



Original Research Paper

Measurement of anthocyanin and antioxidant content of extracts of three important algal species on the northern shores of the Oman Sea

Ali Mahdi Abkenar^{*}, Eid Mohammad Sarani Yaztapeh

Department of Fisheries, Chabahar Branch, Islamic Azad University, Chabahar, Iran

Key Words

Antioxidants
Anthocyanins
Flavonoids
Oman Sea

Abstract

Introduction: Macroalgae, are important in aquatic habitats. This plants have been receiving increasing attention as a promising natural source of antioxidants. In this regard, at the present study the content of flavonoids, anthocyanin and ferric reducing antioxidant power in three species of native algae to the northern coast of the Oman Sea (Sistan and Baluchestan province) compared.

Materials & Methods: Sampling was carried out in autumn and winter of 2018 on the northern shores of the Oman Sea (Chabahar Gulf). Samples include one species of green algae (*Ulva lactuca*) and two species of brown algae (*Sargassum illicifolium* and *Nizamuddiniana zanardinii*). The total content of anthocyanin and flavonoid are measured by spectrophotometry. However, antioxidant properties were also measured by ferric reducing antioxidant power.

Results: Based on the results, the studied species showed a significant difference in the studied indices ($P < 0.05$). Total anthocyanin contents in *S. illicifolium*, *N. zanardinii* and *U. lactuca* extracts was 8.31 ± 1.14 , 5.19 ± 1.36 and 3.59 ± 1.84 mg per 100 g dry weight, respectively ($P < 0.05$). Total flavonoid content 27.40 ± 2.71 , 21.12 ± 1.14 and 0.39 ± 0.12 mg per 100 g QE per 100 g dry weight and ferric reducing antioxidant power was 1.21 ± 0.36 , 0.67 ± 0.10 and 0.60 ± 0.12 , respectively ($P < 0.05$).

Conclusion: In concluded, the results of this study indicate that the total amount of anthocyanin and flavonoid contents as well as ferric reducing antioxidant power in *S. illicifolium* extract were significantly higher than *U. lactuca* and *N. zanardinii*.

* Corresponding Author's email: aliabkenar@gmail.com

Received: 26 November 2021; Reviewed: 31 December 2021; Revised: 6 March 2022; Accepted: 9 April 2022

(DOI): [10.22034/AEJ.2022.333075.2772](https://doi.org/10.22034/AEJ.2022.333075.2772)

مقاله پژوهشی

سنجش میزان آنتوسیانین و آنتی‌اکسیدان عصاره سه گونه مهم جلبکی در سواحل شمالی دریای عمان

علی مهدی آبکنار*، عیدمحمد سارانی یازتپه

گروه شیلات، واحد چابهار، دانشگاه آزاد اسلامی، چابهار، ایران

چکیده

کلمات کلیدی

مقدمه: جلبک‌های دریایی در زیستگاه‌های آبی بسیار حائز اهمیت است. این گیاهان به‌عنوان منابعی غنی از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی مورد توجه قرار گرفته‌اند. در همین ارتباط در پژوهش حاضر محتوای فلاونوئیدی، آنتوسیانین و قدرت مهارکنندگی یون آهن در سه گونه از جلبک‌های بومی سواحل شمالی دریای عمان (استان سیستان و بلوچستان) مورد مقایسه قرار گرفت.

آنتی‌اکسیدان
آنتوسیانین
فلاونوئید
دریای عمان

مواد و روش‌ها: نمونه‌برداری در فصول پاییز و زمستان ۱۳۹۷ در سواحل شمالی دریای عمان (خلیج چابهار) انجام شد. نمونه‌های مورد مطالعه شامل یک گونه جلبک سبز (*Ulva lactuca*) و دو گونه جلبک قهوه‌ای (*Sargassum illicifolium* و *Nizamuddinina zanardinii*) بودند. سنجش میزان آنتوسیانین و محتوای فلاونوئیدی به روش اسپکتوفتومتری انجام شد. خواص آنتی‌اکسیدانی نیز با اندازه‌گیری قدرت مهارکنندگی یون آهن اندازه‌گیری شد.

نتایج: براساس نتایج پژوهش، گونه‌های مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری در شاخص‌های اندازه‌گیری شده نشان دادند. میزان آنتوسیانین در عصاره *S. illicifolium*، *N. zanardinii* و *U. lactuca* به ترتیب، $8/31 \pm 1/14$ ، $5/19 \pm 1/36$ و $3/59 \pm 1/84$ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن خشک بود. محتوای فلاونوئیدی تام نیز به ترتیب $27/40 \pm 2/71$ ، $21/12 \pm 1/14$ و $0/39 \pm 0/12$ میلی‌گرم کوئرستین بر ۱۰۰ گرم وزن خشک و قدرت مهارکنندگی یون آهن نیز به ترتیب $1/21 \pm 0/36$ ، $0/67 \pm 0/10$ و $0/60 \pm 0/12$ اندازه‌گیری شد.

بحث و نتیجه‌گیری: در مجموع نتایج پژوهش حاضر نشان داد که میزان آنتوسیانین، محتوای فلاونوئیدی و قدرت مهارکنندگی یون آهن در عصاره *S. illicifolium* به شکل معنی‌داری بالاتر از عصاره‌های *U. lactuca* و *N. zanardinii* بود.

مقدمه

و مکانیسم‌های مختلفی از جمله جلوگیری از شروع زنجیره، اتصال کاتالیزورهای یون فلزات واسطه، ظرفیت کاهشی، مهار رادیکال و غیره نسبت داده شده است (۱). با وجود این‌که دریای عمان از نظر بیوماس و تنوع جلبکی جزو مناطق غنی محسوب می‌شود اما متأسفانه مطالعات بسیار کمی روی خواص زیست فعال این منابع ارزشمند در این دریا انجام شده است. گزارشات در دسترس در خصوص بررسی خواص آنتی‌اکسیدانی و ضد میکروبی جلبک‌های دریای عمان بسیار محدود است. در بیش‌تر مطالعات به شناسایی و طبقه‌بندی جلبک‌ها پرداخته شده است. به‌منظور توجیه استفاده از جلبک‌ها به‌عنوان یک منبع غذایی بالقوه و هم‌چنین گیاهان دارویی، در مطالعه حاضر به بررسی و تعیین میزان برخی خواص کاربردی و آنتی‌اکسیدانی سه گونه از ماکرو جلبک‌های بومی منطقه چابهار در استان سیستان و بلوچستان شامل یک گونه جلبک سبز (*Ulva lactuca*) و دو گونه جلبک قهوه‌ای (*Sargassum illicifolium* و *Nizamuddinina zanardinii*) پرداخته شد. نتایج این تحقیق می‌تواند مقدمه‌ای برای انجام مطالعات پیش‌کلینیکی و کلینیکی جهت یافتن داروهای با خواص آنتی‌اکسیدانی بر پایه جلبک‌های بومی منطقه مورد مطالعه باشد.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری: نمونه‌های جلبکی شامل یک گونه جلبک سبز (*Ulva lactuca*) و دو گونه جلبک قهوه‌ای (*Sargassum illicifolium*) و *Nizamuddinina zanardinii* در فصول پاییز و زمستان ۱۳۹۷ در زمان بیشینه جدر از نمونه‌های به ساحل آورده شده در منطقه تیس چابهار (استان سیستان و بلوچستان) واقع در مختصات جغرافیایی ۲۵ درجه و ۱۷ دقیقه و ۷۱ ثانیه عرض شمالی و ۶۰ درجه و ۳۷ دقیقه و ۱۷ ثانیه طول شرقی جمع‌آوری شد. شناسایی گونه‌ها با استفاده از کلیدهای شناسایی معتبر و چک‌لیست موجود از ماکرو جلبک‌های منطقه انجام شد (۲۷).

