University of Hormozgan

Journal of Aquatic Ecology

ISSN Print: 2322-2751 ISSN Online: 2980-9355

Homepage: https://jae.hormozgan.ac.ir

Evaluation of the antimicrobial and antioxidant effects of *Padina* and *Sargassum* algae extracts against *Vibrio* species causing acute hepatopancreatic necrosis disease in shrimp

Pariya Keshavarz [1], Ahmad Zaheri [2]✉, Poorya Keshavarz [3]

1. Department of Biology, Payame Noor University, PO BOX 19395-3697, Erbil, Iraq.
2. Department of Biology, Payame Noor University, PO BOX 19395-3697, Tehran, Iran.
3. Kherad Institute of Higher Education, Bushehr, Iran.

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received: 13 April 2025
Accepted: 5 August 2025
Published: 9 August 2025
✉Corresponding Author:
zaheri@pnu.ac.ir

Keywords:
Antioxidant activity,
Antimicrobial activity,
Acute hepatopancreatic necrosis disease,
Brown algae,
Phytobiotic,

ABSTRACT

The present study aimed to evaluate the antimicrobial and antioxidant activities of *Padina* sp. and *Sargassum* sp. algae collected from the Gulf of Oman. Samples were obtained from the coast of Jask city in spring 2024. Algal extracts were prepared using a combination of soaking and ultrasonic bath methods. Antioxidant activity was assessed using the diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) free radical scavenging assay, while antimicrobial activity was determined by broth microdilution to measure the minimum inhibitory concentration (MIC) and minimum bactericidal concentration (MBC). The median antioxidant activities of aqueous and organic extracts were 80.93 ± 6.64 and 474.3 ± 41.53 µg/mL for *Padina*, and 65.87 ± 4.11 and 325.2 ± 2.26 µg/mL for *Sargassum*, respectively. The MICs of *Padina* organic extracts against *Vibrio parahaemolyticus*, *V. alginolyticus*, and *V. harveyi* were 256, 64, and 64 µg/mL, with MBCs of 512, 256, and 128 µg/mL, respectively. Aqueous extracts of *Padina* were less effective, with MICs of 512, 256, and 128 µg/mL and MBCs of 512 and 256 µg/mL. For *Sargassum*, the organic extract exhibited stronger antimicrobial activity, with MICs of 128, 64, and 128 µg/mL and MBCs of 256, 128, and 128 µg/mL, respectively. The MICs of aqueous *Sargassum* extracts were 256, 256, and 128 µg/mL. Overall, these findings confirm the antioxidant and antibacterial potential of *Padina* and *Sargassum* extracts, particularly their activity against pathogenic *Vibrio* species. These algae therefore represent promising candidates for development as dietary supplements in aquaculture.

CC BY NC

Publisher: University of Hormozgan

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-17]

[DOI: 10.61882/JAquaEco.15.2.14]

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

Bacterial infectious diseases are among the major challenges in aquaculture worldwide (Samsing & Barnes, 2024). Over the past decade, the global shrimp farming industry has faced significant losses due to acute hepatopancreatic necrosis disease (AHPND), caused by *Vibrio parahaemolyticus*. In 2023, the presence of this pathogen was confirmed in Iranian shrimp farms, resulting in decreased production and economic losses. Recently, the use of phytobiotic compounds in aquaculture has gained attention, with numerous studies highlighting their potential to enhance disease resistance and improve health management (Ghosh et al., 2021; Wei et al., 2024). Algal extracts, owing to their antibacterial and antioxidant properties, may reduce microbial load and strengthen the immune system of cultured species. This study evaluates the antimicrobial and antioxidant potential of native algal extracts from the Gulf of Oman as a sustainable tool for improving shrimp aquaculture practices.

Materials and Methods

Two algal species, *Padina* sp. and *Sargassum* sp., were collected from the intertidal zone of Jask city (Gulf of Oman) during spring 2024 at maximum tide. Species identification was performed morphologically using taxonomic keys. Dried algal samples were extracted with methanol by soaking and ultrasonic bath, while aqueous extracts were prepared by boiling powdered material in double-distilled water. Antioxidant activity was assessed by the DPPH free radical scavenging assay (Leong & Shui, 2002), and antimicrobial activity was evaluated using the broth microdilution method (Humphries et al., 2018). Minimum inhibitory concentration (MIC) and minimum bactericidal concentration (MBC) were determined against *Vibrio parahaemolyticus*, *V. alginolyticus*, and *V. harveyi*.

Results

Both *Padina* and *Sargassum* extracts exhibited notable antioxidant and antimicrobial activity. The IC50 values of *Padina* extracts were 80.93 ± 6.64 µg/mL (organic) and 474.3 ± 41.53 µg/mL (aqueous), while *Sargassum* extracts showed IC50 values of 65.87 ± 4.11 µg/mL (organic) and 325.2 ± 2.26 µg/mL (aqueous). Organic extracts demonstrated stronger antibacterial activity compared to aqueous extracts. The MICs of *Padina* organic extract against *V. parahaemolyticus*, *V. alginolyticus*, and *V. harveyi* were 256, 64, and 64 µg/mL, with corresponding MBCs of 512, 256, and 128 µg/mL. Aqueous *Padina* extracts showed weaker activity, with MICs of 512, 256, and 128 µg/mL and limited lethality against the tested strains. *Sargassum* organic extracts were particularly effective, with MICs of 128, 64, and 128 µg/mL and MBCs of 256, 128, and 128 µg/mL, respectively.

Conclusion

The results demonstrate that organic extracts of *Padina* and *Sargassum* algae from the Gulf of Oman possess strong antioxidant and antimicrobial activities, particularly against pathogenic *Vibrio* species associated with AHPND. These findings suggest that indigenous algal extracts can serve as promising phytobiotic candidates in shrimp aquaculture, acting as immune enhancers to improve health management and reduce disease-related losses. Harnessing these natural resources offers a sustainable approach to responsible aquaculture and supports the long-term development of the shrimp farming industry.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-17]

[DOI: 10.61882/JAquaEco.15.2.14]

بوم‌شناسی آبزیان
شاپا چاپی: ۲۷۵۱-۲۳۲۲ شاپا الکترونیکی: ۹۳۵۵-۲۹۸۰
https://jae.hormozgan.ac.ir
دانشگاه هرمزگان

ارزیابی اثرات ضدمیکروبی و آنتی اکسیدانی عصاره جلبک‌های *Padina* و *Sargassum* بومی خلیج عمان در مقابل باکتری‌های ویبریو عامل بیماری نکروز حاد هپاتوپانکراس میگو

پریا کشاورز [۱]، احمد زاهری [۲]✉، پوریا کشاورز [۱]

۱. گروه زیست شناسی، دانشگاه پیام نور، اربیل، عراق.
۲. گروه زیست شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.
۳. موسسه آموزش عالی خرد، بوشهر، ایران

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۱/۲۴
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۵/۱۴
تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۵/۱۸

نویسنده مسئول:
zaheri@pnu.ac.ir

کلیدواژه‌ها:
بیماری نکروز حاد هپاتوپانکراس، جلبک‌های قهوه ای، فعالیت ضدمیکروبی، فعالیت آنتی اکسیدانی، فیتوبیوتیک.

