

A review of *Holothuria*: properties and applications of sea cucumber bioactive substances

Gh. Fotouhi^{1,*}, M. Larypoor²

¹ Ph.D.candidate in Microbiology, Faculty of Department of Biological Sciences Islamic Azad University Kish international Branch, Kish island, Iran

² Associate Professor of Mycology, Department of Microbiology, Faculty of Biology, Islamic Azad University, Tehertan North Branch, Iran

ARTICLE INFO

Article History:

Received: 2025/01/31

Revised: 2025/01/31

Accepted: 2025/03/10

Keywords:

sea cucumber

Bioactive substances

Holothuria

anti-bacterial

anti-oxidan

*Corresponding author:

✉ m.larypoor@iaui.ac.ir

Doi: [10.52547/joc.15.60.3](https://doi.org/10.52547/joc.15.60.3)

ORID: [0000-0002-2003-8343](https://orcid.org/0000-0002-2003-8343)

ABSTRACT

Background and Objectives: In recent years, extensive studies have been conducted to investigate the biological activities, nutritional value and important health benefits of marine bioactive materials. The present study is designed to review bioactive substances in sea cucumbers with emphasis on bioactive substances in *Holothuria*.

Methods: The survey has been conducted on Scopus and PubMed since 2005. Duplicate articles have been removed. The following keywords were used to investigate cellular toxicity and bioactive, antibacterial effects: holothuria, bioactive, antibacterial, and anti-cancer (Tsujiimoto Yet al, 2017).

Findings: The bioactive effects of sea cucumbers, especially *Holothuria* species, represent a wide range of therapeutic applications. These include anti-inflammatory, anti-cancer, antibiotic, restorative, and many others.

Conclusion: The bioactive compounds in sea cucumber extract further clarify their relevance to their role in clinical settings and the discovery of bioactive peptides that will eventually lead to drug discovery. Future research in this area should also focus on optimizing extraction processes so that the precise function of these compounds is pharmacologically significant. The effect of extracts from some *Holothuria* species demonstrates natural inhibition of pathogenic bacteria, which could lead to the development of new antibiotic agents over time, given the growing global problem of antibiotic resistance.



NUMBER OF TABLES

1



NUMBER OF FIGURES

0



NUMBER OF REFERENCES

57

نشریه علمی پژوهشی اقیانوس‌شناسی: (مهندسی و علوم پایه)

مروری بر هولوتوریا، خواص و کاربرد های خیار دریایی

غزاله فتوحی^۱، محدثه لاری پور^{۲*}

^۱دانشجوی دکتری میکروبیولوژی، دانشکده علوم زیستی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بین الملل کیش، جزیره کیش
^۲دانشیار قارچ شناسی، گروه میکروب شناسی، دانشکده زیست شناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، ایران

اطلاعات مقاله	چکیده
<p>تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۱/۱۲ تاریخ بازبینی: ۱۴۰۳/۱۱/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۱/۲۰</p>	<p>پیشینه و اهداف: در سال‌های اخیر، مطالعات گسترده‌ای برای بررسی فعالیت‌های بیولوژیکی، ارزش غذایی و مزایای مهم سلامتی مواد زیست فعال دریایی انجام شده است. پژوهش حاضر با هدف مروری بر مواد زیست فعال در خیارهای دریایی با تاکید بر مواد زیست فعال در گونه هولوتوریا (<i>Holothuria</i>) تهیه شده است.</p> <p>روش‌ها: این بررسی در PubMed و Scopus از سال ۲۰۰۵ تاکنون انجام شده است. مقالات تکراری حذف شدند. کلیدواژه‌های زیر برای بررسی سمیت سلولی و اثر زیست فعال، اثرات ضد باکتریایی استفاده شد: هولوتوریا، زیست فعال، ضد باکتری و سیتوتوکسیک (Tsujiyamoto Yet al, 2017).</p> <p>یافته‌ها: بازپرداختن به اثرات زیست فعال خیارهای دریایی به خصوص گونه‌های هولوتوریا، نشان‌دهنده طیف گسترده‌ای از کاربردهای درمانی است. از جمله خواص ضد التهاب، ضد سرطانی، آنتی بیوتیکی، ترمیم‌کنندگی و بسیاری از موارد دیگر می باشد.</p> <p>نتیجه‌گیری: ترکیبات فعال زیستی در عصاره خیار دریایی شایستگی خود را در جهت نقش آن‌ها در تنظیمات بالینی و کشف پپتیدهای فعال زیستی که در نهایت منجر به کشف دارو خواهد شد را واضح‌تر می‌کند. همچنین تحقیقات آینده در این زمینه، باید بر بهینه سازی فرآیندهای استخراج متمرکز شود تا عملکرد دقیق این ترکیبات از نظر دارویی قابل توجه باشد تاثیر عصاره برخی از گونه های هولوتوریا مهارکنندگی طبیعی باکتری‌های بیماری زا را نشان می‌دهند که می‌تواند منجر به توسعه عوامل آنتی‌بیوتیکی جدید در طول زمان با توجه به مشکل جهانی مقاومت آنتی‌بیوتیکی که یک نگرانی رو به رشد است، شود.</p>
<p>واژگان کلیدی: خیار دریایی مواد زیست فعال هولوتوریا ضد باکتری آنتی اکسیدان</p>	
<p>*نویسنده مسئول: ✉ m.larypoor@iaui.ir</p> <p>Doi: 10.52547/joc.15.60.3 ORID: 0000-0002-2003-8343</p>	

مقدمه

محیط زیست دریایی به دلیل تنوع زیستی باورنکردنی خود، مخزن عالی از ترکیبات زیست‌فعال با اثرات مفید متعدد برای سلامتی است. ترکیبات زیست‌فعال اولیه برای رشد موجودات زنده ضروری بوده اما ترکیبات زیست‌فعال ثانویه برای زندگی موجودات ضروری نبوده و از ترکیبات زیست‌فعال اولیه به وجود می‌آیند. بیشتر ترکیبات زیست‌فعال ثانویه بقا جاندار را موجب میشوند. در سال‌های اخیر، مطالعات گسترده‌ای برای بررسی فعالیت‌های بیولوژیکی، ارزش غذایی و مزایای مهم سلامتی مواد زیست‌فعال دریایی انجام شده است. خیار دریایی از شاخه خارپوستان (*Echinodermata*) و رده هولوتورین (*Holothuroidea*) می‌باشد. این جانوران کفزی که نقش مهمی در پاکسازی بستر اقیانوس‌ها دارند، مجموعه متنوعی از مواد هستند. در این مطالعه به بررسی مواد مشتق شده از خیار دریایی هولوتوریا و کاربردهای درمانی بالقوه آنها خواهیم پرداخت. در هولوتوریاها می‌توان سه دسته از مواد فعال زیستی را نام برد: گروه اول شامل موادی می‌باشد که در سطح جهانی، فواید سلامتی آنها مانند اسیدهای آمینه، ویتامین‌ها و مواد معدنی ثابت شده است. گروه دوم شامل مولکول‌هایی است که در سایر موجودات دریایی نیز یافت می‌شود، اما در گونه‌های هولوتوریا مولکول‌های موجود ممکن است ویژگی‌های متمایز یا افزایش قدرت را از خود نشان دهند. گروه سوم از پپتیدها، لکترین‌ها و اسیدهای چرب جدیدی تشکیل شده که در هولوتوریا به تازگی شناسایی شده‌اند و به دلیل اثرات منحصر به فرد تعدیل‌کننده ایمنی و ضد تکثیر سلولی خود، توجه پژوهشگران را به خود جلب کرده است (ایکسیو و همکاران، ۲۰۱۸) و برای توسعه درمان بیماری‌های قلبی عروقی مهم هستند. علاوه بر این، تریترین‌ها و گلیکوزیدها، منحصر به فرد خیار دریایی، فعالیت‌های سیتوتوکسیکی را نشان داده‌اند، که آنها را کاندیدهای بالقوه‌ای برای تولید داروهای ضد سرطان می‌کند. تحقیقات بیشتر در مورد خواص تعدیل‌کننده ایمنی این ترکیبات، می‌تواند مسیرهای جدیدی را برای درمان بیماری‌های خودایمنی و تعدیل مکانیسم‌های دفاعی بدن باز کند (Aminin DL et al, 2015). سربروزیدهای خیار دریایی نیز به دلیل پتانسیل محافظت عصبی آنها مورد توجه قرار گرفته است، که می‌تواند منجر به پیشرفت در درمان بیماری‌های عصبی شود. علاوه بر این، خواص ضد التهابی عصاره خیار دریایی به طور بالقوه می‌تواند به درمان‌های جدید برای التهاب مزمن و مدیریت درد کمک کند. با توجه به طیف فارماکولوژیک فوق‌الذکر، قابلیت‌های ضد قارچی و ضد لیشمانیایی این مواد، افق جدیدی را در درمان بیماری‌های عفونی مقاوم به داروهای فعلی ارائه می‌دهد. برخی از مواد زیست‌فعال جدا شده از هولوتوریا (*Holothuria*) به دلیل خواص ضد ویروسی ذاتی، برای مهار تکثیر و گسترش ویروس مورد بررسی جهانی قرار می‌گیرد که می‌تواند نقشی اساسی در ایجاد دارو و درمان جدید ضد ویروسی داشته باشد (Catanesi et al, 2021; Che H et al, 2017)

