بررسی خواص ضدباکتریایی عصاره‌های استخراج شده از جلبک سبز *Ulva fasciata* نمونه‌گیری شده از سواحل خلیج فارس

- **رستا عزیزی**: گروه بهداشت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
- **عباسعلی مطلبی***: گروه بهداشت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
- **ملیکا ناظمی**: پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران
- **مصطفی شریف‌روحانی**: موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
- **محمد افشارنسب**: موسسه آموزش عالی خرد، بوشهر، ایران

تاریخ دریافت: آذر ۱۳۹۸ تاریخ پذیرش: اسفند ۱۳۹۸

چکیده

جلبک‌ها دارای تنوع و گستردگی فراوانی هستند ازجمله مهم‌ترین خواص آن‌ها به‌خصوص جلبک‌های سبز وجود خاصیت آنتی‌اکسیدانی و آنتی‌باکتریال بالای عصاره‌های استخراج شده از آن‌ها است، ترکیبات استروئیدی، فلاونوئیدی و تریپنوئیدی از جلبک‌های مختلف جداسازی شده است. وفور وجود جلبک‌ها و استفاده از ترکیبات آنتی‌باکتریال طبیعی جایگزین داروهای دست‌ساز و مصنوعی حائز اهمیت است. مطالعه اثربخشی این ترکیبات به‌عنوان مهارکننده رشد باکتری‌ها به‌خصوص باکتری‌های پاتوژن انسانی و مولد فساد غذایی از مهم‌ترین علل انجام این مطالعه بوده است. بر این اساس فرکشن‌های استخراج شده از جلبک سبز *Ulva fsciata* با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی قابل حل در حلال استونی ارزیابی شد و تاثیر آن بر روی باکتری‌های ترکیبات استخراج شده به‌ترتیب میزان فراوانی و غلظت شامل اوراسیک اسید و فیتول بود. خاصیت آنتی‌باکتریال عصاره‌های استخراج شده از جلبک سبز *Ulva fasciata* جمع‌آوری شده به‌روش غواصی از منطقه خلیج فارس بود که به‌روش in vitro ارزیابی شد. حداقل غلظت ممانعت‌کنندگی، (MIC) و حداقل غلظت کشندگی (MBC) در باکتری گرم مثبت (*Staphylococcus aureus* و *Bacillus subtilis*) و باکتری‌های گرم منفی (*Escherchia coli* و *Salmonella typhi*) ارزیابی شد که بیش‌ترین اثر مهارکنندگی رشد، ۵۰ میکروگرم/میلی‌لیتر مربوط به *S. aureus* و هم‌چنین بیش‌ترین غلظت کشندگی، ۳۰۰ میکروگرم/میلی‌لیتر برای *B. subtilis* به‌دست آمد. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که عصاره استخراج شده از جلبک سبز *Ulva fasciata* دارای خواص ضدباکتریایی هست.