چکیده

هدف مطالعه حاضر ارزیابی فعالیت‌های ضدمیکروبی و آنتی اکسیدانی جلبک‌های *Padina* sp. و *Sargassum* sp. نمونه برداری شده از خلیج عمان بود. بدین منظور در بهار ۱۴۰۳ نمونه برداری از جلبک‌های *Padina* و *Sargassum* در سواحل شهرستان جاسک انجام شد. عصاره‌گیری از نمونه‌های جلبک توسط ترکیب روش‌های خیساندن و حمام اولتراسونیک انجام شد. سپس میزان فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره‌ها به روش مهار رادیکال‌های آزاد دی فنیل۱- پیکریل هیدرازیل انجام شد. تعیین کمترین غلظت بازدارندگی (MIC) و کشندگی باکتری (MBC) به روش مایکرودایلوشن براث ارزیابی شد. نتایج میانه فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره‌های آبی و آلی جلبک *Padina* بترتیب معادل µg/mL ۹۳/۶۴±۸۰/۶ و µg/mL ۳/۵۳±۴۷۴/۴۱ و *Sargassum* معادل µg/mL ۸۷/۱۱±۶۵/۴ و µg/mL ۲/۲۳±۳۲۵/۲۶ بود. نتایج نشان داد MIC عصاره آلی *Padina* در مقابل *V. parahaemolyticus*، *V. alginolyticus* و *V. harveyi* بترتیب معادل µg/mL ۲۵۶، ۶۴ و ۶۴ ثبت شد. MBC آن‌ها بترتیب معادل µg/mL ۵۱۲، ۲۵۶ و ۱۲۸ ثبت شد. در حالیکه میزان MIC عصاره آبی *Padina* در مقابل این باکتری‌ها در غلظت‌های ۵۱۲، ۲۵۶ و ۱۲۸ و MBC آن بترتیب بدون فعالیت،µg/mL ۵۱۲ و ۲۵۶ ثبت شد. نتایج نشان داد MIC عصاره آلی *Sargassum* در مقابل باکتری‌های مذکور بترتیب µg/ mL ۱۲۸، ۶۴ و ۱۲۸ و MBC آن معادل µg/mL ۲۵۶، ۱۲۸، ۱۲۸ ثبت شد. میزان MIC عصاره آبی *Sargassum* نیز در مقابل این باکتریها معادل µg/ mL ۲۵۶، ۲۵۶ و ۱۲۸ تعیین شد. این نتایج فعالیت عصاره جلبکی را در مهار رشد باکتری‌های ویبریو ثابت کرد. از اینرو جلبک‌های مورد مطالعه می توانند در جیره غذایی آبزیان مورد مطالعه تکمیلی قرار گیرند.

ناشر: دانشگاه هرمزگان.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-17]

[DOI: 10.61882/JAquaEco.15.2.14]

مقدمه

میگوی پاسفید غربی (*Penaeus vannamei*) گونه اصلی میگوی پرورشی در دنیا محسوب می شود. توسعه پایدار پرورش میگو در نواحی ساحلی کشور می‌تواند موجب اشتغال زایی و بهبود وضعیت اقتصادی جامعه بهره بردار شود(Vergara-Solana, 2024). لیکن چالش‌هایی مانند شیوع بیماریهای عفونی توسعه این صنعت را تهدید می کنند. از اینرو روش‌های پیشگیری و کنترل بیماریها مانند استفاده از فناوری‌های فیتوبیوتیک، پروبیوتیک، پاراپروبیوتیک، پست بیوتیک، سین بیوتیک مورد توجه پژوهشگران قرار دارد.

باکتری‌های ویبریو به عنوان عوامل عمده بیماریزا در آبزی پروری مطرح می باشند. باکتری*Vibrio parahaemolyticus* در دهه اخیر صنعت پرورش میگو را در دنیا با چالش بیماری نکروز حاد هپاتوپانکراس (AHPND) مواجه نموده است. سویه‌های سم‌زای این باکتری حاوی پلاسمید pVA1 می باشند. پلاسمید مذکور یک سم دوتایی (Binary toxin) شامل PirA وPirB تولید می کند. این سم با نفوذ به هپاتوپانکراس میگو موجب ایجاد نکروز می شود. این بیماری می تواند به پست لاروها آسیب رسانده و باعث تلفات کامل میگو در طی یک ماه پس از اولین آلودگی شود (Narsale *et al.*, 2024) . علاوه بر این، ایمنی ضعیف میگو در مرحله لاروی حساسیت آبزی به عفونت توسط پاتوژن های مختلف را افزایش می دهد.

باکتری های ایجاد کننده AHPND در ابتدا محفظه معده ای میگوهای آلوده را درگیر می کنند. علائم این بیماری شامل بی‌حالی، کاهش اشتها، و هپاتوپانکراس رنگ‌پریده یا سفید و آتروفی شده می باشد(Kumar *et al.*, 2021). پلاسمید pVA1 در گونه‌های دیگر ویبریو از جمله *V. owensii* ، *V. campbellii*، *V. harveyi* و *V. alginolyticus* نیز شناسایی شده و باعث ایجاد AHPND شده اند (Soto-Rodriguez *et al.*, 2024). اولین شیوع AHPND در سال ۲۰۰۹ در چین رخ داد. بدنبال آن شیوع بیماری در مکزیک، مالزی، تایلند، فیلیپین، ویتنام ، بنگلادش و ایالات متحده آمریکا گزارش شده و تولید میگو در این کشورها به شدت کاهش یافت (Hassan *et al.*, 2024). حضور این باکتری در مزارع پرورش میگوی ایران نیز در سال ۱۴۰۲ گزارش شد و باعث تلفات و افت تولید میگوی پرورشی در کشور گردید (Pazir *et al.*, 2025). استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها در آبزی پروری بدلیل اثرات بقایای شیمیایی آنها و ایجاد سویه‌های باکتریایی مقاوم به دارو در بسیاری از کشورها ممنوع شده است (Luthman *et al.*, 2024).

یکی از راهبردهای جدید پیشگیری و مقابله با بیماری استفاده از محرک‌های سیستم ایمنی و ترکیبات دارای فعالیت ضدمیکروبی است. امروزه استفاده از ترکیبات فیتوبیوتیک در آبزی‌پروری رایج گردیده و مطالعات گسترده ای در این زمینه انجام شده است. فیتوبیوتیک ها ترکیبات گیاهی هستند که در تحریک و تقویت سیستم ایمنی و مقابله با بیماری نقش ایفا (Wei *et al.*, 2024). می کنند. از دیگر مزایای اصلی استفاده از مکمل های خوراک مبتنی بر ترکیبات جلبکی در آبزی پروری سازگاری آنها با محیط زیست بوده و فاقد عوارض جانبی سوء در آبزیان می باشند. این ویژگی ها، فیتوبیوتیک‌ها را به عنوان جایگزینی برای آنتی‌بیوتیک‌ها و سایر ترکیبات شیمیایی و یک افزودنی مؤثر مطرح نموده است (Fawole *et al.*, 2024). امروزه ماکروجلبک‌ها به عنوان یکی از منابع پایدار برای استخراج ترکیبات طبیعی دریایی محسوب می شوند و به دلیل کاربردهای مختلف آنها مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است. عصاره‌های جلبکی بدلیل دارا بودن ویژگی های ضد باکتریایی و آنتی‌اکسیدانی می توانند موجب کاهش بار میکروبی و همچنین تقویت سیستم ایمنی آبزی در طول دوره پرورش گردد (Wei *et al.*, 2024). با استفاده از این توانمندی طبیعی می توان میکروبیوم اکوسیستم آبزی پروری را مدیریت نموده و احتمال شیوع بیماری را کاهش داد. هدف مطالعه حاضر ارزیابی فعالیت های ضدمیکروبی و آنتی اکسیدانی عصاره‌های جلبکی بومی سواحل خلیج عمان در مقابل باکتری های ویبریو عامل بیماری AHPND می باشد. عصاره‌های جلبکی ارزیابی شده در این مطالعه، گزینه های نوید بخشی را برای مطالعات تکمیلی اثربخشی و ایمنی درون تنی فراهم خواهند کرد.

