



اثرات آنتیاکسیدانی و ضدتوموری جلبک‌های خلیج‌فارس: یک مرور نظاممند

عرفان جامعی^۱ ID، محمدرضا گله‌گیریان^۱، معصومه شیروانی^۱، علی صادقی^۱، محدثه مهدی^۱، مریم نکوئی^{۲*}

^۱ کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی بوشهر، بوشهر، ایران

^۲ گروه بیوشیمی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی بوشهر، بوشهر، ایران

چکیده

زمینه: در سال‌های اخیر، جلبک‌های دریابی به دلیل ترکیبات زیست فعال خود، مورد توجه محققان قرار گرفته‌اند. با توجه به ذخایر گسترده جلبک‌های خلیج‌فارس، این مطالعه به بررسی خواص آنتیاکسیدانی و ضدتوموری این جلبک‌ها پرداخته است.

مواد و روش‌ها: مطالعات منتشر شده در مجموعه‌ای از پایگاه‌های معتبر علمی (PubMed، Web of Science، Scopus و Google scholar) به وسیله ترکیبی از عبارات Emtree و MeSH از ابتدا تا سال ۲۰۲۴ جستجو شدند. مطالعات مرتبط با اثرات آنتیاکسیدانی و ضدتوموری جلبک‌های خلیج‌فارس انتخاب و داده‌های مربوط به نام علمی جلبک، ترکیبات مؤثر، حلال‌های استخراج، روش‌های سنجش و ترکیبات مؤثر استخراج شده و به صورت کیفی تحلیل شدند.

یافته‌ها: تعداد ۹۶ مطالعه در این مرور گنجانده شد. بیشترین تعداد مطالعات به جلبک‌های قهقهه‌ای اختصاص داشت. در بین آن‌ها، برخی از گونه‌ها بیشترین فعالیت آنتیاکسیدانی را نشان دادند. همچنین، برخی از عصاره‌های جلبکی، بهویژه عصاره‌های استخراج شده با حلال‌های آلی، قوی‌ترین اثرات ضدتوموری را داشتند. مтанول و اتانول رایج‌ترین حلال‌های مورد استفاده برای استخراج ترکیبات آنتیاکسیدانی از جلبک‌های خلیج‌فارس بودند. علاوه بر این، سایر حلال‌های آلی مانند ان-هگزان، اتیل استات و دی‌کلرومتان، به‌طور کلی در فعالیت ضدتوموری عملکرد بهتری نسبت به حلال‌های آبی داشتند.

نتیجه‌گیری: جلبک‌های خلیج‌فارس به عنوان منبع غنی از ترکیبات زیست‌فعال، پتانسیل بالایی در درمان سرطان و کاهش استرس اکسیداتیو دارند. با این حال، تحقیقات بیشتری برای بهره‌برداری بهینه از این منابع ضروری در پزشکی و توسعه دارو مورد نیاز است.

واژگان کلیدی:

جلبک
آنتیاکسیدان
ضدتومور
خلیج‌فارس

تویین‌نده مسئول:

مریم نکوئی

nekooei.maryam@yahoo.com



دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۱۸
پذیرش: ۱۴۰۳/۱۱/۳۰

پیام کلیدی: جلبک‌های خلیج‌فارس به عنوان منبع غنی از ترکیبات زیست‌فعال، پتانسیل بالایی در درمان سرطان و کاهش استرس اکسیداتیو دارند و می‌توانند در توسعه داروهای جدید مورد توجه قرار گیرند.



Review article

The Antioxidant and Antitumor Effects of Algae from the Persian Gulf: A Systematic Review

E. Jamei ¹ , MR. Gallehgiryan ¹, M. Shiravani ¹, A. Sadeghi ¹, M. Mahdi ¹, M. Nekooei ^{2*}

¹ Student Research Committee, Bushehr University of Medical Sciences, Bushehr, Iran

² Department of Biochemistry, School of Medicine, Bushehr University of Medical Sciences, Bushehr, Iran

Abstract

Background: Marine algae have gained attention due to their bioactive compounds. Given the vast reserves of algae in the Persian Gulf, this study explores the antioxidant and antitumor properties of these algae.

Materials and Methods: Published studies were searched from scientific databases (PubMed, Web of Science, Scopus, and Google Scholar) using a combination of MeSH and Emtree terms from inception to 2024. Studies related to the antioxidant and antitumor effects of Persian Gulf algae were selected, and data regarding the scientific names of the algae, active compounds, extraction solvents, assay methods, and extracted active compounds were qualitatively analyzed.

Results: A total of 96 studies were included in this review. The majority of the studies focused on brown algae, among which certain species exhibited the highest antioxidant activity. Some algal extracts, particularly those obtained using organic solvents, also demonstrated the strongest antitumor effects. Methanol and ethanol were the most commonly used solvents for extracting antioxidant compounds from Persian Gulf algae. Furthermore, other organic solvents such as n-hexane, ethyl acetate, and dichloromethane generally showed better antitumor activity than aqueous solvents.

Conclusion: Persian Gulf algae, as a rich source of bioactive compounds, have significant potential in cancer therapy and oxidative stress reduction. However, further research is required for the optimal exploitation of these resources in medicine and drug development.

Keywords:

Algae
antioxidant
antitumor
Persian Gulf

*Corresponding author:

Maryam Nekooei
nekoeei.maryam@yahoo.com

Received: 2025/01/07
Accepted: 2025/02/18



پیشگیری‌کننده سرطان به طور قابل توجهی مورد بررسی قرار می‌گیرند (۷).

به دنبال مطالعات صورت گرفته، اکوسیستم دریابی مخزن دست نخورده‌ای از ترکیبات فعال بیولوژیکی است و ثابت شده است که ارگانیسم‌های دریابی منابع بسیار بالقوه‌ای برای تجارت‌سازی ترکیبات سودمند دارویی و پزشکی هستند (۸). علاوه بر این به دلیل مصرف بیش از حد گیاهان خشکی‌زی و خطراتی مانند کاهش نسبی آن‌ها و تهدید انقراف برای برخی گونه‌ها، منابع دریابی به عنوان جایگزینی برای مطالعات ترجیح داده می‌شوند (۹). یکی از ارگانیسم‌های فراوان دریابی جلبک‌ها هستند. جلبک‌ها، علاوه بر زیبایی‌بخشی به مناظر زیر آب، به عنوان مواد غذایی و مواد اولیه صنعتی برای انسان و سایر جانداران دارای اهمیت ویژه‌ای هستند. همچنین از دیرباز، جلبک‌های دریابی در رژیم‌های غذایی و به عنوان داروهای سنتی در دنیا مورد استفاده قرار گرفته‌اند. جلبک‌های دریابی، مشابه گیاهان، از انرژی خورشیدی برای تولید کربوهیدرات از دی‌اکسید کربن و آب بهره می‌برند (فتوستترن). با این حال، در مقایسه با گیاهان زمینی ساختار ساده‌تری دارند، چرا که مواد مغذی مورد نیاز خود را مستقیماً از آب اطراف جذب می‌کنند و نیازی به ریشه‌ها یا بافت‌های هدایت‌کننده پیچیده ندارند (۱۰). جلبک‌ها در زیستگاه‌های پیچیده‌ای زندگی می‌کنند و همواره در معرض شرایط تهدید‌کننده قرار دارند که منجر به تشکیل رادیکال‌های آزاد و سایر عوامل اکسید کننده می‌شود. با این حال، بسیاری از شواهد نشان می‌دهد که سلول‌های آن‌ها مکانیسم‌هایی برای سازگاری سریع با محیط دارند و متabolیت‌های ثانویه تولید می‌کنند که از آن‌ها در برابر این آسیب‌ها محافظت می‌کند (۱۱). بنابراین باید در نظر داشت که جلبک‌ها از طیف عظیمی از ترکیبات در مواجهه با بسترها مختلف و شرایط استرس برخوردار هستند که این ترکیبات شامل پلی‌ساقاریدها، ترکیبات فنلی و مشتقات آن‌ها، رنگدانه‌ها، پروتئین‌ها، لیپیدها و اسیدهای چرب قابل جداسازی هستند که می‌توانند دارای خواص ضدمیکروبی، ضدویروسی، ضدقارچی، ضدچربی خون، ضدتوموری، ضددیابت، ضدانعقادی، آنتی‌اکسیدانی و ضدحساسیت باشند (۱۲ و ۱۳).

مقدمه

اکسیژن عنصری است که برای زندگی ضروری است و خواص اکسیداتیو آن نقش حیاتی در پدیده‌های بیولوژیکی متنوع ایفا می‌کند. اما باید توجه داشت که اکسیژن دارای خواص دوگانه است و علاوه بر نقش مؤثر آن بر حیات موجودات، می‌تواند آسیب‌های درون سلولی را با رویدادهای اکسیداتیو تشدید کند (۱). هنگامی که سلول‌ها از اکسیژن برای تولید آدنوزین‌تری فسفات) توسط میتوکندری و یا در اثر عوامل خارجی (الودگی، دود سیگار، تشعشع، دارو) تولید می‌شوند. این محصولات فرعی عموماً گونه‌های اکسیژن فعال (ROS)^۱ و همچنین گونه‌های نیتروژن فعال (RNS)^۲ هستند و نقش عمدہ‌ای در ایجاد بیماری‌های مزمن و دژنراتیو مانند سرطان، آرتربیت، اختلالات خود ایمنی، بیماری‌های قلبی عروقی و عصبی دارند. بدین انسان برای مقابله با اثرات مضر رادیکال‌های آزاد دارای مکانیسم‌های مختلفی به کمک آنتی‌اکسیدان‌ها است که این آنتی‌اکسیدان‌ها می‌توانند هم در داخل بدن و هم از خارج بدن تأمین شوند (۲-۴). اکسیژن فعال ممکن است از طریق دو مکانیسم در سرطان‌زاوی نقش داشته باشد: (۱) القای جهش‌های ژنی ناشی از آسیب سلولی (۲) تأثیر بر انتقال سیگنال و فاکتورهای رونویسی. اینکه کدام مکانیسم را دنبال می‌کند به عواملی مانند نوع گونه‌های اکسیژن فعال درگیر و شدت استرس بستگی دارد. اهداف سلولی تحت تأثیر استرس اکسیداتیو شامل DNA، فسفولیپیدها، پروتئین‌ها و کربوهیدرات‌های غشای سلولی است که DNA اکسید شده و آسیب دیده دارای پتانسیل القای جهش‌های ژنتیکی است. همچنین ثابت شده است، برخی از ژن‌های تلومر، ژن‌های سرکوبگر تومور مانند P53 و دیگر ژن‌های مربوط به چرخه سلولی در حضور رادیکال‌های آزاد مستعد جهش هستند که این موضوع می‌تواند موقعیت انسان را در پی داشته باشد (۵ و ۶). بنابراین از آنجایی که رادیکال‌های فعل اکسیژن نقش مهمی در سرطان‌زاوی و سایر بیماری‌های انسانی ایفا می‌کنند، آنتی‌اکسیدان‌های موجود در منابع طبیعی به عنوان عوامل شیمیابی

¹ Reactive oxygen species

² Reactive nitrogen species

(اصطلاحات موضوعی در Embase) انجام شد تا جستجوی کامل و جامعی به عمل آید. به منظور پوشش دهنده جامع و کامل موضوع، استراتژی جستجو در دو گروه اصلی انجام شد: (۱) مطالعات مرتبط با اثر آنتیاکسیدانی جلبک‌های خلیج فارس با استفاده از عبارات آنتیاکسیدانی "Antioxidant" AND "Algae" AND "Persian Gulf" (۲) مطالعات مرتبط با اثر ضدتوموری جلبک‌های خلیج فارس "Antitumor" AND "Algae" AND "Persian Gulf" با استفاده از عبارات ""Persian Gulf".

معیارهای ورود و خروج

در این مرور نظاممند، به منظور بررسی دقیق و جامع، معیارهای مشخصی برای ورود و خروج مطالعات در نظر گرفته شد. مطالعاتی که به بررسی عملکرد جلبک‌های منطقه خلیج فارس به عنوان یک عامل آنتیاکسیدانی و ضدتوموری منتشر شده به زبان‌های فارسی و انگلیسی، به مطالعات متعددی پرداخته بودند، انتخاب شدند. همچنین مطالعات منتشر شده به زبان‌های ایمن و غیررسمی شناخته شده‌اند (۱۹). برخی مطالعات اطمینان از جامعیت و به روز بودن داده‌ها، مطالعاتی که از ابتداء تا سال ۲۰۲۴ منتشر شده‌اند، در این مطالعه مروری لحاظ شدند. در عین حال، Review برخی از مطالعات مانند مقالات مروری (Articles)، مقالات کنفرانسی، گزارش موردي (Case Report)، مطالعات تکراری، چکیده کنفرانس‌ها، پایان‌نامه‌ها و ثبت اختراقات به دلیل عدم انطباق با معیارهای مطالعه از بررسی کنار گذاشته شدند تا تمرکز مطالعه مروری بر مطالعات اصلی و مرتبط باقی بماند.

