Original Article

Evaluation of the content and bioactivity of four macroalgae species from the Persian Gulf

Arman M[1*], Pirian K[2], Khosh-Eghbal F[1], Ali-Naghizadeh M[1]

1- Department of Biology, Payam Noor University (PNU), Tehran, I.R. Iran.
2- Department of Biotechnology, Factually of Agriculture, Buali-Sina University, Hamedan, I.R. Iran.

Received: 2019/06/9 | Accepted: 2020/09/19

Abstract:

Background: Macroalgae are rich in diverse valuable compounds so they are known as the 21 century medicinal plants. In this study polar to nonpolar extracts of four macroalgae species, *Sargassum boveanum*, *Fucus trinodis*, *Galaxaura rugos* and *Laurencia denderoidea* were collected from the Persian Gulf coastlines, evaluated for their phenol and flavonoid contents and antioxidant and antibacterial activities.

Material and Methods: Phenol and flavonoid contents of species were estimated by Folin-Ciocalteu and Aluminum chloride methods, respectively. Antioxidant activities of extractions were analyzed by total antioxidant activity (TAC) and reducing power of Fe^{3+} respectively and also antibacterial activity of samples were analyzed by disc diffusion method against two gram positive and two gram negative bacteria.

Results: *F. trinodis* showed the highest phenolic (1.38 gGA/100gDW.) and flavonoid (0.798 gQE/100gDW.) contents and *G. rugosa* showed the lowest phenolic (0.240 gGA/100gDW.) and flavonoid (0.094 gQE/100gDW.) contents. Chloroform extract of *F. trinodis* (2.98 ugASA/mg) and *S. boveanum* (2.48 nm) showed the maximum level of TAC and reducing power antioxidant activities, respectively. The samples with high content of phenolic and flavonoid contents showed the highest antioxidant activity too. All the three extracts of *S. boveanum* and *F. trinodis* showed the considerable antibacterial activity against all the four examined strains of bacteria especially negative gram bacteria.

Conclusion: The studied macroalgal species showed considerable phenolic content and bioactivities suggest that they can be suitable for medical and medicinal applications.

Keywords: Macrolage, Phenol, Flavonoid, Antioxidant, Antibactrial

***Corresponding Author**
Email: mitraarman2003@yahoo.com
Tel: 0098 917 367 4773
Fax: 0098 763 334 9457

Conflict of Interests: ***No***

Feyz, Journal of Kashan University of Medical Sciences, December, 2020; Vol. 24, No 5, Pages 525-535

Please cite this article as: Arman M, Pirian K, Khosh-Eghbal F, Ali-Naghizadeh M. Evaluation of content and bioactivity's four macroalgae species from the Persian Gulf. ***Feyz*** 2020; 24(5): 525-35.

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-05-22]

بررسی ترکیبات و فعالیت‌های زیستی چهار گونه ماکروجلبک خلیج فارس

میترا آرمان [1*]، کیانا پیریان [2]، فاطمه خوش‌اقبال [1]، مصطفی علینقی‌زاده [1]

خلاصه:

سابقه و هدف: ماکروجلبک‌ها دارای دامنه وسیعی از ترکیبات هستند که به‌علت دارابودن منبع غنی از ترکیبات پایدار و جدید، عنوان گیاه دارویی قرن ۲۱ را به خود اختصاص داده‌اند. در این مطالعه، ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی و همچنین فعالیت آنتی‌اکسیدانی و آنتی‌باکتریایی عصاره‌های قطبی تا غیرقطبی ماکروجلبک‌های *Sargassum boveanum*، *Fucus trinodis*، *Galaxaura rugosa*، *Laurencia denderoidea* جمع‌آوری‌شده از آب‌های خلیج فارس بررسی شد.

مواد و روش‌ها: میزان فنول و فلاونوئید گونه‌ها به ترتیب براساس روش فولین - سیکالتو و کلرید آلومینیوم سنجیده شد. فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ها به دو روش آنتی‌اکسیدانی کل (TAC) و قدرت احیاکنندگی Fe^{3+} و فعالیت آنتی‌باکتریایی آن‌ها بر دو سویه باکتری گرم مثبت و دو سویه باکتری گرم منفی براساس روش انتشار دیسک انجام شد.

نتایج: گونه *F. trinodis* بیشترین محتوای فنولی (۱/۳۸ gGA/100gDW.) و فلاونوئیدی (۰/۷۹۸ gQE/100gDW.) و گونه *G. rugosa* کمترین محتوای فنول (۰/۲۴۰ gGA/100gDW.) و فلاونوئید (۰/۰۹۴ gQE/100gDW.) را نشان دادند. عصاره کلروفرمی گونه *F. trinodis* (۲/۹۸ ugASA/mg) و عصاره کلروفرمی *S. boveanum* (۲/۴۸nm)، به‌ترتیب بالاترین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل و قدرت احیاکنندگی را نشان دادند. نمونه‌های دارای بیشترین ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی، بالاترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی را نشان دادند. هر سه عصاره حاصل از دو گونه *S. boveanum* و *F. trinodis* بر هر چهار سویه باکتری، به‌خصوص دو سویه گرم منفی بررسی‌شده اثر بازدارندگی قابل‌توجهی را نشان دادند.

نتیجه‌گیری: گونه‌های ماکروجلبکی بررسی‌شده با نشان دادن ترکیبات فنولی و فعالیت‌های زیستی قابل‌توجه، می‌توانند زمینه کاربرد خوبی در پزشکی و صنایع داروسازی داشته باشند.

واژگان کلیدی: ماکروجلبک، فنول، فلاونوئید، آنتی‌اکسیدان، آنتی‌باکتریال

دو ماه‌نامه علمی - پژوهشی فیض، دوره بیست و چهارم، شماره ۵، آذر- دی ۱۳۹۹، صفحات ۵۳۵-۵۲۵

مقدمه

جلبک‌ها گروهی از موجودات فتواتوتروف هستند که به‌عنوان تولیدکنندگان اوّلیه زنجیره غذایی محسوب می‌شوند. حضور و گسترش جلبک‌ها در زیستگاه‌های آبی متفاوت است و معمولاً در مناطق مرطوب یا در آب یافت می‌شوند. جلبک‌ها از نظر اندازه از گونه‌های تک‌سلولی کوچک به‌عنوان میکروجلبک‌ها تا گونه‌های پرسلولی پیچیده به‌عنوان ماکروجلبک‌ها متغیرند [۱]. ماکروجلبک‌ها براساس رنگدانه به سه دسته ماکروجلبک سبز، قهوه‌ای و قرمز طبقه‌بندی می‌شوند. ماکروجلبک‌ها به‌علت تنوع زیستی بالای خود به‌عنوان منبعی غنی از ترکیبات فعال زیستی همچون پروتئین، ویتامین، اسیدهای چرب، مواد معدنی، فنول، فلاونوئید، کارتنوئیدها و ترپنوئیدها محسوب می‌شوند.

