

## فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره متانولی جلبک سبز دریایی (*Caulerpa sertularioides f.farlowii*)

### 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 به ترتیب در عصاره 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.

### معصومه فراست<sup>\*۱</sup>

رمضانعلی خاوری نژاد<sup>۲</sup>

سید محمد باقر نبوی<sup>۳</sup>

فروغ نامجویان<sup>۴</sup>

۱. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، استادیار گروه زراعت، اهواز، ایران
۲. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، استاد گروه زیست‌شناسی، 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 فارماکوتکونوزی، 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.

### 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 ( $O_2^-$ ) و هیدروکسیل ( $HO^-$ ) و رادیکال‌های پراکسیل ( $HOO^-$ ) برخلاف اکسیژن اتمسفری قادر به اکسیداسیون نامحدود اجزاء متنوع سلولی و آسیب به ساختارهای بیولوژیکی. اکسیداسیون بیومولکول‌هایی چون اسیدهای نوکلئیک، پروتئین، اسیدهای آمینه و لیپید از اثرات آن‌ها بوده و می‌تواند سبب آسیب و یا حتی مرگ سلولی شوند. آسیب‌های سلولی و بافتی منجر به بروز بسیاری از بیماری‌های سخت و مزمن مانند تصلب شرایین، سرطان، التهاب و اختلالات سیستم عصبی، آب مروارید، پارکینسون و آلزایمر می‌گردد (Ozen, 2010). یک راه موثر برای حذف رادیکال‌های آزاد

فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره متانولی جلبک سبز دریایی / فراست و همکاران

استفاده از ترکیبات آنتی اکسیدان است که به عنوان جاروکننده‌های رادیکال‌های آزاد عمل می‌کنند، بنابراین توجه ویژه‌ای به استفاده از آنتی اکسیدان‌ها برای حفظ سلول‌ها از آسیب‌های بیولوژیک رادیکال‌های آزاد صورت گرفته است (Nickavar *et al.*, 2008). تحقیقات آنتی اکسیدان 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 آنتی اکسیدانی 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 آنتی اکسیدان‌ها با خاصیت جاروکنندگی رادیکال‌های آزاد نقشی مهم در پیشگیری یا درمان بیماری‌های مرتبط با اکسیداسیون یا رادیکال‌های آزاد ایفا می‌کنند. خاصیت آنتی اکسیدانی عمدتاً به دلیل 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 آنتی اکسیدان 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 آنتی اکسیدان گیاهان زمینی صورت گرفته ولی در مورد جلبک‌ها این تحقیقات اندک بوده و به جز در مواردی محدود (Khanavi *et al.*, 2010; Farasat *et al.*, 2013) تحقیقی در خصوص بررسی خاصیت آنتی اکسیدانی جلبک‌های آب‌های خلیج فارس به‌ویژه در مورد ماکرو جلبک‌های سبز صورت نگرفته است. لازم است در خصوص ارزش‌های گونه‌های جلبکی آب‌های ایران تحقیقات وسیعی صورت گیرد. نمونه‌های جمع‌آوری شده شامل انشعابات باریک و خزنه تا حدود ۱ میلی‌متر قطر، دارای انشعابات مستقیم با ارتفاع ۷-۴ سانتی‌متر، انشعابات مستقیم و اغلب تا ۲ مرتبه تقسیم شده، انشعاب‌چه‌ها ۳-۵ میلی‌متر طول با کمی انحنا و نوک تیز بودند که 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 آنتی اکسیدانی 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 عبور داده 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، سرلوله‌ها با پارافیلیم 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 اریتالی (Axyos, Australia) با ۱۶۰-۱۵۰ دور در دقیقه پس از آن نیز در دستگاه ساترفیوژ به مدت

۱۵ دقیقه 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)، ۱۰۰ میکرولیتر 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 (1,1-diphenyl-2,2-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 با استفاده از نرم‌افزار Magelan و در دستگاه الیزا ریدر تمام اتوماتیک (Sunrise-Elisa Reader, Tecan, Swiss) در ۳ تکرار انجام شد. جذب محلول‌ها در طول موج ۵۱۷ نانومتر ثبت گردید و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید:

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

$A_{\text{control}}$  = جذب کنترل منفی،  $A_{\text{sample}}$  = جذب نمونه تست،  $A_{\text{blank}}$  = جذب نمونه بلانک