بررسی

استفاده غذایی، کاربردی سنتی در کشورهای آسیایی برای بهره‌جویی از محتوای پروتئین بالای خیار دریایی است، که با اجزای زیست‌فعال تکمیل می‌شود، پتانسیل آن را به عنوان منبعی از مواد مغذی نشان می‌دهد که می‌تواند به ترمیم عضلات و تغذیه کلی پروتئین کمک کند (Bordbar et al, 2011). نقش خیار دریایی به ویژه جنس هولوتوریا، در طب سنتی آسیایی ارتباط دیرینه آنها را با رشد سلامت و پیشگیری از بیماری‌ها مختلف برجسته می‌کند، که علم مدرن اکنون شروع به تأیید آن از طریق مطالعات دارویی دقیق کرده است. علاوه بر این، کاربردهای درمانی بالقوه گلیکوزیدهای تری‌ترین در هولوتورین‌ها، مانند فروندوساید A، ممکن است با تقویت دفاع ایمنی ذاتی بیمار، بهبودی پس از جراحی را افزایش دهد (Pangestuti and Arifin, 2018). محتوای پروتئینی و اجزای زیست‌فعال با پروتئین بالا، نشان می‌دهد که خیار دریایی می‌تواند افزودنی ارزشمند به رژیم‌های غذایی با هدف بهبود سلامت قلب و مدیریت عوامل بیماری‌های قلبی و عروقی در کشورهای شرقی باشد، بنابراین ترکیب مواد بر پایه خیار دریایی در غذاها نه تنها می‌تواند فواید تغذیه‌ای داشته باشد، بلکه به عنوان یک استراتژی پیشگیرانه به عنوان مکمل دارویی در برابر بیماری‌های مزمن مختلف می‌تواند عمل می‌کند (Xu C et al, 2018).

استرس اکسیداتیو (ROS) یک وضعیت عدم تعادل بین رادیکال‌های آزاد و آنتی‌اکسیدان‌ها در سلول‌ها یا بافت‌ها است. رادیکال‌های آزاد بیش از حد می‌تواند به مولکول‌های سلولی مانند DNA، پروتئین‌ها و لیپیدها آسیب برساند و به مکانیسم‌های محافظتی آن سیستم‌های آنتی‌اکسیدانی گفته می‌شود (Đuračková, 2010).

آسیب‌های ناشی از ROS با بیماری‌هایی از جمله سرطان و پیری مرتبط است. ROS در بیش از ۱۰۰ بیماری، از جمله مالاریا، بیماری قلبی، سندرم نقص ایمنی اکتسابی، تصلب شرایین، سکتة مغزی، دیابت و غیره دخالت دارد. بنابراین نیاز به تولید آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی مورد توجه قرار دارد (Gulcin, 2011). از اثرات زیست‌فعال خیارهای دریایی، به ویژه گونه‌های هولوتوریا، از جمله گلیکوزیدهای تری‌ترین، فعالیت‌های ضد سرطانی و محافظت عصبی قابل توجهی را نشان داده‌اند، که ممکن است راه جدیدی برای مقابله با این بیماری‌های چالش برانگیز ایجاد کند، که در جلوگیری از تشکیل رگ‌های خونی جدید که تومورها برای رشد و متاستاز نیاز دارند، حیاتی است (Dhinakaran DI and Lipton AP, 2014). با توجه به یافته‌ها، ترکیبات زیست‌فعال منحصر به فرد موجود در هولوتوریا می‌تواند سنگ بنای مبارزه با سرطان باشد و جایگزینی برای محدودیت‌های عوامل شیمی‌درمانی موجود شود. از اثرات هدفمند پروتئین *H. leucospilota* از جمله: القای آپوپتوز، مهار متاستاز در سلول‌های تومور و اثر توقف چرخه سلولی پروتئین *H. leucospilota* را برای پیشگیری از سرطان‌های انسانی، درمان و فرآیند حیاتی که می‌تواند در توسعه درمان‌های مؤثرتر سرطان مورد استفاده قرار گیرند، زنده

هستند. علاوه بر این، نشان داده شده است که این عصاره‌ها بقای عصبی را افزایش می‌دهند و نورون‌ها را تقویت می‌کنند، که می‌تواند در کند کردن یا معکوس کردن پیشرفت شرایط عصبی مفید باشد. علاوه بر این، مشخص شده است که این عصاره‌ها تجمع پپتیدهای بتا آمیلوئید را مهار می‌کنند و مکانیسم مستقیمی را پیشنهاد می‌کنند که از طریق آن می‌توانند ایجاد پلاک‌های آمیلوئیدی در بیماری آلزایمر را کاهش دهند. اسید دکانوئیک، که از بخش‌های اتیل استات دیواره بدن *H. leucospilota* به دست می‌آید تخریب عصبی را مهار می‌کند (Sanguanphun T et al, 2022).

به عنوان مثال، مطالعات اسیدهای چرب و پپتیدهای خاصی را در خیار دریایی شناسایی کرده‌اند که فعالیت‌های نوروتروفیک را نشان می‌دهند و برای حفظ و رشد سلول‌های عصبی ضروری هستند. علاوه بر این، خواص آنتی‌اکسیدانی اجزای خیار دریایی به مبارزه با آسیب اکسیداتیو که اغلب در بیماری‌های عصبی شایع است کمک می‌کند (Lu M et al, 2021).

توضیح بیماری‌های نورودژنراتیو (ND) Neurodegenerative و محدودیت‌های درمان‌های فعلی بیماری‌های نورودژنراتیو مانند آلزایمر و پارکینسون با از دست دادن تدریجی ساختار یا عملکرد نورون‌ها مشخص می‌شوند که منجر به علائمی می‌شوند و در طول زمان بدتر می‌شوند و در حال حاضر هیچ درمانی برای آنها وجود ندارد. درمان‌های دارویی موجود اغلب تنها تسکین علامتی را ارائه می‌دهند و ممکن است با عوارض جانبی همراه باشند، که نیاز به رویکردهای جدیدی را که مکانیسم‌های اساسی تخریب عصبی را هدف قرار می‌دهند، برجسته می‌کند. در توسعه درمان‌هایی که نه تنها علائم را کاهش می‌دهند، بلکه پیشرفت چنین بیماری‌های ناتوان‌کننده‌ای را نیز کاهش می‌دهند. برای توقف پیشرفت ND ارائه یک چراغ امید به شمار می‌رود (Lampthey et al, 2022).

علی‌رغم این یافته‌های امیدوارکننده، نیاز غیرقابل انکاری برای تحقیقات بیشتر، از جمله آزمایش‌های بالینی، برای درک کامل اثربخشی درمانی عصاره‌های خیار دریایی در شرایط تخریب عصبی انسان وجود دارد. مطالعات کنونی عمدتاً پیش‌بالینی هستند و این نتایج بزرگ رسیدن به درمان‌های مؤثر مستلزم بررسی عمیق‌تر مکانیسم‌های اثر و عوارض جانبی بالقوه است (Spagnuolo C et al, 2018).

خواص ضد سرطانی

پتانسیل خیار دریایی در درمان سرطان در درجه اول از محتوای تری‌ترپن‌ها و گلیکوزیدهای آنها ناشی می‌شود. این ترکیبات، پتانسیل ضد سرطانی قابل توجهی را در مطالعات آزمایشگاهی نشان داده‌اند و قادر به القای آپوپتوز و مهار تکثیر رده‌های سلولی مختلف سرطانی هستند. از طریق مقایسه گلیکوزیدهای تری‌ترپن خاص، محققان تعدادی از این مواد را شناسایی کرده‌اند که سمیت سلولی انتخابی را نسبت به سلول‌های سرطانی نشان می‌دهند، در حالی که سلول‌های

می‌کند (Ru R, et al. 2022). با ادامه مزایای سلامتی بالقوه گونه‌های هولوتوریا، این ارگانسیم‌ها دارای خواص ضد میکروبی نیز هستند و منبع احتمالی آنتی‌بیوتیک‌های جدید را در عصری که به طور فزاینده‌ای توسط آنتی‌بیوتیک‌ها گرفتار شده است، ارائه می‌کنند. باکتری‌های مقاوم اکتشاف این ترکیبات بسیار مهم است، زیرا افزایش جهانی مقاومت آنتی‌بیوتیکی به عوامل ضد میکروبی جدید و مؤثرتری نیاز دارد. علاوه بر این، این خواص ضد میکروبی فراتر از پاتوژن‌های سنتی گسترش می‌یابد و در برابر عفونت‌های قارچی بیش‌تر پتانسیل طیف گسترده‌ای از هولوتوریا کارایی را نشان می‌دهد (Nugroho et al, 2022). همچنین انواعی از خیارهای دریایی، عمدتاً *Holothuria scabra*, *Holothuria atra*, *Cucumaria frondosa* و *Apostichopus japonicus* منبع عالی آنتی‌اکسیدان‌هایی مانند اسیدهای فنولیک، فلاونوئیدها، پپتیدها، کندرویتین سولفات فوکوزیله (FCS)، فوکوئیدان و تری‌ترپن هستند. علاوه بر این، این ترکیبات پتانسیل نشان دادن فعالیت‌های بیولوژیکی متعددی از جمله فعالیت‌های ضد سرطانی، ضد التهابی، ضد گلیکوزیشن، ضد تیروزیناز، ضد فشار خون، ضد ترومبوتیک، ضد دیابت و ضد میکروبی را دارند. از این رو، آنتی‌اکسیدان‌های خیار دریایی می‌توانند به عنوان کاندیدای بالقوه در مواد مغذی، دارویی، لوازم آرایشی و مواد غذایی کاربردی عمل کنند (Hossain et al, 2022). خیار دریایی دارای مواد مغذی بالا و برای بدن مهم است. حاوی ۴۴-۵۵ درصد پروتئین، ۳-۵ درصد کربوهیدرات و ۵/۱ درصد چربی ماده مرطوب است. در حالی که در ماده خشک ۸۲ درصد پروتئین، ۱/۷ درصد چربی، ۴/۸ درصد کربوهیدرات، ۴۵۵ میکروگرم ویتامین A و B، ۰/۰۴ درصد تیامین، ۰/۰۷ درصد ریبوفلاوین و ۰/۴ درصد نیاسین تشکیل شده است. کل کالری ۱۰۰ گرم خیار دریایی خشک ۳۸۵ کالری است (Wulandari et al, 2020).