غربالگری و استخراج داده‌ها

نرم‌افزار Endnote ویرایش ۲۰/۵ توسط دو نفر از نویسندهای برای غربالگری مطالعات به طور دقیق بر اساس معیارهای ورود و خروج مورد استفاده قرار گرفت. مجموعاً ۴۰۱۶ مطالعه از چهار پایگاه نام برده شده یافت شد که از این تعداد ۳۰۸۱ مطالعه مربوط به گروه اول جستجو (مطالعات مرتبط با اثر آنتیاکسیدانی جلبک‌های خلیج فارس) و ۹۳۵ مطالعه مربوط به گروه دوم جستجو (مطالعات مرتبط با اثر ضدتوموری جلبک‌های خلیج فارس) بود. تعداد ۷۴۶ مطالعه تکراری و ۳۱۷۴ مطالعه به علت عدم تطابق با معیارهای ورود و خروج از مطالعه حذف شدند. تعداد ۹۶ مطالعه مورد

خلیج فارس با برخورداری از ۱۲۶۰ کیلومتر خط ساحلی در امتداد با دریای عمان یکی از غنی‌ترین منابع ارگانیسم‌های مختلف از جمله جلبک‌ها می‌باشد (۱۴). اکنون ۱۵۳ گونه جلبک از سواحل خلیج فارس شناسایی شده است که شامل رودوفیت (جلبک قرمز)، فئوفیت (جلبک قهوه‌ای)، کلروفیت (جلبک سبز)، آگزوانتوفیت (جلبک سبز-زرد) و سیانوفیت (آبی-سبز) هستند (۱۵). عصاره‌های مختلف انواع گونه‌های جلبک در خلیج فارس از نظر خواص آنتیاکسیدانی و ضدتوموری مورد مطالعه قرار گرفته‌اند که شواهد نشان از وجود اثر آنتیاکسیدانی قابل توجه در غلظت‌های مختلف عصاره و بروز میزان چشمگیری اثر ضدتوموری دارد (۱۶ و ۱۷). همچنین یکی از ترکیبات رایج موجود در جلبک‌های قهوه‌ای، پلی‌ساقارید سولفاته فوکوئیدان است که حاوی فعالیت‌های زیستی به ویژه فعالیت آنتیاکسیدانی و ضدتوموری است (۱۸). برخی دیگر از جلبک‌های خلیج فارس به جهت برخورداری از ترکیبات پلی‌فنلی از جمله فلاونوئیدها به عنوان آنتیاکسیدان‌های ایمن و غیررسمی شناخته شده‌اند (۱۹). با این وجود پژوهش‌ها در حوزه کشف اثرات آنتیاکسیدانی و ضدتوموری عصاره و یا ترکیبات استخراج شده از جلبک‌های شناخته شده و یا مجهول همچنان ادامه دارد و سهم ارزشمندی را در توسعه روش‌های درمان و سلامت خواهد داشت.

در این مطالعه مرور نظاممند سعی شده است تا مطالعات انجام گرفته درباره خواص آنتیاکسیدانی و ضدتوموری و ترکیبات فعال موجود در سه گونه جلبک قرمز، قهوه‌ای و سبز بررسی شوند. این بررسی می‌تواند راهنمایی جامع و سودمند برای تحقیقات آینده و آزمایش‌های بالینی ارائه کند و به توسعه درمان‌های نوین با کارایی بیشتر و عوارض جانبی کمتر و ارائه راهکارهایی برای مبارزه با چالش‌های رو به رشد بهداشت و درمان کمک نماید.

مواد و روش‌ها

منابع داده و جستجو

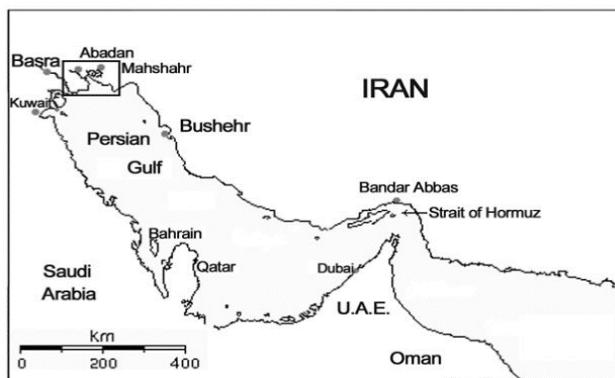
مطالعات در مورد اثر آنتیاکسیدانی و اثر ضدتوموری جلبک‌های خلیج فارس، در پایگاه‌های اطلاعاتی معتبر این حوزه شامل Scopus، Pubmed، Web of Science، Google Scholar، Emtree و MeSH و سیله ترکیبی از عبارات ۲۰۲۴ جستجو شدند. جستجو، به وسیله ترکیبی از عبارات

یافته‌ها

جلبک‌های خلیج فارس

خلیج فارس یک منطقه نیمه محصور شناخته می‌شود که از طریق تنگه هرمز به دریای عمان متصل می‌شود و از غرب به کشورهای جهان عرب محدود می‌شود. خلیج فارس منطقه‌ای با جزر و مد، آب هوای خشک استوایی و منبع گروه بزرگ و متنوعی از ارگانیسم‌های دریایی است (شکل ۱^۵). مطالعات دریاره جلبک‌های خلیج فارس بر روی سه گونه قرمز، قهوه‌ای و سبز انجام شده است که هر کدام از این جلبک‌ها، از ترکیبات و خواص متنوعی برخوردار هستند. تراکم هرگونه در فصول مختلف سال متفاوت است، برای مثال در خط ساحلی استان بوشهر بیشترین تعداد گونه در بهار و پس از آن تابستان، زمستان و پاییز ثبت شده است و از این تعداد، دو جلبک قرمز لورنسیا پنیکولاتا^۳ و لورنسیا پاپیلوسا^۴ و سه جلبک قهوه‌ای سیستوسیره میریکا^۵، سیستوسیره ترینودیس^۶ و پادینا دیستروماتیک^۷ در طول هر چهار فصل سال مشاهده شدند (شکل ۲).

مرور نظام مند قرار گرفتند. در ابتدا، با مطالعه عناوین و چکیده‌های مقالات، هر مقاله که به وضوح شرایط ورود را نداشت حذف شد. سپس، متن کامل مقالات باقی‌مانده با دقت بیشتری بر اساس معیارهای ورود و خروج دوباره غربالگری شدند. در صورت وجود اختلافات بین نویسندها، این اختلافات از طریق بحث و تجزیه و تحلیل حل شدند. اگر اجماع حاصل نشد، قبل از تصمیم‌گیری در مورد گنجاندن مطالعه، نویسنده سوم در مشورت شرکت کرد. داده‌های استخراج شده از مطالعات وارد شده شامل نام علمی جلبک‌ها، نام انواع حلال‌های مورد استفاده به منظور استخراج ترکیبات موجود در جلبک‌ها، نام انواع ترکیبات استخراج شده از جلبک‌ها، روش‌های سنجش اثر آنتی‌اکسیدانی در جلبک‌ها، میزان اثر آنتی‌اکسیدانی جلبک‌ها، انواع رده‌های سلولی مورد بررسی در مطالعات و میزان اثر ضدتوموری جلبک‌ها بودند.



شکل ۱. موقعیت خلیج فارس (۲۲)

Fig 1. Location of the Persian Gulf

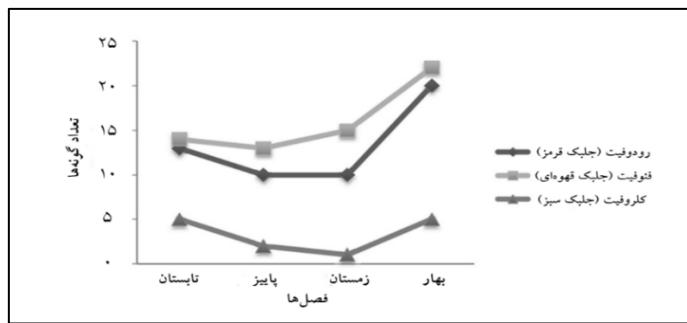
³ *Laurencia paniculata*

⁴ *Laurencia papillosa*

⁵ *Cystoseira myrica*

⁶ *Cystoseira trinodis*

⁷ *Padina distromatice*



شکل ۲. تعداد گونه‌های جلبک دریایی در فصول مختلف در منطقه جزر و مدی بوشهر، خلیج فارس (۲۱)

Fig 2. The number of seaweed species in different seasons in the tidal zone of Bushehr, Persian Gulf

قابل توجهی هستند که برای محققان در ساخت داروهای ضدتوموری مفید واقع شده‌اند (۲۳).

جلبک‌های سبز (Chlorophyte)

کلروفیت‌ها در خلیج فارس به نسبت کمتری مورد مطالعه قرار گرفته‌اند اما تنوع ترکیبات زیست فعال در این گونه از جلبک‌ها نیز حفظ شده است. برای مثال فراکسیون هگزان و فراکسیون متانولی- آبی جلبک سبز *Ulva flexuosa*^۸ جمع‌آوری شده از خلیج فارس، اثر سیتوتوکسیک قابل توجهی علیه رده سلولی T47D نشان داده است (۲۴).

کلرلا^۹ سرده‌ای از ریزجلبک‌های سبز تک سلولی خلیج فارس است. عصاره متانولی جلبک کلرلا نقش مهاری در مرگ سلولی، تولید بیش از حد ROS، تغییرات مورفو‌لوزیکی در سلول‌ها، اختلال در آنزیم‌های آنتیاکسیدانی، پراکسیداسیون لیپیدی، از دست دادن MMP^{۱۰} و فعال شدن کاسپاز^{۱۱} در سمیت ناشی از H2O2 در سلول‌های PC12 را در پی داشته است (۲۵).

گونه‌های مختلفی از ماکروجلبک‌های خلیج فارس که اثرات آنتیاکسیدانی و ضدسرطانی در آن‌ها مورد بررسی قرار گرفته است، در جدول ۱ فهرست شده‌اند.

جلبک‌های قرمز (Rhodophyta)

رودوفیت‌ها منابع غنی از متابولیت‌های ساختاری جدید و فعال بیولوژیکی هستند. آنالیز آنتیاکسیدانی، سیتوتوکسیک و فیتوشیمیایی عصاره دو جلبک قرمز فراوان خلیج فارس نشان دهنده وجود متابولیت‌های اولیه و ثانویه بود و نتایج فیتوشیمیایی و سیتوتوکسیک با چند تفاوت در مورد همه جلبک‌های قرمز خلیج فارس مشابه بود. با توجه به اثر ضدتوموری قابل توجه این گونه، عصاره جلبک قرمز خلیج فارس و اجزای فعال موجود در آن‌ها می‌توانند به عنوان آنتیاکسیدان‌های طبیعی و جایگزین ظاهر شوند و یا به عنوان نقطه شروع برای سنتز داروهای سیتوتوکسیک مؤثرتر عمل کنند (۱۷ و ۸۱).

جلبک‌های قهوه‌ای (Phaeophyceae)

فناوفیت‌ها نیز حاوی انواع متنوعی از ترکیبات زیست‌فعال هستند. عصاره‌ها و فراکسیون‌های جلبک‌های قهوه‌ای خلیج فارس اثرات سیتوتوکسیک متفاوتی را بر انواع مختلف رده‌های سلول سرطانی دارند و توانایی تولید ترکیباتی با خواص امیدوارکننده را دارند که می‌توانند در زمینه زیست پزشکی مورد استفاده قرار گیرند. این ترکیبات دارای خواص آنتیاکسیدانی، ضدالتهابی و ضدتوموری

⁸ *Ulva flexuosa*

⁹ *Chlorella*

¹⁰ Matrix Metalloproteinase

جدول ۱. گونه‌های مختلف ماکروجلبک‌های مطالعه شده از نظر اثرات آنتی‌اکسیدانی و ضدسرطانی در خلیج فارس

نام علمی جلبک	نوع گونه	نوع فعالیت	منابع
<i>Acanthophora muscoidea</i>	قرمز	آنتی‌اکسیدانی	(۲۶)
<i>Acanthophora nayadiformis</i>	قرمز	آنتی‌اکسیدانی	(۲۷)
<i>Botryocladia leptopoda</i>	قرمز	آنتی‌اکسیدانی	(۲۸)
<i>Caulerpa sertularioides</i>	سبز	آنتی‌اکسیدانی	(۲۹)
<i>Chaetomorpha sp</i>	سبز	آنتی‌اکسیدانی	(۳۰-۳۲)
<i>Chlorella sp</i>	سبز	آنتی‌اکسیدانی + ضدسرطانی	(۲۵)
<i>Chondria dasypylla</i>	قهوه‌ای	ضدسرطانی	(۲۴)
<i>Cladophoropsis sp</i>	سبز	آنتی‌اکسیدانی	(۲۸)
<i>Colopomenia sinuosa</i>	قهوه‌ای	آنتی‌اکسیدانی	(۳۳)
<i>Cystoseira indica</i>	قهوه‌ای	آنتی‌اکسیدانی + ضدسرطانی	(۳۴)
<i>Cystoseira myrica</i>	قهوه‌ای	آنتی‌اکسیدانی	(۳۵-۳۷)
<i>Cystoseira trinodis</i>	قهوه‌ای	آنتی‌اکسیدانی	(۳۸-۴۰)
<i>Dictyota indica</i>	قهوه‌ای	آنتی‌اکسیدانی	(۴۱)
<i>Entromorpha intestinalis</i>	سبز	آنتی‌اکسیدانی	(۴۰ و ۳۸)
<i>Fucus trinodis</i>	قهوه‌ای	آنتی‌اکسیدانی	(۴۲)
<i>Galaxaura rugosa</i>	قرمز	آنتی‌اکسیدانی	(۴۲ و ۲۶)
<i>Gracilaria corticata</i>	قرمز	آنتی‌اکسیدانی + ضدسرطانی	(۴۳-۴۶, ۱۷)
<i>Gracilaria folifera</i>	قرمز	آنتی‌اکسیدانی	(۲۸)
<i>Gracilaria gracilis</i>	قرمز	آنتی‌اکسیدانی	(۴۷)
<i>Gracilaria Salicornia</i>	قرمز	آنتی‌اکسیدانی + ضدسرطانی	(۲۸ و ۱۷)
<i>Gracilaria persica</i>	قرمز	آنتی‌اکسیدانی	(۴۸)
<i>Gracillariopsis longissima</i>	قرمز	آنتی‌اکسیدانی	(۲۸)
<i>Hypnea flagelliformis</i>	قرمز	آنتی‌اکسیدانی	(۳۷)
<i>Hypnea hamulosa</i>	قرمز	آنتی‌اکسیدانی	(۴۹)
<i>Iyengaria stellata</i>	قهوه‌ای	آنتی‌اکسیدانی	(۵۰)
<i>Laurencia dendroidea</i>	قرمز	آنتی‌اکسیدانی	(۴۲)
<i>Laurencia papillosa</i>	قهوه‌ای	آنتی‌اکسیدانی	(۲۸)
<i>Laurencia snyderia</i>	قرمز	آنتی‌اکسیدانی	(۳۸ و ۲۷)
<i>Lyngaria stellata</i>	قهوه‌ای	آنتی‌اکسیدانی	(۵۰)
<i>Nannochloropsis oculata</i>	سبز	آنتی‌اکسیدانی	(۴۷)
<i>pachynema Valoniopsis</i>	سبز	آنتی‌اکسیدانی	(۵۱)
<i>Padina australis</i>	قهوه‌ای	آنتی‌اکسیدانی	(۴۹)
<i>Padina boergesenii</i>	قهوه‌ای	آنتی‌اکسیدانی	(۵۰ و ۵۰)
<i>Padina distromatic</i>	قهوه‌ای	آنتی‌اکسیدانی	(۵۴ و ۵۳, ۲۹)
<i>Padina pavonica</i>	قهوه‌ای	آنتی‌اکسیدانی	(۳۶)
<i>Padina sp</i>	قهوه‌ای	آنتی‌اکسیدانی	(۵۶ و ۵۵)
<i>Padina tenuis</i>	قهوه‌ای	آنتی‌اکسیدانی	(۴۱)
<i>Palisada perforata</i>	قهوه‌ای	آنتی‌اکسیدانی	(۵۷)
<i>Picochlorum sp</i>	سبز	ضدسرطانی	(۵۸)
<i>Polycladia myrica</i>	قهوه‌ای	آنتی‌اکسیدانی	(۵۹ و ۵۶, ۲۶)
<i>S. micracanthum</i>	قهوه‌ای	ضدسرطانی	(۴۰)
<i>Sargassum angustitolium</i>	قهوه‌ای	آنتی‌اکسیدانی + ضدسرطانی	(۶۲-۶۳)
<i>Sargassum boveanum</i>	قهوه‌ای	آنتی‌اکسیدانی	(۶۵ و ۶۴, ۲۹)
<i>Sargassum glaucescens</i>	قرمز	ضدسرطانی	(۶۶)
<i>Sargassum oligocystum</i>	قهوه‌ای	ضدسرطانی	(۶۷)
<i>Sargassum sp</i>	قهوه‌ای	آنتی‌اکسیدانی	(۵۵)
<i>Sargassum swartzii</i>	قهوه‌ای	آنتی‌اکسیدانی	(۳۵)
<i>Sargassum tenerimum</i>	قهوه‌ای	آنتی‌اکسیدانی + ضدسرطانی	(۶۸ و ۶۹)
<i>Sargassum vulgar</i>	قهوه‌ای	آنتی‌اکسیدانی	(۶۱ و ۷۰, ۵۶)
<i>Siophysalis trinodis</i>	قهوه‌ای	آنتی‌اکسیدانی	(۵۹ و ۲۶)
<i>Spirogyra sp</i>	سبز	ضدسرطانی	(۷۱)
<i>Stoechospermum marginatum</i>	قهوه‌ای	آنتی‌اکسیدانی	(۷۶ و ۷۳)
<i>Ulva clathrate</i>	سبز	آنتی‌اکسیدانی	(۱۹)
<i>Ulva flexuosa</i>	سبز	آنتی‌اکسیدانی + ضدسرطانی	(۲۴ و ۱۹)
<i>Ulva intestinalis</i>	سبز	آنتی‌اکسیدانی	(۷۵ و ۱۹)
<i>Ulva linza</i>	سبز	آنتی‌اکسیدانی	(۷۵)