آماده‌سازی نمونه‌ها: نمونه‌ها پس از جمع‌آوری جهت زدودن گل‌ولای و سایر مواد چسبیده به آن‌ها بلافاصله با آب دریا شستشو داده شد نمونه‌ها به‌مدت ۳ روز روی پارچه‌ای تمیز گسترده و در سایه خشک شدند و درون کیسه‌های پلاستیکی زیپ‌دار قرار گرفتند. کیسه‌ها به‌منظور جلوگیری از نفوذ نور توسط ورقه‌های نازک آلومینیومی پوشانده شدند و در ظروف نگهدارنده مخصوص در کنار یخ قرار گرفتند (۲۸). نمونه‌ها پس از شناسایی به آزمایشگاه غذا و دارو منطقه آزاد چابهار منتقل شدند و تا زمان شروع آزمایشات مربوط به عصاره‌گیری دردمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند (۲۹). برای عصاره‌گیری نمونه‌های خشک شده بادستگاه آسیاب برقی پودر شدند و عصاره‌گیری

موجودات آبی، منابعی غنی از محصولات طبیعی با فعالیت‌های بیولوژیکی و فارماکولوژیکی می‌باشند (۱). این موجودات به‌عنوان یکی از مهم‌ترین منابع ترکیبات زیست پزشکی هستند که می‌توان از آن‌ها جهت بهبود سلامت در جوامع انسانی بهره‌برد (۲، ۳). طیف گسترده‌ای از فعالیت‌های بیولوژیکی هم‌چون اثرات آنتی‌اکسیدانی، ضد میکروبی، ضد ویروسی، ضد قارچی و ضد سرطانی در این گیاهان شناسایی و جداسازی شده است (۴). عصاره جلبک‌ها منبع غنی از ترکیبات آنتی‌اکسیدانی می‌باشد (۵). این گیاهان فتوسنتزکننده زی‌توده اولیه در مناطق جزر ومدی را تشکیل می‌دهند (۶). امروزه حدود ۹۰۰۰ گونه از ماکرو جلبک‌ها در نقاط مختلف جهان شناسایی شده است که براساس محتوای رنگدانه به ۳ گروه جلبک‌های قهوه‌ای (فئوفیت‌ها: Phaeophytes)، قرمز (رودوفیت‌ها Rhodophytes) و سبز (کلروفیت‌ها Chlorophytes) تقسیم می‌شوند (۷). در سواحل چابهار ۶۰ جنس و ۱۵۰ گونه جلبک دریایی گزارش شده است (۸). اگرچه امروزه استفاده‌های مستقیم و غیرمستقیم زیادی از ماکرو جلبک‌های دریایی در صنایع مختلف می‌شود اما گزارش شده است که فقط تعداد محدودی از آن‌ها در سرتاسر جهان به صورت تجاری مورد استفاده قرار می‌گیرند (۹، ۵). بنابراین، ارزیابی ترکیبات بیوشیمیایی و بهره‌برداری از ترکیبات موجود در ساختار ماکرو جلبک‌های دریایی با هدف فراهم آوردن اطلاعات مورد نیاز در خصوص کاربردهای بالقوه‌ی آن‌ها بسیار حائز اهمیت می‌باشد (۱۰). *Ulva lactuca* جزو ماکرو جلبک‌های دریایی سبز متعلق به شاخه Chlorophyta، رده Ulvophyceae و خانواده Chlorophyceae می‌باشد که در اوایل قرن ۱۷ توسط لینه در دریای سیاه رده‌بندی شد (۱۱). زیستگاه این گونه سواحل کم‌عمق شنی و سنگی-شنی است و اغلب در ناحیه بین جزر و مدی یافت می‌شود (۱۲). فعالیت آنتی‌اکسیدانی و آنتی‌میکروبی این گونه در مطالعات مختلفی ثابت شده است (۱، ۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸، ۱۹). *Sargassum illicifolium* جلبک دریایی قهوه‌ای با رشد سریع متعلق به رده Phaeophyceae، راسته Fucals و خانواده Sargassaceae می‌باشد. در امتداد سواحل ایرانی دریای عمان (استان سیستان و بلوچستان) این گونه به وفور یافت می‌شود (۲۰). *Nizamuddinina zanardinii* نیز جلبک قهوه‌ای دریایی متعلق به رده Phaeophyceae، راسته Laminariales و خانواده Alariaceae می‌باشد. محل رویش این جلبک معمولاً در قسمت‌های پایینی محدوده بین جزر و مدی و روی سطح بسترهای صخره‌ای است (۲۱). فعالیت آنتی‌اکسیدانی این دو گونه نیز در مطالعات مختلفی مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفته است (۲۲، ۲۳، ۲۴، ۲۵، ۲۶). طی بررسی‌های انجام شده فعالیت آنتی‌اکسیدانی گونه‌های فوق به واکنش‌ها

اندازه‌گیری آنتوسیانین: میزان ترکیبات آنتوسیانین تام عصاره‌ها

با دستگاه اسپکتوفتومتر مطابق با روش اختلاف pH (pH-differential method) اندازه‌گیری شد (۳۱). در این روش دوسیستم بافری پتاسیم کلراید (۰/۲۵ مولار) با pH=۱ و بافر سدیم استات (۰/۴ مولار) با pH=۴/۵ استفاده شد. به‌طور خلاصه، ۴۰۰ میکرولیتر از محلول عصاره‌ها با ۳/۶ میلی‌لیتر از هر یک از بافرها به‌طور جداگانه مخلوط شد. هر یک از نمونه‌ها در دو طول موج ۵۱۰ و ۷۰۰ نانومتر قرائت گردید. نتایج برحسب میلی‌گرم سیانیدین -۳- گلیکوزید در ۱۰۰ گرم عصاره بر اساس فرمول‌های زیر بیان شد (۳۲):

$$A = (A_{\lambda 515} - A_{\lambda 700}) \text{ pH } 1.0 - (A_{515} - A_{700}) \text{ pH } 4.5$$

$$TAC (mgC - 3 - GE/100g DW) = (A \times MW \times 1000 / (\epsilon \times C))$$

در معادلات فوق A معادل مقدار جذب نمونه؛ MW معادل وزن مولی سیانیدین تری گلیکوزید برحسب گرم بر مول آنتوسیانین غالب در جلبک‌ها و برابر DF.۴۸۴/۸۲ معادل فاکتور رقت نمونه‌ها، E معادل جذب مولی سیانیدین تری گلیکوزی و برابر ۲۴۸۲۵. C معادل غلظت بافر برحسب میلی‌گرم بر میلی‌لیتر و عدد ۱۰۰۰ جهت تبدیل گرم به میلی‌گرم بودند.

