

## A review on the antimicrobial and cytotoxic activities of sponges from Persian Gulf

Melika Nazemi<sup>\*1</sup>, Saeed Tamadoni Jahromi<sup>2</sup>

1. Corresponding Author, Assistant Prof., Persian Gulf and Oman Sea Ecological Center, Iranian Fisheries Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Bandar Abbas, Iran. E-mail: [melikanazemi@yahoo.com](mailto:melikanazemi@yahoo.com)
2. Associate Prof., Persian Gulf and Oman Sea Ecological Center, Iranian Fisheries Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Bandar Abbas, Iran. E-mail: [stamadoni@gmail.com](mailto:stamadoni@gmail.com)

### Article Info

**Article type:**  
Full Length Research Paper

**Article history:**  
Received: 12.04.2023  
Revised: 01.07.2024  
Accepted: 01.07.2024

**Keywords:**  
Anticancer,  
Antimicrobial,  
Persian Gulf,  
Secondary metabolites,  
Sponge

### ABSTRACT

Sponges produce the most natural compounds with biological activities among aquatic animals, biological activities of secondary metabolites of sponges include; anti-cancer, cytotoxic, antimicrobial, antiviral, etc. Therefore, considering the diversity and abundance of sponges in the waters of the Persian Gulf and the Sea of Oman; *Dysidea avar*, *Ircinia echinate*, *Axinella sinoxea*, *Ircinia mutans* and so forth in the Persian Gulf and Oman Sea with biological activities in the cell lines and pathogens We hope that in the not-too-distant future we will be able to use these natural resources for the commercial production of medicinal compounds in order to maintain and improve the health of society in achieving the goal of mastering medicine with the aim of preserving and strengthening the country's pharmaceutical industry.

Cite this article: Nazemi, Melika, Tamadoni Jahromi, Saeed. 2025. A review on the antimicrobial and cytotoxic activities of sponges from Persian Gulf. *Journal of Utilization and Cultivation of Aquatics*, 13 (4), 201-210.



© The Author(s).

DOI: 10.22069/japu.2024.21972.1834

Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

## مروری بر خواص ضد میکروبی و سیتوتوکسیک اسفنج‌های خلیج فارس

ملیکا ناظمی\*<sup>۱</sup>، سعید تمدنی جهرمی<sup>۲</sup>

۱. نویسنده مسئول، استادیار پژوهشی، پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران. رایانامه: [melikanazemi@yahoo.com](mailto:melikanazemi@yahoo.com)

۲. دانشیار پژوهشی، پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران. رایانامه: [stamadoni@gmail.com](mailto:stamadoni@gmail.com)

اطلاعات مقاله	چکیده
<b>نوع مقاله:</b> مقاله کامل علمی- پژوهشی	اسفنج‌ها در بین آبزیان بیش‌ترین ترکیبات طبیعی با خواص زیستی را تولید می‌کنند، خواص زیستی اسفنج‌ها شامل؛ ضدسرطانی، سیتوتوکسیک، ضد میکروبی و ... می‌باشد. با توجه به تنوع و فراوانی اسفنج‌ها؛ <i>Axinella sinoxea</i> <i>Ircinia echinata</i> <i>Dysidea avara</i> و <i>Ircinia mutans</i> در آب‌های خلیج فارس و دریای عمان و پژوهش‌های متعدد در رابطه با خواص زیستی آن‌ها نسبت به سلول‌های سرطانی و عوامل میکروبی بیماریزا، امیدواریم تا در آینده‌ای نه چندان دور از این منابع طبیعی در جهت تولید تجاری ترکیبات دارویی در راستای حفظ سلامت و ارتقای سلامت جامعه و همچنین تقویت صنایع دارویی کشور دست یابیم.
<b>تاریخ دریافت:</b> ۱۴۰۲/۰۹/۱۳	
<b>تاریخ ویرایش:</b> ۱۴۰۲/۱۰/۱۷	
<b>تاریخ پذیرش:</b> ۱۴۰۲/۱۰/۱۷	

### واژه‌های کلیدی:

اسفنج،  
خلیج فارس،  
ضدسرطان،  
ضدمیکروب،  
متابولیت‌های ثانویه

استناد: ناظمی، ملیکا، تمدنی جهرمی، سعید (۱۴۰۳). مروری بر خواص ضد میکروبی و سیتوتوکسیک اسفنج‌های خلیج فارس. نشریه بهره‌برداری و پرورش آبزیان، ۱۳ (۴)، ۲۰۱-۲۱۰.

DOI: 10.22069/japu.2024.21972.1834



© نویسندگان.

