

ارزش غذایی گیاه دریایی *Sargassum lentifolium*

خلیج چابهار (دریای عمان) – قبل و بعد از مانسون

محمود حافظیه*

*jhafezieh@yahoo.com

موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، صندوق پستی: ۱۱۶-۱۳۱۸۵

تاریخ دریافت: بهمن ۱۳۹۱ تاریخ پذیرش: بهمن ۱۳۹۲

چکیده

در این مطالعه، ترکیب بیوشیمیایی گیاه دریایی قهوه ای *Sargassum lentifolium* و برخی پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب دریای عمان منطقه ساحلی خلیج چابهار آنالیز و ارتباط بین ترکیبات غذایی این گونه و پارامترهای محیطی مورد بررسی قرار گرفت. محتوای پروتئین خام در ماده خشک این جلبک $8/05 \pm 1/15$ درصد و $12/29 \pm 1/10$ درصد، کربوهیدرات $31/11 \pm 2/03$ و $25/11 \pm 2/13$ و رطوبت $15/21 \pm 1/00$ و $19/22 \pm 1/11$ به ترتیب مربوط به قبل و بعد از مانسون با وجود اختلاف معنی دار بدست آمدند. حال آنکه خاکستر کل از $26/11 \pm 2/43$ درصد تا $24/11 \pm 1/40$ درصد، چربی کل از $2/11 \pm 0/43$ درصد تا $1/80 \pm 0/40$ درصد، فیبر کل از $10/34 \pm 2/21$ درصد تا $11/84 \pm 0/33$ درصد، و آستاگزانتین بر حسب ppm از $104/11 \pm 1/00$ تا $97/20 \pm 1/81$ به ترتیب مربوط به قبل و بعد از مانسون بدون اختلاف معنی دار بدست آمدند. در مورد فاکتورهای فیزیکی شیمیایی آب دریا، نتایج نشاندهنده اختلاف معنی دار در فاکتورهای شوری، اکسیژن محلول، دمای آب، نیترات، فسفات، کلروفیل های a, c قبل و بعد از مانسون می باشد و pH، سیلیکات و کلروفیل b اختلافی را نشان ندادند. بررسی ارتباطات و همبستگی پارامترهای محیطی و ترکیب بیوشیمیایی گیاه دریایی سارگاسوم نشان داد که عوامل غیر زیستی نقش تعیین کننده ای را بر سنتز بیولوژیکی در این گیاه دریایی بازی می کنند.

لغات کلیدی: *Sargassum lentifolium*، خلیج چابهار، ارزش غذایی، پارامترهای غیر زیستی

*نویسنده مسئول

مقدمه

سالانه در مناطق مختلف خلیج چابهار از استان سیستان و بلوچستان حدود ۵۰۰ تا ۷۰۰ تن گیاه دریایی سارگاسوم به سواحل می‌ریزد بدون آنکه هیچ استفاده‌ای از این منبع ارزشمند غذایی صورت گیرد (قرنجیک و همکاران، ۱۳۹۱). در مطالعات قبلی این میزان بیش از ۲۰۰۰ تن تخمین زده شده بود (اژدری و همکاران، ۱۳۷۸). امروزه جلبک‌های دریایی به خصوص انواع قهوه‌ای (۶۶/۵ درصد) و سپس قرمز (۳۳ درصد) و حتی سبز (۵ درصد) سهم خود را در سبد غذایی انسانها به خصوص در کشور های آسیای جنوب شرقی حفظ کرده و روز به روز این سهم افزایش می‌یابد (Dawes, 1998) و البته گزارشات متعددی وجود دارند که به گسترش دامنه استفاده غذایی از گیاهان دریایی به شمال و جنوب امریکا و اروپا نیز اشاره دارند (McHugh, 2003). گونه‌های مختلف این گیاهان دریایی از نظر ارزش غذایی سطوح بالایی را به خود اختصاص داده‌اند بطوریکه کربوهیدراتها، مواد معدنی و سپس پروتئین، به ترتیب درصد‌های بالایی از وزن خشک این گیاهان را به خود اختصاص داده و هر چند محتوای چربی در آنها خیلی کم است ولی از نظر اسیدهای چرب غیر اشباع بلند زنجیره نسبتاً غنی هستند و به همین دلیل به مقاصد مختلف، به عنوان غذا، کود، و منابع غنی ماده خام برای کارخانه‌های شیمیایی و ... استحصال و مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند (Robledo & Freile-Pelegrin, 1997). همچنین اخیراً از این جلبک‌ها مواد بیواکتیو با فعالیت آنتی‌باکتریال، آنتی‌ویرال و ضد قارچ تهیه شده است (Trono, 1999). گیاهان دریایی که در سطح آب زندگی می‌کنند منبع غذایی برای آبیان سطحی هستند و به همین دلیل با ریخته شدن به سواحل مقادیر زیادی از مواد آلی را با خود به این مناطق می‌آورند (Mitchell & Hunter, 1970; Dooley, 1972; Lenanton et al., 1982; Robertson & Lenanton, 1984; Safran & Omori, 1990; Blanche, 1992; Kirkman & Kendrick, 1997) اهمیت‌های اکولوژیکی و دانستن ترکیبات شیمیایی گیاهان دریایی از بعد ارزش غذایی هم برای بی‌مهره‌ها و هم مهره‌داران گیاه‌خوار (Hawkins & Hartnoll, 1983) و حتی انسان (Abbott, 1988) و هم از بعد ارزیابی پتانسیل منابع