اندازه‌گیری قدرت احیاکنندگی یون آهن (FRAP): برای

اندازه‌گیری قدرت احیاکنندگی یون آهن در نمونه‌های مورد مطالعه، ابتدا ۰/۵ میلی‌لیتر از عصاره‌های استخراج شده در غلظت‌های مختلف (۴۰۰-۱۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) به ۱/۲۵ میلی‌لیتر بافر فسفات (۰/۲ مولار، pH برابر ۶/۶) اضافه شد. پس از اضافه کردن ۱/۲۵ میلی‌لیتر فری سیانید پتاسیم (۱ درصد) انکوباسیون نمونه‌ها به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد انجام شد. پس از سرد شدن نمونه‌ها، با افزودن ۱/۲۵ میلی‌لیتر تری کلرو استیک اسید (۱۰ درصد)، ۱/۲۵ میلی‌لیتر آب دیونیزه و ۲۵۰ میلی‌لیتر FeCl₃ 6H₂O (۱ درصد) محلول به مدت ۱۰ دقیقه در دمای اتاق انکوبه شد. در نهایت میزان جذب نمونه‌ها در طول موج ۷۰۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتوفتومتر قرائت گردید. برای رسم منحنی استاندارد از اسید آسکوربیک در غلظت‌های مختلف (۱۰-۴۰۰) برحسب میلی‌گرم بر میلی‌لیتر به‌عنوان کنترل مثبت استفاده شد (۳۳).

تجزیه و تحلیل آماری: تجزیه و تحلیل آماری داده با آنالیز

واریانس یک‌طرفه و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. قبل از انجام هر گونه تجزیه و تحلیلی در ابتدا نرمال بودن داده‌ها آزمون کولموگراف-سمیرنوف در قالب طرح کاملاً تصادفی بررسی شد. برای انجام آنالیزهای آماری از نرم‌افزارهای SPSS نسخه ۲۳ و برای ترسیم نمودارها از نرم‌افزار Origin (2018) استفاده شد.

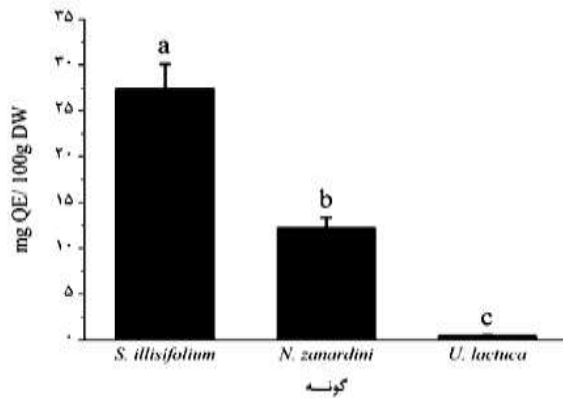
از آن‌ها در سه مرحله انجام شد. مراحل اول و دوم با آب مقطر و مرحله سوم با متانول انجام شد. در این روش ابتدا ۵۰ گرم پودر جلبک با یک لیتر آب مقطر هموژنیزه شد (به نسبت ۱ به ۲۰). نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق نگهداری شد. پس از طی شدن مدت زمان مذکور، مخلوط حاصل با دور ۳۵۰۰ rpm در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ شد و از کاغذ صافی واتمن شماره ۴ عبور داده شد. کنستانتتره و عصاره هر دو فریزدرای شده و وزن شدند. به کنستانتتره به دست آمده از مرحله اول مجدداً به نسبت ۱ به ۲۰ آب مقطر اضافه شد و روند بالا تکرار شد. به این ترتیب کنستانتتره و عصاره دوم به دست آمد. کنستانتتره و عصاره به دست آمده از مرحله دوم مجدداً فریزدرای شده و وزن گردید. به کنستانتتره به دست آمده از مرحله دوم مجدداً فریزدرای شده و نسبت ۱ به ۲۰ متانول اضافه شد و روند بالا مجدداً تکرار شد تا تمام عصاره‌های باقی‌مانده استخراج گردد. متانول اضافه شده در این مرحله با استفاده از روتاری خارج شد و سپس فریزدرای گردید. تمام عصاره‌های به دست آمده از سه مرحله با هم مخلوط شد و در دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد تا زمان شروع آنالیزهای شیمیایی نگهداری شد. در زمان شروع آنالیزهای شیمیایی محلول استوکی از عصاره ۰/۵ درصد (۰/۰۵ گرم عصاره به همراه ۱۰ سی‌سی آب مقطر) تهیه شد و برای آزمایش‌های مربوطه به کار گرفته شد.

اندازه‌گیری محتوای فلاونوئید تام: میزان ترکیبات فلاونوئیدی

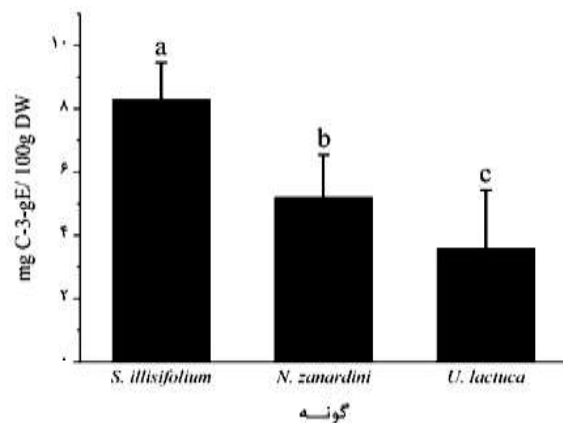
عصاره‌های جلبکی با روش کالریمتریک، مطابق روش ارائه شده توسط Chang و همکاران اندازه‌گیری شد (۳۰) به‌طور خلاصه در این روش، ابتدا ۰/۵ میلی‌لیتر از محلول عصاره‌ها با ۱/۵ میلی‌لیتر اتانول ۹۵ درصد، ۰/۱ میلی‌لیتر آلومینیوم کلراید ۱۰ درصد، ۰/۱ میلی‌لیتر استات پتاسیم ۱ مولار و ۲/۸ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط گردید. بعد از نگهداری نمونه‌ها در دمای اتاق به مدت ۳۰ دقیقه، میزان جذب نمونه‌ها در طول موج ۴۱۵ نانومتر قرائت شد. از کوئرستین به‌منظور رسم منحنی استاندارد استفاده شد و نتایج برحسب میلی‌گرم کوئرستین در هر گرم عصاره بیان شد. بدین صورت که محلول پایه‌ای از این ماده با غلظت ۱۰۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر تهیه شد. سپس از این محلول پایه غلظت‌های مختلف (۱۰، ۲۰، ۴۰، ۸۰ و ۱۰۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر) آماده گردید و پس از انجام مراحل مختلف مطابق روش ذکر شده در بالا مقدار جذب نمونه‌ها خوانده شد. پس از رسم منحنی کالیبراسیون کوئرستین، با قرار دادن مقدار جذب عصاره در معادله خطی مربوط به منحنی استاندارد، مقدار فلاونوئید تام موجود در عصاره محاسبه شد. در نهایت، داده‌ها براساس معادل میلی‌گرم کوئرستین بر ۱۰۰ گرم ماده خشک بیان شد (۳۰).