کورتیکاتا^{۱۱}، سیستوزیرا میریکا^{۱۲}، کولوپومنیا سینووسا^{۱۳} با اختلاف، بیشترین تعداد مطالعات را به خود اختصاص دادند. این امر ممکن است به دلیل اثرات برجسته این

در بررسی مطالعات مرتبط با اثرات آنتی‌اکسیدانی و ضدتوموری جلبک‌های خلیج فارس (جدول ۱)، ماکروجلبک‌های سارگاسوم آنگوستیفویلیوم^{۱۴}، گراسیلاریا

¹¹ *Sargassum angustifolium*

¹² *Gracilaria corticata*

¹³ *Cystoseira myrica*

¹⁴ *Colopomenia sinuosa*

فعالیت‌های آنتیاکسیدانی منحصر به فردی را از خود نشان می‌دهند (^{۵۵}). به منظور استخراج ترکیبات آنتیاکسیدانی متنوع از جلبک‌های خلیج فارس، از حلال‌های گوناگون با قطبیت و نسبت‌های مختلف استفاده شده است که شامل آب، متانول، اتانول، کلروفروم، استون، ان-هگزان، اتیل استات، دی‌کلرومتان و ان-بوتانول هستند (^{۴۳}, ^{۵۹} و ^{۷۸}). مطالعات گوناگونی در حوزه بررسی اثر آنتیاکسیدانی انواع عصاره و ترکیبات جلبک‌های خلیج فارس انجام شده است (جدول ^۲). استفاده از آزمون‌های متنوع مانند TAC, DPPH, FIC, ABTS, FRAP, RP و TPC نشان‌دهنده یک ارزیابی جامع و چندوجهی از فعالیت آنتیاکسیدانی جلبک‌های خلیج فارس می‌باشد. در برخی مطالعات از مخلوط آب و اتانول در نسبت‌های مختلف (^{۳۰}:^{۷۰}, ^{۵۰}:^{۵۰} و ^{۷۰}:^{۳۰}) برای استخراج ترکیبات فعال از جلبک‌ها استفاده شده است. متانول و اتانول به عنوان حلال‌های غالب در بسیاری از مطالعات مشاهده شده است که نشان‌دهنده استفاده گسترده از این حلال‌ها برای استخراج ترکیبات آنتیاکسیدانی از جلبک‌های خلیج فارس است. فعالیت آنتیاکسیدانی برخی از ترکیبات خاص مانند فوکوئیدان، آژینات و فوکوگزاناتین موجود در جلبک‌های خلیج فارس، به طور جداگانه ارزیابی شده است. غلظت عصاره و ترکیبات مختلف جلبک‌های خلیج فارس از مقادیر کم مانند ^{۳۲۰۰}/_۰ میلی‌گرم/ میلی‌لیتر تا مقادیر بالا مانند ^{۱۰۰}/_۰ میلی‌گرم/ میلی‌لیتر متغیر هستند. بنابراین فعالیت آنتیاکسیدانی در جلبک‌ها به غلظت عصاره‌ها وابسته است. به عنوان مثال، سارگاسوم آنگوستیفولیوم^{۲۰} در غلظت ^{۱۸}/_۰ میلی‌گرم/ میلی‌لیتر متغیر هستند. بنابراین فعالیت را داشت، در حالی که در برخی از جلبک‌های خلیج فارس مانند سارگاسوم سوارتنزی^{۲۱} و هیپنیا فلازیفرمیس^{۲۲}، بالاترین اثر آنتیاکسیدانی در غلظت‌های ^۱ میلی‌گرم/ میلی‌لیتر مشاهده شد. عصاره‌های اتیل استات و متانولی در بیشتر جلبک‌ها به طور قابل توجهی توانستند بالاترین

گونه‌ها، نتایج مثبت دریافت شده از این گونه‌ها در آزمون‌های مربوطه، فراوانی و میزان در دسترس بودن آن‌ها باشد. همچنین از میان سه گونه جلبک قرمز، قهوه‌ای و سبز به ترتیب بیشترین تعداد مطالعات به جلبک‌های قهوه‌ای اختصاص دارد. پس از آن، جلبک‌های قرمز در رتبه دوم و جلبک‌های سبز در رتبه سوم قرار می‌گیرند.

خواص آنتیاکسیدانی جلبک‌ها

به طور کلی ماکروجلبک‌ها قادر به تولید طیف گسترده‌ای از متابولیت‌های ثانویه مانند پلی‌فنل‌ها، فلاونوئیدها، استرونئیدها، فلوروتانین‌ها، کاروتونئیدها، آکان‌ها، کتون‌ها و پلی‌ساقاریدهای جلبکی از جمله فوکوئیدان، آسکوفیالان، آژینات، کاراگینان و بسیاری از ترکیبات دیگر هستند که هرکدام از این ترکیبات می‌توانند از قابلیت مهار رادیکال‌های آزاد برخوردار باشند (^{۲۶} و ^{۷۶}). به طور کلی جلبک‌ها رنگدانه‌های متنوعی جهت فتوستنتز تولید می‌کنند که آن‌ها را می‌توان به سه گروه بزرگ طبقه‌بندی کرد: کلروفیل‌ها، کاروتونئیدها و فیکوبیلین‌ها. در داخل کاروتونئیدها گزاناتوفیل‌ها قرار دارند که گزاناتوفیل‌ها (فوکوزانتین^{۱۵}, آستاگزاناتین^{۱۶}, لوتنین^{۱۷}, زاگزاناتین^{۱۸} و β -کربیتوکساناتین^{۱۹}) نوعی کاروتونئید با فعالیت ضدتومور و ضدالتهابی هستند و به دلیل برخوردار بودن از ساختار شیمیایی غنی از پیوندهای مضاعف دارای خواص آنتیاکسیدانی می‌باشند (^{۷۰} و ^{۷۷}). فوکوگزاناتین نیز به عنوان یکی از مهم‌ترین کاروتونئیدها (گزاناتوفیل‌ها) شناخته می‌شود که در محیط‌های دریایی به فراوانی یافت می‌شود و مسئول فعالیت‌های ارزشمند بیولوژیکی مانند فعالیت آنتیاکسیدانی است (^{۴۱}). رایج‌ترین پلی‌ساقاریدهای سولفاته استخراج شده از گونه‌های مختلف جلبکی شامل گالاكتان از جلبک‌های قرمز، الوان از جلبک‌های سبز و فوکوئیدان از جلبک‌های قهوه‌ای است که با توجه به عواملی مانند فصل جمع‌آوری جلبک، گونه جلبک و روش استخراج پلی‌ساقارید سولفاته از جلبک،

^{۱۵} Fucoxanthin

^{۱۶} Astaxanthin

^{۱۷} lutein

^{۱۸} zeaxanthin

^{۱۹} β -cryptoxanthin

^{۲۰} Sargassum angustifolium

^{۲۱} Sargassum swartzii

^{۲۲} Hypnea flagelliformis

ماسیراسیون، تأثیر مستقیمی بر فعالیت آنتیاکسیدانی جلبک‌های خلیج‌فارس داشت. به عنوان مثال، جلبک پارینی^{۲۳} با استفاده از روش استخراج اولتراسوند بالاترین مقدار فنول کل را نشان داد.

قدرت آنتیاکسیدانی را نشان دهنده، عصاره اتیل استات جلبک سارگاسوم آنگوستیفولیوم، بیشترین فعالیت مهار رادیکال آزاد را از خود نشان داد. همچنین استفاده از روش‌های مختلف استخراج مانند اولتراسوند و

جدول ۲. بررسی اثر آنتیاکسیدانی جلبک‌های خلیج‌فارس در مطالعات مختلف

منابع	نتایج	آزمون و مقیاس آزمون	غله	حلال یا ترکیب	نام جلبک
(۶۲)	بالاترین اثر آنتیاکسیدانی جلبک <i>Sargassum angustifolium</i> در نسبت ۷۰:۳۰ حلال آب-اتanol مشاهده شد عصاره ای جلبک <i>Cystoseria merica</i> فعالیت آنتیاکسیدانی را نسبت به عصاره ای سایر جلبک‌ها داشت و عصاره‌های اینی / اتانول در جلبک <i>Sargassum angustifolium</i> بالاترین قدرت آنتیاکسیدانی را از خود نشان داد توانایی شلایق تندگی یون آهن (۹۷/۱۲) در (درصد) غله ۲ میلی‌گرم / میلی‌لیتر جلبک یالا بو د پیشترین جذب نوری (فعالیت آنیاکسیدانی) با حدب ۷۹% مربوط به جلبک سبز <i>Iyengaria stellata</i> است بیشترین قدرت اثر آنیاکسیدانی مربوط به عصاره آب-اتanol جلبک <i>Sargassum angustifolium</i> در غله ۵/۰ میلی‌گرم / میلی‌لیتر است بالاترین فعالیت آنتیاکسیدانی کل در آب ۱۰۰ در درصد و استون ۵۵ در درصد به ترتیب با مقادیر ۷/۰٪ میلی‌گرم آسکوربیک بر گرم پور جلبک خشک شده بو د عصاره‌های گونه <i>H. hamulosa</i> میلی‌گرم اسیداکسوربیک بر گرم پور جلبک خشک شده دارای فعالیت آنتیاکسیدانی کل بالاتری بو دند نسبت به جلبک <i>Gracilaria corticata</i> بیشترین اثر آنتیاکسیدانی در غلله ۱ (میلی‌گرم / میلی‌لیتر) در بیشترین اثر آنتیاکسیدانی در غلله ۱ (میلی‌گرم / میلی‌لیتر) از عصاره متابولوی عصاره هیدروکالکی جلبک به میزان ۵۶۴/۹ میلی‌گرم میلی‌گرم آسکوربیک اسید / گرم پور جلبک خشک دارای اثر آنتیاکسیدانی است بالاترین فعالیت آنتیاکسیدانی را عصاره اتانولی برگ مرخت حرا داشت و کمترین مقادیر را عصاره متانولی گونه <i>myrica</i> دانش بالاترین فعالیت آنتیاکسیدانی به میزان ۹۱۴/۷ میکرومول آهن / گرم عصاره به جلبک سبز <i>Entromorpha intestinalis</i> تعاق دارد	TAC (میلی‌گرم / گرم) آسکوربیک اسید / گرم پور جلبک خشک (میلی‌گرم / میلی‌لیتر)	۴۰ (میلی‌گرم / میلی‌لیتر)	آب-اتanol در نسبت‌های ۷۰:۳۰ و ۵۰:۳۰ و ۷۰:۷۰	<i>Sargassum angustifolium</i>
(۳۳)	بالاترین ای جلبک <i>Cystoseria merica</i> فعالیت آنتیاکسیدانی را نسبت به عصاره ای سایر جلبک‌ها داشت و عصاره‌های اینی / اتانول در جلبک <i>Sargassum angustifolium</i> بالاترین قدرت آنتیاکسیدانی را از خود نشان داد توانایی شلایق تندگی یون آهن (۹۷/۱۲) در (درصد) غله ۲ میلی‌گرم / میلی‌لیتر جلبک یالا بو د پیشترین جذب نوری (فعالیت آنیاکسیدانی) با حدب ۷۹% مربوط به جلبک سبز <i>Iyengaria stellata</i> است آب-اتanol، اتانول، آب	DPPH (درصد)	ذکر نشده	<i>Colopomenia sinuosa</i> , <i>astralis Padina</i> , <i>Cystoseria merica</i> , <i>Sargassum angustifolium</i>	
(۷۹)	آب-اتanol در نسبت‌های ۷۰:۳۰ و ۵۰:۳۰ و ۷۰:۷۰	FIC (درصد)	۲/۰ و ۷/۰ و ۰/۵ و ۰/۵ (میلی‌گرم / میلی‌لیتر)	آب	<i>Iyengaria stellata</i>
(۴۰)	اتanol (۷۰ درصد)	RP (جذب نوری)	۱ (میلی‌گرم / میلی‌لیتر)	اتanol (۷۰ درصد)	<i>Laurencia snyderia</i> , <i>Entromorpha intestinalis</i> , <i>Cystoseira trinodis</i>
(۸۰)	آب-اتanol، اتانول، آب	DPPH (درصد)	۹/۰ و ۷/۰ و ۰/۲۰ و ۰/۵۹ و ۰/۵۹ و ۰/۳۵ و ۰/۱۶ و ۰/۰۱۸ و ۰/۰۰۸ (میلی‌گرم / میلی‌لیتر)	آب-اتanol، اتانول، آب	<i>Sargassum angustifolium</i>
(۷۸)	آب، استون، متانول، اتانول (در ۷۰:۳۰:۵۰:۷۰)	TAC (میلی‌گرم / گرم) آسکوربیک اسید / گرم پور جلبک خشک (میلی‌گرم / میلی‌لیتر)	ذکر نشده	آب، استون، متانول، اتانول، اتانول (در ۷۰:۳۰:۵۰:۷۰)	<i>Hypnea hamulosa</i>
(۴۹)	آب، متانول، اتانول، استون (در نسبت‌های ۵۰:۵۰:۱۰۰)	TAC (میلی‌گرم / گرم) اسیداکسوربیک / گرم پور جلبک خشک شده (میلی‌گرم / میلی‌لیتر)	ذکر نشده	آب، متانول، اتانول، استون (در نسبت‌های ۵۰:۵۰:۱۰۰)	<i>Hypnea hamulosa</i> , <i>Gracilaria corticata</i>
(۸۲)	اتanol (۹۰ درصد)	DPPH (درصد)	۱ (میلی‌گرم / میلی‌لیتر)	اتanol (۹۰ درصد)	<i>Colpomenia sinousa</i>
(۳۴)	ان-هگزان، اتانول، متانول، کلروفورم، آب	RP (جذب)	۱ (۰/۱۰ و ۰/۱۰ و ۰/۱۰ و ۰/۱۰ و ۰/۱۰ و ۰/۱۰) (میلی‌گرم / میلی‌لیتر)	ان-هگزان، اتانول، متانول، کلروفورم، آب	<i>Cystoseira indica</i>
(۸۳)	اتanol (۷۰ درصد)	TAC (میلی‌گرم / گرم) آسکوربیک اسید / گرم پور جلبک خشک (میلی‌گرم / میلی‌لیتر)	۱ (میلی‌گرم / میلی‌لیتر)	اتanol (۷۰ درصد)	<i>Sargassum boveanum</i>
(۸۴)	اتanol، متانول	DPPH (درصد)	۴۰ و ۳۰ و ۲۰ (میلی‌گرم / میلی‌لیتر)	اتanol، متانول	<i>Cystoserriaceae myrica</i> , <i>Gracilaria corticata</i>
(۳۸)	اتanol (۷۰ درصد)	FRAP (میکرومول آهن / گرم) عصاره	۱ (میلی‌گرم / میلی‌لیتر)	اتanol (۷۰ درصد)	<i>Entromorpha intestinalis</i> , <i>Cystoseira myrica</i> , <i>Gracilaria corticata</i>