پروتئینی، کربوهیدراتی و چربی برای مقاصد تجاری (Chapman & Chapman, 1980)، می‌تواند ارزشمند باشد. گیاهان دریایی در فصول مختلف در معرض دگرگونی پارامترهای فیزیکی و شیمیایی قرار می‌گیرند که ممکن است تحت نفوذ این عوامل، پاسخ‌های متابولیسمی (فتوسنتز و نرخ رشد) متفاوتی نشان دهند. از طرف دیگر ممکن است تحت تاثیر این عوامل و تغییرات آنها در فصول مختلف، ارزش غذایی شان تغییر نماید (Ordu-na-Rojas et al., 2002). در مورد جلبک‌های مناطق زیر استوایی مثل *Hypnea musciformis*، دمای آب، نور، و مواد غذایی محیطی بر فتوسنتز آن تاثیر داشته است (Durako & Dawes, 1980). این موضوع در مورد گراسیلاریا توسط Lapointe & Ryther, 1978 Penniman & Mathieson, 1985 و Lapointe, 1987 گزارش شده است. تغییرات فصلی بر روی ارزش غذایی گیاهان دریایی مناطق مختلف جهان توسط نویسندگان مختلف، (Kaehler & kennish, 1996) از هنگ کنگ، (Kumar (1993) از مناطق ساحلی هندوستان و Mercer et al., (1993) از ایرلند گزارش شده است.

در این مقاله تاثیر تغییرات فصلی قبل و بعد از مانسون در آبهای خلیج چابهار دریای عمان بر ترکیبات بیوشیمیایی گیاه دریایی قهوه‌ای *Sargassum lentifolium* (همچون پروتئین، کربوهیدرات، چربی و آستاگزانتین) مورد بررسی قرار گرفته و همبستگی‌های بین عوامل فیزیکی شیمیایی همچون دمای آب، pH، شوری، اکسیژن محلول، نیترات، فسفات، سیلیکات، و فیتو رنگدانه‌های کلروفیل a, b و c این دو فصل بر روی ارزش غذایی این جلبک از نظر آماری مورد مطالعه قرار گرفته است.

مواد و روش کار

نمونه‌ها به ساحل ریخته شده گیاه دریایی سارگاسوم از بخش ایرانی سواحل دریای عمان، در بخش شرقی بندر چابهار توسط شن‌کش جمع‌آوری و درون گونی به مرکز تحقیقات شیلاتی آبهای دور منتقل سپس با آب دریا شستشو و اضافات آن جدا شده و روی بند خشک و توزین شدند. نمونه برداری طی دو فصل قبل و بعد از مانسون انجام گردید. داده‌های مانسون در منطقه چابهار از حدود اوایل تیر ماه شروع و تا آخر مرداد و گاه تا اواسط شهریور بطول می‌

شامل دمای سطح آب، pH، اکسیژن محلول با استفاده از دستگاه WTW، نیترات، فسفات، سیلیکات با روش تیتراسیون و برای اندازه گیری مقدار رنگدانه کلروفیل ها، در هر مرحله نمونه برداری، یک لیتر آب سطحی را برداشته با روش فیلتراسیون با کیف بوختر و استفاده از استن و اسپکتروفتومتر کلروفیل های سه گانه اندازه گیری گردیدند. (AOAC, 1990). همه داده های بدست آمده بصورت میانگین و با انحراف معیار بیان شده اند و در نهایت داده های غیر زیستی، و ارزش غذایی و همچنین آستاگزانتین با آزمون دانکن چند دامنه در سطح ۹۵ درصد با کمک SPSS 9.0، 1999 به منظور تعیین اختلافات آماری تغییرات فصول (قبل و بعد از مانسون) در سال مطالعه ۱۳۹۱-۱۳۹۰ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. از ضریب همبستگی پیرسون (r) بین ترکیبات تقریبی گونه سارگاسوم و پارامترهای محیطی استفاده گردید.

