دوماهنامه طبّ جنوب
پژوهشکده زیست- پزشکی خلیج فارس
دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر
سال بیست و ششم، شماره ۶، صفحه ۳۹۰-۳۶۹ (بهمن و اسفند ۱۴۰۲)

Iran South Med J 2024; 26(6): 369-390

بررسی برخی خصوصیات فیتوشیمیایی و نوتراسیتیکال کاهوی دریایی (*Ulva lactuca*) سواحل بوشهر، ایران

شادی جوکار (PhD)[1*]، محمدحسین مرحمتی‌زاده (PhD)[1]، غلامحسین محبی (PhD)[2]، عمار مریم‌آبادی (PhD)[3]**

[1] گروه بهداشت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کازرون، ایران
[2] مرکز تحقیقات زیست فناوری دریایی خلیج فارس، پژوهشکده علوم زیست پزشکی خلیج فارس، دانشگاه علوم پزشکی بوشهر، بوشهر، ایران
[3] واحد تحقیق و توسعه، شرکت بازرسی فنی شاخه زیتون لیان، بوشهر، ایران

(دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۱۱/۲۵- پذیرش مقاله: ۱۴۰۲/۲/۲۲)

چکیده

زمینه: اثرات زیست‌پزشکی و نوتراسیتیکال جلبک سبز کاهوی دریایی، با نام علمی (***Ulva lactuca***) در منابع علمی، به‌خوبی شناخته شده است. با توجه به اثرات غذا- دارویی این زیستمند دریایی و از طرفی وفور این جلبک در سواحل بوشهر، لذا از اهداف این مطالعه بررسی برخی خصوصیات فیتوشیمیایی، نوتراسیتیکال، آنتی‌اکسیدانی و ترکیبات شیمیایی کاهوی دریایی به‌دست آمده از سواحل خلیج‌فارس (بوشهر، ایران) در جهت یافتن ترکیبات مفید بود.

مواد و روش‌ها: پس از جمع‌آوری نمونه‌ها و آماده‌سازی آن‌ها، برخی خصوصیات فیتوشیمیایی، پروفایل اسیدهای چرب، پروفایل اسیدهای آمینه، متابولیت‌های ثانویه و فعالیت آنتی‌اکسیدانی به ترتیب با روش‌های استاندارد **AOAC** به شماره‌های ۹۰-۸۶ **Cd** و ۲۵-۳ **Cd**، کروماتوگرافی گازی- دتکتور یونش شعله (**GC-FID**)، کروماتوگرافی مایع با عملکرد بالا (**HPLC**)، کروماتوگرافی گازی- طیف سنجی جرمی (**GC-MS**) و روش مهاری رادیکال آزاد (**DPPH**) مورد بررسی قرار گرفتند.

یافته‌ها: آنالیز اسیدهای چرب، تعداد ۱۷ اسید چرب با مقادیر مناسبی از امگا ۳، ۶ و ۹ و آنالیز اسیدهای آمینه، تعداد ۱۹ اسید آمینه با مقادیر قابل ملاحظه‌ای از اسیدهای آمینه ضروری (۳۷ درصد) را نشان دادند. همچنین، نتایج **GC-MS**، تعداد ۳۱ متابولیت ثانویه با گروه‌های عاملی و هسته‌های متفاوت را شناسایی نمود. کاهوی دریایی، در غلظت‌های مختلف، فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی بالاتری را نسبت به استاندارد اسکوربیک اسید نشان داد.

نتیجه‌گیری: بر اساس نتایج، کاهوی دریایی خلیج‌فارس، دارای ترکیبات تغذیه‌ای، متابولیت اولیه و ثانویه مفیدی با اثرات غذا-دارویی و زیست‌پزشکی قابل ملاحظه‌ای می‌باشد. همچنین، این زیستمند دریایی، منبع غنی از ترکیبات زیست‌فعالی نظیر فنولی، آلکالوئیدی، اسیدهای آمینه و اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع می‌باشد.

واژگان کلیدی: اسید آمینه، اسید چرب، آنتی اکسیدان، جلبک، متابولیت‌های ثانویه

** گروه بهداشت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کازرون، ایران

Email: drmarhamati@gmail.com
***ORCID: 0009-0000-4172-2438**
****ORCID: 0000-0002-4751-7926**

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-09-14]

[DOI: 10.61186/ismj.26.6.369]

مقدمه

جلبک‌ها نقش اکولوژیکی مختلفی را در زیستگاه‌های خود ایفاء می‌نمایند و این موضوع، آن‌ها را به یکی از مهم‌ترین موجودات دریایی جهان تبدیل نموده است (۱). در بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۹، برداشت جهانی جلبک‌های دریایی در آبزی پروری و در طبیعت سه برابر شد و از ۱۱۸۰۰۰ تن به ۳۵۸۲۰۰ تن رسید (۲). برخی از این زیستمندان دریایی، از جمله کاهوی دریایی در مناطق مختلف ساحلی در سراسر جهان، از جمله خلیج فارس به‌وفور یافت می‌شوند (۳ و ۴).

جلبک‌های دریایی به‌عنوان یک منبع غذایی فراوان و با ارزش، در آسیا و اخیراً در آمریکای شمالی و برخی کشورهای اروپایی استفاده می‌شود (۵ و ۶). همچنین آن‌ها اغلب در صنایع دارویی، غذایی، شیمیایی، آرایشی و بهداشتی و پزشکی به دلیل وجود ترکیبات بیوپلیمری، مواد معدنی ضروری، ویتامین‌های کمیاب، متابولیت‌های اولیه و ثانویه استفاده می‌گردند (۶).

کاهوی دریایی نمونه‌ای معرف از جلبک‌های سبز چند سلولی متعلق به گونه‌های اولوا لاکتوکا (*Ulva Lactuca*)، جنس اولوا (Ulva) و خانواده اولواسه (Ulvaceae) است. زیستگاه آن‌ها سواحل شنی کم عمق و به طور منظم در دهانه رودخانه به دریا می‌باشد (۵). به دلیل شباهت برگ‌های آن‌ها به کاهوی سبز، تحت عنوان کاهوی دریایی شناخته می‌شوند (۷). بر اساس مطالعات، کاهوی دریایی به دلیل دارا بودن کلسیم و منیزیم، تأثیر مفیدی بر سلامت استخوان‌ها و دندان‌ها دارد. غنای مواد مغذی چون ویتامین‌های A، B_1، B_2، B_6، C و E در آن‌ها می‌تواند از آسیب‌های ناشی از رادیکال‌های آزاد جلوگیری نماید (۸ و ۹). از ترکیبات شیمیایی قابل ملاحظه آن‌ها را می‌توان پروتئین‌ها، کربوهیدرات‌ها، لیپیدها، متابولیت‌های ثانویه، مواد معدنی و مواد مغذی بر شمرد که تحت شرایط جغرافیایی و محیطی شامل فصل، دما، نور، شوری و مکان می‌توانند متفاوت می‌باشند (۳، ۱۰ و ۱۱).

ارگانیسم‌های دریایی در معرض تنش‌های محیطی، مکانیسم‌های دفاعی خود را عمدتاً از طریق تشکیل متابولیت‌های ثانویه و درشت مولکول‌های دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی، گسترش می‌دهند (۱۲). رادیکال‌های آزاد، پیش زمینه بسیاری از مشکلات مزمن سلامتی از جمله بیماری‌های قلبی- عروقی، التهابی و عصبی، آب مروارید، تصلب شرابین، دیابت، و برخی سرطان‌ها هستند (۱۳ و ۱۴). آنتی‌اکسیدان‌ها از اثرات مضر رادیکال‌های آزاد جلوگیری می‌کنند به طوری که موجب عدم تشکیل، مهار و تخریب آن‌ها می‌گردند (۱۳). امروزه، بیشتر غذا و داروها حاوی آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی هستند (۱۵). در مطالعات اخیر، خطرات ناشی از استفاده آنتی‌اکسیدان‌های صناعی بر سلامت انسان گزارش شده است. بر این اساس، جستجو برای آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی مؤثر و ایمن در سال‌های اخیر تشدید یافته است (۱۶). امروزه شناسایی آنتی‌اکسیدان‌های دریایی به دلیل کاربردهای بالقوه آن‌ها در صنایع دارویی، غذایی، آرایشی و بهداشتی مورد توجه محققان این حوزه قرار گرفته است (۲۲-۱۷).

بسیاری از گونه‌های دریایی از جمله جلبک‌ها، اسفنج‌ها، اسیدیان‌ها، بریوزوآن‌ها، نرم‌تنان، باکتری‌ها و قارچ‌ها منابع طبیعی آنتی‌اکسیدان‌ها هستند (۲۳). هر چند، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بسته به گونه‌های دریایی، موقعیت جغرافیایی و زیستگاه آن‌ها و روش‌های آماده‌سازی و آنالیز نمونه متفاوت می‌باشد (۲۴ و ۲۵). جلبک دریایی از غنی‌ترین منابع آنتی اکسیدانی است (۲۶). خصوصیات غذا- دارویی آن‌ها نیز در مطالعات مختلفی نشان داده شده است (۲۸-۲۶). برخی از

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-09-14]

[DOI: 10.61186/ismj.26.6.369]

شرکت‌های داروسازی و بیوتکنولوژی معمولاً مواد مغذی، غذاهای کاربردی و مکمل‌های غذایی را تولید می‌نمایند (۲۹). در منابع علمی فارسی، مطالعات در خصوص اثرات نوتراسیتیکال کاهوی دریایی بسیار محدود می‌باشد (۳). بنابراین، از اهداف این مطالعه، بررسی برخی خصوصیات فیتوشیمیایی و غذا- دارویی کاهوی دریایی (*Ulva lactuca*) به دست آمده از سواحل بوشهر- ایران، به منظور یافتن ترکیبات مفید غذا- دارویی و معرفی به صنایع غذایی، دارویی، مکمل‌ها و آرایشی و بهداشتی بود.

مواد و روش‌ها

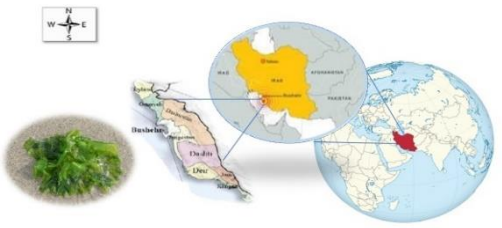
مواد شیمیایی و حلال‌ها

مواد شیمیایی و حلال‌های مورد استفاده در این مطالعه، از شرکت مرک (Merck) آلمان و استانداردهای اسیدهای چرب و اسیدهای آمینه از شرکت سیگما (Sigma) آلمان فراهم گردیدند. تمام حلال‌های HPLC و GC با درجه کروماتوگرافی از شرکت مرک بودند.

جمع‌آوری نمونه و آماده‌سازی اولیه

ابتدا نمونه‌های کاهوی دریایی (*Ulva lactuca*)، از آب‌های کم عمق تا عمیق از اسکله جفره ماهینی (28°58'18.5"N, 50°49'06.6"E)، بوشهر- ایران، که محل تمرکز این زیستمندان دریایی در بوشهر هستند، در مرداد ماه ۱۴۰۱ جمع‌آوری گردیدند (شکل ۱).

حدود ده کیلوگرم از نمونه‌ها، پس از پاک‌سازی اولیه و شستشو با آب دریا به منظور حذف آلودگی‌های محیط دریایی چون ذرات شن، ماسه، جلبک و سایر بقایای جانداران کوچک، توسط زنجیره سرد به آزمایشگاه پژوهشکده علوم زیست‌پزشکی خلیج‌فارس دانشگاه علوم پزشکی بوشهر منتقل گردیدند. پس از شناسایی گونه‌ها، مراحل خشک شدن کامل، شامل خشک کردن در دمای محیط آزمایشگاه به مدت پنج روز و سپس خشک کردن در آون در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت انجام گردید. سپس، بیومس خشک کاهوی دریایی به طور کامل توسط آسیاب برقی پودر گردید تا محصولی یکنواخت به دست آید. پس از آن، تا زمان آنالیز در ظروف دربدار بدون منفذ، در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. سپس نمونه‌ها، برای انجام آزمون‌های مختلف، به آزمایشگاه‌های بخش سم‌شناسی و آنالیز دستگاهی معاونت غذا و داروی دانشگاه علوم پزشکی بوشهر، پژوهشکده علوم زیست پزشکی و نیز آزمایشگاه همکار شاخه زیتون لیان ارسال گردیدند (۳).



