



تولید محصولات زیست فناوریانه دریایی از ضایعات آبزیان

خسرو آئین جمشید

kh.aeinjamshid@areeo.ac.ir

پژوهشکده میگوی کشور، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بوشهر، ایران

چکیده

سالانه بطور بالقوه حدود ۷۰ میلیون تن ضایعات از آبزیان در جهان و حدود ۵۰۰ هزار تن ضایعات آبزیان در جمهوری اسلامی ایران تولید می شود. بخش اعظم این ضایعات بدون استفاده از بین می رود. میانگین قیمت هر کیلوگرم آبزیان پرورشی مختلف شامل؛ میگو، ماهی کپور، ماهی تیلاپیا، صدف و جلبک به ترتیب حدود ۶/۴، ۲/۱، ۱/۹، ۱/۶ و ۰/۴ دلار است، در حالیکه قیمت هر کیلوگرم محصولات زیست فناوریانه دریایی استخراج شده از آنها شامل؛ استاگزانتین^۱، فوکوئیدان^۲، کیتوزان^۳، آلجینات^۴، آگار^۵، کاراگینان^۶، کلاژن^۷، چربی های اشباع نشده مانند امگا ۳^۸ و ژلاتین^۹ به ترتیب ۱۰۰۰، ۷۰۰، ۵۰۰، ۸۰، ۵۰، ۵۰، ۲۰ و ۱۰ دلار می باشد. تولید محصولات زیست فناوریانه دریایی یکی از مولفه های توسعه دریا محور کشورهای ساحلی و از محرکه های اقتصاد دانش بنیان و غیر نفتی است که در سال های اخیر تاکید بسیاری بر این راهبرد شده است. لذا ضرورت دارد با هدف توسعه اشتغال مولد و دریا پایه، سرمایه گذاری در این حوزه با هدف تولید محصولات زیست فناوریانه با ارزش افزوده بالا از ضایعات آبزیان صورت پذیرد.

کلمات کلیدی: ضایعات، آبزیان، زیست فناوری، ارزش افزوده

مقدمه

استفاده از دانش و فناوری برای تولید محصولات از سیستم ها و موجودات دریایی را زیست فناوری دریایی می نامند. با وجود اینکه حدود ۸۰٪ موجودات زنده در اکوسیستم های آبی وجود دارند، اما دانش بشر از این موجودات و موادی که می توان از آنها استخراج کرد بسیار اندک است. محصولات طبیعی یا متابولیت های ثانویه آنها که موجودات دریایی در مکانیسم های دفاعی در برابر شکار، دفع سایر آبزیان مزاحم یا ترمیم زخم و درمان عفونت استفاده می کنند، می تواند کاربردهای بسیار زیادی در زندگی انسان ها داشته باشند. برای اولین بار در سده های قبل از میلاد مسیح، یونانیان و مردم روم باستان با استخراج روغن از کبد ماهیان از آن در زمینه های دارویی، کشتی سازی و تولید سس ماهی استفاده می کردند. تاکنون بیش از ۳۰۰۰ ترکیب جدید از موجودات دریایی جداسازی شده است (Kim, 2015a).

مطابق آمار سازمان سازمان خوارو بار جهانی (FAO, 2020) میزان صید جهانی آبزیان در سال ۲۰۱۸ برابر ۹۷ میلیون تن، تولید آبزیان پرورشی ۱۱۵ میلیون تن و کل تولید جهانی آبزیان (آبزی پروری و صید) در این سال ۲۱۲ میلیون تن (به ارزش تقریبی ۵۰۰ میلیارد دلار) بوده است. در این سال میزان صید جهانی میگو حدود ۳،۵ میلیون تن، تولید میگوی پرورشی

1. Astaxanthin
2. Fucoidan
3. Chitosan
4. Alginate
5. Agar
6. Carrageenan
7. Collagen
8. Omega 3
9. Gelatin

استفاده از دانش و فناوری برای تولید محصولات از سیستم ها و موجودات دریایی را زیست فناوری دریایی می نامند.



Codium repens, *Digenea simplex*,
Feldmania irregularis, *vicornis*
Laurencia obtusa و *Haypneacer*

می‌باشد. بر اساس مطالعات قرنجیک و همکارانش (۱۳۹۵) میزان وزن تر جنس سارگاسوم در کل سواحل استان سیستان و بلوچستان ۴۴۵/۹ تن محاسبه گردید که از این مقدار ۲۶۹/۱ تن (۶۰/۳۵ درصد) مربوط به مناطق پرتراکم و ۱۷۶/۸ تن (۳۹/۶۵ درصد) مربوط به مناطق کم تراکم بود. این جلبک های دریایی بعد از طی دوره رشد، توسط فشار امواج از دریا به ساحل آورده می شود که به جلبک به ساحل آورده شده معروف است و می تواند منبع اولیه تولید آلژینات باشد. بیشترین مقدار جلبک به ساحل آورده در آذر ماه سال ۱۳۹۰ با ۲۷۰/۴ تن (مناطق پرتراکم ۱۵۵/۵ تن و مناطق کم تراکم ۱۱۴/۹ تن) و کمترین مقدار آن در اسفند ماه همان سال با ۳/۵ تن بدست آمد. در بین مناطق پرتراکم، بریس با ۱۱۲/۰ تن دارای بیشترین مقدار جلبک به ساحل آورده بود و تنگ با ۱۴/۵ تن کمترین مقدار را داشت.

