دانشگاه علوم پزشکی
و خدمات بهداشتی و درمانی بوشهر

CrossMarck

10.61186/ismj.27.4.297

مقاله مروری

اثرات آنتی‌اکسیدانی و ضدتوموری جلبک‌های خلیج‌فارس: یک مرور نظام‌مند

عرفان جامعی[1]، محمدرضا گله‌گیریان[1]، معصومه شیروانی[1]، علی صادقی[1]، محدثه مهدی[1]، مریم نکوئی[2]*

[1] کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی بوشهر، بوشهر، ایران
[2] گروه بیوشیمی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی بوشهر، بوشهر، ایران

چکیده

زمینه: در سال‌های اخیر، جلبک‌های دریایی 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 MeSH و Emtree 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 به‌صورت کیفی تحلیل شدند.

یافته‌ها: تعداد ۹۶ مطالعه در این مرور گنجانده شد. بیشترین تعداد مطالعات به جلبک‌های قهوه‌ای 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. متانول 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 به‌عنوان منبع غنی از ترکیبات زیست‌فعال، پتانسیل بالایی درمان سرطان و کاهش استرس اکسیداتیو دارند. با این‌حال، تحقیقات بیشتری برای بهره‌برداری بهینه از این منابع ضروری در پزشکی و توسعه دارو مورد نیاز است.

واژگان کلیدی:
جلبک
آنتی‌اکسیدان
ضدتومور
خلیج‌فارس

***نویسنده مسئول:**
مریم نکوئی
nekooei.maryam@yahoo.com

دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۱۸
پذیرش: ۱۴۰۳/۱۱/۳۰

پیام کلیدی: جلبک‌های خلیج‌فارس به‌عنوان 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.

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-01-30]

[DOI: 10.61186/ismj.27.4.297]

دانشگاه علوم پزشکی
و خدمات بهداشتی و درمانی بوشهر

CrossMarck

10.61186/ismj.27.4.297

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
nekooei.maryam@yahoo.com

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

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-01-30]

[DOI: 10.61186/ismj.27.4.297]

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 انرژی استفاده می‌کنند، رادیکال‌های آزاد در نتیجه تولید ATP (آدنوزین‌تری فسفات) توسط میتوکندری و یا در اثر عوامل خارجی (آلودگی، دود سیگار، تشعشع، دارو) تولید می‌شوند. این محصولات فرعی عموماً گونه‌های اکسیژن فعال (ROS)[1] و همچنین گونه‌های نیتروژن فعال (RNS)[2] هستند و نقش عمده‌ای در ایجاد بیماری‌های مزمن و دژنراتیو مانند سرطان، آرتریت، اختلالات خود ایمنی، بیماری‌های قلبی عروقی و عصبی دارند. بدن انسان برای مقابله با اثرات مضر رادیکال‌های آزاد دارای مکانیسم‌های مختلفی به کمک آنتی اکسیدان‌ها است که این آنتی اکسیدان‌ها می‌توانند هم در داخل بدن و هم از خارج بدن تأمین شوند (۴-۲). اکسیژن فعال ممکن است از طریق دو مکانیسم در سرطان‌زایی 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 وقوع انواع سرطان را در پی داشته باشد (۵ و ۶). بنابراین از آنجایی که رادیکال‌های فعال اکسیژن نقش مهمی در سرطان‌زایی و سایر بیماری‌های انسانی ایفا می‌کنند، آنتی‌اکسیدان‌های موجود در منابع طبیعی به‌عنوان عوامل شیمیایی پیشگیری‌کننده سرطان به طور قابل‌توجهی مورد بررسی قرار می‌گیرند (۷).

به دنبال مطالعات صورت گرفته، اکوسیستم دریایی مخزن دست نخورده‌ای از ترکیبات فعال بیولوژیکی است و ثابت شده است که ارگانیسم‌های دریایی منابع بسیار بالقوه‌ای برای تجاری‌سازی 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 انقراض برای برخی گونه‌ها، منابع دریایی به عنوان جایگزینی برای مطالعات ترجیح داده می‌شوند (۹). یکی از ارگانسیم‌های فراوان دریایی 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 دریایی در رژیم‌های غذایی و به عنوان داروهای سنتی در دنیا مورد استفاده قرار گرفته‌اند. جلبک‌های دریایی، مشابه گیاهان، از انرژی خورشیدی برای تولید کربوهیدرات از دی‌اکسید کربن و آب بهره می‌برند (فتوسنتز). 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 متابولیت‌های 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 بسترهای مختلف و شرایط استرس برخوردار هستند که این ترکیبات شامل پلی‌ساکاریدها، 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).

[1] Reactive oxygen species
[2] Reactive nitrogen species

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-01-30]
[DOI: 10.61186/ismj.27.4.297]

خلیج‌فارس 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 خلیج‌فارس شناسایی شده است که شامل رودوفیت (جلبک قرمز)، فئوفیت (جلبک قهوه‌ای)، کلروفیت (جلبک سبز)، اگزوانتوفیت (جلبک سبز- زرد) و سیانوفیت (آبی- سبز) هستند (۱۵). عصاره‌های مختلف انواع گونه‌های جلبک در خلیج‌فارس 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، پلی‌ساکارید سولفاته فوکوئیدان است که حاوی فعالیت‌های زیستی به ویژه فعالیت آنتی‌اکسیدانی و ضدتوموری است (۱۸). برخی دیگر از جلبک‌های خلیج‌فارس 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 روش ها

منابع داده و جستجو

مطالعات در مورد اثر آنتی‌اکسیدانی و اثر ضدتوموری جلبک‌های خلیج‌فارس، در پایگاه‌های اطلاعاتی معتبر این حوزه شامل Pubmed، Web of Science، Scopus و Google Scholar از ابتدا تا سال ۲۰۲۴ جستجو شدند. جستجو، به وسیله ترکیبی از عبارات MeSH و Emtree (اصطلاحات موضوعی در Embase) انجام شد تا جستجوی کامل و جامعی به‌عمل آید. به منظور پوشش‌دهی جامع و کامل موضوع، استراتژی جستجو در دو گروه اصلی انجام شد: ۱) مطالعات مرتبط با اثر آنتی‌اکسیدانی جلبک‌های خلیج‌فارس با استفاده از عبارات "Antioxidant" AND "Algae" AND "Persian Gulf" ۲) مطالعات مرتبط با اثر ضدتوموری جلبک‌های خلیج‌فارس با استفاده از عبارات " Antitumor" AND "Algae" AND "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 خلیج‌فارس به عنوان یک عامل آنتی‌اکسیدانی و ضدتوموری پرداخته بودند، انتخاب شدند. همچنین مطالعات منتشر شده به زبان‌های فارسی و انگلیسی، به مطالعه وارد شدند. به منظور اطمینان از جامعیت و به روز بودن داده‌ها، مطالعاتی که از ابتدا تا سال ۲۰۲۴ منتشر شده‌اند، در این مطالعه مروری لحاظ شدند. در عین حال، برخی از مطالعات مانند مقالات مروری (Review Articles)، مقالات کنفرانسی، گزارش موردی (Case Report)، مطالعات تکراری، چکیده کنفرانس‌ها، پایان‌نامه‌ها و ثبت اختراعات 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 نویسندگان برای غربالگری مطالعات به‌طور 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 خلیج‌فارس) و ۹۳۵ مطالعه مربوط به گروه دوم جستجو (مطالعات مرتبط با اثر ضدتوموری جلبک‌های خلیج‌فارس) 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

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-01-30]

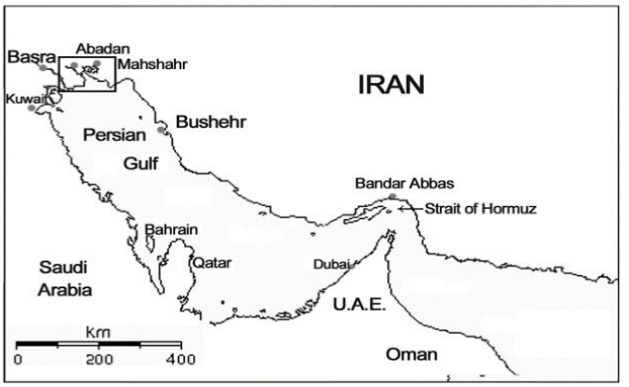
[DOI: 10.61186/ismj.27.4.297]

مرور نظام‌مند 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 نویسندگان، 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.