نتایج

ترکیبات بدست آمده بر اساس (درصد) وزن خشک گیاه دریایی سارگاسوم طی دو فصل نمونه برداری در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱: ترکیبات غذایی (گرم در ۱۰۰ گرم وزن خشک نمونه: آستاگزانتین بر حسب ppm وزن خشک) سارگاسوم در فصول مختلف مطالعه

ترکیبات	قبل از مانسون	بعد از مانسون
پروتئین کل (فاکتور نیتروژن=۶/۲۵)	۸/۰۵±۱/۱۵ ^b	۱۲/۲۹±۱/۱۰ ^a
چربی کل	۲/۱۱±۰/۴۳ ^a	۱/۸۰±۰/۴۰ ^a
فیبر کل X	۱۰/۳۴±۲/۲۱ ^a	۱۱/۸۴±۰/۳۳ ^a
خاکستر	۲۶/۱۱±۲/۴۳ ^a	۲۴/۱۱±۱/۴۰ ^a
کربوهیدرات	۳۱/۱۱±۲/۰۳ ^a	۲۵/۱۱±۲/۱۳ ^b
رطوبت	۱۵/۲۱±۱/۰۰ ^b	۱۹/۲۲±۱/۱۱ ^a
آستاگزانتین ppm	۱۰۴/۱۱±۱/۰۰ ^a	۹۷/۲۰±۱/۸۱ ^a

X محاسباتی بدست آمده از (مجموعه پروتئین، چربی، خاکستر و کربوهیدرات کل) - ۱۰۰ حروف مشابه در دو ستون به معنی عدم وجود اختلاف معنی دار (N=3)

جدول ۲: متوسط (\pm انحراف معیار) نتایج پارامترهای فیزیکی شیمیایی آب خلیج چابهار

قبل از مانسون	بعد از مانسون	
۳۱/۴۴ \pm ۰/۰۴ ^a	۲۸/۰۷ \pm ۰/۰۲ ^b	شوری (ppt)
۸/۲۰ \pm ۰/۰۱ ^a	۷/۸۵ \pm ۰/۰۱ ^a	pH
۶/۳۴ \pm ۰/۰۲ ^b	۸/۰۲ \pm ۰/۰۴ ^a	اکسیژن محلول (mg.L^{-1})
۲۱/۰۳ \pm ۰/۱۵ ^b	۲۷/۲۳ \pm ۰/۲۵ ^a	دمای آب ($^{\circ}\text{C}$)
۸/۷۷ \pm ۰/۰۱ ^a	۶/۸۷ \pm ۰/۰۱ ^b	نیترات (mg.L^{-1})
۲۷/۰ \pm ۰/۰۱ ^a	۲۲/۹۱ \pm ۰/۱۰ ^b	فسفات (mg.L^{-1})
۲/۹۵ \pm ۰/۰۱ ^a	۳/۲۵ \pm ۰/۰۱ ^a	سیلیکات (mg.L^{-1})
۸۵/۹۱ \pm ۰/۰۱ ^a	۷۰/۹۱ \pm ۰/۰۱ ^b	کلروفیل a (%)
۲/۰۴ \pm ۰/۰۲ ^a	۲/۱۰ \pm ۰/۰۳ ^a	کلروفیل b (%)
۱/۷۷ \pm ۰/۰۱ ^a	۱/۱۹ \pm ۰/۰۱ ^b	کلروفیل c (%)

حروف مشابه در دو ستون به معنی عدم وجود اختلاف معنی دار (N=3)

جدول ۳: ضرایب همبستگی بین فاکتورهای محیطی و ترکیبات غذایی گیاه دریایی سارگاسوم

زی توده	پروتئین	کربوهیدرات	چربی	آستاگزانتین	
۰/۱۲۷	-۰/۸۵۰*	۰/۵۱۰**	-۰/۸۰۵*	۰/۸۹۴*	شوری
۰/۷۰۸*	-۰/۷۹۴*	۰/۲۶۰	-۰/۳۰۰	۰/۷۹۷*	pH
-۰/۸۵۰*	-۰/۷۸۴*	۰/۱۵۸	۰/۶۱۰**	-۰/۷۹۹*	DO
-۰/۴۹۵**	-۰/۴۹۴**	۰/۸۰۸*	-۰/۵۰۸**	۰/۳۸۸	دما
-۰/۵۰۴**	۰/۹۲۸*	-۰/۴۰۷	۰/۸۱۶*	-۰/۸۶۱*	نیترات
-۰/۷۰۵*	۰/۹۰۳*	-۰/۲۶۲	۰/۷۶۳*	-۰/۹۰۷*	فسفات
۰/۷۸۷*	۰/۹۳۰*	-۰/۲۰۷	۰/۶۸۱*	-۰/۸۹۸*	سیلیکات
۰/۷۱۶*	-۰/۹۵۲*	۰/۲۳۷	-۰/۶۷۹*	۰/۹۴۶*	کلروفیل a
۰/۷۰۰*	-۰/۸۹۴*	۰/۱۵۳	-۰/۷۸۱*	۰/۹۴۲*	کلروفیل b
۰/۵۰۲**	-۰/۹۰۲*	۰/۴۰۰	-۰/۸۶۲*	۰/۸۶۶*	کلروفیل c
-۰/۴۹۹**	-۰/۳۰۴	-۰/۳۰۴	-۰/۳۲۱	۰/۶۱۷*	زی توده
	-۰/۳۴۰		۰/۸۵۵*	-۰/۸۰۳*	پروتئین
			-۰/۴۳۴**	۰/۲۰۲	کربوهیدرات
				-۰/۷۸۵*	چربی