حدود ۱۵٪ از ضایعات آبزیان برای تولید آرد ماهی و خوراک دام، لباس (کیف و کفش) و بسته بندی استفاده می شود ولی بخش اعظم آن بدون استفاده از بین می رود. هزینه دفع مواد زائد تا ۱۵۰ دلار در تن می باشد. پوست خشک میگو که یکی از ضایعات فراوان آبزیان است، حدود ۱۰۰ تا ۱۲۰ دلار در تن ارزش دارد (Yang and Yan, 2018).

محصولات زیست فناوریانه دریایی و کاربردهای آنها:

مهمترین محصولات زیست فناوریانه تولید شده از ضایعات آبزیان شامل؛ کیتین و پلی ساکاریدها (آلژین ها، کاراگینان و آگار)، پروتئین (کلاژن، ژلاتین، آلبومین و پروتامین)، چربی های اشباع نشده (امگا ۳ و ۶)، رنگدانه ها (آستاگزانتین، لوتئین و کلروفیل ها)، آنزیم ها و مهار کننده های آنزیم، ترکیبات ضد میکروبی، آنتی اکسیدان ها، کلسیم محلول و ترکیبات فنلی (گلوکانین ها و پیش سازهای ویتامین) می باشند. این فرآورده های دریایی کاربردهای

۶ میلیون تن و کل تولید جهانی میگو (آبزی پروری و صید) در این سال ۹،۵ میلیون تن بوده است. ۵۰٪ از وزن ماهیان و ۴۵٪ از وزن میگو را ضایعات تشکیل می دهد. سهم بخش های مختلف از بدن ماهیان شامل؛ پوست ۴ تا ۵٪، سر ۲۱ تا ۲۵٪ و استخوان ۲۵ تا ۳۵٪ می باشد (Kim, 2015b). سالانه بطور میانگین ۷۰ میلیون تن ضایعات از آبزیان تولید می شود. بطور بالقوه سالانه در جهان حدود ۶ میلیون تن ضایعات سخت پوستان (میگو، خرچنگ و ماهی مرکب) پرورشی تولید می شود.

در سال ۱۳۹۷ میزان صید آبزیان در جمهوری اسلامی ایران ۸۱۹ هزار تن، تولید آبزیان پرورشی ۴۴۰ هزار تن و کل تولید آبزیان (آبزی پروری و صید) ۱،۲۵۹ میلیون تن بوده است. در حال حاضر سالانه بطور بالقوه حدود ۵۰۰ هزار تن ضایعات آبزیان در جمهوری اسلامی ایران تولید می شود. میانگین طولانی مدت صید میگوی دریائی در ایران ۸۵۰۰ تن می باشد، و حدود ۴۶ هزار تن میگوی پرورشی نیز در سال ۱۳۹۸ تولید شده است (سازمان شیلات ایران، ۱۳۹۹). بنابراین بطور بالقوه سالانه حدود ۲۴ هزار تن ضایعات میگو در کشور تولید می شود.

همچنین گونه های مختلفی از جلبک های قهوه ای و قرمز در آبهای دریایی جنوب ایران وجود دارند. در سال ۲۰۱۸ میزان تولید جلبک های پرورشی حدود ۳۲ میلیون تن بوده است. از این مقدار جلبک های قرمز با ۱۷ میلیون تن بیشترین میزان تولید را به خود اختصاص داده اند. میزان تولید جلبک های قهوه ای و جلبک های سبز به ترتیب حدود ۱۵ میلیون و ۲۰ هزار تن بوده است (Faو, 2020). در آبهای استان بوشهر گونه های مختلفی از جلبک های قهوه ای مانند *Sargassum aquifolium*, *Sargassum boveanum* و *Padina tetrastrumatic* رشد می کنند (نیامیندی، ۱۳۹۷). گونه های مختلف جلبک های قرمز که در آبهای خلیج فارس وجود دارند شامل؛ *Gracilaria corticata*, *Acanthophora nayadiformis*, *Chondracanthus acicularis*.

حدود ۱۵٪ از ضایعات آبزیان برای تولید آرد ماهی و خوراک دام، لباس (کیف و کفش) و بسته بندی استفاده می شود ولی بخش اعظم آن بدون استفاده از بین می رود.