شکل ۱) منطقه نمونه‌برداری جلبک سبز کاهوی دریایی (*Ulva lactuca*) (اسکله جفره ماهینی (28°58'18.5"N, 50°49'06.6"E)، بوشهر، ایران)

Fig. 1) Location of the sampling area of green algae *Ulva Lactuca* (Jofreh-Mahini Quay waters (28°58'18.5"N, 50°49'06.6"E), Bushehr, Iran)

روش‌ها

در این مطالعه، فاکتورهای تعیین میزان چربی تام، پروفایل اسیدهای چرب، پروتئین تام، پروفایل اسیدهای آمینه و ترکیبات شیمیایی (متابولیت‌های ثانویه) و فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی موجود در جلبک کاهوی دریایی (*Ulva lactuca*)، مورد بررسی قرار گرفتند.

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-09-14]

[DOI: 10.61186/ismj.26.6.369]

استخراج و تعیین درصد چربی کل

استخراج چربی نمونه کاهوی دریایی (*Ulva lactuca*)، بر اساس روش اکبری و همکاران، انجام شد (۱۱). به‌طور خلاصه، ۵۰۰ میلی‌لیتر حلال ان- هگزان به ۲۰۰ گرم نمونه جلبک آسیاب و هموژن شده اضافه شد. پس از قرار دادن در روتاتور با دور ۱۰۰ rpm برای مدت زمان ۷۲ ساعت، محلول رویی جمع‌آوری گردید. پس از تبخیر کامل حلال توسط روتاری در دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد، میزان چربی کل (درصد) از نسبت وزن به‌دست آمده به وزن نمونه اولیه محاسبه شد.

۱۰۰× (وزن نمونه/ وزن روغن استخراجی)= درصد چربی کل

آنالیز پروفایل اسیدهای چرب

استریفیه نمودن

جهت متیل‌استر نمودن نمونه، به ۰/۰۴ گرم چربی استخراجی، ۰/۹ میلی‌لیتر ان- هگزان، ۱/۸ میلی‌لیتر متانول و یک قطره سولفوریک اسید غلیظ افزوده شد. سپس به مدت دو ساعت در دمای ۷۱ درجه سانتی‌گراد، رفلاکس و پس از سرد شدن، چند مرتبه با آب مقطر، شستشو گردید. پس از جدا نمودن فاز هگزانی بالایی حاوی اسیدهای چرب متیل استر شده و آبگیری، یک میکرولیتر از آن، برای تزریق به دستگاه گاز کروماتوگرافی با دتکتور یونش شعله‌ای (GC-FID) برداشته شد (۱۱).

تعیین پروفایل اسیدهای چرب

آنالیز اسیدهای چرب، توسط دستگاه کروماتوگرافی گازی واریان (مدل CP-3800) مجهز به آشکارساز یونیزاسیون شعله‌ای (FID)، ستون موئینه (Australia، SGE، Melbourn، 70، BPX، با طول ۳۰ متر، قطر داخلی ستون ۰/۲۲ میلی‌متر و ضخامت فیلم ۰/۲۵ میکرومتر بود. از گاز هلیوم با فشار ۲۵ بار به عنوان گاز حامل استفاده شد. دماهای دتکتور و اینجکتور، به‌ترتیب ۲۵۵ و ۲۷۰ درجه سانتی‌گراد بودند. برنامه دمایی دستگاه، در ابتدا ۱۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت نیم دقیقه و سپس ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد با سرعت جریان ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد بر دقیقه به مدت دو دقیقه و سر انجام، ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد با سرعت ۲۵ درجه سانتی‌گراد بر دقیقه به مدت ۹۰ دقیقه بود. فلوی گازهای نیتروژن، هیدروژن و هوا، به‌ترتیب ۲۵، ۳۰ و ۳۰۰ میلی‌لیتر بر دقیقه بودند. پس از تزریق نمونه به دستگاه کروماتوگرافی گازی، منحنی رسم و زمان بازداری مربوط به هر اسید چرب با منحنی مربوط به اسید چرب استاندارد و زمان بازداری آن مقایسه گردید (۱۱). از نرم‌افزار Workstation ویرایش ۶/۴۱، جهت مدیریت دستگاه استفاده گردید (۳).

برخی از خصوصیات شیمیایی چربی استخراجی

جهت تعیین اندیس‌های پراکسید و اسیدی به ترتیب از روش‌های استاندارد Cd ۸۶-۹۰ و Cd ۳-۲۵ انجمن شیمی روغن آمریکا استفاده گردید (۳۰). همچنین، ضریب شکست نوری روغن، در دمای ۲۶ درجه سانتی‌گراد توسط رفراکتومتر (Germany، Series Abbe، Kruss AR) تعیین گردید (۱۱).

جهت تعیین اندیس اسیدی، پس از اضافه نمودن ۱۰ میلی‌لیتر از هگزان نرمال به روغن کاهوی دریایی، ۵ قطره فنل فتالئین اضافه گردید. محلول به دست آمده، توسط سود ۰/۱ نرمال تیتر گردید. تا زمانی که محلول به مدت ۱۳ ثانیه به رنگ صورتی کم رنگ پایدار در آمد، تیتراسیون متوقف شد و میزان آن بر حسب میلی‌گرم بر گرم سود، محاسبه گردید (۳۰).

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-09-14]

[DOI: 10.61186/ismj.26.6.369]

وزن نمونه (w) /۱۰۰۰ × نرمالیته سود مصرفی (n) × حجم سود مصرفی (v) = اندیس اسیدی (میلی‌گرم بر گرم سود)

جهت تعیین عدد پراکسید، مقدار یک گرم نمونه روغن در ارلن مایر در سمباده ای ۲۵۰ میلی‌لیتری وزن شده و ۶ میلی‌لیتر حلال (مخلوط اسید استیک و کلروفرم (۱:۲))، به آن اضافه گردید. سپس حدود ۰/۱ میلی‌لیتر پتاسیم یدید یک نرمال، به آن اضافه گردید و مخلوط به مدت یک دقیقه ساکن و سپس به هم زده شد. مقدار ۶ میلی‌لیتر آب مقطر و چند قطره چسب نشاسته به محلول اضافه و با محلول سدیم تیوسولفات ۰/۰۲ نرمال تیتر گردید. وقتی که رنگ نمونه به یک حالت شفاف و زلال رسید تیتراسیون متوقف شد. عدد پراکسید به طریق زیر محاسبه گردید (۳).

۱۰۰۰ × نرمالیته × حجم تیتراسیون مصرفی = اندیس پراکسید (میلی‌اکی والان اکسیژن بر کیلوگرم روغن)

تعیین ترکیبات شیمیایی (متابولیت‌های ثانویه) به روش GC-MS

آماده‌سازی نمونه جهت تعیین ترکیبات شیمیایی

جهت تعیین ترکیبات شیمیایی، به ۱۰ گرم پودر کاهوی دریایی، ۶۰ میلی‌لیتر مخلوط حلال‌های متانول:کلروفرم: ان-هگزان (۱:۱:۱)، افزوده و پس از مخلوط شدن طی ۴۸ ساعت توسط روتاتور با دور ۱۰۰rpm، محلول رویی جدا شد. پس از آن، حلال‌ها توسط روتاری تغلیظ گردیدند (۳۱).

آنالیز GC-MS جهت تعیین ترکیبات شیمیایی

جهت آنالیز عصاره، دستگاه GC-MS مدل (Agilent5977A-MS ،5890B-GC)، و یک ستون کاپیلاری HP-5MS (طول: ۳۰ متر، قطر داخلی: ۲۵۰ میکرومتر و ضخامت فیلم: ۰/۲۵ میکرومتر)، به کار گرفته شد. در برنامه‌ریزی دمایی، دمای آون به مدت یک دقیقه، ۵۰ درجه سانتی‌گراد در دقیقه بود. سپس دما به ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد با سرعت ۱۵ درجه سانتی‌گراد در دقیقه رسید. همچنین زمان نگهداری ۲۰ دقیقه و زمان اجرا ۳۷/۶۶ دقیقه بود. دماهای اینجکتور و دتکتور به‌ترتیب ۱۲۰ و ۲۳۰ درجه سانتی‌گراد و همچنین، دمای منبع یون و چهار قطبی به‌ترتیب ۲۳۰ و ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد بودند. از گاز هلیم با فلوی ۲۱/۷ میلی‌لیتر بر دقیقه و فشار ۴psi با نسبت ۳۰:۱ به عنوان گاز حامل استفاده شد. طیف سنج جرمی چهار قطبی با یونیزاسیون انرژی مورد استفاده قرار گرفت. حجم نمونه تزریق شده به دستگاه نیز یک میکرولیتر بود. شناسایی ترکیبات، بر اساس طیف جرمی با استفاده از داده‌های کتابخانه‌های وایلی (Willy) و ان آی اس تی آدامز (NIST Adams)، دستگاه انجام گردیدند. پردازش توسط نرم‌افزار کمستیشن صورت گرفت (۳۱).

تعیین میزان پروتئین کل و پروفایل اسیدهای آمینه

میزان پروتئین کل نمونه با استفاده از دستگاه کجلدال (Buchi ،Germany) طی سه مرحله هضم، تقطیر و تیتراسیون اندازه‌گیری شد (۳۲). همچنین، جهت تعیین مقدار اسیدهای آمینه، ۰/۳ گرم از نمونه درون ویال ۱/۵ میلی‌لیتری درپیچ دار ریخته و ۱ میلی‌لیتر اتانول ۸۰ درصد به آن افزوده و ویال‌های حاوی نمونه به بن ماری شیکردار (ترمومیکسر) با دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد منتقل شدند. سپس نمونه‌ها به مدت ۱۰ دقیقه با دور ۱۳۰۰۰rpm در دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ شدند. محلول رویی برداشته شده و به ویال ۲ میلی‌لیتری جدید انتقال داده شد. نمونه در درون دستگاه تغلیظ کننده در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد قرار

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-09-14]

[DOI: 10.61186/ismj.26.6.369]

داده شد تا محلول الکلی آن‌ها تبخیر گردد. درون ویال خارج شده از دستگاه تغلیظ، ۲ میلی‌لیتر آب مقطر دیونیزه ریخته و ورتکس و به کمک فیلتر ۰/۴۵ میکرومتر صاف شد. درون ویال ۲ میلی‌لیتری جدید، ۲۵۰ میکرولیتر از محلول صاف شده ریخته شد و سپس ۲۰۰ میکرولیتر بافر بورات و سر انجام، ۱۰۰ میکرولیتر OPA[1] اضافه گردید. پس از ۱۲۰ ثانیه، مقدار ۵۰ میکرولیتر HCl با غلظت ۰/۵ مولار به ویال افزوده، در ویال را بسته، چند بار دستی آن را تکان داده و با سرنگ میکرولیتری، به دستگاه HPLC-UV مدل یانگلین[2] (کره، سری ۹۱۰۰)، در طول موج ۲۵۴ نانومتر با ستون ۵ سانتی‌متری HALO ،C18 (دمای ستون ۲۵ درجه سانتی‌گراد) و فازهای متحرک با شدت جریان ۱/۱ میلی‌لیتر بر دقیقه، تزریق شد. با تزریق غلظت‌های مختلف هر یک از اسیدهای آمینه و محاسبه سطح زیر پیک هر یک از غلظت‌های داده شده به دستگاه و تعیین رابطه غلظت و سطح زیر پیک، منحنی استاندارد ترسیم شد و مقادیر کمی هر اسیدهای آمینه محاسبه شد (۳۳).

فعالیت آنتی اکسیدانی

درصد فعالیت آنتی‌اکسیدانی نمونه لیوفیلیزه شده با استفاده از روش مهار رادیکال DPPH[3] بر اساس روش مرحمتی و همکاران، انجام شد (۲۴). ابتدا ۲۰۰ میلی‌گرم از نمونه لیوفیلیزه شده با غلظت‌های مختلف بین ۵۰ تا ۲۰۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر (۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر)، با ۸۰۰ میکرولیتر متانول مخلوط شد. سپس ۴۰۰ میکرولیتر از هر نمونه رقیق شده با ۱/۶ میلی‌لیتر محلول DPPH (۰/۱ میلی‌مولار) همگن شد. محلول‌ها در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱ ساعت در شرایط تاریک نگهداری شدند و سرانجام، جذب آن‌ها در طول موج ۵۱۷ نانومتر اندازه‌گیری گردید. یک نمونه لیوفیلیزه آزاد به عنوان گروه کنترل استفاده شد. درصد فعالیت بازداری بر اساس رابطه زیر تعیین شد:

فعالیت بازداری (٪) = ((جذب نمونه–جذب کنترل) / جذب کنترل) × ۱۰۰

تجزیه و تحلیل آماری

جهت انجام آنالیز آماری از نرم‌افزار SPSS و رسم نمودارها و ثبت جداول از نرم‌افزار Excel استفاده گردید. برای ارزیابی تفاوت‌های معنی‌دار، از آنالیز واریانس و آزمون‌های چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد ($p<۰/۰۵$). تمام آزمون‌ها با سه تکرار انجام و میانگین نتایج (± انحراف معیار) گزارش گردیدند.