* اختلاف معنی دار در سطح یک درصد

** اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد

بحث

تغییراتی که در فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی رخ داده است می تواند بدلیل برهم خوردگی ناشی از مانسون باشد (Sarada *et al.*, 2002). کاهش شوری، نیترات، فسفات و دو نوع کلروفیل a و c بدلیل همین برهم خوردگی است و افزایش اکسیژن محلول، دمای آب، سیلیکات و کلروفیل b به ترتیب بدلیل تلاطم، گرم شدن هوا و متعاقب آن آب، از هم پاشیدگی دیواره فیتوپلانکتونها در اثر فشار تلاطم و آزاد سازی سیلیکات و کلروفیل b می باشد. از طرف دیگر میزان زی توده گیاه دریایی سارگاسوم قبل از مانسون بیشتر از بعد از مانسون توزین گردید که با توجه به تاثیر عوامل غیر زیستی بر زی توده جلبکی (McQuaid, 1985) این موضوع توجیه پذیر است. در بررسی همبستگی پیرسون، رابطه ای مثبت بین pH و میزان زی توده گیاه سارگاسوم و رابطه ای منفی بین مواد آلی (نیترات و فسفات) با زی توده بدست آمد.

بین میزان پروتئین و نیترات محلول رابطه مثبت و بین میزان پروتئین و دمای آب و شوری رابطه منفی بدست آمد. در جلبک مورد مطالعه و طی دوفصل بررسی شده، میزان کربوهیدرات عکس میزان پروتئین بوده با افزایش آن پروتئین کاهش و برعکس بوده است. با این وجود میزان کربوهیدرات قبل از مانسون بیشتر از بعد از مانسون بوده که دلیل آن نقش مهم دمای آب در سنتز کربوهیدرات خواهد بود. افزایش دما در فصول گرم سال (بعد از مانسون) تاثیر منفی بر سنتز کربوهیدراتها خواهد گذاشت (Kakoli *et al.*, 2009). بین دمای آب و میزان چربی اختلاف معنی داری بدست نیامد. آستاگزانتین نیز همانطور که از جدول ۱ بر می آید قبل از مانسون بیشتر از بعد از مانسون بوده هر چند اختلاف معنی داری بین این دو مشاهده نگردید. تعداد زیادی گزارش وجود دارند که به متغییر های محیطی و تاثیر آنها بر نوترینتها و رنگدانه ها جلبک های دریایی اشاره دارند (Kobayashi *et al.*, 1992; Tjahjong, 1994; Harker *et al.*, 1996; Bousibile, 2000; Sarada *et al.*, 2002).

زمانی پروتئین در ترکیب گیاه سارگاسوم بالا رفته که میزان نیترات محیطی نیز افزایش نشان داده است. چنین موضوعی قبلا توسط Bird (۱۹۸۴) بر روی گراسیلاریا گزارش شده است. وابستگی سطح پروتئین در گیاه دریایی به نیتروژن در دسترس

همچنین توسط Lapointe (۱۹۸۱) و Dawes (۱۹۹۸) نیز گزارش شده بود.

اختلاف آماری بین میزان کربوهیدرات قبل و بعد از مانسون که به وضوح میزان آن قبل از مانسون بیشتر از بعد از مانسون بوده است، به نقش دمای آب در فتوسنتز این گیاهان بر می گردد. تاثیر مثبت دمای آب، شوری و pH بر سنتز کربوهیدرات نیز موضوعی است که توسط چندین نویسنده گزارش شده است (Munda & Kremer, 1977; Perfeto, 1998). همبستگی مثبت معنی داری بین شوری و دمای سطح آب با مقدار کربوهیدرات گیاه سارگاسوم وجود دارد. از طرف دیگر رابطه عکس بین کربوهیدرات و پروتئین با دمای آب و شوری در این گونه، قبلا در گونه های دیگر نیز به اثبات رسیده است (Mourandi-Governaud *et al.*, 1993). شدت نور، دمای آب و کاهش نیتروژن نقش مثبت خود را در سنتز کربوهیدرات بازی نموده اند حال آنکه این متغییر ها بر سنتز پروتئین اثر معکوس دارند (Rosemberg & Ramus, 1982; Rotem *et al.*, 1986).