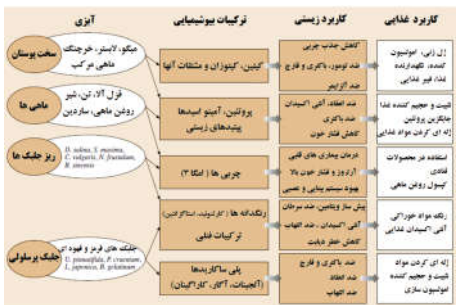


جانوران به صورت توده نامطلوب روی سطوح مصنوعی است که آنرا اصطلاحاً بیوفولینگ یا رسوب زیستی می نامند. از متابولیت های اولیه و ثانویه زیستمدان دریایی می توان برای کنترل بیوفولینگ استفاده نمود. بطور مثال نتایج بررسی های حسین خضری و همکارانش (۱۳۹۷) نشان می دهد که عصاره ۲۰۰ ppm متانولی آب دزدک (*Phallusia nigra*) و مرجان دریایی (*Sinularia sp.*) توانایی جلوگیری از چسبیدن لارو بارناکل *Amphibalanus amphitrite* را دارد. با شناسایی عامل اصلی این فعالیت و تولید انبوه آن یا با پرورش این آبی می توان بصورت زیستی بیوفولینگ را در یک منطقه کنترل نمود.

کلاژن و ژلاتین دو ماده اصلی پوست هستند که در صنایع غذایی مورد استفاده قرار می گیرد. این دو ماده به عنوان افزودنی غذایی برای حجیم سازی، بهبود ظرفیت نگه داری آب و پایداری فرآورده غذایی بکار می روند. در حال حاضر منبع تولید کلاژن و ژلاتین از پوست گاو، خوک یا ضایعات مرغ می باشد. به دلیل آلودگی های بیولوژیک و مسائل مذهبی استفاده از این منابع در حال کاهش است. ۸٪ از تولید سالانه کلاژن، از آبزیان تامین می شود. پوست و استخوان ماهی بهترین منبع جایگزین کلاژن و ژلاتین است. تولید این محصول از ضایعات آبزیان می تواند در کنار سود بالای ناشی از تولید آن، دغدغه های مذهبی در خصوص استخراج کلاژن و ژلاتین از پوست گاو و خوک را که در کشورهای شبه قاره هند و کشورهای اسلامی وجود دارد، برطرف نماید (Kim, 2015a). ارزش بازار جهانی کلاژن در سال ۲۰۱۹ با تولید حدود ۹۰ هزار تن حدود ۳٫۵ میلیارد دلار بوده است. قیمت هر کیلوگرم کلاژن تجاری در بازارهای جهانی از جمله محصولات عرضه شده در سایت Alibaba، بستگی به کیفیت پودر تولیدی از ۲۰ تا ۵۰ دلار است. ارزش بازار جهانی ژلاتین در سال ۲۰۱۹ با تولید حدود ۵۰۰ هزار تن حدود ۱٫۵ میلیارد دلار بوده است. قیمت هر کیلوگرم ژلاتین دریایی تجاری بستگی به کیفیت آن از ۱ تا ۵۰ دلار می باشد (2020

مختلفی در زمینه های مختلف شامل؛ علوم پزشکی و درمان بیماری ها، تولید محصولات آرایشی-بهداشتی، صنایع غذایی و تصفیه آب دارند. مہار رشد میکروارگانیسم ها، شتاب دهنده های ضد باکتریایی و بهبود دهنده زخم، تولید مواد انتقال دهنده دارو، انعقاد سریع خون، ساخت کامپوزیت های جایگزین استخوان، کنترل آفات کشاورزی، کنترل بیوفولینگ در صنایع دریایی، تولید سوخت های زیستی، تصفیه آب و زیست پالایی از جمله کاربردهای اصلی این محصولات است (شکل ۱) (Kim, 2015a).

چندین نمونه دارو از آبزیان دریایی استخراج شده است. به عنوان مثال از سموم تولید شده توسط حلزون های مخروطی از گونه *Conus magus* به عنوان داروی ضد درد برای اعصاب آسیب دیده استفاده می شود (Olivera, 1985). از پپتیدهای ضد میکروبی Ls-stylicin استخراج شده از میگوی وانامی و ببری سیاه برای مہار رشد قارچ های رشته ای *Fusarium pisi* و *Fusarium oxysporum* استفاده می شود (Hu, 2006). همچنین می توان به کارتونوئیدهای استخراج شده از جلبک های دریایی اشاره نمود که برای فعال سازی گونه های اکسیژن فعال (ROS) و رفع عارضه ناشی از سموم فیتوپلانکتون ها دینوفلاژلاته که معمولاً در شرایط بروز کشند قرمز تولید می شوند، بکار می روند (Kim, 2015a).



شکل ۱- محصولات زیست فناوریانه استخراج شده از ضایعات آبزیان و کاربردهای مختلف آنها (Kim, 2015a).

یکی از مشکلات بزرگ صنایع دریایی چسبیدن و رشد میکروارگانیسم ها، گیاهان و

کلاژن و ژلاتین دو ماده اصلی پوست هستند که در صنایع غذایی مورد استفاده قرار می گیرد. این دو ماده به عنوان افزودنی غذایی برای حجیم سازی، بهبود ظرفیت نگه داری آب و پایداری فرآورده غذایی بکار می روند.