کلمات کلیدی: جلبک سبز، خواص ضدباکتریایی، عصاره، خلیج فارس

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: motalebi@ifro.com

(DOI): 10.22034/aej.2020.121633

مقدمه

جلبک‌های دریایی با ترکیبات زیستی، ساختاری متنوع، فواید سلامتی و برنامه‌های کاربردی پزشکی بسیاری دارند. در میان ترکیبات جلبک دریایی، پلی ساکاریدهای سولفاته، پلیمرهای فعال زیستی حاوی گروه سولفات همی استر، در واحدهای ساده مونوساکارید، که با پیوندهای گلیکوزیدی به‌هم وصل می شوند، به‌خوبی خاصیت آنتی اکسیدان، ضدانعقاد، ضدمیکروبی، ضدسرطان و ضدپیری خود را نشان می‌دهند (Lekeshmi و همکاران ۲۰۱۸). عصاره جلبک‌ها منبعی از ترکیبات مفید و فعال زیستی هستند که تاکنون ترکیبات زیستی متعددی با گستره کاربردی متنوعی هم‌چون اثرات آنتی‌بیوتیکی، ضدویروسی، ضدقارچی و ضدسرطانی از آن‌ها شناسایی و مشتق شده است. جلبک‌ها علاوه بر نقش‌های بوم‌شناختی بسیار مهمی که در طبیعت دارند، به‌دلیل غنی بودن از مواد معدنی و ویتامین‌ها، قرن‌ها به‌عنوان غذایی سالم در رژیم غذایی انسان و یا برای مصارف دارویی مورد استفاده قرار گرفتند (Peymani و همکاران، ۲۰۱۴). افزایش مقاومت‌باکتری‌های پاتوژن به آنتی‌بیوتیک و پیدایش بیماری‌های جدید از چالش‌های بشر است. مقاومت باکتری‌ها در برابر آنتی‌بیوتیک‌ها معمولاً براساس ساز و کارهایی نظیر تولید تخریب‌کننده دارو، تغییر در گیرنده‌های دارو در سطح باکتری، تغییر در ساختار دیواره سلولی باکتری و دستیابی به مسیرهای متابولیک فرعی صورت می‌گیرد که جبران‌کننده واکنش مهارشده دارو هست، که یا به‌صورت موتاسیون (جهش) خود به خودی روی ژن‌های کنترل کننده حساسیت باکتری یا از طریق پلاسمید، از یک باکتری به باکتری دیگر منتقل می‌شود (غفاری و همکاران، ۱۳۹۶). در مطالعات مختلف مشخص گردید که عصاره جلبک دریایی حاوی ترکیبات مختلفی ازجمله آمینواسیدها، آلکالوئیدها، گالیک اسید، ترکیبات استروئیدی، اسیدهای چرب، فنول‌ها، ترکیبات آروماتیک نظیر آلکان‌ها و کتون‌های هالوژن، و نهایتاً پلی‌سولفات‌های مختلف می‌باشد (Hunang و همکاران، ۲۰۱۴). عمده فعالیت آنتی‌اکسیدانی و آنتی‌باکتریالی جلبک‌ها به‌خاطر وجود توکوفرول‌ها و تریپنوئیدها و کاروتنوئیدهاست (Miyashita و همکاران، ۱۹۸۷). جلبک‌های دریایی یکی از غنی‌ترین منابع آنتی‌باکتریال و آنتی‌اکسیدانی به‌شمار می‌روند (Wijesekara و همکاران، ۲۰۱۱). *Ulva fasciata* یکی از جلبک‌های سبز دریازی است و با استفاده از روش تناوب نسل تولیدمثل می‌کند. این جاندار پرسلولی است و دارای دوچرخه زندگی اسپوروفیتی و گامتوفیتی و ازجمله جلبک‌های فصلی می‌باشد که بیش‌ترین تراکم را در فصول زمستان و اوایل بهار دارد و جزو خانواده جلبک‌های سبز Enteromorpha می‌باشد (Hillary و همکاران، ۲۰۱۱). با توجه به فروانی و تنوع جلبک‌های سبز در آب‌های خلیج فارس و دریای عمان در این پژوهش علمی به بررسی اثرات ضدباکتری فرکشن استخراج‌شده از جلبک *Ulva fasciata* پرداخته شد.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری از جلبک: نمونه‌های جلبک *Ulva fasciata* از منطقه بین جزر و مدی روستای شیب دراز در جزیره قشم در دی ماه ۱۳۹۷ جمع‌آوری شدند (شکل۱). پس از شستشو، جلبک‌ها به‌مدت ۴۸ ساعت در سایه خشک و سپس با آسیاب نیمه صنعتی پودر شدند.

شکل ۱: محل جمع‌آوری جلبک *U.fasciata*، جزیره قشم، روستای شیب دراز علامت‌گذاری شده با رنگ قرمز

عصاره‌گیری: پودر تهیه شده از جلبک با استفاده از روش خیساندن (Bligh و Dyer، ۱۹۵۹) انجام شد، به پودرهای تهیه شده استون اضافه شد و به‌مدت ۷۲ ساعت در دمای اتاق و در تاریکی قرار گرفت. پس از گذشت زمان مذکور حلال حاوی متابولیت‌های ثانویه پس از عبور از صافی در دستگاه روتاری در دمای ۳۸ درجه سانتی‌گراد و دور ۱۲۰ قرار داده شد تا تمام حلال استونی تبخیر شد (Acıkara و همکاران، ۲۰۱۱).

تهیه فرکشن استروئیدی-ترپنوئیدی: به‌منظور تهیه فرکشن‌ها عصاره استونی به ستون سیلیکاژل منتقلشد. شستشوی عصاره استونی با حلال‌های ان هگزان- اتیل استات به‌عنوان فاز متحرک با نسبت‌های مختلف انجام شد. فرکشن به‌دست آمده از ستون کروماتوگرافی از نقطه نظر آزمون حضور ترپنوئیدها و استروئیدها مورد بررسی قرار گرفتند (Çitoğlu و همکاران، ۲۰۱۲). فراکسیون‌های به‌دست آمده از ستون کروماتوگرافی شیشه‌ای به‌وسیله لوله موئینه روی صفحات کروماتوگرافی لایه نازک(TLC)لکه‌گذاری شد، سپس به‌منظور خشک شدن به‌مدت ۲۰ دقیقه در معرض هوا قرار داده شد و سپس به مخزن کروماتوگرافی لایه نازک حاولی حلال‌های متانول-کلروفرم-ان بوتانول با نسبت‌های ۷۰:۲۰:۱۰ قرار داده شد. جهت جستجوی ترکیبات ترپنوییدی و استروئیدی ازمعرف وانیلین- اسید سولفوریک، به‌صورت محلول ۱ درصد و انیلین در اتانول و محلول ۵ درصد اسید