بطور کلی گیاهان دریایی محتوای چربی کمی دارند (Dawes, 1998)، محتوای چربی گرچه بسیار اندک بوده ولی اختلاف آماری را بین دو فصل نمونه برداری نشان نداد. آستاگزانتین به عنوان رنگ قرمز طبیعی کاربرد زیادی در صنعت غذایی دارد (Johnson, 1992; Benemann, 1991). رابطه مثبتی بین میزان آستاگزانتین و سطح کربوهیدرات قبل از مانسون بدست آمد. از طرف دیگر همبستگی مثبتی بین شوری و میزان آستاگزانتین نیز مشاهده گردید. ولی بین دمای آب و میزان آستاگزانتین همبستگی مشاهده نگردید. البته همانگونه که مشخص است تغییرات دمایی قبل و بعد از مانسون آنچنان زیاد و معنی دار نبوده است. نتایج مشابه ای در خصوص افزایش محتوای کاروتنوئیدها با افزایش دمای آب و شوری توسط (Tripathy *et al.*, 2002) گزارش شده است. در مورد نوترینت ها، Ausic (۱۹۹۷) بیان نمود که وقتی هماتوکوکوس کشت شده در معرض استرس کاهش نوترینت ها قرار می گیرد، شروع به سنتز آستاگزانتین می نماید در مطالعه حاضر نیز، همبستگی منفی معنی داری بین تجمع افزایشده آستاگزانتین

- Ausich R. L., 1997.** Commercial opportunities for carotenoid production by biotechnology; *Pure Apply Chemistry* 69, 2169–2173.
- Benemann J. R., 1992.** Microalgae aquaculture feeds; *Journal of Apply Phycology* 4, 233–245.
- Bird K. T., 1984.** Seasonal variation in protein: carbohydrate ratios in a subtropical estuarine alga, *Gracilaria verrucosa*, and the determination of nitrogen limitation status using these ratios; *Botanical Marine Journal* 27(3), 111–115.
- Blanche K. R., 1992.** Preliminary observations on the distribution and abundance of seaweed flies (Diptera: Coelopidae) on beaches in the Gosford district of New South Wales, Australia; *Australian Journal of Ecology* 17, 27–34.
- Bligh E.G. and Dyer W. J., 1959.** A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemical Physiology* 37, 911-917.
- Boussiba S., 2000.** Carotenogenesis in the green algae *Haematococcus pluvialis*: Cellular physiology and stress response; *Physiological Journal of Plant* .108, 111–117.
- Chapman V J and Chapman D J., 1980** Seaweeds and Their Uses (London: Chapman and Hall).
- Darcy-Vrillon B., 1993.** Nutritional aspects of the developing use of marine macro algae for the human food industry. *International Journal of Food Science and Nutrition* 44, 23-35.
- Dawes C. J., 1998.** Marine Botany (New York: John Wiley and Sons, Inc.) pp. 480.

با کاهش سطوح نوترینت ها بدست آمد. در کل پارامترهای فیزیکی شیمیایی دارای تاثیر شگرفی بر ترکیبات غذایی گیاه قهوه ای سارگاسوم دارند. همبستگی معنی داری بین فاکتور های محیطی و سطوح پروتئین، چربی، کربوهیدرات و آستاگزانتین مشاهده گردید که نشان می دهد پارامترهای غیر زیستی نقش مهمی در بیوسنتز مواد آلی در گیاه سارگاسوم دارند

تشکر و قدردانی

از همکاران سید حسن حسینی، گل محمد بلوچ، غفور چاکری، بیژن آژنگ، بایرام و محمد قرنجیک که به منظور نمونه برداری و در فرآیند خشک نمودن زحمت زیادی را متحمل شده اند صمیمانه تشکر می نمایم. همچنین از ریاست مرکز و معاونین دانیال اژدری، محمود رضا آذینی و علیرضا رجب پور بدلیل همکاری در تامین اعتبارات و پشتیبانی این طرح قدردانی می نمایم.

منابع:

- قرنجیک، ب، اژدری، د، آذینی، م، امینی راد، ت، بلوچ، گ. ۱۳۹۱. ارزیابی ذخایر گونه های اقتصادی گیاهان دریایی سواحل دریای عمان- استان سیستان و بلوچستان. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۱۵۹ ص.
- اژدری، حشمت ا...، اژدری، زهرا، آبکنار، محمد مهدی، قرنجیک، بایرام محمد ۱۳۸۱. برآورد جلبک به ساحل آورده شده ساحل دریای عمان. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۱۲۰ص
- Abbott I. A., 1988.** Food and food products from algae; In: *Algae and Human Affairs* (eds) Lembi C A and Waal and J R (Cambridge: Cambridge University Press) pp: 135–147.
- AOAC 1990.** Official Methods of Analysis (16thed.) Association of Official Analytical Chemists. Washington D.C.
- APHA 1998.** Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water; 20th ed, American Public Health Association, USA.

