



Original Research Paper

Antifungal and antibacterial properties of brown algae (*Iyengaria stellata*) extracts on *Candida albicans* and *Salmonella typhi*, from Qeshm Island, Persian Gulf

Seyed Mehrdad Hasani Azhdari¹, Kamran Rezaei Tavabe^{1*}, Rana Bahadori¹, Seyed Vali Hosseini¹, Melika Nazemi²

¹ Department of Fisheries, Natural Resources Faculty, University of Tehran, Karaj, Iran

² Persian Gulf and Oman sea Ecological Research Center, Iranian Fisheries Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Bandar Abbas, Iran

Key Words

Antibacterial properties
Antifungal properties
Brown algae
Iyengaria stellata
MIC
MBC
MFC

Abstract

Introduction: Nowadays, emphasis on the importance of algae in the field of food and pharmaceutical industries is increasing. In general, marine organisms can be an important source for the extraction of compounds with antifungal and antibacterial properties.

Materials & Methods: The aim of this study was to investigate the antifungal and antibacterial effects of *Iyengaria stellata* on *Candida albicans* and *Salmonella typhi* using 4 extracts of N-hexane, Estonia, diethyl ether and methanol.

Results: According to the results, the use of 3000 µg/l of N-hexane extract of *Iyengaria stellata* or 2000 µg/l of Estonian extract of this alga prevents the growth of *Candida albicans* fungus and these two extracts at a concentration of 5000 µg/l showed the best performance. Also, using a concentration of 4000 µg/l of N-hexane extract of *Iyengaria stellata* or 5000 µg/l of diethyl ether extract of this alga prevents the growth of *Salmonella typhi* bacteria and its hexane extract at a concentration of 4000 µg/l causes the death of this bacterium.

Conclusion: The results of the present study showed that the extract of brown algae *Iyengaria stellata* can be used as a new source for antimicrobial drugs and their replacement with antifungal and synthetic antibacterial agents.

* Corresponding Author's email: krtavabe@ut.ac.ir

Received: 23 September 2021; Reviewed: 25 October 2021; Revised: 22 December 2021; Accepted: 22 January 2022

(DOI): [10.22034/AEJ.2022.322787.2720](https://doi.org/10.22034/AEJ.2022.322787.2720)

مقاله پژوهشی

بررسی خواص ضدقارچی و ضدباکتریایی عصاره‌های جلبک قهوه‌ای (*Iyengaria stellata*) بر قارچ *Candida albicans* و باکتری *Salmonella typhi*

سیدمهرداد حسینی‌اژدری^۱، کامران رضایی‌توابع^{۱*}، رعنا بهادری^۱، سیدولی حسینی^۱، ملیکا ناظمی^۲

^۱ گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

^۲ پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران

چکیده

کلمات کلیدی

مقدمه: امروزه تاکید بر اهمیت جلبک‌ها در حوزه‌های مربوط به صنایع غذایی، دارویی در حال افزایش است. به‌طور کلی ارگانسیم‌های دریایی می‌توانند به‌عنوان یک منبع مهم برای استحصال ترکیباتی با خواص ضدقارچی و ضدباکتری باشند.

مواد و روش‌ها: مطالعه حاضر با هدف بررسی اثر ضدقارچی و ضدباکتریایی جلبک قهوه‌ای *Iyengaria stellata* بر قارچ *Candida albicans* و باکتری *Salmonella typhi* با استفاده از ۴ عصاره‌ان‌هگزانی، استونی، دی اتیل اتری و متانولی صورت گرفت.

نتایج: طبق نتایج به‌دست آمده استفاده از غلظت ۳۰۰۰ میکروگرم بر لیتر عصاره‌ان‌هگزانی جلبک *Iyengaria stellata* و یا ۲۰۰۰ میکروگرم بر لیتر عصاره استونی این جلبک از رشد قارچ *Candida albicans* جلوگیری می‌کند و این دو عصاره در غلظت ۵۰۰۰ میکروگرم بر لیتر سبب مرگ این قارچ می‌شوند. هم‌چنین استفاده از غلظت ۴۰۰۰ میکروگرم بر لیتر عصاره‌ان‌هگزانی جلبک *Iyengaria stellata* و یا ۵۰۰۰ میکروگرم بر لیتر عصاره دی اتیل اتری این جلبک از رشد باکتری *Salmonella typhi* جلوگیری می‌کند و عصاره‌ان‌هگزانی در غلظت ۴۰۰۰ میکروگرم بر لیتر سبب مرگ این باکتری می‌شوند.

بحث و نتیجه‌گیری: نتایج مطالعه حاضر نشان می‌دهد که عصاره جلبک قهوه‌ای *Iyengaria stellata* می‌تواند به‌عنوان منبعی جدید برای داروهای ضد میکروبی و جایگزینی آن‌ها با مواد ضدقارچی و ضدباکتری مصنوعی باشد.

خواص ضدباکتریایی
خواص ضدقارچی
جلبک قهوه‌ای
Iyengaria stellata
حداقل غلظت بازدارنده رشد
حداقل غلظت کشنده باکتری
حداقل غلظت کشنده قارچ