نتایج

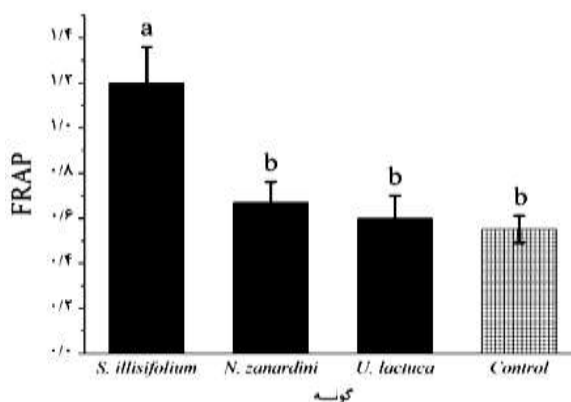
نتایج اندازه‌گیری میزان تام ترکیبات فلاونوئیدی پس از قرار دادن میزان جذب عصاره جلبک‌ها در معادله خط منحنی استاندارد ($y=76.75454x-24.92$; $r^2=0.94127$) کوئرتستین ($0-100 \mu\text{g/ml}$) محاسبه شد (شکل ۱).



شکل ۲: مقایسه مقدار ترکیبات فلاونوئیدی در سه گونه از ماکرو جلبک‌های بومی خلیج چابهار

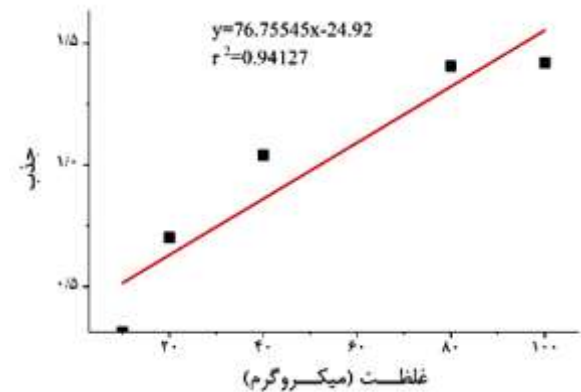


شکل ۳: نمودار مقایسه مقدار آنتوسیانین در عصاره سه گونه از ماکرو جلبک‌های بومی خلیج چابهار



شکل ۴: مقایسه قدرت احیاکنندگی یون آهن در عصاره سه گونه از ماکرو جلبک‌های بومی خلیج چابهار

بر اساس نتایج آنالیز واریانس اختلاف معنی‌داری در محتوای ترکیبات فلاونوئیدی بین عصاره متانولی هر سه گونه مشاهده شد ($p < 0.05$). بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار ترکیبات فلاونوئیدی به ترتیب در عصاره *S. illicifolium* ($27/40 \pm 2/71$) میلی کوئرتستین بر ۱۰۰ گرم جلبک و *U. lactuca* ($0/396 \pm 0/12$) میلی گرم کوئرتستین بر ۱۰۰ گرم جلبک) به دست آمد. مقدار ترکیبات فلاونوئیدی در عصاره *N. Zanardini* نیز $12/21 \pm 1/14$ میلی گرم کوئرتستین بر ۱۰۰ گرم جلبک اندازه‌گیری شد (شکل ۲). میزان ترکیبات آنتوسیانین نیز بین هر سه گونه از اختلافی معنی‌داری برخوردار بود ($p > 0.05$). بر اساس نتایج تحقیق بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار آنتوسیانین به ترتیب در عصاره *S. illicifolium* ($8/31 \pm 1/14$) میلی گرم در ۱۰۰ گرم عصاره) و *U. lactuca* ($3/59 \pm 1/84$) میلی گرم در ۱۰۰ گرم عصاره) شد. ترکیبات آنتوسیانین در عصاره *N. zanardini* نیز $5/19 \pm 1/36$ میلی گرم در ۱۰۰ گرم به دست آمد (شکل ۳). مطابق آن چه در شکل ۴ ارائه شده است جلبک *S. illicifolium* نسبت به سایر گونه‌ها در کاهندگی یون آهن مؤثرتر عمل کرد و مقدار این شاخص در این گونه به شکل معنی‌داری بالاتر از سایر گونه‌ها و شاهد مثبت بود ($p < 0.05$)؛ در حالی که بین عصاره سایر گونه‌ها و کنترل مثبت (اسید آسکوربیک) اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ($p > 0.05$). قدرت احیا کنندگی یون آهن در عصاره‌های جلبکی مورد مطالعه به ترتیب برای



شکل ۱: منحنی استاندارد کوئرتستین جهت سنجش میزان ترکیبات فلاونوئیدی

بحث

براساس آن چه در منابع علمی ذکر شده جلبک‌های دریایی منابعی غنی از ترکیبات آنتی‌اکسیدانی هستند (۳۴). با توجه به اثرات درمانی و خواص دارویی این گیاهان، شناسایی و بررسی میزان ترکیبات مؤثره آن‌ها امری ضروری است. در تحقیقات بسیاری توان آنتی‌اکسیدانی جلبک‌های دریایی مورد ارزیابی قرار گرفته است (۳۵). فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی بررسی شده در برخی از جلبک‌های قرمز، قهوه‌ای و سبز نشان می‌دهد که خواص آنتی‌اکسیدانی عصاره جلبک‌های دریایی مختلف با یکدیگر دارای تفاوت‌هایی هستند که متناسب با محتوای ترکیبات آنتی‌اکسیدانی آن‌هاست (۳۶). مطالعات انجام شده نشان می‌دهند که فعالیت آنتی‌اکسیدانی در جلبک‌های قهوه‌ای به‌طور معنی‌داری بالاتری از جلبک‌های سبز و قرمز می‌باشد (۲، ۳۷، ۳۸، ۳۹، ۴۰). در پژوهش حاضر نیز نتایج به‌دست آمده نشان داد که روند تغییرات در میزان ترکیبات فلاونوئیدی، آنتوسیانین و قدر کاهندگی یون آهن در جلبک‌های قهوه‌ای به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از جلبک سبز بود. هرچند به لحاظ قدرت کاهندگی یون آهن بین عصاره *U. lactuca* و *N. zanardinii* اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. فلاونوئیدها گروهی از ترکیبات ثانویه با کارکردهای آنتی‌اکسیدانی بالا می‌باشد (۴۱). فعالیت آنتی‌اکسیدانی این گروه از متابولیت‌ها به‌واسطه تعداد و موقعیت قرارگیری گروه‌های OH آزاد متفاوت خواهد بود (۴۲). در مطالعات مختلفی وجود همبستگی مثبت بین مقدار فلاونوئید و فعالیت آنتی‌اکسیدانی جلبک‌ها گزارش شده است (۴۳، ۴۴). طبق گزارشات در دسترس تنوع ژنتیکی و بیولوژیکی، محیط‌زیست و تغییرات فصول تأثیرات معنی‌داری بر میزان فلاونوئید گیاهان دارد (۱۲). آنتوسیانین‌ها نیز جزو متابولیت‌های ثانویه محسوب می‌شوند که به‌دلیل برخورداری از خواص آنتی‌اکسیدانی بالا، ممانعت از جهش ژنتیکی، جلوگیری از ایجاد سرطان، هم‌چنین خواص ضدپیری بسیار، شناخته و مورد توجه می‌باشند. از طرفی این ترکیبات رنگیزه‌های بسیار پرکاربرد طبیعی برای صنایع غذایی و دارویی محسوب می‌شوند (۴۵). در مطالعه حاضر بیش‌ترین مقدار ترکیبات آنتوسیانین در *S. illicifolium* و کم‌ترین مقدار آن در *U. lactuca* اندازه‌گیری شد. در مطالعه Rahbarmehr میزان آنتوسیانین در نمونه تازه ماکروجلبک گراسیلاریا (*Gracilaria gracilis*)، 20.11 ± 86.23 میکرومول بر گرم وزن تر جلبک گزارش دادند (۴۶). قدرت کاهندگی آهن یکی از روش‌هایی اصلی جهت سنجش فعالیت آنتی‌اکسیدانی می‌باشد که اغلب برای ارزیابی توانایی آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی برای اهدای الکترون و هیدروژن سنجیده می‌شوند (۴۷). گزارشات متعدد نشان داده است که یک رابطه مستقیم بین فعالیت آنتی‌اکسیدانی و قدرت کاهندگی ترکیبات زیست‌فعال وجود دارد (۴۸).