۱. گروه زیست‌شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

۲. گروه بیوتکنولوژی، دانشگاه بوعلی سینا همدان، همدان، ایران

* **نشانی نویسنده مسؤول:**

تهران، دانشگاه پیام نور

تلفن: ۰۹۱۷۳۶۷۴۷۷۳ **دورنویس:** ۰۷۶۳۳۳۴۹۴۵۷

پست الکترونیک: mitraarman2003@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۳/۱۹ **تاریخ پذیرش نهایی:** ۱۳۹۹/۶/۲۹

بسیاری از گونه‌های ماکروجلبکی به‌علت رشد در زیستگاه‌های پیچیده و دشوار محیطی و در جهت تطبیق با محیط، متابولیت‌هایی را تولید می‌کنند که در جانداران دیگر یافت نمی‌شوند [۲]. مطالعات زیادی در سراسر جهان برای شناسایی متابولیت‌های جلبک‌ها با قابلیت کاربرد در صنایع داروسازی، آرایشی و بهداشتی، مواد نگهدارنده مواد غذایی و ضدرسوب‌گذاری انجام شده است [۳]. بسیاری از جلبک‌های دریایی با داشتن خواص زیستی، از قبیل ضدتوموری، ضدویروسی و ضدمیکروبی، در صنایع پزشکی و داروسازی، آرایشی و بهداشتی کاربرد دارند [۴]. تاکنون از جلبک‌ها ترکیبات بسیاری با خواص زیستی متعدد، جداسازی و شناسایی شده‌اند که عمدتاً در گروه ترکیبات پلی‌ساکاریدهای سولفاته، کارتنوئیدها، ترکیبات فنولی، فلاونوئیدها و ترپنوئیدها جای دارند. جلبک‌ها به‌دلیل توانایی سنتز ترکیبات فنولی با تعداد حلقه‌های بیشتر، دارای ترکیباتی هستند که در گیاهان خشکی یافت نمی‌شوند [۵]. پلی‌فنول‌ها در بیشتر گیاهان به‌ویژه جلبک‌ها یافت می‌شوند [۶] که این ترکیبات جهت حفاظت در برابر شرایط محیطی، مانند استرس‌ها و علف‌خواران تولید می‌شوند [۷]. ترکیبات پلی‌فنولی از طریق دادن هیدروژن به

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-05-22]

رادیکال‌های آزاد و ایجاد رادیکال‌های غیرفعال، دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی قابل‌توجهی هستند [۸]. عصاره‌های جلبکی دارای میزان قابل‌توجهی از ترکیبات فنولی هستند؛ اما مقدار آن‌ها در عصاره‌ها، به روش استخراج و گونه جلبکی بستگی دارد [۹]. عصاره‌ها و ترکیبات شناسایی‌شده جلبک‌ها دامنه وسیعی از فعالیت‌های زیستی، مانند ضدباکتری، ضدویروسی، ضدتوموری، آنتی‌اکسیدانی و ضدالتهابی را شامل می‌شوند. ترکیبات اسیدهای چرب، گلیکولیپیدها، استروئیدها، فنولی و ترپنوئیدهای جداشده از جلبک‌ها فعالیت ضدباکتریایی بالایی را نشان داده‌اند [۱۰]. آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی که جهت کاهش اثرات مخرب رادیکال‌های آزاد مورد استفاده قرار می‌گیرند، دارای اثرات زیان‌بار جانبی هستند که همین امر، مطالعه در مورد آنتی‌اکسیدان‌هایی با منشأ طبیعی و امکان جایگزینی آن‌ها با انواع سنتزی را در مرکز توجه قرار داده است [۱۱]. خلیج فارس و دریای عمان در جنوب کشورمان به وسعت ۱۳۶۰ کیلومتر امتداد دارد و دارای جزایر متعددی می‌باشد. سواحل خلیج فارس و دریای عمان دارای تنوع بالایی از گونه‌های مختلف ماکروجلبک‌های دریایی در ناحیه جزر و مدّی هستند؛ به‌طوری‌که تاکنون ۲۵۰ گونه از آن‌ها به‌صورت مورفولوژیکی شناسایی شده‌اند [۱۲]. چهار گونه *Sargassum boveanum*، *Fucus trinodis*، *Galaxaura rugosa* و *Laurencia denderoidea* از جلبک‌های جمع‌آوری‌شده از سواحل خلیج فارس می‌باشند. دو گونه *Sargassum boveanum* و *Fucus trinodis* از گروه ماکروجلبک‌های قهوه‌ای (Phaeophyta) و دو گونه *Galaxaura rugosa* و *Laurencia denderoidea* از گروه ماکروجلبک‌های قرمز (Rhodophyta) هستند. تاکنون تحقیقات ارزشمندی در مورد خواص آنتی‌اکسیدانی، آنتی‌ویروسی و آنتی‌باکتریایی این، گونه‌ها جهت درمان بیماری‌های کلیوی، سرطانی، عفونی و دیگر بیماری‌ها انجام شده است [۱۳-۱۵]. با توجه به وجود ترکیبات ارزشمند غذایی و دارویی در ماکروجلبک‌ها و نیز تغییرات فراوان در خواص بیولوژیکی و ترکیبات شیمیایی گونه‌ها در اثر عوامل محیطی و آب و هوایی، در این مطالعه به بررسی فعالیت آنتی‌اکسیدانی و آنتی‌باکتریایی و همچنین محتوای فنولی و فلاونوئیدی چهار گونه جلبک شناسایی‌شده از سواحل خلیج فارس جهت کاربرد در صنایع غذایی، دارویی و پزشکی پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

جلبک‌ها از سه منطقه بندرعباس، جزایر قشم و هرمز در ناحیه تنگه هرمز و با توجه به جدول جزر و مد در زمان‌های بیشینه جزر در زمستان ۱۳۹۷ جمع‌آوری شدند. جلبک‌های جمع‌آوری‌شده پس از شستشو با آب دریا جهت حذف ذرات شن و ماسه به‌طور جداگانه در داخل کیسه‌های پلاستیکی برچسب‌گذاری‌شده قرار گرفتند و در جعبه‌های یونولیتی حاوی یخ به آزمایشگاه منتقل شدند. نمونه‌ها پس از انتقال به آزمایشگاه با آب شور تصفیه‌شده جهت حذف ذرات شن و ماسه، صدف‌ها و اپی‌فیت‌ها به‌خوبی شسته و در نهایت توسط آب مقطر آب‌کشی شدند. نمونه‌ها پس از آب‌کشی، در دمای محیط خشک و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد جهت انجام آنالیزها نگهداری شدند. از نمونه‌ها شیت‌های هرباریومی تهیه و پس از کدگذاری در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان هرمزگان نگهداری شدند. نمونه‌ها براساس صفات مورفولوژیکی و سلولی توسط کلیدهای معتبر و زیرنظر جلبک‌شناس متخصص شناسایی شدند [۱۶].

عصاره‌گیری جهت سنجش محتوای فنول و فلاونوئید

برای سنجش کل محتوای فنول و فلاونوئید نمونه‌های جمع‌آوری‌شده، ابتدا عصاره متانولی نمونه‌ها جهت استخراج ترکیبات موردنظر تهیه شد. بدین‌منظور ۵۰۰ میلی‌گرم از نمونه‌های خشک و پودرشده جلبکی به همراه ۲۰ میلی‌لیتر متانول ۸۰ درصد به مدت ۲ ساعت در بن‌ماری با دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. پس از گذشت ۲ ساعت، جهت حذف بافت‌های جلبک، عصاره با کاغذ صافی، فیلتر و با متانول ۸۰ درصد به حجم موردنظر رسانده شد. عصاره‌های تهیه‌شده برای بررسی ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی در یخچال نگهداری شدند.

سنجش محتوای فنولی

میزان فنول کل عصاره به‌دست‌آمده از هر نمونه، توسط واکنش‌گر فولین - سیکالتو و براساس روش Antolovich و همکاران [۱۷] با کمی تغییرات اندازه‌گیری شد. به‌طور خلاصه، به ۲۰µL از عصاره متانولی، ۱۰۰µL فولین - سیکالتو رقیق‌شده با آب به نسبت (۱:۱۰) و Na2CO3 ۷ درصد (µ۸۰L) اضافه شد و پس از ۹۰ دقیقه نگهداری در دمای اتاق در شرایط تاریکی، میزان جذب نمونه‌ها در طول موج ۷۶۵nm توسط دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد. در این بررسی، گالیک اسید به‌عنوان استاندارد در نظر گرفته شد و در نهایت مقدار کل ترکیبات فنولی عصاره حاصل از نمونه‌های جلبکی برحسب گرم گالیک اسید (GA) بر ۱۰۰ گرم ماده خشک گزارش شد.