- Deshimaru o. and Kuroki K., 1985.** Nutritional quality of compounded diets for prawn *Penaeus monodon*, Bulletin of Japanese Society Science Fish, 51, 1037-1044.
- Dooley J K 1972.** Fishes associated with the pelagic Sargassum complex, with a discussion of the Sargassum community; Contrib. Mar. Sci. 16 1–32.
- Dubois M., Gilles K. A., Hamilton J. K., Rebers P. A. and Smith F., 1956.** Colorimetric **Durako M. J. and Dawes C. J., 1980.** A comparative seasonal study of two populations of *Hypnea musciformis* from the East and West Coasts of Florida, USA. II. Photosynthetic and respiratory rates; Marine Biology 59, 157–162.
- Fleurence J., 1999.** Seaweed proteins: biochemical, nutritional aspects and potential uses. Trends in Food Science and Technology 10, 25-28.
- Folch J., Lees M., and Solam-Stanley G. H., 1957.** A simple method for the isolation and purification of clot lipid from animal tissue; Journal of Biological Chemistry 226, 497–509.
- Fujiwara-Arasaki T., Mino N. and Kuroda M., 1984.** The protein value in human nutrition of edible marine algae in Japan. Hydrobiologia 116/117, 513-516.
- Harker M., Tsavalos A. J., and Young A. J., 1996.** Factors responsible for astaxanthin formation in the chlorophyte *Haematococcus pluvialis*; Bioresources Technology 55, 207–214.
- Hawkins S. J. & Hartnoll R. G., 1983.** Grazing of intertidal algae by marine herbivores; Oceanogr. Marine Biology Annals Review 21 195–282.
- Indergaard M., & Minsaas J., 1991.** Animal and Human Nutrition; In: Seaweed Resources in Europe. Uses and Potential (eds) Guiry G and Blunden G (New York: John Wiley and Sons) 21–64. with Folin phenol reagent; Journal of Biological Chemistry 193, 265–275.
- Ito K., and Hori K., 1989.** Seaweed: Chemical composition and potential food uses. Food Review International 5, 101-144.
- Jeffrey S. W., and Humphrey G. F., 1975.** New spectrophotometric equations for determining chlorophylls *a*, *b*, *c*1, and *c*2 in higher plants, algae and natural phytoplankton; Biochemical Physiology 167, 191–194.
- Johnson E. A., 1991.** Astaxanthin from microbial sources; Critical Review Biotechnology 11, 297–326.
- Kaehler S., and Kennish R., 1996.** Summer and winter comparisons in the nutritional value of marine macroalgae from Hong Kong; Botanical Magazine 39, 11–17.
- Kakoli B., Rajrupa Gh., Sumit H., and Abhijit M., 2009.** Seasonal variation in the biochemical composition of red seaweed (*Catenellarepens*) from Gangetic delt northeast coast of India. Journal of the Earth System Sciences 118(5), 497-505.
- Kirkman H., and Kendrick G. A., 1997.** Ecological significance and commercial harvesting of drifting and beach cast macroalgae and seagrasses in Australia: A review; Journal of Application Phycology 9, 311–326.
- Krishnamurthy V., 1967.** Seaweed drift on the Indian coast; Proceedings of the Symposium “Indian Ocean”; Bulletin of Natural Institute Sciences India 38, 657–666.