(DOI): 10.22034/aej.2020.121633

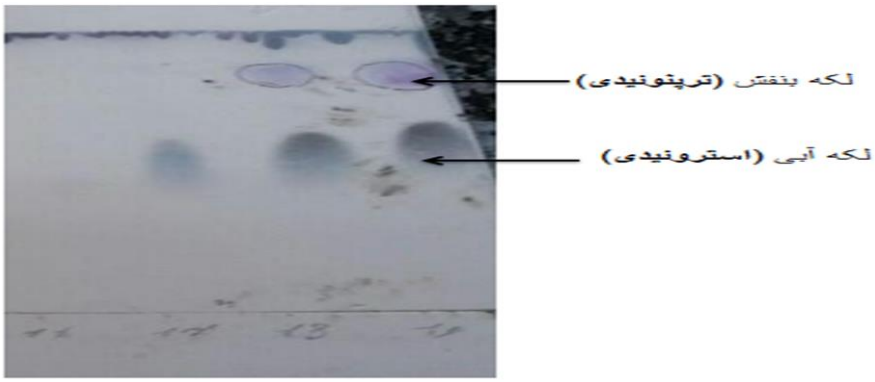
سولفوریک اسید در اتانول به‌صورت اسپری روی صفحه کروماتوگرافی لایه‌نازک استفاده شد. پس از اسپری صفحات کروماتوگرافی لایه نازک درآون و دردمای ۱۱۰ درجه‌سانتی‌گرادبه‌مدت ۱۰ دقیقه قرار گرفتند، تغییرات در نور مرئی بررسی شد (Attaway و همکاران، ۱۹۶۵).

بررسی خواص ضدباکتریایی: بررسی خواص ضدباکتریایی با استفاده از روش براث (Bacterial Broth Dilution Methods) به‌شرح زیر انجام گرفت:

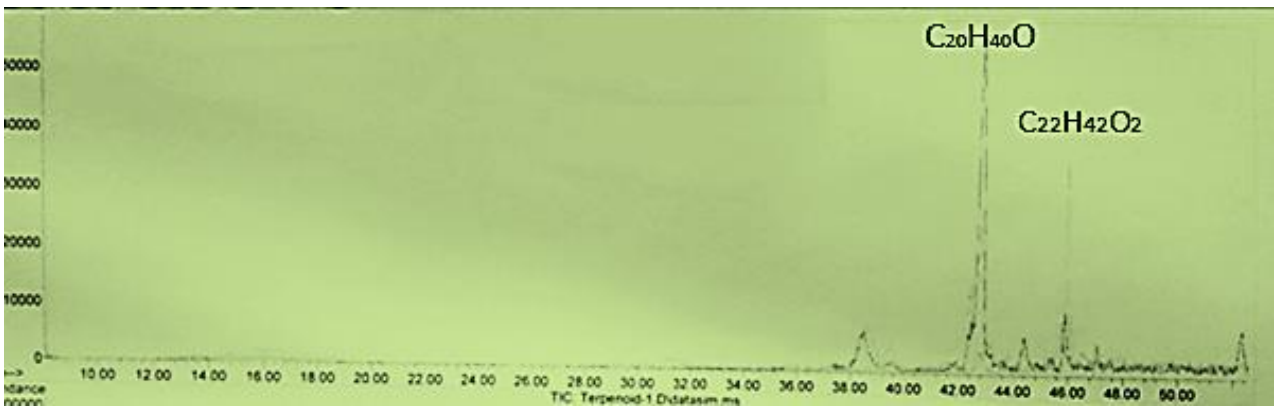
سویه‌های باکتری *Staphylococcus aureus*، *Bacillus subtilis*، *E. coli*، *Salmonella typhi* از مرکز کلکسیون قارچ‌هاو باکتری‌های صنعتی ایران به‌صورت لیوفیلیزه تهیه شد، سپس هر کدام از سویه‌ها کشت اولیه داده شدند و به‌مدّت ۲۴ تا ۷۲ ساعت براساس میزان سرعت رشد باکتری‌ها در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد در انکوباتور قرار داده شدند تا از کلونی‌های تک، به‌منظور انجام آزمایش استفاده شود. پس از رشد باکتری‌ها،کلونی‌های تک ایجاد شده به لوله‌های آزمایش حاوی محیط کشت براث وارد نموده، سپس از فرکشن تهیه‌شده با غلظت‌های ۱۰ تا ۲۰۰۰ میکرو گرم در میلی‌لیتر که در محیط کشت براث حل شده بودند، به لوله‌های فوق افزوده شد. برای درنظر گرفتن شاهد مثبت از آنتی‌بیوتیک‌های تتراسایکلین و آمپی‌سیلین، استفاده شد و به‌عنوان شاهدمنفی به یکی از لوله‌ها ماده‌فعّال بیولوژیک اضافه نگردید. در داخل یک لوله نیز تنها محیط کشت فاقد ماده موثره و باکتری قرار داده شد تا در صورت آلودگی محیطی خطای آزمایش مشخص گردد. سپس سر تمام لوله‌ها با پنبه بسته شد و در انکوباتور با دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد به‌مدّت ۲۴ ساعت قرار داده شد و پس از ۲۴ ساعت مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج

