

تولید محصولات زیست فناوریانه دریایی از جلبک قهوه‌ای جنس سارگاسوم (*Sargassum spp*)

طاهر پورصوفی و بایرام محمد قرنجیک

puorsuofi@yahoo.com

مرکز تحقیقات ذخایر آبزیان آبهای داخلی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران.

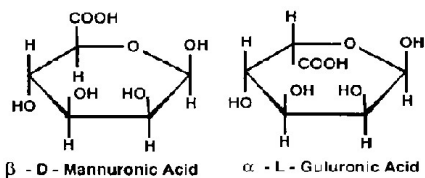
چکیده

استفاده قرار داده شود. آلژینات بدست آمده از ۲۲/۲ درصد تا ۲۹/۶ متغیر بوده که در مقایسه با مقادیر کشورهای خارجی (۳۲/۲ - ۲۲/۶ درصد) قابل قبول می باشد. بیشترین مقدار آن در منطقه تنگ و کمترین مقدار آن در منطقه گواتر بود.

کلمات کلیدی: سارگاسوم، آلژینات، سواحل دریای عمان.

مقدمه

آلژینات نوعی کربوهیدرات ساختاری می باشد که در ساختار بیشتر جلبک های دریایی قهوه‌ای یافت می شود و برای اولین بار شیمیدان اسکاتلندی به نام دکتر استنفورد در سال ۱۸۸۳ از جلبک کلپ استخراج و شناسایی شد (کیانمهر، ۱۳۷۱). از لحاظ ساختار شیمیایی، آلژینات از دو زیر واحد بتا-دی-مانوروییک اسید و آلفا-ل-گولورونیک اسید تشکیل شده است که در شکل ۶ ساختار شیمیایی این دو واحد نمایش داده شده است (شکل ۱).



شکل ۱- ساختار شیمیایی گولورونیک و مانوروییک اسید.

این تحقیق موردی در سال ۱۳۹۷، با جمع آوری جلبک قهوه ای سارگاسوم از چهار منطقه در سواحل استان سیستان و بلوچستان (گواتر، چاپهار، یزم و تنگ) و انتقال آن به مرکز تحقیقات ذخایر آبزیان آبهای داخلی- گرگان انجام گردید. در ابتدا جلبکها در آب شیرین شستشده شده واز مواد اضافی پاکسازی گردیدند، سپس یک کیلوگرم از جلبک تر انتخاب گردیده و رنگبری و سفید شدن جلبکها در چگونگی روش کار به دو صورت صنعتی و آزمایشگاهی انجام می گردد. پس از شستشو، جلبک خشک و پودر شده و در اسید رقیق قرار داده می شود تا یونهای دو و سه ظرفیتی موجود در ساختار جلبک از آن جدا شود. دوباره شستشو داده شده و در محلول قلیایی با درجه حرارت مناسب قرار می گیرد که در طی آن آلژینات محلول می شود. محلول آلژینات به یکی از دو روش ترسیب اسیدی (Acid precipitation method) و یا کلسیمی (Calcium precipitation method) صورت می گیرد. در طی این مرحله آلژینات به صورت ژل و یا فیبر رسوب داده می شود و به راحتی از فاز مایع جدا میشود. اگر روش اسیدی به کار گرفته شود ژل تشکیل شده خشک می شود و محصول تولید شده اسید آلژینیک نامیده می شود که ممکن است به صورت مستقیم به فروش برسد و یا برای تولید آلژینات سدیم مورد

آلژینات نوعی کربوهیدرات ساختاری می باشد که در ساختار بیشتر جلبک های دریایی قهوه‌ای یافت می شود و برای اولین بار شیمیدان اسکاتلندی به نام دکتر استنفورد در سال ۱۸۸۳ از جلبک کلپ استخراج و شناسایی شد.



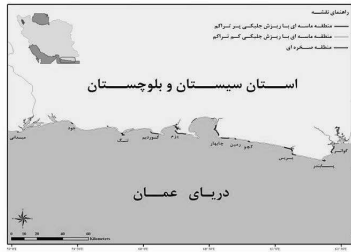
شدن (Degree of polymerization) یکی از خصوصیات مهم آلژینات می باشد به عنوان واحد های یورونیک اسید موجود در یک زنجیره اطلاق می گردد که به صورت مستقیم با وزن مولکولی و لزوجت آلژینات مرتبط می باشد. معمولا آلژینات با درجه های متفاوت لزوجت تولید می شود که به صورت عمده به سه شکل لزوجت پایین، متوسط و بالا می باشد. بنابراین، در طول مدت نگهداری آلژینات به صورت جامد باید توجه کرد درجه حرارت نگهداری، ورن مولکولی آلژینات و محتوی آب بسیار مهم می باشد که ممکن است میزان لزوجت آلژینات را در طی نگهداری دچار تغییر سازد. نمک های تک ظرفیتی آلژینات مثل سدیم و پتاسیم در آب محلول بوده، در حالیکه نمک های چند ظرفیتی مثل کلسیم و اسید امولسیونه نامحلول در آب می باشند. در حالت محلول با افزایش درجه حرارت کاهش لزوجت با سرعت بالاتری صورت می گیرد. همچنین محلول آلژینات در محدوده ۵ pH تا ۹ دارای پایداری بیشتری می باشد.