- Kumar V., 1993.** Biochemical constituents of marine algae from Tuticorin coast; Indian Journal of Marine Sciences. 22, 138–140.
- Kobayashi M., Kakizono T., Nishio N., and Nagai S., 1992.** Effects of light intensity, light quality and
- Lapointe B. E., 1981.** The effects of light and nitrogen on growth, pigment content, and biochemical composition Of *Gracilaria foliiferav angustissima* (Gigartinales, Rhodophyta); Journal of Phycology 17 90–95.
- Lapointe B.,E., 1987.** Phosphorus- and nitrogen-limited photosynthesis and growth of *Gracilaria tikvahiae* (Rhodophyceae) in the Florida Keys: An experimental field study; Marine Biology 93 561–568.
- Lapointe B. E., and Ryther J. H., 1978.** Some aspects of the growth and yield of *Gracilaria tikvahiae* in culture; Aquaculture 15 185–193.
- Lenanton R. C. J., Robertson A. I., and Hansen J. A., 1982.** Near shore accumulations of detached macrophytes as nursery areas for fish; Marine Ecological progress Series 9 51–57.
- Liu H. J., B.Y.Chang, H.W. Yan, F.H. Yu and X.X. Liu. 1995.** Determination of amino acids in food and feed by derivatization with 6-aminoquinonyl-N-hydroxysuccinimidyl carbamate and reversed-phase liquid chromatographic separation. Journal of AOAC International 78(3)736-744 .
- Lowry O. H., Farr A. L., Randall R. J., and Rosebrough N. J., 1951.** Protein measurement
- Mabeau S., and Fleurence J., 1993.** Seaweed in food products: Biochemical and nutritional aspects; Trends Food Sciences Technology 4 103–107.
- illumination cycle on astaxanthin formation in a green alga *Haematococcus pluvialis*; Journal of Fermentation Bioengrgy 74, 61–63. Methods for determination of sugars and related substances; Analytical Chemistry 28, 350–356.
- Marinho-Soriano E., Fonseca P. C., Carneiro M. A. A., and Moreira W. S. C. 2006.** Seasonal variation in the chemical composition of two tropical seaweeds; Bioresources Technology 97 2402–2406.
- McHugh D. J., 2003.** A guide to the seaweed industry; FAO Fisheries Technical Paper no. 441. Rome, FAO, p. 105.
- McQuaid C. D., 1985.** Seasonal variation in biomass and zonation of nine intertidal algae in relation to changes in radiation, sea temperature and tidal regime; Botanical Marine 28 539–544.
- Mercer J. P., Mai K. S., and Donlon J., 1993.** Comparative studies on the nutrition of two species of abalone, *Haliotis tuberculata* Linnaeus and *Haliotis discus hannai* Ino. I. Effects of algal diets on growth and biochemical composition; Invertebrate Reproduction Development 23 2–3.
- Mitchell C. T., and Hunter J. R., 1970.** Fishes associated with drifting kelp, *Macrocystis pyrifera*, off the coast of southern California and northern Baja California; California Fish Gamet 56 288–297.
- Mitra A., Banerjee K., and Banerjee A., 2006.** Screening mangroves in search of Astaxanthin; Seshaiyana.14(1)1–2.
- Mourandi-Givernaud A., Givernaud T., Morvan H., and Cosson J., 1993.** Annual variations of the biochemical composition of *Gelidium latifolium*(greville) Thuret et Bornet; Hydrobiologia. 260/261 607–612.

- Munda I. M., and Kremer B. P., 1977.** Chemical composition and physiological properties of fucoids under conditions of reduced salinity; *Marine Biology* 42 9–15.
- Nisizawa K., H. Noda, R., Kikuchi and Watanabe T., 1987.** The main seaweed food in Japan. *Hydrobiologia* 151/1525-29.
- Norziah M.H., and Ching C.Y., 2000.** Nutritional composition of edible seaweed *Gracilaria changgi*. *Food Chemistry* 68 69-76.
- Nutrition Division, Department of Health, Ministry of Public Health. 2001.** Nutritive Values of Thai foods. The War Veterans Organization Office of printing mill. Nutrition Division, Department of Health, Ministry of Public Health. 2003. Reference Intakes for Thai 2003. The War Veterans Organization Office of printing mill.
- Orduña-Rojas J., Robledo D., and Dawes C. J., 2002.** Studies on the Tropical Agarophyte *Gracilaria cornea* Journal of Agardh (Rhodophyta, Gracilariales) from Yucat'an, Mexico. I. Seasonal Physiological and Biochemical Responses; *Botanical Marine* 45 453–458.
- PattamaRatana- arporn and AnongChirapart, 2006.** Nutrition evaluation of Tropical Green seaweeds Sargassum and Gracilaria. *Kasetsart Journal of Natural Sciences* 40 (Suppl.)75-83.
- Penniman C. A., and Mathieson A. C., 1985.** Photosynthesis of *Gracilaria tikvahiae* McLachlan (Gigartinales, Rhodophyta) from the Great Bay Estuary, New Hampshire; *Botanical Marine* 28 427–435.
- Perfeto P. N. M., 1998.** Relation between chemical composition of *Grateloupiadoryphora* (Montagne) Howe, *Gymnogongrus griffithsiae* (Turner) Martius and abiotic parameters; *Acta Botanical Brasilia* 12 77–88.
- Raymont J. E. G., 1980.** Plankton and productivity in the oceans, Vol. 1. Phytoplankton (New York: Pergamon Press) 489 pp.
- Robertson A. I. and Lenanton R. C. J., 1984.** Fish community structure and food chain dynamics in the surf-zone of sandy beaches: The role of detached macrophyte detritus; *J. Experimental Marine Biological Ecology* 84 265–283.
- Robledo D. and Freile-Pelegrin Y., 1997.** Chemical and mineral composition of six potentially edible seaweed species of Yucatan; *Botanical Marine* 40 301–306.
- Rosemberg G. and Ramus J., 1982.** Ecological growth strategies in the seaweeds *Gracilaria follifera* (Rhodophyceae) and *Ulva* sp. (Chlorophyceae): Soluble nitrogen and reserve carbohydrates; *Marine Biology* 66 251–259.
- Rotem A., Roth-Bejeranu N., and Arad S. M., 1986.** Effect of controlled environmental conditions on starch and agar contents of *Gracilaria* sp. (Rhodophyceae); *Journal of Phycology* 22 117–121.
- Safran P., & Omori M., 1990.** Some ecological observations on fishes associated with drifting seaweed off Tohoku coast; *Marine Biology* 105 395–402.
- Sanchez-Machado D.I., J. Lopez-Cervantes J., Lopez-Hernandez and Paseiro-Losada P., 2004.** Fatty acids, total lipid, protein and ash contents of processed edible seaweeds. *Food Chemistry* 85 439-444.