مواد و روش‌ها

این بررسی در PubMed و Scopus از سال ۲۰۰۴ تاکنون انجام شده است. مقالات تکراری حذف شدند. کلیدواژه‌های زیر برای بررسی سمیت سلولی و اثر زیست‌فعال، اثرات ضد باکتریایی استفاده شد: هولوتوریا، زیست‌فعال، ضد باکتری و ضد سرطان (Tsujiimoto Yet al, 2017).

یافته‌ها

پتانسیل محافظت‌کننده عصبی و درمانی

خیار دریایی سرشار از ترکیباتی است که اثرات محافظت‌کننده عصبی در مدل‌های مختلف بیماری‌های عصبی از خود نشان داده است. نقش محافظت‌کننده عصبی عصاره‌های خیار دریایی را می‌توان به توانایی آنها در تعدیل استرس اکسیداتیو و التهاب نسبت داد که ویژگی‌های پاتولوژیک رایج در اختلالاتی مانند بیماری آلزایمر و پارکینسون

استفاده شود (Kalinin VI et al, 2023). بدون شک سمیت و فعالیت خیارهای دریایی به خصوص گونه *Holothuria parva*، امکان توسعه داروهای جدید به ویژه در زمینه درمان سرطان ایجاد می کند. (Ehsanpour Z et al, 2015)

فعالیت ضد باکتریایی و ضد میکروبی

ارزیابی تحقیقات اولیه فعالیت ضد باکتریایی عصاره‌های خیار دریایی در برابر میکرو ارگانیسم‌های خاص نشان می‌دهد که عصاره‌های خیار دریایی خواص ضد باکتریایی قابل توجهی در برابر استافیلوکوکوس اورئوس و اشریشیا کلی از خود نشان می‌دهند که کاربرد آن‌ها را به عنوان عوامل ضد میکروبی طبیعی در مبارزه با عفونت‌های باکتریایی نشان می‌دهد. با بهره‌گیری از این طیف از قابلیت ضد باکتریایی، عصاره‌های هولوتوریا ممکن است وابستگی به آنتی بیوتیک‌های سنتی را کاهش دهد و مسیر جدیدی برای دور زدن مسئله رو به رشد مقاومت آنتی بیوتیکی ارائه دهد (Nugroho et al, 2022). ظرفیت‌های موجود در عصاره هولوتوریا بر ایجاد اختلال در تشکیل بیوفیلم باکتریایی، پتانسیل آن را به عنوان یک عامل درمانی در درمان عفونت‌های مزمن که در آن بیوفیلم‌ها یک عامل پیچیده کننده درمان شناخته شده هستند، بیشتر می‌کند. بنابراین، بررسی نحوه دقیق عملکرد عصاره‌های هولوتوریا در ایجاد اختلال در ساختار بیوفیلم باکتریایی برای درک بهتر کاربردهای بالینی بالقوه آن‌ها ضروری است. اختلال در مسیرهای ارتباطی باکتریایی، که به عنوان سنجش حدنصاب شناخته می‌شود، توسط این عصاره‌ها به عنوان یک منطقه مطالعه قانع کننده برای توسعه درمان‌های ضد میکروبی نوآورانه ظاهر می‌شود. بررسی اختلال در سنجش حدنصاب توسط عصاره‌های هولوتوریا همچنین می‌تواند به پیشگیری از بیماری‌زایی باکتریایی کمک کند و دامنه کاربردهای درمانی بالقوه را بیشتر گسترش دهد. همانطور که محققان در مکانیسم‌های مولکولی این عوامل ضد باکتری کاوش می‌کنند، عصاره‌های هولوتوریا می‌توانند درمان عفونت‌های مقاوم به آنتی بیوتیک را متحول کنند (Schillaci et al, 2013).

عصاره خیار دریایی به عنوان یک آنتی بیوتیک طبیعی و آنتی بیوتیک‌های جایگزین در تحقیقات، پاسخ بالقوه ایمنی انسان را نیز افزایش داده است و در نتیجه استراتژی جامع‌تری در مبارزه با عفونت‌ها ایجاد می‌کند. خواص تعدیل کننده ایمنی به طور بالقوه می‌تواند شدت و طول مدت عفونت‌ها و در نتیجه بار کلی سیستم‌های مراقبت‌های بهداشتی را کاهش دهد. (Omran and Allam, 2013). آزمایش عصاره‌های مختلف از قسمت‌های مختلف خیار دریایی بررسی پروفایل‌های جامع و غربالگری زیست‌فعالیتی عصاره‌های مختلف خیار دریایی می‌تواند قوی‌ترین منابع و روش‌های استخراج این ترکیبات ضد باکتری را مشخص می‌کند. تحقیق بر ضرورت نه تنها شناسایی، بلکه بهینه سازی تکنیک‌های استخراج که پتانسیل درمانی و خلوص این ترکیبات زیست فعال را از گونه‌های مختلف هولوتوریا به حداکثر می‌رساند، تاکید می‌کند. زمینه‌های دارویی روش‌های استخراج بهینه

سالم را نسبتاً بی تأثیر می‌گذارند و برای سلول‌های سالم کمتر مضر است. همچنین، مطالعات آزمایشگاهی نشان می‌دهد که این گلیکوزیدها می‌توانند چرخه سلولی سلول‌های نئوپلاستیک را مختل کنند و مکانیسم‌های بالقوه فعالیت ضد سرطانی آنها را بیشتر روشن کنند. علاوه بر این، عصاره‌های خیار دریایی در تعدیل پاسخ‌های ایمنی نویدبخش بوده که می‌تواند باعث افزایش بیشتر شود. اثربخشی درمان‌های ضد سرطان با افزایش توانایی طبیعی بدن برای هدف قرار دادن سلول‌های سرطانی و همچنین اثرات تعدیل کننده ایمنی این عصاره‌ها می‌تواند به طور بالقوه کارایی درمان‌های سرطان موجود را با ایجاد یک محیط داخلی مناسب‌تر برای سیستم ایمنی بدن جهت مبارزه با بدخیمی‌ها بهبود بخشد. این تعدیل پاسخ‌های ایمنی توسط عصاره خیار دریایی می‌تواند راه را برای درمان‌های کمکی سرطان هموار کند و پاسخ بیمار به روش‌های درمانی مرسوم را افزایش دهد. از این رو، عصاره خیار دریایی به طور بالقوه می‌تواند با درمان‌های استاندارد سرطان شناسی ادغام شود، و یک رویکرد مکمل ارائه می‌دهد که ممکن است مراقبت کلی سرطان و نتایج بیمار را افزایش دهد (Aminin DL et al, 2015).

علاوه بر اثرات سیتوتوکسیکی که به صورت مستقیم در ترکیبات موجود خیار دریایی هست، نیز ممکن است از طریق اثرات محافظت کننده عصبی خود به درمان سرطان کمک کند. برای بیمارانی که تحت شیمی درمانی قرار می‌گیرند، محافظت عصبی مهم است، زیرا برخی از عوامل شیمی درمانی می‌توانند عوارض جانبی عصبی داشته باشند. بنابراین، ترکیباتی که می‌توانند از سیستم عصبی محافظت کنند ممکن است کیفیت زندگی بیماران سرطانی را بهبود بخشد و نتایج کلی درمان سرطان را افزایش دهد (Ru R et al, 2022). نظر به اینکه پیش آگهی فواید عصاره خیار دریایی در درمان سرطان گسترده و قابل توجه است، با این حال نیاز به تحقیقات بیشتر برای تعیین موثرترین ترکیبات در تولید دارو باقی مانده است. با افزایش روزافزون موارد سرطان در سرتاسر جهان، پیگیری و کاوش در طیف کامل ترکیبات فعال زیستی در خیار دریایی، از جمله پپتیدها، اسیدهای چرب و ساپونین‌ها، حیاتی است. ایجاد درمان‌های مؤثرتر و کمتر سمی را برای سرطان این ترکیبات طبیعی هم به موقع و هم ضروری می‌باشد (Janakiram et al, 2015). فعالیت‌های مشترکی در گلیکوزیدهای تری‌ترین خیار دریایی جدا شده بین سال‌های ۲۰۱۷ تا ۲۰۲۱ مشاهده شده، که سمیت سلولی نسبت به انواع مختلف سلول‌ها مانند گلبول‌های قرمز و انواع سلول‌های تومور، مشخصه این دسته از محصولات طبیعی است. گلیکوزیدها ممکن است آپوپتوز را در سلول‌های تومور فعال کنند و از تشکیل و رشد کلونی‌های سلولی توموردر محیط‌های آگار در دوزهای کمتر سمی جلوگیری کنند. گلیکوزیدها همچنین دارای فعالیت ضد توموری در داخل بدن بر روی مدل‌های تومور هموگرافت هستند. توانایی برخی گلیکوزیدها ممکن است برای کاهش دوزهای پرتودرمانی مؤثر علیه تومورهای انسانی

درمان بیماری‌های ادنتوزنیک در صنعت و درمان استفاده کرد (Kiani, 2014).

