DOI: http://dx.doi.org/10.22092/ijmapr.2017.109708

دوماهنامه علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران
جلد ۳۳، شماره ۱، صفحه ۷۲-۶۲ (۱۳۹۶)

بررسی ترکیب‌های شیمیایی و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی دو گونه ماکروجلبکی سبز *Ulva intestinalis* و *Ulva linza* در خلیج فارس

کیانا پیریان[۱]، خسرو پیری[۲*]، جلوه سهرابی‌پور[۳]، سعید تمدنی جهرمی[۴] و رضا ربیعی[۳]

۱- دانشجوی دکترای بیوتکنولوژی، گروه بیوتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان، ایران

۲*- نویسنده مسئول، دانشیار، گروه بیوتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان، ایران، پست الکترونیک: khpiri@gmail.com

۳- استادیار، گروه جلبک‌شناسی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان هرمزگان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران

۴- استادیار، پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان، مرکز تحقیقات شیلات ایران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران

تاریخ دریافت: آذر ۱۳۹۴ تاریخ اصلاح نهایی: خرداد ۱۳۹۵ تاریخ پذیرش: تیر ۱۳۹۵

چکیده

ویژگی‌های غذایی، دارویی و بهداشتی از مهمترین مباحث مورد مطالعه در جلبک‌های ماکروسکوپی می‌باشند. در این تحقیق ترکیب‌های غذایی و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی دو گونه مهم از جلبک‌های ماکروسکوپی سبز *Ulva intestinalis* و *Ulva linza* جمع‌آوری شده از سواحل خلیج فارس بررسی شد. کلیه آنالیزها براساس روش‌های مرجع با کمی تغییرات انجام گردید. گونه *U. intestinalis* محتوای پروتئین بالاتری (۱۵/۷۹٪) را نسبت به گونه *U. linza* (۹/۹۰٪) نشان داد، درحالی که گونه *U. linza* دارای میزان بالاتری از ترکیب‌های لیپیدی (۲/۳۴٪)، خاکستر (۲۶/۶۶٪)، فنول (۲/۱۶mgGA/g) و فلاونوئید (۱۱/۷۰mgQE/g) نسبت به گونه *U. intestinalis* با محتوای لیپید (۱/۹۸٪)، خاکستر (۲۲/۵۵٪)، فنول (۱/۰۲ mgGA/g) و فلاونوئید (۸/۲۰mgQE/g) بود. دو گونه از لحاظ ترکیب‌های سنجیده شده بجز محتوای لیپیدی اختلاف معنی‌داری را نشان دادند ($P<0.05$). در بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نمونه‌ها گونه *U. intestinalis* با ظرفیت نگهداری آب (۱۷/۵g/g)، جذب آب (۹/۵mL/g) و نگهداری روغن (۵/۵g/g) مقادیر بالاتری را نسبت به گونه *U. linza* با ظرفیت نگهداری آب (۸/۵g/g)، جذب آب (۵/۷mL/g) و نگهداری روغن (۲/۶g/g) نشان داد. هر دو گونه در هر سه ویژگی سنجیده شده دارای اختلاف آماری معنی‌داری بودند ($P<0.05$). این تحقیق نشان داد که دو گونه جلبک مطالعه شده با دارا بودن محتوای پروتئینی بالا منابع گیاهی ارزشمندی برای مصرف مستقیم خوراکی انسان بوده، همچنین به‌دلیل خصوصیات فیزیکی و شیمیایی منحصر به فرد به‌عنوان افزودنی‌ها برای بهبود ساختار و ارزش غذایی در محصولات صنایع غذایی دارای کاربرد می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: جلبک ماکروسکوپی سبز، *Ulva intestinalis*، *Ulva linza*، خلیج فارس.

مقدمه

جلبک‌های ماکروسکوپی به جلبک‌های دریایی گفته می‌شوند که به‌راحتی با چشم غیرمسلح قابل دیدن هستند. تاکنون در حدود ۸۰۰۰ گونه جلبک ماکروسکوپی شناسایی شده‌است که در امتداد سواحل و تا عمق ۲۷۰m گسترده شده‌اند (Luning, 1990) که بسیاری از آنها به علت سرشار