(۴۹). آزمایش FRAB یا قدرت کاهندگی آهن توانایی یک ترکیب آنتی‌اکسیدانی را برای احیای اکسند فریک (Fe^{+3}) به یک ترکیب فروس (Fe^{+2}) توسط انتقال یک الکترون اندازه‌گیری می‌کند و این قابلیت ترکیب را برای کاهش رادیکال‌های فعال نشان می‌دهد (۵۰). در مطالعه حاضر بیش‌ترین قدرت کاهندگی آهن در گونه *S. illicifolium* و کم‌ترین مقدار آن در گونه *U. lactuca* اندازه‌گیری شد. لازم به‌ذکر است که بین دو گونه *U. lactuca* و *N. zanardini* اختلاف معنی‌داری از لحاظ قدرت کاهندگی آهن وجود نداشت. در تأیید نتایج به‌دست آمده Ghaemi و همکاران، قدرت مهار رادیکال آزاد DPPH و ظرفیت احیاکنندگی یون آهن در جلبک قهوه‌ای *Colpomenia sinuosa* را به ترتیب $2/68$ و 0.1128 گزارش دادند (۵۱). نتایج مطالعه Etemadiani و همکاران، نیز نشان داد که قدرت کاهندگی آهن ($0.10 \pm 68/01$) در جلبک *S. illicifolium* نسبت به سایر گونه‌های مورد مطالعه مؤثرتر عمل نمود (۵۲). Mohammadi ظرفیت احیاکنندگی عصاره *N. zanardinii* را $22/76$ درصد گزارش داد که از مقدار اندازه‌گیری شده در مطالعه حاضر کم‌تر بود (۱۰). Fellah و همکاران، با بررسی خواص آنتی‌اکسیدانی در سه گونه جلبک (*Zonaria tournefortii*, *Halopteris scoparia* و *Sphaerococcus coronopifolius*) شاهد اختلاف معنی‌داری در مقدار FRAP اندازه‌گیری شده بین هر سه گونه بودند. براساس گزارش این محققین بیش‌ترین مقدار FRAP در عصاره *S. coronopifolius* (mg) محققین بیش‌ترین مقدار FRAP در عصاره *H. scoparia* (mg GAE/100g) $54/0 \pm 69/75$ ، سپس $40/1 \pm 77/80$ و کم‌ترین مقدار در *Z. tournefortii* (mg GAE/100g) $31/1 \pm 02/45$ مشاهده شد (۵۳). خواص کاهندگی یا احیاکنندگی عصاره‌ها عموماً در ارتباط با حضور مواد احیاکننده در خود عصاره بوده و عمل آنتی‌اکسیدانی این احیاکننده‌ها براساس شکست زنجیره رادیکال آزاد توسط اهدای یک اتم هیدروژن و تشکیل محصولات پایدار صورت می‌گیرد (۵۴). براساس یافته‌های Moure و همکاران، کیفیت عصاره‌های طبیعی و اثرات آنتی‌اکسیدانی آن‌ها، نه‌تنها به مدت ذخیره‌سازی و نگه‌داری، منشأ جغرافیایی و زمان به‌عمل‌آوری آن‌ها، بلکه به محیط و عوامل تکنولوژیکی مورد استفاده در عصاره‌گیری نیز بستگی دارد (۵۵). روش FRAP از جمله روش‌های شناخته شده در بیان ظرفیت اهدای الکترون در ترکیبات زیست‌فعال یا اجزای غذا می‌باشد. الکترون منتقل شده هر ترکیبی را از جمله فلزات، گروه‌های کربونیل و رادیکال‌ها کاهش می‌دهد (۵۶). Rajauria گزارش داد که قدرت کاهندگی یون آهن در عصاره لیپوفیلیک جلبک‌های قهوه‌ای دریایی (*Himanthalia elongata*, *Saccharina latissima-formerly*)، *Laminaria digitata*، *Laminaria saccharina* همبستگی مثبتی با میزان فنل تام، محتوای فلاونوئیدی، کاروتنوئید و کلروفیل II داشت (۵۷). Syad و همکاران دریافتند که وجود مقدار زیادی از ترکیبات