در بررسی تجزیه و تحلیل مقایسه‌ای عصاره‌های به دست آمده با حلال‌های مختلف که انجام شده است، دیواره بدن *H. leucospilota* دارای بیشترین خواص ضد میکروبی در مقایسه با سایر بافت‌ها است که می‌توان آن را به غلظت بالاتر ترکیبات زیست فعال در آن بافت خاص نسبت داد و تاثیر انواع حلال بر خواص ضد باکتریایی و نقش قطبیت حلال را در حل کردن محدوده‌های مختلف ترکیبات ضد میکروبی در بافت خیار دریایی توجه کرد (Adibpour et al, 2014). در تحقیقات اخیر مشخص شده که علاوه بر خیار دریایی، ترکیبات جدا شده از سایر خارپوستان مانند اندام‌های توتیا می‌تواند اثرات ضد میکروبی و ضد سرطانی مختلف داشته باشد (Darsanaki, 2023 and Naeemi, 2023) سایر نتایج سمیت سلولی و فعالیت ضد باکتریایی *Holothurian* در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- نتایج سمیت سلولی و فعالیت ضد باکتریایی <i>Holothurian</i>			
Sea cucumber <i>H. leucospilota</i>	<i>Bacillus subtilis</i>	Methanol	عصاره خیار دریایی را می‌توان به عنوان یک آنتی بیوتیک طبیعی در تحقیقات آینده در نظر گرفت.
		Chloroform	
		Hexane	
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Methanol Body wall	
		Methanol Gonad	
	<i>Staphylococcus aureus</i>	Chloroform Gonad	
		Chloroform Intestine	
		Hexane Body wall	
		Hexane Gonad	
		Hexane Intestine	
	<i>Staphylococcus aureus</i>	Chloroform Gonad	
		Chloroform Intestine	
		Chloroform Body wall	
		Hexane Intestine	
		Hexane Gonad	
		(Farjami B., et al. 2013)	
Sea cucumber <i>H. leucospilota</i>	<i>S. aureus/ MRSA 100</i>	Methanol 40 µg/mL	
			(Arfatahery et al, 2021).
Sea cucumber <i>H. leucospilota</i>	<i>B. subtilis</i>	Methanol Body wall	
		Methanol Intestine	
		Methanol respiratory tree	
		Ethyl acetate Body wall	
		Ethyl acetate Intestine	

همراه با تکنیک‌های تصفیه پیشرفته می‌تواند به طور قابل توجهی کارایی و ویژگی این ترکیبات زیست فعال را در کاربردهای پزشکی افزایش دهد (Farjami et al, 2013). نتایج حاصل از انواع تحقیقات در این مطالعه نشان داده شده است، عصاره متانولی استخراج شده از گناد و عضله خیار دریایی دارای اثر ممانعت‌کنندگی و کشندگی در دو باکتری *Lactococcus garvieae* و *Aeromonas hydrophila* می‌باشد (Banafsheh et al, 2021).

فعالیت ضد باکتریایی عصاره‌های خیار دریایی به ویژه گونه‌های کمیاب در برابر *Bacillus subtilis*، *Pseudomonas aeruginosa* و *Staphylococcus aureus* مورد ارزیابی قرار گرفته است و اثرات بازدارندگی عصاره خیار دریایی *H. Albiventer* بر *Bacillus subtilis*، *Pseudomonas aeruginosa* راه را برای کاربرد بالقوه آنها در درمان عفونت‌های ناشی از باکتری‌های گرم مثبت و گرم منفی به ترتیب هموار می‌کند. حساسیت به عصاره‌های خیار دریایی نشان‌دهنده آسیب‌پذیری است که می‌توان از آن در طراحی درمان‌های هدفمند در برابر عفونت‌های مرتبط با *Pseudomonas aeruginosa* استفاده کرد. علاوه بر این، گزینش‌پذیری عصاره خیار دریایی برای *Pseudomonas aeruginosa* راه امیدوارکننده‌ای را برای درمان‌های آنتی‌بیوتیکی خاص باز می‌کند و اثرات غیرهدف را بر روی میکروب‌های مفید به حداقل می‌رساند که به طور موثر در حلال‌های انتخابی عصاره‌های متانولی که فعالیت ضدباکتریایی را نشان نمی‌دهند، حل می‌شود. *H. atra* امیدبخش‌ترین گونه ضد باکتری در این تحقیق معرفی شد (Nugroho A, et al, 2022).

عصاره خیار دریایی هولوتوریا اسکابرا موجود در تانجونگ تیرا را می‌توان به عنوان یک آنتی بیوتیک طبیعی در تحقیقات آینده بررسی کرد، زیرا با توجه به یافته‌ها، بررسی توانایی تولید ترکیبات ضد باکتریایی علیه (استافیلوکوکوس اورئوس مقاوم به متی‌سیلین) را دارد و دو زیست فعال در این رابطه تایید شده است (Rasyid, 2023). به نظر می‌رسد که هر یک از عصاره‌های گونه خیار دریایی *S* و *S. hermanni* دارای ترکیبات زیستی با توان *horrens* ضدباکتریایی متفاوت هستند. و غلظت‌های عصاره استونی خیارهای دریایی *H. arenicola* و *H. leucospilota* بر روی باکتری‌های *Y..ckeri*، اثر ضدباکتری از خود نشان ندادند (Movahed M et al, 2023).

فعالیت ضد میکروبی بافت‌های مختلف خیار دریایی *Holothuria leucospilota* بر روی استرپتوکوک موتانس و استرپتوکوک سالیواریوس نشان داد. عصاره کلروفرمی، سطوح بالایی از فعالیت ضد باکتریایی را در برابر استافیلوکوکوس سالیواریوس نشان داد، در حالی که سطوح پایینی از فعالیت را در برابر استافیلوکوکوس موتانس نشان داد. عصاره‌های هگزانی و متانولی هیچ فعالیت ضد باکتریایی در برابر استافیلوکوکوس موتانس نشان ندادند، اما فعالیت ضدباکتریایی بر علیه استافیلوکوکوس سالیواریوس نشان داده شد که می‌توان از خیار دریایی به عنوان منبع ارزانی از عوامل ضد باکتری بالقوه و برای

ادامه جدول ۱- نتایج سمیت سلولی و فعالیت ضد باکتریایی **Holothurian**

Sea cucumber H. leucospilota	Bacillus subtilis	Methanol	عصاره خیار دریایی را می‌توان به عنوان یک آنتی بیوتیک طبیعی در تحقیقات آینده در نظر گرفت.
		Methanol Gonad	
		Ethyl acetate Body wall	
		Ethyl acetate Intestine	
		Ethyl acetate respiratory tree	
		Ethyl acetate Gonad	
Sea cucumber H. parva	B. pumulis	Methanol Body wall	
		Methanol Intestine	
		Methanol respiratory tree	
		Methanol Gonad	
		Ethyl acetate Body wall	
		Ethyl acetate Intestine	
		Ethyl acetate respiratory tree	
Sea cucumber H. parva	E. faecalis	Methanol Body wall	
		Methanol Intestine	
		Methanol respiratory tree	
		Methanol Gonad	
		Ethyl acetate Body wall	
		Ethyl acetate Intestine	
		Ethyl acetate respiratory tree	
		Ethyl acetate Gonad	
Sea cucumber H. parva	S. epidermidis	Ethyl acetate Body wall	
		Ethyl acetate Intestine	
		Ethyl acetate respiratory tree	
		Ethyl acetate Gonad	
Sea cucumber H. parva	E. coli	Methanol Body wall	
		Methanol Intestine	
		Methanol respiratory tree	
		Methanol Gonad	
		Ethyl acetate Body wall	
		Ethyl acetate Intestine	
		Ethyl acetate respiratory tree	
		Ethyl acetate Gonad	
Sea cucumber H. parva	S. cerevisiae	Methanol Body wall	
		Methanol Intestine	
		Methanol respiratory tree	
		Methanol Gonad	
		Ethyl acetate Body wall	
		Ethyl acetate Intestine	
		Ethyl acetate respiratory tree	