به طور کلی پلی ساکاریدهای تولید شده از جلبک های دریایی دارای خاصیت تولیدکنندگی ژل در شرایط خاص می باشند. محلول های آلژینات دارای خاصیت تشکیل دهندگی ژل با یون های دو و سه ظرفیتی در درجه حرارت اتاق تا ۱۰۰ درجه سانتی گراد و همچنین وقتی که گرم می شوند، دیگر ذوب نمی شوند. قدرت ژل بستگی به منبع استخراج آلژینات، غلظت آلژینات، میزان کلسیم و میزان دپلی مریزه شدن آلژینات دارد. همچنین میزان بلوک های G و M موجود در ساختار آلژینات در تشکیل و قدرت ژل موثر می باشد. برای مثال اگر میزان بلوک G بیشتر باشد باعث تولید ژل قوی تری می شود و هر چه میزان بلوک M بیشتر باشد باعث ایجاد ژل الاستیک تر می شود. آلژینات دارای خاصیت فیلم دهندگی می باشد که به دو صورت فیلم های محلول در آب (سدیم آلژینات) و محلول در روغن (کلسیم آلژینات) می باشد. البته لازم به ذکر است که آلژینات تولید شده در مقیاس تجاری از لحاظ فاکتورهایی مثل میزان

در جهان تولید این ماده با ارزش عمدتا در آسیا و اروپا صورت می گیرد و به طور کلی تولید آن به چند کشور عمده محدود می شود که ۴۴ درصد در اروپا، ۴۳ درصد در آسیا و ۱۳ درصد در آمریکا صورت می گیرد که به صورت کلی تولید آلژینات در جهان محدود به چند کشور خاص می باشد. (Middelboe et al., 1997)

با توجه به اجرای پروژه برآورد زیتوده جلبک قهوه ای سارگاسوم در سواحل دریای عمان به عنوان منبع غنی آلژینات در جنوب کشور، اقدامی در تولید این ماده با ارزش نشده و سالانه میلیون ها دلار ارز از کشور جهت واردات آن خارج می شود که در این پروژه با تولید این ماده با ارزش در ایران از بلا استفاده شدن و از بین رفتن سالانه صدها تن ماده خشک این جلبک که دارنده این ماده با ارزش است، صورت گیرد. نظر به وجود زمینه توانمندی فوق، این ماده در مقیاس آزمایشگاهی و پیلوت تولید گردید. از طرف دیگر تمامی ماشین آلات و طراحی آن در داخل تولید شده و نیازی به خروج ارز برای خرید ماشین آلات از خارج از ایران صورت نمی گیرد. همچنین این ماده در حال حاضر از خارج وارد می شود که قیمت نمونه چینی آن بین ۱۵ تا ۲۰ هزار تومان در کیلو می باشد. در حالیکه طبق برآورد اقتصادی متقاضیان که در بخش محاسبه اقتصادی آمده است قیمت فروش برای تولیدات داخلی بین ۱۰ تا ۱۲ هزار تومان می باشد که دارای کیفیت به مراتب بالاتری نسبت به نمونه های چینی می باشد. همچنین نمونه های اسپانیایی دارای قیمتی به قرار ۲۵ هزار تومان در کیلو می باشند. لازم به ذکر است که رقم میزان مصرف در بازار داخلی بیش از ۱۰ میلیون دلار در سال می باشد که تماما وارد میشود. بیشتر واردات از کشور چین صورت می پذیرد. بیشتر محصولات تجاری تولید شده برای آلژینات شامل سدیم آلژینات، پروپیلین گلیکول آلژینات و آلژینیک اسید می باشد و در مقیاس کمتر نمک های کلسیم، پتاسیم و آمونیوم نیز تولید می شوند. درجه پلی مریزه

محلول های آلژینات دارای خاصیت تشکیل دهندگی ژل با یون های دو و سه ظرفیتی در درجه حرارت اتاق تا ۱۰۰ درجه سانتی گراد و همچنین وقتی که گرم می شوند، دیگر ذوب نمی شوند.