مقدمه

سیستم گوارشی ساکن می‌شوند، یا این که همواره در محیط زندگی انسان وجود دارند. این گروه از قارچ‌ها در شرایطی که از توان سیستم ایمنی بدن میزبان بنا به دلایلی هم‌چون انواع عفونت‌ها کاسته می‌شود بیماری‌زا می‌شوند. در چنین شرایطی سویه‌های مختلف قارچ *Candida* توانایی ایجاد بیماری در هر ناحیه از بدن انسان را دارند (۱۱). سالمونلا باکتری میله‌ای شکل (باسیلوس) گرم منفی از خانواده انتروباکتریاسه (Enterobacteriaceae) است (۱۲). گونه‌های سالمونلا غیراسپورساز و عمدتاً متحرک و بی‌هوازی اختیاری (۱۳) و هم‌چنین پاتوژن درون سلولی هستند (۱۴). بیماری سالمونلوزیس از عمده بیماری‌های با منشأ مواد غذایی است که موجب نگرانی زیادی در سطح بهداشت عمومی شده (۱۵). براساس گزارش‌های قبلی این باکتری حدوداً ۲۵ میلیون عفونت و ۲۰۰۰۰۰ مرگ را در سطح جهان موجب می‌شود (۱۶). لذا با توجه به آمار بالای مرگ و میر ناشی از این باکتری، این مساله به عنوان خطری جدی قلمداد می‌شود. اهمیت استفاده از جلبک‌ها در صنایع غذایی و دارویی، در دهه‌های اخیر رشد چشمگیری داشته و مطالعات بسیاری در این راستا توسط محققین مختلف صورت پذیرفت (۱۷). از طرفی در سال‌های اخیر استفاده گسترده از آنتی بیوتیک‌ها باعث به وجود آمدن سویه‌های مقاوم میکروارگانیسم‌ها و افزایش روز افزون مصرف آنتی بیوتیک در سراسر جهان شده است. از این رو تحقیقات در رابطه با عوامل ضد میکروبی جدید که به طور طبیعی تولید می‌شوند به منظور دستیابی به منابع نوین دارویی از اهمیت فراوانی برخوردار است (۱۸). لذا با توجه به مشکلات بیان شده و وجود منابع غنی جلبک‌های دریایی در سواحل خلیج فارس و دریای عمان، با تدوین استراتژی علمی و اصولی روی این جلبک‌ها، می‌توان بهره‌برداری‌های بهینه دارویی از منابع ساحلی جنوب ایران نمود و در نهایت گامی در جهت تولید مواد غذایی و دارویی طبیعی برداشت. در همین راستا مطالعه حاضر در راستای بررسی اثر ضدقارچی و ضد باکتریایی عصاره‌های استخراج شده از جلبک قهوه‌ای *Iyengaria stellata* صورت پذیرفت.

مواد و روش‌ها

نمونه برداری و شناسایی نمونه‌ها: جلبک‌های مورد استفاده برای این مطالعه از منطقه شیب دراز در جزیره قشم جمع‌آوری و به پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان منتقل شدند. فرآیند شناسایی نمونه‌ها توسط کارشناس مجرب و براساس ویژگی‌های ظاهری و با استفاده از کلید شناسایی FAO صورت پذیرفت.

عصاره‌گیری و بررسی خواص ضدقارچی و ضدباکتریایی:

نمونه‌های جلبک قهوه‌ای تهیه شده، از مواد زائد و اپی‌فیت جدا شده

اقیانوس‌ها بیش از ۷۰ درصد از سطح زمین را پوشش می‌دهند. اگرچه مناطق خشکی دارای تنوع زیستی بسیار خوبی هستند، با این حال بزرگ‌ترین تنوع زیستی در اقیانوس‌ها وجود دارد به طوری که چیزی در حدود ۲۲۶۰۰۰ گونه یوکاریوتی دریایی تاکنون شناسایی شده است (۱). از انواع مختلف ارگانیسم‌هایی که در اقیانوس‌ها یافت می‌شوند می‌توان به انواع باکتری‌ها، سیانوباکتری‌ها، جلبک‌ها و ... اشاره نمود (۲). در طول حدود ۵۰ سال مطالعه و تحقیق توسط پژوهشگران مختلف، بیش از ۲۵۷۰۰ ترکیب جدید از موجودات دریایی گزارش شده است (۳). این مطالعات به وضوح نشان داده‌اند که موجودات دریایی ترکیبات طبیعی زیست فعال ارزشمندی که در گیاهان خشکی یافت نمی‌شوند را تولید می‌کنند (۴). ماکروجلبک‌ها از جمله ارگانیسم‌های موجود در اکوسیستم‌های آبی هستند. گونه‌های تجاری ماکروجلبک‌های دریایی معمولاً به عنوان جلبک دریایی (seaweed) نیز شناخته می‌شوند. ماکروجلبک‌ها را می‌توان براساس مواد مغذی و ترکیب شیمیایی که دارند به گروه‌های مختلفی هم‌چون جلبک سبز (chlorophyta)، جلبک قهوه‌ای (phaeophyta) و جلبک قرمز (rhodophyta) طبقه‌بندی نمود. جلبک‌های دریایی از منابع مهم ترکیبات زیست فعال محسوب می‌شوند. جلبک‌های دریایی قرن‌هاست که به عنوان ماده غذایی در رژیم غذایی آسیایی مورد استفاده قرار می‌گیرند، چراکه حاوی ترکیباتی هم‌چون کاروتنوئیدها، فیبرهای غذایی، پروتئین‌ها، اسیدهای چرب ضروری، ویتامین‌ها و مواد معدنی می‌باشند (۵). جلبک‌های دریایی دارای ترکیبات دارویی ارزشمندی با خواصی چون آنتی‌اکسیدانی، ضدقارچی و آنتی بیوتیکی هستند (۶). پلی ساکاریدها، پلی فنل‌ها، کاروتنوئیدها، پروتئین‌ها، پپتیدها، استرول‌ها، ترین‌ها و اسیدهای چرب، از جمله اجزای اصلی جلبک‌ها می‌باشند که با خواص ذکر شده عصاره جلبک‌های دریایی مرتبط هستند (۷). امروزه تاکید بر اهمیت جلبک‌ها در حوزه‌های مربوط به صنایع غذایی، دارویی در حال افزایش است (۸). به طور کلی ارگانیسم‌های دریایی می‌توانند به عنوان یک منبع مهم برای استحصال ترکیباتی با خواص ضدقارچی و ضدباکتری باشند (۹). جلبک *Iyengaria stellata* یک جلبک‌های قهوه‌ای از رده Phaeophyceae، راسته Scytosiphonales و خانواده Scytosiphonaceae است. این جلبک در منطقه میان جزر و مدی، به خصوص در بخش‌های کم عمق زیر جزر و مدی و بر روی سطح بسترهای صخره‌ای می‌روید. جلبک *Iyengaria stellata* معمولاً به صورت گروهی و همراه جلبک قهوه‌ای *Csinuosa sinuosa* رشد می‌کند (۱۰). سویه‌های مختلف قارچ *Candida*، از جمله *Candida albicans*، قارچ‌های هم‌زیست اختیاری انسان هستند و غالباً در

تجزیه و تحلیل داده‌ها: تجزیه و تحلیل داده‌های مربوطه با استفاده از نرم‌افزار SPSS 25 و رسم نمودارها با استفاده از Excel انجام شد. برای بررسی اختلاف معنی‌دار در آزمایش از آنالیز واریانس یک طرفه (One-way ANOVA) در سطح $P < 0.05$ و آزمون‌های تکمیلی مانند Duncan استفاده شد.

