

Assessment of Antioxidant Properties of Red Seaweed *Gelidiella acerosa* of Chabahar Coastal Waters, Iran

Mostafa Ghaffari^{1*}, Ali Taheri¹, Zeinab Bavi¹, Fariborz Soheili²

¹Department of Fisheries,
University of Chabahar
Maritime & Marine
Sciences, Chabahar, Iran.

²Department of Marine
Biology, University of
Chabahar Maritime &
Marine Sciences, Chabahar,
Iran.

*Corresponding Author:
Mostafa Ghaffari,
Department of Fisheries,
University of Chabahar
Maritime & Marine
Sciences, Chabahar, Iran.

Email:
mgmostafaghaffari@gmail.com

Received: 22 Feb, 2016

Accepted: 23 Dec, 2016

Abstract

Background and Objectives: Antioxidants are free radical scavengers and protect the body against oxidative damages. Today, seaweeds have attracted attention in researches on natural antioxidants. In the present study, antioxidant properties of red algae *Gelidiella acerosa*, were investigated.

Methods: Antioxidant properties of seaweed extract were investigated by three methods of DPPH free radical scavenging, reduction power, and metal chelating activity using methanol, chloroform, ethyl acetate and n-hexane solvents. Data analysis was carried out using one-way ANOVA.

Results: The highest percentage of DPPH radical scavenging was for 1 mg/ml concentration of n-hexane extract with 71.7±6.1% and IC₅₀ value (1.7mg/ml). In reduction power assay, the concentration of 1mg/ml of ethyl acetate extract (0.6±0.0) was higher than other extracts. Metal chelating activity of methanol had the highest percentage in all concentrations, and in all three method, there was a direct relationship between extract concentration, radical inhibition power, and radical absorption.

Conclusion: Based on the obtained results, the antioxidant properties of seaweed was efficient and can be the basis for further studies to find new pharmaceutical compounds for the treatment of many diseases, such as cancer. Also, after preclinical and clinical studies, the extract can be used in food and pharmaceutical industries.

Keywords: Free radicals; Antioxidants; Rhodophyta.

سنجش خواص آنتی‌اکسیدانی جلبک قرمز *Gelidiella acerosa* سواحل چابهار

مصطفی غفاری^{۱*}، علی طاهری^۱، زینب باوی^۱، فریبرز سهیلی^۲

چکیده

زمینه و هدف: آنتی‌اکسیدان‌ها، مهارکننده رادیکال‌های آزاد و محافظ بدن در برابر آسیب‌های اکسیداتیوا هستند. امروزه، جلبک‌های دریایی در تحقیقات مربوط به آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی مورد توجه می‌باشند. در مطالعه حاضر خواص آنتی‌اکسیدانی جلبک قرمز *Gelidiella acerosa* بررسی گردید.

روش بررسی: خواص آنتی‌اکسیدانی عصاره جلبکی به‌وسیله سه روش مهار رادیکال DPPH، قدرت کاهشی و فعالیت کلاته‌کنندگی فلزات با استفاده از حلال متانول، کلروفورم، اتیل استات و ان-هگزان مورد بررسی قرار گرفت. داده‌ها به کمک آزمون واریانس یک‌طرفه آنالیز شدند.

یافته‌ها: بالاترین درصد مهار رادیکال DPPH مربوط به غلظت ۱ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر عصاره ان-هگزان با $6/3 \pm 71/7\%$ و ارزش IC_{50} (۱/۷ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) بود. در روش سنجش قدرت کاهشی، غلظت ۱ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر عصاره اتیل استات ($0/6 \pm 0/0$)، بالاتر از سایر عصاره‌ها بود. فعالیت کلاته‌کنندگی عصاره متانولی در همه غلظت‌ها، بالاترین درصد را داشت و در هر سه روش غلظت عصاره، توانایی مهار و جذب رادیکال‌ها، رابطه مستقیمی داشت.

نتیجه‌گیری: براساس نتایج به‌دست آمده، خواص آنتی‌اکسیدانی جلبک، کارآمد بوده و می‌تواند مبنایی برای انجام مطالعات بعدی، به‌منظور دستیابی به مواد دارویی جدید برای درمان بسیاری از بیماری‌ها از جمله سرطان باشد. همچنین پس از انجام مطالعات کلینیکی و پیش‌کلینیکی می‌توان از عصاره آن در صنایع غذایی و دارویی استفاده کرد.

