به ترتیب برابر با ۷/۶۳، ۷/۵۷ و ۷/۶۹ درصد بود. نتایج این تحقیق نشان می دهد که میزان رطوبت اندازه گیری شده جهت کیتوزان در محدوده استاندارد قرار دارد.

میزان پروتئین و لیپید: Al Shaqsi و همکاران، گزارش کردند که میزان پروتئین خام ضایعات سخت پوستان (۷/۰۶ تا ۷/۹۷ درصد) از ماده خشک است (۲۴). نتایج مطالعه حاضر نشان داد میزان پروتئین خام ضایعات پوسته سه گونه مورد بررسی بر اساس وزن تر بین ۳۰ تا ۳۳ درصد بوده است. پروتئین زدایی نمی تواند ۱۰۰ درصد پروتئین ضایعات پوسته را جدا کند، باقی مانده گروه آمینی ممکن است به صورت پروتئین خود را نشان دهند (۲۵). پروتئین ها با پیوندهای کوالانسی متصل شده اند و ترکیبی پایدار را با کیتین و کیتوزان ایجاد می کنند، بنابراین حتی پس از پروتئین زدایی، کیتین هنوز مقداری (۰/۸ درصد) پروتئین خواهد داشت. این امر ممکن است ناشی از گروه آمینی (-NH₂) کیتوزان باشد (۲۵). چربی خام ضایعات پوسته در این مطالعه حدود ۱۰ درصد بود که نشان دهنده پیوند با محتوای پروتئین خام پوسته است. این نتایج با ۹ درصد

چربی خام در ضایعات پوسته میگو که توسط Trung و Phuong (۲۶) عنوان شده بود مطابقت داشتند. Brine و Austin، نیز حلالیت کم تری را در رابطه با جداسازی ناقص پروتئین ها گزارش نمودند (۲۷). Marwa و همکاران، دریافتند که حداکثر سطح پروتئین زدایی برای پوسته های *Portunus segnis* برابر با ۸۵ درصد و برای *Penaeus kerathurus* برابر با ۹۱ درصد بود.

میزان خاکستر: سطح خاکستر نشان دهنده کارایی مرحله کانی زدایی برای حذف مواد معدنی است. میزان خاکستر پوسته در مرحله اولیه بیش از ۲۰ درصد بود. این مقدار پس از مرحله کانی زدایی در میگوی موزی، خرچنگ ماندابی و میگوی آخوندکی به ترتیب ۰/۴۵، ۰/۹۵ و ۰/۷۲ درصد کاهش یافت. محتوای معدنی پوسته خرچنگ به دلیل ساختار سخت ناشی از پیوند قوی میان کیتین و مواد معدنی، در مقایسه با دو پوسته دیگر بیش تر بود. میزان خاکستر پوسته خرچنگ کانی زدایی شده بیش تر از مقدار آن برای میگوی موزی و میگوی آخوندکی بود. لذا می توان نتیجه گرفت احتمالاً غلظت اسید و مدت زمان کانی زدایی برای ضایعات پوسته خرچنگ کافی نیست، به دلیل آن که پوسته های خرچنگ میزان مواد معدنی بیش تری از دو پوسته دیگر دارند. براساس مطالعات No و همکاران، کیتوزانی که میزان خاکستری کم تر از ۱ درصد داشته باشد را می توان به عنوان درجه با کیفیت در نظر گرفت (۲۹). در تحقیق حاضر، کیتوزان میگو برابر با ۰/۳۷ درصد به عنوان کیتوزان با کیفیت در نظر گرفته شد و پس از آن میگوی آخوندکی (۰/۵۷ درصد) و خرچنگ ماندابی (۰/۷۷ درصد) قرار گرفتند. میزان خاکستر پوسته خرچنگ کم تر از ۱ درصد نیز توسط Lee و No گزارش شده است (۳۰). میزان خاکستر باقی مانده به عنوان پارامتر مهمی که بر حلالیت تاثیر گذاشته و در نهایت منجر به کاهش ویسکوزیته شده در نظر گرفته می شود (۲۲).

درجه داستیلاسیون: No و Lee محدوده درجه داستیلاسیون (DD) کیتوزان را بین ۵۶ و ۹۹ درصد و میانگین ۸۰ درصد به عنوان کیتوزان با کیفیت گزارش نمودند (۳۰). کیتوزان میگو با DD برابر با ۷۱/۵۷ درصد ارزش بالاتری را از میگوی آخوندکی (۶۵/۵۵ درصد) و خرچنگ ماندابی (۶۲/۵۲ درصد) نشان داد. مقادیر درجه داستیلاسیون پایین تر به دست آمده از خرچنگ و میگوی آخوندکی با یافته های Lee و No (۳۰) و Tamzi و همکاران (۲۰) مطابقت داشتند.

