فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره متانولی جلبک سبز دریایی (*Caulerpa sertularioides f.farlowii*)

معصومه فراست [1*]
رمضانعلی خاوری نژاد [2]
سید محمد باقر نبوی [3]
فروغ نامجویان [4]

۱. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، استادیار گروه زراعت، اهواز، ایران
۲. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، استاد گروه زیست شناسی، تهران، ایران
۳. دانشگاه علوم دریایی و تکنولوژی خرمشهر، دانشیار گروه بیولوژی دریا، خرمشهر، ایران
۴. دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور، مرکز علوم دارویی دریایی دانشکده داروسازی، استادیارگروه فارماکوگنوزی، اهواز، ایران

***مسئول مکاتبات:**
mfarasat@iauahvaz.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۷/۰۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۹/۳۰
این مقاله برگرفته از طرح پژوهشی است.

چکیده

در این تحقیق ۴ نمونه از جلبک سبز *Caulerpa sertularioides f.farlowii* (Weber-vanBosse) Børgesen از نوار ساحلی شمالی خلیج فارس در محدوده استان بوشهر شامل بندرگاه و هلیله در بوشهر، بندر دیرو خلیج نایبند و از آذر ۱۳۸۹ تا فروردین ۱۳۹۱ جمع‌آوری و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، میزان ترکیبات فنلی و فلاونوئیدهای عصاره متانولی نمونه‌ها بررسی و با یکدیگر مقایسه گردید. سنجش فعالیت آنتی‌اکسیدانی با استفاده از رادیکال پایدار DPPH، و با تعیین IC50 صورت گرفت. سنجش فنل با استفاده از معرف فولین سیوکالتوو با منحنی استاندارد اسید گالیک و میزان فلاونوئید با روش کلریمتری و با منحنی استاندارد روتین انجام گرفت. نتایج حاصل از مطالعه نشان داد که عصاره نمونه‌های مختلف از نظر توان آنتی‌اکسیدانی، مقدار ترکیبات فنلی و فلاونوئید با یکدیگر تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۱ دارند. بیشترین و کمترین توان آنتی‌اکسیدانی، مقدار ترکیبات فنلی و فلاونوئید به‌ترتیب درعصاره نمونه‌های جمع‌آوری شده از بندر دیر (اردیبهشت ۱۳۹۰) و خلیج نایبند (فروردین ۱۳۹۱) مشاهده شد. بین درصد مهار رادیکال پایدار DPPH و متغیرهای میزان فنل و فلاونوئید و نیز بین میزان فنل و فلاونوئید همبستگی قوی مثبت معنی‌دار در سطح ۰/۰۱ مشاهده شد. به نظر می‌رسد تغییر در پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب ناشی از آلودگی‌های ناشی از دخالت‌های انسانی و یا تغییرات آب و هوایی می‌تواند بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی جلبک‌های دریایی اثر بگذارد.

واژگان کلیدی: آنتی‌اکسیدان، ترکیبات فنلی، فلاونوئید، Caulerpa، خلیج فارس.

مقدمه

اعمال بدن بر فرآیندهای اکسیداسیون تکیه داشته و ضمن متابولیسم طبیعی بدن گونه‌های اکسیژن فعال حاصل می‌شوند. علاوه بر گونه‌های اکسیژن فعال، گونه‌های نیتروژن فعال نیز در شرایط تنش اکسیداتیو تولید می‌گردند. این رادیکال‌های آزاد مسئول بسیاری از روندهای بیماری‌زا محسوب می‌شوند (Nickavar *et al*., 2008). رادیکال‌های آزادی مانند رادیکال‌های سوپراکسید ($O2^{-}$) و هیدروکسیل (HO^{-}) و رادیکال‌های پراکسیل (HOO-) برخلاف اکسیژن اتمسفری قادر به اکسیداسیون نامحدود اجزاء متنوع سلولی و آسیب به ساختارهای بیولوژیکند. اکسیداسیون بیومولکول‌هایی چون اسیدهای نوکلئیک، پروتئین، اسیدهای آمینه و لیپید از اثرات آن‌ها بوده و می‌توانند سبب آسیب و یا حتی مرگ سلولی شوند. آسیب‌های سلولی و بافتی منجر به بروز بسیاری از بیماری‌های سخت و مزمن مانند تصلب شرائین، سرطان، التهاب و اختلالات سیستم عصبی، آب مروارید، پارکینسون وآلزایمر می‌گردد (Ozen, 2010). یک راه موثر برای حذف رادیکال‌های آزاد

Archive of SID
www.SID.ir

استفاده از ترکیبات آنتی‌اکسیدان است که به عنوان جاروکننده‌های رادیکال‌های آزاد عمل می کنند، بنابراین توجه ویژه‌ای به استفاده از آنتی‌اکسیدان‌ها برای حفظ سلول‌ها از آسیب‌های بیولوژیک رادیکال‌های آزاد صورت گرفته است (Nickavar *et al*., 2008).

