دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر
فصلنامه‌ی کاربرد شیمی در محیط زیست

**سال دهم، شماره‌ی ۴۰**
**پاییز ۱۳۹۸، صفحات ۱۷-۹**

# بررسی اهمیت و نقش جلبک‌های دریایی در صنعت و کاربردهای دارویی و زیست‌محیطی آن‌ها

حجت اقبال
گروه فیتوشیمی، دانشگاه تبریز، مرکز تحقیقات علوم پایه، تبریز، ایران
ندا جهانی
گروه دندانپزشکی، شرکت دانش‌بنیان پژوهشگران داروی سبز، مشکین‌شهر، ایران
نیما محمدنژاد خیاوی
گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
Email: nimanejad7@yahoo.com
مهدی احمدی سابق
گروه شیمی آلی، واحد اهر، دانشگاه آزاد اسلامی، اهر، ایران
زهره قاضی طباطبایی
گروه شیمی کاربردی، واحد اهر، دانشگاه آزاد اسلامی، اهر، ایران

## چکیده

شناسایی دریاها موجب شده است که فرآورده‌های بسیاری برای انسان حاصل شود، یکی از این فرآورده‌ها جلبک‌ها هستند که به زندگی روزانه بشر فواید بسیاری می‌رسانند. بررسی تکنولوژی و جنبه‌های اقتصادی تولید جلبک‌ها نشان می‌دهد که از آن‌ها در جنبه‌های مختلف تولید مواد می‌توان استفاده کرد. جلبک‌ها به علت سرشار بودن از مواد معدنی، ویتامین‌ها، هیدرات‌های کربن و پروتئین‌ها که در درون سلول‌ها و یا در دیواره سلول‌ها وجود دارند، مورد استفاده غذایی انسان‌ها قرار می گیرند. همچنین جلبک‌ها به دلیل دارا بودن ترکیبات ویژه پلی ساکاریدی و نیز ترکیبات دارویی خاص، دارای کاربردهای وسیعی در این زمینه هستند. هدف از این مطالعه بررسی اهمیت و نقش جلبک‌های دریایی در صنعت و کاربردهای دارویی و زیستی آن‌ها می‌باشد. بنابراین در این مطالعه مروری، نقش و عملکرد جلبک‌های دریایی در صنایع مختلف از جمله صنایع غذایی، پزشکی و همچنین نقش آن‌ها در محیط زیست مورد بررسی قرار می‌گیرد.

**کلیدواژه:** جلبک‌های دریایی، صنایع غذایی، محیط‌زیست، پزشکی.

## مقدمه

حیات جانوران آبزی عمدتاً به فعالیت جلبک‌های درون آب وابسته است، زیرا مواد آلی و اکسیژن مورد نیاز آن‌ها عمدتاً توسط جلبک‌ها تأمین می‌شود. در اکوسیستم‌های آبی، جلبک‌ها حلقه اولیه و اصلی زنجیره غذایی را تشکیل می-دهند. به‌علاوه، با تولید مداوم اکسیژن، ادامهٔ تنفس جانوران آبزی را ممکن می‌سازند [۱].

امروزه بهره‌برداری از جلبک‌ها در ابعاد صنعتی، کشاورزی، دارویی و غذایی ابعاد بسیار گسترده‌ای یافته و تکنولوژی مدرن برای تولید و بهره‌برداری از جلبک‌ها در کشورهای صنعتی و پیشرفته جهان مورد استفاده قرار می‌گیرد. خوشبختانه در کشور ما نیز بر اثر شرایط جغرافیایی خاص، گسترش جلبک‌ها آن چنان است که بسیاری از گیاهان تولید کننده مواد اولیه دارویی را داریم و می‌توانیم با بهره‌گیری از آن‌ها از ورود این مواد از خارج جلوگیری کنیم [۲].

جلبک‌های دریایی در سواحل صخره‌ای جنوب کشور بخصوص سواحل استان سیستان و بلوچستان، هرمزگان و بوشهر به وفور یافت می‌شوند. طی تحقیقات انجام شده بیش از ۲۵۰ گونه جلبکی در سواحل جنوب کشور شناسایی شده، که بسیاری از گونه‌ها دارای خواص کاربردی بوده و در سطح جهانی از آن‌ها استفاده می‌شود [۴].

در سال ۱۳۷۱ یک صد و هشتاد تن اسیدآلژنیک و املاح و استرهای آن تحت عنوان قرص و گرد خمیر ویژه دهان و دندان جمعاً حدود ۵ میلیون دلار واردات به کشور داشته‌ایم. در حالی‌که با بهره‌گیری از منابع غنی سواحل خلیج چابهار، بوشهر و بندر لنگه ضمن صرفه جویی ارزی فراوان، گام‌های بلندی را می‌توان در جهت خودکفایی کشور در زمینه‌های مختلف برداشت.

بنابراین، اهمیت و نقش جلبک‌ها در صنایع و زمینه‌های مختلف از جمله صنایع غذایی، صنایع داروسازی، پزشکی و محیط زیست، در این مطالعه مورد بررسی قرار می‌گیرد [۴].

## نقش جلبک‌ها به‌عنوان منبع اولیه مواد آلی و انرژی

مهم‌ترین نفعی که طبیعت از جلبک‌ها می‌برد به نقش تولید کنندگی و فعالیت فتوسنتزی آن‌ها مربوط می‌شود. جلبک‌ها تولید کننده‌های اولیه مواد آلی در محیط‌های آبی هستند. حیات جانوران آبزی عمدتاً به فعالیت جلبک‌های درون آب وابسته است، زیرا مواد آلی و اکسیژن مورد نیاز آن‌ها عمدتاً توسط جلبک‌ها تأمین می‌شود [۵].