منابع

1. **Kosanić, M., Ranković, B. and Stanojković, T., 2015.** Biological activities of two macroalgae from Adriatic coast of Montenegro. *Saudi J Biol Sci.* 22(4): 390-397. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1319562X14001417>
2. **Kuda, T., Tsunekawa, M., Goto, H. and Araki, Y., 2005.** Antioxidant properties of four edible algae harvested in the Noto Peninsula, Japan. *J Food Compos Anal.* 18(7): 625-633. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0889157504001279>
3. **Manilal, A., Sujith, S., Sabarathnam, B., Kiran, G.S., Selvin, J. and Shakir, C., 2010.** Bioactivity of the red algae *Asparagopsis taxiformis* collected from the Southwestern coast of India. *Brazilian J Oceanogr.* 58(2): 93-100. Available from: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sciarttext&pid=S1679-87592010000200002&lng=en&tlng=en>
4. **Marinho, G.S., Sørensen, A.D.M., Safaar, H., Pedersen, A.H. and Holdt, S.L., 2019.** Antioxidant content and activity of the seaweed *Saccharina latissima*: a seasonal perspective. *J Appl Phycol.* 31(2): 1343-1354. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s10811-018-1650-8>
5. **Pereira, L., 2018.** Seaweeds as Source of Bioactive Substances and Skin Care Therapy-Cosmeceuticals, Algototherapy, and Thalassotherapy. *Cosmetics.* 5(4):68. Available from: <http://www.mdpi.com/2079-9284/5/4/68>
6. **Miyashita, K., Narayan, B., Tsukui, T., Kamogawa, H., Abe, M. and Hosokawa, M., 2011.** Brown Seaweed Lipids as Potential Source of Omega-3 PUFA in Biological Systems. In: *Handbook of Marine Macroalgae.* Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd. 329-339. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9781119977087.ch16>
7. **Miyashita, K., Mikami, N. and Hosokawa, M., 2013.** Chemical and nutritional characteristics of brown seaweed lipids: A review. *J Funct Foods.* 5(4):1507-1517. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1756464613002181>
8. **Gharanjik, B.M., 2000.** The marine algae of the Sistan and Baluchestan Province, Iran. *Iran J Fish Sci.* 2(2): 57-70. Available from: <http://jifro.ir/article-1-3180-en.html>
9. **Pimentel, F.B., Alves, R.C., Rodrigues, F., Beatriz, M. and Oliveira, P.P., 2018.** Macroalgae-Derived Ingredients for Cosmetic Industry-An Update. *cosmetics.* 5(1): 2. <https://doi.org/10.3390/cosmetics5010002>. Available from: www.mdpi.com/journal/cosmetics
10. **Mohammadi, E., 2016.** Comparison of Physicochemical and functional properties of two brown seaweeds species of (*Nizimuinia zanardini* and *Iyengaria stellata*), Qeshm. *Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources.*
11. **Dominguez, H. and Loret, E.P., 2019.** *Ulva lactuca*, A Source of Troubles and Potential Riches. *Mar Drugs.* 17(6): 357. Available from: <https://www.mdpi.com/1660-3397/17/6/357>
12. **Kumar, C.S., Ganesan, P., Suresh, P.V. and Bhaskar, N., 2008.** Seaweeds as a source of nutritionally beneficial compounds-a review. *J Food Sci Technol.* 45(1): 1-13. Available from: <https://eurekamag.com/research/021/728/021728823.php>
13. **Moulazadeh, A., Ranjbar, R., Dakhili Ardestani, A., Keshavarzi, A., Karimzadeh, F. and Rahnavard, M., 2021.** Evaluation of Phenolic Content, Antioxidant Activity and Cytotoxic Effects of *Ulva lactuca* and *Hypnea S. wightii* در عصاره غیرقطبی جلبک قهوه‌ای دریایی می‌تواند دلیل احتمالی فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالقوه در این گونه باشد که توسط فعالیت مهار رادیکال‌های قوی OH، DPPH، H₂O₂ و FRAP مشخص گردید (۵۸). در تائید نتایج حاضر Moulazadeh و همکاران نیز گزارش دادند که میزان FRAP اندازه‌گیری شده در عصاره آبی - متانولی *Hypnea musiformis* به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از *U. lactuca* بود (۵۹). به‌نظر می‌رسد عواملی چون پاکی یا آلودگی آب و در نتیجه تفاوت در پارامترهای مرتبط در اختلاف نتایج به‌دست آمده بین نمونه‌های مورد مطالعه تأثیرگذار باشد. طی مطالعات گذشته ثابت شده است که محیط آب دریا و نوسانات فصلی و تغییر در عواملی چون دما، شوری، سطح مواد غذایی و نوع بستر و ترکیبی از آن‌ها می‌تواند بر مرفولوژی و رشد و بلوغ تال جلبک‌ها و بیوشیمی آن‌ها اثرگذار باشد (۶۰). به‌طور کلی در جلبک‌ها عواملی چون شوری، دما، منبع نیتروژن، اکسیژن محیط، pH، عناصر سنگین، پرتوهای UV و سایر عوامل تنش‌زای محیطی روی ترکیبات شیمیایی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی اثرگذار می‌باشند، بنابراین می‌توان این تفاوت در افراد مختلف یک گونه که در زمان‌ها و مکان‌های متفاوتی جمع‌آوری شده‌اند را به عوامل محیطی و تغییر در پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب نسبت داد (۲۴). موجودات فتوسنتزکننده مکانیسم‌های متفاوتی را برای سازگاری با نوسانات محیط‌های ساحلی و برای حفاظت خود در برابر عواملی چون پرتو فرابنفش و نور مرئی به‌کار می‌گیرند که شامل تنظیم فعالیت‌های آنزیمی، سیستم‌ها و مولکول‌های آنتی‌اکسیدان مانند ویتامین E (آلفا-توکوفرول)، کاروتنوئیدها، گلوکاتینون پراکسیداز و سوپراکسیددیسموتاز است (۶۱). یکی دیگر از استراتژی‌های موجودات فتوسنتزکننده دریایی تشکیل ترکیبات جاذب نور فرابنفش خورشید مانند فلاونوئیدهاست (۶۲). با توجه به این‌که نمونه‌های مورد بررسی همه از نقاط ساحلی (ایستگاه تیس) جمع‌آوری شده‌اند. این تفاوت در ترکیبات می‌تواند ناشی از مکانیسم‌ها و استراتژی‌های متفاوت افراد هر نمونه در مواجهه با عوامل محیطی باشد. به‌دلیل نزدیکی این منطقه به مناطق صنعتی خلیج چابهار، وجود منطقه آزاد تجاری و صنعتی در منطقه و وجود بزرگ‌ترین بندر ماهیگیری در این خلیج، منطقه نمونه‌برداری از آلوده‌ترین مناطق هستند. در مجموع براساس آنچه ذکر شد پژوهش حاضر به‌عنوان مطالعه‌ای مقدماتی در این زمینه در نظر گرفته می‌شود و می‌بایست در این زمینه پژوهش‌های گسترده‌ای روی ترکیبات و خواص شیمیایی جلبک‌های بومی کشور در آب‌های خلیج فارس و دریای عمان انجام شود تا بتوان با قطعیت کامل در خصوص خواص کاربردی این موجودات برای مصارف آینده انسانی صحبت کرد.