کلیدواژه‌ها: رادیکال‌های آزاد؛ آنتی‌اکسیدان‌ها؛ جلبک قرمز.

گروه شیلات، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، چابهار، ایران.

گروه زیست‌شناسی دریا، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، چابهار، ایران.

* نویسنده مسئول مکاتبات:

مصطفی غفاری، گروه شیلات، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، چابهار، ایران؛

آدرس پست الکترونیکی:

mgmostafaghaffari@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۰/۳

تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۲/۴

لطفاً به این مقاله به‌صورت زیر استناد نمایید:

Ghaffari M, Taheri A, Bavi Z, Soheili F. Assessment of antioxidant properties of red seaweed *Gelidiella acerosa* of chabahar coastal waters. *Qom Univ Med Sci J* 2017;10(11):34-41. [Full Text in Persian]

مقدمه

گونه‌های اکسیژن فعال (Reactive Oxygen Species, ROS)، همراه با گونه‌های نیتروژن فعال (Reactive Nitrogen Species, RNS)، یکی از عوامل بیماری‌زا در بیماری‌های مختلف و در انسان شناخته شده است. از جمله این بیماری‌ها می‌توان به سرطان، بیماری‌های قلبی - عروقی، دیابت، بیماری‌های عصبی مانند آلزایمر و پارکینسون و ... اشاره کرد. گونه‌های نیتروژن فعال، در بیش از ۱۵۰ نوع از بیماری‌های انسان نقش دارند (۱). آنتی‌اکسیدان‌ها به‌عنوان مهارکننده رادیکال‌های آزاد، اکسیداسیون را به تعویق انداخته و زنجیره آغاز واکنش اکسیداسیون را مهار می‌کنند، در نتیجه محافظ بدن در برابر آسیب‌های اکسیداتیو هستند (۲). بنابراین، آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی از جمله بوتیل هیدروکوتینون، بنا به تقاضای بالا تجاری شدند، اما مشکلات ایمنی آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی، منجر به افزایش علاقمندی به گسترش مکمل‌های ایمن با منشأ طبیعی گردید (۳). در مطالعات متعدد، ارتباط مثبت بین مصرف آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی در رژیم غذایی و کاهش بیماری‌های قلبی - عروقی، افزایش امید به زندگی و کاهش مرگ و میر ناشی از سرطان گزارش شده است (۴). بسیاری از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی در انواع گیاهان خشکی‌زی وجود دارند و حاوی توکوفرول، ویتامین C، کاروتنوئید و فلاونوئید (از منابع خوب آنتی‌اکسیدانی) می‌باشند (۵). محیط زیست دریایی به‌عنوان یک منبع غنی از فرآورده‌های طبیعی با کاربردهای درمانی گسترده مورد توجه است (۶). یکی دیگر از منابع دارویی و غذایی طبیعی مهم، موجودات دریایی هستند. تحقیقات اخیر و نوظهور بر روی پروتئین غذاهای دریایی و سایر ترکیبات دریایی نشان داده است این ترکیبات به سلامت انسان کمک می‌کنند (۷). جلبک‌های دریایی نیز در تحقیقات مربوط به آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی، به‌منظور توسعه مواد دارویی و ترکیبات غذایی کاربردی جدید مورد توجه قرار گرفته‌اند (۵). گزارش‌ها نشان می‌دهند جلبک‌های دریایی به‌عنوان مثال *Halimeda tuna* (۸) و *Acanthophora spicifera* (۹)، منابع غنی از ترکیبات آنتی‌اکسیدانی با توان بالقوه مهار رادیکال‌های آزاد هستند. بعضی دیگر از ترکیبات آنتی‌اکسیدانی فعال جلبک‌های دریایی مانند فلوروپتانین در