ویسکوزیته: محدوده ویسکوزیته ۶۰ تا ۵۱۱۰ سانتی پواز (cps) از سوی محققان مختلفی گزارش شده که بستگی به منبع کیتوزان دارد (۳۱، ۳۲، ۳۳). این محدوده از ویسکوزیته در تحقیق انجام شده توسط Kucukgulmez و همکاران، نیز مورد تایید قرار گرفته است (۳۴). Yu و همکاران، ویسکوزیته میگو و کیتوزان کرپل (*Euphausia*)

با توجه به نتایج تحقیق حاضر، کیتوزان به دست آمده از ضایعات پوسته میگوی موزی دارای بالاترین سطح از داستیلاسیون، حلالیت و ویسکوزیته همراه با بازده مناسب بوده است. از این رو می توان نتیجه گرفت که کیتوزان میگوی موزی در مقایسه با کیتوزان خرچنگ ماندابی و میگوی آخوندکی از کیفیت بالاتری برخوردار است. استفاده از ضایعات پوسته میگو برای تولید کیتین و کیتوزان ارزش اقتصادی و بیولوژیکی بیش تر همراه با کاهش آلودگی های زیست محیطی را به همراه خواهد داشت.

تشکر و قدردانی

نویسندگان از کلیه پرسنل آزمایشگاه مرکزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بندرعباس به ویژه جناب آقای مهندس آرش باقری که نهایت همکاری را در انجام این تحقیق داشته اند تشکر و سپاسگزاری دارند.

منابع

1. FAO. 2020. World food and agriculture-statistical yearbook 2020. World Food and Agriculture-Statistical Yearbook.
2. Arvanitoyannis, I.S. and Kassaveti, A., 2008. Fish industry waste: treatments, environmental impacts, current and potential uses. International journal of food science & technology. 43(4): 726-245.
3. FAO. 1995. Code of Conduct for Responsible Fisheries. Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome.
4. Wang, L.K., Aulenbach, D.B. and Shammass, N.K., 2010. Treatment of seafood processing wastewater. Flotation technology: Springer. 567-592.
5. Bozzano, A. and Sardà, F., 2002. Fishery discard consumption rate and scavenging activity in the northwestern Mediterranean Sea. ICES Journal of Marine Science. 59(1): 15-28.
6. Khanafari, A., Marandi, R. and Sanati, S., 2008. Recovery of chitin and chitosan from shrimp waste by chemical and microbial methods. Iran J Environ Health Sci Eng. 5(1): 19-24. (In Persian)
7. Fisheries Statistical Yearbook. 2014. Iran Fisheries Organization statistical yearbook. 20-40. (In Persian)
8. Binsi, P., 2018. Overview of waste generation in fish and shellfish processing industry. ICAR-Central Institute of Fisheries Technology.
9. Yadav, M., Goswami, P., Paritosh, K., Kumar, M., Pareek, N. and Vivekanand, V., 2019. Seafood waste: a source for preparation of commercially employable

superba) را به ترتیب برابر با ۵۱۱۰ و ۵۰۷۴ سانتی پواز (cps) گزارش کردند (۳۵). این مورد با کیتوزان میگو موزی در مطالعه حاضر که برابر با ۵۳۰۰ سانتی پواز اندازه گیری گردید مطابقت دارد. ویسکوزیته کیتوزان میگوی موزی در این تحقیق کیفیت بالاتری از میگوی آخوندکی (۲۶۰۰ سانتی پواز) داشته و پس از آن خرچنگ ماندابی (۴۶۲ سانتی پواز) قرار گرفته است. علت پایین بودن میزان ویسکوزیته کیتوزان خرچنگ ماندابی وجود محتوای خاکستر باقی مانده و وزن مولکولی پایین کیتوزان می باشد (۳۶). گاهی فرایند داستیلاسیون با هیدروکسید سدیم غلیظ (۵۰ درصد) که معمولاً در دمای ۱۰۰ درجه سانتی گراد و برای ۳۰ دقیقه انجام می شود منجر به عمل آوری سخت می گردد. این مورد ممکن است منجر به بازگشت فرایند کانی زدایی و پروتئین زدایی در طی تولید کیتوزان شود (۱۸). پارامترهایی مانند غلظت، وزن مولکولی، درجه داستیلاسیون، دما، pH و مقاومت یونی برویسیکوزیته کیتوزان تاثیر می گذارند. Demirdöven و Tokatlı اظهار داشتند که مراحل مکرر رنگ زدایی به میزان قابل توجهی ویسکوزیته کیتوزان را کاهش داده، بنابراین رنگ زدایی محصول نهایی توصیه نمی شود (۳۷).