^{۲۳} *Padina*

(۴۸)	عصاره اتیل استاتی Hypnea flagelliformis ۲۲۵۰ دارای بیشترین مقادیر ظرفیت آکسیدانی کل می‌باشد. بالاترین فعالیت آنتیاکسیدانی در عصاره Hypnea flagelliformis به میزان ۱۲۵۰ میلی گرم/میلی لیتر است.	TAC (میلی گرم آسکوربیک اسید/گرم) پودر جلبکی خشک)	۳ (میلی گرم)/ میلی لیتر)	ان-هگزان، اتیل استات، متانول	Gracilariaopsis persica, Hypnea flagelliformis
(۵۱)	متانولی جلبک Sargassum tenerimum در غلظت ۱ میلی گرم/میلی لیتر به میزان ۸۸٪ است شاخص آنتیاکسیدانی براساس IC50 به روش اوتواسوند ۹۲ و به روش ماسیراسیون ۴۲ میلی گرم/میلی لیتر است	DPPH (درصد)	۱۰٪ (میلی گرم/میلی لیتر)	متانول، ان-هگزان، دی-کلرومتان، کلروفرم	Valoniopsis pachynema,Sargassum tenerimum
(۵۴)	بالاترین فعالیت آنتیاکسیدانی در عصاره Padina distromatica به میزان ۱۰٪ است	(IC50) DPPH	ذکر نشده	متانول، ان-هگزان، ان-بوتanol	Padina distromatica
(۴۲)	آنتیاکسیدانی در عصاره Fucus trinodis کلروفرمی جلبک آنتیاکسیدانی در عصاره Fucus trinodis به میزان ۲/۹٪ است بالاترین فعالیت آنتیاکسیدانی در عصاره آنی جلبک Sargassum boveanum در غلظت ۳ (میلی گرم/میلی لیتر) به میزان ۹٪ بود	TAC (میلی گرم آسکوربیک اسید/گرم) عصاره	۳٪ و ۷۵٪ (میلی گرم/میلی لیتر)	ان-هگزان، کلروفرم، اتانول	Sargassum boveanum,Fucus trinodis, Laurencia dendroidea, Galaxaura rugosa
(۶۴)	عصاره متانولی در غلظت ۱ (میلی گرم/میلی لیتر) به میزان ۳٪/۰/۸٪ افزایش یافت بالاترین فعالیت آنتیاکسیدانی مرغوب به عصاره اتیل استاتی با ۹٪ درصد مهار در غلظت ۱ (میلی گرم/میلی لیتر) بود	DPPH (درصد)	۱۰٪ (میلی گرم/میلی لیتر)	اتانول، آب	Sargassum boveanum
(۲۵)	بالاترین فعالیت آنتیاکسیدانی در عصاره chlorella sp به میزان ۰/۸٪ است آنتیاکسیدانی در غلظت ۱ (میلی گرم/میلی لیتر) به میزان ۳٪/۰/۸٪ افزایش یافت	FRAP (میکرومول آهن/گرم عصاره)	۰/۲٪ (میلی گرم/میلی لیتر)	متانول، کلروفرم، اتیل استات، اتانول	chlorella sp
(۳۹)	آنتیاکسیدانی در غلظت ۱ (میلی گرم/میلی لیتر) به میزان ۰/۵٪ است بالاترین فعالیت آنتیاکسیدانی در عصاره Cystoseira trinodis به میزان ۰/۵٪ است	DPPH (درصد)	۰/۵٪ (میلی گرم/میلی لیتر)	متانول، کلروفرم، اتیل استات، ان-هگزان	Cystoseira trinodis
(۵۹)	آنتیاکسیدانی پلی‌ساکارید خام به میزان ۸٪/۷٪ در Sirophysalis trinodis جلبک آنتیاکسیدانی این جلبک به میزان ۳٪/۶٪ میلی گرم در گرم است فعالیت آنتیاکسیدانی در تابع حلال‌های عصاره جلبک بالاتر از Chaetomorpha sinuosa به میزان ۳٪/۰٪ بود	TAC (میلی گرم آسکوربیک اسید/گرم) پودر جلبکی خشک)	۵٪ (میلی گرم/میلی لیتر)	پلی‌ساکاریدهای خام	Sirophysalis trinodis, Polycladina myrica
(۷۹)	آنتیاکسیدانی این جلبک به میزان ۳٪/۶٪ میلی گرم در گرم است فعالیت آنتیاکسیدانی در تابع حلال‌های عصاره جلبک بالاتر از Chaetomorpha sinuosa به میزان ۳٪/۰٪ بود	TAC (میلی گرم آسکوربیک اسید/گرم) پودر جلبکی خشک)	۵٪ (میلی گرم/میلی لیتر)	آب	Iyengaria stellata
(۳۱)	بالاترین فعالیت آنتیاکسیدانی در عصاره Palisada perforata جلبک به میزان ۳٪/۰٪ بود عصاره‌های آنتی استاتی و متانولی Palisada perforata در هر سه غلظت فعالیت مهاری پیکاری شدن دادند به میزان ۳٪/۱٪ و ۸٪/۵٪ فعالیت فعالیت‌های مهار را نشان داد	DPPH (درصد)	ذکر نشده	استون، اتانول، متانول، آب (سبت آب خالص ۰٪ و ۳٪: ۷٪ برای سایر حلال‌ها)	Chaetomorpha sp, Colpomenia sinuosa
(۳۵)	آنتیاکسیدانی در عصاره Sargassum swartzii متانولی جلبک به میزان ۳٪/۰٪ بود عصاره‌های آنتی استاتی و متانولی Palisada perforata جلبک به میزان ۳٪/۰٪ بود	FRAP (میکرومول آهن/گرم عصاره)	۱٪ (میلی گرم/میلی لیتر)	متانول، ان-هگزان، اتیل استات، کلروفرم	Sargassum swartzii, Cystoseira myrica, Colpomenia sinuosa
(۵۷)	بالاترین فعالیت آنتی استاتی و متانولی Palisada perforata جلبک به میزان ۳٪/۰٪ بود عصاره اتیل استاتی Sargassum angustifolium و عصاره ۰/۷٪/۰/۷٪ Galaxaura rugosa به میزان ۰/۷٪/۰/۷٪ به ترتیب بیشترین و حداقل فعالیت‌های مهار را نشان دادند	ABTS (درصد)	۶٪ و ۷٪ (میلی گرم/میلی لیتر)	ان-هگزان، اتیل استات، متانول	Palisada perforata, Sargassum angustifolium
(۲۶)	عصاره اتیل استاتی Sargassum angustifolium و عصاره ۰/۷٪/۰/۷٪ Galaxaura rugosa به میزان ۰/۷٪/۰/۷٪ به ترتیب بیشترین و حداقل فعالیت‌های مهار را نشان دادند	(IC50) ABTS	۳٪ و ۷٪ (میلی گرم/میلی لیتر)	ان-هگزان، اتیل استات، متانول	Sirophysalis trinodis, Polycladina myrica, Sargassum angustifolium, Sargassum boveanum, Sargassum vulgare, Palisada perforata, Gracilaria corticata, Acanthophora mucoides, Laurencia dendroidea, Galaxaura rugosa
(۸۵)	بالاترین فعالیت آنتیاکسیدانی به میزان ۰/۸٪ به طور قابل توجهی بالاترین فعالیت آنتیاکسیدانی را در مقایسه با آسیداکسوربیک به میزان ۰/۷٪ به عنوان یک تکنولوژی نشان داد	RP (جذب)	۷٪ (میلی گرم/میلی لیتر)	ان-هگزان، متانول، اتیل استات	Sargassum vulgaris, Ulva linza, Gracilaria corticata
(۷۲)	بالاترین فعالیت آنتیاکسیدانی به میزان ۰/۸٪ به طور قابل توجهی G. corticata و کمترین فعالیت آنتیاکسیدانی به میزان ۰/۷٪ به عنوان یک تکنولوژی نشان داد	FRAP (میکرومول آهن/گرم عصاره)	۱٪ (میلی گرم/میلی لیتر)	متانول	Sargassum tenerimum, Gracilaria corticata