یافته‌ها

میزان لیپید تام و برخی از خصوصیات شیمیایی آن

میزان لیپید تام (درصد وزن خشک) نمونه کاهوی دریایی ۱/۹۳±۰/۱۵ بود. همچنین، مقادیر اندیس پراکسید و اسیدی و ضریب شکست نوری چربی استخراج شده به‌ترتیب ۰/۷۱±۰/۰۳، ۰/۶۸±۰/۰۲ و ۱۴۱۳±۲/۸۸ بودند.

پروفایل اسیدهای چرب

در نمونه کاهوی دریایی به دست آمده از سواحل بوشهر، تعداد ۱۷ اسید چرب در مقادیر مختلف شناسایی گردید (جدول ۱).

[1] *O*–phthalaldehyde
[2] Youngling
[3] Diphenyl picrylhydrazyl

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-09-14]
[DOI: 10.61186/ismj.26.6.369]

جدول ۱) درصد اسیدهای چرب موجود در روغن کاهوی دریایی (***Ulva lactuca***) به دست آمده از سواحل بوشهر

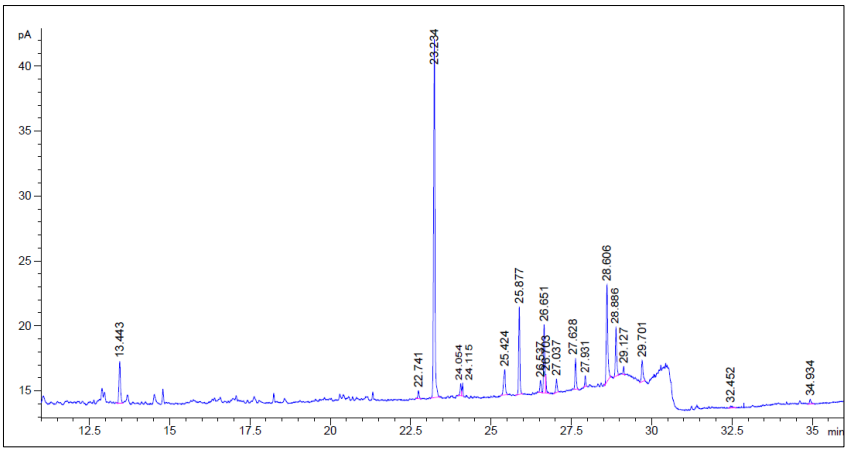
ردیف	نوع اسید چرب	نام عمومی	فرمول مولکولی	زمان بازداری* (دقیقه)	میانگین±انحراف معیار (درصد)
۱	$C_{10:0}$	Capric acid	$C_{10}H_{20}O_2$	۱۳/۴۴	۶/۱۹ ± ۰/۰۲
۲	$C_{15:0}$	Pentadecylic acid	$C_{15}H_{30}O_2$	۲۲/۷۴	۱/۳۲ ± ۰/۰۲
۳	$C_{16:0}$	Palmitic acid	$C_{16}H_{32}O_2$	۲۳/۲۳	۴۰/۷۵ ± ۰/۰۴
۴	$C_{16:1}$	Palmitoleic acid	$C_{16}H_{30}O_2$	۲۴/۰۵	۱/۴۳ ± ۰/۰۲
۵	$C_{17:1}$	Heptadecenoic acid	$C_{17}H_{32}O_2$	۲۵/۴۲	۳/۶۶ ± ۰/۰۳
۶	$C_{18:0}$	Stearic acid	$C_{18}H_{36}O_2$	۲۵/۸۷	۸/۹۹ ± ۰/۰۲
۷	$C_{18:1n9t}$	Elaidic acid	$C_{18}H_{34}O_2$	۲۶/۵۳	۱/۹۶ ± ۰/۰۱
۸	$C_{18:1n9c}$	Oleic acid	$C_{18}H_{34}O_2$	۲۶/۶۵	۶/۹۸ ± ۰/۰۱
۹	$C_{18:2n6t}$	Linolelaidic acid	$C_{18}H_{32}O_2$	۲۶/۷۰	۱/۲۵ ± ۰/۰۲
۱۰	$C_{18:2n6c}$	Linoleic acid	$C_{18}H_{32}O_2$	۲۷/۰۳	۱/۵۱ ± ۰/۰۲
۱۱	$C_{20:0}$	Arachidic acid	$C_{20}H_{30}O_2$	۲۷/۶۲	۳/۱۹ ± ۰/۰۱
۱۲	$C_{18:3n6c}$	γ-Linolenic acid	$C_{18}H_{30}O_2$	۲۸/۶۰	۱۱/۰۹ ± ۰/۰۲
۱۳	$C_{20:1}$	Gondoic acid	$C_{20}H_{38}O_2$	۲۸/۸۸	۵/۳۸ ± ۰/۰۲
۱۴	$C_{18:3n3c}$	α-Linolenic acid	$C_{18}H_{30}O_2$	۲۹/۱۲	۱/۰۱ ± ۰/۰۱
۱۵	$C_{20:2}$	Eicosadienoic Acid	$C_{20}H_{36}O_2$	۲۹/۷۰	۲/۶۷ ± ۰/۰۲
۱۶	$C_{20:5n3}$	EPA	$C_{20}H_{30}O_2$	۳۲/۴۵	۱/۱۲ ± ۰/۰۱
۱۷	$C_{22:6n3}$	DHA	$C_{22}H_{32}O_2$	۳۴/۹۳	۱/۳۵ ± ۰/۰۱
اسیدهای چرب اشباع** (درصد)					۶۰/۴۴ ± ۰/۱۱
اسیدهای چرب غیراشباع*** (درصد)			۳۹/۴۱ ± ۰/۲	امگا ۳ (درصد)	۳/۴۸ ± ۰/۰۳
				امگا ۶ (درصد)	۱۶/۵۲ ± ۰/۰۸
				امگا ۹ (درصد)	۱۴/۳۲ ± ۰/۰۴

*RT: Retention Time; **SFA: Saturated Fatty Acids; ***UFA: Unsaturated Fatty Acids

از بین اسیدهای چرب به دست آمده از کاهوی دریایی، میزان ۶۰/۴۴±۰/۱۱ درصد اسید چرب اشباع (SFA[4]) و ۳۹/۴۱±۰/۲ درصد اسید چرب غیراشباع (UFA[5]) بودند. در مطالعه اخیر، بیشترین اسیدهای چرب اشباع به‌ترتیب، مربوط به پالمیتیک اسید ($C_{16:0}$) و استئاریک اسید ($C_{18:0}$) با درصدهای ۴۰/۷۵±۰/۰۴ و ۸/۹۹±۰/۰۲ بود. همچنین، در بین اسیدهای چرب غیراشباع، گاما-لینولنیک اسید ($C_{18:3n6c}$)، اولئیک اسید ($C_{18:1n9c}$) و گاندوئیک اسید ($C_{20:1}$) نیز دارای بیشترین مقادیر بودند (به‌ترتیب ۱۱/۰۹±۰/۰۲، ۶/۹۸±۰/۰۱ و ۵/۳۸±۰/۰۲ درصد). میانگین میزان اسیدهای چرب امگا -۳، ۶ و ۹ در لیپید کاهوی دریایی در جدول (۱)، آورده شده است. نسبت امگا-۶ به امگا-۳ موجود در کاهوی دریایی ۴/۷۴ بود. شکل (۲)، یک نمونه کروماتوگرام مربوط به پروفایل اسیدهای چرب موجود در کاهوی دریایی را نشان می‌دهد.

[4] Saturated Fatty Acid
[5] Unsaturated Fatty Acid

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-09-14]
[DOI: 10.61186/ismj.26.6.369]



شکل ۲) یک کروماتوگرام مربوط به پروفایل اسیدهای چرب موجود در کاهوی دریایی (*Ulva lactuca*) سواحل بوشهر به روش GC-FID

Fig. 2) A chromatogram associated with the fatty acid profile of the *Ulva lactuca* from the Busher coast by GC-FID method.

میزان پروتئین تام و پروفایل اسیدهای آمینه

میزان پروتئین کل (درصد وزن خشک) در نمونه کاهوی دریایی، ۱/۲۵±۹/۹۶ بود. جدول (۲)، نوع و میزان اسید آمینه‌های مختلف را نشان می‌دهد (جدول ۲).

جدول ۲) درصد اسیدهای امینه موجود در کاهوی دریایی (*Ulva lactuca*) به دست آمده از سواحل بوشهر

ردیف	نوع اسید آمینه	زمان بازداری (دقیقه)	فراوانی (درصد)
۱	اسپارتیک اسید	۴/۳۶	۹/۵۱ ± ۰/۰۴
۲	گلوتامیک اسید	۷/۲۴	۱۰/۴۴ ± ۰/۰۳
۳	آسپارژین	۷/۵۶	۰/۰۳ ± ۰/۰۰
۴	هیستیدین	۹/۶۵	۱/۰۴ ± ۰/۰۱
۵	سرین	۱۰/۳۳	۵/۳۹ ± ۰/۰۲
۶	گلوتامین	۱۲/۲۰	۰/۷۳ ± ۰/۰۰
۷	استاندارد داخلی[۶]*	۱۳/۳۸	۱۸/۲۳ ± ۰/۰۳
۸	آرژینین	۱۴/۲۷	۵/۳۱ ± ۰/۰۲
۹	سیترولین	۱۷/۶۰	۰/۰۲ ± ۰/۰۰
۱۰	گلیسین	۱۴/۸۸	۱۰/۵۶ ± ۰/۰۴
۱۱	ترئونین	۱۵/۹۷	۴/۷۴ ± ۰/۰۲
۱۲	آلانین	۲۱/۱۹	۶/۵۰ ± ۰/۰۲
۱۳	تیروزین	۲۲/۲۹	۱/۷۳ ± ۰/۰۱
۱۴	متیونین	۲۷/۳۳	۱/۵۷ ± ۰/۰۱
۱۵	والین	۲۷/۷۶	۸/۹۸ ± ۰/۰۲
۱۶	فنیل آلانین	۲۸/۱۰	۲/۹۳ ± ۰/۰۱
۱۷	ایزولوسین	۲۹/۱۱	۴/۶۴ ± ۰/۰۳
۱۸	لوسین	۲۹/۴۱	۵/۹۱ ± ۰/۰۲
۱۹	اورنیتین	۳۰/۷۰	۰/۷۳ ± ۰/۰۰
۲۰	لیزین	۳۰/۹۷	۰/۴۱ ± ۰/۰۰

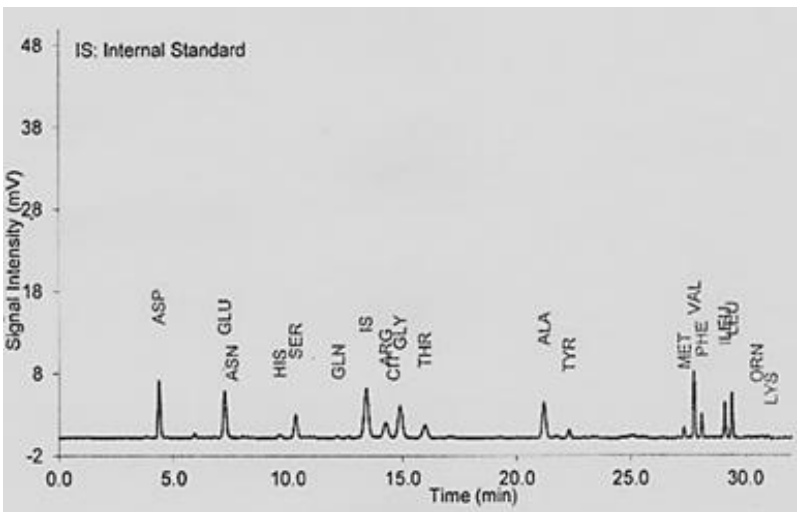
*آلفا- امینوبوتیریک اسید (ABU)

[6] Internal Standard

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-09-14]

[DOI: 10.61186/ismj.26.6.369]

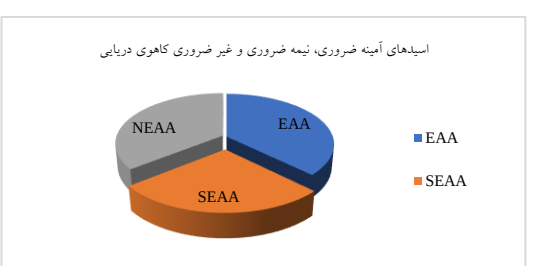
کاهوی دریایی، دارای بیشترین اسیدهای آمینه گلیسین، گلوتامیک اسید، آسپارتیک اسید و والین به‌ترتیب با مقادیر ۱۰/۵۶±۰/۰۴، ۱۰/۴۴±۰/۰۳، ۹/۰±۵۱/۰۴ و ۸/۰±۹۸/۰۲ درصد بود. شکل (۳)، کروماتوگرام مربوط به پروفایل اسیدهای آمینه موجود در کاهوی دریایی (*Ulva lactuca*) را نشان می‌دهد.