تحقیقات آنتی‌اکسیدان موضوعی مهم در زمینه صنایع دارویی و صنایع غذایی است. اکسیداسیون حاصل از گونه‌های فعال اکسیژن می‌تواند سبب از هم پاشیدگی غشاء سلول‌ها، آسیب به پروتئین‌های غشایی و موتاسیون DNA گردد که خود می‌تواند موجب آغاز یا تشدید و گسترش بسیاری از بیماری‌ها همچون سرطان، آسیب کبدی و بیماری‌های قلبی عروقی گردد. اگرچه بدن دارای روندهای دفاعی همچون آنزیم‌ها و مولکول‌های آنتی‌اکسیدانی است که رادیکال‌های اکسیژن را دفع می‌کند ولی قرار گرفتن مداوم در معرض مواد شیمیایی و آلاینده‌ها می‌تواند منجر به افزایش تعداد رادیکال‌های آزاد خارج از توان بدن شود موجب آسیب اکسیداتیو غیر قابل بازگشت گردد. بنابراین آنتی‌اکسیدان-ها با خاصیت جاروکنندگی رادیکال‌های آزاد نقشی مهم در پیشگیری یا درمان بیماری‌های مرتبط با اکسیداسیون یا رادیکال‌های آزاد ایفا می‌کنند. خاصیت آنتی‌اکسیدانی عمدتاً به‌دلیل ترکیبات فنلی مانند فلاونوئیدها و اسیدهای فنلی است (Javanmardi *et al*., 2003).

تا سال ۲۰۰۴ از ۱۵۰۰۰ ترکیب جدید کشف شده از موجودات دریایی، بیش از ۳۶۰۰ ترکیب از جلبک‌های ماکرو و میکرو (حدود ۲۴ درصد این ترکیبات دریایی) شناسایی شده که دارای خواص ضد باکتری، ضد قارچ، ضد پروتوزوا و آنتی‌اکسیدان هستند (Bhadury and Wright, 2004). هم اکنون تعداد این ترکیبات جدید افزایش یافته و هر روز نیز به آن‌ها افزوده می‌شود. برخی از این ترکیبات در تحقیقات کاربردی پزشکی و یا کشاورزی، کشت‌های آبی و صنایع شیمیایی دارای اهمیت می‌باشند (Ianora *et al*., 2006). در ایران تحقیقات فراوانی در خصوص ترکیبات آنتی‌اکسیدان گیاهان زمینی صورت گرفته ولی در مورد جلبک‌ها این تحقیقات اندک بوده و به‌جز در مواردی محدود (Khanavi *et al*., 2010; Farasat *et al*., 2013) تحقیقی در خصوص بررسی خاصیت آنتی‌اکسیدانی جلبک‌های آب‌های خلیج فارس به‌ویژه در مورد ماکروجلبک‌های سبز صورت نگرفته است. لازم است در خصوص ارزش‌های گونه‌های جلبکی آب‌های ایران تحقیقات وسیعی صورت گیرد. نمونه‌های جمع‌آوری شده شامل انشعابات باریک و خزنده تا حدود ۱ میلی‌متر قطر، دارای انشعابات مستقیم با ارتفاع ۷-۴ سانتی‌متر، انشعابات مستقیم و اغلب تا ۲ مرتبه تقسیم شده، انشعاب‌چه‌ها ۵-۳ میلی‌متر طول با کمی انحنا و نوک تیز بودندکه با توجه به این ویژگی‌ها و با استفاده از کلیدهای شناسایی و منابع شناسایی معتبر (Lawson and John, 1982; Coppejans *et al*., 2004) فرم *farlowii* از گونه *Caulerpa sertularioides* شناسایی گردیدند.

با توجه به نبود سابقه‌ای در مورد ارزیابی توان آنتی‌اکسیدانی جلبک دریایی *Caulerpa sertularioides* این مقاله اولین گزارش خاصیت آنتی اکسیدانی این جلبک در ایران است.