(Alibaba official website).

بازارهای جهانی از جمله محصولات عرضه شده در سایت Alibaba، بستگی به کیفیت پودر تولیدی از ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ دلار است (Alibaba official website, 2020).

آلژینات. از جلبک های قهوه ای استخراج می شود. جلبک های قهوه ای بیشترین میزان تولید از بین آبزیان پرورشی در جهان را به خود اختصاص داده اند. آلژینات ها از قندها و پلی ساکاریدهای سولفات می باشند. مقدار اسید آلژینیک استخراج شده از یک کیلو گرم جلبک خشک بطور میانگین ۲۰۰ گرم (۲۰٪) است. از آلژینات ها برای ساخت چسب های التیام دهنده زخم، مواد قالبگیری دندان، حجیم کننده، امولسیون و تثبیت کننده مواد غذایی، پوشش برای میوه و گوشت، طعم دهنده سالاد، سس گوجه فرنگی و محصولات کنسرو شده استفاده می شود (Kim, 2015a). آب کنار و همکارانش (۱۳۹۱) به بررسی میزان آلجیناتها در سه گونه جلبکهای قهوه ای *Sargassum illicifolium*، *Cystoseira Nizimuddiniana zanardinii* و *indica* پرداختند. بیشترین میزان میانگین آلژینات کلسیم در پاییز مربوط به منطقه تنگ در جلبک *Nizimuddiniana* با مقدار ۲,۰۵ و کمترین میزان میانگین اسید آلژینیک مربوط به جلبک *Cystoseira* در فصل تابستان ۱,۱۱ درصد بود. براساس نتایج این تحقیق استخراج آلژینات از جلبک های *Nizimuddiniana* و *Sargassum illicifolium* و *zanardinii* در فصول پاییز و زمستان که میزان اسید آلژینیک بیشتر از ۲۰ درصد است، اقتصادی است.

قیمت هر کیلو آلژینات سدیم صنعتی در ایران حدود ۹۰ هزار تومان است. قیمت هر کیلوگرم آلژینات خوراکی به حدود ۵۰۰ تومان می رسد. ارزش جهانی آلژینات در سال ۲۰۱۹ با حدود ۲۰ هزار تن به ۷۰۰ میلیون دلار بوده است. قیمت هر کیلوگرم آلژینات سدیم تجاری بستگی به کیفیت آن از ۱ تا ۱۰۰ دلار می باشد (Alibaba official website 2020). آگار و کاراگینان. این دو محصول را می توان

چربی های دریایی. ضایعات ماهی ها منبع بالقوه اسیدهای چرب اشباع نشده زنجیره ای (PUFA) مانند امگا ۳ و ۶ هستند. کبد ماهی های سفید مانند Cod و ماهیچه ماهی های چرب (مانند شاه ماهی و قزل آلا) منابع خوبی برای چربی های دریایی هستند اسیدهای چرب امگا ۳ خطر ابتلا به بیماری های قلبی عروقی، فشار خون بالا، خود ایمنی و التهاب را کاهش می دهد (Kim, 2015a). فروش جهانی امگا ۳ در سال ۲۰۱۹ حدود ۲,۴۹ میلیارد دلار بوده و پیش بینی می شود این بازار در طول سال های ۲۰۲۰ تا ۲۰۲۷ سالانه ۷٪ رشد کند (Laura, 2020).

کلسیم محلول. اسکلت ماهی ۱۵٪ از زیست توده ماهی را تشکیل می دهد که به عنوان ضایعات در مراحل فراوری تجاری ماهی، دور ریخته می شود. ۲ درصد وزن خشک ماهی از کلسیم و فسفر تشکیل شده است. مهمترین مسئله در بحث کلسیم دسترسی زیستی (Bioavailability) آن است (Kim, 2015a). کلسیم محلول برای تقویت و حفظ استخوان ها، ساخت دندان ها و عملکردهای فیزیولوژیکی مانند انعقاد خون، انقباض عضلات، حفظ عملکرد قلب و ایمنی بدن کاربرد دارد. بازار جهانی مکمل های کلسیم در سال ۲۰۱۶ حدود ۵ میلیارد دلار ارزش داشته است.

استاگزانتین معروف به پادشاه کاروتنوئیدها یکی از پرکاربردترین رنگدانه کاروتنوئیدی (عامل رنگ قرمز- نارنجی) و با ارزش ترین محصولات زیست فناورانه دریایی است. این ماده از جلبک های سبز از جمله اسپیرولینا و *Dunaliella salina* و همچنین پوسته سخت پوستان استخراج می شود. استاگزانتین دارای خواص آنتی اکسیدانی است که باعث ارتقاء سلامت مغز، قلب، بینایی و کاهش التهاب پوست می شود (Kim, 2015a). ارزش بازار جهانی کاروتنوئیدها در سال ۲۰۱۵ حدود ۱ میلیارد دلار بوده است. قیمت هر کیلوگرم استاگزانتین تجاری در

استاگزانتین
معروف به پادشاه
کاروتنوئیدهایکی
از پرکاربردترین
رنگدانه
کاروتنوئیدی
(عامل رنگ
قرمز- نارنجی)
و با ارزش ترین
محصولات زیست
فناورانه دریایی
است.