ادامه جدول ۱- نتایج سمیت سلولی و فعالیت ضد باکتریایی **Holothurian**

Sea cucumber H. leucospilota	Bacillus subtilis	Methanol	عصاره خیار دریایی را می‌توان به عنوان یک آنتی بیوتیک طبیعی در تحقیقات آینده در نظر گرفت.
		Ethyl acetate Gonad	
Sea cucumber H. leucospilota	B. pumulis	Methanol Body wall	این یافته نشان می‌دهد که گونه‌های خیار دریایی Holothurian به ویژه H. parva منبع بالقوه ای برای کشف ترکیبات آنتی بیوتیک طبیعی و توسعه دارو هستند.
		Methanol Intestine	
		Methanol respiratory tree	
		Methanol Gonad	
		Ethyl acetate Body wall	
		Ethyl acetate Intestine	
		Ethyl acetate respiratory tree	
Sea cucumber H. leucospilota	E. faecalis	Methanol Intestine	
		Methanol respiratory tree	
		Ethyl acetate Gonad	
Sea cucumber H. leucospilota	S. epidermidi	Methanol Body wall	
		Methanol Intestine	
		Methanol Gonad	
		Ethyl acetate Body wall	
		Ethyl acetate Intestine	
		Ethyl acetate respiratory tree	
		Ethyl acetate Gonad	
Sea cucumber H. leucospilota	E. coli	Methanol Body wall	
		Methanol Intestine	
		Methanol respiratory tree	
		Methanol Gonad	
		Ethyl acetate Body wall	
		Ethyl acetate Intestine	
		Ethyl acetate respiratory tree	
		Ethyl acetate Gonad	
Sea cucumber H. leucospilota	S. cerevisiae	Methanol Intestine	
		Methanol respiratory tree	
		Ethyl acetate Intestine	
Sea cucumber H. parva	B. subtilis	Methanol Body wall	
		Methanol Intestine	
		Methanol respiratory tree	

ادامه جدول ۱- نتایج سمیت سلولی و فعالیت ضد باکتریایی *Holothurian*

Sea cucumber <i>H. leucospilota</i>	Bacillus <i>subtilis</i>	Methanol	عصاره خیار دریایی را می توان به عنوان یک آنتی بیوتیک طبیعی در تحقیقات آینده در نظر گرفت.
		Ethyl acetate Gonad	
Sea cucumber <i>H. leucospilota</i>	Candida <i>albicans</i>	Methanol Body wall	
		Methanol Gonad	
		Methanol-water (50%) Body wall	
		Methanol-water (50%) Gonad	
Sea cucumber <i>H. leucospilota</i>	Aspergillus <i>niger</i>	Methanol Body wall	
		Methanol Cuvierian organ	
		Methanol respiratory tree	
		Methanol Gonad	
		Methanol-water (50%) Body wall	
		Methanol-water (50%) Gonad	
		Methanol-water (50%) Cuvierian organ	
		Methanol-water (50%) respiratory tree	
			(Mohammadzadeh et al, 2013)
Sea cucumber <i>H. lessonia</i>		Methanol Body wall	
		Ethanol 70% Body wall	
			(Bahrami et al, 2018)
Sea cucumber <i>H. parva</i>	<i>E. faecalis</i>	Ethanol 200 -	
		Methanol 175	تمام عصاره های خام فعالیت ضد میکروبی در برابر نشان دادند
		- Acetone	
	<i>P. aeruginosa</i>	Ethanol 200 -	
		Methanol 175	
		- Acetone	
	<i>E. coli</i>	Ethanol 200 -	
		Methanol 175	
		- Acetone	
			(Ebrahimi et al, 2018)

اثرات ضد قارچی

در تحقیقات عصاره درخت تنفسی بیشترین اثر را در برابر *Candida glabrata* و *Candida parapsilosis albicans* نشان داد. فعالیت ضد قارچی نشان داده شده توسط عصاره های درخت تنفسی در برابر این گونه های کاندیدا، پتانسیل ایجاد عوامل ضد قارچی جدید مشتق شده از اجزای هولوتوریا را برجسته می کند. عصاره های دستگاه گوارش و دیواره بدن هیچ گونه فعالیت ضد قارچی نداشتند. این امر نیاز به روش های استخراج

هدمندی را نشان می دهد که احتمالاً می تواند ترکیبات خاصی را که در برابر پاتوژن های قارچی فعال هستند، جدا کند (Mashjoor and Yousefzadim, 2017).

فعالیت های ضد میکروبی می تواند مربوط به پروتئین و ترکیبات غیر پروتئینی در بافت خیار دریایی باشد. شناسایی مواد پروتئینی و غیر پروتئینی خاص در این عصاره ها می تواند درک ما را از مکانیسم های زیربنایی اثرات ضد میکروبی آنها افزایش دهد. اما نتایج بیشتر عصاره های بررسی شده فعالیت ضد قارچی را در بیشتر انواع عصاره ها نشان می دهد (Adibpour et al, 2014).

خواص ضد التهابی و تعدیل کننده ایمنی

التهاب یک فرآیند پاتولوژیک رایج است که زمینه ساز بسیاری از بیماری های مزمن، از جمله سرطان و بیماری های عصبی می باشد. اثرات ضد التهابی عصاره های خیار دریایی از طریق مطالعات مختلف *in vitro* و *in vivo* مورد ارزیابی قرار گرفته است، و نشان دهنده ی توانایی آنها در مهار تولید سایتوکین های پیش التهابی و واسطه در فعالیت آنزیم ها و این مهار چند وجهی التهاب توسط عصاره خیار دریایی برجسته می شود. پتانسیل این مواد را به عنوان یک عامل درمانی در مدیریت بیماری های التهابی مزمن نشان می دهد و علاوه بر این، با تنظیم مسیرهای سیگنال دهی درگیر در التهاب، مانند فاکتور هسته ای کاپا-زنجیره سبک-افزایش دهنده مسیر سلول های B فعال (NFkB). (Elbandy, 2022) مواد مغذی و ترکیبات زیست فعال مشتق شده از محیط های دریایی پتانسیل بیشتری به عنوان مواد غذایی کاربردی دارند زیرا می توانند اثرات مفید مختلفی را همراه با خواص دارویی و مزایای سلامتی اضافی از جمله اثرات ضد التهابی نشان دهند (Lordan et al, 2013).

ترکیبات مشتق شده از دریا ممکن است تشدید علائم التهابی را کاهش دهند و در نتیجه راحتی و بهبودی بیمار را افزایش دهند. تطبیق پذیری ترکیبات زیست فعال خیار دریایی به پتانسیل آنها در محصولات مراقبت از پوست نیز گسترش می یابد، جایی که خواص ضد التهابی و ضد میکروبی می تواند تسکین و محافظت را برای انواع مختلفی از بیماری ها فراهم کند. بیماری های پوستی با گسترش طیف کاربرد خود، خواص ضد میکروبی عصاره های خیار دریایی، به ویژه در برابر سویه های باکتریایی مقاوم، یک راه امیدوارکننده برای توسعه آنتی بیوتیک های جدید فراهم می کند. به طور مثال اکثر ساپونین های خیار دریایی معمولاً گلیکوزیدهای تری ترپن از نوع هولوتوریا هستند. برخی از ساپونین ها می توانند شوره سر را کاهش دهند و پسوریازیس را در صورت استفاده موضعی کاهش دهند، علاوه بر این باعث کاهش هایپرپیگمانتاسیون، روزاسه، تقویت عروق خونی و بهبود نفوذ آب شوند. از آنجایی که اکثر مطالعات تحقیقاتی در مورد فعالیت فارماکولوژیک روی ساپونین های گیاهی انجام شده است، تحقیقات عمیق تری در مورد ساپونین های خیار دریایی لازم است تا مشابهت اثرات مفید آنها با همتایان گیاهی خود بررسی شود. (Alves A et al, 2020)

در این میان خواص ضد باکتریایی، التیام زخم و پتانسیل ضد سرطانی مشاهده شده عصاره خیار دریایی را می توان به توانایی آنها در القای آپوپتوز و مهار رگ زایی که از طریق گیرنده تیروزین کیناز انجام می دهند نسبت داد

آرایی، بهداشتی و دارویی استفاده می‌شود. از نظر ساختاری، پلی‌ساکاریدهای سولفات‌های که از دیواره بدن خیارهای دریایی به دست می‌آیند با پلی‌ساکاریدهای سولفات‌های سایر موجودات (بی‌مهرگان، مهره‌داران و جلبک‌ها) به دست می‌آیند، متفاوت هست (Wu et al, 2012). خواص ترمیم زخم عصاره‌های خیار دریایی را می‌توان به توانایی آنها در تقویت تکثیر سلولی و سنتز کلاژن نسبت داد. کلاژن دریایی و خواص فیزیکی شیمیایی و زیست فعال آن به عنوان یک جایگزین بالقوه برای کلاژن پستانداران است که فرآیندهای ضروری در ترمیم و بازسازی بافت هستند. با توجه به مزایای درمانی، مطالعات با تمرکز بر افزایش فراهمی زیستی و بهینه سازی دوز ترکیبات عصاره خیار دریایی می‌تواند اثربخشی درمانی آنها را افزایش دهد (Bahrami, 2014).