مواد و روش‌ها

نمونه‌های جلبکی از مناطق مختلف در نوار ساحلی شمالی خلیج فارس در محدوده استان بوشهر شامل بندرگاه و هلیله در بوشهر، بندر دیر و خلیج نایبند و در فاصله زمانی آذر ۱۳۸۹ تا فروردین ۱۳۹۱ در زمان پایین بودن آب دریا (جزر) بر اساس جدول زمانی جزر و مد و به صورت دستی جمع‌آوری شدند. موقعیت هر محل نیز با استفاده از دستگاه GPS مشخص گردید (جدول ۱). مشخصات محل و زمان نمونه‌برداری را نشان می‌دهد. جلبک‌های جمع‌آوری شده از دریا بلافاصله با آب دریا شسته شده تا شن و ماسه و موجودات اپی‌فیت احتمالی از آن‌ها جدا شده، سپس با آب شرب شستشو داده شده و با استفاده از کاغذ خشک‌کن و پنکه در معرض هوا و در سایه خشک شدند. برای عصاره‌گیری نمونه‌ها ابتدا آسیاب شده و از الک ریز عبورداده شدند تا ذرات شن و ماسه باقیمانده احتمالی جدا شوند. ۲۰۰ میلی‌گرم از هر نمونه درلوله آزمایش قرار داده شد و به آن ۶ میلی‌لیتر متانول ۸۰ درصد اضافه شده، سر لوله‌ها با پارافیلم بسته شد و به مدت ۲۰ دقیقه در دستگاه اولتراسونیک (Ultrasonic Bath, Bandelin D12207, Sonorex Digitec, Germany) قرار داده شدند. سپس ۲۰ دقیقه در دستگاه شیکر انکوباتور یخچال‌دار اربیتالی (Axyos, Australia) با ۱۶۰-۱۵۰ دور در دقیقه پس از آن نیز دردستگاه سانتریفیوژ به مدت

Archive of SID
www.SID.ir

۱۵دقیقه با دور ۱۵۰۰ قرار داده شدند. پس از گذشت زمان ۴۸ ساعت مجدداً به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ شدند. با استفاده از کاغذ صافی واتمن شماره ۱ عصاره‌ها صاف گردید. عصاره‌ها به روش انجمادی خشک و از آن‌ها رقت‌های متفاوت ساخته شد. مطابق با روش Zhang و همکاران (۲۰۰۷)، ۱۰۰میکرولیتر از هر عصاره در رقت‌های متنوع را در میکروپلیت ۹۶ خانه ریخته، در خانه‌های مجزا نیز ۱۰۰ میکرولیتر رقت‌های مختلف اسید اسکوربیک به عنوان کنترل مثبت ریخته، به هر یک از آن‌ها ۱۰۰ میکرولیتر محلول DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) افزوده شد (آزمایش در محیط تاریک و دور از نور با کمک پوشش آلومینیوم انجام شد). برای هر رقت عصاره یک بلانک در نظر گرفته شد. همچنین از ۱۰۰ میکرولیتر محلول DPPH و ۱۰۰ میکرولیتر حلال به عنوان کنترل منفی استفاده گردید. کلیه سنجش‌ها بااستفاده از نرم‌افزار Magelan و در دستگاه الایزا ریدر تمام اتوماتیک (Sunrise-Elisa Reader, Tecan, Swiss) در ۳ تکرار انجام شد. جذب محلول‌ها درطول موج ۵۱۷ نانومتر ثبت گردید و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید:

$$\% \ \text{Inhibition} = (A_{cotrol} - (A_{sample} - A_{blank}) \ / \ A_{cotrol}) \times 100$$

A_{cotrol} =جذب کنترل منفی، A_{sample} =جذب نمونه تست، A_{blank} =جذب نمونه بلانک

IC50 یا غلظت مورد نیاز عصاره برای مهار و جاروکردن ۵۰ درصد رادیکال DPPH با آنالیز رگرسیون خطی غلظت عصاره در برابر درصد مهار محاسبه گردید. سنجش فنل تام عصاره‌ها با استفاده از معرف فولین سیوکالتو و به روش Antolovich و همکاران (۲۰۰۲) انجام شد. بدین ترتیب که ۲۰ میکرو لیتر از هر غلظت عصاره با ۱۰۰ میکرو لیتر محلول ۱:۱۰ فولین سیوکالتو در پلیت ۹۶ خانه مخلوط شد. سپس با افزودن ۸۰ میکرو لیترکربنات سدیم ۷/۵ درصد (Na_2CO_3) ادامه یافت. مخلوط ۲ ساعت در دمای آزمایشگاه رها شد، سپس جذب در طول موج ۶۰۰ نانومتر توسط الایزاریدر تمام اتوماتیک خوانده شد و با استفاده از معادله خط منحنی استاندارد اسید گالیک میزان فنل عصاره‌ها بر اساس معادل میلی‌گرم اسید گالیک در گرم عصاره خشک محاسبه گردید. مقدار فلاونوئید کل عصاره‌ها براساس روش کلریمتریک و مطابق با روش Chang و همکاران (۲۰۰۲) انجام شد. بدین ترتیب که ۲۰ میکرو لیتر از هر غلظت عصاره با ۲۰ میکرو لیتر آلومینیوم کلراید ۱۰ درصد ($AlCl_3,6H_2O$) و ۲۰ میکرو لیتر استات پتاسیم ۱ مولار (CH_3COOK) در پلیت ۹۶ خانه مخلوط شد. پس از گذشت چند دقیقه ۱۸۰ میکرولیترآب به آن افزوده و به مدت ۳۰ دقیقه در دمای آزمایشگاه رها شد. جذب در طول موج ۴۱۵ نانومتر توسط الایزاریدر تمام اتوماتیک خوانده شدو با استفاده از معادله خط منحنی استاندارد روتین میزان فلاونوئید عصاره‌ها بر اساس معادل میلی‌گرم روتین در گرم عصاره خشک محاسبه گردید. تجزیه تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS و با تجزیه واریانس (ANOVA)، آزمون‌های Post-Hoc (دانکن) و ضریب همبستگی پیرسون انجام شد.