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-05-22]

سنجش محتوای فلاونوئید

جهت سنجش ترکیبات فلاونوئیدی عصاره حاصل از هر یک از نمونه‌های جلبکی، از روش رنگ‌سنجی کلریدآلومینیوم استفاده شد [۱۸]. برای این منظور µ۲۰L از عصاره متانولی با µ۲۰L کلریدآلومینیومی ۱۰ درصد، µ۲۰L پتاسیم استات ۱M و µ۱۸۰L آب مقطر مخلوط شدند و ۳۰ دقیقه در دمای اتاق قرار گرفتند. پس از گذشت ۳۰ دقیقه، میزان جذب محلول‌ها در طول موج ۴۱۵ nm اندازه‌گیری شد. منحنی کالیبراسیون براساس کوئرستین رسم گردید. مقدار محتوای کل ترکیبات فلاونوئیدی عصاره حاصل از نمونه‌های جلبکی برحسب گرم کوئرستین (QE) بر ۱۰۰ گرم ماده خشک بیان شد.

عصاره‌گیری جهت بررسی خواص زیستی

ابتدا از هر چهار نمونه جلبک خشک و پودرشده به میزان ۱۰۰ گرم به‌طور جداگانه در ارلن‌های دو لیتری ریخته شد. جهت عصاره‌گیری از ماکروجلبک‌ها از سه حلال آلی انهگزان، کلروفرم و اتانول با درجه قطبیت مختلف استفاده شد؛ به این ترتیب که ابتدا ۵۰۰ میلی‌لیتر حلال انهگزان به ارلن‌های حاوی جلبک اضافه و به خوبی هم‌زده شد و درب ارلن‌ها توسط فویل آلومینیومی بسته شد. پس از قرارگیری نمونه‌ها در دمای اتاق به‌مدت ۴۸ ساعت، جهت جداسازی عصاره استخراج‌شده از بافت، نمونه‌ها توسط کاغذ صافی، فیلتر شدند و عصاره فیلترشده توسط دستگاه روتاری در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد جهت جداسازی حلال خشک گردید. بافت باقی‌مانده پس از خشک شدن در معرض هوا جهت خارج شدن حلال باقی‌مانده، با ۵۰۰ میلی‌لیتر حلال کلروفرم مخلوط شد و به مدت ۴۸ ساعت جهت عصاره‌گیری در دمای اتاق قرار گرفت. پس از ۴۸ ساعت عصاره کلروفرمی، فیلتر و توسط روتاری خشک گردید. جهت تهیه عصاره اتانولی نیز بر روی تفاله جلبک باقیمانده از مرحله قبل، عملیات مشابهی همانند عصاره‌های کلروفرمی و انهگزانی انجام گرفت. عصاره‌های غلیظ‌شده حاصل از روتاری پس از خشک شدن کامل، در تیوب‌های شیشه‌ای ریخته و جهت بررسی فعالیت‌های زیستی در یخچال ذخیره و نگهداری شدند.

سنجش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل

بررسی ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل (Total Antioxidant Capacity; TAC) عصاره‌های جلبکی براساس روش فسفومولیبدنیوم و مطابق با دستورالعمل Prieto و همکاران [۱۹] انجام شد. به‌طور خلاصه، مقداری از عصاره با غلظت‌های مختلف $mg\ mL^{-1}$ ۰/۳۶، ۰/۷۵، ۱/۵، ۳ و ۶ به همراه ۱ میلی‌لیتر محلول واکنش (حاوی ۱/۲۳ گرم آمونیوم مولیبدات (H24MO6N6O244H2O) به‌همراه ۰/۹۹ گرم سولفات سدیم (Na_2SO_4) و ۷/۴۵ میلی‌لیتر اسیدسولفوریک ۰/۶ مولار) مخلوط و با آب مقطر به حجم ۲۵۰ میلی‌لیتر رسانیده شد. محلول‌های واکنش به مدت ۱۵ دقیقه در دمای محیط انکوبه شدند و در نهایت خوانش جذب نمونه‌ها در طول موج ۶۹۵ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر انجام شد. در این سنجش، محلول واکنش به همراه DMSO به‌جای عصاره به‌عنوان بلانک و همچنین ماده آنتی‌اکسیدانی اسید اسکوربیک به‌عنوان استاندارد در نظر گرفته شدند. تمامی سنجش‌ها با سه تکرار انجام شدند و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌ها براساس اسید اسکوربیک به‌صورت میلی‌گرم اسید اسکوربیک بر گرم عصاره بیان شد (mg ASA/g extract).

سنجش ظرفیت احیاکنندگی Fe^{3+}

قدرت احیاکنندگی نمونه‌ها براساس روش Oyaizu [۲۰] و با کمی تغییرات انجام شد. در این سنجش، مقداری از غلظت‌های مختلف هر یک از عصاره‌ها ($mg\ ml^{-1}$ ۰/۳۶، ۰/۷۵، ۱/۵، ۳ و ۶) به‌همراه ۱ میلی‌لیتر محلول فسفات بافر (۶/۶pH) و ۱ میلی‌لیتر پتاسیم فری‌سیانید ۱ درصد به‌مدت ۲۰ دقیقه در ۵۰ درجه سانتی‌گراد انکوبه شدند. سپس ۱ میلی‌لیتر محلول تری‌کلرواستیک اسید ۱۰ درصد به محلول واکنش اضافه شد و نمونه‌ها به مدت ۱۰ دقیقه و دور ۳۰۰۰rpm سانتریفیوژ شدند. پس از سانتریفیوژ، مقداری از سوپرناتانت برداشته شد و همراه با ۱/۵ میلی‌لیتر آب مقطر و ۰/۱ میلی‌لیتر محلول فریک‌کلرید ۰/۱ درصد مخلوط شدند. در نهایت خوانش جذب نمونه‌ها در طول موج ۷۰۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر انجام شد. افزایش جذب محلول واکنش، نشان‌دهنده افزایش قدرت احیاکنندگی نمونه‌هاست. در این سنجش، بلانک دارای کلیه محلول‌های واکنش و DMSO به‌جای عصاره بود و اسید اسکوربیک به‌عنوان استاندارد در نظر گرفته شد. تمامی سنجش‌ها با سه تکرار انجام شد و در نهایت ظرفیت احیاکنندگی نمونه‌ها به‌صورت میزان جذب نمونه‌ها (nm) بیان شد.

بررسی خواص آنتی‌باکتریایی:

در این تحقیق از دو سویه باکتری گرم مثبت *Bacillus subtilis*، *Staphylococcus aureus*) و دو سویه گرم منفی (*Salmonella typhimurium*، *Shigella flexneria*) استفاده شده است که از بانک‌های میکروبی (Persian type culture collection) PTCC و (American Type Culture Collection) ATCC گرفته شده است. به منظور تعیین خاصیت ضدباکتریایی عصاره‌ها از روش انتشار روی دیسک توسط محیط کشت مولر – هینتون آگار (Muller Hinton Agar) استفاده شد.