نتایج

بررسی خواص ضدقارچی عصاره‌های جلبک *Iyengaria stellata*

Iyengaria stellata طبق نتایج ذکر شده در جدول ۱ عصاره‌ان-هگزانی استخراج شده از *Iyengaria stellata* در غلظت ۳۰۰۰ میکروگرم بر لیتر بر قارچ کاندیدا آلبیکنز قدرت مهارکنندگی رشد داشت (شکل ۱) و در غلظت‌های بالاتر کدورت در لوله‌ها دیده نشد که نشان از عدم رشد قارچ است. در مورد عصاره دی اتیل اتری و متانولی جلبک *Iyengaria stellata* همان‌طور که در جدول ۱ آمده است در همه غلظت‌ها کدورت مشاهده شد، این مسئله نشان‌دهنده این است که این عصاره هیچ گونه اثر ضدقارچی ندارد (جدول ۲). درخصوص تاثیر عصاره استونی طبق جدول ۱ از غلظت ۲۰۰۰ میکروگرم بر لیتر به بعد کدورتی در لوله‌ها مشاهده نشد که نشان‌دهنده این است که عصاره استونی جلبک *Iyengaria stellata* در دوز $2000 \mu\text{g/ml}$ قدرت مهارکنندگی رشد را برای قارچ کاندیدا آلبیکنز دارد (شکل ۲). طبق نتایج MFC کم‌ترین غلظت کشندگی برای قارچ *Iyengaria stellata* برای هر دو عصاره استونی و ان-هگزانی ۵۰۰۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر به دست آمد (جدول ۳)، این درحالی است که MIC برای عصاره استونی ۲۰۰۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر و برای عصاره ان-هگزانی ۳۰۰۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر بود (جدول ۴).

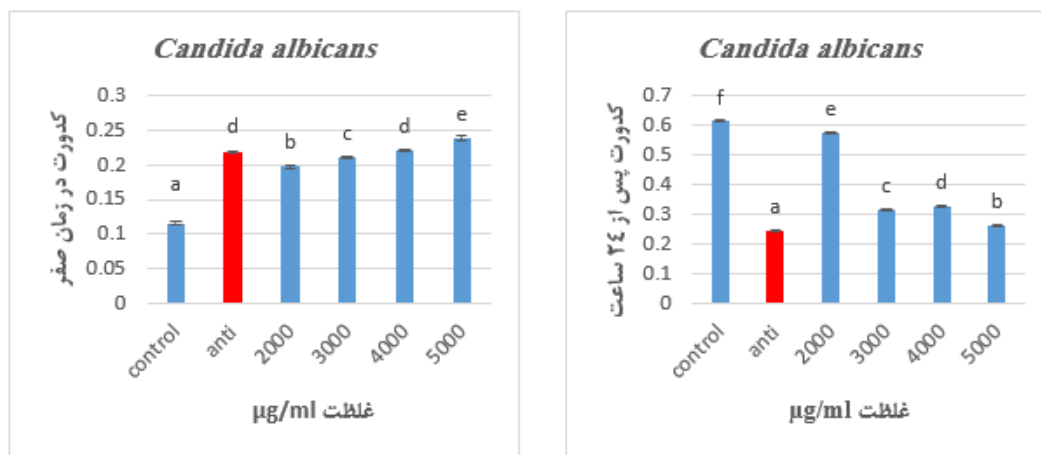
و پس از پاکسازی با آب شیرین شست و شو داده شد. نمونه‌ها قطعه قطعه شده، سپس به مدت ۲۴ ساعت در دستگاه فریز درایر در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. در نهایت نمونه‌های خشک شده توسط آسیاب پودر شده و تا زمان عصاره‌گیری در فریزر در دمای ۲۴- درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. عصاره‌گیری از پودر خشک تهیه شده از جلبک به وزن ۳۵۰ گرم و حلال‌های ان-هگزانی، دی اتیل اتر، استون و متانول با استفاده از روش خیساندن انجام گرفت (۱۹). برای انجام تست‌ها از غلظت‌های ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۲۰۰۰، ۳۰۰۰، ۴۰۰۰ و ۵۰۰۰ میکروگرم بر لیتر عصاره‌های به دست آمده استفاده شد. پس بررسی خواص ضدقارچی با استفاده از روش ماکرودایلوژن و رقیق‌سازی چاهک بادستگاه الیزابیدر استفاده شد و حداقل غلظت بازدارنده رشد (MIC: Minimum Inhibitory Concentration) و حداقل غلظت کشندگی آن (MFC: Minimum fungicidal Concentration) تعیین شد. برای این بخش از آزمایش سویه‌های مخمر ATCC14231 از پارک علم و فناوری پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران به صورت لیوفیلیزه تهیه شد، سپس سویه‌ها کشت اولیه داده شدند. مخمر *Candida albicans* در محیط کشت YGC AGAR (Yeast Glucose Chloramphenicol Agar) کشت اولیه داده شد. خواص ضدباکتریایی نیز به روش انتشار در آگار (چاهک) و رقت لوله‌ای (Minimum fungicidal Concentration) و همچنین با روش رقیق‌سازی چاهک توسط دستگاه الیزا ریدر انجام گرفت و حداقل غلظت بازدارنده رشد باکتری و حداقل غلظت کشندگی آن (MBC: Minimum Bactericidal Concentration) به دست آمد. برای این بخش نیز سویه باکتری *Salmonella typhi* از پارک علم و فناوری پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران به صورت لیوفیلیزه تهیه شد. سپس کشت اولیه داده شده و به مدت ۲۴ تا ۷۲ ساعت براساس میزان سرعت رشد باکتری در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد در انکوباتور قرار داده شد تا از کلونی‌های تک به منظور انجام آزمایش استفاده شود.