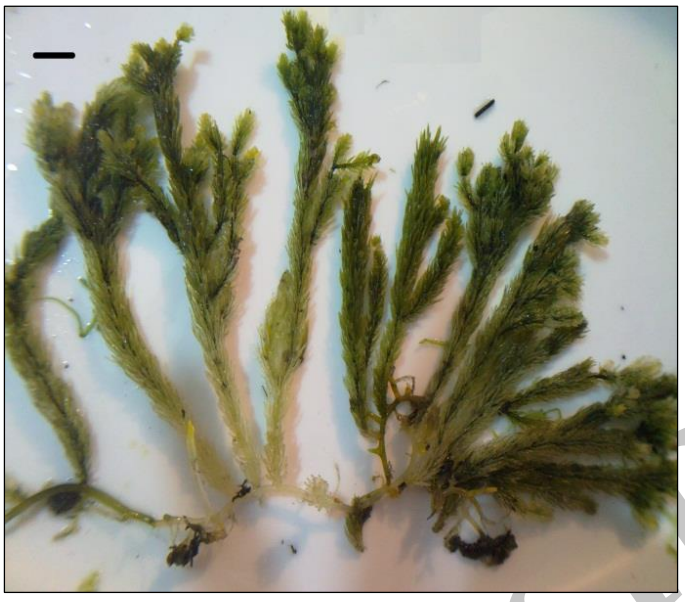
جدول ۱: نمونه‌های جلبکی، زمان و محل جمع‌آوری آن‌ها.

ردیف	کد نمونه	زمان جمع آوری	محل جمع آوری	عرض جغرافیایی (شمالی)	طول جغرافیایی (شرقی)
۱	S1	اردیبهشت۹۰	بندر دیر	۲۷۴۹۹۶۴	۰۵۱۵۶۱۷۸
۲	S2	آذر۸۹	بوشهر- هلیله	۲۸۵۰۳۰۹	۰۵۰۵۲۳۹۷
۳	S3	آذر۸۹	بوشهر- بندرگاه	۲۸۴۹۳۴۷	۰۵۰۵۴۲۳۴
۴	S5	فروردین۹۱	نایبند- جنگل حرا	۲۷۲۳۷۲۲	۰۵۲۳۹۷۳۸

نتایج

در دوره مطالعه ۴ نمونه از جلبک سبز مورد بررسی در نوار ساحلی شمالی و در محدوده جزرومدی جمع‌آوری شد. شکل ۱ نمونه جمع‌آوری شده از بندر دیر را نشان می‌دهد.

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۱: نمای کلی *Caulerpa sertularioides f. farlowiiScale*.

نتایج حاصل از آنالیز واریانس داده‌ها نشان دادکه ظرفیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌ها از نظر آماری در سطح ۰/۰۱ با یکدیگر تفاوت معنی‌دار دارد. IC_{50} اسید آسکوربیک به عنوان کنترل مثبت و مقدار ۴۳/۸۴۴ میکروگرم در میلی‌لیتر (۰/۰۰۱± ۰/۰۴۴ میلی‌گرم در میلی‌لیتر) بدست آمد. درصد مهار در رقت ۲ میلی‌گرم در میلی‌لیتر برای کلیه عصاره‌ها محاسبه گردید. جدول ۲ میزان ترکیبات فنلی و فلاونوئیدو IC_{50} هر عصاره جلبک رانشان می‌دهد. هرچه میزان IC_{50} کمتر باشد به معنای ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بیشتر است. همان‌طور که در جدول مشاهده می‌شود، بیش‌ترین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی (با کمترین IC_{50}) و نیز بیش‌ترین ترکیبات فنلی و فلاونوئید مربوط به نمونه جمع‌آوری شده از دیر (S1) است و کم‌ترین مقادیر نیز درعصاره نمونه نایبند (S4) دیده می‌شود. در شکل ۲ نیز مشاهده می‌شود که نمونه دیر بیش‌ترین مهار رادیکال DPPH را به میزان ۹۲/۵۲۰ درصد برای رقت ۲ میلی‌گرم در میلی‌لیتر در مقایسه با ۳ نمونه دیگر نشان داده است و نمونه نایبند با کم‌ترین میزان مهار به میزان ۱/۶۹۷ درصد در همان رقت کم‌ترین مهار رادیکال و یا به عبارتی ضعیف‌ترین توان آنتی‌اکسیدانی را داشته است.