در اکوسیستم‌های آبی، جلبک‌ها حلقه اولیه و اصلی زنجیره غذایی را تشکیل می‌دهند. به‌علاوه، با تولید مداوم اکسیژن، ادامهٔ تنفس جانوران آبزی را ممکن می‌سازند. با توجه به اینکه حدود ۷۰ ٪ سطح زمین را آب فرا گرفته، اهمیت جلبک‌ها در تولید اولیه مواد آلی کرهٔ زمین مشخص می‌شود. تخمین زده می‌شود حدود ۴۰٪ وزن تولید اولیه خالص مواد آلی روی کرهٔ زمین تنها توسط فیتوپلانکتون‌های دریایی انجام شود. اگر میزان تولید اولیه آب‌های داخل خشکی‌ها (از قبیل دریاچه‌ها، رودخانه‌ها و ...) را که حدود ۱۰ ٪ می‌شود به آن اضافه کنیم، معلوم می‌شود که حدود ۵۰ ٪ تولید اولیه خالص مواد آلی کرهٔ زمین توسط فیتوپلانکتون‌ها که عمدتاً جلبک هستند تامین می‌شود [۵].

## نقش جلبک‌ها به عنوان غذای انسان

ژاپن اولین کشوری بود که روش صنعتی کشت و پرورش جلبک را ابداع کرد. تنها در سال ۱۹۹۵ در ژاپن ۲۲۰۰۰۰ تن جلبک به‌صورت غذای انسان مصرف شده است [۱].

استفاده از جلبک‌های دریایی به‌عنوان غذای جایگزین حاوی مقدار زیادی پروتئین، تمام اسید آمینه ضروری، ویتامین‌ها، مواد معدنی، اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه مانند آراشیدونیک اسید، ایکوساپنتئنویک اسید و دوکوسوهگزائینویک اسید استفاده می‌شود. حدود ۶۰٪ تا ۷۰٪ وزن خشک اسپیرولینا پروتئین می‌باشد. امروزه از اسپیرولینا در کلوچه‌ها، نان‌ها، سالاد و سوپ استفاده می‌شود

و در کشورهای اروپایی برای بهبود رژیم غذایی قرص‌های اسپیرولینا به‌صورت روزانه مصرف می‌شود [۳].

همچنین، ترکیباتی هم‌چون لامینارین و فوکوایدان‌ها، متابولیت‌های ثانویه استخراج شده از جلبک‌ها (مانند ترکیبات هالوژنه)، عصاره‌های برگرفته از برخی جلبک‌های قرمز، آنزیم‌های سوپراکسید دیسموتاز و هالوپرواکسیدازهای استخراج شده از جلبک‌ها، دارای کاربردهایی در صنعت غذا هستند. استفاده از جلبک‌ها برای تغذیه انسان سابقهٔ طولانی دارد و به سال‌های قبل از میلاد می‌رسد [۳]. طی قحطی بزرگی که در اواسط قرن نوزدهم در انگلستان بر اثر آلودگی قارچی سیب زمینی رخ داد، یک نوع جلبک قرمز دریایی جایگزین مهمی برای محصولات سیب زمینی شد [۵].

امروزه نیز در بسیاری از کشورهای آسیایی و اروپایی، به ویژه در کشورهایی که دارای سواحل طولانی با دریاهای آزاد هستند، به شکل‌های مختلفی از جلبک‌ها به‌منظور تغذیه استفاده می‌شود. مشتقات اسید آلژنیک در تهیه سوپ، خامه و سس و دیگر مواد غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرند. با توجه به رشد جمعیت و کمبود منابع کشاورزی در خشکی، این روش‌ها می‌تواند به استفادهٔ بهینه از منابع کمک نماید.

در بخش‌های مختلف جهان بیش از یک صد نوع جلبک که عمدتاً از جلبک‌های قهوه‌ای و قرمز هستند به‌عنوان غذا استفاده می‌شوند [۳].

تعداد اندکی از جلبک‌های سبز نیز که مواد معدنی، ویتامین، قند و پروتئین بالایی دارند، به این منظور مورد استفاده قرار می‌گیرند. برخی جلبک‌های غذایی مهم عبارت‌اند از :

- از جلبک‌های قهوه‌ای، جنس‌های لامیناریا، سارگاسوم و آلاریا معروفند. در ژاپن غذاهای خاصی از لامیناریا و آلاریا تهیه می شود. در آمریکای جنوبی، نوعی جلبک قهوه‌ای را جمع آوری کرده و پس از خشک کردن و نمک زدن، به تدریج به مصرف تغذیه می‌رسانند. جلبک‌های قهوه‌ای در حدود ۱۵٪ پروتئین، ۱۷ نوع اسید آمینه، ۱/۵۶٪ چربی و ۵۷٪ کربوهیدرات دارند. به علاوه، مقادیر مناسبی از مواد معدنی، کاروتن و برخی مواد دیگر را دارا می‌باشند [۷].

- از جلبک‌های قرمز، جنس‌های پورفیرا و کوندروس معروفند. پورفیرا از مهم‌ترین جلبک‌های قرمز است که توسط انسان به عنوان غذا مورد استفاده قرار می‌گیرد. در کشورهای ژاپن، اسکاتلند، انگلستان و آمریکا، با این جلبک‌ها غذاهای محلی خاصی تهیه می‌کنند. در ژاپن سالانه مقادیر زیادی از این جلبک را به‌طور انبوه پرورش می‌دهند [۲].