(۲۸)	بالاترین فعالیت آنتیاکسیدانی را جلیک <i>Cladophoropsis sp</i> میزان ۴۸/۱ (میلی گرم/ میلی لیتر) با جذب ۵/۰ نشان داد	RP (جذب)	۱۲-۳۳۰۰/۵ (میکروگرم/ میلی لیتر)	اتanol (٪۹۰)	<i>Botryocladia leptopoda, Gracilaria folifera, Cladophoropsis sp, Colpomenia sinuosa, Cystoseira myrica, Gracilaria Salicornia, Gracillariopsis, longissima lyngaria stellata, Hypnea flagelliformis, Laurenciapa-pilosa</i>
(۸۶)	حداکثر محتوای فلز در <i>Sargassum wightii</i> به میزان ۳/۴۶ مشاهده شد	TPC (میلی گرم در گرم)	۲۰۰-۱۰۰۰ (میکروگرم/ میلی لیتر)	متanol (٪۸۰)	<i>Sargassum wightii Greene, Padina tetrastromatica Hauck, Chnoospora minima, Hormophysa triquetra</i>
(۳۶)	در میان عصاره چهار جلیک دریابی، عصاره ای استات <i>U. lactuca</i> بیشترین فعالیت آنتیاکسیدانی را با ۱۰۵۰ به میزان ۶۷/۳ نشان داد به میزان ۱۳/۳ مشاهده شد	(IC50) DPPH	۱۲۰ و ۴۰ و ۸۰ (میکروگرم/ میلی لیتر)	اتیل استات، ان-هگزان، متanol	<i>Padina pavonica, Colpomenia sinuosa, Cystoseira myrica</i>
(۴۵)	باشد در کل عصاره های آبی فعالیت آنتیاکسیدانی بالاتری داشتند و در این میان عصاره آبی جلیک <i>gracilaria coticata</i> به میزان ۷۷۸ به میشترین فعالیت آنتیاکسیدانی نسبت به جلیک های دیگر دارد بالاترین مقدار فلز قبل را جلیک <i>Enteromorpha intestinalis</i> داشت و کمترین مقدار فلز تیتر مربوط به جلیک <i>Gracilaria corticata</i> بود.	(FRAP در هر گرم نمونه)	۱۵-۱۰۰۰ (میکروگرم/ میلی لیتر)	متanol، استون	<i>Hypnea hamulosa, Gracilaria corticate, Enteromorpha intestinalis</i>
(۳۷)	در کل عصاره های آبی فعالیت آنتیاکسیدانی بالاتری داشتند و در این میان عصاره آبی جلیک <i>Cystoseira myrica</i> به میزان ۷۷۸ به میشترین فعالیت آنتیاکسیدانی نسبت به جلیک های دیگر دارد بالاترین مقدار فلز قبل را جلیک <i>Enteromorpha intestinalis</i> داشت و کمترین مقدار فلز تیتر مربوط به جلیک <i>Gracilaria corticata</i> بود.	(IC50) DPPH	۱۰۰ (میلی گرم/ میلی لیتر)	دی کلرومتان، متanol، اتیل استات، آب	<i>Hypnea flagelliformis, Cystoseira myrica, Sargassum boveanum</i>
(۴۴)	بالاترین فعالیت آنتیاکسیدانی به میزان ۵/۴ مربوط به جلیک <i>corticata</i> باشد	TPC (میلی گرم اسید گالیک در گرم عصاره)	۱ (میلی گرم/ میلی لیتر)	اتanol	<i>Cystoseira myrica, Enteromorpha intestinalis, Gracilaria corticata</i>
(۱۷)	بالاترین فعالیت آنتیاکسیدانی به میزان ۸/۸ در عصاره <i>Lyngaria stellata</i> مشاهده شد	DPPH (درصد)	۹ و ۸۱ و ۳۷ و ۹۶ (میکروگرم/ میلی لیتر)	متanol	<i>Gracilaria Salicornia, Gracilaria corticata</i>
(۵۰)	بالاترین فعالیت آنتیاکسیدانی به میزان ۸/۸ در عصاره <i>Lyngaria stellata</i> مشاهده شد	DPPH (درصد)	۹ و ۰/۰۵ و ۰/۰۵ و ۰/۰۵ (میلی گرم/ میلی لیتر)	استون، متanol، اتanol	<i>Lyngaria stellata, Padina boergesenii</i>
(۱۹)	بالاترین فعالیت آنتیاکسیدانی به میزان ۸/۸ در عصاره <i>Ulva clathrata</i> مشاهده شد	(IC50) DPPH	۱ و ۰/۰۵ (میلی گرم/ میلی لیتر)	متanol	<i>Ulva clathrata, Ulva linza, Ulva flexuosa, Ulva intestinalis</i>
(۷۳)	بالاترین فعالیت آنتیاکسیدانی به میزان ۰/۰۲ در عصاره <i>Stoechospermum marginatum</i> باشد از آن تیتر آنتیاکسیدانی است	(IC50) DPPH	۰/۰-۰۰۰۰۵ (میلی گرم/ میلی لیتر)	متanol، کلروفوف، اتanol، ان-هگزان	<i>Stoechospermum marginatum</i>
(۴۷)	بالاترین فعالیت آنتیاکسیدانی به میزان ۰/۰۱ در عصاره <i>Nannochloropsis oculata</i> بود	FIC (درصد)	۸۰ (میکروگرم/ میلی لیتر)	اتیل استات، متanol	<i>Gracilaria gracilis, Nannochloropsis oculata</i>
(۵۳)	میزان قلول کل عصاره ماسیوسوی و اوتراسوی جلیک پادیبا بینتیپ ۴۵۵ و ۳۶۵ و قلول کل عصاره ماسیوسوی و اوتراسوی جلیک ساراسویم برابر با ۳۳۹ و ۴۶۱ بود.	گرم گالیک اسید (TPC / کیلوگرم)	۲۰۰ (میلی گرم/ میلی لیتر)	متanol، ان-هگزان، ان-بوتanol	<i>Padina distromatic, Sargassum angustifolium</i>
(۷۰)	فعالیت آنتیاکسیدانی جلیک با افزایش غلظت از ۳/۷/۸ به ۷/۰/۵۱ افزایش می پادی میزان IC50 در جلیک ساراسویم و پادیبا شده در جلیک ساراسویم و پادیبا بینتیپ ۱ و ۰/۱ و ۰/۱ میلی گرم/ میلی لیتر بود که بیشتر از پاداکسنده صفتی BH _T به میزان ۱/۱ میکروگرم/ میلی لیتر بود	TAC (میلی گرم آسکوربیک اسید/ گرم عصاره)	۲۰-۲۰۰ (میکروگرم/ میلی لیتر)	آب	<i>Sargassum vulgare</i>
(۵۵)	فعالیت آنتیاکسیدانی جلیک شده در جلیک ساراسویم و پادیبا بینتیپ ۱ و ۰/۱ و ۰/۱ میلی گرم/ میلی لیتر بود که بیشتر از پاداکسنده صفتی BH _T به میزان ۱/۱ میکروگرم/ میلی لیتر بود	(IC50) DPPH	۹ و ۰/۰۶ و ۰/۰۳ (میلی گرم/ میلی لیتر)	فوکوئیدان	<i>Sargassum sp, Padina sp</i>

(۷۶)	در غلطت‌های ۷/۰ تا ۲ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر از ترکیب‌هایی مورد استفاده درصد شلاته کنندگی آژینات و فوکوئیدان به ترتیب ۷/۱۹ تا ۷/۶/۳ و ۷/۶/۳ به دست آمد و در تمامی غلطت‌ها توانایی شلاته کنندگی بون آهن توسط آژینات از فوکوئیدان بالاتر بود.	FIC (درصد)	۱/۰۵٪ (میلی‌گرم/ میلی‌لیتر)	آژینات، فوکوئیدان	<i>Sargassum boveanum</i>
(۴۱)	فعالیت آنتیاکسیدانی عصاره <i>Dictyota indica</i> (در فصل زمستان) به میزان ۹٪ بیشتر از سایر گونه‌ها بود و <i>Iyengaria stellata</i> کمترین فعالیت را نشان داد.	FRAP (میکروگرم اسید اسکوربیک/ کرم وزن خشک عصاره)	۰/۵ (میلی‌گرم/ میلی‌لیتر)	فوکوگراناتین	<i>Dictyota indica, Padina tenuis, Colpomenia sinuosa, Iyengaria stellata</i>
(۵۶)	فاکشن اتیل استاتی ماکروجلبک قوهامی <i>SP. Padina</i> با غلطت ۳ میلی‌گرم در میلی‌لیتر دارای بیشترین فعالیت آنتیاکسیدانی بود و کمترین میزان فعالیت آنتیاکسیدانی بر روی آنی ماکروجلبک فواکشن آنی ماکروجلبک قوهامی <i>P. myrica</i> با غلطت ۱۵٪ میلی‌گرم در میلی‌لیتر بود	FRAP (میکرومول آهن/ گرم عصاره)	۰/۲۵٪ (میلی‌گرم/ میلی‌لیتر)	آب-اتanol، اتیل استات	<i>Polycladia myrica, Padina sp</i>

اندازه‌گیری و ماده مرجع متفاوتی استفاده شده است (جدول ۳).

به منظور سنجش فعالیت آنتیاکسیدانی جلبک‌های خلیج فارس، مطالعات مختلف از انواع مختلف آزمون‌های آنتیاکسیدانی استفاده کرده‌اند که در هر کدام متغیر

جدول ۳. انواع آزمون‌های مورد استفاده برای سنجش فعالیت آنتیاکسیدانی جلبک‌های خلیج فارس

عنوان آزمون	نام جلبک	هدف آزمون	متغیر اندازه‌گیری	ماده مرجع	منابع
DPPH	<i>Cystoseria trinodis</i>	سنجش فعالیت مهار رادیکال (DPPH)	مهار (%) درصد	اسید آسکوربیک	(۳۹)
FRAP	<i>Gracilaria persica</i>	سنجش قدرت احیا کنندگی کلرید آهن III به کلرید آهن I	میزان جذب در ۷۰۰ نانومتر	اسید آسکوربیک	(۴۸)
FIC	<i>Sargassum tenerimum</i>	فعالیت کلاته کنندگی بون آهن	درصد کلاته کنندگی	EDTA	(۵۱)
RP	<i>Cystoserriaceae myrica</i>	سنجش قدرت کاهشی	میزان جذب در ۷۰۰ نانومتر	بوهیل هیدروواکسی آنیزول	(۸۴)
ABTS	<i>Palisada perforate</i>	سنجش فعالیت مهار رادیکال ABTS	EC50	کوئرسین	(۵۷)
TAC	<i>Fucus trinodis</i>	سنجش ظرفیت آنتیاکسیدانی کل میکرو گرم اسیداسکوربیک بر میلی‌گرم عصاره	اسید آسکوربیک	اسید آسکوربیک	(۴۲)
AOA	<i>Sargassum vulgar</i>	سنجش فعالیت آنتیاکسیدانی	میزان جذب در ۴۹۰ نانومتر	کاتچین	(۷۱)
TPC	<i>Gracilaria corticata</i>	سنجش میزان فنل کل	میلی‌گرم اسید تانیک بر گرم	اسید تانیک	(۴۹)
TFC	<i>Gracilaria persica</i>	سنجش میزان فلاونوئید	میزان جذب در ۴۵ نانومتر	کوئرسین	(۴۸)
OH	<i>Iyengaria stellata</i>	سنجش توانایی مهار رادیکال آزاد هیدروکسیل	میزان جذب در ۵۲۰ نانومتر	آب مقطر	(۷۹)

می‌دهد که مواد زیست فعال بدست آمده از این جلبک‌ها اثرات ضدسرطان را از طریق مکانیسم‌های عملکردی چندگانه، از جمله ایجاد توقف در رشد سلول سرطانی و متاستاز و تهاجم و القای مرگ سلولی در سلول‌های سرطانی ایجاد می‌کنند (۶۶). ماکروجلبک قرمز، گراسیلاریا کورتی کاتا^{۲۴} یک جلبک فراوان در دریای خلیج فارس است که از خود فعالیت ضد سرطانی در

خواص ضدتوموری جلبک‌ها

انجام مطالعات گسترده در حوزه سلولی مولکولی بر سلول‌های سرطانی، یک رویکرد هدفمند در پیشگیری بیوشیمیابی از انواع سرطان‌ها به وجود آورده است که با هدف توقف و یا برگرداندن سلول‌ها به حالت قبل از سرطان از طریق عوامل دارویی دنبال می‌شود (۳۴). نتایج مطالعات روی جلبک‌های خلیج فارس نشان

^{۲۴} *Gracilaria corticata*

در اثرات ضدتوموری آن‌ها است. به عنوان مثال، جلبک پادینا آسترالیس^{۲۸} در عصاره آن- هگزانی کمترین مقدار IC50 (۲/۰ میکروگرم/ میلی‌لیتر) را در رده سلولی HeLa نشان داد، که نشان دهنده قوی‌ترین اثر ضد توموری در بین جلبک‌های مورد بررسی بوده است. جلبک‌های سیستوسریا ایندیکا^{۲۹} و سارگاسوم بیوانوم^{۳۰} در رده‌های سلولی مانند HCT116 و SW742 مقادیر IC50 قابل توجهی داشتند که نشان دهنده پتانسیل بالای این گونه از جلبک‌های خلیج‌فارس برای توسعه به عنوان عوامل ضدتوموری است. همچنین نانوذرات نقره بیوسنتز شده با عصاره آبی جلبک /سپیروزایر/^{۳۱} با IC50 (۴/۵ میکروگرم/ میلی‌لیتر) در رده سلولی MDA-MB-231، نشان دهنده اثر ضدتوموری قابل توجه این گونه جلبکی موجود در خلیج‌فارس بود. حلال‌های هگزان، اتیل استات، و دی کلرومتان به طور کلی در استخراج ترکیبات زیستی فعال با فعالیت ضدتوموری، موفق‌تر از حلال‌های آبی بوده‌اند و حلال مтанول نیز بسته به رده سلولی و نوع جلبک، نتایج متغیری ارائه داده است.

برابر رده‌های سلولی لوسمیک انسانی نشان داده است (۴۶). جزء آن- هگزانی دو جلبک سارگاسوم سوارنزی^{۳۵} و سیستوسریا میریکا^{۳۷} خلیج‌فارس به ترتیب سلول‌های T47D و Caco2 و اپوپتوتیک را در بین رده‌های سلولی عصاره‌ها ایجاد کردند که این موضوع نشان دهنده یک مسیر افزایش دادند که این مسیر برای مکانیسم سمیت سلولی عصاره‌ها است و همچنان نیاز به ارزیابی بیشتر برای شفاف‌سازی عصاره‌ها دارد (۶۰). نتایج اثر سیتوتوکسیک عصاره فوکوئیدانی که از جلبک قهوه‌ای سارگاسوم ایلیسیفویلیوم^{۳۷} استخراج شده است، بر رده سلولی MCF-7 سرطان پستان مثبت بوده و منجر به القای آپوپتوز در این سلول سرطانی شده است (۱۸). نانوذرات بیوسنتز شده با عصاره آبی و متابولی نیز می‌توانند سمیت سلولی قابل توجهی علیه رده سلولی MDA-MB-231 سرطان پستان ایجاد کنند (۷۲). مطالعات گوناگونی در حوزه بررسی اثر ضدسرطانی انواع عصاره و ترکیبات جلبک‌های خلیج‌فارس انجام شده است (جدول ۴). مقادیر IC50 برای جلبک‌های مختلف در خلیج‌فارس نشان دهنده تفاوت قابل توجهی

²⁹ *Cystoseira indica*
³⁰ *Sargassum boveanum*
³¹ *Spirogyra sp*

²⁵ *Sargassum swartzii*
²⁶ *Cystoseira myrica*
²⁷ *Sargassum ilicifolium*
²⁸ *Padina australis*