یافته‌ها

جلبک‌های خلیج‌فارس

خلیج‌فارس 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. خلیج‌فارس منطقه‌ای با جزر و مد، آب هوای خشک استوایی و منبع گروه بزرگ و متنوعی از ارگانیسم‌های دریایی است (شکل ۱)(۲۰). مطالعات درباره جلبک‌های خلیج‌فارس بر روی سه گونه قرمز، قهوه‌ای و سبز انجام شده است که هرکدام 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 *لورنشیا پنیکولاتا*[3] و *لورنشیا پاپیلوسا*[4] و سه جلبک قهوه‌ای *سیستوسیره میریکا*[5]، *سیستوسیره ترینودیس*[6] و *پادینا دیستروماتیک*[7] در طول هر چهار فصل سال مشاهده شدند (شکل ۲)(۲۱).



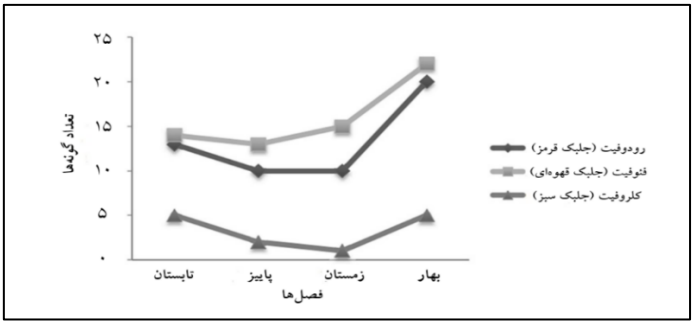
شکل ۱. موقعیت خلیج‌فارس (۲۲)

Fig 1. Location of the Persian Gulf

[3] *Laurencia paniculate*
[4] *Laurencia papillosa*
[5] *Cystoseira myrica*
[6] *Cystoseira trinodis*
[7] *Padina distromatic*

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-01-30]

[DOI: 10.61186/ismj.27.4.297]



شکل۲. تعداد گونه های جلبک دریایی در فصول مختلف در منطقه جزر و مدی بوشهر، خلیج‌فارس (۲۱)

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

جلبک‌های قرمز (Rhodophyta)

رودوفیت‌ها منابع غنی از متابولیت های ساختاری جدید و فعال بیولوژیکی هستند. آنالیز آنتی‌اکسیدانی، سیتوتوکسیک و فیتوشیمیایی عصاره دو جلبک قرمز فراوان خلیج‌فارس نشان دهنده وجود متابولیت‌های اولیه و ثانویه بود و نتایج فیتوشیمیایی و سیتوتوکسیک با چند تفاوت در مورد همه جلبک‌های قرمز خلیج‌فارس مشابه بود. با توجه به اثر ضدتوموری قابل توجه این گونه، عصاره جلبک قرمز خلیج‌فارس 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)

فئوفیت‌ها نیز حاوی انواع متنوعی از ترکیبات زیست‌فعال هستند. عصاره‌ها و فراکسیون‌های جلبک‌های قهوه‌ای خلیج‌فارس 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 قابل‌توجهی هستند که برای محققان در ساخت داروهای ضدتوموری مفید واقع شده‌اند (۲۳).

جلبک‌های سبز (Chlorophyte)

کلروفیت‌ها در خلیج‌فارس 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 *اولوا فِلکسا*[8] جمع‌آوری شده از خلیج‌فارس، اثر سیتوتوکسیک قابل توجهی علیه رده سلولی T47D نشان داده است (۲۴). *کلرلا*[9] سرده‌ای از ریزجلبک‌های سبز تک سلولی خلیج‌فارس است. عصاره متانولی جلبک *کلرلا* نقش مهاری در مرگ سلولی، تولید بیش از حد ROS، تغییرات مورفولوژیکی در سلول‌ها، اختلال در آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی، پراکسیداسیون لیپیدی، از دست دادن MMP[10] و فعال شدن کاسپاز ۳ در سمیت ناشی از H2O2 در سلول‌های PC12 را در پی داشته است (۲۵).

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

[8] *Ulva flexuosa*
[9] *Chlorella*
[10] Matrix Metalloproteinase

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-01-30]

[DOI: 10.61186/ismj.27.4.297]

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

نام علمی جلبک	نوع گونه	نوع فعالیت	منابع
Acanthophora muscoides	قرمز	آنتی‌اکسیدانی	(۲۶)
Acanthophora nayadiformis	قرمز	آنتی‌اکسیدانی	(۲۷)
Botryocladia leptopoda	قرمز	آنتی‌اکسیدانی	(۲۸)
Caulerpa sertularioides	سبز	آنتی‌اکسیدانی	(۲۹)
Chaetomorpha sp	سبز	آنتی‌اکسیدانی	(۳۰-۳۲)
Chlorella sp	سبز	آنتی‌اکسیدانی+ ضدسرطانی	(۲۵)
Chondria dasyphylla	قهوه‌ای	ضدسرطانی	(۲۴)
Cladophoropsis sp	سبز	آنتی‌اکسیدانی	(۲۸)
Colopomenia sinuosa	قهوه‌ای	آنتی‌اکسیدانی	(۳۳)
Cystoseira indica	قهوه‌ای	آنتی‌اکسیدانی+ ضدسرطانی	(۳۴)
Cystoseira myrica	قهوه‌ای	آنتی‌اکسیدانی	(۳۵-۳۷)
Cystoseira trinodis	قهوه‌ای	آنتی‌اکسیدانی	(۳۸-۴۰)
Dictyota indica	قهوه‌ای	آنتی‌اکسیدانی	(۴۱)
Entromorpha intestinalis	سبز	آنتی‌اکسیدانی	(۳۸ و ۴۰)
Fucus trinodis	قهوه‌ای	آنتی‌اکسیدانی	(۴۲)
Galaxaura rugosa	قرمز	آنتی‌اکسیدانی	(۲۶ و ۴۲)
Gracilaria corticata	قرمز	آنتی‌اکسیدانی+ ضدسرطانی	(۱۷, ۴۶-۴۳)
Gracilaria folifera	قرمز	آنتی‌اکسیدانی	(۲۸)
Gracilaria gracilis	قرمز	آنتی‌اکسیدانی	(۴۷)
Gracilaria Salicornia	قرمز	آنتی‌اکسیدانی+ ضدسرطانی	(۱۷ و ۲۸)
Gracilariopsis persica	قرمز	آنتی‌اکسیدانی	(۴۸)
Gracillariopsis longssima	قرمز	آنتی‌اکسیدانی	(۲۸)
Hypnea flagelliformis	قرمز	آنتی‌اکسیدانی	(۳۷)
Hypnea hamulosa	قرمز	آنتی‌اکسیدانی	(۴۹)
Iyengaria stellata	قهوه‌ای	آنتی‌اکسیدانی	(۵۰)
Laurencia denderoidea	قرمز	آنتی‌اکسیدانی	(۴۲)
Laurencia papillosa	قهوه‌ای	آنتی‌اکسیدانی	(۲۸)
Laurencia snyderia	قرمز	آنتی‌اکسیدانی	(۲۷ و ۳۸)
Lyengaria stellata	قهوه‌ای	آنتی‌اکسیدانی	(۵۰)
Nannochloropsis oculata	سبز	آنتی‌اکسیدانی	(۴۷)
pachynema Valoniopsis	سبز	آنتی‌اکسیدانی	(۵۱)
Padina astraulis	قهوه‌ای	آنتی‌اکسیدانی	(۴۹)
Padina boergesenii	قهوه‌ای	آنتی‌اکسیدانی	(۵۰ و ۵۲)
Padina distromatic	قهوه‌ای	آنتی‌اکسیدانی	(۲۹, ۵۳ و ۵۴)
Padina pavonica	قهوه‌ای	آنتی‌اکسیدانی	(۳۶)
Padina sp	قهوه‌ای	آنتی‌اکسیدانی	(۵۵ و ۵۶)
Padina tenuis	قهوه‌ای	آنتی‌اکسیدانی	(۴۱)
Palisada perforata	قهوه‌ای	آنتی‌اکسیدانی	(۵۷)
Picochlorum sp	سبز	ضدسرطانی	(۵۸)
Polycladia myrica	قهوه‌ای	آنتی‌اکسیدانی	(۲۶, ۵۶ و ۵۹)
S.micracanthum	قهوه‌ای	ضدسرطانی	(۶۰)
Sargassum angustifolium	قهوه‌ای	آنتی‌اکسیدانی+ ضدسرطانی	(۶۳-۶۲)
Sargassum boveanum	قهوه‌ای	آنتی‌اکسیدانی	(۲۹, ۶۴ و ۶۵)
Sargassum glaucescens	قرمز	ضدسرطانی	(۶۶)
Sargassum oligocystum	قهوه‌ای	ضدسرطانی	(۶۷)
Sargassum sp	قهوه‌ای	آنتی‌اکسیدانی	(۵۵)
Sargassum swartzii	قهوه‌ای	آنتی‌اکسیدانی	(۳۵)
Sargassum tenerrimum	قهوه‌ای	آنتی‌اکسیدانی+ ضدسرطانی	(۶۹ و ۶۸)
Sargassum vulgar	قهوه‌ای	آنتی‌اکسیدانی	(۵۶, ۷۰ و ۷۱)
Sirophysalis trinodis	قهوه‌ای	آنتی‌اکسیدانی	(۲۶ و ۵۹)
Spirogyra sp	سبز	ضدسرطانی	(۷۲)
Stoechospermum marginatum	قهوه‌ای	آنتی‌اکسیدانی	(۷۳ و ۷۴)
Ulva clathrate	سبز	آنتی‌اکسیدانی	(۱۹)
Ulva flexuosa	سبز	آنتی‌اکسیدانی+ ضدسرطانی	(۱۹ و ۲۴)
Ulva intestinalis	سبز	آنتی‌اکسیدانی	(۱۹ و ۷۵)
Ulva linza	سبز	آنتی‌اکسیدانی	(۷۵)