Archive of SID

www.SID.ir

بودن از ترکیب‌های متنوع دارای ارزش غذایی بالایی می‌باشند. جلبک‌های دریایی به علت غنی بودن از ترکیب‌های ضروری و مورد نیاز، در بسیاری از کشورهای جهان از گذشته‌های دور تاکنون مورد استفاده قرار می‌گیرند، به‌طوری که در ژاپن در ترکیب‌های مربا، پنیر، نوشیدنی‌ها، چای، سوپ و ... کاربرد دارند و در کشورهای غربی به‌عنوان منابع مهم استحصال پلی‌ساکاریدهای زیستی مورد نیاز صنایع غذایی و داروسازی مورد استفاده قرار می‌گیرند (Elleuch *et al.*, 2011). جلبک‌ها به علت رشد در شرایط به‌شدت متغیر و پر استرس حاکم بر محیط‌های جزر و مدی دریا دارای مسیرهای بیوشیمیایی اختصاصی برای تولید متابولیت‌های ثانویه ویژه‌ای هستند که این توانایی در سایر جانداران وجود ندارد (Dawczynski *et al.*, 2007). این گیاهان دریایی به‌دلیل سنتز این متابولیت‌های ثانویه دارای خواص گسترده بیولوژیکی بوده و به همین دلیل از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشند. همچنین به‌دلیل دارا بودن مقادیر قابل توجهی از اسیدهای چرب، پروتئینها، ویتامین‌ها، مواد معدنی و ترکیب‌های فیبری به‌عنوان ماده اصلی بسیاری از مواد غذایی انسانی و حیوانی قابل استفاده هستند (Cardozo *et al.*, 2007). تاکنون بیش از ۲۴۰۰ ترکیب طبیعی در جلبک‌های ماکروسکوپی شناسایی شده‌اند که در زمینه‌های پزشکی، داروسازی، غذایی و صنعتی تجاری شده‌اند. جلبک‌های ماکروسکوپی براساس نوع رنگیزه‌های فتوسنتزی به سه دسته جلبک‌های ماکروسکوپی سبز (Chlorophyta)، قرمز (Rhodophyta) و قهوه‌ای (Phaeophyta) تقسیم می‌شوند. سواحل خلیج فارس و دریای عمان در جنوب ایران با داشتن سواحل صخره‌ای و ماسه‌ای و جزیره‌های فراوان ازجمله مناطق ساحلی غنی از گونه‌های متنوع جلبک‌های ماکروسکوپی است که تاکنون بیش از ۲۵۰ گونه جلبکی به‌صورت مورفولوژیکی در این مناطق شناسایی شده‌است (قرنجیک و روحانی، ۱۳۸۹؛ Sohrabipour & Rabiei, 1999, 2007, 2008؛ Sohrabipour *et al.*, 2004). با وجود ارزش بالای ذخایر جلبکی موجود در آب‌های دریایی خلیج فارس و دریای عمان متأسفانه توجه چندانی به بهره‌برداری از آنها نشده‌است، بنابراین بررسی ترکیب‌های غذایی این منابع طبیعی ارزشمند می‌تواند گام مؤثری برای بهره‌برداری از این ذخایر زیستی دریایی در صنایع باشد. گونه‌های جلبکی متعلق به جنس *Ulva* ازجمله گونه‌های ماکروسکوپیک سبز رایج در این مناطق هستند که با توجه به فصول سال گونه‌های مختلفی از این جنس در مناطق ساحلی به‌ویژه در مناطق سنگی و صخره‌ای و یا بر روی بسترهای مصنوعی مستحکم موجود در مناطق جزر و مدی قابل دسترس می‌باشند. حدود ۹ گونه از این جنس در سواحل خلیج فارس و دریای عمان گزارش شده‌است (قرنجیک و روحانی، ۱۳۸۹؛ Sohrabipour & Rabiei, 2007,1999). در این تحقیق ترکیب‌های شیمیایی و خصوصیات فیزیولوژیکی دو گونه جلبکی سبز *U. intestinalis* و *U. linza* مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری و آماده‌سازی نمونه‌ها

دو گونه جلبکی *U. intestinalis* و *U. linza* به‌ترتیب از سواحل بندرلنگه و بندرعباس در استان هرمزگان در زمستان سال ۱۳۹۳ جمع‌آوری و به آزمایشگاه منتقل شدند. نمونه‌ها در آزمایشگاه ابتدا در آب فیلتر و استریل شده دریا برای حذف اپی‌فیت‌ها و ذرات شن و ماسه به خوبی شسته و در نهایت سریعاً در آب مقطر استریل نیز شستشو داده شده و برای خشک شدن در آون فن‌دار در دمای ۳۰°C قرار داده شدند. نمونه‌های خشک شده برای آنالیزهای بعدی در دسیکاتور در دمای اتاق (۲۵°C) قرار گرفتند. قابل ذکر است که نمونه‌ها براساس کلید شناسایی (Lawson & John, 1987) در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان هرمزگان و بندرعباس شناسایی شدند.

آنالیز ترکیب‌های شیمیایی

سنجش پروتئین

برای تعیین میزان پروتئین کل دو گونه جلبک *U. intestinalis* و *U. linza*، نمونه‌های خشک شده به پودر تبدیل شده و براساس روش Lowry و همکاران (۱۹۵۱)

Archive of SID

www.SID.ir

بررسی میزان پروتئین آنها تعیین گردید، بدین‌منظور سرم آلبومین گاوی به‌عنوان استاندارد همراه با نمونه‌ها (۲۵۰ میلی‌گرم) مورد آنالیز قرار گرفت و در نهایت میزان پروتئین کل هر نمونه برحسب درصد وزن خشک بیان شد.

سنجش چربی

محتوای کل لیپیدی براساس روش Bligh و Dyer (۱۹۵۹) با کمی تغییرات بررسی گردید. به‌طور خلاصه، ۲۵۰ میلی‌گرم از هر جلبک خشک و پودر شده به همراه محلول کلروفرم: متانول (۱:۲v/v) در بن‌ماری در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد حرارت داده شده و پس از گذشت یک ساعت با سانتریفیوژ کردن مخلوط فاز لیپیدی از مخلوط جداسازی شده و فاز رویی به تیوب جدید منتقل شد. برای جداسازی بهتر لیپید از بافت باقی‌مانده، این مراحل دو مرتبه تکرار شد. در نهایت فازهای رویی جدا شده از هر نمونه با هم مخلوط و توسط آب مقطر شستشو و برای جداسازی فازها سانترفیوژ شده و بعد فاز زیرین ایجاد شده به آرامی جدا و توسط روتاری تغلیظ گردید. در پایان میزان چربی کل هر نمونه بر حسب درصد وزن خشک محاسبه شد.

سنجش خاکستر

برای بررسی میزان خاکستر دو نمونه جلبکی، ۵۰۰ میلی‌گرم از هر جلبک خشک و پودر شده به مدت ۶ ساعت در کوره با دمای ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شده و بعد میزان خاکستر نمونه‌ها بر حسب درصد وزن خشک محاسبه شد.

فنول و فلاونوئید

برای سنجش میزان فنول و فلاونوئید نمونه‌های جلبک، ابتدا عصاره متانولی از نمونه‌ها تهیه گردید که بدین‌منظور نمونه‌های خشک و پودر شده جلبکی همراه با متانول ۸۰٪ به مدت ۲ ساعت در بن‌ماری با دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد حرارت داده شدند. پس از گذشت ۲ ساعت عصاره تهیه شده با کاغذ صافی فیلتر و با متانول ۸۰٪ به حجم مشخصی رسید.

میزان فنول کل عصاره‌ها توسط واکنشگر فولین-سیکالتیو براساس روش Antolovich و همکاران (۲۰۰۰) اندازه‌گیری شد. براساس این روش به ۲۰µL از عصاره متانولی جلبک مقدار ۱۰۰µL از واکنشگر فولین-سیکالتیو رقیق شده با آب به نسبت (۱:۱۰) و Na_2CO_3 با غلظت ۷٪ به میزان ۸۰µL اضافه شد و پس از ۹۰ دقیقه نگهداری در دمای اتاق در شرایط تاریکی، میزان جذب نمونه‌ها در طول موج ۷۶۵nm توسط دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد. گالیک اسید به‌عنوان استاندارد در نظر گرفته شده و در نهایت مقدار کل ترکیب‌های فنولی عصاره‌ها برحسب میلی‌گرم گالیک اسید (GAE) بر گرم ماده خشک بیان گردید.