شکل ۳) کروماتوگرام HPLC مربوط به پروفایل اسیدهای آمینه در کاهوی دریایی (*Ulva lactuca*) به دست آمده از سواحل بوشهر

Fig. 3) HPLC chromatogram related to the amino acids profile in the *Ulva lactuca* obtained from the Bushehr coast.

از مجموع اسیدهای آمینه شناسایی شده، تعداد ۸ اسید آمینه شامل هیستیدین، ایزولوسین، لوسین، لیزین، متیونین، فنیل آلانین، ترئونین و والین جزو اسید آمینه‌های ضروری (EAAs[7]) و تعداد پنج اسید آمینه آرژنین، گلیسین، سیترولین، اورنیتین و سرین جزو اسیدهای آمینه نیمه ضروری (SEAAs[8])، به علاوه ۶ اسید آمینه شامل آلانین، اسپارتیک اسید، گلوتامیک اسید، تیروزین، گلوتامین و آسپارژین جزو اسیدهای آمینه غیرضروری (NEAAs[9]) تلقی می‌گردند. مجموع میزان درصد اسیدهای آمینه ضروری، نیمه ضروری و غیرضروری به‌ترتیب ۲۲/۱۲±۰/۳۰، ۱۰/۰۸±۰/۲۲ و ۲۸/۹۴±۰/۰۱ درصد بودند (جدول ۲). نسبت مجموع اسیدهای آمینه ضروری به غیر ضروری (EAA/NEAA)، معادل ۱/۰۴ و نسبت مجموع اسیدهای آمینه نیمه ضروری به غیر ضروری (SEAA/NEAA) برابر ۰/۵۹ به دست آمد (شکل ۴).



شکل ۴) درصد اسیدهای آمینه ضروری (EAA)، نیمه ضروری (SEAA) و غیر ضروری (NEAA) در کاهوی دریایی (*Ulva lactuca*) به دست آمده از سواحل بوشهر

Fig. 4) Percentages of the essential (EAA), semi-essential (SEAA), and non-essential (NEAA) amino acids in the *Ulva lactuca* obtained from the Bushehr coasts

[7] Essential Amino Acids
[8] Semi-Essential Amino Acids
[9] None-Essential Amino Acids

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-09-14]
[DOI: 10.61186/ismj.26.6.369]

متابولیت‌های ثانویه

آنالیز عصاره آلی کاهوی دریایی توسط GC-MS، تعداد ۳۱ ترکیب فیتوشیمیایی با ساختارهای منحصر به فرد و گروه عاملی و هسته‌های شیمیایی متفاوت نظیر آلکالوئید، آلکان، آلکن، کتون، آلدهید، الکل و فنول‌ها را نشان داد (جدول ۳).

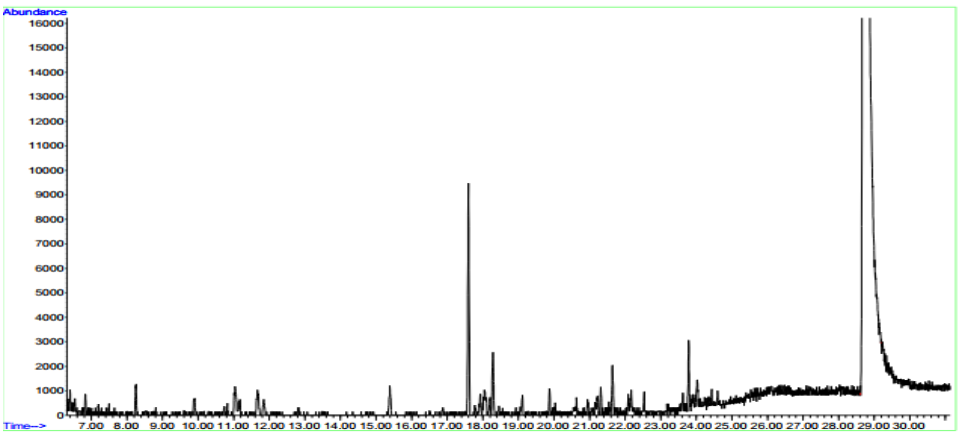
جدول ۳) متابولیت‌های ثانویه شناسایی شده از آنالیز GC-MS در کاهوی دریایی (*Ulva lactuca*) به دست آمده از سواحل بوشهر

ردیف	زمان بازداری (دقیقه)	فرمول شیمیایی	نام ترکیب	وزن مولکولی (gr/mol)	فراوانی (درصد)
۱	۶/۵۳۹	$C_{10}H_{20}O$	Hexane, 1-(3-butenyloxy)-	۱۵۶	۰/۵۳
۲	۶/۸۳۱	$C_{13}H_{28}$	Undecane, 2,4-dimethyl-	۱۸۴	۱/۲۹
۳	۷/۴۹۵	$C_9H_{18}O_2$	Hexanoic acid, 3,5,5-trimethyl-	۱۵۸	۰/۶۲
۴	۸/۲۴۴	$C_8H_{16}O$	3-Hexanone, 2,5-dimethyl-	۱۲۸	۱/۱
۵	۹/۸۶۹	$C_5H_{10}O$	1-Butene, 4-methoxy	۸۶	۱/۴۶
۶	۱۱/۶۶۶	$C_{18}H_{30}O$	Phenol, 2-(1,1-dimethylethyl)-4-(1,1,3,3-tetramethylbutyl)-	۲۶۲	۱/۷۳
۷	۱۱/۸۳۲	$C_{15}H_{18}O_4$	2H-1-Benzopyran-2-one, 6-(1-hydroxy-3-methylbutyl)-7-methoxy-	۲۶۲	۰/۹۶
۸	۱۵/۳۷۹	$C_{10}H_{20}O_2$	Pentanoic acid, 1,1-dimethylpropyl ester	۱۷۲	۱/۶۸
۹	۱۷/۵۸۸	$C_{15}H_{13}N$	1H-Indole, 5-methyl-2-phenyl-	۲۰۷	۱۹/۲۷
۱۰	۱۷/۹۲	$C_7H_{10}O_3$	1,3-Benzodioxol-2-one, hexahydro-, cis-	۱۴۲	۰/۴۴
۱۱	۱۸/۰۶۳	$C_9H_{16}O_2$	3,4-Hexanedione, 2,2,5-trimethyl-	۱۵۶	۰/۶۳
۱۲	۱۸/۲۰۶	C_9H_{20}	Nonane	۱۲۸	۱/۵
۱۳	۱۸/۲۵۸	C_8H_{18}	Hexane, 3,3-dimethyl-	۱۱۴	۱/۳۹
۱۴	۱۸/۲۸	$C_{15}H_{13}N$	Indolizine, 2-(4-methylphenyl)-	۲۰۷	۳/۵۱
۱۵	۱۸/۴۵۲	$C_4H_{10}O_2$	1,4-Butanediol	۹۰	۰/۷۵
۱۶	۱۸/۵۵۵	$C_6H_{10}O_5$	1,6-Anhydro-á-D-glucopyranose (levoglucosan)	۱۶۲	۰/۶۸
۱۷	۱۹/۰۹۳	$C_{11}H_{24}$	Octane, 2,4,6-trimethyl-	۱۵۶	۰/۸۶
۱۸	۲۰/۶۳۲	$C_{11}H_{13}NO_4$	Valeric acid, 4-nitrophenyl ester	۲۲۳	۱/۰۶
۱۹	۲۱/۲۳۳	$C_5H_{11}NO_2$	Amyl Nitrite	۱۱۷	۱/۰۹
۲۰	۲۱/۶۴۵	$C_{11}H_{14}N_4O_6$	2-Hydroxymethyl-9-[á-d-ribofuranosyl] hypoxanthine	۲۹۸	۲/۸۹
۲۱	۲۲/۱۸۳	$C_{10}H_{18}O_3$	2-Methylbutanoic anhydride	۱۸۶	۰/۷۶
۲۲	۲۲/۵۱۵	$C_{10}H_{20}O$	3,5-Dimethyl-4-octanone	۱۵۶	۰/۹۴
۲۳	۲۳/۱۷۸	$C_{17}H_{34}$	8-Heptadecene	۲۳۸	۰/۸۳
۲۴	۲۳/۲۱۳	$C_{11}H_{24}$	Undecane	۱۵۶	۰/۷۷
۲۵	۲۳/۶۲۵	$C_{12}H_{17}NS$	(+)-trans-3,4-Dimethyl-2-phenyltetrahydro-1,4-thiazine	۲۰۷	۰/۸۶
۲۶	۲۳/۷۸۵	$C_{20}H_{40}O$	Phytol	۲۹۶	۰/۶۷
۲۷	۲۳/۸۸۸	$C_{14}H_{18}O_7$	Picein	۲۹۸	۵/۵۷
۲۸	۲۳/۹۱۱	$C_{30}H_{37}N_5O_5$	Ergotaman-3',6',18-trione, 12'-hydroxy-2'-methyl-5'-(2-methylpropyl)-, (5'à)-	۵۴۷	۰/۶۱
۲۹	۲۴/۴۳۷	$C_{21}H_{24}O_7$	Bicyclo [3.2.1] oct-3-en-2-one, 3,8-dihydroxy-1-methoxy-7-(7-methoxy-1,3-benzodioxol-5-yl)-6-methyl-5-(2-propenyl)-, [1R-(6-endo,7-exo,8-syn)]-	۳۸۸	۱/۹۲
۳۰	۲۴/۵۹۸	$C_{21}H_{44}$	Heptadecane, 2,6,10,14-tetramethyl-	۲۹۶	۱/۲۶
۳۱	۲۴/۷۲۹	$C_{20}H_{26}N_2O$	Aspidofractinine-3-methanol, (2à,3á,5à)-	۳۱۰	۴۲/۳۹

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-09-14]

[DOI: 10.61186/ismj.26.6.369]

شکل (۵)، کروماتوگرام مربوط به آنالیز شیمیایی ترکیبات عصاره کاهوی دریایی به دست آمده از سواحل بوشهر به روش GC-MS را نشان می‌دهد.

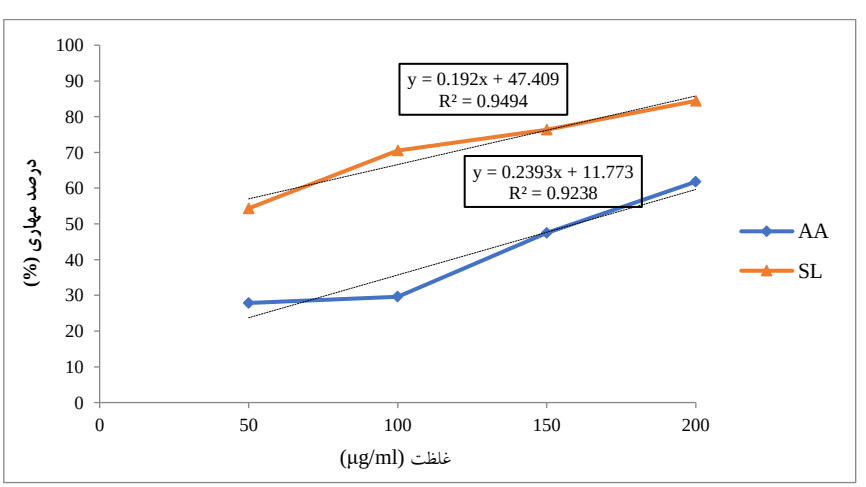


شکل ۵) کروماتوگرام مربوط به آنالیز ترکیبات شیمیایی کاهوی دریایی (*Ulva lactuca*) به دست آمده از سواحل بوشهر به روش GC-MS

Fig. 5) chromatogram related to the chemical composition of the alga *Ulva lactuca* from the Bushehr coast by GC-MS method.