با ارزش بسیاری است. ترکیب درصد کربنات کلسیم، پروتئین و کیتین در ضایعات سخت پوستان به ترتیب حدود ۲۰ تا ۵۰٪، ۱۵ تا ۴۰٪ و ۲۰ تا ۴۰٪ است. اما بیشترین کاربرد و ارزش اقتصادی مربوط به کیتوزان است که مشتق استیل زدایی شده کیتین می باشد. کیتوزان ترکیبی قابل تجزیه، غیر سمی و زیست سازگار است که بکارگیری آن برای مصارف مختلف انسانی کمترین اثر جانبی را دارد (Yadav, 2019).

بازار جهانی کیتوزان در سال ۲۰۱۹ با ۱۰۰ هزار تن تولید حدود ۶,۸ میلیارد دلار ارزش اقتصادی داشته است. رشد سالانه بازار این محصول ۱۵٪ است که انتظار می رود ارزش این بازار تا سال ۲۰۲۵ به ۱۰ میلیارد دلار برسد. در سال ۲۰۱۸ درصد تولید کیتوزان در مناطق مختلف جهان شامل؛ آسیا و اقیانوسیه، آمریکای شمالی، اتحادیه اروپا و آمریکای جنوبی به ترتیب ۵۷٪، ۲۸٪، ۱۱٪ و ۴٪ بوده است. حدود ۲۸٪ از کیتوزان تولیدی در دنیا در ساخت محصولات آرایشی و بهداشتی، و ۲۲٪ از آن در صنایع مواد غذایی بکار می رود. سایر موارد استفاده از کیتوزان به ترتیب در مواد دارویی، تصفیه آب، بیوتکنولوژی و کشاورزی است. بیشترین رشد مصرف کیتوزان در سال های اخیر با ۱۷,۳۳٪ در حوزه صنایع مواد غذایی بوده است (جدول های ۱ و ۲).

از جلبکهای قرمز استخراج نمود. آگار یکی از قندها و پلی ساکاریدهای سولفات می باشند که باعث استحکام دیواره سلولی جلبک ها می شوند. از آگار برای مهار اشتها، جایگزین گیاهی برای ژلاتین، قوام دهنده سوپ، نگهدارنده مربا، بستنی و دیگر انواع دسر استفاده می شود. این ترکیب در تهیه محیط کشت های میکروبی نیز کاربرد فراوانی دارد. تولید جهانی آگار در سال ۲۰۱۶ حدود ۱۵ هزار تن به ارزش ۳۰۰ میلیون دلار بوده است. قیمت هر کیلوگرم آگار تجاری در بازارهای جهانی از جمله محصولات عرضه شده در سایت Alibaba، بستگی به کیفیت پودر تولیدی از ۲۰ تا ۸۰ دلار است.

کاربرد کاراگینان در غلیظ کردن، امولسیون کردن و نگهداری مواد غذایی و نوشیدنی ها است. مصرف این ماده می تواند باعث التهاب و زخم های دستگاه گوارش شود. برخلاف ژلاتین که از محصولات حیوانی تهیه می شود، کاراگینان کاملاً گیاهی است (Kim, 2015a). قیمت هر کیلوگرم کاراگینان تجاری بستگی به کیفیت آن از ۱ تا ۸۰ دلار می باشد.

فوکوئیدان معروفترین پلی ساکارید سولفات دریایی است که از دیواره سلولی جلبک های قهوه ای دریایی استخراج می شود و بیش از ۴۰٪ وزن خشک دیواره سلولی آنها را تشکیل می دهد. فوکوئیدان دارای خواص ضد سرطانی، ضدویروسی، ضد باکتری، ضد قارچ و ضدالتهابی می باشد. از این ماده در صنایع غذایی و بهداشتی جهت افزایش ماندگاری و جلوگیری از افزایش ماندگاری و ثبات مواد مغذی استفاده می شود (Kim, 2015a).

ارزش جهانی بازار فوکوئیدان در سال ۲۰۱۹ حدود ۳۲ میلیون دلار بوده است. قیمت هر کیلوگرم فوکوئیدان بستگی به کیفیت آن از ۵۰ تا ۷۰۰ دلار می باشد (Alibaba 2020 official website).