برای سنجش ترکیب‌های فلاونوئیدی از روش رنگ‌سنجی کلریدآلومینیوم استفاده شد (Chang *et al.*, 2002). برای این منظور ۲۰µL از عصاره متانولی نمونه‌های جلبکی با ۲۰µL کلریدآلومینیوم ۱۰٪، ۲۰µL پتاسیم استات ۱M و ۱۸۰µL آب مقطر مخلوط شدند و ۳۰ دقیقه در دمای اتاق قرار گرفتند. پس از گذشت ۳۰ دقیقه، میزان جذب محلول‌ها در طول موج ۴۱۵nm اندازه‌گیری شد. منحنی کالیبراسیون براساس کوئرستین رسم گردید. مقدار محتوای کل فلاونوئیدی عصاره‌ها بر حسب میلی‌گرم کوئرستین (QE) بر گرم ماده خشک بیان شد.

آنالیز خواص فیزیکی و شیمیایی

ظرفیت جذب آب (Swelling Capacity; SWC)

میزان جذب آب (تورم) در نمونه‌های مورد مطالعه براساس روش Kuniak و Marchessault (۱۹۷۲) با کمی تغییرات بررسی گردید. بدین‌منظور ۲۰۰mg از هر نمونه جلبکی با ۲۰ml آب مقطر به خوبی مخلوط شده و به‌مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق (۲۵°C) قرارگرفتند. پس از این مدت میزان جذب آب نمونه‌ها اندازه‌گیری و براساس

Archive of SID

www.SID.ir

میلی‌لیتر آب نگهداری شده توسط گرم وزن خشک نمونه محاسبه شدند.

ظرفیت نگهداری آب (Water Holding Capacity; WHC)

برای اندازه‌گیری ظرفیت نگهداری آب توسط دو گونه جلبکی، ۲۰ml آب مقطر به ۲۰۰mg از نمونه خشک پودر شده گونه‌های جلبکی افزوده شد و این مخلوط به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق ($24^{o}C$) بر روی شیکر به‌طور دائمی تکان داده شده و پس از این مدت با سانتریفیوژ کردن ظرفیت نگهداری آب نمونه‌ها براساس گرم وزن آب نگهداری شده توسط گرم وزن خشک نمونه بیان گردید.

ظرفیت نگهداری روغن (Oil Holding Capacity; OHC)

بررسی ظرفیت نگهداری روغن توسط نمونه‌های جلبکی براساس روش Caprez-Amado و Neaukom (۱۹۸۶) انجام شد. بدین منظور ۳g از هر نمونه جلبکی در ۱۰/۵g روغن ذرت به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق قرار گرفت، سپس نمونه‌ها به مدت ۳۰ دقیقه با ۲۵۰۰g سانتریفیوژ و روغن اضافی پس از سانتریفیوژ اندازه‌گیری شد و ظرفیت نگهداری روغن نمونه براساس گرم روغن نگهداری شده در گرم وزن خشک نمونه بیان گردید.

تجزیه و تحلیل آماری

تمامی آنالیزها با سه تکرار انجام گردید و نتایج به‌صورت میانگین تکرارها ± انحراف معیار بیان شد. میانگین تمامی داده‌ها براساس آزمون تجزیه واریانس داده‌ها (ANOVA) انجام شده و میانگین‌ها براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال $P<0.05$ مورد مقایسه قرار گرفتند. کلیه آنالیزها توسط نرم‌افزار SPSS۱۸ (SPSS Inc., Chicago) انجام شده‌است.

نتایج

نتایج آنالیز شیمیایی محتوای لیپید، پروتئین و خاکستر دو گونه جلبک سبز *U. linza* و *U. intestinalis* برحسب درصد وزن خشک در جدول ۱ نشان داده شده‌است. میزان پروتئین در گونه *U. intestinalis* ۱۵/۰۷۹±۰/۱۳٪ و *U. linza* ۹/۹۰±۰/۰۷٪ بر حسب وزن خشک تخمین زده شد که اختلاف معنی‌داری را نشان دادند ($P<۰/۰۵$)، به‌طوری که پروتئین موجود در *U. intestinalis* تقریباً بیش از ۱/۵ برابر میزان آن در *U. linza* برآورد شد.

همانطور که در جدول ۱ نشان داده شده‌است میزان خاکستر در گونه *U. linza* ۲۶/۶۶±۰/۱۸٪ و گونه *U. intestinalis* ۲۲/۵۵±۰/۲۸٪ وزن خشک آنها را شامل می‌شد که در گونه *U. intestinalis* به‌طور معنی‌داری کمتر از گونه *U. linza* تعیین شد ($P<۰/۰۵$).

میزان چربی در گونه *U. linza*، ۲/۳۴±۰/۱۰٪ و در *U. intestinalis*، ۱/۹۸±۰/۰۸٪ وزن خشک بوده که با وجود ۳۶٪ مقدار بیشتر میزان چربی در گونه *U. linza* نسبت به گونه *U. intestinalis* این مقدار تفاوت از لحاظ آماری نشان نداد.

جدول ۱- آنالیز شیمیایی دو گونه جلبک ماکروسکوپی سبز *U. linza* و *U. intestinalis* براساس درصد وزن خشک

گونه جلبکی	پروتئین (%DW.)	چربی (%DW.)	خاکستر (%DW.)
U. linza	۹/۹۰±۰/۰۷	۲/۳۴±۰/۱۰	۲۶/۶۶±۰/۱۸ *
U. intestinalis	۱۵/۷۹±۰/۱۳ *	۱/۹۸±۰/۰۸	۲۲/۵۵±۰/۲۸

داده‌ها به‌صورت میانگین ± انحراف معیار بیان شده‌اند (n=۳). *: نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین داده‌های داخل یک ستون است ($P<0.05$).