عصاره خیار دریایی در درمان بیماری لثه و التیام زخم دهان موثر است. بر اساس شواهدی که برای درمان بیماری لثه وجود دارد، استفاده از عصاره خیار دریایی در محصولات مراقبت از دهان می‌تواند به کانونی برای درمان‌های طبیعی دندان تبدیل شود. از فعالیت‌های بیولوژیکی آن می‌توان برای پیشگیری و درمان بیماری‌های پرپودنتال استفاده کرد. امکان بررسی هم افزایی بین ترکیبات زیست فعال در وجود دارد (Kalinin et al, 2021).

ویتامین‌ها و مواد معدنی

عصاره خیار دریایی از نظر تغذیه‌ای، دارای مواد مغذی ارزشمندی مانند ویتامین A، ویتامین B1 (تیامین)، ویتامین B2 (ریبوفلاوین)، ویتامین B3 (نیاسین)، مواد معدنی به ویژه کلسیم، منیزیم، آهن، روی، سلنیوم، ژرمانیوم است. استرانسیوم، مس، منگنز، مولیبدن و سایر عناصر ریز برای سلامت انسان مفید است. در نتیجه می‌توان در صنایع آرایشی و بهداشتی مثل شامپو و کرم‌های زیبایی از آن استفاده کرد، زیرا محتویات ویتامین و مواد معدنی به راحتی جذب می‌شوند و مرحله ای غنی از آبرسانی و شادابی به پوست را ارائه می‌دهند. عصاره خیار دریایی می‌تواند باعث تجدید سلول‌های آسیب دیده پوست شود. این می‌تواند پوست را سم‌زدایی و پاکسازی کند (Bordbar et al, 2011).

در صنعت آرایشی و بهداشتی، روندهای جدید بر روی تولید کرم‌ها و لوسیون‌های ضد پیری، لوسیون‌های ضد آفتاب و کرم‌های سفیدکننده پوست متمرکز شده است. در این راستا، پروتئین‌های استخراج‌شده از خیار دریایی، نظیر ژلاتین و کلاژن خیار دریایی به عنوان منبعی از ترکیبات زیست‌فعال برای تولید لوازم آرایشی جدید با فواید سلامتی مختلف شناخته می‌شود، خیار دریایی منبع ایده‌آلی برای کلاژن و ژلاتین از نظر تغذیه‌ای است، زیرا دارای پروتئین بالا و چربی پایین تری نسبت به سایر مواد غذایی است و ژلاتین خیار دریایی به وجود اسیدهای آمینه ضروری، ارزش بیشتری نسبت به ژلاتین سایر موجودات دارد. به نظر می‌رسد خارپوستان دریایی دارای مقادیر بالایی از کلاژن و موکوپلی ساکارید هستند (Pallela et al, 2010). کل پروتئین دیواره بدن خیارهای دریایی حاوی تقریباً ۷۰ درصد فیبرهای کلاژن نامحلول که پس از هیدرولیز شدن می‌تواند به ژلاتین تبدیل شود. ژلاتین یک پروتئین محلول است که از هیدرولیز جزئی کلاژن، عمدتاً از پوست حیوانات، استخوان، تاندون و غضروف بدست می‌آید (Gómez-

و مسیر امیدوارکننده ای را برای تحقیقات انکولوژی آینده فراهم می‌کند. علاوه بر این، خواص ضد التهابی عصاره خیار دریایی ممکن است به اثر آنها بر بیان سایتوکاین‌ها نسبت داده شود، که یک راه مهم برای درمان بیماری‌های التهابی مزمن است. این بیماری با تشکیل بیش از حد رگ‌های خونی مانند رتینوپاتی دیابتی و آرتریت روماتوئید مشخص می‌شود (Bahrami et al, 2014). همچنین خواص ضد سرطانی، ضد التهابی، ترکیبات فعال خیار دریایی که به عنوان آنتی اکسیدان و ضد التهاب با مهار فعالیت پروتئین‌های KEAP1 و iNOS با استفاده از رویکرد *in silico* توسط مطالعات جدید دیگری پشتیبانی می‌شود (Wargasetia et al, 2023).

خواص بیولوژیکی و دارویی خیار دریایی فراتر از اثرات ضد التهابی آن است. این موجودات حاوی مجموعه وسیعی از مولکول‌های فعال زیستی، از جمله اسیدهای آمینه، کلاژن، کندرویتین سولفات و سایر ترکیبات هستند که به کیفیت ارتقاء سلامت آنها کمک می‌کنند. وجود این ترکیبات عصاره خیار دریایی را به چشم‌انداز جالبی برای توسعه جایگزین‌های ایمن تر برای پیشگیری و درمان التهاب مزمن و اختلالات مرتبط تبدیل می‌کند. از این رو، استفاده بالقوه از عصاره‌های خیار دریایی در پزشکی متنوع است (Bordbar, 2011). خواص تعدیل کننده ایمنی به طور بالقوه می‌تواند شدت و طول مدت عفونت‌ها و در نتیجه بار کلی سیستم‌های مراقبت‌های بهداشتی را کاهش دهد. بررسی هم‌افزایی بین این اثرات تعدیل کننده ایمنی و درمان‌های سنتی ممکن است بینش‌های کلیدی را برای توسعه پروتکل‌های مدیریت عفونت یکپارچه‌تر و مؤثرتر ارائه دهد (Mashjoor, 2017).

مزایای مهم در سلامتی و زیبایی

اندام‌های انسانی به مرور زمان دچار پیری می‌شوند. با این حال، پوست که به عنوان یک مانع حیاتی عمل می‌کند، به دلیل تماس مستقیم با محیط، از سایر اندام‌ها متمایز است. اشعه ماوراء بنفش خورشید (UV) به عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل محیطی مضر برای پوست شناخته می‌شود و موجب پیری آن می‌گردد. بنابراین، تأمین حفاظت کافی از پوست در برابر نور خورشید اهمیت زیادی دارد. در بافت‌های اپیدرمی خیارهای دریایی سیاه (*Holoturia atra*) ترکیبات محافظ نور، از جمله کاروتنوئیدها و اسیدهای آمینه شبه مایکوسپورین (MAAs)، پالپتین و پالپتینول هستند. MAA به دلیل اینکه بالاترین جذب UV را دارند به عنوان ترکیبات محافظ نور مورد علاقه هستند و اهمیت کاربرد تجاری آن را در صنعت آرایشی نشان می‌دهد (Torres et al, 2006).

پلی‌ساکاریدهای موجود در موجودات دریایی به شدت مورد توجه قرار گرفته و توسط بسیاری از پژوهشگران به طور گسترده‌ای مورد بررسی قرار گرفته‌اند. تحقیقات نشان داده‌اند که این پلی‌ساکاریدها دارای طیف وسیعی از فعالیت‌های بیولوژیکی مهم هستند و در صنایع غذایی، دارویی و آرایشی کاربرد دارند. موجودات دریایی به لحاظ کربوهیدرات‌ها بسیار غنی هستند و عمدتاً به صورت پلی‌ساکاریدهای سولفات و غیرسولفات و وجود دارند (Ruocco et al, 2016).

خیار دریایی به عنوان منبعی از پلی‌ساکاریدهای سولفات جدید به نام کندرویتین سولفات فوکوزیله (FuCS) شناخته می‌شود که در صنایع

از همه اساتیدی که در غنای مطالب حاضر یاری رسان بودند، نهایت تشکر و قدردانی به عمل می‌آید

تعارض منافع

نویسندگان تصریح می‌کنند که در مطالعه حاضر هیچ گونه تضاد منافی وجود ندارد

منابع

- [1]. Adibpour, N. , Nasr, F. , Nematpour, F. , Shakouri, A. , & Ameri, A. (2014). Antibacterial and antifungal activity of *Holothuria leucospilota* isolated from Persian Gulf and Oman Sea. *Jundishapur journal of microbiology*, 7.
- [2]. Alves, A. , Sousa, E. , Kijjoa, A. , & Pinto, M. (2020). Marine-derived compounds with potential use as cosmeceuticals and nutricosmetics. *Molecules*, 25(11), 2536.
- [3]. Aminin, D. , Agafonova, I. , Kalinin, V. , Silchenko, A. , Avilov, S. , Stonik, V. , Collin, P. , & Woodward, C. (2008). Immunomodulatory properties of frondoside A, a major triterpene glycoside from the North Atlantic commercially harvested sea cucumber *Cucumaria frondosa*. *Journal of Medicinal Food*, 11(3), 443-453.
- [4]. Aminin, D. L. , Menchinskaya, E. S. , Pislugin, E. A. , Silchenko, A. S. , Avilov, S. A. , & Kalinin, V. I. (2015). Anticancer activity of sea cucumber triterpene glycosides. *Marine drugs*, 13(3), 1202-1223.
- [5]. Arfatahery, N. , & Khabbazan, M. M. (2021). Antibacterial activity of the sea cucumber *Holothuria leucospilota* whole body extract against *Staphylococcus aureus* strains MRSA, SEA, and SEB.
- [6]. Bahrami, Y. , & Franco, C. M. (2016). Acetylated triterpene glycosides and their biological activity from holothuroidea reported in the past six decades. *Marine drugs*, 14(8), 147.
- [7]. Bahrami, Y. , Zhang, W. , & Franco, C. (2014). Discovery of novel saponins from the viscera of the sea cucumber *Holothuria lessona*. *Marine drugs*, 12(5), 2633-2667.
- [8]. Bahrami, Y. , Zhang, W. , & MM Franco, C. (2018). Distribution of saponins in the sea cucumber *Holothuria lessona*; the body wall versus the viscera, and their biological activities. *Marine drugs*, 16(11), 423.

