مقایسه ویژگی ضداکسیدانی بافت تر و خشک خیار دریایی *Holothuria leucospilota*

- **احمد شادی***: گروه زیست فناوری دریا، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر، ایران
- **خانمناز عبادی**: گروه زیست فناوری دریا، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر، ایران

تاریخ دریافت: شهریور ۱۳۹٦ تاریخ پذیرش: آذر ۱۳۹٦

چکیده

ویژگی‌های ضداکسیدانی و آنالیز تقریبی ارزش غذایی خیار دریایی *Holothuria leucospilota* مورد ارزیابی قرار گرفت. بافت دیواره بدن و اندام‌های احشایی به‌صورت جداگانه، و به دو شکل تازه و خشک شده (آبدهی شده) بررسی شدند. سنجش پروتئین، چربی، رطوبت، خاکستر و کربوهیدرات از دیواره بدن به تنهایی و کل بدن انجام شد. عصاره‌های آبی، اتانولی و متانولی نمونه‌های دیواره بدن و اندام‌های داخلی از بافت‌های تازه و خشک شده (آبدهی شده) توسط آزمون پراکسیداسیون لیپیدی مالون‌دی‌آلدهید و فنول کل مقایسه شدند. نتایج نشان داد پس از خشک کردن و آبدهی دوباره، رطوبت نمونه‌ها کاهش معنی‌داری یافت ($p<0/05$) و نسبت پروتئین و چربی در نمونه‌ها افزایش داشت. نتایج ارزیابی به‌روش مالون‌دی‌آلدئید (MDA) نشان داد اندام‌های داخلی دارای ویژگی ضداکسیدانی بیش‌تری نسبت به دیواره بدن خیارهای دریایی هستند. بیش‌ترین میزان مالون‌دی‌آلدهید (کم‌ترین خاصیت ضداکسیدانی) در عصاره اتانولی بافت دیواره تازه با مقدار ۱/۰۱±۰/۲ میکرومول در میلی‌گرم وزن خشک و کم‌ترین میزان آن (بیش‌ترین خاصیت ضداکسیدانی) در عصاره آبی اندام‌های داخلی خشک با مقدار ۰/٤۳±۰/۰۳ میکرومول در میلی‌گرم وزن خشک مشاهده شد. هم‌چنین بیش‌ترین میزان محتوای فنلی در عصاره متانولی بافت دیواره تازه (۱/۱۷±۰/۰۱معادل میلی‌گرم گالیک اسید درگرم وزن خشک) وکم‌ترین مقدار فنول کل در عصاره اتانولی اندام‌های داخلی تازه اندازه‌گیری شد (۰/۲٦±۰/۰۲معادل میلی‌گرم گالیک اسید در گرم وزن خشک). تفاوت نتایج ضداکسیدانی مالون‌دی‌آلدئید و فنول کل نشان‌دهنده این است که منشا ویژگی ضداکسیدانی خیار دریایی بررسی شده به‌اجزای دیگری به‌جز ترکیبات فنولی بستگی دارد. ترکیبات زیست‌فعال ضداکسیدانی خیار دریایی *H. leucospilota*، می‌تواند به عنوان پیش‌ماده داروهای جدید مورد کاوش قرار گیرد.