Archive of SID

www.SID.ir

میزان ترکیب‌های فنولی و فلاونوئیدی عصاره متانولی دو گونه جلبک ماکروسکوپی سبز مورد مطالعه در جدول ۲ آمده‌است. محتوای ترکیب‌های فنولی *U. linza*، ۲/۱۶±۰/۱۲ و *U. intestinalis*، ۱/۰۲±۰/۱ برحسب mg GAE/g وزن خشک جلبک اندازه‌گیری شد که در سطح احتمال ۹۵٪ اختلاف معنی‌داری را نشان دادند. محتوای ترکیب‌های فلاونوئیدی *U. linza*، ۱۱/۷۰±۰/۰۹ (mg QE/g) و *U. intestinalis*، ۸/۲۰±۰/۰۸ (mg QE/g) وزن خشک بوده که در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری را نشان دادند ($P<0/05$).

جدول ۲- آنالیز ترکیب‌های فنولی (میلی‌گرم گالیک اسید بر گرم وزن خشک) و فلاونوئیدی (میلی‌گرم کوئرستین بر گرم وزن خشک) دو گونه جلبک سبز *U. linza* و *U. intestinalis*

گونه جلبکی	فنول (mg GAE/g)	فلاونوئید (mg QE/g)
U. linza	۲/۱۶±۰/۱۲ *	۱۱/۷۰±۰/۰۹ *
U. intestinalis	۱/۰۲±۰/۱	۸/۲۰±۰/۰۸

داده‌ها به‌صورت میانگین ± انحراف معیار بیان شده‌اند (n=۳). *: نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین داده‌های داخل هر ستون است ($P<0.05$).

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی

نتایج بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی، نگهداری آب (WHC)، جذب آب (SWC) و نگهداری روغن (OHC)، دو گونه جلبکی مورد بررسی در جدول ۳ نشان داده شده‌است. ظرفیت جذب آب گونه *U. linza*، ۵/۷±۰/۱۲ (mL/g DW.) و *U. intestinalis*، ۹/۵±۰/۱۶ (mL/g DW.) اندازه‌گیری شد، همچنین ظرفیت نگهداری آب در گونه *U. intestinalis*، ۱۷/۵±۰/۱۳ (g/g DW.) و *U. linza*، ۸/۷±۰/۱۰ (g/g DW.) تخمین زده شد. نتایج نشان دادند که جلبک سبز *U. intestinalis* در هر دو خصوصیت اندازه‌گیری شده به‌طور معنی‌داری ($P<0.05$) دارای میزان بالاتری نسبت به گونه *U. linza* می‌باشد. ظرفیت نگهداری روغن در نمونه *U. intestinalis* (۵/۵±۰/۱۰g/g DW.) به‌طور معنی‌داری ($P<0.05$) بیشتر بوده و تقریباً دو برابر گونه *U. linza* (۲/۶±۰/۰۹g/g DW.) اندازه‌گیری شد.

جدول ۳- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی دو گونه جلبک سبز *U. linza* و *U. intestinalis*

گونه جلبکی	جذب آب (mL/g DW.) SWC	نگهداری آب (g/g DW.) WHC	نگهداری روغن (g /g DW.) OHC
U. linza	۵/۷±۰/۱۲	۸/۷±۰/۱۰	۲/۶±۰/۰۹
U. intestinalis	۹/۵±۰/۱۶ ❋	۱۷/۵±۰/۱۳ ❋	۵/۵±۰/۱۰❋

داده‌ها به‌صورت میانگین ± انحراف معیار بیان شده‌است (n=۳). ❋: نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین داده‌های داخل یک ستون است ($P<0.05$).

بحث

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که گونه‌های مورد بررسی موجود در سواحل خلیج فارس که عمدتاً از سواحل استان هرمزگان جمع‌آوری شده بودند دارای مقادیر قابل توجهی از ترکیب‌های بیوشیمیایی و نیز متابولیت‌های مختلف می‌باشند. از آنجایی که تعیین میزان این ترکیب‌ها می‌تواند ارزش کاربردی این گونه‌ها را آشکار کند مقایسه نتایج این تحقیق با مطالعات و تحقیقات انجام شده بر روی این گونه‌ها

Archive of SID
www.SID.ir

و یا گونه‌های مشابه که در سایر مناطق و کشورهای دیگر انجام شده چشم‌انداز روشن‌تری را در بهره‌برداری از این گیاهان ترسیم خواهد کرد.

میزان پروتئین دو گونه *U. intestinalis* (۱۵/۷۹٪) و *U. linza* (۹/۹۰٪) در این مطالعه تقریباً با نتایج مطالعات محققان قبلی که درصد پروتئین گونه *U. rigida* از سواحل پاکستان را ۶/۶۴٪ گزارش کرده و مطالعات دیگری که میزان پروتئین گونه‌های مختلف *Ulva* را بین ۲۹-۱۰٪ گزارش کرده‌اند (Ortiz *et al*., 2006؛ Fleurence, 1999) مشابه می‌باشد. میزان پروتئین کل موجود در *U. intestinalis* تقریباً با پروتئین گونه‌های *U. intestinalis* (۱۹/۵-۱۶/۴٪) و (۱۶/۱-۱۴/۶٪) *U. pertusa* از سواحل تایلند (Benjama & Masniyom, 2011) و نیز *U. intestinalis* (۱۶/۴٪) از سواحل هند (Manivannan *et al*., 2008) منطبق می‌باشد. این مشابهت جدای از مشابهت گونه‌ای ناشی از عوامل اقلیمی مناطق مورد بررسی نیز می‌باشد، به‌طوری که بیشتر این مطالعات همانند نواحی ساحلی جنوب ایران در مناطق ساحلی نواحی گرمسیری انجام شده است. این در حالیست که پروتئین موجود در دو گونه این مطالعه نسبت به محتوای پروتئین برخی گونه‌های جلبکی سبز مانند گونه *U. reticulate* (۲۱/۰۶٪) محتوای کمتر و بعکس نسبت به محتوای پروتئین برخی گونه‌های جنس الوا مانند *U. lactuca* (۷/۰۶٪) میزان بالاتری را نشان دادند (Sánchez-Machado *et al*., 2004؛ Ratana-arporn & Chirapart, 2006) که این تفاوت‌ها به علت تفاوت در نوع گونه و نیز ویژگی‌های زیستگاهی این گونه‌ها قابل انتظار است. گونه‌هایی مانند *U. rigida* و *U. lactuca* در بسترهای سنگی و صخره‌ای رشد کرده، در حالی‌که گونه‌هایی مانند *U. intestinalis* و *U. linza* در بسترهای ماسه‌ای که عمدتاً در نزدیکی مناطق مسکونی هستند رشد خوبی دارند و نفوذ پساب‌های خانگی موجب بالا رفتن میزان نوترینت‌ها و در نتیجه بالا رفتن میزان ترکیب‌های پروتئینی در پیکره این گیاهان می‌شود. البته شرایط محیطی حاکم نیز تأثیر به‌سزایی در محتوای ترکیب‌های بیوشیمیایی به‌ویژه ترکیب‌های ازته در گونه‌های مختلف جنس الوا دارند. از جمله کاهش دما که در زمان جزر موجب افزایش محتوای نیتروژن در گونه *U. lactuca* می‌گردد، این موضوع نشان‌دهنده این است که حتی در یک گونه و در یک محل نمونه‌برداری از گونه، محتوای بیوشیمیایی گونه حتی با توجه به ساعات روز و تغییرات عوامل محیطی مانند دما و همزمانی آن با عامل جزر و مد که متأثر از عوامل نجومی است، متفاوت می‌باشد.

