

مقاله علمی - پژوهشی:

بررسی تغییرات فصلی بر میزان فعالیت آنتیاکسیدانی جلبک قهوه‌ای قبل و بعد مانسون در سواحل شمالی دریای عمان *Nizamuddinia zanardinii*

علی مهدی آبکنار*

*aliabkenar@gmail.com

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

تاریخ پذیرش: آبان ۱۴۰۰

تاریخ دریافت: مرداد ۱۴۰۰

چکیده

در مطالعه حاضر تأثیر تغییرات فصلی بر محتوای آنتیاکسیدانی جلبک قهوه‌ای *Nizamuddinia zanardinii* در دو بازه زمانی قبل (فروردین لغایت خرداد ۱۳۹۸) و بعد مانسون (مهر لغایت آذر ۱۳۹۸) بررسی شد. نمونه برداری از سه ایستگاه بندر تنگ، بندر چابهار و بندر گواتر انجام شد. عصاره متانولی نمونه‌ها استخراج شد. بر اساس نتایج آزمون T تمامی شاخص‌های اندازه‌گیری شده به جز میزان IC_{50} در شرایط بعد مانسون نسبت به شرایط قبل از مانسون به طور معنی‌داری بیشتر بود در حالی که میزان IC_{50} قبل مانسون در سطح بالاتری قرار داشت. نتایج تجزیه واریانس نیز نشان داد که میزان آنتوسیانین ($mg/100g$) در حالی که قبل مانسون $4\pm 1.7 DW$ و $FRA B (0.02\pm 0.05 DW)$ درصد) بعد مانسون در ایستگاه بندر گواتر به شکل معنی‌داری کمتر از سایر ایستگاه‌ها بود ($p<0.05$). در حالی که قبل مانسون اختلاف معنی‌داری بین ایستگاه‌ها وجود نداشت ($p>0.05$). میزان فلاونوئید نیز بعد مانسون بین هر سه ایستگاه اختلاف معنی‌داری نشان داد ($p<0.05$). در حالی که قبل مانسون اختلاف معنی‌داری بین ایستگاه‌ها مشاهده نشد ($p>0.05$). بیشترین میزان فلاونوئید بعد مانسون در ایستگاه بندر چابهار ($mg QE/100g$) $51\pm 1 DW$ اندازه‌گیری شد. بیشترین میزان $50 IC$ در هر دو شرایط قبل و بعد مانسون در ایستگاه بندر گواتر (به ترتیب 13 ± 0.9 و $6.8\pm 2.0 \mu g/ml$) اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری شد که به شکل معنی‌داری بیشتر از سایر ایستگاه‌ها بود ($p<0.05$ ، اما بین سایر ایستگاه‌ها قبل و بعد مانسون اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($p>0.05$)). در مجموع، نتایج این تحقیق نشان داد که میزان فعالیت آنتیاکسیدانی جلبک *N. zanardinii* به جز میزان $50 IC$ بعد مانسون به طور معنی‌داری بیشتر از شرایط قبل از مانسون می‌باشد. این نتایج می‌تواند در بررسی توان آنتیاکسیدانی این گونه جهت فعالیت‌های تجاری مورد توجه قرار گیرد.

لغات کلیدی: مانسون، دریای عمان، فعالیت آنتیاکسیدانی، DPPH

*نویسنده مسئول

مقدمه

شرق برزیل بودند. در مطالعه Saeed و همکاران (۲۰۲۰) نیز فعالیت بالای آنتیاکسیدانی در جلبک‌های *Ulva fasciata* و *lactuca* گزارش شد. در تحقیق مذکور میزان IC_{50} اندازه‌گیری شده به ترتیب $6/32 \pm 0/29$ و $6/61 \pm 0/27$ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر و فعالیت آنتیاکسیدانی کل به ترتیب $2/13$ و $1/51$ میلی‌گرم آسکوربیک اسید در گرم وزن خشک گزارش شد.

جلبک *Nizamuddinia zanardinii* یکی از مهم‌ترین جلبک‌های قهومای سواحل شمالی دریای عمان می‌باشد و بعد از جلبک سارگاسوم از بیشترین میزان آژینات برخوردار می‌باشد و یک گونه بومی (اندمیک) منطقه است که به جز سواحل شمالی دریای عمان (چابهار تا کراچی پاکستان) در هیچ کجای دنیا گزارش نشده است (مهدی آبکنار، ۱۳۹۲). هدف از مطالعه حاضر بررسی توانایی آنتیاکسیدانی جلبک *N. zanardinii* به عنوان یکی از گونه‌های بومی دریای عمان در بندر چابهار در شرایط قبل و بعد از بروز پدیده مانسون در ایستگاه‌های مختلف بود.

مواد و روش کار

برای انجام تحقیق حاضر نمونه‌برداری در دو بازه زمانی قبل و بعد مانسون به ترتیب در دوره‌های فروردین لغایت خرداد ماه ۱۳۹۸ و مهر لغایت آذر ماه ۱۳۹۸ از سه ایستگاه بندر تنگ، بندر چابهار و بندر گواتر انجام شد (شکل ۱). موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های مورد مطالعه در جدول ۱ آرائه شده است. تمامی نمونه‌برداری‌ها در زمان بیشینه جذر انجام شد.