جدول ۱: نتایج MIC حاصل از تست ضد قارچی عصاره‌های ان-هگزانی، دی اتیل اتری، استونی و متانولی جلبک *Iyengaria stellata*، غلظت

عصاره‌ها بر حسب میکروگرم بر لیتر

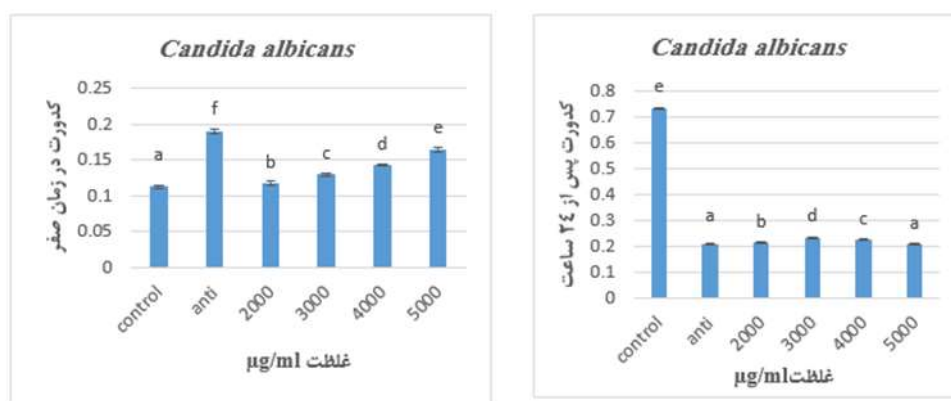
عصاره	غلظت	<i>Candida albicans</i>							
		۵۰	۱۰۰	۲۰۰	۵۰۰	۱۰۰۰	۲۰۰۰	۳۰۰۰	۴۰۰۰
ان-هگزانی	کدورت	+	+	+	+	+	+	-	-
دی اتیل اتری	کدورت	+	+	+	+	+	+	+	+
استونی	کدورت	+	+	+	+	+	-	-	-
متانولی	کدورت	+	+	+	+	+	+	+	+

+ : کدورت مشاهده شده است. - : کدورت مشاهده نشده است.



شکل ۱: نمودار تأثیر عصاره ان- هگزانی جلبک *Iyengaria stellata* بر روی قارچ *Candida albicans* پس از ۲۴ ساعت با استفاده از دستگاه میکروپلت ریدر، ستون دوم نشان دهنده ضد قارچ نیاسین در غلظت MFC قارچ می باشد.

وجود حروف غیرمشابه در هر ردیف نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار می باشد ($P > 0.05$)، غلظت عصاره ها بر حسب میکروگرم بر لیتر



شکل ۲: نمودار تأثیر عصاره استونی جلبک *Iyengaria stellata* بر قارچ *Candida albicans* پس از ۲۴ ساعت با استفاده از دستگاه میکروپلت ریدر، ستون دوم نشان دهنده ضد قارچ نیاسین در غلظت MFC قارچ می باشد.

وجود حروف غیرمشابه در هر ردیف نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار می باشد ($P > 0.05$)، غلظت عصاره ها بر حسب میکروگرم بر لیتر

جدول ۲: تأثیر عصاره دی اتیل اتری و متانولی جلبک *Iyengaria stellata* بر قارچ *Candida albicans* پس از ۲۴ ساعت با استفاده از دستگاه میکروپلت ریدر، MFC مربوط به قارچ، غلظت عصاره ها بر حسب میکروگرم بر لیتر

قارچ		<i>Candida albicans</i>	
عصاره	دی اتیل اتری	متانول	زمان
غلظت	۰	۰	۲۴
۰	۰/۱۲۳ ± ۰/۰۰۳ ^b	۰/۷۴۷ ± ۰/۰۰۴ ^c	۰/۱۱۹ ± ۰/۰۰۱ ^{ab}
۲۰۰۰	۰/۱۱۷ ± ۰/۰۰۳ ^a	۰/۷۲۷ ± ۰/۰۰۳ ^b	۰/۵۸۹ ± ۰/۰۰۵ ^c
۳۰۰۰	۰/۱۲۶ ± ۰/۰۰۳ ^b	۰/۷۵۹ ± ۰/۰۰۵ ^d	۰/۱۲۳ ± ۰/۰۰۲ ^b
۴۰۰۰	۰/۱۳۳ ± ۰/۰۰۱ ^c	۰/۷۸۸ ± ۰/۰۰۷ ^e	۰/۵۷۳ ± ۰/۰۰۴ ^b
۵۰۰۰	۰/۱۴۴ ± ۰/۰۰۳ ^d	۰/۷۲۵ ± ۰/۰۰۲ ^f	۰/۱۴۶ ± ۰/۰۰۲ ^d

وجود حروف غیرمشابه در هر ردیف نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار می باشد ($P > 0.05$).