هدف از سنجش خاکستر در گیاهان، تخمین غیرمستقیم ترکیب‌های معدنی است. میزان خاکستر سنجیده شده در دو گونه جلبک ماکروسکوپی سبز مورد مطالعه *U. linza*، (۲۶/۶۶ ٪) و *U. intestinalis*، (۲۲/۵۵٪) در محدوده میزان خاکستر گونه‌های مختلف جلبکی (۴۰-۸٪) که در مطالعات قبلی گزارش شده‌است، قرار می‌گیرد (McDermid & Stuercke, 2003). میزان خاکستر موجود در گونه *U. intestinalis*، ۲۲/۵۵٪ و *U. linza*، ۲۶/۶۶٪ و گونه بررسی شده با نتایج گونه‌های *U. intestinalis* (۲۷/۵٪)، *Caulerpa lentillifera* (۲۴/۲۱٪)، *U. pertusa* (۲۷/۶٪)، *U. lactuca* (۱۹/۵۹٪) و *U. reticulata* (۱۷/۵۸٪) در دیگر مطالعات قابل مقایسه است (Ratana-arporn & Chirapart, 2006؛ Yaich *et al*., 2011؛ Benjama & Masniyom, 2011). Ruperez و همکاران (۲۰۰۲) با بررسی خاکستر و ترکیب‌های معدنی جلبک‌ها و مقایسه آنها با چند گیاه خشکی نشان دادند که جلبک‌ها بسیار غنی از ترکیب‌های معدنی هستند. در این مطالعه دو گونه *U. linza* و *U. intestinalis* با نشان دادن محتوای خاکستر و متعاقباً میزان بالای ترکیب‌های معدنی می‌توانند به‌عنوان منابع گیاهی غنی از مواد معدنی در رژیم غذایی افراد قرار بگیرند. بسیاری از تحقیقات نشان داده‌اند که محتوای پروتئین با محتوای خاکستر و مواد معدنی رابطه عکس دارد، به‌طوری که گونه‌های حاوی میزان پروتئین بالا دارای میزان مواد معدنی کمتری هستند. در این مطالعه نیز گونه *U. intestinalis* پایین‌ترین محتوای خاکستر (۲۲/۵٪) و بالاترین محتوای پروتئین (۱۵/۷۹٪) را نشان داد.

Archive of SID
www.SID.ir

محتوای چربی موجود در جلبک های ماکروسکوپی نسبت به دیگر متابولیت‌های اولیه ازجمله پروتئین، خاکستر و کربوهیدرات بسیار کمتر است، اما با وجود میزان قابل توجهی اسیدهای چرب غیراشباع بلند زنجیره در محتوای لیپیدی خود نقش مهمی را در افزایش سلامت ایفاء می‌کنند و همین امر اهمیت محتوای چربی موجود در جلبک های ماکروسکوپی را برجسته می کند. به‌طور کلی محتوای لیپیدی بیشتر جلبک های ماکروسکوپی بین ۵-۱٪ تخمین زده شده‌است (McDermid & Stuercke, 2003) که با نتایج آنالیز چربی دو گونه مورد بررسی در این مطالعه (۲/۳۴-۱/۹۸٪) مطابقت دارد. محتوای چربی دو گونه *U. linza* (۲/۳۴٪) و *U. intestinalis* (۱/۹۸٪) با نتایج بدست آمده محتوای چربی همین گونه ها در دیگر مطالعات مطابقت دارد (Akkoz *et al.*, 2011؛ Chakraborty & Bhattacharya, 2012؛ Fleurence, 1999). به‌طور کلی نتایج محتوای لیپیدی دو گونه مورد بررسی نسبت به برخی گونه‌ها مانند *U. lactuca*، (۷/۸۷٪) (Yaich *et al.*, 2011) و *U. pertusa*، (۷/۴۰٪) از سواحل تایلند (Benjama & Masniyom, 2011) میزان کمتری را نشان دادند و همچنین نسبت به برخی گونه‌های جلبکی سبز دیگر *U. compressa*، (۰/۸۱٪) و *Caulerpa racemosa* (۰/۹٪) از سواحل هند (Murugaiyan *et al.*, 2012) میزان بالاتری را نشان دادند که می تواند به علت اختلافات آب و هوایی و جغرافیایی مناطق نمونه‌برداری و همچنین زمان نمونه‌برداری باشد. البته میزان مواد غذایی و شرایط دمایی مناطق گرمسیری در فصول سرد بسیار مطلوبتر است، بنابراین نتایج نمونه‌برداری در فصول سرد که در افزایش میزان تولید ترکیب های مختلف در گیاه نقش به‌سزایی دارند با نتایج نمونه‌برداری در فصول گرم کاملاً متفاوت است، بالطبع گونه‌هایی مانند *U. lactuca* و *U. pertusa* که از گونه‌های ماه‌های سرد سال هستند میزان ترکیب‌های لیپیدی در آنها نسبت به گونه‌های *U. linza* و *U. intestinalis* که در ماه‌های گرم جمع آوری می شوند بالطبع بیشتر است (Juneja *et al.*, 2013). بنابراین عوامل محیطی که متأثر از تغییرات فصلی مناطق مورد مطالعه می‌باشد تأثیر قابل توجهی در متابولیسم اعم از آنابولیسم و کاتابولیسم سلولی جلبک‌های مورد مطالعه دارد.