شناسایی ترکیبات فرکشن جداسازی شده از عصاره استونی: براساس شناساگر وانیلین فرکشن‌های حاوی ترپنوئید به رنگ صورتی تا بنفش و فرکشن‌های حاوی استروئید به رنگ آبی تغییر می‌کنند (شکل ۲)، که از سایر فرکشن‌ها جداسازی شدند. با استفاده از کروماتوگرافی گازی (شکل ۳) فرکشن شماره ۱۹ و ۱۸ (ان‌هگزان - اتیل‌استات ۳۰: ۷۰) حاوی ترکیبات، فیتول (Phytol) (IUPAC=(2E,7R,11R)-3,7,11,15-tetramethyl-2-hexadecen-1-ol) با فرمول شیمیایی C20H40O، به‌مقدار ۴۲٪ در دقیقه ۴۲ تا ۴۴ با وزن مولکولی می‌باشد.

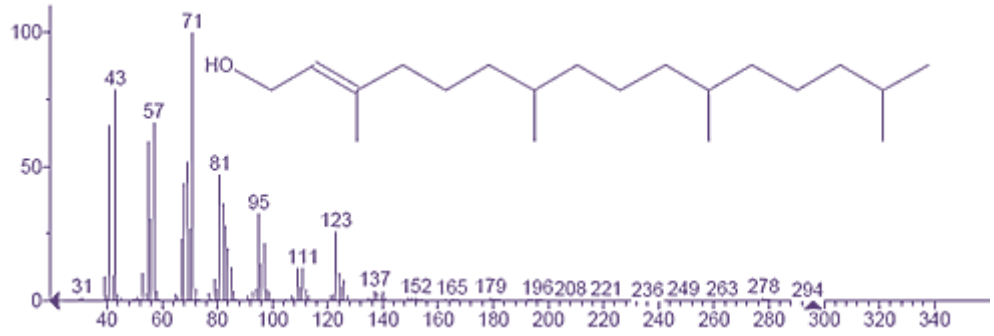


شکل۲: کروماتوگرافی صفحه نازک فرکشن جدا شده از عصاره استونی جلبک *Ulva fasciata*

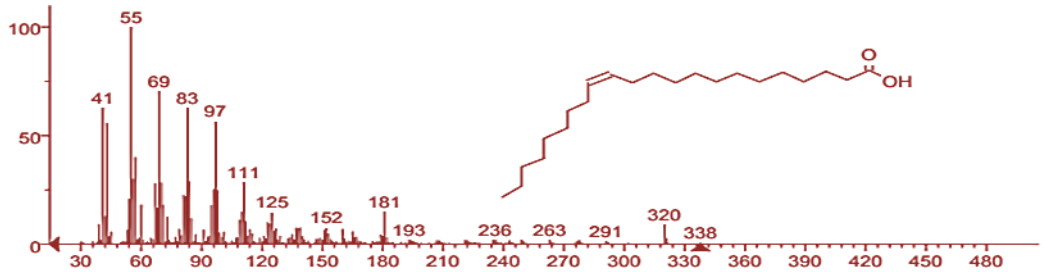


شکل ۳: کروماتوگرام حاصل از تزریق فرکشن شماره ۱۹ و ۱۸ (۲) (ان‌هگزان – اتیل‌استات ۳۰: ۷۰)

(DOI): 10.22034/aej.2020.121633



شکل ۴: طیف کروماتوگرافی حاوی ترکیب فیتول



شکل ۵: طیف کروماتوگرافی حاوی ترکیب اوراسیک اسید

جدول۱: حداقل غلظت ممانعت‌کنندگی فرکشن حاوی ترکیبات فیتول و اوراسیک اسید

باکتری	غلظت فرکشن (میکروگرم/میلی‌لیتر)	غلظت آمپی سیلین (میکروگرم/میلی‌لیتر)
Bacillus subtilis	۱۰۰	۲۰
Staphylococcus aureus	۵۰	۲۰
E. coli	۳۰۰	۵۰
Salmonella typhi	۵۰۰	۵۰

فرکشن حاوی ترکیبات فیتول و اوراسیک اسید روی باکتری‌های باسیلوس سوبتیلیس، استافیلوکوکوس آرئوس، اشرشیاکلی و سالمونلا تیفی اثر ممانعت کنندگی از رشد را نشان دادند.