روش مرسوم در ژاپن اینست که بخش‌هایی از ساحل را در ماه‌های اکتبر تا نوامبر به‌وسیلهٔ فرو کردن نی‌های بامبو، محصور می‌کنند و سپس با استفاده از تورهای نایلونی یا الیاف گیاهی، بستر کشت جلبک پورفیرا را فراهم می‌سازند [۶]. استفاده از پورفیرا در ژاپن قدمتی ۳۰۰ ساله دارد و کشت انبوه آن سالانه درآمد هنگفتی را برای کشور ایجاد می‌نماید.

در ژاپن به تنهایی حدود ۳۰ هزار تن پورفیرا در سال مصرف می‌شود. جلبک پورفیرا غنی از ویتامین‌های A, B, C, D و E است و مقدار قابل توجهی پروتئین دارد. هر ۱۰۰ گرم پورفیرا به طور میانگین ۱۱/۴ گرم آب، ۳۵/۶ گرم پروتئین، ۰/۷ گرم چربی، ۴۴/۳ گرم کربو هیدرات و ۸ گرم مواد معدنی دارد. جلبک قرمز کوندروس به مقدار زیادی در آمریکا و اروپا به مصرف می رسد [۳].

- از جلبک‌های سبز، جنس‌های اولوا و کلرلا معروفند. از اولوا که به خاطر شباهت پهنک آن به برگ گاهوی دریایی شهرت دارد، برای تهیه سالاد و سوپ استفاده می‌شود. یک گونهٔ معروف آن Ulva lactuca است [۱].

کلرلا از جلبک‌های تک یاخته‌ای آب‌های شیرین است و به راحتی به صورت انبوه کشت می‌شود. در کشور کوچک تایوان سالانه بیش از ۱۵۰۰ تن پودر جلبک کلرلا تولید می‌گردد. این جلبک در حدود ۳۰٪ پروتئین، ۱۵٪ چربی، ۳۰٪ کربوهیدرات و ۵ ٪ مواد معدنی دارد و در شرایط مناسب تا ۵۰٪ وزن خشک این جلبک را پروتئین و ۸/۵٪ آن را چربی‌ها تشکیل می‌دهند [۵].

پروتئین‌های کلرلا تمام اسیدهای آمینه ضروری را دارا هستند، از این رو در مسافرت‌های فضایی به عنوان غذا مورد استفاده قرار می‌گیرند. برای تأمین غذای فضانوردان در مسافرت‌های طولانی، دانشمندان با استفاده از کلرلا، یک چرخه اکولوژیک طراحی کرده‌اند. میکرو جلبک‌ها با همه امتیازات برجسته، ارزنده‌ترین ماده زیستی روی کره زمین محسوب می‌شوند. آن‌ها پایه و اساس زنجیره غذایی بوده و از قدرت تکثیر بالایی برخوردارند [۱].

## نقش جلبک‌ها در صنعت

معمولا کشت جلبک‌ها به عنوان یک فعالیت اقتصادی و صنعتی در بسیاری از کشورهای جهان به ویژه کشورهای صنعتی صورت می‌گیرد. تحقیقات مربوط به کشت انبوه جلبک‌ها در ژاپن از سال ۱۹۶۰ شروع شد و برای اولین بار کشت گونه‌ای از جلبک قرمز ژلیدیوم را در حوضچه‌های مخصوصی شروع کردند [۶].

در حال حاضر الگوهای مختلفی از استخرها جهت پرورش جلبک‌های آبزی استفاده می‌شود که شامل انواع مخلوط کن ها، دستگاه‌های کنترل میزان تولید، میزان تغذیه و آلودگی است. در اطراف حوضچه‌ها یا استخرها باید توجه کامل به کف، دیواره‌ها، سقف و یا پوشش آن‌ها مبذول گردد [۱].

کاراژنین یک کمپلکس هیدرات کربن و اسید سولفوریک است که در دیواره سلولی جلبک قرمز از قبیل Eucheuma, Ahnfeltia, Gigartina و عمدتاً در Chondrus crispus یافت می‌شود. این ماده در تهیه خمیر دندان، مواد آرایشی، رنگ‌ها، در پروسه نهایی منسوجات چرم نما، منسوجات، در صنایع تخمیر و دارویی کاربرد دارد [۸]. پزشکان از کاراژنین به‌عنوان داروی انعقاد خون استفاده می‌نمایند. هم‌چنین در تصفیه چغندرقند، مشروبات الکلی و نوشابه‌های غیر الکلی مورد استفاده قرار می‌گیرد. گاهی جلبک Gigartina به‌جای کندروس کریسپوس جهت استحصال کاراژنین مصرف می‌شود. هم‌چنین این ماده به‌عنوان عصاره و شیره لعاب‌دار یا چسب‌دار در صنعت از آن استفاده می‌شود و در صنایع مواد غذایی، داروسازی، نساجی، چرم سازی، آب‌جو سازی به مصرف می‌رسد [۹].

اسید آلژنیک در غشای مشترک و دیواره‌های اولیه برخی از اعضای جلبک‌های قهوه‌ای (Phaeophyceae) وجود دارد. آلژینات‌ها در صنایع لاستیک سازی، رنگ سازی و هم‌چنین در تهیه پارچه و لباس‌های ضد آتش و ظروف پلاستیکی کاربرد دارند. در صنایع صابون سازی و شیشه سازی کلپ-های دریایی به‌عنوان منبع سود مورد استفاده زیادی دارند [۸]. هم‌چنین از کلپ‌ها پتاسیم و ید استخراج می‌شود. در این میان اعضای راسته Laminariales از جلبک‌های قهوه‌ای بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرند. از برخی از جلبک‌های قرمز نظیر Rhodymenia و Polysiphonia که ممکن است ۳ تا ۶ درصد وزن آن‌ها را پتاسیم و ید تشکیل دهد استخراج می-شود. بسیاری از جلبک‌های دریایی از لحاظ آهن، مس، منگنز، بر و غیره غنی می‌باشند [۹].