با توجه به نتایج بدست آمده در این تحقیق و مقایسه آنها با دیگر تحقیقات انجام شده از مناطق مختلف، می‌توان گفت محتوای پروتئین، لیپید و خاکستر موجود در جلبک‌های ماکروسکوپی علاوه‌بر اینکه به نوع گونه جلبکی بستگی دارد بلکه حتی در یک گونه اما متعلق به مناطق مختلف به علت تفاوت‌های محیطی و اکولوژیکی تفاوت‌های بسیار بالایی وجود دارد، که این امر نشان می‌دهد برای بهره‌برداری از این منابع ارزشمند به‌منظور کاربردهای تغذیه‌ای علاوه بر اینکه انتخاب نوع گونه جلبک بسیار مهم است بلکه توجه به شرایط محیطی ازجمله زمان نمونه‌برداری، شرایط جغرافیایی، دمای هوا، شوری آب و بسیاری دیگر از فاکتورهای تأثیرگذار بر میزان ترکیب‌های تولید شده در گیاه، بسیار مهم می‌باشد.

البته ترکیب‌های فنولی و فلاونوئیدی از نظر بسیاری از فعالیت‌های فیزیولوژی در انسان از قبیل کاهش چربی و قند خون، فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی و ضدتوموری بسیار مهم می‌باشند (Halliwell, 2007). نتایج ترکیب‌های فنلی این مطالعه با نتایج محتوای فنلی گونه‌های جلبک سبز بررسی شده در مطالعات قبلی ازجمله *Chaetomorpha linum* (۱/۵۳-۲/۹۳mg GAE/g) *C. aerea*، (۲/۸۹ mg GAE/g) (Farasat *et al.*, 2013) و *U. lactuca* (۱/۰۲ mg/g) (Fatma *et al.*, 2015) مطابقت دارد. ترکیب‌های فلاونوئیدی دو گونه مورد مطالعه ۸/۲-۱۱/۷۰ mg/QEg تخمین زده شد، به‌طوری که در محدوده میزان ترکیب‌های فلاونوئیدی جلبک‌های سبز (۸/۴۳-۳۳/۳۹ mg/g) گزارش شده در مطالعات Sarojini و همکاران (۲۰۱۲) قرار می‌گیرد. با توجه به اینکه روش‌های متفاوتی برای عصاره‌گیری برای سنجش ترکیب‌های فنلی و فلاونوئیدی در مطالعات گذشته انجام شده‌است، در نتیجه مقایسه آنها با نتایج این مطالعه درست نمی‌باشد. میزان ترکیب‌های فنولی و فلاونوئیدی علاوه‌بر تحت تأثیر قرار دادن عوامل متغیر

Archive of SID
www.SID.ir

آزمایشگاهی از قبیل حلال عصاره‌گیری و شرایط عصاره‌گیری، بلکه تحت تأثیر فاکتورهای محیطی ازجمله دمای هوای، مدت زمان تابش نور UV و شوری آب به‌شدت تغییر می‌کنند (Holzinger & Lütz, 2006)، بنابراین برای درک درستی از تغییرات محتوای فنلی و فلاونوئیدی، توجه به عوامل و فاکتورهای محیطی و نیز ثبات در روش‌های آزمایشگاهی بسیار مهم می‌باشد.

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی

نتایج ظرفیت تورم و نگهداری آب بدست آمده در این مطالعه تقریباً با نتایج ظرفیت جذب آب و ظرفیت نگهداری آب به‌ترتیب در دو گونه *U. pertusa* (۴/۵۸–۶/۴۲ mL/g) و *U. intestinalis* (۸/۳۹–۱۴/۹۶ g/g) گزارش شده توسط Benjama و Masniyom (۲۰۱۱) مشابه است. ظرفیت نگهداری و جذب آب در جلبک‌های ماکروسکوپی بطورکلی به‌دلیل وجود ترکیب‌های پلی‌ساکاریدی و پروتئین‌های متصل‌شونده به ترکیب‌های پلی‌ساکاریدی دیواره سلولی می‌باشد. با توجه به مطالعات پیشین، مشخص شده است که جلبک‌های دارای ظرفیت بالای نگهداری آب قابلیت کاربرد در صنایع غذایی برای بهبود خصوصیات فیزیکی و ساختاری محصولات غذایی را دارند (Elleuch *et al.*, 2011). مطالعات نشان داده‌اند که استفاده از ترکیب‌های دارای ظرفیت مطلوب نگهداری آب در مواد غذایی می‌تواند موجب افزایش حجم دفع و کاهش مدت زمان عبور غذا از روده‌ها شده که این ویژگی در پیشگیری از یبوست، التهاب روده و سرطان کلون بسیار مؤثر است.

ظرفیت نگهداری روغن در *U. intestinalis* (۵/۵ g/g DW.) و *U. linza* (۲/۶ g/g DW.) در این مطالعه به‌ترتیب با نتایج *U. intestinalis* (۴/۶۲g/g) (Benjama & Masniyom, 2011)، *U. fasciata* (۴/۵۲ g/g) (Carvalho *et al.*, 2009)، *U. pertusa* (۱/۵۳ g/g) (Benjama & Masniyom, 2011) و *U. lactuca* (۱/۶۸ g/g) (Yaich *et al.*, 2011) مشابهت دارد. ظرفیت نگهداری روغن در جلبک‌های ماکروسکوپی به زنجیره‌های جانبی قطبی آمینواسیدی موجود بر سطح مولکول‌های پروتئین آنها مرتبط می‌باشد. البته استفاده از ترکیب‌های غذایی دارای ظرفیت بالای نگهداری روغن در مواد غذایی با کاهش جذب چربی در روده در کنترل وزن بدن و چربی خون نقش دارند (Jimenez-Escrig & Sanchez-Muniz, 2000). بنابراین با توجه به ظرفیت بالای نگهداری آب و روغن در دو گونه مطالعه شده، می‌توان از آنها در صنایع غذایی و داروسازی به‌عنوان افزایش کیفیت ساختار دارو و مواد غذایی استفاده کرد.