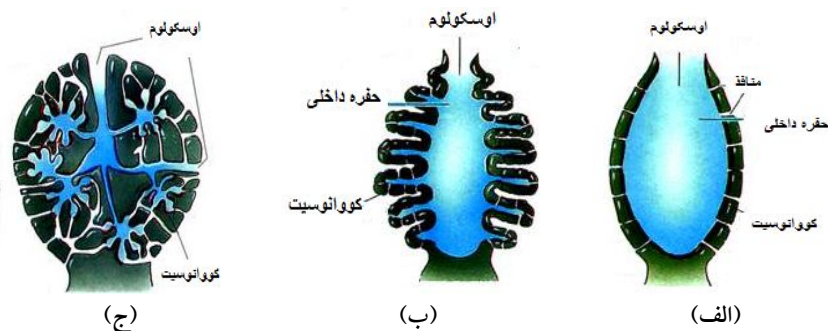
ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

### مقدمه

اسفنج‌ها قدیمی‌ترین و موفق‌ترین گروه جانداران می‌باشند که قدمت حیات آن‌ها به بیش از ۸۰۰ میلیون سال می‌رسد (۱). اسفنج‌ها جاندارانی چسبیده به بستر هستند که با استفاده از تصفیه آب<sup>۱</sup> تغذیه و تنفس می‌کنند. تولیدمثل در اسفنج‌ها به دو شکل جنسی و غیرجنسی (قطعه‌قطعه شدن و جوانه زدن) انجام می‌گردد. اسفنج‌ها، دارای قدرت ترمیم بالایی هستند. نوک انشعابات بعضی از اسفنج‌ها به‌طور منظم شکسته و توده‌های از سلول‌ها را به وجود می‌آورند که این توده‌های سلولی به اسفنج‌های جوانی تبدیل

می‌شوند. بعضی از اسفنج‌ها در شرایط نامساعد اجسام تبدیل‌شونده ایجاد می‌کنند، که در انتشار اسفنج‌ها، نقش مهمی ایفا می‌کند (۲).

سه نوع کانال در اسفنج‌ها قابل تشخیص است که ساده‌ترین آن نوع آسکون<sup>۲</sup> می‌باشد. نوع دیگر کانال در اسفنج‌ها سایکون<sup>۳</sup> می‌باشد، همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود در این نوع کانال اسفنج هر دو لایه خارجی و داخلی، سلول‌های پیناکوسیت و کوانوسیت، را دارا می‌باشد. پیچیده‌ترین کانال، کانال لوکون<sup>۴</sup> می‌باشد، این نوع اسفنج‌ها توده‌های بزرگی را تشکیل داده و دارای اسکولم‌های متعددی می‌باشند (۲).



شکل ۱- ساختار کانال در اسفنج‌ها آسکون (الف)، سایکون (ب) و لوکون (ج).

Figure 1. Structure of the canal system in sponges: Ascon (a), Sycon (b), and Leucon (c).

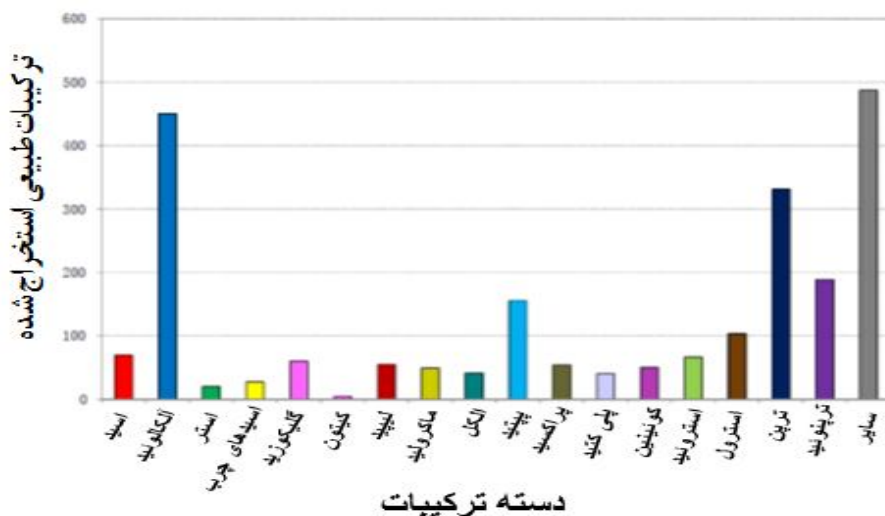
- ترکیبات طبیعی در سه دسته؛ متابولیت‌های اولیه،
- ترپنوئیدها<sup>۵</sup> و استروئیدها<sup>۶</sup>،
- متابولیت‌های ثانویه و پلیمرها با وزن مولکولی بالا
- تقسیم می‌شوند. متابولیت‌های اولیه شامل؛ اسیدهای
- نوکلئیک، اسیدهای آمینه و قندها می‌باشند که در تمام
- سلول‌ها وجود داشته و در تولیدمثل و متابولیسم نقش
- دارند، پلیمرها با وزن مولکولی بالا مانند؛ سلولز، لیگنین
- و پروتئین‌ها می‌باشد که در ساختار سلول نقش دارند.
- متابولیت‌های ثانویه ترکیباتی متشکل از مولکول‌های
- کوچک می‌باشند که در رشد و تکامل جاندار از عوامل
- اساسی و ضروری محسوب نمی‌شوند اما دارای فعالیت‌های
- زیستی روی سایر موجودات می‌باشند، در واقع منظور از
- ترکیبات طبیعی همان متابولیت‌های ثانویه می‌باشد (۳).
- متابولیت‌های ثانویه شامل گروه‌های زیر می‌باشد

(شکل ۲):

- 1- Filter feeder
- 2- Asconoid
- 3- Syconoid
- 4- Leuconoid
- 5- Terpenoid
- 6- Steroid
- 7- Polyketides
- 8- Alkaloids
- 9- Phenylpropanoid
- 10- Nonribosomal polypeptide