مواد و روش‌ها

گونه‌های جلبکی *Padina* sp.و *Sargassum* sp. در بازه زمانی ۷ لغایت ۱۰ اردیبهشت ۱۴۰۳ از سواحل شهرستان جاسک در وضعیت حداکثر جزر جمع‌آوری شدند. نمونه‌های جلبک *Padina* sp. از مختصات 57°46'E/25°41'N و نمونه‌های *Sargassum*

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-17]

[DOI: 10.61882/JAquaEco.15.2.14]

sp. از مختصات 57°48''E/ 25°41'N جمع آوری شدند. بخشی از هر نمونه برای تهیه ورق هرباریومی و شناسایی مرفولوژیکی نگهداری گردید و باقیمانده نمونه درفریزر ۲۰- درجه سلسیوس نگهداری شدند (Stephenson, 1994).

شناسایی نمونه‌ها با استفاده از روش‌های مورفولوژیک انجام شد. پس از تایید خلوص نمونه‌ها با استفاده از مشاهده زیر لوپ، شناسایی مورفولوژیک نمونه ها بر مبنای شکل ظاهری شامل اندازه، رنگ، ساختار و نحوه رشد جلبک‌ها در محیط طبیعی و همچنین بررسی ساختار و چیدمان سلولی، بافت‌ها و اندامک‌های جلبک‌ها توسط میکروسکوپ نوری انجام و مطابقت آن با کلید شناسایی صورت گرفت (Sohrabipour and Rabiei, 2007). نمونه‌های جلبکی خشک و پودر شده و از الک با اندازه منفذ ۱۰۰ میکرومتر غربال شدند. عصاره گیری به روش خیساندن انجام شد. به منظور تهیه عصاره آلی متانولی ۱۰۰ گرم از هر نمونه با یک لیتر متانول خالص مخلوط و به مدت ۴۸ ساعت در دمای اتاق خیسانده شد. سپس به مدت ۲۰ دقیقه در حمام اولتراسونیک با جریان ۱۰۰ کیلوهرتز و در دمای ۴۰ درجه سلسیوس قرار داده شد و پس از ۳۰ دقیقه ورتکس در ۲۰۰ دور بر دقیقه متانول جمع آوری شد. متانول جمع آوری شده به مدت ۱۰ دقیقه با ۵۰۰۰ دور بر دقیقه سانتریفیوژ شده و سپس توسط کاغذ واتمن شماره ۱ فیلتر شد. به دنبال آن عصاره‌های آلی در دستگاه تبخیر کننده چرخان خشک شدند (Rostagno and Prado, 2013). عصاره آبی پس از جوشاندن ۱۰۰ گرم از جلبک در ۱ لیتر آب مقطر دوبار تقطیر در ۱۰۰ درجه سلسیوس تهیه شد.

عصاره‌های مورد آزمون با استفاده از روش میزان مهار رادیکال‌های آزاد DPPH در مقیاس مایکرودایلوشن مورد سنجش قرار گرفتند. غلظت‌های متوالی با غلظت نهایی بترتیب ۱۹/۵، ۳۹، ۷۸/۱۲، ۱۵۶/۲۵، ۳۱۲/۵ و ۶۲۵ میکروگرم بر میلی‌لیتر آماده سازی شد. بدنیال آن به میزان ۱۹۵ میکرولیتر از محلول DPPH با غلظت ۱۰۰ میکرومولار به هر چاهک در میکروپلیت ۹۶ خانه ریخته شد. سپس ۵ میکرولیتر از هر غلظت از عصاره به هر چاهک با سه تکرار اضافه شد. سپس میکروپلیت‌ها در تاریکی به‌مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق نگهداری شدند. در نهایت با استفاده از میکروپلیت ریدر جذب نوری هر چاهک در طول موج ۵۱۷ نانومتر ثبت شد. با استفاده از رابطه (۱) درصد مهار رادیکال‌های آزاد DPPH به عنوان شاخص فعالیت آنتی اکسیدانی محاسبه شد(Leong and Shui, 2002). نمونه شاهد حاوی آسکوربیک اسید بود. همچنین به عنوان کنترل منفی از متانول استفاده شد. میانه بازدارندگی (IC_{50}) هر ترکیب با استفاده از برنامه نرم افزاری Graphpad prism 6 محاسبه شد.

رابطه (۱) درصد فعالیت مهار رادیکال‌های آزاد DPPH = $(I_0) - (I_{sample})/I_0 \times ۱۰۰$

I_0: جذب در چاهک حاوی ۱۹۵ µl DPPH + ۵ µl متانول

I_{sample} :جذب در چاهک نمونه یا کنترل

تعیین MIC و MBC عصاره‌ها از روش استاندارد مایکرودایلوشن استفاده شد(Azm and Gozari, 2024; Rastegar and Gozari, 2016). گونه‌های بیماریزای بومی *V. alginolyticus*،*V. harveyi* و *V. parahaemolyticus* از کلکسیون باکتریهای پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان تهیه شد . غلظت‌های ۱۰، ۵، ۲/۵، ۱/۲۵، ۰/۵۱۲، ۰/۲۵۶، ۰/۱۲۸ و ۰/۶۴ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر به روش سریال دایلوشن تهیه شد. سپس از هر غلظت‌های عصاره به میزان ۵۰ میکرولیتر به هر چاهک در میکروپلیت افزوده شد. سپس از هر نمونه باکتری با غلظت $۱/۵\times۱۰^{۸}$CFU/ml به میزان۵۰ میکرولیتر به چاهک‌ها اضافه شد. گرماگذاری در دمای ۳۷ درجه سلسیوس به مدت ۱۸ ساعت انجام شد. کم‌ترین غلظتی که رشد باکتری در آن متوقف شده بود به عنوان MIC گزارش شد. کمترین غلظت بدون رشد چاهک در محیط بلاد آگار به‌عنوان میزان MBC ثبت شد. به منظور تضمین کیفیت و اعتبار بخشی به نتایج از آنتی بیوتیک تجاری استرپتومایسین (شرکت سیگما–آلدریچS6501) با خلوص ۹۹/۹ درصد به عنوان کنترل مثبت استفاده شد. کنترل منفی شامل چاهک های تلقیح شده با باکتری بدون افزودن عصاره یا آنتی بیوتیک در نظر گرفته شد.