فعالیت آنتی‌اکسیدانی

فعالیت مهارکنندگی رادیکال آزاد DPPH توسط کاهوی دریایی در برابر استاندارد آسکوربیک اسید در شکل (۶)، آورده شده است. بر اساس نتایج، کاهوی دریایی سواحل بوشهر، فعالیت آنتی‌اکسیدانی بیشتری را نسبت به استاندارد اسید آسکوربیک نشان داد ($p<۰/۰۵$). با افزایش غلظت نمونه از ۵۰ به ۲۰۰ میکروگرم در میلی‌لیتر، فعالیت مهارکنندگی رادیکال آزاد نیز از ۵۴/۳۴۵ به ۸۴/۴۲ درصد افزایش یافت ($p<۰/۰۵$) (شکل ۶).



شکل ۶) فعالیت آنتی اکسیدانی کاهوی دریایی (Ulva lactuca) در مقایسه با استاندارد آسکوربیک اسید توسط روش DPPH

Fig. 6) Antioxidant activity of *Sea Lettuce* (SL), compared to the ascorbic acid (AA) by DPPH method.

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-09-14]

[DOI: 10.61186/ismj.26.6.369]

بحث

جلبک‌ها به دلیل دارا بودن طیف گسترده‌ای از متابولیت‌های اولیه و ثانویه، مواد معدنی ضروری، ویتامین‌های کمیاب و ترکیبات بیوپلیمری موجود در محتویات خود، به طور فزاینده‌ای در صنایع دارویی، غذایی، تغذیه‌ای، شیمیایی، آرایشی و بهداشتی و پزشکی استفاده می‌شوند. در مطالعه حاضر، برخی خصوصیات فیتوشیمیایی و نوتراسیتیکال کاهوی دریایی (*Ulva lactuca*) به دست آمده از سواحل بوشهر- ایران مورد بررسی قرار گرفت.

میزان چربی کاهوی دریایی۱/۹۳ درصد بود. برای این فاکتور در مطالعات مختلف، مقادیر متفاوتی گزارش گردیده است که دلیل آن را به عواملی از جمله اختلاف در منطقه جغرافیایی، فصل برداشت و گونه‌های کاهوی دریایی نسبت داده‌اند (۴۳-۳۴). مقادیر اندیس پراکسید و اسیدی و ضریب شکست نوری چربی استخراج شده نیز به‌ترتیب ۰/۰۳±۰/۷۱، ۰/۰۲±۰/۶۸ و ۲/۸۸±۱۴۱۳ بودند که انجام این پارامترهای شیمیایی جهت بررسی کمی و کیفی روغن نمونه می‌باشد. این جلبک سبز به دلیل دارا بودن اندیس‌های اسیدی و پراکسید مناسب، می‌تواند به‌عنوان یک منبع غنی و کاربردی در صنایع مختلف قرار گیرد.

صرفنظر از میزان چربی در کاهوی دریایی، این جلبک حاوی اسیدهای چرب ارزشمند تغذیه‌ای می‌باشد. پالمیتیک اسید بالاترین میزان اسید چرب و پس از آن به‌ترتیب اسیدهای لینولنیک، استئاریک و اولئیک بودند. پالمیتیک اسید، یک اسید چرب اشباع ۱۶ کربنه است که در صنایع غذایی، آرایشی و بهداشتی و پزشکی مورد استفاده قرار می‌گیرد (۴۴). مطالعات متعدد نشان داده‌اند که لینولنیک اسید (امگا ۳) و لینولئیک اسید (امگا ۶) به مقدار قابل توجهی در این جلبک وجود دارد (۱۱).

نسبت امگا ۶ به امگا ۳ در رژیم غذایی انسان برای محافظت در برابر بیماری‌های قلبی عروقی، التهابی، خودایمنی، سرطان و چاقی اهمیت دارد (۴۷-۴۵). یافتن منابع جدید اسیدهای چرب امگا ۳ و امگا ۶ می‌تواند رویکردی مؤثر برای بهبود سلامت جامعه باشد. نسبت ۴/۷۴ برای امگا ۶ به امگا ۳ با خطر کمتر مرگ ومیر ناشی از بیماری‌های قلبی عروقی همراه است؛ زیرا نسبت ۴ به ۱ با کاهش ۷۰ درصدی مرگ و میر کل در پیشگیری ثانویه از این بیماری‌ها مرتبط است. در نظر گرفتن این نسبت در کنار سایر عوامل سبک زندگی برای سلامت کلی دارای اهمیت فراوانی است (۴۸). استئاریک اسید و اولئیک اسید نیز به‌ترتیب، دارای سهم قابل توجه ۸/۹۹ و ۶/۹۸ درصد بودند. از استئاریک اسید در صنایع غذایی همراه با قندهای ساده و شربت ذرت برای تهیه آب نبات استفاده می‌شود. همچنین در ساخت مکمل‌های غذایی از آن‌ها استفاده می‌گردد. در مطالعات اپیدمیولوژیک و بالینی نشان داده شده است که استئاریک اسید، موجب کاهش کلسترول LDL می‌گردد (۴۹). اولئیک اسید در درمان آسیب‌های ریوی در مطالعات حیوانی مؤثر بوده است (۵۰) و مصرف آن می‌تواند خطر ابتلا به سرطان پستان را کاهش دهد (۵۱). غذاهای سرشار از اولئیک اسید، موجب کاهش فشار خون، چربی و دیابت نوع ۲ و محافظت از غشای سلولی در برابر رادیکال‌های آزاد می‌گردد (۵۲). تغییرات سبک زندگی، از جمله رژیم غذایی حاوی این ترکیبات، می‌تواند به از وقوع این بیماری‌ها جلوگیری نماید.

بر اساس نتایج این مطالعه و مطالعات پیشین، می‌توان کاهوی دریایی را به‌عنوان یک منبع غذایی جایگزین سالم با پروتئین بالا و چربی کم، برای انسان در نظر گرفت. به دلیل پروتئین بالا، برخی از انواع جلبک‌ها با برخی از منابع پروتئین گیاهی و حیوانی قابل مقایسه

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-09-14]

[DOI: 10.61186/ismj.26.6.369]

هستند و ممکن است نسبت به منابع گیاهی قابل هضم‌تر باشند (۵۵-۵۳). میزان پروتئین جلبک‌های سبز و قرمز (۱۰-۳۰ درصد)، بیش از جلبک‌های قهوه‌ای (۱۵-۵ درصد) است. هر چند، مقدار پروتئین آن‌ها تحت تأثیر عوامل مختلفی نظیر زیستگاه، گونه، فصل نمونه‌برداری (۵۶) و روش‌های آماده‌سازی و آنالیز قرار می‌گیرد (۳۳ و ۵۷). با توجه به نقش پروتئین‌های جلبکی در سلامتی (۵۸)، همچون اثرات محافظتی بر سیستم‌های گوارش و ایمنی، می‌توان از آن‌ها برای تقویت برخی غذاها استفاده نمود (۵۹). استفاده از جلبک‌ها هنوز در بسیاری از جوامع ابتدایی است. با این حال، مصرف این مواد مغذی در برخی از کشورها در حال افزایش است (۵۸، ۶۰ و ۶۱). ترکیب، نسبت و در دسترس بودن اسیدهای آمینه ضروری در پروتئین‌ها به تعیین کیفیت تغذیه‌ای غذاها کمک می‌نماید (۶۲). بر اساس نتایج مطالعه اخیر، نمونه کاهوی دریایی دارای اسیدهای آمینه متنوع ضروری، نیمه ضروری و غیرضروری با مقابل مناسب بود. نسبت اسیدهای آمینه ضروری به غیرضروری جهت ارزیابی توزیع اسید آمینه در پروتئین‌های جلبکی مفید است که نسبت ۱/۰۴ به دست آمده، نشان می‌دهد که اسیدهای آمینه ضروری و غیرضروری در غلظت‌های برابر در همه نمونه‌ها وجود دارند.

ترکیب اسید آمینه پروتئین‌ها اغلب برای تعیین کیفیت تغذیه آن‌ها استفاده می‌شود (۶۳). پروتئین با کیفیت بالا نشان دهنده یک ترکیب کامل و بهینه از اسیدهای آمینه ضروری برای نیازهای انسان است. پروتئین‌های حیوانی مانند گوشت، ماهی، شیر و تخم‌مرغ دارای مقادیر اسیدهای آمینه ضروری بالایی هستند و پروتئین‌های با کیفیت بالا در نظر گرفته می‌شوند (۶۴ و ۶۵). برخی از پروتئین‌های رژیمی گیاهی ممکن است به دلیل مقدار ناچیز اسیدهای آمینه ضروری از نظر تغذیه‌ای ضعیف در نظر گرفته شوند (۶۵). اسیدهای آمینه ضروری نقش مهمی در بدن دارند و برای تکثیر لنفوسیت‌ها و بلوغ سلول‌های دندریتی و همچنین برای چندین اثر بازدارنده بر رشد سلول‌های سرطانی ضروری هستند (۶۶). در کاهوی دریایی مورد بررسی، فراوان‌ترین اسیدهای آمینه ضروری به‌ترتیب والین و لوسین و اسیدهای آمینه غیرضروری گلوتامیک اسید، آسپارتیک اسید و آلانین بودند. وجود این اسیدهای آمینه به دلیل عملکردهای بیولوژیکی مهم آن‌ها مورد توجه است. بر اساس مطالعه پال (Pal)، گلوتامات مستقیماً در حفظ عملکرد مناسب مغز و فعالیت ذهنی نقش دارد. همچنین آسپارتات در شروع دو مورد از مهم‌ترین مسیرها در بدن، چرخه کربس و اوره دخیل است (۶۷). آلانین نیز برای درمان دژنراسیون عضلانی استفاده می‌شود (۶۸). مطابق با مطالعه پایوا (Paiva) و همکاران، سطوح بالای گلوتامیک اسید، آسپارتیک اسید، آلانین و گلیسین مسئول طعم جلبک هستند (۶۹).

استفاده از فاکتورهای محافظتی در زندگی روزمره برای پیشگیری از افزایش بروز سرطان در جمعیت انسانی پیشنهاد شده است. بسیاری از آنتی اکسیدان‌ها ممکن است با کاهش استرس اکسیداتیو مرتبط با ایجاد بیماری‌های مزمن مختلف، اثرات مفیدی داشته باشند (۱۰ و ۷۰).

در مطالعه حاضر، مقادیر مختلف عصاره کاهوی دریایی، به‌طور وابسته به غلظت، موجب مهار قابل توجه DPPH گردیدند. این نتایج نشان داد که کاهوی دریایی خلیج‌فارس می‌تواند منبع مناسبی از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی برای اهداف غذا- دارویی باشد. این نتایج با مطالعه نتایج دوان (Duan) و همکاران و لیم (Lim) و همکاران، مطابقت دارد. آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی به منابع زمینی محدود نمی‌شوند و گزارش‌ها نشان

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-09-14]

[DOI: 10.61186/ismj.26.6.369]

می‌دهند که جلبک‌های دریایی منابع غنی از ترکیبات آنتی‌اکسیدانی طبیعی هستند (۷۱ و ۷۲).