جدول ۴. بررسی اثر ضدتوموری جلبک‌های خلیج فارس در مطالعات مختلف

نام علمی جلبک	ردہ سلوی	عامل استخراج	IC50 (میکروگرم/ میلیلیتر)	منابع
<i>Cystoseira indica</i>	HTC116	۷-هگزان اتیل استات متانول کلروفوم آب	۶۹۱۱۰ ۵۸۵۵۰ ۳۰۰۰۰ ۵۰۱۱۰ ۶۶۶۷۰ ۲۷۱۷۰ ۴۱۱۰ ۶۹۴۴۰ ۷۷۹۰۰ ۳۹۶۷۰ ۵۰۶۶۰ ۶۰۱۱۰ ۸۱۱۹۰ ۱۵۱/۶۰ ۹۸/۱۰۰ ۹۳۳۶۰ ۹۷۲۶۰ ۴۰۰ ۵۰۰ ۲۰ ۲۰ ۱۹/۷ ۱۸۷/۷ ۱۳۴/۷ ۶۲/۵۱۴۶ -	(۳۴)
<i>Sargassum glaucescens</i>	HT-29	۷-هگزان متانول کلروفوم اتیل استات	۲۷۱۷۰ ۴۱۱۰ ۶۹۴۴۰ ۷۷۹۰۰ ۳۹۶۷۰ ۵۰۶۶۰ ۶۰۱۱۰ ۸۱۱۹۰ ۱۵۱/۶۰ ۹۸/۱۰۰ ۹۳۳۶۰ ۹۷۲۶۰ ۴۰۰ ۵۰۰ ۲۰ ۲۰ ۱۹/۷ ۱۸۷/۷ ۱۳۴/۷ ۶۲/۵۱۴۶ -	(۶۶)
<i>Sargassum boveanum</i>	MCF-7	اتانول اتانول	۱۵۱/۶۰ ۹۸/۱۰۰	(۸۳)
<i>Gracilaria corticata</i>	SW742 HCT116 Jurkat molt-4	آب آب	۹۳۳۶۰ ۹۷۲۶۰	(۴۶)
<i>Sargassum oligocystum</i>	K562 Daudi	آب آب	۴۰۰ ۵۰۰	(۶۶)
<i>Padina australis</i>	HeLa	ان-هگزان دی کلرومتان بوتانول آب هگزان دی کلرومتان بوتانول هگزان دی کلرومتان بوتانول	۲/۰ ۲/۰ ۱۹/۷ ۱۸۷/۷ ۱۳۴/۷ ۶۲/۵۱۴۶ -	(۸۷)
<i>Sargassum angustifolium</i>	MCF-7	هگزان دی کلرومتان بوتانول ترکیب ۱ ترکیب ۲	۷۱/۲۶۶ ۳۶/۱۷۷۳ ۲۵/۲۷۴۶ ۱۲/۲ ۲۵/۸	(۶۱)
<i>Sargassum Angustifolium</i>	HeLa	ترکیب ۳ ترکیب ۴ ترکیب ۵	۱۴/۹ ۹/۸ ۵/۶	(۸۸)
<i>Sargassum swartzii</i>	HT-29	متانول مطلق متانول (۷۰ درصد) هگزان کلروفوم اتیل استات متانول مطلق متانول (۷۰ درصد) هگزان کلروفوم اتیل استات	>۱۰۰۰ >۱۰۰۰ ۲۱/۵۴ ۴۴۶ >۱۰۰۰ >۱۰۰۰ ۹۹/۹ ۵۳۰/۶۴ ۱۸ ۲۰۵/۲ ۸۵۳/۸۹ >۱۰۰۰ >۱۰۰۰ ۹۷۰/۹۵ >۱۰۰۰ >۱۰۰۰ ۳۲۸/۷ >۱۰۰۰ ۴۷۳ >۱۰۰۰ >۱۰۰۰ ۲۵۴/۹۲ >۱۰۰۰ ۵۴۱/۲ >۱۰۰۰ ۳۸۱/۵۹ ۹۹/۹ ۱۶۵/۴۳ ۴۵۳/۵۲	(۶۰)
<i>T47D</i>	Caco-2	هگزان کلروفوم اتیل استات	۷۰/۷۰ هگزان کلروفوم اتیل استات	(۶۰)
<i>Cystoseira myrica</i>	HT-29	متانول مطلق متانول (۷۰ درصد) هگزان کلروفوم اتیل استات	۷۰/۷۰ هگزان کلروفوم اتیل استات	(۶۰)
	T47D	متانول مطلق متانول (۷۰ درصد) هگزان کلروفوم اتیل استات	۷۰/۷۰ هگزان کلروفوم اتیل استات	

	>۱۰۰۰ >۱۰۰۰ >۱۰۰۰ ۷۷۱/۹۷ >۱۰۰۰	متانول مطلق متانول (۷۰ درصد) هگزان کلروفرم اتیل استات	HT-29	
(۵۰)	۵۰۱/۶۸ >۱۰۰۰ >۱۰۰۰ >۱۰۰۰	متانول مطلق متانول (۷۰ درصد) هگزان کلروفرم اتیل استات	Caco-2	<i>Colpomenia sinuosa</i>
	>۱۰۰۰ >۱۰۰۰ ۴۹۴/۰۴ ۸۷۷/۸ >۱۰۰۰	متانول مطلق متانول (۷۰ درصد) هگزان کلروفرم اتیل استات	T47D	
(۱۷)	۶۸/۲ ۱۳۵/۹ ۱۸۵/۸ ۵۸/۶	متانول متانول متانول متانول	HT-29 HeLa MCF 7 HT-29	<i>Gracilaria salicornia</i>
(۱۷)	۱۱۷/۴ ۱۲۰/۶	متانول متانول	HeLa MCF 7	<i>Gracilaria corticata</i>
(۵۸)	۱۱۷/۴ ۲۹۱/۳۸ ۱۱۴۸/۳ ۲۶۸۶/۱ ۱۳۱/۲ ۹۶/۳۳ ۱۴۵/۹۰ ۱۳۲/۶۵ ۱۱۶/۴۵ ۱۲۳/۳۷ ۱۰۹/۸۴ ۲۰۲/۵۳ ۱۷۳/۵۶ ۱۰۶/۸۸ ۲۴۳/۵۶ ۱۴۷/۶۵ ۱۹۱/۷۶ >۵۰۰ >۵۰۰	ه-هگزان دی کلروفرم ه-بوتanol آب A فرآکشن B فرآکشن C فرآکشن D فرآکشن E فرآکشن F فرآکشن G فرآکشن H فرآکشن A فرآکشن ترکیب ۱ ترکیب ۱ ترکیب ۲ متانول ایل استات کلروفرم هگزان	HeLa MDA-MB-231	<i>Gracilaria corticata</i>
(۵۸)	۲۴۰/۶۱ ۲۵۴/۲۹ >۵۰۰ >۵۰۰	متانول اتیل استات کلروفرم هگزان	MCF-7	
	۲۸۳/۰۴ ۳۴۰/۸۶ >۵۰۰ >۵۰۰	متانول اتیل استات کلروفرم هگزان	Hep-G2	<i>Picochlorum sp.</i>
	۴۰۴/۱۳ ۵۱۴/۳۹ >۵۰۰ >۵۰۰	متانول اتیل استات کلروفرم هگزان	A-549	
(۱۸)	۲۵	فوکوئیدان	MCF-7	<i>Sargassum ilicifolium</i>
(۷۲)	۴۴/۵ ۶۲/۹۷	نانوذرات نقره بیوسنتر شده با عصاره آبی نانوذرات نقره بیوسنتر شده با عصاره متانولی	MDA-MB-231	<i>Spirogyra sp.</i>

ضدتوموری مختلف در جلبک‌های خلیج فارس، تفکیک و خالص‌سازی عصاره‌های جلبک در مطالعات آتی توصیه می‌شود. پیش‌تر، موسوی و همکاران، در یک مطالعه مروری، موجودات دریایی خلیج فارس را از نظر اثر سیتوتوکسیک و ضدباکتریایی بررسی کردند و مؤثرترین عملکرد سیتوتوکسیک را مربوط به عصاره ان-بوتanol جلبک قهقهه‌ای سارگاسوم آنگوستیفولیوم بر روی رده سلولی Huvec معرفی نمودند. در حالی که مطالعه حاضر، اثر عصاره ان-هگزان جلبک قهقهه‌ای پادینا آسترالیس را به عنوان قوی‌ترین اثر ضد توموری در میان جلبک‌های مورد بررسی نشان می‌دهد (۹۳). همچنین، صادقی و همکاران در یک مطالعه مروری بر روی جلبک‌های قهقهه‌ای خلیج فارس به عنوان منبع بالقوه داروهای ضدسرطان نشان دادند که گونه جلبک دریایی سارگاسوم بیشترین مطالعات را در زمینه خواص ضدسرطانی در خلیج فارس به خود اختصاص داده است. عصاره‌ها و فراکسیون‌های جلبک‌های قهقهه‌ای خلیج فارس اثرات سیتوتوکسیک متفاوتی را بر انواع مختلف رده‌های سلول سرطانی نشان داده‌اند (۹۴)، که با نتایج به دست آمده در مطالعه ما همسو است و بیانگر اهمیت امیدوارکننده و قابل توجه جلبک‌های قهقهه‌ای در ساخت داروهای مؤثر ضدسرطان و دسترسی فراوان به این گونه جلبکی در خلیج فارس می‌باشد. با توجه به فعالیت‌های ضدتوموری قابل توجه در جلبک‌های خلیج فارس و یافته‌های این مرور، انجام بررسی‌های بیشتر، از جمله ارزیابی فعالیت ضدسرطانی گونه‌های مختلف جلبک‌های خلیج فارس در داخل بدن نیز توصیه می‌شود. از محدودیت‌های موجود در این مطالعه هنگام تفسیر یافته‌ها، می‌توان به اختلاف قابل توجه در استفاده از آزمون‌های سنجش فعالیت آنتیاکسیدانی اشاره کرد که مقایسه نتایج را دشوار می‌سازد. همچنین، با توجه به عدم دسترسی فراوان به برخی گونه‌های جلبک‌های خلیج فارس، تعدادی از مطالعات تنها بر روی جلبک‌های تکراری انجام شده است. وقوع شرایط متفاوت آب و هوایی، نور، دما، شوری، مواد مغذی موجود در آب و تغییرات فصلی، به دلیل تأثیر مستقیم بر میزان فعالیت آنتیاکسیدانی و ضدتوموری جلبک‌های خلیج فارس، منجر به عدم ثبات در برخی داده‌ها، تعمیم‌پذیری محدود و ناهمگونی در نتایج می‌شود.

بحث

جلبک‌های دریایی مدت‌هاست که به عنوان منابع مغذی و دارویی مورد استفاده قرار می‌گیرند (۲۸). طبق دانش ما این مطالعه اولین بررسی جامع و نظاممند از اثرات آنتیاکسیدانی و ضدتوموری جلبک‌های خلیج فارس است. طبق اطلاعات موجود، این مطالعه نخستین بررسی جامع و نظاممند از اثرات آنتیاکسیدانی و ضدتوموری جلبک‌های خلیج فارس محسوب می‌شود. یک مطالعه وسیع بر روی ده گونه قرمز و قهقهه‌ای از جلبک‌های خلیج فارس نشان داد که گونه سارگاسوم دارای فعالیت بالای مهار رادیکال ABTS همراه با فعالیت کم در آزمایش قدرت احیای آهن (FRAP) بود (۲۶). این یافته‌ها ممکن است به وابستگی بیشتر گونه‌های سارگاسوم به مکانیسم‌های ختنی‌سازی رادیکال‌های آزاد نسبت به مکانیسم‌های احیای فلزات اشاره داشته باشد. همچنین، ممکن است تفاوت‌های مشاهده شده در نتایج آزمایش‌های ABTS و FRAP ناشی از ماهیت خاص ترکیبات موجود در این گونه‌ها باشد. بنابراین، برای درک بهتر این موضوع، بررسی دقیق‌تر ماهیت ترکیبات آنتیاکسیدانی جلبک‌های خلیج فارس از طریق آزمایش‌های متنوع ضروری به نظر می‌رسد. لازم به ذکر است که انتخاب حلال مناسب به دلیل نقش آن در انحلال ترکیبات آنتیاکسیدانی با ساختارهای شیمیایی و قطبیت مختلف، می‌تواند بر بازده استخراج و فعالیت‌های آنتیاکسیدانی عصاره‌های ماکروجلبک‌ها تأثیرگذار باشد (۹۵). در بازیابی پلی‌فنل‌ها، حلال‌های قطبی معمولاً به صورت مخلوط‌های آبی همراه با متانول، اتانول، استون یا اتیل استات مورد استفاده قرار می‌گیرند (۹۰). با این حال، در مطالعات گذشته نشان داده شده است که مخلوط‌های متانول-آب (هیدروالکلی) و اتانول همواره در بازیابی مقادیر بالای ترکیبات آنتیاکسیدانی موفق‌تر بوده‌اند (۹۱). بنابراین، طبق مطالعات انجام‌شده بر روی گونه‌های مختلف جلبک‌های خلیج فارس، استفاده گستردۀ از دو حلال متانول-آب (هیدروالکلی) و اتانول برای استخراج ترکیبات گوناگون موجود در جلبک‌ها، در تحقیقات آینده توصیه می‌شود. یافته‌های به دست آمده از مطالعات مختلف نشان‌دهنده وجود تفاوت در میزان اثر سیتوتوکسیک جلبک‌های خلیج فارس بر سلول‌های سرطانی است (۹۲). بنابراین، با توجه به وجود ترکیبات

کشف پتانسیل‌های ناشناخته در این جلبک‌ها احساس می‌شود، اما بی‌شک با برداشت هرگامی در مسیر بهره‌گیری از این منابع زیستی گرانبهای، یک قدم به افق‌های جدید سلامت و درمان پیش روی بشر نزدیک می‌شویم.

سپاس و قدردانی

نویسندها از کمیته تحقیقات دانشجویی دانشگاه علوم پزشکی بوشهر به جهت حمایت مادی و معنوی از انجام این مطالعه تشکر و قدردانی می‌نمایند.

تضاد منافع

هیچ گونه تعارض منافع توسط نویسندها بیان نشده است.