در بررسی همبستگی بین متغیرها نیز نتایج حاصل از ضریب همبستگی پیرسون نشان داد که همبستگی قوی مثبت و معنی‌دار بین میزان ترکیبات فنلی با مهار رادیکال، بین میزان فلاونوئید و مهار رادیکال و نیز بین ترکیبات فنلی و فلاونوئید وجود دارد (جدول ۳).

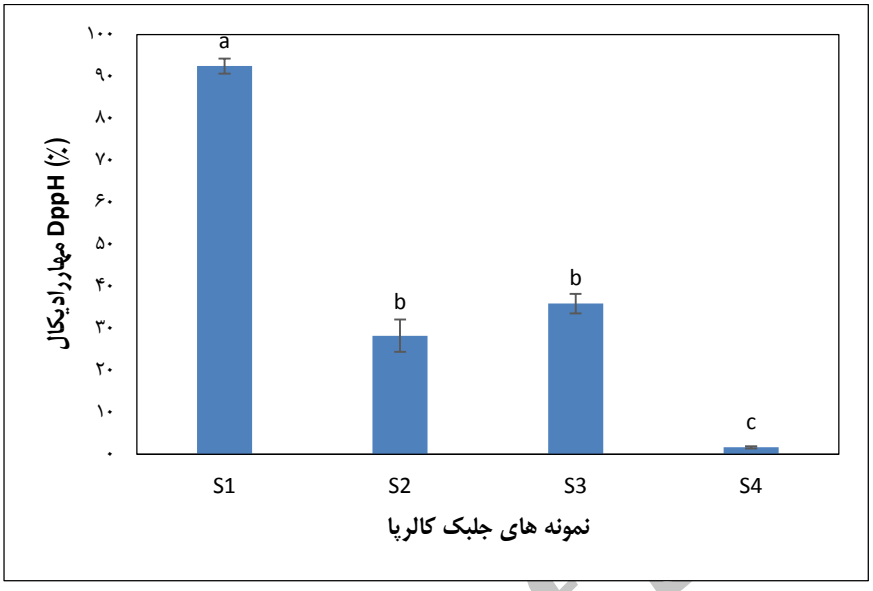
جدول۲: جدول دانکن میانگین ترکیبات فنلی، فلاونوئید و ظرفیت آنتی اکسیدانی.

ردیف	کد نمونه	ترکیبات فنلی (میلی‌گرم.گرم$^{-1}$)		فلاونوئید (میلی‌گرم.گرم$^{-1}$)		IC_{50} (میلی‌گرم.گرم$^{-1}$)	
۱	S1	a	۵/۱۶۰±۰/۴۸۳	a	۴۹/۵۴۶ ±۹/۳۵۵	a	۰/۷۹۷ ±۰/۲۳۰
۲	S2	b	۱/۴۲۰ ±۰/۲۲۹	b	۱۴/۶۹۲ ±۰/۵۵۲	b	۲/۵۳۹ ±۰/۱۳۹
۳	S3	b	۱/۵۹۷ ±۰/۲۳۰	b	۱۲/۹۸۴ ±۱/۲۳۱	b	۳/۰۴۶ ±۰/۰۴۳
۴	S4	b	۱/۵۴۰ ±۰/۰۸۹	b	۷/۵۱۴ ±۰/۲۷۵	c	۱۴/۱۳۱ ±۰/۸۳۶

هر مقدار میانگین ± خطای استاندارد حاصل از ۳ تکرار را نشان می‌دهد. مقادیر هر ردیف که دارای حرف غیرمشترک می‌باشند. از نظر

www.SID.ir

آماری در سطح ۰/۰۵ با یکدیگر اختلاف معنی‌دار دارند.



شکل۲: درصد مهار رادیکال پایدار DPPH در رقت ۲ میلی‌گرم در میلی‌لیتر عصاره خشک نمونه‌ها.

مقادیر هر ستون که دارای حرف غیرمشترک می‌باشند. از نظر آماری در سطح ۰/۰۵ با یکدیگر اختلاف معنی‌دار دارند.