میکروبی، رسوب‌های زیستی (بیوفولینگ) تولید می‌شوند (۵). به همین دلیل اسفنج‌ها متابولیت‌های ثانویه متعددی را سنتز می‌کنند که امروزه خواص زیستی آن‌ها بسیار مورد توجه قرار گرفته است و به‌عنوان دارو در درمان بیماری‌های انسانی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

خواص زیستی ترکیبات طبیعی اسفنج‌ها: اسفنج‌ها جانداران دریایی متصل به بستر می‌باشند که فاقد بافت و یا اندام هستند و تمام احتیاجات حیاتی خود را توسط فعالیت‌های سلولی برآورده می‌کنند. مطالعات اکولوژیکی نشان داده است که متابولیت‌های ثانویه تولیدشده توسط اسفنج‌ها به‌منظور دفاع در مقابل عوامل تهدیدکننده مانند؛ شکارچیان، عفونت‌های



شکل ۲- دسته ترکیبات شیمیایی و تعداد ترکیبات جدید استخراج شده از اسفنج‌ها (۶).

Figure 2. Categories of chemical compounds and the number of new compounds extracted from sponges [6].

منحصربه‌فرد برای تولید ترکیبات طبیعی متنوع را دارا باشند (۷). هنگامی که اسفنج با یک شکارچی تهدید می‌شود از آن‌جا که به بستر متصل است بنابراین تنها سیستم دفاعی آن متابولیت‌های ثانویه می‌باشد، به‌عبارتی برخی از مواد شیمیایی مانع از جابه‌جایی موجودات زنده در سطح اسفنج و محدودیت رقابت با همسایگان می‌شوند (۳).

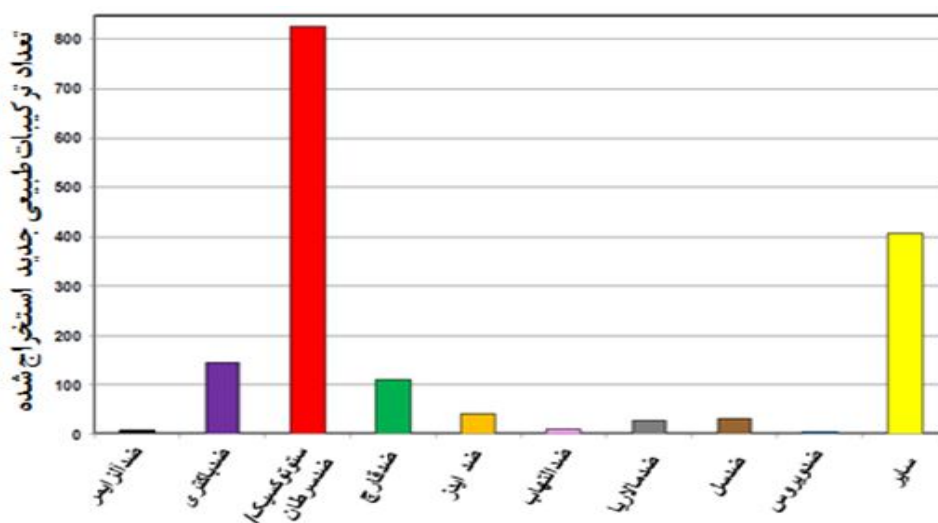
در میان جانداران دریایی بررسی شده، اسفنج‌های دریایی دارای بیشترین ترکیبات طبیعی می‌باشند، ۴۸۵۱ ترکیب از اسفنج‌های دریایی شناسایی شده است که معادل ۳۰ درصد از کل ترکیبات استخراج شده از آبزیان است (۸). لازم به ذکر است که از این تعداد ۱۴۹۹ ترکیب جدید در مدت پنج سال از ۲۰۰۸

دلایل سنتز متابولیت‌های ثانویه متنوع با خواص زیستی از نظر علمی و صنعتی بسیار دارای اهمیت است، اسفنج‌ها ساکنین چند صد میلیون ساله اقیانوس‌ها هستند، که در تمام این سال‌ها تغییرات گسترده اقیانوسی را تجربه نموده‌اند و اکنون نیز در تمام آب‌های شیرین تا شور، مناطق بین جزر و مدی دریایی تا آب‌های عمیق اقیانوسی، آب‌های مناطق گرمسیری تا آب‌های منجمد پراکندگی دارند. علاوه بر این، اسفنج‌ها یکی از کارآمدترین جانوران ساکن تغذیه‌کننده و فیلترکننده آب هستند؛ آن‌ها قابلیت فیلتر تا ۲۴ مترمکعب به ازای یک کیلوگرم در روز را دارا می‌باشند. این تعاملات بسیار شدید و مداوم با محیط زیست باعث می‌شود که اسفنج‌ها یک بیوشیمی

سیتوتوکسیک ۸۲۵، ضد میکروبی ۱۴۵، ضد قارچی ۱۱۱ و ضد ایدز ۴۱ عدد می‌باشد (۶). بنابراین اثرات سیتوتوکسیک یا ضد سرطانی حداقل نیمی از اثرات زیستی متابولیت‌های ثانویه استخراج شده از اسفنج‌ها را به خود اختصاص می‌دهد.