کیتین دومین بیوپلیمر فراوان در جهان پس از سلولز است. این ماده را از پوست سخت پوستان، حشرات و قارچ های خاص استخراج می کنند ضایعات سخت پوستان شامل مواد

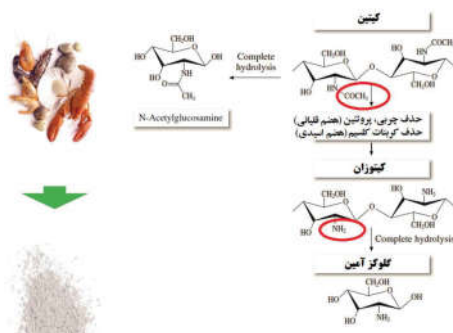
جدول ۱- روند تولید کیتوزان (تن) در کشورها و مناطق مختلف، ۲۰۱۵-۲۰۱۸ (IMARC Group, 2019).

کشور	۲۰۱۵	۲۰۱۶	۲۰۱۷	۲۰۱۸
ژاپن	۱۰,۷۲۰	۱۲,۱۱۳	۱۳,۵۴۶	۱۵,۰۵۱
آمریکا	۷,۱۲۱	۸,۱۴۶	۹,۱۸۹	۱۰,۲۶۲
آسیا-اقیانوسیه	۵,۱۹۲	۶,۱۵۰	۷,۱۶۴	۸,۲۴۱
اروپا	۳,۰۶۲	۳,۴۷۸	۳,۸۹۶	۴,۳۱۳
کانادا	۷۲۶	۸۲۰	۹۱۳	۱,۰۰۶
سایر مناطق	۱,۱۴۷	۱,۳۴۸	۱,۵۵۶	۱,۷۷۲
جمع کل	۲۷,۹۶۸	۳۲,۰۵۵	۳۶,۲۶۴	۴۰,۶۴۵

فوکوئیدان

معروفترین پلی ساکارید سولفات دریایی است که از دیواره سلولی جلبک های قهوه ای دریایی استخراج می شود و بیش از ۴۰٪ وزن خشک دیواره سلولی آنها را تشکیل می دهد.

سوختگی پوست، درمان آرتروز، ساخت پوست مصنوعی، بی حرکتی آنزیمی، جایگزین برای کلاژن در تولید استخوان های کامپوزیتی و ساخت لنزهای تماسی بکار برده می شود (Mackay, 2012).



شکل ۲- فرایند کلی استخراج کیتوزان و گلوکز آمین ها از ضایعات میگو (Yadav, 2019).

در حال حاضر سالانه حدود ۴۰ میلیون تن فیلم بسته بندی پلاستیکی یکبار مصرف در سراسر جهان تولید می شود که بدلیل زیست تجزیه پذیر نبودن آن، سال ها در طبیعت بصورت آشغال باقی می ماند. تولید فیلم های خوراکی ضد میکروبی، سخت ولی انعطاف پذیر، نفوذ ناپذیر در برابر اکسیژن، زیست تجزیه پذیر و مهمتر از همه، خوراکی، از کیتوزان یکی از راه های کاهش تولید پلاستیک ها است (Davis, 2011).

در بازارهای جهانی از جمله محصولات عرضه شده در سایت Alibaba، بستگی به کیفیت آن از کیتوزان پرک تا پودر کیتوزان با گزید دارویی از ۱۰ تا ۷۰۰ دلار است. قیمت تجاری هر کیلوگرم پودر خالص کیتوزان دارای گرید صنایع بهداشتی و دارویی از ۳۰۰ تا ۱۰۰۰ دلار می باشد (Industry Research, 2020). قیمت هر کیلوگرم پودر کیتوزان تولید شرکت Sigma-Aldrich بستگی به کیفیت آن متغیر است. قیمت هر کیلوگرم کیتوزان با جرم مولکولی پایین ۸۸۰ دلار، کیتوزان با جرم مولکولی بالا ۱۰۹۴ دلار و کیتوزان با درجه داستیلاسیون ۷۵٪ استخراج شده از میگو ۲۴۵۶ دلار است. یک گرم کیتوزان با درجه داستیلاسیون ۹۹٪ به قیمت ۳۲۰

جدول ۲- میزان مصرف کیتوزان (تن) در حوزه های مختلف کاربردی در جهان، ۲۰۱۵-۲۰۱۸ (IMARC Group, 2019).

حوزه کاربردی	۲۰۱۵	۲۰۱۶	۲۰۱۷	۲۰۱۸	نرخ
مواد آرایشی	۱،۹۸۱	۲،۲۷۷	۲،۵۸۷	۲،۹۰۵	۱۵،۷۷
مواد غذایی	۱،۵۲۶	۱،۷۷۰	۲،۰۲۳	۲،۲۸۸	۱۷،۲۳
مواد دارویی	۱،۲۴۱	۱،۴۳۳	۱،۶۳۳	۱،۸۳۸	۱۶،۴۵
تصفیه آب	۱،۲۸۲	۱،۴۴۱	۱،۵۹۰	۱،۷۴۲	۱۲،۱۱
بیوتکنولوژی	۴۵۸	۵۲۵	۵۹۰	۶۵۶	۱۴،۶۶
کشاورزی	۳۲۲	۳۴۹	۳۷۹	۴۰۹	۹،۹۱
پارچه و کاغذ	۱۱۹	۱۳۵	۱۴۹	۱۶۴	۱۲،۹۳
پرداخت رنگ	۷۷	۸۷	۹۷	۱۰۷	۱۳،۷۷
سایر موارد	۱۱۶	۱۲۹	۱۴۱	۱۵۳	۲۳،۸۱
جمع کل	۷،۱۲۲	۸،۱۴۶	۹،۱۸۹	۱۰،۲۶۲	۱۴،۹۹