جدول ۳: ضریب همبستگی پیرسون بین متغیرهای IC_{50}،مهار رادیکال، فنل وفلاونوئید.

متغیر	فنل	فلاونوئید	مهار رادیکال DPPH
IC_{50}	-۰/۴۵۸	-۰/۵۵۲	-۰/۸۶۷**
فنل	-	۰/۸۴۹**	۰/۹۰۸**
فلاونوئید	-	-	۰/۸۸۴**

**معنی دار در سطح ۰/۰۱

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که تمامی نمونه‌های مورد بررسی دارای توان آنتی‌اکسیدانی ولی با درجات متفاوت بوده‌اند. جلبک‌های دریایی همچون گیاهان زمینی در معرض ترکیبی از نور و اکسیژنند که منجر به تشکیل رادیکال‌های آزاد و عوامل اکسیدکننده قوی می‌گردد. عدم وجود آسیب اکسیداتیو در اجزای ساختاری این جلبک‌ها (مانند اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه) نشان از پایداری آن‌ها نسبت به اکسیداسیون و داشتن سیستم دفاعی آنتی‌اکسیدانی آن‌هاست. تحقیقات بسیاری توان آنتی‌اکسیدانی جلبک‌های دریایی از جمله جنس *Caulerpa* را نشان دارند (Sumathi and Krishnavenim, 2012).

در این تحقیق برای بررسی ظرفیت و توان آنتی‌اکسیدانی از روش مهار رادیکال پایدار DPPH استفاده شد. DPPH ترکیبی است که رادیکال آزاد نیتروژن داشته و آماده است تا توسط یک جارو کننده رادیکال آزاد تخریب گردد، بنابراین از آن می‌توان برای بررسی ترکیبات آنتی‌اکسیدان استفاده کرد (Yangthong *et al.*, 2009). این روش، ساده، سریع و قابل اطمینان برای ارزیابی ظرفیت آنتی‌اکسیدانی است.نتایج مطالعه حاضرنشان داد با افزایش میزان ترکیبات فنلی و فلاونوئید عصاره‌ها، فعالیت آنتی‌اکسیدانی و درصد مهار رادیکال DPPH

Archive of SID
www.SID.ir

نیز بیشتر شده است.پژوهش‌ها همبستگی قوی مثبتی بین مقدار فنل و توان آنتی‌اکسیدانی عصاره جلبک‌های دریایی نشان داده‌اند (Zubia *et al*., 2007; Zhang *et al*., 2007; Matanjun *et al*., 2008; Sheikh *et al*., 2009; Luo *et al*., 2010; Liu *et al*., 2011; Horincar *et al*., 2011) که با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت دارد.

بهترین ویژگی تعریف شـده برای فلاونوئیدها نیز کارکرد آن‌ها به‌عنوان آنتی‌اکسـیدان اسـت (Zakaria *et al*., 2011). پیش از این همبستگی بین فلاونوئیدها و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در جلبک‌ها گزارش شده است (Athukorala *et al*., 2006; Jimenez-Escrigh *et al*., 2001). وجود همبسـتگی مثبت بین ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی نیز با نتایج مطالعات Bouba و همکاران (۲۰۱۰) و Chai و Wong (۲۰۱۲) همخوانی دارد.

موجودات فتوسـنتزکننده مکانیسـم‌های متفاوتی را برای سـازگاری با نوسانات محیط‌های ساحلی و برای حفاظت خود در برابرعواملی چون پرتو فرابنفش و نور مرئی به کار می‌گیرند که شـامل تنظیم فعالیت‌های آنزیمی و سـیسـتم‌ها و مولکول‌های آنتی‌اکسیدان مانند ویتامین E (آلفاتوکوفرول)، کاروتنوئیدها، گلوتاتیون پراکسـیداز و سـوپراکسـید دسـموتاز اسـت (Rossa *et al*., 2002). یکی دیگر از استراتژی‌های موجودات فتوسنتزکننده دریایی تشکیل ترکیبات جاذب نور فرابنفش خورشید مانند فلاونوئیدهاست (Karsten *et al*., 2007). از آن‌جا که نمونه‌های مورد بررسی همه از نقاط ساحلی جمع‌آوری شده‌اند. این تفاوت در ترکیبات می‌تواند ناشی از مکانیسم‌ها و استراتژی‌های متفاوت افراد هر نمونه در مواجهه با عوامل محیطی باشد.