References:

- Sen S, Chakraborty R, Sridhar C, et al. Free radicals, antioxidants, Diseases and phytomedicines: Current status and Future prospect. *Intl J Pharm Sci Rev Res* 2010; 3(1): 91-100. <https://www.globalresearchonline.net/journalcontents/volume3issue1/Article%20021.pdf>
- Valko M, Izakovic M, Mazur M, et al. Role of oxygen radicals in DNA damage and cancer incidence. *Mol Cell Biochem* 2004; 266(1-2): 37-56. [10.1023/b:mcbi.0000049134.69131.89](https://doi.org/10.1023/b:mcbi.0000049134.69131.89)
- Valko M, Leibfritz D, Moncol J, et al. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. *Int J Biochem Cell Biol* 2007; 39(1): 44-84. <https://doi.org/10.1016/j.biocel.2006.07.001>
- Pham-Huy LA, He H, Pham-Huy C. Free radicals, antioxidants in disease and health. *Int J Biomed Sci* 2008; 4(2): 89-96. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3614697/>
- Matés JM, Pérez-Gómez C, De Castro IN. Antioxidant enzymes and human diseases. *Clin Biochem* 1999; 32(8): 595-603. [https://doi.org/10.1016/s0009-9120\(99\)00075-2](https://doi.org/10.1016/s0009-9120(99)00075-2)
- Noda N, Wakasugi H. Cancer and oxidative stress. *Japan Med Assoc J: JMAJ* 2001; 44(12): 535-9. <https://www.semanticscholar.org/paper/Cancer-and-Oxidative-Stress-Noda-Wakasugi/7031dea799bf8efec4ec178df897d5233640870f>
- Lee SK, Mbwambo ZH, Chung H, et al. Evaluation of the antioxidant potential of natural products. *Comb Chem High Throughput Screen* 1998; 1(1) :35-46. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10499128/>
- Balakrishnan D, Kandasamy D, Nithyanand P. A review on antioxidant activity of marine organisms. *Int J Chem Tech Res* 2014; 6(7): 3431-6. [https://sphinx-sai.com/2014/ch_vol_6_7/1/\(3431-3436\)%20014.pdf](https://sphinx-sai.com/2014/ch_vol_6_7/1/(3431-3436)%20014.pdf)
- Fahmy NM, El-Din MIG, Salem MM, et al. Enhanced expression of p53 and suppression of PI3K/Akt/mTOR by three red sea algal extracts: insights on their composition by LC-MS-based metabolic profiling and molecular networking. *Mar Drugs* 2023; 21(7): 404. <https://doi.org/10.3390/md21070404>
- Kandale A, Meena A, Rao M , et al. Marine algae: an introduction, food value and medicinal uses. *J Pharm Res* 2011; 4(1): 219-21. https://www.researchgate.net/publication/234002702_Marine_algae_An_Introduction_Food_value_and_Medicinal_uses
- Balboa EM, Conde E, Moure A, et al. In vitro antioxidant properties of crude extracts and compounds from brown algae. *Food chem* 2013; 138(2-3): 1764-85. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.11.026>
- Schwimmer D, Schwimmer M. Algae and medicine. In: Jackson, D.F. (eds) *Algae and Man*, Louisville, Kentucky: Springer, 1964, 368-412. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4684-1719-7_17
- Korzeniowska K, Górká B, Lipok J, et al. Algae and their extracts in medical treatment. *Algae Biomass: Characteristics and Applications. Towards Algae-based Products* 2018; 8: 73-87. https://doi.org/10.1007/978-3-319-74703-3_7
- Sohrabipour J, Rabiei R. The checklist of green algae of the Iranian coastal lines of the Persian Gulf and Gulf of Oman. *Iran J Bot* 2007; 13(2): 146-9. https://ijb.areeo.ac.ir/article_102847.html

نتیجه‌گیری

جلبک‌های خلیج فارس به عنوان گنجینه‌ای ارزشمند در دل طبیعت، حاوی ترکیبات زیست فعال از جمله آنتی اکسیدان‌ها و عوامل ضدتومور هستند. ارزیابی مطالعات در این مرور نظاممند، همگی به نوعی نشان‌دهنده خواص سودمند انواع مختلف جلبک‌های خلیج فارس در پیشگیری و مبارزه با سرطان و آسیب‌های وارد شده از طریق استرس اکسیداتیو به سلول‌های انسانی می‌باشند. با توجه به میزان سازگاری و پایداری فوق العاده این جلبک‌ها با محیط زیست دریای خلیج فارس، آینده‌ای امیدوارکننده در انتظار ورود این موجودات دریایی به عرصه‌های درمانی در علوم پزشکی و داروسازی است. هرچند نیاز به تحقیقات گسترده‌تر برای

- 15.Sohrabipour J, Rabii R. A list of marine algae of sea-shores of Persian Gulf and Oman Sea in the Hormozgan Province. Iran Jo Bot 1999; 8(1): 131-62. https://ijb.areeo.ac.ir/article_103502.html
- 16.Namvar F, Baharara J, Mahdi A. Antioxidant and anticancer activities of selected Persian Gulf algae. Indian J Clin Biochem 2014; 29(1): 13-20. <https://doi.org/10.1007/s12291-013-0313-4>
- 17.Ghannadi A, Shabani L, Yegdaneh A. Cytotoxic, antioxidant and phytochemical analysis of *Gracilaria* species from Persian Gulf. Adv Biomed Res 2016; 5(1): 139. <https://doi.org/10.4103/2277-9175.187373>
- 18.Niknejad F, Kordjazi M, Asadi Farsani O, et al. Cytotoxic effects of the fucoidan extracted from Persian Gulf brown algae *Sargassum ilicifolium* inducing apoptosis in breast cancer cell line. Journal of Fisheries 2022; 75(1):63-73. (Persian) <https://doi.org/10.22059/jfisheries.2021.319262.1231>
- 19.Farasat M, Khavari-Nejad RA, Nabavi SMB, et al. Antioxidant activity, total phenolics and flavonoid contents of some edible green seaweeds from northern coasts of the Persian Gulf. Iran J pharm res: IJPR 2014; 13(1): 163-70. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3985267/>
- 20.Saeidnia S, Perme P, Nasiri M, et al. Biological activity of two red algae, *Gracilaria salicornia* and *Hypnea flagelliformis* from Persian Gulf. Pharmacognosy Res 2009; 1(6): 428-30. <https://www.phcogres.com/article/2009/1/6/nil-16>
- 21.Niamaimandi N, Bahmyari Z, Sheykhsagha N, et al. Species diversity and biomass of macroalgae in different seasons in the northern part of the Persian Gulf. Region Stud Marine Sci 2017; 15: 26-30. [10.1016/j.rsma.2017.07.001](https://doi.org/10.1016/j.rsma.2017.07.001)
- 22.Akhani H, Deil U. First Observations On The Flora And Vegetation Of Three Islands In The NW Persian Gulf (Iran). Phyton 2012; 52: 73-99. https://www.zobodat.at/pdf/PHY_52_0073-0099.pdf
- 23.Mousavi SE, Hatamipour MS, Yegdaneh A. Ultrasound-assisted extraction of alginic acid from *Sargassum angustifolium* harvested from Persian Gulf shores using response surface methodology. Int J Biol Macromol 2023; 226: 660-9. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2022.12.070>
- 24.Khanavi M, Gheidarloo R, Sadati N, et al. Cytotoxicity of fucosterol containing fraction of marine algae against breast and colon carcinoma cell line. Pharmacogn Mag 2012; 8(29): 60-4. <https://doi.org/10.4103/0973-1296.93327>
- 25.Vahdati SN, Lashkari A, Navasatli SA, et al. Butylated hydroxyl-toluene, 2,4-Di-tert-butylphenol, and phytol of *Chlorella* sp. protect the PC12 cell line against H2O2-induced neurotoxicity. Biomed Pharmacother 2022; 145: 112415. [10.1016/j.biopha.2021.112415](https://doi.org/10.1016/j.biopha.2021.112415)
- 26.Pirian K, Moein S, Sohrabipour J, et al. Antidiabetic and antioxidant activities of brown and red macroalgae from the Persian Gulf. J Apply Phycol 2017; 29. <https://doi.org/10.1007/s10811-017-1152-0>
- 27.Hosseinzadeh S, Afsharmanesh Sh, Hosseini A. The Comparison of Antioxidant Power of Two Marine Algae Species with the Skin of Oak Fruit (*Quercus brantii*). World J Fish , Marine Sci 2015; 7(4): 237-42. <https://doi.org/10.5829/idosi.wjfmss.2015.7.4.94245>
- 28.Moein S, Moein M, Ebrahimi N, et al. Extraction and determination of protein content and antioxidant properties of ten algae from Persian Gulf. Int J Aquatic Sci 2015; 6(2): 29-38. https://www.researchgate.net/publication/278020960_Extraction_and_determination_of_protein_content_and_antioxidant_properties_of_ten_algae_from_Persian_Gulf
- 29.Ebrahimi S, Babaei S, Naseri M, et al. Polyphenols content, antioxidant and antibacterial activities of seaweeds from the Persian gulf. Environment Engin , Manage J (EEMJ) 2021; 20(7): 1203-11. <https://doi.org/10.30638/eemj.2021.112>
- 30.Safari P, Rezaei M, Shaviklo AR. The optimum conditions for the extraction of antioxidant compounds from the Persian gulf green algae (*Chaetomorpha* sp.) using response surface methodology. J Food Sci Technol 2014; 52(5): 2974-81. <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1355-1>
- 31.Safari P, Rezaei M, Shaviklo AR, et al. In vitro antioxidant activity and total phenolic content determination of two Persian Gulf seaweed species *Chaetomorpha* sp and *Colpomenia sinuosa*. J Marine Sci Technol 2015; 14(1): 64-77. (Persian) <https://doi.org/10.22113/jmst.2015.9724>
- 32.Safari P, Rezaei M, Shaviklo A, et al. Optimization of microwave and ultrasound-assisted extraction of antioxidant extract from Green marine algae (*Chaetomorpha* sp) using response surface methodology (RSM). J Fisheries 2015; 68(4): 555-75. (Persian) https://jfisheries.ut.ac.ir/article_57250.html?lang=en
- 33.Naghdi S, Babakhani A. Ultrasound assisted extraction of antioxidant compounds from four Persian Gulf seaweed. Aquaculture Sciences 2019; 6(2): 29-38. (Persian) https://www.aquaculturesciences.ir/article_77401.html?lang=en
- 34.Taheri A, Ghaffari M, Houshamandi S, et al. Investigation of the anticancer and antioxidant activity of the brown algae (*Cystoseira indica*) extract against the colorectal

- cancer cells. *Feyz Med Sci J* 2017; 21(4): 317-25. <https://feyz.kaums.ac.ir/article-1-2904-en.html>
- 35.Sadati N, Khanavi M, Mahrokh A, et al. Comparison of antioxidant activity and total phenolic contents of some Persian Gulf marine algae. *J Med Plants* 2011; 10(37): 73-9. https://jmp.ir/browse.php?a_id=235,sid=1,slc_lang=en
- 36.Kokabi M, Yousefzadi M, Feghhi MA, et al. Antioxidant activity of extracts of selected algae from the Persian Gulf, Iran. *J Persian Gulf* 2013; 4(12): 45-50. https://www.researchgate.net/publication/281286090_Antioxidant_Activity_of_Extracts_of_Selected_Algae_from_the_Persian_Gulf_Iran
- 37.Jassbi AR, Mohabati M, Eslami S, et al. Biological activity and chemical constituents of red and brown algae from the Persian Gulf. *Iran J Pharm Res: IJPR* 2013; 12(3): 339. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3813271/>
- 38.Heidari M, Zolgharnine H, Sakhaei N, et al. Comparisons of anti-radical and antibacterial potential among macro algae from northern coasts of the Persian Gulf. *Iran J Fish Sci: IJFS* 2015; 24(2): 53-63. (Persian) https://www.researchgate.net/publication/350957439_Comparisons_of_anti_radical_and_antibacterial_potential_among_macro_algae_from_northern_coasts_of_the_Persian_Gulf
- 39.Taheri A, Ghaffari M, Attaran Fariman G. Study the Antioxiative Properties of the Marine Algae *Cystoseira trinodis* extracts from Chabahar Coastal Water. *J Shahid Sadoughi Univ Med Sci: JSSUMS* 2017;2 5(8): 658-69. (Persian) https://jssu.ssu.ac.ir/browse.php?a_id=4051,sid=1,slc_lang=en
- 40.Heidari M, Zolgharnine H. Antioxidant capacity and phenolic and flavonoid content of macro algae in the northern coasts of the Persian Gulf in Bushehr province. *J Mar Sci Technol* 2015; 14(1): 45-54. (Persian) <https://doi.org/10.22113/jmst.2015.9283>
- 41.Karkhaneh Yousefi M, Seyed Hashtroudi M, Mashinchian Moradi A, et al. Seasonal variation of fucoxanthin content in four species of brown seaweeds from Qeshm Island, Persian Gulf and evaluation of their antibacterial and antioxidant activities. *Iran J Fish Sci* 2020; 19(5): 2394-408. https://jifro.ir/browse.php?a_id=3610,sid=1,slc_lang=en
- 42.Arman M, Pirian K, Khosheghbal F, et al. Evaluation of the content and bioactivity of four macroalgae species from the Persian Gulf. *Feyz Med Sci J* 2020; 24(5): 525-35. https://feyz.kaums.ac.ir/browse.php?a_id=3895,sid=1,slc_lang=en
- 43.Akbari V, Abedi M, Yegdaneh A. Bioassay-guided isolation of glycolipids from the seaweed *Gracilaria corticata*. *Res Pharm Sci* 2020; 15(5): 473-80. <https://doi.org/10.4103/1735-5362.297850>
- 44.Heydari M, Zolgharnein H, Sakhaei N, et al. Antibacterial and antioxidant activities of hydro-alcoholic extracts of some marine algal species from Persian Gulf coastal waters in Booshehr province. *Aquatic Physiology and Biotechnology* 2013; 1(1): 49-62. (Persian) https://japb.guilan.ac.ir/article_554.html?lang=en
- 45.Khezri M, Rezaei M, Rabiey S, et al. Antioxidant and antibacterial activity of three algae from Persian gulf and Caspian sea. *Ecopersia* 2016; 4(2): 1425-35. <https://ecopersia.modares.ac.ir/article-24-10215-fa.html>
- 46.Zandi K, Tajbakhsh S, Nabipour I, et al. In vitro anti-tumor activity of *Gracilaria corticata* (a red alga) against Jurkat and molt-4 human cancer cell lines. *Afr J Biotechnol* 2010; 9(40): 6787-90. <https://www.ajol.info/index.php/ajb/article/view/92544>
- 47.Ebrahimzadeh MA, Khalili M, Dehpour AA. Antioxidant activity of ethyl acetate and methanolic extracts of two marine algae, *Nannochloropsis oculata* and *Gracilaria gracilis-an* in vitro assay. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences* 2018; 54(01): e17280. <https://www.scielo.br/j/bjps/a/zPnctBTZ4yqFcXF8ynJ6dhb/?format=pdf,lang=en>
- 48.Zarei Jeliani Z, Yusef Zadi M, Sohrabipour J, et al. Antioxidant and antibacterial assay of two red marine macro-alga of Bandar Abbas coastal. *J Marine Sci Technol* 2018; 17(2): 58-69. (Persian) <https://doi.org/10.22113/jmst.2017.43978>
- 49.Garmsiri E RM, Safari P, Babakhani A. Determination of Antioxidant activities of two red algae (*Hypnea hamulosa* and *Gracilaria corticata*) from Persian Gulf. *J Fisheries Sci Technol: JFST* 2017; 6(3): 131-45. (Persian) https://jfst.modares.ac.ir/browse.php?a_id=9764,sid=6,slc_lang=en
- 50.Fu P, Akhoundian M. Evaluation of in vitro Antioxidant Activities and Antibacterial Potentials of Two Brown Algae Extracts; *Lyngaria stellata* and *Padina boergesenii* Inhabiting the Persian Gulf, Iran. *Plant, Algae, and Environment* 2022; 6(1): 776-94. https://scj.sbu.ac.ir/article_102953.html
- 51.Jami F, Taheri A. Antioxidant properties of *Sargassum tenerimum* brown algae and *Valoniopsis pachynema* green algae from Chabahar coasts. *J Utiliz Cultivat Aquatics* 2023; 12(1): 128-41. (Persian) https://japu.gau.ac.ir/article_6418.html?lang=en
- 52.Permeh P, Gohari A, Saeidnia S, et al. Alpha amylase inhibitory and Antioxidant activity of *Padina*