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-05-22]

آنالیز دیسک باکتری (Kirby-Bauer) براساس روش Forbes و همکاران [۲۱] انجام شد. بدین‌منظور سوآپ آغشته به سوسپانسیون باکتری به غلظت ($۱/۵\times۱۰^{۸}$ CFU/mL) به‌طور یکنواخت و در سه جهت بر روی محیط کشت مولر هینتون آگار موجود در پلیت‌های استریل حرکت داده شد تا باکتری‌ها روی پلیت‌ها کشت شوند. قابل ذکر است که کدورت لوله‌های حاوی باکتری از قبل تهیه شد و مقایسه آن‌ها با استانداردشمار ۰/۵ مک‌فارلند ($۱/۵\times۱۰^{۸}$ باکتری در یک میلی‌لیتر) انجام شد. سپس غلظت ۵mg/mL از هر یک از عصاره‌های موردنظر روی دیسک‌های کاغذی استریل (قطر ۶ میلی‌متر) ریخته شد و دیسک‌ها روی محیط کشت آگار آلوده به باکتری‌ها قرار گرفتند. قطر هاله‌های عدم رشد بعد از ۲۴ ساعت انکوباسیون در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد تعیین گردید. قطر این هاله‌ها به کمک خط‌کش Hi Antibiotic Zone Scale اندازه‌گیری شد و نتایج میانگین سه بار تکرار محاسبه شدند. دیسک حاوی آنتی‌بیوتیک استاندارد آمپی‌سیلین هم به‌عنوان شاهد مثبت در نظر گرفته شد.

تجزیه و تحلیل آماری

همه آزمایش‌ها در تمامی سنجش‌ها با سه تکرار انجام شدند. مرتب کردن داده‌ها جهت انجام آنالیزهای آماری و همچنین رسم نمودارها توسط نرم‌افزار Excel (Microsoft Office 2010) صورت پذیرفت. شاخص IC_{50} (Inhibition Concentration of 50%) در صورت نیاز برای هر عصاره با استفاده از معادله خط آن عصاره محاسبه گردید (براساس میزان غلظت و درصد فعالیت) و برای مقایسه ظرفیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ها استفاده شد. درواقع IC_{50} غلظت موردنیاز برای ۵۰ درصد فعالیت آنتی‌اکسیدانی است. جهت مقایسه معنی‌داری آماری بین میانگین‌های مختلف در آنالیزهای فنولی و فلاونوئیدی از آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه همراه با آزمون تعقیبی دانکن و نیز برای مقایسه معنی‌داری آماری بین میانگین‌های مختلف هر یک از سنجش‌های آنتی‌اکسیدانی و آنتی‌باکتریایی از آنالیز واریانس دوطرفه و آزمون تعقیبی دانکن توسط نرم‌افزار SPSS ویرایش ۱۶ استفاده شد. سطح معنی‌داری کلیه آزمون‌ها ۵ درصد در نظر گرفته شد ($P<۰/۰۵$).

نتایج

محتوای فنول و فلاونوئید موجود در چهار گونه جلبکی مورد مطالعه در جدول شماره ۱ نشان داده شده است. چهار گونه بررسی‌شده از نظر محتوای فنولی و فلاونوئیدی، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد نشان دادند ($P<۰/۰۵$). در میان چهار گونه بررسی‌شده، بیشترین و کمترین محتوای فنولی به ترتیب در گونه‌های *Fucus trinodis* (۱/۳۸ g GA/100g DW.) و *Galaxaura rugosa* (۰/۲۴۰g GA/100g DW.) مشاهده شد ($P<۰/۰۵$). همان‌طور که در جدول شماره ۱ نشان داده شده است، در میان نمونه‌ها، گونه‌های *Fucus trinodis* (۰/۷۹۸g DW. g QE/100) و *Galaxaura rugosa* (۰/۰۹۴ g QE/100g DW.) از نظر محتوای فلاونوئیدی به‌طور معنی‌داری بیشترین و کمترین محتوای فلاونوئید را نشان دادند ($P<۰/۰۵$).

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل (TAC)

نتایج ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل پنج غلظت (۶mg/mL و ۳، ۱/۵، ۰/۷۵، ۰/۳۶) سه عصاره کلروفرم، اتانول و انهگزان چهار گونه جلبک براساس روش فسفومولیبدات به‌صورت میلی‌گرم اسید اسکوربیک بر گرم عصاره (ugASA/mg) در شکل شماره ۱ و جدول شماره ۲ آمده است. همان‌طور که در شکل شماره ۱ نشان داده شده است، با افزایش غلظت نمونه‌ها، فعالیت آنتی‌اکسیدانی آن‌ها نیز افزایش می‌یابد. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل در بین عصاره‌های داخل یک گونه، اختلاف معنی‌داری را نشان داد ($P<۰/۰۵$) (جدول شماره ۲). در میان نمونه‌های بررسی‌شده، عصاره کلروفرمی گونه *F. trinodis* (۲/۹۸ug ASA/mg) و عصاره انهگزانی گونه *G. rugosa* (۰/۱۱ugASA/mg) به‌ترتیب بالاترین و پایین‌ترین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل را نسبت به دیگر نمونه‌ها نشان دادند ($P<۰/۰۵$) (جدول شماره ۲). در مقایسه ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل عصاره‌های یک گونه، در هر چهار گونه ماکروجلبک بررسی‌شده، عصاره نیمه‌قطبی کلروفرم به‌طور معنی‌داری نسبت به دو عصاره دیگر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بالاتری را نشان داد و دو عصاره اتانول و انهگزان به ترتیب در جایگاه بعدی از نظر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی قرار گرفتند ($P<۰/۰۵$) (جدول شماره ۲، نمودار شماره ۱). همان‌طور که در جدول شماره ۲ آمده است، با مقایسه عصاره‌های مشابه در گونه‌های مختلف، گونه *L. denderoidea* در بین عصاره‌های اتانولی (۱/۲۸ug ASA/mg) و انهگزانی (۰/۷۸ ug ASA/mg) و گونه *F. trinodis* در بین عصاره‌های کلروفرمی (۲/۹۸ ug ASA/mg)، به‌طور معنی‌داری بالاترین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل را نشان دادند ($P<۰/۰۵$).

ظرفیت احیاکنندگی Fe^{+3}

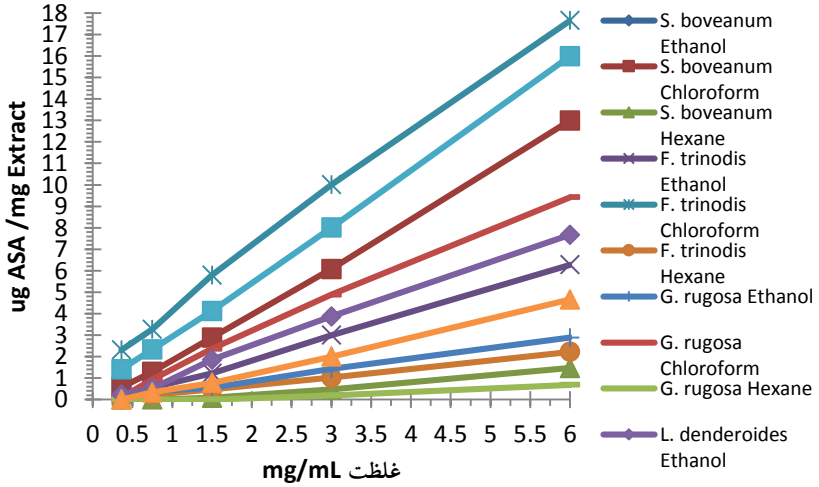
قدرت احیاکنندگی غلظت‌های مختلف (۶ mg/mL و ۳، ۱/۵، ۰/۷۵، ۰/۳۶) سه عصاره اتانول، کلروفرم و انهگزانی چهار گونه جلبکی در شکل شماره ۲ و جدول شماره ۳ نشان داده شده است. در تمامی نمونه‌ها همراه با افزایش غلظت آن‌ها، میزان جذب در نتیجه ظرفیت احیاکنندگی Fe^{3+} نمونه‌ها افزایش می‌یابد (نمودار

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-05-22]