Sargassum kjellmanianum (۱۰) و فوکوزانتین در

Hijikia fusiformis (۱۱) موجود است. جلبک‌های موجود در منابع دریایی جنوب کشور، یکی از ظرفیت‌های زیستی ارزشمند بوده که توجه چندانی به آنها نشده و برنامه‌ریزی اصولی و مدونی برای بهره‌برداری از این ذخائر دریایی وجود ندارد. چابهار یکی از شهرستان‌های ساحلی استان سیستان و بلوچستان است که در جنوب شرقی ایران واقع شده و شامل ۳۰۰ کیلومتر از خطوط ساحلی در طول دریای عمان می‌باشد (۱۲). جلبک‌های دریایی از سه خانواده جلبک‌های سبز، قهوه‌ای و قرمز در سواحل جزر و مدی چابهار یافت می‌شوند و تمامی این جلبک‌ها در فصول مختلف موجود می‌باشند. متأسفانه در ایران مطالعات کمی روی خواص زیست فعال این منابع ارزشمند صورت گرفته، لذا انجام پژوهش‌های زیست‌فناوری در این زمینه ضروری است (۱۳). گونه *G. acerosa*، یک جلبک قرمز است که به‌طور گسترده‌ای در تولید آگار و در درمان مشکلات گوارشی مورد استفاده قرار می‌گیرد (۱۴). گزارش‌ها در مورد برنامه کاربردی دارویی از *G. acerosa* در دنیا هنوز در مراحل ابتدایی خود می‌باشد (۱۵). در مطالعه حاضر فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌های مختلف *G. acerosa* (جمع‌آوری شده از سواحل چابهار) مورد بررسی قرار گرفت.

روش بررسی

در مطالعه حاضر، جلبک *G. acerosa* از سواحل چابهار، جمع‌آوری و پس از پاکسازی و شست‌وشوی اولیه با آب دریا، برای از بین بردن رسوبات اضافی به آزمایشگاه علوم دریایی چابهار، منتقل و مجدداً با آب شیرین شست‌وشو داده شد. در مرحله بعد، نمونه‌ها در هوای آزاد، خشک شده و از آنها پودر تهیه گردید. عصاره‌گیری با استفاده از چهار حلال (متانول، کلروفرم، اتیل استات و ان-هگزان) انجام شد. جهت تهیه هر یک از عصاره‌ها، مقدار ۲۵ گرم از پودر آماده‌شده با ۱۰۰ میلی‌لیتر از حلال، مخلوط شده و به مدت ۲۴ ساعت در شیکر قرار گرفت. عصاره حاصل بعد از عبور از کاغذ صافی و فیلتر شدن در دمای ۲۵ درجه در زیر هود، به‌طور کامل حلال‌پرانی شد.

پس از آن، محلول به شدت تکان داده شد و به مدت ۱۰ دقیقه در دمای اتاق قرار گرفت. در نهایت، میزان جذب محلول در طول موج ۵۶۲ نانومتر قرائت شد (۱۷). درصد مهار کمپلکس ferrozine-Fe²⁺ تشکیل شده با استفاده از فرمول (۲) محاسبه گردید:

فرمول شماره ۲:

$$= 100 \times [(A_0 - A_1) / A_0] \text{ درصد مهار}$$

در این فرمول A₀: جذب کنترل و A₁: جذب عصاره‌ها/استاندارد را نشان می‌دهد.

گروه کنترل حاوی FeCl₂، ferrozine و آب مقطر بود. از EDTA به عنوان کنترل مثبت استفاده شد.

نتایج آزمایشگاهی مربوط به این مطالعه به صورت میانگین ± انحراف معیار (SD) در سه تکرار انجام گرفت. یافته‌ها با استفاده از نرم‌افزار Graphpad Prism نسخه ۶، آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه در سطح معنی‌داری ۰/۰۵٪ (جهت بررسی‌ها) و آزمون توکی (برای مقایسه میانگین) آنالیز شدند.

یافته‌ها

نتایج نشان داد حلال‌های مختلف اثر مهارکنندگی متفاوتی داشته‌اند. با افزایش غلظت عصاره‌ها، درصد مهار رادیکال آزاد افزایش یافت. همچنین براساس آزمون واریانس یک‌طرفه، فعالیت مهار رادیکال عصاره‌های جلبک *G. acerosa*، اختلاف معنی‌دار در تیمارهای موردآزمون نشان داد و طبق پس‌آزمون توکی، تمامی تیمارها با استاندارد، اختلاف معنی‌داری داشتند (p < ۰/۰۵). غلظت یک عصاره ان - هگزانی نسبت به سایر غلظت‌ها درصد مهار رادیکال بالاتری داشت (p < ۰/۰۵)، درحالی‌که غلظت‌های کمتر یا مساوی ۰/۱، فاقد اختلاف معنی‌دار بودند (p > ۰/۰۵). غلظت یک عصاره ان - هگزان با ۶/۱ ± ۷/۱٪ و ارزش IC_{۵۰} (۱/۷ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) و عصاره متانولی ۳/۱ ± ۴۰/۵٪ با ارزش IC_{۵۰} (۰/۱ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) به ترتیب بالاترین و کمترین درصد مهارکنندگی را به خود اختصاص دادند. درصد مهار استاندارد برابر با ۰/۹ ± ۹۳/۹٪ بود (جدول شماره ۱).