جدول ۳: نتایج MFC حاصل از تست ضد قارچی جلبک *Iyengaria stellata*

تعداد کلنی	قارچ	نوع عصاره جلبکی و غلظت بر حسب میکروگرم بر میلی لیتر
۰	<i>Candida albicans</i>	استونی ۵۰۰۰
۰	<i>Candida albicans</i>	ان-هگزانی ۵۰۰۰

جدول ۴: مقایسه نتایج MIC حاصل از تست ضد قارچی عصاره های جلبکی مورد آزمایش بر حسب میکروگرم بر میلی لیتر

قارچ	<i>Candida albicans</i>			
تیمار	عصاره متانولی	عصاره دی اتیل اتری	عصاره ان-هگزانی	عصاره استونی
غلظت	-	-	۳۰۰۰	۲۰۰۰

بررسی خواص ضدباکتریایی عصاره های جلبک *Iyengaria*

stellata طبق نتایج ذکر شده در جدول ۵ عصاره ان-هگزانی استخراج شده از *Iyengaria stellata* در غلظت ۴۰۰۰ و ۵۰۰۰ میکروگرم بر میلی لیتر بر باکتری *Salmonella typhi* اثر مهارکنندگی رشد داشت. عصاره دی اتیل اتری نیز در غلظت ۵۰۰۰ میکروگرم بر میلی لیتر بر روی این باکتری تاثیرمهارکنندگی رشد داشت، با این حال عصاره های استونی و متانولی در غلظت های بررسی شده تاثیری بر مهار رشد باکتری مذکور نداشتند. هم چنین در جدول ۶ تاثیر عصاره ان-هگزانی، در اتیل اتری، استونی و متانولی حاصل جلبک *Iyengaria stellata* بر

روی باکتری در ۲۴ ساعت نشان داد شده است. در جدول ۳ نتایج MBC حاصل از تست آنتی بیوتیک جلبک *Iyengaria stellata* بر روی باکتری نشان داده شده است. جدول ۷ نتایج MIC حاصل از تست آنتی بیوتیکی دو آنتی بیوتیک تتراسایکلین و آمپی سیلین و عصاره های جلبکی مورد آزمایش بر باکتری نشان داده شده و در جدول ۸ مقایسه ای از نتایج MBC حاصل از تست آنتی بیوتیکی دو آنتی بیوتیک تتراسایکلین و آمپی سیلین و عصاره های جلبکی مورد آزمایش بر باکتری مشاهده شد.

جدول ۵: نتایج MIC حاصل از تست آنتی بیوتیکی عصاره های ان-هگزانی، دی اتیل اتری، استونی و متانولی جلبک *Iyengaria stellata*، غلظت عصاره ها بر حسب میکروگرم بر لیتر

عصاره	باکتری	<i>Salmonella typhi</i>							
		غلظت	۵۰۰۰	۴۰۰۰	۳۰۰۰	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۵۰۰	۱۰۰
ان-هگزانی	کدورت	-	-	+	+	+	+	+	+
دی اتیل اتری	کدورت	-	+	+	+	+	+	+	+
استونی	کدورت	+	+	+	+	+	+	+	+
متانولی	کدورت	+	+	+	+	+	+	+	+

+ : کدورت مشاهده شده است. - : کدورت مشاهده نشده است.

جدول ۶: تاثیر عصاره ان-هگزانی، دی اتیل اتری، استونی و متانولی جلبک *Iyengaria stellata* بر روی باکتری *Salmonella typhi* پس از ۲۴ ساعت با استفاده از دستگاه میکروپلت ریدر، Anti: آنتی بیوتیک تتراسایکلین در غلظت MBC مربوط به هر باکتری، غلظت عصاره ها بر حسب میکروگرم بر لیتر

<i>Salmonella typhi</i>						
غلظت	۰	Anti	۲۰۰۰	۳۰۰۰	۴۰۰۰	۵۰۰۰
عصاره ان-هگزانی	زمان ۰	0/10933 ± 0/003 ^a	0/20567 ± 0/003 ^b	0/20533 ± 0/001 ^b	0/22533 ± 0/003 ^c	0/27933 ± 0/006 ^e
	زمان ۲۴ ساعت	0/78500 ± 0/003 ^e	0/21833 ± 0/002 ^a	0/68033 ± 0/012 ^d	0/50300 ± 0/021 ^c	0/35900 ± 0/006 ^b
عصاره دی اتیل اتری	زمان ۰	0/12300 ± 0/004 ^{ab}	0/23733 ± 0/002 ^c	0/11067 ± 0/006 ^a	0/11633 ± 0/001 ^{ab}	0/12933 ± 0/005 ^b
	زمان ۲۴ ساعت	0/78700 ± 0/004 ^f	0/24533 ± 0/002 ^b	0/71033 ± 0/004 ^c	0/67367 ± 0/007 ^d	0/23367 ± 0/005 ^a
عصاره استونی	زمان ۰	0/11033 ± 0/002 ^a	0/20533 ± 0/002 ^e	0/10667 ± 0/003 ^a	0/12433 ± 0/003 ^b	0/18367 ± 0/003 ^d
	زمان ۲۴ ساعت	0/81767 ± 0/004 ^d	0/25667 ± 0/001 ^a	0/75467 ± 0/004 ^c	0/68133 ± 0/002 ^c	0/51900 ± 0/006 ^b
عصاره متانولی	زمان ۰	0/11600 ± 0/002 ^a	0/24767 ± 0/004 ^c	0/11533 ± 0/005 ^a	0/11600 ± 0/010 ^a	0/13800 ± 0/013 ^b
	زمان ۲۴ ساعت	0/77367 ± 0/003 ^d	0/24233 ± 0/002 ^a	0/77000 ± 0/001 ^d	0/76633 ± 0/003 ^c	0/76967 ± 0/002 ^{bc}

وجود حروف غیرمشابه در هر ردیف نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار می باشد (P>۰/۰۵). Anti: آنتی بیوتیک تتراسایکلین در غلظت MBC برای هر باکتری

جدول ۷: مقایسه نتایج MIC حاصل از تست آنتی‌بیوتیکی دو آنتی‌بیوتیک تتراسایکلین و آمپی‌سیلین و عصاره‌های جلبکی مورد آزمایش بر

حسب میکروگرم بر میلی‌لیتر

<i>Salmonella typhi</i>						
تیمار	تتراسایکلین	آمپی‌سیلین	عصاره استونی	عصاره ان-هگزانی	عصاره دی‌اتیل‌تری	عصاره متانولی
غلظت	۱۵۰۰	۱۵۰۰	-	۴۰۰۰	۵۰۰۰	-