شماره ۲). همان‌طور که در جدول شماره ۳ نشان داده شده است، در میان نمونه‌ها، تنها عصاره کلروفرمی *S. boveanum* (۲/۴۸nm) قدرت احیاکنندگی بالاتر مطابق با قدرت احیاکنندگی استاندارد اسید اسکوربیک (۲/۲۰nm) را نشان داد؛ در حالی‌که دیگر نمونه‌ها به‌طور معنی‌داری ظرفیت احیاکنندگی کمتری را نسبت به استاندارد نشان دادند (نمودار شماره ۲ و جدول شماره ۳). عصاره انهگزان *G. rugosa* در هیچ غلظتی فعالیت احیاکنندگی را نشان نداد و عصاره اتانولی آن (۰/۲۱nm-۰) نیز کمترین فعالیت احیاکنندگی را نسبت به استاندارد اسید اسکوربیک و دیگر نمونه‌ها نشان داد ($P<۰/۰۵$). در هر چهار گونه بررسی‌شده سه عصاره اتانول، کلروفرم و انهگزانی حاصل از یک گونه از نظر ظرفیت احیاکنندگی اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد نشان داده شد؛ به‌طوری‌که در کلیه گونه‌ها عصاره کلروفرمی بالاترین فعالیت و دو عصاره اتانولی و انهگزانی به‌ترتیب کمترین فعالیت را نشان دادند (جدول شماره ۳). در مقایسه عصاره‌های مشابه در گونه‌های مختلف، در میان عصاره‌های اتانولی (گونه (۰/۹۹*F. trinodis* nm))، عصاره‌های کلروفرمی (گونه (۲/۳۸*S. boveanum* nm)) و عصاره‌های انهگزانی (گونه (۱/۳۲*L. denderoidea* nm)) بالاترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی احیایی نسبت به عصاره‌های مشابه در سه گونه دیگر نشان داده شد ($P<۰/۰۵$).

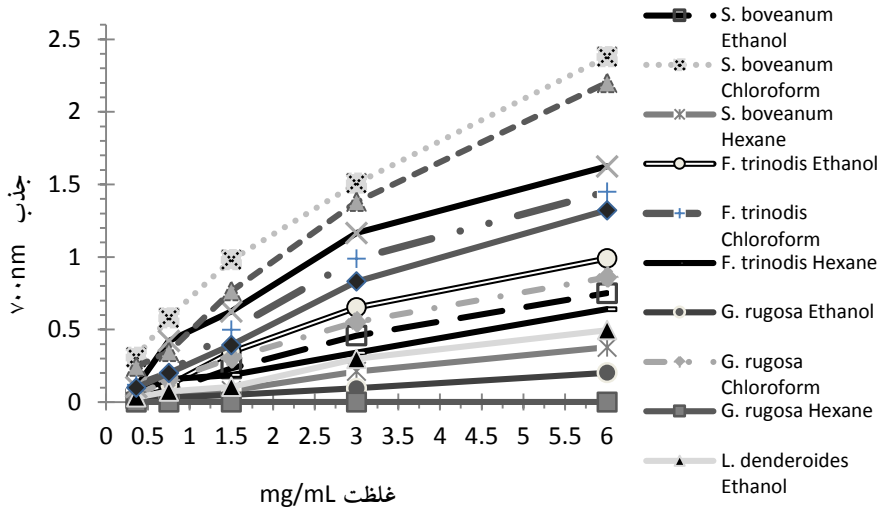
فعالیت آنتی‌باکتریال

همان‌طور که در جدول شماره ۴ نشان داده شده است، هر سه عصاره حاصل از دو گونه *S. boveanum* و *F. trinodis* بر هر چهار سویه باکتری بررسی‌شده اثر بازدارندگی را نشان دادند. در بررسی اثر بازدارندگی عصاره‌ها بر سویه گرم منفی *Shigella flexneria*، تنها عصاره کلروفرمی گونه *L. denderoidea* (۱۳mm)، اثری برابر با آنتی‌بیوتیک استاندارد آمپی‌سیلین (۱۳mm) نشان داد؛ در حالی‌که دیگر نمونه‌ها اثرات بازدارندگی کمتری را نشان دادند. عصاره انهگزانی دو گونه *G. rugosa* (۶mm) و *F. trinodis* (۵mm) نیز کمترین بازدارندگی را بر سویه *S. flexneria* نسبت به دیگر نمونه‌ها نشان دادند. عصاره کلروفرمی *S. boveanum* (۱۳ mm)، بالاترین بازدارندگی و عصاره انهگزانی *G. rugosa* (۵ mm) کمترین بازدارندگی را بر سویه گرم منفی *Salmonella typhimurium*، نسبت به دیگر نمونه‌ها نشان دادند که در این میان هیچ‌یک از نمونه‌ها، فعالیتی بالاتر یا برابر با آمپی‌سیلین (۱۶mm) نشان ندادند. در بررسی باکتری گرم مثبت *Staphylococcus aureus*، عصاره اتانولی *F. trinodis* (12mm) و عصاره انهگزان *L. denderoidea* (۳mm) به‌ترتیب بالاترین و کمترین اثر بازدارندگی را نسبت به دیگر نمونه‌ها نشان دادند. نمونه‌های بررسی‌شده اثر بازدارندگی کمتری را بر سویه گرم مثبت *Bacillus subtilis*، نسبت به آمپی‌سیلین (۱۵mm) نشان دادند که در این میان عصاره کلروفرمی *S. boveanum* (۱۴mm) و انهگزان *F. trinodis* (۴mm)، به ترتیب بالاترین و کمترین اثر بازدارندگی را نسبت به دیگر نمونه‌ها نشان دادند.



نمودار شماره ۱- ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل (براساس میکروگرم اسید اسکوربیک بر میلی‌گرم عصاره) غلظت‌های مختلف (میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) سه عصاره حاصل از چهار گونه ماکروجلبک *S. boveanum, F.trinodis, G. rugosa U. paschima* و *L. denderoidea*

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-05-22]



نمودار شماره ۲- ظرفیت احیاکنندگی Fe^{3+} استاندارد اسید اسکوربیک (ASA) و همچنین سه عصاره اتانول، کلروفرم و انهگزانی چهار گونه ماکروجلبک *S. boveanum, F.trinodis, G. rugosa U. paschima* و *L. denderoidea*

جدول شماره ۱- محتوای فنول و فلاونوئید چهار گونه ماکروجلبک منطقه خلیج فارس به ترتیب براساس گرم گالیک اسید بر ۱۰۰ گرم وزن خشک (g GA/100 g DW.) و گرم کوئرستین بر ۱۰۰ گرم وزن خشک (g QE/100 g DW.)

گونه	فنول	فلاونوئید
Sargassum boveanum	۰/۶۵۰^{c}	۰/۲۶۴^{c}
Fucus trinodis	۱/۳۸^{a}	۰/۷۹۸^{a}
Galaxaura rugosa	۰/۲۴۰^{d}	۰/۰۹۴^{d}
Laurencia denderoidea	۰/۹۰۲^{b}	۰/۴۱۲^{b}

a, …,d حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین نمونه‌های داخل یک ستون می‌باشد (P<۰/۰۵).

جدول شماره ۲- ظرفیت آنتی‌اکسیدانی یک میلی‌گرم عصاره (براساس میکروگرم اسید اسکوربیک بر میلی‌گرم عصاره) سه عصاره حاصل از چهار گونه ماکروجلبکی

		عصاره		
		اتانول	کلروفرم	هگزان
گونه	*S. boveanum*	۰/۹۲^{b,m}	۲/۱۷^{a,m}	۰/۲۵^{c,m}
	F. trinodis	۱/۰۵^{b,l}	۲/۹۸^{a,k}	۰/۳۷^{c,l}
	G. rugosa	۰/۴۸^{b,n}	۱/۵۷^{a,n}	۰/۱۱^{c,n}
	L. denderoidea	۱/۲۸^{b,k}	۲/۶۷^{a,l}	۰/۷۸^{c,k}

a, b, c حروف متفاوت هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین عصاره‌های مختلف یک گونه می‌باشد (P<۰/۰۵).

k, l, m, n حروف متفاوت هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین عصاره یکسان در گونه‌های مختلف می‌باشد (P<۰/۰۵).