از میان ایسـتگاه‌های منطقه نمونه‌برداری ایسـتگاه بندر دیر به دلیل دور بودن از مناطق صنعتی پاک‌ترین و کم آلوده‌ترین مناطق ساحلی و خلیج نایبند به دلیل نزدیکی به منطقه عسـلویه و آلودگی‌های نفتی و ایسـتگاهی چون بندرگاه در بوشـهر به دلیل ریخته شـدن زباله‌های شهری به ساحل دریا از آلوده‌ترین مناطق هستند. به نظر می‌رسد عواملی چون پاکی یا آلودگی آب و در نتیجه تفاوت در پارامترهای آب در این اختلاف بین نمونه‌ها مشارکت دارند. در مطالعات پیشین نشان داده‌اند که محیط آب دریا می‌تواند بر مرفولوژی و رشد تال جلبک‌ها اثر بگذارد. نوسـانات فصلی و تغییر در عواملی چون دما، شوری، سطح مواد غذایی و نوع بستر و ترکیبی از آن‌ها بر رشد و بلوغ تال جلبک‌ها و بیوشـیمی آن‌ها اثر می‌گذارد (vanAlstyne *et al*., 2007; Bast *et al*., 2009). به‌طور کلی تحقیقات نشـان داده‌اند که در جلبک‌ها عواملی چون شـوری، دما، منبع نیتروژن (van Alstyne *et al*., 2007) اکسـیژن محیط، pH، عناصـر سـنگین، پرتوهای UV و سـایر عوامل تنش‌زای محیطی (Roleda *et al*., 2010) بر ترکیب شیمیایی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی اثر می‌گذارند، بنابراین می‌توان این تفاوت در افراد مختلف یـک گونـه کـه در زمان‌ها و مکان‌های متفاوت جمع‌آوری شـده‌اند را به عوامل محیطی و تغییر در پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب نسبت داد.

سپاسگزاری

نگارندگان مراتب تشکر و قدردانی خود را از همکاری علمی جناب آقای دکتر محمد ابراهیم عازمی استادیار گروه فارماکوگنوزی دانشکده داروسازی دانشگاه جندی شاپور اهواز ابراز می‌دارند.

منابع

Antolovich, M., Prenzler, P. D., Patsalides, E., Mc Donald, S. and Robards, K., 2002. Methods for testing antioxidant activity. Analyst, 127(1): 183-198.

Athukorala, Y., Kim, K. N. and Jeon, Y. J., 2006. Antiproliferative and antioxidant properties of an enzymatic hydroliysate from brown algae, *Ecklonia cava*. Food and Chemical Toxicology, 44, 1065-1074.

Bast, F., Shimada, S. and Hiraoka, M., 2009. Seasonality and thallus ontogeny of edible seaweed *Monostroma latissimum* (Kuzing) Wittrock (Chlorophyta, Monostromaceae) from Tosa Bay, Kochi, Japan. Hydrobiologia, 63: 161-167.

Archive of SID

www.SID.ir

Bhadury, P. and Wright, P. C., 2004. Review-Exploitation of marine algae:biogenic compounds for potential antifouling applications. Planta, 219:561-578.

Bouba, A., Njintang, Y. N., Scher, J. and Mbofung, C. M. F., 2010. Phenolic compounds and radical scavenging potential of twenty Cameroonian spices. Agriculture and Biology Journal of North America, 1(3): 213-224.

Chai, T. T. and Wong, F. C., 2012. Whole-plant profiling of total phenolic and flavonoid contents, antioxidant capacity and nitric oxide scavenging capacity of *Turnera subulata*. Journal of Medicinal Plants Research. 6(9): 1730-1735.

Chang, C., Yang, M., Wen, H. and Chern, J., 2002. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. Journal of Food Drug Aralysis, 10(3): 178-182.

Coppejans, E., Leliaert, F., Verbruggen, H., De Clerck, O., Schils, T., De Vriese, T. and Marie, D., 2004. The marine green and brown algae of Rodrigues (Mauritius, Indian Ocean). Journal of Natural History, 38: 2959-3020.

Farasat, M., Khavari-Nejad, R. A., Nabavi, S. M. B. and Namjooyan, F., 2013. Antioxidant Properties of two Edible Green Seaweeds from Northern Coasts of the Persian Gulf. JUNDI Shapour Jornal of Natural Pharmaceutical Products, 8(1):47-52.

Horincar, V. B., Parfene, G. and Bahrim, G., 2011. Evalution of bioactive compounds in extracts obtained from three Romanian marine algae species. Romanian Biotechnological Letters, 16(6): 71-78.

Ianora, A., Bersma, M., Casotter, R., Fontana, A., Harder, J., Hoffmann, F., Pavia, H., Potin, P., Poulet, S. A. and Toth, G., 2006. New trends in marine chemical ecology. Estuaries coasts, 29:531-555.