- Agardh 1820 for Cosmeceutical Application. J Fish Environ. 45(1): 64-77. Available from: <https://www.ukdr.uplb.edu.ph/journal-articles/84>
26. **Eldrin De Los Reyes, A. and Arsenia Basaran, S., 2020.** Bioactive properties of *Sargassum siliquosum* J. Agardh (Fucales, Ochrophyta) and its potential as source of skin lightening active ingredient for cosmetic application. J Appl Pharm Sci. Available from: <https://www.japsonline.com/counter.php?aid=3165>
 27. **Gharanjik, B. and Abkenar, A.M., 2000.** Identification of Seaweed in Sistan and Baluchestan Province Coastal Zone. Iran Sci Fish J. 9(1): 37-48. Available from: https://isfj.areeo.ac.ir/article_115913.html
 28. **Mahdi Abkenar, A., 2013.** Investigation of alginates in brown algae *Sargassum illicifolium*, *Cystoseira indica* and *Nizamuddinia zanardinii* on the coasts of Sistan and Baluchestan province. Tehran; Available from: <http://fipak.areeo.ac.ir/site/catalogue/18784348>
 29. **Sánchez-Machado, D.I., López-Cervantes, J., López Hernández, J. and Paseiro-Losada, P., 2004.** Fatty acids, total lipid, protein and ash contents of processed edible seaweeds. Food Chem. 85(3): 439-444. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814603003819>
 30. **Chang, C.C., Yang, M.H., Wen, H.M. and Chern, J.C., 2002.** Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. J Food Drug Anal. 10: 178-182.
 31. **Muanda, F.N., Soulimani, R., Diop, B. and Dicko, A., 2011.** Study on chemical composition and biological activities of essential oil & extracts from *Stevia rebaudiana* Bertoni leaves. LWT - Food Sci Technol. 44(9): 1865-1872. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0023643810004160>
 32. **Lee, H.J., Kim, Y.A., Ahn, J.W. and Seo, Y.W., 2004.** Screening of peroxynitrite and DPPH radical scavenging activities from salt marsh plants. Korean J Biotechnol Bioeng. 19(1): 57-61.
 33. **Sellimi, S., Younes, I., Ayed, H.B., Maalej, H., Montero, V. and Rinaudo, M., 2015.** Structural, physicochemical and antioxidant properties of sodium alginate isolated from a Tunisian brown seaweed. Int J Biol Macromol. 72: 1358-1367. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0141813014006928>
 34. **Cox, S., Abu-Ghannam, N. and Gupta, S., 2010.** An assessment of the antioxidant and antimicrobial activity of six species of edible Irish seaweeds. Int Food Res J. 17(1): 205-220.
 35. **Sumathi, S. and Krishnavenim, M., 2012.** Preliminary Screening screening, antioxidant and antimicrobial potential of Chaetomorpha antennina and Caulerpa scalpelliformis in vitro study. Int J Environ Sci. 2(3): 2312-2320.
 36. **Zubia, M., Robledo, D. and Freile-Pelegrin, Y., 2007.** Antioxidant activities in tropical marine macroalgae from the Yucatan Peninsula, Mexico. J Appl Phycol. 19(5): 449-458. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s10811-006-9152-5>
 37. **Kokilam, G., Vasuki, S. and Sajitha, N., 2013.** Biochemical composition, alginic acid yield and antioxidant activity of brown seaweeds from Mandapam region, Gulf of Mannar. J Appl Pharm Sci. 3: 99-104.
 38. **Duan, X.J., Zhang, W.W., Li, X.M. and Wang, B.G., 2006.** Evaluation of antioxidant property of extract and fractions obtained from a red alga, *Polysiphonia urceolata*. Food Chem. 95(1): 37-43.
 39. **Park, P.J., Shahidi, F. and Jeon, Y.J., 2004.** Antioxidant *musiformis* Marine Algae on MDA-MB-468 Cell Line. J Fasa Univ Med Sci. 11(3): 3921-3928. Available from: <https://journal.fums.ac.ir/article-1-2506-en.html>
 14. **Prasedya, E.S., Martyasari, N.W.R., Apriani, R., Mayshara, S., Fanani, R.A. and Sunarpi, H., 2019.** Antioxidant activity of *Ulva lactuca* L. from different coastal locations of Lombok Island, Indonesia. 203 p. Available from: <http://aip.scitation.org/doi/abs/10.1063/1.5141281>
 15. **Zaatout, H., Ghareeb, D., Abd-Elgwad, A. and Ismael, A., 2019.** Phytochemical, antioxidant, and anti-inflammatory screening of the Egyptian *Ulva lactuca* methanolic extract. Rec Pharm Biomed Sci. 33-38. Available from: https://rpbs.journals.ekb.eg/article_31749.html
 16. **Fomenko, S.E., Kushnerova, N.F., Sprygin, V.G. and Momot, T.V., 2016 .** The antioxidant and stress-protective properties of an extract from the green alga *Ulva lactuca* Linnaeus, 1753. Russ J Mar Biol. 42(6): 509-514. Available from: <http://link.springer.com/10.1134/S1063074016060031>
 17. **Khairy, H.M. and El-Sheikh, M.A., 2015.** Antioxidant activity and mineral composition of three Mediterranean common seaweeds from Abu-Qir Bay, Egypt. Saudi J Biol Sci. 22(5): 623-630.
 18. **Lee, J.C., Hou, M.F., Huang, H.W., Chang, F.R., Yeh, C.C. and Tang, J.Y., 2013.** Marine algal natural products with anti-oxidative, anti-inflammatory, and anti-cancer properties. Cancer Cell Int. 13(1): 55. Available from: <https://cancerbiomedcentral.com/articles/10.1186/1475-2867-13-55>
 19. **Kokabi, M., Yousefzadi, M., Ali ahmadi, A., Feghhi, M.A. and Keshavarz, M., 2013.** Antioxidant Activity of Extracts of Selected Algae from the Persian Gulf, Iran. J Persian Gulf. 4(12): 45-50. Available from: <http://jpg.inio.ac.ir/article-1-180-en.html>
 20. **Hafezieh, M., Moradi, Y., Pourkazemi, M., Dadgar, S. and Sharifian, M., 2016.** Determination of proximal and chemical composition of Sistan and Baluchistan province geographical beaches strain of *Sargassum illicifolium*. Iran Sci J. 25(4): 133-144. Available from: https://isfj.areeo.ac.ir/article_110305.html
 21. **Mohammadi, E., Shabanpour, B. and Kordjazi, M., 2019.** Effect of *Nizamuddinia zanardinii* aqueous extract against human pathogenic microbes and evaluating its antioxidant activity. J Mar Biol. 10(4): 75-82. Available from: <http://jmb.iauahvaz.ac.ir/article-1-714-en.html>
 22. **Sahragard, K., Tabarsa, M. and Ahmadi, H., 2021.** Isolation, purification, anti-diabetic and antioxidant properties of fucoidan from brown seaweed *Sargassum illicifolium*. J Fish. 74(2): 223-234. Available from: https://jfisheries.ut.ac.ir/article_81746.html
 23. **Yende, S.R., Arora, S.K. and Itadwar, A.M., 2021.** Antioxidant and Cognitive Enhancing Activities of *Sargassum illicifolium* and *Padina tetrastratica* in Scopalamine Treated Mice. J Biol Act Prod from Nat. 11(1): 11-21. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/22311866.2020.1871071>
 24. **Swati, S., Giriwono, P.E., Iskandriati, D. and Andarwulan, N., 2021.** Screening of In-Vitro Anti Inflammatory and Antioxidant Activity of *Sargassum illicifolium* Crude Lipid Extracts from Different Coastal Areas in Indonesia. Mar Drugs. 19(5): 252. Available from: <https://www.mdpi.com/1660-3397/19/5/252>
 25. **Arguelles, E.D.L.R., 2021.** Evaluation of Antioxidant Capacity, Tyrosinase Inhibition, and Antibacterial Activities of Brown Seaweed, *Sargassum ilicifolium* (Turner) C.