جدول ۸: مقایسه نتایج MBC حاصل از تست آنتی‌بیوتیکی دو آنتی‌بیوتیک تتراسایکلین و آمپی‌سیلین و عصاره‌های جلبکی مورد آزمایش بر

حسب میکروگرم بر میلی‌لیتر

<i>Salmonella typhi</i>				
تیمار	تتراسایکلین	آمپی‌سیلین	عصاره استونی	عصاره ان-هگزانی
غلظت	۱۵۰۰	۱۵۰۰	-	۴۰۰۰

بحث

در این تحقیق هدف، بررسی اثر ضد قارچی و ضد باکتریایی چهار عصاره استخراج شده از جلبک قهوه‌ای *Iyengaria stellata* با استفاده از ۹ دوز مشخص شده و همچنین مشخص کردن کم‌ترین غلظت مهارکننده رشد و کم‌ترین غلظت کشندگی قارچ و باکتری بود. در بین سال‌های ۱۹۶۰ تا ۱۹۹۰ چیزی در حدود ۳۰۰ ارگانیزم دریایی تولیدکننده ترکیبات زیست‌فعال شناسایی و قریب به ۶۵۰۰ ترکیب زیست‌فعال از موجودات جدا شد (۲۱). در سال‌های اخیر تحقیقات در مورد شیمی جلبک‌ها (یا به‌طور کلی موجودات دریایی) به دلیل نیاز به ترکیباتی که دارای فعالیت‌های زیستی، کاربردهای دارویی احتمالی یا سایر خصوصیات اقتصادی بالقوه هستند، افزایش چشم‌گیر داشته است. طبق نتایج به‌دست آمده، از بین ۲ عصاره دارای خاصیت ضد قارچی به‌دست آمده از جلبک *Iyengaria stellata*، عصاره استونی نسبت به عصاره ان-هگزانی دارای قدرت مهارکنندگی رشد بیش‌تری بر علیه قارچ *Candida albicans* داشت. این درحالی است که دو عصاره دی‌اتیل‌تری و متانولی فاقد اثر ضدقارچی بودند. این درحالی است که در مطالعه‌ای که پیش‌تر صورت گرفته بود، عصاره متانولی جلبک *Sargassum glaucescent* دارای اثر ضد قارچی بر علیه قارچ *Candida albicans* بود (۲۱). در مطالعه‌ای که Manivannan و همکاران انجام دادند، این نتیجه حاصل شد که عصاره کلوفرومی جلبک‌های قهوه‌ای دارای کم‌ترین اثر بروی قارچ *Candida albicans* بودند (۵). علت تفاوت‌های مشاهده شده در نتایج مطالعات مختلف می‌تواند به علت وجود تفاوت در نوع عصاره جلبکی، نوع گونه قارچ مورد مطالعه و اجزاء ماده موثر جلبک *Sargassum glaucescent* باشد (۲۲). همچنین براساس نتایج به‌دست آمده، از بین ۲ عصاره دارای خاصیت ضدباکتری به‌دست آمده از جلبک *Iyengaria stellata*، عصاره ان-هگزانی نسبت به عصاره دی‌اتیل‌تری دارای قدرت مهارکنندگی رشد بیش‌تری بر

علیه باکتری *Salmonella typhi* داشت. این درحالی است که دو عصاره استونی و متانولی فاقد اثر ضد باکتریایی بودند. با این حال در برخی تحقیقات، هم‌چون مطالعه صورت گرفته توسط Manivannan و همکاران که فعالیت آنتی‌باکتریایی جلبک‌های قهوه‌ای سواحل Vedalai را مورد بررسی قرار دادند، از بین ۷ روش عصاره‌گیری متانولی، استونی، پترولیوم‌اتر، اتانول، اتیل‌استات، کلروفرم و دی‌اتیل‌اتر مورد استفاده، طبق نتیجه‌ای که به‌دست آورده بودند، عصاره متانولی دارای تاثیر بیش‌تری نسبت به سایر عصاره‌ها بود (۵)، این نتیجه با مطالعه حاضر هم‌خوانی ندارد، علت این مغایرت می‌تواند به دلیل تفاوت در سویه باکتری، تفاوت در ترکیبات موجود در جلبک‌های مختلف و همچنین عواملی از قبیل فصل جمع‌آوری جلبک‌ها، محیط و مراحل مختلف رشد جلبک، روش‌های عصاره‌گیری و گونه جلبک باشد. هم‌چنین در مطالعه‌ای دیگر که با هدف بررسی اثرات بیولوژیکی عصاره‌های اتیل‌استاتی، متانول و متانول آبی جلبک‌های قهوه‌ای *Colpomenia sinousa* و *Iyengaria stellata* از سواحل شمالی خلیج فارس انجام شد، هر سه عصاره اتیل‌استاتی، متانولی و متانول آبی دو جلبک قهوه‌ای اثرات ضدباکتریایی نشان دادند که عصاره اتیل‌استاتی جلبک *Iyengaria stellata* بروی باکتری استافیلوکوکوس اورئوس، ای‌کلای و سودوموناس آروژینوزا دارای اثر مهارکنندگی بیش‌تری نسبت به جلبک *Colpomenia sinousa* بود (۲۳)، نتیجه مطالعه صورت گرفته با نتایج مطالعه حاضر هم‌خوانی ندارد، علت این مغایرت می‌تواند به علت تفاوت در روش عصاره‌گیری باشد. در مطالعه حاضر نیز بیش‌ترین اثر ضد باکتریایی بر روی باکتری استافیلوکوکوس اورئوس بود اما دو عصاره استونی و ان-هگزانی دارای اثر مهارکنندگی قوی‌تری بوده و عصاره متانولی این جلبک هیچ گونه اثر ضد باکتریایی از خود نشان نداد. باکتری‌های *Salmonella* از نوع گرم منفی هستند، طبق منابع مختلف باکتری‌های گرم منفی مقاومت بیش‌تری نسبت به باکتری‌های گرم مثبت در برابر عوامل ضدباکتریایی دارند، دلیل این امر ساختارهای