کیتوزان در برابر طیف گسترده ای از میکروارگانیسم ها از جمله قارچ ها، جلبک ها و برخی باکتری ها دارای فعالیت زیست کشی است. مکانیسم های عمل آن، پیوند بین بار مثبت گروه آمینی کیتوزان و بار منفی باکتری ها است. این ویژگی باعث شده تا با توجه به زیست سازگار بودن این محصول دارای کاربردهای وسیعی در حوزه های مختلف علوم از پزشکی تا کشاورزی، علوم غذایی و تصفیه آب باشد. کیتوزان فلزات سنگین و چربی ها را جذب می کند و بهمین دلیل در تصفیه آب کاربرد فراوانی دارد. در حوزه کشاورزی می توان از کیتوزان در تولید پوشش ضدقارچی و ضدباکتریایی غلات، تولید کودهای غنی شده با مواد ریز معدنی، افزایش جوانه زدن و رشد گیاه، جذب و نگهداری طولانی مدت آب برای کنترل بیابان زایی و کشاورزی در مناطق کم آب استفاده نمود. در صنعت میگوی پرورشی از کیتوزان برای مهار باکتریوفاژها و بیماری ویروسی لکه سفید میگو استفاده شده است. در حوزه بهداشتی و دارویی بدلیل خواص آنتی اکسیدانی کیتوزان از آن برای کاهش رشد سلول های سرطانی استفاده می شود. از کیتوزان برای انعقاد سریع خون در تصادفات یا کنترل خونریزی مجروحان جنگی، رهایش کنترل شده دارو، تولید نخ جراحی با ویژگی درمان کننده و ضد عفونی کننده، غضروف سازی، کاهش قند و چربی خون، درمان

در صنعت میگوی پرورشی از کیتوزان برای مهار باکتریوفاژها و بیماری ویروسی لکه سفید میگو استفاده شده است.



نتیجه گیری:

حجم زیادی از ضایعات آبزیان در مراکز فراوری، کارخانه های تولید کنسرو ماهی و سایر صنایع وابسته به حوزه آبزیان و جلبک های دریایی طبیعی به ساحل آورده شده در کشور تولید می شود. این ضایعات در حال حاضر بدون استفاده خاصی از بین می روند و بعضاً حتی باید بخشی از درآمد مراکز تولیدی را صرف دفع آنها نمود. لذا ضرورت دارد باهدف توسعه اشتغال مولد و دریا پایه، سرمایه گذاری در این حوزه با هدف تولید محصولات زیست فناوریانه دریایی با ارزش افزوده بالا از ضایعات آبزیان صورت پذیرد. البته باید تاکید نمود که در بحث تولید محصولات زیست فناوریانه از ضایعات جلبک های دریایی و سایر محصولات دریایی می بایست بر تکثیر و پرورش این آبزیان و سپس استخراج محصولات با ارزش از ضایعات تولیدی متمرکز شد. زیرا بویژه در خصوص جلبک ها بدلیل محدودیت ذخایر دریایی، برداشت از منابع وحشی می تواند این ذخایر ژنتیکی را در معرض خطر برداشت بی رویه قرار دهد.

فهرست منابع

۱. آبکنار ع.م، حافظیه م، قرنچیک ب.م، امینی راد ت، حسینی م، حسینی ه، سوپک گ.م، رحیمی ق، جدگال س. و ناظمی م. (۱۳۹۱). بررسی میزان آلژیناتها در جلبکهای قهوه‌ای *Sargassum illicifolium* و *Nizimuddinia Cystoseira indica zanardini* در سواحل استان سیستان و بلوچستان، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، ۷۹ ص.
۲. حسین خضری پ. و همکاران (۱۳۹۷) بررسی خواص ضدفولینگی عصاره آبزیان ساحلی شهر بوشهر بر بارناکل *Amphibalanus amphitrite*، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، ۶۸ ص.
۳. سازمان شیلات ایران (۱۳۹۹) سالنامه آماری سال های ۱۳۹۳-۱۳۹۸ سازمان شیلات ایران ، دفتر برنامه ریزی و بودجه، ۶۴ ص.
۴. قرنچیک ب.م، نظری ب، سعید پور ب. و ولی نسب ت. (۱۳۹۵) تعیین پراکنش و برآورد زیتوده جلبکهای دریایی به ساحل آورده شده

دلار و استاندارد مرجع فارماکوپه آمریکا هر گرم ۱۰۱۰ دلار به فروش می رسد (Sigma-Aldrich 2020).