موارد متعددی از کاربرد صنعتی جلبک‌ها وجود دارد که به چند نمونه اشاره می‌شود:

- تولید دیاتومیت: دیاتومیت یا خاک دیاتومه، رسوباتی است که از پوستهٔ سیلیسی دیاتومه‌ها در کف دریاها و اقیانوس‌ها به وجود آمده است [۱۰]. این رسوبات، طی میلیون‌ها سال بر هم انباشته شده و ضخامت آن‌ها به صدها متر می‌رسد و گاهی توده‌های آن ۱/۶ کیلومتر طول دارد. دیاتومیت خاکی است متخلخل، نرم، بسیار سبک محکم و از نظر شیمیایی خنثی و غیر قابل ترکیب با مواد دیگر و هر لیتر دیاتومیت ۰/۸ کیلوگرم وزن دارد. از دیاتومیت استفاده‌های مختلفی می-شود. از جمله :

– به‌عنوان صافی در تصفیه روغن، شکر و آنتی‌بیوتیک‌ها.

– جهت تهیه پودرهای براق کنندهٔ ماشین و نقره و استفاده در تابلوها، علائم راهنمایی و شماره پلاک خودروها.

– جهت تهیه شیشه‌های مقاوم.

– استفاده از آن در خمیر دندان (براق کننده‌های دندان‌ها).

برخی از پژوهشگران، به‌دلیل اینکه تقریباً ۱۱٪ حجم دیاتومه را روغن تشکیل می‌دهد، آن‌ها را منشأ تشکیل نفت‌های جهان می‌دانند. طبق نظر برخی از این دانشمندان، رسوبات دیاتومه‌ها فسیل شاخص با ارزشی برای اکتشاف میدان‌های زیرزمینی نفت است [۹-۸-۱].

- تولید آگار: آگار ماده ژله مانندی است که از برخی جنس-های جلبک‌های قرمز به‌دست می‌آید. به این گروه از جلبک-های قرمز اصطلاحاً آگاروفیت می‌گویند. از آگار برای تهیهٔ محیط‌های مختلف کشت به‌منظور کشت آزمایشگاهی باکتری‌ها و قارچ‌ها استفاده می‌شود [۶]. جنس‌های مهمی که از آن‌ها آگار به‌دست می‌آید عبارت‌اند از: ژلیدیوم، گراسیلاریا، کوندروس و چند جنس دیگر. دلیل استفاده گسترده از آگار برای تهیه محیط کشت این است که این ماده دارای گالاکتوز و یک سولفات است که در دمای ۱۰۰- ۹۰ درجه سانتی‌گراد ذوب و در دمای پایین‌تر جامد می‌گردد، نکته مهم دیگر که بر ارزش آگار می‌افزاید اینست که این ماده در برابر باکتری تبدیل کنندهٔ ژل بسته به ژل مایع مقاوم است [۶].

در داروسازی، به‌عنوان ماده زمینه برخی داروها، از آگار استفاده می‌شود. برای تهیه بستنی، ژل و شیرینی، هم‌چنین در تهیه فیلم‌های عکاسی، از آگار استفاده می‌گردد. از آگار استفاده‌های متعدد دیگری می‌شود. در کشور ما نیز در سال-های اخیر به استخراج آگار از جلبک‌های قرمز خلیج فارس، توجه شده است [۱۰]. در آب‌های خلیج فارس در مرزهای آبی ایران، در حدود ۴۴ گونه جلبک قرمز شناسایی شده که بسیاری از آن‌ها برای استخراج آگار مناسب هستند. یکی از گونه‌های مناسب که میزان آگار حاصل از آن زیاد است و در خلیج فارس فراوان یافت می‌شود گونهٔ گراسیلاریا کانالی کولاتا می‌باشد. تولید آگار یک صنعت چند میلیون دلاری را در بعضی کشورها ایجاد کرده است [۱۱].

- تولید کاراژینین: کاراژینین ماده است مرکب از چندین قند و ترکیبات دیگر که در دیوارهٔ یاخته‌ای یک گونه جلبک قرمز به نام کوندروس کریسپوس وجود دارد. به این جلبک خزهٔ هلندی می‌گویند. از کاراژینین برای تهیهٔ خمیر دندان، ژل موی سر، لوسیون‌های بهداشتی و زیبایی مختلف، هم-چنین در رنگ‌سازی، پارچه‌بافی، چرم‌سازی و صنایع دارو سازی استفاده می‌شود. در پزشکی از این ماده برای انعقاد خون استفاده می‌شود [۱۲-۱۱].

- تولید آلژینات: آلژینات‌ها مشتقات اسید آلژینیک هستند که به وفور در دیواره جلبک‌های قهوه‌ای وجود دارند. در نقاط مختلف دنیا، از جنس‌های گوناگون جلبک‌های قهوه‌ای برای استخراج آژینات‌ها استفاده می‌شود. از مهم‌ترین جلبک‌های قهوه‌ای برای تهیه آلژینات، جنس‌های لامیناریا، ماکروسیستیس و فوکوس است. از آلژینات‌ها در صنعت لاستیک‌سازی، رنگ‌سازی، تهیهٔ بستنی و تهیهٔ قطعات و لوازم پلاستیکی ضد حرارت استفاده می‌شود. هم‌چنین از مشتقات اسید آلژینیک در تهیهٔ صابون، کرم و سس استفاده می‌گردد [۱۳-۱۱].