سپس، عصاره خالص پس از جمع‌آوری و توزین، تا انجام تست‌های سنجشی در دمای ۲۰- درجه سانتیگراد نگهداری شد (۱۶). فعالیت به‌دام انداختن رادیکال DPPH با توجه به روش ارائه‌شده توسط Terao و Yamaguchi, Takamura, Matoba در سال ۱۹۹۸ انجام شد. به‌طور خلاصه، ۱ میلی‌لیتر از محلول DPPH (۰/۱ مول بر میلی‌لیتر متانول ۹۵٪ (حجمی/حجمی) با غلظت‌های مختلف از عصاره‌های متانولی، اتیل استاتی و ان - هگزانی آنکوبه شد. مخلوط حاصل، بعد از تکان دادن، به مدت ۲۰ دقیقه در دمای اتاق و در تاریکی قرار گرفت و جذب آن در طول موج ۵۱۷ نانومتر در برابر بلنک قرائت گردید. فعالیت به‌دام انداختن رادیکال DPPH به‌عنوان یک کاهش در جذب اندازه‌گیری شد (۱۷). محاسبه مربوط به آن با استفاده از فرمول (۱) صورت گرفت:

فرمول (۱):

$$= 100 \times [(A_c - A_s) / A_c] \text{ درصد مهار رادیکال آزاد}$$

A_c: میزان جذب کنترل؛ A_s: میزان جذب نمونه/استاندارد.

از اسید اسکوربیک نیز به‌عنوان استاندارد استفاده گردید.

قدرت کاهشی نمونه‌ها مطابق با روش ارائه‌شده توسط Oyaizu در سال ۱۹۸۶ انجام شد. ۱ سی‌سی از نمونه با ۱ سی‌سی بافر فسفات سدیم (۰/۲ مولار با pH=۶/۶) و ۱ سی‌سی پتاسیم فری سیانید ۱۰٪، مخلوط و به مدت ۲۰ دقیقه در آنکوباتور با دمای ۵۰ درجه سانتیگراد آنکوبه گردید. پس از این مدت، نمونه‌ها به سرعت سرد شده و در ادامه، ۱ سی‌سی ۱۰٪ TCA به مخلوط اضافه گردید. ۱ سی‌سی از این مخلوط با ۱ سی‌سی آب مقطر و ۰/۴ سی‌سی کلرید آهن (۰/۱٪)، ترکیب و بعد از ۱۰ دقیقه، میزان جذب آن در طول موج ۷۰۰ نانومتر قرائت گردید. نتایج به‌صورت درصد فعالیت جذب اسید اسکوربیک (۰/۰۲ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) گزارش شد (۵).

کلاته کردن یون‌های آهن به‌وسیله عصاره حلال‌های مختلف، مطابق روش ارائه‌شده توسط Almeida و Dinis, Madeira در سال ۱۹۹۴ صورت گرفت. در ادامه، ۰/۰۱ میلی‌لیتر کلرید آهن II (FeCl₂) به ۳/۷ میلی‌لیتر از نمونه حاوی عصاره (با غلظت‌های ۰/۵، ۰/۱، ۰/۰۱ و ۰/۰۰۱ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) افزوده و بعد از ۳ دقیقه، واکنش با اضافه کردن ۰/۲ میلی‌لیتر فروزین شروع شد.