استفاده از غلظت ۳۰۰۰ میکروگرم بر لیتر عصاره ان-هگزانی جلبک *Iyengaria stellata* و یا ۲۰۰۰ میکروگرم بر لیتر عصاره استونی این جلبک از رشد قارچ *Candida albicans* جلوگیری می کند و این دو عصاره در غلظت ۵۰۰۰ میکروگرم بر لیتر سبب مرگ این قارچ می شوند. هم چنین استفاده از غلظت ۴۰۰۰ میکروگرم بر لیتر عصاره ان-هگزانی جلبک *Iyengaria stellata* و یا ۵۰۰۰ میکروگرم بر لیتر عصاره دی اتیل اتری این جلبک از رشد باکتری *Salmonella typhi* جلوگیری می کند و عصاره ان هگزانی در غلظت ۴۰۰۰ میکروگرم بر لیتر سبب مرگ این باکتری می شوند.

منابع

1. Appeltans, W., Ah Yong, S.T., Anderson, G., Angel, M.V., Artois, T., Bailly, N., Bamber, R., Barber, A., Bartsch, I., Berta, A. and Błażewicz-Paszkowycz, M., 2012 The magnitude of global marine species diversity. *Current biology*. 22(23): 2189-2202. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2012.09.036>.
2. Ebadi, Kh. And Shadi, A., 2020. Secondary Bioactive Compounds of marine microorganisms and their applications. *Iranian Journal of Marine Science and Technology*. 24(93): 56-70. (In Persian)
3. Blunt, J.W., Copp, B.R., Keyzers, R.A., Munro, M.H. and Prinsep, M.R., 2016. Marine natural products. *Natural Product Reports*. 33(3): 382-431. <https://doi.org/10.1039/C5NP00156K>.
4. Solan, M. and Whiteley, N., 2016. Stressors in the Marine Environment: Physiological and ecological responses; societal implications. Oxford University Press.
5. Manivannan, K., Anantharaman, P. and Balasubramanian, T., 2011. Antimicrobial potential of selected brown seaweeds from Vedralai coastal waters, Gulf of Mannar. *Asian Pacific journal of tropical biomedicine*. 1(2): 114-120. [https://doi.org/10.1016/S2221-1691\(11\)60007-5](https://doi.org/10.1016/S2221-1691(11)60007-5).
6. Nalini, S., Richard, D.S., Riyaz, S.M., Kavitha, G. and Inbakandan, D., 2018. Antibacterial macro molecules from marine organisms. *International journal of biological macromolecules*. 115: 696-710. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.04.110>
7. Besednova, N.N., Andryukov, B.G., Zaporozhets, T.S., Kryzhanovsky, S.P., Kuznetsova, T.A., Fedyanina, L.N., Makarenkova, I.D. and Zvyagintseva, T.N., 2020. Algae polyphenolic compounds and modern antibacterial strategies: Current achievements and immediate prospects. *Biomedicines*. 8(9): 342. <https://doi.org/10.3390/biomedicines8090342>.
8. Shahhosseini, S., Kordjazi, M., Ahmad Nasrollahi, S., Ojaghi, S.M., Naeimifar, A. and Sharifian, S., 2020. Investigation of some antibacterial and antioxidant properties of brown algae aqueous extract (*Sargassum tenerrimum*) collected from the Persian Gulf coast. *Journal of Animal Environment*. 12(2): 411-418. <https://doi.org/10.22034/aej.2020.107580> (In Persian)
9. Khakshoor, M.S. and Pazooki, J., 2012. Antimicrobial activity of flavonoid compounds from marine sponge *Gelliodes carnosus* (Persian Gulf). *Journal of Animal*

مختلف دیواره سلولی بین دو گروه باکتری می باشد. باکتری های گرم منفی دارای یک غشای خارجی اضافی هستند که این لایه به عنوان محافظی در برابر موادی مانند آنتی بیوتیک ها عمل می کند. این لایه از فسفولیپیدهای گلیسرول و لیپوپلی ساکاریدهای گلیکولیپیدی تشکیل شده. این لایه در صورت تخریب شدن، دارای توانایی ترمیم می باشد. علاوه بر این، باکتری های گرم منفی در دیواره خود دارای کانال های پورین هستند که با استفاده از آن می توانند از ورود مواد شیمیایی سمی و آنتی بیوتیک ها به درون سلول جلوگیری کنند. همه این ها باعث می شوند از بین بردن باکتری های گرم منفی بسیار دشوارتر از باکتری های گرم مثبت باشد (۲۴)، لذا با توجه به این موارد مقاومت بالای *Salmonella typhi* در برابر عصاره های استخراج شده و متوقف شده سرعت رشد آن فقط در غلظت های بسیار بالای عصاره قابل توجه است. با وجود به کار بردن انواع روش های محافظت کننده جهت پیشگیری از بروز مسمومیت های غذایی، هم چنان نگرانی از بابت آن پابرجاست. شیوع بیماری های با منشأ میکروارگانیسم های بیماری زا و عامل فساد در مواد غذایی رو به رشد است. امروزه خواسته مصرف کنندگان، غذاهایی با حداقل فراوری و بیش ترین میزان ایمنی در برابر عوامل فسادزا می باشد. لذا تحقیقات به سمت استفاده از منابع و ترکیبات طبیعی به جای استفاده از ترکیبات شیمیایی برای محافظت از غذا رفته است (۲۵). فساد مواد غذایی به دلیل وجود باکتری ها خسارات اقتصادی را در مقیاس جهانی ایجاد می کند. از آن جاکه بسیاری از جلبک های دریایی مکانیسم های دفاعی قدرتمندی علیه باکتری ها تکامل داده اند، تمایل به استفاده از جلبک های دریایی به عنوان منبع ضد میکروبی طبیعی وجود دارد. در این زمینه، نتایج مطالعه حاضر نشان می دهد که عصاره جلبک قهوه ای *Iyengaria stellata* می تواند به عنوان منبع داروهای ضد میکروبی جدید برای جایگزینی با مواد ضد قارچی و ضد باکتری مصنوعی با کاربرد تجاری باشد. مطالعات متعددی حضور ترکیبات فعال زیستی در ماکرو جلبک های دریایی را آشکار کرده اند. نتایج حاصل از این مطالعه نیز نشان داد که ماکرو جلبک قهوه ای مورد آزمایش دارای خاصیت ضد قارچی و ضد باکتریایی می باشد. تحقیق حاضر با هدف بررسی اثرات و ضد قارچی و ضد باکتریایی ماکرو جلبک قهوه ای *Iyengaria stellata* از خلیج فارس به عنوان منابع موجود جنوب کشور برای جایگزینی با داروهای شیمیایی انجام گرفته است. در نهایت نتایج کلی به دست آمده حاکی از آن است که عصاره های ان-هگزانی و استونی مورد استفاده در این تحقیق اثر ضد قارچی را از خود نشان دادند در حالی که دو عصاره دیگر یعنی عصاره های دی اتیل اتری و متانولی فاقد اثر ضد قارچی بودند. هم چنین ۲ عصاره ان هگزانی و دی اتیل اتری دارای خاصیت ضد باکتریایی بودند و ۲ عصاره دیگر فاقد اثر ضد باکتریایی بودند.