شکل ۵- نقشه سواحل استان سیستان و بلوچستان

جلبک مورد استفاده در کشور در امر فوق، گونه های سارگاسوم بوده که در سواحل استان سیستان و بلوچستان بخصوص چابهار از غنای خوبی برخوردار می باشد (شکل های ۴ و ۵).

۲. **خرد کردن جلبک ها (Crushing):**
بعد از اینکه جلبک ها از دریا برداشت شدند، به خوبی شست و شو داده می شوند و سپس خشک و پودر می شوند تا برای عملیات استخراج آماده شوند (شکل های ۶ و ۷).



شکل ۶. جلبک خشک شده



شکل ۷. جلبک سارگاسوم برداشت شده

لزوجت، رطوبت، خاکستر، نسبت بلوک های M به G، فلزات سنگین و آزمایشات باکتریایی می بایست استانداردهای خاص را به دست آورند (Oliveira, 2002).

روش کار: پروسه تولید آلژینات از جلبک قهوه ای:

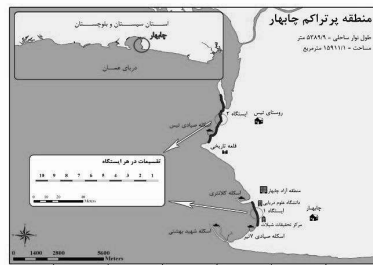
۱. جمع آوری ماده اولیه جلبک (Seaweed):
ماده اولیه برای تولید آلژینات در دنیا از جلبک های قهوه ای بخصوص کلپ ها تولید می شود که این جلبک ها در مقیاس بسیار زیادی در اقیانوس و دریا یافت می شوند. در جنوب ایران نیز جلبک هایی که دارای این ماده هستند، به وفور یافت می شوند که در حال حاضر بدون استفاده بوده و از پتانسیل بسیار بالایی برای تولید آلژینات برخوردار هستند (شکل های ۲ و ۳).



شکل ۲. جلبکهای به ساحل آورده شده



شکل ۳. رویشگاه طبیعی جلبکهای دریایی



شکل ۴. نقشه ساحلی چابهار

ماده اولیه برای تولید آلژینات در دنیا از جلبک های قهوه ای بخصوص کلپ ها تولید می شود که این جلبک ها در مقیاس بسیار زیادی در اقیانوس و دریا یافت می شوند.



۳. تیمار اسیدی کردن (Acidifying) در این مرحله جلبک های خرد شده در اسید رقیق قرار داده می شود تا یونهای دو و سه ظرفیتی موجود در ساختار جلبک از آن جدا شود.

به وجود جلبک قهوه ای در ایران و پتانسیل بالا این ماده برای تولید آن، از وجود این ماده اولیه به نحو مناسب مورد بهره برداری قرار گیرد.

نتیجه گیری

از آنجاییکه، عمده ترین مناطق رویش جلبکهای دریایی قهوه ای سارگاسوم در سواحل استان سیستان و بلوچستان، چهار منطقه گواتر، پزم، چابهار و تنگ می باشد، نمونه ها از این مناطق جمع آوری شده و جهت دستیابی به مقدار عددی قابل قبولتر، آنالیزهای مربوط به هر منطقه پنج بار تکرار گردید.

همچنین با توجه به زمانهای رویش گونه های جلبک سارگاسوم که در نیمه دوم شش ماهه سال و از مهرماه شروع و تا اسفند ماه ادامه داشته و حداکثر آن در ماههای آذر و دی می باشد. نمونه برداری در این دو ماه انجام و آنالیز حاصل از یک کیلوگرم وزن خشک جلبک فوق صورت گرفت (جدول ۱).

۴. استخراج (Extraction)

استخراج آلژینات در ابتدا با قرار دادن جلبک در محلول قلیایی با درجه حرارت مناسب صورت می گیرد که در طی آن آلژینات محلول قلیایی بدست می آید.

۵. شفاف سازی محلول (Clarification)

در این مرحله چون محلول آلژینات بسیار غلیظ می باشد، ابتدا رقیق شده و با استفاده از روش خاصی اعمال مربوط به شفاف سازی یا بی رنگی صورت می گیرد.

۶. فیلتراسیون (Filtration)

در این مرحله محلول شفاف سازی شده فیلتر می شود تا در نهایت محلول آلژینات شفاف تولید شود.