کلمات کلیدی: فراورده‌های طبیعی دریا، خارپوستان، داروخوراک، خلیج فارس

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: shadi@pgu.ac.ir

مقدمه

رادیکال‌های آزاد به‌دلیل ماهیت تهاجمی خود با تأثیر بر مولکول‌ها و ساختارهای مختلف بدن، مانع عملکرد صحیح سیستم‌های زیستی شده و منجر به بروز بیماری‌هایی نظیر آلزایمر، سرطان، پیری، نارسایی قلبی، آرتریت روماتوئید، بیماری‌های قلبی- عروقی، فیبروزکیستیک، ناهنجاری‌های متابولیکی و ایدز می‌شوند (Kariya و همکاران، ۲۰۰۴؛ Shakouri و همکاران، ۲۰۱۶). سیستم دفاعی بدن با بهره‌گیری از مولکول‌هایی نظیر گلوتاتیون، ویتامین‌های E و C و هم‌چنین وجود سیستم‌های بیولوژیکی مثل آنزیم‌های کاتالاز، سوپراکسید دیسموتاز و پراکسیدازهای متفاوت منجر به جلوگیری و یا کاهش اکسیداسیون می‌شود (Afanas، ۱۹۹۱) در صنایع غذایی نیز رادیکال‌های آزاد با شرکت در اکسیداسیون اولیه لیپیدها، از کیفیت خوراک می‌کاهند. بنابراین ضداکسیدان‌های مصنوعی مثل هیدروکسی نوزیل بوتیله شده (BHA=Butylated hydroxylanisole)، هیدروکسی تولوئن بوتیله شده (BHT=Butylated hydroxytoloen) و تترا بوتیل هیدروکوئینون (TBHQ=Tert-butylhydroquinone)به‌طور گسترده‌ای در صنایع غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرند، اما BHA و BHT در بدن ذخیره و باعث تخریب کبد و سرطان‌زایی می‌شوند (Qi و همکاران، ۲۰۰۵ ؛ Scherer و Godoy، ۲۰۰۹). به‌دلیل وجود این چنین خطراتی، منطقی به‌نظر می‌رسد که ضداکسیدان‌های مصنوعی با انواع طبیعی جایگزین گردند. خیارهای‌دریایی جانورانی دریازی‌از شاخه خارپوستان (Echiodermata) و رده خیارسانان (Cucumariidae) هستند. بیش از ۱۴۰۰ نوع خیار دریایی شناخته‌شده که در بسیاری از بیوتوپ‌های‌دریایی‌و درعرض‌های جغرافیایی مختلف از منطقه بین جزر و مدی تا اعماق زیاد دریاها یافت می‌شوند. تعدادی از آن‌ها هم در شکاف‌های گرمابی (Hydrothermal) دیده شده‌اند. آن‌ها بیش‌تر در آب‌های کم‌عمق مناطق گرمسیری و صخره‌های‌مرجانی‌زندگی می‌کنند. خیارهای دریایی به‌استثنای خانواده الاسیپودیده (Elasipodidae) که سطح‌زی (pelagic) هستند، معمولاً کفزی بوده و در رسوبات ماسه یا لجن زندگی می‌کنند، اما بعضی از آن‌ها رسوبات سنگی را ترجیح می‌دهند. خیارهای دریایی از لحاظ بوم شناختی، زیست‌شناختی و اقتصادی دارای اهمیت هستند و از اعضای مهم زنجیره غذایی در بوم سامانه مناطق معتدل و آبسنگ‌های مرجانی مناطق گرمسیری به‌شمار می‌روند. استفاده درمانی از خیار دریایی، سالیان طولانی در چین مورد استقبال مردم قرار گرفته است (Beutler و همکاران، ۱۹۹۳). از خیارهای دریایی، در جهت درمان ناتوانی جنسی (Zaki، ۲۰۰۵) ناتوانی در اثر پیری، رماتیسم و فشارخون بالا (Aydin و همکاران، ۲۰۱۱)، یبوست ناشی از خشکی روده و بی‌اختیاری ادراری (Li، ۱۹۹۵) و آسم (Weici، ۱۹۸۷) بهره می‌برده و می‌برند. خیارهای دریایی به‌واسطه افزایش تولید و تجارت جهانی، دارای ارزش اقتصادی بالایی هستند و اکنون نیز در فرمولاسیون داروهای سنتی در شرق آسیا برای درمان آسم، فشارخون بالا، رماتیسم و کم خونی استفاده می‌شود. سموم به‌دست آمده از خیارهای دریایی، دارای ویژگی‌های ضد ویروسی، ضدتومور، ضدسرطان و ضدبارداری هستند و در صنعت داروسازی کاربردی گسترده دارند (Wen و همکاران، ۲۰۱۰). افزون بر این، خیارهای دریایی دارای فعالیت‌های زیستی، شامل ترکیبات نگه‌دارنده شیمیایی فروندول A۵ (Frondanol A۵)(Janakiram و همکاران، ۲۰۱۰) و ژلاتین هیدرولیز شده ضد فشارخون (Zhang و همکاران، ۲۰۱۰) می‌باشند. باتوجه به این‌که خیارهای دریایی گونه‌های متنوعی دارند و هرکدام دارای ویژگی‌های ریخت‌شناسی و ترکیبات بدن مختلفی هستند، بنابراین از نظر دارویی و یا پرورشی نیز خواص ویژه و متفاوتی دارند، از این‌رو بررسی دقیق گونه‌های مختلف به‌منظور بررسی ویژگی‌های خوراکی و درمانی آن‌ها ضروری است. دارا بودن ترکیبات درمانی در خیارهای دریایی آن‌ها را مورد توجه بسیاری از پژوهشگران قرار داده است. دارا بودن ظرفیت آنتی‌اکسیدانی یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های ترکیبات طبیعی است، چراکه سبب محافظت یاخته‌ها در برابر آسیب‌های ناشی از ملکول‌های ناپایدار مانند رادیکال‌های آزاد می‌شود. با توجه به بیماری‌های مختلف شایع امروزی به‌ویژه انواع سرطان، نیاز به مکمل‌های طبیعی برای بهبود سامانه ایمنی انسان احساس می‌شود. در این راستا منابع طبیعی دریایی یکی از بهترین منابع عوامل ضداکسیدان به‌شمار می‌روند که می‌توانند سبب افزایش سطح ایمنی بدن گردند. از این‌رو، بررسی کنونی با هدف بررسی ظرفیت ضداکسیدانی خیار دریایی *Holothuria leucospilota* و مقایسه آن در حالت تازه و فراوری شده انجام شد، هم‌چنین آنالیز تقریبی ارزش غذایی این نمونه‌ها نیز بررسی گردید.