- تولید چسب: در ژاپن از برخی از جلبک‌ها نوعی چسب تهیه می‌شود که از آن برای چسباندن اشیاء و نیز به‌عنوان ماده قالب گیری استفاده می‌شود. ترکیب این ماده با اندکی تفاوت شبیه آگار است [۱۱].

- تولید کاغذ عدسی: ژاپنی‌ها از اسپیروژیر برای ساخت نوعی کاغذ مخصوص تمیز کردن عدسی‌های میکروسکوپ، شیشه‌های عینک و دیگر وسایل نوری استفاده می‌نمایند [۱۴].

## نقش جلبک‌ها برای درمان بیماری‌های انسان

اخیراً علاقه زیادی به مواد بیولوژیکی فعال جدا شده از جلبک‌ها و اثر آن‌ها بر روی عملکرد فیزیولوژیک بدن انسان مخصوصاً افزایش قابلیت سیستم ایمنی و فعالیت ضد سرطانی این مواد نشان داده شده است [۱۱].

مواد فعال بیولوژیک جدا شده از جلبک با غلظت (mg/ml ۱۰۰ ) بر روی سلول‌های سرطانی پستان انسان به میزان ۶۸٪ اثرات مهارکننده رشد و بر روی سلول‌های آلوده به میزان

۴۳٪ اثرات کشنده و ۹۰٪ اثرات مهارکننده رشد دارد [۱۵]. بدون اینکه اثرات سوئی بر روی سلول‌های نرمال یعنی فیبروبلاستهای دیپلوئید طبیعی انسان داشته باشد. هم‌چنین خوراندن غذای حاوی ۲٪ جلبک از خانواده لامیناریا به موش‌های ماده باعث اثر مهاری قابل توجهی بر روی تومور زدایی داشته است [۱۱].

گزارش‌هایی در خصوص اثرات ضد ویروسی عصاره جلبک‌های مختلف وجود دارد. عصاره استخراجی حاصل از جلبک‌های قهوه‌ای اثر ضد ویروسی از خود نشان داده است. مطالعات نشان داد که در مصرف کنندگان جلبک، میزان مبتلایان به ایدز به‌طور چشم‌گیری کمتر از افراد دیگر بوده است [۱۶]. کوندروس ماده‌ای محافظ و به‌عنوان نرم کننده و در تهیه مسهلی به نام کوندرمول کاربرد دارد. آگار این جلبک قرمز که به نام آگاریوفیت معروف است به صورت مواد ژلاتینی خشک شده و با دسته‌هایی که شامل نوارهای نازک است و به صورت خرد شده، ورقه ورقه و یا گرانول وجود دارد. رنگ آن زرد مایل به نارنجی و یا زرد مایل به قهوه‌ای و هم‌چنین روشن یا بی‌رنگ نیز دیده می‌شود [۱۱-۱۷].

برخی از جلبک‌ها دارای خواص دارویی هستند. از جلبک-های قهوه‌ای، به‌دلیل داشتن ید برای درمان گواتر استفاده می-شود. از زمان‌های گذشته، چینی‌ها و ژاپنی‌ها، از این جلبک‌ها برای درمان بیماری گواتر استفاده می‌کرده‌اند. امروزه برای درمان گواتر دارویی به نام پالکاتو از برخی جلبک‌های قهوه-ای مثل لامیناریا و سارگاسوم به‌دست می‌آید [۱۸]. پژوهش-های اخیر روی جلبک‌های قرمز و دیگر جلبک‌های دریایی نشان داده که این جلبک‌ها دارای مواد دارویی با ارزشی و ماده خام اولیه در تهیه آگار می‌باشند. میزان تقاضای آن به-دلیل کاربردهای صنعتی، داروسازی، کاغذسازی و صنایع چوب بسیار بالاست [۶].

طبق اطلاعات هر کیلوگرم این ماده ۱۸ دلار به فروش می-رسد. ساخت آگار از گراسیلاریا شبیه ژلی دیوم است اما چون دارای گالاکتان سولفات بیشتری است، رشد فصلی و محلی و پروسه‌های تصفیه الکلی آن نسبت به ژلیدیوم اهمیت بیشتری پیدا کرده است [۲]. فوکوس‌ها تولید کننده اسید آلژینیک، آلژین‌های سدیم، پتاسیم، آلومینیوم و کلسیم که به‌عنوان عوامل امولسیون کننده هستند و در معالجه زخم معده و به‌عنوان مسهل و عوامل تولید کننده ید و برم که در تهیه بسیاری از داروها به‌کار می‌روند، می‌باشند و در صنعت قند سازی هم مورد مصرف دارد [۱۹]. آگار به‌عنوان یک ترکیب امولسیون دهنده و مسهل به مقدار ۴ گرم یک یا دو بار در روز مصرف می‌شود، هم‌چنین جهت تهیه محیط‌های کشت به صورت ژل و جهت امولسیون‌ها و در تهیه بستنی و چسب و نیز تهیه محلول‌های عکاسی و در صنایع نساجی به‌خصوص ابریشم مصرف دارد. در قرن حاضر نیز از آن در درمان تشعشع‌های اتمی و بیماری‌های قلبی و مسمومیت ناشی از جذب فلزات سنگین در بدن انسان‌ها استفاده می‌کنند [۲۰].

پژوهش‌های علمی جدیدی که اخیراً درباره جانداران آزمایشگاهی با استفاده از گونه جلبک‌ها صورت گرفته نشان داده است که مصرف جلبک‌ها در کاهش کلسترول و فشار خون موثر است. از سوی دیگر، جلبک‌ها مقدار زیادی سدیم دارند که ممکن است در برخی افراد موجب افزایش فشار خون شود [۲۱].