جدول۲: حداقل غلظت کشندگی باکتریایی فرکشن حاوی ترکیبات فیتول و اوراسیک اسید

باکتری	غلظت فرکشن (میکروگرم/میلی‌لیتر)	غلظت آمپی سیلین (میکروگرم/میلی‌لیتر)
Bacillus subtilis	۵۰۰	۵۰
Staphylococcus aureus	۳۰۰	۵۰
E. coli	۱۰۰۰	۲۰۰
Salmonella typhi	۲۰۰۰	۲۰۰

فرکشن حاوی ترکیبات فیتول و اوراسیک اسید منجر به مرگ تمام باکتری‌های گرم مثبت و منفی مورد آزمایش شد.

بحث

امروزه به‌دلیل تغییر مقاومت باکتری‌های بیماری‌زا یافتن مواد ضدمیکروبی نوین از منابع طبیعی دریایی از اهمیت زیادی برخوردار است (غفاری و همکاران، ۱۳۹۷). متابولیت‌های ثانویه مشتق شده از جلبک‌های دریایی، متنوعند و ازجمله آن‌ها می‌توان به مایکوتوکسین‌ها، آلکالوئیدها، کاروتنوئیدها و ترکیبات فنلی اشاره کرد (Kumar و همکاران، ۲۰۱۳). در سال ۲۰۱۰ مطالعه‌ای در زمینه فعالیت ضدمیکروبی دو گونه ماکرو جلبک *Ascophyl limnodosum* و *Laminaria digita* علیه