در این مطالعه تمام تست های زیست سنجی با سه تکرار انجام شد. نتایج فعالیت آنتی اکسیدانی بصورت میانگین ± انحراف استاندارد بیان شد. محاسبات آماری با استفاده از نرم افزار Microsoft ™ Excell 2013 انجام شد (Microsoft, Seattle, WA). آنالیز نتایج سنجش فعالیت آنتی اکسیدانی با استفاده از از نرم افزار Graphpad prism 6 انجام شد. این نتایج بصورت میانگین IC_{50} ±خطای استاندارد(SE) ارائه شد. میانگین داده‌ها با استفاده از آنالیز واریانس (ANOVA) و آزمون دانکن (در سطح

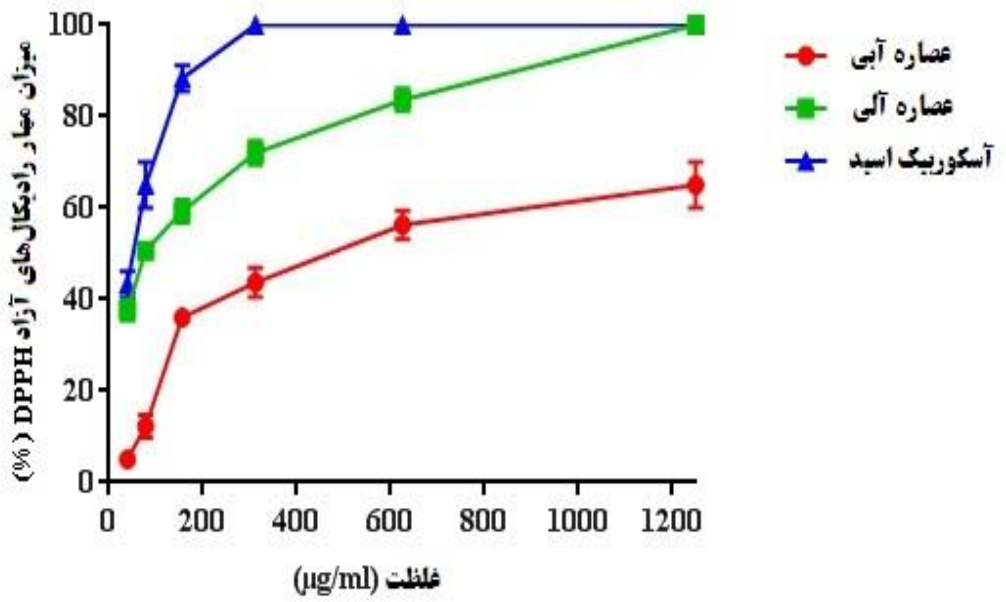
[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-17]

[DOI: 10.61882/JAquaEco.15.2.14]

۵ درصد) توسط نرم افزار SPSS مورد مقایسه قرار گرفت. انالیز فعالیت ضدمیکروبی بر اساس MIC و MBC با سه تکرار انجام شد.

نتایج

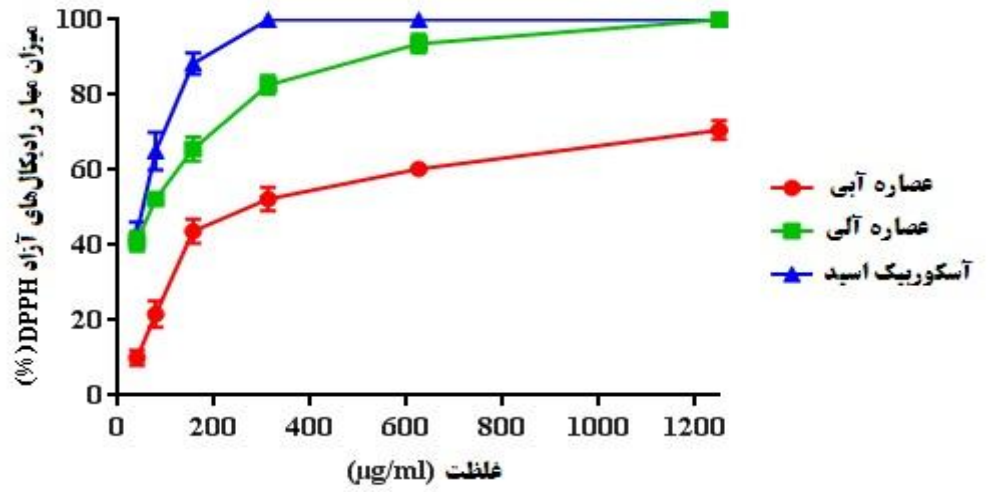
میزان عصاره متانولی استخراج شده از جلبک‌های *Sargassum* sp. و *Padina* sp. بترتیب معادل ۸/۴۵ و ۵/۲۱ گرم از۱۰۰ گرم جلبک ثبت شد. در حالیکه میزان عصاره آبی بترتیب ۴/۱۸ و ۲/۷۰ گرم از ۱۰۰ گرم جلبک بدست آمد. بررسی اثر آنتی اکسیدانی عصاره‌های استخراج شده از جلبک‌های *Sargassum* sp. و *Padina* sp. در آزمون سنجش مهار رادیکالهای آزاد DPPH نشان داد روند فعالیت عصاره‌های مورد آزمون وابسته به دوز بود. به‌طوریکه با افزایش غلظت عصاره، درصد بازدارندگی DPPH افزایش یافت (شکل ۱). محاسبات آماری نشان داد عصاره آلی استخراج شده از جلبک *Padina* sp. در غلظت µg/mL ۹۳/۶۴±۸۰/۶ به میزان ۵۰ درصد رادیکالهای آزاد DPPH را مهار کرد. در حالیکه میانه فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره آبی استخراج شده در غلظت µg/mL ۳/۵۳±۴۷۴/۴۱ ثبت شد. این نتایج نشان داد عصاره آلی جلبک *Sargassum* با میانه مهارکنندگی در غلظت µg/mL ۴/۱۱±۶۵/۸۷ بیشترین فعالیت آنتی اکسیدانی را نشان داد. در حالی که میانه مهارکنندگی عصاره آبی این جلبک در غلظت ۲۶/۲۳±۳۲۵/۲ ثبت شد (شکل ۲). مقایسه فعالیت بازدارندگی عصاره‌های استخراج شده با اسکوربیک اسید، بیانگر فعالیت پایین‌تر عصاره‌های جلبکی بود. میزان IC_{50} اسکوربیک اسید معادل µg/mL ۳۷/۹۲±۴۸/۱ بدست آمد (جدول ۱). آنالیز واریانس فعالیت مهارکنندگی عصاره‌های استخراج شده و آسکوربیک اسید بیانگر اختلاف معنادار فعالیت آنها در مهار رادیکالهای DPPH در سطح $p<$ ۰/۰۵ بود.