به‌طور کلی نتایج آنالیزهای شیمیایی و فیزیکی انجام شده در دو گونه مورد مطالعه نشان دادند که با توجه به غنی بودن این دو گونه از لحاظ ترکیب‌های غذایی پروتئینی و مواد معدنی مورد نیاز بدن و داشتن کالری کم به علت محتوای لیپیدی پایین، می‌توانند برای تأمین نیاز روزانه افراد به‌طور مستقیم در سبد غذایی افراد قرار بگیرند و یا در صنایع غذایی به‌عنوان مکمل‌ها و بهبوددهنده‌های کیفیت و ساختار مواد غذایی کاربرد داشته باشند. نتایج این مطالعه بیانگر ارزش کاربردی ذخائر جلبک موجود در آب‌های خلیج فارس بوده و ضرورت انجام مطالعات گسترده‌تر در مورد این منابع زیستی را آشکار کرده تا با دستیابی به نتایج دقیق‌تر و جامع‌تر بتوان سرمایه‌گذاری در مورد بهره‌برداری از جلبک‌ها به‌عنوان گزینه‌های سالم و ارگانیک را برای قرار دادن در سبد غذایی جامعه فراهم کرد و با اعمال مدیریت صحیح در کاشت و بهره‌برداری از آنها در محیط‌های دور از آلودگی بتوان از این ذخایر ارزشمند گیاهان دریایی در سطح گسترده‌ای استفاده نمود.

منابع مورد استفاده

- قرنجیک، ب.م. و روحانی قادیکلایی، ک.، ۱۳۸۹. اطلس جلبک‌های دریایی سواحل خلیج فارس و دریای عمان. انتشارات مؤسسه تحقیقات شیلات ایران، ۱۷۰ صفحه.
- Akkoz, C., Arsland, D., Ünver, A., Özcan, M.M. and Yilmaz, B., 2011. Chemical composition, total phenolic and mineral contents of *Enteromorpha intestinalis* (L.) Kutz. and *Cladophora glomerata*

Archive of SID

www.SID.ir

(L.) Kutz. seaweeds. Journal of Food Biochemistry, 35: 513-523.
- Antolovich, M., Prenzler, P.D., Patsalides, E., McDonald, S. and Robards, K., 2002. Methods for testing antioxidant activity. Analyst, 127: 183-198.
- Benjama, O. and Masniyom, P., 2011. Nutritional composition and physicochemical properties of two green seaweeds (*Ulva pertusa* and *U. intestinalis*) from the Pattani Bay in Southern Thailand. Songklanakarin Journal of Science and Technology, 33(5): 575-583.
- Bligh, E.G. and Dyer, W.J., 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. Canadian Journal of Biochemistry and Physiology, 37: 911-917.
- Caprez-Amado, R. and Neaukom, H., 1986. Influence of different type of thermal treatment on the chemical composition and physical properties of wheat bran. Journal of Cereal Science, 4(3): 233-239.
- Cardozo, K.H.M., Guaratini, T., Barros, M.P., Falcao, V.R. and Tonon, A.P., 2007. Metabolites from algae with economical impact. Comparative Biochemistry and Physiology Part C Toxicology & Pharmacology, 146: 60-78.
- Carvalho, A.F.U., Portela, M.C.C., Sousa, M.B., Martins, F.S., Rocha, F.C., Farias, D.F. and Feitosa, J.P.A., 2009. Physiological and physico-chemical characterization of dietary fibre from the green seaweed *Ulva fasciata* Delile. Brazilian Journal of Biology, 69: 969-977.
- Chakraborty, S. and Bhattacharya, T., 2012. Nutrient composition of marine benthic algae found in the Gulf of Kutch coastline, Gujarat, India. Journal of Algal Biomass Utilization, 3(1): 32-38.
- 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): 178-182.
- Dawczynski, C., Schubert, R. and Jahreis, G., 2007. Amino acids, fatty acids, and dietary fibre in edible seaweed products. Food Chemistry, 103: 891-899.
- Elleuch, M., Bedigian, D., Roiseux, O., Besbes, S., Blecker, C. and Attia, H., 2011. Dietary fibre and fibre-rich byproducts of food processing: characterisation, technological functionality and commercial applications: a review. Food Chemistery, 124: 411-421.
- Farasat, M., Khavari-Nejad, R.A., Nabavi, S.M.B. and Namjooyan, F., 2013. Antioxidant properties of some filamentous green algae (*Chaetomorpha*