- Sarada R., Tripathi U., and Ravishankar G. A., 2002.** Influence of stress on astaxanthin production in *Haematococcus pluvialis* grown under different culture conditions; *Biochemistry* 37, 623–627.
- Schuep W., and Schierle J., 1995.** Astaxanthin determination of stabilized, added astaxanthin in fish feeds and premixes; In: *Carotenoids isolation and analysis*; Birkhauser Verlag Basel 1A pp. 273–276.
- SPSS Inc. 1999** SPSS R_Base 9.0 Application Guide. SPSS Inc., Chicago.
- Southgate D.A.T., 1990.** Dietary fiber and health. pp.10-19. In D.A.T. Southgate, K. Waldron, I.T. Johnsons, and G. R. Fenwick. *Dietary Fiber: Chemical and Biological Aspects*. The Royal Society of Chemistry. Cambridge.
- Strickland J D H. and Parsons T R., 1972.** A practical handbook of seawater analysis. 2nd ed, *Bulletin of Fish Research Canadian*. 167, 1–310.
- Thakur M. C., Reddy C. R. K., and Jha B., 2008.** Seasonal variation in biomass and species composition of seaweeds stranded along Port Okha, northwest coast of India; *Journal of Earth System Sciences* 117 211–218.
- Tjahjono A. E., Hayama Y., Kakizono T., Terada Y., Nishio N., and Nagai S., 1994.** Hyper-accumulation of astaxanthin in a green alga *Haematococcus pluvialis* at elevated temperatures; *Biotechnology Letter*, 16, 133–138.
- Tripathy U., Sarada R., and Ravishankar G. A., 2002.** Effect of culture conditions on growth of green alga –*Haematococcus pluvialis* and astaxanthin production; *Acta Physiological Plant* 24(3) 323–329.
- Trono Jr. G. C., 1999.** Diversity of the seaweed flora of the Philippines and its utilization; *Hydrobiologia* 398/399, 1–6.
- Valerie A. G., Irmouli J., Fleurence R., Lamghari M., Lucon C., Rouxel O., Barbaroux, J.P., Bronowicki, C., Villaume and Gueant J.L., 1999.** Nutritional value of proteins from edible seaweed *Palmaria palmate* (Dulse). *Journal of Nutritional Biochemistry* 10 353-359.
- Wong K. H., and Cheung C.K., 2000.** Nutritional evaluation of some subtropical red and green seaweeds Part I: proximate composition, amino acid profiles and some physicochemical properties. *Food Chemistry* 71, 475-482.

Nutritional value of Chabahar Bay (Oman Sea) *Sargassum lentifolium* before and after monsoon season

Hafezieh, M.

Iranian Fisheries Research Organization

jhafezieh@yahoo.com

Keywords: *Sargassum lentifolium*, Chabahar Bay, Nutritional value, Abiotic parameters

Abstract

The proximate composition of brown seaweed *Sargassum lentifolium* was investigated in this study along with analysis of some physicochemical parameters of Chabahar Bay water. The relationship between the nutritive components of this species and environmental parameters was established. Crude protein content varied from $8.05 \pm 1.15\%$ of dry weight to $12.29 \pm 1.10\%$, carbohydrate from $31.11 \pm 2.03\%$ to $25.11 \pm 2.13\%$, humidity from $15.21 \pm 1.00\%$ to $19.22 \pm 1.11\%$ with differences significantly before and after monsoon seasons, respectively while ash content varied from $26.11 \pm 2.43\%$ to $24.11 \pm 1.40\%$, total fat from $2.11 \pm 0.43\%$ to $1.80 \pm 0.40\%$, total fiber from $10.34 \pm 2.21\%$ to $11.84 \pm 0.33\%$ and astaxantin content (ppm) from 104.11 ± 1.00 to 97.20 ± 1.18 before and after monsoon season respectively without any significant differences ($P > 0.05$). Regarding to physicochemical parameters of sea water, the result showed there are differences between salinity, dissolved oxygen, water temperature, nitrate, phosphate, chlorophyll a and c before and after monsoon season significantly while there are not in pH, silicate and chlorophyll b. Statistical analysis computed among the environmental and biochemical parameters suggested the potential role played by the abiotic parameters on biosynthetic pathways of seaweed.

*Corresponding author

✉