در بررسی مطالعات مرتبط با اثرات آنتی‌اکسیدانی و ضدتوموری جلبک‌های خلیج‌فارس (جدول ۱)، ماکروجلبک‌های *سارگاسوم آنگوستیفولیوم*[11]، *گراسیلاریا کورتی‌کاتا*[12]، *سیستوزیرا میریکا*[13]، *کولوپومنیا سینووسا*[14] با اختلاف، بیشترین تعداد مطالعات را به خود اختصاص دادند. این امر ممکن است به دلیل اثرات برجسته این

[11] *Sargassum angustifolium*
[12] *Gracilaria corticata*
[13] *Cystoseira myrica*
[14] *Colopomenia sinuosa*

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-01-30]

[DOI: 10.61186/ismj.27.4.297]

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

به‌طور کلی ماکروجلبک‌ها قادر به تولید طیف گسترده‌ای از متابولیت‌های ثانویه مانند پلی‌فنل‌ها، فلاونوئیدها، استروئیدها، فلوروتانین‌ها، کاروتنوئیدها، آلکان‌ها، کتون‌ها و پلی‌ساکاریدهای جلبکی از جمله فوکوئیدان، آسکوفیالن، آلژینات، 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 فتوسنتز تولید می‌کنند که آن‌ها را می‌توان به سه گروه بزرگ طبقه‌بندی کرد: کلروفیل‌ها، کاروتنوئیدها و فیکوبیلین‌ها. در داخل کاروتنوئیدها گزانتوفیل‌ها قرار دارند که گزانتوفیل‌ها (فوکوزانتین[۱۵]، آستاگزانتین[۱۶]، لوتئین[۱۷]، زآگزانتین[۱۸] و β-کریپتوکسانتین[۱۹]) نوعی کاروتنوئید 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). فوکوگزانتین نیز به عنوان یکی از مهم‌ترین کاروتنوئیدها (گزانتوفیل‌ها) شناخته می‌شود که در محیط‌های دریایی به فراوانی یافت می‌شود و مسئول فعالیت‌های ارزشمند بیولوژیکی مانند فعالیت آنتی‌اکسیدانی است (۴۱). رایج‌ترین پلی‌ساکاریدهای سولفاته استخراج شده از گونه‌های مختلف جلبکی شامل گالاکتان 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 پلی‌ساکارید سولفاته از جلبک، فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی منحصر به فردی را از خود نشان می‌دهند (۵۵). به منظور استخراج ترکیبات آنتی‌اکسیدانی متنوع از جلبک‌های خلیج‌فارس، از حلال‌های گوناگون با قطبیت و نسبت‌های مختلف استفاده شده است که شامل آب، متانول، اتانول، کلروفروم، استون، ان- هگزان، اتیل استات، دی کلرومتان و ان- بوتانول هستند (۴۳، ۵۹ و ۷۸). مطالعات گوناگونی در حوزه بررسی اثر آنتی‌اکسیدانی انواع عصاره و ترکیبات جلبک‌های خلیج‌فارس انجام شده است (جدول ۲). استفاده از آزمون‌های متنوع مانند TAC، DPPH، FIC، RP، FRAP، ABTS و TPC نشان‌دهنده یک ارزیابی جامع و چندوجهی از فعالیت آنتی‌اکسیدانی جلبک‌های خلیج‌فارس می‌باشد. در برخی مطالعات از مخلوط آب و اتانول در نسبت‌های مختلف (۷۰:۳۰، ۵۰:۵۰ و ۳۰:۷۰) برای استخراج ترکیبات فعال از جلبک‌ها استفاده شده است. متانول و اتانول به‌عنوان حلال‌های غالب در بسیاری از مطالعات مشاهده شده است که نشان‌دهنده استفاده گسترده از این حلال‌ها برای استخراج ترکیبات آنتی‌اکسیدانی از جلبک‌های خلیج‌فارس است. فعالیت آنتی‌اکسیدانی برخی از ترکیبات خاص مانند فوکوئیدان، آلژینات و فوکوگزانتین موجود در جلبک‌های خلیج‌فارس، به طور جداگانه ارزیابی شده است. غلظت عصاره و ترکیبات مختلف جلبک‌های خلیج‌فارس از مقادیر کم مانند ۰/۰۰۱ میلی‌گرم/ میلی‌لیتر تا مقادیر بالا مانند ۳۲۰۰ میکروگرم/ میلی‌لیتر متغیر هستند. بنابراین فعالیت آنتی‌اکسیدانی در جلبک‌ها به غلظت عصاره‌ها وابسته است. به‌عنوان‌مثال، *سارگاسوم آنگوستیفولیوم*[۲۰] در غلظت ۰/۰۱۸ میلی‌گرم/ میلی‌لیتر بالاترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی را داشت، در حالی که در برخی از جلبک‌های خلیج‌فارس مانند *سارگاسوم سوارتزیی*[۲۱] و *هیپنیا فلاژلیفرمیس*[۲۲]، بالاترین اثر آنتی‌اکسیدانی در غلظت‌های ۱ میلی‌گرم/ میلی‌لیتر مشاهده شد. عصاره‌های اتیل‌استات و متانولی در بیشتر جلبک‌ها به‌طور قابل توجهی توانستند بالاترین

[15] *Fucoxanthin*
[16] *Astaxanthin*
[17] *lutein*
[18] *zeaxanthin*
[19] *β-cryptoxanthin*
[20] *Sargassum angustifolium*
[21] *Sargassum swartzii*
[22] *Hypnea flagelliformis*

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-01-30]

[DOI: 10.61186/ismj.27.4.297]

قدرت آنتی‌اکسیدانی را نشان دهند. 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 ماسیراسیون، تأثیر مستقیمی بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی جلبک‌های خلیج‌فارس داشت. به‌عنوان مثال، جلبک *پادینا*[23] با استفاده از روش استخراج اولتراسوند بالاترین مقدار فنول کل را نشان داد.