تا ۲۰۱۲ شناسایی شده است. شناسایی ۲۰۰ ترکیب طبیعی جدید از اسفنج‌ها آن‌ها را به غنی‌ترین جاندار دریایی از لحاظ سنتز ترکیبات طبیعی تبدیل نموده است (۶).

همان‌طور که از شکل ۳ برداشت می‌شود تعداد ترکیبات استخراج شده از اسفنج‌های دریایی با فعالیت؛



شکل ۳- تعداد ترکیبات جدید استخراج شده از اسفنج‌ها و اثرات زیستی آن‌ها (۶).

Figure 3. Number of new compounds extracted from sponges and their biological effects [6].

جانداران دریایی مانند اسفنج‌ها در روند تکاملی برای ادامه حیات موادی را از خود ترشح می‌کنند که خواص سیتوتوکسیک دارند، این ترکیبات با جانداران مهاجمی که سطح آن‌ها را پوشانده و به نحوی مانع اعمال حیاتی آن‌ها می‌شوند، مقابله نموده تا بتوانند در رقابت بر سر حیات پیروز شوند، امروز با پیشرفت علم از این ترکیبات شیمیایی که خاصیت از بین بردن سلول‌های زنده را دارد به عنوان داروهای ضد سرطانی استفاده می‌شود. تاکنون ۲۵۰۰ متابولیت ثانویه با خواص ضد سرطان از جانداران دریایی استخراج و شناسایی شده‌اند، نکته قابل توجه آن است که مکانیسم اثر بسیاری از این ترکیبات طبیعی با سایر داروهای تجاری مورد استفاده متفاوت می‌باشد (۱۰ و ۱۱).

خواص سیتوتوکسیک اسفنج‌های دریایی: آمار نشان می‌دهد که سرطان عامل اصلی مرگ و میر در کشورهای پیشرفته است، در سال‌های اخیر دانشمندان برای درمان این بیماری تلاش‌های بسیاری انجام داده‌اند (۹). امروزه بیش از ۶۰ درصد داروهای ضد سرطانی منشاء طبیعی دارند که در این میان می‌توان به؛ داروهای ضد تکثیری مانند دوکسوروبیسین<sup>۱</sup>، بلئومایسین<sup>۲</sup>، میتومایسین<sup>۳</sup>، وین کریستین<sup>۴</sup> و وینبلاستین<sup>۵</sup> که در شیمی درمانی تومورهای بدخیم مورد استفاده قرار می‌گیرند، اشاره نمود (۱۰).

- 1- Doxorubicin
- 2- Bleomycin
- 3- Mytomycin C
- 4- Vincristine
- 5- Vinblastine

آزمایش‌های تکمیلی به منظور تشخیص مکانیسم اثر سمیت: آپوپتوز، اتوفاژی و آنکوزیس که نیازمند صرف زمان و هزینه می‌باشد لازم است. مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که ۳۹ ترکیب استخراج شده از اسفنج‌های دریایی با ایجاد آپوپتوز اثر ضدسرطان دارند (۱۳)، در جدول ۱ عصاره‌ها و ترکیبات استخراج شده از اسفنج‌ها با اثرات سیتوتوکسیک یا ضدسرطانی با تأکید بر اسفنج‌های آب‌های خلیج فارس مشاهده می‌گردد.

اکثر متابولیت‌های ثانویه استخراج شده از راسته‌های مختلف اسفنج‌های دریایی اثرات سمی یا سیتوتوکسیک از خود نشان می‌دهند، تاکنون بیش از ۴۰۰ ترکیب جدید طبیعی از منابع دریایی با فعالیت سیتوتوکسیک در منابع علمی گزارش شده است. تاکنون بیش‌تر مطالعات انجام شده روی اثرات سمیت سلولی متمرکز شده است، هر چند این مرحله اولین شاخص در شناسایی داروهای ضدسرطانی محسوب می‌شود (۱۲)، اما به منظور تولید داروهای ضدسرطان انجام

جدول ۱- ترکیبات استخراج شده از گونه‌های اسفنج با خواص سیتوتوکسیک و ضدسرطان.