امروزه جلبک‌ها منابع اصلی استخراج موادی از قبیل آلژینات‌ها، آگار، کاراگیتان، مانیتول، فوکونیدین و ید می-باشند که هر یک به‌طور گسترده‌ای در صنایع مختلف از جمله صنایع دارویی به‌کار می‌روند [۲۰]. در مورد بررسی اثر ضد میکروبی جلبک کاهوی دریایی تحقیقات پراکنده‌ای صورت گرفته است. در سال ۱۹۸۶ در هند عصاره‌ای مانیتول و تولوئن ۱۵ گونه جلبک دریایی برای فعالیت ضد میکروبی استخراج شد که در بین آن‌ها جلبک کاهوی دریایی بیش-ترین فعالیت ضد میکروبی را نشان داد [۱۵].

در تحقیقی که بر روی ۶ گونه جلبک دریایی در سواحل افریقای جنوبی برای فعالیت ضد میکروبی انجام شد، جلبک-های مورد آزمایش دارای اثرات ضد میکروبی بودند و معمولاً باکتری‌های گرم مثبت حساس‌تر از گرم منفی می-باشند [۲۰]. پزشکان از کاراژنین به‌عنوان داروی انعقاد خون استفاده می‌نمایند. هم‌چنین در تصفیه چغندرقند، مشروبات الکلی و نوشابه های غیر الکلی مورد استفاده قرار می‌گیرد [۱۹]. گاهی جلبک Gigartina به‌جای کندروس کریسپوس جهت استحصال کاراژنین مصرف می‌شود. جلبک‌ها به دلیل دارا بودن ترکیبات ویژه پلی ساکاریدی و نیز ترکیبات دارویی خاص، دارای کاربردهای وسیعی خواه به صورت مصرف مستقیم دارویی و خواه به‌صورت مصرف ترکیبات آن‌ها در طی پروسه‌های داروسازی مورد استفاده قرار می-گیرد [۲۱].

خواص دارویی که برای جلبک‌ها عنوان کرده‌اند بسیار می-باشد، از جمله به‌عنوان مسهل در یبوست‌های دستگاه گوارش، به‌عنوان التیام دهنده زخم‌های دستگاه گوارش و به-عنوان داروهای ضد انگلی دستگاه گوارش و هم‌چنین در کاهش وزن و نیز جلوگیری از بیماری‌های تصلب شرائین از جلبک‌ها استفاده می‌شود [۲۲].

از کاربردهای جدید و مدرن این گیاهان در بیماری توموری است که ترکیبات ضد سرطانی از این گیاهان استخراج شده و برای مقابله با بیماری‌های توموری از آن‌ها استفاده می‌شود. حتی در برخی از منابع به قدرت مقابله این گیاهان در مقابل ویروس ایدز نیز اشاره شده است [۱۶]. هم‌چنین مقابله با ویروس تبخال نیز با کاربرد جلبک‌ها امکان پذیر می‌باشد.

برخی از جلبک‌ها منبع آنتی‌بیوتیک‌ها محسوب می‌شوند و مانع از رشد دیگر باکتری‌ها می‌گردد، به‌عنوان مثال می‌توان از آنتی‌بیوتیک کلرلین نام برد که در جلبک کلرلا یافت می-شود [۱۵]. مواد آنتی‌بیوتیکی که بر ضد باکتری‌های گرم مثبت و منفی مفید واقع می‌باشند به وسیله گونه Ascophyllum nodosum گزارش شده است. هم‌چنین گونه‌های Laminaria digitata و Rhodomela larix و برخی از گونه‌های Polysiphonia و Pelvetia اثرات مشابهی دارند. از نوعی دیاتوم به نام Nitzschia palea یک آنتی بیوتیک موثر علیه باکتری‌ها تولید شده است. گفته می شود این آنتی بیوتیک نسبت به باکتری Escherichia coli بسیار موثر می‌باشد. بیش از ۲۰ جلبک دریایی برای تهیه داروهای دفع کرم‌های انگل دستگاه گوارش و کنترل اسهال و حتی داروهای ضد سرطان مورد استفاده قرار می‌گیرند [۱۵].

در چین، ژاپن و شیلی از جلبک‌ها برای درمان بیماری‌های مجاری ادراری و شش‌ها استفاده می‌شود. از پودر مانیتول که بدون بو است و شیرینی آن نصف شیرینی شکر است، به-عنوان مکمل شکر برای بیماران دیابتی استفاده می‌شود، بدون اینکه زیان آور باشد [۱۱].

## نقش جلبک‌ها در پژوهش‌های زیستی

جلبک‌هایی مثل کلامیدوموناس، کلرلا و استابولاریا در مطالعات فیزیولوژی، سیتولوژی و ژنتیک بسیار مورد استفاده قرار می‌گیرند. از جلبک نیتلا برای نشان دادن حرکات سیتوپلاسمی و تجمع یون‌ها استفاده می شود [۱۱].

در تحقیقات فضایی نیز از کلرلا استفاده می‌گردد. نکته مهم دیگر ارزشی است که آگار برای تهیه محیط‌های رشد باکتری‌ها و قارچ‌ها دارد و آن مقاوم بودن آگار در برابر باکتری‌های تبدیل کننده ژل بسته به ژل مایع است، کما این که مصرف آگار در صنایع داروسازی آمریکا طی دهه‌های اخیر چند برابر شده است [۱۱].