حلالیت: وجود محتوای خاکستر باقی مانده حلالیت کیتوزان را کاهش می دهد. این امر متعاقباً بر ویسکوزیته نیز تاثیر می گذارد (۳۸). کیتوزان میگوی موزی میزان ۹۷ درصد حلالیت در اسید استیک ۱ درصد با ویسکوزیته ۵۳۰۰ سانتی پواز را نشان داد. کیتوزان میگوی آخوندکی ۸۷ درصد حلالیت با ویسکوزیته ۲۶۰۰ سانتی پواز را نشان داد. حلالیت پایین و ویسکوزیته کیتوزان خرچنگ ماندابی با میزان خاکستر بالای آن در ارتباط است. نتایج این مطالعه با نتایج به دست آمده توسط Toan (۱۱) و Pazouki و Khakshoor (۱۶) در ارزیابی کیتوزان خرچنگ مطابقت دارند.

بازده کمی: بازده کمی ضایعات پوسته سخت پوستان مورد مطالعه در این تحقیق بر اساس وزن تر آن ها حدود ۵۰ درصد بوده، اما بازده کیتین برای میگوی موزی ۱۷ درصد، برای خرچنگ ماندابی ۱۴/۴۸ درصد و جهت میگوی آخوندکی برابر با ۱۳/۳۷ درصد بود. این نتایج با میزان کیتین پوسته میگو که توسط Trung و Phuong برآورد شده بودند (۲۶)، مطابقت داشتند. بازده کیتوزان میگوی موزی پس از کاهش ۲ درصدی بازده کیتین به وسیله فرایند داستیلاسیون نتایج بهتر ۱۵/۳۲ درصد را نشان داد. پوسته های میگوی موزی به میزان قابل توجهی کیتوزان بیش تری را تولید کردند. Gómez-Ríos و همکاران، مقایسه اقتصادی بازده کمی کیتین و کیتوزان در مقیاس آزمایشگاهی و نیز تجاری شرح داده و بیان نمودند در هر دو مقیاس بازده مشابهی به دست آمده است (۳۹).