مواد و روش‌ها

نمونه‌های خیار دریایی *Holothuria leucospilota* از منطقه جزر و مدی سواحل خلیج فارس، بندر بستانه "۲۶°۵۰′۶۸ شمالی و "۵۴°۶۵′۶۲ شرقی واقع در استان هرمزگان، در زمان بیشینه جزر جمع‌آوری گردید. نمونه‌ها توسط جعبه‌های یونولیتی حاوی یخ خرد شده، به آزمایشگاه منتقل شدند.

شناسایی نمونه‌ها: یک برش کوچک حدود یک سانتی‌متر در یک سانتی‌متر از دیواره بدن جداسازی شد و برای جداسازی اُسیکل‌ها در لوله آزمایش در معرض هیپوکلیریت سدیم ۱۰٪ به‌مدت بیست دقیقه قرار داده شد. اسیکل‌های موجود در رسوبات حاصله جداسازی شده و با استفاده از میکروسکوپ و براساس کلیدهای شناسایی معتبر (Purcell و همکاران، ۲۰۱۲) شناسایی شدند.

عصاره‌گیری: خیارهای دریایی از قسمت مخرج به سمت دهان برش داده شد. سپس بافت و امعاء و احشاء خیار دریایی از هم جدا شده و به قطعات کوچک‌تر تبدیل گردید. در این پژوهش، برای به‌دست آوردن عصاره اتانولی و متانولی بافت خیار دریایی، از روش خیساندن استفاده گردید. بدین‌صورت که قطعات کوچک بافت و اندام‌های خیار دریایی به‌صورت جداگانه به نسبت ۴۰۰ میلی‌لیتر حلال به ۱۰۰ گرم بافت، در حلال‌های ۹۴٪ متانول و اتانول و آب به‌مدت تا ۷۲ تا ۹۶ ساعت نگاه داشته شد. سپس عصاره‌ها از کاغذ صافی عبور داده شد و در نهایت تحت شرایط خلاء تغلیظ، منجمد و خشک (فریز درای) گردید (Ravi و همکاران، ۲۰۱۲).

بررسی آنالیز تقریبی خیار دریایی: مقدار معینی از بافت تازه خیار دریایی به‌صورت همگن درآمد و جهت آنالیز تقریبی استفاده شد. اندازه‌گیری پروتئین تام با استفاده از روش کجلدال انجام گرفت. سنجش میزان چربی خام به روش AOAC (Association of Official Agricultural Chemists) انجام گرفت (Ramezani-Fard و همکاران، ۲۰۱۲). برای اندازه‌گیری خاکستر، مواد آلی موجود در نمونه در حرارت ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۸ ساعت در کوره الکتریکی سوزانده شد و محاسبه درصد خاکستر یا مواد معدنی با محاسبه وزن ماده باقیمانده انجام شد. اندازه‌گیری رطوبت از روی اختلاف وزن نمونه قبل و بعد از حرارت دادن مقدار رطوبت موجود در نمونه محاسبه می‌شود. میزان کربوهیدرات از کسرحاصل جمع درصد چربی، خاکستر، رطوبت و پروتئین محاسبه شد.

بررسی خواص ضداکسیدانی:

روش مالون‌دی‌آلدئید (MDA): یکی از موادی که در اثر پراکسیداسیون اسیدهای چرب درسلول‌ها تولید می‌شود، مالون دی آلدهید (MDA=Malondialdehyde) است. این ماده وقتی که در معرض تیوباربیتوریک اسید (TBA=Thiobarbituric Acid) قرار می‌گیرد، تشکیل پیوند می‌دهد. کمپلکس این دو ماده در نمونه‌ها قابل تشخیص است و به شکل (TBA-MDA-TBA) تشکیل می‌شود (Kwon و Watts، ۱۹۶۴). جهت ارزیابی میزان پراکسیداسیون لیپیدها، مولکول مالون دی‌آلدئید به‌عنوان شاخصی از پراکسیداسیون لیپیدهاست. کاهش تولید MDA نشان‌دهنده مهار پراکسیداسیون لیپید و خاصیت ضداکسیدان می‌باشد. مولکول‌های MDA در شرایط اسیدی و دمای بالا با تیوباربیتوریک اسید (TBA) واکنش داده و مجموعه‌ای (MDA-TBA 2) با رنگ ارغوانی تشکیل می‌دهد که شدت رنگ در طول موج ۵۳۲ نانومتر قابل اندازه‌گیری است (Kei، ۱۹۷۸). بدین منظور بررسی پراکسیداسیون لیپیدی طبق روش (Ohkawa و همکاران، ۱۹۷۹) انجام شد. عصاره‌های آبی، اتانولی و متانولی با غلظت ۲۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر تهیه شد. مقدار ۱ میلی‌لیتر از عصاره‌ها با ۳ میلی‌لیتر، TBA ۰/۲ درصد و ۲/۵ میلی‌لیتر سولفوریک اسید ۰/۰۵ مولار مخلوط شد. سپس به‌مدت ۳۰ دقیقه درحمام آب ۹۵ درجه سانتی‌گراد حرارت داده شد و بعد از ۵ دقیقه خنک شدن در یخ مواد رنگی موجود با استفاده از ۱- بوتانول در طول موج ۵۳۲ نانومتر توسط دستگاه میکروپلیت ریدر بایوتک Synergy 2 خوانش شد.

سنجش مقدار فنول کل: محتوای کل فنول نمونه‌های خیار دریایی به‌وسیله روش Folin-Ciocalteau اندازه‌گیری شد. عصاره‌های استخراجی تا غلظت ۱ میلی‌گرم در میلی‌لیتر رقیق‌سازی شد و مقدار ۱ میلی‌لیتر از نمونه رقیق شده در ۱ میلی‌لیتر معرف فولین – سیوکالتو و هم‌چنین ۸ میلی‌لیتر محلول کربنات سدیم (۷۵گرم در لیتر) و ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه و مخلوط شدند. نمونه‌ها به‌مدت دو ساعت در دمای اتاق نگه‌داری شدند، سپس جذب نوری توسط اسپکتروفوتومتری در طول موج ۷۶۵ نانومتر خوانش شد. میزان فنول کل نمونه‌ها براساس مقایسه با منحنی ترسیمی استاندارد و با واحد معادل میلی‌گرم اسیدگالیک در گرم وزن خشک محاسبه گردید. نمودار استاندارد توسط غلظت‌های مختلف اسیدگالیک به‌دست آمد (Singleton و Rossi، ۱۹۶۵).

آنالیز داده‌ها: کلیه آزمون‌ها با سه بار تکرار انجام شد. از نرم‌افزار Excel ۲۰۱۰ برای ترسیم نمودارها استفاده شد. از نرم‌افزار SPSS ver.۱۸ برای مقایسه داده‌ها استفاده شد.

نتایج

شناسایی گونه‌ای خیارهای دریایی نشان داد نمونه‌های بررسی شده متعلق به گونه *Holothuria leucospilota* می‌باشند.

آنالیز تقریبی خیار دریایی: نتایج آنالیز تقریبی نمونه‌های خیار دریایی نشان داد که رطوبت در نمونه‌های تازه به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از نمونه‌های خشک شده (آبدهی شده) می‌باشد (جدول۱). پروتئین و چربی در نمونه‌های خشک شده و دوباره آبدهی شده به‌طور معنی‌داری افزایش پیدا کرده است.

آزمون‌های ضداکسیدانی: نتایج ضداکسیدانی با استفاده از روش MDA با استفاده از دیواره خیار دریایی نشان داد تفاوت معنی‌داری بین نوع تر و خشک (آبدهی شده) وجود ندارد. ولی بین اندام‌های داخلی تر و خشک (آبدهی شده) تفاوت معنی‌دار است. بیش‌ترین میزان مالون دی‌آلدهید در نمونه‌های عصاره اتانولی بافت دیواره تازه با مقدار ۱/۰۱±۰/۲ میکرومول در میلی‌گرم وزن خشک و کم‌ترین میزان آن در عصاره آبی اندام‌های داخلی خشک با مقدار ۰/۴۳±۰/۰۳ میکرومول در میلی‌گرم وزن خشک مشاهده شد (جدول ۲). در مورد این آزمون، کم‌تر بودن مقدار اندازه‌گیری شده نشان‌دهنده ویژگی ضداکسیدانی بیش‌تر است.