- boergesenii (Allander and Kraft) from Persian Gulf. *Planta Med* 2013; 79(13): PA31. <https://www.thieme-connect.com/products/ejournals/abstract/10.1055/s-0033-1351935>
53. Shirani Bidabadi K, Safaeian S, Mousavi Nadushan R, et al. Identification of Bioactive Compounds in the Extracts of Brown Algae *Sargassum* (*Sargassum angustifolium*) and *Padina*) *Padina distromatic* (and Evaluation of Antimicrobial, Antioxidant and Enzymatic Properties. *Iran Food Sci Technol Res J* 2023; 19(2): 259-77. (Persian) <https://doi.org/10.22067/ifstrj.2021.73113.1104>
54. Shirani bidabadi K, Safaeian S, Mousavi Nadushan R, et al. Evaluation of different extraction methods (maceration and ultrasound) on antioxidant, anti-Alzheimer's and antimicrobial properties of *Padina distromatic* extract. *Mdrsjrns* 2022; 19(122): 199-209. (Persian) <https://fsct.modares.ac.ir/article-7-56772-en.html>
55. Vardizadeh F, Babaei S, Naseri M, et al. Characterization of fucoidan extracted from brown macroalgae *Padina* sp. and *Sargassum* sp. *Fisheries Sci Technol* 2020; 9(4): 271-84. (Persian) <https://jfst.modares.ac.ir/article-6-49247-en.html>
56. Babaei Mahani Nejad S, yousefzadi M, Soleimani S. Phlorotannins extracted from macroalgae as a new antioxidant source. *Aquatic Physiology and Biotechnology* 2020; 8(1): 69-94. https://japb.guilan.ac.ir/article_4081.html?lang=en
57. Pirian K, Piri K, Moien S, et al. Evaluation of antioxidant and a-amylase inhibitory activity of two species *Sargassum angostifolium* and *Palisada perforata*. *Cellular and Molecular Research (Iran J Biol)* 2018; 31(2): 158-71. https://cell.ijbio.ir/article_1097.html?lang=en
58. Abolhasani MH, Safavi M, Goodarzi MT, et al. Identification and anti-cancer activity in 2D and 3D cell culture evaluation of an Iranian isolated marine microalgae *Picochlorum* sp. *RCC486*. *Daru* 2018; 26(2): 105-16. <https://doi.org/10.1007/s40199-018-0213-5>
59. Etemadian Y, Shabaniour B, Ramzanpour Z, et al. Nutritional and functional properties of two dried brown seaweeds *Sirophysalis trinodis* and *Polycladia myrica*. *J Aquatic Food Product Technol* 2018; 27(2): 219-35. <https://doi.org/10.1080/10498850.2018.1424281>
60. Khanavi M, Nabavi M, Sadati N, et al. Cytotoxic activity of some marine brown algae against cancer cell lines. *Biol Res* 2010; 43(1): 31-7. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21157630/>
61. Vaseghi G, Sharifi M, Dana N, et al. Cytotoxicity of *Sargassum angustifolium* partitions against breast and cervical cancer cell lines. *Adv Biomed Res* 2018; 7(1): 43. https://doi.org/10.4103/abr.abr_259_16
62. Hodhodi A, Babakhani A, Rostamzad H. Extraction of brown alga *Sargassum angustifolium* and evaluation of its phlorotannin compounds and antioxidant properties. *Fisheries Sci Technol* 2020; 9(3): 156-69. (Persian) https://jfst.modares.ac.ir/browse.php?a_id=47568,sid=6,slc_lang=en
63. Hodhodi A, Babakhani A, Rostamzad H. Effect of different extraction conditions on phlorotannin content and antioxidant activity of extract from brown algae (*Sargassum angustifolium*). *J Food Process Preserv* 2022; 46(3): e16307. <https://doi.org/10.1111/jfpp.16307>
64. Rastian Z, Mehranian M, Vahabzadeh F, et al. Antioxidant activity of extract from a brown alga, *Sargassum boveanum*. *Afr J Biotechnol* 2007; 6(24). <https://www.ajol.info/index.php/ajb/article/view/58190>
65. Savaghebi D, Barzegar M, Mozafari MR. Manufacturing of nanoliposomal extract from *Sargassum boveanum* algae and investigating its release behavior and antioxidant activity. *Food sci Nut* 2020; 8(1): 299-310. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1306>
66. Taheri A, Ghaffari M, Bavi Z, et al. Cytotoxic effect of the extract of seaweed *Sargassum glaucescens* against breast (MCF-7) and colorectal (HT-29) cancer cell lines. *Feyz Med Sci J* 2018; 22(3): 292-301. <https://feyz.kaums.ac.ir/article-1-3454-en.html>
67. Zandi K, Ahmadzadeh S, Tajbakhsh S, et al. Anti-cancer activity of *Sargassum oligocystum* water extract against human cancer cell lines. *Eur Rev Med Pharmacol Sci* 2010; 14(8): 669-73. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20707286/>
68. Noshadi A, Khaledi H, Khodadadi A, et al. The effect of *Sargassum tenerimum* seaweed extracts on WT1 gene expression in K562 leukemia cancer cell line. *J Oceanography* 2023; 14(54): 112-21. (Persian) http://joc.inio.ac.ir/browse.php?a_id=1740,sid=1,slc_lang=en
69. Movahedinia A, Heydari M, editors. Antioxidant Activity and Total Phenolic Content in Two Alga Species from the Persian Gulf in Bushehr Province; Iran. *Int J Sci Res* 2014; 3(5): 954-8. <https://www.semanticscholar.org/paper/Antioxidant-Activity-and-Total-Phenolic-Content-in-Movahedinia-Heydari/df5962aecf729e2d5ced00828c2d1308563127c8>
70. Ahadifar M, Ojagh SM, Hoseinifar H, et al. Evaluation of antioxidant properties of aqueous extract of brown *Sargassum vulgare* macroalgae collected from qeshm

- coast. J Utiliz Cultivat Aquatics 2021; 10(3): 49-63. (Persian) https://japu.gau.ac.ir/article_5758.html
- 71.Rastian Z, Mehranian M, Vahabzadeh F, et al. Antioxidant activity of brown algae *Sargassum vulgar* and *Sargassum angustifolium*. J Aquatic Food Product Technol 2007; 16(2): 17-26. https://doi.org/10.1300/J030v16n02_03
- 72.Mazraavi F, Moradi F, Aghamaali MR. Evaluation of anti-cancer effect of biosynthetic silver nanoparticles by *Spirogyra* sp. green algae extract on MDA-MB-231 breast cancer cell line. Aquatic Physiology and Biotechnology 2023; 11(3): 69-91. (Persian) <https://www.sid.ir/paper/1168072/en>
- 73.Esmaeili A, Khakpoor M. Biological activities and chemical composition of solvent extracts of *Stoechospermum marginatum* (C. Agardh). Acta Biochimica Polonica 2012; 59(4): 581-5. https://doi.org/10.18388/abp.2012_2095
- 74.Akbary P, Ajdari A, Dutta S. Dietary effect of *Artemia urmiana* enriched with a brown macroalgae premix (*Padina australis*, *Sargassum ilicifolium*, and *Stoechospermum marginatum*) on the growth performance, nutritional value, phytochemical, and antioxidant properties of *Litopenaeus vannamei*. Iran J Fish Sci 2024; 23(1): 109-32. https://jifro.areeo.ac.ir/article_130832.html
- 75.Pirian K, Piri K, Sohrabipour J, et al. Evaluation of chemical components and physicochemical properties of two green macroalgae species *Ulva intestinalis* and *Ulva linza* from Persian Gulf. Iranian J Med Aromatic Plants Res 2017; 33(1): 62-72. <https://doi.org/10.22092/ijmapr.2017.109708>
- 76.Gharekhan Taghar Tapeh R, Kordjazi M, Ahmad Nasrollahi S, et al. Investigation of antioxidant properties and antibacterial activity of alginate and fucoidan extracted from *Sargassum boveanum* algae collected from the Persian Gulf coast. Aquaculture Sciences. 2020; 7(2): 64-76. (Persian) https://www.aquaculturesciences.ir/article_88936.html?lang=en
- 77.Pereira AG, Otero P, Echave J, et al. Xanthophylls from the Sea: Algae as Source of Bioactive Carotenoids. Mar Drugs 2021; 19(4): 188. <https://www.mdpi.com/1660-3397/19/4/188>
- 78.Garmsiri E. Antioxidant Activity and Total Phenolic Contents of Persian Gulf Red Algae, (*Hypnea hamulosa*). J Utilization and Cultivation of Aquatics 2013; 2(3): 37-48. (Persian) https://japu.gau.ac.ir/article_2823_en.html?lang=en
- 79.Mohammadi E, Shabanpour B, Kordjazi M. Evaluation of antioxidant and antibacterial activity of brown seaweed *Iyengaria stellata* collected from Persian Gulf. Aquatic Physiol Biotechnol 2016; 4(3): 43-57. https://japb.guilan.ac.ir/article_2141_en.html
- 80.Babakhani Lashkan A. Optimization of antioxidant compounds extraction from brown algae *Sargassum angustifolium* in heating reflux methods using Taguchi design. J Utiliz Cultivat Aquatics 2016; 5(3): 1-13. (Persian) https://japu.gau.ac.ir/article_3603.html?lang=en
- 81.Veeragurunathan V, Vijay Anand KG, Grace PG, et al. Marine macro algal products. 2022; 126-47. https://www.researchgate.net/publication/364739945_Marine_macro_algal_products
- 82.Taheri A, Moradi S. Antioxidative properties of *Colpomenia sinuosa* Organic extract. J Mazandaran Univ Med Sci 2018; 28(160): 151-5. (Persian) https://jmums.mazums.ac.ir/browse.php?a_id=7568,sid=1,slc_lang=en
- 83.Khosravani AR, Akbarzadeh S, Movahed A, et al. The Anticancer Effects of *Sargassum Boveanum* Hydroalcoholic Extract in Human Colorectal Cancer Cell Lines. Iran S Med J 2022; 25(3): 198-209. (Persian) <https://ismj.bpums.ac.ir/article-1-1624-en.html>
- 84.Heidari M, Movahedinia a, Hosseini S. Assessment of antiradical and antioxidant potentials in two red and brown algae from Persian Gulf in Booshehr province in comparison with leaf of mangrove (*Avicennia marina*). J Environmental Sci Technol 2017; 5(19): 179-89. (Persian) <https://sanad.iau.ir/en/Article/839769?FullText=FullText>
- 85.Pirian K, Jeliani ZZ, Sohrabipour J, et al. Nutritional and Bioactivity Evaluation of common seaweed species from the Persian Gulf. Iran J Sci Technol, Transac A: Sci 2018; 42: 1795-804. <https://doi.org/10.1007/s40995-017-0383-x>
- 86.Kokilam G, Vasuki S, Sajitha N. Biochemical composition, alginic acid yield and antioxidant activity of brown seaweeds from Mandapam region, Gulf of Mannar. J apply pharma Sci 2013; 3(11): 099-104. https://japsonline.com/abstract.php?article_id=1116&sts=2
- 87.Vaseghi G, Zakeri N, Mazloumfard F, et al. Evaluation of the Anti-tuberculosis and Cytotoxic Potential of the Seaweed *Padina australis*: Antituberculosis and cytotoxic potential of the seaweed *Padina australis*. Iran J Pharm Sci 2019; 15(1): 29-38. <https://doi.org/10.22037/ijps.v15.40587>
- 88.Sajjadi SE, Ghobeishavi S, Yegdaneh A. Cytotoxic Sulfoquinovosyl Glycerols from the Seaweed *Sargassum Angustifolium* from Persian Gulf. Adv Biomed Res 2024; 13(1): 22. https://doi.org/10.4103/abr.abr_103_23

- 89.Do QD, Angkawijaya AE, Tran-Nguyen PL, et al. Effect of extraction solvent on total phenol content, total flavonoid content, and antioxidant activity of *Limnophila aromatica*. *J Food and Drug Analysis* 2014; 22(3): 296-302. <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2013.11.001>
- 90.Heffernan N, Smyth TJ, FitzGerald RJ, et al. Antioxidant activity and phenolic content of pressurised liquid and solid-liquid extracts from four Irish origin macroalgae. *Int J Food Sci Technol* 2014; 49(7): 1765-72. <https://doi.org/10.1111/ijfs.12512>
- 91.Monteiro M, Santos RA, Iglesias P, et al. Effect of extraction method and solvent system on the phenolic content and antioxidant activity of selected macro- and microalgae extracts. *J Appl Phycol* 2020; 32(1): 349-62. <https://doi.org/10.1007/s10811-019-01927-1>
- 92.Mashjoor S, Yousefzadi M, Esmaeili MA, et al. Cytotoxicity and antimicrobial activity of marine macro algae (Dictyotaceae and Ulvaceae) from the Persian Gulf. *Cytotechnology* 2016; 68(5): 1717-26. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26507649/>
- 93.Schwimmer D, Schwimmer M. Algae and medicine. In: Jackson, D.F. editors. *Algae and Man*. Louisville, Kentucky: Springer; 1964, 368-41. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4684-1719-7>
- 94.Sadeghi A, Rajabiyan A, Meygoli Nezhad N, et al. A review on Persian Gulf brown algae as potential source for anticancer drugs. *Algal Res* 2024; 79: 103446. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2024.103446>