رادیکال‌های آزاد با ایجاد بسیاری از بیماری‌ها نظیر بیماری‌های قلبی، سرطان، فشار خون بالا و دیابت سلامت انسان را به خطر می‌اندازند. در طول دهه گذشته، آنتی‌اکسیدان‌ها در پیشگیری از بیماری‌های مختلف با رادیکال آزاد اهمیت بسزایی دارند (۷۶-۷۳). رادیکال‌های آزاد، می‌توانند در هر مرحله از واکنش زنجیره‌ای رخ دهند. آنتی‌اکسیدان‌ها با از بین بردن رادیکال آغازگر، از مرحله شروع زنجیره جلوگیری می‌نمایند (۷۴). در مطالعه وانگ (Wang) و همکاران، نشان داده شد که جلبک‌های قهوه‌ای نسبت به جلبک‌های قرمز و سبز، پلی‌فنول‌ها و ترکیبات آنتی‌اکسیدانی بیشتری دارند که می‌توانند موجب فعالیت مهاری بیشتر DPPH گردد (۷۵). عبدالباقی (Abd El-Baky) و همکاران، وجود بخش‌های دهنده الکترون و هیدروژن در عصاره‌های آلی کاهوی دریایی (*Ulva lactuca*) را دلیل بازدارندگی رادیکال‌های DPPH پیشنهاد نمودند. بنابراین، پتانسیل خواص آنتی‌اکسیدانی عصاره کاهوی دریایی، می‌تواند به دلیل وجود ترکیباتی چون کاروتنوئیدها و ترکیبات فنولی در عصاره‌ها می‌باشند (۷۷).

جلبک‌های دریایی سرشار از طیف گسترده‌ای از متابولیت‌های ثانویه، همچون ترکیبات فنولی، آلکالوئیدی، فلاونوئیدی، و استرولی با فعالیت‌های بیولوژیکی متعددی هستند (۷۸). آلکالوئیدها که گروه عظیمی از حدود ۱۲۰۰۰ محصول طبیعی را در بر می‌گیرند منابع غنی از ترکیبات مورد استفاده برای کشف و فرمولاسیون دارو هستند. شرط اصلی طبقه‌بندی به‌عنوان یک آلکالوئید وجود یک اتم نیتروژن پایه در هر موقعیتی در مولکول است که شامل نیتروژن در پیوند آمیدی یا پپتیدی نمی‌شود. آلکالوئیدها مجموعه‌ای از محصولات طبیعی از نظر ساختاری متنوع را تشکیل می‌دهند و دارای طیف گسترده‌ای از فعالیت‌های بیولوژیکی هستند که بسیاری از آن‌ها کاربردهای دارویی مهمی دارند. فعالیت‌های ضدسرطانی و ضدتکثیر آلکالوئیدهای مختلف مورد بررسی قرار گرفته است (۸۲-۷۹). از جمله مهم‌ترین این گروه، ایندول آلکالوئیدها هستند که به چهار گروه ایندول آلکالوئیدهای ساده، پرنیله، بیس-/تریس-ایندول و پیوسته طبقه‌بندی می‌گردند (۸۳). ایندول آلکالوئیدها از ماکروارگانیسم‌ها و میکروارگانیسم‌های دریایی، به دلیل فعالیت‌های بیولوژیکی و دارویی، از جمله فعالیت‌های ضدمیکروبی، ضدالتهابی، ضدسرطانی، ضددیابتی و ضدانگلی به‌طور گسترده مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. علاوه بر این، آن‌ها طیف گسترده‌ای از خواصی چون ضددردی، ضدتومور، ضدالتهابی، آنتی‌اکسیدانی و اثرات ضد فشار خون را نشان داده‌اند (۸۴ و ۸۵).

ایندول‌هایی که دارای ساختار دو حلقه‌ای متشکل از یک حلقه بنزن متصل به پیرول هستند، دارای خواص ضدسرطان (۸۶)، ضدقارچ (۸۷)، ضدتشنج (۸۸) و فعالیت‌های ضدویروسی (۸۹) هستند. همچنین در ترکیبات طبیعی مانند دی‌متیل‌تریپتامین (توهم‌زا)، تریپتوفان (اسید آمینه) و ملاتونین (آنتی اکسیدان به عنوان پاک کننده رادیکال‌های آزاد) وجود دارند (۹۰). علاوه بر این، ایندول‌ها در جلبک سارگاسوم تانبرگی (*Sargassum thunbergii*) یافت شده‌اند (۹۱).

با توجه به ترکیبات شیمیایی موجود در کاهوی دریایی، نتایج ارزشمندی در مورد مزایای بالقوه سلامتی و خواص درمانی آن به دست می‌آید. همچنین از طریق آنالیز دقیق، ترکیبات زیست فعال شناسایی می‌شود تا به کاهش خطر بیماری و بهبود رفاه کلی کمک کند.

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-09-14]

[DOI: 10.61186/ismj.26.6.369]

آسپیدوفراکتینین -۳- متانول- (۲آلفا، ۳آلفا، ۵آلفا) ((Aspidofractinine-3-methanol(2à,3á,5à)، ۱H-ایندول-۵-متیل-۲-فنیل- (1H-Indole,5-methyl-2-phenyl-)، پیسین (Picein)، ایندولیزین-۲-(۴- متیل فنیل)- ((4-methylphenyl)۲-، Indolizine) و ۲-هیدروکسی متیل-۹ (آلفا-دی-ریبوفورانوزیل) هیپوزانتین (9-[á-Hydroxymethyl-d-ribofuranosyl]hypoxanthine) به‌ترتیب با فراوانی‌های ۴۲/۳۹، ۱۹/۲۷، ۵/۵۷، ۳/۵۱ و ۲/۸۹ درصد، اجزای اصلی استخراج شده با روش GC-MS بودند. آسپیدوفراکتینین-۳- متانول- (۲آلفا، ۳آلفا، ۵آلفا)، به‌عنوان کوپسینیل الکل (kopsinyl alcohol) شناخته می‌شود. این ترکیب از نظر شیمیایی با آلکالوئیدهای ایندول مرتبط بوده و به‌عنوان یک داروی ضد سرطان مؤثر در انواع سرطان‌های مقاوم به داروی وین کریستین (Vincristine) شناخته شده است. همچنین، این ترکیب فعالیت ضد میکروبی و ضدقارچی از خود نشان داده است (۹۲ و ۹۳). ۱H-ایندول-۵-متیل-۲-فنیل-، نیز یک ایندول استخراج شده از کاهوی دریایی است. یکی دیگر از ترکیبات استخراج شده، ایندولیزین-۲-(۴- متیل فنیل)- که یک ترکیب هتروسیکلیک با هر دو بخش ایندول و پیریدین، است. هسته ایندول یکی از مهم‌ترین سیستم‌های حلقه‌ای برای توسعه دارویی است و از این نظر «ساختار ممتاز» نامیده می‌شود (۹۴). پیسین، یک گلیکوزید فنولیک[10] (غیرسالیسیلیک[11]) است که از گونه‌های مختلف گیاهی استخراج شده است (۹۵) و دارای فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی، ضدالتهابی و محافظت کننده عصبی است (۹۶). همچنین، اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع مختلف که از نظر فعالیت آنتی‌اکسیدانی ارزیابی شده‌اند در بسیاری از محصولات غذایی مشتق شده از گیاه وجود دارند و خاصیت آنتی‌اکسیدانی قابل توجهی را نشان می‌دهند. وجود مقدار قابل توجهی اسید چرب پالمیتیک (حدود ۴۰ درصد) در کاهوی دریایی، فعالیت آنتی‌اکسیدانی مناسب آن را تأیید می‌نماید.

با توجه به اینکه از اهداف عمده این مطالعه استفاده این زیستمندان به‌عنوان یک منبع غذا- دارویی می‌باشد و از طرفی این جلبک‌ها معمولاً ممکن است در مناطقی رشد نمایند که دارای آلودگی‌های محیطی باشد، لذا علاوه بر مطالعات پایه، مطالعات مربوط به ایمنی، سم‌شناسی و آلاینده‌ها نیز طی مطالعات جداگانه مورد بررسی قرار گیرند.

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج، کاهوی دریایی (*Ulva lactuca*) خلیج‌فارس منبع غنی از ترکیبات متعددی از گروه‌های زیست فعالی نظیر فنولی، آلکالوئیدی، اسیدهای آمینه و اسیدهای چرب مفید است که براساس منابع دارای اثرات زیست پزشکی و غذا- دارویی قابل ملاحظه‌ای می‌باشد. با جداسازی و خالص‌سازی این ترکیبات در کاهوی دریایی می‌توان از فواید غذا-دارویی و درمانی آن‌ها بهره برد.

سپاس و قدردانی

این مطالعه بخشی از پایان‌نامه دکترای تخصصی بهداشت مواد غذایی سرکار خانم شادی جوکار، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کازرون، ایران بوده است و منابع مالی از طرف دانشجو تأمین گردیده است و تحت حمایت معنوی و علمی

[10] phenolic glycoside
[11] non-salicylic

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-09-14]
[DOI: 10.61186/ismj.26.6.369]

دانشگاه آزاد اسلامی واحد کازرون و نیز دانشگاه علوم پزشکی و خدمات درمانی بوشهر، ایران انجام گردیده است.

تضاد منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.

References:

1.Maltseva IA, Shcherbyna VV, Yakoviichuk AV, et al. Ecological determinants of algal communities of different types of ecosystems. OP Conf Ser: Earth Environ Sci 2022; 1049: 012072. doi: 10.1088/1755-1315/1049/1/012072.

2.Zhang L, Liao W, Huang Y, et al. Global seaweed farming and processing in the past 20 years. Food Prod Process and Nutr 2022; 4(23). https://doi.org/10.1186/s43014-022-00103-2.

3.Shaghuli S, Maryamabadi A, Mohebbi GH, et al. Determination of Fatty Acids Profile and Physicochemical Study of Sea Lettuce (Ulva lactuca) Oil from Bushehr City Coasts. Iran South Med J 2017; 20(2): 143-162. (Persian) doi: 10.29252/ismj.20.2.143.

4.Farasat N, Sheidai M, Riahi H, et al. Phylogenetic relationships of Ulva populations in the northern Coasts of the Persian Gulf and Oman Sea based on molecular analyses. Iran J Fisheries Sci 2022; 21(4): 1017-46. doi: 10.22092/ijfs.2022.127580.

5.Dominguez H, Loret EP. Ulva lactuca, A Source of Troubles and Potential Riches. Mar Drugs 2019; 17(6): 357. doi: 10.3390/md17060357.

6.Kazir M, Abuhassira-Cohen Y, Robin A, et al. Extraction of proteins from two marine macroalgae, Ulva sp. and Gracilaria sp., for food application, and evaluating digestibility, amino acid composition and antioxidant properties of the protein concentrates. Food Hydrocoll 2019; 87: 194-203. https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.07.047.

7.Rybak AS. Species of Ulva (Ulvophyceae, Chlorophyta) as indicators of salinity. Ecol Indic 2018; 85: 253-261. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.10.061.

8.Peñalver R, Lorenzo JM, Ros G, et al. Seaweeds as a Functional Ingredient for a Healthy Diet. Mar Drugs 2020; 18(6): 301. doi: 10.3390/md18060301.

9.Yu-Qing T, Mahmood K, Shehzadi R, et al. Ulva lactuca and its polysaccharides: Food and biomedical aspects. J Biol Agric and Healthc 2016; 6(1): 140-51. https://www.researchgate.net/publication/292156349_Ulva_Lactuca_and_Its_Polysaccharides_Food_and_Biomedical_Aspects.

10.Mohy El-Din SM. Temporal variation in chemical composition of Ulva lactuca and Corallina mediterranea. Int J Environ Sci Technol 2019; 16(10): 5783-96. doi: 10.1007/s13762-018-2128-6.

11.Akbari M, Razavizadeh R, Sobhanian H, et al. Effects of salt stress on total lipid values, fatty acid profiles, omega-3, omega-6 and omega-9, in the brown algea Sargassum boveanum on Bushehr coast. J Plant Process and Funct 2022; 11(51): 117-140. (Persian) URL: http://jispp.iut.ac.ir/article-1-1742-en.html.

12.Vladkova T, Georgieva N, Staneva A, et al. Recent Progress in Antioxidant Active Substances from Marine Biota. Antioxidants (Basel) 2022; 11(3): 439. doi: 10.3390/antiox11030439.

13.Kotzaeroglou A, Tsamesidis I. The Role of Equilibrium between Free Radicals and Antioxidants in Depression and Bipolar Disorder. Medicines (Basel) 2022; 9(11): 57. doi: 10.3390/medicines9110057.

14.Farasat M, Khavari-Nejad RA, Nabavi SM, et al. Antioxidant Activity, Total Phenolics and Flavonoid Contents of some Edible Green Seaweeds from Northern Coasts of the Persian Gulf. Iran J Pharm Res 2014; 13(1): 163-70. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24734068/.

15.Shebis Y, Iluz D, Kinel-Tahan Y, et al. Natural Antioxidants: Function and Sources. Food Nutr Sci 2013; 4(6): 643-649. doi: 10.4236/fns.2013.46083.