(DOI): 10.22034/aej.2020.121633

باکتری‌های گرم مثبت و گرم منفی انجام شد. عصاره‌گیری با استون و متانول انجام شد. عملکرد عصاره متانولی بهتر بود. عصاره جلبک‌ها فعالیت ضدمیکروبی قوی‌تری در برابر باکتری‌های گرم مثبت (*L. monocytogenes* و *S. aureus*) نسبت به باکتری‌های گرم منفی (*E.coli* و *Pseudomonas aeruginosa*) از خود نشان داد (Qiao و همکاران، ۲۰۱۰). از نتایج این پژوهش علمی نیز برداشت می‌گردد فرکشن حاوی ترکیبات فیتول و اوراسیک اسیدروی باکتری‌های گرم مثبت در غلظت بسیار پایین‌تر نسبت به باکتری‌های گرم منفی اثر مهارکنندگی از رشد و کشندگی را نشان می‌دهد (حیدری و همکاران، ۱۳۹۴). به بررسی خواص ضدباکتریایی و ضداکسیدانی سه گونه مختلف از جلبک سبز، قرمز و قهوه‌ای پرداختند، همانند تحقیق حاضر نمونه‌ها از سواحل خلیج‌فارس جمع‌آوری شده است و خاصیت ضدباکتریایی عصاره جلبک سبز نیز بررسی شده است. در مطالعه حاضر برای بررسی خاصیت ضد باکتریایی آزمایش در محیط in vitro و به‌روش broth dilution method انجام شده است. حساسیت بیش‌تر باکتری‌های گرم مثبت به عصاره جلبکی ناشی از اختلاف و تفاوت در ساختار دیواره سلولی و ترکیب آن است (Taskin و همکاران، ۲۰۱۸). در باکتری‌های گرم منفی اعضا خارجی به‌عنوان یک سد در مقابل تعداد زیادی اجسام خارجی مانند آنتی‌بیوتیک‌ها عمل می‌کنند (Toroto و همکاران، ۲۰۱۰). باکتری‌های گرم منفی به‌دلیل داشتن لایه لیپوپلی ساکاریدی غشاء خارجی و هم‌چنین داشتن کانال‌های درگیر در حمل و نقل مواد، ذاتاً نسبت به مواد سمی و رنگ‌های آبدوست و آنتی‌بیوتیک‌ها مقاومت بیش‌تری دارند. در این نوع عصاره هیدروالکلی با توجه به وجود آب و الکل، ترکیبات قطبی بیش‌تری استخراج گردید که می‌توان حساسیت بیش‌تر باکتری‌های گرم مثبت را به‌علت قطبی بودن عصاره‌ها دانست. زیرا که ترکیبات قطبی موجود در عصاره‌ها به‌راحتی از غشاء سلولی باکتری‌های گرم مثبت نفوذ کرده و باعث از بین رفتن آن‌ها شده است (حیدری و همکاران، ۱۳۹۴). از طرفی مطالعات نشان می‌دهد که باکتری‌های گرم مثبت در مقابل عصاره‌های خام جلبکی حساس‌تر هستند (Kandhasamy و همکاران ۲۰۱۰). اجزای فعال زیستی مورد نظر بایستی ترکیباتی با قطبیت کم و چربی‌دوست باشند. با توجه به این نتایج اصلی‌ترین و بیش‌ترین ترکیبات جلبک‌های دریایی را ترکیبات سولفاتی و مواد قندی تشکیل می‌دهد (Derakhshesh و همکاران، ۲۰۱۱). Jayasinghe و همکاران (۲۰۱۸) به مطالعه توالی اسیدچرب و ترکیبات لیپیدی موجود در چهار گونه ماکروجلبک بنادر جنوبی سریلانکا پرداختند. در این مطالعه به بررسی *Ulva lactuca*, *Sargussum wightii*, *Sargussum turbinaria* پرداختند. بیش‌ترین مقدار از ترکیبات اسیدچرب در جلبک سبز *Ulva Lactuca* یافت شد که با مطالعه حاضر که ترکیبات اسیدچرب اولئیک اسید و اوراسیک اسید و هم‌چنین پالمیتیک اسید از جلبک *ULva fasciata* استخراج شده است هم‌خوانی دارد. در این مطالعه مشخص شد که جلبک‌ها بیش‌تر دارای اسیدهای چرب اشباع هستند. Chandrasekaran و همکاران (۲۰۱۹) به بررسی عصاره *U. fasciata* (*U. reticulate (Chlorophyceae*) جمع‌آوری شده از بندر Mannar در هند پرداختند. عصاره‌های استخراج شده بر پایه حلال‌های هگزان، کلروفرم، اتیل استات، استون، متانول بر علیه باکتری *Staphylococcus aureus* (*MTCC 737 & 7443*) انجام شده است. MBC و MIC ترکیبات تعیین شده است. طبق این تحقیق عصاره استخراج شده با حلال اتیل استات حاوی تریپنوئید، تانین و ترکیبات فنولیک بیش‌تر از سایر حلال‌ها شناسایی شده است و بیش‌ترین ترکیب ضدباکتریایی مربوط به جلبک *C Racemose* بوده است و نتیجه به‌دست آمده نشان می‌دهد که عصاره استخراجی از *C. racemosa* جهت بیماری‌های ناشی از *S. aureus* قابل استفاده بوده و خاصیت درمانی دارد. *C. racemose* جز جلبک سبز اقیانوسی محسوب می‌شود و خاصیت ضدباکتریایی عصاره این جلبک طبق این تحقیق ارزیابی شده که *Ulva fasciata* جز خانواده جلبک‌های سبز بوده بنابراین با تحقیق حاضر هم‌خوانی دارد. ترکیبات حلال استفاده شده جهت استخراج عصاره‌های موجود در جلبک‌های متنوع تحقیق Chandrasekaran و همکاران (۲۰۱۹) متنوع بوده و تمام ترکیب استخراج شده است ولی در تحقیق حاضر تنها ترکیبات قابل استخراج در حلال استونی ارزیابی شده است. Chandrasekaran و همکاران (۲۰۱۹) به بررسی هشت ماکروجلبک و خاصیت آنتی‌اکسیدانی و آنتی‌باکتریال پرداختند ترکیبات استخراج شده فنول و فلاونوئید بودند که تاثیر آن بر روی باکتری‌های عامل فساد مواد غذایی و پاتوژن آزمایش شده است. در این تحقیق خاصیت آنتی‌باکتریال ترکیبات استخراج شده مورد تایید قرار گرفته است در تحقیق حاضر نیز خاصیت آنتی‌باکتری عصاره استخراج شده از ماکرو جلبک *Ulva fasciata* ارزیابی و تایید شده است که با تحقیق مذکور هم‌خوانی دارد. Lekshmi و همکاران (۲۰۱۹) به بررسی پلی ساکاریدهای سولفاته در ماکروجلبک‌ها پرداختند. در این تحقیق دو جلبک *Ulva fasciata* و *Padinatetras tromatica* مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش به‌صورت in vitro انجام شده است و ترکیبات به‌دست آمده از این دو جلبک هر دو دارای ترکیبات آنتی‌کواگولانت داشته‌اند و حاوی ترکیبات هپارونوئید بوده است، که از لحاظ علم پزشکی و دارویی بسیار حائز اهمیت و ارزشمند است. ترکیبات پلی ساکاریدی سولفاته در دیواره جلبک *Ulva fasciata* می‌باشد. در تحقیق حاضر گونه *Ulva fasciata* مورد ارزیابی قرار گرفته است، ولی هدف بررسی عصاره استخراج‌شده از جلبک در حلال استونی بوده ولی سایر ترکیبات مورد ارزیابی قرا نگرفته است. با این وجود تحقیق انجام شده توسط