Guillén et al, 2011) عمدتاً مصرف کلژن در صنایع زیبایی و جوانسازی پوست برای ساخت کرم‌ها و ژل‌های جوانساز می‌باشد. باید توجه داشت که خیارهای دریایی به دلیل بلوغ دیررس، تولید مثل وابسته به تراکم و نرخ پایین جذب، در معرض خطر صید بیش از حد قرار دارند. به همین دلیل صنعت پرورش خیار دریایی یکی از صنایع پر سود می‌باشد همچنین، ارزش بالای برخی گونه‌ها، آسیب‌پذیری آن‌ها به دلیل ویژگی‌های زیست‌شناسی، توسعه فناوری آبی‌پروری این موجودات در جهت حفظ منابع طبیعی و زیستگاهی آنها ضروری است (Harini et al, 2024). همچنین باید یاد آور شد که فعالیت‌های بیولوژیکی و دارویی منحصر به فرد خیار دریایی مانند خواص ضد رگ زایی، ضد انعقاد و آنتی‌اکسیدانی قابل توجه است. با توجه به آثار استرس اکسیداتیو، این خواص در استفاده از عصاره خیار دریایی به عنوان نگهدارنده طبیعی در صنایع غذایی و آرایشی به دلیل پتانسیل افزایش ماندگاری باعث جلوگیری از اکسیداسیون می‌شود. خود نیز ارائه‌ی مناسبی برای جایگزینی افزودنی‌های مصنوعی ناسازگار با محیط زیست است (Siahaan et al, 2017).

نتیجه‌گیری و چشم‌اندازهای آینده

بررسی‌ها چه بیشتر اثرات درمانی مواد زیست فعال خیارهای دریایی به خصوص گونه‌های هولوتوریا، نشان‌دهنده طیف گسترده‌ای از کاربردهای متفاوت است. ترکیبات فعال زیستی در عصاره خیار دریایی شایستگی خود را در جهت نقش آن‌ها در تنظیمات بالینی و کشف پپتیدهای فعال زیستی که در نهایت منجر به کشف دارو خواهد شد را واضح‌تر می‌کند. همچنین تحقیقات آینده در این زمینه، باید بر بهینه‌سازی فرآیندهای استخراج متمرکز شود تا عملکرد دقیق این ترکیبات از نظر دارویی قابل توجه باشد (Liang et al, 2022 و Bahrami, 2016).

باشد، تاثیر عصاره برخی از گونه‌های هولوتوریا مهارکنندگی طبیعی باکتری‌های بیماری‌زا را نشان می‌دهند که می‌تواند منجر به توسعه عوامل آنتی‌بیوتیکی جدید در طول زمان با توجه به مشکل جهانی مقاومت آنتی‌بیوتیکی که یک نگرانی رو به رشد است، شود (Lin et al, 2022). همکاری‌های بین رشته‌ای بین زیست‌شناسان دریایی، فارماکولوژیست‌ها و بیوشیمیست‌ها برای باز کردن راهی جهت دست‌یابی به پتانسیل کامل ترکیبات زیست فعال خیار دریایی در پزشکی مدرن ضروری است. چنین همکاری‌هایی می‌تواند به عصر جدیدی از کشف درمان‌های طبیعی شود، جایی که مولکول‌های زیست فعال منحصر به فرد موجود در خیار دریایی به عوامل درمانی و صنعتی از جمله صنایع زیبایی نوآورانه تبدیل می‌شوند.

مشارکت نویسندگان

همه نویسندگان در نگارش اولیه مقاله یا بازنگری آن سهیم بودند و همه با تایید نهایی مقاله حاضر مسئولیت دقت و صحت مطالب مندرج در آن را می‌پذیرند.

تشکر و قدردانی

- [20]. Fotouhi, G. , Naderi, M. , Shahbazi, F. , & Alinaghizadeh, M. (2022). Effect of Methanolic Extract of Sea Cucumber (*Holothuria leucospilota* Brandt, 1835) on Wound Healing of Rat. *Experimental animal Biology*, 11(2), 33-42.
- [21]. Gómez-Guillén, M. , Giménez, B. , López-Caballero, M. a. , & Montero, M. (2011). Functional and bioactive properties of collagen and gelatin from alternative sources: A review. *Food hydrocolloids*, 25(8), 1813-1827.
- [22]. Gülcin, I. (2012). Antioxidant activity of food constituents: an overview. *Archives of toxicology*, 86, 345-391.
- [23]. Harini, R. , Natarajan, V. , & Sunil, C. (2024). Sea cucumber significance: Drying techniques and India's comprehensive status. *Journal of Food Science*.
- [24]. Hossain, A. , Dave, D. , & Shahidi, F. (2022). Antioxidant potential of sea cucumbers and their beneficial effects on human health. *Marine drugs*, 20(8), 521.
- [25]. Huang, Y. -Z. , Jin, Z. , Wang, Z. -M. , Qi, L. -B. , Song, S. , Zhu, B. -W. , & Dong, X. -P. (2021). Marine bioactive compounds as nutraceutical and functional food ingredients for potential oral health. *Frontiers in Nutrition*, 8, 686663.
- [26]. Janakiram, N. B. , Mohammed, A. , & Rao, C. V. (2015). Sea cucumbers metabolites as potent anti-cancer agents. *Marine drugs*, 13(5), 2909-2923.
- [27]. Kalinin, V. I. , Silchenko, A. S. , & Avilov, S. A. (2023). Triterpene Glycosides from *Cucumaria frondosa*, a North Atlantic Mass Harvesting Sea Cucumber: A Comprehensive Structures and Biological Activities Review.
- [28]. Kalinin, V. I. , Silchenko, A. S. , Avilov, S. A. , & Stonik, V. A. (2021). Progress in the studies of triterpene glycosides from sea cucumbers (*Holothuroidea*, *Echinodermata*) between 2017 and 2021. *Natural Product Communications*, 16(10), 1934578X211053934.
- [29]. Kiani, N. , Heidari, B. , Rassa, M. , Kadkhodazadeh, M. , & Heidari, B. (2014). Antibacterial activity of the body wall extracts of sea cucumber (*Invertebrata*; *Echinodermata*) on infectious oral streptococci. *Journal of basic and clinical physiology and pharmacology*, 25(4), 367-373.
- [30]. Lamptey, R. N. , Chaulagain, B. , Trivedi, R. , Gothwal, A. , Layek, B. , & Singh, J. (2022). A review of the common neurodegenerative disorders: current therapeutic approaches and the potential role of nanotherapeutics. *International journal of molecular sciences*, 23(3), 1851.
- [9]. Bordbar, S. , Anwar, F. , & Saari, N. (2011). High-value components and bioactives from sea cucumbers for functional foods—a review. *Marine drugs*, 9(10), 1761-1805.
- [10]. Catanesi, M. , Caioni, G. , Castelli, V. , Benedetti, E. , d'Angelo, M. , & Cimini, A. (2021). Benefits under the sea: The role of marine compounds in neurodegenerative disorders. *Marine drugs*, 19(1), 24.
- [11]. Che, H. , Du, L. , Cong, P. , Tao, S. , Ding, N. , Wu, F. , Xue, C. , Xu, J. , & Wang, Y. (2017). Cerebrosides from sea cucumber protect against oxidative stress in SAMP8 mice and PC12 cells. *Journal of Medicinal Food*, 20(4), 392-402.
- [12]. Dakrory, A. I. , Fahmy, S. R. , Soliman, A. M. , Mohamed, A. S. , & Amer, S. A. (2015). Protective and curative effects of the sea cucumber *Holothuria atra* extract against DMBA-induced hepatorenal diseases in rats. *BioMed Research International*, 2015(1), 563652.
- [13]. Darsanaki, R. K. , & Naeemi, A. S. (2023). Antibacterial and Anticancer Activity of *Holothuroidea* and *Echinoidea* from Persian Gulf and Oman Sea—a Narrative Review. *Journal of Marine Medicine*, 5(1), 13-21.
- [14]. Dhinakaran, D. I. , & Lipton, A. P. (2014). Bioactive compounds from *Holothuria atra* of Indian ocean. *SpringerPlus*, 3, 1-10.
- [15]. Ďuračková, Z. (2010). Some current insights into oxidative stress. *Physiological research*, 59(4).
- [16]. Ebrahimi, H. , Mohebbi, G. , Vazirizadeh, A. , Nabipour, I. , & Nafisi Bahabadi, M. (2015). Sea cucumbers, the ocean of bioactive compounds. *Iranian South Medical Journal*, 18(3), 664-679.
- [17]. Elbandy, M. (2022). Anti-inflammatory effects of marine bioactive compounds and their potential as functional food ingredients in the prevention and treatment of neuroinflammatory disorders. *Molecules*, 28(1), 2.
- [18]. Ehsanpour Z, Archangi B, Salimi M, Salari M A, Zolgharnein H. Cytotoxic Assessment of Extracted Fractions of Sea Cucumber *Holothuria parva* on Cancer Cell Line (MCF7) and Normal Cells. *Journal of Oceanography* 2015; 6 (21) :89-96
- [19]. Farjami, B. , Nematollahi, M. A. , Moradi, Y. , IRAJIAN, G. R. , Nazemi, M. , Ardebili, A. , & Pournajaf, A. (2013). Antibacterial activity of the sea cucumber *Holothuria leucospilota*.