**Table 1. Compounds extracted from sponge species with cytotoxic and anticancer properties.**

منبع	رده سلولی / بافت سرطانی	دسته ترکیبات	ترکیبات طبیعی / عصاره	محل برداشت نمونه	گونه اسفنج
(۱۴)	کارسینوم اپیتلیوم دهانی و سلول‌های لوسمی لنفوسیتی	ترپنوئید	<i>stigmasterol</i>	جزیره هنگام	<i>Dysidea avara</i>
(۱۵)	سلول آدنوکارسینومای روده بزرگ و سلول سرطانی لنفوبلاست	استروئید	cholesta-5,22-dien-3 $\beta$ -ol, cholest-5-en-3 $\beta$ -ol, ergosta-5,22-dien-3 $\beta$ -ol, ergost-5-en-3 $\beta$ -ol, stigmasta-5,22-dien-3 $\beta$ -ol, $\gamma$ -sitosterol, 33-norgorgosta-5,24(28)-dien-3 $\beta$ -ol and stigmasta-5,24(28)-dien-3 $\beta$ -ol	جزیره لارک	<i>Axinella sinoxea</i>
(۱۶)	سلول‌های سرطانی دهانه رحم	ترپنوئید	عصاره متانول- دی کلرومتان	جزیره هنگام	<i>Ircinia echinata</i>
(۱۷)	سلول‌های سرطانی اپیدرمیید دهان، سلول‌های لوسمی لنفوسیتی	ترپنوئید	phytol	جزیره هنگام	<i>Dysidea avara</i>
(۱۸)	سلول‌های لوسمی لنفوسیتی مزمن	ترپنوئید	$\alpha$ -Santonin	جزیره هنگام	<i>Dysidea avara</i>
(۱۹)	سلول‌های لوسمی لنفوسیتی مزمن	-	عصاره متانولی	جزیره لارک	<i>Axinella sinoxea</i>
(۲۰)	ملانوما، کارسینوم کولورکتال انسانی و کراتینوسیت	پپتید	diketopiperazines (DKPs), etzionin-type diketopiperazine hydroxamates (DKPHs)	جزیره هرمز	<i>Cliona celata</i>
(۲۱)	سلول‌های سرطانی اپیدرمیید دهان، سلول‌های لوسمی لنفوسیتی	ترپنوئید	$\alpha$ -Santonin	جزیره هنگام	<i>Dysidea avara</i>
(۲۲)	لوسمی، سلول‌های انسانی سرطان سینه و سرطان روده بزرگ	ترپنوئید و استروئید	ent-furodysin, furoircin, Cholesterol, cholesta-5, 7-dien-3b-ol and ergosterol, cholesta-5, 22-dien-3b-ol (7), 24-methyldestosterol, campesterol, stigmasterol, c-ergostenol, chondrillasterol and c-sitosterol	جزیره لارک	<i>Ircinia mutans</i>
(۲۳)	سلول‌های سرطانی کولورکتال	-	عصاره متانولی و کلروفومی	دریای عمان	<i>Thetya sp</i>
(۲۴)	سلول‌های سرطانی لنفوبلاست	-	عصاره هگزانی و دی کلرومتانی	جزیره لارک	<i>Ircinia mutans</i>

اسفنج‌ها فراوان‌ترین و متنوع‌ترین جانداران بسترهای سخت دریایی؛ صخره‌های مرجانی، صخره‌ها و غارها می‌باشند (۲۷). از آنجا که اغلب این مناطق به ویژه اکوسیستم‌های مرجانی تولیدات و زی‌توده بالایی دارند بنابراین میزان باقی‌مانده‌های غذایی در این مناطق بسیار بالاست، از طرف دیگر موکوس تولید شده حاصل از متابولیت‌های صخره‌های مرجانی منبع دیگری از مواد آلی می‌باشند، که تمام عوامل فوق بستر بسیار مناسبی را برای رشد باکتری‌ها فراهم می‌نماید. بنابراین یکی از تهدیدکنندگان اسفنج‌ها میکروارگانیسم‌ها به ویژه باکتری‌ها می‌باشد، به همین دلیل آن‌ها متابولیت‌های ثانویه متعددی با با خاصیت ضدباکتریایی تولید می‌نمایند (۳۰).

بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که بیش از ۶۰ درصد ترکیبات ضدباکتریایی منشأ طبیعی دارد، براساس یک برآورد اقتصادی در آمریکا سالانه مبلغی بیش از ۲۰ میلیون دلار صرف تولید ترکیبات ضدباکتریایی می‌شود (۳۱)، در جدول ۲ ترکیبات و عصاره‌ها با خواص ضدباکتری استخراج شده از گونه‌های مختلف اسفنج از آب‌های تحت حاکمیت جمهوری اسلامی ایران مشاهده می‌گردد.

قارچ‌ها یکی از عوامل شایع بیماری‌زا در سرتاسر جهان هستند، که با وجود پیشرفت علم و دانش هم‌چنان عامل بیماری و مرگ و میر می‌باشند. به طوری که طی دهه‌های اخیر شمار بیماران مستعد به عفونت با میکروارگانیسم‌های فرصت طلب مانند سوش‌های کانیدیا، به خصوص در بیماران با نقص سیستم ایمنی، به طور قابل توجهی در بسیاری از کشورها افزایش یافته است و هم‌چنین نشان داده شده است که مخمرهای بیماری‌زا مقاومت ذاتی یا اکتسابی نسبت به داروهای ضد قارچی دارند (۳۲).