- brown algae in the southern waters of the country and promoting them for breeding. *Adv Aquac Sci J.* 1(1): 43-52. Available from: https://aasj.areeo.ac.ir/article_113475.html
53. **Fellah, F., Louaileche, H., Dehbi-Zebboudj, A. and Touati, N., 2017.** Seasonal variations in the phenolic compound content and antioxidant activities of three selected species of seaweeds from Tiskerth islet, Bejaia, Algeria. *J Mater Environ Sci.* 8(12): 4451-4456. Available from: http://www.jmaterenvironsci.com/Document/vol8/vol8_N12/470-JMES-3106-Fellah.pdf
 54. **Ganesan, P., Kumar, C.S. and Bhaskar, N., 2008.** Antioxidant properties of methanol extract and its solvent fractions obtained from selected Indian red seaweeds. *Bioresour Technol.* 99(8): 2717-2723.
 55. **Moure, A., Cruz, J.M., Franco, D., Domínguez, J.M., Sineiro, J. and Domínguez, H., 2001.** Natural antioxidants from residual sources. *Food Chem.* 72(2): 145-171. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814600002235>
 56. **Gülçin, İ., 2015.** Fe³⁺-Fe²⁺ Transformation Method: An Important Antioxidant Assay. 233-246. Available from: http://link.springer.com/10.1007/978-1-4939-1441-8_17
 57. **Rajauria, G., 2019.** In-Vitro Antioxidant Properties of Lipophilic Antioxidant Compounds from 3 Brown Seaweed. *Antioxidants.* 8(12): 596. Available from: <https://www.mdpi.com/2076-3921/8/12/596>
 58. **Syad, A.N., Shunmugiah, K.P. and Kasi, P.D., 2013.** Antioxidant and anti-cholinesterase activity of *Sargassum wightii*. *Pharm Biol.* 51: 1401-1410.
 59. **Moulazadeh, A., Ranjbar, R., Dakhili Ardestani, A., Keshavarzi, A., Karimzadeh, F., Karimzadeh, F., Rahnavard, M., Zarei Jeliani, Z. and Najafipour, S., 2021.** Evaluation of Phenolic Content, Antioxidant Activity and Cytotoxic Effects of *Ulva lactuca* and *Hypnea musiformis* Marine Algae on MDA-MB-468 Cell Line. *J Fasa Univ Med Sci.* 11(3): 3921-3928. Available from: [url: http://jabs.fums.ac.ir/article-1-2506-en.html](http://jabs.fums.ac.ir/article-1-2506-en.html)
 60. **Van Alstyne, K.L., Koellermeier, L. and Nelson, T.A., 2007.** Spatial variation in di methyl sulfonio propionate (DMSP) production in *Ulva lactuca* (Chlorophyta) from the Northeast Pacific. *Mar Biol.* 150(6): 1127-1135. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s00227-006-0448-4>
 61. **Rossa, M.M., de Oliveira, M.C., Okamoto, O.K., Lopes, P.F. and Colepicolo, P., 2002.** Effect of visible light on superoxide dismutase SOD activity in the red alga *Gracilariopsis tenuifrons* (Gracilariales, Rhodophyta). *J Appl Phycol.* 14: 151-157.
 62. **Karsten, U., Karsten, A.U., Lembecke, A.S. and Schumann, A.R., 2007.** The effects of ultraviolet radiation on photosynthetic performance, growth and sunscreen compounds in aeroterrestrial biofilm algae isolated from building facades. *Planta.* 225(4): 991-1000. doi: 10.1007/s00425-006-0406-x. Available from: www.epsag.uni-goettingen.de
 40. **Lim, S.N., Cheung, P.C.K., Ooi, V.E.C. and Ang, P.O., 2002.** Evaluation of antioxidative activity of Extracts from a Brown Seaweed, *Sargassum siliquastrum*. *J Agric Food Chem.* 50(13): 3862-3866. Available from: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jf020096b>
 41. **Zakaria, N.A., Ibrahim, D. and Sulaiman, S.F., 2011.** Supardy A. Assessment of antioxidant activity, total phenolic content and in vitro toxicity of Malaysian red seaweed, *Acanthophora spicifera*. *J Chemaceutical Res.* 3(3): 182-191.
 42. **Panche, A.N., Diwan, A.D. and Chandra, S.R., 2016.** Flavonoids: an overview. *J Nutr Sci.* 5: e47. Available from: https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S2048679016000410/type/journal_article
 43. **Athukorala, Y., Kim, K.N. and Jeon, Y.J., 2006.** Antiproliferative and antioxidant properties of an enzymatic hydrolysate from brown alga, *Ecklonia cava*. *Food Chem Toxicol.* 44(7): 1065-1074. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0278691506000068>
 44. **Jiménez-Escrig, A., Jiménez-Jiménez, I., Pulido, R., Saura-Calixto, F., 2001.** Antioxidant activity of fresh and processed edible seaweeds. *J Sci Food Agric.* 81(5): 530-534. Available from: <https://doi.org/10.1002/jsfa.842>
 45. **Akhbari, A.M., Haeri, M. and Babaei, M., 2014.** Investigation of anthocyanin contents and cytotoxic activity in different extracts of Fruit Peel of *Solanum melongena* L.. *Qom Univ Med Sci J.* 8(3): 11-17. Available from: <http://journal.muq.ac.ir/article-1-178-fa.html>
 46. **Rahbarmehr, H., 2015.** Evaluation of antioxidant activity of Caspian Sea red algae *Gracilaria gracilis* and assessment of antimicrobial properties of silver nanoparticles synthesized from the algae extract. No Title. University of Guilan.
 47. **Dorman, H.J.D., Peltoketo, A., Hiltunen, R. and Tikkanen, M.J., 2003.** Characterisation of the antioxidant properties of de-odourised aqueous extracts from selected Lamiaceae herbs. *Food Chem.* 83(2): 255-262.
 48. **Juntachote, T. and Berghofer, E., 2005.** Antioxidative properties and stability of ethanolic extracts of Holy basil and Galangal. *Food Chem.* 92(2): 193-202. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814604005497>
 49. **Meir, S., Kanner, J., Akiri, B. and Philosoph-Hadas, S., 1995.** Determination and Involvement of Aqueous Reducing Compounds in Oxidative Defense Systems of Various Senescing Leaves. *J Agric Food Chem.* 43(7): 1813-1819. Available from: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf00055a012>
 50. **Su, X.Y., Wang, Z.Y. and Liu, J.R., 2009.** In vitro and in vivo antioxidant activity of *Pinus koraiensis* seed extract containing phenolic compounds. *Food Chem.* 117(4): 681-686. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814609005342>
 51. **Ghaemi, V., Alizadeh Doughikollae, E. and Kordjazi, M., 2018.** Evaluation of antioxidant activity of protein hydrolysate from Common Kilka (*Clupeonella cultriventris caspia*) and brown algae *Colpomenia sinuosa* extract. *Aquat Physiol Biotechnol.* 5(4): 1-25. Available from: https://japb.guilan.ac.ir/article_2700.html
 52. **Etemadian, Y., Khanipour, A., Shabanpour, B., Kordjazi, M., Ghaemi, V. and Zahmatkesh, Y., 2017.** Investigating the pharmacological properties of 5 native