جدول ۲. بررسی اثر آنتی‌اکسیدانی جلبک‌های خلیج‌فارس در مطالعات مختلف

نام جلبک	حلال یا ترکیب	غلظت	آزمون و مقیاس آزمون	نتایج	منابع
Sargassum angustifolium	آب- اتانول در نسبت‌های ۷۰:۳۰ و۵۰: ۵۰ و ۳۰:۷۰	۴۰ (میلی‌گرم/ میلی‌لیتر)	TAC (میلی‌گرم آسکوربیک اسید/ گرم پودر جلبکی خشک)	بالاترین اثر آنتی‌کسیدانی جلبک *Sargassum angustifolium* در نسبت ۳۰:۷۰ حلال آب-اتانول مشاهده شد	(۶۲)
Colopomenia sinuosa, astraulis Padina, Cystoseria merica,Sargassum angustifolium	آب-اتانول، اتانول، آب	ذکر نشده	DPPH (درصد)	عصاره آبی جلبک *Cystoseria merica* بالاترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی را نسبت به عصاره آبی سایر جلبک‌ها داشت و عصاره‌های آبی/ اتانولی در جلبک *Sargassum angustifolium* بالاترین قدرت آنتی‌اکسیدانی را از خود نشان داد	(۳۳)
Iyengaria stellata	آب	۰/۱ و ۰/۵ و ۱/۰ و ۲/۰ (میلی‌گرم/ میلی‌لیتر)	FIC (درصد)	توانایی شلاته کنندگی یون آهن (۹۱/۱۴ درصد) در غلظت ۲ میلی‌گرم/ میلی‌لیتر جلبک *Iyengaria stellata* بالا بود	(۷۹)
Laurencia snyderia, Entromorpha intestinalis, Cystoseira trinodis	اتانول (۷۰ درصد)	۱ (میلی‌گرم/میلی‌لیتر)	RP (جذب نوری)	بیشترین جذب نوری (فعالیت آنتی‌اکسیدانی) با جذب ۲/۹۹ مربوط به جلبک سبز *Entromorpha intestinalis* است	(۴۰)
Sargassum angustifolium	آب-اتانول، اتانول، آب	۰/۷۴ و ۰/۲۰ و ۰/۰۳۵ و ۰/۵۹ و ۰/۰۱۶ و ۰/۰۱۴ و ۰/۰۳۷ و ۰/۰۱۸ و ۰/۰۰۸ (میلی‌گرم/میلی‌لیتر)	DPPH (درصد)	بیشترین قدرت اثر آنتی‌اکسیدانی مربوط به عصاره آب-تانول جلبک *Sargassum angustifolium* در غلظت ۰/۰۱۸ میلی‌گرم/ میلی‌لیتر است	(۸۰)
Hypnea hamulosa	آب، استون، متانول، اتانول (در نسبت‌های ۳۰، ۵۰، ۷۰ و ۱۰۰)	ذکر نشده	TAC (میلی‌گرم آسکوربیک اسید/ گرم پودر جلبکی خشک)	بالاترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی کل در آب ۱۰۰ درصد و استون ۵۰ درصد به‌ترتیب با مقادیر ۰/۰۶ و ۰/۰۷ میلی گرم اسیدآسکوربیک بر گرم پودر جلبکی خشک شده بود	(۷۸)
Hypnea hamulosa, Gracilaria corticata	آب، متانول، اتانول، استون (در نسبت های ۳۰، ۵۰، ۷۰ و ۱۰۰)	ذکر نشده	TAC (میلی‌گرم اسیدتانیک / گرم پودر جلبکی خشک شده)	عصاره‌های گونه *H.hamulosa* به میزان ۰/۰۶ میلی‌گرم اسیداسکوربیک یر گرم پودر جلبکی خشک شده دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی کل بالاتری بودند نسبت به جلبک *Gracilaria corticata*	(۴۹)
Colpomenia sinousa	اتانول (۹۰ درصد)	۱ و ۰/۱ و ۰/۰۱ (میلی‌گرم/میلی‌لیتر)	DPPH (درصد)	بیشترین اثر آنتی‌اکسیدانی در غلظت ۱ (میلی‌گرم/ میلی‌لیتر)	(۸۲)
Cystoseira indica	ان-هگزان، اتانول، متانول، کلروفرم، آب	۱ و ۱۰ و ۱۰۰ و ۵۰۰ و ۱۰۰۰ (میکروگرم/ میلی‌لیتر)	RP (جذب)	بیشترین اثر آنتی اکسیدانی در غلظت ۱ (میلی‌گرم/ میلی‌لیتر) از عصاره متانولی	(۳۴)
Sargassum boveanum	اتانول (۷۰ درصد)	۱ (میلی‌گرم/ میلی‌لیتر)	TAC (میلی‌گرم آسکوربیک اسید/ گرم پودر جلبکی خشک)	عصاره هیدروالکلی جلبک به میزان ۵۲۶/۹۹ میلی‌گرم میلی‌گرم آسکوربیک اسید/ گرم پودر جلبکی خشک دارای اثر آنتی‌اکسیدانی است	(۸۳)
Cystoserriaceae myrica, Gracilaria corticata	اتانول، متانول	۲۰ و ۳۰ و ۴۰ (میلی‌گرم/ میلی‌لیتر)	DPPH (درصد)	بالاترین فعالیت آنتی اکسیدانی را عصاره اتانولی برگ درخت حرا داشت و کمترین مقادیر را عصاره متانولی گونه *Cystoserriaceae myrica* داشت	(۸۴)
Entromorpha intestinalis, Cystoseira myrica, Gracilaria corticata	اتانول ۷۰ درصد	۱ (میلی‌گرم/ میلی‌لیتر)	FRAP (میکرومول آهن/ گرم عصاره)	بالاترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی به میزان ۹۱۴۷/۶ میکرومول آهن/ گرم عصاره به جلبک سبز *Entromorpha intestinalis* تعلق دارد	(۳۸)

[23] *Padina*

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-01-30]

[DOI: 10.61186/ismj.27.4.297]