ماکرو جلبک‌های دریایی بخش مهمی از فلور سواحل جزر و مدی و تولیدکنندگان اولیه اکوسیستم‌های دریایی می‌باشند (مهدی آبکنار، ۱۳۹۲). زندگی در شرایط دشوار و زیستگاه‌های پیچیده باعث شده تا این گیاهان در تطبیق با محیط اطراف خود انواع متعددی از متابولیت‌های فعال بیولوژیک (تانن، فلاونوئید، اسید فنولیک، برموفول و ...) را تولید کنند که کمتر در سایر موجودات یافت می‌شود (El-Chaghaby *et al.*, 2019) زیستی، آنتیاکسیدان‌ها به دلیل کاربردهای متعددی که دارند، بیشتر توجه محققین را جلب کرده‌اند (Abdel-Francavilla rahman *et al.*, 2020) با مطالعه فعالیت آنتیاکسیدانی جلبک *Gracilaria gracilis* شاهد تغییرات معنی‌داری در میزان فل، فعالیت آنتیاکسیدانی و بسیاری از سایر خواص طی فصول مختلف سال بودند. Kokilam (۲۰۱۳) با بررسی فعالیت آنتیاکسیدانی چهار گونه از جلبک‌های قهومای *Sargassum wightii* و *Chnoospora minima*، *Padina tetrastromatica* و *Hormophysa triquetra* در خلیج منار شاهد میزان بالایی از فلاونوئید کل، فعالیت آنتیاکسیدانی کل و درصد مهارکنندگی رادیکال آزاد در این گونه‌ها بودند. Alencar و همکاران (۲۰۱۴) شاهد فعالیت آنتیاکسیدانی بالا در دو گونه از جلبک‌های قرمز *Amansia multifida* و *Meristiella echinocarpa* جمع‌آوری شده از شمال



شکل ۱: مناطق و ایستگاه‌های نمونه‌برداری در دریای عمان قبل و بعد مانسون (۱۳۹۸)
Figure 1: the area and station of sampling in the Oman Sea per and post- monsoon (2019)

زدوده شد. نمونه‌های تمیز درون کیسه‌های پلاستیکی زیپ‌دار قرار گرفت. کیسه‌های پلاستیکی جهت جلوگیری از نفوذ نور به وسیله ورق‌های نازکی از جنس آلومینیوم پوشانده شد و به همراه یخ درون ظروف نگهداری (بیونولیت) قرار گرفت. بخشی از نمونه‌های شسته شده، در معرض آفتاب به مدت ۳ روز و بعد از آن درون آون با دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت خشک شدند. سپس نمونه‌ها به آزمایشگاه غذا و دارو در منطقه آزاد چابهار منتقل و تا شروع آزمایش‌های لازم جهت عصاره‌گیری و استخراج در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند (Sanchez-Machado *et al.*, 2004).

$$\beta\text{-car} = ((-0.43 \times \text{od } 412 + 0.251 \times \text{od } 431 - 4.376 \times \text{od } 460 + 13.12 \times \text{od } 480) \times 536/1000) \times \text{Dilution factor}$$

Muanda و مطابق با روش اختلاف pH اندازه‌گیری شد (Muanda *et al.*, 2011

جدول ۱: موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های مورد مطالعه در دریای عمان قبل و بعد مانسون (۱۳۹۸)

Table-1. The geographic situation of studied staion in the Oman Sea per and post- monsoon (2019)

ایستگاه	عرض شمالی	طول شرقی
بندر تنگ	۲۵° ۱۴' ۴۹"	۵۹° ۴۸' ۰۲"
بندر چابهار	۲۵° ۱۴' ۱۷"	۶۰° ۳۸' ۵۷"
بندر گواز	۲۵° ۱۲' ۵۹"	۶۱° ۲۹' ۲۲"

نمونه‌های جلبک با استفاده از کاردک پلاستیکی از ایستگاه‌های مورد مطالعه جمع‌آوری و بلافصله با آب دریا شستشو داده شدند. گلولای و سایر مواد چسبیده به آنها

اندازه‌گیری میزان فنل کل با روش رنگ سنجی فولین-سیوکالتو انجام شد (Taga *et al.*, 1984). میزان ترکیبات آنتوسیانینی تام عصاره‌ها با دستگاه اسپکتروفتومتر

$$A = (A_{\lambda 510\text{nm}} - A_{\lambda 700\text{nm}}) \text{ pH} = 1 - (A_{\lambda 510\text{nm}} - A_{\lambda 700\text{nm}}) \text{ pH} = 4.5 \\ \text{مقدار آنتوسیانین مونومری (mg/ml)} = A \times MW \times DF \times 1000 / \varepsilon \times C$$

۵۱۷ نانومتر، A نمونه: جذب محلول DPPH با نمونه در طول موج ۵۱۷ نانومتر برای اندازه‌گیری قدرت احیاء‌کنندگی یون آهن (FRAB^۱) از روش Sellimi و همکاران (۲۰۱۵) استفاده شد. جهت تعیین میزان IC₅₀ از روش Zhang و همکاران (۲۰۱۳) استفاده شد آنالیزهای آماری با نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۳ انجام شد. برای تحلیل داده‌ها از آزمون One-way ANOVA و برای بررسی اختلاف میانگین‌ها از پس آزمون چند دامنه‌ای Duncan در سطح خطای $p < 0.05$ استفاده شد. به منظور بررسی ارتباط بین پارامترهای اندازه‌گیری شده از آزمون Paired- Samples T- Test

A: مقدار جذب نمونه، MW: وزن مولی سیانیدین تری گلیکوزید (گرم بر مول آنتوسیانین غالب در جلبک معادل ۴۸۴/۸۲)، DF: فاکتور رقت نمونه‌ها، ε: جذب مولی سیانیدین تری گلیکوزی معادل ۲۴۸۲۵، C: غلظت بافر (میلی‌گرم بر میلی‌لیتر)، عدد ۱۰۰۰: جهت تبدیل گرم به میلی‌گرم میزان ترکیبات فلاونوئیدی به روش کالریمتربیک اندازه‌گیری شد (Chang *et al.*, 2002). سنجش توانایی مهار رادیکال‌های آزاد (DPPH^۲) با روش Blois (1958) با استفاده از فرمول ذیل تعیین شد.

$$DPPH = \frac{A_{\text{نمونه}} - A_{\text{کنترل}}}{A_{\text{کنترل}}} \times 100$$

کنترل: جذب محلول DPPH بدون نمونه در طول موج A

² Ferric reducing antioxidant power

³ Half Maximal Inhibitory Concentration

اختلاف میانگین منفی به دست آمده از آزمون Paired-Samples T-Test آنتوسیانین، فلاونوئید کل، DPPH و FRAB بعد مانسون به شکل معنی داری بیشتر بود در حالی که میزان IC_{50} قبل مانسون در سطح بالاتری اندازه گیری شد.

نمودارها با نرم افزار Microsoft Office, 2013 انجام شد. نتایج به صورت میانگین \pm انحراف معیار گزارش شد.