- of shrimp for application in the pharmaceutical industry. International Current Pharmaceutical Journal. 1(9): 258-263.
22. **Sultana, S., Hossain, M.S. and Iqbal, A., 2019.** Extraction of Chitosan from Shrimp and Crab Shell and Its Effect on the Quality of Pineapple Juice. Proceedings of international symposium on a new era in food science and technology.
 23. **Abdulkarim, A., Isa, M.T., Abdulsalam, S., Muhammad, A.J. and Ameh, A.O., 2013.** Extraction and characterisation of chitin and chitosan from mussel shell. Extraction. 3(2): 108-114.
 24. **Al Shaqsi, N.H.K., Al Hoqani, H.A.S., Hossain, M.A. and Al Sibani, M.A., 2020.** Optimization of the demineralization process for the extraction of chitin from Omani Portunidae segnis. Biochemistry and Biophysics Reports. 23: 100779.
 25. **Pakizeh, M., Moradi, A. and Ghassemi, T., 2021.** Chemical extraction and modification of chitin and chitosan from shrimp shells. European Polymer Journal. 159: 110709.
 26. **Trung, T.S., and Phuong, P.T.D., 2012.** Bioactive compounds from by-products of shrimp processing industry in Vietnam. Journal of Food and Drug Analysis. 20(1): 194-197.
 27. **Brine, C.J. and Austin, P.R., 1981.** Chitin variability with species and method of preparation. Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Comparative Biochemistry. 69(2): 283-286.
 28. **Hamdi, M., Hammami, A., Hajji, S., Jridi, M., Nasri, M. and Nasri, R., 2017.** Chitin extraction from blue crab (*Portunus segnis*) and shrimp (*Penaeus kerathurus*) shells using digestive alkaline proteases from *P. segnis viscera*. International journal of biological macromolecules. 101: 455-463.
 29. **No, H.K., Cho, Y.I., Kim, H.R. and Meyers, S.P., 2000.** Effective deacetylation of chitin under conditions of 15 psi/121 C. Journal of agricultural and food chemistry. 48(6): 2625-2627.
 30. **No, H. and Lee, M., 1995.** Isolation of chitin from crab shell waste. Journal of The Korean Society of Food and Nutrition (Korea Republic).
 31. **Hamed, I., Özogul, F. and Regenstein, J.M., 2016.** Industrial applications of crustacean by-products (chitin, chitosan, and chitooligosaccharides): A review. Trends in food science & technology. 48: 40-50.
 32. **Muthu, M., Gopal, J., Chun, S., Devadoss, A.J.P., Hasan, N. and Sivanesan, I., 2021.** Crustacean waste derived chitosan: Antioxidant properties and future perspective. Antioxidants. 10(2): 228.
 33. **No, H.K. and Meyers, S.P., 1995.** Preparation and characterization of chitin and chitosan-a review. Journal of aquatic food product technology. 4(2): 27-52.
 - chitin/chitosan materials. Bioresources and Bioprocessing. 6(1): 1-20.
 10. **Tan, Y.N., Lee, P.P. and Chen, W.N., 2020.** Microbial extraction of chitin from seafood waste using sugars derived from fruit waste-stream. AMB Express. 10(1): 1-11.
 11. **Toan, N.V., 2009.** Production of chitin and chitosan from partially autolyzed shrimp shell materials. The open biomaterials journal. 1(1).
 12. **Taheri, A., Seyfan, A. and Jalalinezhad, S., 2013.** Antimicrobial and antifungal effects of acid and water soluble chitosan extracted from Indian shrimp (*Fenneropenaeus indicus*) shell. Journal of Fasa University of Medical Sciences. 3(1): 49-55. (In Persian)
 13. **Giasodin, A., Shojaosadati, S.A. and Farahani, V., 2011.** Modification and Optimization of Chitin Extraction from Shrimp Shell. Nashrieh Shimi va Mohandesi Shimi Iran. 30(1): 1-9. (In Persian)
 14. **Hardani, S., Archangi, B., Zolgharnein, H. and Zamani, I., 2018.** Optimizing the Extraction of Pure chitin and chitosan from chitinous shells of *Litopenaeus vannamei* and *Portunus pelagicus* Species. Journal of Animal Environment. 10(2): 231-238. (In Persian)
 15. **Timori, H., Rezaei, M. and Tabarsa, M., 2014.** Extraction of Chitin-Chitosan component in exoskeleton of blue swimming crab (*Portunus segnis* Furskal, 1775), Bandar Abbas beach, Persian Gulf. Journal of Animal Environment. 6(1): 11-18. (In Persian)
 16. **Khakshoor, M.S. and Jamileh, P., 2016.** Evaluation and comparison of antimicrobial properties of chitin and chitosan extracted from different parts of blue swimming crab (*Portunus segnis*) exoskeleton from Banda Abbas region. Journal of Marine Biology. 8(1): 9-20. (In Persian)
 17. **AOAC. 2016.** Official methods of analysis: Association of Official Analytical Chemists Washington, DC.
 18. **Knidri, H.E., Dahmani, J., Addaou, A., Laajeb, A. and Lahsini, A., 2019.** Rapid and efficient extraction of chitin and chitosan for scale-up production: Effect of process parameters on deacetylation degree and molecular weight. International journal of biological macromolecules. 139: 1092-1102.
 19. **El Knidri, H., Belaabed, R., Addaou, A., Laajeb, A. and Lahsini, A., 2018.** Extraction, chemical modification and characterization of chitin and chitosan. International journal of biological macromolecules. 120: 1181-1189.
 20. **Tamzi, N.N., Faisal, M., Sultana, T. and Ghosh, S.K., 2020.** Extraction and properties evaluation of chitin and chitosan prepared from different crustacean waste. Bangladesh Journal of Veterinary and Animal Sciences. 8(2): 69-76.
 21. **Puvvada, Y.S., Vankayalapati, S. and Sukhavasi, S., 2012.** Extraction of chitin from chitosan from exoskeleton

34. **Kucukgulmez, A., Celik, M., Yanar, Y., Sen, D., Polat, H. and Kadak, A.E., 2011.** Physicochemical characterization of chitosan extracted from *Metapenaeus stebbingi* shells. *Food Chemistry*. 126(3): 1144-1148.
35. **Yu, Y., Liu, X., Miao, J. and Leng, K., 2020.** Chitin from Antarctic krill shell: Eco-preparation, detection, and characterization. *International Journal of Biological Macromolecules*. 164: 4125-4137.
36. **Metin, C., Alparslan, Y., Baygar, T. and Baygar, T., 2019.** Physicochemical, microstructural and thermal characterization of chitosan from blue crab shell waste and its bioactivity characteristics. *Journal of Polymers and the Environment*. 27(11): 2552-2561.
37. **Tokath, K. and Demirdöven, A., 2018.** Optimization of chitin and chitosan production from shrimp wastes and characterization. *Journal of food processing and preservation*. 42(2): e13494.
38. **Hossain, M. and Iqbal, A., 2014.** Production and characterization of chitosan from shrimp waste. *Journal of the Bangladesh Agricultural University*. 12(1): 153-160.
39. **Gómez-Ríos, D., Barrera-Zapata, R. and Ríos-Estapa, R., 2017.** Comparison of process technologies for chitosan production from shrimp shell waste: A techno economic approach using Aspen Plus®. *Food and Bioproducts Processing*. 103: 49-57.