قیمت فروش کیتوزان پرک صنعتی در بازار ایران هر کیلوگرم ۸,۵۰۰,۰۰۰ ریال، کیتوزان عرضه شده توسط مالتینا ۶۰ میلیون ریال و پودر خالص کیتوزان با جرم مولکولی متوسط، تولید شرکت Sigma-Aldrich (محلول در اسید استیک ۱٪)، توسط تمارد کالا به مبلغ ۱۲۰ میلیون ریال است. قیمت بسته ۱۰ و ۲۵ گرمی کیتوزان Sigma-Aldrich در بازار ایران به ترتیب ۶,۸۰۰,۰۰۰ و ۱۸ میلیون ریال است.

در خصوص تولید کیتوزان، تامین پوست میگو یکی از مشکلات اساسی فراوری تولید کیتوزان در ایران است. استفاده از ضایعات پوسته میگوی تولیدی مراکز فراوری میگو، استفاده از پوسته آرتمیا، خرچنگ و سایر، و صدف ماهی مرکب، و واردات پوسته خشک میگو از کشورهای جنوب شرق آسیا از راهکارهای تامین پوست میگو است. قیمت تجاری پوسته خشک میگو که ماده خام اصلی و گلوگاه تولید کیتوزان است، در بازارهای جهانی از جمله محصولات عرضه شده در سایت Alibaba بستگی به کیفیت پوسته و میزان خرد شدگی پودر آن هر کیلوگرم از ۱۰ تا ۵۰ سنت است.

یافته قابل ترویج:

با استخراج کیتوزان از پوسته میگوی تولید شده در ایران می توان بطور بالقوه بالغ ۵۰۰ تن از این ماده با ارزش را تولید نمود و سالانه حدود ۲۵۰ میلیون دلار ثروت تولید نمود. از هر ۵۰ کیلوگرم پوست تمیز شده میگو می توان ۱ کیلوگرم پودر خالص کیتوزان تولید نمود. با استخراج کیتوزان از ۱۰٪ ضایعات میگو در کشور می توان بالغ بر ۳۰ تن از این ماده با ارزش حدود ۱۵ میلیون دلار را تولید نمود. شرکت های فراوری واقع در استان بوشهر، در سال ۱۳۹۸ حدود ۱۵۰۰ تن میگو را پوست کنی نموده اند که از این مقدار حدود ۶۰۰ تن ضایعات میگو تولید شده است. از این مقدار پوسته میگو می توان حدود ۱۲ تن پودر خالص کیتوزان تولید نمود.

با استخراج کیتوزان از پوسته میگوی تولید شده در ایران می توان بطور بالقوه بالغ ۵۰۰ تن از این ماده با ارزش را تولید نمود و سالانه حدود ۲۵۰ میلیون دلار ثروت تولید نمود.



12. Yadav M., Goswami P., Paritosh K., Kumar M., Pareek N. and Vivekanand V. (2019). Seafood waste: a source for preparation of commercially employable chitin/chitosan materials, *Bioresour. Bioprocess.*, 6 (8), pp. 1- 20.
13. Yang H. and Yan N. (2018) Transformation of Seafood Wastes into Chemicals and Materials, *Encyclopedia of Sustainability Science and Technology*, https://doi.org/10.1007-4939-1-978/1-1012_6-2493, pp 1- 23.
- در آبهای ساحلی دریای عمان، مجله علمی شیلات ایران، ۲۵ (۳)، ص ۶۱-۵۱.
۵. نیامیمندی ن. و همکاران (۱۳۹۷) تنوع گونه ای آبزیان (ماهیان، خرچنگ ها، صدف ها و جلبک ها) و مطالعه پارامترهای رشد، تولید مثل و تغذیه ماهیان در مناطق ساحلی استان بوشهر، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، ۸۰ ص.
6. Alibaba Official Website (2020). Available from: <https://www.alibaba.com> (Accessed 2021/01/07).
7. FAO (Release date: Mars 2020). Fishery Department. Fisheries Information. Data and statistic unit. Fishstatj database. 1950-2018.
8. IMARC Group (2019) Chitosan Market: Global Industry Trends, Share, Size, Growth, Opportunity and Forecast 2019- 2024, pp 105.
9. Industry Research (2020). Water-soluble Chitosan Market 2020 Overview, Industry Top Manufactures, Size, Industry Share, Growth Analysis and Forecast to 2026.
10. Kim S.K. (2015a). *Handbook of Marine Biotechnology*, Springer, p. 1512.
11. Laura Oliver L., Dietrich T., Marañón I. and Villarán M.C. (2020) and Ramón J. Barrio Producing Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids: A Review of Sustainable Sources and Future Trends for the EPA and DHA Market, *Resources*, 9, 148, pp. 1- 15; doi:10.3390/resources9120148.