Javanmardi, J., Stushnoff, C., Locke, E. and Vivanco, J. M., 2003. Antioxidant activity and total phenolic content of Iranian *Ocimum accessions*. Food Chemistry, 83:547-550.

Jimenez-Escrigh, A., Jimenez-Jimenez, L., Pullido, R. and Saura-Calixto, R., 2001. Antioxidant activity of fresh and processed edible seaweeds. Journal of the Science of Food and Agriculture, 81:530-534.

Karsten, U., Karsten, U., Lembcke, S. and Schumann, R., 2007. The effects of ultraviolet radiation on photosynthetic performance, growth and sunscreen compounds in aeroterrestrial biofilm algae isolated from building facades. Planta, 225: 991-1000.

Khanavi, M., Nabavi, M., Sdati, N., Shams Ardakani, M. R., Sohrabipour, J., Nabavi, S. M. B., Ghaeli, P., Ostad, S. N., 2010. Cytotoxic activity of some marine brown algae against cancer cell lines. Biological research, 43:31-37.

Lawson, G. W. and John, D. M., 1982. The Marine Algae and Coastal Environment of Tropical West Africa, Tropical West Africa.Vaduz, Journal of Cramer, 455 p.

Liu, C. C., Zhao, G. l., Li, Y. N., Ding, Z. P., Liu, Q. G. and Li , J. L., 2011. Contribution of phenolics and flavonoids to antioxidant activity of ethanol extract from *Eichhornia crassipes*. Advanced Material Research, 156-157: 1372-1377.

Luo, H. Y., Wang, B., Yu, C. G., Qu, Y. L. and Su, C. L., 2010. Evaluation of antioxidant activities of five selected brown seaweeds from China. Journal of Medical Plants Research, 4(18): 2557-2565.

Matanjun, P., Muhamed, S., Mustapha, N. M., Muhammad, K. H. and Ming, C. H., 2008. Antioxidant activities and phenolics content of eight species of seaweeds from north Borneo. Journal of Applied Phycology, P20: 367-373.

Nickavar, B., Alinaghi, A. and Kamalinejad, M., 2008. Evaluation of the antioxidant properties of five *Mentha species*. Iranian Journal of Pharmaceutical Research, 7(3): 203-209.

Ozen, T., 2010. Antioxidant activity of wild edible plants in the black sea region of Turkey. Grasas Y Aceites, 61(1): 86-94.

Roleda, M. Y., Lutz-Meindl, U., Wiencke, C. and Lutz, C., 2010. Physiological,biological and ultrastructural responses of the green macroalgae *Urospora penicilliformis* from Arctic Spitsbergen to UV radiation. Protoplasma, 243:105-116.

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* (Gracilarials, Rhodophyta). Journal of applied phycology, 14: 151-157.

Archive of SID

www.SID.ir

Sheikh, T. Z. B., Yong, C. L. and Lian, M.S., 2009. *In vitro* antioxidant activity of the hexane and methanolic extracts of *Sargassum baccularia* and *Cladophora patentiramea.* Journal of Applied Sciences, 9: 2490-2493.

Sumathi, S. and Krishnavenim, M., 2012. Preliminary Screening screening, antioxidant and antimicrobial potential of *Chaetomorpha antennina* and *Caulerpa scalpelliformis in vitro* study. International J of environmental sciences, 2(3): 2312-2320.

vanAlstyne, K. L., Koellermeier, L. and Nelson, T. A., 2007. Spatial variation in dimethylsulfoniopropionate (DMSP) production in *Ulvalactuca* (Chlorophyta) from the Northeast Pacific. Marine Biology, 150:1127-1135.

Yangthong, M., Hutadilok-Towatana, N. and Phromkunthong, W., 2009. Antioxidant activities of four edible seaweeds from the southern coast of Thailand. Plant Food for Human Nutrition, 64: 218-233.

Zakaria, N. A., Ibrahim, D., Sulaiman, S. F. and Supardy, A., 2011. Assessment of antioxidant activity, total phenolic content and *in vitro* toxicity of Malaysian red seaweed, *Acanthophora spicifera*. Journal of Chemaceutical Research, 3(3): 182-191.

Zhang, W. W., Duan, X. J., Huang, H. L., Zhang, Y. and Wang, B. G., 2007. Evaluation of 28 marine algae from the Qingdao coast for antioxidative capacity and determination of antioxidant efficiency and total phenolic content of fractions and subfractions derived from *Symphyocladial atiuscula* (Rhodomelaceae). Journal of Applied Phycology, 19(2): 97-108.

Zubia, M., Robledo, D. and Freile-Pelergrin, Y., 2007. Antioxidant activities in tropical marine macroalgae from the Yucatan Peninsula,Mexico. Journal of Applied Phycology, 19:449-458.

Archive of SID

www.SID.ir