شکل ۱- مقایسه روند فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره‌های آلی و آبی جلبک *Padina* sp.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-17]

[DOI: 10.61882/JAquaEco.15.2.14]



شکل ۲- مقایسه روند فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره‌های آلی و آبی جلبک *Sargassum* sp

جدول ۱- میزان مهار رادیکال‌های آزاد DPPH توسط عصاره‌های استخراج شده

نمونه	IC_{50}± SE* (µg/ml)	سطح اطمینان ۹۵ درصد
عصاره آلی *Padina*	۸۰/۹۳±۶/۶۴[a]	۶۶/۸۴ تا ۹۵/۰۳
عصاره آبی *Padina*	۴۷۴/۴۱±۳/۵۳[b]	۳۸۶/۳۰ تا ۵۶۲/۳۰
عصاره آلی *Sargassum*	۶۵/۸۷±۴/۱۱[c]	۵۷/۱۶ تا ۷۴/۵۹
عصاره آبی *Sargassum*	۳۲۵/۲۶±۲/۲۳[d]	۲۶۹/۶۰ تا ۳۸۰/۸۰
آسکوربیک اسید	۴۸/۱±۳۷/۹۲	۴۴/۲۸ تا ۵۲/۴۶

حروف انگلیسی متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی دار بین تیمارها است.

نتایج ارزیابی اثر ضدمیکروبی عصاره‌های آبی و آلی استخراج شده از جلبک‌های *Sargassum sp.* و *Padina sp.* بر باکتریهای ویبریو بیماریزای میگو پتانسیل فعالیت ضدمیکروبی آنها را نشان داد. نتایج حداقل غلظت ممانعت کننده از رشد (MIC) عصاره آلی استخراج شده از جلبک *Padina* معادل µg/ml ۲۵۶ در مقابل *V. parahaemolyticus* ثبت شد. کمترین غلظت ممانعت کننده این عصاره در مقابل باکتری‌های *V. alginolyticus* و *V. harveyi* µg/ml ۶۴ گزارش شد. در حالی‌که عصاره آبی این جلبک در حداقل غلظت µg/ml ۵۱۲ از رشد *V. parahaemolyticus* ممانعت کرد. عصاره آبی *Padina* همچنین رشد باکتری‌های *V. alginolyticus* و *V. harveyi* را در بترتیب در حداقل غلظت‌های ۲۵۶ و ۱۲۸ ممانعت نمود. اگرچه این مقادیر فعالیت ضدمیکروبی در مقایسه با آنتی بیوتیک استرپتومایسین بطور معناداری کمتر بود. بطوریکه میزان MIC این آنتی بیوتیک تجاری در مقابل باکتریهای ویبریو µg/ml ۸ ثبت شد. این نتایج نشان داد MIC عصاره آلی جلبک *Sargassum* در مقابل باکتری *V. parahaemolyticus* در غلظت *µg/ml* ۱۲۸ ثبت شد. در حالیکه کمترین غلظت بازدارندگی از رشد *V. harveyi* در غلظت µg/ml ۶۴ و *V. algonolyticus* معادل µg/ml ۱۲۸ بدست آمد. نتایج این ارزیابی برای عصاره آبی استخراج شده از جلبک *Sargassum* بیانگر فعالیت ضدمیکروبی کمتری بود. بطوریکه کمترین غلظت بازدارنده عصاره آبی جلبک *Sargassum* در مقابل باکتری *V. parahaemolyticus* و *V. algonolyticus* معادل µg/ml ۲۵۶ ثبت شد. در حالی که MIC عصاره آبی این جلبک در مقابل *V. harveyi* در غلظت µg/ml ۱۲۸ تعیین شد (جدول ۲).

نتایج ارزیابی کمترین غلظت کشنده باکتریها (MBC) توسط عصاره‌های مورد مطالعه نشان داد MBC عصاره آلی استخراج

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-17]
[DOI: 10.61882/JAquaEco.15.2.14]

شـده از جلبک *Padina* در مقابل باکتری *V. parahaemolyticus* به میزان۵۱۲ µg/ml ثبت گردید. در حالی که این عصـاره بترتیب در غلظت‌های۲۵۶ µg/ml و ۱۲۸ باکتریهای *V. alginolyticus* و *V. harveyi* کمترین غلظت کشندگی خود را نشان دادند. این نتایج برای عصاره آبی استخراج شده از جلبک *Padina* بیانگر فعالیت ضعیف تر این عصاره بود. بطوری که این عصاره در مقابل باکتری *V. parahaemolyticus* در غلظت‌های مورد آزمون فعالیت کشـندگی نشـان نداد اما در مقابل باکتریهای *V. alginolyticus* و *V. harveyi* بترتیب در غلظت‌های۵۱۲ µg/ml و ۲۵۶ کمترین غلظت کشندگی را نشان داد. کمترین غلظت کشنده عصاره آلی استخراج شده از جلبک *Sargassum* در مقابل باکتری *V. parahaemolyticus* به میزان۲۵۶ µg/ml بود. همچنین این عصاره در غلظت ۱۲۸µg/ml باکتریهای *V. alginolyticus* و *V. harveyi* را از بین برد. نتایج این سنجش برای عصـاره آبی جلبک *Sargassum* نشـان داد MBC بدسـت آمده دارای فعالیت ضـدمیکروبی کمتری بود. این نتایج نشـان داد کمترین غلظت کشـنده این عصـاره آبی در مقابل باکتری *V. parahaemolyticus* معادل۵۱۲ µg/ml ثبت شـد. لیکن در مقابل باکتریهای *V. alginolyticus* و *V. harveyi* میزان MBC این عصـاره بترتیب در غلظت‌های۲۵۶ µg/ml و ۱۲۸ ثبت شـد (جدول ۳). مقایسه آماری میزان MBC عصاره‌های جلبکی نسبت به آنتی بیوتیک استرپتومایسین با MBC معادل ۸ µg/ml تا ۱۶ ثبت شد و بیانگر اختلاف معنادار قعالیت ضدمیکروبی بود.

جدول ۲- حداقل غلظت ممانعت کننده از رشد عصاره‌های جلبکی در مقابل گونه‌های بیماریزای باکتری ویبریو

عصاره‌ها	حداقل غلظت ممانعت کننده از رشد (µg/ml)		
	V. parahaemolyticus	*V. harveyi*	*V. alginolyticus*
عصاره آلی *Padina*	۲۵۶	۶۴	۶۴
عصاره آبی *Padina*	۵۱۲	۲۵۶	۱۲۸
عصاره آلی *Sargassum*	۱۲۸	۶۴	۱۲۸
عصاره آبی *Sargassum*	۲۵۶	۱۲۸	۲۵۶
Streptomycin	۸	۸	۸

جدول ۳- حداقل غلظت کشندگی عصاره‌های جلبکی در مقابل گونه‌های بیماریزای باکتری ویبریو

عصاره‌ها	حداقل غلظت کشنده باکتری (µg/ml)		
	V. parahaemolyticus	*V. harveyi*	*V. alginolyticus*
عصاره آلی *Padina*	۵۱۲	۲۵۶	۱۲۸
عصاره آبی *Padina*	-	۵۱۲	۲۵۶
عصاره آلی *Sargassum*	۲۵۶	۱۲۸	۱۲۸
عصاره آبی *Sargassum*	۵۱۲	۲۵۶	۱۲۸
Streptomycin	۱۶	۸	۸

بحث

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-17]

[DOI: 10.61882/JAquaEco.15.2.14]

با توجه به ممنوعیت مصرف آنتی بیوتیک ها در آبزی پروری تمرکز مطالعات جدید بر یافتن راهبردهایی سازگار با محیطزیست و دارای قابلیت استفاده پایدار است . جمعیت‌های جلبک بومی خلیج عمان در محدوده سواحل جاسک بدلیل بکر بودن در مطالعه حاضر مورد مطالعه قرار گرفتند. اگرچه تغییرات فصلی از قبیل تغییرات دمایی، نور، مواد مغذی، پدیده مونسون و نوع بستر ساحلی در فراوانی حضور آنها در ساحل دریای عمان تاثیرات گسترده و محدودیت هایی از نظر تامین منابع جلبکی ایجاد می نماید (Nassar *et al.*, 2025).