Gracilariopsis persica, Hypnea flagelliformis	ان-هگزان، اتیل استات، متانول	۳ (میلی‌گرم/ میلی‌لیتر)	TAC (میلی‌گرم آسکوربیک اسید/ گرم پودر جلبکی خشک)	عصاره اتیل استاتی *Hypnea flagelliformis* به میزان ۲۲۵۰ دارای بیشترین مقدار ظرفیت اکسیدانی کل می‌باشد.	(۴۸)
Valoniopsis pachynema,Sargassum tenerrimum	متانول، ان-هگزان، دی-کلرومتان، کلروفرم	۰/۰۱ و ۰/۱ و ۱ (میلی‌گرم/ میلی‌لیتر)	DPPH (درصد)	بالاترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی در عصاره متانولی جلبک *Sargassum tenerrimum* در غلظت ۱ میلی‌گرم/میلی‌لیتر به میزان ۸۸/۲۲ است	(۵۱)
Padina distromatic	متانول، ان-هگزان، ان-بوتانول	ذکر نشده	DPPH (IC50)	شاخص انتی‌اکسیدانی براساس IC50 به روش اولتراسوند ۹۲ و به روش ماسیراسیون ۴۲ (میلی‌گرم /میلی‌لیتر) است	(۵۴)
Sargassum boveanum, Fucus trinodis, Laurencia denderoidea, Galaxaura rugosa	ان-هگزان، کلروفرم، اتانول	۰/۳۶ و ۰/۷۵ و ۳ و ۶ (میلی‌گرم/میلی‌لیتر)	TAC (میلی‌گرم آسکوربیک اسید/ گرم عصاره)	بالاترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی در عصاره کلروفرمی جلبک *Fucus* trinodis به میزان ۲/۹۸ است	(۴۲)
Sargassum boveanum	اتانول، آب	۰/۱ و ۱ و ۱۰ و ۱۰۰ (میلی‌گرم/میلی‌لیتر)	DPPH (درصد)	بالاترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی در عصاره آبی جلبک *Sargassum boveanum* در غلظت ۳ (میلی‌گرم/ میلی‌لیتر) به میزان ۹۴ بود	(۶۴)
chlorella sp	متانول، کلروفرم، اتیل استات، اتانول	۰/۲, ۰/۴, ۰/۶ و ۱ (میلی‌گرم/ میلی‌لیتر)	FRAP (میکرومول آهن/گرم عصاره)	عصاره متانولی در غلظت ۱ (میلی‌گرم/ میلی‌لیتر) به میزان ۲۳۷/۰۸ افزایش یافت	(۲۵)
Cystoseira trinodis	متانول، کلروفرم، اتیل استات، ان-هگزان	۰/۰۰۱ و ۰/۰۱ و ۰/۱ و ۰/۵ و ۱ (میلی‌گرم/ میلی‌لیتر)	DPPH (درصد)	بالاترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی مربوط به عصاره اتیل استاتی با ۹۲ درصد مهار در غلظت ۱ (میلی‌گرم/ میلی‌لیتر) بود	(۳۹)
Sirophysalis trinodis, Polycladia myrica	پلی ساکاریدهای خام	۵ (میلی‌گرم/ میلی‌لیتر)	TAC (میلی‌گرم آسکوربیک اسید/ گرم پودر جلبکی خشک)	بالاترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی پلی‌ساکارید خام به میزان ۸۷/۷۹ در جلبک *Sirophysalis trinodis*	(۵۹)
Iyengaria stellata	آب	۵ (میلی‌گرم/ میلی‌لیتر)	TAC (میلی‌گرم آسکوربیک اسید/ گرم پودر جلبکی خشک)	فعالیت انتی‌اکسیدانی این جلبک به میزان ۲۳/۶۹ میلی‌گرم در گرم است	(۷۹)
Chaetomorpha sp, Colpomenia sinuosa	استون، اتانول، متانول، آب (نسبت آب خالص ۱۰۰٪ و ۳۰:۷۰٪ برای سایر حلال‌ها)	ذکر نشده	DPPH (درصد)	فعالیت آنتی‌اکسیدانی در تمام حلال‌های عصاره جلبک *Colpomenia sinuosa* بالاتر از جلبک *Chaetomorpha sp* بود	(۳۱)
Sargassum swartzii, Cystoseira myrica, Colpomenia sinuosa	متانول، ان- هگزان، اتیل استات، کلروفرم	۱۰ (میلی‌گرم/ میلی‌لیتر)	FRAP (میکرومول آهن/ گرم عصاره)	بیشترین فعالیت انتی‌اکسیدانی در عصاره متانولی جلبک *Sargassum swartzii* به مقدار ۷۳/۹۲ بود	(۳۵)
Palisada perforate, Sargassum angostifolium	ان- هگزان، اتیل استات، متانول	۱/۵ و ۳ و ۶ (میلی‌گرم/میلی‌لیتر)	ABTS (درصد)	عصاره‌های اتیل استاتی و متانولی جلبک *Palisada perforata* در هر سه غلظت فعالیت مهاری یکسانی نشان دادند به میزان ۸۷/۵۰ ۳۷/۱۴ و عصاره هگزان فعالیت بسیار کمی را برای این جلبک نشان داد	(۵۷)
Sirophysalis trinodis, Polycladia myrica, Sargassum angustifolium, Sargassum boveanum, Sargassum vulgare ,Palisada perforate, Gracilaria corticate, Acanthophora muscoides, Laurencia dendroidea,Galaxaura rugosa	ان-هگزان، اتیل استات، متانول	۰/۳۶ و ۰/۷۵ و ۱/۵و ۳ و ۰/۷۵ و ۳ و ۶ (میلی‌گرم/ میلی‌لیتر)	ABTS (IC50)	عصاره اتیل استات *Sargassum angustifolium* با IC50 ۰/۴ و عصاره n-هگزانی *Galaxaura rugosa* با IC50 ۵/۵۰ به ترتیب بیشترین و حداقل فعالیت‌های مهار را نشان دادند	(۲۶)
Sargassum vulgar,Ulva linza, Gracilaria corticata	ان-هگزان، متانول، اتیل استات	۱/۵ (میلی‌گرم/ میلی‌لیتر)	RP (جذب)	عصاره اتیل استات جلبک *Sargassum vulgar* به میزان ۰/۸۰۴ به‌طور قابل توجهی بالاترین فعالیت انتی‌اکسیدانی را در مقایسه با اسیداسکوربیک به میزان ۰/۷۰۰ به عنوان یک کنترل مثبت نشان داد	(۸۵)
Sargassum tenerrimum, Gracilaria corticata	متانول	۱ (میلی‌گرم/ میلی‌لیتر)	FRAP (میکرومول آهن/ گرم عصاره)	بالاترین فعالیت انتی‌اکسیدانی به میزان ۵۸۸/۸ متعلق به جلبک قرمز *G. corticata* و کمترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی به میزان ۵۸۵/۴ متعلق به جلبک قهوه‌ای *Sargassum tenerrimum* است	(۷۲)

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-01-30]

[DOI: 10.61186/ismj.27.4.297]