نتایج

میانگین پارامترهای اندازه گیری شده در شرایط قبل و بعد مانسون در جدول ۲ ارائه شده است. با توجه به مقادیر P و

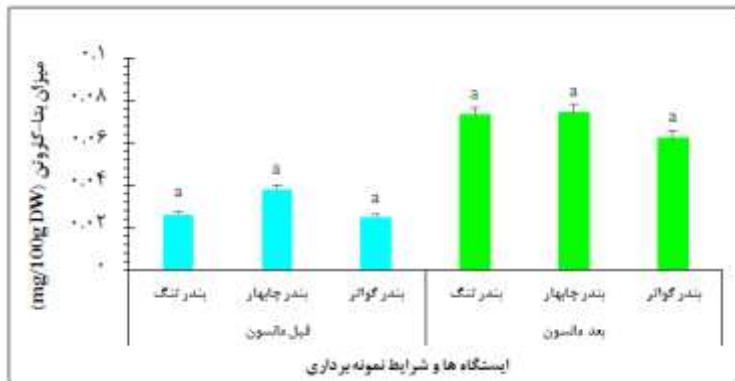
جدول ۲: مقایسه فعالیت آنتیاکسیدانی در جلبک *Nizamuddinia zanardinii* قبل و بعد مانسون در دریای عمان (۱۳۹۸)

Table 2: The comparison of antioxidant activity of *Nizamuddinia zanardinii* per and post- monsoon in Oman Sea (2019)

t	P	df	انحراف معیار میانگین	شرایط	شاخص
-۷/۴۴	۰/۰۳۶	۸	۰/۰۲۹±۰/۰۱	قبل مانسون	بتا-کاروتون (mg/ 100g DW)
			۰/۰۶۹±۰/۰۱	بعد مانسون	
			۰/۰۴۰±۰/۰۱	اختلاف میانگین	
-۸/۸۶	۰/۰۴۳	۸	۰/۵۴±۰/۲۲	قبل مانسون	فنل تام (mg GA/ g DW)
			۱/۴۹±۰/۲۸	بعد مانسون	
			-۰/۹۵±۰/۳۲	اختلاف میانگین	
-۱۲/۲۳	۰/۰۲۷	۸	۲/۰۷±۰/۴۹	قبل مانسون	آنتوسیانین (mg-C-3-gE/ 100g DW)
			۵/۳۷±۱/۰۵	بعد مانسون	
			-۳/۳۹±۰/۸۰	اختلاف میانگین	
-۱۸/۲۳	۰/۰۴۴	۸	۴/۲۵±۱/۳۱	قبل مانسون	فلاؤنوئید تام (mg QE/ 100g DW)
			۱۲/۳۶±۱/۴۰	بعد مانسون	
			-۸/۱۱±۱/۳۳	اختلاف میانگین	
-۱۲/۷۱	۰/۰۱۵	۸	۷/۰۷±۱/۳۱	قبل مانسون	(/) DPPH
			۲۱/۱۰±۳/۰۹	بعد مانسون	
			-۱۴/۰۲±۳/۳۰	اختلاف میانگین	
-۸/۹۳	۰/۰۱۰	۸	۰/۲۶±۰/۱۱	قبل مانسون	FRAB
			۰/۶۵±۰/۰۸	بعد مانسون	
			-۰/۳۸±۰/۱۳	اختلاف میانگین	
۱۳/۵۶	۰/۰۳۹	۸	۱۱۲/۴۶±۱۲/۶۴	قبل مانسون	(g/ml μ) LC ₅₀
			۶۶/۲۷±۴/۷۴	بعد مانسون	
			۴۶/۱۹±۱۰/۲۱	اختلاف میانگین	

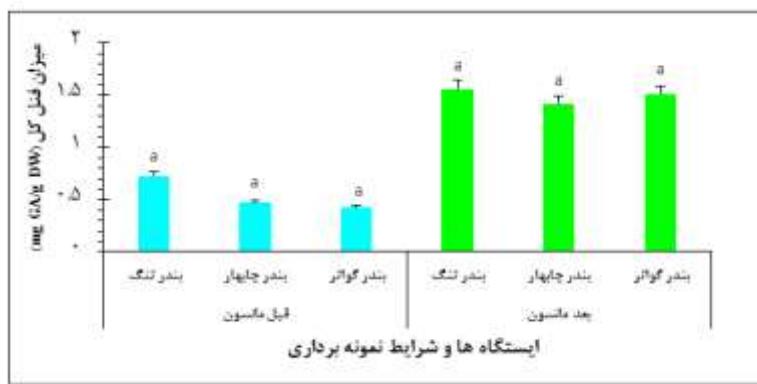
۰/۰۲۵±۰/۰۵ میلی گرم در ۱۰۰ گرم وزن خشک و بعد مانسون به ترتیب ۰/۰۷۳±۰/۰۲، ۰/۰۷۴±۰/۰۲ و ۰/۰۶۲±۰/۰۱ میلی گرم در ۱۰۰ گرم وزن خشک اندازه گیری شد (شکل ۲).

نتایج آزمون One-way ANOVA اختلاف آماری معنی داری بین میزان بتا-کاروتون قبل و بعد مانسون در ایستگاه های مورد مطالعه نشان نداد ($p>0/05$). میزان بتا-کاروتون قبل مانسون در نمونه های بندر تنگ، بندر چابهار و بندر گواتر به ترتیب ۱/۰۱، ۰/۰۲۶±۰/۰۱، ۰/۰۳۸±۰/۰۱ و

شکل ۲: مقایسه میزان بتا-کاروتین در جلبک *Nizamuddinia zanardinii* قبل و بعد مانسون (۱۳۹۸)Figure 2: The comparison of β -caroten content of *Nizamuddinia zanardinii* per and post -monsoon in Oman Sea (2019)

۱۰۰ گرم وزن خشک و بعد مانسون به ترتیب $۱/۴۲\pm ۰/۳۵$ ، $۱/۵۶\pm ۰/۳۵$ و $۱/۵۱\pm ۰/۱۸$ میلی گرم گالیک اسید در ۱۰۰ گرم وزن خشک اندازه گیری شد (شکل ۳).