جدول شماره ۱: فعالیت مهار رادیکال آزاد عصاره حلال‌های مختلف *Gelidiella acerosa* در مقایسه با استاندارد اسید اسکوربیک

غلظت (میلی‌گرم بر میلی‌لیتر)	عصاره	ان - هگزانی	اتیل استاتی	متانولی
۱	۷۱/۷ ± ۶/۱	۶۵/۶ ± ۶/۲	۴۰/۵ ± ۳/۵	
۰/۵	۳۹/۷ ± ۴/۵	۴۵/۷ ± ۱/۹	۲۶/۷ ± ۰/۹	
۰/۱	۱۶/۴ ± ۱/۴	۱۹/۴ ± ۶/۸	۱۸/۱ ± ۱/۷	
۰/۰۱	۱۱/۱ ± ۱/۵	۱۶/۴ ± ۱/۲	۱۲/۸ ± ۱/۹	
استاندارد	۹۳/۹ ± ۰/۹	۹۳/۹ ± ۰/۹	۹۳/۹ ± ۰/۹	

مقادیر به صورت میانگین ± انحراف معیار ارائه شده است.

غلظت یک میلی‌گرم بر میلی‌لیتر عصاره اتیل استات (۰/۶ ± ۰/۰)، بیشترین و ان - هگزان (۰/۳ ± ۰/۰)، کمترین مقادیر را به خود اختصاص دادند. قدرت کاهشی استاندارد اسید اسکوربیک، ۰/۹ ± ۰/۱ به دست آمد و قدرت کاهشی همه عصاره‌ها وابسته به غلظت بود و با کاهش غلظت عصاره‌ها در هر چهار حلال، به طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول شماره ۲).

براساس آزمون واریانس یک طرفه، قدرت کاهشی عصاره اتیل استاتی و کلروفومی جلبک *G. acerosa*، اختلاف معنی‌داری در تیمارهای مورد آزمون نشان داد و طبق پس‌آزمون توکی، بین تمامی تیمارها با استاندارد، اختلاف معنی‌داری وجود داشت (۰/۰۵ < p). غلظت یک بجز عصاره متانولی نسبت به سایر غلظت‌ها، قدرت کاهشی بالاتری داشت (۰/۰۵ < p). غلظت‌های کمتر یا مساوی ۰/۱، فاقد اختلاف معنی‌دار بود (۰/۰۵ > p).

جدول شماره ۲: قدرت کاهشی عصاره حلال‌های مختلف *Gelidiella acerosa* (۰/۰۱ - ۱ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) در مقایسه با استاندارد اسید اسکوربیک

غلظت (میلی‌گرم بر میلی‌لیتر)	عصاره	متانولی	اتیل استاتی	ان - هگزانی	کلروفومی
۱	۰/۲	۰/۶	۰/۳	۰/۵	
۰/۵	۰/۲	۰/۳	۰/۲	۰/۳	
۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	
۰/۰۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۰	
۰/۰۰۱	۰/۱	۰/۰	۰/۱	۰/۰	
استاندارد	۰/۹ ± ۰/۱	۰/۹ ± ۰/۱	۰/۹ ± ۰/۱	۰/۹ ± ۰/۱	

غلظت یک نسبت به سایر غلظت‌ها، فعالیت کلاته‌کنندگی بالاتری داشت (۰/۰۵ < p) و بجز عصاره متانولی، غلظت‌های کمتر یا مساوی ۰/۱، فاقد اختلاف معنی‌دار بودند (۰/۰۵ > p). بیشترین درصد کلاته‌کنندگی در غلظت یک به ترتیب مربوط به عصاره متانولی (۶۳/۶٪) و کمترین درصد مربوط به عصاره‌های اتیل استاتی (۵۹/۷٪) و کلروفومی (۵۹/۸٪) بود (جدول شماره ۳).

فعالیت کلاته‌کنندگی فلزات با کاهش غلظت عصاره‌ها، کاهش نشان داد. براساس آزمون واریانس یک طرفه، فعالیت کلاته‌کنندگی عصاره متانولی جلبک، دارای اختلاف معنی‌داری در تیمارهای مورد آزمون بود و طبق پس‌آزمون توکی، تمامی تیمارها بجز عصاره متانولی با استاندارد، اختلاف معنی‌داری نشان دادند (۰/۰۵ < p).