Botryocladia leptopoda, Gracilaria folifera, Cladophoropsis sp, Colpomenia sinousa, Cystoseria myrica, Gracilaria Salicornia, Gracillariopsis, longssima Iyengaria stellata, Hypneaflagelliformis, Laurenciapapillosa	اتانول (٪۹۰)	۵/۳۲۰۰-۱۲ (میکروگرم/ میلی‌لیتر)	RP (جذب)	بالاترین فعالیت انتی‌اکسیدانی را جلبک *Cladophoropsis sp* به میزان ۴۸/۱ (میلی‌گرم/ میلی‌لیتر) با جذب ۵/۰ نشان داد	(۲۸)
Sargassum wightii Greville, Padina tetrastromatica Hauck, Chnoospora minima, Hormophysa triquetra	متانول (٪۸۰)	۱۰۰۰-۲۰۰ (میکروگرم/ میلی‌لیتر)	TPC (میلی‌گرم در گرم)	حداکثر محتوای فنل در *Sargassum wightii* به میزان ۳/۴۶ مشاهده شد	(۸۶)
Padina pavonica, Colpomenia sinuosa, Cystoseira myrica	اتیل استات، ان-هگزان، متانول	۲۰ و ۴۰ و ۸۰ و ۱۲۰ (میکروگرم/ میلی‌لیتر)	DPPH (IC50)	در میان عصاره چهار جلبک دریایی، عصاره اتیل استات جلبک *U. lactuc* بیشترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی را با IC50 به میزان ۶۲/۱۳ نشان داد	(۳۶)
Hypnea hamulosa, Gracilaria corticate, Enteromorpha intestinalis	متانول، استون	۱۰۰۰-۱۰ (میکروگرم/ میلی‌لیتر)	FRAP (اسید تانیک (TAE) در هر گرم نمونه)	بیشترین قدرت آنتی‌اکسیدانی عصاره متانولی جلبک gracilaria coticata به میزان ۰/۰۶ مشاهده شد	(۴۵)
Hypnea flagelliformis,Cystoseira myrica, Sargassum boveanum	دی کلرومتان، متانول، اتیل استات، آب	۱۰۰ (میلی‌گرم/میلی‌لیتر)	DPPH (IC50)	در کل عصاره‌های آبی فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالاتری داشتند و در این میان عصاره آبی جلبک *Cystoseira myrica* با IC50 به میزان ۱/۷۸ بیشترین فعالیت انتی‌اکسیدانی را نسبت به جلبک‌های دیگر دارد	(۳۷)
Cystoseira myrica, Entreromorpha intestinalis, Gracilaria corticata	اتانول	۱ (میلی‌گرم/ میلی‌لیتر)	TPC (میلی‌گرم اسید گالیک در گرم عصاره)	بالاترین مقدار فنل را جلبک سبز *Entreromorpha intestinalis* داشت و کمترین مقدار فنل نیز مربوط به جلبک قرمز Gracilaria corticata بود.	(۴۴)
Gracilaria Salicornia, Gracilaria corticat	متانول	۱ و ۳ و۹ و ۲۷ و ۸۱ و ۲۴۳ (میکروگرم/ میلی‌لیتر)	DPPH (درصد)	بالاترین فعالیت انتی‌اکسیدانی با IC50 به میزان ۰/۵۴ مربوط به جلبک *Gracilaria corticata* بود	(۱۷)
Lyengaria stellata, Padina boergesenii	استون، متانول، اتانول	۰/۰۵ و ۰/۱ و ۰/۲۵ و ۰/۵ و ۱ (میلی‌گرم/میلی‌لیتر)	DPPH (درصد)	بالاترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی به میزان ۸۸/۵ در عصاره استونی جلبک *Lyengaria stellat* مشاهده شد	(۵۰)
Ulva clathrate, Ulva linza, Ulva flexuosa, Ulva intestinalis	متانول (٪۸۰)	۰/۱ و ۰/۵ و ۱ (میلی‌گرم/ میلی‌لیتر)	DPPH (IC50)	جلبک *Ulva clathrate* فعالیت آنتی‌اکسیدانی نسبتاً بالایی با IC50 به میزان۰/۸۸ از خود نشان داد	(۱۹)
Stoechospermum marginatum	متانول، کلروفرم، اتانول، ان-هگزان	۰/۱-۰۰۰۰۵ (میلی‌گرم/میلی‌لیتر)	DPPH (IC50)	عصاره متانولی جلبک *Stoechospermum marginatum* با IC50 به میزان ۰/۰۰۱۲ دارای بیشترین اثر آنتی‌اکسیدانی است	(۷۳)
Gracilaria gracilis, Nannochloropsis oculata	اتیل استات، متانول	۸۰۰ (میکروگرم/ میلی‌لیتر)	FIC (درصد)	بیشترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی مربوط به عصاره اتیل استات جلبک *Nannochloropsis oculata* به میزان ۷۲/۹۵ بود	(۴۷)
Padina distromatic, Sargassum angustifolium	متانول، ان- هگزان، ان-بوتانول	۲۰۰ (میلی‌گرم/ میلی‌لیتر)	TPC (گرم گالیک اسید / کیلوگرم)	میزان فنول کل عصاره ماسیراسیونی و اولتراسوندی جلبک پادینا به‌ترتیب ۴۰۵۵ و ۴۳۶۵ و فنول کل عصاره ماسیراسیونی و اولتراسوندی جلبک سارگاسوم برابر با ۳۳۹۷ و ۴۶۶۳ بود.	(۵۳)
Sargassum vulgare	آب	۲۰۰-۲۰ (میکروگرم/ میلی‌لیتر)	TAC (میلی‌گرم آسکوربیک اسید/ گرم عصاره)	فعالیت آنتی‌اکسیدانی جلبک با افزایش غلظت از ۳۳/۸۴ به ۷۰/۵۲۱ افزایش می‌یابد	(۷۰)
Sargassum sp, Padina sp	فوکوئیدان	۰/۰۳ و ۰/۰۶ و ۰/۰۹ و ۰/۱۲ (میلی‌گرم/ میلی‌لیتر)	DPPH (IC50)	میزان IC50 در فوکوئیدان استخراج شده در جلبک سارگاسوم و پادینا به‌ترتیب ۰/۱ و ۰/۱۴ میلی‌گرم/ میلی‌لیتر بود که بیشتر از پادکننده صنعتی BHT به میزان ۱۱ میکروگرم/ میلی‌لیتر بود	(۵۵)

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-01-30]

[DOI: 10.61186/ismj.27.4.297]

Sargassum boveanum	آلژینات، فوکوئیدان	۰/۱ و ۰/۵ و ۱/۰ و ۲/۰ (میلی‌گرم/ میلی‌لیتر)	FIC (درصد)	در غلظت‌های ۱/۰ تا ۲ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر از ترکیب‌های مورد استفاده، درصد شلاته کنندگی آلژینات و فوکوئیدان به ترتیب ۷۸/۱۹ تا ۷۶ و ۷۶/۳ تا ۹/۱۵ به دست آمد و در تمامی غلظت‌ها توانایی شلاته کنندگی یون آهن توسط آلژینات از فوکوئیدان بالاتر بود.	(۷۶)
Dictyota indica, Padina tenuis, Colpomenia sinuosa, Iyengaria stellata	فوکوگزانتین	۰/۵ (میلی‌گرم/ میلی‌لیتر)	FRAP (میکروگرم اسید اسکوربیک/ گرم وزن خشک عصاره)	فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره *Dictyota indica* (در فصل زمستان) به میزان ۹۰ بیشتر از سایر گونه‌ها بود و *Iyengaria stellata* کمترین فعالیت را نشان داد.	(۴۱)
Polycladia myrica, Padina sp	آب-اتانول، اتیل استات	۰/۲۵ و ۰/۵ و ۱ و ۲ و ۳ (میلی‌گرم/ میلی‌لیتر)	FRAP (میکرومول آهن /گرم عصاره)	فراکشن اتیل استاتی ماکروجلبک قهوه‌ای *Padina* sp. با غلظت ۳ میلی‌گرم در میلی‌لیتر دارای بیشترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی بود و کمترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی مربوط به فراکشن آبی ماکروجلبک قهوه‌ای *P. myrica* با غلظت ۲۵/۰ میلی‌گرم در میلی‌لیتر بود	(۵۶)

به منظور سنجش فعالیت انتی اکسیدانی جلبک‌های خلیج‌فارس، مطالعات مختلف از انواع مختلف آزمون‌های آنتی‌اکسیدانی استفاده کرده‌اند که در هر کدام متغیر اندازه‌گیری و ماده مرجع متفاوتی استفاده شده است (جدول ۳).

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

عنوان آزمون	نام جلبک	هدف آزمون	متغیر اندازه‌گیری	ماده مرجع	منابع
DPPH	*Cystoseria trinodis*	سنجش فعالیت مهار رادیکال‌های آزاد (رادیکال DPPH)	مهار (%) درصد	اسید آسکوربیک	(۳۹)
FRAP	*Gracilariopsis persica*	سنجش قدرت احیا کنندگی کلرید آهن III به کلریدآهن I	میزان جذب در ۷۰۰ نانومتر	اسید آسکوربیک	(۴۸)
FIC	*Sargassum tenerrimum*	فعالیت کلاته کنندگی یون آهن	درصد کلاته کنندگی	EDTA	(۵۱)
RP	*Cystoserriaceae myrica*	سنجش قدرت کاهشی	میزان جذب در ۷۰۰ نانومتر	بوهیل هیدرواکسی آنیزول	(۸۴)
ABTS	*Palisada perforate*	سنجش فعالیت مهار رادیکال ABTS	EC50	کوئرستین	(۵۷)
TAC	*Fucus trinodis*	سنجش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل	میکرو گرم اسیداسکوربیک بر میلی‌گرم عصاره	اسید آسکوربیک	(۴۲)
AOA	*Sargassum vulgar*	سنجش فعالیت انتی‌اکسیدانی	میزان جذب در ۴۹۰ نانومتر	کاتچین	(۷۱)
TPC	*Gracilaria corticata*	سنجش میزان فنل کل	میلی‌گرم اسید تانیک بر گرم پودر جلبک	اسید تانیک	(۴۹)
TFC	*Gracilariopsis persica*	سنجش میزان فلاونوئید	میزان جذب در ۴۱۵ نانومتر	کوئرستین	(۴۸)
OH	*Iyengaria stellata*	سنجش توانایی مهار رادیکال آزاد هیدروکسیل	میزان جذب در ۵۲۰ نانومتر	آب مقطر	(۷۹)