## نقش جلبک‌ها در تصفیه آب

فاضلاب‌های شهری حاوی مقادیر زیادی مواد آلی و معدنی است، ولی اکسیژن آن بسیار کم است. یکی از روش‌های آسان که در ایستگاه‌های تصفیه آب برای تصفیه این نوع فاضلاب‌ها به‌کار می‌رود، ایجاد حوضچه‌های سیمانی کم عمق و با وسعت زیاد است. رشد جلبک‌ها در این حوضچه‌ها

باعث افزایش اکسیژن آن می‌شود. در اثر افزایش اکسیژن، تعداد میکروارگانیسم‌های هوازی در آب زیاد شده و در نتیجهٔ فعالیت آن‌ها، مواد آلی موجود در آب تجزیه می‌گردد. فاضلاب‌ها میکروارگانیسم‌های فاسد و پوسیده را در خود پناه داده و پرورش می‌دهد [۲۳].

استفاده از جلبک‌های سبز و کوچک اندام نظیر: Euglena، Chlamydomonas و Chlorella در مسیر کانال خروجی مخازن بزرگ و کم عمق فاضلابی (اکسیداسیون فاضلابی) سریع‌ترین و کم هزینه‌ترین روشی است که به‌طور موثر می‌تواند مواد فاسد و خطرناک را به کودهای با ارزش و بدون بو تبدیل کند و همانند کاتالیزور عمل می‌کند [۲۴]. رشد این جلبک‌ها به‌عنوان عامل تصفیه کننده در کانال‌های فاضلاب‌ها نیز حائز اهمیت است. این جلبک‌ها برای انجام فعالیت‌های متابولیسم خود نیترات‌ها و فسفات‌ها را مصرف کرده و با انجام پروسه فتوسنتز، اکسیژن آزاد می‌کنند و اکسیژن آزاد شده به باکتری‌های هوازی کمک می‌کند تا در تجزیه مواد خام فاضلاب‌ها فعال باشند فاضلاب‌هایی که عمدتاً از ضایعات صنعتی و شهر نشینی ایجاد شده باشند دارای بسیاری از ترکیات آلی و معدنی هستند که در آن‌ها حل شده و به حالت معلق در آمده است [۲۴].

تصفیه چنین فاضلاب‌هایی غالباً یک امر اکسیژناسیون تلقی می‌شود. لذا پدیده اکسیژنه نمودن به‌وسیله جلبک‌ها بسیار متداول است برخی از جلبک‌ها نظیر Scenedesmus ,Euglena ,Chlorella و Chlamydomonas در این پدیده بسیار موثر واقع می‌شوند. اکسیژنه نمودن فاضلاب‌ها به خصوص در توده‌های کوچک نظیر استخرها ضرورت دارد تا بوی بد از آن‌ها بر طرف گردد. به این ترتیب جلبک‌ها نقش مهمی را در تصفیه فاضلاب‌ها به عهده دارند که گاه به‌صورت طبیعی این پدیده انجام می‌شود.

پروسه فتوسنتز توسط جلبک‌ها سبب وفور اکسیژن می‌شود و اکسیژن تولید شده به مصرف میکروارگانیسم‌ها می‌رسد که میکروارگانیسم‌ها مسئولیت تجزیه نمودن بقایای مواد آلی را در فاضلاب‌ها به‌عهده دارند [۲۵].

## نتیجه‌گیری

امروزه بهره‌برداری از جلبک‌ها در ابعاد صنعتی، کشاورزی، دارویی و غذایی ابعاد بسیار گسترده‌ای یافته و تکنولوژی مدرن برای تولید و بهره‌برداری از جلبک‌ها در کشورهای صنعتی و پیشرفته جهان مورد استفاده قرار می‌گیرد. خوشبختانه در کشور ما نیز بر اثر شرایط جغرافیایی خاص، گسترش جلبک‌ها آن چنان است که بسیاری از گیاهان تولید کننده مواد اولیه دارویی را داریم و می‌توانیم با بهره‌گیری از آن‌ها از ورود این مواد از خارج جلوگیری کنیم. جلبک‌های دریایی در سواحل صخره ای جنوب کشور به‌خصوص سواحل استان سیستان و بلوچستان، هرمزگان و بوشهر به وفور یافت می شوند. طی تحقیقات انجام شده بیش از ۲۵۰ گونه جلبکی در سواحل جنوب کشور شناسایی شده، که بسیاری از گونه‌ها دارای خواص کاربردی بوده و در سطح جهانی از آن‌ها استفاده می‌شود.

درسال ۱۳۷۱ یکصد و هشتاد تن اسیدآلژنیک و املاح و استرهای آن تحت عنوان قرص و گرد خمیر ویژه دهان و دندان جمعاً حدود ۵ میلیون دلار واردات به کشور داشته‌ایم. در حالی‌که با بهره‌گیری از منابع غنی سواحل خلیج چابهار، بوشهر و بندر لنگه ضمن صرفه‌جویی ارزی فراوان، گام‌های بلندی در جهت خودکفایی کشور در این زمینه برداشته خواهد شد.

در کشور ما نیز خوشبختانه در سال‌های اخیر، کشت انبوه جلبک‌های دریایی نیز مورد توجه قرار گرفته است. اخیراً یک مزرعه بزرگ کشت انبوه جلبک های قرمز، قهوه‌ای و سبز در سواحل جنوبی ایران افتتاح گردید. با توجه به تحقیقات انجام شده در زمینه شناسایی و کاربرد جلبک‌های سواحل جنوبی کشور و با توجه به اثرات متعددی که استفاده از جلبک‌ها دارند، لزوم توجه هر چه بیشتر به شناخت این ذخایر و قابلیت‌های کاربردی آن‌ها مشخص شده و لازم است

در مورد اثرات گونه‌های جلبکی سواحل جنوب کشور تحقیقات لازم صورت گرفته تا بر اساس آن بتوان به نحو مطلوب بهره‌برداری بهینه را از این منابع طبیعی ملی انجام داد.