نتایج فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره‌های آبی و آلی استخراج شده از جلبک *Padina* میانه فعالیت مهار کنندگی عصاره‌های آلی و آبی این جلبک را بترتیب در غلظت‌های µg/mL ۸۰/۹۳±۶/۶۴ و µg/mL ۴۷۴/۳±۴۱/۵۳ نشان داد. با توجه به فعالیت آنتی اکسیدانی وابسته به دوز این عصاره‌ها می توان عملکرد مهار زیستی را در این واکنش تایید نمود. در همین زمینه Praveen وChakraborty (۲۰۱۳) گزارش دادند میزان بازدارندگی رادیکالهای آزاد DPPH توسط عصاره‌های آبی دو گونه *Padina* در غلظتµg/ml ۵۰۰ بین ۴۰ تا ۴۵درصد متغیر ثبت شد. در مطالعه دیگری عصاره متانولی جلبک‌های.*Padina* sp سواحل مالزی در غلظتµg/ml ۵۰۰ معادل ۳۰ درصد رادیکالهای آزاد DPPH را مهار کرد (Foon *et al.*, 2013). در مطالعه دیگری شیرانی بیدآبادی و همکاران (۲۰۲۳) میزان میانه فعالیت آنتی اکسیدانی جلبک *Padina* خلیج چابهار را ۹۲ µg/ml گزارش دادند. نتایج مطالعه حاضر نشان داد عصاره آلی و آبی استخراج شده از جلبک *Sargassum* با فعالیت آنتی اکسیدانی نسبتا بالاتری بترتیب با میانه مهارکنندگی (IC_{50}) در غلظت µg/mL ۶۵/۸۷±۴/۱۱ و ۳۲۵/۲±۲۶/۲۳ رادیکالهای آزاد DPPH را مهار کردند. بالاتر بودن فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره‌های جلبکی *Sargassum* نسبت به *Padina* می تواند به دلیل محتوای بیشتر ترکیبات فنولی در عصاره *Sargassum* باشد. افزایش محتوای ترکیبات فنولی ممکن است بدلیل عوامل ذاتی مانند سن جلبک، مرحله تولید مثلی و محتوای ژنتیکی آن باشد یا منشاء خارجی داشته باشد. عواملی مانند میزان شوری آب دریا، عمق زیستگاه و فشار ناشی از آن از جمله عوامل خارجی محتمل محسوب می شوند. البته با توجه به یکسان بودن زیستگاه نمونه‌های جلبکی مورد مطالعه احتمال وجود عوامل خارجی کمتر می باشد (Ganesan *et al.*, 2008). ترکیبات فنولی حاوی گروه هیدورکسیل بوده که با پیوندهای ضعیفی به حلقه های آروماتیک فنول متصل است. به همین دلیل به سهولت امکان اشتراک یک اتم هیدروژن یا الکترون برای غیرفعال کردن رادیکال های آزادDPPH دارد (Liu, 2015). نتایج بدست آمده بالاتر بودن فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره‌های آلی متانولی نسبت به عصاره‌های آبی را نشان داد. قطبیت حلال ها نقش مهمی در استخراج ترکیبات آنتی اکسیدان دارد و مهارکنندگی عصاره را تعیین می کند. نتایج مطالعات Wang و همکارانش (۲۰۰۹) نشان داد حلال‌های آلی قطبی مانند متانول استخراج ترکیباتی مانند فلورتانین را نسبت به آب و حلال‌های غیرقطبی با کارایی بالاتری انجام داد. اگرچه بدلیل متغیر بودن فاکتورهای استخراج و عصاره گیری مقایسه کمی و سنجش فعالیت های زیستی حتی در گونه‌های مشابه نیز دارای پیچیدگی می باشد (Moon and Shibamoto, 2009). یکی از دلایل بالاتر بودن فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره‌های آلی را می توان به استفاده از متانول در مطالعه حاضر و بهره برداری از ترکیبی از روش‌های خیساندن و اولتراسونیک مرتبط نمود. دلیل انتخاب متانول برای استخراج قطبیت بالای آن و قدرت شویندگی زیاد این حلال در استخراج متابولیت های طبیعی بود (Taranto *et al.*, 2017). متانول قابلیت انحلال دسته گسترده ای از متابولیت های فعال طبیعی را دارد. علاوه بر این، در این روش حضور اجزاء فرار، همچنین برخی ترپنوئید ها و استروئیدها به میزان قابل توجهی حضور دارند. نتایج مطالعات مختلف نیز بیانگر کارایی بالای متانول در استخراج ترکیبات آنتی اکسیدانت از جلبک هاست. با این حال باید در نظر داشت اگرچه نوع حلال مورد استفاده برای استخراج تأثیر زیادی بر کارایی استخراج متابولیت های تولید شده توسط جلبک از جمله ترکیبات آنتی‌اکسیدان دارد اما لزوماً استخراج مقادیر بیشترین ترکیبات فنولی و دیگر ترکیبات منجر به افزایش فعالیت آنتی اکسیدانی نمی گردد. برای مثال در مطالعات مختلف متانول بیشترین بازده استخراج ترکیبات فنولی را ارائه داده است (Fazeli-nasab *et al.*, 2019). اما فعالیت آنتی اکسیدانی ثبت شده عصاره متانولی از عصاره استونی کمتر بوده است. دلیل این نتایج استخراج ترکیبات فنولی غیر فعال بوسیله متانول می باشد. با استخراج این ترکیبات غیر فعال غلظت ترکیبات فعال آنتی اکسیدان در عصاره کاهش یافته و در نتیجه فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره کاسته می شود.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-17]

[DOI: 10.61882/JAquaEco.15.2.14]