(DOI): 10.22034/aej.2020.121633

همکاران اهمیت و ارزش جلبک *Ulva fasciata*را نشان می‌دهد که بسیار با ارزش است و نشان‌دهنده اهمیت موضوع برای مطالعات بیش‌تر است. Archana و همکاران (۲۰۱۹) به مطالعه خاصیت ضدباکتریایی جلبک سبز *Ulva fasciata* پرداختند، در این مطالعه از سه حلال استونی، متانولی و اتانولی استفاده شده است و خاصیت ضدباکتریایی عصاره‌های استخراجی در محیط in vitro مورد ارزیابی قرار گرفته است. نتیجه به‌دست آمده تاثیر عصاره‌ها را برروی هر دو نوع باکتری گرم مثبت و گرم منفی در محیط کشت انتخابی نشان داده است. استفاده از حلال استونی و اثرگذاری عصاره استخراجی از آن بر روی باکتری‌های گرم مثبت و منفی با مطالعه حاضر هم‌خوانی دارد. Khezri و همکاران (۲۰۱۶) به مطالعه خاصیت آنتی‌باکتریالی و آنتی‌اکسیدانی عصاره متانول و استون سه جلبک *Enteromorpha intestinalis*، *Gracilaria corticata* و *Enteromorpha intestinalis* پرداختند. فعالیت آنتی‌باکتریال عصاره‌های استخراج شده علیه باکتری‌های پاتوژن شامل *Listeria monocytogenes* *Escherichia coli* و *Bacillus subtilis* انجام شده است. عصاره استون برروی باکتری *E. Intestinalis* بیش‌ترین و بالاترین تاثیر آنتی‌اکسیدانی داشته است هم‌چنین دارای بالاترین مقدار عصاره فنولی است. عصاره استونی *E. intestinalis* بیش‌ترین تاثیر را روی باکتری‌های *E. coli* و *B. subtilis* نشان داده است. نتیجه کلی این تحقیق بیانگر این است که عصاره استخراج شده *E.intestinalis* بیش‌ترین تاثیرات آنتی‌اکسیدانی و آنتی‌باکتریال را دارد. ترکیب حلال استفاده شده همانند تحقیق حاضر استونی می‌باشد و در هر دو تحقیق اثر عصاره‌ها بر باکتری *B. Subtilis* ارزیابی شده است.

منابع

۱. **طاهری، م.؛ ایران‌دوست، خ.؛ یوسفی، س. و جمالی، ا.، ۱۳۹۶.** تأثیر هشت هفته برنامه تمرینی تحمل وزن اندام تحتانی و مصرف زیاد کافئین بر زمان واکنش زنان یائسه. نشریه سالمند. دوره ۱۲، شماره ۱، صفحات ۱۸ تا ۲۹.

۲. **فرهادیان، ا. و جعفری، ا.، ۱۳۹۴.** تاثیرات سختی محیط کشت بر خالص‌سازی و تشکیل کلونی در جلبک سبز *Scenedesmus quadricauda*. مجله پژوهش‌های گیاهی. دوره ۲۸، شماره ۵، صفحات ۱۰۶۶ تا ۱۰۷۶.

۳. **غفاری، م.؛ طاهری، ع. و پولادی، س.، ۱۳۹۷.** بررسی خواص ضدمیکروبی جلبک *Dictyita cervicornis* علیه چند سویه باکتری. مجله دانشگاه علوم پزشکی سبزوار. دوره ۲۵، شماره ۲، صفحات ۲۴۱ تا ۲۴۹.

۴. **Attaway, J.A.; Wolford, R.W.; Dougherty, M.H. and Edwards, G.J., 1967.** Methods for the determination of oxygenated terpene, aldehyde, and ester concentrations in aqueous citrus essences. Journal of Agricultural and Food Chemistry. Vol. 15, No. 4, pp: 688-692.

۵. **Chandrasekaran, S.; Zhang, J.; Xiao, W.; Qian, F.; Zhu, C. and Li, Y., 2019.** Efficient 3D printed *pseudo capacitive* electrodes with ultrahigh MnO2 loading. Joule. Vol. 3, No. 2, pp: 459-470. Hange. Vol. 36, No. 4, pp: 233-251.

۶. **Chuang, R.Y.; Johnson, K.M.; Wu, Y.M.; Ching, K.E. and Kuo, L.C., 2013.** A midcrustal ramp-fault structure beneath the Taiwan tectonic wedge illuminated by the 2013 Nantou earthquake series. Geophysical Research Letters. Vol. 40, No. 19, pp: 5080-5084.

۷. **Çitoğlu, G.S.; Acıkara, Ö.B.; Yılmaz, B.S. and Özbek, H., 2012.** Evaluation of analgesic, anti-inflammatory and hepatoprotective effects of licorice from Sternberg fisherman (Herbert) Rupr. Fitoterapia. Vol. 83, No. 1, pp: 81-87.

۸. **Derakhshesh, M.R.; Sina, H. and Nazemi, H., 2011.** The comparison of the microstructure and hardness of Al-B and Al-Mg-B composites.

۹. **Hillary, F.G., 2011.** Determining the nature of prefrontal cortex recruitment after traumatic brain injury: a response to Turner. Frontiers in systems neuroscience. Vol. 5, 24 p.

۱۰. **Hunang, C.; Lyu, W.; Lu, J. and Liu, G., 2014.** Optimizing adsorption of Cu (II) using carboxyl methyl chitosan bentonite compound adsorbent by response surface methodological approach. Journal of Anhui Agricultural University. Vol. 41, No. 3, pp: 479-484.