میزان فتل تام نیز اختلاف آماری معنی داری قبل و بعد مانسون بین ایستگاه های مورد مطالعه نشان نداد ($p>0/05$). میزان این شاخص قبل مانسون در نمونه های بندر تنگ، بندر چاپهار و بندر گواتر به ترتیب $۰/۷۳\pm ۰/۱۴$ ، $۰/۴۷\pm ۰/۰۹$ و $۰/۴۲\pm ۰/۱۸$ میلی گرم گالیک اسید در

شکل ۳: مقایسه میزان فنول کل در جلبک *Nizamuddinia zanardinii* قبل و بعد مانسون (۱۳۹۸)Figure 3: The comparsion of total phenol content of *Nizamuddinia zanardinii* per and post monsoon in Oman Sea (2019)

گرم وزن خشک) به شکل معنی داری کمتر از سایر ایستگاه ها بود ($p<0/05$)؛ اما بین در نمونه های بندر تنگ ($۰/۴۰\pm ۰/۸۳$) و بندر چاپهار ($۰/۲۳\pm ۰/۲۳$) و بندر گواتر ($۰/۹۴\pm ۰/۲۳$) میلی گرم در ۱۰۰ گرم وزن خشک) اختلاف آماری معنی داری مشاهده نشد ($p>0/05$) (شکل ۴).

میزان آنتوکسیانین قبل مانسون در نمونه های بندر تنگ، بندر چاپهار و بندر گواتر به ترتیب $۰/۳۶\pm ۰/۴۴$ ، $۰/۲۳\pm ۰/۴۷$ و $۰/۶۲\pm ۰/۲۵$ میلی گرم در ۱۰۰ گرم وزن خشک اندازه گیری شد که فاقد هر گونه اختلاف آماری معنی دار بودند ($p>0/05$). بعد مانسون میزان این شاخص در نمونه های بندر گواتر ($۰/۹۷\pm ۰/۱۳$ میلی گرم در ۱۰۰

شکل ۴: مقایسه میزان آنتوسبین در جلبک *Nizamuddinia zanardinii* قبل و بعد مانسون در دریای عمان (۱۳۹۸)

Figure 4:The comparsion of autocyanine content of *Nizamuddinia zanardinii* per and post- monsoon in Oman Sea (2019)

نیز بیشترین و کمترین میزان فلاونوئید تام در نمونه های بندر چابهار $13/41 \pm 1/66$ میلی گرم کوئرستین در 100 گرم نمونه خشک) و بندر گواو ($2/11/19 \pm 1/0/2$ میلی گرم کوئرستین در 100 گرم نمونه خشک) اندازه گیری شد کوئرستین در 100 گرم نمونه خشک) اندازه گیری شد ($p < 0.05$)؛ میزان این شاخص در نمونه های بندر تنگ نیز $12/50 \pm 1/54$ میلی گرم کوئرستین در 100 گرم نمونه خشک اندازه گیری شد. بعد مانسون بین نمونه های بندر چابهار و بندر تنگ اختلاف آماری معنی داری مشاهده نشد ($p > 0.05$) (شکل ۵).

میزان فلاونوئید تام قبل مانسون بین نمونه های هر سه ایستگاه دارای اختلاف آماری معنی داری بود ($p < 0.05$). بیشترین و کمترین میزان این شاخص به ترتیب در نمونه های بندر چابهار ($4/11/41 \pm 1/51$ میلی گرم کوئرستین در 100 گرم نمونه خشک) و بندر گواو ($3/10 \pm 1/0/4$ میلی گرم کوئرستین در 100 گرم نمونه خشک) اندازه گیری شد ($p < 0.05$). میزان این شاخص در نمونه های بندر تنگ نیز $4/25 \pm 1/24$ میلی گرم کوئرستین در 100 گرم نمونه خشک اندازه گیری شد. بعد مانسون

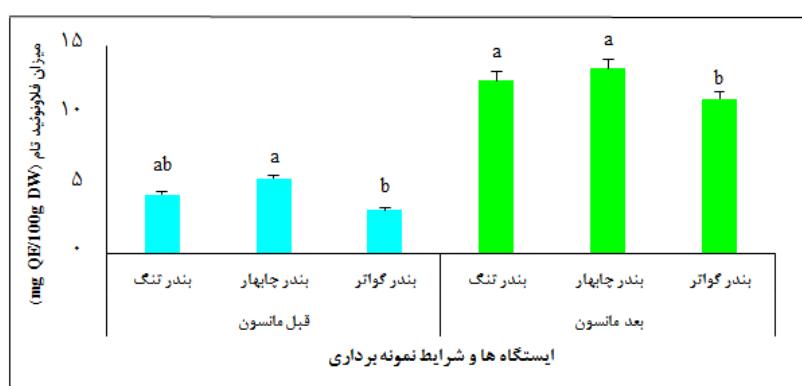
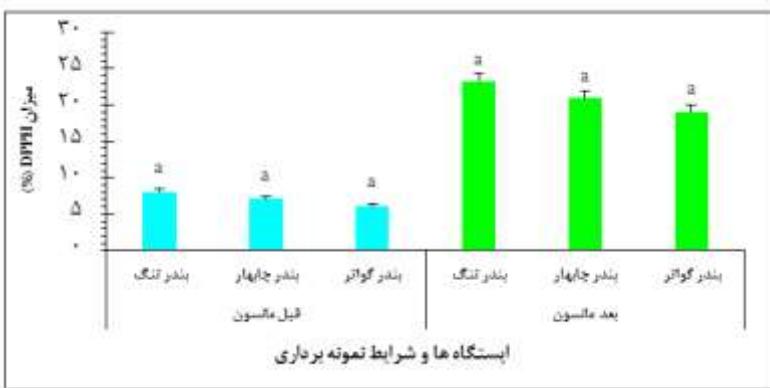
شکل ۵: مقایسه میزان فلاونوئید تام در جلبک *Nizamuddinia zanardinii* قبل و بعد مانسون در دریای عمان (۱۳۹۸)

Figure 5:The comparsion of total phelavenoide content of *Nizamuddinia zanardinii* per and post monsoon in Oman Sea (2019)