نتایج این مطالعه نشان داد میزان MIC عصاره آلی جلبک *Padina* در مقابل *V. parahaemolyticus*، *V. alginolyticus* و *V. harveyi* بترتیب معادل۲۵۶ µg/ml، ۶۴ و ۶۴ ثبت شد. در حالیکه میزان کشندگی این عصاره در مقابل باکتریهای *V. alginolyticus*، *parahaemolyticus* و *V. harveyi* بترتیب۵۱۲ µg/ml، ۲۵۶ و ۱۲۸ ثبت شد. در حالیکه این نتایج نشان داد کمترین فعالیت ضدمیکروبی عصاره آبی جلبک *Padina* در غلظت‌های ۵۱۲ µg/ml، ۲۵۶ و ۱۲۸ در مقابل سویه های بیماریزای *V. parahaemolyticus*، *V. alginolyticus* و *V. harveyi* ثبت شد. عصاره آبی استخراج شده از این جلبک در مقابل باکتری *V. parahaemolyticus* در غلظت‌های مورد استفاده کشندگی نشان نداد لیکن در مقابل باکتریهای *V. alginolyticus* و *V. harveyi* حداقل کشندگی را در غلظت‌های ۵۱۲ µg/ml و ۲۵۶ نشان داد. هم راستا با نتایج مطالعه حاضر مطالعه شیرانی بیدآبادی و همکاران (۲۰۲۳) نشان داد حداقلMIC عصاره استخراج شده از جلبک پادینا در مقابل *Staphylococcus aureus* معادل ۱۲/۵ میلی گرم بر میلی لیتر ثبت شد. میزان حداقل غلظت کشنده MBC این عصاره معادل ۵۰ میلی گرم بر میلی لیتر ثبت شد. در مطالعه دیگری Kausalya و همکاران (۲۰۱۵) فعالیت ضدمیکروبی عصاره های جلبک‌های مختلف از جمله *Padina* را نشان دادند. نتایج مطالعه آنها نشان داد بیشترین فعالیت ضد باکتریایی در مقابل *Klebsiella pneumonia* ثبت شد. همچنین عصاره آلی این جلبک در مقابل باکتریهای *Staph. Aureus*، *Streptococcus pyogenes*، *Bacillus subtilis*، *Acinetobacter baumannii* ثبت شد. نتایج مطالعه حاضر همچنین فعالیت ضدمیکروبی بالای عصاره آلی استخراج شده از جلبک *Sargasum* را تایید نمود. این نتایج نشان داد عصاره آلی جلبک *Sargassum* کمترین غلظت MIC خود را در مقابل باکتریهای *V. parahaemolyticus*، *V. harveyi* و *V. algonolyticus* بترتیب در غلظت‌های ۱۲۸ µg/ml، ۶۴ و ۱۲۸ نشان داد. در حالیکه کمترین غلظت کشندگی برای این عصاره در مقابل باکتریهای مذکور بترتیب معادل۲۵۶ µg/ml، ۱۲۸، ۱۲۸ ثبت شد. این نتایج برای عصاره آبی مقادیر کمتری را نشان داد بطوریکی MIC عصاره آبی جلبک *Sargassum* در مقابل هر دو باکتری*V. parahaemolyticus* و *V. algonolyticus* برابر با ۲۵۶ µg/ml و در مقابل *V. harveyi* معادل۱۲۸ µg/ml ثبت شد. بر همین اساس مقادیر MBC عصاره آبی این جلبک نیز در مقابل *V. parahaemolyticus* معادل۵۱۲ µg/ml و در مقابل *V. alginolyticus* و *V. harveyi* بترتیب در غلظت‌های ۲۵۶ µg/ml و ۱۲۸ ثبت شد. این میزان اگرچه از فعالیت آنتی بیوتیک تجاری تتراسیکلین پایین تر بود اما با توجه به وجود سایر ترکیبات غیر از ماده مؤثره در عصاره آلی جلبک‌های مورد مطالعه این میزان فعالیت قابل ملاحظه ارزیابی می باشد. در همین زمینه سایر مطالعات نیز فعالیت ضدمیکروبی بالای جلبک *Sargassum* را گزارش کرده اند (Dip *et al.*, 2024). در مجموع مقایسه فعالیت ضدمیکروبی عصاره‌های استخراج شده از جلبک‌های *Padina* و *Sargassum*بیانگر بیشترین فعالیت ضدمیکروبی عصاره آلی جلبک *Sargassum* علیه سویه‌های بیماریزای ویبریو بود. با توجه به گرم منفی بودن این باکتریها و مقاومت بیشتر این باکتریها نسبت به باکتریهای گرم مثبت نسب به ترکیبات ضدمیکروبی نتایج بدست آمده می تواند نوید بخش باشد. مقاومت بیشتر باکتری‌های گرم منفی بدلیل ساختار مقاوم‌تر آنها در مقابل عوامل ضدمیکروبی است. این باکتریها دارای غشای خارجی بوده و از عبور ملکول‌های آب گریز و درشت جلوگیری می کنند (Kakoullis *et al.*, 2021).

نتیجه‌گیری

عصاره آلی جلبک‌های مورد مطالعه می‌توانند به عنوان منبع ترکیبات آنتی اکسیدان و ضدمیکروبی در جیره غذای آبزیان مورد بهره‌برداری قرار گیرند. بدلیل فعالیت‌های آنتی اکسیدانی و ضدمیکروبی آنها در مقابل باکتری‌های ویبریو عامل بیماریهای AHPND این عصاره ها می توانند گزینه نویدبخشی به عنوان تقویت کننده ایمنی در پرورش میگوی مطرح گردند. نتایج این مطالعه همچنین قابلیت جلبک‌های بومی را به عنوان ابزاری برای تغییر رویکرد به فراورده‌های طبیعی در مدیریت بهینه آبزی پروری و فعالیت های مسئولانه به منظور توسعه پایدار این صنعت نشان داد. همچنین نتایج این مطالعه قابلیت‌های زیستی جمعیت‌های جلبک بومی و ظرفیت کاربرد صنعتی آنها را در زیست‌فناوری و آبزی‌پروری تبیین نمود.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-17]

[DOI: 10.61882/JAquaEco.15.2.14]

سپاسگزاری

این مقاله پژوهشی برگرفته از پایان‌نامه با عنوان"ارزیابی تاثیر ضدمیکروبی و آنتی‌اکسیدانی عصاره جلبک‌های بومی خلیج عمان(*Padina* و *Sargassum*) در مقابل باکتری‌های بیماری‌زای میگوی پرورشی" مصوب دانشگاه پیام نور واحد اربیل عراق می باشد. همچنین بدین وسیله از مساعدت و راهنمایی آقای دکتر محسن گذری رئیس بخش بهداشت و بیماری‌های آبزیان پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان برای فراهم کردن امکان دسترسی به باکتری‌های ویبریو سپاسگزاری می‌شود.

References

m, R . and Gozari, M., 2024. Evaluation of the Antioxidant, Cytotoxic, and Antibacterial Activities of the Ethanolic Extract of Terminalia catappa Against Zoonotic Vibrio Species. *Journal of Marine Medicine*, 5(4), pp. 223-230. https://doi.org/10.30491/5.4.223. (In persian)

Dip, M.R.R., Sobuj, M.K.A., Islam, M.S., Akter, A., Hasan, M.M., Tasnim, N., Haque, M.A. and Rafiquzzaman, S., 2024. Phytochemicals, antioxidant and antibacterial activity of crude extract of Sargassum polycystum collected from Bangladesh. *Food and Humanity*, 2, p. 100278. https://doi.org/10.1016/j.foohum.2024.100278

Fawole, F.J., Nazeemashahul, S., Chanu, T.I., Sharma, A., Kazeem, G.O., Ferosekhan, S. and Kinnera, T., 2024. Application of Immunostimulants for Aquaculture Health Management. *Immunomodulators in Aquaculture and Fish Health*. CRC Press. pp. 103-115.