جدول ۱: آنالیز تقریبی خیار دریایی *H. leucospilota* به‌صورت کل بدنه و یا دیواره و به دو شکل تازه و یا خشک (آبدهی شده)

	پروتئین	رطوبت	چربی	خاکستر	کربوهیدرات
دیواره تازه	۶/۳±۰/۷	۹۰/۱±۲/۱	۰/۸±۰/۲	۱/۵±۰/۲	۱/۳±۰/۳
کل بدن تازه	۷/۲±۱/۲	۸۹±۱/۴	۰/۵±۰/۱	۲±۰/۳	۱/۳±۰/۲
دیواره خشک	۱۴/۲±۱/۸	۸۱/۱±۳/۵	۲/۳±۰/۳	۰/۹±۰/۴	۱/۵±۰/۴
کل بدن خشک	۱۲/۳±۲/۱	۸۳/۳±۳/۳	۱/۸±۰/۱	۰/۷±۰/۳	۱/۹±۰/۲

به‌طورکلی عصاره‌های اتانولی از دیگر عصاره‌ها میزان اندازه‌گیری بیش‌تر و بنابراین دارای ویژگی ضداکسیدانی کم‌تری بودند. هم‌چنین اندام‌های داخلی دارای ویژگی ضداکسیدانی بیش‌تری نسبت به دیواره بدن خیارهای دریایی هستند. نتایج سنجش محتوای فنولی خیارهای دریایی نشان داد تفاوت معنی‌داری بین نمونه‌های تازه و خشک دیده نشد ولی میزان فنل عصاره‌های دیواره به‌طور معنی‌داری از اندام‌های داخلی بیش‌تر بود (جدول ۱). بیش‌ترین میزان محتوای فنلی در عصاره متانولی بافت دیواره تازه اندازه‌گیری شد (۱/۱۷±۰/۰۱ معادل میلی‌گرم گالیک اسید درگرم وزن خشک). هم‌چنین کم‌ترین مقدار فنول کل در عصاره‌اتانولی‌اندام‌های‌داخلی‌مشاهده‌شد(تازه‌با فنل کل ۰/۲۶ و خشک بافنل کل برابر ۰/۳۲ معادل میلی‌گرم گالیک‌اسید در گرم وزن خشک).

جدول ۲. نتایج آزمون‌های ضداکسیدانی عصاره‌های خیار دریایی تازه و خشک (آبدهی شده)

	مالون دی آلدهید				فنل کل	
	آبی	اتانولی	متانولی	آبی	اتانولی	متانولی
دیواره تازه	۰/۶۸±۰/۱۱^{a}	۱/۰۱±۰/۲^{b}	۰/۶۵±۰/۰۶^{a}	۰/۸۲±۰/۰۳^{b}	۰/۵۰±۰/۰۸^{c}	۱/۱۷±۰/۰۱^{a}
دیواره خشک	۰/۵۹±۰/۰۱^{a}	۰/۹۳±۰/۰۵^{b}	۰/۶۲±۰/۰۱^{a}	۰/۷۹±۰/۱۲^{b}	۰/۵۶±۰/۰۹^{c}	۰/۹۷±۰/۰۴^{a}
اندام‌های داخلی تازه	۰/۵۶±۰/۰۷^{a}	۰/۸۹±۰/۰۵^{b}	۰/۶۱±۰/۰۶^{a}	۰/۵۶±۰/۰۸^{c}	۰/۲۶±۰/۰۲^{d}	۰/۸۵±۰/۰۹^{b}
اندام‌های داخلی خشک	۰/۴۳±۰/۰۳^{c}	۰/۵۲±۰/۰۴^{c}	۰/۴۴±۰/۰۰^{c}	۰/۶۳±۰/۰۷^{c}	۰/۳۲±۰/۰۰^{d}	۰/۸۹±۰/۱۷^{b}

بحث

نسبت‌های آنالیز تقریبی نمونه‌های بررسی شده، مشابه سایر بررسی‌ها روی خیارهای دریایی بود (Cakli و همکاران، ۲۰۰۴؛ Chang و همکاران، ۱۹۸۹؛ Zhong و همکاران، ۲۰۰۷). خیارهای دریایی دارای نسبت مناسبی پروتئین هستند و کم بودن میزان چربی و کربوهیدرات در کنار مواد مغذی فراوان، سبب بالا بودن ارزش خوراکی آن‌ها شده است. در بررسی کنونی میزان پروتئین در نمونه‌های خشک شده و دوباره آبدهی شده بیش‌تر شد که مساله به‌دلیل کاهش آب بافتی خیار دریایی می‌باشد. نتایج بررسی کنونی مشابه روندی بود که در بررسی Zhong و همکاران (۲۰۰۷) بابررسی روی گونه *Cucumaria frondosa* به‌دست آوردند. در بررسی مذکور نیز کاهش رطوبت و افزایش نسبت پروتئین و چربی مشاهده شد. در بررسی دیگری که توسط Diba و همکاران (۲۰۱۷) روی گونه *H. parva* انجام شد، برخلاف بررسی کنونی نمونه‌های تازه رطوبت کم‌تری از نمونه‌های خشک آبدهی شده داشتند. در بررسی مذکور میزان پروتئین‌های نمونه تازه بیش‌تر از نمونه‌های فراوری شده بود، که برخلاف بررسی حاضر می‌باشد. به‌نظر می‌رسد دلیل بیش‌تر بودن نسبت پروتئین در نمونه‌های خشک (آبدهی شده) کاهش نسبت رطوبت است که سبب می‌شود نسبت پروتئین به کل مواد افزایش یابد.