23. Farahani, F., Permeh, P., Nasiri, S., Gohari Kakhaki, A.R., Gharachik, B.M. and Sohrabipoor, J., 2014. Biological properties of Brown algae in Northern Coast of Persian Gulf. Zanko Journal of Medical Sciences. 15(46): 59-65.
24. Shaima, A.F., Yasin, N.H., Ibrahim, N., Takriff, M.S., Gunasekaran, D. and Ismaeel MY. 2021 Unveiling antimicrobial activity of microalgae *Chlorella sorokiniana* (UKM2), *Chlorella* sp. (UKM8) and *Scenedesmus* sp. (UKM9). Saudi Journal of Biological Sciences. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.09.069>.
25. Nazir, F., Salim, R., Yousf, N., Bashir, N.H. and Hussain, S.Z., 2017. Natural antimicrobials for food preservation. J Pharmacogn Phytochem. 6(6): 2078-2082.
10. Mohammadi, E., Shabanpour, B. and Kordjazi, M., 2016 Evaluation of antioxidant and antibacterial activity of brown seaweed *Iyengaria stellata* collected from Persian Gulf. Aquatics Physiology and Biotechnology. 4(3): 43-57. <https://doi.org/1.23453966.1395.4.3.3.4>.
11. Zeini, F., Mehbod, S.A. and Emami, M., 2014. Comprehensive medical mycology. Second edition. Tehran: Tehran University Press. (In Persian)
12. Ryan, M.P., O'Dwyer, J. and Adley, C.C., 2017. Evaluation of the complex nomenclature of the clinically and veterinary significant pathogen Salmonella. BioMed research international. <https://doi.org/10.1155/2017/3782182>.
13. Fàbrega, A. and Vila, J. 2013. Salmonella enterica serovar Typhimurium skills to succeed in the host: virulence and regulation. Clinical microbiology reviews. 26(2): 308-341. <https://doi.org/10.1128/CMR.00066-12>.
14. Jantsch, J., Chikkaballi, D. and Hensel, M., 2011. Cellular aspects of immunity to intracellular Salmonella enterica. Immunological reviews. 240(1): 185-195. <https://doi.org/10.1111/j.1600-065X.2010.00981.x>.
15. De Freitas, C.G., Santana, A.P., da Silva, P.H., Gonçalves, V.S., Barros, M.D., Torres, F.A., Murata, L.S. and Perecmanis, S., 2010. PCR multiplex for detection of Salmonella Enteritidis, Typhi and Typhimurium and occurrence in poultry meat, Int. J. Food Microbiol. 139: 15-22. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2010.02.007>.
16. Ngan, G.J., Ng, L.M., Lin, R.T. and Teo, J.W., 2010. Development of a novel multiplex PCR for the detection and differentiation of Salmonella enterica serovars Typhi and Paratyphi A. Research in microbiology. 161(4): 243-248. <https://doi.org/10.1016/j.resmic.2010.03.005>.
17. Vasconcelos, M.A., Arruda, F.V., Carneiro, V.A., Silva, H.C., Nascimento, K.S., Sampaio, A.H., Cavada, B., Teixeira, E.H., Henriques, M. and Pereira, M.O., 2014. Effect of algae and plant lectins on planktonic growth and biofilm formation in clinically relevant bacteria and yeasts. BioMed research international. <https://doi.org/10.1155/2014/365272>.
18. Li, Q., Wang, X., Korzhev, M., Schröder, H.C., Link, T., Tahir, M.N., Diehl-Seifert, B. and Müller, W.E., 2015. Potential biological role of laccase from the sponge *Suberites domuncula* as an antibacterial defense component. Biochimica et Biophysica Acta (BBA) General Subjects. 1850(1): 118-128. <https://doi.org/10.1016/j.bbagen.2014.10.007>.
19. Nazemi, A. and Wheeler, H.S., 2014. Assessing the vulnerability of water supply to changing streamflow conditions. Eos, Transactions American Geophysical Union. 95(32): 288. <https://doi.org/10.1002/2014EO32007>.
20. Hickman, C.P., Roberts, L.S. and Hickman, F.M., 2006. Integrated principles of zoology. McGraw-Hill.
21. Amirsharifi, M., Jamili, S., Larijani, K., Mashinchian Moradi, A. and Amini, K., 2016. Investigation of Antibacterial and antifungal activities of the extract marine algae *Sargassum glaucescens*. Iranian Scientific Fisheries Journal. 25(3): 113-120. (In Persian) <https://doi.org/10.22092/ISFJ.2017.110263>
22. Noormohammadi, Z., Ghasemzadeh Baraki, S., Sheidai, M., Rafiee, F. and Gharanjik, B.M., 2011. Morphological diversity of Sargassum species of Iran. Gene Conserve. 10(39): 1-22.