Fazeli-nasab, B., Moshtaghi, N. and Forouzandeh, M., 2019. Effect of solvent extraction on phenol, flavonoids and antioxidant activity of some Iranian native herbs. *Journal of Ilam University of Medical Sciences*, 27(3), pp. 14-26. https://doi.org/ 10.29252/sjimu.27.3.14

Foon, T.S., Ai, L.A., Kuppusamy, P., Yusoff, M.M. and Govindan, N., 2013. Studies on in-vitro antioxidant activity of marine edible seaweeds from the east coastal region of Peninsular Malaysia using different extraction methods. *Journal of Coastal Life Medicine,* 1(3), pp. 193-198. https://doi.org/10.12980/JCLM.1.2013C1189

Ganesan, P., Kumar, C.S. and Bhaskar, N., 2008. Antioxidant properties of methanol extract and its solvent fractions obtained from selected Indian red seaweeds. *Bioresource Technology*, 99(8), pp. 2717-2723. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2007.07.005

Hassan, M.S.A., Elias, N.A., Hassan, M., Mocktar, N.A. and Harun, N.A., 2024. Integrated overview on status, diagnosis and disease management of Acute Hepatopancreatic Necrosis Disease (AHPND) in shrimp aquaculture through metallic nanoparticles (MNPs) application–A review. *Aquaculture*, p. 741649. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2024.741649

Kakoullis, L., Papachristodoulou, E., Chra, P. and Panos, G., 2021. Mechanisms of antibiotic resistance in important gram-positive and gram-negative pathogens and novel antibiotic solutions. *Antibiotics*, 10(4), p. 415. https://doi.org/10.3390/antibiotics10040415

Kumar, V., Roy, S., Behera, B.K., Bossier, P.and Das, B.K., 2021. Acute hepatopancreatic necrosis disease (AHPND): virulence, pathogenesis and mitigation strategies in shrimp aquaculture. *Toxins*, 13(8), p. 524. https://doi.org/10.3390/toxins13080524

Leong, L. and Shui, G., 2002. An investigation of antioxidant capacity of fruits in Singapore markets. *Food Chemistry*, 76(1), pp. 69-75. https://doi.org/10.1016/S0308-8146(01)00251-5

Liu, X., 2015. Extraction and Antioxidant Activity of Phlorotannins from Edible Brown Algae. http://www.lib.ncsu.edu/resolver/1840.16/10707

Luthman, O., Robb, D.H., Henriksson, P.J., Jørgensen, P.S.and Troell, M. 2024. Global overview of national regulations for antibiotic use in aquaculture production. *Aquaculture International*, pp. 1-18. https://doi.org/10.1007/s10499-024-01614-0

Moon, J.-K.and Shibamoto, T., 2009. Antioxidant assays for plant and food components. Jou*rnal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(5), pp.1655-1666. https://doi.org/10.1021/jf803537k

Narsale, S.A., Chrisolite, B., Sivasankar, P., Subash, P., Mansoor, M., Selvamagheswaran, M., Debbarma, S., P, M.K., Baidya, S. and Kadam, R., 2024. Isolation, characterization, virulence genes, antimicrobial resistant genes, and antibiotic susceptibility pattern of Vibrio

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-17]

[DOI: 10.61882/JAquaEco.15.2.14]

parahaemolyticus in relation to AHPND from shrimp farms in coastal districts of Tamil Nadu. *Aquaculture International*, 32(4), pp. 3835-3851. https://doi.org/10.1007/s10499-023-01353-8

Nassar, N., Sherif, M., Yushin, N. and Zinicovscaia, I., 2025. The Elemental Content of Seawater and Algae Collected from the Red Sea, the Arabian Gulf, and the Gulf of Oman: Preliminary Study. *Physics of Particles and Nuclei Letters*, 22(2), pp. 358-362. https://doi.org/10.1134/S1547477124702443

Pazir, M., Ahmadi, A., Nazari, M., Aein Jamshid, K., Sharifinia, M., Jafari, O. and Pourmozaffar, S., 2025. AHPND disease: An investigation of the pVA1-type plasmid characteristics of pathogenic agents. *International Journal of Veterinary Research*, 5(2),pp. 1-16. https://doi.org/10.22034/5.2.1

Praveen, N.K. and Chakraborty, K., 2013. Antioxidant and anti-inflammatory potential of the aqueous extract and polysaccharide fraction from brown marine macroalgae Padina sp. from Gulf of Mannar of Peninsular India. *Journal of Coastal Life Medicine*, 1(1), pp. 38-48-30. http://www.jclmm.com/qk/7.pdf

Rastegar, S. and Gozari, M., 2016. Antioxidant and antifungal activities of two spices of mangrove plant extract. *Journal of Coastal Life Medicine*, 4(10), pp. 779-783. https://doi.org/10.12980/jclm.4.2016J6-180

Rostagno, M.A. and Prado, J.M., 2013. Natural product extraction: principles and applications. Royal *Society of Chemistry*.

Shirani Bidabadi, K., Safaeian, S., Mousavi Nadushan, R. and Rahimifard, N., 2023. 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. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, 19(2), pp. 259-277. https://doi.org/ 10.22067/ifstrj.2021.73113.1104

Sohrabipour, J. and R. Rabiei, 2007. The checklist of green algae of the Iranian coastal lines of the Persian Gulf and Gulf of Oman. *The Iran Journal of Botany*, 13 (2), pp. 146-149. https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.1029788.1386.13.2.17.7

Soto-Rodriguez, S.A., Gomez-Gil, B., Lozano-Olvera, R., Aguilar-Rendón, K.G. and González-Gómez, J.P.. 2024. Identification of new Vibrio campbellii strains harboring the pVA1 plasmid isolated from *Penaeus vannamei* postlarvae affected by outbreaks of acute hepatopancreatic necrosis disease (AHPND) in Mexico. *Aquaculture*, 579, p. 740221. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2023.740221

Stephenson, G.L., 1994. Guidance Document on Collection and Preparation of Sediments for Physicochemical Characterization and Biological Testing. *Environment Canada*. https://publications.gc.ca/site/eng/9.579583/publication.html

Taranto, F., Pasqualone, A., Mangini, G., Tripodi, P., Miazzi, M.M., Pavan, S. and Montemurro, C., 2017. Polyphenol oxidases in crops: biochemical, physiological and genetic aspects. *International journal of molecular sciences*, 18(2), p. 377. https://doi.org/10.3390/ijms18020377

Vergara-Solana, F.J., 2024. Aquaculture and employment: Impact on livelihood and poverty. An Introduction to Sustainable Aquaculture. *Routledge*, pp. 225-239.

Wang, T., Jónsdóttir, R. and Ólafsdóttir, G., 2009. Total phenolic compounds, radical scavenging and metal chelation of extracts from Icelandic seaweeds. *Food Chemistry*, 116(1), pp. 240-248. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.02.041

Wei, L.S., Sukri, S.A.M., Tahiluddin, A.B., Kari, Z.A., Wee, W. and Kabir, M.A., 2024. Exploring beneficial effects of phytobiotics in marine shrimp farming: A review. *Heliyon*, 10(14), e31074. https://doi.org/ 10.1016/j.heliyon.2024.e31074

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-17]

[DOI: 10.61882/JAquaEco.15.2.14]