به‌طورکلی نسبت پروتئین در دیواره خیار دریایی بیش‌تر از اندام-های داخلی می‌باشد. هم‌چنین میزان چربی بیش‌تری در دیواره خیارهای دریایی نسبت به اندام‌های داخلی موجود است. نکته جالب توجه دیگر بالا بودن میزان پروتئین در اندام‌های داخلی خیار دریایی است که معمولاً به‌عنوان بخش دور ریز آن به‌شمار می‌رود. این بخش با ارزش غذایی که دربردارنده اندام‌های گوارشی و درخت تنفسی‌است، می‌تواند به‌عنوان یک فراورده دریایی جهت مصارف گوناگون مورد استفاده قرار گیرد. این امر مستلزم بررسی‌های بیش‌تر درباره بار میکروبی، سم شناسی و شناسایی جزئی ترکیبات این بخش از خیار دریایی است.

بیش‌تر خیارهای دریایی ازجمله *H. leucospilota* ساکن بخش کشندی سواحل می‌باشند. بنابراین به‌طور همیشگی در معرض تنش اکسیداتیو ناشی از تابش پرتو فرابنفش خورشید می‌باشند. افزون براین ریزجلبک‌های هم‌زیست آن‌ها به‌صورت پیاپی اکسیژن تولید می‌کنند که خود یک عامل آغازگر اکسایش به‌شمار می‌رود. ضداکسیدان‌های گوناگونی در زیست‌مندان دریایی شناسایی شده‌اند که می‌توان

به ویتامین E(Grigoreva، ۱۹۷۹). کاروتنوئیدها(Sachindraو همکاران، ۲۰۰۵) و ترکیبات فنولی و ویتامین C (Quiros و همکاران، ۲۰۰۱) اشاره نمود.

با توجه به اهمیت روزافزون خیارهای دریایی در تغذیه تا جایی‌که امروزه به‌عنوان یک غذا دارو (Nutraceutical) شناخته می‌شود، بررسی کنش ضداکسیدانی آن بسیار مهم می‌باشد، از این‌رو در بررسی کنونی ویژگی ضداکسیدانی این موجود با استفاده از حلال‌های مختلف در بافت‌های دیواره بدن و اندام‌های داخلی به دو صورت تازه و فراوری شده باهم مقایسه شدند. نتایج بررسی کنونی نشان داد در همه حالت‌ها ویژگی ضداکسیدانی در درجات مختلف وجود دارد. بیش‌ترین میزان ویژگی ضداکسیدانی مربوط به اندام‌های داخلی است. در بررسی دیگری (Zhong و همکاران، ۲۰۰۷) نیز در اندام‌های داخلی خیار دریایی *Cucumaria frondosa* ویژگی ضداکسیدانی بیش‌تری دیده شد. در بررسی پیشه‌ورزاد و همکاران (۱۳۹۳) نیز بیش‌ترین میزان مهار رادیکال‌های آزاد در اندام گوارشی خیار دریایی گزارش شد.

از آن‌جاکه پلانکتون‌های دریایی یکی از بخش‌های خوراکی خیارهای دریایی را تشکیل می‌دهند و پلانکتون‌ها سرشار از ترکیبات فنولی هستند، وجود این ترکیبات در دیواره و اندام‌های داخلی خیارهای دریایی دور از انتظار نیست. ترکیبات فنولی یکی از انواع گروه‌های ضداکسیدان را تشکیل می‌دهند. ولی نتایج آزمون MDA با میزان فنول کل روند مشابهی را نشان نمی‌دهد. بیش‌ترین میزان فنول کل در دیواره بافت تازه دیده شد درحالی‌که بیش‌ترین میزان فعالیت ضداکسیدانی در اندام‌های داخلی خیار به‌دست‌آمد. بنابراین برداشت می‌شود که ویژگی ضداکسیدانی دیده شده در خیار دریایی *H. leucospilota* می‌تواند ناشی از ترکیبات دیگری به‌جز مواد فنولی باشد. این ترکیبات می‌تواند شامل ویتامین E و یا کاروتنوئیدها باشد.