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-05-22]

جدول شماره ۳- ظرفیت احیاکنندگی Fe^{3+} سه عصاره اتانول، کلروفرم و انهگزان (۶mg/mL) چهار گونه ماکروجلبک و استاندارد اسید اسکوربیک (ASA)

گونه	عصاره (۶mg/mL)	ظرفیت احیاکنندگی Fe^{3+}
	اتانول	۰/۷۵^{h}
S. boveanum	کلروفرم	۲/۴۸^{a}
	انهگزان	۰/۳۹^{k}
	اتانول	۰/۹۹^{f}
F. trinodis	کلروفرم	۱/۴۵^{d}
	انهگزان	۰/۶۴^{i}
	اتانول	۰/۲۱^{l}
G. rugosa	کلروفرم	۰/۸۶^{g}
	انهگزان	۰
	اتانول	۰/۵۱^{j}
L. denderoidea	کلروفرم	۱/۶۳^{c}
	انهگزان	۱/۳۲^{e}
اسید اسکوربیک		۲/۲۰^{b}

a,…,k حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین نمونه‌های داخل یک ستون می‌باشند ($P<$۰/۰۵).

جدول شماره ۴- قطر هاله بازدارندگی (mm)، براساس روش انتشار بر دیسک جهت سنجش فعالیت آنتی‌باکتریایی عصاره‌های هگزانی، کلروفرمی و اتانولی (۵mg/mL) چهار گونه ماکروجلبکی در مقایسه با استاندارد آمپی‌سیلین

سویه باکتری	*Shigella flexneria* $^{-}$			*Salmonella typhimurium* $^{-}$			*Staphylococcus aureus* $^{+}$			*Bacillus subtilis* $^{+}$		
عصاره (۵mg/mL) ←	اتانول	کلروفرم	هگزان	اتانول	کلروفرم	هگزان	اتانول	کلروفرم	هگزان	اتانول	کلروفرم	هگزان
گونه ماکروجلبک ↓												
Sargassum boveanum	۹	۱۰	۸	۱۳	۱۱	۸	۱۰	۸	۹	۱۰	۱۴	۷
F. trinodis	۷	۹	۵	۱۰	۹	۷	۱۲	۹	۷	۸	۱۲	۴
Galaxaura rugosa	۱۱	۱۲	۶	-	۸	۵	۸	۶	-	۹	۱۱	-
Laurencia denderoidea	۸	۱۳	۹	۱۲	۱۰	۸	۹	-	۳	۶	-	-
آنتی‌بیوتیک آمپی‌سیلین	۱۳			۱۶			۱۲			۱۵		

غیرفعال (-)، فعالیت متوسط (۷-۱۴)، فعالیت بالا (<۱۴)

بحث

ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی از نظر بسیاری از فعالیت‌های فیزیولوژی در انسان از قبیل کاهش چربی و قند خون، فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی و ضدتوموری بسیار مهم می‌باشند [۲۲]. در این مطالعه، محتوای فلاونوئید (۰/۰۹۴–۰/۷۹۸ g QE/100 g DW.) نمونه‌های جلبکی بررسی‌شده تقریباً با نتایج دیگر گونه‌های جلبکی در مطالعات دیگر که میزان فلاونوئید را ۱- mg g ۹/۸۵ در *U. fasciata* [۲۳]، ۱-mg g ۹/۴۶ در *U. flexuosa* و ۱-mg g ۱/۴۳ در *U. linza* [۲۴] گزارش دادند، مطابقت دارد. محتوای فنولی گونه‌های ماکروجلبکی بررسی‌شده در این مطالعه (۰/۱–۲۴۰/۳۸ g GA/100 g DW.) با نتایج ترکیبات فنولی دیگر گونه‌های جلبکی از جمله ۰/۰۳ mg/g *U. compressa* [۲۵] و ۳۱/۰۷ mg GAE g-۱ در *U. fasciata* [۲۳] متفاوت است. از آن‌جایی که اطلاعات در مورد میزان محتوای فنلی ماکروجلبک‌ها تنها به چند منبع محدود می‌شود که هر یک به روش متفاوتی جهت سنجش ترکیبات فنلی عصاره‌گیری را انجام داده‌اند، درنتیجه مقایسه آن‌ها دقیق نمی‌باشد، زیرا عوامل متغیر آزمایشگاهی، از جمله حلال عصاره‌گیری، شرایط عصاره‌گیری و نوع استاندارد بر میزان ترکیبات فنلی سنجیده‌شده بسیار مؤثر هستند. همچنین مطالعات نشان داده‌اند علاوه‌بر عوامل آزمایشگاهی، میزان ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی به‌شدت تحت تأثیر فاکتورهای محیطی، از جمله دمای هوا، مدت‌زمان تابش نور

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-05-22]