میزان DPPH در شرایط قبل و بعد مانسون قادر هر گونه نمونه های بندر تنگ، چابهار و گواو به ترتیب

میزان DPPH در شرایط قبل و بعد مانسون قادر هر گونه اختلاف آماری معنی دار بین ایستگاه های مورد مطالعه بود

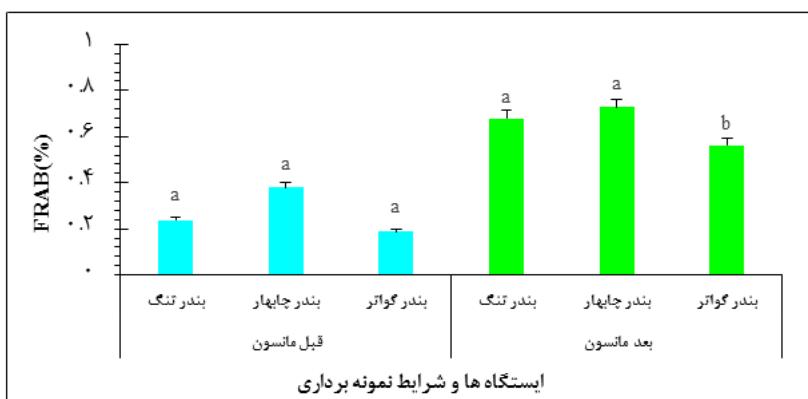
.۲۷±۲/۱۳/۱۹ درصد بود (شکل ۶).
مانسون به ترتیب $۳۶±۴/۲۶/۲۳$ ، $۰/۱۰±۱/۰/۸۰$ و $۵۲±۱/۱/۰/۱۰$ درصد و بعد



شکل ۶: مقایسه قدرت مهارکنندگی رادیکال آزاد (DPPH) در جلبک *Nizamuddinia zanardinii* قبل و بعد مانسون (۱۳۹۸)
Figure 6: The comparsion of DPPH content of *Nizamuddinia zanardinii* per and post monsoon in Oman Sea (2019)

$۰/۰/۲±۰/۰/۲$ درصد) به شکل معنی‌داری کمتر از سایر ایستگاه‌ها بود ($p<0/0/5$). FRAB اندازه‌گیری شده بین نمونه‌های بندر تنگ ($۰/۰/۲±۰/۰/۲$) و چابهار ($۰/۰/۵±۰/۰/۵$) فاقد هر گونه اختلاف آماری معنی‌داری بود (شکل ۷).

میزان FRAB قبل مانسون در نمونه‌های بندر تنگ، چابهار و گوادر به ترتیب $۰/۰/۱±۰/۰/۱$ ، $۰/۰/۳±۰/۰/۳$ و $۰/۰/۴±۰/۰/۴$ اندازه‌گیری شد که فاقد هر گونه اختلاف آماری معنی‌دار بودند ($p>0/0/5$); اما بعد مانسون میزان FRAB اندازه‌گیری شده در ایستگاه بندر گوادر



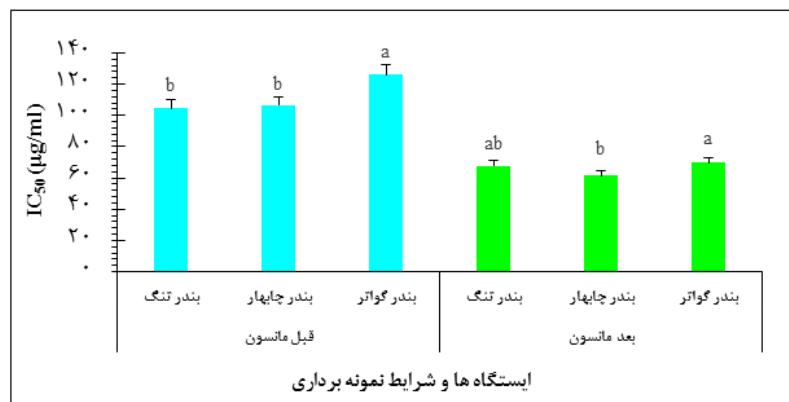
شکل ۷: مقایسه قدرت مهارکنندگی یون آهن (FRAB) در جلبک *Nizamuddinia zanardinii* قبل و بعد مانسون (۱۳۹۸)
Figure 7: The comparsion of FRAB content of *Nizamuddinia zanardinii* per and post monsoon in Oman Sea (2019)

میلی‌لیتر) و چابهار ($۰/۴/۳±۳/۶/۰$ میکروگرم در میلی‌لیتر) اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نشد ($p>0/0/5$). در شرایط بعد مانسون میزان IC_{50} بین نمونه‌های هر سه ایستگاه دارای اختلاف آماری معنی‌داری

میزان IC_{50} قبل مانسون در نمونه‌های بندر گوادر $۰/۹/۰±۰/۸/۲$ میکروگرم در میلی‌لیتر) به شکل معنی‌داری بیشتر از سایر ایستگاه‌ها بود ($p<0/0/5$)، اما بین نمونه‌های بندر تنگ ($۰/۰/۷±۰/۰/۷$ میکروگرم بر

میلی لیتر) اندازه‌گیری شد ($p < 0.05$). میزان IC₅₀ در نمونه‌های بندر تنگ نیز $67/57 \pm 4/07$ میکروگرم در میلی لیتر اندازه‌گیری شد ($p < 0.05$) (شکل ۸).