در بررسی‌های مختلفی وجود ترپنوئیدها در خیارهای دریایی به اثبات رسیده است. بسیاری از ویژگی‌های ضدباکتریایی و ضدقارچی خیارهای دریایی به متابولیت‌های ترپنوئیدها نسبت داده شده است. ویژگی‌های ضدسلولی و ضدسرطانی این ترکیبات محلول در آب به اثبات رسیده است (Althunibat و همکاران، ۲۰۱۳؛ Ehsanpour و همکاران، ۲۰۱۵). بخشی از ویژگی ضداکسیدانی خیارهای دریایی را می‌توان به این ترکیبات نسبت داد. بالا بودن ویژگی ضداکسیدانی عصاره‌های آبی و متانولی به‌ویژه در اندام‌های داخلی خیار دریایی نشان دهنده وجود ترکیبات زیست فعالی است که می‌تواند به‌عنوان پیش‌ماده داروهای جدید مورد کاوش قرار گیرد، از این‌رو، آنالیز دقیق ترکیبات این عصاره‌ها، جهت شناسایی ملکولی و تعیین ساختار اجزای آن پیشنهاد می‌گردد.

منابع

۱. **پیشه‌ورزاد، ف.؛ یوسف‌زادی، م.؛ کامرانی، ا.؛ معینی‌زنجانی، ت.؛ علی‌احمدی، آ. و کشاورز ، م.، ۲۰۱۴** . خواص آنتی اکسیدانی عصاره‌های دو گونه خیار دریایی خلیج فارس *Holothuria parva* و *Holothuria leucospilota*. نشریه علمی بوم‌شناسی آبزیان. دوره ۴، شماره۱ ، صفحات ۲۹ تا ۳۴.

۲. **Afanas' ev, I.B., 1991.** Superoxide ion: chemistry and biological implications. Vol. 2, CRC press. 296 p.

۳. **Althunibat, O.; Ridzwan, B.; Taher, M.; Daud, J.; Jauhari Arief Ichwan, S. and Qaralleh, H., 2013.** Antioxidant and cytotoxic properties of two sea cucumbers, Holothuria edulis lesson and Stichopus horrens Selenka. Acta Biologica Hungarica. Vol. 64, No. 1, pp: 10-20.

۴. **Aydın, M.; Sevgili, H.; Tufan, B.; Emre, Y. and Köse, S., 2011**. Proximate composition and fatty acid profile of three different fresh and dried commercial sea cucumbers from Turkey. International Journal of Food Science & Technology. Vol. 46, No. 3, pp: 500-508.

۵. **Beutler, J.A.; McKee, T.C.; Fuller, R.W.; Tischler, M.; Cardellina, J.H.; Snader, K.M. and Boyd, M.R., 1993.** Frequent occurrence of HIV-inhibitory sulphated polysaccharides in marine invertebrates. Antiviral Chemistry and Chemotherapy. Vol. 4, No. 3, pp:167-172.

۶. **Çakli, Ş.; Cadun, A.; Kişla, D. and Dincer, T., 2004.** Determination of quality characteristics of *Holothuria tubulosa*,(Gmelin, 1788) in Turkish sea (Aegean Region) depending on sun drying process step used in Turkey. Journal of Aquatic Food Product Technology. Vol. 13, No. 3, pp: 69-78.

۷. **changlee, M.V.; Price, R.J. and lampila, L.E., 1989.** Effect of processing on proximate composition and mineral content of sea cucumbers (*Parastichopus* spp.). Journal of Food Science. Vol. 54, No. 3, pp: 567-568.

۸. **de Quiros, A.R.B.; Lopez-Hernandez, J. and Simal Lozano, J., 2001.** Determination of vitamin C in sea urchin: Comparison of two HPLC methods. Chromatographia. Vol. 53, pp: 246-249.

۹. **Ehsanpour, Z.; Archangi, B.; Salimi, M.; Salari, M.A. and Zolgharnein, H., 2015.** Cytotoxic Assessment of Extracted Fractions of Sea Cucumber Holothuria parva on Cancer Cell Line (MCF7) and Normal Cells. Journal of Oceanography. Vol. 6, No. 21, pp: 89-96.

۱۰. **Golriz, D.; Jamili, Sh. and Ramezani Fard, E., 2017.** Evaluation of the antioxidant activity of dried (rehydrate) and fresh sea cucumber, Holothuria parava. ISFJ. Retrieved from http://isfj.ir/article-1-1649-en.html

۱۱. **Grigor'eva, M.P. and Stepanova, E.N., 1979.** Determination of the vitamin E in fish and fish products. Voprosy Pitaniia. Vol. 1, pp: 59-63.

۱۲. **Janakiram, N.B.; Mohammed, A.; Zhang, Y.; Choi, C.I.; Woodward, C.; Collin, P. and Rao, C.V., 2010.** Chemopreventive effects of Frondanol A5, a Cucumaria frondosa extract, against rat colon carcinogenesis and inhibition of human colon cancer cell growth. Cancer Prevention Research. Vol. 3, No. 1, pp: 82-91.