UV، شوری آب و... هستند و همین عوامل، دلیلی بر وجود اختلافات میزان این ترکیبات در بین مطالعات مختلف است [۲۶،۲۴]. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل طبق روش فسفومولیبدات و براساس احیای مولیبدن ۶ ظرفیتی ((Mo(VI)) به کمپلکس سبزرنگ مولیبدن ۵ ظرفیتی ((Mo(V))، در شرایط pH اسیدی و دمای بالا توسط عوامل آنتی‌اکسیدانی موجود در نمونه مورد سنجش استوار می‌باشد. عصاره‌هایی که شدت جذب بالاتری دارند، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بالاتری را نشان می‌دهند. Meenakshi و همکاران [۲۷] وجود رابطه مثبت بین ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی موجود در گونه‌های جلبکی *U. lactuca* و *S. wightii* و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی آن‌ها را گزارش دادند. نتایج به‌دست‌آمده در این تحقیق، از نظر وجود ارتباط بین مقدار ترکیبات فنولی عصاره‌ها با ظرفیت آنتی‌اکسیدانی آن‌ها با نتایج به‌دست‌آمده توسط محققان دیگر مطابقت داشت؛ به‌طوری‌که دو گونه *F. trinodis* و *L. denderoidea* با داشتن بیشترین ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی، بالاترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی را نسبت به دو گونه دیگر نشان دادند. نتایج این مطالعه نشان داد که قدرت آنتی‌اکسیدانی کل در عصاره‌ها با توجه به قطبیت آن‌ها به‌صورت (عصاره نیمه‌قطبی کلروفرمی > عصاره قطبی اتانولی > عصاره غیرقطبی انهگزانی) از بیشترین به کمترین می‌باشد. در دیگر مطالعات، ازجمله مطالعات بر روی گونه‌های جلبکی *Phyllanthus* spp. و *U. lactuca* و *S. wigtii*، عصاره نیمه‌قطبی اتیل‌استات، فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالاتری را نسبت به دیگر عصاره‌ها نشان داد [۲۸،۲۷]. بنابراین علاوه بر گونه جلبکی، فرآیند عصاره‌گیری، آماده‌سازی و نوع حلال جهت عصاره‌گیری نیز در میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی مؤثر هستند [۲۹]. یکی از مکانیسم‌هایی که ترکیبات آنتی‌اکسیدان از طریق آن اثر خود را اعمال می‌کنند، خاصیت احیاکنندگی می‌باشد. عوامل احیاکننده می‌توانند رادیکال‌های آزاد را به‌وسیله انتقال الکترون‌ها، دفع کنند. به پتانسیل اهدایی الکترون ترکیبات، به اصطلاح ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گفته می‌شود [۳۰]. آزمون فعالیت آنتی‌اکسیدانی احیای آهن، روشی است که به‌طور مستقیم آنتی‌اکسیدان‌ها یا احیاکننده‌ها را در نمونه اندازه‌گیری می‌کند [۳۱]. طبق بررسی‌های انجام‌شده، برای ارزیابی قدرت احیایی فعالیت (آنتی‌اکسیدانی)، در آزمایشگاه‌های تحقیقاتی از تبدیل یون فریک به یون فرو در مقایسه با استانداردهایی مانند اسید گالیک و اسید اسکوربیک استفاده می‌شود. تبدیل کمپلکس‌های فری‌سیانید (Fe^{3+})، به فرم فروس (Fe^{2+}) توسط ترکیبات احیاکننده، باعث ایجاد تغییررنگ در محیط واکنش از رنگ زرد به درجات مختلفی از رنگ‌های سبز و آبی می‌شود که این تغییررنگ مبنای آزمایشات رنگ‌سنجی قرار می‌گیرد، در نتیجه شدت رنگ، نشان‌دهنده فعالیت احیاکنندگی ترکیب می‌باشد [۳۲]. نتایج نشان داد به استثنای عصاره کلروفرمی گونه *S. boveanum* که فعالیتی بالاتر از اسید اسکوربیک (ASA) دارد، کلیه عصاره‌های مورد مطالعه، در مقایسه با اسکوربیک دارای قدرت احیایی کمتری هستند. Rumbaoa و همکاران [۳۳] گزارش کردند که عصاره‌های حاصل از حلال‌های دارای قطبیت کمتر مانند هگزان، استون و بوتانول ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کمتری را نسبت به عصاره‌های قطبی‌تر نشان می‌دهند. در این مطالعه نیز در کلیه گونه‌ها، عصاره نیمه‌قطبی کلروفرمی بالاترین فعالیت را نسبت به دو عصاره دیگر نشان داد. حلال‌های نیمه‌قطبی مانند کلروفرم به‌علت استخراج ترکیبات دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی مثل ترکیبات فنولی، فلاونوئیدی و... توانایی آنتی‌اکسیدانی بالاتری نسبت به حلال‌های غیرقطبی دارند [۳۴]. امروزه میکروارگانیسم‌ها نقش مهمی را در ایجاد آلودگی ایفا می‌کنند و تبدیل به یک مشکل جهانی شده‌اند. باکتری‌ها از جمله پاتوژن‌های خطرناکی هستند که هر روزه در سراسر دنیا سبب مرگ و میر افراد زیادی می‌شوند. طبق نتایج این مطالعه، هر یک از چهار گونه ماکروجلبکی بررسی‌شده، اثرات قابل‌ملاحظه‌ای را بر چهار سویه باکتری مورد مطالعه نشان دادند. دو گونه *L. denderoidea* و *S. boveanum* اثرات بازدارندگی بالایی را بر دو سویه گرم منفی *S. flexneria* و *S. typhimurium* نشان دادند. باکتری‌های گرم منفی دارای لایه خارجی هیدروفوبیک غنی از مولکول‌های لیپوپلی‌ساکاریدی هستند که همچون سدی در برابر نفوذ برخی از آنتی‌بیوتیک‌ها به داخل باکتری عمل می‌کنند و همچنین در فضای پری‌پلاسمی غشا آنزیم‌هایی دارند که می‌توانند مولکول‌های واردشده از بیرون را بشکنند؛ بنابراین باکتری‌های گرم منفی مقاومت بالایی را نسبت به بیشتر آنتی‌بیوتیک‌ها نشان می‌دهند، در حالی‌که باکتری‌های گرم مثبت دارای لایه خارجی و ساختار ویژه در فضای غشایی خود نیستند و نسبت به آنتی‌بیوتیک‌ها مقاومت کمتری را نشان می‌دهند. از آن‌جایی که باکتری‌های گرم منفی بیماری‌زای خطرناک بسیاری وجود دارد، بنابراین شناسایی ترکیبات آنتی‌بیوتیکی مؤثر بر باکتری‌های گرم منفی جهت درمان بیماری‌ها بسیار حائز اهمیت است [۳۵]. جلبک‌های مطالعه‌شده در این تحقیق، اثرات بازدارندگی قابل ملاحظه‌ای را بر باکتری‌های گرم مثبت نشان دادند؛ به‌طوری که دو گونه *F. trinodis* و *S. boveanum* بالاترین بازدارندگی را به‌ترتیب بر باکتری‌های گرم مثبت *Staphylococcus aureus* و *Bacillus subtilis* نشان دادند. خواص آنتی‌باکتریایی

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-05-22]

ماکروجلبک‌ها به‌دلیل وجود متابولیت‌های ثانویه متعدد در بسیاری از مطالعات گزارش شده است. در مطالعات Patra و همکاران [۳۶]، عصاره ماکروجلبک *Sargassum sp.* نسبت به استرین‌های *B. subtills* و *E.coli* اثر بازدارندگی قوی را نشان داد. Toney و همکاران [۳۷]، اثر ضدباکتریایی ۱۱ گونه ماکروجلبکی جداشده از دریای مدیترانه را علیه پاتوژن‌های *E. faecalis, P. aeruginosa* و *E. coli* بررسی کردند و دریافتند که شش گونه از ماکروجلبک‌های مورد بررسی، خاصیت ضدباکتریایی را نشان دادند. ماکروجلبک *S. boveanum* مطالعه‌شده در این تحقیق، بر دو سویه باکتری، بالاترین بازدارندگی را نشان داد که این نتایج با نتایج مطالعه دیگر محققان که بر گونه‌های *Sargassum* spp. در ایران انجام داده‌اند، مطابقت دارد. دشتی‌نسب و همکاران [۳۸] طی تحقیقی دریافتند که عصاره گونه *Sargassum latifolium* جداشده از خلیج فارس اثر ضدباکتریایی قابل‌توجهی بر باکتری‌های آلوده‌کننده کشت‌های میگو از قبیل *Vibrio alginolyticus, V. parahaemolyticus, V. harveyi* دارد. عصاره آبی گونه ماکروجلبک قهوه‌ای *Sargassum oligocystum* جداشده از سواحل بوشهر خلیج‌فارس، خاصیت ضدباکتریایی بالایی را علیه پاتوژن‌های بیماری‌زای *S. aureus, S. epidermidis* و *Pseudomonas aeruginosa* نشان داد [۳۹].

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی گونه‌های ماکروجلبکی بررسی‌شده به‌خصوص دو گونه ماکروجلبک قهوه‌ای (*S. boveanum* و *F. trinodis*) با داشتن ترکیبات بالای فنول و فلاونوئید، فعالیت آنتی‌اکسیدانی و آنتی‌باکتریایی قابل‌توجهی را از خود نشان دادند که زمینه کاربرد آن‌ها را در پزشکی و صنایع داروسازی فراهم می‌سازد. مقایسه فعالیت بیولوژیک عصاره‌ها و گونه‌های مختلف، زمینه را برای مطالعات بعدی جهت خالص‌سازی و شناسایی ترکیبات مؤثر در عصاره و گونه موردنظر سهل‌تر می‌نماید.

تشکر و قدردانی

از همکاران محترم دانشگاه پیام نور بندرعباس استان هرمزگان، جهت همکاری در این مقاله کمال تشکر و قدردانی را داریم.

References:

[1] Douzery EJP, Snell EA, Bapteste E, Delsuc F, Philippe H. The timing of eukaryotic evolution: Does a relaxed molecular clock reconcile proteins and fossils? Proc. ***Natl Acad Sci USA*** 2004; 101(43): 15386–91.

[2] Lordan S, Ross RP, Stanton C. Marine bioactives as functional food ingredients: potential to reduce the incidence of chronic diseases. ***Mar Drugs*** 2011; 9: 1056-100.

[3] Sastry VMVS, Rao GRK. Antibacterial Substances from Marine Algae: Successive Extraction Using Benzene, Chloroform and Methanol. ***Bot Marina*** 1994; 37: 357-60.