بود ($p < 0.05$). بیشترین و کمترین میزان این شاخص بعد مانسون به ترتیب در نمونه‌های بندر گواثر ($69/68 \pm 2/20$ درصد) و بندر چابهار ($61/56 \pm 3/91$ و میکروگرم در



شکل ۸: مقایسه میزان IC₅₀ در جلبک *Nizamuddinia zanardinii* قبل و بعد مانسون (۱۳۹۸)

Figure 8: The comparsion of FRAB content of *Nizamuddinia zanardinii* per and post- monsoon in Oman Sea (2019)

مختلف سال بودند. در مطالعه‌ای دیگر Ansari و Ghanem (۲۰۱۷) با بررسی تغییرات فصلی بر چهار گونه از جلبک‌های سبز دریای سرخ (*Ulva lactuca*, *Enteromorpha flexuosa*, *Cladophora prolifera*, *Chaetomorpha linum*) تغییرات معنی‌داری بین تنوع و فعالیت آنتیاکسیدانی جلبک‌های مورد مطالعه گزارش دادند. در سایر مطالعات نیز نتایج مشابهی گزارش شده است (Ghorbanli *et al.*, Attaran *et al.*, 2015). در تحقیقی مشابه سارانی یازپه و همکاران (۱۳۹۹) میزان بتا-کاروتون اندازه‌گیری شده در جلبک *N. zanardinii* را 0.048 ± 0.040 میلی‌گرم در $100 \text{ g} \text{m}$ وزن خشک گزارش دادند که در محدوده مطالعه حاضر بود. محمدی (۱۳۹۵) مقدار فنل اندازه‌گیری شده در جلبک قهقهه‌ای *N. zanardinii* جمع‌آوری شده از سواحل قشم و چابهار را $3/37$ میلی‌گرم گالیک اسید در $100 \text{ g} \text{m}$ نمونه گزارش داد که بالاتر از مقادیر اندازه‌گیری شده مطالعه حاضر بود در حالی که این مقدار در مطالعه سارانی یازپه و همکاران (۱۳۹۹) 0.013 ± 0.004 میلی‌گرم اسید گالیک بر گرم وزن خشک گزارش شد که پایین‌تر از مقادیر اندازه‌گیری شده در مطالعه حاضر بود. علت بالاتر بودن مقدار فنل کل در

بحث

در تحقیقات متعددی توان آنتیاکسیدانی گونه‌های مختلف جلبک‌های دریایی در نقاط مختلف جهان اندازه‌گیری شده است (Abka *et al.*, 2021). Cagalj *et al.*, 2018 گزارش دادند که Khajouei و همکاران گونه‌ای مناسب برای استخراج ترکیبات آنتیاکسیدانی می‌باشد. *N. zanardinii* جلبک قهقهه‌ای متعلق به خانواده Sargassaceae می‌باشد که در تحقیق حاضر از سه ایستگاه مختلف در سواحل شمالی دریای عمان جمع‌آوری شد و عصاره متابولی آن استخراج گردید. نتایج نشان داد که میزان بتا کاروتون، فنل کل، آنتوسیانین، فلاونوئید کل، قدرت مهارکنندگی رادیکال آزاد و قدرت مهارکنندگی یون آهن بعد مانسون دارای مقادیر بالاتری بود در حالی که میزان IC₅₀ قبل مانسون به طور چشمگیری بالاتر بود. همسو با نتایج حاضر Fellah و همکاران (۲۰۱۷) شاهد تغییرات معنی‌داری در میزان ترکیبات فنلی و فعالیت آنتیاکسیدانی سه گونه از جلبک‌های کشور الجزایر (*Halopteris scoparia*, *Zonaria tournefortii*, *Sphaerococcus coronopifolius*) طی فصول

مانسون به طور معنی‌داری در جلبک *N. zanardinii* افزایش یافت در حالی که میزان IC₅₀ قبل مانسون به‌طور چشمگیری بیشتر بود. این نتایج می‌تواند متأثر از عوامل اکولوژیک منطقه باشد. به‌نظر می‌رسد، عواملی زیستی و غیر زیستی (زمان، دما و محل نمونه‌برداری، امواج، شرایط اکولوژیک، تغییرات اقلیم، وضعیت چراک‌نندگان و سایر موجودات همزیست و ...) باعث ایجاد تغییراتی در پارامترهای فیزیکی و شیمیابی آب و در نتیجه ایجاد اختلاف در تولید ترکیبات فنلی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در جلبک *N. zanardinii* خواهد شد. مطالعه حاضر اگرچه به عنوان یک مطالعه مقدماتی در زمینه بررسی فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی در جلبک *N. zanardinii* انجام شد، اما می‌تواند در گسترش اطلاعات درباره ماکروجلبک‌های دریایی عمان با ارائه کاربردهای دارویی و *N.* پژوهشی کمک کند. با توجه به اینکه جلبک *N. zanardinii* گونه‌ای است که فقط در سواحل شمالی دریای عمان از (چابهار تا سواحل کراچی) یافت می‌شود و امکان پرورش آن نیز وجود دارد (مهدى آبکنار، ۱۳۹۲)، می‌توان آن را از محیط طبیعی جمع‌آوری کرد و به عنوان منابع طبیعی آنتی‌اکسیدان مورد استفاده قرار داد.

منابع

- اعتمادیان، ی.، خانی پور، ع.ا.، شعبانپور، ب..، کردجزی، م.، قائمی. و. و زحمتکش، ع.ع..، ۱۳۹۶.
بررسی خاصیت دارویی ۵ جلبک قهقهه‌ای بومی حوزه آبهای جنوب کشور و ترویج آن‌ها برای پرورش. فصلنامه علوم آبزی پروری پیشرفت، ۱(۱): ۵۲-۴۳.
- سارانی یازتبه، ع.م..، ۱۳۹۸. ارزیابی کمی محتوای ترکیبات پلی فنولیک، آنتوسبیانین‌ها و بتاکاروتون عصاره به دست آمده از سه نوع جلبک بومی منطقه چابهار / اولوا، نیزیمودینیا زناردینی و سارگاسوم / لیپسی فولیوم و بررسی اثر ضد اکسیدانی آن‌ها. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد زاهدان، ۹۲ صفحه.
- سارانی یازتبه، ع.م..، حسینی طباطبایی، س.م.ر. و مهدی آبکنار، ع..، ۱۳۹۹. مقایسه فعالیت آنتی‌اکسیدانی و بتا کاروتون استخراج شده از سه گونه

بعضی از گونه‌ها می‌تواند حضور آنها در بالاترین منطقه جزر و مدی یا قرار گرفتن در معرض سطوح بالایی از اشعه مأواه‌بنفس باشد که به منظور محافظت در برابر چنین شرایطی، فنل بیشتری تولید می‌کنند (اعتمادیان و همکاران، ۱۳۹۶). همچنین تغییرات میزان ترکیبات فنلی ماکروجلبک‌ها ممکن است با مرحله تولیدمثلی جلبک و عوامل فیزیکی محیط مانند تراکم، کیفیت نور، دوره نور و دما نیز مرتبط باشد (Zucchi and Necchi, 2001).