۱۱. **Jahandideh, S.; Kendall, E.; Low-Choy, S.; Donald, K.; Jayasinghe, R. and Barzegari, E., 2019.** The Process of Patient Engagement in Outpatient Cardiac Rehabilitation Programs. Behavior *C* Yao, B.,

۱۲. **Katlama, C.; Esposito, R.; Gatell, J.M.; Goffard, J.C.; Grinsztejn, B.; Pozniak, A. and Parys, W., 2007.** Efficacy and safety of TMC114/ritonavir in treatment-experienced HIV patients: 24-week results of POWER 1. Aids. Vol. 21, No. 4, pp: 395-402.

۱۳. **Kim, S.K. and Wijesekara, I., 2011.** Anticoagulant effect of marine algae. In Advances in food and nutrition research Academic Press. Vol. 64, pp: 235-244.

۱۴. **Kumar, A.K.; Sharma, S.; Patel, A.; Dixit, G. and Shah, E., 2019.** Comprehensive evaluation of microalga based dairy effluent treatment process for clean water generation and other value added products. International journal of phytoremediation. Vol. 21, No. 6, pp: 519-530.

۱۵. **Lekshmi, N.; Joseph, I.; Ramamurthy, T. and Thomas, S., 2018.** Changing facades of Vibrio cholerae: An enigma in the epidemiology of cholera. The Indian journal of medical research. Vol. 147, No. 2, pp: 133-138.

۱۶. **Peymani, E.; Grip, H.F.; Saberi, A.; Wang, X. and Fossen, T.I., 2014.** H∞ almost output synchronization for hetero geneous networks of introspective agents under external disturbances. Automatica. Vol. 50, No. 4, pp: 1026-1036.

۱۷. **Qiao, L.; Chen, S. and Tan, X., 2010.** Sparsity preserving discriminant analysis for single training image face recognition. Pattern Recognition Letters. Vol. 31, No. 5, pp: 422-429.

۱۸. **Stokkeland, R., 2017.** Using differential pressure and image processing for cuttings transportation measurements (Master's thesis, University of Stavanger, Norway).

۱۹. **Taskin, L.; Al-Amoudi, I. and Vincent, S., 2018.** Sub theme 26: Humanizing Management: Foundations, Precautions, and Prospects.

۲۰. **Zhu, J.S.; Cao, J.M.; Cain, X.L. and Yan, Z.Q., 2004.** The structure of lithosphere in Eurasia and west Pacific. Advance in Earth Sciences. Vol. 19, No. 3, pp: 387-392.

(DOI): 10.22034/aej.2020.121633

Scientific Research Journal of Animal Environment Vol. 12, No. 3, Autumn 2020

Survey of antibacterial Properties of Extracts of Green Algae *Ulva fasciata* collected from Persian Gulf

- **Rasta Azizi:** Department of Food Hygiene, Faculty of Veterinary Medicine, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
- **Abbasali Motallebi*:** Department of Food Hygiene, Faculty of Veterinary Medicine, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
- **Melika Nazemi:** Persian Gulf and Oman Sea Ecological Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Bandar Abbas, Iran
- **Mostafa Sharifruhani:** Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Agricultural Research, Education and Extention (AREEO), Tehran, Iran
- **Mohammad Afsharnasab:** Kherad higher education center, Bushehr, Iran

Received: November 2019 Accepted: February 2020

Key words: Green algae, Antibacterial activities, Natural products, Persian Gulf

Abstract

Algae have a wide variety and diversity, most notably its properties, especially green algae, because of the high antioxidant and antibacterial activity of extracts extracted from them. And the abundance of algae and the use of natural antibacterial alternatives to handmade and synthetic drugs is important. One of the most important causes of this study was the efficacy of these compounds as inhibitors of bacterial growth, especially human pathogenic and food spoilage bacteria. Accordingly, the fractions extracted from *Ulva fasciata* green algae were evaluated using a gas-soluble gas chromatographic apparatus in Estonia and its effect on the extracted bacteria was, respectively, frequency and concentration of Erucic acid, phytol. The antibacterial activity of the extracts of green algae Ulva fasciata collected by scuba diving from the Persian Gulf was evaluated in vitro. Minimum inhibitory concentration (MIC) and minimum bactericidal concentration (MBC in Gram-positive bacteria) of *Staphylococcus aureus*, (*Bacillus subtilis* and Gram-negative bacteria (*Escherchia coli* and *Salmonella typhi*) were evaluated to have the highest growth inhibitory effect, 50 µg/ml for *S. aureus* and the highest lethal concentration, 300 µg/ml for *B. subtilis*. The results of this study showed that the extract of Ulva fasciata green algae has antibacterial properties.

* Corresponding Author's email: motalebi@ifro.com