۱۳. **Kariya, Y.; Mulloy, B.; Imai, K.; Tominaga, A.; Kaneko, T.; Asari, A. and Ishii, T., 2004.** Isolation and partial characterization of fucan sulfates from the body wall of sea cucumber Stichopus japonicus and their ability to inhibit osteoclastogenesis. Carbohydrate Research. Vol. 339, No. 7, pp: 1339-1346.

۱۴. **Kei, S., 1978.** Serum lipid peroxide in cerebrovascular disorders determined by a new colorimetric method. Clinica Chimica Acta. Vol. 90, No. 1, pp: 37-43.

۱۵. **Kwon, T. and Watts, B.M., 1964.** Malonaldehyde in Aqueous Solution and Its, Role as a Measure of Lipid Oxidation in Foods. Journal of Food Science. Vol. 29, No. 3, pp: 294-302.

۱۶. **Liu, C., 1995.** Chinese dietary therapy. Churchill Livingstone.

۱۷. **Ohkawa, H.; Ohishi, N. and Yagi, K., 1979.** Assay for lipid peroxides in animal tissues by thiobarbituric acid reaction. Analytical Biochemistry. Vol. 95, No. 2, pp: 351-358.

۱۸. **Purcell, S.W.; Samyn, Y. and Conand, C., 2012.** Commercially important sea cucumbers of the world.

۱۹. **Qi, H.; Zhang, Q.; Zhao, T.; Chen, R.; Zhang, H.; Niu, X. and Li, Z., 2005**. Antioxidant activity of different sulfate content derivatives of polysaccharide extracted from *Ulva pertusa* (Chlorophyta) in vitro. International Journal of Biological Macromolecules. Vol. 37, No. 4, pp: 195-199.

۲۰. **Ramezani-Fard, E.; Kamarudin, M.S.; Harmin, S.A. and Saad, C.R., 2012.** Dietary saturated and omega-3 fatty acids affect growth and fatty acid profiles of Malaysian mahseer. European Journal of Lipid. Science and Technology. Vol. 114, No. 2, pp: 185-193.

۲۱. **Ravi, C.; Karthiga, A. and Venkatesan, V., 2012**. Isolation and biomedical screening of the tissue extracts of two marine gastropods Hemifusus pugilinus (Born, 1778) and Natica didyma (Roding, 1798). Asian Fisheries Science. Vol. 25, pp: 158-169.

۲۲. **Sachindra, N.M.; Bhaskar, N. and Mahendrakar, N.S., 2005.** Carotenoids in crabs from marine and fresh waters of India. LWT-Food Science and Technology. Vol. 38, No. 3, pp: 221-225.

۲۳. **Scherer, R. and Godoy, H.T., 2009.** Antioxidant activity index (AAI) by the 2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl method. Food Chemistry. Vol. 112, No. 3, pp: 654-658.

۲۴. **Shakouri, A.; Shoushizadeh, M.R. and Nematpour, F., 2016.** Antimicrobial Activity of Sea Cucumber (Stichopus variegatus) Body Wall Extract in Chabahar Bay, Oman Sea. Jundishapur Journal of Natural Pharmaceutical Products. (In Press).

۲۵. **Singleton, V.L. and Rossi, J.A., 1965.** Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. American Journal of Enology and Viticulture. Vol. 16, No. 3, pp: 144-158.

۲۶. **Weici, T., 1987.** Chinese medicinal materials from the sea. Chinese Medicine. Vol. 1, No. 4, pp: 571-600.

۲۷. **Wen, J.; Hu, C. and Fan, S., 2010.** Chemical composition and nutritional quality of sea cucumbers. Journal of the Science of Food and Agriculture. Vol. 90, No. 14, pp: 2469-2474.

۲۸. **Zaki, M.A., 2005**. Effects of the crude toxin of sea cucumbers Holothuria atra on some hematological and biochemical parameters in rats. Egypt J Nat Toxins. Vol. 2, pp: 71-86.

۲۹. **Zhang, Y.; Song, S.; Song, D.; Liang, H.; Wang, W. and Ji, A., 2010**. Proliferative effects on neural stem/progenitor cells of a sulfated polysaccharide purified from the sea cucumber Stichopus japonicus. Journal of Bioscience and Bioengineering. Vol. 109, No. 1, pp: 67-72.

۳۰. **Zhong, Y.; Khan, M.A. and Shahidi, F., 2007.** Compositional characteristics and antioxidant properties of fresh and processed sea cucumber (Cucumaria frondosa). Journal of Agricultural and Food Chemistry. Vol. 55, No. 4, pp: 1188-1192.