جدول شماره ۳: فعالیت کلاته کردن فلزات عصاره حلال‌های مختلف *Gelidiella acerosa* در مقایسه با استاندارد EDTA

غلظت (میلی‌گرم بر میلی‌لیتر)	عصاره	متانولی	اتیل استاتی	ان - هگزانی	کلروفومی
۱	۶۳/۵ ± ۱/۷	۵۹/۷ ± ۰/۹	۶۱/۳ ± ۰/۳	۵۹/۸ ± ۲/۶	
۰/۵	۳۶/۷ ± ۱/۹	۳۵/۲ ± ۱/۴	۳۳ ± ۰/۲	۳۲/۱ ± ۱/۴	
۰/۱	۱۷ ± ۰/۹	۷/۹ ± ۰/۱	۷/۹ ± ۰/۲	۹/۱ ± ۰/۵	
۰/۰۱	۸/۶ ± ۰/۶	۲/۴ ± ۰/۲	۱/۲ ± ۰/۳	۱/۴ ± ۰/۳	
۰/۰۰۱	۶/۲ ± ۰/۶	۱/۶ ± ۰/۳	۰/۳ ± ۰/۰	۰/۷ ± ۰/۱	
استاندارد	۶۵/۲ ± ۶/۹	۶۵/۲ ± ۶/۹	۶۵/۲ ± ۶/۹	۶۵/۲ ± ۶/۹	

بحث

روش‌های متعددی برای تعیین فعالیت آنتی‌اکسیدانی وجود دارد. پیچیدگی شیمیایی عصاره‌ها اغلب از ترکیبات مختلف با گروه‌های عملکردی، قطبیت و رفتار شیمیایی متفاوت است و می‌تواند منجر به اختلاف نتایج (بسته به نوع آزمون به کار رفته) شود. در نتیجه، رویکرد به کارگیری روش‌های متعدد برای ارزیابی توانایی آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ها می‌تواند مفید و ضروری باشد (۱۸). در مطالعه حاضر، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی عصاره

G. acerosa با استفاده از روش‌های استاندارد آنتی‌اکسیدانی DPPH، قدرت کاهشی و فعالیت کلاته‌کنندگی فلزات مورد بررسی قرار گرفت. DPPH، به‌طور گسترده برای ارزیابی فعالیت مهار رادیکال آزاد استفاده می‌شود (۱۹). DPPH، یک رادیکال ناپایدار بوده که الکترون یا رادیکال هیدروژن می‌پذیرد تا به یک مولکول پایدار تبدیل شود، همچنین فعالیت مهاری آنتی‌اکسیدان را با دادن هیدروژن (میزان جذب در طول موج ۵۱۷ نانومتر) که با تغییر رنگ از بنفش به زرد مشخص می‌شود، کاهش می‌دهد (۲۰). در این تحقیق فعالیت مهار رادیکال در غلظت ۰/۰۱ - ۱ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر از سه حلال متانول، اتیل استات و ان - هگزان در سطح معنی‌داری $p < 0.05$ در مقایسه با استاندارد اسیداسکوربیک بررسی شد. با توجه به جدول شماره ۱، رابطه مستقیمی بین غلظت عصاره‌ها و درصد مهار وجود دارد؛ بدین ترتیب که با کاهش غلظت عصاره‌ها، درصد مهار رادیکال نیز کاهش می‌یابد و درصد مهار رادیکال در غلظت ۱ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر حلال‌ها، بیشتر از سایر غلظت‌ها می‌باشد. اثر مهارکنندگی غلظت یک عصاره ان - هگزان نزدیک به مقادیر مشابه استاندارد با اثر مهار ۰/۹ ± ۰/۹۳٪ با ارزش IC_{50} (۴۰۲/۹ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) بود و با ۶/۱ ± ۰/۷۱٪ و با ارزش IC_{50} (۱/۷ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر)، بالاترین درصد را در بین عصاره‌های مختلف داشت. عصاره اتیل‌استاتی (۴۵/۷ ± ۱/۹) با ارزش IC_{50} (۱/۵ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) و عصاره متانولی (۴۰/۵ ± ۳/۱) با ارزش IC_{50} (۰/۱ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر)، درصد مهار متوسطی را از خود نشان داد که یافته مربوط به عصاره اتیل‌استاتی با نتایج بررسی Suganthy و همکاران در سال ۲۰۱۳ همخوانی داشت (۱۵).