[4] Ratana-arporn P, Chirapart A. Nutritional evaluation of tropical green seaweeds *Caulerpa lentillifera* and *Ulva reticulata*. ***Kasetsart J Nat Sci*** 2006; 40: 75–83.

[5] Mathew S, Abraham TE. In vitro antioxidant activity and scavenging effects of *Cinnamomum verum* leaf extract assayed by different methodologies. ***Food Chem Toxicol*** 2006; 44: 198-206.

[6] Antonisamy MJ, Raj EDS. UV–VIS and HPLC studies on *Amphiroa anceps* (Lamarck) Decaisne. ***Arabian J Chem*** 2011; [E Pub ahead of Print]

[7] Li YX, Kim SK. Utilization of seaweed derived ingredients as potential antioxidants and functional ingredients in the food industry: An Overview. ***Food Sci Biotechnol*** 2011; 20: 1461-66.

[8] Gupta S, Abu-Ghannam N. Bioactive potential and possible health effects of edible brown seaweeds. ***Trends Food Sci Tech-nol*** 2011; 22: 315-26.

[9] Craige JS. Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. ***J Appl Phycol*** 2011; 23: 371-93.

[10] Plaza M, Santoyo S, Jaime L. Screening for bioactive compounds from alga. ***J Pharm Biomed Anal*** 2010; 51: 450-55.

[11] Vijayabaskar P, Vaseela N, Thirumaran G. Potential antibacterial and antioxidant properties of a sulfated polysaccharide from the brown marine algae *Sargassum swartzii*. ***Chinese J Natur Med*** 2012; 10(6): 0421−8.

[12] 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: 146–9. [in Persian]

[13] Gazor R, Pasdaran Lashgari A, Almasi S, Ghasemi S. Effect of Brown Algae *Cystoseira trinodis* Methanolic Extract on Renal Tissue. ***Pharma Sci*** 2016; 22: 49-53

[14] Al-Enazia N M, Awaadb A S, Alqasoumic S I, Alwethairi M F. Biological activities of the red algae *Galaxaura rugosa* and *Liagora hawaiiana* butters. ***Saudi Pharma J*** 2018; 26: 25–32.

[15] Akbari V, Zafari S, Yegdaneh A. Anti-tuberculosis and cytotoxic evaluation of the

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-05-22]

seaweed *Sargassum boveanum*. ***Res Pharm Sci*** 2018; 13(1): 30–37.
[16] Gabrielson PW, Widdowson TB, Lindstrom SC. Keys to the seaweeds and seagrasses of Southeast Alaska, Biritish Columbia, Washington and Oregon. ***University of Biritish Columbia***. 2006.
[17] Antolovich M, Prenzler PD, Patsalides E, Mcdonald S, Robards K. Methods for testing antioxidant activity. ***Anal*** 2002; 127: 183-98.
[18] Willet WC. Balancing life-style and genomics research for disease prevention. ***Science*** 2002; 296: 695–8.
[19] Prieto P, Pineda M, Aguilar M. Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphpomolybdenum complex: specific application to the determination of vitamin E. ***Anal Biochem*** 1999; 269: 337-41.
[20] Oyaizu M. Studies on product of browning reaction prepared from glucose amine. ***Jpn J Nutr*** 1986; 44: 307–15.
[21] Forbes BA, Sahm DF, Weissfeld AS. Laboratory methods and strategies for antimicrobial susceptibility testing. In: Bailey and Scott's Diagnostic Microbiology. 12th ed. Mosby Elsevier, St. Louis, 2007. p. 187-214.
[22] Halliwell B. Oxidative stress and cancer: have we moved forward? ***Biochem J*** 2007; 401: 1–11.
[23] Kokilam G, Vasuki S. Biochemical and phytochemical analysis on *Ulva fasciata* and *Caulerpa taxifolia*. ***Int J Pharm Pharm Sci*** 2013; 4: 7–11.
[24] Farasat M, Khavari-Nejad RA, Nabavi SMB, Namjooyan F. Antioxidant Activity, Total Phenolics and Flavonoid Contents of some Edible Green Seaweeds from Northern Coasts of the Persian Gulf. ***Iran J Pharm Res*** 2014; 13: 163–70. [in Persian]
[25] Mamatha BS, Namitha KK, Senthil A, Snitha J, Ravishankar GA. Studies on use of Enteromorpha in snack food. ***Food Chem*** 2007; 101: 1707–13.
[26] Rodriguez-Bernaldo de Quiros A, Lage-Yusty MA, Lopez-Hernandez J. Determination of phenolic compounds in macroalgae for human consumption. ***Food Chem*** 2010; 121: 634-8.
[27] Meenakshi S, Manicka Gnanambigai D, Tamil mozhi S, Arumugam M, Balasubramanian T. Total Flavanoid and in vitro Antioxidant Activity of Two Seaweeds of Rameshwaram Coast. ***Glob J Pharm*** 2009; 3(2): 59-62
[28] Kumar V, Kaladharan P. Amino acids in the seaweeds as an alternate source of protein for animal feed. ***J Mar Biol Assoc India*** 2007; 49(1): 35-40.
[29] Yuan YV, Bone DE, Carrington MF. Antioxidant activity of dulse (*Palmaria palmata*) extract evaluated in vitro. ***Food Chem*** 2005; 91: 485-94.
[30] Zhou J, Hu N, Wu YL, Pan YJ, Sun CR. Preliminary studies on the chemical characterization and antioxidant properties of acidic polysaccharides from *Sargassum fusiforme*. ***J Zhejiang Univ Sci B*** 2008; 9: 721-7.
[31] Pereira L. A review of the nutrient composition of selected edible seaweeds. 2011. Nova Science Publishers Inc, New York, USA.
[32] Mensor L, Luciana M, Fabo S, Leitao G, Gilda H, Rais SA, et al. Antioxidant activity in Brazilian plants. ***Phytother Res*** 2001; 25: 128-30.
[33] Rumbaoa RGO, Cornago DF, Geronimo I M. Phenolic content and antioxidant capacity of Philippine potato (*Solanum tuberosum*) tubers. ***J Food Composition Anal*** 2009; 22: 546-50.
[34] Suzuki M, Watanabe T, Miura A, Harashima E, Nakagawa Y, Tsuji K. An extraction solvent optimum for analyzing polyphenol contents by Folin-Denis assay. ***Nippon Shokuhin Kagaku Kaishi*** 2002; 49: 507-11.
[35] O'Sullivan L, Murphy B, McLoughlin P, Duggan P, Lawlor PG, Hughes H. Prebiotics from marine macroalgae for human and animal health applications. ***Mar Drugs*** 2010; 8(7): 2038-64.
[36] Patra JK., Rath SK, Jenerathud VK. Tatoi H. Evaluation of Antioxidant and Antimicrobial Activity of Seaweed (*Sargassum* sp.) Extract: A Study on Inhibition of Glutathione-S-Transferase Activity. ***Turkish J Biol*** 2008; 32: 119-25.
[37] Toney I, Cadrici BH, Unal D, Suctar A. Antimicrobial Activities of the Extracts of Marine Algae from the Coast of Urla (Izmir, Turkey). ***Turkish J Biol*** 2006; 30: 171-5.
[38] Dashtiannasab A, Kakoolaki S, Sharif Rohani M, Yeganeh V. In vitro effects of *Sargassum latifolium* (Agardeh, 1948) against selected bacterial pathogens of shrimp. ***Iran J Fish Sci*** 2012; 11(4): 765-75. [in Persian]
[39] Tajbakhsh S, Pouyan M, Zandi K., Bahramian P, Sartavi K., Fouladvand M, Asayesh G, Barazesh A. "In vitro study of antibacterial activity of the alga *Sargassum oligocystum* from the Persian Gulf. ***Europ Rev Med Pharma Sci*** 2011; 15: 293-8.

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-05-22]