سارانی یازتبه و همکاران (۱۳۹۶) میزان DPPH و FRAB اندازه‌گیری شده در جلبک *N. zanardinii* را به ترتیب در محدوده ۲۸-۹/۹۶ درصد و ۰/۶۷ گزارش دادند. بنا بر گزارش این محققین، میزان DPPH اندازه‌گیری شده در جلبک *S. ilicifolium*, *U. lactuca* (N. *zanardinii*) و (N. *zanardinii*) کمترین مقدار بود. همچنین آنها مقدار آنتوسبیانین اندازه‌گیری شده در جلبک *N. zanardinii* ۵/۱۹±۱/۳۶ را می‌گرم در ۱۰۰ میلی‌گرم در ۵/۱۹±۱/۳۶ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم نمونه خشک گزارش دادند که در محدوده مقادیر اندازه‌گیری شده در شرایط بعد از مانسون در مطالعه حاضر بود. میزان IC₅₀ اندازه‌گیری شده در جلبک *N. zanardinii* نیز ۶۲/۷۹ میکروگرم بر میلی‌لیتر گزارش شد که در محدوده مقادیر اندازه‌گیری شده بعد مانسون در مطالعه حاضر بود (سارانی یازتبه و همکاران، ۱۳۹۹).

SARANİ یازتبه (۱۳۹۸) مقدار فلاونوئید اندازه‌گیری شده در جلبک *N. zanardinii* ۱۲/۲۱±۱/۱۴ را می‌گرم کوئرستین بر گرم جلبک گزارش داد که در محدوده مقادیر اندازه‌گیری شده بعد مانسون در مطالعه حاضر بود. محمدی و همکاران (۱۳۹۷) میزان DPPH و FRAB اندازه‌گیری شده در جلبک *N. zanardinii* را در سواحل کانی (قشم) را به ترتیب ۸۱/۶۶±۷/۶۳ و ۷۶/۲۴±۰/۳۹ درصد گزارش دادند که بیشتر از نتایج تحقیق حاضر بود.

در مجموع، نتایج این تحقیق نشان داد که ترکیبات فنلی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی جلبک *N. zanardinii* طی فصول مختلف سال دارای تغییرات معنی‌داری می‌گردد. این نتایج به‌وضوح نشان داد که میزان بتا-کاروتون، فنل کل، آنتوسبیانین، فلاونوئید کل، FRAB و DPPH بعد

- Nizimuddinia zanardini*. International Journal of Biological Macromolecules, 118 (Part A), 1073-1081. DOI: 0.1016/j.ijbiomac.2018.06.154.
- Alencar, D.B., Silva, S.R., Pires-cavalcante, K., Lima, R. L., Pereira, F. N., Sousa, M. B., Viana, F.A., Nagano, C.S., Do nascimento, K.D., Cavada, B.S., Sampaio, A.H. and Saker-sampaio, S., 2014.** Antioxidant potential and cytotoxic activity of two red seaweed species, *Amansia multifida* and *Meristiella echinocarpa*, from the coast of Northeastern Brazil. *Anais da academia brasileira de ciências*, 86, 251-263. DOI: 10.1590/0001-37652014116312.
- Ansari, A. A. and Ghanem, S.M., 2017.** Seasonal variation in the growth responses of some chlorophytic algal flora of the Red Sea. *The Egyptian Journal of Aquatic Research*, 43(2), 129-134. DOI: 10.1016/j.ejar.2017.04.001.
- Attaran, G., Jangizehi, S. and Zahedi, M.M., 2015.** Seasonal variation of total lipid, fatty acids, fucoxanthin content, and antioxidant properties of two tropical brown algae (*Nizamuddinia zanardinii* and *Cystoseira indica*) from Iran. *Journal of Applied Phycology*, 28(2), 1323-1331. DOI: 10.1007/s10811-015-0645-y
- Blois, M.S., 1958.** Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Naturevolume*, 181, 1199-1200. DOI: 10.1038/1811199a0.
- جلبک‌های بومی دریای عمان (*Ulva lactuca*) و *Sargassum illicifolium* فراسودمندی دو گونه جلبک قهقهه‌ای (*Iyengaria*) (*Nizimuddinia zanardini stellate*). مجله علمی شیلات ایران ۲۹ (۶): ۵۳-۶۳. DOI: 10.22092/ISFJ.2021.123538
- محمدی، ع. ۱۳۹۵. مقایسه خواص فیزیکوشیمیایی و فراسودمندی دو گونه جلبک قهقهه‌ای (*Nizimuddinia zanardini* و *stellate*) سواحل قشم. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۶۵ صفحه.
- محمدی، ع. شعبانپور، ب. و کردجزی، م. ۱۳۹۷. اثر عصاره آبی جلبک قهقهه‌ای (*Nizimuddinia zanardini*) سواحل قشم بر عوامل بیماری‌زا انسان و تعیین خواص ضدآکسیدانی آن. مجله علمی پژوهشی زیست‌شناسی دریا، دوره ۱۰، شماره ۴، ۷۵-۸۲ صفحات.
- مهردی آبکنار، ع. ۱۳۹۲. بررسی میزان آلرژینات‌ها در جلبک قهقهه‌ای (*Sargassum illicifolium*) و *Nizamuddinia zanardinii* در سواحل استان سیستان و بلوچستان. موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، مرکز تحقیقات شیلاتی آب‌های دور - چابهار، ۶۶ صفحه.
- Abdel-Rahman, E.H., Saad, A.E.A. and Hassanalain, M.A., 2020.** Electrophoretic profile of treated *Lymnaea natalensis* snails with *Pterocladia capillacea*, *Jania rubens* and *Ulva lactuca* algal extracts. *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries*, 24, 443-451. DOI: 10.21608/ejabf.2020.71466.
- Abka Khajouei, R., Keramat, J., Hamdami, N., Ursu, A.V., Delattre, C., Laroche, C., Gardarin, C., Lecerf, D., Desbrières, J., Djelveh, G. and Michaud, P., 2018.** Extraction and characterization of an alginate from the Iranian brown seaweed