به‌طور کلی قدرت کاهشی یک ترکیب به حضور کاهنده‌ها (آنتی‌اکسیدان) که فعالیت آنتی‌اکسیدانی را با شکستن زنجیره رادیکال‌های آزاد و دادن اتم هیدروژن اعمال می‌کنند، وابسته است (۲۱). بیشترین جذب، نشان‌دهنده قدرت کاهشی بیشتر است. طبق جدول شماره ۲، سنجش قدرت کاهشی در غلظت ۰/۰۱ - ۱ با چهار حلال سنجیده شده است. همچنین قدرت کاهشی همه عصاره‌ها وابسته به غلظت بوده و با کاهش غلظت عصاره‌ها در هر چهار حلال، به‌طور معنی‌داری کاهش یافته است. نتایج مربوط به عصاره اتیل‌استات و کلروفومی نیز قابل‌ملاحظه است، ولی در مقایسه با استاندارد اسید اسکوربیک (۰/۱ ± ۰/۹)، کمتر می‌باشد. عصاره اتیل‌استات (۰/۰ ± ۰/۶) در غلظت ۱ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر، بیشترین و ان - هگزان (۰/۰ ± ۰/۳)، کمترین مقادیر را به خود اختصاص داده‌اند.

در مطالعه حاضر، در سایر غلظت‌ها، بیشترین مقادیر جذب در غلظت ۰/۵ و ۰/۱ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر به ترتیب مربوط به عصاره کلروفومی (۰/۰ ± ۰/۳) و عصاره متانولی (۰/۰ ± ۰/۱) بود. براساس مطالعات، عوامل آنتی‌اکسیدانی موجود در عصاره اتیل‌استاتی باعث احیای ترکیب Fe^{3+} فری‌سیانید به شکل آهن فروس شده و منجر به بهبود قدرت کاهشی می‌شوند (۱۵).

فعالیت کلاته‌کنندگی فلزات یکی از مکانیسم‌های آنتی‌اکسیدانی است. فعالیت کلاته‌کنندگی فلزات مولکول‌های آنتی‌اکسیدانی موجب مهار تشکیل رادیکال‌ها و صدمات ناشی از آنها می‌شود. بیان‌شده که عوامل کلاته‌کننده با فلزات پیوند می‌دهند و به‌عنوان آنتی‌اکسیدان‌های ثانویه مؤثر هستند (۱۶). نتایج مربوط به این فعالیت در جدول شماره ۳ آورده شده است. فعالیت هر چهار عصاره قابل‌ملاحظه بوده و تفاوت معنی‌داری با درصد کلاته‌کنندگی نمونه استاندارد (۶۵/۲٪) نداشته است و بیشترین درصد کلاته‌کنندگی در غلظت یک به ترتیب مربوط به عصاره متانولی (۶۳/۶٪) و کمترین درصد مربوط به عصاره‌های اتیل‌استاتی (۵۹/۷٪) و کلروفومی (۵۹/۸٪) بوده است. درصد کلاته‌کنندگی غلظت ۱ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر عصاره ان - هگزانی نیز برابر با ۶۱/۲٪ بوده، که همین روند در غلظت ۰/۵ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر عصاره‌ها نیز مشاهده می‌شود.

مطالعات بیشتر جهت شناسایی، جداسازی و مشخص کردن ترکیبات خاص با فعالیت آنتی‌اکسیدانی استفاده کرد. همچنین می‌توان از آن در مطالعات کلینیکی و پیش‌کلینیکی برای استفاده به‌عنوان غذا و دارو بهره گرفت.

تشکر و قدردانی

نویسندگان این مقاله از دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار و معاونت پژوهش و فناوری وزارت علوم، تحقیقات و فناوری تشکر و قدردانی می‌کنند.

به‌طور کلی در مطالعه حاضر، عصاره متانولی در همه غلظت‌ها، بالاترین فعالیت را به خود اختصاص داد، ولی نتایج مربوط به سایر حلال‌ها متغیر بود. در مطالعات مختلف، فعالیت کلاته‌کنندگی فیبرهایی مانند کاراژینان، آگار و آلژینات گزارش شده است، در این مطالعه نیز ممکن است وجود این مواد موجب کاهش یون آهن شده باشد (۱۷).