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-09-14]

[DOI: 10.61186/ismj.26.6.369]

16.Lobo V, Patil A, Phatak A, et al. Free radicals, antioxidants, and functional foods: Impact on human health. Pharmacogn Rev 2010; 4(8): 118-26.
doi: 10.4103/0973-7847.70902.
17.Kanwugu ON, Glukhareva TV, Danilova IG, et al. Natural Antioxidants in Diabetes Treatment and Management: Prospects of Astaxanthin. Crit Rev Food Sci Nutr 2022; 62(18): 5005-5028.
doi: 10.1080/10408398.2021.1881434.
18.D'Angelo Costa GM, Maia Campos PMBG. Efficacy of topical antioxidants in the skin hyperpigmentation control: A clinical study by reflectance confocal microscopy. J Cosmet Dermatol 2021; 20(2): 538-545.
doi: 10.1111/jocd.13804.
19.Gopeechund A, Bhagooli R, Neergheen VS, et al. Anticancer Activities of Marine Macroalgae: Status and Future Perspectives. In Biodiversity and Biomedicine. Academic Press: Cambridge, MA, USA 2020; 257-275.
doi: 10.1016/B978-0-12-819541-3.00014-1.
20.Sansone C, Brunet C, Noonan DM, et al. Marine Algal Antioxidants as Potential Vectors for Controlling Viral Diseases. Antioxidants (Basel) 2020; 9(5): 392.
doi: 10.3390/antiox9050392.
21.Milito A, Castellano I, Damiani E. From Sea to Skin: Is There a Future for Natural Photoprotectants? Mar Drugs 2021; 19(7): 379.
https://doi.org/10.3390/md19070379.
22.Alves A, Sousa E, Kijjoa A, et al. Marine-Derived Compounds with Potential Use as Cosmeceuticals and Nutricosmetics. Molecules 2020; 25(11): 2536.
doi: 10.3390/molecules25112536.
23.Mohebbi GH, Nabipour I, Vazirizadeh A. The Sea, the Future Pharmacy. Iran South Med J 2014; 17(4): 748-788. (Persian)
URL: http://ismj.bpums.ac.ir/article-1-590-en.html.
24.Marhamati Z, Marhamatizadeh MH, Mohebbi GH. Evaluation of the Physicochemical, Antioxidant, and Antibacterial Properties of Tunichrome Released from Phallusia nigra Persian Gulf Marine Tunicate. J Food Qual 2021; 11.
https://doi.org/10.1155/2021/5513717.
25.Álvarez-Gómez F, Korbee N, Figueroa FL. Analysis of Antioxidant Capacity and Bioactive Compounds in Marine Macroalgal and Lichenic Extracts Using Different Solvents and Evaluation Methods. Cienc mar 2016; 42(4): 271-288.
https://doi.org/10.7773/cm.v42i4.2677.
26.El-Shafei R, Hegazy H, Acharya B. A Review of Antiviral and Antioxidant Activity of Bioactive Metabolite of Macroalgae within an Optimized Extraction Method. Energies 2021; 14(11): 3092.
https://doi.org/10.3390/en14113092.
27.Kumar Y, Tarafdar A, Badgujar PC. Seaweed as a Source of Natural Antioxidants: Therapeutic Activity and Food Applications. J Food Qual 2021; 17.
https://doi.org/10.1155/2021/5753391.
28.Sami FJ, Soekamto NH, Firdaus, et al. Bioactivity Profile of Three Types of Seaweed as an Antioxidant, UV-Protection as Sunscreen and Their Correlation Activity. Food Res 2021; 5(1): 441-447.
doi: 10.26656/fr.2017.5(1).389.
29.Ghosh S, Sarkar T, Pati S, et al. Novel Bioactive Compounds from Marine Sources as a Tool for Functional Food Development. Front Mar Sci 2022; 9: 832957.
https://doi.org/10.3389/fmars.2022.832957.
30.Jadavi N, Vaziri S, Nabipour I, et al. Fat characteristics and fatty acid profile of sea cucumbers (Holothuria Scabra) obtained from the coasts of the Bushehr province -Iran. Iran South Med J 2015; 18(5): 992-1006. (Persian)
doi: 10.7508/ismj.1394.05.007.
31.Mohebbi GH, Vatanpour H, Vazirizadeh A, et al. Phospholipase A2 Activity of The Persian Gulf Upside-Down Jellyfish Venom (Cassiopea Andromeda). Iran South Med J 2017; 20(3): 287-300. (Persian)
URL: http://ismj.bpums.ac.ir/article-1-880-en.html.
32.Gargallo S, Calsamiglia S, Ferret A. Technical Note: A Modified Three-Step In Vitro Procedure to Determine Intestinal Digestion of Proteins. J Anim Sci 2006; 84(8): 2163-7.
doi: 10.2527/jas.2004-704.
33.Devi GK, Thirumaran G, Manivannan K, et al. Element Composition of Certain Seaweeds

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-09-14]

[DOI: 10.61186/ismj.26.6.369]

from Gulf of Mannar Marine Biosphere Reserve; Southeast Coast of India. World J Dairy & Food Sci 2009; 4(1): 46-55.
https://www.semanticscholar.org/paper/Element-composition-of-certain-seaweeds-from-Gulf-Devi-Thirumaran/35b47dff2fff4c54965ecc403d317c7d9b9aab58.
34.Roleda MY, Heesch S. Chemical profiling of Ulva species for food applications: What is in a name? Food Chem 2021; 361: 130084.
doi: 10.1016/j.foodchem.2021.130084.
35.Roleda MY, Lage S, Aluwini DF et al. Chemical profiling of the Arctic Sea lettuce Ulva lactuca (Chlorophyta) mass-cultivated on land under controlled conditions for food applications. Food Chem 2021; 341(Pt 1): 127999.
doi: 10.1016/j.foodchem.2020.127999.
36.Biancarosa I, Espe M, Bruckner CG, et al. Amino acid composition, protein content, and nitrogen-to-protein conversion factors of 21 seaweed species from Norwegian waters. J Appl Phycol 2017; 29(2): 1001-1009.
doi: 10.1007/s10811-016-0984-3.
37.Mæhre HK, Malde MK, Eilertsen KE, et al. Characterization of protein, lipid and mineral contents in common Norwegian seaweeds and evaluation of their potential as food and feed. J Sci Food Agric 2014; 94(15): 3281-90.
doi: 10.1002/jsfa.6681.
38.Sánchez-García F, Mirzayeva A, Roldán A, et al. Effect of different cooking methods on sea lettuce (Ulva rigida) volatile compounds and sensory properties. J Sci Food Agric 2021; 101(3): 970-980.
doi: 10.1002/jsfa.10705.
39.Trigo JP, Engström N, Steinhagen S, et al. In vitro digestibility and Caco-2 cell bioavailability of sea lettuce (Ulva fenestrata) proteins extracted using pH-shift processing. Food Chem 2021; 356: 129683.
doi: 10.1016/j.foodchem.2021.129683.
40.Steinhagen S, Enge S, Cervin G, et al. Harvest time can affect the optimal yield and quality of sea lettuce (Ulva fenestrata) in a sustainable sea-based cultivation. Front Mar Sci 2022; 9.
https://doi.org/10.3389/fmars.2022.816890.
41.Shrestha A, Acharya B, Farooque AA. Study of hydrochar and process water from hydrothermal carbonization of sea lettuce. Renewable Energy 2021; 163: 589-98.
doi: 10.1016/j.renene.2020.08.133.
42.Ratnayake R, Liu Y, Paul VJ, et al. Cultivated Sea lettuce is a multiorgan protector from oxidative and inflammatory stress by enhancing the endogenous antioxidant defense system. Cancer Prev Res (Phila) 2013; 6(9): 989-99.
doi: 10.1158/1940-6207.CAPR-13-0014.
43.Dellatorre FG, Avaro MG, Commendatore MG, et al. The macroalgal ensemble of Golfo Nuevo (Patagonia, Argentina) as a potential source of valuable fatty acids for nutritional and nutraceutical purposes. Algal Res 2020; 45: 101726.
doi: 10.1016/j.algal.2019.101726.
44.Garidel P, Fölting B, Schaller I, et al. The microstructure of the stratum corneum lipid barrier: mid-infrared spectroscopic studies of hydrated ceramide: palmitic acid: cholesterol model systems. Biophys Chem 2010; 150(1-3): 144-56.
doi: 10.1016/j.bpc.2010.03.008.
45.DiNicolantonio JJ, O'Keefe JH. Importance of maintaining a low omega-6/omega-3 ratio for reducing inflammation. Open Heart 2018; 5(2): e000946.
doi: 10.1136/openhrt-2018-000946.
46.Simopoulos AP, DiNicolantonio JJ. The importance of a balanced ω-6 to ω-3 ratio in the prevention and management of obesity. Open Heart 2016; 3(2): e000385.
doi: 10.1136/openhrt-2015-000385.
47.Simopoulos AP. Omega-3 Fatty Acids in Inflammation and Autoimmune Diseases. J Am Coll Nutr 2002; 21(6): 495-505.
doi: 10.1080/07315724.2002.10719248.
48.Simopoulos AP. The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. Biomed Pharmacother 2002; 56(8): 365-79.
doi: 10.1016/s0753-3322(02)00253-6.
49.Tabarsa M, Rezaei M, Ramezanpour Z, et al. Chemical compositions of the marine algae Gracilaria salicornia (Rhodophyta) and Ulva lactuca (Chlorophyta) as a potential food source. J Sci Food Agric 2012; 92(12): 2500-6.

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-09-14]

[DOI: 10.61186/ismj.26.6.369]

doi: 10.1002/jsfa.5659.
50.Julien M, Hoffel JM, Flick MR. Oleic acid lung injury in sheep. J Appl Physiol 1986; 60(2): 433-40.
doi: 10.1152/jappl.1986.60.2.433.
51.Pala V, Krogh V, Muti P, et al. Erythrocyte membrane fatty acids and subsequent breast cancer: a prospective Italian study. J Natl Cancer Inst 2001; 93(14): 1088-95.
doi: 10.1093/jnci/93.14.1088.
52.Terés S, Barceló-Coblijn G, Benet M, et al. Oleic acid content is responsible for the reduction in blood pressure induced by olive oil. Proc Natl Acad Sci U S A 2008; 105(37): 13811-6.
doi: 10.1073/pnas.0807500105.
53.Tibbetts SM, Milley JE, Lall SP. Nutritional Quality of Some Wild and Cultivated Seaweeds: Nutrient Composition, Total Phenolic Content, And In Vitro Digestibility. J Appl Phycol 2016; 28(6): 3575-85.
doi: 10.1007/s10811-016-0863-y.
54.Becker EW. Micro-Algae as a source of protein. Biotechnol Adv 2007; 25(2): 207-10.
doi: 10.1016/j.biotechadv.2006.11.002.
55.Gouveia L, Batista AP, Sousa I, et al. Microalgae in Novel Food Products. In Food Chemistry Research. Nova Science Publishers: New York, NY, USA 2008; 75-112.
https://www.researchgate.net/publication/277181427_Microalgae_in_novel_food_products.
56.Fleurence J, Morançais M, Dumay J. Seaweed proteins. Prot food process 2018; 245-262.
doi: 10.1016/B978-0-08-100722-8.00010-3.
57.Desmorieux H, Hernández-Sánchez F. Biochemical and Physical Criteria of Spirulina after Different Drying Processes. Proceedings of the 14th International Drying Symposium (IDS), São Paulo, Brazil 2004; 900-907.
https://www.researchgate.net/publication/228471522.
58.Stolzenberg-Solomon RZ, Miller ER 3rd, Maguire MG, et al. Association of dietary protein intake and coffee consumption with serum homocysteine concentrations in an older population. Am J Clin Nutr 1999; 69(3): 467-75.
doi: 10.1093/ajcn/69.3.467.
59.Wells ML, Potin P, Craigie JS, et al. Algae as nutritional and functional food sources: revisiting our understanding. J Appl Phycol 2017; 29(2): 949-982.
doi: 10.1007/s10811-016-0974-5.
60.Alwaleed EA. Biochemical Composition and Nutraceutical Perspectives Red Sea Seaweeds. Am J Appl Sci 2019; 16(12): 346-354.
https://doi.org/10.3844/ajassp.2019.346.354.
61.MacArtain P, Gill CI, Brooks M, et al. Nutritional value of edible seaweeds. Nutr Rev 2007; 65(12 Pt 1): 535-43.
doi: 10.1301/nr.2007.dec.535-543.
62.Astorga-España MS, Rodríguez-Galdón B, Rodríguez E, et al. Amino acid content in seaweeds from the Magellan Straits (Chile). J Food Comp and Anal 2016; 53: 77-84.
doi: 10.1016/J.JFCA.2016.09.004.
63.Cherry P, O'Hara C, Magee PJ, et al. Risks and benefits of consuming edible seaweeds. Nutr Rev 2019; 77(5): 307-329.
doi: 10.1093/nutrit/nuy066.
64.Friedman M. Nutritional value of proteins from different food sources. A Review. J Agric Food Chem 1996; 44(1): 6-29.
https://doi.org/10.1021/jf9400167.
65.EFSA NDA Panel (EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for protein. EFSA J 2012; 10(2): 2557.
https://doi.org/10.2903/j.efsa.2012.2557.
66.Pal MM. Glutamate: The master neurotransmitter and Its implications in chronic stress and mood disorders. Front Hum Neurosci 2021; 15: 722323.
doi: 10.3389/fnhum.2021.722323.
67.Wu G. Amino acids: biochemistry and nutrition. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, 2021, 816.
https://doi.org/10.1201/9781003092742.
68.Paiva L, Lima E, Patarra RF, et al. Edible Azorean macroalgae as source of rich nutrients with impact on human health. Food Chem 2014; 164: 128-35.
doi: 10.1016/j.foodchem.2014.04.119.
69.Afonso C, Correia AP, Freitas MV, et al. Seasonal changes in the nutritional composition of Agarophyton vermiculophyllum (Rhodophyta, gracilariales) from the center of Portugal. Foods 2021; 10(5): 1145.
doi: 10.3390/foods10051145.