- Antioxidant and antibacterial activities in 21 species of Indonesian sea cucumbers. *Journal of Food Science and Technology*, 1-10.
- [40]. Omran, N. E. , & Allam, N. G. (2013). Screening of microbial contamination and antimicrobial activity of sea cucumber *Holothuria polii*. *Toxicology and industrial health*, 29(10), 944-954.
- [41]. Pallela, R. , Na-Young, Y. , & Kim, S. -K. (2010). Anti-photoaging and photoprotective compounds derived from marine organisms. *Marine drugs*, 8(4), 1189-1202.
- [42]. Pangestuti, R. , & Arifin, Z. (2018). Medicinal and health benefit effects of functional sea cucumbers. *Journal of traditional and complementary medicine*, 8(3), 341-351.
- [43]. Payam, B. , Soltani, M. , Mehrgan, M. S. , & Islami, H. R. (2021). Antibacterial activity of sea cucumber (*Holothuria leucospilota*) extracts on *Lactococcus garvieae* and *Aeromonas hydrophila*. *Animal Environment Journal*, 13(3), 307-314.
- [44]. Rasyid, S. A. (2023). Molecular identification of marine symbiont bacteria of *Holothuria scabra* from tanjung tiram beach and its potential as a methicilin-resistant *Staphylococcus aureus* antibacterial agent. *Research Journal of Pharmacy and Technology*, 16(7), 3223-3227.
- [45]. Ru, R. , Guo, Y. , Mao, J. , Yu, Z. , Huang, W. , Cao, X. , Hu, H. , Meng, M. , & Yuan, L. (2022). Cancer cell inhibiting sea cucumber (*Holothuria leucospilota*) protein as a novel anti-cancer drug. *Nutrients*, 14(4), 786.
- [46]. Ruocco, N. , Costantini, S. , Guariniello, S. , & Costantini, M. (2016). Polysaccharides from the marine environment with pharmacological, cosmeceutical and nutraceutical potential. *Molecules*, 21(5), 551.
- [47]. Sanguanphun, T. , Sornkaew, N. , Malaiwong, N. , Chalorak, P. , Jattujan, P. , Niamnont, N. , Sobhon, P. , & Meemon, K. (2022). Neuroprotective effects of a medium chain fatty acid, decanoic acid, isolated from *H. leucospilota* against Parkinsonism in *C. elegans* PD model. *Frontiers in Pharmacology*, 13, 1004568.
- [48]. Schillaci, D. , Cusimano, M. G. , Cunsolo, V. , Saletti, R. , Russo, D. , Vazzana, M. , Vitale, M. , & Arizza, V. (2013). Immune mediators of sea-cucumber *Holothuria tubulosa* (Echinodermata) as source of novel antimicrobial and anti-staphylococcal biofilm agents. *Amb Express*, 3, 1-10.
- [31]. Liang, Q. , Ahmed, F. , Zhang, M. , Sperou, N. , Franco, C. M. , Feng, Q. , & Zhang, W. (2022). In vivo and clinical studies of sea cucumber-derived bioactives for human health and nutrition from 2012-2021. *Frontiers in Marine Science*, 9, 917857.
- [32]. Lin, P. , Shen, N. , Yin, F. , & Guo, S. -D. (2022). Sea cucumber-derived compounds for treatment of dyslipidemia: A review. *Frontiers in Pharmacology*, 13, 1000315.
- [33]. Lordan, S. , Ross, R. P. , & Stanton, C. (2011). Marine bioactives as functional food ingredients: potential to reduce the incidence of chronic diseases. *Marine drugs*, 9(6), 1056-1100.
- [34]. Lu, M. , Mishra, A. , Boschetti, C. , Lin, J. , Liu, Y. , Huang, H. , Kaminski, C. F. , Huang, Z. , Tunnacliffe, A. , & Kaminski Schierle, G. S. (2021). Sea cucumber-derived peptides alleviate oxidative stress in neuroblastoma cells and improve survival in *C. elegans* exposed to neurotoxic paraquat. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2021(1), 8842926.
- [35]. Mashjoor, S. , & Yousefzadi, M. (2017). Holothurians antifungal and antibacterial activity to human pathogens in the Persian Gulf. *Journal de Mycologie Medicale*, 27(1), 46-56.
- [36]. Mohammadi Movahed M, Hosseini S A, Akbary P, Hajimoradloo A, Hedayati S A A. Antibacterial Effect of the Extracts of the Muscle Wall of Four Sea Cucumber (*Holothuria* sp) Species on Some rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) Pathogenic Bacteria. *Journal of Oceanography* 2021; 12 (47) :52-62
- [37]. Mohammadzadeh, F. , Ehsanpor, M. , Afkhami, M. , Mokhlesi, A. , Khazaali, A. , & Montazeri, S. (2013). Antibacterial, antifungal and cytotoxic effects of a sea cucumber *Holothuria leucospilota*, from the north coast of the Persian Gulf. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 93(5), 1401-1405.
- [38]. Niu, Q. , Li, G. , Li, C. , Li, Q. , Li, J. , Liu, C. , Pan, L. , Li, S. , Cai, C. , & Hao, J. (2020). Two different fucosylated chondroitin sulfates: Structural elucidation, stimulating hematopoiesis and immune-enhancing effects. *Carbohydrate polymers*, 230, 115698.
- [39]. Nugroho, A. , Harahap, I. A. , Ardiansyah, A. , Bayu, A. , Rasyid, A. , Murniasih, T. , Setyastuti, A. , & Putra, M. Y. (2022).

- inflammatory activity of sea cucumber (*Holothuria scabra*) active compounds against KEAP1 and iNOS protein. *Bioinformatics and Biology Insights*, 17, 11779322221149613.
- [54]. Wu, M. , Huang, R. , Wen, D. , Gao, N. , He, J. , Li, Z. , & Zhao, J. (2012). Structure and effect of sulfated fucose branches on anticoagulant activity of the fucosylated chondroitin sulfate from sea cucumber *Thelenata ananas*. *Carbohydrate polymers*, 87(1), 862-868.
- [55]. Wulandari, D. A. , Syahputra, G. , & Putra, M. Y. (2020). The Bioactive Compound and Mechanism of Action of Sea Cucumber (*Holothuridae*) as Anticancer: A Review. *The Journal of Pure and Applied Chemistry Research*, 9(3), 153.
- [56]. Xu, C. , Zhang, R. , & Wen, Z. (2018). Bioactive compounds and biological functions of sea cucumbers as potential functional foods. *Journal of Functional Foods*, 49, 73-84.
- [49]. Shi, S. , Feng, W. , Hu, S. , Liang, S. , An, N. , & Mao, Y. (2016). Bioactive compounds of sea cucumbers and their therapeutic effects. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*, 34, 549-558.
- [50]. Spagnuolo, C. , Moccia, S. , & Russo, G. L. (2018). Anti-inflammatory effects of flavonoids in neurodegenerative disorders. *European journal of medicinal chemistry*, 153, 105-115.
- [51]. Torres, A. , Enk, C. D. , Hochberg, M. , & Srebnik, M. (2006). *Porphyra-334*, a potential natural source for UVA protective sunscreens. *Photochemical & Photobiological Sciences*, 5(4), 432-435.
- [52]. Tsujimoto, Y. , Tsujimoto, H. , Kataoka, Y. , Kimachi, M. , Shimizu, S. , Ikenoue, T. , Fukuma, S. , Yamamoto, Y. , & Fukuhara, S. (2017). Majority of systematic reviews published in high-impact journals neglected to register the protocols: a meta-epidemiological study. *Journal of Clinical Epidemiology*, 84, 54-60.
- [53]. Wargasetia, T. L. , Ratnawati, H. , Widodo, N. , & Widyananda, M. H. (2023). Antioxidant and anti-

AUTHOR(S) BIOSKETCHES

Larypoor, M., Associate Professor of Mycology, Department of Microbiology, Faculty of Biology, Islamic Azad University, Tehertan North Branch, Iran

✉ m.larypoor@iaui.ir

 0002-2003-8343

Fotouhi, Gh., Ph.D.candidate in Microbiology, Faculty of Department of Biological Sciences, Islamic Azad University Kish international Branch, Kish island, Iran

✉ ghazaleh.fotouhi@yahoo.com

 . 0009-0009-21317882

این قسمت توسط نشریه تکمیل می‌گردد:



HOW TO CITE THIS ARTICLE

 <http://doi.org/10.12345/joc.11.44.1>

 <http://joc.inio.ac.ir/article-1-1586-fa.html>

 <https://orcid.org/0009-0009-21317882>

COPYRIGHTS

©2021 The author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, as long as the original authors and source are cited. No permission is required from the authors or the publishers.