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد عصاره جلبک مورد بررسی دارای خواص آنتی‌اکسیدانی بالایی است و از نتایج این تحقیق می‌توان برای

References:

- Cornish M, Garbary D. Antioxidants from macroalgae: potential applications in human health and nutrition. *Algae* 2010;25(4):155-71.
- Cespedes CL, EI-Hafidi M, Pavon N, Alarcon J. Antioxidant and cardioprotective activities of phenolic extracts from fruits of Chilean blackberry *Aristotelia chilensis* (Elaeocarpaceae) Maqui. *Food Chem* 2008;107(2):820-9.
- Larson Richard A. The antioxidants of higher plants. *Phytochemistry* 1988;27(4):969-78.
- Halliwell B. Dietary polyphenols: Good, bad, or indifferent for your health? *Cardiovasc Res* 2007;73(2):341-7.
- Myoung Lae C, Hyi Seung L, Il Jun K, Moo Ho W, Sang Guan Y. Antioxidant properties of extract and fractions from *Enteromorpha prolifera*, a type of green seaweed. *Food Chem* 2011;127(3):999-1006.
- Nazarian M, Hosseini SJ, Nabipour I, Mohebbi GH. Marine bioactive peptides with anti-cancer potential. *Iranian South Med J* 2015;18(3):607-29. [Full Text in Persian]
- Kim SK, Pallela R. Medicinal foods from marine animals: Current status and prospects. *Adv Food Nutr Res* 2012;65:1-9.
- Ananthi S, Saravana Babu C, Chandronitha C, Vasanthi Hannah R. In-vitro antioxidant activity of the Green alga *Halimeda tuna*. *Sea Weed Res Utilin* 2008;30:1-7.
- Vasanthi HR, Charles Dorni AI, Vidhyalakshmi KS, Rajamanickam GV. Free radical scavenging and antioxidant activity of red algae *Acanthophora spicifera* – relation to its chemical composition. *Seaweed Res Utilin* 2006;28:1-7.
- Xiaojun Y, Xiancui L, Chengxu Z, Xiao F. Prevention of fish oil rancidity by phlorotannins from *Sargassum kjellmanianum*. *J Appl Phycol* 1996;8(3):201-3.
- Yan X, Chuda Y, Suzuki M, Nagata T. Fucoxanthin as the major antioxidant in *Hijikia fusiformis*, common edible seaweed. *Biosci Biotechnol Biochem* 1999;63(3):605-7.
- Peymani J, Gharaei A, Ghaffari M, Taheri A. Antibacterial activity of the brown algae (*Sargassum glaucescens*) ethanolic and aqueous extracts from Chabahar coasts, Oman Sea, Iran. *Iranian Fish Sci J* 2013;22(4):13-21. [Full Text in Persian]
- Gharanjik BM, Wynne M, Bangmei Xia, Khajeh S. The biomass of the medicinal red algae (Rhodophyta) in the intertidal zone of the Chabahar coasts. *Iranian Fish Sci J* 2011;20(3):103-14. [Full Text in Persian]

14. Prasad K, Siddhanta AK, Ganesan M, Ramavat BK, Jha B, Ghosh PK. Agars of *Gelidiella acerosa* of west and south east coasts of India. *Biores Technol* 2007;98(10):1907–15.
15. Suganthy N, Arif Nisha S, Karutha S. Evaluation of *Gelidiella acerosa*, the red algae inhabiting South Indian coastal area for antioxidant and metal chelating potential. *Biomed Prev Nutr* 2013;3(4):399-406.
16. Lim SN, Cheung PCK, Ooi VEC, Ang PO. Evaluation of antioxidative activity of extracts from a brown seaweed *Sargassum siliquastrum*. *J Agric Food Chem* 2002;50(13):3862–6.
17. Ganesan K, Kumar SK, Subba RP. Comparative assessment of antioxidant activity in three edible species of green seaweed, *Enteromorpha* from Okha, Northwest coast of India. *Innov Food Sci Emerg Technol* 2011;12(1):73-8.
18. Chang LW, Yen WJ, Huang SC, Duh PD. Antioxidant activity of sesame coat. *Food Chem* 2002;78(3):347-54.
19. Chia-Ling J, Wen-ching KO. 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging by protein hydrolyzates from tuna cooking juice. *Fish Sci* 2002;68(2):430–5.
20. Magalhaes LM, Segundo MA, Reis S, Lima JL. Methodological aspects about in vitro evaluation of antioxidant properties. *Anal Chim Acta* 2008;613(1):1-19.
21. Meir S, Kanner J, Akiri B, Phosph-Hada S. Determination and involvement of aqueous reducing compounds in oxidative defense systems of various senescing leaves. *J Agric Food Chem* 1995;43(7):1813-19.