IC50 یا غلظت مورد نیاز عصاره برای مهار و جارو کردن 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 لیتر کربنات سدیم ۷/۵ درصد ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) ادامه یافت. مخلوط ۲ ساعت در دمای آزمایشگاه رها شد، سپس جذب در طول موج ۶۰۰ نانومتر توسط الیزاریدر 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 بر اساس 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 ( $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) و ۲۰ میکرو لیتر استات پتاسیم ۱ مولار ( $\text{CH}_3\text{COOK}$ ) در پلیت ۹۶ خانه مخلوط شد. پس از گذشت چند دقیقه ۱۸۰ میکرولیتر آب به آن افزوده و به مدت ۳۰ دقیقه در دمای آزمایشگاه رها شد. جذب در طول موج ۴۱۵ نانومتر توسط الیزاریدر تمام اتوماتیک خوانده شد و 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 جمع‌آوری	محل جمع‌آوری	عرض جغرافیایی (شمالی)	طول جغرافیایی (شرقی)
۱	S1	اردیبهشت ۹۰	بندر دیر	۲۷۴۹۹۶۴	۵۱۵۶۱۷۸
۲	S2	آذر ۸۹	بوشهر- هلیله	۲۸۵۰۳۰۹	۵۰۵۲۳۹۷
۳	S3	آذر ۸۹	بوشهر- بندرگاه	۲۸۴۹۳۴۷	۵۰۵۲۳۳۴
۴	S5	فروردین ۹۱	نابند- جنگل حرا	۲۷۲۳۷۲۲	۵۲۳۹۷۳۸

### 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.



شکل ۱: نمای کلی *Caulerpa sertularioides f. farlowii* Scale

نتایج حاصل از آنالیز واریانس داده‌ها نشان داد که 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 ( $0/044 \pm 0/001$  میلی‌گرم در میلی‌لیتر) بدست آمد. درصد مهار در رقت ۲ میلی‌گرم در میلی‌لیتر برای کلیه عصاره‌ها محاسبه گردید. جدول ۲ میزان ترکیبات فنلی و فلاونوئید و  $IC_{50}$  هر عصاره جلبک را نشان 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 در عصاره 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.

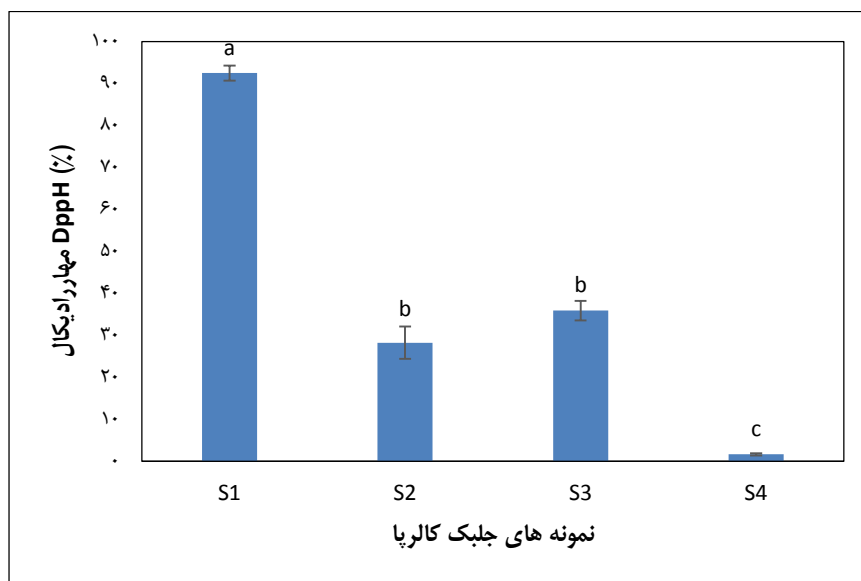
در بررسی همبستگی بین متغیرها نیز نتایج حاصل از ضریب همبستگی پیرسون نشان داد که همبستگی قوی مثبت و معنی‌دار بین میزان ترکیبات فنلی با مهار رادیکال، بین میزان فلاونوئید و مهار رادیکال و نیز بین ترکیبات فنلی و فلاونوئید وجود دارد (جدول ۳).

جدول ۲: جدول دانکن میانگین ترکیبات فنلی، فلاونوئید و ظرفیت آنتی اکسیدانی.