خواص ضدباکتریایی اسفنج‌های دریایی: هر چند که مطالعه و آزمایش در رابطه با ترکیبات ضدویروس و ضدسرطان در اولویت است، اما می‌توان بیان نمود که پژوهش‌ها در مورد ترکیبات ضدباکتری‌ها و مایکوباکترها نیز به شکل مشابه در حال پیشرفت است (۲۵). زیرا بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که عوامل میکروبی یکی از شایع‌ترین عوامل بیماری‌زایی در عصر حاضر برای انسان است، که به منظور مهار و از بین بردن آن‌ها باید از آنتی‌بیوتیک‌ها که هر کدام با مکانیسم‌های متفاوتی وارد عمل می‌شوند استفاده نمود (۲۶). از طرف دیگر باکتری‌های بیماری‌زا پس از مدتی نسبت به آنتی‌بیوتیک خاص مقاوم شده، بنابراین پژوهش و بررسی به منظور کشف آنتی‌بیوتیک‌های جدید باید ادامه داشته باشد (۲۸). اکثر عفونت‌های موجود در بیمارستان‌ها به علت باکتری‌های بیماری‌زا مانند استافیلوکوکوس آئروس می‌باشد که برای مدت زمان طولانی زنده می‌مانند. در حال حاضر متوجه شده‌اند که نیمی از باکتری‌های استافیلوکوکوس آئروس‌ها که در بیمارستان‌ها یافت شده‌اند به آنتی‌بیوتیک‌هایی مثل متیسیلین<sup>۱</sup> مقاوم‌اند (۲۹). به نظر می‌رسد به دلیل وجود سویه‌های باکتریایی مقاوم، نیاز به آنتی‌بیوتیک‌های سنتزی جایگزین وجود دارد. کشف ترکیبات ضد میکروبی طبیعی، سلاح جدیدی برای مبارزه با میکروارگانیسم‌ها می‌باشد. مطالعات نشان می‌دهد که پپتیدهای غیرکاتیونی و کاتیونی مختلفی در بسیاری از گونه‌های مهره‌داران و بی‌مهره‌ها یافت شده است که این ترکیبات باعث افزایش بهبود پاسخ ایمنی بر علیه عوامل بیماری‌زا هستند. دانش به دست آمده در دو دهه گذشته و کشف گروه‌های جدیدی از پپتیدهای ضد میکروبی باعث سنتز آنتی‌بیوتیک‌های طبیعی شده که می‌توانند برای درمان عفونت‌های باکتریایی و قارچی مورد استفاده قرار گیرند (۲۶).

1- Methicillin

جدول ۲- ترکیبات استخراج شده از گونه‌های اسفنج با خواص ضدباکتری و ضدقارچ.

**Table 2. Compounds extracted from sponge species with antibacterial and antifungal properties.**

منبع	سویه باکتری/ قارچ	دسته ترکیبات	ترکیبات طبیعی/ عصاره	محل برداشت نمونه	گونه اسفنج
(۳۳)	<i>S. paratyphi</i> , <i>P. aeruginosa</i> , <i>S. aureus</i> , <i>S. pyogenes</i> , <i>E. fecalis</i> , <i>B. creus</i> , <i>S. mutans</i>	-	عصاره دی کلرومتان	جزیره کیش	<i>Fascaplysinopsis reticulata</i>
(۳۴)	<i>B. subtilis</i> , <i>S. aureus</i>	-	دی اتیل اتر	جزیره هنگام	<i>Dysidea pallescens</i>
(۳۶)	<i>C. albicans</i> , <i>A. niger</i> , <i>B. subtilis</i> , <i>S. aureus</i> , <i>E. coli</i> , <i>P. aeruginosa</i>	-	عصاره اتیل استات و عصاره اتیل استات: متانول: اتانول ۱:۲:۱	خلیج ناپیند	<i>Gelliodes carnosa</i>
(۳۵)	<i>B. subtilisspizizenii</i> , <i>S. aureus</i> , <i>B. creus</i>	-	عصاره متانولی	جزیره هنگام	<i>Niphates furcata</i>
(۳۷)	<i>C. albicans</i> , <i>B. subtilis</i> , <i>S. aureus</i>	دی‌فتالات	عصاره متانولی	جزیره لارک	<i>Haliclona caerulea</i>
(۳۳)	<i>S. pyogenes</i> , <i>S. aureus</i> , <i>E. fecalis</i> , <i>B. creus</i> , <i>E. coli</i>	-	عصاره دی کلرومتان	جزیره کیش	<i>Fascaplysinopsis reticulata</i>
(۳۸)	<i>S. aureus</i> , <i>E. coli</i>	استروئید	Stigmasta-5,24(28)-dien-3-ol,(3β-24Z) Ergosta-5-dien-3-ol ۲۲,3β,22E,24S	جزیره لارک	<i>Axinella sinoxea</i>
(۱۷)	<i>C. albicans</i> , <i>B. subtilis</i> , <i>S. aureus</i> , <i>B. creus</i>	تریپنئید	phytol	جزیره هنگام	<i>Dysidea avavra</i>
(۳۹)	<i>E. coli</i>	-	عصاره استونی	جزیره لارک	<i>Cliona spp</i>

### نتیجه‌گیری کلی

بر اساس مقالات مطالعه شده در این بررسی علمی تاکنون ۱۱ گونه اسفنج شناسایی و خواص سیتوتوکسیک و ضدباکتری آنها مورد بررسی قرار گرفته است با توجه به اثر کشندگی آنها روی سلول‌های سرطان و از طرف دیگر با توجه به مقاومت آنتی‌بیوتیکی که در سویه‌های بیماری‌زا ایجاد می‌شود استفاده از اسفنج‌ها به‌منظور استخراج ترکیبات طبیعی

با خواص زیستی در آینده‌ای نه چندان دور اجتناب‌ناپذیر است از آنجا که فراوانی و تنوع این آبزیان در آب‌های خلیج فارس و دریای عمان قابل توجه است و با توجه به امکان کشت آسان و امکان بهره‌برداری از آنها در زمان نسبتاً کوتاه این آبزیان، بهتر است هرچه زودتر در راستای تجاری‌سازی آنتی‌بیوتیک‌های تجاری از اسفنج‌ها گام برداشت.