Genus). Brazilian Archives of Biology and Technology, 56(6): 921-927.
- Fatma, C.A.F., Yilmaz, Ö., Durucan, F. and Özdemir, N.Ş., 2015. Biochemical components of three marine macroalgae (*Padina pavonica*, *Ulva lactuca* and *Taonia atomaria*) from the levantine seacoast of antalya, Turkey. Journal of Biodiversity and Environmental Sciences, 6(4): 401-411.
- Fleurence, J., 1999. Seaweed proteins: biochemical nutritional aspects and potential uses. Trends in Food Science & Technology, 10: 25-28.
- Juneja, A., Ceballos, R.M. and Murthy, G.S., 2013. Effects of environmental factors and nutrient availability on the biochemical composition of algae for biofuels production. Energies, 6(9): 4607-4638.
- Halliwell, B., 2007. Oxidative stress and cancer: have we moved forward? Biochemical Journal, 401: 1-11.
- Holzinger, A. and Lütz, C., 2006. Algae and UV irradiation: effects on ultrastructure and related metabolic functions. Micronology, 37(3): 190-207.
- Jimenez-Escrig, A.E. and Sanchez-Muniz, F.G., 2000. Dietary fibre from edible seaweeds: chemical structure, physicochemical properties and effects on cholesterol metabolism. Nutrition Research, 20(4): 895-598.
- Kuniak, L. and Marchessault, R.H., 1972. Study of the crosslinking reaction between epichlorohydrin and starch. Starch, 24(4): 110-116.
- Lawson, G.W. and John, D.M., 1987. The Marine Algae and Coastal Environment of Tropical West Africa. Berlin, Germany, 587p.
- Lowry, O.H., Farr, A.L., Randall, R.J. and Rosebrough, N.J., 1951. Protein measurement with folin phenol reagent. The Journal of Biological Chemistry, 193: 265-275.
- Luning, K., 1990. Seaweeds: Their Environment, Biogeography and Ecophysiology. John Wiley & Sons, 527p.
- Manivannan, K., Thirumaran, G., Karthikai, D.G., Hemalatha, A. and Anantharaman, P., 2008. Biochemical composition of seaweeds from mandapam coastal regions along Southeast coast of India. Am-Euras Journal Botany, 1: 32-37.
- McDermid, K.J. and Stuercke, B., 2003. Nutritional composition of edible Hawaiian seaweeds. Journal of Applied Phycology, 15(6): 513-524.
- Murugaiyan, K., Narasimman, V. and Anatharaman, P., 2012. Proximate composition of marine macro algae from Seeniappa Dharka, Gulf of Mannar region, Tamil Nadu. International Journal of Research in Marine Science, 1(1): 1-3.
- Ortiz, J., Romero, N., Robert, P., Araya, J., Lopez-Hernández, J., Bozzo, C.E., Navarrete, C.E., Osorio,

Archive of SID

www.SID.ir

of India. Pharma Chemical, 4(4): 1481-1484.
- Sohrabipour, J. and Rabiei, R., 1999. A list of marine algae of seashores of the Persian Gulf and Oman Sea in the Hormozgan province. Iran Journal of Botany, 8(1): 131-162.
- Sohrabipour, J., Nejadsattari, T., Assadi, M. and Rabiei, R., 2004. The marine benthic algae and seagreasses of the Southern coast of Iran. The Iranian Journal of Botany, 10(2): 83-93.
- Sohrabipour, J. and Rabiei, R., 2007. The checklist of green algae of the Iranian coast lines of the Persian Gulf and Gulf of Oman. The Iranian Journal of Botany, 23(1): 146-149.
- Sohrabipour, J. and Rabiei, R., 2008. Rhodophyta of Oman Gulf (Southeast of Iran). The Iranian Journal of Botany, 14(1): 70-74.
- Yaich, H., Garna, H., Besbes, S., Paquot, M., Blecker, C. and Attia, H., 2011. Chemical composition and functional properties of *Ulva lactuca* seaweed collected in Tunisia. Food Chemistry, 128: 895-901.

A. and Rios, A., 2006. Dietary fiber, amino acid, fatty acid and tocopherol contents of the edible seaweeds *Ulva lactuca* and *Durvillaea antarctica.* Food Chemistry, 99: 98-104.
- Ratana-arporn, P. and Chirapart, A., 2006. Nutritional evaluation of tropical green seaweeds *Caulerpa lentillifera* and *Ulva reticulata*. Kasetsart Journal (Natural Science), 40: 75-83.
- Ruperez, P., Ahrazem, O. and Leal, J.A., 2002. Potential antioxidant capacity of sulfated polysaccharides from the edible marine brown seaweed *Fucus vesiculosus*. Journal Agriculture Food Chemistry, 50(4): 840-845.
- Sánchez-Machado, D.I., López-Hernández, J. and Paseiro-Losada, P., 2004. Fatty acids, total lipid, protein and ash contents of processed edible seaweeds. Food Chemistry, 85(3): 439-444.
- Sarojini, Y., Lakshminarayana, K. and Seshagiri-RaoDer, P., 2012. Variations in distribution of flavonoids in some seaweed of Visakhapatnam coast

Archive of SID

www.SID.ir

Evaluation of chemical components and physicochemical properties of two green macroalgae species *Ulva intestinalis* and *Ulva linza* from Persian Gulf

K. Pirian[1], Kh. Piri[2*], J. Sohrabipour[3], S. Tamadoni Jahromi[4] and R. Rabiei[3]

1- Ph.D Student of Biotechnology, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
2*- Corresponding author, Department of Biotechnology, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
E-mail: khpiri@gmail.com
3- Hormozgan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agriculture Research Education and Extention Organization (AREEO), Bandar Abass, Iran
4- Persian Gulf and Oman Sea Ecological Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agriculture Research Education and Extention Organization (AREEO), Bandar Abass, Iran

Received: December 2015 Revised: June 2016 Accepted: July 2016

Abstract

Nutritional, pharmaceutical, and healthcare properties of macroalgae are the most investigated subjects in macroalgae. In this study, nutritional and physicochemical properties of two important green macroalgae, *Ulva intestinalis* and *Ulva linza*, collected from the Persian Gulf, were investigated. In all analyses, we followed the reference methods with some modification. Results revealed that *U. intestinalis* contained higher protein content (15.79%) as compared with *U. linza* (9.90%) while *U. linza* had higher content of lipid (2.30%), ash (26.66%), phenol (2.16 mgGA/g) and flavonoid (11.7 mgQE/g) as compared with *U. intestinalis* with 1.98% lipid 22.50% ash, 1.02 mgGA/g phenol and 8.2 mgQE/g flavonoid. The two species did not show any significant differences about all analyzed compositions ($P<0.05$) except lipid content. In physicochemical analyses, *U. intestinalis* showed higher water holding capacity (17.5 g/g), swelling capacity (9.5 mL/g), and oil holding capacity (5.5 g/g) as compared with *U. linza* with water holding capacity of 8.7 g/g, swelling capacity of 5.7 mL/g and oil holding capacity of 2.6 g/g. The difference between physicochemical properties of two species were all statically significant ($P<0.05$). The study showed that the two algae species investigated with high protein content could be considered as valuable plant sources for direct consumption as human food and due to the unique physicochemical properties, the two species could be used as ingredients to improve the structure and nutritional values of the food products in food industries.

Keywords: Chlorophyta, *Ulva intestinalis*, *Ulva linza*, Persian Gulf.

Archive of SID

www.SID.ir