خواص ضدتوموری جلبک‌ها

انجام مطالعات گسترده در حوزه سلولی مولکولی بر سلول‌های سرطانی، یک رویکرد هدفمند در پیشگیری بیوشیمیایی 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 خلیج‌فارس نشان 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 کورتی‌کاتا*[24] یک جلبک فراوان در دریای خلیج‌فارس است که از خود فعالیت ضد سرطانی در

[24] *Gracilaria corticata*

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-01-30]

[DOI: 10.61186/ismj.27.4.297]

برابر رده‌های سلولی لوسمیک انسانی نشان داده است (۴۶). جزء ان- هگزانی دو جلبک *سارگاسوم سوارتزی*[۲۵] و *سیستوسریا میریکا*[۲۶] خلیج‌فارس به‌ترتیب سلول‌های آپوپتوتیک را در بین رده‌های سلولی Caco2 و T47D افزایش دادند که این موضوع نشان‌دهنده یک مسیر آپوپتوز 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 ایلیسیفولیوم*[۲۷] 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 متانولی 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 نشان‌دهنده تفاوت قابل توجهی در اثرات ضدتوموری آن‌ها است. به‌عنوان مثال، جلبک *پادینا آسترالیس*[۲۸] در عصاره ان- 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 بووانوم*[۳۰] در رده‌های سلولی مانند HCT116 و SW742 مقادیر IC50 قابل توجهی داشتند که نشان‌دهنده پتانسیل بالای این گونه از جلبک‌های خلیج‌فارس برای توسعه به عنوان عوامل ضدتوموری است. همچنین نانوذرات نقره بیوسنتز شده با عصاره آبی جلبک *اسپیروژایرا*[۳۱] با IC50 (۴۴/۵ 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 به‌طور کلی در استخراج ترکیبات زیستی فعال با فعالیت ضدتوموری، موفق‌تر از حلال‌های آبی بوده‌اند و حلال متانول نیز بسته به رده سلولی و نوع جلبک، نتایج متغیری ارائه داده است.

[25] *Sargassum swartzii*
[26] *Cystoseira myrica*
[27] *Sargassum ilicifolium*
[28] *Padina australis*
[29] *Cystoseira indica*
[30] *Sargassum boveanum*
[31] *Spirogyra sp*

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-01-30]

[DOI: 10.61186/ismj.27.4.297]

جدول ۴. بررسی اثر ضدتوموری جلبک‌های خلیج‌فارس در مطالعات مختلف

نام علمی جلبک	رده سلولی	عامل استخراج	IC50 (میکروگرم/ میلی‌لیتر)	منابع
Cystoseira indica	HTC116	n-هگزان اتیل استات متانول کلروفرم آب	۶۹۱۱۰ ۵۸۵۵۰ ۳۰۰۰۰ ۵۰۱۱۰ ۶۶۶۷۰	(۳۴)
Sargassum glaucescens	HT-29	متانول کلروفرم اتیل استات nهگزان	۲۷۱۷۰ ۴۱۱۱۰ ۶۹۴۴۰ ۷۷۹۰۰	(۶۶)
	MCF-7	متانول کلروفرم اتیل استات nهگزان	۳۹۶۷۰ ۵۰۶۶۰ ۶۰۱۱۰ ۸۱۲۹۰	
Sargassum boveanum	SW742	اتانول	۱۵۱/۶۰	(۸۳)
	HCT116	اتانول	۹۸/۱۰۰	
Gracilaria corticata	Jurkat	آب	۹۳۳۶۰	(۴۶)
	molt-4	آب	۹۷۲۶۰	
Sargassum oligocystum	K562	آب	۴۰۰	(۶۶)
	Daudi	آب	۵۰۰	
australis Padina	HeLa	ان-هگزان دی کلرومتان بوتانول آب	۲/۰ ۲۰ ۱۹/۷ ۱۸۲/۷	(۸۷)
Sargassum angustifolium	Hela	هگزان دی کلرومتان بوتانول	۱۳۴/۷ ۶۲/۵۱۴۶ -	(۶۱)
	MCF-7	هگزان دی کلرومتان بوتانول	۷۱/۲۶۶ ۳۶/۱۷۷۳ ۲۵/۲۷۴۶	
Sargassum Angustifolium	HeLa	ترکیب ۱ ترکیب ۲ ترکیب ۳ ترکیب ۴ ترکیب ۵	۱۲/۲ ۲۵/۸ ۱۴/۹ ۹/۸ ۵/۶	(۸۸)
Sargassum swartzii	HT-29	متانول مطلق متانول (۷۰ درصد) هگزان کلروفرم اتیل استات	>۱۰۰۰ >۱۰۰۰ ۲۱۱/۵۴ ۴۴۶ >۱۰۰۰	(۶۰)
	Caco-2	متانول مطلق متانول (۷۰ درصد) هگزان کلروفرم اتیل استات	>۱۰۰۰ >۱۰۰۰ ۹۹/۹ ۵۳۰/۶۴ ۱۸	
	T47D	متانول مطلق متانول (۷۰ درصد) هگزان کلروفرم اتیل استات	۲۰۵/۲ ۸۵۳/۸۹ >۱۰۰۰ >۱۰۰۰ ۹۷۰/۹۵	
Cystoseira myrica	HT-29	متانول مطلق متانول (۷۰ درصد) هگزان کلروفرم اتیل استات	>۱۰۰۰ >۱۰۰۰ ۳۲۸/۷ >۱۰۰۰ ۴۷۳	(۶۰)
	Caco-2	متانول مطلق متانول (۷۰ درصد) هگزان کلروفرم اتیل استات	>۱۰۰۰ >۱۰۰۰ ۲۵۴/۹۲ >۱۰۰۰ ۵۴۱/۲	
	T47D	متانول مطلق متانول (۷۰ درصد) هگزان کلروفرم اتیل استات	>۱۰۰۰ ۳۸۱/۵۹ ۹۹/۹ ۱۶۵/۴۳ ۴۵۳/۵۲	

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-01-30]

[DOI: 10.61186/ismj.27.4.297]

Colpomenia sinuosa	HT-29	متانول مطلق	>۱۰۰۰	(۶۰)
		متانول (۷۰ درصد)	>۱۰۰۰	
		هگزان	>۱۰۰۰	
		کلروفرم	۷۷۱/۹۷	
		اتیل استات	>۱۰۰۰	
	Caco-2	متانول مطلق	>۱۰۰۰	
		متانول (۷۰ درصد)	>۱۰۰۰	
		هگزان	۵۰۱/۶۵	
		کلروفرم	>۱۰۰۰	
		اتیل استات	>۱۰۰۰	
	T47D	متانول مطلق	>۱۰۰۰	
		متانول (۷۰ درصد)	>۱۰۰۰	
		هگزان	۴۹۴/۰۳	
		کلروفرم	۸۷۷/۸	
		اتیل استات	>۱۰۰۰	
Gracilaria salicornia	HT-29	متانول	۶۸/۲	(۱۷)
	HeLa	متانول	۱۲۵/۹	
	MCF 7	متانول	۱۸۵/۸	
Gracilaria corticata	HT-29	متانول	۵۸/۶	(۱۷)
	HeLa	متانول	۱۱۷/۴	
	MCF 7	متانول	۱۲۰/۶	
Gracilaria corticata	HeLa	n-هگزان	۱۱۷/۴	(۵۸)
		دی کلرومتان	۲۹۱/۳۸	
		n-بوتانول	۱۱۴۸/۳	
		آب	۲۶۸۶/۱	
		فراکشن A	۱۲۱/۸۲	
		فراکشن B	۹۶/۳۳	
		فراکشن C	۱۴۵/۹۰	
		فراکشن D	۱۳۲/۶۵	
		فراکشن E	۱۱۶/۴۵	
		فراکشن F	۱۲۳/۳۷	
		فراکشن G	۱۰۹/۸۴	
		فراکشن H	۲۰۲/۵۳	
		فراکشن I	۱۷۳/۵۶	
		ترکیب ۱	۱۰۶/۸۸	
		ترکیب ۲	۲۴۳/۵۶	
Picochlorum sp.	MDA-MB-231	متانول	۱۴۷/۶۵	(۵۸)
		ایل استات	۱۹۱/۷۶	
		کلروفرم	>۵۰۰	
		هگزان	>۵۰۰	
	MCF-7	متانول	۲۴۰/۶۱	
		اتیل استات	۲۵۴/۲۹	
		کلروفرم	>۵۰۰	
		هگزان	>۵۰۰	
	Hep-G2	متانول	۲۸۳/۰۴	
		اتیل استات	۳۴۰/۸۶	
		کلروفرم	>۵۰۰	
		هگزان	>۵۰۰	
	A-549	متانول	۴۰۴/۱۳	
		اتیل استات	۵۱۴/۳۹	
		کلروفرم	>۵۰۰	
		هگزان	>۵۰۰	
Sargassum ilicifolium	MCF-7	فوکوئیدان	۲۵	(۱۸)
Spirogyra sp.	MDA-MB-231	نانوذرات نقره بیوسنتز شده با عصاره آبی	۴۴/۵	(۷۲)
		نانوذرات نقره بیوسنتز شده با عصاره متانولی	۶۲/۹۷	