## منابع


[۱] منتظر، س.ح.، بانکه ساز، ز.، صفری، رضا.، ۱۳۸۰، بررسی خواص درمانی جلبک‌ها و موارد استفاده آن‌ها در طب. طب جنوب. (ویژه نامه کنگره سراسری طب و دریا):۵۲-۵۲.

[۲] اکبری، ح.، آفتابسوار، ی.، تمدنی جهرمی، سو.، اجلالی خانقاه، ک.، ملکوتی، م.، ۱۳۸۳، پرورش جلبک قرمز گراسیلاریا ( Gracilaria corticata) در حوضچه‌های فایبرگلاس و استخراج آگار از آن، مجله علمی شیلات ایران (فارسی).، ۱۳(۳):۲۷-۳۸.

[۳] طادی، ف.، نادری بنی، م.، طادی بنی، م.، ۱۳۹۴،خواص جلبک‌های دریایی با تاکید بر خواص دارویی و غذایی،اولین همایش گیاهان دارویی و داروهای گیاهی، تهران ،https://civilica.com/doc/433529.

[۴] نجات خواه معنوی، پ.، ۱۳۹۲، شناسایی و توده زنده ماکروجلبک در منطقه بین جزر و مدی در بندرعباس و بندر لنگه خلیج فارس. فیزیولوژی محیطی گیاهی (پژوهش‌های اکوفیزیولوژی گیاهی ایران). (ویژه نامه):۴۵-۵۶.

[۵] منتظر، س.ح.، بانکه ساز، ز.، صفری، رضا.، ۱۳۸۰، بررسی خواص درمانی جلبک‌ها و موارد استفاده آن‌ها در طب. طب جنوب. (ویژه نامه کنگره سراسری طب و دریا):۵۲-۵۲.

[۶] رضایی، م.ب.، جایمند، ک.، ۱۳۷۶، استخراج آگار از گونه جلبک قرمز. پژوهش و سازندگی. ۳۴ ( ۶۱-۵۸).

[۷] سهرابی‌پور، ج.، نژادستاری، ط.، اسدی، م.، قهرمان، ا. ربیعی، ر.، ۱۳۸۲، تحقیقی پیرامون تولید جلبک قهوه‌ای و تاثیر عوامل اکولوژیک بر روی این گونه‌ها در سواحل بندر لنگه. پژوهش و سازندگی. ۵۹ (۷۰-۶۱).

[۸] غرقی، ا.، رضوانی، س.، کلاهی، گ.، ۱۳۸۰، بررسی و مقایسه بیوپلیمر استخراج شده از جلبک‌های قرمز گونه گراسیلاریا. مجموعه مقالات دومین همایش ملی بیوتکنولوژی جمهوری اسلامی ایران. ۸۷۵-۸۶۹.

[۹] غرقی، ا.، رضوانی، س.، پورغلام، ر.، ۱۳۷۹، تولید بیوپلیمر از جلبک‌ها قرمز گراسیلاریا در سواحل سیستان و بلوچستان. پنجمین همایش علوم و فنون دریایی. بندرعباس.

[۱۰] یوسفی، م.، ۱۳۸۴، تالوفیت‌ها. انتشارات دانشگاه پیام نور. ۲۷۹.

[11] Chapman, VJ., Seaweed and their Uses. with chapterd by DJ Chapman, Chapman and Hill.

[12] Piwowar, A., Harasym, J., 2020, The importance and prospects of the use of algae in agribusiness. Sustainability. Jan;12(14):5669.

[13] Ariede, MB., Candido, TM., Jacome, AL., Velasco, MV., de Carvalho, JC., Baby, AR., 2017, Cosmetic attributes of algae-A review. Algal research. 1;25:483-7.

[14] Seo, YB., Lee, YW., Lee, CH., You, HC., 2010, Red algae and their use in papermaking. Bioresource Technology.

[15] Pane, G., Cacciola, G., Giacco, E., Mariottini, GL., Coppo, E., 2015, Assessment of the antimicrobial activity of algae extracts on bacteria responsible of external otitis. Marine drugs.;13(10):6440-52.

[16] Richmond, A., 1986, Outdoor mass culture of 18-Micralgae. In Handbook of microalgal mass culture, ed, A. Richmond. C.R.C. .Press, Florida. U.S.A. pp.285- 329.

[17] Sharma, OP., 1986, Textbook of algae. Tata McGraw-Hill Education.

[18] Bhagavathy, S., Sumathi, P., Bell, IJ., 2011, Green algae Chlorococcum humicola-a new source of bioactive compounds with antimicrobial activity. Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine. 1;1(1):S1-7.

[19] Anis, M., Ahmed, S., Hasan, MM., 2017, Algae as nutrition, medicine and cosmetic: the forgotten history, present status and future trends. World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences. 20;6(6):1934-59.

[20] Soheili, M., Khosravi-Darani, K., 2011, The potential health benefits of algae and micro algae in medicine: a review on Spirulina platensis. Current Nutrition & Food Science. 1;7(4):279-85.

[21] Pereira, L., 2018, Therapeutic and nutritional uses of algae. CRC Press.

[22] Keshri, JP., 2012, Algae in medicine. Medicinal Plants: Various Perspectives:31-50.

[23] Rao, PH., Kumar, RR., Mohan, N., 2019, Phycoremediation: role of algae in waste management. InEnvironmental Contaminants: Ecological Implications and Management (pp. 49-82). Springer, Singapore.

[24] Sivakumar, R., Rajendran, S., 2013, Role of algae in commercial environment. International Research Journal of Environment Sciences;2(12):81-3.

[25] Sen, B., Alp, MT., Sonmez, F., Kocer, MA., Canpolat, O., 2013, Relationship of algae to water pollution and waste water treatment. Water treatment, 16:335-54.