ردیف	کد نمونه	ترکیبات فنلی (میلی‌گرم، گرم <sup>-۱</sup> )	فلاونوئید (میلی‌گرم، گرم <sup>-۱</sup> )	$IC_{50}$ (میلی‌گرم، گرم <sup>-۱</sup> )
۱	S1	۵/۱۶۰ ± ۰/۴۸۳	۴۹/۵۴۶ ± ۹/۳۵۵	a
۲	S2	۱/۴۲۰ ± ۰/۲۲۹	۱۴/۶۹۲ ± ۰/۵۵۲	b
۳	S3	۱/۵۹۷ ± ۰/۲۳۰	۱۲/۹۸۴ ± ۱/۲۳۱	b
۴	S4	۱/۵۴۰ ± ۰/۰۸۹	۷/۵۱۴ ± ۰/۲۷۵	c

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

آماري در سطح ۰/۰۵ با يکديگر اختلاف معنی‌دار دارند.



شکل ۲: 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<sub>50</sub>، مهار رادیکال، فنل و فلاونوئید.

متغیر	فنل	فلاونوئید	مهار رادیکال DPPH
IC <sub>50</sub>	-۰/۴۵۸	-۰/۵۵۲	-۰/۸۶۷**
فنل	-	۰/۸۴۹**	۰/۹۰۸**
فلاونوئید	-	-	۰/۸۸۴**

\*\*معنی‌دار 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 حاضر نشان داد با افزایش میزان ترکیبات فنلی و فلاونوئید عصاره‌ها، فعالیت آنتی‌اکسیدانی و درصد مهار رادیکال DPPH

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 شده برای فلاونوئیدها نیز کارکرد آن‌ها به عنوان آنتی‌اکسیدان است (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 همبستگی مثبت بین ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی نیز با نتایج مطالعات Bouba و همکاران (۲۰۱۰) و Chai و Wong (۲۰۱۲) همخوانی دارد.

موجودات فتوسنتزکننده مکانیسم‌های متفاوتی را برای سازگاری با نوسانات محیط‌های ساحلی و برای حفاظت خود در برابر عواملی چون پرتو فرابنفش و نور مرئی به کار می‌گیرند که شامل تنظیم فعالیت‌های آنزیمی و سیستم‌ها و مولکول‌های آنتی‌اکسیدان مانند ویتامین E (آلفاتوکوفرول)، کاروتنوئیدها، گلوکاتیون پراکسیداز و سوپراکسید دسموتاز است (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 ایستگاه‌های منطقه نمونه‌برداری ایستگاه بندر دیر به دلیل دور بودن از مناطق صنعتی پاک‌ترین و کم‌آلوده‌ترین مناطق ساحلی و خلیج نایبند به دلیل نزدیکی به منطقه عسلویه و آلودگی‌های نفتی و ایستگاهی چون بندرگاه در بوشهر به دلیل ریخته شدن 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. نوسانات 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 بیوشیمی آن‌ها اثر می‌گذارد (van Alstyne *et al.*, 2007; Bast *et al.*, 2009). به‌طور کلی تحقیقات نشان داده‌اند که در جلبک‌ها عواملی چون شوری، دما، منبع نیتروژن (van Alstyne *et al.*, 2007) اکسیژن محیط، pH، عناصر سنگین، پرتوهای UV و سایر عوامل تنش‌زای محیطی (Roleda *et al.*, 2010) بر ترکیب شیمیایی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی اثر می‌گذارند، بنابراین می‌توان این تفاوت در افراد مختلف یک گونه که در زمان‌ها و مکان‌های متفاوت جمع‌آوری شده‌اند 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 فارماکولوژی 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 hydrolyzate 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.

- 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 Analysis*, 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 Journal of Natural Pharmaceutical Products*, 8(1):47-52.
- Horincar, V. B., Parfene, G. and Bahrim, G., 2011.** Evaluation 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., Lembecke, 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. I., 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 *Gracilaria tenuifrons* (Gracilariaceae, Rhodophyta). *Journal of applied phycology*, 14: 151-157.

- Sheikh, T. Z. B., Yong, C. L. and Lian, M.S., 2009.** *In vitro* antioxidant activity of the hexane and methanolic extracts of *Sargassum baccharia* 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 *Symphyclocladia atiuscula* (Rhodomelaceae). Journal of Applied Phycology, 19(2): 97-108.
- Zubia, M., Robledo, D. and Freile-Pelgrin, Y., 2007.** Antioxidant activities in tropical marine macroalgae from the Yucatan Peninsula, Mexico. Journal of Applied Phycology, 19:449-458.