- Cagalj, M., Skroza, D., Tabanelli, G., Özogul, F. and Šimat, V., 2021.** Maximizing the antioxidant capacity of *padina pavonica* by choosing the right drying and extraction methods. *Processes*, 9, 587. DOI: 10.3390/pr9040587
- 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. *Journal of Food and Drug Analysis*, 10(3), 178-82. DOI:10.38212/2224-6614.2748
- El-Chaghaby, G.A., Rashad, S., Abdel-Kader, S.F., Rawash, E.S.A. and Moneem, M.A., 2019.** Assessment of phytochemical components, proximate composition and antioxidant properties of *Scenedesmus obliquus*, *Chlorella vulgaris* and *Spirulina platensis* algae extracts. *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries*, 23(4), 521–526. DOI:10.21608/ejabf.2019.57884.
- 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. *Journal of Materials and Environmental Science*, 8(12), 4451-4456. DOI. 10.26872/jmes.
- Francavilla, M., Franchi, M., Monteleone, M. and Caroppo, C., 2013.** The Red Seaweed *Gracilaria gracilis* as a Multi Products Source. *Marine Drugs*, 11, 3754-3776. DOI. 10.3390/md11103754.
- Ghorbanli, M., Amirkian Tehran, T. and**
- Niyakan, M., 2012.** Seasonal changes in antioxidant activity, flavonoid, anthocyanin and phenolic compounds in *Flavoparmelia caperata* (L.) Hale and *Physcia dubia* (Hoffm.) Lettau from Babol forest sites in north of Iran. *Iranian Journal of Plant Physiology*, 2 (3), 461- 469. DOI. 10.22034/IJPP.2012.540781.
- 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. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 3(11), 99-104. DOI. 10.7324/JAPS.2013.31118
- Muanda, F.N., Soulimani, R., Diop, B. and Dicko, A., 2011.** Study on chemical composition and biological activities of essential oil and extracts from stevia rebaudiana Bertoni leaves. *LWT- Food Science and Technology*, 44, 1865-1872. DOI. 10.1016/j.lwt.2010.12.002.
- Saeed, A.M., Abotaleb, S.I., Alam, N.G., Elmehalawy, A.A. and Gheda, S.F., 2020.** In vitro assessment of antimicrobial, antioxidant and anticancer activities of some marine macroalgae. *Egyptian Journal of Botany*, 60, 81–96. DOI. 10.21608/EJBO.2019.11363.1303
- Sanchez-Machado, D.I., Lopez-Cervantes, J., Lopez-Hernandez, J. and Paseiro-Losada, P., 2004.** Fatty acids, total lipid, protein and ash contents of processed edible seaweeds. *Food Chemistry*, 85(3), 439-444. DOI. 10.1016/j.foodchem.2003.08.001.
- Sellimi, S., Younes, I., Ben Ayed, H., Maalej,**

- H., Montero, V., Rinaudo, M., Dahia, M., Mechichi, T., Hajji, M. and Nasri, M., 2015.** Structural, physicochemical and antioxidant properties of sodium alginate isolated from a Tunisian brown seaweed. *International Journal of Biological Macromolecules*, 72, 1358–1367. DOI. 10.1016/j.ijbiomac.2014.10.016.
- Taga, M.S., Miller, E.E. and Pratt, D.E., 1984.** Chia seeds as a source of natural lipid antioxidants. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 61(5), 928-931. DOI. 10.1007/BF02542169.
- Zhang, Y., Li, Q., Xing, H., Lu, X., Zhao, L., Qu, K. and Bi, K., 2013.** Evaluation of antioxidant activity of ten compounds in different tea samples by means of an on-line HPLC-DPPH assay. *Food Research International*, 53(2), 847-856. DOI. 10.1016/j.foodres.2013.03.026
- Zucchi, M. R. and Necchi Jr., O., 2001.** Effects of temperature, irradiance and photoperiod on growth and pigment content in some freshwater red algae in culture. *Phycological Research*, 49(2), 103-114. DOI. 10.1111/j.1440-1835.2001.tb00240.x.

**Investigation of seasonal changes on the antioxidant activity of brown algae
Nizamuddinia zanardinii pre- and post-Monsoon in North coasts of the Oman Sea**

Mahdi Abkenar A.*¹

*aliabkenar@gmail.com

1-Department of Fisheries Group, Chabahar Branch, Islamic Azad University, Chabahar, Iran.

Abstract

In the present study, the effect of seasonal variability was investigated on the antioxidant content of brown algae *Nizamuddinia zanardinii* in the pre (April to June 2019) and post (October to December 2019) monsoon periods. Sampling was performed from Tang Bay, Chabahar Port and Goater Bay. T-test results indicated that all indices except IC₅₀ were significantly higher in post monsoone condition compared pre monsoon ($p<0.05$). While, IC₅₀ significantly higher in pre monsoon ($p<0.05$). Comparison of results between stations indicated the levels of anthocyanin (4.13 ± 0.97 DW/mg) and FRAB ($0.56\pm0.02\%$) at Goater bay in pre monsoon were significantly lower than compared other stations ($p<0.05$); While, there was no significant difference between stations in post monsoon ($p>0.05$). The level of flavonoids showed a significant difference between all three stations in post monsoon ($p<0.05$); whereas no significant difference was observed between stations in pre monsoon ($p>0.05$). The highest amount of flavonoids in post monsoon were measured at Chabahar Bay Station (5.41 ± 1.51 mg QE/100g DW). The highest level of IC₅₀ was measured in both pre and post monsoon at Goater Bay (respectively 69.68 ± 2.20 and 126.08 ± 13.09 µg/ml), which was significantly higher than compared to other stations ($p<0.05$); But there was no significant difference between other stations in pre and post Monsoon ($p>0.05$). In conclusion, the results of this study showed that the level of antioxidant activity of *N. zanardinii* algae except IC₅₀ after monsoon is significantly higher than pre- monsoon conditions. These results can be considered in the study of antioxidant potential of this species for commercial activities.

Keywords: Monsoon, Oman Sea, antioxidant activity, DPPH, *Nizimuddinia zanardinii*

*Corresponding author