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-01-30]

[DOI: 10.61186/ismj.27.4.297]

بحث

جلبک‌های دریایی مدت‌هاست که به‌عنوان 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 خلیج‌فارس است. طبق اطلاعات موجود، این مطالعه نخستین بررسی جامع و نظام‌مند از اثرات آنتی‌اکسیدانی و ضدتوموری جلبک‌های خلیج‌فارس محسوب می‌شود. یک مطالعه وسیع بر روی ده گونه قرمز و قهوه‌ای از جلبک‌های خلیج‌فارس 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 خنثی‌سازی رادیکال‌های آزاد نسبت به مکانیسم‌های احیای فلزات اشاره داشته باشد. همچنین، ممکن است تفاوت‌های مشاهده‌شده 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 خلیج‌فارس از طریق آزمایش‌های متنوع ضروری به نظر می‌رسد. لازم به ذکر است که انتخاب حلال مناسب به‌دلیل نقش آن در انحلال ترکیبات آنتی‌اکسیدانی با ساختارهای شیمیایی و قطبیت مختلف، می‌تواند بر بازده استخراج و فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی عصاره‌های ماکروجلبک‌ها تأثیرگذار باشد (۸۹). در بازیابی پلی‌فنل‌ها، حلال‌های قطبی معمولاً به‌صورت 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 خلیج‌فارس، استفاده گسترده از دو حلال متانول- آب (هیدروالکلی) و اتانول برای استخراج ترکیبات گوناگون موجود در جلبک‌ها، در تحقیقات آینده توصیه می‌شود. یافته‌های به‌دست‌آمده از مطالعات مختلف نشان‌دهنده وجود تفاوت در میزان اثر سیتوتوکسیک جلبک‌های خلیج‌فارس بر سلول‌های سرطانی است (۹۲). بنابراین، با توجه به وجود ترکیبات ضدتوموری مختلف در جلبک‌های خلیج‌فارس، تفکیک و خالص‌سازی عصاره‌های جلبک در مطالعات آتی توصیه می‌شود. پیش‌تر، موسوی و همکاران، در یک مطالعه مروری، موجودات دریایی خلیج‌فارس را از نظر اثر سیتوتوکسیک و ضدباکتریایی بررسی کردند و مؤثرترین عملکرد سیتوتوکسیک را مربوط به عصاره ان- بوتانول جلبک قهوه‌ای *سارگاسوم آنگوستیفولیوم* بر روی رده سلولی Huvec معرفی نمودند. در حالی که مطالعة حاضر، اثر عصاره ان- هگزان جلبک قهوه‌ای *پادینا آسترالیس* را به‌عنوان قوی‌ترین اثر ضد توموری در میان جلبک‌های مورد بررسی نشان می‌دهد (۹۳). همچنین، صادقی و همکاران در یک مطالعه مروری بر روی جلبک‌های قهوه‌ای خلیج‌فارس به‌عنوان منبع بالقوه داروهای ضدسرطان نشان دادند که گونه جلبک دریایی *سارگاسوم* بیشترین مطالعات را در زمینه خواص ضدسرطانی در خلیج‌فارس به خود اختصاص داده است. عصاره‌ها و فراکسیون‌های جلبک‌های قهوه‌ای خلیج‌فارس اثرات سیتوتوکسیک متفاوتی را بر انواع مختلف رده‌های سلول سرطانی نشان داده‌اند (۹۴)، که با نتایج به‌دست‌آمده در مطالعه ما همسو است و بیانگر اهمیت امیدوارکننده و قابل توجه جلبک‌های قهوه‌ای در ساخت داروهای مؤثر ضدسرطان و دسترسی فراوان به این گونه جلبکی در خلیج‌فارس می‌باشد. با توجه به فعالیت‌های ضدتوموری قابل‌توجه در جلبک‌های خلیج‌فارس و یافته‌های این مرور، انجام بررسی‌های بیشتر، از جمله ارزیابی فعالیت ضدسرطانی گونه‌های مختلف جلبک‌های خلیج‌فارس در داخل بدن نیز توصیه می‌شود. از محدودیت‌های موجود در این مطالعه هنگام تفسیر یافته‌ها، می‌توان به اختلاف قابل‌توجه 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 خلیج‌فارس، 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 خلیج‌فارس، منجر به عدم ثبات در برخی داده‌ها، تعمیم‌پذیری محدود و ناهمگونی در نتایج می‌شود.

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-01-30]

[DOI: 10.61186/ismj.27.4.297]

نتیجه‌گیری

جلبک‌های خلیج‌فارس 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 خلیج‌فارس 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 فوق‌العاده این جلبک‌ها با محیط زیست دریای خلیج‌فارس، آینده‌ای امیدوارکننده در انتظار ورود این موجودات دریایی به عرصه‌های درمانی در علوم پزشکی و داروسازی است. هرچند نیاز به تحقیقات گسترده‌تر برای کشف پتانسیل‌های ناشناخته در این جلبک‌ها احساس می‌شود، اما بی‌شک با برداشت هرگامی در مسیر بهره‌گیری از این منابع زیستی گرانبها، یک قدم به افق‌های جدید سلامت و درمان پیش روی بشر نزدیک می‌شویم.

سپاس و قدردانی

نویسندگان 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 نویسندگان بیان نشده است.

References:

1.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

2.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

3.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

4.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/

5.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

6.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

7.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/

8.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://sphinxsai.com/2014/ch_vol_6_7/1/(3431-3436)%20O14.pdf

9.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

10.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

11.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

12.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

13.Korzeniowska K, Górka 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

14.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

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-01-30]

[DOI: 10.61186/ismj.27.4.297]

15.Sohrabipour J, Rabii R. A list of marine algae of seashores 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, Permeh 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
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
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 (Querqus brantii). World J Fish , Marine Sci 2015; 7(4): 237-42. https://doi.org/10.5829/idosi.wjfms.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 antioxidative 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, Houshmandi S, et al. Investigation of the anticancer and antioxidant activity of the brown algae (Cystoseira indica) extract against the colorectal

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-01-30]

[DOI: 10.61186/ismj.27.4.297]

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 antitumor 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; Lyengaria 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 tenerrimum 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

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-01-30]

[DOI: 10.61186/ismj.27.4.297]

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 angustifulium) 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, Shabanpour 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. Anticancer 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 tenerrimum 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

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-01-30]

[DOI: 10.61186/ismj.27.4.297]

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 angustrifolum. 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

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-01-30]

[DOI: 10.61186/ismj.27.4.297]

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

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-01-30]

[DOI: 10.61186/ismj.27.4.297]