۷. ترسیب (Precipitation)

در این مرحله محلول آلجینات به یکی از دو روش ترسیب اسیدی (Acid precipitation method) و یا کلسیمی (Calcium precipitation method) صورت می گیرد. در طی این مرحله آلژینات به صورت ژل و یا فیبر رسوب داده می شود و به راحتی از فاز مایع جدا می شود. اگر روش اسیدی به کار گرفته شود ژل تشکیل شده خشک می شود و محصول تولید شده اسید آلژینیک نامیده می شود که ممکن است به صورت مستقیم به فروش برسد و یا برای تولید آلژینات سدیم مورد استفاده قرار بگیرد. مراحل فوق الذکر مراحل تولید آلژینات سدیم و دیگر اشکال آلژینات می باشد که به اختصار بیان شده است.

جدول ۱- مقدار آلژینات از جلبک قهوه ای Sargassum spp. در چهار منطقه گواتر، پزم، چابهار و تنگ (Kg).

مناطق نمونه برداری		گواتر		پزم		چابهار		تنگ	
شماره های آزمایش	مقدار	درصد	مقدار	درصد	مقدار	درصد	مقدار	درصد	مقدار
۱	۲۴۲	۲۴/۱۹	۲۸۹	۲۵/۸۶	۲۷۶	۲۷/۶۵	۲۹۹	۲۹/۸۹	۲۹/۸۹
۲	۲۲۰	۲۲/۹۹	۲۸۵	۲۵/۵۲	۲۷۰	۲۶/۹۷	۲۹۴	۲۹/۴۴	۲۹/۴۴
۳	۲۲۶	۲۲/۶۳	۲۹۰	۲۶/۹	۲۷۵	۲۷/۵۳	۲۹۸	۲۹/۸۲	۲۹/۸۲
۴	۲۱۹	۲۱/۹۲	۲۸۶	۲۵/۶۴	۲۶۹	۲۶/۸۷	۲۹۴	۲۹/۴۲	۲۹/۴۲
۵	۲۲۲	۲۲/۲۵	۲۸۸	۲۵/۸۱	۲۶۸	۲۶/۷۷	۲۹۶	۲۹/۵۸	۲۹/۵۸
۶	۲۲۶	۲۲/۵۶	۲۹۲	۲۶/۲۲	۲۷۱	۲۷/۱۰	۲۹۷	۲۹/۷۳	۲۹/۷۳
مقدار	X=۲۲۲,۲		X=۲۵۸,۲		X=۲۷۰,۶		X=۲۹۶,۳		
	SD=۲,۵		SD=۲,۲		SD=۲,۷		SD=۱,۷		
درصد	X=۲۲,۲		X=۲۵,۸		X=۲۷,۱		X=۲۹,۶		
	SD=۰,۲		SD=۰,۳		SD=۰,۴		SD=۰,۲		

نتیجه گیری

با توجه به فراوانی و رشد در اندازه های بزرگ جلبکهای سارگاسوم در این منطقه ساحلی از کشور و همچنین به علت دارا بودن اسید آلژینیک مناسب در مقایسه با مقدار بدست آمده در کشورهای پاکستان ۳۲/۲ - ۲۲/۶ درصد (Ismail, 1987) و مالزی ۳۲ درصد (Siraj, 1988) و انگلستان ۲۱ درصد

علیرغم نیاز بالا بازار داخلی به آلژینات، این ماده با ارزش هنوز از خارج ایران وارد می شود.

۳. رفیعی ف.، نجاتخواه معنوی پ.، و کرمانشاهی ح.، ۱۳۹۹. اثر تغییرات دما، شدت نور و دوره نوری بر توده زنده و میزان آلژینات جلبک قهوه‌ای *Sargassum boveanum*. زیست‌شناسی کاربردی. ۴. قرنچیک ب. م.، ۱۳۸۳. تعیین پراکنش، بیوماس و تهیه اطلس جلبک‌های دریایی سواحل خلیج فارس و دریای عمان (فاز دریای عمان). مرکز تحقیقات شیلاتی آبهای دور، ۱۵۰ ص.

۵. کیان مهر ه.، ۱۳۷۱. مبانی جلبک شناسی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۲۵۱ ص.

6. Askar T., 1982. Taxonomy of Economic Seaweeds. A Publication of The California Sea Grant Collage System, V, 254 pp.

7. Ismail U., 1987. Enumeration algarum, quas ad oram insulae karek, Sinus persici legit Theodoras kotschy, Bot. Zeitung, 3, 268- 279.

8. Middelboe A. L., Jensen, K.S. and Brodersen, K., 1997. Pattern of Macroalgal distribution in the Kattgat Baltic Region. Phycologia, 36 (3), 207-219.