### منابع

- Barnes, R. D. (1987). *Invertebrate Zoology*, 5<sup>th</sup> edition. Saunders College Publishing, USA.
- Campbell, A., & Dawes, J. (2005). *Encyclopedias of Underwater Life*, first edition. Oxford University Press, London, 2, 20-21.
- Hanson, J. R. (2003). Natural products: the secondary metabolites. *Royal Society of Chemistry*, 17, 125-132.
- McCarthy, P. J., & Pomponi, S. A. (2004). A search for new pharmaceutical drugs from marine organisms, 8 (4), 18-27.
- Paul, M., Poyan Mehr, A., & Kreutz, R. (2006). Physiology of local renin-angiotensin systems. *Physiological reviews*, 86 (3), 747-803.
- Mehbub, M. F., Lei, J., Franco, C., & Zhang, W. (2014). Marine sponge derived natural products between 2001 and 2010:



- trends and opportunities for discovery of bioactive. *Marine Drugs* 12 (8), 4539-4577.
7. Thoms, C., Schupp, P. J., Custódio, M. R., Lôbo-Hajdu, G., Hajdu, E., & Muricy, G. (2007). Chemical defense strategies in sponges: a review. *Porifera research: biodiversity, Innovation and sustainability*, 28, 627-637.
  8. Laport, M. S., Santos, O. C. S., & Muricy, G. (2009). Marine sponges: potential sources of new antimicrobial drugs. *Current pharmaceutical biotechnology*, 10 (1), 86-105.
  9. Kraljevic, S., Sedic, M., Scott, M., Gehrig, P., Schlapbach, R., Pavelic, K. (2006). Casting light on molecular events underlying anti-cancer drug treatment: what can be seen from the proteomics point of view? *Cancer Treatment Reviews*, 32, 619-629.
  10. Jimeno, J., Faircloth, G., Fernández Sousa-Faro, J. M., Scheuer, P., & Rinehart, K. (2004). New marine derived anticancer therapeutics-A journey from the sea to clinical trials. *Marine Drugs*, 2, 14-29.
  11. Nazemi, M. (2016). Review of the cytotoxic activity (anticancer) of marine sponges. *Utilization and Cultivation of Aquatics*, 5 (4), 71-80.
  12. Zheng, L., Yan, X., Han, X., Chen, H., Lin, W., Lee, F. S., & Wang, X. (2006). Identification of norharman as the cytotoxic compound produced by the sponge (*Hymeniacidon perleve*)-associated marine bacterium *Pseudoalteromonas piscicida* and its apoptotic effect on cancer cells. *Biotechnol. Appl. Biochem.* 44, 135-142.
  13. Essack, M., Bajic, V. B., & Archer, J. A. (2011). Recently confirmed apoptosis-inducing lead compounds isolated from marine sponge of potential relevance in cancer treatment. *Marine Drugs*, 9, 1580-1606.
  14. Nazemi, M., Khaledi, M., Golshan, M., Ghorbani, M., Amiran, M. R., Darvishi, A., & Rahmanian, O. (2020). Cytotoxicity activity and druggability studies of sigmasterol isolated from marine sponge dysidea avara against oral epithelial cancer cell (KB/C152) and t-lymphocytic leukemia cell line (Jurkat/E6-1). *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention: APJCP*, 21 (4), 997.
  15. Heidary Jamebozorgi, F., Yousefzadi, M., Firuzi, O., Nazemi, M., & Jassbi, A. R. (2019). In vitro anti-proliferative activities of the sterols and fatty acids isolated from the Persian Gulf sponge; *Axinella sinoxea*. *DARU Journal of Pharmaceutical Sciences*, 27, 121-135.
  16. Mahdian, D., Iranshahy, M., Shakeri, A., Hoseini, A., Yavari, H., Nazemi, M., & Iranshahi, M. (2015). Cytotoxicity evaluation of extracts and fractions of five marine sponges from the Persian Gulf and HPLC fingerprint analysis of cytotoxic extracts. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 5 (11), 896-901.
  17. Nazemi, M., Karimzadeh R., Aghaei Dargiri S., Ghaffari, H., & Ghorbani, M. (2022). Extraction and characterization of phytol fraction from marine sponge *Dysidea avara* and evaluation of antimicrobial and cytotoxic activities. *Journal of Oceanography*, 12 (48), 129-140.
  18. Aghvami, M., Keshavarz, A., Nazemi, M., Zarei, M. H., & Pourahmad, J. (2018). Selective cytotoxicity of  $\alpha$ -santonin from the persian gulf sponge *Dysidea avara* on pediatric ALL B-lymphocytes via mitochondrial targeting. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*, 19 (8), 2149.
  19. Salimi, A., Saharkhiz, M. P., Motallebi, A., Seydi, E., Mohseni, A. R., Nazemi, M., & Pourahmad, J. (2015). Standardized extract of the Persian Gulf sponge, *Axinella sinoxea* selectively induces apoptosis through mitochondria in human chronic lymphocytic leukemia cells. *Journal of Analytical Oncology*, 4 (4), 132-140.
  20. Kouchaksaraee, R. M., Li, F., Nazemi, M., Farimani, M. M., & Tasdemir, D. (2021). Molecular sponge *Cliona celata*. *Marine Drugs*, 19 (8), 439.
  21. Nazemi, M., Ghaffari, H., Morady, Y., Mortazavi, M., & Aghaei, S. (2019). Extraction and identification of  $\alpha$ -Santonin compound from sponge *Dysidea avara* and evaluation of its