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-09-14]

[DOI: 10.61186/ismj.26.6.369]

70.Duan XJ, Zhang WW, Li XM, et al. Evaluation of antioxidant property of extract and fractions obtained from a red alga, Polysiphonia urceolata. Food Chem 2006; 95(1): 37-43.
doi: 10.1016/j.foodchem.2004.12.015.
71.Lim SN, Cheung PC, Ooi VE, et al. Evaluation of antioxidative activity of extracts from a brown seaweed Sargassum siliquastrum. J Agric Food Chem 2002; 50(13): 3862-6.
doi: 10.1021/jf020096b.
72.Lee HH, Lin CT, Yang LL. Neuroprotection and free radical scavenging effects of Osmanthus fragrans. J Biomed Sci 2007; 14(6): 819-27.
doi: 10.1007/s11373-007-9179-x.
73.Saha K, Lajis NH, Israf DA, et al. Evaluation of antioxidant and nitric oxide inhibitory activities of selected Malaysian medicinal plants. J Ethnopharmacol 2004; 92(2-3): 263-7.
doi: 10.1016/j.jep.2004.03.007.
74.Wang BG, Zhang WW, Duan XJ, et al. In vitro antioxidative activities of extract and semi-purified fractions of the marine red alga, Rhodomela confervoides (Rhodomelaceae). Food Chemistry 2009; 113(4): 1101-1105.
doi: 10.1016/j.foodchem.2008.08.078.
75.Chandini SK, Ganesan P, Bhaskar N. In vitro antioxidant activities of three selected brown seaweeds of India. Food chem 2008; 107(2): 707-713.
doi: 10.1016/J.FOODCHEM.2007.08.081.
76.Abd El-Baky HH, El Baz FK, El-Baroty G. Evaluation of marine alga Ulva lactuca L. as a source of natural preservative ingredient. Am-Euras J Agric Environ Sci 2008; 3(3): 434-444.
https://www.idosi.org/aejaes/jaes3(3)/21.pdf
77.Babu M, Johnson D, Patric Raja A, et al. Chemical constituents, and their biological activity of Ulva Lactuca Linn. Int J Pharm Drug Anal 2014; 2(7): 595-600.
https://ijpda.org/index.php/journal/article/view/85
78.Mondal A, Gandhi A, Fimognari C, et al. Alkaloids for cancer prevention and therapy: Current progress and future perspectives. Eur J Pharmacol 2019; 858: 172472.
doi: 10.1016/j.ejphar.2019.172472.
79.O'Connor SE. 1.25 Alkaloids. In: Mander L, Liu HW, editors. Comprehensive Natural Products II: Chemistry and Biology. Elsevier: Oxford, 2010, 977-1007.
https://pharmacy.hebmu.edu.cn/trywhx/resources/43/2019624163347.pdf.
80.Ziegler J, Facchini PJ. Alkaloid Biosynthesis: Metabolism and Trafficking. Annu Rev Plant Biol 2008; 59: 735-69.
doi: 10.1146/annurev.arplant.59.032607.092730.
81.Wada K, Yamashita H. Cytotoxic Effects of Diterpenoid Alkaloids Against Human Cancer Cells. Molecules 2019; 24(12): 2317.
doi: 10.3390/molecules24122317.
82.Netz N, Opatz T. Marine indole alkaloids. Mar Drugs 2015; 13(8): 4814-914.
doi: 10.3390/md13084814.
83.Rosales PF, Bordin GS, Gower AE, et al. Indole alkaloids: 2012 until now, highlighting the new chemical structures and biological activities. Fitoterapia 2020; 143: 104558.
doi: 10.1016/j.fitote.2020.104558.
84.Wibowo JT, Ahmadi P, Rahmawati SI, et al. Marine-Derived Indole Alkaloids and Their Biological and Pharmacological Activities. Mar Drugs 2021; 20(1): 3.
doi: 10.3390/md20010003.
85.Singh P, Kaur M, Verma P. Design, synthesis, and anticancer activities of hybrids of indole and barbituric acids--Identification of highly promising leads. Bioorg Med Chem Lett 2009; 19(11): 3054-8.
doi: 10.1016/j.bmcl.2009.04.014.
86.Bertinetti B, Scandiani M, Cabrera G. Analogs of antifungal indoles isolated from Aporpium caryae with activity against sudden-death syndrome of soybean. Am J Plant Sci 2011; 2(2): 245-54.
doi: 10.4236/ajps.2011.22026.
87.Kumar A, Kumar D, Akram M, et al. Synthesis and evaluation of some newer indole derivatives as anticonvulsant agents. Int J Pharm Biol Arch 2011; 2(2): 744-50.
https://scholar.google.com/scholar?hl=en&as_sdt=0%2C5&q=88.%09Kumar+A%2C+Kumar+D%2C+Akram+M%2C+et+al.+Synthesis+and+evaluation+of+some+newer+indole+derivatives+as+anticonvulsant+agents.+International+Journal+of+Pharmaceutical+%26+Biological+Archives+2011%3B+2%282%29%3A+744-50.+&btnG=

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-09-14]

[DOI: 10.61186/ismj.26.6.369]

88.Leneva IA, Russell RJ, Boriskin YS, et al. Characteristics of arbidol-resistant mutants of influenza virus: implications for the mechanism of anti-influenza action of arbidol. Antiviral Res 2009; 81(2): 132-40.
doi: 10.1016/j.antiviral.2008.10.009.

89.Pojarová M, Kaufmann D, Gastpar R, et al. [(2-Phenylindol- 3-yl) methylene] propanedinitriles inhibit the growth of breast cancer cells by cell cycle arrest in G2/M phase and apoptosis. Bioorg Med Chem 2007; 15(23): 7368-79.
doi: 10.1016/j.bmc.2007.07.046.

90.Kang MC, Ding Y, Kim EA, et al. Indole derivatives isolated from brown alga Sargassum thunbergii inhibit adipogenesis through ampk activation in 3T3-L1 preadipocytes. Mar Drugs 2017; 15(4): 119.
doi: 10.3390/md15040119.

91.Kam TS, Subramaniam G, Sim KM, et al. Reversal of multidrug resistance (MDG) by Aspidofractinin-type indole alkaloids. Bioorg Med Chem Lett 1998; 8(19): 2769-72.
doi: 10.1016/s0960-894x(98)00486-7.

92.Osuntokun OT, Cristina GM. Bio isolation, chemical purification, identification, antimicrobial and synergistic efficacy of extracted essential oils from stem bark extract of Spondias mombin (Linn). Int J Mol Biol 2019; 4(4): 135-143.
doi: 10.15406/ijmboa.2019.04.00110.

93.De Sá Alves FR, Barreiro EJ, Fraga CA. From nature to drug discovery: The indole scaffold as a “privileged structure”. Mini Rev Med Chem 2009; 9(7): 782-93.
doi: 10.2174/138955709788452649.

94.Noleto-Dias C, Wu Y, Bellisai A, et al. Phenylalkanoid glycosides (non-salicinoids) from wood chips of Salix triandra× dasyclados hybrid willow. Molecules 2019; 24(6): 1152.
https://doi.org/10.3390/molecules24061152.

95.Elyasi L, Rosenholm JM, Jesmi F, et al. The Antioxidative Effects of Picein and Its Neuroprotective Potential: A Review of the Literature. Molecules 2022; 27(19): 6189.
doi: 10.3390/molecules27196189.

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-09-14]

[DOI: 10.61186/ismj.26.6.369]

Iran South Med J 2024; 26(6): 369-390

Original Article

Some Phytochemical and Nutraceutical Properties of Sea Lettuce (*Ulva Lactuca*) from Bushehr Coasts, Iran

***Sh. Jokar** (PhD)[1*], **M. H. Marhamatizadeh** (PhD)[1**], **Gh. Mohebbi** (PhD)[2], **A. Maryamabadi** (PhD)[3]*

[1] Department of Food Hygiene, School of Veterinary Medicine, Islamic Azad University, Kazerun Branch, Kazerun, Iran
[2] The Persian Gulf Marine Biotechnology Research Center, The Persian Gulf Biomedical Sciences Research Institute, Bushehr University of Medical Sciences, Bushehr, Iran
[3] Research and Development Department, Shakheh Zeytoon Lian Inspection Co., Bushehr, Iran

(Received 14 Feb, 2024 Accepted 11 May, 2024)

Abstract

Background: The biomedical and nutraceutical effects of sea lettuce, scientifically known as *Ulva lactuca*, are well known in scientific literature. Considering the nutraceutical effects of this marine organism and the abundance of this algae on Bushehr coasts, one of the objectives of this study was to investigate some phytochemical, nutraceutical, and antioxidant properties and the chemical components of sea lettuce obtained from the Persian Gulf coasts (Bushehr, Iran).

Materials and Methods: After sample collection and preparation, some phytochemical properties, including the fatty acid profile, amino acid profile, secondary metabolites, and antioxidant activity were respectively determined using standard AOAC methods to Cd 86-90 and Cd 3-25, gas chromatography flame ionization detector (GC-FID), high performance liquid chromatography (HPLC), gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) and free radical scavenging (DPPH) methods.

Results: The analysis of fatty acids revealed 17 types of fatty acids consisting of significant amounts of Omega 3, 6, and 9, while the amino acid analysis revealed 19 types of amino acids containing significant amounts of essential amino acids (37%). Additionally, the GC-MS results identified 31 secondary metabolites with different functional groups and nuclei. Sea lettuce showed higher antioxidant activity than the ascorbic acid standard at different concentrations.

Conclusion: According to the results, Persian Gulf Sea lettuce contains nutritional compounds and useful primary and secondary metabolites with nutraceutical and biomedical effects for use as a food supplement. This marine organism is also a rich source of many bioactive compounds such as phenolics, alkaloids, amino acids, and saturated and unsaturated fatty acids.

Keywords: Amino acid, fatty acids, antioxidant, algae, secondary metabolites.

©Iran South Med J. All rights reserved

Cite this article as: Jokar Sh, Marhamatizadeh M. H, Mohebbi Gh, Maryamabadi A. Some Phytochemical and Nutraceutical Properties of Sea Lettuce (Ulva Lactuca) from Bushehr Coasts, Iran. Iran South Med J 2024; 26(6): 369-390

[**] *Address for Correspondence:* Department of Food Hygiene, School of Veterinary Medicine, Islamic Azad University, Kazerun Branch, Kazerun, Iran
Email: drmarhamati@gmail.com
*ORCID: 0009-0000-4172-2438
**ORCID: 0000-0002-4751-7926

Website: http://bpums.ac.ir
Journal Address: http://ismj.bpums.ac.ir

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-09-14]

[DOI: 10.61186/ismj.26.6.369]