9. Oliveira E.C., 2002. Exploitation and Cultivation of agar producing seaweed in Iran. Regional workshop on marine biotechnology. Qeshm Island, Iran.

10. Tamadoni R. and Sarraf M., 2022. An overview of the importance of macroalgae in the aquaculture industry (with an emphasis on fish), Iranian Journal of Biology, 5 (10), 117-124.

11. Siraj C., 1988. Summer Biomass, Density And Weight Assessment of the red Seaweed *Euclima isiforme* (Rhodophyta, Gigartinales) at dzilam, Yucatan State, Mexico Marina, 39, 251-253.

طبیعی و به ساحل آورده شده، بطوریکه به اکوسیستم آنها لطمه ای وارد نگردد، می توان برنامه ریزیهای اصولی در جهت بهره برداری، تولید و استخراج مواد صنعتی و در نتیجه ایجاد اشتغال در این منطقه محروم از کشور نمود. در زیر برخی از تصاویر مربوط به پروژه برآورد زیتوده جلبک قهوه ای سارگاسوم در سواحل دریای عمان در جهت محاسبه و بررسی توجیه پذیری بدست آوردن آلژینات آورده شده است (شکل های ۱۰-۸).



شکل ۸. وزن کشی در محل



شکل ۹. جمع آوری جلبک



شکل ۱۰. جلبکهای جمع ده در ساحل

(Askar, 1982)، می تواند بازده صنعتی خوبی داشته باشد (حاجی ابوالحسنی و همکاران، ۱۴۰۰).

در حال حاضر، همانطوریکه ذکر گردید کشورهای چین و هند بهره برداریهای وسیعی از گونه های سارگاسوم در مناطق ساحلی خود می کنند، این عمل شامل جمع آوری گونه های سارگاسوم در مناطق ساحلی بوده و پس از بسته بندی در داخل گونی ها، به انبارهای کارخانه های استخراج و تولید اسید آلژینیک و فرآورده های دیگر، ارسال می گردد. برآوردی که کشور هند از کل جلبکهای ماکروسکوپی ساحلی خود داشته ۱۰۰۰۰۰ تن وزن تر بوده که از این مقدار ۱۶۰۰۰ تن آن مربوط به جلبک های قهوه ای دارای اسید آلژینیک بخصوص جنس های سارگاسوم می باشد (Tamadoni et al., 2022).

با توجه به نتایج بدست آمده و مطالب فوق، معلوم می گردد که میزان اسید آلژینیک در گونه ها، مکانها و زمانهای مختلف تغییر می کند (جعفری و همکاران، ۲۰۲۱). بنابر این لازم است تحقیقات بیشتری در مورد شناسایی گونه ها و بررسی مقدار اسید آلژینیک در تمام گونه های موجود از جلبک مذکور در طی ماهها و فصول ازدیاد آن صورت بگیرد، تا مقدار حداقل و حداکثر آن از نظر زمانی مشخص گردد و در نهایت گونه هایی که دارای بیشترین درصد بازدهی را دارند، در فصول مربوطه جهت بهره برداری انتخاب گردند. از آنجایی که این استخراج در سطح آزمایشگاهی انجام گرفته، ضروری است تا در مراحل صنعتی نیز مورد آزمایش قرار گرفته تا میزان راندمان تولید و مقرون به صرفه بودن استخراج آن به روش صنعتی مشخص گردد. پس از نتایج حاصله، اقدام به برآورد مقدار زیتوده جلبکهای قهوه ای بخصوص سارگاسوم در کل سواحل این استان جهت تعیین ظرفیت تولید کارخانجات مربوطه نمود.

این مرکز نیز پروژه ای در خصوص برآورد زیتوده گونه های مهم و با ارزش منطقه به انجام رسانده (قرنچیک، ۱۳۸۳) و (رفیعی و همکاران، ۱۳۹۹). با مشخص شدن مقدار جلبکهای مورد استفاده در روشهای

فهرست منابع

- حاجی ابوالحسنی م.، ۱۴۰۰. استخراج و خالص سازی اسید آلژینیک از جلبکهای قهوه ای سواحل جنوب شرقی ایران. مجله پژوهشهای گیاهی (مجله زیست شناسی ایران)، ۳۴ (۳)، ۷۴۵-۷۵۸.
- جعفری ر. و اشجع اردلان آ.، ۱۴۰۰. تعیین میزان برخی ترکیبات شیمیایی گونه های غالب جلبک های قهوه ای بندر لنگه، استان هرمزگان. زیست شناسی کاربردی، ۳۴ (۲)، ۵۱-۶۹.