- cytotoxic activity on carcinogenic cells, 12 (7), 122-135.
22. Heidary Jamebozorgi, F., Yousefzadi, M., Firuzi, O., Nazemi, M., Zare, S., Chandran, J. N., & Jassbi, A. R. (2021). Cytotoxic furanosesquiterpenoids and steroids from *Ircinia mutans* sponges. *Pharmaceutical Biology*, 59 (1), 573-581.
  23. Jalalinezhad, S., Ayatollahi, S. A., & Taheri, A. (2021). Cytotoxic Properties of Marine Sponge *Thetya* sp. Extract and Apoptosis Stimulation against Colorectal Cancer Cells. *Journal of Marine Medicine*, 3 (2), 83-90.
  24. Heidary Jamebozorgi, F., Yousefzadi, M., Firuzi, O., Nazemi, M., & Jassbi, A. (2018). Cytotoxic activity of hexane and dichloromethane parts of methanol extract of *Ircinia mutans* sponge on three human cancer cell lines. *Iranian Scientific Fisheries Journal*, 27 (2), 105-114.
  25. Harold, N. (1992). The crisis in antibiotic resistance. *Science*, 257, 1064-1073.
  26. Andersson, D. L. (2003). Persistence of antibiotic resistant bacteria. *Current Opinion Microbial*, 6, 452-456.
  27. Hooper, J. N. A., & Van Soest, R. W. M. (2002). *Systema Porifera: A Guide to the Classification of Sponges*, Vol. 1. Kluwer Academic/ Plenum Publishers, New York.
  28. Cohen, M. L. (1992). Epidemiology of drug resistance: implications for a post-antimicrobial era. *Science*, 257, 1050-1055.
  29. Selsted, M. E., & Ouellette, A. J. (2005). Mammalian defensins in the antimicrobial immune response. *Nature immunology*, 6 (6), 551.
  30. Faulkner, D. J., Harper, M. K., Haygood, M. G., Salomon, E., & Schmidt, E. W. (2000). Symbiotic bacteria in sponges: sources of bioactive substances. In: *N. Fusetani*, Editor, *Drugs from the sea*, 18, 107-119.
  31. Harvey, A. (2001). The continuing value of natural products to drug discovery. *GIT Laboratory*, 5 (6), 284-285.
  32. Gromadzki, S., Ramani, R., & Chaturvedi, V. (2003). Evaluation of new medium for identification of dermatophytes and primary dimorphic pathogens. *Journal of clinical microbiology*, 41 (1), 467-468.
  33. Seradj, S. H., Hashemi, S. Z., Zomorodian, K., & Moein, M. R. (2020). Antimicrobial effects of some Persian gulf marine sponges. *ISMJ*, 23 (5), 494-504.
  34. Nazemi, M., Tamadoni, J. S., Salari, Z., & Gozari, M. (2017). Comparison of antibacterial activity in methanol extract of sea cucumber (*Holothuria leucospilota*) and sponge *Niphates furcata* from Hengam Island, Persian Gulf.
  35. Nazemi, M., Moradi, Y., Rezvani Gilkolai, F., Ahmaditaba, M. A., Gozari, M., & Salari, Z. (2017). Antimicrobial activities of semi polar-nonpolar and polar secondary metabolites of sponge *Dysidea pallescens* from Hengam Island, Persian Gulf, 12, 97-109.
  36. Khakshoor, M. S., & Pazooki, J. (2014). Bactericidal and fungicidal activities of different crude extracts of *Gelliodes carnosa* (sponge, Persian Gulf). *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 13 (3), 776-784.
  37. Shafeian, E., Ghavam Mostafavi, P., Moridi Farimani, M., Mashinchian Moradi, A., & Nazemi, M. (2022). Extraction and investigation of biological activities of dioctyl phthalate and dibutyl phthalate from marine sponge *Haliclona* (*Soestella*) *caerulea* Larak Island, Persian Gulf. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 21 (5), 1141-1155.
  38. Loori, M., Sourinejad, I., & Nazemi, M. (2021). Identification and investigation of antibacterial effects of steroidal fraction from the marine sponge *Axinella sinoxea* Alvarez & Hooper, 2009 in Larak island, the Persian Gulf. *Fisheries Science and Technology*, 10 (2), 164-172.
  39. Mansurlakuraj, M., Rezaei Tavabe, K., Mirvaghefi, A., Nazemi, M., & Nematollahi, M. A. (2017). Evaluation and Comparison of Effects of N-hexane and Acetone Extracts Derived from Marine Geysers (*Phaulasia nigra*), Marine Sponge (*Cliona* spp.), Carpet Anemone (*Sarcophyton* spp.) and Starfish (*Pentaceraster* spp.) on *E. coli* Bacteria. *Journal of Fisheries*, 69 (4), 462-470.